

Projekt zlepšení vybraných procesů ve společnosti TNS SERVIS s.r.o.

Bc. Eva Mastná

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: **Eva MASTNÁ**
Osobní číslo: **M08536**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zlepšení vybraných procesů ve společnosti TNS SERVIS s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Provedte průzkum dostupné literatury a formulujte teoretické východiska pro zpracování analýzy a projektu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu vybraného procesu.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro zlepšení současného stavu vybraného procesu.
- Vypracujte projektové řešení zlepšení vybraného procesu ve společnosti TNS SERVIS s.r.o.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] MAŠÍN, I. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003, 77 s. ISBN 8090223591.
- [2] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [3] PASCAL, D. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. XIV. vyd. New York: Productivity Press, 2002, 170 s. ISBN 1563272628.
- [4] ROTHER, M., SHOOK, J. Learning to see: A lean tool kit method and workbook. Brookline: Lean Wnterprise Institute, 1999, 96 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- [5] TUČEK, D., ZÁMEČNÍK, R. Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007, 202 s. ISBN 978-80-228-1796-7.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
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



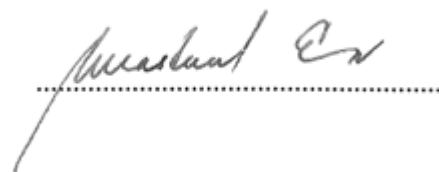

doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA 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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 30.4. 2010

.....


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 nevýdělečně 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 výtisky, 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, užitje-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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

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

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

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit 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

Cieľom danej diplomovej práce je využiť nadobudnuté znalosti v obore Priemyselné inžinierstvo a tieto poznatky aplikovať pri riešení zefektívnenia vybraného výrobného alebo montážneho procesu vo firme TNS SERVIS s.r.o. Práca je rozčlenená do troch častí. Teoretická časť predstavuje oblasť priemyselného inžinierstva, jej metódy a využitie a zameriava sa najmä na tie, ktoré budú aplikované v analytickej a projektovej časti. Analýza sa zakladá na časových a procesných analýzach, analýze pracovného prostredia a mapovaní hodnotového toku. Cieľom je rozpoznať a definovať plytvanie, jeho formy a príčiny, a vytvoriť kvalitný základ pre vytvorenie návrhov pre zlepšenie vybraných procesov. Projekt ako vyústenie analýzy má priniesť firme reálne riešenie vo forme návrhu novej montážnej linky.

Kľúčové slová: mapovanie hodnotového toku, meranie času a práce, procesná analýza, pridaná hodnota

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to yield from acquired knowledge in the field of Industrial Engineering and to apply it in order to improve selected production or assembly process in the company TNS SERVIS, Ltd. The thesis is divided into three major parts. Theory, as the first of them, is supposed to introduce Industrial Engineering as a field of study, its methods and benefits it brings. Subsequently, particular methods serve as the lead for developing the analysis and the project. Analytical part is based on time and work measurement, workplace analysis and value stream mapping. The purpose of the analysis is to recognize waste in any form and to define its cause. It serves as the solid base for creating a real improvement project of selected assembly process.

Keywords: Value Stream Mapping, Time and Work Measurement, Process Analysis, Value Added

Ďakujem vedúcemu mojej diplomovej práce, Ing. Dobroslavovi Němcovi, za jeho cenné rady a inšpiratívne pripomienky. Taktiež ďakujem spoločnosti TNS SERVIS, s.r.o. za poskytnutie možnosti spracovať diplomovú prácu. Špeciálna vďaka patrí Ing. Zdeňkovi Vaněčkovi za jeho ústretový prístup, cenné rady a poskytnuté informácie.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahratá do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PROCES AKO ZÁKLADNÝ ČLÁNOK VÝROBNÉHO SYSTÉMU	13
1.1 ASPEKTY VÝROBNÉHO PROCESU	13
1.1.1 Časové hľadisko výrobného procesu	13
1.1.2 Hľadisko priestorového a organizačného usporiadania procesu.....	14
1.1.3 Charakteristika produktivity.....	15
1.1.4 Ako merať produktivitu?.....	15
1.1.5 Ako analyzovať a zaznamenať výrobný proces?	16
1.1.6 Procesná analýza	17
1.1.7 Graf Yamazumi	18
1.2 CHARAKTERISTIKA MODERNÝCH VÝROBNÝCH SYSTÉMOV	19
1.2.1 Material Requirement Planning (MRP)	20
1.2.2 Push vs. Pull systém.....	20
2 RACIONALIZÁCIA: ANALÝZA A MERANIE PRÁCE	21
2.1 ŠTÚDIUM A METÓDY PRE ANALÝZU PRÁCE	21
2.1.1 Analýza práce a pridanej hodnoty pomocou časových štúdií	22
2.1.2 Snímok pracovného dňa.....	23
2.1.3 Postup analýzy snímku pracovného dňa	23
2.1.4 Metóda nepriameho merania času pomocou metódy MOST	24
2.2 ERGONÓMIA PRÁCE	25
2.2.1 Ergonomické usporiadanie na pracovisku	26
3 MANAGEMENT TOKU HODNÔT	27
3.1 DEFINÍCIA HODNOTY A SPÔSOBY JEJ MERANIA	27
3.1.1 Pridaná hodnota.....	27
3.1.2 Hodnotový tok.....	28
3.2 MAPOVANIE HODNOTOVÉHO TOKU	28
3.2.1 Eliminácia plytvania ako nevyhnutný základ	29
3.2.2 Ako vidieť a zaznamenávať hodnotový tok.....	30
4 ŠTÍHLY PODNIK Z HĽADISKA PI	32
4.1 ŠTÍHLY PODNIK	32
4.1.1 Aký je štíhly podnik?	32
4.1.2 Princípy štíhleho podniku	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
5 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI TNS SERVIS S.R.O.	35
5.1 TNS SERVIS, S.R.O.	35
5.2 HISTÓRIA SPOLOČNOSTI	36
5.3 TNS SERVIS A OBDOBIE KRÍZY	37
5.4 PRODUKTOVÉ PORTFÓLIO SPOLOČNOSTI TNS SERVIS.....	38
6 VÝCHODISKÁ PRE VYPRACOVANIE PROJEKTU RACIONALIZÁCIE	40

6.1	VYMEDZENIE PROJEKTU RACIONALIZÁCIE VYBRANEJ MONTÁŽNEJ LINKY	40
6.1.1	Definovanie projektu	40
6.1.2	Cieľ projektu	40
6.1.3	Obmedzenia projektu	40
6.1.4	Harmonogram projektu	41
7	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBNÉHO PROCESU	42
7.1	VÝBER VÝROBNÉHO A MONTÁŽNEHO PROCESU PRE ZLEPŠENIE	42
7.1.1	Montáž kartáčových držiakov pre elektromotory stieračov	44
7.2	VŠEOBECNÝ POPIS VÝROBNÉHO PROCESU	47
7.2.1	Charakteristika výrobku	47
7.2.2	Charakteristika jednotlivých procesov montáže výrobku	47
7.2.2.1	Lisovanie kartáčových držiakov	47
7.2.2.2	Montáž tlmiviek a ohnutie ich vývodov	49
7.2.2.3	Montáž uhlíkových kartáčov a tepelnej poistky	49
7.2.2.4	Montáž varistorov, kondenzátorov a kostriaceho kontaktu	50
7.2.2.5	Montáž kondenzátorov, uhlíkového kartáča a kontrola	50
7.2.2.6	Osadenie spájkovacej masky	51
7.2.2.7	Spájkovanie na vlne	51
7.2.2.8	Vybratie dielov zo spájkovacej masky	52
7.2.2.9	Montáž krúžku a pružiny strojom	53
7.2.2.10	Montáž krúžku a pružiny ručná	54
7.2.2.11	Ručné spájkovanie priechodky	55
7.2.2.12	Elektrická skúška	56
7.2.2.13	Kontrola a balenie	57
7.3	ANALÝZA PRACOVISKA MONTÁŽE UHLÍKOVÝCH DRŽIAKOV	59
7.3.1	Poriadok	59
7.3.2	Vizualizácia	59
7.3.3	Údržba	61
7.4	PROCESNÁ ANALÝZA MONTÁŽE KARTÁČOVÝCH DRŽIAKOV	62
7.4.1	Výstupy a závery z procesnej analýzy	62
7.4.2	Analýza tvorby pridanej hodnoty podľa metódy YAMAZUMI	63
7.5	VALUE STREAM MAPPING	65
7.5.1	Mapa súčasného stavu	65
8	ČASOVÉ ANALÝZY MONTÁŽE KARTÁČOVÝCH DRŽIAKOV	67
8.1	PRIAME MERANIE ČASU PRÁCE	67
8.1.1	Snímok pracovného dňa – pracovník	68
8.1.1.1	Analýza pracovníka na pracovisku č. 10	68
8.1.1.2	Analýza pracovníka na pracovisku č. 30	70
8.1.1.3	Analýza pracovníka na pracovisku č. 40	72
8.1.1.4	Analýza pracovníka na pracovisku č. 90	74
8.1.2	Snímok pracovného dňa – stroj	76
8.1.2.1	Analýza stroja na spájkovanie na vlne	76
8.1.2.2	Analýza stroja na montáž pružiniek a krúžku	79
8.2	ZHRNUTIE ANALÝZY SÚČASNÉHO STAVU	83
8.2.1	Návrhy na zlepšenie súčasného stavu	84
9	PROJEKTOVÉ RIEŠENIE RACIONALIZÁCIE VÝROBNÉHO	

PROCESU.....	85
9.1 NÁVRH MONTÁŽNEJ LINKY NA VÝROBU KARTÁČOVÝCH DRŽIAKOV	85
9.1.1 Nový layout linky	87
9.1.2 Procesná analýza nového konceptu montážnej linky	89
9.1.3 Mapa budúceho stavu montážnej linky	91
9.1.4 Zhodnotenie montážnej linky z hľadiska času práce metódou MOST	92
9.1.5 Realizácia návrhov na zlepšenie na jednotlivých pracoviskách montážnej linky	96
10 ZHODNOTENIE PROJEKTOVÝCH RIEŠENÍ RACIONALIZÁCIE.....	97
10.1 FINANČNÉ ZHODNOTENIE PROJEKTU RACIONALIZÁCIE	98
ZÁVER	100
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	101
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	103
ZOZNAM OBRÁZKOV	104
ZOZNAM TABULIEK	106
ZOZNAM PRÍLOH.....	107

ÚVOD

Spoločnosť TNS SERVIS s.r.o. ako každá firma v súčasnej vysoko konkurenčnej dobe, a to nielen v oblasti automobilového priemyslu, podlieha neustálemu tlaku zvyšovať produktivitu a efektívnosť svojej činnosti, či už vo výrobnnej, montážnej alebo administratívnej oblasti. Nepochybne, práve výroba a montáž, sú činnosti, kde sa tvorí pridaná hodnota a práve jej podiel na všetkých činnostiach je predmetom skúmania a zlepšovania.

Cieľom mojej diplomovej práce je poskytnúť spoločnosti systematický a detailný obraz materiálového toku vo vybranom montážnom procese na základe použitia vybraných metód priemyselného inžinierstva. Následne sa zameriam na zvolené montážne pracovisko, ktoré bude treba podrobne analyzovať z viacerých hľadísk. Zameriam sa na analýzu práce použitím metód priameho a nepriameho merania času, analýzu pracoviska a organizácie práce a zmapovanie materiálového toku pomocou metódy Value Stream Mapping. Účelom analýzy je odhaliť všetky zjavné i skryté formy plytvania, ktoré významne znižujú efektívnosť a produktivitu pracovníka, strojov a kompletného procesu montáže ako celku. Dôležitou časťou analýzy bude detailné posúdenie plynulosti toku materiálu.

Výsledky podrobnej analýzy budú základným východiskom pre vytváranie návrhov zlepšenia daného výrobného procesu. Vďaka podrobným analýzám jednotlivých činností pracovníka v rámci čiastkových procesov sa pokúsím navrhnúť nový koncept montáže tak, aby boli všetky činnosti nepridávajúce hodnotu eliminované, či prinajmenšom redukované na minimum. Pri návrhu novej linky budú zohľadnené do úvahy samozrejme ergonomické aspekty pre optimálne pracovné prostredie pracovníka.

Základom projektovej časti by mal byť nový koncept linky - zavedenie plynulého materiálového toku - odstránenie neprehliadnuteľných zásob rozpracovanej výroby, zoštíhlenie pracovísk, vizualizácia a v neposlednom rade zníženie priebežnej doby výroby. Vybrané čiastkové pracoviská budú na základe výsledkov časových analýz odstránené alebo automatizované. Pri navrhovaní nového konceptu linky budem zohľadňovať finančný aspekt formou výberu cenovo najvýhodnejšieho zhotovenia linky.

Tlak na zvyšovanie produktivity vedie často k pohnutí v prvom rade redukovať počet operátorov potrebných na vykonanie práce. Spoločnosť však nasleduje filozofiu maximálneho využitia a rekvalifikovania svojich pracovníkov, pretože aspekt ľudskej práce je pre nich dôležitý. S touto filozofiou sa stotožňujem aj v práci, preto operátori ktorí budú potenciálne ušetrení na danom montážnom procese, budú rekvalifikovaní na iné pozície.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROCES AKO ZÁKLADNÝ ČLÁNOK VÝROBNÉHO SYSTÉMU

Proces možno charakterizovať ako postupnosť sekvenčných aktivít, ktoré majú spoločný cieľ. Proces sa spúšťa určitým signálom na vstup podľa definovaných procedúr s využitím a podľa pridelených zdrojov organizácie vytvára určitý výstup pre zákazníka. [13]

Výrobný proces je realizovaný „výrobným systémom“ – je to transformácia výrobných faktorov na tovar/službu. Výrobný proces je determinovaný [2]:

- Určením výrobku/služby
- Variáciou a množstvom výrobkov/služieb
- Použitými technológiami, usporiadaním a organizáciou výroby
- Stabilitou výroby a schopnosťou reagovať na dopyt

Všeobecne môžeme rozdeliť procesy do troch základných skupín [1]:

- Priemyslové procesy
- Administratívne/obchodné procesy
- Riadiace procesy

Vyššie uvedené členenia sú len základnými z mnohých. Na proces ako transformáciu vstupu na výstup sa dá pozeráť a hodnotiť ho z viacerých hľadísk. Podľa toho aký aspekt riadenia výrobného procesu je predmetom skúmania, resp. plánovania (optimalizácie) môžeme rozlíšiť vecnú, časovú alebo priestorovú štruktúru výrobného procesu. [11]

1.1 Aspekty výrobného procesu

Podnikové procesy sú dané nielen udalosťami, činnosťami, hmotnými prejavmi a formálnymi aspektmi ale i chovaním ľudí, nehmotnými prejavmi a neformálnymi aspektmi. [13]

1.1.1 Časové hľadisko výrobného procesu

Časové hľadisko procesu zahŕňa predovšetkým riešenie nasledujúcich aspektov riadenia výroby [2]:

- *Časové usporiadanie výrobného procesu* – stanovenie postupnosti operácií.

- *Výrobné a dopravné dávky* – VD je termín používaný najmä v strojárnskej výrobe. Jedná sa o skupinu súčastí zadávaných do výroby spoločne. Ďalej sa môžu členiť ešte na dopravné dávky.
- *Priebežná doba výroby* – priebežná doba výroby je čas plánovaný (resp. potrebný) na uskutočnenie určitej časti výrobného procesu.
- *Zmennosť* – určuje v koľkých pracovných zmenách pracovného dňa sa výroba uskutočňuje.
- *Využitie výrobných kapacít* – výrazne ovplyvňuje ekonomiku výrobných procesov
- *Prestoje pracovísk* – časové intervaly, v ktorých určité pracoviská z nejakých dôvodov nepracujú. Najčastejšou príčinou je nedostatok práce pre dotyčné pracoviská. Prestoje však môžu vznikať i z organizačných dôvodov alebo ako dôsledok zlého plánovania a riadenia výroby. Cieľom je samozrejme minimalizácia prestojov.
- *Rozpracovaná výroba (nedokončená výroba)*- je meraná peňažným vyjadrením hodnoty výrobných zdrojov viazaných v procese výroby. Cieľom je jej minimalizácia pri zachovaní určitých rezerv zaisťujúcich potrebnú stabilitu výrobného systému. Rozpracovaná výroba je jedným z najvýstižnejších syntetických ukazovateľov úrovne riadenia výroby.

1.1.2 Hľadisko priestorového a organizačného usporiadania procesu

Podľa Keřkovského v súvislosti s priestorovým a organizačným usporiadaním výrobného procesu je nutné riešiť nasledujúce dva vzájomne súvisiace aspekty riadenia výroby [2]:

- *Materiálové toky* – rozhodujúcimi kritériami sú rýchlosť, vzdialenosť a plynulosť prepravy.
- *Usporiadanosť pracovísk* – ktoré môže byť s pevnou pozíciou výrobku (fixed action), technologické usporiadanie pracovísk (process layout), bunkové usporiadanie (cell layout), kedy sú pracoviská usporiadané do buniek tak, aby určité časti výrobného procesu mohli byť uskutočnené na jednom mieste bez premiestňovania výrobku medzi jednotlivými operáciami, a predmetné usporiadanie (product layout), kedy sú pracoviská zoradené účelovo podľa potrieb spracovania výrobku s ohľadom na ich minimálne presuny.

1.1.3 Charakteristika produktivity

Produktivita sa chápe ako miera, ktorá vyjadruje ako dobre sú využité zdroje pri vytváraní produktov. Jej najvšeobecnejším vyjadrením je pomer medzi výstupom z procesu a vstupom potrebných zdrojov do procesu. [8]

Produktivita je rozhodujúcim faktorom konkurencieschopnosti firiem. Zvyšovanie produktivity prináša firme nepopierateľné aktíva, medzi nimi sú [9]:

- Nižšie ceny výrobkov a služieb pre zákazníkov, pretože sú v rámci aktivít zvyšovania produktivity redukované náklady
- Efektívne využitie zdrojov tak, že je možné pri rovnakej spotrebe produkovať viac výrobkov alebo poskytnúť viac služieb
- Posilnenie podniku vďaka odstraňovaniu interných problémov
- Väčší zisk vďaka zníženým nákladom
- Možnosť poskytnúť vyššie mzdy pracovníkom a zvýšiť tak ich spokojnosť a životnú spokojnosť a životnú úroveň

Pre lepšie porozumenie produktivity a faktorov, ktoré ju ovplyvňujú, musíme byť najprv schopní ich popísať, kvantifikovať a analyzovať ako súčasť nejakého procesu. [2]

1.1.4 Ako merať produktivitu?

Koncept produktivity - efektívnosť výrobného systému - rieši efektívne využitie zdrojov (vstupného materiálu) vo výrobe varov alebo služieb. [8], [3]

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

Produktivita sa ďalej dá počítať len čiastočne, jedná sa o tzv. parciálnu produktivitu (PP) a touto mierou meriame produktivitu každého zdroju individuálne. Indexom produktivity vypočítame pomer aktuálnej produktivity k štandardu produktivity (IP). Nakoniec totálnu produktivitu vyčíslime pomerom celkového merateľného výstupu k celkovému merateľnému vstupu. [8]

Aby meranie produktivity malo zmysel a vypovedajúcu hodnotu pre podnik, je nevyhnutné tento ukazovateľ počítať kontinuálne. Výsledky tak môžu byť priebežne revidované a interpretované. [3]

Pre zhrnutie kapitoly venovanej základnému predstaveniu produktivity ako pojmu a jeho vyčíslenia je vhodné položiť základnú otázku:

Čo ovplyvňuje produktivitu?

Podľa Mašina a Vytlačila je produktivita ovplyvňovaná priamo i nepriamo celou škálou faktorov zvonka i zvnútra podniku. Patria medzi ne napríklad [4]:

- pracovné postupy a metódy,
- kvalita strojného zariadenia,
- využívanie kapitálu,
- úroveň schopností pracovnej sily,
- systém hodnotenia a odmeňovania,
- stav infraštruktúry (doprava, telefónne siete a pod.),
- stav národného hospodárstva a ekonomiky.

Okrem vymenovaných vplyvov existuje rada fyzikálnych či psychologických vplyvov, ktoré sú rovnako dôležitým faktorom pre produktivitu (človeka, zariadenia), ktoré netreba podceňovať. [5]

1.1.5 Ako analyzovať a zaznamenať výrobný proces?

Zlepšovanie procesov zahŕňa tri elementy: otázku, analýzu a akciu. Zlepšovanie procesov predstavuje taktický nástroj podporenia efektívnosti a efektivity procesu, ktorý skúma súčasný proces z hľadiska transformácie, vstupného materiálu a výstupného materiálu. Po analýze procesných operácií dospejeme k alternatívnym riešeniam alebo protiopatreniam. Nakoniec na rad prichádza samotná akcia, kedy sa navrhnuté riešenie uskutoční za účelom zlepšenia procesu v zmysle celkových či okamžitých výsledkov. Zlepšovanie procesov prebieha nasledovne: priebežne a systematicky zisťujeme údaje, pýtame sa, analyzujeme a konáme tak, aby bola podporená efektívnosť a efektivita procesu. [6]

Ak chceme procesy zlepšovať, musíme sa najprv naučiť pozorovať, študovať ich a rozumieť im. Musíme ich „vidieť“. K tomuto účelu slúžia techniky priemyselného (procesného, systémového) inžinierstva, medzi ktoré patria napríklad [7]:

- postupové diagramy,

- grafické procesné analýzy (operácia, tok materiálu, človek – stroj, ľavá – pravá ruka apod.)
- popisné procesné analýzy,
- pohybové štúdie pre servisné činnosti (napr. *walking route analysis*)
- montážne diagramy,
- procesné mapy (napr. *cross-functional process map*)
- relačné diagramy,
- metóda kritickej cesty (CPM),
- analýza pomocou dynamickej simulácie,
- 3D-animácia,
- videozáznamy apod.

Cieľom týchto techník je identifikácia plytvania uvedeného v predchádzajúcej časti ako predstupeň vedúci k jeho eliminácii. [9]

1.1.6 Procesná analýza

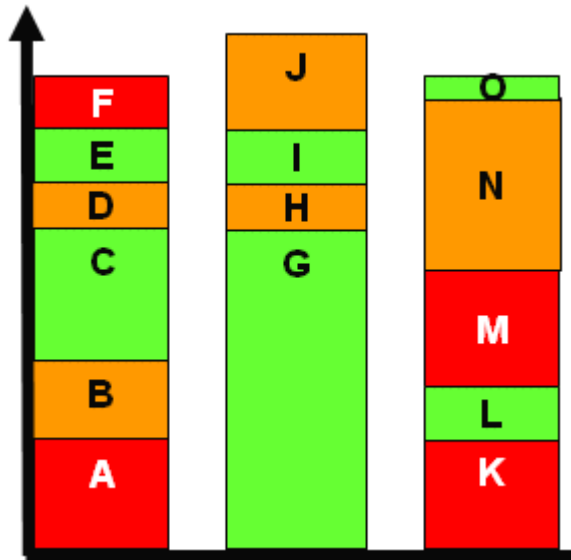
Procesná analýza je jedna zo základných metód pre mapovanie procesov vo firme. Procesnú analýzu je vhodné použiť ako vo výrobe, tak i pri mapovaní procesov v nevýrobnej sfére. Jedná sa o analytickú metódu popisujúcu činnosť a výkonnosť kritickej operácie obsahujúcich väčší podiel presunu, čakania a prekážok. Výstupom je procesný diagram, ktorý je grafickým znázornením sledu aktivít pomocou symbolov. Pri procesnej analýze sa používajú štandardizované symboly: operácia, čakanie, kontrola, skladovanie a transport. [16]

č.	činnosť	operácia	transport	kontrola	skladovanie	čakanie	výkonnosť (m)	čas (min)	počet pracovníkov
1	Výrobka kamou - příjem zboží	○					10	0,25	0,5
2	transport	→							
3	skladování	□						7689	
4	transport	→					6		
5	skladování	□						456	
6	transport	→					35		
7	skladování	□						4,7	1
8	transport	→					26		
9	skladování	□						1211	
10	transport	→					10		
11	skladování	□						3,6	1
12	transport	→					12		
13	skladování	□						3456	
14	transport	→					36		
15	montáž	○						0,2	0,5
16	transport	→					2		
17	skladování	□						1456	
18	transport	→					5		
19	skladování	□						467	
20	transport	→						1,5	1
21	skladování	□							
22	kontrola (100%)	○							
	skladování	□							
	kontrola, expedice	○							
	Čekání - čekání		5	10	1	7	6		5
	- součet času (min)							94746,26	
	- vzdálenost (m)						946		

Obr. 1 Ukážka procesnej mapy [16]

1.1.7 Graf Yamazumi

Yamazumi je japonská metoda a vizuální nástroj, ktorý má pomôcť pri hľadani efektívneho cyklu operátora v rámci montážneho procesu. Yamazumi je súčtový stĺpcový graf, ktorý ukazuje vyváženosť montážnych časov a môže byť navrhnutý pre jeden produkt alebo skupinu produktov. V japonskom jazyku znamená doslovne vybalansovať. Na ose x sa nachádzajú jednotlivé pozície (pracoviská) a osa y znázorňuje časový údaj. [22]



Obr. 2 Ukážka grafu Yamazumi [22]

Yamazumi definuje presne typ práce a farebne rozlišuje [22]:

- *Zelené označenie* – práca s pridanou hodnotou. Práca, ktorá mení formu, vlastnosti a hodnotu výrobku. Medzi takúto prácu sa zaraďuje napr. proces skrutkovania alebo lisovania. Ide o každú vybranú montážnu operáciu, ktorá prináša výrobku pridanú hodnotu.
- *Oranžové označenie* – predstavuje nutnú prácu. Práca je bez pridanej hodnoty, ale je potrebná na to, aby sa zmenila forma, vlastnosti a hodnota výrobku. Je nutná k tomu, aby bolo možné realizovať prácu s pridanou hodnotou. Jedná sa napr. o uchopenie, následné nasadenie, uvoľnenie súčiastky.
- *Červené označenie* – označuje prácu bez pridanej hodnoty. Práca, ktorá nemení formu, vlastnosti a hodnotu výrobku. Je to práca, ktorá by mala mať v metóde Yamazumi najmenšiu hodnotu a mala by sa vyskytovať čo najmenej. Najčastejšie sa týmto značením označujú kontrolné a meracie operácie, chôdza operátora k regálu s dielmi apod. Táto práca je považovaná za nadbytočnú.

- *Žlté označenie* – predstavuje voliteľnú prácu. Práca, ktorá nie je vykonávaná na každom výrobku a je závislá na špecifikáciách. Žlté značenie má uplatnenie v typovo a konštrukčne odlišných produktoch, kde sa daný diel vôbec nemontuje napr. kvôli nekompatibilitate.
- *Modré označenie* – predstavuje premenlivú prácu. Práca, ktorá je vykonávaná na každom výrobku, ale jej rozsah a trvanie závisí na špecifikáciách. Napr. v prípade výroby dieselových prevodoviek sú tri ukotvovacie kolíky, zatiaľ čo pri benzínových iba dva. [22]

1.2 Charakteristika moderných výrobných systémov

Hlavným dôvodom, prečo sa v dnešnej dobe a v našej zemepisnej šírke stále viac a viac hovorí o moderných výrobných systémoch, je dôvod, že v mnohých našich podnikoch nie sú uplatňované ani zásadné princípy modernej organizácie prevádzok. [2] Úroveň produktivity bola a je kritickým problémom českej ekonomiky s následnými dopadmi na konkurencieschopnosť.[8] Zoznam desiatich najvýznamnejších princípov (taktických nástrojov), ktoré domáce podniky môžu a mali by v čo najväčšej možnej miere a čo najskôr uplatňovať, je podľa Mašina a Vytlačila nasledovný [9]:

1. zavedenie výrobkovo usporiadanej organizácie,
2. zavedenie princípov štandardnej práce,
3. využívanie vizuálneho riadenia a kontroly,
4. uplatnenie systému nulových chýb,
5. aplikácia nástrojov a metód simultánneho inžinierstva,
6. redukcia (eliminovanie) porúch strojov a zariadení,
7. skrátenie doby zmien sortimentu a výmeny nástrojov,
8. zavedenie podnikového systému zlepšovania procesov,
9. zvýšenie autonómnosti pracovísk (jidoka),
10. využitie princípov ťahu (vrátane zapojenia dodávateľov).

Je nutné chápať zvládnutie týchto nástrojov ako nutnú podmienku zavádzania najpokročejších filozofií akou je napríklad Just-in-Time.

1.2.1 Material Requirement Planning (MRP)

MRP (plánovanie požiadaviek materiálu) je koncept vyvinutý začiatkom 60-tych rokov v USA. Dá sa povedať, že bol zameraný skôr na riadenie zásob materiálu než na plánovanie a riadenie priebehu výroby. Jeho podstatou je nahradenie do tej doby všeobecne využívaného spôsobu riadenia zásob podľa noriem efektívnejším spôsobom, ktorý sa zakladá na adresnom objednávaní materiálu podľa skutočných potrieb výroby, kde potrebné informácie sú spracovávané prostriedkami výpočtovej techniky. Východiskom pre výpočet plánu potreby materiálu (analýzu MRP) je tzv. hrubý rozvrh výroby. Ten je zostavený na základe objednávok, prípadne predpovedí dopytu po výrobkoch. Pri plánovaní potreby materiálu sa berie do úvahy aj stav disponibilných zásob. Výpočty analýzy MRP sú pomerne jednoduché, príslušné výpočtové moduly sú súčasťou programových systémov pre riadenie výroby. [2]

1.2.2 Push vs. Pull systém

Plánovací princíp *pull* (ťahat') uplatňovaný v lean managemente znamená, že výrobné zákazky sa už nepretlačujú (*push*) výrobným systémom ako v tradičných systémoch, ale predchádzajú výrobou v súlade s princípom „dones“, v ktorom je každý pracovník na určitom výrobnom stupni zodpovedný za zaistenie požiadaviek nadväzujúcich výrobných stupňov. Následný výrobný stupeň sa tak stáva pre predchádzajúce výrobné stupne interným zákazníkom. Hlavnou prednosťou pull systému plánovania a riadenia výroby je výrazné zníženie výrobných nákladov v dôsledku zníženia medzioperačných zásob a skrátenie priebežných dôb výrob. Plánovací princíp pull je súčasťou japonského nástroja Kanban, japonskej varianty JIT. [10]

2 RACIONALIZÁCIA: ANALÝZA A MERANIE PRÁCE

Analýza času, pri ktorom je v rámci výrobných operácií pridávaná hodnota, tesne súvisí s analýzou ľudských pohybov, pomocou ktorých je daná práca vykonávaná. [15]

2.1 Štúdium a metódy pre analýzu práce

Štúdium práce je založené na technikách zameraných na zisťovanie, posudzovanie a vyhodnocovanie spotreby času v rámci výrobného procesu. Metódy merania práce umožňujú na základe súboru uskutočnených pracovných dejov a merania ich času určiť pre budúce obdobie predpokladanú spoločensky nutnú spotrebu pracovného času. [15]

Štandardný postup, ktorý používa pri meraní spotreby času IPA Slovakia, pozostáva z nasledovných bodov [15]:

1. *Výber práce*, ktorá ma byť meraná.
2. *Kritické preskúmanie spôsobu práce* – pozostáva z detailného štúdia a kritického prehodnotenia pracovného postupu (sekvencie pohybov) a podmienok, za ktorých je vykonávaná. Jednotlivé činnosti sú rozdelené na produktívne a neproduktívne.
3. *Meranie spotreby času* potrebného na vykonanie jednotlivých činností (pohybov) použitím najvhodnejšej meracej techniky.
4. *Definovanie presného pracovného postupu*, pracovných podmienok a normy času na operáciu (s rešpektovaním prípadného prídavku na oddych a osobné potreby).

Existuje viacero metód merania spotreby času [15]:

- štruktúrované odhady,
- časové štúdie,
- momentové pozorovanie,
- metódy vopred určených časov,
- podnikové normatívy,
- balansovanie buniek. [9]



Obr. 3 Techniky merania práce [15]

Výber vhodnej metódy merania spotreby času závisí na [15]:

- Veľkosti cyklového času operácie
- Objemu vykonávanej operácie
- Požadovanej presnosti merania
- Požiadavkách na rýchlosť stanovenia noriem spotreby času

2.1.1 Analýza práce a pridanej hodnoty pomocou časových štúdií

Časová štúdia (tj. Analýza dĺžky trvania pracovných elementov a operácií) nám uľahčuje identifikáciu plytvania v danej operácii, umožňuje nám radiť elementy v optimálnom slede (sekvencii), umožňuje nám popísať najlepší spôsob vykonávania danej práce a z pohľadu hodnotových tokov pomocou nej určíme VA- index hodnotenej operácie. [9]

Mašín odporúča nasledovný spôsob ako postupovať počas časovej štúdie [9] :

1. Pripraviť si analyzačný protokol (tabuľku)
2. Zoznámiť sa s procesom, operáciou, pracoviskom
3. Nakresliť si layout pracoviska
4. Pozorovať sled pracovných krokov (prípadne videozáznam)
5. Identifikovať a zaznamenať pracovné elementy
6. Identifikovať tzv. nepravidelné činnosti (balenia dávky)
7. Identifikovať elementy, ktoré nepridávajú hodnotu
8. Spracovať výsledky merania a analyzovať výsledky.

2.1.2 Snímok pracovného dňa

Snímok pracovného dňa spolu s chronometrážou a momentovým pozorovaním patria medzi techniky priameho merania času. Snímok pracovného dňa zaznamenáva všetky druhy spotreby pracovného času behom zmeny formou nepretržitého pozorovania. Výhodou je získanie podrobných informácií o priebehu práce. Nevýhodou je však časová náročnosť analýzy, rovnako ako isté psychické zaťaženie pozorovateľa a pozorovaných. Pre tento typ zaznamenávania môžeme použiť rôzne druhy snímok: [15]

- snímok pracovného dňa jednotlivca,
- snímok pracovného dňa čaty,
- hromadný snímok pracovného dňa,
- vlastný snímok pracovného dňa.

Aj napriek prácnosti pozorovania je najviac zodpovedajúcou časovou analýzou práce vďaka tomu, že presne zachytáva činnosti a ich časy. Pozorovateľ je navyše v blízkom kontakte s pracovníkmi a samotnými procesmi, zároveň tak rozpoznáva nedostatky a problémy v procesoch. [15]

2.1.3 Postup analýzy snímku pracovného dňa

Pri snímkaní pracovného dňa by sme mali postupovať nasledovne [15]:

- výber pracovníka,
- zoznámenie sa s pracoviskom,
- vymedzenie sledovaných dejov,
- stanovenie počtu pracovísk,
- meranie,
- vyhodnotenie snímku.

Často sa pre snímkovanie vyberá pracovisko alebo pracovník, ktorý predstavuje úzke miesto alebo pracovisko, ktoré je potreba detailne analyzovať vzhľadom k jeho plánovanej zmene. Celkovo sa snímkovanie vykonáva tam, kde je potreba odhaliť všetky neefektívnosti na danom pracovisku, linke či výrobe. [15]

2.1.4 Metóda nepriameho merania času pomocou metódy MOST

Snahy racionalizovať prácu priemyslových inžinierov viedli taktiež k analýze celej koncepcie merania práce s cieľom nájsť pre analytikov lepší spôsob uskutočnenia ich poslania. Výsledkom bolo formulovanie koncepcie, ktorá sa stala známou ako MOST – Maynard Operation Sequence Technique. [8], [9]

Koncepcia MOST sa sústreďuje na premiestnenie objektov. Autor systému MOST K. Zandín zistil, že premiestňovanie objektov sleduje určité konzistentne sa opakujúce vzorce, ako je siahnuť, uchopiť, premiestniť a umiestniť objekt. Tieto vzorce boli identifikované a usporiadané ako sekvencie pohybových prvkov. [11]

Tri základné sekvencie aktivít MOST, plus štvrtá sekvencia pre premiestňovanie objektov pomocou žeriavu sú:

- sekvencia *všeobecné premiestnenie* (pre priestorové usporiadanie objektu voľne vzduchom),
- sekvencia *riadené premiestnenie* (pre premiestňovanie objektu, ktorý v priebehu premiestňovania zostáva v kontakte s povrchom alebo je pripojený k inému objektu),
- sekvencia *použitie nástroja* (pre použitie bežných ručných nástrojov).

Rodina systému MOST obsahuje súbor nástrojov pre rôzne situácie: Basic-MOST[®], Maxi-MOST[®] a Mini-MOST[®]. V rámci súboru nástrojov Basic-MOST[®] je sekvencia celej aktivity premiestnenia rozčlenená do čiastkových subaktivít [9]:

- A -(Horizontálna) akcia na určitú vzdialenosť (Action Distance)
- B - (Vertikálny) pohyb tela (Body motion)
- G – získanie kontroly (Gain Control)
- P – umiestnenie (Placement)

Celá sekvencia premiestnenia je usporiadaná do logického rámca a vyzerá nasledovne:

$$A_0B_0G_0A_0B_0P_0A$$

Druhý typ premiestnenia je popísaný sekvenciou riadené premiestnenie. Táto sekvencia sa používa k pokrytiu takých aktivít, ako je manipulácia s pákou alebo kľukou, aktivovanie tlačidla alebo vypínača, alebo obyčajné posúvanie objektu po ploche. [9]

Do základnej sekvencie pohybů pribúdajú tri nové:

- M – Presun riadený (ťah, tlak)
- X – Procesný čas
- I - Vyrovnávanie

Celá sekvencia riadeného premiestnenia je usporiadaná nasledovne [9]:

$$A_0B_0G_0M_0X_0I_0A$$

Tretím sekvenčným modelom zahrnutým v technike merania práce Basic MOST je sekvenčný model *použitie nástroja*. Tento sekvenčný model používa ručné nástroje pre taký druh aktivít, ako je uťahovanie, delenie, čistenie, meranie a zaznamenávanie. Navyše zahrňuje aj aktivity vyžadujúce použitie mozgu k mentálnym procesom ako čítanie a myslenie.

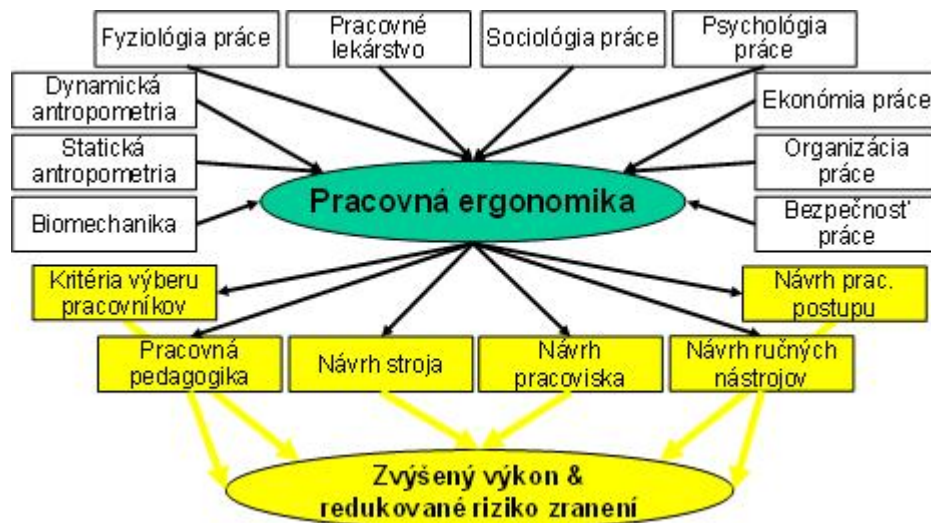
Vzorová sekvencia môže vyzeráť nasledovne (F predstavuje utiahnuť kľúčom)

$$A_0B_0G_0A_0B_0P_0F_0B_0A_0B_0P_0I_0A$$

Jednotlivé indexy s legendou sú umiestnené v Data karte Basic MOST. Jednotka, s ktorou sa v danom systéme operuje sa nazýva TMU. 1 TMU predstavuje jedennásobok dolného indexu v danej sekvencii a 1 TMU = 0,036 s. [9]

2.2 Ergonómia práce

Ergonómiou práce sa zaoberá ergonómia, interdisciplinárna veda, ktorá sa zaoberá optimalizáciou vzťahov medzi človekom, pracovnými prostriedkami a pracovným prostredím.



Obr. 4 Pracovná ergonómia [17]

2.2.1 Ergonomické usporiadanie na pracovisku

Vytvorenie pracovného priestoru, ktorý by zo všetkých stránok vyhovoval nárokom a potrebám človeka vyžaduje okrem technických znalostí aj znalosti ergonomické. Čím lepšie je pracovný priestor prispôsobený predpokladanej práci človeka, tým vyššia je aj kultúra a produktivita jeho práce. [18]

Pracovný priestor zvyčajne vymedzujú tieto základné parametre [18]:

- Charakter pracovnej činnosti (fyzická, duševná, kombinácia)
- Vybavenosť pracoviska (stroje, náradie, manipulačné a dopravné prostriedky)
- Pohyblivosť pracovného stanoviška (stacionárne, nestacionárne)
- Organizácia práce na pracovisku
- Viazanosť pracovníka s pracoviskom (väzba priestorová, funkčná)
- Pracovná poloha (sed, stoj, kombinovaná poloha)

Príkladom sú definované minimálne rozmery priestoru pri rôznych pracovných polohách.



Obr. 5 Ergonomické riešenie priestorových nárokov pracovníka [18]

Pri správnom návrhu pracovného priestoru treba starostlivo zhodnotiť faktory vplývajúce na tvorbu pracovného priestoru, využiť poznatky z ich rozboru a analyzovať sekundárne faktory, ktoré môžu, ale aj nemusia ovplyvňovať pracovný priestor. [18]

3 MANAGEMENT TOKU HODNÔT

V druhej polovici minulého storočia bol formulovaný a dodnes je rozvíjaný tzv. hodnotový management (value management) zameraný na zvyšovanie hodnoty pre zákazníka. Hodnotový management predstavuje ucelený vedný odbor a používa ucelenú metodológiu i súbor nástrojov techník, ktoré sú orientované na inováciu a maximalizáciu hodnôt pre zákazníka. Tento obor je založený na orientovaní sa na funkciu hodnotového managementu, pod ktorou chápeme „obojstranný vzťah medzi potrebou zákazníka a vlastnosťami objektu“. [9]

V procesnom a priemyselnom inžinierstve využívame v oblasti hodnotového managementu špecifický prístup, ktorému dominuje najmä [19]:

- čas, kedy je hodnota pridávaná,
- priebežná doba, po ktorú produkt vzniká,
- pomer času pridávania hodnoty a priebežnej doby,
- počet procesných krokov, kedy vzniká hodnota,
- celkový počet procesných krokov.

3.1 Definícia hodnoty a spôsoby jej merania

Mašín definuje hodnotu ako „to, za čo je zákazník ochotný zaplatiť“. Hodnotový management hodnotu definuje ako pomer medzi úžitkovými vlastnosťami produktu (úžitkom pre zákazníka resp. funkciou ako prejavom chovania) a náklady [9]:

$$\text{Hodnota} = \frac{\text{úžitkové vlastnosti produktu}}{\text{náklady}}$$

Z toho vyplýva, že pokiaľ zároveň so zvyšovaním nákladov nerastie úžitok pre zákazníka, hodnota sa znižuje. [12]

3.1.1 Pridaná hodnota

Hodnota a jej zvyšovanie sa dá však interpretovať rôznymi spôsobmi [13]:

- hodnotu je možné zvyšovať súčasným znižovaním nákladov a zvyšovaním úžitku pre zákazníka,
- hodnotu môžeme zvyšovať znižovaním nákladov pri konštantných úžitkových vlastnostiach produktu,

- hodnota rastie pri výraznom zvýšení úžitku pre zákazníka,
- hodnota rastie pri výraznom zvýšení úžitku dosiahnutom za cenu mierneho zvýšenia nákladov.

Pridaná hodnota sa z časového hľadiska vypočíta nasledovne [9]:

$$VA \text{ index} = \frac{\text{čas, kedy je produktu pridávaná hodnota}}{\text{celková priebežná doba, počas ktorej produkt vzniká}}$$

VA index sa často v literatúre nazýva „Value Percentage of Time“ alebo „Value Added Ratio“. VA index sa používa pri posudzovaní individuálnych operácií z hľadiska pomeru času, kedy sa pridáva hodnota a má najbližšie k jednoduchému českému vyjadreniu. [14]

3.1.2 Hodnotový tok

Hodnotový tok, ako relatívne nový pojem procesného inžinierstva, predstavuje súhrn všetkých aktivít v procesoch, ktoré vôbec umožňujú vlastnú transformáciu materiálu na konkrétny tovar, ktorý má hodnotu pre zákazníka. Do hodnotového toku zaraďujeme tak ako aktivity pridávajúce hodnotu, tak aj tie, ktoré hodnotu nepridávajú. [8]

Analýza hodnotových tokov musí vždy prebiehať na troch úrovniach [9]:

- na úrovni operácie,
- na úrovni podniku,
- na úrovni medzipodnikovej.

3.2 Mapovanie hodnotového toku

Mapovanie toku hodnôt – VSM (Value Stream Mapping) predstavuje jednu z metód konceptu štíhlej výroby, ktorá sa využíva pri synchronizácii výroby. Slúži ako nástroj pre popis procesov, ktoré pridávajú alebo nepridávajú hodnotu vo výrobných, servisných ale i administratívnych štruktúrach. [20]

V procese mapovania toku hodnôt je potrebné nakresliť mapu pre materiálový, ale tiež informačný tok. V štíhlej výrobe sa venuje informačnému toku rovnaká dôležitosť ako toku materiálovému. Výsledný obraz – mapa o procesoch vo výrobe bude teda obsahovať v spodnej časti materiálový tok, vrátane špecifických informácií o každom procese a v hornej časti informačný tok. [20]



Obr. 6 Postup pri mapovaní hodnotového toku [20]

3.2.1 Eliminácia plytvania ako nevyhnutný základ

V súvislosti s odstraňovaním plytvania a procesnými zmenami sa stále častejšie používa výraz gemba zlepšovanie procesov. Gemba je japonské slovo pre reálne prostredie (miesto), kde sa odohrávajú reálne javy, kde sa vyrábajú výrobky alebo sú poskytované služby. Myslenie orientované na gemba sa musí stať štandardným prístupom k riešeniu problémov zo strany manažérov i pracovníkov firiem. Gemba orientované myslenie zahŕňa 3 základné pohľady na prevádzku (gembu) [14], [6]:

- **Gemba** – reálne prostredie (miesta, kde vznikajú hodnoty)
- **Gembutsu** – reálne veci (výrobky, diely, materiály, stroje)
- **Gemjitsu** – reálne fakty (čísla, pravdivé odpovede na otázky)

Klasickým príkladom klasifikácie plytvania je 7 druhov plytvania podľa Toyoty [5]:

1. nadvýroba
2. čakanie
3. nadbytočná manipulácia
4. nesprávny pracovný postup (metóda)
5. vysoké zásoby
6. zbytočné pohyby
7. chyby pracovníkov

V rámci výrobného systému Toyota (TPS) sa začal zdôrazňovať fakt, že nadprodukcia je jedným z najhorších druhov plytvania, pretože vyžaduje dodatočné náklady, miesto pre

skladovanie a často i dodatočnú prácu na znehodnotených výrobkoch. Čakanie je plytvaním zrejším, často k nemu dochádza pri čakaní na materiál, čakanie na opravu stroja, čakanie na prestavenie stroja atď. Nadbytočná manipulácia a transport (viacnásobný) sú najčastejším druhom plytvania. Cesta materiálu tak vedie zo skladu do medziskladu, odtiaľ na pracovisko, vo forme polotovaru späť do medziskladu, aby potom viedla na iné pracovisko a odtiaľ späť do medziskladu. Nesprávny pracovný postup často vyvoláva potrebu dodatočnej práce a spotreby zdrojov. Zásoby a ich udržiavanie je často diskutovaný problém. Vedľa dodatočných nákladov na ich udržiavanie aj zakrývajú veľkú časť problémov. [8]

Vymenovanie siedmich druhov plytvania je nutné doplniť o ďalší druh, ktorého odstránenie tvorí základ mnohých programov zvyšovania produktivity. Jedná sa o plytvanie tvorivým potenciálom, schopnosťami, znalosťami a talentom pracovníkov. [8]

3.2.2 Ako vidieť a zaznamenávať hodnotový tok

Mapovanie musí začať požiadavkou zákazníka, akou je napr. mesačná požiadavka, koľko je pracovných dní v mesiaci, na koľko zmien sa pracuje, koľko ks sa vyrobí za jeden deň. Ďalším krokom je nakreslenie základných výrobných procesov. Každý proces je zaznamenaný jedným štvorcom, cez ktorý sledovaný materiál tečie. Materiálový tok je kreslený z ľavej strany (vstup) doprava v jednej línii. V dolnej časti sa nachádza výsledok samotného zberu informácií z výroby. [20], [10]



Obr. 7 Ukážka tvorby VSM [20]

Odporúča sa používať nasledujúce ukazovatele:

- C/T – cyklový čas

- C/O – change over time – čas pretypovania
- Počet operátorov
- Počet variantov produktu
- Dostupný čas
- Počet zmien

Existujú však podmienky, ktoré musíme splniť, resp. si ch uvedomiť pred tým, než sa pustíme do mapovania hodnotového toku. Nevyhnutná pre správne a zrozumiteľné zmapovanie procesu je základná znalosť ikon a pravidiel („znalosť jazyka“). Formálna stránka nesmie prevážiť význam toho, prečo mapovanie robíme. Mapovanie toku sa nedá vykonávať pre všetky druhy výrobkov. Komplexné výrobky sú ťažko zmapovateľné na jednej tabuli či stene. Nakoniec, odporúča sa využívať štandardné grafické programy previazané s tabuľkovými procesormi. [9]

4 ŠTÍHLÝ PODNIK Z HLADISKA PI

V duchu hesla „štíhlejší výroby“ (lean production) sa posledné desaťročia nesú odborné diskusie o tom, ako získať strategickú výhodu v súčasnom dynamickom hospodárskom prostredí, najmä v automobilovom priemysle. [2]

Proti princípu hromadnej výroby so silne centralizovaným riadením, zameraním na vysokú produktivitu a nízke náklady, kde individuálne požiadavky zákazníka nepatria medzi najvyššie priority tradične uplatňovanému v USA a v krajinách západnej Európy, vytvorili Japonci koncept „štíhlejší výroby“. Ten spočíva vo výrobe pružne reagujúcej na požiadavky zákazníka a dopyt, ktorý je riadený decentralizovane, prostredníctvom flexibilných pracovných tímov. Každý zamestnanec má pri tom vysokú zodpovednosť za kvalitu a priebeh výroby. [2]

4.1 Štíhly podnik

Štíhlosť podniku znamená robiť len také veci, ktoré sú potrebné, robiť ich správne hneď na prvý raz, robiť ich rýchlejšie ako ostatní a utrácať pritom menej peňazí. Podstata štíhleho podniku však nespočíva v šetrení. Ide o zvyšovanie výkonnosti firmy tým, že na danej ploche dokáže vyprodukovať viac než konkurenti, že s daným počtom ľudí a zariadení vyrobíme vyššiu pridanú hodnotu než druhí atď. Byť štíhly teda znamená zarobiť viac peňazí, zarobiť ich rýchlejšie a s vynaložením menšieho úsilia. [15], [416]

4.1.1 Aký je štíhly podnik?

Štíhly podnik je taký, ktorý všetky spomínané atribúty v predchádzajúcej kapitole dokáže aplikovať a snažiť sa ich dosiahnuť na všetkých úrovniach činností firmy. To znamená, že štíhly podnik má [4]:

- štíhlu výrobu,
- štíhlu logistiku,
- štíhlu administratívu,
- štíhly vývoj.

4.1.2 Princípy štíhleho podniku

Medzi nosné prvky štíhleho podniku patria [4], [14]:

- Management toku hodnôt (Value Stream Management)
- Management úzkych miest
- Štíhle pracovisko
- Procesy kvality a štandardizovaná práca
- TPM – Management produktivity výrobných zariadení
- Rýchle zmeny (SMED) a redukcie dávok
- Kaizen – zlepšovanie procesov
- Štíhly layout a výrobné bunky
- Týmová práca

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI TNS SERVIS S.R.O.

5.1 TNS SERVIS, s.r.o.

Spoločnosť so sídlom v Slušoviciach v okrese Zlín s takmer dvadsaťročnou tradíciou sa zaoberá výrobou a montážou komponentov pre automobilový, elektrický a elektronický priemysel.



Obr. 8 Logo spoločnosti [21]

Základné údaje o spoločnosti:

Názov spoločnosti: TNS SERVIS s.r.o.

Sídlo výrobného závodu: K Teplinám 619, 763 15 Slušovice, Česká republika

Rok založenia: 1991

Počet zamestnancov: 209

Obrat v roku 2008: 20,1 mil. €



Obr. 9 Sídlo spoločnosti TNS SERVIS s.r.o. [21]

5.2 História spoločnosti

Spoločnosť TNS SERVIS, s.r.o. bola založená 3.1. 1991 ako súkromná firma šiestimi spoločníkmi. Na začiatku svojej podnikateľskej činnosti sa firma zameriavala najmä na servis kancelárskej a výpočtovej techniky. S rozvojom firmy sa rozširovala aj ich činnosť o predaj výpočtovej a kancelárskej techniky, inštaláciu sietí a predaj spotrebného materiálu. Za týmto účelom bola vybudovaná vlastná predajňa v Zlíne. V roku 1992 firma rozšírila činnosť o inštalácie bezpečnostných a tepelne odrazových fólií pre obchody a banky. Ku koncu roku 1994 firma naviazala spoluprácu s belgickou firmou Bosch Tien. Za týmto účelom firma TNS SERVIS zriadila vo Vizoviciach nové pracovisko, v ktorom bola zahájená kompletácia plastových komponentov pre vstrekovacie systémy svetlometov, ktoré vyrába firma Bosch.

Spolupráca s firmou Bosch vyžadovala kompletnú reštrukturalizáciu firmy. Jej hlavným cieľom bol útlm aktivít v oblasti servisu výpočtovej a kancelárskej techniky a súčasne rozšírenie výrobných aktivít. Následkom toho sa firma pretransformovala z obchodne servisnej na výrobnú organizáciu, ktorej hlavné a až doposiaľ sa firma prevažne orientuje na automobilový priemysel ako dodávateľ komponentov pre rôznych odberateľov svojimi montážnymi a elektromontážnymi činnosťami.

Koncom roka 1997 bola vybudovaná nová výrobná prevádzka, ako reakcia na veľmi dobré výsledky v oblasti kvality výrobkov a služieb, vďaka ktorým došlo k razantnému nárastu výroby držiakov uhlíkov pre zákazníka Bosch Bühl.

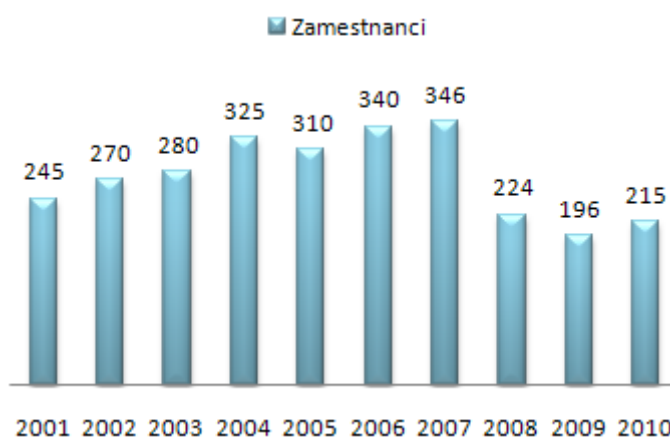
K súčasným zákazníkom patria nadnárodné spoločnosti ako Robert Bosch, Automotive Lightning, Magna, Škoda Auto, Mercedes Benz a ďalšie ako napríklad SME, Satrema a Ampa. Väčšina produkcie je určená na export, predovšetkým do Nemecka, Rakúska, Maďarska, Belgicka, Mexika a Brazílie.

V roku 2007 odkúpila majoritný podiel v spoločnosti TNS SERVIS česko-írska skupina Kilcullen Kapital Partners. Do tohto roku boli akcionármi holandský fond GIMV Czech and Slovak SME Fund N. V. a štyria členovia managementu spoločnosti.

Spoločnosť nasleduje politiku akosti a environmentálne ohľaduplnej výroby a je držiteľom certifikátov ISO/TS 16949:2002 a ČSN EN ISO 14001:2005, ktoré sú pre firmu vyrábajúcu pre automobilový priemysel v dnešnej dobre nevyhnutnosťou.

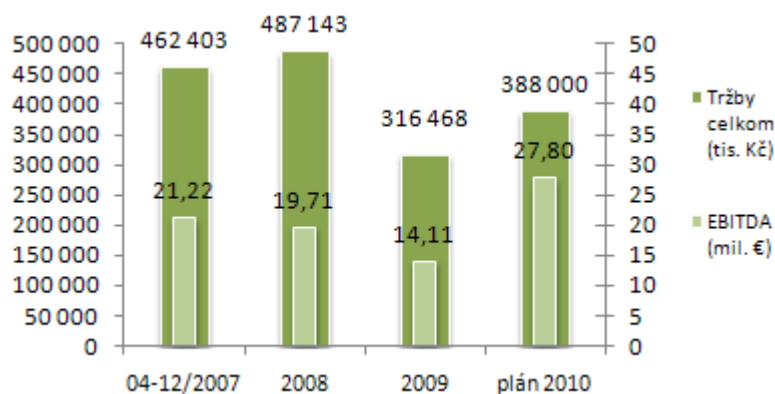
5.3 TNS SERVIS a obdobie krízy

Spoločnosť TNS od roku 2008 si až po súčasnosť zachováva nemennú štruktúru vlastníkov. Spoločnosť však ako mnoho iných firiem pôsobiacich (nielen) v automobilovom priemysle musela čeliť následkom krízy, ktorá prepukla na finančných trhoch koncom prvého polroka roku 2008. Podľa vyjadrení spoločnosti toto obdobie nezasiahlo firmu ani zďaleka tak deštruktívne ako iné firmy, avšak určitý pokles výroby na vybraných produktoch spôsobil, že firma musela okamžite reagovať a obmedziť výrobné prevádzky pre vybraných odberateľov. Prudký pokles zamestnancov v roku 2008, ktorý sa ešte prehĺbil v roku 2009 je odzrkadlením vtedajšej situácie. Prichádzajúci rok 2010 však firma plánuje opäť zvýšiť svoju produkciu, ktorá je odpoveďou na rastúci dopyt zákazníkov firmy.



Obr. 10 Vývoj počtu zamestnancov v TNS SERVIS s.r.o. [interný zdroj]

Finančná kríza, ktorá spôsobila pokles výroby a takisto počet zamestnancov, je znázornená aj z pohľadu tržieb a ziskov pred odpočítaním úrokov a zdanenia na obr. 11. Plán na rok 2010 je pozitívny, čo odzrkadľuje rastúcu tendenciu na automobilovom trhu. Firma predpokladá takmer 100% nárast zisku, pričom predpokladaný nárast tržieb dosahuje 22%.



Obr. 11 Vývoj hospodárenia TNS SERVIS s.r.o. [interný zdroj]

5.4 Produktové portfólio společnosti TNS SERVIS

Súčasnými zákazníkmi spoločnosti sú najmä spoločnosti z automobilového priemyslu a spoločnosť TNS SERVIS pre nich zaisťuje: [21]

- Montáž plastových komponentov pre ostrekovače svetlometov automobilov.
- Výroba držiakov uhlíkov pre malé elektromotory v automobiloch (pre strešné okná, elektrické zatváranie okien, nastavovanie sedadiel, atď.)
- Montáž zadných plastových stieračov pre osobné automobily.
- Osadzovanie dosiek plošných spojov technológiou SMT.

Spoločnosť sa zaoberá výrobou a montážou nasledujúcich produktov:

- Montáž tlakových omývačov predných svetlometov pre osobné automobily. Hlavnými zákazníkmi sú Škoda Auto a Mercedes Benz.



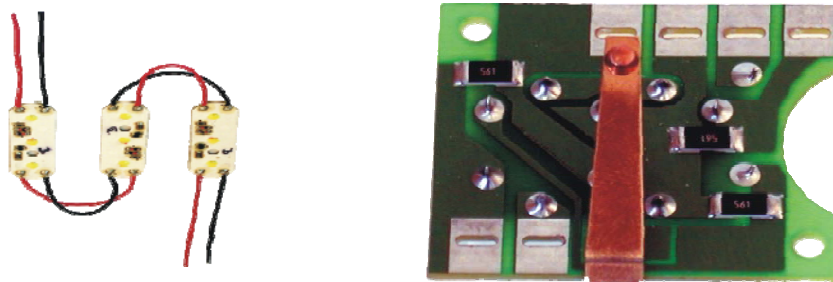
Obr. 12 Tlakové omývače predných svetlometov[21]

- Montáž držiakov uhlíkov pre malé elektromotory a plastové stierače.




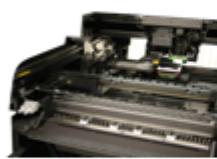
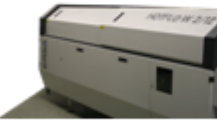

Obr. 13 Držiaky uhlíkov pre malé elektromotory [21]

- Osadzovanie dosiek plošných spojov.



Obr. 14 Ukážka dosiek plošných spojov [21]

Firma sa zaoberá výrobou dosiek plošných spojov DPS alebo v anglickom ekvivalente PCB¹. Na obr. Sú uvedené príklady elektronických zariadení využívajúcich DPS.

Súčiastky	Proces	Vlastnosti
	Automatic printing Motoprint	Print size 360 x 400 mm 16 sec cycle 10 - 100 mm/sec print speed
	High speed assembler JUKI KE2060R	Components from 0603 and ICs Placement speed: Chip 12,500CPH
	Convention soldering Hotflow 2/12	Heated length: 1,7 m Active cooling length: 0,8 m
	Tester Marantz 22x	Automatic optical inspection of PCBs High speed digital camera

Obr. 15 Výroba DPS pre elektronické zariadenia [interný zdroj]

¹ PCB – Printed Circuit Board (doska plošných spojov) – sa využíva v elektronike pre mechanické pripevnenie a súčasne pre elektrické prepojenie elektrických súčiastok. Súčiastky sú prepojené vodivými cestami vytvorenými leptaním z medených fólií nalepených na izolačnej laminátovej doske.

6 VÝCHODISKÁ PRE VYPRACOVANIE PROJEKTU RACIONALIZÁCIE

V praktickej časti sa vychádza z teoretickej časti, ktorá predstavuje všeobecné poznatky a metódy v danej oblasti, ktorou sa daná práca zaoberá. Koncepcia praktickej časti je založená na je dvoch častiach líšiacich sa svojou podstatou. Prvá časť vychádza zo získaných dát, ktoré sú v tejto časti podrobne analyzované. Najprv bude predstavené konkrétne pracovisko a konkrétny montážny proces, ktorý bude podrobený analýze. Projektová časť bude vychádzať z analýzy súčasného stavu, ktorá bude slúžiť ako podklad pre vyplývajúce nápravné riešenia, nový koncept konkrétnej montážnej linky a jeho implementáciu.

6.1 Vymedzenie projektu racionalizácie vybranej montážnej linky

6.1.1 Definovanie projektu

Názov projektu: Projekt zlepšenia vybraných procesov vo firme TNS SERVIS, s.r.o.

Vlastník projektu: Ing. Zdeněk Vaněček

Vedenie projektu: Bc. Eva Mastná – diplomantka, študentka UTB v Zlíne

Ing. Dobroslav Němec - vedúci diplomovej práce

6.1.2 Cieľ projektu

Hlavný cieľ: Zefektívniť vybraný výrobný proces,

Vedľajšie ciele: Navrhnuť nový koncept montážnej linky.

Vytvoriť plynulý tok na montážnej linke.

Maximálne zredukovať všetky zistené formy plytvania.

Maximálne využiť stávajúcu pracovnú silu.

6.1.3 Obmedzenia projektu

Jediné obmedzenie presne stanovené je finančný strop, ktorý predstavuje čiastku, ktorú firma vyčlenila na realizáciu daného projektu. Firma požaduje, aby výnosy vyplývajúce z implementácie nového riešenia prevyšovali náklady.

6.1.4 Harmonogram projektu

V nasledujúcom harmonograme nie je uvedený dátum implementácie návrhov, aj napriek tomu, že firma má záujem o implementáciu nového riešenia. Firma však z dôvodu súčasne prebiehajúcich investícií na iných pracoviskách plánuje implementáciu uskutočniť až v druhej polovici roku 2010.

Tab. 1 Časový plán spracovania DP a projektu [vlastné]

Projekt zlepšenia vybraného výrobného procesu	Časové obdobie						
	11/2009	12/2009	1/2010	2/2010	3/2010	4/2010	5/2010
Zoznámenie sa so spoločnosťou	■						
Zber dát		■					
Spracovanie literárnej rešerše			■				
Analýza súčasného stavu				■			
Návrh projektových riešení						■	
Predstavenie výsledkov vlastníkom projektu formou DP						■	
Obhajoba DP							■

7 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBNÉHO PROCESU

Cieľom analýzy je využiť vybrané metódy priemyslového inžinierstva a aplikovať ich pri riešení optimalizácie konkrétneho pracoviska. Cieľom analýzy je v prvom rade analyzovať prácu, na čo slúžia časové analýzy, analýzy pracovníkov a strojov. Jednotlivé metódy majú viesť k odhaleniu všetkých foriem plytvania a neefektívnosti práce. Jednotlivé analýzy sa zameriavajú na pracovisko ako celok, na celý proces montáže vybraného produktu až po jednotlivé podprocesy a pracovné úkony.

Pre kompletný pohľad na proces montáže som zvolila ako nevyhnutný základ metódu mapovania hodnotového toku, ktorý umožní získať reálny pohľad na tok materiálu a tok informácií spájajúcich sa s danou výrobou. Keďže analýza je zameraná na zefektívnenie vybraného procesu a nie celej výroby, bude sa jednať o mapovanie toku hodnôt na úrovni výrobného procesu jednej skupiny výrobkov.

Mapovanie hodnotového toku, ako analýzu procesu a jeho jednotlivých tokov, podporuje ďalšia použitá analýza, a to analýza procesná. Obe analýzy vďaka ucelenému systému grafických prostriedkov, ktoré sú pevne stanovené, umožňujú prehľadné a systematické vykreslenie súčasnej situácie.

Po zmapovaní procesov ako uceleného toku je nutné podrobne analyzovať jednotlivé pracoviská a pracovné úkony. K tomuto účelu budú použité priame a nepriame metódy merania času práce, analýzy činností pracovníka a stroja, kde ako výstupné ukazovatele budú procesné časy, identifikovanie činností pridávajúcich a nepridávajúcich hodnotu, celkové využitie zariadenia a odhalené formy plytvania.

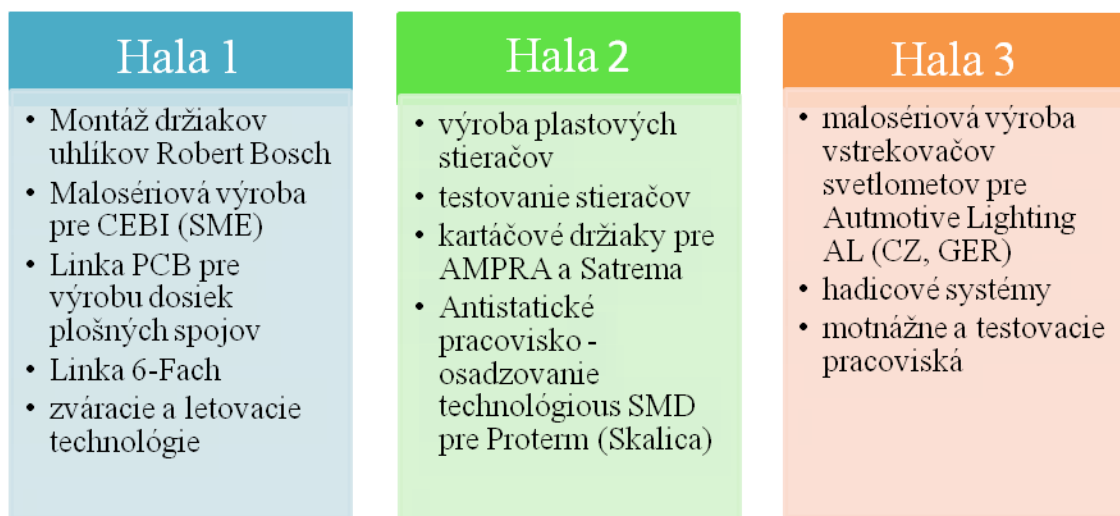
Aby všetky analýzy boli vykonané plnohodnotne a s maximálnym výsledkom, je nevyhnutné úplne poznanie a pochopenie procesu, ktorý bude predstavený v nasledujúcej kapitole.

7.1 Výber výrobného a montážneho procesu pre zlepšenie

Spoločnosť TNS SERVIS, s.r.o. vyrába prevažne pre automobilový priemysel. Výroba je riadená na princípe MRP na oddelení logistiky. Logistika zadáva plán výroby na základe elektronických objednávok od zákazníka zmenovej predáčky. Predáčka vychádza z týždenného plánu výroby, ktorému prispôsobuje denný výrobný plán. Skladovanie materiálu nie je systematické v zmysle preddefinovaného a pevného umiestnenia jednotlivých typov vstupného materiálu. Spoločnosť používa softwarovú podporu Palstat a Helios.

Materiál, rozpracovaná výroba a hotové výrobky sú značené fyzicky, v paletách, formou papierových sprievodiek, ktoré obsahujú dátum výroby, čísla daného pracoviska, ktorými konkrétny produkt prešiel, podpis pracovníka, ktorý danú dokumentáciu vykonal a počet ks v palete. Pre jednotlivé kusy firma využíva základný systém značenia pomocou nálepiek a etikiet. Tento systém môže viesť k omylom a určitej dezorganizácii v prípade straty etikety alebo iného označenia, ale firma momentálne neuvažuje nad zavedením systému značenia materiálu pomocou EAN čiarových kódov. Ako argument firma uvádza, že tento systém by bol efektívny iba za predpokladu, že by značná časť ich dodávateľov a odberateľov fungovala na tomto princípe, čo bohužiaľ nie je realitou. V každom prípade si firma uvedomuje význam a prínosy tohto systému značenia a v dlhšom časovom horizonte o tomto systéme bude uvažovať.

Odmeňovanie zamestnancov funguje na štandardnom princípe mzdových tried, kedy sa firma riadi stanovenou maticou profesií, ktorá klasifikuje jednotlivé pozície podľa náročnosti výkonu práce a doby zapracovania sa.



Obr. 16 Základné delenie výrobných činností jednotlivých prevádzok spoločnosti [vlastné]

7.1.1 Montáž kartáčových držiakov pre elektromotory stieračov

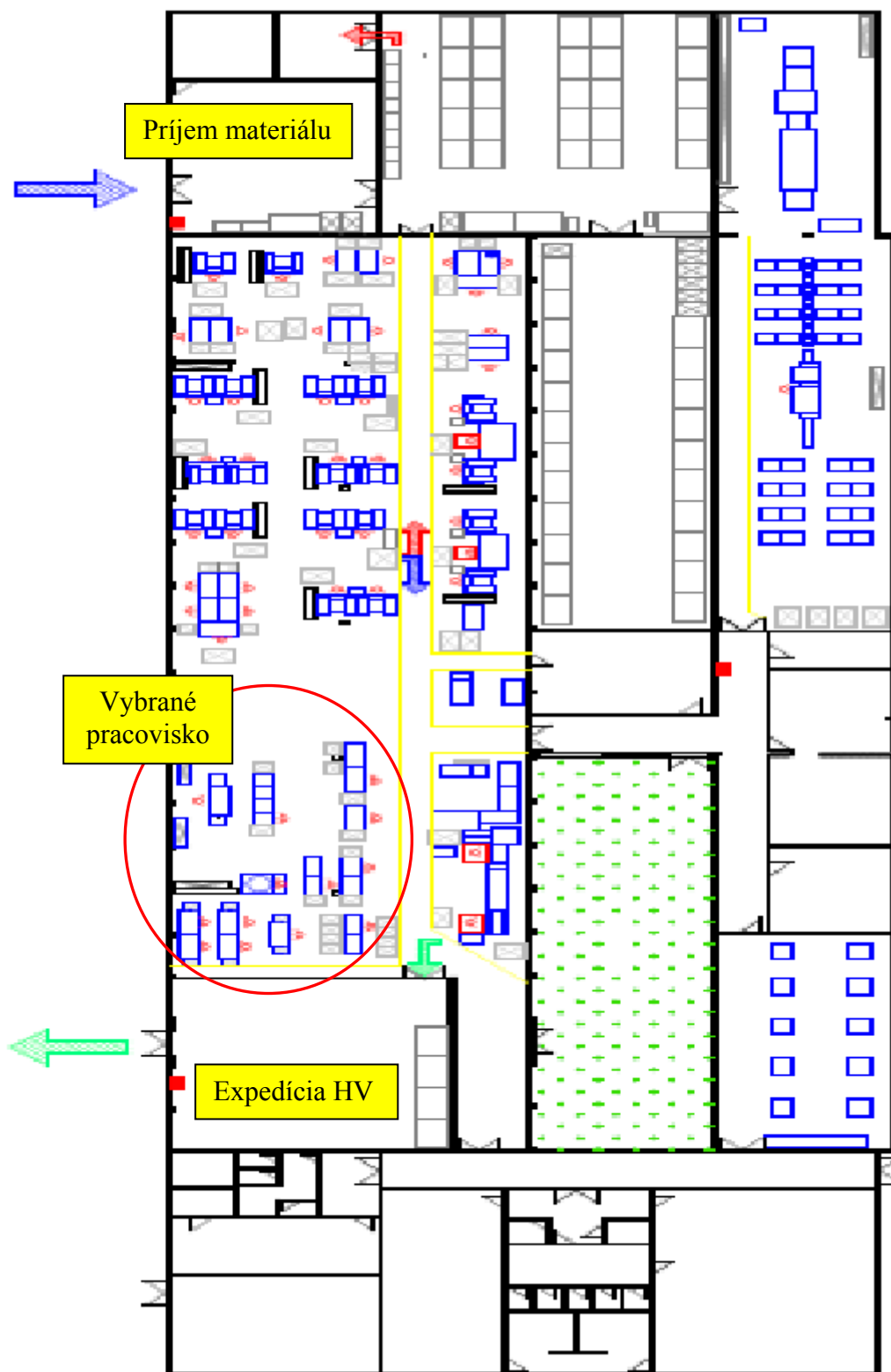
Montážny proces, ktorý je hlavným záujmom tejto práce sa nachádza v hale č. 2. Jedná sa o proces montáže kartáčových držiakov pre elektromotory stieračov.

V hale 2 sa nachádzajú:

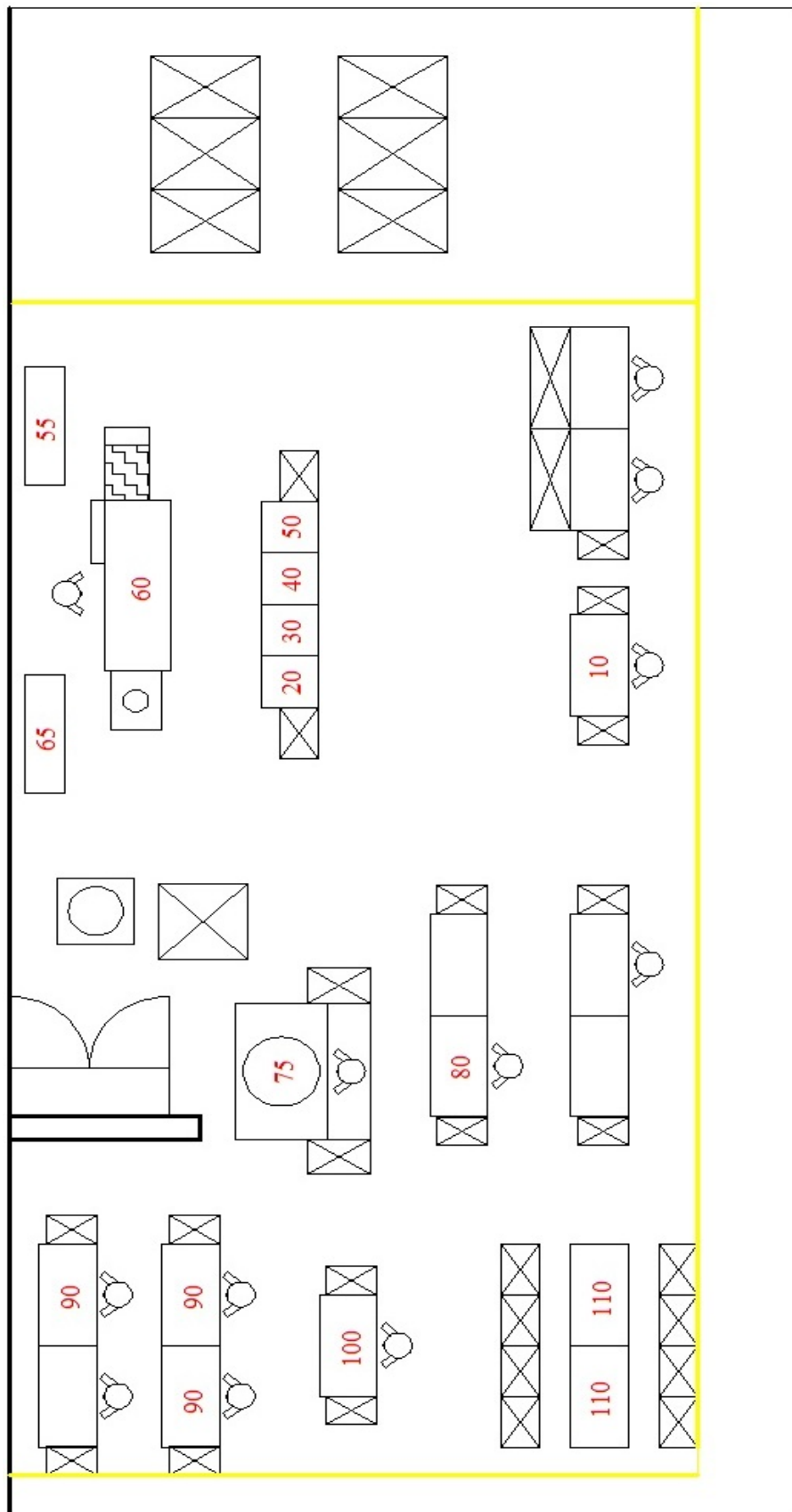
- Montážne pracoviská na výrobu plastových stieračov pre spoločnosti Renault, Ford, Bosch, Opel, BMW a Toyota (Nissan).
- Kontrolné pracoviská (100% kontrola) pre otestovanie správnej funkčnosti stieračov.
- Montážne pracovisko na výrobu kartáčových držiakov pre spoločnosti Ampra, Saterma a Magna.
- Antistatické montážne pracovisko - osadzovanie technológiou SMD Proterm

Výrobný proces vybraný pre projekt racionalizácie bol určený firmou. Montáž uhlíkových držiakov však viditeľne potrebuje zásadnú zmenu spôsobu výroby. Zásoby rozpracovanej výroby pôsobia neusporiadane, predstavujú významný zdroj plytvania vo forme nadvýroby a v neposlednom rade zaberajú značný pracovný priestor, ktorý môže byť následne použitý pre iný montážny proces. Charakter výroby taktiež pôsobí na výkonnosť pracovníkov, ktorí síce majú stanovené výkonové normy, ale absencia plynulého materiálového toku zastiera mnohé formy plytvania a psychologicky pôsobí na pracovníkov vytváraním ilúzie, že majú dostatok času, čo môže spôsobovať vysokú variabilitu času práce a výkyvu od stanoveného taktu. Samostatné čiastkové pracoviská navyše vyžadujú vykonanie viacerých činností ako dokumentácia a manipulácia s rozpracovanou výrobou či prepravkami. Toto tvrdenie bude analýzou buď vyvrátené alebo potvrdené.

Na obrázku č. 17, ktorý predstavuje layout haly 2 je červeným krúžkom znázornené montážne pracovisko pre kartáčové držiaky. Obrázok č. 18 následne ponúka detailný pohľad na usporiadanie jednotlivých pracovných pozícií, ktoré sú označené číslami od 10 po 110.



Obr. 17 Layout výrobné haly 2 [interný zdroj]



Obr. 18 Layout pracoviška montáže kartáčových držiakov [vlastné]

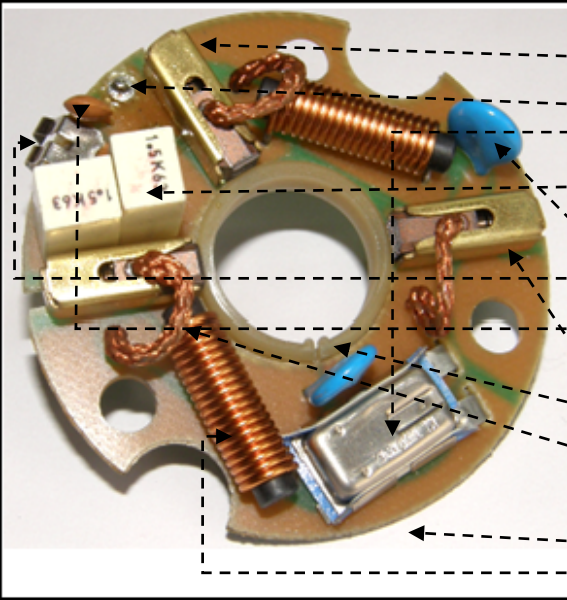
7.2 Všeobecný popis výrobného procesu

7.2.1 Charakteristika výrobku

Na vybranom pracovisku sa vyrába len jedna rodina výrobkov. Jedná sa o kartáčové držiaky piatich typov. Všetky typy majú rovnaký technologický postup, líšia sa len typom priechodky, ktorá sa montuje (spája) na pracovisku č. 90. Aktuálna mesačná výrobná dávka podľa objednávky zákazníka, ktorá sa uskutočňuje elektronicky predstavuje 30 000 ks.

Výrobok sa vyrába na 13 jednotlivých pozíciách, ktoré predstavujú jednotlivé stupne výrobného procesu. Daný výrobok sa vyrába veľkosériovo.

Tab. 2 Kusovník pre výrobok kartáčový držiak [vlastné]

	Názov dielu	ks
	Držiak kartáčový	3
	Priechodka	1
	Poistka tepelná	1
	Kondenzátor CKER 2n2/10	2
	Varistor	1
	Kontakt kostriaci	1
	Kondenzátor	2
	Pružina	3
	Rozperný krížok	1
	Kartáč uhlikový 150099	2
	Kartáč uhlikový 150100	1
	Doska izolačná DPS	1
Tlmivka	2	
Celková potreba vstupného mat./1ks		21

7.2.2 Charakteristika jednotlivých procesov montáže výrobku

7.2.2.1 Lisovanie kartáčových držiakov

Daný proces predstavuje montáž 3 ks kartáčových držiakov na dosku plošných spojov (DPS) na pracovisku č. 10. Pozostáva z nasledujúcich procesných krokov/činností.

Popis činnosti:

Do prípravku sa vložia 3 ks kartáčových držiakov – výstupky na držiaku treba orientovať smerom hore. Na prípravok s usadenými držiakmi treba položiť dosku plošných spojov.

Zasunutím vozíčku na doraz sa automaticky spustí cyklus stroja, ktorý zalisuje kartáčové držiaky do DPS. DPS s nalisovanými držiakmi operátor odloží do prepravky.

Kontrola:

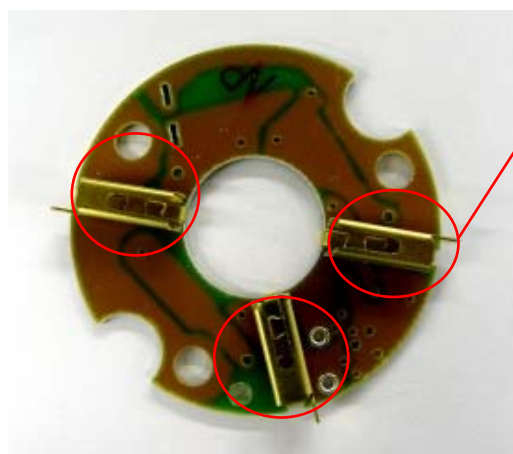
Operátor musí vykonať vizuálnu kontrolu správneho zalisovania na začiatku každej výrobnnej dávky, ďalej po zalisovaní každých 100 ks DPS (počet sa zobrazuje na počítadle na stroji). Ďalej podľa kalibru treba vykonať kontrolu priechodnosti. Toto preskúšanie sa vykonáva u troch po sebe idúcich držiakov. Operátor následne zaznamená kontrolu do príslušného formulára.

Účelom kontroly je teda overiť a zaistiť, že:

- nity na DPS sú správne nalisované,
- kartáčové držiaky sú bez poškodení a deformácií,
- kartáčové držiaky sú pevne zalisované.



Obr. 19 Lisovanie kartáčových držiakov [vlastné]



Obr. 20 Nalisované kartáčové držiaky na DPS [vlastné]

7.2.2.2 Montáž tlmiviek a ohnutie ich vývodov

Daný proces prebieha na pracovisku č. 20. Vstupný materiál predstavuje izolačná doska v počte 1 ks a 2 ks tlmiviek.

Popis činnosti:

Operátor vloží DPS so zalisovanými kartáčovými držiakmi do montážneho prípravku. Do príslušných otvorov v DPS vloží 2 ks tlmiviek. Stlačením ovládacieho tlačidla stroja aktivovať cyklus – stroj ohne vývody tlmiviek. Následne operátor vyberie DPS z prípravku, skontroluje správne ohnutie vývodov. Vozíček osadí do koľajnice a čiastočne osadenú DPS založí do vozíku.

Kontrola:

Pri kontrole sa musí operátor ubezpečiť, že:

- tlmivka je bez poškodenia (uštipnuté jadro, poškodené vinutie, poškodený lak),
- ohnutie vývodov tlmiviek je správne.



Obr. 21 Pracoviská 20-50 [vlastné]

7.2.2.3 Montáž uhľikových kartáčov a tepelnej poistky

Daný proces prebieha na pracovisku č. 30. Vstupnými materiálmi sú 2 ks kartáčových uhľíkov (150099) a 1 ks poistky tepelnej.

Popis činnosti:

Operátor osadí DPS tepelnou poistkou. Následne do protiľahlých kartáčových držiakov na DPS vloží 2 ks uhlíkového kartáča (150099) a zasunúť lanká týchto kartáčov do príslušných otvorov v DPS.

Kontrola:

- Uhlíkový kartáč musí byť bez poškodenia (uštipnutá časť).
- Tepelná poistka musí byť bez deformácií.

7.2.2.4 Montáž varistorov, kondenzátorov a kostriaceho kontaktu

Daný proces prebieha na pracovisku č. 40. Vstupnými materiálmi sú 2 ks kondenzátorov typu 140295, 1 ks varistoru a 1 ks kostriaceho kontaktu.

Popis činnosti:

Operátor najprv vloží varistor do otvoru v DPS. Následne vloží 2 ks kondenzátorov a 1 ks kostriaceho kontaktu.

Kontrola:

- Nesmie dôjsť k porušeniu súčiastok.

7.2.2.5 Montáž kondenzátorov, uhlíkového kartáča a kontrola

Daný proces prebieha na pracovisku č. 50. Vstupnými materiálmi sú kondenzátor typu 140408 v počte 2 kusy a 1 ks uhlíkového kartáča typu 150100.

Popis činnosti:

Operátor/ka vloží do príslušných otvorov v DPS 2 ks kondenzátorov. Do kartáčového držiaku v DPS vloží uhlíkový kartáč do príslušného otvoru v DPS. Následne vykoná celkovú optickú kontrolu DPS, osadenie všetkými súčiastkami a kontrolu všetkých vývodov na spodnej strane DPS. Skontrolovanú DPS odloží do manipulačného blistru na stole.

Kontrola:

- Kondenzátor a uhlíkový kartáč musia byť bez vonkajšieho poškodenia (uštipnutá časť).

7.2.2.6 Osadenie spájkovacej masky

Daný proces prebieha na pracovisku č. 55. Vstupným materiálom nie je žiadna nová súčiastka, používa sa výstup z predchádzajúceho procesu, osadená DPS v manipulačnom blistre, ktorá sa preniesie na toto pracovisko.

Popis činnosti:

Úlohou operátora je osadiť spájkovaciú masku kartáčovými držiakmi. V každej maske musí byť osadených 18 držiakov. Operátor po osadení masky nasadí prítlačný diel masky a zaaretuje masku pomocou čapov. Rám s maskou vloží na dopravník spájkovacej vlny, ktorá predstavuje pracovisko nasledovné.

Kontrola:

- Musí prebehnúť vizuálna kontrola osadenia všetkými súčiastkami.
- Všetky vývody musia presahovať cez DPS.



Obr. 22 Stojan na držiaky pred procesom spájkovania [vlastné]

7.2.2.7 Spájkovanie na vlne

Daný proces prebieha na pracovisku č. 60. Tento proces nevyžaduje dodatočného operátora, obsluhu tohto stroja zvláda operátor z pracoviska 55 – 65.

Popis činnosti:

Počas procesu spájkovania na vlne sa automaticky vykoná nanosenie spájkovacieho roztočku, prehriatie a vlastné spájkovanie DPS na letovacej vlne. Je potrebné nastaviť parametre spájkovacej vlny, ako špecifikácia cínu, uhol sklonu dopravníku, (otáčky) prietok tavidla

čerpadlom, rýchlosť dopravníku, teplotu predhriatia, teplotu spájkujúceho kúpeľa, otáčky vlny klasické a čipové.

Kontrola:

- Dôležitá je kontrola výšky hladiny cínového kúpeľa. V prípade poklesu cínu cca 1 cm pod okrajom vlny, treba doplniť cín.
- 2 x za zmenu musí operátor vyčistiť spájkujúcu vlnu.

7.2.2.8 Vybratie dielov zo spájkovacej masky

Daný proces prebieha na pracovisku č. 65. Nadväzuje priamo na predchádzajúci proces, teda na proces spájkovanie na vlnu, ktorého úlohou je odobrať rám s 18 ks držiakov zo stroja a pripraviť ich na ďalší proces. Tento proces vykonáva ten istý operátor, ako na pracovisku č. 55.

Popis činnosti:

Operátor po skončení spájkovacieho cyklu odoberie rám s maskou z dopravníku (zo stroja) pomocou ochranných rukavíc a položí ho na odkladací stojan. Odaretuje a odloží prítlačnú dosku na stanovené miesto. Potom vyjme jednotlivé diely z masky a uloží ich do manipulačného blistru (ktorý má ale už počet 24). Pri odoberaní kontroluje spôsob spájkovania. V prípade výskytu chýb musí informovať zmenovú predáčku. Po odobratí všetkých dielov zo spájkovacej masky, prenesie masku na pracovisko osadzovania držiakov do spájkovacej masky.

Kontrola:

Operátor musí skontrolovať, či:

- nedošlo k znečisteniu držiakov tavidlom – nesmie byť zelený povlak,
- prebehol správny spôsob spájkovania,
- sú priechodné búdky – priestor búdky nesmie byť zanesený cínom,
- sú uhlíky pohyblivé v búdke.



Obr. 23 Vyberanie držiakov z masky po procese spájkovania [vlastné]

7.2.2.9 Montáž krúžku a pružiny strojom

Daný proces prebieha na pracovisku č. 75, vyžaduje prácu 1 operátora, ktorý obsluhuje stroj na montáž pružiniek a krúžku na DPS. Vstupnými materiálmi sú 3 kusy pružín a 1 ks rozperného krúžku.

Popis činnosti:

Operátor odoberie DPS z blistru, nasadí DPS na stroj a stlačením smerom dole vykoná ohnutie kostriaceho kontaktu. Vykoná kontrolu správneho natvarovania vývodov laniek uhlíkov a prípadné chyby natvarovania opraví.

Následne vloží DPS na trň automatu. Pokiaľ svieti kontrola PŘIPRAVENO na displeji stroja, potom stlačí nožné ovládacie tlačidlo. Dôjde k spusteniu automatického cyklu stroja:

1. Vloženie krúžku do DPS a jeho zaistenie.
2. Vsunutie pružiniek do kartáčového držiaku a ich fixácia pomocou trňov.
3. Prihnutie krytov kartáčových držiakov.
4. Vytiahnutie zaist'ovacích trňov z pružín.
5. Dovretie krytov kartáčových držiakov.
6. Návrat piestov do východiskových polôh.

Po skončení cyklu operátor odoberie výrobok z úchytky a vykoná optickú kontrolu správnej montáže krúžkov a pružiniek. Nakoniec výrobok odloží do manipulačného blistru.

Ak dôjde k chybe, zobrazí sa to na displeji stroja.



Obr. 24 Montáž pružiniek a krúžku [vlastné]

Na obrázku č.24 je možné vidieť nadmerné zásoby RV a operátorku, ktorá práve prerušila svoju prácu kvôli poruche stroja, ktorú sa snaží odstrániť. Príčiny poruchy daného stroja budú detailnejšie analyzované v kapitole 7.9.3 zaoberajúcej sa miniauditom údržby a v kapitole 8.1.2.2 venovanej časovej analýze stroja, analýze činností, práce a prestojov.

Kontrola:

Musí byť dosiahnutá:

- správna montáž všetkých pružiniek,
- úplné dovretie všetkých krytov kartáčových držiakov,
- diely bez poškodenia.

7.2.2.10 Montáž krúžku a pružiny ručná

Daný proces prebieha na pracovisku č 80. Ide o rovnaký typ procesu ako na predchádzajúcom pracovisku, ale všetky úkony práce vykonáva operátorka. Vstupné materiály sú samozrejme zhodné, ako v predchádzajúcom procese.

Popis činnosti:

Najvýraznejší rozdiel medzi montážou pružiniek ručnou a strojovou je skutočnosť, že čas práce ručnej montáže je tri krát vyšší ako pri montáži strojovej. Operátorka vyberie z blistra DPS a skontroluje dĺžky vývodov u varistoru a kondenzátoru. Ak dĺžka vývodov ne-

zodpovedá, upraví ju kliešťami. Do prípravku vloží priechodku. Následne vloží kartáčový držiak do letovacieho prípravku, uchopí ručnú spájkku a vykoná zapojenie priechodky. Musí vykonať optickú kontrolu letovaných kontaktov. Odloží do blistra, ak kontakty nie sú správne naletované, operátorka ich opraví spájkou a potom odloží.

Kontrola sa zhoduje s kontrolou na pracovisku č. 75.



Obr. 25 Montáž krúžku a pružiny ručná [vlastné]

7.2.2.11 Ručné spájkovanie priechodky

Daný proces prebieha na pracovisku č. 90. Týchto pracovísk je celkovo 3, ale nie vždy sú všetky tri využívané súčasne. Vstupným materiálom pre tento proces je priechodka v počte 1 ks.

Popis činnosti:

Pred vlastnou montážou musí operátor opticky skontrolovať dĺžky vývodov u varistoru a kondenzátoru podľa vzorku, následne vývody upraviť pomocou štiepacích klieští. Do montážneho prípravku vloží priechodku. Spôsob usadenia má operátor znázornený vizuálne na technologickom procese na pracovisku (ako je to u každého pracoviska jednotlivo). Potom vloží operátor kartáčový držiak do letovacieho prípravku s nasadenou priechodkou tak, aby oba vývody z priechodky vyčnievali z príslušných otvorov na DPS. Pomocou ručnej spájkky následne vykoná spájkovanie priechodky. Spájkovanie priechodky musí zodpovedať vzoru správneho spájkovania. Na koniec operátor vykoná optickú kontrolu všetkých

letovaných kontaktov DPS. U nesprávne zaletovaných kontaktov musí vykonať pomocou ručnej spájky opravu a daný kontakt správne zaletovať.

Kontrola:

- Spájkovanie všetkých bodov.
- Spájkovanie letovacích bodov priechodky.
- Správne spájkovanie podľa vzoru.



Obr. 26 Offline pracovisko - ručné spájkovanie priechodky [vlastné]

7.2.2.12 Elektrická skúška

Daný proces prebieha na pracovisku č. 100. Vyžaduje prácu jedného pracovníka.

Popis činnosti:

Operátorka vloží kartáčový držiak do testovacej hlavy na meracom zariadení. Po zaistení plastového krytu sa automaticky spustí testovací cyklus. Po ukončení cyklu je skúšky vyhodnotená rozsvietením svetiel:

- **Zelená** – diel je i.O. Automaticky je testovaný kus označený mechanickou pečiatkou. Na určené miesto následne operátor označí pečiatkou kódovaný dátum výroby dielu. Spôsob a umiestnenie dátumovky je daný podľa obrázkovej prílohy, ktorú má operátor k dispozícii na pracovisku. Potom musí skontrolovať správne natvarovanie laniek uhlíkov. Označené kusy následne skladá do prepravných blistrov a balí podľa baliaceho predpisu. Do prepravky vloží vyplnenú materiálóvu sprievodku.
- **Červená** – Diel je n.i.O. Na základe identifikácie čísla chyby z testovacieho zariadenia odloží operátor daný diel do žltého blistra so zodpovedajúcim popisom - číslom chyby. Keď sa tento blister celkom zaplní (24 ks) musí ho operátorka predat

na pracovisko ručného spájkovania, kde sa vykoná výmena nezhodného dielu – podľa typu chyby.

Kontrola:

- Značka mechanickej pečiatky.
- Natvarovanie laniek uhlíkov.



Obr. 27 Pracovisko elektrickej skúšky [vlastné]

7.2.2.13 Kontrola a balenie

Daný proces prebieha na pracovisku č. 110. Pracovník sa riadi vizualizovaným kusovníkom na pracovisku.

Popis činnosti:

Účelom daného pracoviska je vykonať 100% kontrolu výrobku a zabaliť ho podľa baliaceho predpisu a objednávky. Po naplnení vykoná kontrolu či je prepravka na jednej čelnej strane označená štítkom „DK 7 113 654“. Prípadne vykoná jej označenie. 1 prepravka obsahuje 144 kusov kartáčových držiakov.

Kontrola:

- označenia o vykonaní testu,
- natvarovanie laniek uhlíkov podľa vzorku,
- správne zalisovanie upevňovacích výstupkov budiek,

- pevnosť upevnenia budiek na DPS,
- kontrola správneho spájkovania a letovania,
- kontrola dĺžky vývodov,
- jednotlivé diely bez poškodenia a povrchových chýb,
- prihnutie varistoru k termospínaču, prítomnosť pečiatky,
- kontrola prítomnosti pružiny pomocou pružného odporu uhlíku (uhlík kladie odpor).



Obr. 28 Pracovisko 100% kontroly a balenia [vlastné]

7.3 Analýza pracoviska montáže uhlíkových držiakov

7.3.1 Poriadok

Pracovisko montáže kartáčových držiakov predstavuje montáž, ktorá neprodukuje takmer žiadny odpad, prehľadnosť pracoviska je sťažená najmä organizáciou pracovísk a veľkým množstvom zásob rozpracovanej výroby. Na pracovisku sa nachádza 13 aktívnych pracovísk, pričom každé obsahuje zásoby rozpracovanej výroby ako vstupný materiál, ďalej jednotlivé súčiastky ako vstupný materiál a následne palety s *hotovými* výrobkami, ktoré slúžia ako vstupný materiál pre ďalšie pracovisko v, ktoré nasleduje vo výrobnom procese. Značne veľké zásoby pôsobia neprehľadne, vyžadujú zbytočnú manipuláciu pri prenose z jedného pracoviska na druhé a tým pádom sú činnosťami nepridávajúcimi hodnotu, teda nadbytočnými a treba ich odstrániť. Aj napriek tomu nezasahujú do hlavných logistických trás v hale vďaka dodržiavaniu podlahovej vizualizácie žltou čiarou, ktorá jasne ohraničuje pracovisko a logistické cesty. Firma nemá zavedené štandardy 5s a upratovanie sa vykonáva najmä podľa potreby.

Tab. 3 Miniaudit poriadku a čistoty na pracovisku [vlastné]

Miniaudit poriadku a čistoty na pracovisku		body
Pracovisko čisté, prehľadné a usporiadané.	čistočne	1
Na pracovisku sa nevyskytujú žiadne nepotrebné veci.	čistočne	1
Logistické cesty sú prázdne a voľné.	áno	2
Je dodržovaný postup podľa plánu upratovania.	čistočne	1
Sú zavedené štandardy 5S.	nie	0
počet bodov		5/10
dosiahnutá výška		50%
		5

7.3.2 Vizualizácia

Pracovisko spĺňa iba základné predpoklady vizualizácie. Jedná sa o už vyššie spomínanú vizualizáciu podlahovú, ktorá jasne oddeľuje pracovný priestor, priestor pre medzisklad a logistické cesty. Pomôcky a nástroje sú na pracovisku viditeľné a rozlíšiteľné, ale nie sú žiadnym spôsobom špeciálne označené. Majú svoje zaužívané miesto na pracovisku, ale ich pozícia a uloženie nie sú nijakým spôsobom vizuálne odlíšené. Na pracovisku sa nachádza regál (viď. obr. 29 na nasledujúcej strane), ktorý vizualizuje miesto pre odloženie nezhodných výrobkov, avšak tieto nádoby sú prázdne a žiadne nezhodné výrobky sa v nich nenachádzajú. Jedným z dôvodov je, že výroba produkuje nízky počet nepodarkov, a ak

áno, tak tie sa priamo posúvajú späť na predošlé pracovisko, kde sa chyba opraví. Dovoľuje to systém výroby a usporiadania pracoviska, ktorý momentálne funguje na danom montážnom pracovisku. Jednotlivé pracoviská predstavujú samostatné jednotky. Tento stav však nie je správny a vedľajším efektom tohto pohodlného systému výroby vytvára veľa podôb plytvania.

Tab. 4 Miniaudit vizualizácie na pracovisku [vlastné]

Miniaudit vizualizácie na pracovisku		body
Všetka nekvalita je označená a vytriedená.	častočne	1
Pomôcky a nástroje sú označené.	častočne	1
Je ľahké nájsť súčiastku alebo diel pre výrobnú činnosť.	áno	2
Na pracovisku je zavedená vizualizácia v podobe tabule s ukazateľmi výkonu produktivity práce.	nie	0
Věci sú uložené na definovaných miestach.	častočne	1
Je jasne a prehľadne daný plán výroby a pracovný postup.	častočne	1
počet bodov		6/12
Dosiahnutá výška		50%
		6

Keďže pracovisko zatiaľ nefunguje na systéme plynulého toku, nie je možné okamžite a jednoznačne stanoviť produktivitu práce a následne ju vizualizovať. Plán výroby (denný či týždenný) nie je prehľadne vizualizovaný. Plán výroby je možné nájsť len na pracovisku predáčky. Informačné tabule zamerané výhradne na plán výroby (aktualizovaný pre každú zmenu) sa na pracovisku nenachádza. Jasne vizualizovaný je iba technologický postup na jednotlivých pracoviskách s obrázkovou prílohou.



Obr. 29 Vizualizácia na pracovisku [vlastné]

7.3.3 Údržba

Na danom pracovisku montáže držiakov sa nachádzajú dva stroje. Prvý stroj je zariadenie na spájkovanie na vlne. Jedná sa o pevne umiestnený stroj, s ktorým sa nedá manipulovať. Stroj je ľahko viditeľný a rozlíšiteľný. Je špeciálne označený identifikačným číslom. Stroj vyžaduje údržbu (čistenie) dva krát za 1 zmenu. Počas vykonaného pozorovania nebola spozorovaná žiadna porucha, dá sa konštatovať, že prístroj funguje bezporuchovo. Pre každé zariadenie sa udržiava kniha porúch a opráv strojov umiestnená na pracovisku na mieste kde je vizualizovaný technologický proces. Kniha obsahuje aj návod ako postupovať pri eventuálnych poruchách.

Druhý stroj na pracovisku je na pozícii č. 75. Slúži na montáž pružiniek a rozperného krúžku na držiaku. Zariadenie je vysoko poruchové. Aj napriek vysokej poruchovosti nevytvára takmer žiadne nepodarky. Je to spôsobené tým, že k poruche stroja dochádza ešte skôr ako sa 3 ks pružinky a 1 ks krúžku nastrelia do držiakov. K poruche dochádza z nasledujúcich dôvodov:

- Pružinky sa manuálne nasypú do nádržky umiestnenej v hornej časti prístroja. Z tejto nádržky sú vyvedené troma plastovými rúrkami až do prístroja, ktorý ich nastrelí do držiaka. Porucha nastáva, keď sa pružinky v nádržke pomiešajú a neroztriedia sa správne do rúrok.
- Ďalšia porucha nastáva pri nastreľovaní pružiniek, ak pružinka nie je správne umiestnená, tak ju prístroj nenastrelí.

V danej výrobe nie je zavedený systém TPM, ale je vizualizovaný proces pravidelnej údržby stroja. Aj napriek poruchovosti stroja na montáž pružiniek a krúžku, pracovník obsluhujúci tento stroj je schopný operatívne zasiahnuť a poruchu opraviť. Vzniká tým však veľa nadbytočnej práce, ktorá nepridáva hodnotu a znižuje produktivitu pracoviska.

Tab. 5 Miniaudit údržby strojov na pracovisku [vlastné]

Miniaudit údržby strojov na pracovisku		body
Stroje sú označené a na prvý pohľad identifikovateľné.	áno	2
Vedie sa kniha závad a opráv stroja aj s časmi dĺžky opravy.	áno	2
Je nastavený a vizualizovaný proces pravidelnej údržby stroja.	čiastočne	1
Pracovník dokáže vykonávať drobné opravy a nastavenie stroja.	áno	2
Je zavedená metóda TPM.	ne	0
počet bodov		7
dosáhnutá výška		70%

7.4 Procesná analýza montáže kartáčových držiakov






Cieľom procesnej analýzy bolo vytvoriť ucelený pohľad na všetky cesty a procesy, ktoré musí výrobok absolvovať od vykládky vstupného materiálu z kamiónu až po expedíciu. Procesná analýza používa unifikovaný systém grafických prostriedkov pre uľahčenie pochopenia obsahu danej analýzy aj pre osobu nezainteresovanú v danom výrobnom procese.

Procesná analýza člení jednotlivé procesy na operáciu, kontrolu (materiálu, kvality a 100% kontrolu), transport a skladovanie. Transport sa uvádza v metroch, ktoré materiál absolvuje a ostatné procesy sa udávajú v minútach. V procesnej analýze uvádzam hodnoty, ktoré vychádzajú z priamych meraní a pozorovaní, ktoré som vykonala v novembri 2009.

7.4.1 Výstupy a závery z procesnej analýzy

V procesnej analýze je celkovo 37 operácií, ktoré musia byť vykonané, aby bol produkt expedovaný. Najväčší podiel počtu metrov absolvovaných počas transportu predstavuje transport z hlavného skladu na medzisklad pri pracovisku (75 m). Na samotnom pracovisku dochádza k transportu priemerne vo vzdialenosti 4,5 m. Dochádza k transportu (manipulácii) s rozpracovanou výrobou medzi jednotlivými pracoviskami (viď. príloha).

Tab. 6 Výsledky procesnej analýzy súčasného stavu [vlastné]

č.	Činnosť	 operácia	 kontrola	 skladovanie	 transport	 čakanie	vzdialenosť (v m)	doba trvania (min)	počet pracovníkov
	Celkom - početnosť	13	3	11	10				13
	- súčet vzdialeností (v m)						131		
	- súčet času (v min)							16300	

Zásoby vstupného materiálu, RV a HV tvoria 16275 min (11,3 dňa) z celkového času 16300 min (11,32 dňa). Rozdiel tvorí 24 min, ktoré predstavujú súčet časov operácií a transportov. Súčet operačných časov výrobného procesu na 1 kus predstavuje podľa priamych meraní je 230 s. Normovaný čas na výrobu 1 ks je 193 s.

Z hľadiska počtu jednotlivých procesov, operácií je celkovo 13, počet kontrol je primeraný danému typu výroby (3). Avšak medzisklady sa vyskytujú až 11 krát. Tento jav bude predmetom projektového riešenia linky so snahou ho eliminovať do maximálnej miery.

7.4.2 Analýza tvorby pridanej hodnoty podľa metódy YAMAZUMI

Použitie metódy Yamazumi som zahrnula do analýzy, pretože táto jednoduchá metóda ponúka výborný pohľad na procesy, rozdeľujúc ich do troch základných kategórií. Jedná sa o japonský vizuálny nástroj, ktorý má pomôcť pri hľadaní efektívnych cyklov operátora v rámci montážneho cyklu. Farebné odlišenie značí, ktoré procesy pridávajú hodnotu a ktoré nie, a aký podiel na celom procese vytvárajú:

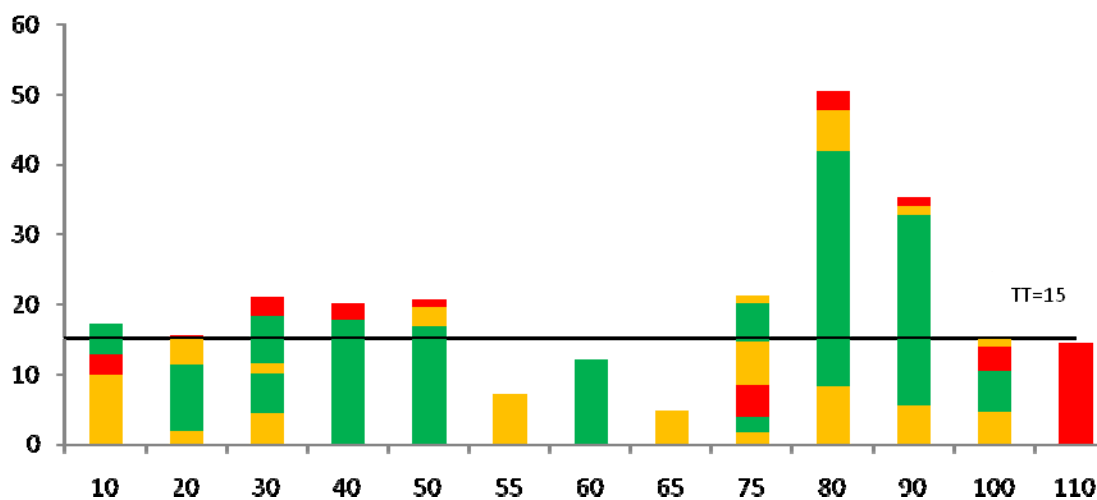
- *Zelená* – predstavuje činnosti pridávajúce hodnotu výrobku, tým že menia jeho formu alebo vlastnosti. V prípade montáže uhlíkov držiakov sa jedná najmä o činnosti ako lisovanie jednotlivých súčiastok do DPS, ich montáž a spájkovanie.
- *Červená* – predstavuje činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu vôbec, ani nie sú potrebné na to, aby došlo k iným procesom, ktoré hodnotu pridávajú. Jedná sa o nadbytočné činnosti, ktoré treba eliminovať. Jedná sa predovšetkým o všetky formy plytvania ako čakanie (nečinnosť pracovníka alebo stroja), opravy, zbytočné manipulácie spôsobené neefektívnou organizáciou pracoviska alebo práce, apod.
- *Oranžová* – Činnosti tohto charakteru sa nachádzajú v každom procese, sú nevyhnutným predpokladom na to, aby došlo k nasledujúcej činnosti, ktorá už hodnotu pridáva. Sami hodnotu nepridávajú, ale účelom nie je ich odstrániť úplne, len sa snažiť nájsť spôsob, ako ich zefektívniť a čas potrebný na ich vyrovnanie znížiť na potrebné minimum podrobnou analýzou práce a jednotlivých úkonov. Jedná sa o činnosti ako vloženie DPS do prípravku, na stojan, vybratie z prípravku apod.

Údaje v grafe som namerala v marci 2010. V porovnaní s námermi uskutočnenými v novembri nám to ponúkne objektívnejší pohľad na časy práce, ktoré sú do určitej miery odlišné, čo závisí samozrejme od operátora, ktorý na danej pozícii v danom čase pracuje.

Tab. 7 Tabuľka vstupných údajov pre graf YAMAZUMI [vlastné]

10	20	30	40	50	55	60	65	75	80	90	100	110
3,18	1,93	2,2	2,58	5,22	7,2	12,18	4,8	1,64	2,99	5,56	1,76	14,5
6,8	1,14	2,14	3,18	6,3				2,26	5,35	13,65	2,77	
2,78	6,32	5,66	2,65	5,41				4,51	12,26	11,69	2,79	
2,15	2,01	1,51	3,03	2,58				6,24	10,61	1,77	3,04	
2,22	3,53	6,72	6,4	1,15				5,49	10,63	1,32	3,5	
	0,71	2,77	2,43					1,11	5,9	1,34	1,2	
									2,7			
17,13	15,64	21	18,8	20,66	7,2	12,18	4,8	21,25	50,44	35,33	15,06	14,5

Tabuľka č. 7 obsahuje vstupné údaje pre vytvorenie grafu Yamazumi. Hodnoty sú uvedené v sekundách. Prvý riadok predstavuje čísla jednotlivých pracovných pozícií. Každá pozícia má svoje definovaný počet pracovných úkonov podľa technologického postupu. Jednotlivé hodnoty predstavujú priemerné hodnoty priamych nameraných časov práce jednotlivých pracovných úkonov. Obrázok č. 30 zobrazuje výstup z daných údajov vo forme grafu Yamazumi. Procesy sú farebne odlišené podľa charakteru činnosti. Pre orientáciu stavu efektívnosti procesov sa uvádza úsečka TT (Takt Time) = 15 s. Posledný riadok označený žltou predstavuje sumu časov práce pre každé pracovisko zvlášť.



Obr. 30 Graf YAMAZUMI pre analýzu pridanej hodnoty v procesoch [vlastné]

Na pracovisku 10 vloženie DPS do prípravku ešte nepridáva hodnotu, až vloženie 3 ks kartáčových držiakov do DPS a ich následné zalisovanie. Ostatné činnosti sú manipulácia s držiakmi a ich vloženie do DPS, následne vloženie DPS do blistra. Pracovisko 20 funguje na podobnom princípe. Činnosti pridávajúce hodnotu sú vloženie tlmiviek a ich zalisovanie do DPS. Manipulácia s DPS (vloženie na koľajnicu) a návrat k prvému úkonu hodnotu nepridávajú. Na pracovisku 30 žltá farba značí uchopenie tepelnej poistky a uchopenie uhlíkov. Vloženie tepelnej poistky a zasunutie lanka uhlíkov sú činnosti zelené. Pracoviská 40 a 50 montujú varistory, kondenzátory, kostriaci kontakt a uhlíkový kartáč. Všetko sú to činnosti pridávajúce hodnotu. Výnimku tvorí posledná činnosť posunutie po koľajnici a návrat.

Pracoviská 55-60-65 sú úzkym miestom pracoviska. Hodnoty na nasledujúcom grafe sú prepočítané časy potrebné na 1 kus. Avšak pracovisko spájkovania na vlne sa musí riadiť časovým cyklom stroja na spájkovanie, ktorý spája 18 kusov (kapacita 1 masky) naraz. Skutočný čas cyklu presahuje 3 minúty a preto bude tento fakt významným faktorom pri

vytváraní nového konceptu linky. Pracoviská 55 a 65 vykonávajú len manipuláciu s držiakmi (vybratie z blistra – usadenie do masky – vybratie z masky po spájkaní– usadenie do blistra).

Pracovisko 75 obsahuje stroj na montáž pružiniek a rozperného krúžku. Podiel činnosti pridávajúcej hodnoty je podľa grafu veľmi malý. Je to spôsobené vysokou poruchovosťou stroja. Tento fakt bude braný do úvahy v projektovom riešení. Pracovisko 80, kde sa vykonáva rovnaká činnosť ako na pracovisku 75 ručne, má naopak podiel pridanej hodnoty vysoký, avšak procesný čas je príliš dlhý na to, aby mohlo toto pracovisko plniť takt. Pracovisko 90 predstavuje ručné spájkovanie priečok. Toto pracovisko bude taktiež predmetom skúmania v analýze v ďalších kapitolách a zmeny v projektovej časti. Posledné dve pracoviská predstavujú elektrickú skúšku a kontrolu. Kontrola sa radí medzi činnosťami nepridávajúcimi hodnotu, ale v rámci dodržiavania kvality a bezpečnosti výrobku je nevyhnutná.

7.5 Value Stream Mapping

Mapovanie hodnotového toku vychádza z rovnakých údajov ako procesná analýza. Procesná analýza pomohla pochopiť a identifikovať všetky procesy týkajúce sa daného výrobného procesu. Mapovanie hodnotového toku prebieha na troch úrovniach (úroveň operácie, podniku a na úrovni medzipodnikovej). V analýze mojej práce som sa zamerala na mapovanie na úrovni vybraného procesu – montáže kartáčových držiakov.

Nástrojom mapovania hodnotového toku je mapa hodnotového toku, alebo v skratke anglického ekvivalentu – VSM mapa. Umožňuje pomocou štandardných ikon vytvoriť kompletnú predstavu reálneho súčasného stavu (viď. príloha). V projektovej časti bude zahrnutá mapa budúceho stavu po zavedení navrhnutých zmien.

7.5.1 Mapa súčasného stavu

Mapa súčasného stavu spočíva v definovaní a názornom zobrazení reálneho stavu toku materiálu a informácií. Spoločnosť TNS SERVIS s.r.o. prijíma elektronicky v týždennom intervale objednávku od obchodnej spoločnosti Ampra, ktorá následne kartáčové držiaky uhlíkov predáva viacerým subjektom automobilového priemyslu (najmä Škoda auto v Českej republike). Ampra v danom odberateľsko-dodávateľskom vzťahu figuruje aj ako dodávateľ vstupného materiálu, ktorý nakupuje od rôznych spoločností doma aj zo zahraničia. Dodávky materiálu sa taktiež uskutočňujú v týždennom intervale. Výhodou takto fungujú-

cej spolupráce je fakt, že s dodaním materiálu dochádza rovno aj k expedícii hotových výrobkov. Výroba v spoločnosti funguje dvojzmenne, 5 dní v týždni. Ranná zmena začína 5:45 a končí 13:45. Druhá zmena automaticky v tomto čase nabieha a končí 21:45.

Pri mapovaní hodnotového toku na danom pracovisku som pre analýzu jednotlivých procesov zvolila nasledovné hlavné ukazovatele ako C/T (Cycle Time), ktorý vyjadruje čas práce potrebný na vykonanie jednotlivého procesu. Popis každého procesu obsahuje taktiež iné náležitosti ako počet pracovníkov, výrobnú dávku, prípadne pri pracoviskách montáže využívajúcich strojné zariadenia.

Mapa súčasného stavu montáže kartáčových držiakov, obsahuje 13 procesov, z toho dva využívajú stroj – spájkovanie na vlne a montáž pružiniek a krúžku. Tieto pracoviská sú predmetom podrobnej analýzy v kapitole 8.1.2, kde je podrobne uvedená analýza OEE (CEZ), ktorá hodnotí celkové využitie stroja.

VSM metóda mapuje taktiež materiálový tok, ktorý je neodlúčiteľne spätý so skladovaním a medziasobami medzi jednotlivými pracoviskami. Stav zásob jednotlivých pracovísk podľa aktuálnych zásob (november 2009) bol nasledovný:

Tab. 8 Stav a obrátka zásob [vlastné]

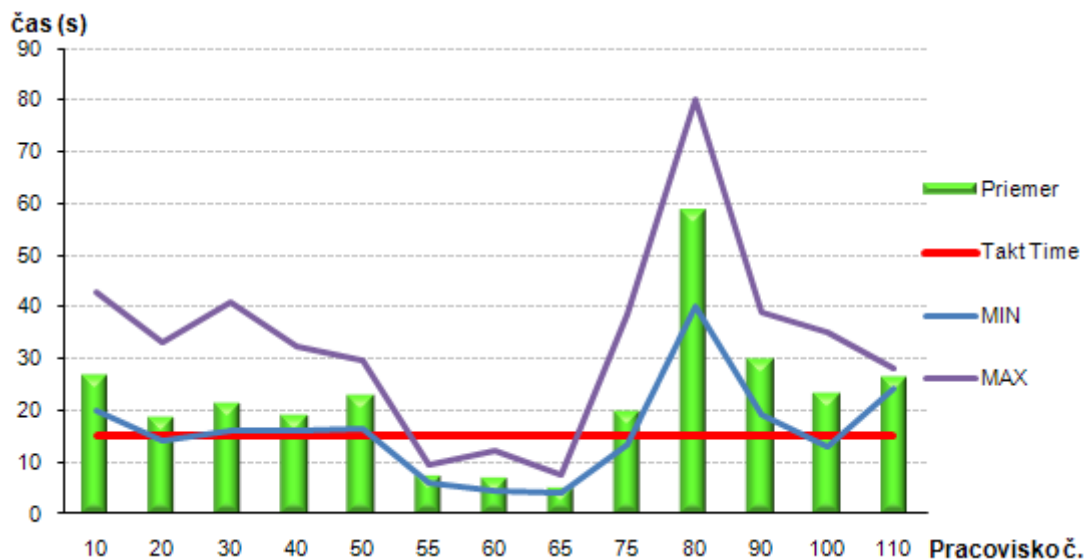
Pracovisko	Vstupný materiál (ks) DPS	Obrátka zásob (min)	Obrátka zásob (dni)	RV (ks)	Obrátka zásob (min)	Obrátka zásob (dni)	HV (ks)	Obrátka zásob (min)	Obrátka zásob (dni)	Σ (min)
Hlavný sklad	7500	5040	3,5							5040
Medzisklad	6780	2170	1,5							2170
10				2111	675,5	0,5				675,5
20-50				932	298,2	0,2	120	38,4	0,03	336,6
55-65				1152	368,6	0,26				368,6
75-80				691	221,1	0,15	3168	1013,8	0,7	1235
90				170	54,4	0,037	388	124,16	0,086	162,5
100				960	307,2	0,21	1440	460,8	0,32	768
110							1500	480	0,33	480
Expedičný sklad							7500	5040	3,5	5040
	14280			6016			6616			16275

8 ČASOVÉ ANALÝZY MONTÁŽE KARTÁČOVÝCH DRŽIAKOV

8.1 Priame meranie času práce

Pre analýzu pracovníkov a strojov som zvolila metódu priameho merania času práce - snímok pracovného dňa. Táto metóda ponúkne komplexný pohľad na všetky činnosti, ktoré pracovník počas pracovnej doby vykonáva.

Spoločnosť má v súčasnosti nastavený takt 15 s a priebežnú dobu výroby jedného kusu (L/T) 193 s. Ako je však viditeľné z grafu na obrázku č. 31, ktorý vychádza z aktuálnych priemerných údajov, ktoré som namerala v novembri 2009, je veľmi ťažké dodržať takt. Spôsob samostatných pracovísk, ktoré si vytvárajú medzizásoby, zakrýva tento fakt. Ďalším faktorom premenlivého času práce na jednu operáciu je jednotlivý pracovník, jeho prístup k práci, nadobudnutá prax a iné. Jednotlivé pracoviská budú analyzované podrobne v nasledujúcich kapitolách.



Obr. 31 Časová analýza – Takt Time [vlastné]

Graf na obrázku č. 31 znázorňuje súhrn všetkých pracovísk potrebných na montáž kartáčového držiaku. Graf zobrazuje priemerné časy jednotlivých procesov potrebných na výrobu 1 ks, navyše udáva najnižšiu (MIN) a najvyššiu (MAX) nameranú časovú hodnotu. Najviac sa od stanoveného Takt Time vzdáľuje pracovisko 80, kde sa ručne montuje rozperný krúžok a pružinky. Podrobnejšia časová analýza tohto pracoviska poskytne relevantné údaje, na základe ktorých bude pracovisko vybalansované alebo odstránené.

8.1.1 Snímok pracovného dňa – pracovník

Analýza pracovníka vychádzajúca zo snímku pracovného dňa skúma a identifikuje činnosti, ktoré pracovník vykonáva a dobu trvania jednotlivých činností.

8.1.1.1 Analýza pracovníka na pracovisku č. 10

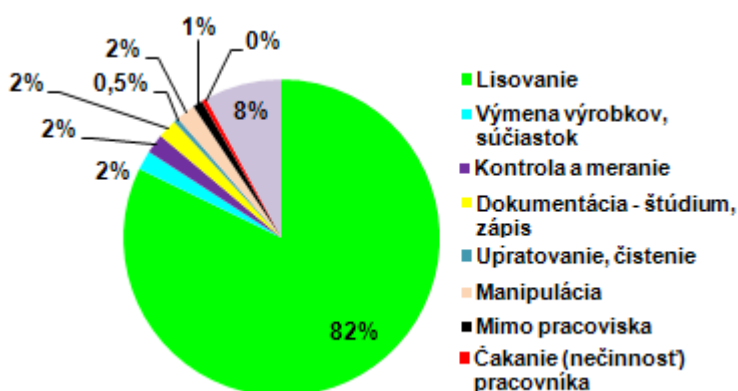
Montáž lisovania kartáčových držiakov do dosky plošných strojov je náplň pracoviska č. 10. Nábery som uskutočnila 9. 11. 2009 na rannej zmene. Pozorovanie začalo 5:45 so začiatkom rannej zmeny až do jej ukončenia 13:45.

Tab. 9 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (10)[vlastné]

	Symbol	Činnosť	Dĺžka trvania
1	OS	Lisovanie	6:33:00
2	VV	Výmena výrobkov, súčiastok	0:08:00
3	KM	Kontrola a meranie	0:10:00
4	DO	Dokumentácia - štúdium, zápis	0:08:00
5	UČ	Upratovanie, čistenie	0:06:40
6	MA	Manipulácia	0:08:00
7	MP	Mimo pracoviska	0:04:00
8	ČNČ	Čakanie (nečinnosť) pracovníka	0:01:20
9	PP	Prestávka pracovníka	0:40:00

a) Analýza činností pracovníka

Nasledujúci obrázok znázorňuje percentuálne zastúpenie jednotlivých činností pracovníka na danom pracovisku. Graf vychádza z tabuľky vstupných údajov č. 32.

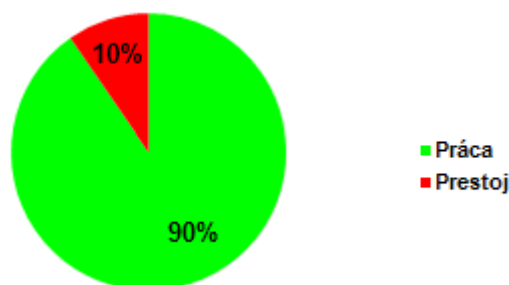


Obr. 32 Analýza činností pracovníka (10) [vlastné]

Operátor venuje 82% svojho času lisovaniu kartáčových držiakov. Pracovná disciplína operátora je viac než dobrá. Mimo pracoviska operátorka strávila 4 min za celú zmenu, čo je prijateľný čas. Keďže v danej výrobe neexistuje plynulý tok materiálu, operátorka vyrába svojím tempom, aj keď má stanovenú normu a následne sa jednotlivé časy operácií líšia od každého operátora. 8% času strávi operátorka manipulovaním s blisterami (kapacita 1 blistera je 24 ks), ktoré má na pracovnej ploche. Keď sa blister naplní (každých 24 ks = 8min), operátorka vezme nový blister a umiestni ho na naplnený. Každých 144 ks operátorka manipuluje s blisterami, ktoré umiestňuje do prepravky a vyplňa dokumentáciu. Vyplňuje papierové priechodky a zakladače s dokumentáciou, ktoré sú umiestnené na pracovnej ploche, zaberajúc miesto. Čo sa ďalších činností týka, každých 25 kusov vyberá vstupný materiál z krabice umiestnenej na zemi pod stolom. DPS sú viazané gumičkou, ktorá sa odkladá na určené miesto na stole. V novom koncepte linky budú jednotlivé náležitosti pracoviska optimalizované.

b) Analýza prestojov pracovníka

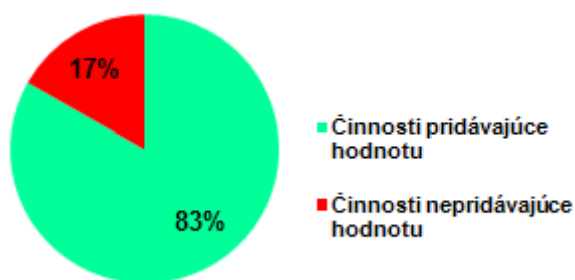
Z nameraných údajov vyplýva, že 10% všetkých činností pracovníka počas zmeny tvoria prestoje. 10% celkového času predstavuje 45 min 20 s času pracovníka. Zvyšných 7 hod 13 min a 40 s tvorí práca. Tento zistený fakt hodnotím pozitívne. Medzi prestoje v tomto prípade patria prestávky pracovníka, čas strávený mimo pracoviska a čakanie pracovníka.



Obr. 33 Práca/Prestoj (10) [vlastné]

c) Analýza pridanej hodnoty pracovníkom

Lisovanie kartáčových držiakov je jediná činnosť pridávajúca hodnotu. Tvorí 82 % celkového času 8h, teda 6 hod 33 min. Všetky zvyšné činnosti hodnotu nepridávajú a snahou je ich eliminovať. Tvorí 17% celkového času, časovo vyjadrené 1 hod 26 min. Činnosti ako manipulácia, dokumentácia, čakanie pracovníka a čas strávený mimo pracoviska treba redukovať alebo odstrániť. Percentuálne zastúpenie činností pridávajúcich/nepridávajúcich hodnotu je znázornené na obrázku č. 34 na nasledujúcej strane.



Obr. 34 Činnosti prídávajúce/neprídávajúce hodnotu (10) [vlastné]

8.1.1.2 Analýza pracovníka na pracovisku č. 30

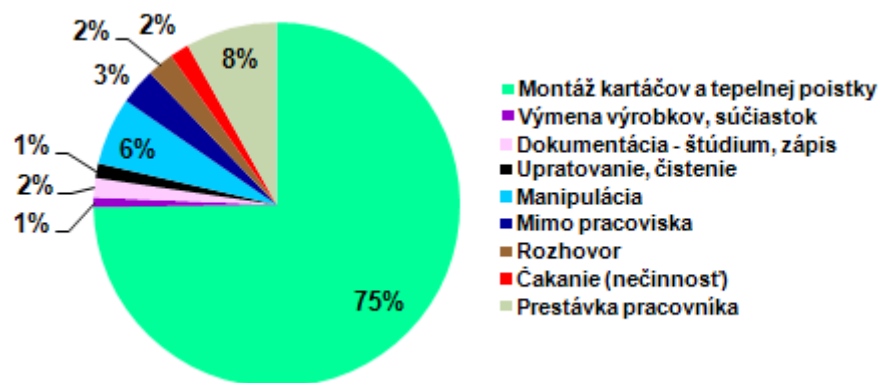
Na pracovisku č. 30 sa uskutočňuje montáž uhlíkových kartáčov a tepelnej poistky. Snímok celého dňa daného pracoviska som uskutočnila 10. 11. 2009 na rannej zmene v čase od 5:45 do 13:45. Vstupné údaje predstavujúce namerané hodnoty počas snímku pracovného dňa sú uvedené v tabuľke č. 10.

Tab. 10 Vstupné údaje pre analýzu pracovníka (30) [vlastné]

	Symbol	Činnosť	Dĺžka trvania
1	MO	Montáž kartáčov a tepelnej poistky	6:00:00
2	VV	Výmena výrobkov, súčiastok	0:04:00
3	DO	Dokumentácia - štúdium, zápis	0:08:00
4	UČ	Upratovanie, čistenie	0:06:00
5	MA	Manipulácia	0:30:00
6	MP	Mimo pracoviska	0:15:00
7	R	Rozhovor	0:11:00
8	ČNČ	Čakanie (nečinnosť)	0:06:00
9	PP	Prestávka pracovníka	0:40:00

a) Analýza činností pracovníka

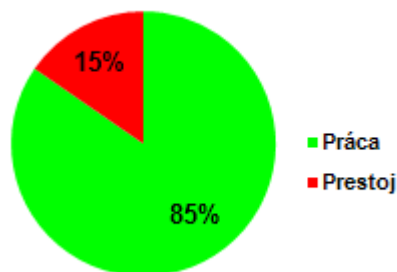
Montáž kartáčov a tepelnej poistky tvorí 75% celkového času pracovníka (5 hod 50 min). Z ostatných činností, ktorých percentuálne zastúpenie je znázornené na obrázku č. 35, je najvýraznejšia manipulácia, ktorej operátorka venuje až 6% času (28 min). Je to spôsobené faktom, že operátor musí manipulovať s rozpracovanou výrobou, s plnými a prázdnyimi blistrami, kráčať pre nové prepravky a pod. Významné sú aj značne veľké časy rozhovoru pracovníka (až 11 min), času stráveného mimo pracoviska (až 15min) a čas venovaný dokumentácii (8min).



Obr. 35 Analýza činností pracovníka (30) [vlastné]

b) Analýza prestojov pracovníka

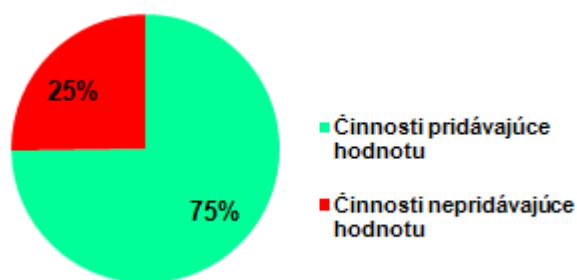
Celkový podiel práce na činnosti operátorky tvorí 85%, vyjadrené časovou hodnotou 6 hod 48 min. Patria sem operácie montážne, výmena výrobkov a súčiastok, dokumentácia, upratovanie a manipulácia. Činnosti hodnotené ako prestoj tvoria 15%, čo časovo predstavuje 1 hod 12 min. Do tejto kategórie spadajú prestávky, čakanie pracovníka, rozhovor a čas strávený mimo pracoviska. Obrázok č. 29 ilustruje spomínaný podiel práce a prestojov.



Obr. 36 Práca/Prestoj (30) [vlastné]

c) Analýza pridanej hodnoty pracovníka

Činnosť prídávajúca hodnotu predstavuje 75% (6 hod) celkového času operátora. Jedná sa o montážnu činnosť. Ostatné činnosti sa pokladajú za činnosti neprídávajúce hodnotu. Tvoria 25% celkového čas v trvaní 2 hod. Špeciálna pozornosť by sa mala venovať činnostiam ako čakanie, času strávenému mimo pracoviska, sledovať jeho frekvenciu a dôvody odchodu z pracoviska a najmä eliminovať rozhovory pracovníkov kým výroba stojí. Nasledujúci obrázok č. 30 znázorňuje jednotlivé percentuálne podiely.



Obr. 37 Činnosti pridávajúce/nepridávajúce hodnotu (30) [vlastné]

8.1.1.3 Analýza pracovníka na pracovisku č. 40

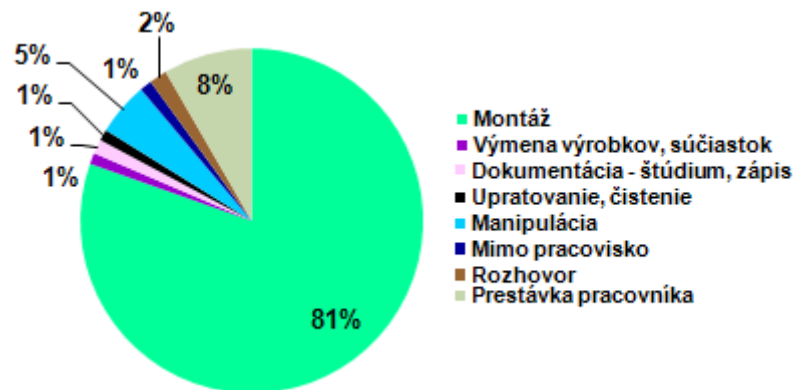
Montáž varistorov, kondenzátorov a kostriaceho kontaktu predstavuje pracovnú náplň pracoviska č. 40. Snímok pracovného dňa daného pracoviska som uskutočnila 11. 11. 2009 na rannej zmene v trvaní od 5:45 do 13:45. Tabuľka č. 11 uvádza vstupné údaje pre analýzu jednotlivých činností, ktoré vychádzajú z celodenného pozorovania pracovníka.

Tab. 11 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (40) [vlastné]

	Symbol	Činnosť	Dĺžka trvania
1	MO	Montáž	6:26:00
2	VV	Výmena výrobkov, súčiastok	0:05:00
3	DO	Dokumentácia - štúdium, zápis	0:06:30
4	UČ	Upratovanie, čistenie	0:05:00
5	MA	Manipulácia	0:24:00
6	MP	Mimo pracovisko	0:05:30
7	R	Rozhovor	0:08:00
8	PP	Prestávka pracovníka	0:40:00

a) Analýza činností pracovníka

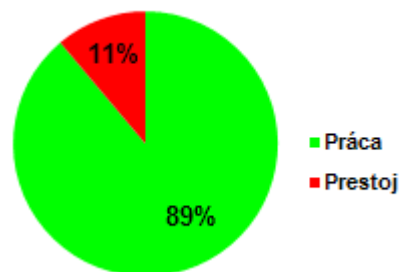
Montáž jednotlivých súčiastok predstavuje 81% celkového času pracovníčky. 19% ostatných činností sa pohybuje okolo 1% celkového času. Výnimku tvoria prestávky pracovníka (8%) ktoré sú rovnaké pre všetky pozície. Manipulácia s blistrami a prepravkami zaberá 5% času (24 min). Rozhovor pracovníka tvorí 2% (8 min) z celkového času. Obrázok č. 38 na nasledujúcej strane znázorňuje jednotlivé percentuálne hodnoty.



Obr. 38 Analýza činností pracovníka (40) [vlastné]

b) Analýza prestojov pracovníka

Práca operátora predstavuje 89% celkového času. V časovom vyjadrení prácu vykonával 7 hod 6 min. Zvyšných 53,5 min náleží prestojom. Medzi prestoje na danom pracovisku zaraďujem prestávku pracovníka, rozhovor a čas strávený mimo pracovisko. V každom prípade sa jedná (s výnimkou prestávky pracovníka) o činnosti, ktoré by sa nemali vyskytovať a znižujú produktivitu daného pracoviska a pracovníka. Pre názornú ukážku opäť uvádzam graf práca/prestoj na obrázku č. 39.

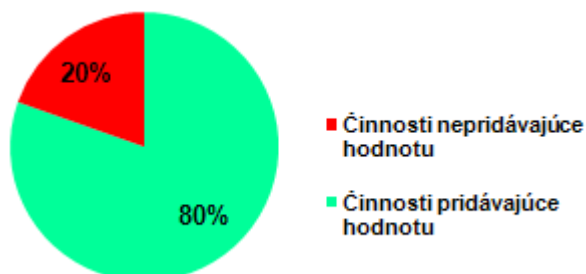


Obr. 39 Práca/Prestoj (40) [vlastné]

c) Analýza pridanej hodnoty pracovníka

Montáž varistorov, kondenzátorov a a kostracieho kontaktu, ako činnosť prídávajúca hodnotu, je percentuálne zastúpená 80% a časovo trvá operátorke 6 hod 26 min. Ostatné činnosti predstavujú 20% celkového času v dĺžke trvania 1 hod 34 min. Nie všetky činnosti nepridávajúce hodnotu treba odstrániť, napríklad čistenie a upratovanie pracoviska má svoj význam a opodstatnenie. Treba hľadať spôsob ako eliminovať dokumentáciu a manipuláciu, položiť si otázku, či sú tieto činnosti skutočne nevyhnutné, alebo či sa dá nájsť spôsob, ako ich z daného výrobného procesu vypustiť. Naopak činnosti ako rozhovor a čas mimo pracoviska bez opodstatneného dôvodu súvisiaceho s prácou by nemali byť súčasťou pro-

cesu montáže produktu. Sú to činnosti, ktoré predlžujú priebežnú dobu výroby, cenu produktu predražujú, a sú to činnosti, ktoré zákazník v cene daného produktu určite nie je ochotný platiť.



Obr. 40 Činnosti prídávajúce/neprídávajúce hodnotu (40) [vlastné]

8.1.1.4 Analýza pracovníka na pracovisku č. 90

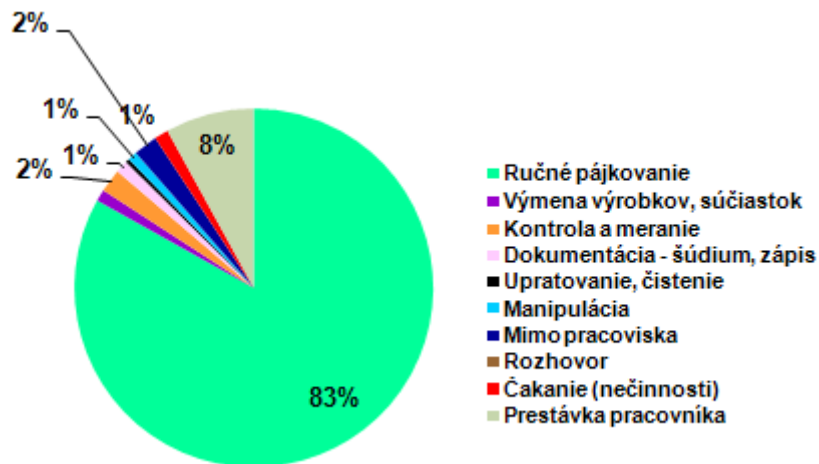
Ručné spájkovanie priechodky sa vykonáva na pracovisku č. 90. Tieto pracoviská sú tri. Nie vždy sú všetky v prevádzke, takže sa nedá jednoznačne konštatovať, že dané pracovisko vyžaduje zodpovedajúcu svoju počtu aj troch pracovníkov. Ja som si zvolila snímok jedného z troch pracovísk ako ilustráciu všetkých troch. Snímok pracovného dňa som uskutočnila 12. 11. 2009 na ranej zmene v dobe od 5:45 do 13:45 (8 hodín = 480 min). Tabuľka č. 12 zahŕňa celkové časy jednotlivých činností vyplývajúcich z celodenných nameraných hodnôt.

Tab. 12 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (90) [vlastné]

	Symbol	Činnosť	Dĺžka trvania
1	RP	Ručné pájkovanie	6:34:45
2	VV	Výmena výrobkov, súčiastok	0:05:00
3	KM	Kontrola a meranie	0:10:00
4	DO	Dokumentácia - šúdium, zápis	0:05:15
5	UČ	Upratovanie, čistenie	0:01:45
6	MA	Manipulácia	0:06:00
7	MP	Mimo pracoviska	0:10:15
8	R	Rozhovor	0:02:00
9	ČNČ	Čakanie (nečinnosti)	0:05:00
10	PP	Prestávka pracovníka	0:40:00

a) Analýza činností pracovníka

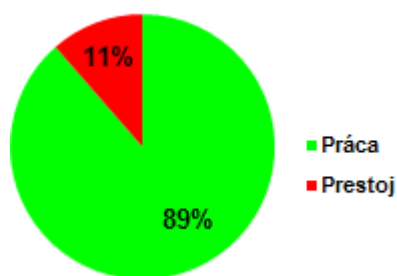
83% celkového času práce vykonáva pracovník ručné spájkovanie. Ostatné činnosti sa pohybujú okolo 1 – 2 %. Na danom pracovisku je okrem samotného spájkovania dôležitá aj optická kontrola zaletovaných dvoch bodov priechodky na doske plošného spoja.



Obr. 41 Analýza činností pracovníka (90) [vlastné]

b) Analýza prestojov pracovníka

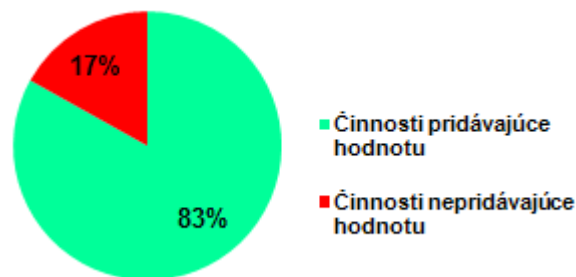
Čas práce vykonanej počas 1 zmeny predstavuje 7 hod a 2,75 min (89%). Zvyšných 57,25 min (11%) pripadá na prestoje. Medzi prestoje na tomto pracovisku radím činnosti ako prestávku pracovníka, čakanie pracovníka, rozhovor a čas strávený mimo pracoviska.



Obr. 42 Práca/prestoj (90) [vlastné]

c) Analýza pridanej hodnoty pracovníkom

Z daných údajov sa dá konštatovať, že dané pracovisko 83% (6 hod 34,75 min) z celkového času práce pridáva hodnotu. Zvyšných 17% (1 hod 20,25 min) nepridáva hodnotu. Opäť sa jedná o činnosti, ktoré predstavujú priestor na úspory času. K činnostiam charakterizovaným ako prestoj sa pridáva ešte manipulácia v 6% zastúpení.



Obr. 43 Činnosti prídávajúce/neprídávajúce hodnotu (90) [vlastné]

8.1.2 Snímok pracovného dňa – stroj

Snímkovanie pracovného stroja som zamerala aj na dve pracoviská, ktoré obsahujú strojné zariadenie. Jedná sa o pracovisko č. 60, kde na nachádza stroj na spájkovanie na vlne a pracovisko č. 75, kde operátor obsluhuje stroj, ktorý montuje pružinky a rozperný krúžok. Každý stroj je analyzovaný z hľadiska činností, ktoré vykonáva operátor na spomínaných pracoviskách, z hľadiska pomeru práce a prestojov a nakoniec vypočítam per každý stroj ukazovateľ OEE a hodinové výkony podľa nameraných hodnôt počas snímkovania.

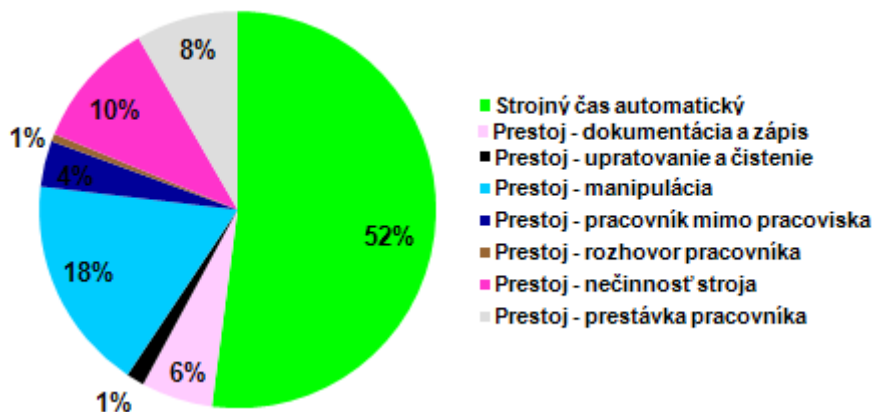
8.1.2.1 Analýza stroja na spájkovanie na vlne

Stroj spájkovania na vlne má na základe technologického riešenia takt 18 ks (kapacita spájkovacej masky). Pracovisko sa viaže na pracoviská 55 a 65 ktoré spolu s daným pracoviskom obsluhuje jeden operátor, a tieto pracoviská predstavujú manipuláciu s držiakmi (vkladanie a vykladanie do/z masky) a následné vkladanie držiakov do blistra na pracovisku 65. Snímkovanie som uskutočnila na rannej zmene dňa 10. a 11. 12. 2009 v čase od 5:45 do 13:45.

a) Analýza činností

Z celkového času na strojný čas automatický, ktorý vykonáva stroj pripadá len 52%. Je to spôsobené najmä činnosťou operátora, kedy operátor musí manipulovať s držiakmi. Kráča 2m k pracovisku 50, kde si vyzdvihne rozpracované držiaky, následne ich položí na stojan na pracovisku 55, kde ich vyberá z blistra a ukladá do spájkovacej masky. Potom spájkovaciu masku vloží na dopravný pás stroja. Počas cyklu stroja prechádza operátorka 3m na pracovisko 65, kde vyberá spájkované držiaky z masky, vykonáva optickú kontrolu a ukladá ich do blistra, následne do prepravky. Vyplňuje dokumentáciu (papierovú priechodku) a každých 144 ks manipuluje s prepravkou, ktorú ukladá do medziskladu RV pre pracoviská 75 a 80. Počas snímkovania som zaznamenala aj 10% času nečinnosti stroja

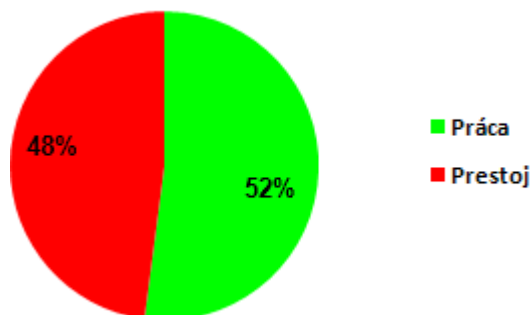
z dôvodu činnosti operátorky mimo náplne jej práce. Vypomáhala pracovníčke na pracovisku 50 s manipuláciou RV, výmenou vstupného materiálu a s montážou. Graf na obrázku 37 percentuálne vyjadruje zastúpenie jednotlivých činností počas zmeny.



Obr. 44 Analýza a rozdelenie činností na pracovisku č. 60 [vlastné]

b) Analýza práce a prestojov

Z daných nameraných hodnôt je zrejmé, že percentuálny podiel prestojov na danom pracovisku bude vysoký. Čas práce stroja predstavuje len 52% (4 hod 10 min). Zvyšných 48% (3 hod 50 min) tvoria prestoje. Druhy prestojov a ich percentuálne i časové zastúpenie je znázornené v nasledujúcich dvoch grafoch na obrázkoch 38 a 39 a tabuľke č. 14.

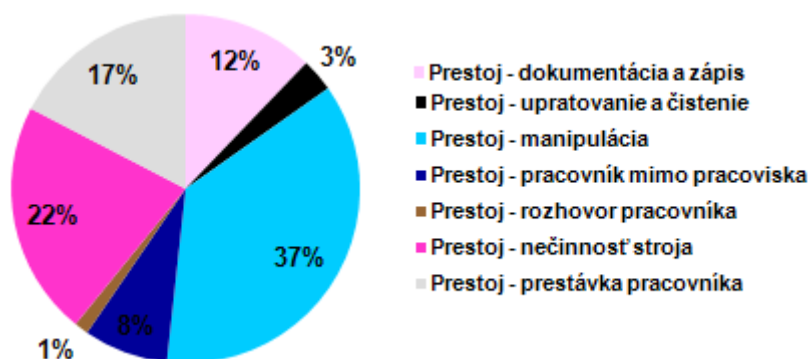


Obr. 45 Analýza práce a prestojov na pracovisku č. 60 [vlastné]

Najväčší podiel na prestojoch tvorí manipulácia, a to 38% , nasleduje ju nečinnosť stroja podielom takmer 22%. Dokumentácia predstavuje taktiež značnú časť prestojov, a to 12,17%. Nečinnosť stroja svedčí o tom, že stroj nie je kapacitne plne využívaný, a tento prestoj, čiže činnosť nepridávajúca hodnotu, by sa nemal vyskytovať. Pracovník mimo pracoviska strávil 4% času, čo predstavuje takmer 8% času celkových prestojov.

Tab. 13 Analýza a rozdelenie prestojov (60) [vlastné]

Druh prestoja	Dĺžka trvania	% podiel
Prestoj - dokumentácia a zápis	0:28:00	12,17%
Prestoj - upratovanie a čistenie	0:07:00	3,04%
Prestoj - manipulácia	1:24:00	36,52%
Prestoj - pracovník mimo pracoviska	0:18:00	7,83%
Prestoj - rozhovor pracovníka	0:03:00	1,30%
Prestoj - nečinnosť stroja	0:50:00	21,74%
Prestoj - prestávka pracovníka	0:40:00	17,39%



Obr. 46 Analýza a rozdelenie prestojov na pracovisku č. 60 [vlastné]

c) Celková efektívnosť zariadenia OEE

Pri výpočte celkovej efektívnosti zariadenia vychádzame z údajov snímku pracovného dňa. Tento ukazovateľ narába s veličinami disponibilita, rýchlosť a kvalita zariadenia. Ukazovateľ som vypočítala na základe hodnôt nameraných v dňoch uvedených v tabuľke č. 14. Jednotlivé ukazovatele som vypočítala podľa vstupných údajov uvedených v tabuľke č. 15.

Tab. 14 Vstupné údaje pre výpočet ukazovateľa OEE pre stroj č. 60 [vlastné]

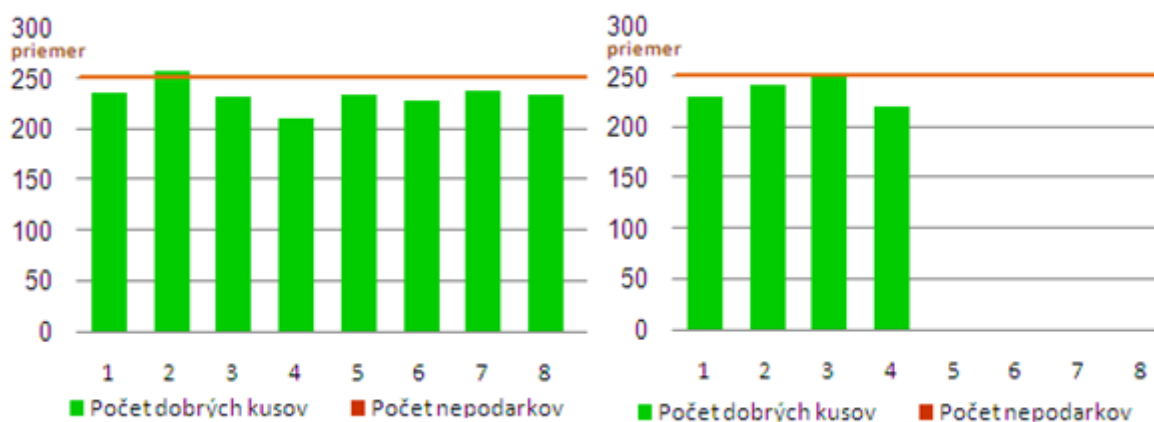
Dátum pozorovania	10.12.2009	11.12.2009
čas pozorovania	5:45-13:45	5:45-13:45
plánovaný čas prevádzky (v min)	480	480
činnosť stroja (čas v min)	321	180
nečinnosť stroja (čas v min)	159	300
celkový výkon za dobu pozorovania	1864	940
Množstvo nepodarkov	0	0
normovaný čas na kus (v min)	0,18	0,18

Na základe vypočítaných ukazovateľov (viď kapitola 2.2.2) som vypočítala celkové využitie stroja. Druhý deň počas snímku pracovného dňa pracoval stroj len pol zmeny, čo demonštruje nevyváženosť vyťaženia strojného zariadenia spôsobené absenciou plynulého toku vo výrobe. Tabuľka č. 16 znázorňuje hodnoty OEE pre stroj na danom pracovisku.

Tab. 15 Ukazovateľ OEE pre stroj č. 60 [vlastné]

	10.12.09	11.12.09
Disponibilita	67%	38%
Kvalita	100%	100%
Rýchlosť	105%	94%
OEE	70%	35%

Na záver analýzy uvádzam graf ilustrujúci hodinový výkon stroja počas dvoch snímkových zmien. Stroj si udržiava stabilný hodinový výkon, je bezporuchový a má nulovú nepodarkovosť. Rezerva tohto stroja spočíva v neefektívnom využívaní kapacity stroja z hľadiska nevybalansovanej výroby a činnosti pracovníka (prestoje vo forme času stráveného mimo pracoviska, nečinnosti, manipulácie apod.).



Obr. 47 Hodinový výkon stroja (60) [vlastné]

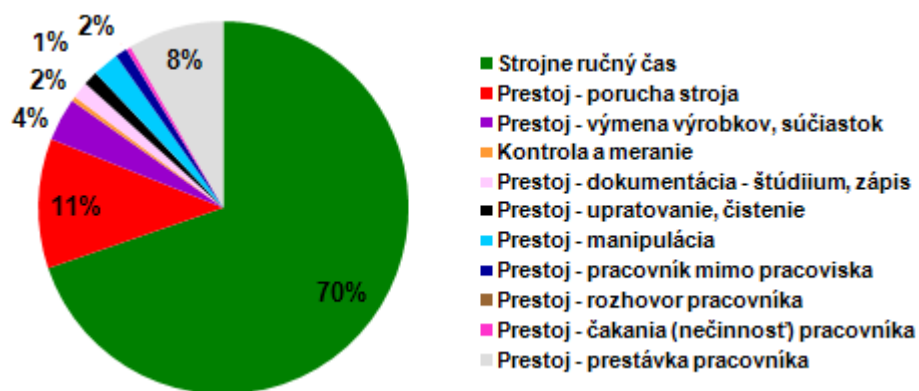
8.1.2.2 Analýza stroja na montáž pružiniek a krúžku

Snímok pracovného dňa na pracovisku 75 som uskutočnila na rannej zmene v dňoch 8. a 9. 12. 2009. Stroj montuje 3 pružinky a 1 rozperný krúžok. Rovnakú činnosť vykonáva aj pracovisko 80, kde sa však daná činnosť vykonáva ručne. Jedná sa o veľmi prácnu a zdĺhavú činnosť, ale kvôli vysokej poruchovosti stroja bolo pracovisko 80 stále ponechané. Bude zaujímavé sledovať výsledky analýzy, na základe ktorých sa zistí výkonnosť stro-

ja. Následné porovnanie oboch pracovísk poskytne základ pre rozhodovanie sa, či je efektívne pracovisko 80 ponechať alebo nie.

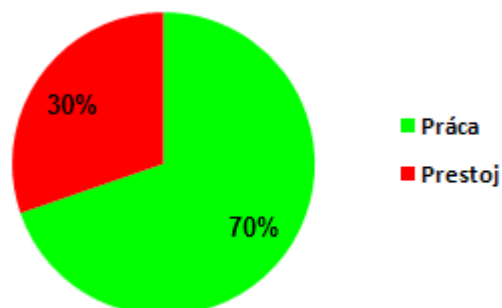
a) Analýza činností stroja

Strojne ručný čas, ktorý tvorí pridanú hodnotu na výrobku, predstavuje 70% (5 hod 35 min) celkového času práce daného pracoviska. Zvyšných 30% (2 hod 25 min) tvoria prestoje. Najvyšší podiel prestojov tvorí porucha stroja (11%) a výmena súčiastok (4%). Jedná sa o výmenu rozperného krúžku, ktorý sa musí približne každú hodinu a pol dopĺňať. Nastokáva sa ručne. Výmenu súčiastok vykonáva prítomná operátorka, alebo jej príde vypo-môcť operátorka z iného pracoviska, ak má čas. Dá sa konštatovať, že sa jedná o operatívne riešenie, ktoré sa nezhoduje so štandardom práce a pri riešení nového konceptu linky tento fakt treba vziať do úvahy.



Obr. 48 Graf analýzy činností stroja na pracovisku č. 75[vlastné]

b) Analýza a rozdelenie prestojov



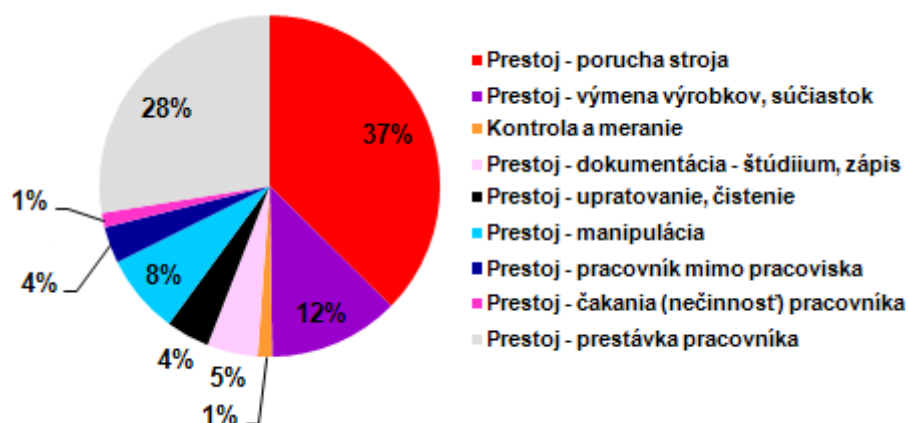
Obr. 49 Graf pomeru práce a prestojov na pracovisku č. 75[vlastné]

Z nameraných údajov je zrejmé, že na danom pracovisku existuje veľká rezerva pre zlepšovanie. Aj napriek vysokej frekvencii porúch (takmer každých desať minút) je pracovisko stále výkonnejšie než pracovisko 80. Pracovisko 80 (ručná montáž pružiniek a krúžku) zmontuje 1 ks priemerne za 55 s (0,92 min) a kapacitne je schopné vyrobiť 478 kusov za zmenu (440/0,92), čo predstavuje 60 kusov na hodinu. Výkonnosť automatickej montáže sa podľa údajov nameraných počas snímkovania pohybovala od 100 do 120 kusov za hodinu, teda takmer dvojnásobok výkonu pracoviska 80. Veľmi dôležitým faktorom na pracovisku 75 je flexibilita a zručnosť operátorky, ktorá je zaučená do takej miery, že je schopná opraviť bežné poruchy na danom zariadení sama a v krátkom čase (1 oprava jej v priemere trvá 20 s). Z toho vyplýva, že pracovisko 80 je neefektívne a treba uvažovať o jeho odstránení. Naopak treba hľadať spôsob, ako odstrániť poruchovosť stroja.

Tab. 16 Vstupné údaje pre analýzu a rozdelenie prestojov (75) [vlastné]

Druh prestoja	Dĺžka trvania	% podiel
Prestoj - porucha stroja	0:54:20	37,39%
Prestoj - výmena výrobkov, súčiastok	0:18:00	12,39%
Kontrola a meranie	0:02:00	1,38%
Prestoj - dokumentácia - štúdiium, zápis	0:07:00	4,82%
Prestoj - upratovanie, čistenie	0:06:00	4,13%
Prestoj - manipulácia	0:11:00	7,57%
Prestoj - pracovník mimo pracoviska	0:05:00	3,44%
Prestoj - čakania (nečinnosť) pracovníka	0:02:00	1,38%
Prestoj - prestávka pracovníka	0:40:00	27,52%
Celkom	2:25:20	100,00%

Tabuľka č. 16 uvádza namerané vstupné údaje v časovom i percentuálnom zastúpení. Pre kompletné a názorné zobrazenie dát uvádzam aj graf percentuálneho podielu jednotlivých prestojov na obrázku č. 43.



Obr. 50 Graf rozdelenia prestojov stroja (75) [vlastné]

c) Celková efektivnosť zariadenia OEE

Na základe údajov počtu vyrobených kusov, v porovnaní s normovaným časom kusov za minútu a počtu nepodarkov uvádzam posledný bod analýzy stroja na základe snímkovania pracovného dňa. Vstupné údaje pre výpočet OEE sú uvedené v tabuľke č. 17.

Tab. 17 Snímok práce stroja (75) pre výpočet CEZ/OEE [vlastné]

dátum pozorovania	8.12.2009	9.12.2009
čas pozorovania	5:45-13:45	5:45-13:45
plánovaný čas prevádzky (v min)	480	480
činnosť stroja (v min)	322	335
nečinnosť stroja (v min)	158	145
celkový výkon za dobu pozorovania ks	830	860
množstvo nepodarkov v ks	24	20
normovaný čas na kus (v min)	0,33	0,33

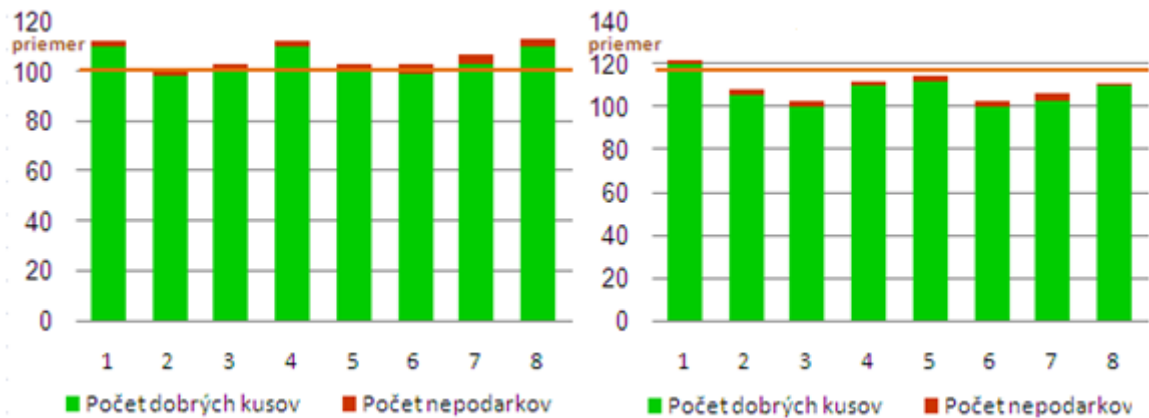
Z pozorovania som zistila, že aj napriek vysokej frekvencii poruchovosti stroja hodnota nepodarkov nie je vysoká. Prvý deň snímkovania sa percentuálne nepodarkovosť pohybovala okolo 2,9% a druhý deň okolo 2,3%. Dôvodom je fakt, že k poruche stroja dochádza ešte pred tým, než dôjde ku nastreleniu pružinky do kartáčových držiakov na doske plošných spojov a krúžku do samotnej DPS. Ak samotná strojová montáž nie je v poriadku, operátorka ešte ručne pomocou nástroja upraví usadenie pružinky. Poruchu stroja teda najčastejšie spôsobí buď upchatie pružinky v hornej nádržke pri centrovaní do troch plastových kanálikov vedúcich k DPS umiestnenej v spodnej časti stroja, alebo sa pružinky zaseknú už pri nastreľovaní. Prvý prípad sa vyskytuje približne v 90% porúch. Je predmetom riešenia projektu zistiť aké sú technologické možnosti odstránenia tejto poruchy.

Tab. 18 Ukazovateľ OEE (75) [vlastné]

	10.12.09	11.12.09
Disponibilita	67%	70%
Kvalita	97%	98%
Rýchlosť	85%	85%
OEE	55%	58%

Celkové využitie stroja kolíše okolo hodnoty 56,5%. Najväčšiu rezervu na danom stroji treba hľadať v odstránení poruchovosti zariadenia a tým pádom vo zvýšení disponibility zariadenia, ktoré je čiastočne spojené aj kvalitou a rýchlosťou daného stroja.

Na záver uvádzam pohľad na hodinový pohľad stroja na pracovisku 75. Na základe získaných dát počas snímkovania sa dá konštatovať, že stroj pracuje vyrovnané bez väčších výkyvov. Počet nepodarkov je minimálny, je nutné sa zamerať na elimináciu prestojov stroja, čím sa následne zvýši aj hodinový výkon stroja.



Obr. 51 Hodinový výkon stroja (75) [vlastné]

8.2 Zhrnutie analýzy súčasného stavu

Optimalizovaná je zvolená rodina výrobkov kartáčových držiakov 5 typov, ktoré sa však líšia iba v type priechodky, avšak táto odlišnosť nijako nemení technologický proces výroby. Jedná sa o veľkosériovú výrobu vo veľkých dávkach. Výrobný takt pracoviska montáže držiakov je v súčasnosti 15 s. Tento takt sa odvíja od týždennej objednávky zákazníka, ktorá je vo výške 15000 ks. Výrobná a montážna prevádzka funguje na dve zmeny, rannú a poobednú, 5 dní v týždni. Z toho vyplýva, že požadovaný objem výroby v priemere na jednu zmenu dosahuje výšku 1500 ks.

Súčasná priebežná doba výroby je stanovená vo výške 193 sekúnd na 1 ks. Podľa meraní, ktoré som uskutočnila v novembri však priebežná doba výroby dosahuje 248 sekúnd. Analýza na základe VSM, procesnej analýzy a podrobných časových analýz pracovníkov a strojov odhalila plytvania najmä vo forme vysokého objemu rozpracovanej výroby, poruchovosti stroja č. 75, prestojov pracovníkov na jednotlivých pozíciách, množstvo nadbytočnej práce v podobe manipulácie s RV, zbytočnej chôdze alebo dokumentácie a ďalších činností nepridávajúcich hodnotu, ktoré sa percentuálne nepodieľajú tak výrazne na celkovom čase práce, ale pri charaktere danej výroby i malé odchýlky a prestoje dokážu výrazne ovplyvniť produktivitu práce.

8.2.1 Návrhy na zlepšenie súčasného stavu

- *Zmena konceptu výroby* – vytvorenie podmienok pre zavedenie plynulého toku materiálu, odstránenie manipulácie s materiálom (zníži sa potreba prepraviek, blistrov a paliet na pracovisku).
- *Zavedený plynulý tok* – priblíženie systému one piece flow, následne vizualizovať (počet kusov vyrobených za zmenu aktuálne zobrazované na linke, typ výrobku a aktuálna produktivita)
- *Odstránenie zásob rozpracovanej výroby medzi jednotlivými pracoviskami*
- *Zošťihlenie pracoviska* - zmena layoutu – významné ušetrenie pracovného priestoru – zabudovanie novej linky potenciálne (linka pre výrobu termospínačov), udržovanie minimálnych potrebných zásob materiálu na pracovisku
- *Zrušiť 3 pracoviská č. 90* – ručné spájkovanie priechodky a nahradiť ich jediným automatizovaným pracoviskom, prácu ručnú nahradí robot na spájkovanie priechodky
- *Zošťihliť jednotlivé procesy* – zníženie percentuálneho podielu činností nepridávajúcich hodnotu – odstránenie zbytočnej manipulácie a dokumentácie
- *Zníženie poruchovosti stroja na pracovisku č. 75* – odstránenie minimálnej jednej príčiny vzniku poruchy (90% prvá príčina).
- *Dbať na dodržiavanie štandardného technologického postupu práce* – workshop s pracovníkmi o význame jednotlivých zmien a ich prínosoch
- *Odstrániť nepotrebné nástroje a nádoby zabierajúce miesto na pracovnej ploche*
- *Motivovať pracovníkov.*

Návrhy budú predmetom projektového riešenia racionalizácie pracoviska.

9 PROJEKTOVÉ RIEŠENIE RACIONALIZÁCIE VÝROBNÉHO PROCESU

Cieľom projektového riešenia je zefektívniť pracovisko montáže kartáčových držiakov. Aby bolo možné doceliť želaného zefektívnenia, je potrebné podstúpiť sériu opatrení, ktoré vo vzájomnej interakcii prinesú zvýšenie efektivity pracoviska ako celku.

Projekt zefektívnenia pracoviska je založený na zmene organizácie práce jednotlivých pracovísk, v zoštíhlení jednotlivých procesov podieľajúcich sa na montáži výrobku a zavedení plynulého toku rozpracovanej výroby (one piece flow). Nový koncept montáže teda spočíva vo vybudovaní montážnej linky, ktorá umožní:

- elimináciu plytvania,
- zefektívnenie materiálového toku,
- zvýšenie podielu pridanej hodnoty skrátením priebežnej doby výroby,
- zníženie počtu operátorov na danom pracovisku (s následnou rekvalifikáciou pracovníkov na iné pozície)
- sprehľadnenie a vizualizáciu materiálového toku,
- zefektívnenie pracovného priestoru (layoutu) – ušetrenie miesta pre novú potenciálnu montážnu linku.

9.1 Návrh montážnej linky na výrobu kartáčových držiakov

Nový koncept montážnej linky obsahuje viacero zmien, pre ktoré som sa rozhodla na základe analýzy pôvodného layoutu, daného technologického procesu a možností alternatívneho riešenia vybraných pracovísk z hľadiska konštrukčného riešenia, zachovania ergonomických aspektov pracovného prostredia a fyzických rozmerov jednotlivých pracovných pozícií a celej pracovnej plochy využiteľnej pre danú montážnu linku. Nová linka bude zostavená v tvare U a budú na nej realizované nasledujúce zmeny:

- *Zoštíhlené pracovisko* – nové usporiadanie pracoviska ušetrí plochu potrebnú pre účely montáže o 40% (podrobnejšie vysvetlenie vid' kapitola 9.1.1).

- *Pracovná plocha operátora* – pôvodné samostatné pracoviská, ktoré predstavovali stoly s rozmermi 1,2 m budú zmenšené v linke na pracovnú plochu dlhú 80 cm, čo zodpovedá potrebám montáže z technologického i ergonómického hľadiska.
- *Pracovisko č. 80 bude odstránené* – ručná montáž pružiniek a rozperného krúžku je neefektívne pracovisko podľa výsledkov časových analýz. Priemerný čas operácie operátorky na pracovisku dosahuje hodnoty 55 s. Táto hodnota je nezlučiteľná ani so stávajúcim či budúcim taktom. Táto práca je navyše náročná aj pre operátorku. Ponechané pracovisko č. 75 je postačujúce pre potreby novej linky.
- *Pracovisko č. 75* – aj napriek faktu, že pracovisko je v súčasnom stave efektívnejšie než pracovisko 80, pre udržanie plynulého toku rozpracovanej výroby bude nevyhnutné odstránenie poruchovosti daného stroja. Vo finančnom zhodnotení projektu bude konkrétna oprava zahrnutá a vyčíslená.
- *Pracovisko č. 90 bude automatizované* – pôvodné tri pracoviská ručného spájkovanie priechodky budú nahradené jedným pracoviskom, na ktorom bude spájkovanie dvoch bodov na doske plošných spojov kde je umiestnená priechodka vykonávané spájkovacím robotom jednoduchšieho typu, ktorý bude spájať vždy len jeden kus, tak aby bol zachovaný plynulý tok na linke. Operátorka bude obsluhovať robota a pripravovať ďalší kus počas cyklu robota, ktorý bude trvať 12s.
- *Vizualizácia toku a aktuálnej produktivity na linke* – na linke bude zabudovaný systém zobrazovania aktuálnej produktivity linky, umiestnený displej bude signalizovať počet vyrobených kusov a typ držiaku, ktorý sa práve bude vyrábať.
- *Odstránenie zásob rozpracovanej výroby v maximálnej miere* – zachovaná bude iba medzizásoba pred pracoviskom č. 55 a po pracovisku č. 65 (podrobnejšie vid'. kapitola 9.1.2 Procesná analýza po zmene).
- *Odstránenie činností dokumentácie a manipulácie* – tieto činnosti nepridávajúce hodnotu a predlžujúce priebežnú dobu výroby budú odstránené na pracoviskách, kde to je možné (podrobnejšie vid'. kapitola 9.1.4).
- *Vybalansovanie linky* – jednotlivé činnosti, ktoré vykonávajú pracovníci budú podľa časovej potreby dodržania taktu vybalansované.

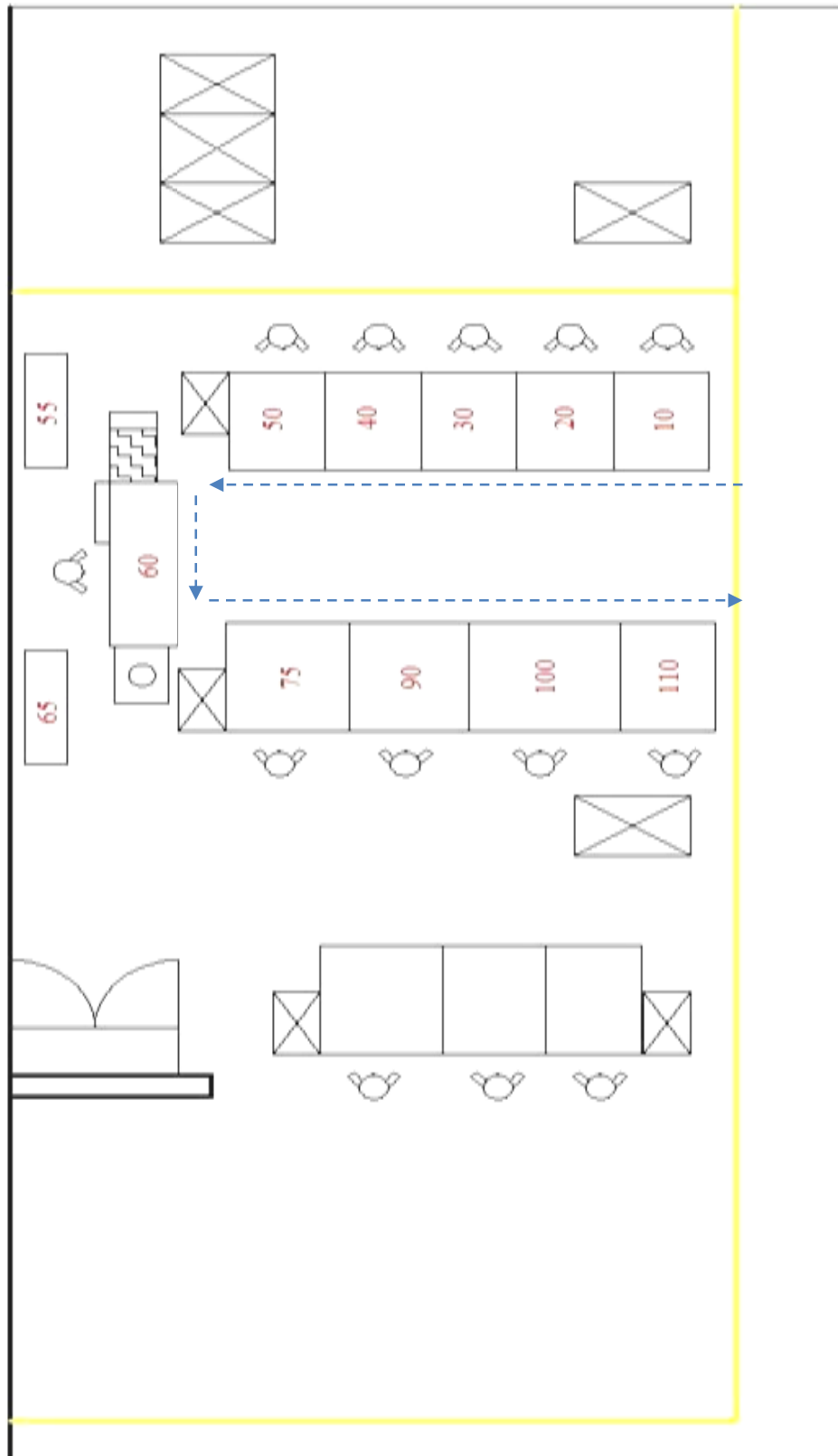
9.1.1 Nový layout linky

Pôvodný layout firmy (viď. kapitola 7.1.1) sa rozkladá na ploche 87,36 m² (8,4 m x 10,4 m). Pre nový koncept linky som zvolila U formu linky, ktorá sa vďaka rozmerom celého pracoviska a charakteru jednotlivých pracovísk dá zrealizovať. Nový layout je znázornený na nasledujúcej strane na obrázku č. 52. V pôvodnom stave sa na pracovisku nachádzali taktiež pracoviská, ktoré zameraním výroby nepatrili na dané montážne pracovisko, jeden nevyužívaný stroj a 1 pracovisko, ktoré sa nevyužívalo vôbec. Po zmene usporiadania práce plocha pracoviska predstavuje 52,1 m² (8,4 x 6,2 m). Novým návrhom umiestnenia linky došlo k ušetreniu takmer 40% pracovného priestoru.

Zošťíhlil sa taktiež medzisklad vstupného materiálu, na ktorom sa okrem vstupného materiálu nachádzali aj palety s prepravkami obsahujúcimi prázdne blistre, ktoré sa používajú pre uskladnenie jednotlivých kartáčových držiakov po 18 ks. Používanie blistrov sa muselo ponechať do určitej miery a nebolo možné všetku manipuláciu odstrániť. Keďže sa jedná o montáž výrobku malej veľkosti (5 x 5 cm), jeho výroba prebieha vo veľkých dávkach (1500 na zmenu) a blistre či palety potrebné na manipuláciu a medziskladovanie tohto výrobku zaberajú mnoho miesta.

Avšak, množstvo prítomných blistrov a prepraviek sa podstatne znížil. Sú stále potrebné na pracovisku 50, kde operátorka umiestňuje kartáčové držiaky do blistra po 18 ks a vyplňuje dokumentáciu. U predchádzajúcich 4 pracovísk 10-40, ktoré sú teraz už súčasťou linky, tieto činnosti nepridávajú hodnotu odpadávajú. Keďže pracovisko 60 (spájkovanie na vlne) predstavuje stroj, s ktorým sa nedá manipulovať a nijak meniť jeho pozíciu, bolo nutné stavbu novej linky prispôbiť tomuto faktoru. Od pracoviska 60 sa odvíja pracovisko 55 a 65, ktorých pozícia i technologická výbava ostávajú nezmenené. V podstate sa jedná len o stojany určené na odkladanie a prekladanie držiakov z/do blistra a z/do spájkovacej masky.

Vlastné pracovisko, na ktorom je umiestnená linka teda zaberá 52,1 m² plochy pracoviska. Na časť ušetreného priestoru som umiestnila menšiu montáž termosplínačov, ktorej pracoviská boli zakomponované do pôvodného layoutu montáže. Pracovná plocha s pričítaním plochy potrebnej na pridanú menšiu montáž termosplínačov, ktorá je samostatným celkom, dosahuje 70,56 m² (8,4m x 8,4m). Na pracovisku stále ostáva 20% voľného priestoru, ktorý môže firma využiť na ľubovoľné účely.



Obr. 52 Návrh nového layoutu montáže kartáčových držíků [vlastné]

9.1.2 Procesná analýza nového konceptu montážnej linky

Zmeny, ktoré sa uskutočnia na danom pracovisku sa odzrkadlia v procesnej analýze. Procesná analýza po zmene je zobrazená na v tabuľke č. 19. V porovnaní s procesnou analýzou, ktorá celkovo pozostávala z 37 činností, sa podarilo novú procesnú analýzu zoštíhliť o 12 činností na celkový počet 25.

Tab. 19 Procesná analýza po zmene [vlastné]

č.	Činnosť	operácia	kontrola	skladovanie	transport	čakanie	vzdialenosť (v m)	doba trvania (min)	počet pracovníkov
1.	Vykládka kamiónu - príjem tovaru	○						5	1
2.	Transport materiálu na sklad				⇨		20		
3.	Kontrola materiálu		□					10	
4.	Skladovanie			▽				5040	
5.	Transport materiálu				⇨		75		
6.	Medzisklad na pracovisku 10			▽				480	
7.	Lisovanie kartáčových držiakov	○						0,28	1
8.	Montáž tlmiviek	○						0,28	1
9.	Montáž kartáčových uhlíkov a tep. poistky	○						0,28	1
10.	Montáž varistoru, kondenzátor a kostr. kont.	○						0,28	1
11.	Montáž kondenzátoru, uhl. kartáča a kontrola	○						0,28	1
12.	Skladovanie (Buffer pre úzke miesto)			▽				9	
13.	Osadenie pájkovacej masky	○						0,12	1
14.	Pájkovanie na vlne	○						0,203	
15.	Vyňatie dielov z pájkovacej masky	○						0,08	
16.	Skladovanie			▽				6	
17.	Montáž krúžku a pružiny	○						0,28	1
18.	Automatické pájkovanie priechodky	○						0,28	1
19.	Elektrická skúška		◇					0,28	1
20.	100% kontrola		⊠					0,28	
21.	Balenie	○						0,28	1
22.	Skladovanie			▽				480	
23.	Transport				⇨		10		
24.	Skladovanie v expedičnom sklade			▽				5040	
25.	Expedícia	○						5	
Celkom - početnosť		13	3	6	3				11
- súčet vzdialeností (v m)							105		
- súčet času (v min)								11078	

Najvýraznejšou zmenou na pracovisku okrem odstránenia väčšiny medziskladov a tým pádom aj transportov medzi jednotlivými pracoviskami došlo k výraznému zníženiu rozpracovanej výroby medzi pracoviskami 50-55 a 65-75. Pracovisko č. 60 (spájkovanie na

vlne – stroj) predstavuje úzke miesto výroby, ktorému musel byť prispôsobený buffer (tzv. nárazník), aby bol udržaný plynulý tok na linke. Medzi pracoviskami 50 a 55 som stanovila minimálny buffer 27 kusov, ktorý v prepočte na minúty bude mať obrátku 3 minúty. Stroj vyrobí približne každé tri minúty 18 kusov, a na pracovisku 50 musí byť vytvorená zásoba ešte ďalších deväť kusov, pretože takt linky sa bude pohybovať okolo 16 sekúnd, pričom som počítala aj s rezervou, takže celková obrátka je prispôbena max taktu 20 sekúnd. Pracovisko 50 vyrobí 1 ks každých 20 sekúnd, to znamená, že každé tri minúty vyprodukuje 9 kusov, medzitým stroj na spájkovanie spracúva 18 ks a min 9 kusov má pracovisko vždy už hotových v buffri.

Medzi pracoviskami 65 a 75 som zvolila minimálnu výšku zásoby RV (buffru) 18 ks, čo predstavuje výstup stroja spájkovania na vlne. Na pracovisku 75 po odstránení poruchovosti dochádza každých 20 s k spracovaniu jedného kusu, takže za 180 s (3 min) by toto pracovisko malo byť schopné plynule spracovávať vstupnú rozpracovanú výrobu, ktorá prichádza z pozície 65. Linka je umiestnená v tesnej blízkosti stroja na spájkovanie, či už zo strany vstupu alebo výstupu tohto stroja, čo umožňuje skrátenie chôdze operátorky obsluhujúcej pracoviská 55, 60 a 65.

Z pozície 75 posunie operátorka v sede pohybom ruky na dosah (tak ako na celej linke) držiak na pozíciu 90, kde operátorka uchopí držiak vloží priečok a založí výrobok do robota na spájkovanie. Ako už bolo skôr spomenuté, daný robot má strojný čas automatický nastavený na 12 s, takže celá operácia plynule bude spĺňať takt 16 s aj s manipuláciou operátorky. Navyše počas strojného času robota operátorka pripravuje ďalší držiak, takže ušetrí čas. Ďalej výrobok posunie na pracovisko elektrickej skúšky a výrobok nakoniec prejde pracoviskom 100% kontroly a balenia.

Keď sa pozrieme na proces z hľadiska vstupu a výstupu, tak pred pracoviskom 10 bude umiestnená zásoba vstupného materiálu (DPS), vždy vychystaná pred začiatkom zmeny v počte potrebných kusov podľa plánu výroby. Na linke na ľavom boku pracoviska 10 bude umiestnený priestor (odkladací) pre určité množstvo DPS, ktoré bude mať operátorka na dosah a nemusí sa zohýbať k zemi pre vyberanie DPS z krabice. Priemerná výrobná dávka na zmenu sa bude pohybovať okolo 1670 ks, keďže spoločnosť plánuje zvýšiť výrobu kartáčových držiakov o 11,13% zo 630 000 ročne na 700 000 ks ročne. Priemernú obrátku vstupného materiálu v hlavnom sklade a následne hotových výrobkov v sklade na expedícii som uviedla 5040 min (3,5 dňa), čo predstavuje strednú hodnotu času (7 dní : 2) skladovania, keďže materiál sa dodáva v týždňových materiáloch a vychystáva sa každý deň.

9.1.3 Mapa budúceho stavu montážnej linky

Stanovený Lead Time súčasného stavu je 3,22 min (193 s), skutočný Lead Time súčasného stavu je 3,843 min (230 s). Lead Time budúceho stavu je 2,833 min. Rozdiel po zmene činí:

- a) Nový lead time voči stanovenému lead timu predstavuje skrátenie času priebežnej doby výroby o 0,387 min (23,22 s) čo znamená zlepšenie o **12%**.
- b) Nový lead time voči skutočnému lead timu súčasného stavu predstavuje skrátenie času priebežnej doby výroby o 1,01 min (60,6 s) čo znamená zlepšenie o **26,3 %**.

Hlavný výstup mapy hodnotového toku je index pridanej hodnoty v minútach na 1 ks. Vďaka zmapovaniu hodnotového toku som si vyčísliła súčasné hodnoty času pripadajúceho na činnosti pridávajúce hodnotu (operácie) a nepridávajúce hodnotu (skladovanie). Mapa budúceho stavu vychádza z plánovaného objemu výroby a časových analýz, na základe ktorých bolo možné stanoviť nový Takt Time. Pri stanovovaní nových hodnôt C/O som vychádzala z vlastných pozorovaní možnosti vykonania daných operácií a stanovení štandardného trvania jednotlivých operácií pomocou systému vopred určených časov MOST (pre jednotlivé výpočty časov podľa metodiky MOST vid' kapitola 9.1.4).

Spôsob vypočítania Takt Time:

Na základe uvedeného výpočtu pre novú montáž bude stanovený takt 0,27 min.

$$TT = \frac{\text{čistý dostupný čas (na zmenu)}}{\text{celodenná požiadavka zákazníka (na zmenu)}}$$

Stanovený TT pre súčasný stav:

$$TT = \frac{440 \text{ min}}{1500 \text{ ks}}$$

$$TT = 0,293 \text{ min}(17,58 \text{ s})$$

Nový TT pre budúci stav:

$$TT = \frac{440 \text{ min}}{1670 \text{ ks}}$$

$$TT = 0,2634 \text{ min}(15,804 \text{ s})$$

Na základe uvedeného výpočtu pre novú montáž bude stanovený takt **0,27 min**.

- VA index súčasného stavu:

$$VA \text{ index} = \frac{3,843 \text{ min}}{11,3 \text{ dní}} \qquad VA \text{ index} = 0,000236 \text{ min/ks}$$

- VA index budúceho stavu:

$$VA \text{ index} = \frac{2,833 \text{ min}}{8,01 \text{ dňa}} \qquad VA \text{ index} = 0,000246 \text{ min/ks}$$

- Zmena VA indexu: $\Delta VA = 4\%$

Z mapy budúceho stavu vyplýva, že vďaka zavedeným zmenám dôjde k zvýšeniu indexu pridanej hodnoty o 4%.

9.1.4 Zhodnotenie montážnej linky z hľadiska času práce metódou MOST

Nový Takt Time pre výrobu držiakov je stanovený na 0,27 min. Pracoviská po zmene by nemali mať problém tento takt dodržiavať, ako tomu bolo v pôvodnom stave. Keďže sa začiatok realizácie daného projektu plánuje až na jún/júl 2010, nebolo možné konkrétne časové hodnoty namerať. Ako podporný argument uvádzam časové analýzy jednotlivých pracovných úkonov na linke pomocou metódy nepriameho merania času MOST.

Pozícia 10:

- 1, Vyberie hrst' držiakov z debničky a nasype ich na stôl:

$$A_1B_0G_3A_0B_0P_1A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

- 2, Zoberie tri kusy držiakov po jednom a každý jednotlivo vkladá do prípravku:

$$A_1B_0G_{1(3)}A_0B_0P_{6(3)}A_0 = 220 \text{ TMU} = 7,92 \text{ s}$$

- 3, Uchopí DPS, vloží do plošinky prípravku a tlakom zasunie plošinku:

$$A_1B_0G_1M_1X_{10}I_0A_0 = 130 \text{ TMU} = 4,68 \text{ s}$$

- 4, Ťahom vytiahne plošinku, na ktorej je umiestnený držiak:

$$A_0B_0G_1M_1X_{10}I_0A_0 = 20 \text{ TMU} = 0,72 \text{ s}$$

- 5, Držiak vyberie a umiestni na koľajnicu. Návrat do východiskovej pozície:

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_1A_1 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 460 TMU = 16,55 s (0,28 min)

Pozícia 20:

1, Uchopí DPS so zalisovanými držiakmi a vloží do prípravku:

$$A_1B_0G_3A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

2, Uchopí ľavou rukou 1 ks tlmivky a vloží ho do otvoru v DPS.

$$A_1B_0G_3A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

3, Uchopí pravou rukou 1 ks tlmivky a vloží ho do otvoru v DPS.

$$A_1B_0G_3A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

4, Oboma rukami naraz stlačí tlačidlo stroja a aktivuje strojný cyklus.

$$A_1B_0G_1M_1X_6I_0A_0 = 90 \text{ TMU} = 3,24$$

5, Vyberie DPS, skontroluje, druhou rukou uchopí nosič pre držiaky a položí na koľajnicu. Návrat do východiskovej pozície.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_0A_0A_1B_0G_1T_1P_{3(2)}A_1 = 120 \text{ TMU} = 4,32$$

Celková spotreba času sa rovná 420 TMU = 15,12 s (0,25min)

Pozícia 30:

1, Uchopí tepelnú poistku pravou rukou a vyberie ju z debničky na dosah, vloží poistku do držiaku oboma rukami.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

2, Zoberie ľavou rukou 1 uhlík, zasúva lanká oboma rukami s vysokou presnosťou.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_{10}A_{0v} = 120 \text{ TMU} = 4,32 \text{ s}$$

3, Zoberie pravou rukou 1 uhlík, zasúva lanká oboma rukami s vysokou presnosťou.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_{10}A_{0v} = 120 \text{ TMU} = 4,32 \text{ s}$$

4, Držiak uchopí a umiestni na koľajnicu. Návrat do východiskovej pozície.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_1 = 60 \text{ TMU} = 2,16 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 350 TMU = 12,6 s (0,22 min)

Pozícia 40:

1, Pravou rukou vyberie varistor (na dosah) a vloží ho do otvoru v DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

2, Oboma rukami vyberie 2 ks kondenzátoru a vloží ich po jednom do DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_{6(2)}A_0 = 140 \text{ TMU} = 5,04 \text{ s}$$

3, Ľavou rukou vyberie 1 ks kontaktu a vloží ho do DPS. Návrat do východiskovej pozície.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

4, Uchopí držiak a umiestni na nosič na koľajnici na dosah. Návrat do východiskovej pozície.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_1 = 60 \text{ TMU} = 2,16 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 360 TMU = 12,96 s (0,22 min)

Pozícia 50:

1, Vyberie 1 ks uhlíkového kartáča a vloží ho s maximálnou presnosťou do DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

2, Vyberie 2. ks uhlíkového kartáča a vloží ho s maximálnou presnosťou do DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

3, Vyberie 1. ks kondenzátoru a vloží ho s maximálnou presnosťou do DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_6A_0 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ s}$$

4, Uchopí držiak a vloží ho do blistru.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

5, Uchopí nosič a položí ho na spätnú koľajnicu na dosah. Návrat.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_1A_1 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 330 TMU = 11,88 s (0,2 min)

Pozícia 75:

1, Odoberie DPS z blistru, nasadí DPS na prípravok.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

2, Pritlačením oboma rukami držiaka na trň stroja vykoná ohnutie kostriaceho kontaktu.

$$A_1B_0G_1M_1X_0I_0A_0 = 30 \text{ TMU} = 1,08 \text{ s}$$

3, Kontroluje lanká uhlíkov.

$$A_1B_0G_1A_0B_0T_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

4, Vloží nový držiak, spustenie cyklu stroja.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 A_0B_0G_0M_1X_{16}I_0A_0 = 210 \text{ TMU} = 7,56 \text{ s}$$

5, Po skončení cyklu odobrať výrobok z úchytky, kontrola a umiestni ho na koľajnicu. Návrat.

$$A_1B_0G_1A_0B_0T_1A_0A_0B_0P_3A_1 = 90 \text{ TMU} = 3,24 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 390 TMU = 14,04 s (0,23 min)

Pozícia 90:

1, Vyberie DPS z koľajnice a skontroluje dĺžky vývodov u varistoru a kondenzátoru.

$$A_1B_0G_1A_0B_0T_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

2, Uchopí priechodku a vloží ju do DPS.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

3, DPS vloží do spájkovacieho robota a stlačením tlačidla spustí automatický cyklus.

$$A_1B_0G_1M_1X_{24}I_0A_0 = 270 \text{ TMU} = 9,72 \text{ s}$$

4, Po skončení cyklu držiak vyberie umiestni na koľajnicu. Návrat.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 420 TMU = 15,12 s (0,25 min)

Pozícia 100:

1, Vybrať držiak z koľajnice a vložiť ho do testovacej hlavy.

$$A_1B_0G_1A_0B_0P_3A_0 = 50 \text{ TMU} = 1,8 \text{ s}$$

2, Zaistiť plastový kryt – spustenie cyklu testovacieho stroja.

$$A_1B_0G_1M_1X_{10}I_0A_0 = 130 \text{ TMU} = 4,68 \text{ s}$$

3, Vybrať držiak (otvorením krytu), uchopiť pečiatku a umiestniť dátumovku. Pečiatku odložiť.

$$A_1B_0G_1M_1X_0I_0A_0A_1B_0G_1B_0P_3A_0B_0G_0B_0P_1A_0 = 90 \text{ TMU} = 3,24 \text{ s}$$

4, Opticky skontrolovať správne natvarovanie laniiek a vložiť na koľajnicu.

$$A_0B_0G_0A_0B_0T_3A_0 B_0G_0B_0P_3A_1 = 70 \text{ TMU} = 2,52 \text{ s}$$

Celková spotreba času sa rovná 340 TMU = 12,24 s (0,2 min)

Pozícia 110:

1, Vyberie držiak z koľajnice a vykoná kompletnú optickú kontrolu, následne vloží do blistru. Návrat.

$$A_1B_0G_1A_0B_0T_{32}A_0 B_0G_0B_0P_3A_1 = 390 \text{ TMU} = 14,04 \text{ s (0,23 min)}$$

Celková spotreba času sa rovná 390 TMU = 14,04 s (0,23 min)

Z časových analýz podľa metodiky MOST vyplýva, že operátori musia stanovený takt 0,27 min stíhať, dokonca existuje určitá rezerva na väčšine pozícií. Táto rezerva slúži na vyrovnanie výkyvov v časoch počas zavádzania linky a prispôsobenia sa operátorov.

9.1.5 Realizácia návrhov na zlepšenie na jednotlivých pracoviskách montážnej linky

Realizácia návrhov na zlepšenie musela byť z časového dôvodu posunutá až na začiatok druhej polovice roku 2010. Jednotlivé návrhy spočívajú v nasledujúcich krokoch:

- 1, Skonštruovanie a vybudovanie montážnej linky (Máj/Jún 2010)
- 2, Zakúpenie spájkovacieho robota, ktorý nahradí ručné spájkovanie. (Jún 2010)
- 3, Oprava stroja na montáž pružiniek a rozperného krúžku. (Júl 2010, 2 dni)
- 4, Workshop so zamestnancami, nadchnúť ich pre nový koncept výroby, ktorý by mal byť prínosný aj pre nich. (Júl 2010, 1 deň)
- 5, Zabudovanie linky a nábeh linky.

Časový harmonogram realizácie návrhov:



10 ZHODNOTENIE PROJEKTOVÝCH RIEŠENÍ RACIONALIZÁCIE

Súhrnné zhodnotenie riešení racionalizácie montáže vychádza z mapy budúceho stavu po zrealizovaní návrhov na riešenie a z časových analýz jednotlivých procesov v súčasnom stave po odčítaní času potrebného na činnosti nepridávajúce hodnotu, ktoré boli odstránené na vybraných pracoviskách. Mapa je uvedená v prílohe PIII. Hodnoty podielov činností pridávajúcich hodnotu, ktoré sú zvýraznené kurzívou sú hodnoty odhadnuté.

Tab. 20 Súhrnná tabuľka zhodnotenia projektových riešení [vlastné]

Pozícia 10	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	2111 ks	1 ks
Vstupný materiál	6780 ks	1700 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	83%	88%
Priebežná doba výroby	0,43 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 20	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	298 ks	1 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	75%	85%
Priebežná doba výroby	0,31	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 30	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	1 ks	1 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	75%	85%
Priebežná doba výroby	0,35 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 40	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	1 ks	1 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	81%	87%
Priebežná doba výroby	0,32 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 50	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	1 ks	1 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	80%	86%
Priebežná doba výroby	0,38 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 55-60-65	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	1152 ks	27 ks
% podiel činností pridávajúcich hodnotu	52%	74%
Priebežná doba výroby	0,403 min	0,403 min
Počet operátorov	1	1

Pozícia 75	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	3859 ks	18ks
% podiel činností prídávajúcich hodnotu	75%	91%
Priebežná doba výroby	0,33 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 90	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	508	1 ks
Podiel činností prídávajúcich hodnotu	83%	87%
Priebežná doba výroby	0,5 min	0,27 min
Počet operátorov	3	1
Pozícia 100	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	960 ks	1 ks
% podiel činností prídávajúcich hodnotu	0%	0%
Priebežná doba kontroly	0,38 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1
Pozícia 110	Pred zlepšením	Po zlepšení
Stav zásob a rozpracovanej výroby	1440 ks	1670 ks
% podiel činností prídávajúcich hodnotu	0%	0%
Priebežná doba kontroly	0,43 min	0,27 min
Počet operátorov	1	1

10.1 Finančné zhodnotenie projektu racionalizácie

- *Pôvodný stav*: ročný objem výroby je **630 000 ks**.

Náklady na 1 min práce celkové predstavujú 5 Kč. Náklady vyčíslené na stanovenú priebežnú dobu výroby 2 kusu sú 16,1 Kč (5 Kč x 3,22 min). Skutočné celkové náklady vyčíslené na reálnu priebežnú dobu výroby predstavujú 19, 215 Kč. Celkové ročné skutočné náklady teda činia 12 105 450 Kč. Celkové ročné tržby predstavujú 37 800 000 Kč (630 000 ks x 60 Kč/1 ks). Ročný hrubý zisk teda činí 25 694 550 Kč. Strata na zisku v dôsledku dlhšej priebežnej doby výroby činí 1 962 450 Kč.

- *Stav po zmene*: plánovaný ročný objem výroby je **700 000 ks**.

Náklady na 1 min práce ostávajú zachované vo výške 5 Kč. Aj napriek skutočnosti, že po zmene bol počet pracovníkov znížený o dvoch, náklady ostávajú zachované pretože daní pracovníci boli operatívne súčasťou výroby z dôsledku nestíhania výrobného plánu. Fixne sú náklady na prácu konkrétnych pracovníkov viazané na iný výrobok. Vďaka rekvalifikovaniu pracovníkov sú operatívne schopní pracovať na inej pozícii (jedná sa o tri pracoviská ručného spájkovania priechodky, z ktorých 2 boli odstránené).

Náklady vyčíslené na priebežnú dobu výroby po zmene (2,883 min) činia 14,165 Kč na 1 ks. Celkové ročné náklady činia 10 090 500 Kč. Celkové ročné tržby by mali dosiahnuť výšky 42 000 000 Kč. Následne by hrubý ročný zisk mal dosahovať výšky 31 909 500 Kč.

Medziročné navýšenie zisku v dôsledku zavedených zmien a nimi umožneným vyšším objemom výroby dosiahne výšky:

$$\Delta Z = 31\,909\,500 \text{ Kč} - 25\,694\,550 \text{ Kč} = 6\,214\,950 \text{ Kč}$$

Tab. 21 Vyčíslenie nákladov na investíciu realizácie projektu[vlastné]

N na novú montážnu linku	Varianta A (v Kč)	Varianta B (v Kč)
Konštrukcia novej linky	200 000	400 000
Spájkovací robot	889 000	1 143 000
Oprava stroja na montáž pružinky	30 000	30 000
Σ	1 119 000	1 573 000
Návratnosť investície (v mes.)	2,19	3,08

Návratnosť investície som vyčíslila zo sumy, o ktorú sa v priemere mesačne nový ročný zisk navýši. Jedná sa o sumu 510 413 Kč (6 214 950/12). Spoločnosť môže zvážiť dva varianty finančnej náročnosti investície podľa svojho uváženia. Varianty sa od seba líšia náročnosťou technologického riešenia linky. Pre potreby optimalizácie pracoviska je postačujúci variant A, variant B obsahujúci drahšiu linku je obohatený o dopravníkový pás, ktorý transportuje automaticky nosiče na kartáčové držiaky medzi pracoviskami 10-50. Mierny rozdiel je aj medzi možnosťou nákupu spájkovacieho robota. Pre potreby novej linky však úplne postačuje spájkovací robot prvej varianty.

Zmena linky priniesla značné odstránenie zásob rozpracovanej zásoby. Keďže firma neplánuje meniť týždenný interval expedície hotových výrobkov, je bezpredmetné vyčíslovať úspory na odstránenej RV z hľadiska viazanosti financií v zásobách, keďže hladina zásob ostáva rovnaká. Efekt sa odzrkadľuje práve v ušetrení pracovnej plochy a jej potenciálne využitie pre zakomponovanie novej výrobné linky by už mohlo byť predmetom vyčíslenia úspor.

ZÁVER

Témou mojej diplomovej práce bolo zlepšenie vybraných výrobných alebo montážnych procesov vo firme TNS SERVIS, s.r.o. pomocou metód priemyslového inžinierstva. V prvej časti diplomovej práce som vykonala literárnu rešerš, ktorá poskytla teoretické zázemie a východiská pre spracovanie analytickej časti.

V analytickej časti som vykonala podrobnú analýzu čiastkových procesov z hľadiska práce stroja i človeka a pracoviska montáže kartáčových držiakov ako celku. Analytická časť je postavená na zmapovaní hodnotového toku na úrovni operácie, na procesnej analýze a časových analýzach. Pre kompletný pohľad na pracovisko som vytvorila layout a taktiež som odhalila mnohé formy plytvania, ktorých elimináciu som implementovala do projektového riešenia. V analýze som zistila, že firma má ťažkosti dosahovať súčasnú priebežnú dobu výroby (0,293 min) a takt (15s), následkom čoho sú časové i finančné straty.

V rámci projektu som navrhla nové usporiadanie danej linky, ktoré umožňuje plynulý tok materiálu, a ďalej montážnu linku na výrobu kartáčov a cieľom odstrániť vysoké hodnoty rozpracovanej výroby a znížiť priebežnú dobu výroby. Zoštíhlením pracoviska som dosiahla úsporu pracovnej plochy 40%, pričom 20% z uvoľnenej plochy bude využitých pre menšiu montáž termospínačov. Zvyšná plocha ešte predstavuje potenciál pre možnú výrobu. Zoštíhlené boli aj jednotlivé činnosti v rámci procesu montáže, odstránila som zbytočnú dokumentáciu a manipuláciu na väčšine pozícií. Úzke miesto tvorí stroj spájkovanie na vlne, pred a za ktorým som vytvorila minimálne zásoby rozpracovanej výroby, tak aby nebola narušená plynulosť výroby. 3 pracoviská č.90 boli v novej linke odstránené a nahradené jedným automatizovaným pracoviskom.

V projektovej časti sa mi vhodnými opatreniami podarilo nielen reálne docieľiť dosiahnutie taktu ale i výrazné zníženie priebežnej doby výroby o 23,3%. Podarilo sa mi znížiť doby výroby o minútu, a na montážnom pracovisku produkujúcom vo veľkých sériách dokážu zohrávať význam sekundy.

Všetky navrhnuté zmeny budú implementované a prínosom týchto zmien pre firmu bude schopnosť vyhovieť požiadavkám zákazníka na zvýšenie objemu výroby.

Spracovávať diplomovú prácu v spoločnosti TNS SERVIS, s.r.o. bolo pre mňa veľkým prínosom a dúfam, že naopak aj firma maximálne vyťaží pre svoj vlastný osoh zo zistených a navrhnutých riešení.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY*Monografie:*

- [1] JIRÁSEK, Jaroslav. Štíhlá výroba. 1. Vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1998. 208 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [2] KEŘKOVSKÝ, Miroslav. Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [3] KOLARIK, William J. Creating Quality: Process Design for Results. 1. Vyd. WCB/McGraw-Hill Company, Inc., 1999. 641 s. ISBN 0-07-036309-9.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, s.r.o., 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [5] LIKER, Jeffrey K.. Tak to dělá Toyota. 1. vyd. Praha: Management Press, s.r.o., 2008. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [6] MASAÁKI, Imai. Gemba Kaizen. 1. vyd. Brno: Computer Press. A.s., 2005. 309 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [7] MAŠÍN, Ivan, VYTLAČIL, Milan. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 313 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [8] MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [9] MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o., 2005. 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- [10] ROTHER, M., SHOOK, J. Learning to see: A lean tool kit method and workbook. Brookline: Lean Wnterprise Institute, 1999, 96 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- [11] ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 288 s. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [12] VYTLAČIL, Milan, MAŠÍN, Ivan, STANĚK, Miroslav. Podnik světové třídy. 1. vyd. Liberec: Institut Průmyslového inženýrství, 1997. 277 s. ISBN 80-902235-1-6.

- [13] TUČEK, D., ZÁMEČNÍK, R. Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007, 202 s. ISBN 978-80-228-1796-7.
- [14] VYTLAČIL, Milan, MAŠÍN, Ivan. Dynamické zlepšování procesů: Programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vyd. Liberec: Institutu průmyslového inženýrství, 1999. 197 s. ISBN 80-902235-3-2.

Internetové zdroje:

- [15] API. ACADEMY OF PRODUCTIVITY AND INOVATIONS. [online]. [cit 2009-11-2]. Dostupný z WWW:< <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>>
- [16] API. ACADEMY OF PRODUCTIVITY AND INOVATIONS. [online]. [cit 2009-11-2]. Dostupný z WWW:< <http://e-api.cz/page/68260.mapovani-procesu-procesni-analyza/>>
- [17] IPA SLOVAKIA. [online]. [cit 2009-11-3]. Dostupný z WWW:< http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=101>
- [18] IPA SLOVAKIA. [online]. [cit 2009-11-3]. Dostupný z WWW:< http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=146>
- [19] IPA SLOVAKIA. [online]. [cit 2009-11-3]. Dostupný z WWW:< http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=145>
- [20] IPA SLOVAKIA. [online]. [cit 2009-11-3]. Dostupný z WWW:< http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=107>
- [21] TNS SERVIS. [online]. [cit 2010-3-15]. Dostupný z WWW:< <http://www.tnsservis.cz/CZ/produkty.html>>
- [22] TRANSFER INOVÁCIÍ. [online]. [cit 2009-11-3]. Dostupný z WWW:< <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/073-077.pdf>>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

C/T	Cycle Time – čas cyklu
L/T	Lead Time – priebežná doba výroby
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement – systém dopredu určených časov
OEE	Overall Equipment Effectiveness – celková efektivita zariadenia
T/T	Takt Time – čas taktu
VA	Value Added – pridaná hodnota
VSM	Value Stream Mapping – mapovanie hodnotového toku

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1 Ukážka procesnej mapy [16]</i>	17
<i>Obr. 2 Ukážka grafu Yamazumi [22]</i>	18
<i>Obr. 3 Techniky merania práce [15]</i>	22
<i>Obr. 4 Pracovná ergonómika [17]</i>	25
<i>Obr. 5 Ergonomické riešenie priestorových nárokov pracovníka [18]</i>	26
<i>Obr. 6 Postup pri mapovaní hodnotového toku [20]</i>	29
<i>Obr. 7 Ukážka tvorby VSM [20]</i>	30
<i>Obr. 8 Logo spoločnosti [21]</i>	35
<i>Obr. 9 Sídlo spoločnosti TNS SERVIS s.r.o. [21]</i>	35
<i>Obr. 10 Vývoj počtu zamestnancov v TNS SERVIS s.r.o. [interný zdroj]</i>	37
<i>Obr. 11 Vývoj hospodárenia TNS SERVIS s.r.o. [interný zdroj]</i>	37
<i>Obr. 12 Tlakové omývače predných svetlometov[21]</i>	38
<i>Obr. 13 Držiaky uhlíkov pre malé elektromotory [21]</i>	38
<i>Obr. 14 Ukážka dosiek plošných spojov [21]</i>	39
<i>Obr. 15 Výroba DPS pre elektronické zariadenia [interný zdroj]</i>	39
<i>Obr. 16 Základné delenie výrobných činností jednotlivých prevádzok spoločnosti [vlastné]</i>	43
<i>Obr. 17 Layout výrobnéj haly 2 [interný zdroj]</i>	45
<i>Obr. 18 Layout pracoviska montáže kartáčových držiakov [vlastné]</i>	46
<i>Obr. 19 Lisovanie kartáčových držiakov [vlastné]</i>	48
<i>Obr. 20 Nalisované kartáčové držiaky na DPS [vlastné]</i>	48
<i>Obr. 21 Pracoviská 20-50 [vlastné]</i>	49
<i>Obr. 22 Stojan na držiaky pred procesom spájkovania [vlastné]</i>	51
<i>Obr. 23 Vyberanie držiakov z masky po procese spájkovania [vlastné]</i>	53
<i>Obr. 24 Montáž pružiniek a krúžku [vlastné]</i>	54
<i>Obr. 25 Montáž krúžku a pružiny ručná [vlastné]</i>	55
<i>Obr. 26 Offline pracovisko - ručné spájkovanie priedochodky [vlastné]</i>	56
<i>Obr. 27 Pracovisko elektrickej skúšky [vlastné]</i>	57
<i>Obr. 28 Pracovisko 100% kontroly a balenia [vlastné]</i>	58
<i>Obr. 29 Vizualizácia na pracovisku [vlastné]</i>	60
<i>Obr. 30 Graf YAMAZUMI pre analýzu pridanej hodnoty v procesoch [vlastné]</i>	64
<i>Obr. 31 Časová analýza – Takt Time [vlastné]</i>	67

<i>Obr. 32 Analýza činností pracovníka (10) [vlastné]</i>	68
<i>Obr. 33 Práca/Prestoj (10) [vlastné]</i>	69
<i>Obr. 34 Činnosti pridávajúce/nepridávajúce hodnotu (10) [vlastné]</i>	70
<i>Obr. 35 Analýza činností pracovníka (30) [vlastné]</i>	71
<i>Obr. 36 Práca/Prestoj (30) [vlastné]</i>	71
<i>Obr. 37 Činnosti pridávajúce/nepridávajúce hodnotu (30) [vlastné]</i>	72
<i>Obr. 38 Analýza činností pracovníka (40) [vlastné]</i>	73
<i>Obr. 39 Práca/Prestoj (40) [vlastné]</i>	73
<i>Obr. 40 Činnosti pridávajúce/nepridávajúce hodnotu (40) [vlastné]</i>	74
<i>Obr. 41 Analýza činností pracovníka (90) [vlastné]</i>	75
<i>Obr. 42 Práca/ prestoj (90) [vlastné]</i>	75
<i>Obr. 43 Činnosti pridávajúce/nepridávajúce hodnotu (90) [vlastné]</i>	76
<i>Obr. 44 Analýza a rozdelenie činností na pracovisku č. 60 [vlastné]</i>	77
<i>Obr. 45 Analýza práce a prestojov na pracovisku č. 60 [vlastné]</i>	77
<i>Obr. 46 Analýza a rozdelenie prestojov na pracovisku č. 60 [vlastné]</i>	78
<i>Obr. 47 Hodinový výkon stroja (60) [vlastné]</i>	79
<i>Obr. 48 Graf analýzy činností stroja na pracovisku č. 75[vlastné]</i>	80
<i>Obr. 49 Graf pomeru práce a prestojov na pracovisku č. 75[vlastné]</i>	80
<i>Obr. 50 Graf rozdelenia prestojov stroja (75)[vlastné]</i>	81
<i>Obr. 51 Hodinový výkon stroja (75) [vlastné]</i>	83
<i>Obr. 52 Návrh nového layoutu montáže kartáčových držíkov [vlastné]</i>	88

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tab. 1 Časový plán spracovania DP a projektu [vlastné]</i>	41
<i>Tab. 2 Kusovník pre výrobok kartáčový držiak [vlastné]</i>	47
<i>Tab. 3 Miniaudit poriadku a čistoty na pracovisku [vlastné]</i>	59
<i>Tab. 4 Miniaudit vizualizácie na pracovisku [vlastné]</i>	60
<i>Tab. 5 Miniaudit údržby strojov na pracovisku [vlastné]</i>	61
<i>Tab. 6 Výsledky procesnej analýzy súčasného stavu [vlastné]</i>	62
<i>Tab. 7 Tabuľka vstupných údajov pre graf YAMAZUMI [vlastné]</i>	63
<i>Tab. 8 Stav a obrátka zásob [vlastné]</i>	66
<i>Tab. 9 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (10)[vlastné]</i>	68
<i>Tab. 10 Vstupné údaje pre analýzu pracovníka (30) [vlastné]</i>	70
<i>Tab. 11 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (40) [vlastné]</i>	72
<i>Tab. 12 Vstupné údaje pre analýzu činností pracovníka (90) [vlastné]</i>	74
<i>Tab. 13 Analýza a rozdelenie prestojov (60) [vlastné]</i>	78
<i>Tab. 14 Vstupné údaje pre výpočet ukazovateľa OEE pre stroj č. 60 [vlastné]</i>	78
<i>Tab. 15 Ukazovateľ OEE pre stroj č. 60 [vlastné]</i>	79
<i>Tab. 16 Vstupné údaje pre analýzu a rozdelenie prestojov (75) [vlastné]</i>	81
<i>Tab. 17 Snímok práce stroja (75) pre výpočet CEZ/OEE [vlastné]</i>	82
<i>Tab. 18 Ukazovateľ OEE (75) [vlastné]</i>	82
<i>Tab. 19 Procesná analýza po zmene [vlastné]</i>	89
<i>Tab. 20 Súhrnná tabuľka zhodnotenia projektových riešení [vlastné]</i>	97
<i>Tab. 21 Vyčíslenie nákladov na investíciu realizácie projektu[vlastné]</i>	99

ZOZNAM PRÍLOH

PI PROCESNÁ ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

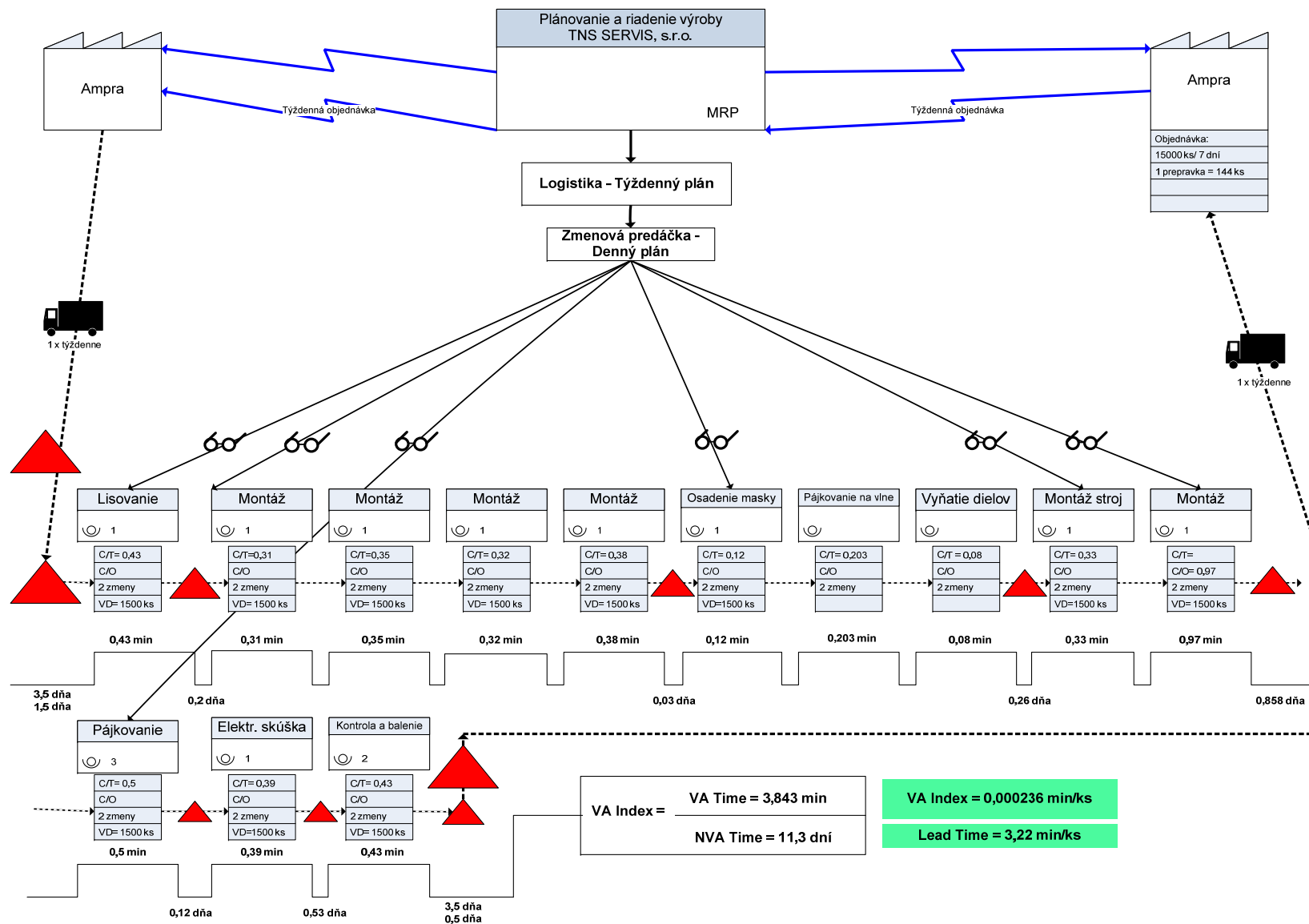
PII MAPA SÚČASNÉHO STAVU

PIII NÁVRH MAPY BUDÚCEHO STAVU

PRÍLOHA P I: PROCESNÁ ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

č.	Činnosť	operácia	kontrola	skaldovanie	transport	čakanie	vzdialenosť (v m)	doba trvania (min)	počet pracovníkov
1.	Vykládka kamiónu - príjem tovaru	○						5	1
2.	Transport materiálu na sklad				⇨		20		
3.	Kontrola materiálu		□					10	
4.	Skladovanie			▽				5040	
5.	Transport materiálu do medziskladu				⇨		75		
6.	Skladovanie			▽				2170	
7.	Transport materiálu na pracovisko 10				⇨		5		
8.	Lisovanie kartáčových držiakov	○						0,43	1
9.	Skladovanie			▽				675,5	
10.	Transport na pracovisko 20-50				⇨		3		
11.	Skladovanie			▽				298,2	
12.	Montáž tlmiviek	○						0,31	1
13.	Montáž kartáčových uhlíkov a tep. poistky	○						0,35	
14.	Montáž varistoru, kondenzátor a kostr. kont.	○						0,32	1
15.	Montáž kondenzátoru, uhl. kartáča a kontrola	○						0,38	
16.	Skladovanie			▽				38,4	
17.	Transport na pracovisko 55-65				⇨		4		
18.	Osadenie pájkovacej masky	○						0,12	1
19.	Pájkovanie na vlne	○						0,203	
20.	Vyňatie dielov z pájkovacej masky	○						0,08	
21.	Skladovanie			▽				368,6	
22.	Transport na pracovisko 75				⇨		5		
23.	Montáž krúžku a pružiny (2 pracoviská)	○						0,655	2
24.	Skladovanie			▽				1235	
25.	Transport				⇨		5		
26.	Ručné pájkovanie priechodky	○						0,5	3
27.	Skladovanie			▽				162,6	
28.	Transport				⇨		2		
29.	Kontrola - elektrická skúška		◇					0,39	1
30.	Skladovanie			▽				768	
31.	Transport				⇨		2		
32.	100% kontrola	⊠						0,17	1
33.	Balenie	○						0,27	1
34.	Skladovanie			▽				480	
35.	Transport				⇨		10		
36.	Skladovanie v expedičnom sklade			▽				5040	
37.	Expedícia	○						5	
Celkom - početnosť		13	3	11	10				13
- súčet vzdialeností (v m)							131		
- súčet času (v min)								16300	

PRÍLOHA PII MAPA SÚČASNÉHO STAVU



PRÍLOHA PII NÁVRH MAPY BUDÚCEHO STAVU

