

# **Projekt optimalizace počtu pracovníků ve výrobní buňce výroby autoplášťů ve společnosti Continental Matador Rubber, s. r. o.**

Bc. Katarína Karasová

---

Diplomová práce  
2010



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: 2009/2010

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Katarína KARASOVÁ**  
Osobní číslo: **M08532**  
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt optimalizace počtu pracovníků ve výrobní  
buňce výroby autoplášťů ve společnosti Continental  
Matador Rubber, s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

## Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části.

### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu linky KMPU ve firmě Continental Matador Rubber s.r.o.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro zlepšení.
- Propracujte projektové řešení stanovení počtu pracovníků pro výrobní buňku s využitím simulací v programu Witness.
- Zhodnoťte navrhované řešení z hlediska proveditelnosti.

## Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] DLOUHÝ, M., et al. Simulace podnikových procesů. Brno: Computer Press, 2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.  
[2] GREGOR, M., et al. Simulation of Manufacturing System. 1st edition. Bielsko-Biaza: Politechnika úódzka, 1998. 131 s. ISBN 83-87087-11-4.  
[3] KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.  
[4] KOŠTURIAK, J., GREGOR, M. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InFORM, 2002. 259 s. ISBN 80-968583-1-9.  
[5] MAŠÍN, I. Výroba velkého sortimentu v malých sériích: Principy výrobních systémů pro 21. století. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004. 101 s. ISBN 80-903533-0-4.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **29. března 2010**  
Termín odevzdání diplomové práce: **3. května 2010**

Ve Zlíně dne 29. března 2010

  
doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



  
doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové/bakalářské 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>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou/bakalářskou 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;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně ..... 3. 5. 2010 .....

..... Kabeštan M .....  
.....

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

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

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

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

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpirá-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.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na stanovení optimálního počtu pracovníků ve výrobní buňce výroby autoplášťů ve společnosti Continental Matador Rubber, s. r. o. Členěna je na dvě části: teoretickou a praktickou, skládající se z analýzy a návrhu projektu. Na teoretická východiska navazuje analytická část. Pro analyzování současného stavu na pracovišti konfekce a samotného procesu konfekce sloužil simulační model. Projekt byl vypracován na základě výsledků analýzy. Vybrané 2 varianty řešení byly aplikované na nový layout výrobní buňky a zhodnoceny prostřednictvím simulačního programu Witness z hlediska vytížení pracovníků, využití zařízení, produktivity práce a finančního přínosu.

Klíčová slova: layout, štíhlá výroba, výrobní buňka, simulace, Witness, vytížení pracovníka, využití zařízení, produktivita práce

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on the optimal manpower count determination of manufacturing cell of car tyres production in Continental Matador Rubber, s. r. o. company. It's divided into two parts: theoretical and practical. Practical part consists of analysis and project proposal. The analysis is supported by necessary theoretical background. For current tyre building area and tyre building status, was used the appropriate simulation. The project was done on the basis of analytical part results. The two suggested solution variants were applied on a new manufacturing cell layout by using of Witness software. It was done with respect to the manpower and technological utilization, labour productivity and financial benefit.

Keywords: layout, lean manufacturing, manufacturing cell, simulation, Witness, manpower utilization, technological utilization, labour productivity

*"Vlastní zkušenost je velikým bohatstvím, protože teprve ona zhodnocuje naše vědomosti. Vědomosti můžeme druhému dáti, ale zkušenost musí si každý vykoupit vlastním potem, vlastními mozoly. Jenom zkušenostmi přicházíme k vlastnímu názoru na věci. A jedině ti, kteří se na věci dívají vlastníma očima, mají vyhlídku na úspěch."*

Tomáš Baťa

Moje velké díky patří najmä pracovníkom divízie Priemyselného inžinierstva v spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o. za umožnenie spracovať diplomovú prácu. Ďakujem Ing. Pavlovi Kucejovi, MEng., Ing. Marcelovi Jancovi a Ing. Janovi Jakubcovi za ústretový prístup, cenné rady, informácie a čas, ktorý mi venovali pri konzultácii projektu.

Taktiež ďakujem doc. Ing. Davidovi Tučkovi, Ph.D., vedúcemu diplomovej práce, za jeho odborné vedenie a ústretovosť, Bc. Michalovi Havelkovi za pomoc pri tvorbe simulačného modelu a všetkým tým, ktorí mi pri písaní práce akokoľvek pomohli alebo ma podporili.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 BUNKOVÁ VÝROBA</b> .....	<b>13</b>
1.1 TYPY VÝROBNÝCH BUNIEK.....	13
1.2 VYUŽITIE VÝROBNÝCH BUNIEK.....	14
1.3 LAYOUT .....	15
1.4 SKUPINOVÁ TECHNOLÓGIA.....	17
<b>2 ŠTÍHLA VÝROBA</b> .....	<b>18</b>
2.1 ŠTÍHLÝ LAYOUT A VÝROBNÉ BUNKY .....	18
2.2 „ŠTÍHLE“ VÝROBNÉ ZARIADENIE .....	19
<b>3 KAPACITNÉ PLÁNOVANIE A ROZHODOVANIE</b> .....	<b>20</b>
3.1 KAPACITNÉ PREPOČTY .....	20
3.2 ROZBOR VÝKONOVÝCH NORIEM .....	21
3.3 TECHNICKO-HOSPODÁRSKE NORMY SPOTREBY ČASU .....	21
3.4 ROZVRHOVANIE ZAMESTNANCOV .....	23
3.5 VYROVNÁVANIE ZAŤAŽENIA PRACOVNÍKOV .....	23
<b>4 PROJEKTOVANIE EFEKTÍVNEJ PRÁCE</b> .....	<b>25</b>
4.1 RYTMICKOSŤ PRÁCE VÝROBNEJ LINKY .....	25
4.2 ROZDEĽOVANIE PRÁCE.....	25
4.3 ANALÝZA SPOTREBY ČASU .....	26
4.3.1 Časové štúdie .....	27
4.3.2 Metodika noriem elementárnych časov .....	27
4.3.3 Metodika vopred určených časov.....	28
4.3.4 Metodika momentových pozorovaní.....	28
<b>5 MODELOVANIE A SIMULÁCIE</b> .....	<b>29</b>



5.1	PRINCÍP SIMULÁCIE .....	29
5.2	VÝHODY POUŽITIA SIMULÁCIE .....	29
5.3	NEVÝHODY SIMULÁCIE .....	30
5.4	DÔVOD POUŽÍVANIA SIMULÁCIÍ .....	31
5.5	APLIKAČNÉ OBLASTI .....	32
5.6	SIMULAČNÉ PROJEKTY .....	34
5.7	KROKY V PROCESE SIMULÁCIE .....	34
5.8	TVORBA MODELU .....	35
5.9	SIMULAČNÝ SOFTWARE.....	36
5.10	PRÁCA S MODELOM V PROGRAME WITNESS .....	37
5.11	APLIKAČNÍ OBLASTI .....	38
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>O SPOLOČNOSTI.....</b>	<b>40</b>
6.1	HISTÓRIA SPOLOČNOSTI .....	40
6.2	PROFIL SPOLOČNOSTI .....	41
6.3	VÝROBNÝ SYSTÉM CONTINENTAL TIRES.....	42
<b>7</b>	<b>ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>44</b>
7.1	POPIS VÝROBY AUTOPLÁŠŤOV .....	44
7.2	ZLOŽENIE PLÁŠŤA .....	46
7.3	KONFEKCIA OSOBNÝCH RADIÁLNYCH PLÁŠŤOV .....	47
7.3.1	Popis linky KM-PU.....	48
7.3.2	Logika simulačného modelu .....	52
7.3.3	Analýza výrobného procesu.....	54
7.3.4	Popis pracovnej činnosti konfekcionára .....	55
7.3.5	Vyťaženie pracovníkov .....	57
7.3.6	Analýza pracovnej doby.....	57
7.3.7	Výmena polotovarov .....	59
7.3.8	Využitie kapacity zariadenia.....	62
<b>8</b>	<b>ZHRNUTIE ANALÝZY, VÝCHODISKÁ PRE PROJEKT.....</b>	<b>64</b>
<b>9</b>	<b>VYMEDZENIE PROJEKTU.....</b>	<b>65</b>
<b>10</b>	<b>REALIZÁCIA PROJEKTU.....</b>	<b>67</b>
10.1	VÝROBNÁ BUNKA.....	67
10.2	NÁVRH VARIANTOV PROJEKTU .....	67
10.2.1	Variant č. 1 .....	68
10.2.2	Variant č. 2 .....	71
10.3	PRACOVNÁ ZMENA .....	72
10.3.1	Variant č. 1 .....	72
10.3.2	Variant č. 2 .....	72

10.4	VYŤAŽENIE PRACOVNÍKOV.....	75
10.4.1	Variant č. 1 .....	75
10.4.2	Variant č. 2 .....	76
10.4.3	Porovnanie variantov z hľadiska vyťaženia operátorov .....	77
10.5	VYUŽITIE KAPACITY ZARIADENIA .....	79
10.5.1	Variant č. 1 .....	79
10.5.2	Variant č. 2 .....	80
10.5.3	Porovnanie variantov z hľadiska využitia zariadenia .....	81
10.6	ZHODNOTENIE PROJEKTU .....	85
10.6.1	Zhodnotenie projektu z hľadiska produktivity .....	86
10.6.2	Zhodnotenie projektu z hľadiska financií .....	87
10.7	VÝBER VARIANTU .....	88
10.8	PRACOVNÁ NÁPLŇ STRIEDAČA .....	89
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>93</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>99</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>100</b>

## ÚVOD

Každý podnik, ktorému svoj osud nie je ľahostajný, usiluje o spokojného zákazníka. Už Tomáš Baťa sa riadil heslom: „Náš zákazník, náš pán“. Ako je teda možné uspokojiť čoraz náročnejšie požiadavky zákazníkov? Tým, že dostanú svoj tovar v stanovenom čase, v požadovanej kvalite a podľa možnosti za čo najnižšiu cenu.

Podnik v snahe vyhovieť potrebám kupujúceho, udržať si zákazníka, vytvárať svoj image, hľadá neustále nové spôsoby, ako byť najlepší. Jednou z ciest, o ktorej úspešnosti nás presvedča japonská automobilová firma Toyota, je cesta štíhlej výroby.

Touto cestou sa uberá aj spoločnosť Continental Matador Rubber, s. r. o. V súvislosti s budovaním bunkového usporiadania výroby a zlepšovaním procesu konfekcie stojí firma pred novou úlohou: stanoviť optimálny počet pracovníkov pre výrobnú bunku výroby autoplášťov.

Prečo som sa rozhodla riešiť problematiku optimálneho počtu pracovníkov práve prostredníctvom simulácií? V súčasnosti je záujem firiem o simulácie veľký. Simulácia umožňuje analyzovať správanie systému v súvislostiach a okamžite poskytnúť informácie o dopade jednotlivých opatrení na proces. Stačí len vytvoriť v počítači model a reálne podmienky zaniest' do tohto modelu. Napríklad, keď sa odoberie z pracoviska zamestnanec, simuláciou sa ihneď preukáže, či zariadenie, ktoré obsluhoval, bude dostatočne využité aj bez neho. Alebo bude zamestnanec pridaný? Veľmi rýchlo je možné presvedčiť sa, či bude pracovná doba zamestnanca dostatočne využitá. A je vôbec nutné meniť počet pracovníkov? Aj na túto otázku sa dá jednoducho, bez zložitých výpočtov, získať odpoveď. Vypracujú sa dva simulačné varianty riešenia a potom je už jednoduché porovnať výsledky zavedeného opatrenia. Súčasne sa prostredníctvom simulácie dá skúmať činnosť zariadenia a rýchlo objaviť prípadné úzke miesta v procese.

Na druhej strane, simulovanie procesov nie je jednoduchá úloha. Aby model pracoval správne a teda výsledky simulácie boli spoľahlivé, práca na projekte si bude vyžadovať dokonalé poznanie skúmaného procesu, zručnosti a vedomosti o simulačnom programe Witness a hodiny práce v ňom.

V projekte vidím príležitosť pre praktické využitie v spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o. a simulovanie je pre mňa výzva. Výzva naučiť sa niečo nové, zdokonaľiť sa v práci s programom Witness a vyskúšať si simulovanie reálneho procesu v reálnej firme.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 BUNKOVÁ VÝROBA

Bunková výroba predstavuje usporiadanie strojov do skupiniek – buniek, schopných produktívne vyrobiť položky s príbuznými výrobnými požiadavkami. Bunky sú v podstate autonómnou, miniaturizovanou a flexibilnou obdobou predmetného usporiadania [7].

Stroje v bunke sú usporiadané s minimálnymi požiadavkami na prepravu. Skupina (rodina) podobných výrobkov v bunke putuje rovnakou cestou, takže výrobok môže preskočiť technologickú operáciu, ktorú nepotrebuje. Bunková výroba sa usiluje o prepojenie výhod technologického aj predmetného usporiadania. To je možné dosiahnuť za podmienky dobre fungujúceho riadiaceho informačného systému výroby, ktorý skutočne pomáha výrobnému manažérovi v jeho rýchlom a ekonomicky odôvodnenom rozhodovaní [7].

Cieľom bunkovej výroby nie je len prosté zhlukovanie strojov a tvorba samostatných výrobných pracovísk. Nejde len o problematiku triedenia výrobkov alebo technologických operácií. Cieľom je integrovaná úspora výrobných nákladov, dosiahnutá vyčlenením účtovných celkov – buniek a v neposlednej rade zvýšením prehľadnosti [7].

Porovnanie funkčného layoutu a bunkového layoutu uvádza Tab. 1.

Tab. 1 Porovnanie funkčného a bunkového layoutu

Vlastnosť	Funkčný layout	Bunkový layout
<b>Počet pohybov medzi oddeleniami</b>	Veľa	Málo
<b>Dopravné vzdialenosti</b>	Dlhšie	Kratšie
<b>Dopravné cesty</b>	Variabilné	Fixné
<b>Čas čakania na prácu</b>	Dlhší	Kratší
<b>Čas výkonu</b>	Vyšší	Nižší
<b>Množstvo rozpracovanej výroby</b>	Väčšie	Menšie
<b>Náročnosť kontroly</b>	Vyššia	Nižšia
<b>Komplexnosť rozvrhovania</b>	Vyššia	Nižšia
<b>Miera využitia nástrojov</b>	Nízka	Vysoká

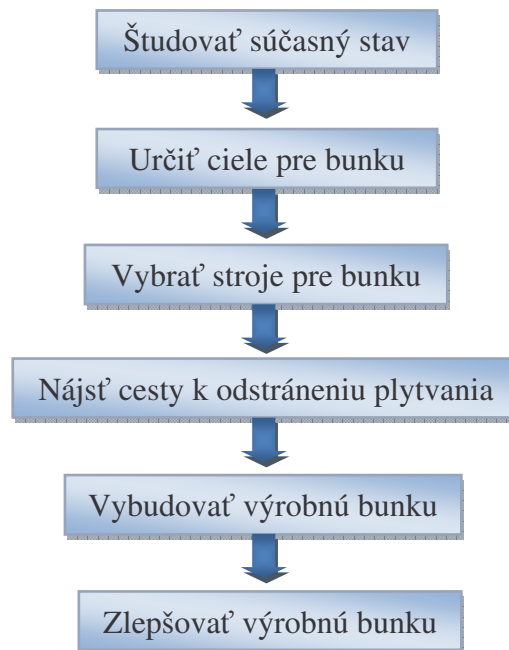
Zdroj: [23]

### 1.1 Typy výrobných buniek

V priemysle sú často využívané tri hlavné typy výrobných buniek, a to [13]:

- bunky pre výrobu súčastí (obrábanie, lisovanie, kovanie),
- montážne bunky a
- procesné bunky (lakovanie, tepelné spracovanie, povrchová úprava).

Tieto bunky majú jeden spoločný princíp, ktorý umožňuje, aby fungovali – efektívne integrujú výrobné činnosti aj pracovníkov a vytvárajú základ pre plynulé zlepšovanie. Nasledovný obrázok (Obr. 1) zachytáva obecný postup pre projektovanie a vytvorenie výrobnej bunky [12]:



Obr. 1 Postup projektovania a vytvorenia výrobnej bunky [12]

## 1.2 Využitie výrobných buniek

Výrobné bunky sa využívajú tam, kde je potrebné rýchlo a pružne reagovať na meniace sa požiadavky zákazníkov [9].

Typické príklady vytvárania výrobných buniek sú [9]:

- výrobné bunky pre skupiny rozmerovo alebo tvarovo podobných súčiastok,
- výrobné bunky podľa zákazníckych segmentov alebo výrobných skupín,
- výrobné bunky podľa podobnosti technologických postupov.

Budovanie výrobných buniek vyžaduje istú mieru opakovateľnosti. Vytváranie bunky napr. v kusovej výrobe je problematické. Projektovanie výrobných buniek je pomerne náročný proces, vyžadujúci veľa času, príp. investície (presuny strojov, zmeny layoutu). Preto bude mať zmysel vtedy, ak ide o dlhodobý obchodný vzťah so zákazníkmi, ktorí vyžadujú vysokú flexibilitu a nízke náklady. Výrobné bunky sú cestou k radikálnemu zvýšeniu

pružnosti a produktivity zároveň. Vytváranie výrobných buniek sa obvykle prepája s projektmi 5S, vizualizáciou a budovaním tímovej práce v podniku. Výsledkom je zladenie procesov s požiadavkami zákazníkov a dosiahnutie toku jedného kusu [9].

### 1.3 Layout

Layout predstavuje usporiadanie oddelení, pracovísk a nástrojov so špecifickým dôrazom na pohyb práce (zákaziek alebo materiálu) systémom [23].

Rovnako ako v iných oblastiach návrhu systému, rozhodnutie pre určitý typ layoutu je dôležité z troch príčin [23]:

1. Vyžaduje značné finančné investície a úsilie.
2. Vyžaduje dlhodobý záväzok, takže prípadné chyby je ťažké prekonať.
3. Má výrazný dopad na náklady a efektívnosť operácií.

Potreba plánovania layoutu nastáva pri procese návrhu nového zariadenia a pri preprojektovaní súčasného zariadenia. Najbežnejším dôvodom pre preprojektovanie layoutu sú neefektívne operácie (vysoké náklady, úzke miesta), nehodovosť alebo nebezpečná práca, zmeny v návrhu produktu alebo služby, zavedenie nového výrobku/služby, zmeny v množstve alebo druhoch výstupu, zmeny v metódach alebo vybavení, zmeny v enviromentálnych alebo iných legislatívnych požiadavkách, morálne problémy (nedostatok priameho kontaktu). Nedostatočný návrh layoutu môže nepriaznivo ovplyvniť výkon systému [23].

**Hlavným cieľom** návrhu nového layoutu je podporovať plynulý tok práce, materiálu a informácií systémom [23].

**Podporné ciele** potom sú [23]:

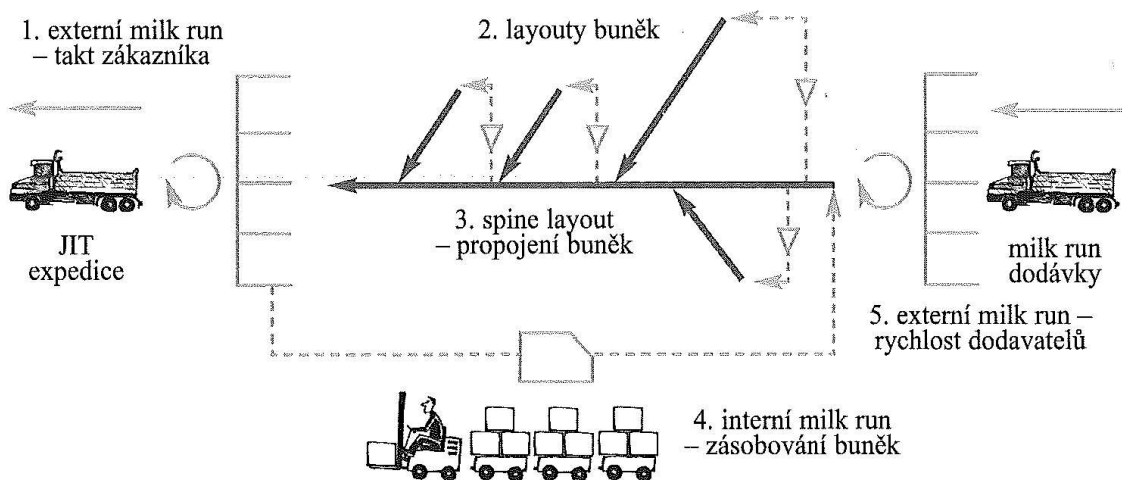
- podporovať dosahovanie vysokej kvality produktu alebo služby,
- efektívne využívať priestor a pracovníkov,
- odstrániť úzke miesta,
- minimalizovať náklady na manipuláciu s materiálom,
- eliminovať zbytočné pohyby pracovníkov alebo materiálu,
- minimalizovať čas výroby,
- zvýšiť bezpečnosť práce.

**Bunkový layout** predstavuje layout, v ktorom pracoviská sú zoskupené do buniek, ktoré môžu vyrábať položky s podobnými výrobnými požiadavkami [23].

Zásady tvorby layoutu vo výrobnej bunke sú nasledovné [9]:

- Výstup jednej operácie je vstupom operácie druhej.
- Tesné usporiadanie strojov s možnosťou viacstrojovej obsluhy.
- Počiatkový a koncový bod operátora sú blízko seba.
- Vyvážený materiálový tok s jednoduchou manipuláciou na ďalšej operácii.
- Plynulý materiálový tok bez zásobníkov, paliet a kontajnerov.
- Maximálne využitie gravitácie pri manipulácii medzi operáciami.
- Nástroje, pomôcky a dodávatelia sú umiestnení čo najbližšie, prípravky sú rozdelené na jednotlivé zariadenia.
- Žiadne prekážky pohybu operátora v priestore bunky.
- Flexibilita pre jednoduchú reorganizáciu bunky – modularita, mobilita zariadenia.
- Polotovary a vstupujúce súčiastky sú skladované blízko miesta spotreby a sú ľahko dosiahnuteľné operátorom.
- Medzisklady sú umiestnené blízko buniek, ktoré zásobujú.

Layouty jednotlivých buniek sa postupne prepájajú bez zbytočných medziskladov do jednej veľkej bunky, ktorá sa nazýva rybia kosť (angl. spine layout). Spoločne s taktom jednotlivých buniek musí byť postupne synchronizované aj navážanie materiálu v pravidelných intervaloch s využitím vláčika (viď Obr. 2). S interným systémom navážania materiálu je postupne synchronizovaný aj externý systém [9].



Obr. 2 Flexibilita buniek s ohľadom na požiadavky zákazníka [9]



## 1.4 Skupinová technológia

Skupinová technológia predstavuje zoskupenie súčiastok s podobnými konštrukčnými alebo výrobnými charakteristikami do rodín [23].

Skupina (rodina) podobných výrobkov putujúcich rovnakou cestou v jednej výrobnej bunke je technológia výroby, podporujúca bunkové (spoločné) usporiadanie strojov. Skupinová technológia je založená na typizácii (triedení) výrobných položiek podobnej konštrukcie a podobných výrobných požiadaviek. Zodpovedajúce skupiny strojov a obslúh vytvárajú oddelené pracoviská - výrobné bunky. Výrobky by mali mať približne rovnakú veľkosť, tvar a funkciu mali by vyžadovať podobné typy a poradie výrobných operácií. Preto sa niekedy vraví, že bunková výroba je do konca dotiahnutá skupinovou technológiou [7].

Zmena na skupinovú technológiu a bunkovú výrobu vyžaduje systematickú analýzu súčiastok pre identifikáciu súčiastok rodín. Toto je často najväčším kameňom úrazu. Je to práca vyžadujúca čas, ktorá zahŕňa analýzu významného množstva dát. Tri základné metódy pre dosiahnutie tohto sú vizuálna inšpekcia, vyšetrenie dát konštrukcie a výroby a produkčná analýza toku [23].

## 2 ŠTÍHLA VÝROBA

Prvky štíhlej výroby vedú k eliminácii plytvania a sú to nasledovné (viď Obr. 3).



Obr. 3 Prvky štíhlej výroby [10]

Základom štíhlej výroby je **štíhle pracovisko**. Od návrhu pracoviska závisia pohyby, ktoré na ňom musia pracovníci denne vykonávať. A množstvo pohybov zase vplýva na spotrebu času, výkonové normy, výrobné kapacity a ďalšie parametre výroby [9].

### 2.1 Štíhly layout a výrobné bunky

Nesprávne navrhnutý layout je v mnohých podnikoch hlavnou príčinou plytvania. Štíhly layout a výrobné bunky sú riešením týchto problémov. Ide o zbytočne dlhé materiálové toky, množstvo manipulačných, skladovacích a kontrolných činností, neprehľadné procesy alebo zložité riadenie logistiky a výroby. Štíhly layout zároveň prináša úsporu plôch [9].

Vo výrobnjej bunke sa vyrába skupina produktov so spoločnými charakteristikami (napr. výrobný postup, zákazníci, veľkosť alebo tvar). Výrobné bunky je výhodné projektovať preto, pretože firmy dnes vyrábajú široký sortiment výrobkov a nie je možné pre každý vytvoriť samostatnú linku. Bunky dokážu vyrábať variabilný sortiment s meniacou sa veľkosťou dávky, ktorá zodpovedá objednávke pri veľmi krátkych priebežných časoch. Hlavnou výhodou výrobných buniek je (okrem zjednodušenia materiálového toku) upustenie od výroby vo veľkých dávkach, pretože stroje sú umiestnené blízko pri sebe. Výsledkom je zníženie podielu časov nepridávajúcich hodnotu, jednoduchšia manipulácia s materiálom, menej skladovacej plochy atď. [9].

Dôležitou vlastnosťou výrobných buniek je **flexibilita**. Vďaka prvkom autonómnosti je operátor schopný pohybovať sa v bunke a obsluhovať súčasne viacero strojov. Výkon bunky je možné pružne meniť zmenou počtu operátorov a tak ho prispôbiť požiadavkám

zákazníkov. Tento koncept sa nazýva **chaku-chaku** (load-load) bunky. Stroje v chaku-chaku sú usporiadané napr. do tvaru U, operátor vloží súčiastku do stroja a prejde k ďalšej operácii. Stroj potom automaticky súčiastku vyberie a operátor nestráca čas. Výhoda je aj v plánovaní a riadení výroby, pretože každý deň sa plánuje potrebný materiál pre každú linku [9].

## 2.2 „Štíhle“ výrobné zariadenie

Výrobné zariadenie je dôležitým prvkom výrobných buniek. Hlavné charakteristiky štíhleho stroja sú [9]:

- autonómnosť (zariadenie so zabudovanými prvkami jidoka),
- zariadenie neprodukuje chyby (princípy poka-yoke),
- minimalizácia stratových časov (zariadenie je časovo vybalancované v takte),
- vyhovuje nadväznosti procesov,
- ľahká predstaviteľnosť,
- nízke nároky na priestor,
- ľahko udržiavateľné,
- ergonomické,
- jednoduché, modulárne, bez zbytočných funkcií,
- nízke náklady na zariadenie.

### 3 KAPACITNÉ PLÁNOVANIE A ROZHODOVANIE

Kapacitné plánovanie predstavuje rozhodovanie výrobných manažérov nad využitím dostupných kapacít. Na kapacitné plánovanie má vplyv konštrukcia výrobku, výber technologických operácií pre jeho výrobu, rozmiestnenie výrobného zariadenia a tiež organizácia pracovísk [7].

Kapacitné rozhodovanie je rozhodovanie o zdrojoch k dispozícii. Kapacita je horná hranica, strop, ktorý môže prevádzková jednotka zvládnuť. Kapacitou rozumieme závod, stroj, sklad alebo pracovníka. Vyjadruje sa v rôznych jednotkách. Znalosť kapacity prevádzkovej jednotky je základným kameňom celého výrobného plánovania. Umožňuje kvantifikovať celkovú i momentálnu výrobnú schopnosť [7].

Kapacitu najviac ovplyvňuje podnikateľské rozhodovanie o výrobku či ponúkanej službe. Podľa toho sa projektujú pracovné schopnosti, vhodné výrobné reťazce zariadení a ich rozmiestnenie v priestore závodu [7].

Vo svete sa používajú tri rôzne pojmy kapacity [7]:

- **Projektovaná kapacita** je ideálne maximum výstupu, ktorý môže byť dosiahnutý.
- **Efektívna kapacita** predstavuje prakticky dosiahnuteľné množstvo výstupu, získané za plánovaných podmienok (výrobného sortimentu, rozvrhu, údržby, prestávok, kvality a výrobných ťažkostí).
- **Aktuálny výkon** je skutočne dosiahnutý a nameraný výkon. Taktiež nemôže presiahnuť vyššiu (efektívnu) kapacitu, kvôli defektom zariadenia, poruchám, organizácii, absencii, materiálu, kvalite atď.

Pre posudzovanie účinnosti (efektivity) výrobného systému sa používajú pojmy [7]:

- **výkonnosť**, teda pomer aktuálneho výkonu k efektívnej kapacite a
- **využitie**, vyjadrené aktuálnym výkonom v pomere k projektovanej kapacite.

#### 3.1 Kapacitné prepočty

Výrobná kapacita vyjadruje maximálne množstvo výrobkov, ktoré môže jednotka výrobného zariadenia (teda stroj, linka, dielňa, prevádzka...) vyprodukovať za dané obdobie, pri splnení daných podmienok (za daných personálnych, technických, organizačných predpo-

kladov, plnom využití časového fondu zariadenia, v požadovanej kvalite, bezpečnosti práce a rešpektovaní ekonomickej efektívnosti) [18].

Výrobná kapacita sa stanovuje najbežnejšie v naturálnych jednotkách, je možné aj peňažné vyjadrenie. Oplyvňuje ju množstvo faktorov [18]:

- stupeň fyzického a morálneho opotrebovania strojov,
- kvalifikácia pracovnej sily,
- typ spracovávaných surovín a materiálov,
- úroveň organizácie práce a riadenie výroby,
- účinnosť obslužných procesov (úroveň manipulácie s materiálom, starostlivosť o hmotný dlhodobý majetok).

### 3.2 Rozbor výkonových noriem

Dĺžka pracovnej doby, ktorá je potrebná pre zhotovenie nejakého výrobku, závisí na pracovníkovi, používaných výrobných nástrojoch, pracovnom predmete a na organizácii výroby a práce. Predmetom rozboru spotreby pracovného času preto musia byť všetky uvedené výrobné možnosti pracoviska a výsledkom rozboru je potom vypracovanie produktívnejšieho spôsobu práce a kvalitnejších výkonových noriem. **Normovanie práce je metódou pre stanovenie počtu pracovníkov**, výrobných nástrojov a úhrnu miezd, potrebných k vyrobeniu určitého množstva a sortimentu výrobkov a sú preto základom operatívneho plánovania výroby [26].

Pri rozbere spotreby pracovnej doby robotníka sa v praxi používa dvojaké poňatie členenia času pracovnej zmeny [26]:

- čas normovaný a čas nenormovaný,
- čas práce a čas prestávok.

Výkonová norma sa používa buď vo forme ako norma času alebo ako norma množstva. Pri rozbere spotreby pracovného času sa používajú rôzne metódy, napr. priame pozorovanie (snímok pracovného dňa alebo chronometráž) [26].

### 3.3 Technicko-hospodárske normy spotreby času

Jedným z cieľov normovania práce je určovať optimálnu spotrebu času na konkrétne pracovné operácie, vykonávané na jednotlivých pracoviskách [24].

Výsledky normovania práce slúžia najmä k [24]:

- účelnému, kvantitatívne proporcionálnemu rozdeleniu fondu pracovného času medzi rôzne druhy špecializovanej práce, vykonávanej spoločne pracovníkmi na jednotlivých pracoviskách,
- ekonomickým prepočtom a rozborom pri určovaní počtu potrebného výrobného zariadenia a k zisťovaniu možného využitia výrobných kapacít inštalovaného výrobného zariadenia,
- stanoveniu potrebného počtu pracovníkov pre výkon istého druhu a objemu práce,
- zostaveniu harmonogramu práce na výrobnom alebo nevýrobnom pracovisku,
- meraniu množstva práce vynaloženej jednotlivými pracovníkmi,
- diferenciacii zárobkov pracovníkov (podľa množstva vykonanej práce).

Procesu normovaniu času predchádza **analýza pracovnej metódy**, ktorej cieľom je odstrániť zbytočné časy, duplicity, skrátiť vzdialenosti pri predávaní či použití materiálov a polotovarov z predchádzajúcej fázy, súbežné vykonávanie niektorých operácií a ďalšie. Cieľom je zaručiť postup, ktorý pri daných technologických a organizačných možnostiach zaručí čo najkratší časový priebeh procesu pri efektívnom využití všetkých jeho činiteľov. K tejto analýze sa využívajú klasické grafické znázornenia alebo pohybové štúdie [24].

Pre analýzu a normovanie práce je dôležité triedenie pracovného času pracovníka, čo znázorňuje tabuľka Tab. 2. Pri normovaní práce sa spravidla vychádza z nasledujúceho členenia času, v rámci ktorého sa proces uskutočňuje [24].

Tab. 2 Rozdelenie času smeny z hľadiska normovania

<b>Čas pracovnej zmeny</b>	
<b>Čas normovaný</b>	<b>Čas nenormovaný</b>
Čas práce	Straty osobné
Kusový	Zavinené
Prípravy	Nezavinené
Manipulácie	Straty technicko-organizačné
Čas prestávok všeobecne nutných	Spôsobené čakaním
Na oddych	Spôsobené viacpracou
Na prirodzené potreby	Straty zavinené vyššou mocou
Zo zákona	
Čas prestávok podmiennečne nutných	
Zdroj: [24]	

Súčasne je možné každý z uvedených časov identifikovať ako čas [24]:

- **jednotkový**, vzťahujúci sa k jednotke výroby/výkonu,
- **dávkový**, vzťahujúci sa k výrobnej dávke ako celku bez ohľadu na jednotlivé výrobky v dávke a
- **zmenový**, spotrebovaný v rámci zmeny bez ohľadu na počet výrobkov a výrobných dávok.

### 3.4 Rozvrhovanie zamestnancov

Rozvrhovanie pracovníkov zahŕňa dve záujmové skupiny: management, ktorý potrebuje, aby bola práca splnená, a pracovníkov, ktorí potrebujú mať pracovné podmienky, ktoré pozitívne vplyvajú na kvalitu ich života. V posledných rokoch, management rozpoznal, že ciele týchto dvoch skupín sa nemusia navzájom vylučovať. Dobré rozvrhovanie práce pomáha robiť zamestnancov šťastnými a zvyšujú dobu, kedy zamestnanec zostáva u zamestnávateľa [21].

Problémy rozvrhovania zamestnancov sa môžu rozčleniť do rôznych kategórií, na základe typu zmeny, v ktorej sa pracuje, podmienok v pracovnej zmluve, a množstva práce, ktorá má byť vykonaná [21].

Existuje rada krokov, ktoré musia byť spravené v procese rozvrhovania práce. Prvým je určenie, aká práca má byť vykonaná. Riadenie požiadaviek, aby sme sa pokúsili vyrovnáť fluktuáciu v práci na požadovanú úroveň je dôležitá časť rozvrhovania pracovníkov. Príkladom takého úsilia vo výrobe sú dlhšie, menej komplikované úlohy častejšie vykonávané v noci pre redukciu počtu dozorcov a podporného personálu [21].

Keď sú známe požiadavky na prácu, je nutné stanoviť, koľko pracovníkov bude treba, čo môže byť veľmi ťažké. Prvým krokom je rozdeliť prácu na zmeny, s čím súvisí stanovenie potrebného počtu pracovníkov na každú zmenu. Celý proces závisí na niekoľkých faktoroch: dĺžka zmeny, aké podmienky zmluvy použiť, koľko použiť pracovníkov na čiastočný úväzok, aká chorobnosť môže byť akceptovaná a aké sú schopnosti pracovníkov [21].

### 3.5 Vyrovnávanie zaťaženia pracovníkov

Toyota je firma, ktorá načúva hlasu svojho pána, teda zákazníka, s mimoriadnou pohotovosťou. Nevyhnutným sprievodným javom je však kolísanie záťaže ľudí aj strojov. Čeliť

tomuto javu bez kapacitných prepočtov, len odhadom, by nebolo spoľahlivé. Je potrebné radiť k sebe súbežne zhotovované výrobky pokiaľ možno tak, aby sa vyrovnal nárok na ľudí aj na stroje, teda usilovať o vyvážený „výrobný mix“ [6].

U strojov ide o ich pružnú programovateľnosť (prispôsobovanie sa premenlivým nárokom), v nižšom stupni o skupinové zadávanie podobných súčastí k spoločnej výrobe, aby bolo možné využiť rovnaké stroje a náradie a na najnižšom stupni o náhradnú prácu, ktorá využije výrobné medzery [6].

Náročnejšie je dosiahnuť rovnomerné zaťaženie u ľudí. Pracovníkov je potrebné naučiť okrem svojej úzkej pracovnej profesii aj susedným druhom prác. Tak sú schopní pracovať na iných pracoviskách, kde sú potrební. Pracovníci majú byť k dispozícii, teda schopní a ochotní pracovať aj striedavo podľa potreby. A do tretice sú to výrobné tímy, vybudované podľa zásady 3S (sebaorganizácia, sebariadenie a sebakontrola), ktoré sú schopné poznávať a zlepšovať výrobný proces, pracovníci sa stávajú majiteľmi procesu a autonómne v ňom podnikajú. Teda znižujú prácnosť, zvyšujú produktivitu, znižujú náklady, garantujú akosť atď. [6].

Jedným z význačných prostriedkov ekonómie výrobného času je zrýchľovanie rytmu. Od spustenia výroby v prepočítanom rytme sa pracovné tímy snažia nachádzať časovú redukciu. Učia sa a osvojujú si prácu a nachádzajú lepšie prevedenie, pomôcky, súčinnosť. Tak neustále znižujú prácnosť, šetria čas, umožňujú rýchlejší rytmus. No s každým skrátením času na jednom pracovisku sa môže rozvrátiť rytmus na ostatných pracoviskách. Japonský recept radí hľadať nový spoločný rytmus skrátením celkového času. Keďže pracovníci v tíme ovládajú nielen svoju, ale aj susednú prácu, je možné prestavovať pracovný proces pomerne pružne [6].

Pokiaľ sa zníži potreba práce natoľko, že sa niekto stane nadbytočným, bude tím riešiť aj otázku, kto bude uvoľnený, až sa na tom zhodne. Je to buď človek, ktorý nie je v tíme plnohodnotný a brzdí jeho výkon, ale skôr ide o toho najlepšieho, ktorý začína prerastať. Bude uvoľnený, aby mohol pracovať na inom tvorivejšom a zodpovednejšom mieste [6].



## 4 PROJEKTOVANIE EFEKTÍVNEJ PRÁCE

Do oblasti projektovania efektívnej práce patrí rozdeľovanie úloh, meranie a hodnotenie pracovného výkonu ľudí, zostavovanie noriem spotreby pracovného času aj použitie rôznych mzdových foriem [7].

### 4.1 Rytmickosť práce výrobnjej linky

Pracovný rytmus alebo **takt** predstavuje tempo, v akom zákazníci nakupujú výrobky. Je to tempo, akým by mala výrobná bunka pracovať. Na základe času taktu je možné stanoviť počet pracovníkov alebo kapacitu zariadenia [11].

Takt môžeme využiť k určeniu tempa výroby a k upozorňovaniu pracovníkov, pokiaľ budú príliš napred alebo pozadu [11].

Cieľom je synchronizovať prácu tak, aby mohli všetky operácie prebiehať rýchlo a rutinne. Taktu linky odpovedá **čas cyklu**. Je to maximum času sledovaného na každom pracovisku, ktorý je potrebný ku kompletácii určitého súboru úloh [25].

Vo výkladovom slovníku PI a štíhlej výroby je čas cyklu definovaný ako: „*Čas, ktorý ubehne od zahájenia jednej operácie do jej dokončenia...*“, čiže čas jedného opakovania danej operácie [14, s. 17].

Čas cyklu operátora je celkový čas, ktorý je potrebný pre vykonanie operácie a zahŕňa aj chôdzu, zakladanie, odoberanie, kontrolu atď. [14].

Čas cyklu stroja je doba od spustenia stroja po návrat strojného zariadenia do základnej polohy po dokončení operácie [14].

### 4.2 Rozdeľovanie práce

Rozdeľovanie práce je projektovanie obsahu a metód práce ľudí. Cieľom rozdelenia práce je tvorba takého systému práce, ktorý je schopný zvyšovať svoju produktivitu pri rozumnej pracovnej intenzite a výkone. Snažíme sa projektovať v rôznych alternatívach: kto, ako a kde splní svoju úlohu [7].

Pre úspešné rozdelenie práce vo výrobe a prevádzke musí [7]:

- byť projektované skúseným personálom so zodpovedajúcou prípravou a odbornými znalosťami a skúsenosťami,

- sledovať ciele organizácie,
- byť v písomnej podobe,
- byť zrozumiteľné a prijateľné pre manažérov aj ostatných,
- byť v súvislosti s pracovnými výsledkami, nie podľa veku.

### 4.3 Analýza spotreby času

Analýza spotreby času slúži k stanoveniu spotreby času vo výrobnom procese. Pritom sa rozlišuje čas spotrebovaný pracovníkom, výrobným zariadením a predmetom práce. Pri tejto analýze sa rozčleňujú časy nutné a zbytočné a časový rozdiel medzi skutočne nameraným časom a časom, ktorý predpisuje norma práce [8].

Analýza nachádza uplatnenie pri skúmaní a kritickom posudzovaní priebehu pracovných činností v priestore a čase a pri voľbe ich dokonalejšieho usporiadania (tzn. maximálny výkon pri minimálnych nákladoch a minimálnej námahe). Výber druhu analýzy závisí hlavne od dôležitosti jednotlivých činiteľov v danej výrobnej operácii. Výsledky analýzy sú podkladom pre štúdium práce a následnému zlepšovaniu pracovných postupov a organizácie práce [8].

Vďaka metódam merania práce môžeme dosiahnuť vyrovnaného a dostatočne vysokého využitia pracovníkov, materiálu, strojov a zariadení. Výsledkom je celková efektívnosť, ktorá organizácii umožní prežiť a rozvíjať sa [13].

Pôvodnou formou merania práce boli **hrubé odhady**, v súčasnosti je však omnoho pokročilejšia v porovnaní s pôvodnou technikou a označuje sa ako **kvalifikovaný odhad**. Ide o nevedeckú metódu, ktorá je však rýchla. Ďalšou metódou je meranie práce **na základe historických dát**. Zo záznamu toho, čo bolo vykonané v minulosti, sa odvodili informácie pre predvídanie časov budúcich operácií [13].

Projektovanie efektívnej práce sa zaoberá projektovaním pracovného výkonu. Na základe merania pracovných časov zisťujeme, ako dlho práca potrvá [7].

**Pracovné časy** sú základom ekonomiky práce. Používajú sa pre stanovenie mzdových nákladov, tvorbu pracovných rozvrhov a podnikateľských rozpočtov [7].

**Časové normy** hovoria, koľko potrebuje priemerný pracovník času, aby vykonal typickú prácu za obvyklých podmienok. Časová norma by mala v sebe zahŕňať okrem času samotnej práce tiež pravdepodobnú rezervu [7].

**Norma spotreby času** je množstvo času, ktoré zaberie kvalifikovanému pracovníkovi vykonanie určitej pracovnej úlohy v obvyklom pracovnom nasadení a s použitím predpísaných metód, nástrojov a zariadení, materiálov a pracovných podmienok [7].

Pre normovanie spotreby času podniky vo svete využívajú množstvo rôznych prístupov, od približných odhadov až po vedecké metódy [7]:

- metodiku časových štúdií,
- metodiku noriem elementárnych časov,
- metodiku predom určených časov,
- metodiku momentových pozorovaní.

#### 4.3.1 Časové štúdie

Časová štúdia je procedúra, ktorou sa určuje prípustný čas pre vykonanie pracovnej operácie. Čas sa nameria pomocou stopiek a zaznamená do príslušného formulára. Využíva sa pre identifikáciu plytvania, radenie činností v optimálnom slede (sekvencii) a umožňuje popísať najlepší spôsob vykonávania určitej práce [14].

Metóda časových štúdií sa hodí pre krátke a opakované pracovné úkony. Základnými krokmi časových štúdií sú [7]:

1. Definovanie pracovnej úlohy, ktorá má byť sledovaná, informácie o robotníkovi.
2. Stanovenie nevyhnutného množstva meraní.
3. Sledovanie, meranie a kontrola pracovníkovho výkonu.
4. Výpočet časovej normy.

#### 4.3.2 Metodika noriem elementárnych časov

Táto metodika vychádza z firemných skúseností, ktoré sa dajú aplikovať na súčasné prebiehajúce výrobné procesy. Jedine tam, kde normy nevyhovujú, sa musia spraviť nové merania [7].

Základný postup podľa tejto metodiky je [7]:

1. Rozdeliť prácu na elementárne pracovné úkony a nájsť vhodné normy.
2. Prehľadať súbory noriem elementárnych úkonov uplynulých rokov, vhodné použiť, tam, kde normy nevyhovujú, vykonať nové merania a vytvoriť nové normy.
3. Modifikovať súbory noriem elementárnych úkonov uplynulých rokov.

4. Sčítat časy elementárných úkonov tak, aby vznikli príslušné normy spotreby času.

#### 4.3.3 Metodika vopred určených časov

Cieľom efektívneho systému merania práce je poskytnúť zdokumentovanú konkrétnu pracovnú metódu so zodpovedajúcim časom [13].

Príkladom je systém MTM alebo MOST. Banky dát MTM obsahujú súbory elementárných pohybov a s nimi súvisiacich časov (uchopenie, pohyb, otočenie, upnutie atď.). Časy základných pracovných elementov sú merané jednotkami TMU, pričom jedna TMU sa rovná 0,0006 minúty. Hlavnou výhodou metódy je, že norma môže vzniknúť oveľa skôr, než je pracovná úloha vykonaná [7].

Metóda MOST slúži napr. k [13]:

- určení celkových personálnych nákladov na výrobok,
- určení počtu pracovníkov,
- určení počtu potrebných strojov,
- určení objemu a termínov dodávok materiálu,
- správne plánovaniu výroby,
- monitorovaniu výrobných procesov,
- kontrolovaniu výkonnosti jednotlivcov aj prevádzok,
- spravodlivému odmeňovaniu.

#### 4.3.4 Metodika momentových pozorovaní

Táto metodika je založená na odhade proporcií spotreby času práce robotníka alebo stroja. Normovač robí rýchle pozorovanie človeka alebo stroja v náhodných intervaloch a zapisuje, čo vidí. Zistené údaje sa potom sčítajú po jednotlivých kategóriách činností [7].

Metodiku je možné okrem normovania použiť tiež pri hodnotení, napr. pre stanovenie pomeru časov strát. S použitím štatistiky poskytuje metóda veľmi presná a objektívne výsledky [7].

## 5 MODELOVANIE A SIMULÁCIE

Počítačová simulácia je moderný nástroj pre analýzu komplikovaných výrobných, zásobovacích, obslužných, komunikačných a ďalších podnikových procesov (systémov). Simulovať znamená napodobňovať fungovanie reálneho systému prostredníctvom počítačového modelu. Je to deskriptívna technika, ktorá umožňuje zhodnotiť správanie modelu pri rôznych variantoch [2], [23].

### 5.1 Princíp simulácie

Simulácia sa venuje systémom pravdepodobnostným a dynamickým, ktoré sú pre analytické riešenie zložité. S modelom vykonávame experiment, čiže pozorujeme model systému behom jeho chodu, nastavujeme rôzne parametry modelu a zisťujeme, aký vplyv majú dané zmeny na správanie systému [2].

**Princíp** simulácie je jednoduchý. Namiesto sledovania dynamického správania určitého procesu, ktorý nás zaujíma a jeho reakcie na vykonané organizačné a technické zmeny, sledujeme správanie jeho modelu. Príkladom modelovaného objektu môže byť výrobná linka, systém hromadnej obsluhy, sklad veľkoobchodu alebo tok informácií v pobočke banky [30].

Uplatňuje sa najmä tam, kde je skutočné vyskúšanie systému náročné a prináša značné straty, je ju teda možné využiť k vyjasneniu určitých jednorazových rozhodnutí alebo k posúdeniu určitej stratégie. Metóda má význam najmä pri zisťovaní účinkov určitých rozhodnutí – zmeny vyťaženia kapacít, zmeny priorít zákaziek, zmeny objednávok a ďalších [24].

Simulačné nástroje umožňujú simulovať nielen materiálne a informačné toky, ale tiež hodnotové toky. Simulácia je silným nástrojom riešenia veľkých úloh. Nové poznatky o simulovanom systéme, získané simulačným experimentom, sú použité naspäť v reálnom systéme pre vylepšenie jeho charakteristík [3].

### 5.2 Výhody použitia simulácie

Výhodou tohto spôsobu je, že môžeme vytvárať modely ešte neexistujúcich systémov a navrhnúť tak systém, ktorý svojim správaním presne zodpovedá našim predstavám. Tak-

tiež simulačný čas môže bežať oveľa rýchlejšie než reálny, čo umožňuje rýchle vyhodnotenie rôznych variantov navrhovaného riešenia problému [30].

Nový layout, programy, transportné systémy sa testujú ešte pred zavedením do prevádzky. Tiež je možné identifikovať prekážky v materiálnom, informačnom a produktovom toku. Simulačné štúdie sú nápomocné pre pochopenie, ako skutočne systém funguje [3].

Všetko sa deje v počítačovom modeli, bez nutného zásahu do prevádzky podniku. simulácia umožňuje preskúmať rôzne alternatívy zmien v systéme, overiť dopady a dôsledky týchto zmien a vybrať také riešenie, ktoré je pre danú situáciu najvhodnejšie. Riziko chybných rozhodnutí sa znižuje na minimum, pretože chyby zachytené pri experimentoch stoja menej než chyby odhalené pri realizácii vopred neskúmaného návrhu riešenia [2].

### 5.3 Nevýhody simulácie

Simulácia je ideálnym nástrojom pre podporu rozhodovania na rozličných úrovniach vo firme, no nie je to všeliek. Mnohé problémy sa dajú riešiť jednoduchšie a pre mnohé úlohy simulácia nie je vhodným nástrojom riešenia. Simulácia taktiež nie je lacná záležitosť, pretože vyžaduje drahé programové vybavenie, počítače, čas a špecialistov, ktorí ju dokážu správne používať a nemôže byť zaručené optimum. Riešenia simulácie sa obvykle nedajú preniesť na iné problémy a výsledky simulácie je niekedy ťažké správne interpretovať. Aj napriek tomu však prínosy zo simulácie niekoľkonásobne presahujú náklady na simulačný projekt [3], [30].

S využitím simulácií súvisí aj rada nákladov [2]:

- personálne náklady na kvalifikovaného analytika, ktorý je schopný vytvárať simulačné modely,
- čas manažérov, ktorý musia venovať komunikácii s analytikom v priebehu riešenia,
- náklady na výpočtovú techniku,
- náklady na programové vybavenie – simulačný program,
- náklady na zber dát, pokiaľ tieto pre vytvorenie modelu neexistovali.

Možnosti, ktoré simulácia prináša a situácie, ktoré neumožňuje riešiť sú uvedené v tabuľke Tab. 3.

Tab. 3 Možnosti a hranice simulácie v podnikoch

Simulácia umožňuje	Simulácia neumožňuje
Predpovedanie správania sa systému	Automatickú optimalizáciu systému
Podporu rozhodovania na rôznych stupňoch	Kompletné riadenie výroby
Lepšie pochopenie fungovania systému a jeho vylepšovanie	Nahradenie človeka v rozhodovacom procese
Úsporu peňazí v rôznych oblastiach podniku	Nájdenie správneho riešenia pri nesprávnych údajoch

Zdroj: [8]

#### 5.4 Dôvod používania simulácií

Simulácia umožňuje prehrať si správanie systému po realizácii opatrení a tak v predstihu vychytať prípadné problémy. Animácia výrobného procesu môže pomôcť názorne objasniť a lepšie pochopiť dané procesy [8].

Simulácie sú podporný nástroj, ktorý pomáha projektantovi testovať efekty svojich rozhodnutí na simulačnom modeli. Počítačovú simuláciu je veľmi vhodné využiť pri projektovaní a prevádzke komplexných logistických a výrobných systémov, s ktorými súvisí množstvo problémov a rizík. Veľký počet variantov a zložitost' ich vyhodnocovania nedávajú pri klasických nástrojoch projektantovi ani riadiacemu pracovníkovi možnosť výberu optimálneho riešenia, ide o tzv. efekt lokálnej optimalizácie. Optimalizácia by sa mala sledovať z hľadiska celopodnikových cieľov [8].

V súčasnosti existuje viacero dôvodov, prečo je vhodné uplatniť simulačnú techniku v priemyselných podnikoch [8]:

- Známe analytické metódy majú obmedzené použitie pri riešení praktických problémov.
- Neustály rast komplexnosti riešení, vysoké investície a nebezpečenstvo chybných rozhodnutí, ktoré musia byť prijaté v kratších časových intervaloch.
- Explózia informácií a poznatkov, rastúci počet alternatív projektu.
- Nové požiadavky na pružnosť celej podnikovej organizačnej štruktúry, nové decentralizované, modulárne organizačné jednotky a nové formy organizácie práce.
- Rýchly vývoj v oblasti počítačovej techniky a software – nové výkonné a lacné počítače a nové simulačné nástroje.

V posledných rokoch sa simulácia stáva okrem tradičných aplikačných oblastí aj nástrojom pre analýzy a zlepšovanie výroby, investičné rozhodovanie, komunikáciu, vysvetľovanie a vyučovanie a podporu myslenia a rozhodovania [8].

Typické ukazovatele, ktoré simulácia poskytuje, sú [2]:

- Využitie výrobných kapacít a zdrojov všetkých druhov (v absolútnych hodnotách, percentách, graf využitia zdrojov v čase).
- Minimálne, priemerné a maximálne doby čakania a dĺžky front, vznikajúce u zdrojov s obmedzenou kapacitou, identifikácia úzkych miest a grafy vývoja front v čase.
- Spotreba zásob a periodicita ich dopĺňovania, grafy vývoja zásob.
- Minimálne, priemerné a maximálne doby trvania jednotlivých činností, celková doba trvania procesu, cyklu.
- Počet požiadaviek, ktoré boli obslužené systémom behom simulácie, priemerný počet požiadaviek, ktoré boli v danom okamihu v systéme, graf vývoja počtu požiadaviek v čase.
- Počet neobslužených požiadaviek, počet závad a reklamácií, štatistiky poruchovosti a straty s tým súvisiace.
- Priame, režijné a celkové náklady na výrobky, služby, zákazky, procesy alebo činnosti, variabilita nákladov.
- Spoľahlivosť vyššie uvedených ukazovateľov na základe štatistickej a citlivostnej analýzy.

## 5.5 Aplikačné oblasti

Simulácie všeobecne je možné aplikovať do mnohých oblastí, napr. simulovanie vesmírnych letov, tréning pilotov lietadiel, vojenské problémy, mestské systémy, počítačové systémy, logistika a výroba, obchod (obchodné hry, finančné modely), vláda (ekonomické modely), ekológia a životné prostredie alebo prírodné vedy. Konštruktéri pneumatík zhodnocujú alternatívy dizajnu behúňa s využitím strojov, ktoré simulujú situácie spôsobujúce opotrebenie pneumatiky a problémy pri jazde [3], [23].



Prostřednictvím počítačového modelu podnikového procesu umožňuje manažerům předvídat správanie systému pri zmene vnútorných alebo vonkajších podmienok, optimalizovať podnikové procesy vzhľadom k zadaným kritériám (zisk, náklady, spoľahlivosť), porovnať medzi sebou navrhované alternatívy organizácie študovaného procesu [2].

Čím je modelovaný systém zložitejší, tým výraznejšie vyniknú prednosti simulácie. Simulácia podnikových procesov je praxou odskúšaným efektívnym nástrojom, ktorý je možné jednak využiť pri prístupoch ako napr. reengineering, process redesign, process mapping alebo activity-based costing, jednak simulácia tieto techniky zvyšovania efektívnosti sama o sebe zahŕňa [2].

Používa sa virtuálna realita, ako sú simulované procesy a konštrukcie. Tie sa uplatňujú predovšetkým tam, kde by bol vývoj prototypov nákladný a zdĺhavý alebo tam, kde by experimentovanie k overeniu vlastností nemohlo prekročiť malé merítka. Používa sa aj tam, kde môže byť ohrozený život alebo príroda [5].

Vďaka univerzálnosti tejto metódy skúmania zložitých systémov môže byť uplatnená v biológii, medicíne, chémii, technických vedách, vo vojenstve atď. Aplikácie v podnikovom managemente z hľadiska rozsahu praktického využitia simulácie zaostávajú za aplikáciami v prírodných a technických oboroch. V praxi sa simulácia využíva pri [2]:

- Optimalizácií výrobných systémov rôznych typov s cieľom skrátiť výrobný proces, minimalizovať náklady, zvýšiť produktivitu, zlepšiť pridelovanie zdrojov, pripraviť projekty nových výrobných systémov, navrhnuť dispozičné usporiadanie výrobných zariadení v priestore atď.
- Analýze logistických procesov v podniku i v prostredí supply chain s cieľom znížiť nutné zásoby a nedokončenú výrobu, minimalizovať riziko vzniku nepokrytia požiadaviek.
- Optimalizácii pravidiel skladovania, napr. zlepšiť systém manipulácie s materiálom či s výrobkami alebo zvýšiť priepustnosť príjmu a expedície.
- Systémoch riadenia zásobovacích procesov.
- Rozvrhovaní výroby, systémoch online plánovania.

- Optimalizácii obslužných systémov rôzneho typu (zaistenie predaja a servisu výrobov, organizácia záchranej zdravotníckej služby, využitie lôžok a drahých zdravotníckych technológií).
- Riadení a plánovaní rozsiahlych projektov.
- Vnútro podnikových dopravných systémoch, železničnej, cestnej a leteckej prevádzke.
- Komunikačných systémoch, pravidlách pohybu dokumentov.
- Finančnom plánovaní a riadení rizík.
- Simulácii zložitých odstávok výrobných zariadení pri plánovanej údržbe.

## 5.6 Simulačné projekty

Cieľom simulačných projektov je zlepšenie podnikových procesov. Prechádzajú niekoľkými fázami [3]:

1. Rozpoznanie problému a stanovenie cieľov.
2. Vytvorenie konceptuálneho modelu.
3. Zber dát.
4. Tvorba simulačného modelu.
5. Verifikácia a validizácia modelu.
6. Vykonanie experimentov a analýza výsledkov.
7. Dokumentácia modelu.
8. Implementácia.

## 5.7 Kroky v procese simulácie

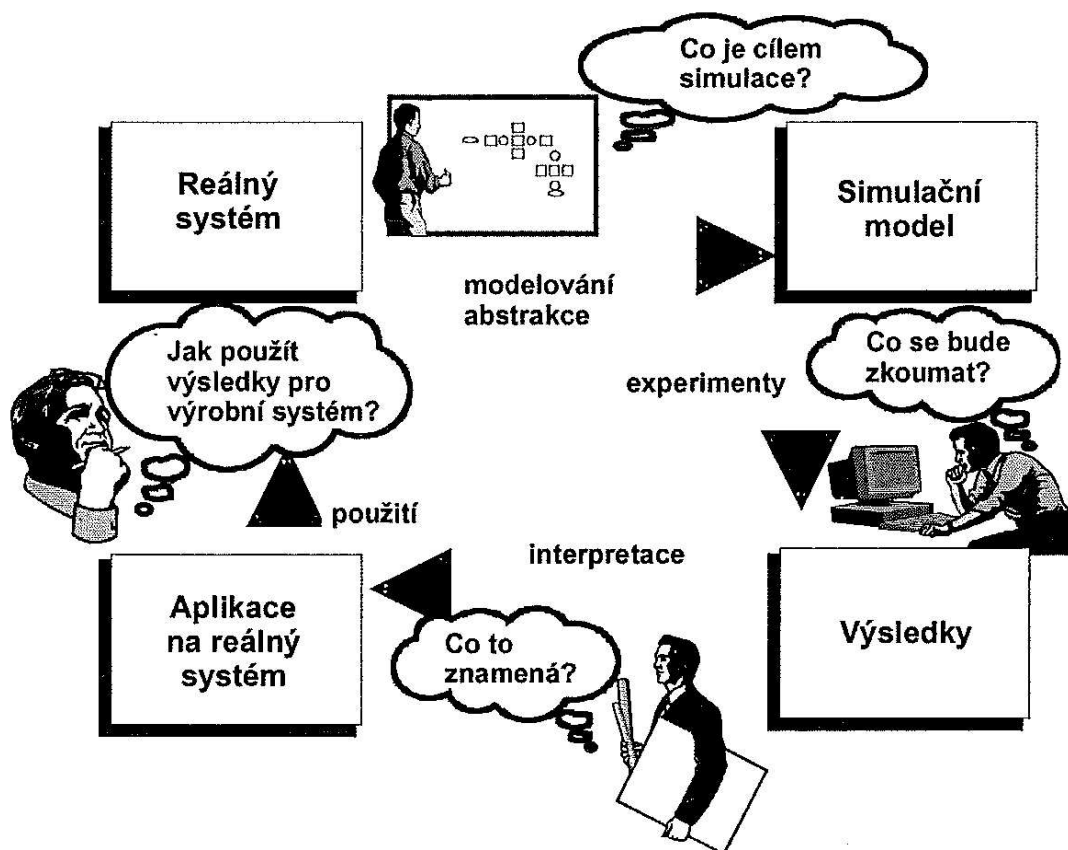
Bez ohľadu na typ použitej simulácie, určité základné kroky sa používajú pre všetky simulačné modely [23]:

1. Identifikácia problému a stanovenie cieľov.
2. Tvorba simulačného modelu.
3. Testovanie modelu, aby sme si boli istí, že model odráža skutočne študovaný systém.

4. Zostrojíte jeden alebo viac experimentov (podmienky, pod ktorými bude preskúšané správanie modelu).
5. Priebeh/spustenie simulácie a vyhodnotenie výsledkov.
6. Zopakovanie krokov 4 a 5 pokiaľ s výsledkom nebudeme spokojní.

## 5.8 Tvorba modelu

Prvým krokom simulačného projektu je definovanie problému. Musíme stanoviť ciele projektu a kritériá, aby sme mohli porovnať varianty riešenia. Nasleduje krok zberu a prípravy dát pre projekt. Typické dáta simulácie sú procesný plán, materiálny tok, informačný tok, počet strojov, pracovníkov, produkčný čas atď. Pre prípravu dát používame niekoľko metód, napr. paretovu analýzu alebo chi-kvadrát test. Keď máme pripravené dáta nevyhnutné pre simuláciu, môžeme konštruovať model, ktorý sa testuje, overuje a potvrdzuje. Následne sa vykonávajú so simulačným modelom experimenty. Na základe experimentov dosiahneme výsledky, ktoré je potom potrebné správne interpretovať a použiť pre zlepšenie reálneho systému. Princíp simulácie uvádza obrázok Obr. 4 [3], [8].



Obr. 4 Princíp počítačovej simulácie [8]

Model obvykle pozostáva z nasledovných troch typov objektov [8]:

- **Statické trvalé objekty**, predstavujúce nepohyblivé časti systému, ktoré v ňom trvale pôsobia (stroje, sklady atď.).
- **Dynamické dočasné objekty**. Ide o pohyblivé prvky, ktoré do systému vstupujú, pohybujú sa v ňom medzi statickými časťami a na niektorom mieste systém opúšťajú (napr. súčiastky, palety).
- **Prvky prepojenia s okolím** sú miesta, kde dynamické objekty vstupujú do systému a systém opúšťajú (napr. sklady).

Pri vytváraní modelu ide predovšetkým o definovanie hraníc systému, modelovanie prepojenia na okolie, modelovanie pracovísk a ich prepojenie materiálovým a informačným tokom, modelovanie riadiacich pravidiel, porúch, prestávok, pretypovanie pracovísk, modelovanie práce ľudí, nákladu a pod. Obrázok Obr. 5 zachytáva prehľad základných prvkov simulačného modelu výrobného systému [8].

Prvek modelu	Příklad	
Komponenty výrobního systému	statické - nepohyblivé	
	pohyblivé	dočasné
		trvalé
Systémové proměnné	vnitřní proměnné	
	venkovní proměnné	
	parametry	
Funkční vztahy	výkon stroje = $F(\text{zásoby, disponibilita})$ průběžný čas = $F(\text{čas čekání, kapacita})$ výrobní výkon = $F(\text{využití, kapacita, zásoby})$ kapacita = $F(\text{perioda, pracnost, výrobní množství})$ ztráty kapacity = $F(\text{přetypování, prostoj, integrace})$ a pod.	

Obr. 5 Hlavné prvky simulačného modelu výrobného systému [8]

## 5.9 Simulačný software

V zhode s vývojom výrobných systémov sa vyvíja taktiež software pre simuláciu. Softwarové firmy sa stále viac orientujú na využitie simulácie pre riadenie podnikových procesov. Simulačné modely v súčasnosti slúžia väčšinou pri projektovaní a pre statickú analýzu výrobných procesov, ako je vyťaženie zdrojov, manipulačné trasy, veľkosť rozpracovanej výroby alebo stav zásob [15].

Do budúcnosti ich bude stále jednoduchšie využívať pre úlohy plánovania [15]:

- pre porovnávanie navrhnutých variant výrobných plánov,
- pre pokročilé analýzy následkov (operatívnych) rozhodnutí,
- pre dynamické analýzy „čo sa stane, keď“,
- pre rýchle a správne hľadanie najlepších variant riešenia momentálnych viacfaktorových situácií a pod.

V súčasnosti existuje na trhu množstvo simulačných produktov. Vzhľadom k tomu, že tento trh dozrel, vedúci poskytovatelia začali dodávať nové riešenia svojich produktov. Priemyslu ponúkajú konkrétne simulácie cez intuitívne rozhranie, ktoré je pre pracovníka jednoducho ovládateľné [22].

Nasledovná tabuľka Tab. 4 uvádza prehľad vybraných softwarových balíčkov pre simuláciu výrobných procesov.

Tab. 4 Vybrané softwarové balíčky pre simuláciu výrobných procesov

Názov	Stručná charakteristika
<b>SimBax</b>	Scenáre materiálových tokov
<b>Witness</b>	Materiálové toky, grafika, 3D, virtuálna realita
<b>Promodel</b>	Výrobné a logistické systémy
<b>Automod</b>	3D pre podnikové procesy
<b>Enterprise Dynamics</b>	Riadenie podnikových procesov
<b>Flexsim</b>	Kapacita, balancovanie, zásoby 3D
<b>ShowFlow</b>	Výrobné a logistické procesy
<b>emPlant</b>	Logistika, inženýring a výroba
<b>Simplex</b>	Dodávateľské reťazce

Zdroj: [15]

## 5.10 Práca s modelom v programe WITNESS

Modely v programe WITNESS umožňujú dynamické zobrazenie pohybu materiálu alebo zákazníkov systémom, stavy jednotlivých prvkov, vykonávané operácie a tiež aktuálne využitie zdrojov. Zároveň sa zaznamenávajú všetky udalosti, ktoré v systéme nastali. Pre užívateľa to znamená, že môže sledovať dynamiku procesu a poskytuje mu údaje potrebné k vyhodnoteniu výkonnosti daného systému podľa zvolených kritérií [30].

Program WITNESS je možné použiť k analýze akýchkoľvek procesov, kde je potrebné zmerať dopad navrhnutých zmien a kvantifikovať alternatívy riešenia. Umožňuje tiež in-

teraktívnu prácu so študovaným modelom, takže je možné robiť analýzu typu „what-if“. V ľubovoľnom čase je možné simuláciu zastaviť, zmeniť parametre systému (napr. veľkosť zásobníkov, počet pracovníkov na zmene atď.) a potom v simulácii ďalej pokračovať. Dôsledky týchto zmien môžeme sledovať ihneď [30].

### 5.11 Aplikační oblasti

Program WITNESS je možné aplikovať v mnohých oblastiach výroby, technológií, služieb a ďalších (viď Tab. 5).

Tab. 5 Aplikačné oblasti simulácií

Výroba	Technológie
Plánovanie kapacít	Optimalizácia chemických procesov
Identifikácia úzkych miest vo výrobe	Plniace a stáčacie operácie
Optimalizácie výrobných dávok	Optimálne kapacity prvkov technológie
Rozmiestnenie výrobných celkov	Sledovanie vplyvu zoradenia a čistiacich operácií na priepustnosť systému
Znižovanie rozpracovanosti výroby	
Sledovanie kvality	<b>Všeobecné</b>
<b>Služby</b>	Logistická analýza
Analýza obslužných časov	Manipulácia s materiálom
Vyhodnotenie prepážkových operácií	Optimalizácia sortimentu
Optimalizácia využitia pracovných síl	Analýza výrobných nákladov
Rozmiestnenie pracovísk obsluhy	Modelovanie distribučných reťazcov
Analýza tokov informácií a dokumentov	Reengineering
Obslužné systémy s kritickou odozvou	Prediktívna analýza podnikových dát

Zdroj: [29]

Simulácia nachádza uplatnenie napr. pri modelovaní viacstrojovej obsluhy, kedy je ťažké jednoducho vypočítať využitie strojného zariadenia a pracovného fondu a posúdiť reálne kapacity viacstrojovej obsluhy [19].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 6 O SPOLOČNOSTI

Hlavným poslaním spoločnosti Continental Matador Rubber je podnikat' v gumárenskom priemysle s cieľom poskytovať kvalitné, cenovo prijateľné produkty, s minimálnym nežiaducim vplyvom na životné prostredie. Nadväzuje na históriu spoločnosti MATADOR Púchov, nositeľa tradičnej obchodnej známky MATADOR [20].



Obr. 6 Continental Matador Rubber, s.r.o [28]

### 6.1 História spoločnosti

Spoločnosť Matador vznikla v Bratislave v roku 1905. Po gumových remeňoch, hadiciach a technickej gume pribudli do výrobného sortimentu v roku 1924 aj pneumatiky. Matador bol až do roku 1931 monopolným výrobcem pneumatík v bývalom Československu a pneumatiky Matador obúvali aj limuzínu vtedajšieho čs. prezidenta T. G. Masaryka.

História výroby pneumatík v Púchove sa začala v roku 1950. Spoločnosť postupne rozširovala svoj výrobný sortiment a stala sa československým monopolným výrobcem dopravných pásov a od 90-tych rokov aj strojov a zariadení pre gumárenský priemysel [1], [16].

Na základe dvoch významných auditov systému riadenia kvality autoplášťov sa Matador stal prvou spoločnosťou na Slovensku a vo východnej Európe, ktorá prešla úspešne certifikáciami tohto systému v zmysle noriem ISO 9001 a QS 9000 pod akreditáciou RAB a noriem ISO 9001 a VDA 6.1 [16].





Obr. 7 História obchodnej značky Matador [1], [17]

Pod názvom MATADOR RUBBER, s.r.o. sa spoločnosť Matador v roku 2007 začlenila do medzinárodného koncernu Continental, ktorý dnes patrí k najväčším producentom pneumatík na svete. Korene spoločnosti Continental siahajú až do roku 1871, kedy bola v nemeckom Hannoveri založená akciová spoločnosť Continental-Caoutchouc-und Gutta-Percha Compagnie [1], [28].

V roku 2009 zvýšil Continental AG Hannover svoj majetkový podiel na 100%. V priebehu tohto roka sa v Púchove otvorilo nové distribučno-logistické centrum spoločnosti Continental pre strednú a východnú Európu, ako aj nová výrobná hala finalizácie [16].

## 6.2 Profil spoločnosti

<b>Obchodné meno:</b>	Continental Matador Rubber, s.r.o.
<b>Sídlo:</b>	Terézie Vansovej 1054, Púchov 020 01
<b>IČO:</b>	36 709 557
<b>Deň zápisu:</b>	09. 12. 2006
<b>Základné imanie:</b>	162 650 203 EUR [27]

Vývoj tržieb a počtu zamestnancov za posledné tri roky je uvedený v tabuľke Tab. 6.

Tab. 6 Vývoj počtu zamestnancov a tržieb

	2007	2008	2009
<b>Zamestnanci</b>	-	1 418	1 452
<b>Tržby (tis. €)</b>	281 485	263 280	157 862

Zdroj: [4]

Hlavná oblasť podnikateľskej činnosti spoločnosti Continental Matador Rubber, s.r.o. je rozdelená do troch segmentov [28]:

- **Pneumatiky:** výroba, marketing, predaj a distribúcia osobných a ostatných pneumatík pre ľahké nákladné autá;
- **Dopravníkové pásy:** výroba, marketing, predaj a distribúcia dopravných pásov na prepravu tovaru a materiálov;

- **Stroje:** výroba, montáž, testovanie, marketing, predaj a distribúcia strojných zariadení a technológií používaných pri výrobe pneumatík.

Hlavnou činnosťou spoločnosti (83%) je výroba pneumatík pre osobné, ľahké nákladné autá a SUV značiek Matador, Continental, Barum, Semperit a ďalších registrovaných obchodných značiek Continental Group. Predajná činnosť sa delí na trh náhradnej spotreby a prvej výbavy. **Hlavnými klientmi** pre prvú výbavu pneumatikami Matador sú spoločnosti Volkswagen, Škoda, Krone, MAZ, KAMAZ a Tatra. Činnosti v oblasti dopravných pásov a strojných zariadení tvoria cca 17 % podnikateľskej činnosti spoločnosti [28].

Pneumatiky Matador sú určené pre zákazníkov, ktorí požadujú vysoké úžitkovo-kvalitatívne vlastnosti pneumatík za výhodnú cenu. Matador má veľmi silné postavenie v segmente zimných pneumatík a na trhoch strednej a východnej Európy. Je typická zákaznícky orientovaným prístupom. Ponúka zákazníkom najširšie portfólio výrobkov a pokrýva všetky segmenty, od pneumatík pre osobné automobily až po pneumatiky pre úžitkové, nákladné, SUV a 4x4 automobily [1].

Spoločnosť dodáva svoje výrobky najmä na trhy Nemecka, Veľkej Británie, Francúzska, Českej republiky, Poľska, Maďarska, Ukrajiny, Ruskej Federácie, Rumunska, Bieloruska, Talianska, Rakúska, Španielska, Číny a Indie [28].

Spoločnosť má niekoľko pobočiek, spoločných podnikov a finančných investícií v Nemecku, UK, Rusku a v Kazachstane a maloobchodné spoločnosti na Slovensku, v Českej republike a v Maďarsku a to hlavne v oblasti výroby a predaja pneumatík. Dva spoločné podniky v Rusku a v Etiópii vyrábajú a predávajú pneumatiky pre lokálne trhy. Finančné investície sa týkajú hlavne menšinového podielu v sesterskom závode Continental Matador Truck Tires s.r.o., VIPO a VIPOTEST [28].

### 6.3 Výrobný systém Continental Tires

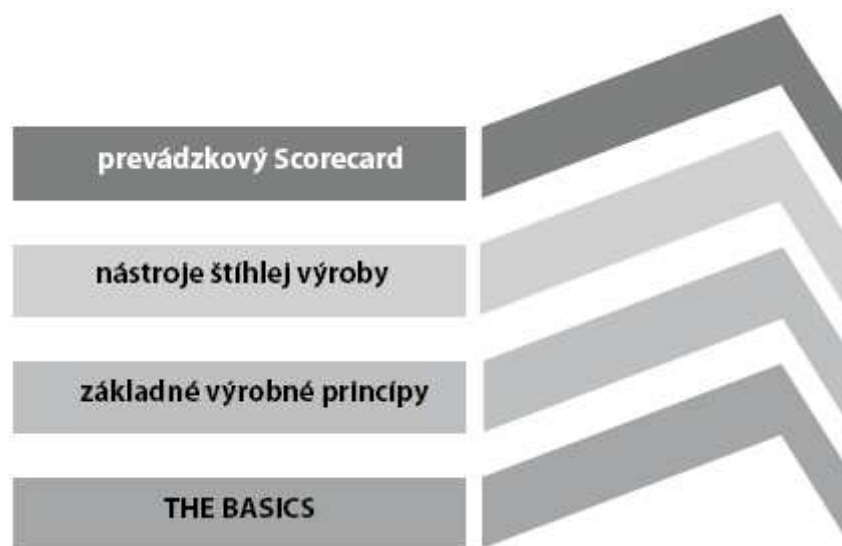
Spoločnosť Continental AG zavádza od roku 2007 vo všetkých závodoch vyrábajúcich plášte pre úžitkové vozidlá „Výrobný systém Continental Tires“ (viď Obr. 8), ktorý zahŕňa uplatňovanie a prepojenie zásad The Basics (zásady podniku, ktoré stanovujú podnikateľskú a výrobnú filozofiu zameranú na tvorbu hodnôt) a základných výrobných princípov s metódami a nástrojmi štíhlej výroby. Výrobný systém kombinuje nástroje štíhlej

výroby a koncepciu neustáleho zlepšovania k naplňovaniu strategických i prevádzkových cieľov (Scorecards) spoločnosti [1].

Systematickým hodnotením a neustálym zlepšovaním procesov a zavádzaním najlepších výrobných praktík na základe výmeny skúseností medzi závodmi sa dosiahne zvýšenie efektívnosti výrobných procesov s cieľom vytvoriť podmienky pre dosahovanie excelentných výsledkov (spoľahlivosť výrobných procesov, vysoká kvalita plášťov, nízke výrobné náklady) [1].

Dosiahnutie týchto cieľov spoločnosť realizuje [1]:

- neustálym zlepšovaním systému managementu kvality, kvality výrobkov a spoľahlivosti dodávok (Just In Time),
- znižovaním variability procesov,
- eliminovaním plytvania,
- zvyšovaním produktivity,
- budovaním partnerských vzťahov so zákazníkmi a dodávateľmi,
- tímovou prácou.



Obr. 8 Štruktúra Výrobného systému Continental Tires [1]

## 7 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Diplomovú prácu som spracovávala na pracovisku konfekčnej linky KM-PU. Je to výrobný stupeň, kde sa kompletuje surový plášť. Popis výroby autoplášťov uvádzam pre ilustráciu, v ktorej časti výrobného procesu prebieha konfekcia, čo jej predchádza a čo ju nasleduje. Ďalej sa budem venovať popisu samotného plášťa, uvediem jednotlivé polotovary, ktoré do plášťa vstupujú a teda vstupujú aj do samotného procesu konfekcie.

Samotná analýza bude spočívať v popise pracoviska, v sledovaní činností oboch operátorov (konfekcionárov) a zhromažďovaní údajov nevyhnutných pre zostavenie optimalizačného modelu v programe Witness.

### 7.1 Popis výroby autoplášťov

Materiálový tok pri výrobe osobných radiálnych plášťov popisuje Obr. 9.

Miešanie kaučukových zmesí je základný proces v gumárenskej technológii. Účelom miešania je zaistiť čo najrovnomernejšie rozptýlenie zložiek v kaučukovej zmesi.

Vytlačovanie je proces, pri ktorom je kaučuková zmes rozpracovaná medzi závitovkou a plášťom vytlačovacieho stroja a cez šablónu je vytlačovaná do voľného priestoru.

Valcovanie je technologický postup, pri ktorom sa zo zmesi priechodom medzi dvoma valcami vytvára pás o hrúbke danej medzerou medzi valcami. Používa sa na výrobu vnútornej gumy, prelepovacích pásov a ochranných pätných pásov.

Pogumovanie textilného a oceľového kordu predstavuje jeho pokrytie vrstvou kaučukovej zmesi za účelom izolácie jednotlivých nití kordovej alebo technickej tkaniny, spojenia výstužných materiálov medzi sebou aj s ostatnými polotovarmi, elasticity kostry plášťa.

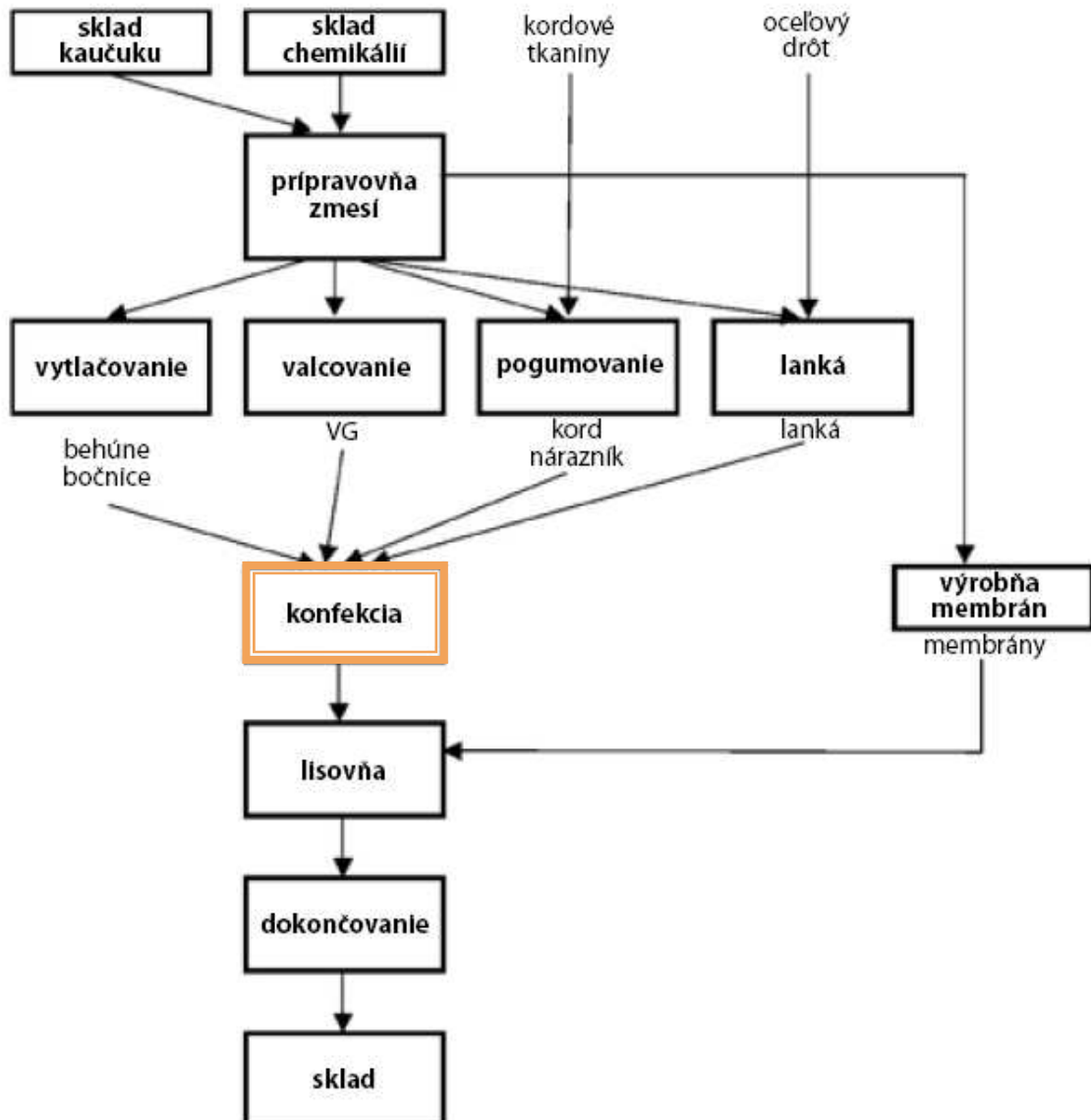
Lano zaisťuje dokonalé usadenie plášťa na ráfik. Lano je v pätky ukotvené prehnutými okrajmi kordových vložiek a ďalšími výstužnými materiálmi.

Pre vlastnú konfekciu je potrebné vykonať úpravu pogumovaných výstužných materiálov rezaním, strihaním alebo sekaním za účelom získania presného rozmeru a uhlu rezu.

Konfekcia osobných radiálnych plášťov sa vo firme prevádza jedno alebo dvojstupňovým spôsobom. Táto operácia bude bližšie rozobraná v nasledujúcich kapitolách.

Vulkanizácia zabezpečuje konečný tvar a kvalitu plášťa. Pre proces lisovania a vulkanizácie sa používajú hydraulické vulkanizačné lisy, ktoré vyvinú vysokú teplotu a tlak.

Plášte prichádzajúce z lisovne na dokončovanie sa zbavujú pretokov vzniknutých lisovaním. Ďalej plášte postupujú k vizuálnej kontrole, prípadné chyby sa označia kriedou. Opraviteľné chyby sa opravujú priamo na dokončovaní. Zmätky musia byť znehodnotené. Vyhovujúce plášte postupujú k ďalšej kontrole tzv. testu uniformity, ktorý zisťuje kvalitu plášte z hľadiska geometrickej nerovnomernosti bočníc, radiálnej hádzavosti a zaisťuje meranie radiálnych a bočných síl. Výber plášťov sa podrobuje aj röntgenovej kontrole [1].



Obr. 9 Schéma toku materiálu vo výrobe osobných radiálnych plášťov [1]

## 7.2 Zloženie plášt'a

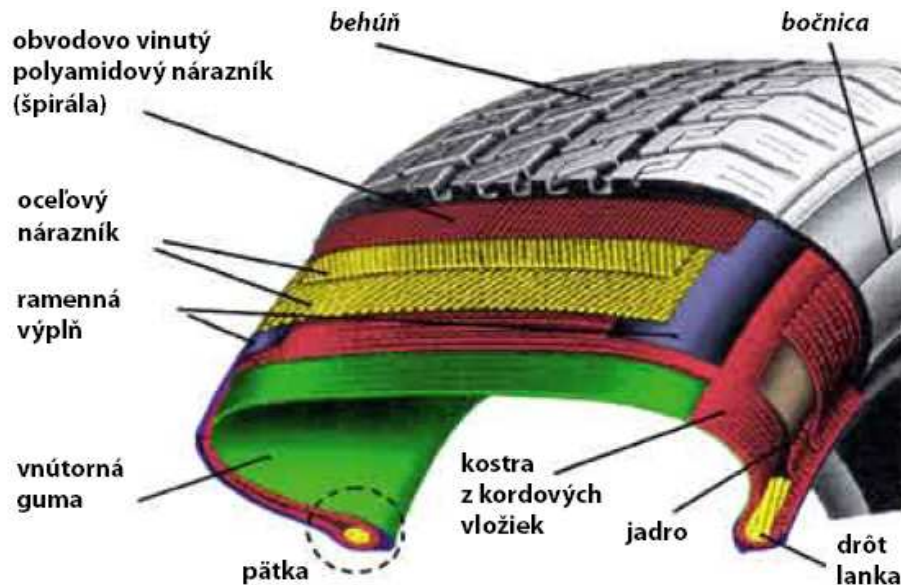
Pneumatika je tvorená plášťom, ventilom, ráfikom a plniacim plynom. Plášť je teda len vonkajšia časť pneumatiky [1].

Osobný radiálny plášť pozostáva z niekoľkých častí [1]:

- **Kostra** je základná nosná časť plášt'a, vyrobená z textilných kordových vložiek. Kordové tkaniny patria do skupiny výstužných materiálov. Osnova pozostáva z kordových priadzí a útok je tvorený tenkým bavlneným alebo špeciálnym vláknom, ktorý udržuje tkaninu v dostave pred nanesením kaučukovej zmesi.
- **Behúň** zaisťuje priamy kontakt s vozovkou a chráni kostru pred poškodením. Je to gumová časť v požadovanej hrúbke, do ktorej je vlisovaný dezén. Musí mať maximálnu priľnavosť k vozovke pri všetkých klimatických podmienkach, čo najvyššiu životnosť a odolnosť proti oteru.
- **Bočnica** chráni kostru v bočnej časti, musí byť odolná proti prelamovaniu, bočnému prierazu a poveternostným vplyvom. Nesie popisy rozmeru.
- **Pätka** zaisťuje pevné usadenie plášt'a na ráfiku. Hlavnou časťou je oceľové pätkové lano s jadrom, okolo ktorého sú prehnuté okraje kordových vložiek kostry.
- **Nárazník** je uložený medzi kostrou a behúňom, zaisťuje obvodovú pevnosť plášt'a a odolnosť proti prierazu. Môže byť textilný, oceľový alebo v ich kombinácii.
- **Vnútoraná guma** je fólia zo špeciálnej plynotesnej kaučukovej zmesi (halobutyl). Zabraňuje prestupovaniu síry pri vulkanizácii, vyrovnáva nerovnosti vo vnútri plášt'a, zaisťuje plynosť (bezdušový plášť). Obyčajne sa používa skratka VG.
- Ďalšie časti sú rameno plášt'a, medziguma, pätkové pásy, výplne.

Pre výrobu týchto kľúčových polotovarov sú potrebné rozličné typy kaučukových zmesí. Hlavnou zložkou je kaučuk, do ktorého sú primiešané prísady, pre získanie úžitkových vlastností [1].

Z týchto polotovarov sa na konfekčnej linke zhotoví surový plášť. Zloženie plášt'a zobrazuje Obr. 10.



Obr. 10 Zloženie plášt'a [1]

Existujú 2 druhy plášťov: diagonálny a radiálny. V súčasnosti je diagonálna konštrukcia plášťov v útlme. Radiálna konštrukcia má lepšie vlastnosti: lepší záber na vozovke, menšia spotreba pohonných hmôt, širšia plocha styku dezénu s vozovkou, vyššia odolnosť proti šmyku, pohodlnejšia jazda, nižší valivý odpor, kratšia brzdná dráha [1].

### 7.3 Konfekcia osobných radiálnych plášťov

Konfekcia plášťov patrí medzi najnáročnejšie operácie, ktoré zároveň ovplyvňujú kvalitu výrobkov. Na pracovníkov sú preto kladené vysoké nároky na zručnosť a zodpovednosť.

Kvalitu produktov najviac ovplyvňuje [1]:

- výrobné zariadenie – správna funkcia a nastavenie konfekčného stroja,
- operátor – dodržiavaním konfekčných zásad,
- kvalita polotovarov – najmä rozmery,
- prostredie, metóda, ktoré sú programom neustáleho zlepšovania procesov.

V spoločnosti CMR sa konfekcia uskutočňuje jedno- alebo dvojstupňovým spôsobom. Pokiaľ konfekcia prebieha v dvoch stupňoch, používajú sa 2 strojné zariadenia. Vyrobí sa kostra plášt'a (1. stupeň) a následne je na druhom stroji plášť dokončený uložením nárazníkového prstenca s behúňom. Tieto operácie sa vykonávajú na rôznych typoch strojov KM a PU [1].



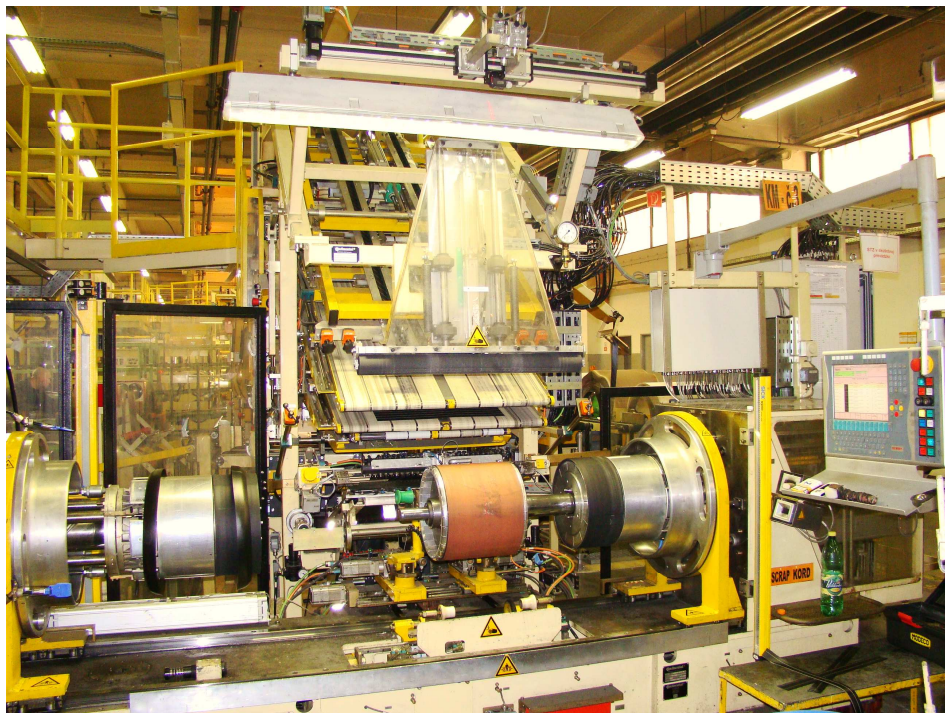
Druhým typom konfekčnej linky je OKL, kde výroba prebieha jednostupňovo. Táto linka pozostáva z 3 častí: konfekčného stroja, zásobníka kostry a zásobníka nárazníkov.

Pre všetky druhy plášťov je vypracovaný výrobný predpis, ktorý je súčasťou strojného vybavenia a pracovník je povinný ho dodržiavať [1].

### 7.3.1 Popis linky KM-PU

Zariadenie KM-PU sa používa k výrobe radiálnych plášťov. Skladá sa z 2 hlavných častí: zo strany KM a strany PU. Obe sú navrhnuté pre obsluhu 1 osobou. Každé zariadenie má svoj ovládací systém s ovládacím panelom. Všetky dáta a výrobné špecifikácie (rýchlosť, centrovanie a pod.) sú zadávané prostredníctvom dotykového ovládacieho panelu. Všetky chybové hlásenia sú zobrazené na tomto paneli. Jednotlivé kroky spúšťa operátor pedálovým spúšťačom na zariadení.

#### 1. stupeň, KM:



Obr. 11 Linka KM-PU, časť KM, pohľad spredu [VI. spracovanie]

Zariadenie KM (Obr. 11) pozostáva z:

- kostrového bubna, slúžiaceho na navíjanie polotovarov,
- prenášača lán, ktorý presunie prúdom vzduchu jedno lano na pravú stranu,
- tvarovacej membrány, ktorá tvaruje (bombíruje) kostru,



- ohřívačov bočnic, ktoré ovinú bočnice cez laná počas bombírovania,
- podávačov polotovarov, navádzajúcich polotovary na bubon.
- monitorovacieho zariadenia, senzorov a laserov, slúžiacich na detekciu odchýlok vo výrobnom procese, detekciu pohybu a následné zastavenie zariadenia a navádzanie polotovarov.

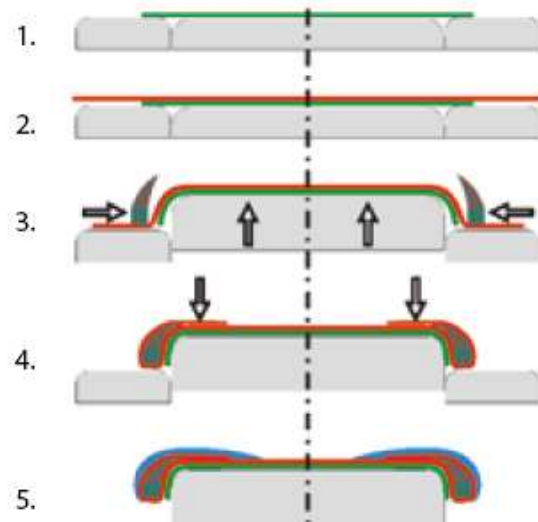
### Výrobný postup:

Operátor manuálne vloží do stroja 2 laná, pričom jedno sa pomocou prenášača automaticky presunie na pravú stranu. Nasleduje návinn vnútornej gummy a kostrovej vložky. Potom sa kostrový bubon mierne nafúkne (nabombíruje), aby mohli byť prostredníctvom ohrnutia kostrovej vložky uchytené ojadrované laná. Ďalším krokom je navinutie dvoch bočnic. Po zavalení bočnic dochádza k procesu tvarovania kostry za pomoci tvarovacej membrány. Kostru vyberie operátor manuálne, označí ju čiarovým kódom a uloží na dopravník kódom nahor, ktorý načíta čítačka v časti PU.

Jednotlivé kroky výrobného postupu zachytáva obrázok Obr. 12.

#### Konfekcia I. stupeň (KM)

0. uloženie laniek do narážáčov
1. navinutie vnútornej gummy
2. navinutie nosných textilných kordov
3. narazenie laniek
4. prehnutie okrajov kordov cez lanká
5. uloženie bočnic
6. celkové zavalenie polotovarov
7. stiahnutie kostry, kontrola



Obr. 12 Konfekcia I. stupeň (KM) [1]

## 2. stupeň PU:



Obr. 13 Konfekčná linka KM-PU, časť PU [VI. spracovanie]

Zariadenie PU (Obr. 13) pozostáva z:

- dvoch nárazníkových bubnov, ktoré sú umiestnené na otočnom mechanizme,
- tvarovacieho zariadenia, slúžiaceho na uchytenie nárazníkového prstenca na kostru,
- transferingu, slúžiaceho na prenos nárazníkového obalu na kostru a tiež na výber a presun surového plášt'a na miesto odberu operátorom,
- monitorovacieho zariadenia, senzorov a laserov, slúžiacich na detekciu odchýlok vo výrobnom procese, detekciu pohybu a následné zastavenie zariadenia a navádzanie polotovarov,
- zavaľovacích kladiek, ktoré pritláčajú (zavaľujú) nárazníkový obal ku kostre,
- manipulátora kostry, ktorý presúva kostru z dopravníka na kompletačný bubon,
- podávača nárazníkov č. 1 a č. 2, ktorý umožňuje presné navádzanie nárazníkov na nárazníkový bubon.

### Výrobný postup:

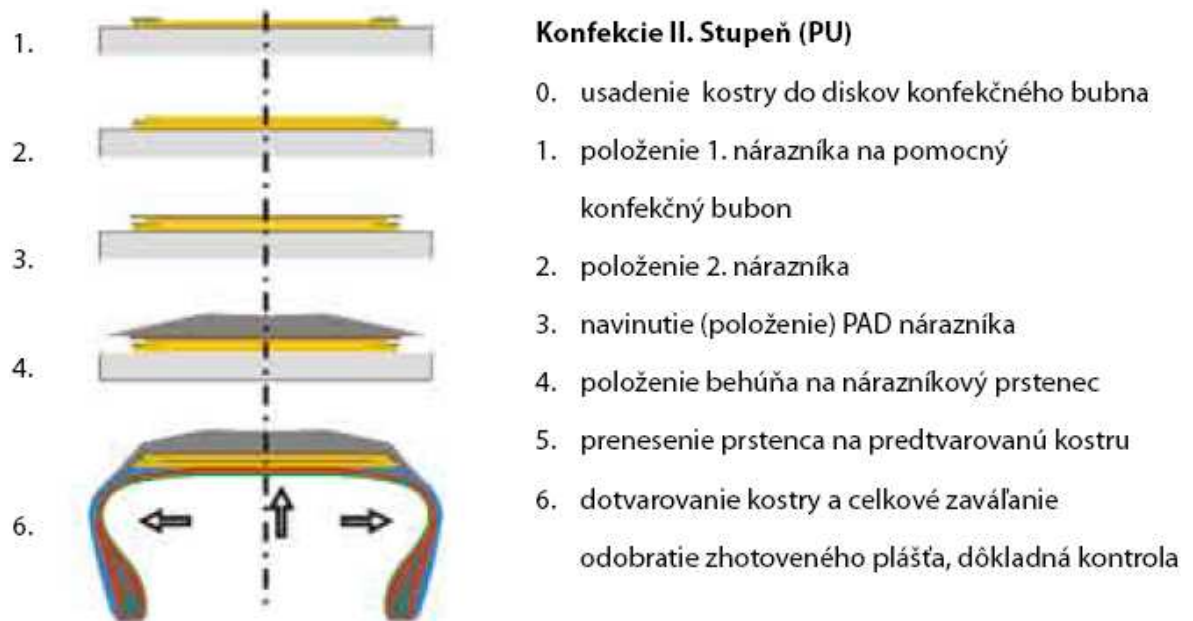
Z dopravníku je kostra automaticky prenesená pomocou manipulátora na kompletačný bubon. Na nárazníkovom bubne dochádza k navinutiu nárazníkov č. 1 a č. 2, pootočeniu bubna a následnému navinutiu špirálového nárazníka. Bubon sa opäť otočí a následne sa navinie behúň. Behúň sa odvíja z kazety, pričom sa potrebná dĺžka odsekne prostredníctvom vysokorýchlostného vyhrievaného sekacieho noža. Nárazníkový obal sa pomocou transferingu automaticky prenesie na kompletačný bubon, kde dochádza k spojeniu kostry

a nárazníkoého obalu za pomoci nafúknutia a zavaľovania. Po spojení oboch častí je kompletný surový plášť automaticky odobratý a prenesený prostredníctvom transferingu na miesto, odkiaľ je ručne odobraný obsluhou a založený do voza so surovými plášťami (Obr. 14).



Obr. 14 Voz so surovými plášťami  
[VI. spracovanie]

Jednotlivé operácie zariadenia PU popisuje obrázok Obr. 15.

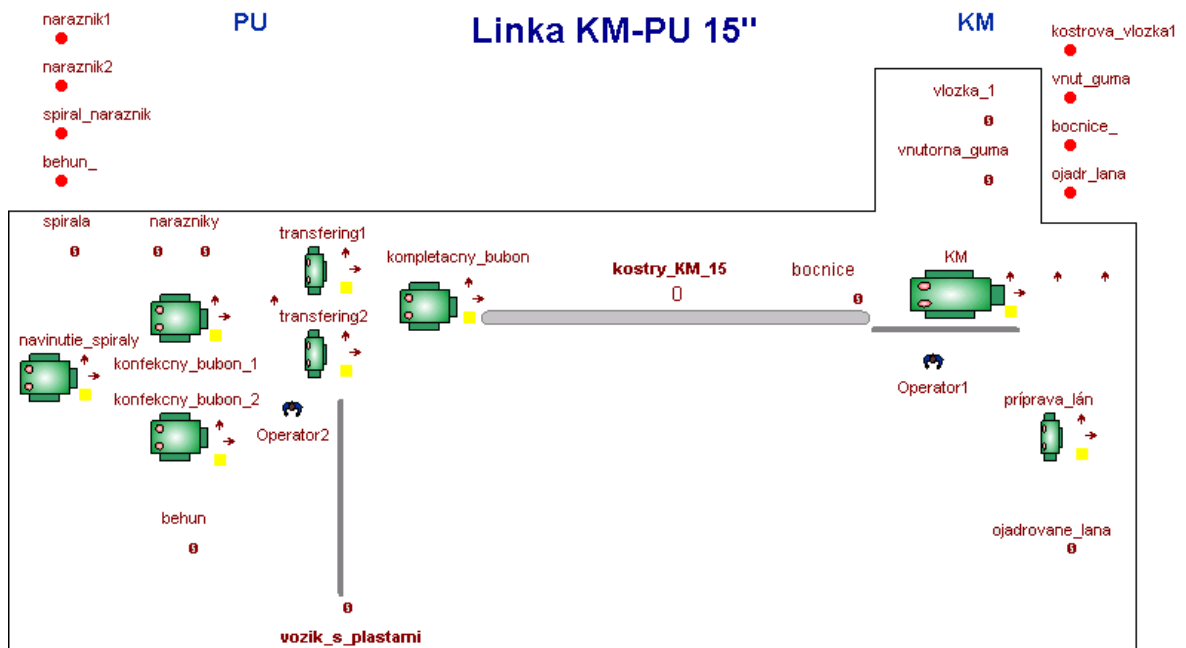


Obr. 15 Konfekcia II. stupeň (PU) [1]

### 7.3.2 Logika simulačného modelu

Layout konfekčnej linky je znázornený na obrázku Obr. 16. Analýza pozostávala v simulovaní reálnych podmienok výroby troch konfekčných liniek pre zástupcov: 15", 16" a 17" plášťov s 1 kostrovou vložkou. Layout všetkých troch liniek a znázornenie nadväzujúcich procesov obsahuje príloha P II.

V simulácii som pozorovala predovšetkým vyťaženie pracovníkov – konfekcionárov.



Obr. 16 Súčasný layout konfekčnej linky KM-PU [VI. spracovanie]

Vstupy do systému tvoria polotovary (červenou farbou), ktoré sú v modeli umiestnené pri tej strane linky, pre ktorú tvoria vstupy. Tieto polotovary vstupujú do systému v čase, ktorý som vypočítala na základe objemu kazety s konkrétnym polotovarom, jeho spotreby na 1 plášť a času cyklu (viď Tab. 10). V tomto čase sa polotovar odošle do zásobníku preň určeného (teda hniezda s kazetou). Zároveň by mala simulácia zobrazit' výmenu polotovaru, no pretože reálny cyklus sa mierne odlišuje oproti cyklu v simulácii, môže sa toto zobrazenie líšiť. Výmena polotovarov je nastavená ako setup zariadenia po určitom počte operácií a nastane po vyrobení uvedeného počtu plášťov z danej kazety s polotovarom. Počet operácií = počet vyrobených kusov (viď Tab. 10).

Na strane KM pracuje 1 operátor - konfekcionár, jeho činnosti sú uvedené v Tab. 7. Operátor v simulácii obsluhuje 3 zariadenia: KM, Príprava lán a Vloženie lán. Príprava lán je pomocný stroj pre účely simulácie. V skutočnosti príprava lán predstavuje odobratie lán zo

stojana a zloženie klobúkov. Túto činnosť operátor vykonáva za chodu zariadenia KM, preto je vyčlenená do pomocného stroja. Ďalší pomocný stroj je vloženie lán, ktorý je v layoute skrytý.

Na zariadení KM (niekoľkocyklový stroj) sa vyrobí kostra plášt'a, ktorú operátor uloží na dopravník. Ešte predtým však po vybratí kostry načíta a nalepí na ňu čiarový kód. Tento čas je v simulácii zarátaný do času, za ktorý operátor prejde s kostrou po ceste od zariadenia KM k dopravníku.

Dopravník má kapacitu max. 8 kusov plášťov. Na začiatku zmeny naň skrytý stroj odošle predzásobu 5 kusov kostier (ktoré vyrobila predošlá zmena), aby strana PU na začiatku zmeny nestála.

Strana PU pozostáva z niekoľkých strojov: konfekčný bubon 1 a 2, navinutie špirály, transferring 1 a 2 a kompletačný bubon.

Z dopravníku si kostry odoberá kompletačný bubon. Tento stroj je taktiež niekoľkocyklový. Po nasunutí kostry na bubon presunie transferring 1 nárazníkový obal z konfekčného bubna na kostru a nasleduje zavaľovanie. Hotový plášť odoberie transferring 2 a čaká na operátora, ktorý plášť vyberie a založí do vozíka. Na strane PU teda pracuje taktiež 1 operátor - konfekcionár. Čas odobratia a založenia plášt'a je nastavený ako čas, ktorý prejde operátor po ceste.

Nárazníkový obal sa vyrobí na strane PU na konfekčnom bubne. Tento stroj má 2 časti (2 bubny), ktoré sa otáčajú o 180 stupňov. Ľavý aj pravý bubon pracujú súbežne. V simulácii som zariadenie musela rozdeliť na 3 časti (3 stroje), pre splnenie podmienky súbežného navíjania nárazníkov a behúňa na pravom bubne a špirálového nárazníka na ľavom bubne.

Taktiež transferring je jedno zariadenie, ale keďže presúva nárazníkový obal na kompletačný bubon (transferring 1) a taktiež odoberá hotový plášť z kompletačného bubna (transferring 2), v simulácii je transferring vytvorený ako 2 stroje.

Časy cyklov všetkých strojov sú dosadené z časových snímok (viď Tab. 7 a Tab. 8).

Zariadenie KM, konfekčný bubon a kompletačný bubon sú niekoľkocyklové stroje a preto obsahujú aj popisky zobrazujúce fázu cyklu, ktorá práve prebieha.

Model tiež graficky zobrazuje vyt'aženie pracovníkov a na výstupe stupňa KM je nastavené počítadlo kostier, ktoré KM vyrobí.



Časy cyklov všetkých liniek a vyrobené plášte sa zapisujú do súboru zapis\_dat.xls.

### 7.3.3 Analýza výrobného procesu

Pre účely analýzy bolo na linke metódou chronometráže vyhotovených po 5 časových snímok pre časť KM a pre časť PU a to v 3. reprezentatívnych variantoch – výroba 15", 16" a 17" plášťov s 1 kostrovou vložkou (viď Tab. 7 a Tab. 8). Pracovné úkony sú rozdelené na činnosti zariadenia a činnosti obsluhy (šedým). Namerané časy boli spriemerované a následne použité ako časy cyklov pri tvorbe simulačného modelu. Jednotlivé námery sú súčasťou prílohy P I.

Tab. 7 Časy pracovných činností linky, časť KM

P.č.	Pracovná operácia	Priem. čas 15"		Priem. čas 16"		Priem. čas 17"		
		s	min.	s	min.	s	min.	
1.	Osadenie ojadrovaných lán	6,6	0,110	7,6	0,127	6,6	0,110	zariadenie
2.	Navinutie vnútornej gumy	3,4	0,057	3,8	0,063	4,2	0,070	
3.	Navinutie kostrovej vložky	3,4	0,057	4,6	0,077	4,2	0,070	
4.	Nabombírovanie kostrovej vložky	4,4	0,073	4,4	0,073	6,2	0,103	
5.	Ohrnutie cez ojadrované laná	7,4	0,123	7,4	0,123	8,6	0,143	
6.	Navinutie bočníc	11,0	0,183	11,8	0,197	12,4	0,207	
7.	Zavaľovanie bočníc	14,0	0,233	15,2	0,253	16,0	0,267	
8.	Kontrola spoja VG, radlovanie	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	obsluha
9.	Kontrola spoja kostry, radlovanie	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	
10.	Príprava ojadrovaných lán	7,2	0,120	7,2	0,120	7,2	0,120	
11.	Kontrola spoja bočníc, radlovanie	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	
12.	Vloženie ojadrovaných lán	6,2	0,103	6,2	0,103	6,2	0,103	
13.	Príprava čiarového kódu	2,8	0,047	2,8	0,047	2,8	0,047	
14.	Odobratie kostry, uloženie na dopravník	5,4	0,090	5,4	0,090	5,4	0,090	
15.	Nalepenie čiarového kódu	2,4	0,040	2,4	0,040	2,4	0,040	
<b>Priemerný čas cyklu</b>		<b>59,8</b>	<b>0,997</b>	<b>64,4</b>	<b>1,073</b>	<b>67,8</b>	<b>1,129</b>	

Zdroj: [VI. spracovanie]

Priemerný čas cyklu predstavuje súčet činností 1-9 a 11. Ostatné činnosti obsluhy sú vykonávané za chodu zariadenia, teda do výpočtu času cyklu nie sú zahrnuté. Zohľadnené sú však v simulácii ako čas pracovníka, za ktorý odnesie plášť na dopravník (súčet časov činností 13, 14 a 15) a tiež v pomocných strojoch (časy činností 10 a 12).

Tab. 8 Časy pracovných činností linky, časť PU

P.č.	Pracovná operácia	Priem.čas 15"		Priem.čas 16"		Priem.čas 17"		
		s	min.	s	min.	s	min.	
1.	Nasunutie kostry	12,2	0,203	13,6	0,227	14,4	0,240	zariadenie
2.	Čakanie hotového plášt'a v transferingu	5,4	0,090	5,4	0,090	6,2	0,103	
3.	Presun nárazníkového obalu transferingom	14,8	0,247	15,8	0,263	16,4	0,273	
4.	Zavalovanie behúňa na kostru	19,2	0,320	20,2	0,337	21,2	0,353	
5.	Navinutie nárazníka č.1	8,2	0,137	8,6	0,143	8,8	0,147	
6.	Pootočenie nár. bubna do 0tej polohy	1,0	0,017	1,0	0,017	1,0	0,017	
7.	Navinutie nárazníka č.2	8,5	0,142	8,9	0,148	8,8	0,147	
8.	Otočenie nárazníkových bubnov	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	
9.	Navinutie špirály	23,4	0,390	24,0	0,400	25,2	0,420	
10.	Navinutie behúňa	10,4	0,173	11,6	0,193	12,2	0,203	
11.	Uchytenie / transfering hotového plášt'a	8,2	0,137	9,4	0,157	9,6	0,160	
12.	Odobratie a založenie hotového plášt'a	7,6	0,127	7,6	0,127	7,6	0,127	obsluha
13.	Kontrola spoja nárazníka č.1	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	
14.	Kontrola spoja behúňa, radlovanie	4,2	0,070	4,2	0,070	4,2	0,070	
<b>Priemerný čas cyklu</b>		<b>59,8</b>	<b>0,997</b>	<b>64,4</b>	<b>1,073</b>	<b>67,8</b>	<b>1,130</b>	

Zdroj: [VI. spracovanie]

Výpočet času cyklu na strane PU je zložitejší, keďže veľa činností prebieha súbežne. Preto je čas cyklu meraný ako súčet činností 1-4 a 11, teda čas, v akom z linky vychádzajú kompletne surové plášte.

### 7.3.4 Popis pracovnej činnosti konfekcionára

V súčasnosti na jednej linke KM-PU pracujú 2 operátori (konfekcionári), jeden pre stranu KM a druhý pre stranu PU. Ich náplň práce a povinnosti predstavuje [4]:

- Pred začiatkom každej zmeny si konfekcionár pripraví náradie potrebné k výkonu svojej práce (vyhrievacie nože a radlovací valček). Vyhrievacie nože sa používajú, pokiaľ potrebuje operátor zasiahnuť do polotovaru a upraviť ho a radlovací valček pre lepšie spojenie materiálu na bubne.
- Na začiatku každej zmeny musí skontrolovať spracovávané polotovary, nastavenie konfekčnej linky (nastavenie projektorov, vystredenie polotovarov) a ich hodnoty zapíše do kontrolnej karty.
- Pred samotným začiatkom výkonu práce skontroluje funkčnosť a úplnosť bezpečnostných prvkov („STOP“ tlačítka, funkčnosť SICK-ov, ktoré slúžia na detekciu

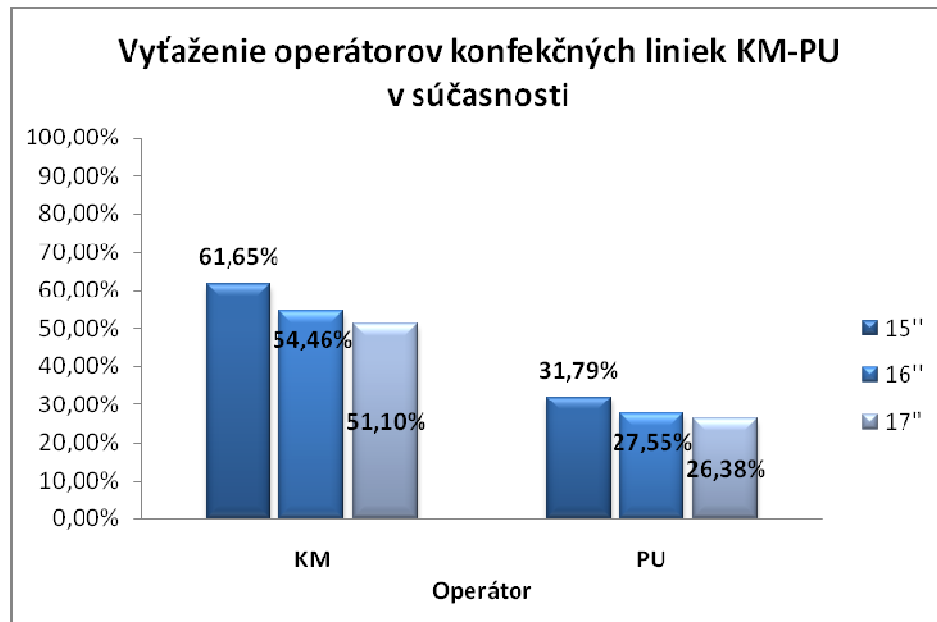
pohybu vo vymedzenom priestore linky počas chodu zariadenia a v prípade detekcie pohybu linku zastavia; úplnosť a neporušenosť bezpečnostných zábran). Akékoľvek zistené nedostatky musí okamžite nahlásiť zmenovému majstrovi.

- Výroba kostier (časť KM) a plášťov (časť PU) prebieha podľa zmenového rozpisu výroby, ktorý sa môže operatívne meniť v závislosti od potrieb lisovne. Pracovník môže spracovávať iba predpísané materiály s predpísanými parametrami.
- IDV všetkých spracovávaných polotovarov je povinný zaznamenať do EKSP a do monitorovacieho systému načítaním čiarového kódu sprievodného lístka.
- Nevyhovujúce polotovary nespracováva, ale sa vyradia. Ich vyradenie zabezpečí v spolupráci s inštruktorom výroby.
- Počas zmeny rozmeru zabezpečuje výmenu polotovarov.
- Rozpracované polotovary musia byť zavité v kazete.
- Chybné kostry, plášte a nutný technologický odpad ukladá na miesto, ktoré je k tomu určené.
- O chybnosti surových plášťov informuje inštruktora výroby, ktorý rozhodne o ďalšom postupe.



### 7.3.5 Vyťaženie pracovníkov

Vyťaženie pracovníkov bolo zistené prostredníctvom simulácie a zobrazuje ho nasledovný obrázok Obr. 17.



Obr. 17 Graf vyťaženia pracovníkov [VI. spracovanie]

Z grafu je zjavné, že vyťaženosť operátorov je pomerne nízka a na strane PU približne o 30% nižšia než na strane KM. Čas cyklu zariadenia je tým vyšší, čím vyššia je palcovitosť plášťa. Vyťaženie operátora naopak s rastúcou palcovitosťou plášťa klesá.

### 7.3.6 Analýza pracovnej doby

Celkový čas pracovnej zmeny činí 8 hodín, teda  $60 \cdot 8 = 480$  minút. Počas zmeny má pracovník nárok na všeobecne nutné prestávky:

- zákonnú prestávku = 30 min.,
- prestávku na osobnú potrebu = 6 min. a
- čas na osobnú očistu na konci zmeny = 7 min.

Celkový čas týchto prestávok činí **43 minút**. Okrem všeobecne nutných prestávok je potrebné rátať aj s prestávkami podmiennečne nutnými, čo je:

- príprava pracoviska na začiatku zmeny = 2 min.
- meranie parametrov = 5 min.
- ukončenie práce na konci zmeny = 2 min.

Celkový čas podmiennečných prestávok predstavuje **9 minút**.

Čas práce po odrátaní všetkých prestávok je potom  $(480 - 43 - 9)$  **428 minút**.

V simulačnom modeli boli tieto časy (časy práce aj prestávok) nastavené ako zmena pre stranu KM a zmena pre stranu PU nasledovne (Obr. 18 a Obr. 19).

	Period Type	Working Time	Rest Time	Overtime	Sub Shift Name	Total
1	Period	0.0	7.0	0.0		7
2	Period	158.0	0.0	0.0		158
3	Period	0.0	6.0	0.0		6
4	Period	114.0	0.0	0.0		114
5	Period	0.0	30.0	0.0		30
6	Period	156.0	0.0	0.0		156
7	Period	0.0	9.0	0.0		9
Total		428	52	0		480

Obr. 18 Zmena, časť KM [VI. spracovanie]

	Period Type	Working Time	Rest Time	Overtime	Sub Shift Name	Total
1	Period	0.0	7.0	0.0		7
2	Period	98.0	0.0	0.0		98
3	Period	0.0	6.0	0.0		6
4	Period	174.0	0.0	0.0		174
5	Period	0.0	30.0	0.0		30
6	Period	151.0	0.0	0.0		151
7	Period	0.0	5.0	0.0		5
8	Period	0.0	9.0	0.0		9
Total		423	57	0		480

Obr. 19 Zmena, časť PU [VI. spracovanie]

Zmena PU má 8 periód, teda o jednu periódu viac ako zmena KM (viď Obr. 19). Perióda 7 predstavuje 5 minút pred koncom zmeny, kedy sa linka odstaví, aby mohla strana KM prichystať (vyrobiť) cca 5 ks kostier na nasledujúcu zmenu.

Za zmenu je pracovisko teda schopné vyprodukovať nasledovný počet surových plášťov (podľa palcovitosti a času cyklu zariadenia), čo zároveň predstavuje aj výkonovú normu (viď Tab. 9). Norma je zaokrúhlená na 10 kusov.

Tab. 9 Výkonová norma pracoviska konfekcie

Palcovitosť plášťa	Čas cyklu (min.)	Čas práce (min.)	Výkonová norma (ks plášťov)
15"	0,996667	428	430
16"	1,073333	428	400
17"	1,13	428	380

Zdroj: [VI. spracovanie]

### 7.3.7 Výmena polotovarov

Všetky spotrebovávané polotovary (okrem ojadrovaných lán a špirálového nárazníka) sú umiestnené v kazetách (viď Obr. 20).



Obr. 20 Kazeta s kostrovou vložkou  
[VI. spracovanie]

Náhradné kazety pripravuje vychystávač na určené miesto pri linke. Operátor v prípade, že sa polotovar minie, vykonáva výmenu polotovarov.

Samotná výmena pozostáva z nasledovných činností:

1. vysunutie starej kazety z hniezda,
2. zaskladnenie starej kazety na určené miesto,
3. vyskladnenie novej kazety z určeného miesta,
4. zasunutie novej kazety do hniezda,
5. napojenie nového polotovaru.

V prípade výmeny špirálového nárazníka, ktorý nie je umiestnený v kazete, ale v malých špirálových cievkach (viď Obr. 21) s kapacitou 1500 metrov, sú činnosti pri výmene nasledovné:

1. výber prázdneho nosiča špirálového nárazníka a uskladnenie,
2. vyskladnenie a nahodenie plnej špirálovej cievky,
3. napojenie nového polotovaru v zásobníku.



Obr. 21 Stojan so špirálovými cievkami

[VI. spracovanie]

Ojadrované laná sú umiestnené v stojane pre ojadrované laná s kapacitou 250 ks na označenom mieste pri linke v časti KM. Pri linke môžu byť súčasne max. 2 stojany. Stojan pripravuje vychystávač z medziskladu lán jednak podľa plánu výroby, ktorý dostane vždy na začiatku zmeny od majstra, príp. na základe operatívnej zmeny, ktorá vyplýva z neplánovanej udalosti, napr. veľkej poruchy. V simulácii je výmena polotovarov nastavená ako setup zariadenia. Pre nastavenie výmeny polotovarov som použila údaje z tabuľky Tab. 10:

Tab. 10 Spotreba polotovarov za 1 zmenu

	Polotovarov	Spotreba/ 1 plášť (m)			1 nosič (m)	vyrobených plášťov (ks)			čas do ďalšej výmeny (min.)		
		15"	16"	17"		15"	16"	17"	15"	16"	17"
KM	Ojadrované laná	2	2	2	250	125	125	125	124	134	141
	VG	1,2	1,2	1,3	250	217	208	200	216	223	226
	Bočnice	1,3	1,4	1,4	280	217	207	201	216	222	227
	Kostrová vložka	1,2	1,2	1,3	250	213	204	195	212	218	220
PU	Nárazník 1	1,7	1,8	1,8	250	146	142	138	145	152	155
	Nárazník 2	1,7	1,8	1,8	250	143	141	136	142	151	153
	Špirálový nárazník	65	66	66	1500	23	22	22	22	23	24
	Behúň	1,8	1,9	2	85	47	45	42	46	48	47

Zdroj: [VI. spracovanie]

To znamená, že počet plášťov, ktoré sa z 1 nosiča polotovaru vyrobia, určujú zároveň počet operácií, po ktorých dôjde k výmene polotovaru. Čas výmeny polotovaru určuje štandard výmeny polotovarov (viď Tab. 11).

Tab. 11 Štandard výmeny polotovarov

Výmena polotovaru	Trvanie (min.)
Vnútoraná guma	1,00
Bočnice	1,80
Kostrová vložka	1,00
Nárazník 1	1,00
Nárazník 2	1,00
Špirálový nárazník	0,75
Behúň	0,50

Zdroj: [VI. spracovanie]

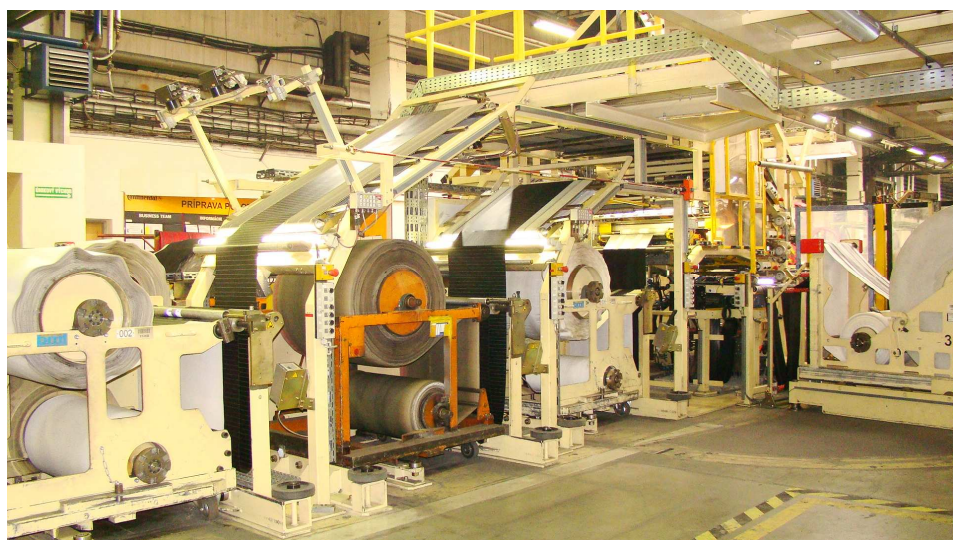
Tento štandard som však navýšila o čas, za ktorý operátor prejde okolo linky k hniezdu s kazetou a po výmene polotovaru naspäť k zariadeniu, preto je čas chôdze násobený \*2. Prepočet štandardného času chôdze prostredníctvom indexu akcie na určitú vzdialenosť (A) z datakarty MOST je uvedený v tabuľke Tab. 12.

Tab. 12 Výpočet doby výmeny polotovarov

Polotovary	Kroky	Index (MOST)	TMU	Čas (min.)	Čas chôdze (čas*2)	Štandard výmeny	Výmena (min.)
VG	13	24	240	0,144	0,288	1	1,288
Bočnice	15	24	240	0,144	0,288	1,8	2,088
kostrová vložka	17	32	320	0,192	0,384	1	1,384
nárazník 1	17	32	320	0,192	0,384	1	1,384
nárazník 2	17	32	320	0,192	0,384	1	1,384
špirálový nárazník	13	24	240	0,144	0,288	0,75	1,038
Behúň	8	16	160	0,096	0,192	0,5	0,692

Zdroj: [VI. spracovanie]

Umiestnenie hniezd s kazetami v zadnej časti linky KM vidieť na obrázku Obr. 22.

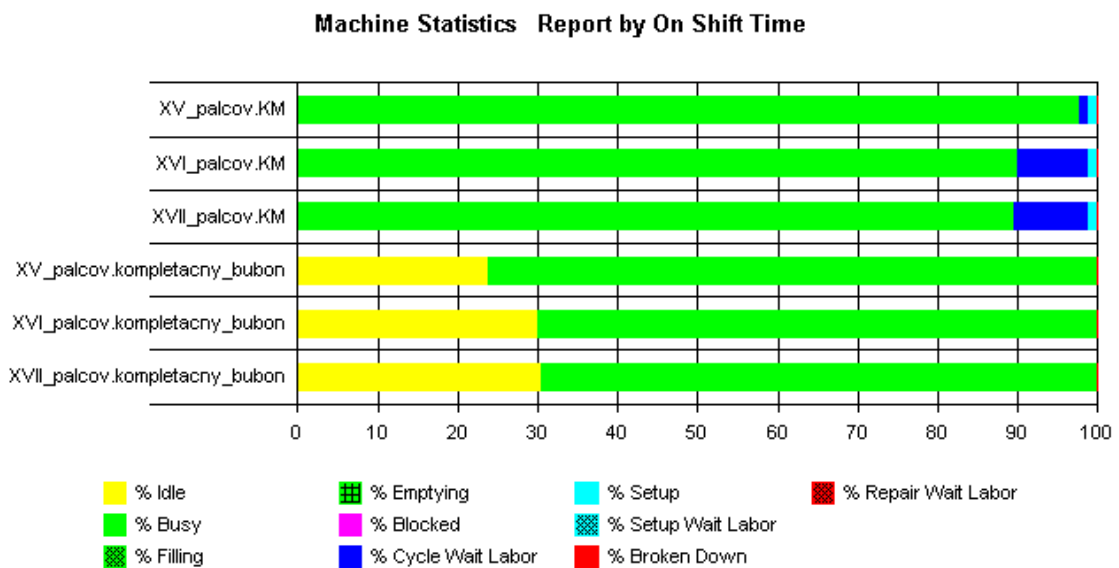


Obr. 22 Linka KM-PU, časť KM, pohľad zozadu [VI. spracovanie]



### 7.3.8 Využitie kapacity zariadenia

Linka KM-PU je v súčasnosti počas zmeny v prevádzke 428 minút. Nevyužitá je teda 52 minút. Na začiatku zmeny je na dopravníku vopred pripravených 5 ks kostier a tak obe časti – časť KM aj PU začínajú pracovať súčasne. Keby porovnáme využitie zariadenia KM a zariadenia PU – kompletačného bubna, z grafického zobrazenia (viď Obr. 23) je zrejmé, že percento využitia zariadenia je vyššie v prípade KM. Presné hodnoty jednotlivých položiek sú uvedené v tabuľke v prílohe P V.



Obr. 23 Využitie zariadenia KM a PU - kompletačného bubna [VI. spracovanie]

Približne 20-30 % času prevádzky zariadenia PU tvorí nečinnosť (viď Obr. 23, % Idle). Toto percento pozostáva z času, kedy hotový surový plášť odoberá z kompletačného bubna transfering a kompletačný bubon v tomto čase nepracuje a ďalej z času čakania PU na kostry pri pomalšom čase cyklu KM.

Za zmenu sú tri linky KM-PU schopné vyprodukovať celkom **1 114 ks** surových plášťov. Výstup z liniek získaný simuláciou je uvedený v prílohe P V.

Z grafu (Obr. 23) vidieť súvislosť medzi nečinnosťou kompletačného bubna (% Idle) a čakaním zariadenia KM na obsluhu (% Cycle Wait Labor). Dlhšie čakanie zariadenia KM na obsluhu predĺžilo čas cyklu KM. Keďže zariadenie PU je na zariadení KM závislé a jeho čas cyklu je kratší ako čas cyklu KM, kostry stíha spotrebávať skôr, ako ich KM vyrobí. Čím dlhšie je teda čakanie zariadenia KM na obsluhu, tým je dlhší čas nečinnosti kompletačného bubna.

**Odstránenie čakania KM na obsluhu:**

Zariadenie KM čaká na obsluhu 1,01 % (KL 15"), 8,86 % (KL 16") a 9,18 % (KL 17"). Keďže operátor v simulácii vykonáva pri všetkých troch linkách rovnaké činnosti, ktoré v simulácii trvajú rovnakú dobu, s narastajúcim časom cyklu by malo čakanie zariadenia na obsluhu klesať. Na linkách 16" a 17" je však toto percento podstatne vyššie ako na linke 15". V reálnej prevádzke operátor vykonáva všetky činnosti v určitom slede a zariadenie KM teda nemusí na obsluhu nikdy čakať. V simulácii však operátor vykonáva vždy činnosť podľa toho, ktoré zariadenie vyšle signál skôr. Preto vzniká spomínaná odchýlka. Pokiaľ čaká na obsluhu viacero zariadení súčasne, operátor obsluží prvé to, ktoré má vyššiu prioritu. Dá sa teda predpokladať, že čakanie KM na obsluhu je v prípade liniek 16" a 17" nulové. V prípade 0% čakania zariadenia na obsluhu by bol aj výstup z liniek vyšší spolu o **70 ks za zmenu**. Postup výpočtu je uvedený v prílohe P VI.

## 8 ZHRNUTIE ANALÝZY, VÝCHODISKÁ PRE PROJEKT

V analýze bolo popísané pracovisko konfekcie, jednotlivé vstupy do výroby, výrobný postup, pracovná náplň pracovníka konfekcie. Ďalej bol analyzovaný čas zmeny, ktorý bol podkladom pre nastavenie zmeny v simulácii. Na základe časových snímok metódou chronometráže boli zistené vstupné údaje do simulačného modelu, v ktorom bol analyzovaný súčasný stav linky KM-PU, najmä z pohľadu vyťaženia oboch pracovníkov linky – konfekcionárov a využitia zariadenia.

Nevýhodou súčasného layoutu je najmä nízka vyťaženosť operátora na strane PU. Ako možnosť zlepšenia po preusporiadaní linky do tvaru L (nový layout) vidím odobratie pracovníka zo strany PU a zabezpečovanie všetkých činností linky 1 osobou.

V súčasnosti sa využíva 428 minút pracovného času z celkového času zmeny 480 minút. Pre zvýšenie produktivity a lepšie využitie kapacity navrhujem zavedenie systému striedania. Nový pracovník – striedač, ktorý by obsluhoval výrobnú bunku, pozostávajúcu z 3 liniek, bude pracovať v čase prestávky operátora. Operátorovi bude pomáhať pri výmene polotovarov, čím sa celkový čas výmeny skráti a bude zabezpečovať ďalšie činnosti nevyhnutné pre správne fungovanie výrobnéj bunky (ako je komunikácia s vychystávačom polotovarov, činnosti pri nábehu a zakončení zmeny a ďalšie).

Kladne hodnotím vyváženosť časov cyklov stupňov KM aj PU, vďaka čomu nevznikajú nijaké priebežné zásoby a tiež vysoké percento využitia zariadenia KM aj PU.

Návrhom pre zlepšenie komunikácie medzi operátormi a vychystávačom (príp. striedačom) je zavedenie informačného systému, kde po zadaní požiadavky (napr. pri dochádzajúcom polotovare) sa táto zobrazí na informačnej tabuli. Možnosťou je aj vybaviť vychystávača mobilným pagerom, keďže sa neustále pohybuje po pracovisku, ale zároveň potrebuje byť v prípade zmeny okamžite informovaný. Na proces vychystávania nadväzuje proces konfekcie. Preto je plynulé vychystávanie nutné pre plynulosť procesu konfekcie.

V súčasnosti je v štádiu riešenia projekt automatizácie strany PU. Po realizácii technických opatrení bude pracovať stupeň PU plne automaticky, nebude teda potrebná obsluha. V projekte sa preto budem zaoberať už len stavom, kedy je časť PU zautomatizovaná.



## 9 VYMEDZENIE PROJEKTU

Projekt je založený na potrebe spoločnosti zvýšiť využitie konfekčnej linky KM-PU a stanoviť optimálny počet pracovníkov v novovznikajúcej výrobnjej bunke.

Hlavnou požiadavkou firmy pre projekt bolo simulovanie niekoľkých variantov riešenia výrobnjej bunky. Projekt sa odvíja od informácií získaných analýzou súčasného stavu linky KM-PU.

Základné informácie o projekte sú nasledovné:

**Názov projektu:** Projekt optimalizace počtu pracovníků ve výrobní buňce výroby autoplášťů ve společnosti Continental Matador Rubber, s. r. o.

**Ciele projektu:** *Hlavný cieľ:*

Stanoviť optimálny počet pracovníkov vo výrobnjej bunke výroby osobných radiálnych plášťov.

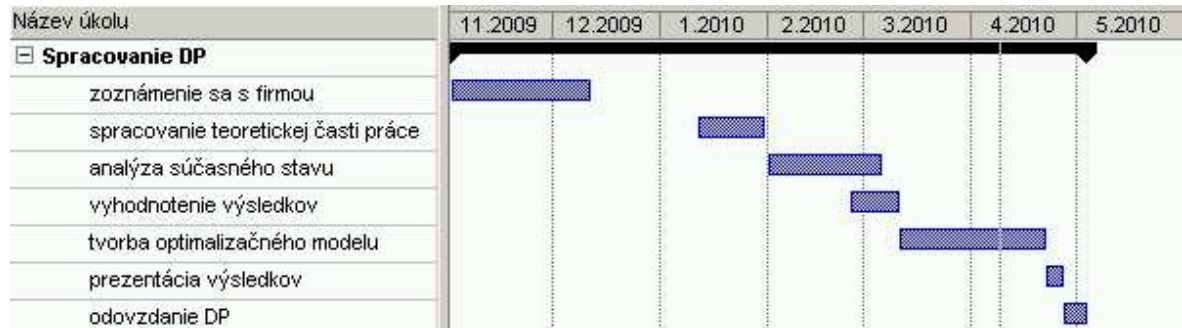
*Vedľajšie ciele:*

- zvýšenie využitia kapacity linky,
- zvýšenie produktivity práce zariadenia,
- odskúšanie rôznych variantov obsluhy a výber najvhodnejšieho,
- vytvorenie simulačného modelu, v budúcnosti využiteľného pre potreby spoločnosti.

**Riziká projektu:** Riziko projektu predstavuje nedodržanie stanoveného termínu odozdania diplomovej práce v súvislosti s časovou náročnosťou modelovania a simulácií, s technickými problémami pri simulovaní alebo inými neočakávanými situáciami.

**Časový plán:** Časový harmonogram je znázornený gantovým diagramom (viď Obr. 24). Nadviazanie kontaktu s firmou, oboznámenie sa s pracoviskom konfekcie a so samotným procesom prebehne ešte v starom roku. Ďalšou etapou tvorby diplomovej práce je analýza literárnych zdrojov a písanie teoretickej časti práce. Následne prebehne analýza súčasného stavu pracoviska konfekcie, tvorba simulačného modelu, zachytávajúceho súčasný stav a vyhodnotenie výsledkov ana-

lýzy. Od nich sa bude odvíjať tvorba optimalizačného modelu v programe Witness. Termín pre odovzdanie diplomovej práce je 3. 5. 2010.



Obr. 24 Harmonogram projektu [VI. spracovanie]

**Projektový tím:** Bc. Katarína Karasová, diplomantka  
doc. Ing. David Tuček, Ph.D., vedúci diplomovej práce  
Ing. Pavol Kucej, MEng., konzultant  
Ing. Marcel Janco, konzultant  
Ing. Jan Jakubec, konzultant

## 10 REALIZÁCIA PROJEKTU

### 10.1 Výrobná bunka

Výrobná bunka je tvorená tromi linkami KM-PU, povrchovou úpravou - sprejovaním pri každej linke, medziskladom surových plášťov a 20 lismi. V novom layoute výrobnej bunky je linka KM-PU usporiadaná v tvare L tak, aby sa zaistila obsluha linky 1 pracovníkom namiesto dvoch. Zmeny na linke oproti pôvodnému stavu sú (okrem preusporiadania linky) automatické odoberanie surových plášťov z transferingu na dopravník, za ktorým nasleduje sprejovanie surových plášťov a automatické zakladanie plášťov do vozov.

Projekt optimalizácie počtu pracovníkov je zameraný na časť bunky, pozostávajúcej z 3 liniek KM-PU, ktoré v súčasnosti obsluhuje 6 operátorov (teda 2 operátori pracujú na 1 linke).

### 10.2 Návrh variantov projektu

Po konzultácií možností s projektovým tímom som spoločnosti navrhla niekoľko variant pre simulovanie, ktoré by mohli byť v projekte vypracované, pričom som vychádzala už z nového layoutu linky KM-PU.

- **Var. 1:** Obsluha linky 2 operátormi, zlepšenie procesu odstránením niektorých činností, ktoré nepridávajú výrobku hodnotu (kontrola). Cieľ – skrátenie času cyklu zariadenia a zvýšenie výstupu.
- **Var. 2:** Obsluha linky 2 operátormi + prídanie 1 pracovníka pre celú bunku, ktorý bude pracovať na linke počas prestávky operátorov. Cieľ – zvýšenie využitia kapacity linky o 36 minút, zefektívnenie komunikácie výrobného tímu.
- **Var. 3:** Obsluha linky 1 osobou. Odstránenie všetkých činností obsluhy linky v časti PU (kontroly) a jej úplná automatizácia. Cieľ – zvýšenie produktivity práce, zvýšenie využitia kapacity zariadenia vďaka automatizácii.
- **Var. 4:** Vychádza z var. 3. Linku obsluhuje 1 osoba, teda časť PU je automatizovaná + využitie striedania (pridaním 1 pracovníka pre celú bunku – striedača). Cieľ – zvýšenie využitia kapacity linky jednak vďaka automatizácii a jednak vďaka striedaniu, zvýšenie výstupu z linky, zefektívnenie komunikácie výrobného tímu.

- **Var. 5:** Variant č. 4 je upravený pridaním činností striedačovi – výmenu polotovarov (v predošlom variante č. 4 výmenu robil operátor). Tento variant zabezpečuje nepretržitú prevádzku zariadenia KM. Cieľ – zvýšenie využitia kapacity zariadenia, zlepšenie procesu.
- **Var. 6:** Vychádza z variantu č. 5. V cykle zariadenia KM sa spoja operácie návinnu VG a návinnu kostrovej vložky, pričom sa vypustí kontrola spoja medzi týmito operáciami. Cieľ – skrátenie času cyklu, rast výstupu a produktivity, zlepšenie procesu.
- **Var. 7:** Získa sa úpravou variantu č. 3. Zlepšením procesu je spojenie operácií návinnu VG a kostrovej vložky a odstránenie kontroly spoja VG. Cieľ – skrátenie času cyklu KM, zvýšenie výstupu, rast produktivity.

Všetky tieto varianty sú vzhľadom k technologickým a organizačným možnostiam spoločnosti v súčasnosti alebo v blízkej budúcnosti reálne.

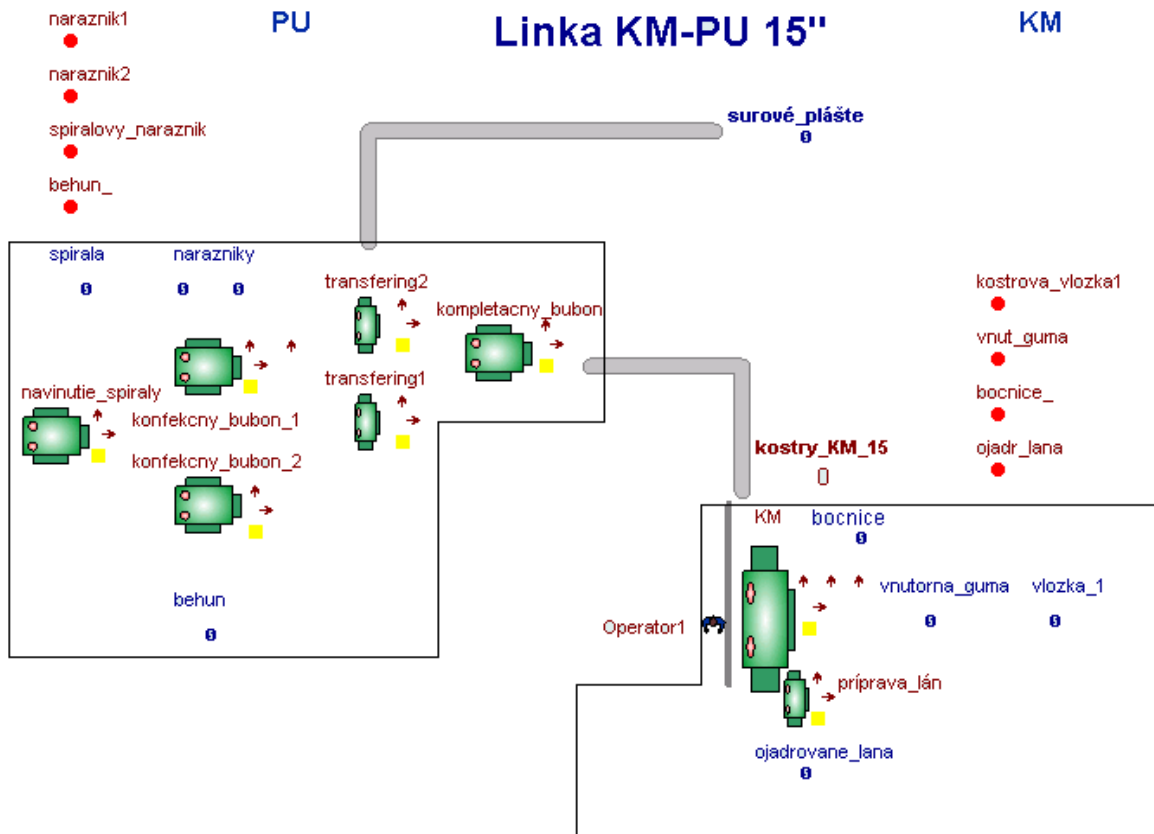
Na základe výsledkov analýzy a vzhľadom k časovej náročnosti tvorby simulácií si projektový tím vybral 2 varianty, ktoré budú v projekte riešené. Sú to posledné dva navrhnuté varianty, teda var. 6 a var. 7. Oba podrobne rozoberiem v nasledujúcich kapitolách. Kvôli prehľadnosti budem variant 6 ďalej označovať variant č. 2 a variant 7 bude variant č. 1.

### 10.2.1 Variant č. 1

V tomto variante boli simulované podmienky:

- Linku obsluhuje 1 pracovník (na strane KM).
- Strana PU pracuje automaticky, nie je teda potrebná žiadna obsluha.
- Čas cyklu strany KM sa skrátil, pretože návinn VG a kostrovej vložky prebieha súčasne a odstránila sa kontrola spoja VG.
- Plášte sú transferingom automaticky odoberané a kladené na dopravník.

Layout konfekčnej linky zachytáva obrázok Obr. 25. Oproti pôvodnému layoutu sa odlišuje usporiadaním strany KM. Táto časť linky je otočená o 90°, teda časť KM a PU sú usporiadané do tvaru L, čím sa operátorovi umožnil lepší prístup k časti PU a skrátila sa vzdialenosť medzi časťami KM a PU. Zmenil sa tiež tvar dopravníka, spájajúceho obe časti, ktorý slúži na dopravu kostier ku kompletačnému bubnu. Poslednou obmenou v layoute je prídanie dopravníka, na ktorý transfering automaticky kladie surové plášte.



Obr. 25 Layout konfekčnej linky, var. 1 [VI. spracovanie]

Simulačný model pracuje na rovnakom princípe ako aj model súčasného stavu, upravený je o vyššie zmienené zlepšenia.

Automatizácia na strane PU znamená:

- odstránenie kontroly spoja nárazníka č. 1 v konfekčnom bubne 1,
- odstránenie úpravy spoja behúňa v konfekčnom bubne 2 a
- nahradenie ručného odoberania plášťov z transferingu operátorom a následné zakladanie do vozíkov na surové plášte, automatickým prenosom surových plášťov z kompletačného bubna na dopravník.

Vďaka týmto zlepšeniam sa čas cyklu strany PU skrátil (vid' Tab. 8 a Tab. 14, Priemerný čas cyklu).

Rovnako sa o niekoľko sekúnd skrátil aj čas cyklu na strane KM, odstránením kontroly spoja VG a spojením operácií návin VG a návin kostrovej vložky. Priemerný čas pre model bol teda reálne nameraný v prevádzke a časový snímok (vid' Tab. 13) bol o túto hodnotu upravený. Spojenie operácií je vyznačené červeným písmom.

Tab. 13 Časy pracovných operácií, stupeň KM, budúci stav

P.č.	Pracovná operácia	Priem. čas 15"		Priem. čas 16"		Priem. čas 17"		
		s	min.	s	min.	s	min.	
1.	Osadenie ojadrovaných lán	6,6	0,110	7,6	0,127	6,6	0,110	zariadenie
2.	Navinutie VG a kostrovej vložky	3,8	0,063	4,8	0,080	5,6	0,093	
3.	Nabombírovanie kostrovej vložky	4,4	0,073	4,4	0,073	6,2	0,103	
4.	Ohrnutie cez ojadrované laná	7,4	0,123	7,4	0,123	8,6	0,143	
5.	Navinutie bočníc	11,0	0,183	11,8	0,197	12,4	0,207	
6.	Zavaľovanie bočníc	14,0	0,233	15,2	0,253	16,0	0,267	
7.	Kontrola spoja kostry, radlovanie	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	obsluha
8.	Príprava ojadrovaných lán	7,2	0,120	7,2	0,120	7,2	0,120	
9.	Kontrola spoja bočníc, radlovanie	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053	
10.	Vloženie ojadrovaných lán	6,2	0,103	6,2	0,103	6,2	0,103	
11.	Príprava čiarového kódu	2,8	0,047	2,8	0,047	2,8	0,047	
12.	Odobratie kostry, uloženie na dopravník	5,4	0,090	5,4	0,090	5,4	0,090	
13.	Nalepenie čiarového kódu	2,4	0,040	2,4	0,040	2,4	0,040	
<b>Priemerný čas cyklu</b>		<b>53,6</b>	<b>0,893</b>	<b>57,6</b>	<b>0,960</b>	<b>61,8</b>	<b>1,029</b>	

Zdroj: [VI. spracovanie]

Tab. 14 Časy pracovných operácií, stupeň PU, budúci stav

P.č.	Pracovná operácia	Priem. čas 15"		Priem. čas 16"		Priem. čas 17"	
		s	min.	s	min.	s	min.
1.	Nasunutie kostry	12,2	0,203	13,6	0,227	14,4	0,240
2.	Presun nárazníkového obalu transferingom	14,8	0,247	15,8	0,263	16,4	0,273
3.	Zavaľovanie behúňa na kostru	19,2	0,320	20,2	0,337	21,2	0,353
4.	Navinutie nárazníka č.1	8,2	0,137	8,6	0,143	8,8	0,147
5.	Pootočenie nár. bubna do 0tej polohy	1,0	0,017	1,0	0,017	1,0	0,017
6.	Navinutie nárazníka č.2	8,5	0,142	8,9	0,148	8,8	0,147
7.	Otočenie nárazníkových bubnov	3,2	0,053	3,2	0,053	3,2	0,053
8.	Navinutie špirály	23,4	0,390	24,0	0,400	25,2	0,420
9.	Navinutie behúňa	10,4	0,173	11,6	0,193	12,2	0,203
10.	Uchytenie / transfering hotového pláštá	8,2	0,137	9,4	0,157	9,6	0,160
<b>Priemerný čas cyklu</b>		<b>54,4</b>	<b>0,907</b>	<b>59,0</b>	<b>0,983</b>	<b>61,6</b>	<b>1,027</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

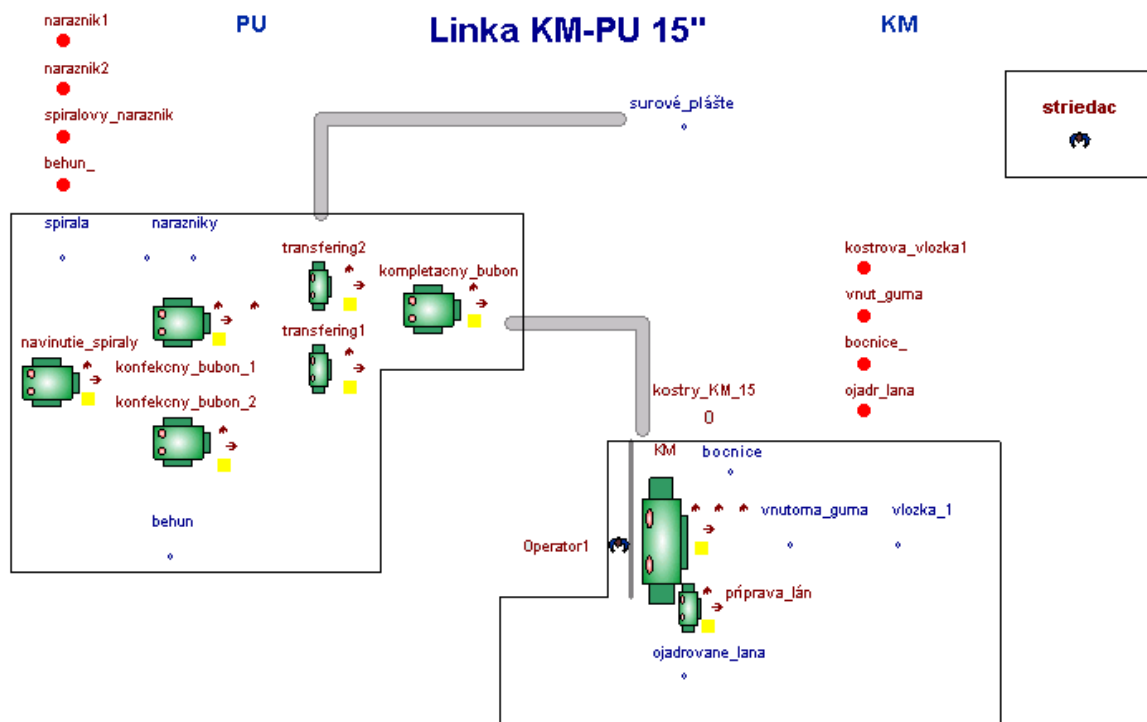
Vďaka automatizácii výstup za zmenu vzrástol oproti pôvodnému stavu o **44 ks** (viď Tab. 20). Výstup znižuje len skutočnosť, že zariadenie KM sa musí zastaviť, keď obsluha KM vykonáva výmenu polotovarov v časti PU. Tento rozdiel predstavuje 15 ks plášťov za všetky 3 linky za zmenu (údaj je zistený simulovaním a porovnaním variantu, v ktorom linka pracovala počas výmeny polotovarov a variantu, kedy sa linka počas výmeny zastavila).

### 10.2.2 Variant č. 2

V tomto variante boli simulované podmienky:

- Linku obsluhuje 1 pracovník (pre stranu KM).
- Strana PU pracuje automaticky, nie je potrebná žiadna obsluha.
- Návin VG a kostrovej vložky prebieha súčasne a odstránila sa kontrola spoja VG.
- Vo výrobnjej bunke pracuje striedač, ktorý strieda obsluhu pri linke počas prestávky na osobnú potrebu a počas obednej prestávky.
- Striedač pomáha obsluhu pri výmene polotovarov na strane KM a na strane PU vykonáva výmenu polotovarov sám, pričom zariadenie KM je počas výmeny na strane PU v prevádzke.
- Plášte sú transferringom automaticky odoberané a kladené na dopravník.

Layout KL je rovnaký ako pri variante 1, teda linka je usporiadaná v tvare L (viď Obr. 26).



Obr. 26 Layout konfekčnej linky, var. 2 [VI. spracovanie]

Jediný rozdiel oproti variantu 1 je prídanie 1 osoby na celú výrobnú bunku – striedača. Hlavným významom systému striedania bude nepretržitá prevádzka konfekčných liniek počas zmeny, čím sa zvýši využitie kapacity zariadenia.

Vo výrobnéj bunke budú teda pracovať 4 pracovníci. Kompletný layout s naznačenými materiálovými tokmi a nadväzujúcimi procesmi je súčasťou prílohy P III.

Rovnako ako vo variante 1, taktiež vo variante 2 sú cykly KM aj PU kratšie. Ktoré zlepšenia procesu viedli ku skráteniu cyklov je popísané v kapitole 10.2.1. V simulácii teda opäť vychádzam z upravených časových snímok (viď Tab. 13 a Tab. 14).

### 10.3 Pracovná zmena

#### 10.3.1 Variant č. 1

Pracovná zmena operátorov aj konfekčnej linky v simulácii je totožná so súčasným stavom. Linka je v prevádzke 428 minút. Výpočet tohto času je rozobraný v kapitole 7.3.6. V simulácii som teda vychádzala z nastavenia zmeny operátorov aj zariadenia podľa súčasného stavu (viď Obr. 18 a Obr. 19).

#### 10.3.2 Variant č. 2

Vo výrobnéj bunke pracuje za zmenu o jedného človeka, ktorý zabezpečuje striedanie, viac. S využitím striedača bude linka pracovať 464 minút. Čas práce je vypočítaný ako:

Celkový čas zmeny (480 min.)

- príprava pracoviska (2 min.),
- meranie parametrov (5 min.),
- ukončenie práce na konci zmeny (2 min.),
- čas na osobnú očistu (7 min.),

= čas práce (464 minút).

Pre nastavenie zmeny v simulácii som vytvorila 4 typy zmeny a to:

- **Zmena pre stroje KM** (viď Obr. 27). Stroje budú v prevádzke počas celej zmeny, okrem času vyhradeného na prípravu pracoviska a meranie parametrov (7 min.) a času zakončenia práce a osobnej očisty pracovníka (9 min.), viď kapitola 7.3.6.



	Period Type	Working Time	Rest Time	Overtime	Sub Shift Name	Total
1	Period	0.0	7.0	0.0		7
2	Period	464.0	0.0	0.0		464
3	Period	0.0	9.0	0.0		9
Total		464	16	0		480

Obr. 27 Zmena, stroje KM [VI. spracovanie]

- **Zmena pre stroje PU** (viď Obr. 28). Strana PU sa zastaví o 5 minút skôr ako strana KM. Keďže čas cyklu KM trvá približne 1 minútu, strana KM pripraví cca 5 ks kostier pre nasledujúcu zmenu.

	Period Type	Working Time	Rest Time	Overtime	Sub Shift Name	Total
1	Period	0.0	7.0	0.0		7
2	Period	459.0	0.0	0.0		459
3	Period	0.0	5.0	0.0		5
4	Period	0.0	9.0	0.0		9
Total		459	21	0		480

Obr. 28 Zmena, stroje PU [VI. spracovanie]

- **Zmena operátora.** Každý pracovník má nárok na prestávku 30 + 6 minút za zmenu. Od celkového času 480 minút sa musí tiež odrátať čas na prípravu pracoviska, meranie parametrov, zakončenie práce a čas na osobnú očistu (spolu 16 minút, viď kapitola 7.3.6).

Pretože počas prestávok operátora pri linke zastúpi striedač, musia mať operátori prestávky každý v inom čase, aby ich mohol striedač postupne pri všetkých troch linkách prestriedať (viď Tab. 15).

Tab. 15 Pracovná zmena operátorov, variant 2

Popis	Operátor 1		Operátor 2		Operátor 3	
	Čas	Trvanie	Čas	Trvanie	Čas	Trvanie
Nábeh zmeny	6:15 - 6:22	7	6:15 - 6:22	7	6:15 - 6:22	7
Práca	6:22 - 9:00	158	6:22 - 8:00	98	6:22 - 10:00	218
Osobná potreba	9:00 - 9:06	6	8:00 - 8:06	6	10:00 - 10:06	6
Práca	9:06 - 11:00	114	8:06 - 11:30	204	10:06 - 12:00	114
Zákonná prestávka	11:00 - 11:30	30	11:30 - 12:00	30	12:00 - 12:30	30
Práca	11:30 - 14:06	156	12:00 - 14:06	126	12:30 - 14:06	96
Ukončenie zmeny	14:06 - 14:15	9	14:06 - 14:15	9	14:06 - 14:15	9
<b>SPOLU</b>		<b>480</b>		<b>480</b>		<b>480</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

- **Zmena striedača.** Striedač má rovnakú pracovnú dobu ako operátor (viď Obr. 29).

	Period Type	Working Time	Rest Time	Overtime	Sub Shift Name	Total
1	Period	0.0	7.0	0.0		7
2	Period	92.0	0.0	0.0		92
3	Period	0.0	6.0	0.0		6
4	Period	270.0	0.0	0.0		270
5	Period	0.0	30.0	0.0		30
6	Period	66.0	0.0	0.0		66
7	Period	0.0	9.0	0.0		9
Total		428	52	0		480

Obr. 29 Zmena striedača [VI. spracovanie]

Celkový prehľad zmeny, teda čas práce aj prestávok operátorov a striedača, je zachytený v nasledovnej tabuľke Tab. 16. Z nej vyplýva podrobné členenie pracovného času striedača. Čas, ktorý strávi prácou pri zariadení KM namiesto operátora, je označený ako striedanie. Označenie práca je zvyšný čas, ktorý je striedač prítomný na pracovisku a vykonáva výmenu polotovarov. No toto je len zjednodušený pohľad na pracovnú náplň striedača v simulácii, v skutočnosti by musel vykonávať aj ďalšie činnosti, ktorými by sa jeho pracovná doba vyplnila.

Tab. 16 Členenie času zmeny operátorov a striedača, variant 2

Popis	Trvanie (min.)				Popis
	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Striedač	
Nábeh zmeny	7	7	7	7	Nábeh zmeny
Práca	158	98	218	92	Práca
				6	Osobná potreba
Osobná potreba		6		6	Striedanie
Práca		204		54	Práca
Osobná potreba	6			6	Striedanie
Práca	114			54	Práca
Osobná potreba			6	6	Striedanie
Práca			114	54	Práca
Zákonná prestávka	30	30	30	90	Striedanie
				30	Zákonná prestávka
Práca	156	126	96	66	Práca
Ukončenie zmeny	9	9	9	9	Ukončenie zmeny
<b>SPOLU</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	

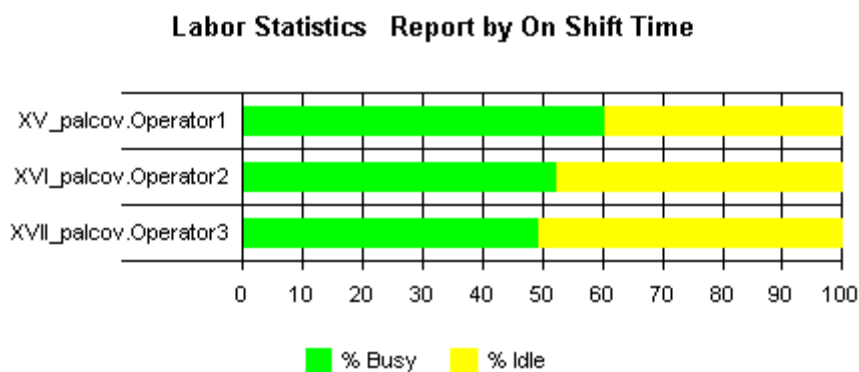
Zdroj: [VI. spracovanie]

## 10.4 Vytáženie pracovníkov

Keďže sa pracovníkom na strane KM v oboch variantoch odobrala činnosť – kontrola spoja VG, dalo sa vopred predpokladať, že sa ich vytáženie v simulácii zníži. Rozbor výsledkov simulácie variantov 1 a 2 je uvedený v nasledujúcich kapitolách.

### 10.4.1 Variant č. 1

Pri každej konfekčnej linke pracuje 1 operátor. Celkový počet pracovníkov výrobnéj bunky je teda 3. Ich vytáženie zachytáva Obr. 30.



Obr. 30 Vytáženie operátorov, var. 1 [VI. spracovanie]

Vytáženie operátorov sa pohybuje v rozmedzí od 60,55 % v prípade výroby 15" plášťa do 49,52 % pri 17" plášťoch.



Obr. 31 Porovnanie vytáženia operátora variantu 1 so súčasným stavom [VI. spracovanie]

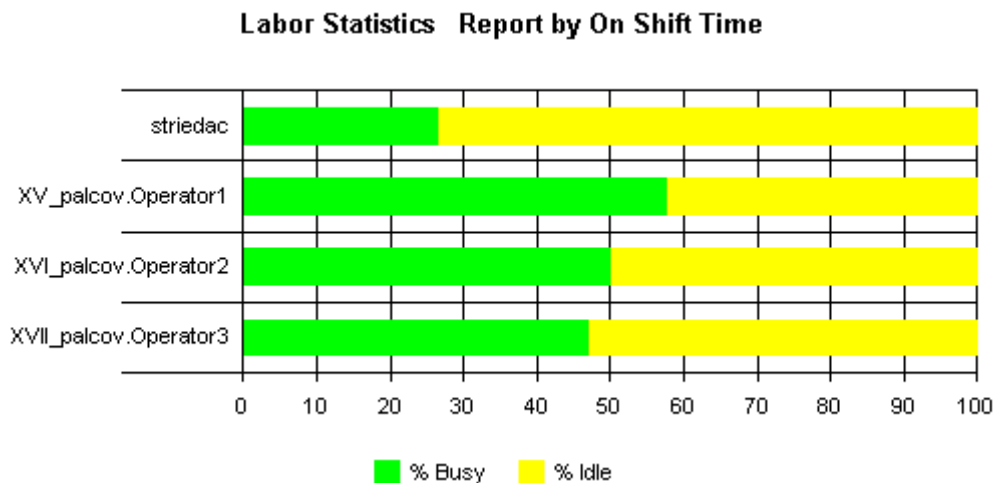
Keď sa zistené hodnoty porovnajú so súčasným stavom, predpoklad, že vyťaženie operátorov poklesne, bol správny. Rozdiel oproti súčasnému stavu predstavuje 1,10 % pri 15" plášťoch, o 1,98 % pri 16" plášťoch a o 1,58 % pri 17" plášťoch. Porovnanie vyťaženia operátorov v tomto variante so súčasným stavom zachytáva Obr. 31.

Zdrojové tabuľky s údajmi pre Obr. 30 a Obr. 31 sú súčasťou prílohy P IV.

#### 10.4.2 Variant č. 2

Vo výrobnjej bunke pracujú štyria pracovníci. Každú linku obsluhuje jeden operátor a na celú bunku bol pridaný 1 pracovník - striedač.

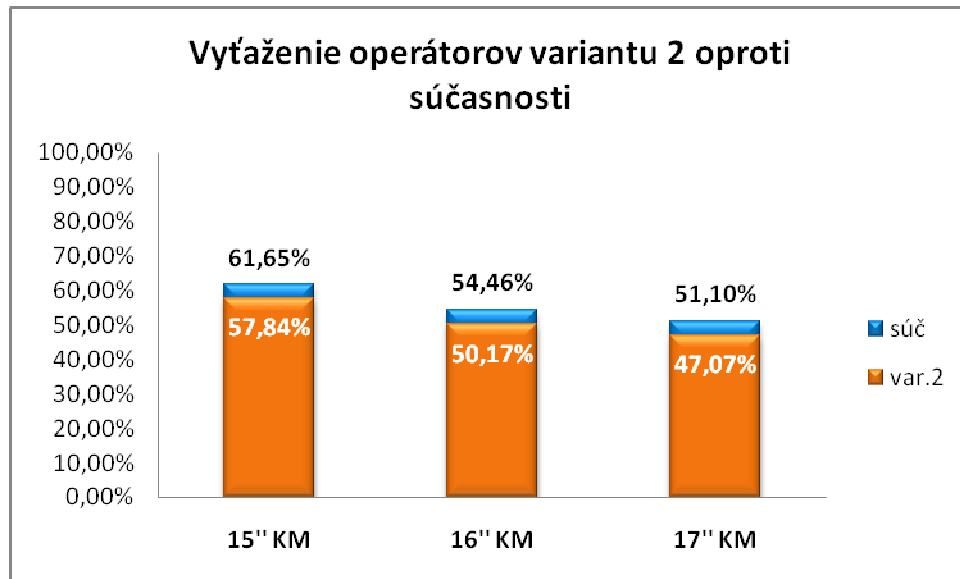
Prehľad vyťaženia operátorov aj striedača pre tento variant znázorňuje Obr. 32.



Obr. 32 Vyťaženie pracovníkov výrobnjej bunky, var. 2 [VI. spracovanie]

Vyťaženie striedača je tvorené jednak striedaním operátorov pri linke počas prestávok operátorov a činnosťami výmeny polotovarov na strane PU (teda výmeny nárazníka č. 1, nárazníka č. 2, špirálového nárazníka a behúňa), príp. pomocou operátorovi pri výmene polotovarov na strane KM. Celkové vyťaženie striedača v simulácii tvorí 26,73 % jeho času.

Vyťaženie operátorov sa pohybuje v rozmedzí od 57,84 % pri výrobe 15" plášťov po 47,07 % pri výrobe 17" plášťov. Oproti súčasnému stavu pokleslo o 3,81 % pri 15" plášťoch, o 4,29 % pri 16" plášťoch a o 4,03 % pri 17" plášťoch (vid' Obr. 33). Pri porovnaní týchto hodnôt s variantom 1 vidieť, že vyťaženie operátora je v prípade variantu 2 ešte o niekoľko percent nižšie. Pokles vo vyťažení operátora je dôsledkom toho, že striedač prevzal niektoré jeho činnosti, konkrétne výmenu nárazníka č. 1, nárazníka č. 2, špirálového nárazníka a behúňa.



Obr. 33 Porovnanie vyťaženia operátorov variantu 2 so súčasným stavom [VI. spracovanie]

Tabuľku so zdrojovými dátami pre Obr. 32 a Obr. 33 obsahuje príloha P IV.

Pri výmene polotovarov môžu nastať v modeli rôzne situácie:

1. Výmenu polotovaru na strane PU zabezpečuje striedač.
2. Operátor vykonáva výmenu polotovarov na strane PU len v prípade, kedy striedač vykonáva inú činnosť pri niektorej z liniek a v danej chvíli výmenu nemôže vykonať. Napríklad v čase, kedy striedač bude pracovať na linke 17" počas prestávky operátora 3 a počas tejto doby bude potrebné vymeniť dochádzajúci špirálový nárazník na linke 15", túto výmenu vykoná operátor 1.
3. Výmenu polotovarov na strane KM zabezpečuje operátor s asistenciou striedača, pokiaľ striedač nepracuje na inej linke.
4. Pokiaľ je potrebné polotovar na strane KM vymeniť v čase, kedy zariadenie KM obsluhuje striedač, výmenu polotovaru zabezpečí sám.

#### 10.4.3 Porovnanie variantov z hľadiska vyťaženia operátorov

V tabuľke Tab. 17 je porovnané vyťaženie pracovníkov oboch variantov voči súčasnému stavu. Ako som sa už zmienila vyššie, vyťaženie operátorov pokleslo v oboch variantoch v porovnaní so súčasným stavom.

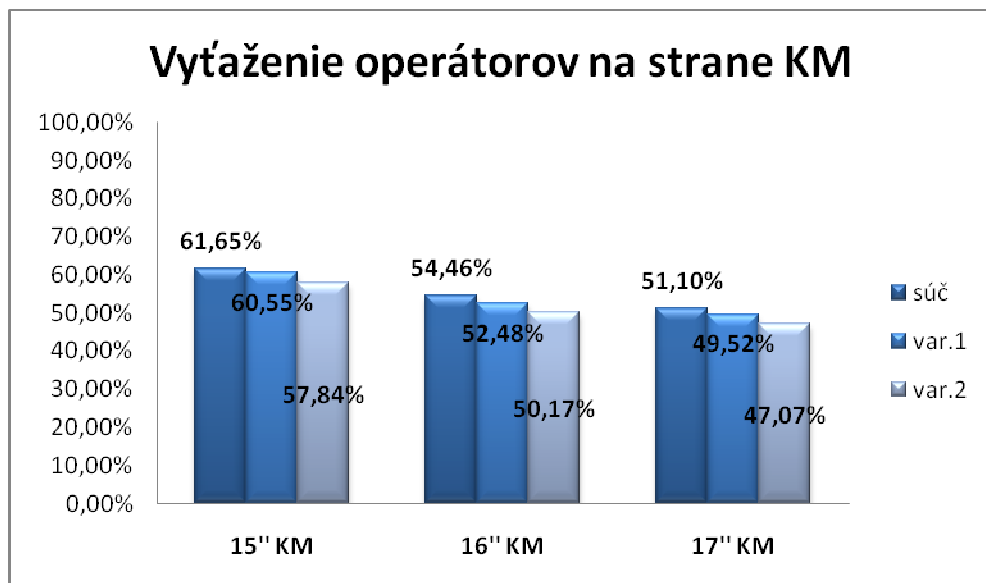
Príčinou tohto poklesu je v prípade oboch variantov odobratie činnosti operátorovi, konkrétne ide o kontrolu spoja VG na strane KM. V prípade variantu 2 je vyťaženie nižšie oproti súčasnému stavu aj oproti variantu 1 (viď Tab. 17). Operátor síce vykonáva všetky činnosti rovnako v oboch variantoch 1 aj 2, ale vo variante 2 niektoré činnosti operátorov prebral striedač a toto percento tvorí rozdiel cca 2 % medzi variantom 1 a variantom 2.

Tab. 17 Rozdiel medzi variantmi vo vyťažení operátorov

Pracovník linky		15"	16"	17"
Variant				
	Súč	61,65%	54,46%	51,10%
	Var.1	60,55%	52,48%	49,52%
	Var.2	57,84%	50,17%	47,07%
Rozdiel	Var.1/súč.	-1,10%	-1,98%	-1,58%
	Var.2/súč.	-3,81%	-4,29%	-4,03%

Zdroj: [VI. spracovanie]

Grafický prehľad vyťaženia operátorov zachytáva Obr. 34.



Obr. 34 Vyťaženie operátorov, súhrn [VI. spracovanie]

Zobrazené sú všetky 3 varianty pre všetky tri linky vo výrobnjej bunke. Z grafu možno pozorovať klesajúcu tendenciu vyťaženia. Pokles vyťaženia porovnaním liniek 15", 16" a 17" je zapríčinený dĺžkou času cyklu zariadenia. Keďže s rastúcou palcovitosťou plášťa sa predlžuje i čas cyklu zariadenia, no čas práce operátora zostáva stále rovnaký, vyťaženie operátora je tým nižšie, čím je vyššia palcovitosť plášťa.

Keď sa pozrieme na každú linku zvlášť a porovnáme súčasný stav, var. 1 a var. 2, vyťaženie operátora je najnižšie pri variante 2 a najvyššie v modeli súčasného stavu. Táto skutočnosť je vysvetlená v kapitolách 10.4.1 a 10.4.2.

Vyťaženie pracovníka je však chápané z doby zmeny 428 minút, vo Witsesse označenej ako On Shift Time. Pokiaľ by sme brali do úvahy aj časy prestávok pracovníka, jeho vyťaženie vzhľadom k celej dobe zmeny 480 minút by bolo vo všetkých troch prípadoch nižšie (viď Tab. 18).

Tab. 18 Vyťaženie operátorov z celkovej doby zmeny 480 minút

v min.	15" KM			16" KM			17" KM		
	súč	var.1	var.2	súč	var.1	var.2	súč	var.1	var.2
Zmena	480	480	480	480	480	480	480	480	480
On shift time	428	428	428	428	428	428	428	428	428
Off shift time	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Práca	263,86	259,15	247,56	233,09	224,61	214,73	218,71	211,95	201,46
Čakanie	216,14	220,85	232,44	246,91	255,39	265,27	261,29	268,05	278,54
<b>% busy</b>	<b>55,0%</b>	<b>54,0%</b>	<b>51,6%</b>	<b>48,6%</b>	<b>46,8%</b>	<b>44,7%</b>	<b>45,6%</b>	<b>44,2%</b>	<b>42,0%</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

## 10.5 Využitie kapacity zariadenia

### 10.5.1 Variant č. 1

Vo variante 1 je linka v prevádzke 428 minút a nevyužitá je 52 minút za zmenu, rovnako ako je tomu aj v súčasnosti. Celú linku však obsluhuje len 1 operátor.

V grafe (Obr. 35) je zachytené využitie zariadení KM a PU – kompletačného bubna všetkých troch konfekčných liniek z času On Shift Time. Presné hodnoty jednotlivých položiek grafu sú uvedené v tabuľke v prílohe P V.

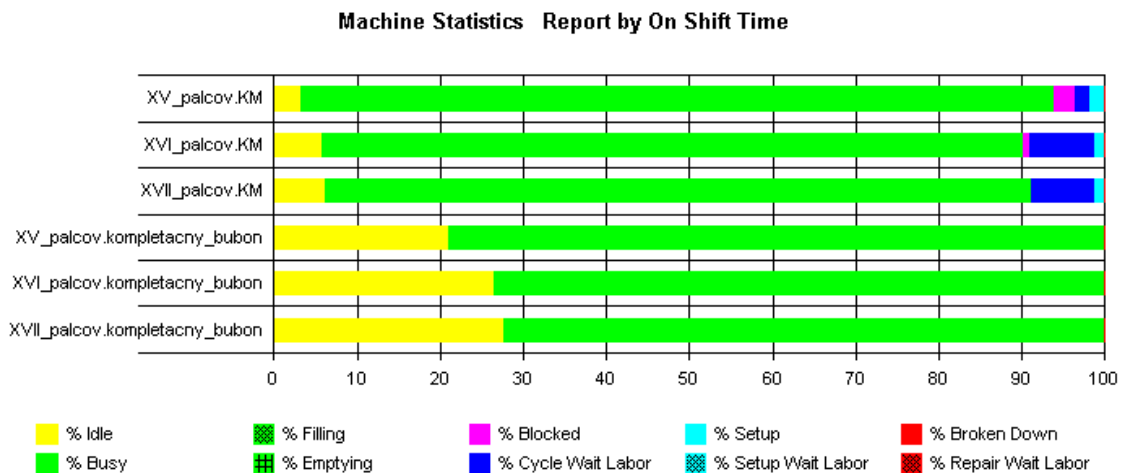
Z porovnania využitia zariadení vyplýva, že zariadenie KM je využité lepšie, pracuje dlhší čas ako kompletačný bubon. Nečinnosť kompletačného bubna (% Idle) pozostáva z času, kedy hotový surový plášť odoberá z kompletačného bubna transfering a kompletačný bubon v tomto čase nepracuje a ďalej z času čakania PU na kostry pri pomalšom čase cyklu KM. Čím dlhšie je teda čakanie zariadenia KM na obsluhu (% Cycle Wait Labor), tým je dlhší čas nečinnosti kompletačného bubna.

Nečinnosť zariadenia KM (% Idle) vzniká, keď operátor vykonáva výmenu polotovarov v časti PU, zariadenie KM vtedy stojí. Blokovanie KM (% Blocked) možno tiež prirátat



k času nečinnosti KM, v simulácii bolo zariadenie blokové z dôvodu čakania na operátora na konci cyklu. Operátor hotovú kostru kladie na dopravník a pokiaľ vykonával výmenu polotovaru v časti PU, kostra čakala v zariadení na odobratie.

Celková doba výmeny polotovarov v časti KM je v grafe zachytená ako % Setup. Počas doby trvania výmeny bolo zariadenie KM takisto nečinné.



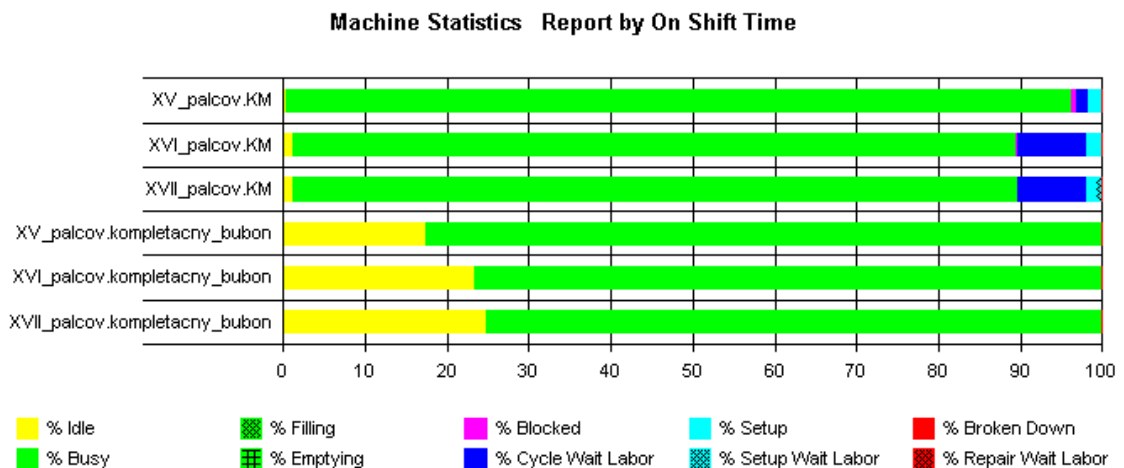
Obr. 35 Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 1 [VI. spracovanie]

Za zmenu sú tri linky KM-PU pri automatizácii časti PU a jednoobsluže linky schopné vyprodukovať celkom **1 158 ks** surových plášťov. Jednotlivé výstupy z liniek získané simuláciou sú uvedené v prílohe P V.

### 10.5.2 Variant č. 2

V tomto variante je konfekčná linka v prevádzke 464 minút, nevyužitých je 16 minút zmeny. Linku obsluhuje 1,33 človeka (1 operátor na každú linku + 1 striedač pre celú výrobnú bunku).

Využitie zariadenia v čase On Shift Time možno vidieť v grafe (Obr. 36). Tabuľka so zdrojovými dátami pre graf je obsiahnutá v prílohe P V.



Obr. 36 Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 2 [Vl. spracovanie]

Varianta 2 má niektoré rysy zhodné s variantom 1: Využitie zariadenia KM je lepšie v prípade všetkých troch liniek v porovnaní s využitím kompletačných bubnov. Čas cyklu KM 16" a 17" je predĺžený čakaním zariadenia na obsluhu, čo sa odzrkadlilo vo využití zariadenia kompletačný bubon. Čím je vyšší čas čakania KM na obsluhu, tým je vyšší čas nečinnosti kompletačného bubna.

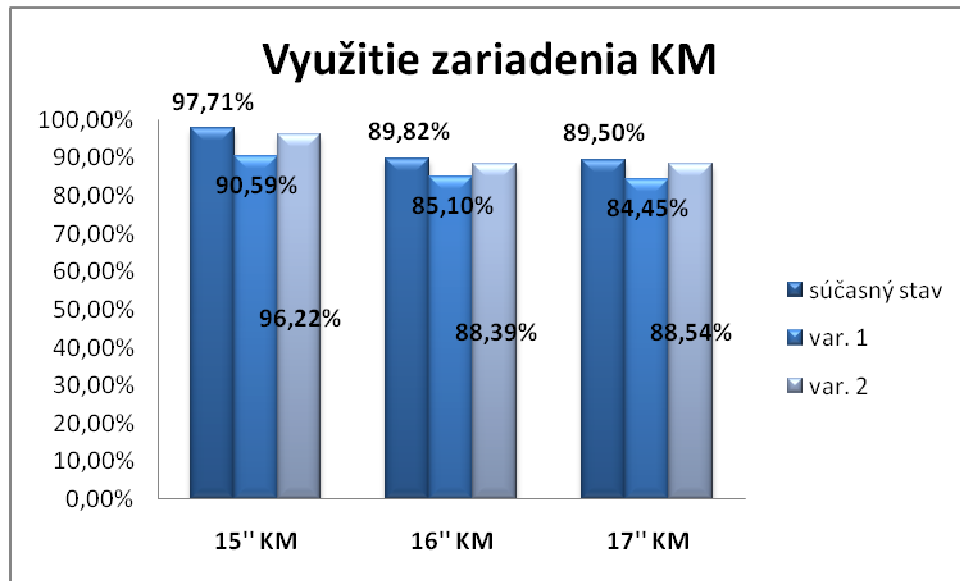
No oproti variantu 1 je čas nečinnosti všetkých troch liniek KM nižší. Striedač, ktorý zabezpečoval výmenu polotovarov v časti PU, umožnil nepretržitú prevádzku zariadenia KM.

Za zmenu sú tri linky KM-PU pri automatizácii časti PU, jednoobsluhu linky a s pridaním striedača, schopné vyprodukovať celkom **1 322 ks** surových plášťov. Jednotlivé výstupy z liniek získané simuláciou sú uvedené v prílohe P V.

### 10.5.3 Porovnanie variantov z hľadiska využitia zariadenia

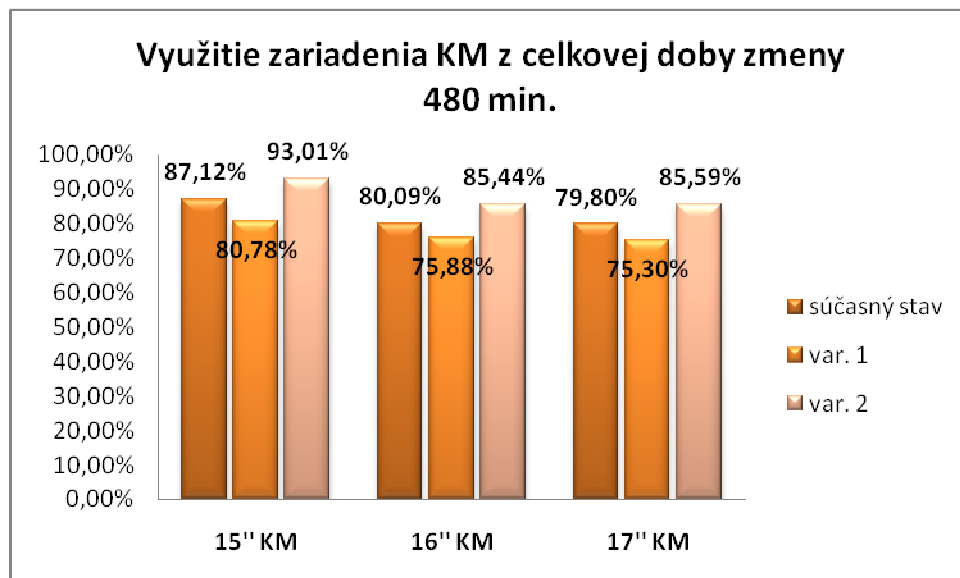
#### Využitie zariadenia KM:

Oproti súčasnému stavu badať nárast nečinnosti zariadenia KM v oboch variantoch, teda jeho nižšie využitie (viď Obr. 37). Príčinou je jednoobsluhu linky. Vo var. 1 pracovník musí sám vykonávať výmenu polotovarov v oboch častiach linky a zariadenie KM v tomto čase nepracuje. Preto je aj percento využitia zariadenia KM najnižšie v prípade var. 1.



Obr. 37 Porovnanie variantov z pohľadu využitia zariadenia KM  
[VI. spracovanie]

Súhrnný graf (Obr. 37) zachytáva len využitie zariadenia KM z celkového času jeho prevádzky (On Shift Time). V prípade súčasného stavu a var. 1 je to 428 minút, vo variante 2 o 36 minút viac, teda 464 minút. Pokiaľ by sa využitie zariadenia rátało z celej doby zmeny, vyzeralo by nasledovne (vid' Obr. 38).

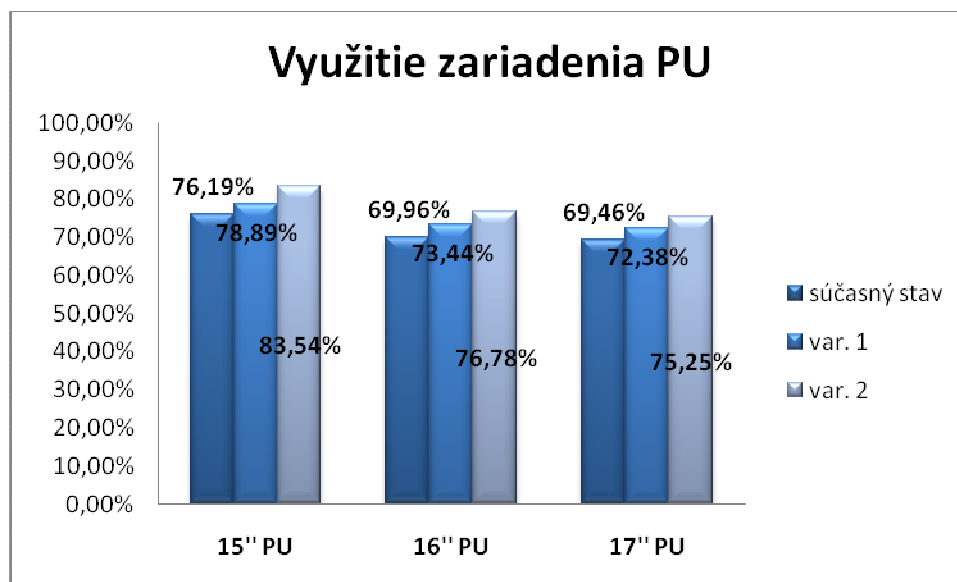


Obr. 38 Využitie zariadenia KM z celkovej doby zmeny 480 min  
[VI. spracovanie]

Postup výpočtu využitia zariadenia z celkovej doby zmeny je súčasťou prílohy P V. Po úprave je najvyššie využitie zariadenia KM vo var. 2. To znamená, že zabezpečením nepretržitej prevádzky zariadenia sa zvýšilo aj využitie jeho kapacity.

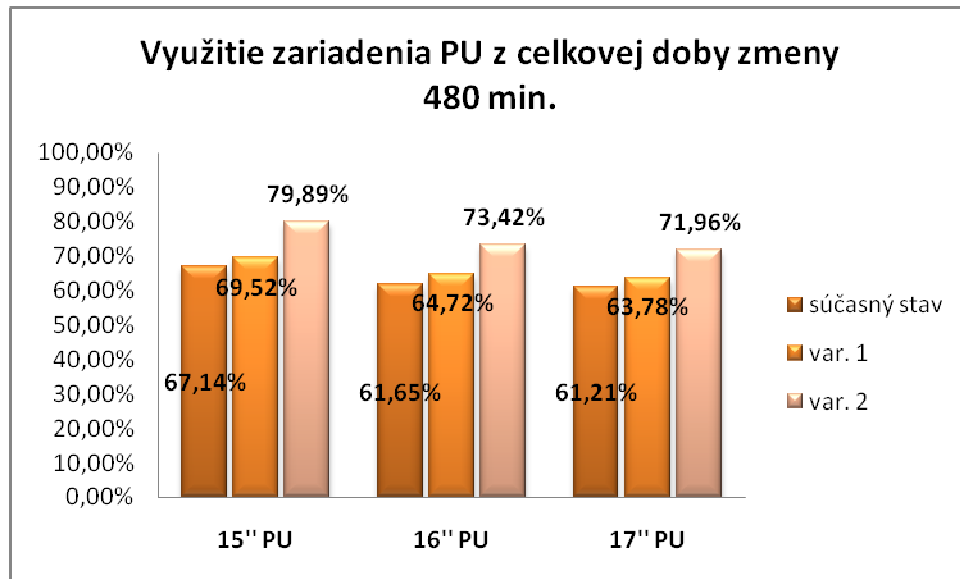
### Využitie zariadenia PU - kompletačného bubna:

Využitie kompletačného bubna sa odvíja od využitia zariadenia KM. Čím menej kostier KM vyprodukuje (teda čím menej je KM využité a čím dlhší je čas cyklu KM), tým menej je kompletačný bubon v prevádzke, teda jeho využitie klesá. Túto súvislosť je vidieť porovnaním Obr. 37 a Obr. 39, no len pri var. 1 a var. 2. V súčasnosti, bez zavedenej automatizácie na strane PU, je percento využitia zariadenia PU nižšie.



Obr. 39 Porovnanie variantov z pohľadu využitia zariadenia PU  
[VI. spracovanie]

Súhrnný graf (Obr. 39) opäť zachytáva len využitie kompletačného bubna z celkového času jeho prevádzky (v prípade súčasného stavu a var. 1 je to 423 minút, vo variante 2 je doba prevádzky 459 minút). Využitie zariadenia z celej doby zmeny poskytuje upravený graf (Obr. 40). Postup výpočtu je uvedený v prílohe P V.



Obr. 40 Využitie zariadenia PU z celkovej doby zmeny 480 min  
[VI. spracovanie]

Využitie zariadenia PU je najlepšie vo variante 2, teda počas jeho nepretržitej prevádzky.

#### **Odstránenie čakania na obsluhu liniek 16" a 17":**

V grafoch Obr. 35 a Obr. 36 je vidieť vysoký nárast čakania zariadenia 16" KM a 17" KM na obsluhu (% Cycle Wait Labor) v porovnaní so zariadením 15" KM. Keďže operátor v simulácii vykonáva pri všetkých troch linkách rovnaké činnosti, ktoré v simulácii trvajú rovnakú dobu, s narastajúcim časom cyklu (pri rastúcej palcovitosti plášťa) by malo čakanie zariadenia na obsluhu klesať. V reálnej prevádzke operátor vykonáva všetky činnosti v určitom slede a zariadenie KM teda nemusí na obsluhu nikdy čakať. V simulácii však operátor vykonáva každú činnosť podľa toho, ktoré zariadenie vyšle signál skôr. Preto vzniká spomínaná odchýlka. Pokiaľ čaká na obsluhu viacero zariadení súčasne, operátor obsluží prvé to, ktoré má vyššiu prioritu (najvyššiu prioritu má zariadenie KM).

Dá sa teda predpokladať, že čakanie KM na obsluhu je v prípade liniek 16" a 17" nulové. V prípade 0% čakania zariadenia na obsluhu by bol aj reálny výstup z liniek vyšší o **78 ks** (var. 1) a **82 ks** (var. 2) za zmenu. Postup výpočtu je uvedený v prílohe P VI.

## 10.6 Zhodnotenie projektu

Pre stanovenie optimálneho počtu pracovníkov vo výrobnjej bunke je potrebné posúdiť nielen využitie pracovníkov v jednotlivých variantoch, ale treba si tiež overiť, aké dopady budú mať prijaté opatrenia na celý proces konfekcie.

Súhrnný prehľad o počte pracovníkov, počte liniek a pracovnej dobe pre všetky 3 varianty (súč., var. 1 a var. 2) je uvedený v Tab. 19.

Tab. 19 Výrobná bunka z pohľadu jednotlivých variantov

Výrobná bunka	Súč.	Var.1	Var.2
Počet pracovníkov	6	3	4
Počet liniek	3	3	3
Pracovná doba (min.)	428	428	464
<b>Pracovná doba (h)</b>	<b>7,13</b>	<b>7,13</b>	<b>7,73</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Pri týchto podmienkach z var. 1 plynie:

- Úspora 1 pracovníka na linku, teda 3 pracovníkov na celú výrobnú bunku.
- Pokles vo vyťažení operátorov oproti súčasnosti pri úspore 3 operátorov.
- Kratší čas cyklu v časti KM aj PU oproti súčasnosti.
- Lepšie využitie zariadenia PU - kompletačného bubna (Obr. 40), no nižšie využitie zariadenia KM (Obr. 38) oproti súčasnému stavu.
- Vyšší výstup oproti súčasnému stavu o 44 ks za zmenu, no o 164 ks nižší oproti var. 2 (Tab. 20).

Var. 2 sa odlišuje od súčasného stavu a var. 1 v nasledovných bodoch:

- Úspora 1 pracovníka na linku. S pridaním striedača je úspora na celú výrobnú bunku v porovnaní so súčasným stavom 2 pracovníci.
- Vyťaženie operátorov vzhľadom k celkovému času zmeny je nezmenené oproti súčasnosti a vyššie v porovnaní s var. 1, pri úspore 2 pracovníkov na výrobnú bunku (Tab. 18).
- Vyťaženie striedača tvorí len cca 30 % času zmeny.
- Kratší čas cyklu v časti KM aj PU oproti súčasnosti.

- Najdlhší čas prevádzky zariadenia KM aj PU v porovnaní so súčasným stavom aj s var. 1 (Tab. 19).
- Najlepšie využitie zariadenia KM (Obr. 38) aj PU (Obr. 40) vzhľadom k celkovému času zmeny 480 minút v porovnaní so súčasnosťou aj var. 1.
- Vyšší výstup surových plášťov za zmenu oproti súčasnému stavu o 208 ks a oproti var. 1 o 164 ks za zmenu.

Oba varianty, var. 1 aj var. 2, sú vzhľadom k súčasnej úrovni technológie a organizačným podmienkam realizovateľné okamžite alebo v blízkej budúcnosti.

### 10.6.1 Zhodnotenie projektu z hľadiska produktivity

V tabuľke Tab. 20 je uvedený prehľad výstupu liniek KM-PU za zmenu a tiež vypočítaný prírastok výstupu variantov 1 a 2 oproti súčasnosti a medzi obidvomi variantmi navzájom. Tento výstup bol použitý pri výpočte produktivity práce.

Tab. 20 Výstup liniek KM-PU za zmenu vo všetkých variantoch

Linka	Výstup za zmenu (ks)			Prírastok výstupu		
	Súč.	Var.1	Var.2	Var.1/súč	Var.2/súč	Var2/var1
15"	418	432	498	14	80	66
16"	357	374	426	17	69	52
17"	339	352	398	13	59	46
<b>SPOLU</b>	<b>1114</b>	<b>1158</b>	<b>1322</b>	<b>44</b>	<b>208</b>	<b>164</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Produktivita práce z pohľadu počtu kusov vyrobených surových plášťov pripadajúcich na 1 pracovníka je pomer medzi výstupom a počtom pracovníkov. Najvyšší výstup na 1 pracovníka pripadá vo variante 1 (viď Tab. 21). Pokiaľ by sa produktivita prepočítala na 1 hodinu práce človeka, teda pomerom medzi výstupom a počtom odpracovaných hodín, produktivita bude najvyššia takisto vo var. 1.

Produktivita práce zariadenia je vypočítaná pomerom výstupu k celkovej dobe prevádzky zariadenia. Najlepší výsledok sa dosiahne realizáciou var. 2 (viď Tab. 21).

Keby porovnáme variant 1 a 2 so súčasným stavom, oba varianty sú výhodnejšie, pretože produktivita práce ako človeka, tak aj zariadenia, je v súčasnosti najnižšia.



Tab. 21 Produktivita práce človeka a zariadenia

Linka	Produktivita (ks/človek)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	209,00	432,00	373,50
16"	178,50	374,00	319,50
17"	169,50	352,00	298,50
<b>SPOLU</b>	<b>185,67</b>	<b>386,00</b>	<b>330,50</b>
Linka	Produktivita (ks/1 h práce človeka)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	29,30	60,56	48,30
16"	25,02	52,43	41,31
17"	23,76	49,35	38,60
<b>SPOLU</b>	<b>26,03</b>	<b>54,11</b>	<b>42,74</b>
Linka	Produktivita (ks/1 h práce zariadenia)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	58,60	60,56	64,40
16"	50,05	52,43	55,09
17"	47,52	49,35	51,47
<b>SPOLU</b>	<b>52,06</b>	<b>54,11</b>	<b>56,98</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Výpočet produktivity je založený na výstupe, ktorý poskytla simulácia. Pokiaľ by sa však zohľadnil v simulácii vplyv čakania zariadenia KM na obsluhu u liniek 16" a 17" (% Cycle Wait Labor by bolo nula), zmenil by sa celkový výstup a tým aj produktivita. Postup výpočtu upravenej produktivity práce človeka i zariadenia obsahuje príloha P VI. Výsledok však zostáva rovnaký ako v prípade výpočtu produktivity bez úpravy, teda realizáciou variantov 1 a 2 sa dosiahne vyššia produktivita ako je v súčasnosti.

### 10.6.2 Zhodnotenie projektu z hľadiska financií

Výpočtom produktivity práce sa preukázalo, že oba navrhované varianty budú v porovnaní so súčasným stavom výhodnejšie. Určenie finančného prínosu bude realizované z rozdielových hodnôt veličín, získaných porovnaním variantu 2 s variantom 1. Výsledok je možné interpretovať ako: O koľko vzrastú výnosy aj náklady pri realizácii variantu 2 v porovnaní s variantom 1 a koľko bude potom čistý zisk z produkcie?

#### Náklady na 1 zamestnanca:

Priemerná hrubá mzda v spoločnosti = 1000 €/mesiac

Náklady firmy na 1 zamestnanca = 1,352 \* 1000 = 1 352 €/mesiac

- Koeficient 1,352 sú odvody, ktoré musí firma za zamestnanca odvieť.

Ročné náklady firmy na 1 zamestnanca =  $1\,352\text{ €} * 12 = 16\,224\text{ €/rok}$

#### **Náklady na 4 zamestnancov:**

Pre variant 1 sú potrební 3 pracovníci, pre variant 2 je treba o jedného pracovníka viac. Rozdiel je teda 1 osoba. Firma pracuje v 4-zmennej prevádzke, takže rozdiel medzi variantmi je 1 pracovník \* 4 zmeny = 4 pracovníci, ktorých je nutné zaplatiť.

Náklady firmy na 4 zamestnancov =  $16\,224\text{ €} * 4 = \mathbf{64\,896\text{ €/rok}}$

Realizáciou variantu 2 by náklady na zamestnancov vzrástli o  $64\,896\text{ €/rok}$  v porovnaní s var. 1.

#### **Výnosy z produkcie:**

Vyrobených plášťov =  $164\text{ ks} * 3\text{ zmeny} * 325\text{ dní} = 159\,900\text{ ks/rok}$

- 164 ks plášťov je rozdiel medzi var. 1 a var. 2, získaných simuláciou
- 325 dní je pracovný fond spoločnosti pre tento rok

Čistý zisk na 1 plášť = tržby – náklady =  $x$

Zisk z produkcie =  $\mathbf{159\,900\text{ x/rok}}$

Zisk z produkcie bude prijatím variantu 2 o  $159\,900 * x$  za rok vyšší (v prípade straty nižší) oproti var. 1.

#### **Čistý zisk:**

Čistý zisk z produkcie = výnosy z produkcie – náklady na zamestnancov

**Čistý zisk z produkcie =  $159\,900\text{ x} - 64\,896$**

Po dosadení konkrétneho čistého zisku z predaja jedného plášťa za  $x$  by sme zistili, aký veľký by bol ziskový rozdiel pri realizácii variantu 2 v porovnaní s variantom 1. No už pri  $x = (64\,896/159\,900) = \mathbf{0,41\text{ €}}$  sa variant 2 vyplatí viac.

## **10.7 Výber variantu**

Pokiaľ porovnáme všetky klady a zápory oboch navrhovaných riešení, špecifikované v kapitole 10.6, ako najlepšie riešenie hodnotím variant 2. Je to najmä pre najvyšší dosahovaný výstup za zmenu, najvyššiu produktivitu práce zariadenia a najlepšie vyťaženie ope-

rátorov pri úspore 2 pracovníkov na celú výrobnú bunku. Pri ziskovej výrobe je variant 2 výhodnejší oproti variantu 1 už pri čistom zisku 0,41 € na 1 plášť.

Najväčší nedostatok tohto variantu spočíva v nízkom vyťažení striedača. Ako vyplynulo zo simulácie, keby striedač pracoval len počas prestávok operátorov a pri výmene polotovarov, jeho vyťaženie by tvorilo necelých 30 % pracovného času. Zvyšných nevyužitých 70 % času zmeny sa vyplní pridaním ďalších činností.

## 10.8 Pracovná náplň striedača

Pracovná náplň striedača bola vypracovaná jednak podľa pracovnej náplne konfekcionára, pozorovaním procesu konfekcie priamo v prevádzke a konzultáciou s projektovým tímom.

- Pracovník bude striedať obsluhu 3 konfekčných liniek. Na začiatku a na konci každej zmeny preberie resp. odovzdá KL z pohľadu funkčnosti, bezpečnosti a poriadku v priestoroch KL a vykoná o tom zápis do EKSP. Táto povinnosť je v súčasnosti náplňou práce konfekcionára. Zistené závažné nedostatky nahlási zmenovému majstrovi, ostatné odstráni v spolupráci so striedačom predchádzajúcej resp. nasledujúcej zmeny.
- Na začiatku každej zmeny striedač prevezme od zmenového majstra zmenový plán. S pracovníkom vychystávania skontroluje vychystané polotovary pri KL a v prípade nedostatku zabezpečí ich vychystanie. Počas zmeny bude zabezpečovať pravidelný prísun polotovarov ku KL a ich prípadný nedostatok resp. zastavenie KL okamžite nahlási zmenovému majstrovi. Bude zabezpečovať tiež výmenu polotovarov a nesie zodpovednosť za správne uloženie polotovarov v priestoroch KL. Polotovary musia byť uložené na miestach k tomu určených, kazety nesmú zasahovať do manipulačných uličiek.
- V prípade poruchy KL privolá zmenovú údržbu a prestoj nahlási zmenovému majstrovi. V prípade prestoja bude pracovať podľa pokynov zmenového majstra na inej KL, čistením KL a pod.
- Striedač bude ďalej zabezpečovať striedanie rozmerov podľa denného plánu, akúkoľvek zmenu alebo problém neodkladne nahlási zmenovému majstrovi. Na zmene rozmeru sa bude podieľať výmenou kostrového bubna. V prípade zmeny palcovitosti na KL privolá zoraďovača a zmenu rozmeru vykonajú spoločne.

- Pred koncom každej zmeny bude odvážať odpady vyprodukované na KL do karanténneho priestoru, kde ich odváži, uskladní a zapíše do tlačiva k tomu určeného. V spolupráci s inštruktorom výroby zabezpečí vyradenie nevyhovujúcich polotovarov a ich odvoz do karanténneho priestoru.
- Počas celej zmeny bude dbať o poriadok v priestoroch KL vo výrobnej bunke, kde vykonáva funkciu striedača.

## ZÁVĚR

So zosťihľovaním a bunkovým usporiadaním výroby súvisí aj problematika stanovenia optimálneho počtu pracovníkov pre výrobnú bunku. Slovo optimálny znamená najlepší, najvyhovujúcejší, teda je to taký počet pracovníkov, s ktorým výrobná bunka bude dosahovať najlepšie výsledky ako v oblasti produktivity, tak i efektivity.

Hlavným cieľom práce bolo určiť optimálny počet pracovníkov pre výrobnú bunku výroby autoplášťov v spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o.

Práca je členená na dve časti, ktoré na seba nadväzujú. Prvá časť predstavuje úvod do problematiky z teoretického pohľadu. V literárnej rešerši som sa zaoberala štíhlou a bunkovou výrobou, kapacitným plánovaním a rozhodovaním, projektovaním efektívnej práce a simuláciami.

Po predstavení firmy v úvode druhej časti bola vykonaná analýza súčasného stavu pracoviska konfekcie. Pre analyzovanie procesu konfekcie slúžil simulačný model, v ktorom bol simulovaný súčasný stav linky KM-PU, zachytávajúci 3 konfekčné linky pre zástupcov 15", 16" a 17" plášťov. Z výstupov simulácie som sa zamerala najmä na vytáženie pracovníkov – konfekcionárov a využitie zariadenia. Nedostatkom súčasného layoutu bola predovšetkým nízka vytáženosť pracovníkov v časti PU.

Návrh projektu vychádzal z poznatkov analýzy a navrhnutých bolo 7 variantov riešenia, z ktorých si projektový tím vybral dva. Tieto boli následne simulované v programe Witness a vyhodnotené z hľadiska využitia zariadenia a vytáženia pracovníkov. Vo variantoch bolo zapracované navrhované zlepšenie – automatizácia strany PU odstránením činností kontroly a úsporou 1 pracovníka na konfekčnú linku. Oba varianty spĺňajú vedľajší cieľ – zvýšenie produktivity práce, variantom 1 sa dosiahnu lepšie výsledky v produktivite práce človeka, variantom 2 v produktivite práce zariadenia (viď kapitola 10.6.1). Cieľ lepšie využitie kapacity zariadenia spĺňa variant 2, kedy sa systémom striedania zabezpečila nepretržitá prevádzka zariadenia (viď kapitola 10.5.3). Vďaka automatizácii a odstráneniu niektorých činností obsluhy, ktoré nepridávajú výrobku hodnotu (kontrola) sa zvýšil taktiež výkon zariadenia v oboch riešených variantoch. Pri súčasných technických a organizačných možnostiach, ktoré boli zanesené do modelu, je najvyšší výstup z linky dosahovaný vo variante 2.

Po zhodnotení všetkých spomínaných prínosov oboch variantov, optimálne riešenie počtu pracovníkov sa dosiahne realizáciou variantu č. 2, teda 4 pracovníci pre výrobnú bunku. Výber variantu je podporený aj prepočtom finančného prínosu, ktorým variant 2 prevyšuje variant 1 (viď kapitola 10.6.2). Hlavný cieľ práce – stanovenie optimálneho počtu pracovníkov vo výrobnej bunke výroby autoplášťov bol týmto splnený.

Vytvorený simulačný model slúžil pre stanovenie optimálneho počtu pracovníkov, no poskytuje mnoho ďalších možností využitia v spoločnosti. Umožňuje napríklad sledovať správanie celého systému a objavovať úzke miesta v procese. V súvislosti s neustálym zlepšovaním a meniacimi sa podmienkami stačí potom zmeny zaniest' do modelu a ich dopady je možné ihneď pozorovať.

Spracovanie diplomovej práce bolo pre mňa prínosom. Jednak som mala možnosť zdokonaľiť svoje zručnosti v práci s programom Witness, získať nové skúsenosti z oblasti priemyselného inžinierstva a vďaka spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o. rozšíriť svoje vedomosti o poznatky z oblasti gumárenskej výroby, ktorá má v Púchove dlhoročnú tradíciu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DEKAN, J. *Gumárenská technológia : Učebné texty*. Púchov, Continental Matador Rubber, s. r. o., 2008. 108 s.
- [2] DLOUHÝ, M., et al. *Simulace podnikových procesů*. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [3] GREGOR, M., et al. *Simulation of Manufacturing System*. 1st edition. Bielsko-Biala : Politechnika Łódzka, 1998. 131 s. ISBN 83-87087-11-4.
- [4] Interné materiály spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o.
- [5] JIRÁSEK, J. *Souboj mozků v řízení*. 1. vyd. Praha : Alfa Publishing, 2004. 176 s. ISBN 80-86851-01-X.
- [6] JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1998. 208 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [7] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [8] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina : INFORM, 2002. 259 s. ISBN 80-968583-1-9.
- [9] KOŠTURIÁK, J., et al. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha : Alfa Publishing, 2006. 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [10] KOŠTURIÁK, J.. *IPA Slovakia : Štíhly podnik* [online]. 2009 [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <[http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=16&sub\\_id=0&pos=1](http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=16&sub_id=0&pos=1)>.
- [11] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota : 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1. vyd. Praha : Management Press, 2008. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [12] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [13] 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.



- [14] MAŠÍN, I. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. 1. vyd. Liberec : Institut technologií a managementu, 2005. 99 s. ISBN 80-903533-1-2.
- [15] MAŠÍN, I. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích : Principy výrobních systémů pro 21. století*. 1. vyd. Liberec : Institut technologií a managementu, 2004. 101 s. ISBN 80-903533-0-4.
- [16] *Matador : História* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://matador.sk/index.cfm?Module=ActiveWeb&page=WebPage&s=history>>.
- [17] *Matador : Logotypy* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://matador.sk/index.cfm?Module=ActiveWeb&page=WebPage&s=logo>>.
- [18] MELČÁK, M. *Výrobní management : Učební texty*. 1. vyd. Zlín : Vysoké učení technické v Brně, 1999. 254 s. ISBN 80-214-1393-X.
- [19] PAVELKA, M., NOVÁK, I. Využití simulace v hodnocení výrobních procesů. *Úspěch : Produktivita & inovace v souvislostech*. 2009, č. 4, s. 13-14. ISSN 1803-5183.
- [20] *Matador : Profil* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://matador.sk/index.cfm?Module=ActiveWeb&page=WebPage&s=profile&a=1>>.
- [21] SALVENDY, G. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd edition. Wiley-interscience : New York, 2001. 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
- [22] *Simulation and Simulation Software Explained* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.lanner.com/en/simulation-explained.cfm>>.
- [23] STEVENSON, W. J. *Operations Management*. 9th edition. New York : McGraw-Hill/Irwin, 2007. 903 s. ISBN 978-0-07-304191-9.
- [24] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2. dopl. vyd. Praha : Grada Publishing, 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
- [25] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. 2. uprav. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

- [26] VEJDĚLEK, J. *Jak zlepšit výrobní proces*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1998. 80 s. ISBN 80-7169-583-1.
- [27] Výpis z Obchodného registra Okresného súdu Trenčín. *Obchodný register* [online]. [Trenčín (Slovenská republika)]: [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.orsr.sk/vypis.asp?ID=87613&SID=6&P=1>>.
- [28] Výročná správa Continental Matador Rubber, s. r. o. za rok 2007
- [29] *Witness : Aplikační oblasti* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.humusoft.cz/produkty/witness/aplikace/>>.
- [30] *Witness : Simulace procesů* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.humusoft.cz/produkty/witness/simulace/>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CMR	Continental Matador Rubber
EKSP	Evidenčná kniha spracovaných polotovarov
IDV	Identifikačné číslo výrobku
KL	Konfekčná linka
KM-PU	Typ dvojstupňovej konfekčnej linky, pozostávajúci zo stupňa KM a stupňa PU
KM	Karkasse Machine, zariadenie pre výrobu kostier
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
OKL	Typ jednostupňovej konfekčnej linky
PU	Produktionsunit, produkčná jednotka
SICK	Bezpečnostná svetelná brána
Súč.	Súčasný stav
Var. 1	Variant 1
Var. 2	Variant 2
VG	Vnútoraná guma

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Postup projektovania a vytvorenia výrobnj bunky .....	14
Obr. 2 Flexibilita buniek s ohľadom na požiadavky zákazníka.....	16
Obr. 3 Prvky štíhlej výroby .....	18
Obr. 4 Princíp počítačovej simulácie.....	35
Obr. 5 Hlavné prvky simulačného modelu výrobného systému.....	36
Obr. 6 Continental Matador Rubber, s.r.o. ....	40
Obr. 7 História obchodnej značky Matador.....	41
Obr. 8 Štruktúra Výrobného systému Continental Tires .....	43
Obr. 9 Schéma toku materiálu vo výrobe osobných radiálnych plášťov.....	45
Obr. 10 Zloženie plášťa .....	47
Obr. 11 Linka KM-PU, časť KM, pohľad spredu.....	48
Obr. 12 Konfekcia I. stupeň (KM).....	49
Obr. 13 Konfekčná linka KM-PU, časť PU.....	50
Obr. 14 Voz so surovými plášťami.....	51
Obr. 15 Konfekcia II. stupeň (PU).....	51
Obr. 16 Súčasný layout konfekčnej linky KM-PU .....	52
Obr. 17 Graf vyťaženia pracovníkov .....	57
Obr. 18 Zmena, časť KM.....	58
Obr. 19 Zmena, časť PU .....	58
Obr. 20 Kazeta s kostrovou vložkou.....	59
Obr. 21 Stojan so špirálovými cievkami.....	60
Obr. 22 Linka KM-PU, časť KM, pohľad zozadu .....	61
Obr. 23 Využitie zariadenia KM a PU - kompletačného bubna .....	62
Obr. 24 Harmonogram projektu.....	66
Obr. 25 Layout konfekčnej linky, var. 1.....	69
Obr. 26 Layout konfekčnej linky, var. 2.....	71
Obr. 27 Zmena, stroje KM.....	73
Obr. 28 Zmena, stroje PU .....	73
Obr. 29 Zmena striedača .....	74
Obr. 30 Vyťaženie operátorov, var. 1 .....	75
Obr. 31 Porovnanie vyťaženia operátora variantu 1 so súčasným stavom.....	75

---

Obr. 32 Vyt'aženie pracovníkov výrobnéj bunky, var. 2 .....	76
Obr. 33 Porovnanie vyt'aženia operátorov variantu 2 so súčasným stavom.....	77
Obr. 34 Vyt'aženie operátorov, súhrn .....	78
Obr. 35 Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 1 .....	80
Obr. 36 Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 2 .....	81
Obr. 37 Porovnanie variantov z pohľadu využitia zariadenia KM.....	82
Obr. 38 Využitie zariadenia KM z celkovej doby zmeny 480 min. ....	82
Obr. 39 Porovnanie variantov z pohľadu využitia zariadenia PU .....	83
Obr. 40 Využitie zariadenia PU z celkovej doby zmeny 480 min.....	84

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Porovnanie funkčného a bunkového layoutu.....	13
Tab. 2 Rozdelenie času smeny z hľadiska normovania.....	22
Tab. 3 Možnosti a hranice simulácie v podnikoch .....	31
Tab. 4 Vybrané softwarové balíčky pre simuláciu výrobných procesov.....	37
Tab. 5 Aplikačné oblasti simulácií .....	38
Tab. 6 Vývoj počtu zamestnancov a tržieb.....	41
Tab. 7 Časy pracovných činností linky, časť KM .....	54
Tab. 8 Časy pracovných činností linky, časť PU.....	55
Tab. 9 Výkonová norma pracoviska konfekcie .....	58
Tab. 10 Spotreba polotovarov za 1 zmenu .....	60
Tab. 11 Štandard výmeny polotovarov .....	61
Tab. 12 Výpočet doby výmeny polotovarov .....	61
Tab. 13 Časy pracovných operácií, stupeň KM, budúci stav .....	70
Tab. 14 Časy pracovných operácií, stupeň PU, budúci stav.....	70
Tab. 15 Pracovná zmena operátorov, variant 2 .....	73
Tab. 16 Členenie času zmeny operátorov a striedača, variant 2.....	74
Tab. 17 Rozdiel medzi variantmi vo vyt'ažení operátorov .....	78
Tab. 18 Vyt'aženie operátorov z celkovej doby zmeny 480 minút.....	79
Tab. 19 Výrobná bunka z pohľadu jednotlivých variantov .....	85
Tab. 20 Výstup liniek KM-PU za zmenu vo všetkých variantoch .....	86
Tab. 21 Produktivita práce človeka a zariadenia .....	87

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Časové snímky

Příloha P II Layout současného stavu pracoviště konfekce

Příloha P III Layout budoucího stavu výrobní bunky procesu konfekce

Příloha P IV Vytřázení pracovníků

Příloha P V Využití zařízení

Příloha P VI Odstránění čekání zařízení KM 16" a 17" na obsluhu, variant 1 a 2



## PŘÍLOHA P I: ČASOVÉ SNÍMKY

Časový snímok, časť KM, 15" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Osadenie lán	6	7	7	6	7	6,6	0,110
2.	Navinutie vnútornej gumy	4	3	3	3	4	3,4	0,057
3.	Navinutie kostrovej vložky	3	4	3	4	3	3,4	0,057
4.	Nabombírovanie kostrovej vložky	5	4	5	4	4	4,4	0,073
5.	Ohrnutie cez ojadrované laná	7	8	7	8	7	7,4	0,123
6.	Navinutie bočníc	11	11	11	11	11	11,0	0,183
7.	Zavaľovanie bočníc	14	14	14	14	14	14,0	0,233
8.	Kontrola spoja VG, radlovanie	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Kontrola spoja kostry, radlovanie	3	3	4	3	3	3,2	0,053
10.	Príprava ojadrovaných lán	7	7	7	7	8	7,2	0,120
11.	Kontrola spoja bočníc, radlovanie	3	3	3	3	4	3,2	0,053
12.	Vloženie ojadrovaných lán	6	6	6	6	7	6,2	0,103
13.	Príprava čiarového kódu	3	3	3	2	3	2,8	0,047
14.	Odobratie kostry, uloženie na dopravník	5	5	6	5	6	5,4	0,090
15.	Nalepenie čiarového kódu	2	3	2	3	2	2,4	0,040
<b>Čas cyklu</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>59,8</b>	<b>0,997</b>

ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

Časový snímok, časť PU, 15" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Nasunutie kostry	12	12	12	12	13	12,2	0,203
2.	Čakanie hotového plášťa v transferingu	6	5	6	5	5	5,4	0,090
3.	Presun nárazníkového obalu transferingom	14	15	15	15	15	14,8	0,247
4.	Zavaľovanie behúňa na kostru	20	19	19	19	19	19,2	0,320
5.	Navinutie nárazníka 1	8	8	8	8	9	8,2	0,137
6.	Pootočenie nárazníkového bubna do ťtej polohy	1	1	1	1	1	1,0	0,017
7.	Navinutie nárazníka 2	8,4	8,4	9	8	8	8,5	0,142
8.	Otočenie nárazníkových bubnov	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Navinutie špirály	23	23	23	24	24	23,4	0,390
10.	Navinutie behúňa	10	11	10	11	10	10,4	0,173
11.	Uchytenie a transfering hotového plášťa	8	8	8	8	9	8,2	0,137
12.	Odobratie a založenie hotového plášťa	7	8	7	8	8	7,6	0,127
13.	Kontrola spoja nárazníka 1	3	4	3	3	3	3,2	0,053
14.	Kontrola spoja behúňa, radlovanie	4	4	4	4	5	4,2	0,070
<b>Čas cyklu</b>		<b>60</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>59,8</b>	<b>0,997</b>

ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

Časový snímok, časť KM, 16" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Osadenie lán	7	8	8	7	8	7,6	0,127
2.	Navinutie vnútornej gumy	4	4	4	3	4	3,8	0,063
3.	Navinutie kostrovej vložky	5	4	5	4	5	4,6	0,077
4.	Nabombírovanie kostrovej vložky	5	4	5	4	4	4,4	0,073
5.	Ohrnutie cez ojadrované laná	7	8	7	8	7	7,4	0,123
6.	Navinutie bočníc	12	12	12	12	11	11,8	0,197
7.	Zavaľovanie bočníc	15	15	15	16	15	15,2	0,253
8.	Kontrola spoja VG, radlovanie	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Kontrola spoja kostry, radlovanie	3	3	4	3	3	3,2	0,053
10.	Príprava ojadrovaných lán	7	7	7	7	8	7,2	0,120
11.	Kontrola spoja bočníc, radlovanie	3	3	3	3	4	3,2	0,053
12.	Vloženie ojadrovaných lán	6	6	6	6	7	6,2	0,103
13.	Príprava čiarového kódu	3	3	3	2	3	2,8	0,047
14.	Odobratie kostry, uloženie na dopravník	5	5	6	5	6	5,4	0,090
15.	Nalepenie čiarového kódu	2	3	2	3	2	2,4	0,040
<b>Čas cyklu</b>		<b>65</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>64,4</b>	<b>1,073</b>

ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

Časový snímok, časť PU, 16" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Nasunutie kostry	14	14	13	14	13	13,6	0,227
2.	Čakanie hotového plášťa v transferingu	6	5	6	5	5	5,4	0,090
3.	Presun nárazníkového obalu transferingom	16	16	16	16	15	15,8	0,263
4.	Zavaľovanie behúňa na kostru	20	20	20	21	20	20,2	0,337
5.	Navinutie nárazníka 1	8	9	8	9	9	8,6	0,143
6.	Pootočenie nárazníkového bubna do ťmej polohy	1	1	1	1	1	1,0	0,017
7.	Navinutie nárazníka 2	9	8,4	9	9	9	8,9	0,148
8.	Otočenie nárazníkových bubnov	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Navinutie špirály	24	24	24	24	24	24,0	0,400
10.	Navinutie behúňa	11	12	12	11	12	11,6	0,193
11.	Uchytenie a transfering hotového plášťa	10	9	10	9	9	9,4	0,157
12.	Odobratie a založenie hotového plášťa	7	8	7	8	8	7,6	0,127
13.	Kontrola spoja nárazníka 1	3	4	3	3	3	3,2	0,053
14.	Kontrola spoja behúňa, radlovanie	4	4	4	4	5	4,2	0,070
<b>Čas cyklu</b>		<b>66</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>62</b>	<b>64,4</b>	<b>1,073</b>

ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

Časový snímok, časť KM, 17" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Osadenie lán	6	7	7	6	7	6,6	0,110
2.	Navinutie vnútornej gumy	4	4	5	4	4	4,2	0,070
3.	Navinutie kostrovej vložky	5	4	4	4	4	4,2	0,070
4.	Nabombírovanie kostrovej vložky	6	6	7	6	6	6,2	0,103
5.	Ohrnutie cez ojadrované laná	8	9	9	8	9	8,6	0,143
6.	Navinutie bočníc	12	13	12	12	13	12,4	0,207
7.	Zavaľovanie bočníc	16	16	16	16	16	16,0	0,267
8.	Kontrola spoja VG, radlovanie	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Kontrola spoja kostry, radlovanie	3	3	4	3	3	3,2	0,053
10.	Príprava ojadrovaných lán	7	7	7	7	8	7,2	0,120
11.	Kontrola spoja bočníc, radlovanie	3	3	3	3	4	3,2	0,053
12.	Vloženie ojadrovaných lán	6	6	6	6	7	6,2	0,103
13.	Príprava čiarového kódu	3	3	3	2	3	2,8	0,047
14.	Odobratie kostry, uloženie na dopravník	5	5	6	5	6	5,4	0,090
15.	Nalepenie čiarového kódu	2	3	2	3	2	2,4	0,040
<b>Čas cyklu</b>		<b>67</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>67,8</b>	<b>1,130</b>

ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

Časový snímok, časť PU, 17" plášť

P.č.	Pracovná operácia	Meranie (s)					Priemerný čas (s):	Priemerný čas (min):
		1	2	3	4	5		
1.	Nasunutie kostry	14	15	14	14	15	14,4	0,240
2.	Čakanie hotového plášťa v transferingu	7	6	6	6	6	6,2	0,103
3.	Presun nárazníkového obalu transferingom	16	17	16	17	16	16,4	0,273
4.	Zavaľovanie behúňa na kostru	21	21	21	21	22	21,2	0,353
5.	Navinutie nárazníka 1	9	9	9	8	9	8,8	0,147
6.	Pootočenie nárazníkového bubna do 0tej polohy	1	1	1	1	1	1,0	0,017
7.	Navinutie nárazníka 2	9	9	9	8	9	8,8	0,147
8.	Otočenie nárazníkových bubnov	4	3	3	3	3	3,2	0,053
9.	Navinutie špirály	26	25	25	25	25	25,2	0,420
10.	Navinutie behúňa	12	12	13	12	12	12,2	0,203
11.	Uchytenie a transfering hotového plášťa	9	10	9	10	10	9,6	0,160
12.	Odobratie a založenie hotového plášťa	7	8	7	8	8	7,6	0,127
13.	Kontrola spoja nárazníka 1	3	4	3	3	3	3,2	0,053
14.	Kontrola spoja behúňa, radlovanie	4	4	4	4	5	4,2	0,070
<b>Čas cyklu</b>		<b>67</b>	<b>69</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>67,8</b>	<b>1,130</b>

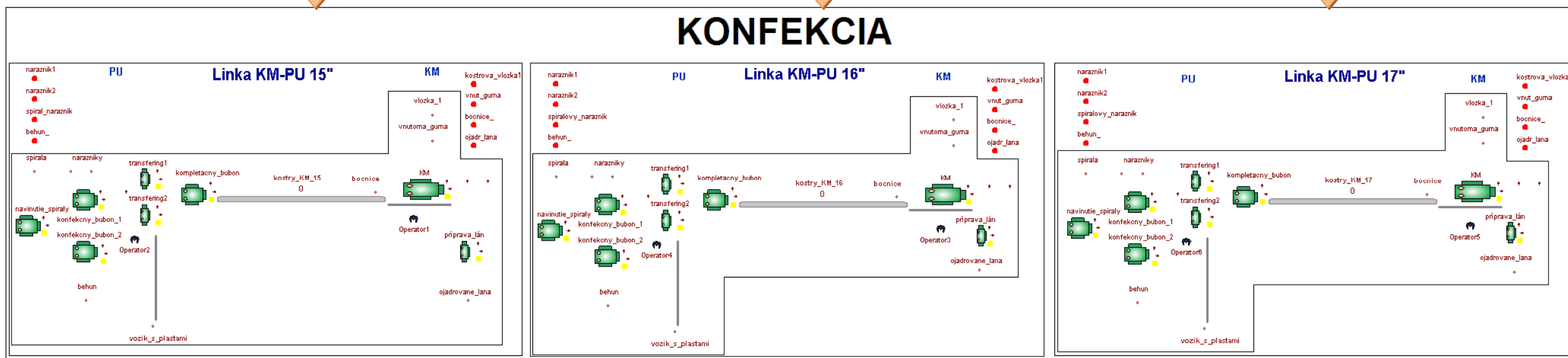
ZARIADENIE

OBSLUHA

Zdroj: [VI. spracovanie]

# VYCHYSTÁVANIE POLOTOVAROV

## KONFEKCIA



# MEDZISKLAD SUROVÝCH PLÁŠŤOV

↓ materiálový tok

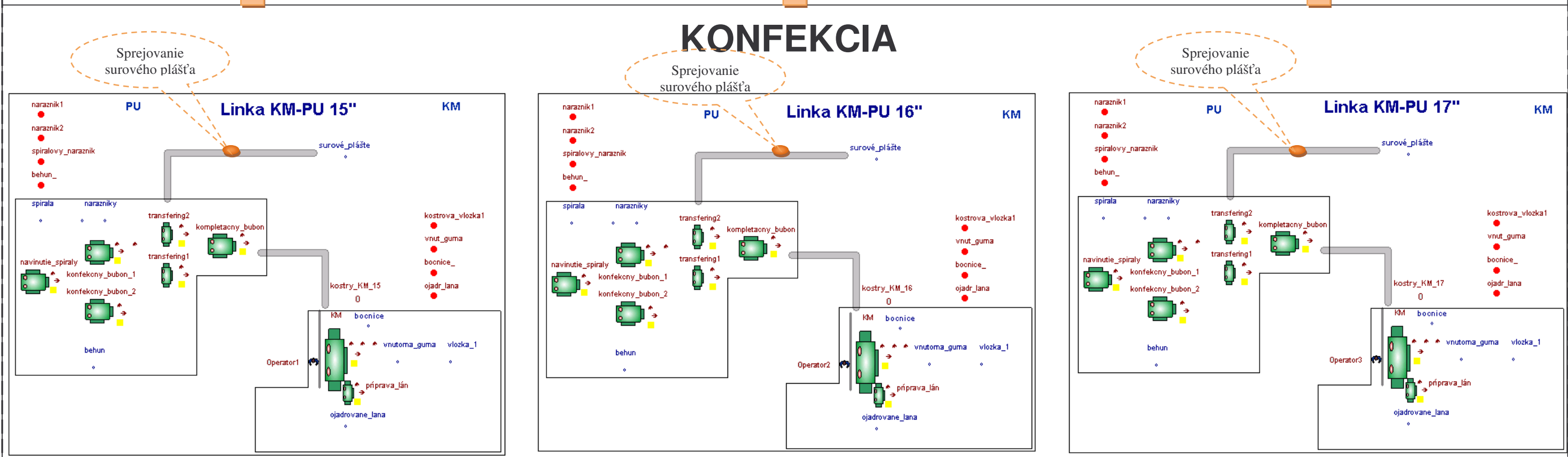
PRÍLOHA P III LAYOUT BUDÚCEHO STAVU VÝROBNEJ BUNKY PROCESU KONFEKCIE

LISOVANIE

MEDZISKLAD SUROVÝCH PLÁŠŤOV

KONFEKCIA

VYCHYSTÁVANIE POLOTOVAROV



--- výrobná bunka



materiálový tok

## PRÍLOHA P IV VYŤAŽENIE PRACOVNÍKOV

Vyt'aženie pracovníkov, súčasný stav

Operátor	Name	% Busy	% Idle	Avg Job Time
15" KM	XV_palcov.Operator1	61,65	38,35	0,09
16" KM	XVI_palcov.Operator3	54,46	45,54	0,09
17" KM	XVII_palcov.Operator5	51,1	48,9	0,09
15" PU	XV_palcov.Operator2	31,81	68,19	0,1
16" PU	XVI_palcov.Operator4	27,55	72,45	0,11
17" PU	XVII_palcov.Operator6	26,38	73,62	0,11

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Vyt'aženie pracovníkov, var. 1

Operátor	Name	% Busy	% Idle	Avg Job Time
15" KM	XV_palcov.Operator1	60,62	39,38	0,12
16" KM	XVI_palcov.Operator2	52,48	47,52	0,12
17" KM	XVII_palcov.Operator3	49,52	50,48	0,12

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Vyt'aženie pracovníkov, var. 2

Operátor	Name	% Busy	% Idle	Avg Job Time
Striedač	Striedac	27,32	72,69	0,2
15" KM	XV_palcov.Operator1	57,87	42,2	0,11
16" KM	XVI_palcov.Operator2	49,96	50,05	0,11
17" KM	XVII_palcov.Operator3	46,97	53,16	0,11

Zdroj: [Vl. spracovanie]

## PRÍLOHA P V VYUŽITIE ZARIADENIA

Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, súč.

Name	% Busy	% Idle	% Blocked	% Cycle Wait Labor	% Setup	% Setup Wait Labor
15" KM	97,71	0,08	0	1,01	1,11	0,08
16" KM	89,82	0,08	0	8,86	1,11	0,12
17" KM	89,5	0,08	0	9,18	1,11	0,12
15" komplet.bubon	76,19	23,81	0	0	0	0
16" komplet.bubon	69,96	30,04	0	0	0	0
17" komplet.bubon	69,46	30,54	0	0	0	0

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 1

Name	% Busy	% Idle	% Blocked	% Cycle Wait Labor	% Setup	% Setup Wait Labor
15" KM	90,59	3,31	2,5	1,79	1,65	0,17
16" KM	84,46	5,81	0,7	7,8	1,11	0,12
17" KM	85,1	6,12	0	7,54	1,11	0,12
15" komplet.bubon	78,89	21,11	0	0	0	0
16" komplet.bubon	73,44	26,56	0	0	0	0
17" komplet.bubon	72,38	27,62	0	0	0	0

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Využitie zariadenia KM a kompletačného bubna, var. 2

Name	% Busy	% Idle	% Blocked	% Cycle Wait Labor	% Setup	% Setup Wait Labor
15" KM	96,22	0,07	0	1,91	1,64	0,15
16" KM	88,39	1,25	0,16	8,34	1,64	0,23
17" KM	88,54	1,18	0	8,27	1,03	0,99
15" komplet.bubon	83,54	16,46	0	0	0	0
16" komplet.bubon	76,78	23,22	0	0	0	0
17" komplet.bubon	75,25	24,75	0	0	0	0

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Výstup z liniek za zmenu

Linka	Výstup za zmenu (ks)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	418	432	498
16"	357	374	426
17"	339	352	398
<b>SPOLU</b>	<b>1114</b>	<b>1158</b>	<b>1322</b>

Zdroj: [Vl. spracovanie]



Využitie zariadenia KM z celkovej doby zmeny 480 minút

v min.	15" KM			16" KM			17" KM		
	Súč.	Var.1	Var.2	Súč.	Var.1	Var.2	Súč.	Var.1	Var.2
Zmena	480	480	480	480	480	480	480	480	480
On shift time	428	428	464	428	428	464	428	428	464
Off shift time	52	52	16	52	52	16	52	52	16
% práca	97,7%	90,6%	96,2%	89,8%	85,1%	88,4%	89,5%	84,5%	88,5%
Práca	418,20	387,73	446,46	384,43	364,23	410,13	383,06	361,45	410,83
Čakanie	61,80	92,27	33,54	95,57	115,77	69,87	96,94	118,55	69,17
<b>% busy</b>	<b>87,1%</b>	<b>80,8%</b>	<b>93,0%</b>	<b>80,1%</b>	<b>75,9%</b>	<b>85,4%</b>	<b>79,8%</b>	<b>75,3%</b>	<b>85,6%</b>

Zdroj: [Vl. spracovanie]

Využitie zariadenia PU z celkovej doby zmeny 480 minút

v min.	15" KM			16" KM			17" KM		
	Súč.	Var.1	Var.2	Súč.	Var.1	Var.2	Súč.	Var.1	Var.2
Zmena	480	480	480	480	480	480	480	480	480
On shift time	423	423	459	423	423	459	423	423	459
Off shift time	57	57	21	57	57	21	57	57	21
% práca	76,2%	78,9%	83,5%	70,0%	73,4%	76,8%	69,5%	72,4%	75,3%
Práca	322,28	333,70	383,45	295,93	310,65	352,42	293,82	306,17	345,40
Čakanie	157,72	146,30	96,55	184,07	169,35	127,58	186,18	173,83	134,60
<b>% busy</b>	<b>67,1%</b>	<b>69,5%</b>	<b>79,9%</b>	<b>61,7%</b>	<b>64,7%</b>	<b>73,4%</b>	<b>61,2%</b>	<b>63,8%</b>	<b>72,0%</b>

Zdroj: [Vl. spracovanie]

## PRÍLOHA P VI ODSTRÁNENIE ČAKANIA ZARIADENIA KM 16“ A 17“ NA OBSLUHU, VARIANT 1 A 2

Zmena výstupu odstránením čakania na obsluhu, súč.

Výpočet navýšenia výstupu	16"	17"
% čakania zariadenia na obsluhu	8,86	9,18
Zmena (min.)	428	428
Min. čakania = % čakania * čas zmeny	37,92	39,29
Čas cyklu KM (z časového snímku)	1,073333333	1,129444444
<b>Navýšenie výstupu (ks)</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Upravený výstup za zmenu, súč.

Linka	Výstup za zmenu (ks)	Navýšenie	SPOLU
15"	418	0	418
16"	357	35	392
17"	339	35	374
<b>SPOLU</b>	<b>1114</b>	<b>70</b>	<b>1184</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Zmena výstupu odstránením čakania na obsluhu, var. 1

Výpočet navýšenia výstupu	16"	17"
% čakania zariadenia na obsluhu	7,80%	7,54%
Zmena (min.)	428	428
Min. čakania = % čakania * čas zmeny	33,384	32,2712
Čas cyklu KM (z časového snímku budúceho stavu)	0,96	1,029444444
<b>Navýšenie výstupu (ks)</b>	<b>35</b>	<b>31</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Upravený výstup za zmenu, var. 1

Linka	Výstup za zmenu (ks)	Navýšenie	SPOLU
15"	432	0	432
16"	374	35	409
17"	352	31	383
<b>SPOLU</b>	<b>1158</b>	<b>66</b>	<b>1224</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Zmena výstupu odstránením čakania na obsluhu, var. 2

Výpočet navýšenia výstupu	16"	17"
% čakania zariadenia na obsluhu	0,0834	0,0827
Zmena (min.)	464	464
Min. čakania = % čakania * čas zmeny	38,70	38,37
Čas cyklu KM (z časového snímku budúceho stavu)	0,96	1,029444444
<b>Navýšenie výstupu (ks)</b>	<b>40</b>	<b>37</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Upravený výstup za zmenu, var. 2

Linka	Výstup za zmenu (ks)	Navýšenie	SPOLU
15"	498	0	498
16"	426	40	466
17"	398	37	435
<b>SPOLU</b>	<b>1322</b>	<b>77</b>	<b>1399</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Prírastok výstupu odstránením čakania zariadenia KM na obsluhu

Linka	Výstup za zmenu (ks)			Prírastok výstupu		
	Súč.	Var.1	Var.2	Var.1/súč	Var.2/súč	Var2/var1
15"	418	432	498	14	80	66
16"	392	409	466	17	74	57
17"	374	383	435	9	61	52
<b>SPOLU</b>	<b>1184</b>	<b>1224</b>	<b>1399</b>	<b>40</b>	<b>215</b>	<b>175</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]

Upravená produktivita práce človeka a zariadenia

Linka	Produktivita (ks/človek)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	209,00	432,00	373,50
16"	196,00	409,00	349,50
17"	187,00	383,00	326,25
<b>SPOLU</b>	<b>197,33</b>	<b>408,00</b>	<b>349,75</b>
Linka	Produktivita (ks/1 h práce človeka)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	29,30	60,56	48,30
16"	27,48	57,34	45,19
17"	26,21	53,69	42,19
<b>SPOLU</b>	<b>27,66</b>	<b>57,20</b>	<b>45,23</b>
Linka	Produktivita (ks/1 h práce zariadenia)		
	Súč.	Var.1	Var.2
15"	58,60	60,56	64,40
16"	54,95	57,34	60,26
17"	52,43	53,69	56,25
<b>SPOLU</b>	<b>55,33</b>	<b>57,20</b>	<b>60,30</b>

Zdroj: [VI. spracovanie]