

Vybalancování linek pro vybrané pohony ve společnosti XY

Bc. Petra Záhorovská

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Záhorovská**
Osobní číslo: **M120093**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vybalancování linek pro vybrané pohony ve společnosti XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

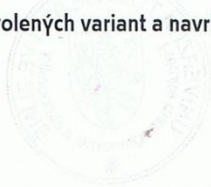
I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši věnující se dané tematice a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu procesu výroby vybraných pohonů ve zvolené společnosti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte varianty pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt zvolených variant a navrhněte další doporučení.

Závěr



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

Seznam odborné literatury:

CHROMJAKOVÁ, Felicit a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 2011, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.

LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, c2004, xxii, 330 s. ISBN 0071392319.

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

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN. Industrial Engineering Handbook. 5. vyd. New York: McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-041102-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Pivodová**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

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

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, optisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či 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). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 2.5.2014

..... 

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na vybalancování linek pro vybrané pohony ve společnosti XY. Obsahem teoretické části je popis pojmů průmyslového inženýrství, štlé výroby, balancování linek a ergonomie práce. Tyto poznatky jsou dále využity v následujících částech zpracované práce.

Analytická část je věnována představení společnosti, popisu obecných východisek, analýze současného stavu včetně jejího vyhodnocení a návrhu na zlepšení. Projektová část zahrnuje realizaci konkrétních návrhů pro zlepšení současného stavu.

Klíčová slova: Produktivita, layout, materiálový tok, plýtvání, výrobní takt, vybalancování linky, ergonomie.

ABSTRACT

The thesis is focused on balancing lines for the selected drives in the company XY. The theoretical part is a description of the concepts of industrial engineering, lean manufacturing, line balancing and ergonomics. These findings are further used in the following sections of this work processed.

The analytical part is devoted to the presentation of the company, a description of the general starting points, including analysis of the current state of evaluation and suggestions for improvement. The project includes the implementation of specific proposals to improve the current situation.

Keywords: Productivity, layout, material flow, waste, production cycle, line balancing, ergonomics.

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Pavlíně Pivodové za čas, cenné rady a připomínky, které mi byly řečeny během zpracování mé práce. Také děkuji pracovníkům společnosti XY za možnost vypracování diplomové práce, ochotu a nové poznatky.

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 DRUHY ČASOVÝCH STUDIÍ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
1.1.1 Přímé měření	13
1.1.1.1 Snímek pracovního dne	14
1.1.1.2 Snímek operace	14
1.1.1.3 Momentkové pozorování	16
1.1.2 Nepřímé měření.....	17
1.1.3 Produktivita	17
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	19
2.1 ŠTÍHLÉ PROCESY	19
2.2 ŠTÍHLÉ PRACOVIŠTĚ	20
2.3 ŠTÍHLÝ LAYOUT PRACOVIŠTĚ	20
2.3.1 Materiálový tok	21
2.4 DRUHY PLYTVÁNÍ	21
2.4.1 Osm druhů plynutí.....	22
2.5 ORGANIZACE PRÁCE.....	23
2.6 VÝROBNÍ TAKT.....	23
2.7 VYBALANCOVÁNÍ LINKY	24
2.8 ZASOBOVÁNÍ MATERIÁLU	25
2.9 VIZUÁLNÍ PRACOVIŠTĚ.....	26
2.10 ERGONOMIE PRÁCE	27
2.10.1 Ergonomické principy pro práce rukou a zápěstí.....	27
2.10.2 Ergonomické principy používání nástrojů a náradí	27
2.10.3 Antropometrie	28
3 SHRUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI XY	32
4.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	33
4.2 HISTORIE.....	33
4.3 VÝROBNÍ PROGRAM	33
4.4 SWOT ANALÝZA	33
5 OBECNÁ VÝCHODISKA	36
5.1 LAYOUT PŮVODNÍ LINKY NA VÝROBU POHONŮ	37
5.1.1 Materiálový tok	39
5.2 DŮVODY PŘESTAVĚNÍ PŮVODNÍ LINKY NA VÝROBU POHONŮ	39
5.3 VÝCHODISKA PRO ANALÝZU	40
5.4 POSTUP PŘI ANALÝZE SOUČASNÉHO STAVU NOVÝCH LINEK	40
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NOVÝCH LINEK	42

6.1	LAYOUT LINEK	42
6.1.1	Materiálový tok	43
6.2	ORGANIZACE PRÁCE	44
6.3	ANALÝZA PRÁCE NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH	44
6.3.1	Pohon MF 2000	45
6.3.1.1	Snímky pracovního dne	45
6.3.2	Pohon Metro Milan MNG	48
6.3.2.1	Snímky pracovního dne	48
6.3.3	Pohon EMU NSB Option	50
6.3.3.1	Snímky pracovního dne	51
6.3.4	DO-2010	53
6.3.4.1	Snímky pracovního dne	53
6.4	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA	56
6.4.1	MF 2000	56
6.4.2	Metro Milan MNG	57
6.4.3	EMU NSB Option	58
6.4.4	DO-2010	59
6.5	DALŠÍ IDENTIFIKOVANÉ NEDOSTATKY	61
6.5.1	Velké zásoby materiálu před výrobními linkami	61
6.5.2	Nevhodné rozmístění pracovních pomůcek	62
6.6	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	63
7	REALIZACE ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU	65
7.1	VÝCHODISKA	65
7.2	VYBALANCOVÁNÍ PRACOVIŠŤ	65
7.2.1	Pohon Metro Milan MNG	66
7.2.2	Pohon EMU NSB Option	66
7.2.3	Pohon DO-2010	67
7.3	NÁVRH ZÁSOBOVACÍCH VOZÍKŮ A PRINCIP ZÁSOBOVÁNÍ	68
7.3.1	Analýza materiálu	68
7.3.2	Prvotní návrh zásobovacích vozíků	69
7.3.3	Testování návrhu zásobovacích vozíků	70
7.3.4	Konečná podoba zásobovacích vozíků	70
7.3.5	Vizualizace	71
7.3.5.1	Vizualizace parkoviště pro zásobovací vozíky	72
7.3.6	Celkový počet zásobovacích vozíků	72
7.3.7	Návrh principu zásobování	72
7.4	ERGONOMICKÉ PRACOVIŠTĚ	73
7.4.1	Prvotní návrh rozmístění	73
7.4.2	Testování rozmístění nástrojů na pracovišti	74
7.4.3	Finální rozmístění nástrojů na pracovišti	74
7.5	ZHODNOCENÍ REALIZOVANÝCH ZLEPŠENÍ	76
7.5.1	Zvýšení produktivity	76
7.5.1.1	Pohon Metro Milan MNG	76
7.5.1.2	Pohon EMU NSB Option	76
7.5.1.3	Pohon DO-2010	77
7.5.2	Finanční zhodnocení	78

7.6 DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	79
ZÁVĚR	81
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	82
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
SEZNAM OBRÁZKŮ	85
SEZNAM TABULEK.....	86
SEZNAM GRAFŮ	87
SEZNAM PŘÍLOH.....	88

ÚVOD

Železniční doprava je ekologická, relativně levná, dostupná, bezpečná a proto je pro většinu cestujících preferovaným způsobem přepravy. Ve světovém dopravním systému je uplatněna při přepravě nákladu na střední i velké vzdálenosti. Pro osobní dopravu má význam převážně v Evropě, Japonsku či Rusku. V rámci inovací a větších požadavků cestujících jsou velké proměny především v technické oblasti – automatizované zabezpečovací systémy a celková automatizace, elektrifikace či moderní technologie v dopravních prostředcích.

V České republice je výrobců vlakových souprav či jejich komponent velmi málo. Převážná část produkce těchto společností směřuje do zahraničí. Velkým potenciálem pro tyto společnosti je budoucí plán zavádění vysokorychlostní železnice s rychlovlaky. Aby společnosti uspokojily poptávku, musejí zvýšit svoji produktivitu a odstranit z výrobního procesu plýtvání zapříčiněno převážně čekáním či zbytečnými pohyby.

Diplomová práce je členěna do tří částí. V teoretické části jsou popsány odborné poznatky, které dále budou sloužit jako podklad ke zpracování a využití v praktické části. Navazující analytická část je zaměřena na představení společnosti, která se zabývá výrobou dveřních systémů, pohonů a schodů do kolejových vozidel. Dále zde jsou formulována obecná východiska projektu a analýza současného stavu. Na základě výsledků analýzy je provedena realizace zlepšení současného stavu.

Cílem této práce je vybalancovat linky na výrobu různých druhů pohonů tak, aby se minimalizovaly prostoje způsobené čekáním na dokončení montáže jednoho z výrobních pracovišť na lince.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pro definování průmyslového inženýrství jsem vybrala definici od pana Mašina a Vytlačila (1996, 79s). Popisují průmyslové inženýrství jako: „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy*“.

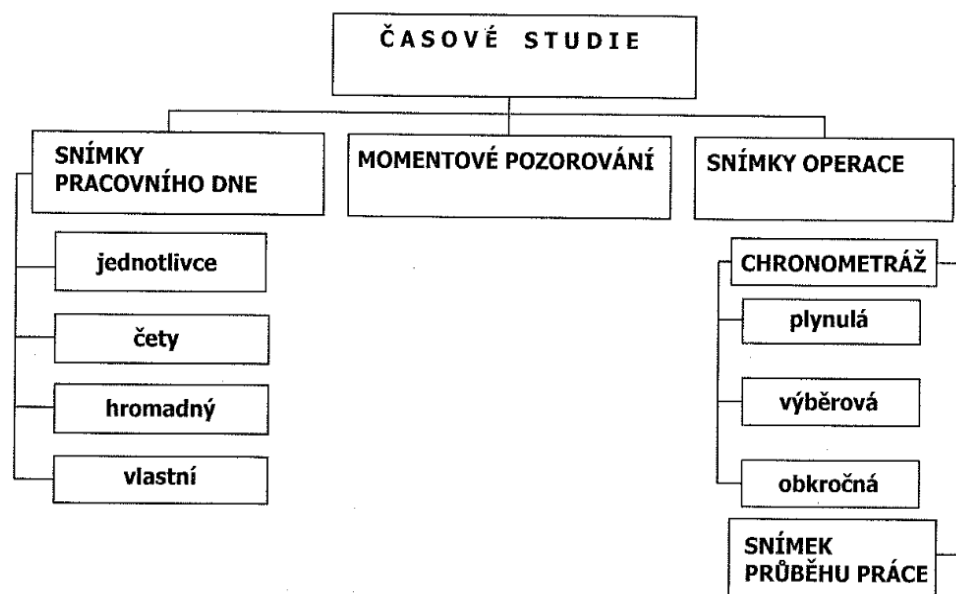
Průmyslové inženýrství může být pochopeno i jako hledání cesty, jak kvalitněji, rychleji, jednodušeji a především levněji provádět a řídit podnikové procesy (API, ©2005 - 2012).

1.1 Druhy časových studií průmyslového inženýrství

Cílem měření práce je stanovení spotřeby času konkrétní pracovní operace. Spotřeba času se stanovuje na základě přímého či nepřímého měření (API, ©2005 – 2012).

1.1.1 Přímé měření

Tradiční metody měření spotřeby času jsou základem časových studií. Metody jsou spojené s prováděnou činností při výrobě nebo poskytování služeb. Principem je zjišťování velikosti spotřeby času (Lhotský, 2005, s. 64). Na obrázku (Obr. 1) jsou zobrazeny druhy časových studií.



Obr. 1: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, s. 65)

1.1.1.1 Snímek pracovního dne

Snímky pracovního dne jsou založeny na měření spotřeby času, při které se neustále měří a zaznamenávají druhy a velikost spotřeby času v průběhu celé pracovní směny pracovníka či výrobního zařízení. Cílem je rozpoznat druhy a velikost spotřeby pracovní doby, především druhy a velikost časových prostojů, ztrát a jejich důvody, podíl jednotlivých druhů času v celkovém čase pracovní směny (Lhotský, 2005, s. 66).

Druhy snímku pracovního dne (Líbal, 1974, s. 366 – 368):

- a) **snímek pracovního dne jednotlivce** – využívá se nejčastěji. Objektem pozorování je jeden pracovník, který provádí práci na jednom pracovišti. Snímek pracovního dne jednotlivce se využívá především v tom případě, kdy záleží na detailním zachycení informací o využití času pracovní směny produktivní prací,
- b) **hromadný snímek pracovního dne** – pozoruje zároveň několik pracovníků, kteří vykonávají samostatnou práci. Tento druh snímku umožňuje zjišťovat spotřebu času najednou u většího počtu pracovníků. Zaznamenávání se provádí tak, že pozorovatel v pravidelných intervalech obchází v průběhu pracovní doby sledované pracovníky a značí do pozorovacího listu pracovníka činnosti, které na pracovištích vykonává právě v době, kdy je mívá,
- c) **snímek pracovního dne čtyry** – pozoruje se pracovní činnost skupiny pracovníků na jednom pracovišti, kteří pracují na hromadném úkolu. Pozorovatel musí při provádění tohoto snímku zapsat úkoly vykonávané jednotlivými pracovníky čtyry i úkoly vykonávané zároveň několika pracovníky čtyry,
- d) **snímek vlastního pracovního dne** – provádí sám pracovník. Přesvědčit pracovníky o důležitosti celého pozorování je jednou z nejdůležitějších podmínek pro úspěšné vykonání,
- e) **snímek obsluhy více strojů jedním pracovníkem** – umožňuje stanovovat stupeň časového využití strojů a míru pracovního vytížení pracovníka. Účelem tohoto snímku je především odstranění tzv. časů čekání (doba, kdy pracovník čeká na ukončení práce stroje či naopak).

1.1.1.2 Snímek operace

Snímek operace, neboli chronometráž, se zaměřuje na pozorování a měření spotřeby času práce při vykonávání pravidelně se opakujících prvků operace. Nejpodstatnějším úkolem chronometráže je určit průměrnou skutečnou spotřebu pracovního času, vynaloženého

k vykonání jednotlivých prvků operace. Výsledky vykonaných náměrů jsou základem pro rovnoměrné rozdělení práce mezi jednotlivé pracovníky čety, umožňují zdokonalit synchronizaci na proudových linkách a určit vhodný poměr mezi ručními a strojními časy při vícestrojové obsluze.

Vykonávání chronometráže se skládá z etap (Líbal, 1974, s. 368 – 370):

- **příprava k pozorování a měření** – zahrnuje volbu pracoviště a daného pracovníka, studium pracoviště a práce, rozdělení operace na jednotlivé úkony a určení doby trvání snímku. Volba pracoviště a pracovníka závisí na cíli, který chronometráží sledujeme. Pokud je cílem studium pokrokových metod práce, zaměřujeme se na nejlepší pracovníky, je-li cílem nalezení příčin neplnění norem, sledujeme při pozorování zaostávající pracovníky. Jestliže je cíl získání podkladů pro vytvoření normativů času, zaměřujeme se na pozorování pracovníka, který má dostatečnou kvalifikaci k provádění dané operace, odvádí výrobky požadované kvality, dodržuje předpisy bezpečnosti práce a nepřekračuje normativní spotřebu materiálu. Každý pozorovaný pracovník musí být seznámen s posláním chronometráže,
- **pozorování a měření** – zaznamenávání pozorovaných úkonů, měření doby jejich trvání stopkami a zapisování naměřených časů do pozorovacího formuláře. Vzhledem k rychlosti střídání jednotlivých úkonů se zapisuje postupový čas, ze kterého se propočítává jednotlivý čas až po dokončení samotného měření. Pozorování a měření se musí vykonávat v době průměrné spotřeby času (nikdy jen na začátku pracovní směny nebo v době, kdy je výkon nejvyšší),
- **zpracování a analýza naměřených hodnot** – v případě, že se během pozorování a měření zapisoval postupný čas, provede se nejdříve výpočet jednotlivých časů daných úkonů. Jednotlivý čas znamená velikost času pro každou individuálně měřenou část operace. Časy se shromažďují do tzv. časových řad a provádí se očištění časové řady, které představuje vyloučení velmi se odchylojících časových hodnot od celkové tendence časové řady. Po očištění se vypočítá rozptyl časové řady. Míra rozptylu je určována směrodatnou odchylkou, jenž se rovná druhé odmocnině součtu čtverců odchylek od střední hodnoty dělené počtem měření. Jestliže je rozptyl řady v povolených mezích, zjišťuje se střední hodnota časové řady, a to jednou z těchto metod:
 - a) *aritmetický průměr* – součet údajů očištěné časové řady se dělí celkovým počtem údajů,

- b) *mediánová metoda* – střední hodnota je časová hodnota, která leží uprostřed v řadě upravené podle velikosti jednotlivých údajů,
- c) *modusová metoda* – za střední hodnotu se pokládá údaj, který se v řadě objevuje nejčastěji.

Vypočítané střední hodnoty jsou ukazatelem reálné průměrné spotřeby pracovního času vynaloženého na provádění jednotlivých úkonů operace a tvoří podklad pro vytváření normativů času.

Druhy chronometrání (Líbal, 1974, s. 370):

- **plynulá** – je kombinací snímku pracovního dne a chronometráže. Využívá se v malosériové výrobě, kde je malý počet výrobků ve výrobní dávce a kde nelze předem předpovědět sled úkonů,
- **výběrová** – předmětem pozorování a měření jsou jen určené, předem vybrané prvky operace. Využívá se v případě, že se operativní práce neopakuje v pravidelných cyklech,
- **obkročná** – využívá se v případech, kdy je potřeba zjistit délku trvání velmi krátkých a opakujících se prvků operace.

1.1.1.3 Momentkové pozorování

Metoda, kterou získáme podobné údaje jako u snímku pracovního dne. Momentkovým pozorováním se určuje podíl vybraných činností a ztrát na celkovém času směny. Vychází se z teorie pravděpodobnosti. Menší časová náročnost, tj. jednoduchost metody, nízké náklady i to, že pozorovatel není přítomen stále na pracovišti, jsou velkou předností tohoto pozorování. Nevýhodou je to, že při požadavku na větší přesnost a podrobnost roste množství nutných pozorování. Výsledkem nejsou údaje o velikosti spotřeby času, ale z počtu výskytu jednotlivých činností odvozené jejich podíly na celkovém čase směny. Momentkové pozorování je nejlepší volbou v případech, kdy jeden pozoroval, musí sledovat více pracovníků na pracovištích současně a také při pracovních činnostech prováděných ve skupinách (Lhotský, 2005, s. 68 – 69).

Výhody momentkového pozorování spočívají především (Líbal, 1974, s. 364 – 371):

- v poklesu nákladů na 1/3 až 1/6 nákladů, které by bylo potřeba poskytnout v případě použití stálého pozorování (chronometráž, snímek pracovního dne),
- v časově nenáročném a snadném pozorování,

- v jednoduchém zpracování získaných záznamů,
- v nižších nárocích na kvalifikaci pozorovatele,
- v operativnosti, kdy jeden pozorovatel může sledovat využití pracovního času u více pracovníků.

1.1.2 Nepřímé měření

Používané metody nepřímého měření slouží k určení normy spotřeby času, ale i k podrobnému rozboru jednotlivé operace. Jde o systémy předem určených časů, které využívají časové i pohybové studie. Účel nepřímého měření je stanovení nejvhodnějšího pohybového vzorce pro vykonávání úkonu a přiřazení příslušných časů individuálním pohybům (Maynard, Zandin, 2004, s. 640).

Nejpoužívanější z nich jsou (Košturiak, Frolík, 2006, s. 73):

- **MTM** (Method Time Measurement).
- **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique).
- **USD** (Unified Standard Data).
- **UAS** (Universelles Analysier System).
- **The Work Factor System**.

1.1.3 Produktivita

Produktivita je míra, která znázorňuje, jak dobře jsou zdroje využity při vytváření produktů. Znamená poměr mezi výstupem z procesu a vstupem zdrojů do procesu.

Obecný vzorec pro výpočet produktivity je:

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

Výstup je vyjádřen v objemech či jednotkách jako např. kusy, litry, výrobky, tuny apod. Jestliže nemůže být výstup jednotlivě definován, může být vyjádřen v peněžních jednotkách. Vstupy jsou členěny do několika kategorií jako např. výrobní zařízení a stroje, pracovní síly, kapitál či materiály.

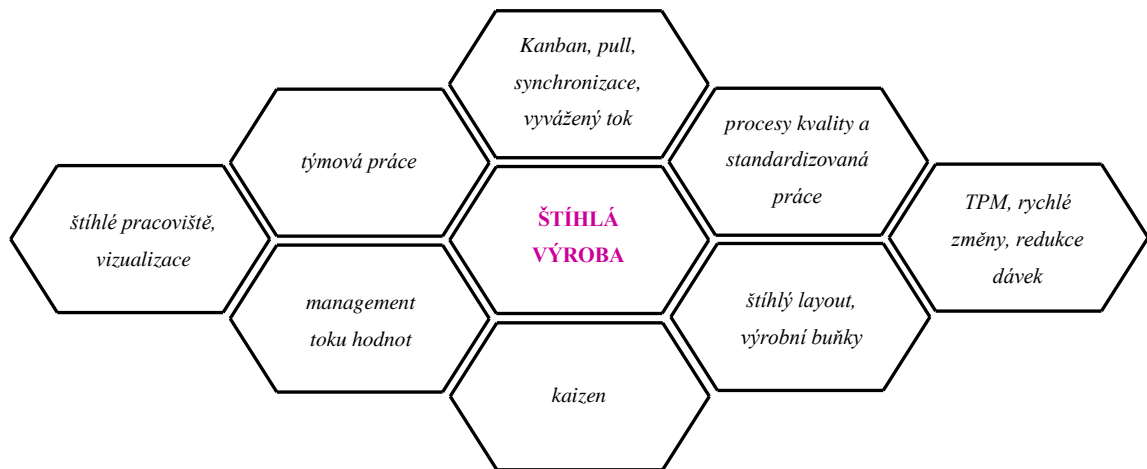
Produktivita se vyjadřuje ve třech typech:

- **parciální (dílní) produktivita,**
- **totální (celková) produktivita,**
- **index produktivity.**

Ovlivnit produktivitu mohou pracovní postupy, systém hodnocení a odměňování, úroveň metod průmyslové inženýrství a schopnosti pracovní síly, kvalita strojního zařízení, využívání kapitálu (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 27, 34).

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Definování prvků štihlé výroby je zobrazeno na obrázku (Obr. 2).



Obr. 2: Štihlá výroba (Košturiak, Frolík, 2006, s. 23)

Stát se štihlým výrobcem dle systému výroby firmy Toyota požaduje způsob myšlení, který se zaměřuje na zajišťování plynulého toku výrobku procesem přidávání hodnoty (tok jednoho kusu výrobku), na tahovém systému, jenž působí od poptávky zákazníka zpět postupně tak, že se v krátkých časových úsecích doplňuje jen to, co následující činnost odebírá. Také se klade důraz na kulturu, ve které každý stále usiluje o zlepšení (Liker, c2004, s. 30).

2.1 Štihlé procesy

Jedná se o činnosti, které přeměňují vstupy (informace, materiál) na výstupy (služby, výrobky) poptávané zákazníkem, za které je ochoten zaplatit, tzn. v nejrychlejší čas bez plýtvání zdroji. Cena je ze strany zákazníka daná konkurencí na trhu, ale z pohledu firmy jde především o součet jejího zisku a nákladů na proces.

V redukci nákladů je potřebné nacházet spojitost se zeštíhlováním, jestliže se má vytvořit zisk. Čím jsou náklady nižší a čas potřebný na výrobu výrobku kratší, stává se proces efektivnějším (Křivánek, interní materiály společnosti).

Východisky štihlých procesů jsou systémy Kanban, principy Kaizen metodiky a analýza toku hodnot. Hlavní změnou v oblasti dosahování štihlých procesů v podniku je změna myšlení. Štihlé myšlení se projevuje při definování hodnoty z pohledu zákazníka, zavedení plynulého toku, identifikace hodnotových toků v mapě toku hodnot, použití tahového řízení (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 46).

2.2 Štíhlé pracoviště

Pracoviště je navrženo tak, aby byly zabezpečeny principy štíhlé výroby. Mezi tyto principy řadíme:

- **analýzu a měření práce, 5S** – optimální uspořádání pracoviště, organizace práce, spotřeba času na operaci a standardizace,
- **ergonomické principy** – ochrana zdraví při práci (předcházení zranění a traumatickým onemocněním), pracovní pohoda (vhodné sociální a fyziologické podmínky),
- **poka yoke** – zabránění možným chybám či selhání pracovníka,
- **vizuální pracoviště** – znázornění průběhu činností na pracovišti,
- **jidoka – autonomnost pracoviště** – signalizace a zastavení při abnormalitách.

Hlavními cíli štíhlého pracoviště je pokles úrazů a zatížení organismu, zvýšení výkonnosti, autonomnosti, zdokonalení stability a kvality procesu (Košturiak, Frolík, 2006, s. 65).

2.3 Štíhlý layout pracoviště

Štíhlý layout přináší především úsporu ploch. Na vzniklých volných plochách vzniká místo pro nové výrobní programy. Redukce skladových ploch představuje nejen snížení zásob, ale i zjednodušení řízení a lepší přehlednost o pohybu materiálu. Nejpodstatnějšími parametry štíhlého layoutu jsou minimální průběžné časy a plochy na zásobníky či mezisklady, dodavatelé co nejbližší k zákazníkům, přímý materiálový tok směrem k expedici a výrobní lince, minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi, odstranění dvojnásobné manipulace, zavedení Kanbanu, tahového systému a FIFO, malé náklady na zavedení.

Hlavní parametry štíhlého layoutu (Košturiak, Frolík, 2006, s. 135):

- kanban, FIFO a tahový systém,
- krátké a přímočaré trasy,
- minimalizace přepravních vzdáleností mezi pracovišti,
- minimální průběžné časy,
- přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici,
- buňkové uspořádání,
- nízké náklady na zavedení,
- minimální plochy na zásobníky a mezisklady,

- flexibilita související s variabilitou produktů,
- eliminace dvojnásobné manipulace,
- sklady v místě spotřeby,
- vizuální kontrola množství dílů v přepravce či na skladových plochách.

2.3.1 Materiálový tok

Materiálový tok začíná vyložením materiálu od dodavatele, pokračuje před skladové prostory výrobních zásob, výrobní provozy s mezisklady, sklady dokončené produkce a končí expedicí hotových výrobků. Délka a charakter materiálového toku je dána prostorovým uspořádáním, tj. lokací budov a komunikací v prostoru společnosti, zařízení a strojů ve výrobních halách či skladech. Pro optimální materiálový tok je nutné odstranit zdržování materiálu mezi dvěma operacemi, zabezpečit plynulost pohybu materiálu a daný materiál co nejméně přepravovat. Na plynulém chodu materiálového toku závisí objem výroby, výrobní program i následování operací (Líbal, 1974, s. 262 – 263).

2.4 Druhy plýtvání

Dříve, než dokážeme odstraňovat plýtvání, musíme ho být schopni rozeznat. Jestliže dokážeme rozpoznat plýtvání a jeho příčiny, součástí našeho úsilí a cíle se může stát jeho odstranění. V případě, že plýtvání nedokážeme rozeznat, setrvává stále v operacích a procesech. V souvislosti s výrobním systémem, rozlišujeme tři druhy transformačních činností z hlediska toho, jestli přidávají či nepřidávají hodnotu vstupu, respektive výrobku (Fekete, 2012, s. 23 – 24):

1. **Transformační činnosti, které přidávají hodnotu výrobku přímo** – jde zde o změnu vlastností výrobku zpracováním vstupních materiálů prostřednictvím použití strojní či automatizované práce. Čím větší poměr bude mezi hodnototvornými činnostmi a celkově vynaloženými činnostmi na zhotovení výrobku, tím větší bude přidaná hodnota stejně jako produktivita práce. Hodnototvorné činnosti musíme stále zdokonalovat.
2. **Transformační činnosti, které nepřidávají hodnotu výrobku přímo, ale je nezbytné je při daném způsobu výroby a dané technologii provádět** – týká se to například také činností, jako je vybalení komponentů od dodavatelů, jejich přeprava z místa vyložení či skladu do patřičného pracoviště s cílem jejich dalšího zpracování, kontrola kvality, odpadové hospodářství atd. Z dlouhodobého hlediska je možné

tyto činnosti pokládat i za plýtvání. K lepší organizaci a úspornosti práce je třeba tyto činnosti co nejvíce minimalizovat.

3. **Transformační činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu výrobku, a není nutné je vykonávat** - představují provádění nepotřebných činností a jde o plýtvání zdroji. Může to být například prostoj, nekvalitní provádění jednotlivých operací, dvojitá manipulace s materiálem. Tyto transformační činnosti je důležité eliminovat.

2.4.1 Osm druhů plýtvání

Druhy plýtvání z pohledu hodnotových toků (Mašín, 2003, s. 18 – 20):

1. **Zbytečné pohyby** – zbytečné pohyby lidí mají spojitost s vykonáváním lidské práce a ergonomií. Nesprávné ergonomické řešení negativně působí na produktivitu, bezpečnosti práce i kvalitu. Nejpodstatnějším ergonomickým faktorem je pracovní postoj, vynaložená síla a množství opakování, které všechny souvisejí na uspořádání jednotlivého pracoviště. Plýtvání v souvislosti se zbytečnými pohyby se vyskytuje také u strojů a zařízení. Například pokud je díl v přípravku daleko vzdálený od počáteční polohy ramene svařovacího robotu nebo jsou díly příliš daleko od sebe.
2. **Čekání** – nastává v případě, kdy pracovník stojí a jen pozoruje chod stroje při opracovávání výrobku, nebo když pracovník čeká na dodání materiálu. Čekání prodlužuje průběžnou dobu, která je rozhodujícím kritériem štihlé výroby.
3. **Zbytečná manipulace** – zahrnuje zbytečné přemísťování výrobků či dílů, manipulace a přepravy například z důvodu nesprávného layoutu výrobní haly či dávkové výroby. Vylepšení layoutu výrobní haly a pokles výrobních dávek tento druh plýtvání snižuje.
4. **Opravy** – tento typ plýtvání souvisí s opravou neshodných polotovarů, sestav či dílců. Zahrnuje energii, čas a materiál na opravu vložené do vykonání oprav. Použití nástrojů pro plánování a řízení kvality je způsob, jak odstraňovat toto plýtvání.
5. **Složité a nadstandardní postupy** – vyskytuje se například tam, kdy „provádíme něco navíc“, co zákazník nepotřebuje.
6. **Zásoby** – plýtvání spojeno se správou a udržováním neužitečného dílu, materiálu a rozpracovanosti. Toto plýtvání se nachází převážně tam, kde není výroba dostatečně a tahově sjednocena s taktem zákazníka.

7. **Nadvýroba** – nadvýrobou se označuje provádění činností, které se tržně nezhodnotí. Tento typ plýtvání je spojeno s řadou nákladových položek, které znehodnocují dříve vymezenou hodnotu ve formě poměru užitku k vloženým nákladům. K těmto nákladům patří například náklady na přebytečné pracovníky, na zbytečně odebranou energii či na přebytečné plochy a budovy.
8. **Nevyužívání znalostí** – vzniká v případě, že zaměstnavatel dostatečně nevyužívá schopnosti pracovníků. Zpomaluje se tvorba nápadů na zlepšení, brzdí se tok myšlenek, vytváří se fluktuace a demotivace pracovníků a poskytuje se tak příležitost k promarnění šance vylepšit hodnotové toky nejen na úrovni jednoho podniku, ale i v rámci celkového hodnotového toku mezi podniky.

2.5 Organizace práce

Organizace práce je významnou součástí organizace procesu ve výrobě. Cílem je vytvoření nezbytné proporcionality ve výrobním procesu formou hospodárné dělby práce, zvolení optimálních pracovních metod a organizace pracoviště, správný výběr, rozmístění a zaškolení pracovníků včetně starosti o navyšování jejich kvalifikace, zabezpečení vhodných podmínek pracovního prostředí a bezpečnosti práce.

Pro organizaci práce je důležitá znalost fyziologických poznatků, např. povolená fyzická zátěž a její měření, určení pracovního tempa, fyziologicky nezbytných přestávek, režimu práce a přestávek. Z psychologických poznatků je podstatnou oblastí např. motivace k práci, problémy s výběrem a zaškolením pracovníků, působení prostředí na psychiku člověka. Sociologické poznatky jsou zaměřeny na vztahy mezi pracovníkem a jeho nadřízeným, vztahů v pracovních skupinách. Tyto poznatky ovlivňují iniciativu, absenci a fluktuaci pracovníků, stálost pracovních skupin (Líbal, 1974, s. 164 – 165).

2.6 Výrobní takt

Stále více výrobních operací je spojeno s tzv. taktem. Vzorec pro výpočet taktu vyplývá ze zákaznických potřeb a možností daného podniku:

$$Takt = \frac{\text{čistý pracovní fond za období}}{\text{počet poptávaných výrobků za období}}$$

Jedná se o tempo, ve kterém musí proces vyrábět výrobky podle současných potřeb zákazníka. Pokud jsou výrobky vyráběny pomaleji, než udává čas taktu, může dojít k nedostatkům produktů a je potřeba využít přesčasovou práci a další zdroje. V případě, že jsou výrobky vyráběny rychleji, než udává čas taktu, vzniká nadvýroba a navyšuje se rozpracovanost. Mezi příznačné operace, které jsou vázány k hromadnému taktu, patří operace vykonávané v montážních i výrobních buňkách či linkách (Mašín, 2003, s. 42).

2.7 Vybalancování linky

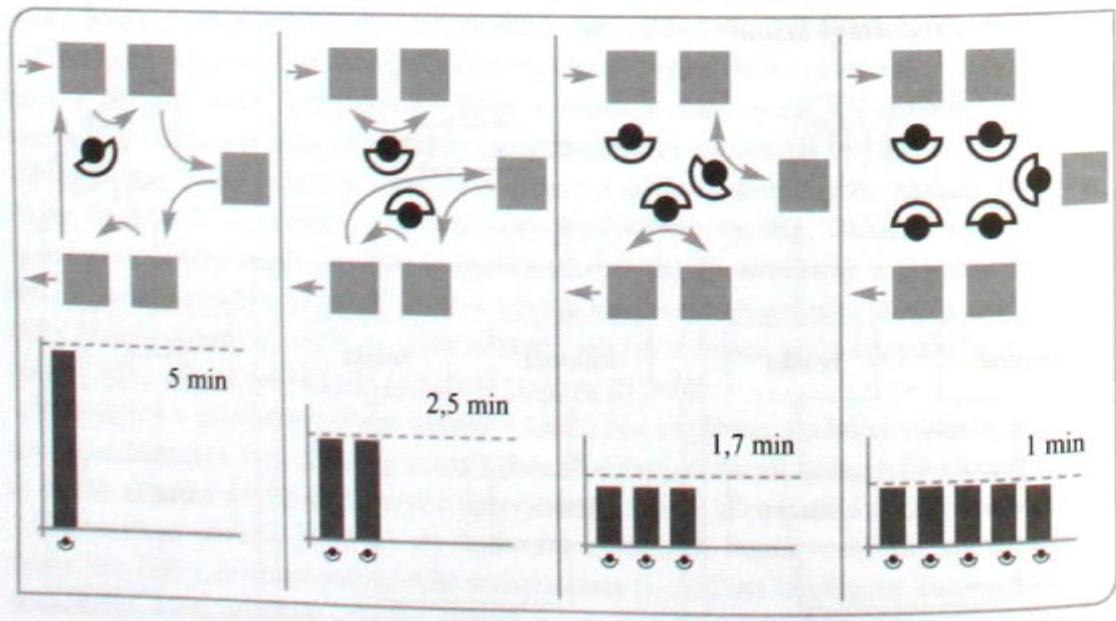
Jedná se o činnost, jejímž cílem je dosáhnout přibližně stejných časů cyklu jednotlivých pracovníků v lince či buňce, resp. eliminace plýtvání zapříčiněné čekáním pracovníků z důvodu nevybalancování pracoviště. Vybalancování linky je založeno na rozboru činností pomocí technik měření práce a následném rozdělení konkrétních pracovních činností dané operace mezi jednotlivé pracovníky (Mašín, 2005, s. 11).

Jednou ze základních charakteristik vybalancování montážní linky je, že určená práce je přesunuta z jednoho pracoviště na druhé. Určená práce musí být přiřazena na pracoviště s ohledem na omezení výrobního systému a pracovní priority. Při provádění vybalancování montážní linky je zapotřebí znát následující informace (Yazgan, 2011, s. 379-392):

- rychlost výroby,
- čas práce na celý výrobek,
- čas zpracování každé pracovní operace,
- množství pracovních zakázek,
- omezení výrobního systému a výrobků.

Jestliže se přesunou určené pracovní operace z jednoho pracoviště na druhé, minimalizuje se čas dokončení vyráběného kusu, maximalizuje se efektivita linky a sníží se náklady na lidské zdroje (Farkhondeh, 2012, s. 1161-1172).

Flexibilita je důležitou vlastností výrobních buněk. Díky tomu, že jsou zařízení v buňce opatřena prvky autonomnosti (např. signalizace abnormality, automatické vyndávání součástky) a jsou umístěny v minimální vzdálenosti od sebe, může pracovník obsluhovat více strojů. V případě změny počtu pracovníků, je možné pružně měnit výkon buňky a přizpůsobit ho požadavkům zákazníků. Jestliže v buňce pracuje více pracovníků, musí být jednotlivá pracoviště vybalancována tak, aby na sebe pracovníci nečekali. Flexibilita buněk s ohledem na požadavky zákazníka je znázorněna v obrázku (Obr. 3).



Obr. 3: Flexibilita buněk (Košturiak, Frolík, 2006, s. 138)

Významným prvkem výrobní buňky je výrobní zařízení. Hlavní charakteristiky štíhlého pracoviště jsou:

- náklady na zařízení jsou nízké,
- nevyrábí neshodné kusy,
- je časově vybalancované v taktu,
- snadno udržovatelné,
- ergonomické,
- pracoviště je autonomní,
- vyhovuje návaznosti procesů,
- snadno přestavitelné na jiný výrobek.

2.8 Zásobování materiálu

Manipulant se stará o doplňování pracoviště vším tím, co potřebuje. Doplňování pracovišť materiálem příslušným manipulantem požaduje mít zaveden:

- kusovník materiálu,
- plánovací systém určující to, který materiál je kde a kdy potřebný. Může se jednat o kartový kanban systém, jednoduchý seznam či dvouzásobníkové doplňování. Dvouzásobníkové doplňování znamená, že pracovník má na pracovišti u sebe dva

naplněné zásobníky materiálu. V případě, že se jeden vyprázdní, bere materiál z druhého zásobníku. Manipulant prázdný zásobník odnese do skladu, kde se materiál doplní,

- správné umístění materiálu na pracovištích a způsob dodávky, např. supermarket, kitování či jejich kombinace. Kitování znamená vychystání materiálu podle výrobní objednávky. Materiál se přiveze na pracoviště v upravených vozících či paletách. Tento systém zásobování je výhodný především v prostředí variabilní a nízkoobjemové výroby, kde by bylo na pracovištích obtížné umístit velké množství materiálu (Fekete, 2012, s. 73).

Výhody zásobovacích vozíků (Knorr-Bremse, interní materiály společnosti):

- a) potřebné množství materiálu použito přímo na lince,
- b) dostatečný čas na přípravu materiálu do zásobovacích vozíků dle typu zakázky ve skladu,
- c) různé druhy materiálu pro všechny vyráběné výrobky na vozících,
- d) stanovený počet materiálu na zásobovacím vozíku,
- e) jasný a jednoduchý způsob identifikace materiálu.

2.9 Vizuální pracoviště

Vizualizace procesů je předmětem zpřehlednění a zjednodušení procesů na pracovišti. Využívá se k tomu, aby pracovníci nedělali zbytečné chyby (světelná signalizace, značky pro uložení materiálů a nářadí, výrobní a montážní postupy s obrázky, barevné označení montážního nářadí), aby se zlepšila komunikace na pracovišti a zviditelnily se hlavní cíle či výsledky.

Pracoviště, které je organizované, řízené, uspořádané a všechny procesy jsou zřetelně popsány, nazýváme vizuální pracoviště. Vytváří předpoklad pro postupnou eliminaci plýtvání, autonomnost pracoviště a jeho zeštíhlování. Vizuální pracoviště používá nástroje pro účinné zobrazení informací a jejich sdílení. Vizuální nástroje pomáhají pracovníkovi odhalit abnormalitu daného procesu a přijat nápravné opatření.

Vizuální ukazatele

Ukazatele jsou definovány pro všechny důležité procesy a mají tyto cíle:

- učit,
- řídit,

- motivovat,
- informovat,
- porovnávat.

Používají se jednoduché vizuální tabule, elektronické tabule či jiné formy vizualizace. Mezi hlavní přínosy vizuálních ukazatelů je zlepšení kvality, zkrácení doby hledání, zvýšení bezpečnosti, snadnější komunikace, zviditelnění problémů či jasné znázornění pracovních postupů (IPA, ©2012).

2.10 Ergonomie práce

Ergonomie je věda zabývající se optimalizací činností ve vztahu k možnostem, rozměrům a potřebám pracovníků. Principy ergonomie jsou aplikovány na přizpůsobení pracovních podmínek v souvislosti na fyzické, psychické a sociální potřeby člověka. Cílem je zajištění pohodlí, zaměřit se na zdraví a bezpečnosti pracovníků. Dodržování těchto ergonomických zásad zvyšuje výkon pracovníka. Bohužel v některých případech nelze docílit všech těchto aspektů současně. Kompromis je někdy nezbytný k dosažení cílů při současném zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníka.

V ergonomickém přístupu je pracovník ústředním bodem a jiné faktory pracovního systému jsou navrženy tak, aby pracovník pracoval v pohodlném prostředí, byl motivován a efektivní (Salvendy, 2001, s. 1194 – 1195).

2.10.1 Ergonomické principy pro práce rukou a zápěstí

- snížit počty pohybů za směnu (zavádění automatizace),
- zachovávat neutrální polohy zápěstí (snížit časté ohýbání, úklony a rotace zápěstí),
- redukovat vynakládání velkých svalových sil ruky (využívání pracovního nářadí a ručně manipulovaných břemen s minimální hmotností, zabránit opakovanému silově obtížnému tlaku prstů),
- umístit ručně manipulovaný materiál na dosah ruky (zabránit manipulaci nad výškou ramen),
- používání ochranných rukavic.

2.10.2 Ergonomické principy používání nástrojů a nářadí

- zajistit vhodné velikosti držáků nářadí,
- zabránit používání nástrojů, které zapříčiňují útlak v dlani či prstů,

- manipulovat především s nástroji a náradím, při kterých využíváme celou ruku, nikoliv jen prsty,
- zabezpečit izolaci rukou proti teplu, chladu či vibracím,
- vyhnout se ostrým hranám (Hlávková, Valečková, 2007, s. 9 – 10).

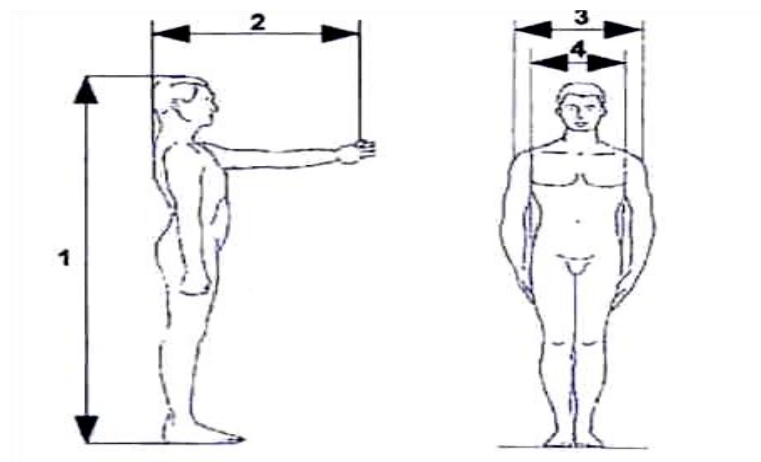
2.10.3 Antropometrie

Jedná se o metody měření lidského těla a jeho různých částí. Rozměry jsou určovány mezi antropometrickými body, obvykle dobře hmatnými na kostře. Antropometrie poskytuje informace o pohyblivosti, rozměrech a možnostech zatížení lidského těla.

Údaje pro stoj pracovníka uvádí tabulka (Tab. 1), kde jsou vzdálenosti znázorněny v milimetrech a na obrázku (Obr. 4) jsou zobrazeny tyto údaje na siluetě pracovníka.

Tab. 1: Antropometrické údaje pro stoj (Lichovník, 2012, s. 12)

Označení	MUŽI			ŽENY		
	Dolní hraniční hodnota	Střed	Horní hraniční hodnota	Dolní hraniční hodnota	Střed	Horní hraniční hodnota
1 Výška těla	1670	1770	1860	1550	1660	1750
2 Dosah dopředu	800	850	890	740	800	840
3 Šířka ramen	365	400	430	340	365	405
4 Šířka boků ve stoji	310	350	375	315	360	410



Obr. 4: Zobrazení antropometrických údajů pro stoj (Lichovník, 2012, s. 12)

Pracovní místo

Pracovní místo musí být upraveno tak, aby pohybové prostory, manipulační roviny a vynakládané síly se shodovaly s tělesnými rozměry, přirozenými dráhami pohybů končetin pracovníků a nedocházelo tak k fyziologicky nevhodným pracovním polohám (Lichovník, 2012, s. 32).

Výška pracovní roviny

Výška se také musí shodovat s tělesnými rozměry pracovníků, základní pracovní polohou, zrakovým nárokům, hmotnosti břemen a předmětů, které jsou při dané práci využívány. Výškou pracovní roviny se rozumí místo, na němž jsou velmi často prováděny pohyby (Lichovník, 2012, s. 38).

3 SHRNU TÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ

Využívání metod průmyslového inženýrství by mělo být zavedeno v každé společnosti, která chce zvyšovat svůj zisk a redukovat náklady. Využíváním metod průmyslového inženýrství se společnost stává více konkurenceschopnou.

Teoretická část je rozdělena do dvou oddílů. V prvním oddílu je popsán význam průmyslového inženýrství, druhy časových studií, které jsou rozděleny na přímé a nepřímé měření času. V poslední části tohoto oddílu je vysvětlena produktivita práce. Následující oddíl je zaměřen na štíhlou výrobu, konkrétně na popis štíhlých procesů, pracoviště a layoutu včetně materiálového toku. Dále se zabývám druhy plýtvání, organizací práce, výrobním taktem, balancováním linky, zásobováním materiálu a ergonomií práce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI XY

Společnost XY se řadí mezi světové lídry ve výrobě a vývoji automatických dveřních systémů pro kolejová vozidla.

Více než 60 let provází společnost XY motto: „Úspěch díky kvalitě a technologiím“. Dosahuje ročních výsledků 23 tisíc dveřních systémů, 12 tisíc pohonů a 6 tisíc schodů.

Společnost XY má pobočky po celém světě, například (Knorr-Bremse, interní materiály společnosti):

- CR (Česká republika),
- North America (Spojené státy americké),
- Tebel Technologies (Nizozemsko),
- Australia (Austrálie),
- Victall (Čína),

a dalšími třinácti prodejními místy a servisními sítěmi.

Pobočka v České republice, konkrétně v Brně vlastní certifikáty ISO 14001:2009, OHSAS 18001:2007 a certifikace společnosti pro lepení kolejových vozidel a jejich dílů dle DIN 6701 třída A1. Společnost XY, a.s. Brno je zobrazena na obrázku (Obr. 5).



Obr. 5: Společnost XY, a.s. Brno (Knorr-Bremse, interní materiály společnosti)

4.1 Základní informace

Název společnosti: XY, a.s.

Sídlo společnosti: Brno-Modřice

Vznik společnosti: v roce 1996

Počet zaměstnanců: 537 zaměstnanců

4.2 Historie

Společnost vznikla v roce 1947, kdy byla ve Vídni založena jako „Institut für Technische Forschung und Entwicklung“ specializovaná na výrobu a vývoj speciálních zařízení pro rakouské průmyslové společnosti. Později se společnost začala zaměřovat převážně na konstrukci a výrobu dveřních systémů pro kolejová vozidla. V roce 1997 koupil společnost německý koncern Knorr-Bremse. Knorr-Bremse je výrobcem brzdových systémů pro kolejová a užitková vozidla. Mezi jeho další výrobky patří dveřní systémy a klimatiizační zařízení pro kolejová vozidla. Závod společnosti XY, a.s. byl v České republice založen v roce 1996 (Knorr-Bremse, interní materiály společnosti).

4.3 Výrobní program

Do současného portfolia společnosti XY, a.s., se sídlem v Brně patří výroba:

- **vnitřních, mezivozových a nástupních dveří,**
- **pohonů,**
- **plošin, ramp, schodů a dalších částí nástupních systémů.**

4.4 SWOT analýza

SWOT analýza pomáhá společností zhodnotit jejich fungování, rozpoznat problematiska místa či vyhledat příležitosti pro rozvoj společnosti. Svoji SWOT analýzu jsem zaměřila na segment pohonů, kde budu i svoji diplomovou práci zpracovávat.

Při vytváření jsem vycházela z vlastního pozorování přímo v daném segmentu a z interních materiálů společnosti. SWOT analýza je znázorněna v tabulce (Tab. 2).

Tab. 2: SWOT analýza (vlastní zpracování)

SWOT ANALÝZA – segment pohonů			
Silné stránky	Index	Slabé stránky	Index
Přední výrobce automatických dveřních systémů a pohonů pro kolejová vozidla	0,1	Vývoj a výzkum pohonů mimo firmu	0,1
Dostatek finančních prostředků (zahraniční kapitál)	0,2	Nízká automatizace	0,1
Inovace výrobků	0,3	Absence ergonomického pracoviště	0,3
Know-how	0,3	Kapacitně limitovaná výrobní plocha haly	0,1
Standardy	0,1	Nedostatečná komunikace mezi pracovníky	0,1
		Velké zásoby materiálu před výrobními linkami	0,3
	1,0		1,0
Příležitosti	Index	Hrozby	Index
Využití nových technologií	0,3	Změna způsobu dopravy	0,1
Nové, výkonnější testery na pohony	0,5	Změna zákaznického postoje	0,3
Rozšíření výrobní řady	0,2	Zvýšení cen pohonných hmot a energií	0,3
		Přesun výroby do Číny (levná pracovní síla)	0,2
		Odchod kvalifikovaných pracovníků z kraje	0,1
	1,0		1,0

V projektové části se zaměřím na vybrané body ze slabých stránek a budu se je snažit odstranit.

Logický rámec

V logickém rámci jsou vymezeny cíle diplomové práce a odpovídající aktivity k jejich řešení i s časovým rámcem. Součástí jsou také předpoklady a rizika, které tyto cíle mohou ohrozit. Logický rámec diplomové práce se nachází v příloze P I: Logický rámec.

RIPRAN analýza

RIPRAN analýza slouží k posouzení rizik, která mohou ohrozit dokončení diplomové práce a jsou navržena opatření k jejich eliminaci. RIPRAN analýza se nachází v příloze P II: RIPRAN analýza.

5 OBECNÁ VÝCHODISKA

Před začátkem zpracovávání mé diplomové práce jsem byla seznámena s původní linkou na výrobu pohonů, která se o měsíc později přestavěla na tři nové linky v segmentu pohonů. Diplomová práce je zaměřená na vybalancování nových linek na výrobu různých druhů pohonů v daném segmentu. V této části popisují původní linku, konkrétně layout linky na výrobu pohonů, materiálový tok a důvody přestavby linky.

Dále představím prostředky, které použiji ve své analýze a postup při analýze současného stavu nových linek. Na obrázku (Obr. 6) je zobrazena původní linka na výrobu pohonů.



Obr. 6: Původní linka na výrobu pohonů (vlastní zpracování)

Typy pohonu:

- E3
- RLS

Rozdíl těchto pohonů je ve vodící tyči a vodícím zařízení. Pohon typu E3 nemá ramena, která nesou dveřní křídla. Z celkové produkce se vyrábí 70% pohonů typu RLS, zbytek tvoří pohony typu E3.

Pohon typu E3

Při otevírání dveřního systému v kolejových vozidlech se u tohoto typu pohonu vysune celé zařízení ven z vozu a nese dveřní křídlo. Pohon typu E3 je znázorněn na obrázku (Obr. 7).



Obr. 7: Pohon typu E3 (vlastní zpracování)

Pohon typu RLS

Tento pohon je zabudován ve vnitřní, vstupní konstrukci kolejových vozidel. Při otevření dveřního systému zůstává zařízení na svém místě. Dveřní křídla se otevírají po vodičích kolejnicích. Na obrázku (Obr. 8) je zobrazen pohon typu RLS.



Obr. 8: Pohon typu RLS (vlastní zpracování)

5.1 Layout původní linky na výrobu pohonů

Vedle linky se nacházely předmontáže. Pokud nebyl určitý druh materiálu přichystán přímo od dodavatele, musel se zde smontovat a až poté byl použit ke kompletaci na lince. Montážní linka se skládala ze sedmi na sebe navazujících pracovišť, kde u každého pracoval jeden pracovník. Za linkou byly umístěny dva testery (DFT1, DFT2), sloužící k testování funkčnosti jednotlivých pohonů. Jeden z testerů byl napojen přímo na linku a druhý nebyl vůbec využíván.

Otestované pohony byly odvezeny do vedlejší haly na provedení tzv. 100% vizuální kontroly a poté zabaleny do dřevěných boxů. Některé pohony, především druh pohonu E3, potřebují přednastavení. To se provádí na manuálních stolicích a následně jdou pohony

do testeru, 100% vizuální kontrolu a balení. Devět procent pohonů se testuje manuálně také na manuálních stolicích, kontroluje se funkce pohonu a provádí se HV test (vysoko napěťový test). Poté jdou tyto pohony na 100% vizuální kontrolu a balení. Pohony, které se vyrábí jen v malém množství, se nemontují přímo na lince, ale na tzv. prototypovém pracovišti. Manuální stolice i prototypové pracoviště se nacházelo také ve vedlejší hale. Pokud nastala chyba ve výrobě, k dispozici byli opraváři, kteří daný problém dali do pořádku.

Předmontáž, linka i testování mělo svého team leadera, který za jednotlivý úsek řešil s koordinátory směny nejasnosti a dotazy pracovníků. Koordinátoři směny dohlíželi na celý segment pohonů. Od předmontáží až po balení jednotlivých pohonů kontrolovali výrobní proces auditoři zabezpečující kvalitu. Rozvoz materiálu ze skladu a jeho doplnění do linky prováděli manipulanti. Pracovníci pracovali pět dní v týdnu, osm hodin denně včetně půlhodinové přestávky ve dvousměnném provozu na lince a ve třísměnném provozu na testerech.

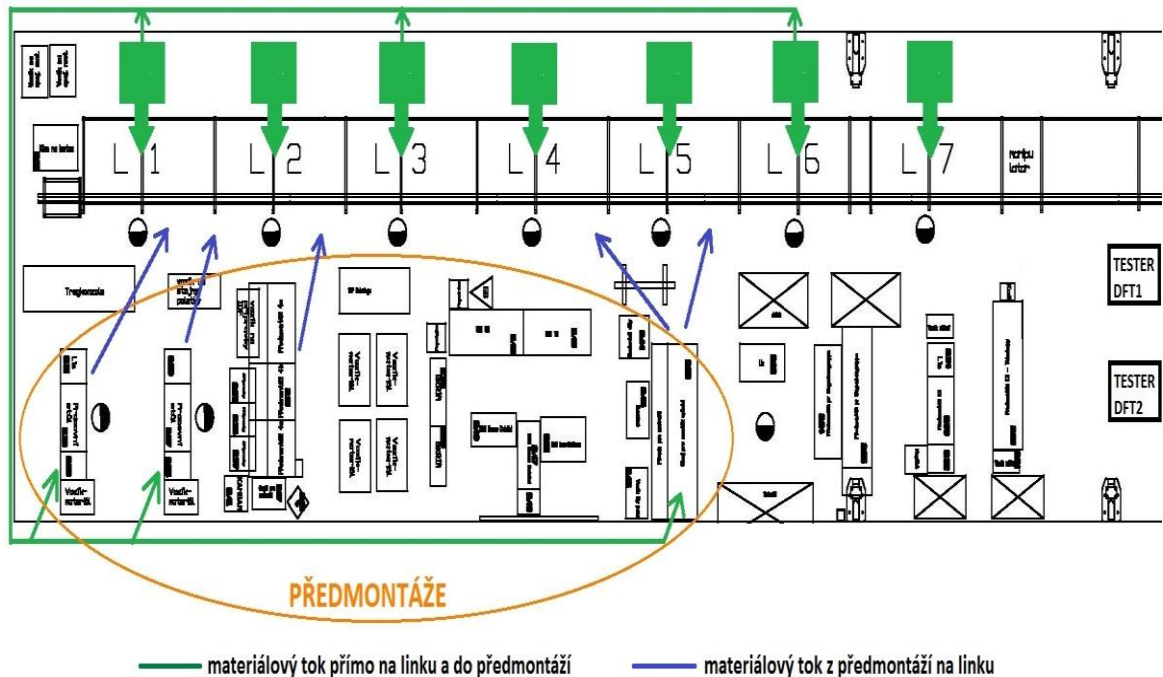
Přehled počtu pracovníků v segmentu pohonů u jednotlivých směn je zobrazen v tabulce (Tab. 3).

Tab. 3: Počet pracovníků na původní lince na výrobu pohonů (vlastní zpracování)

Počet pracovníků na staré lince na výrobu pohonů				
Počet pracovníků	1 směna	2 směna	3 směna	Celkem
Předmontáže	7	2	0	9
Pracovníci na lince	7	7	0	14
Prototypové pracoviště	2	0	0	2
Pracovníci na testeru	3	3	3	9
Pomocníci na testeru	1	1	1	3
Opraváři	2	1	0	3
Team leader předmontáže	1	0	0	1
Team leader linka	1	1	0	2
Team leader tester	1	1	1	3
Koordinátoři	2	0	0	2
Kvalita – auditoři	2	1	0	3
100% vizuální kontrola	2	2	0	4
Balení	2	2	0	4
Manipulanti	1	1	0	2
Celkem				61

5.1.1 Materiálový tok

Na obrázku (Obr. 9) je zakreslen materiálový tok do layoutu původní linky na výrobu pohonů. Modrou barvou je vyznačen materiálový tok z předmontáží na linku a zelené označení je materiálový tok přímo na linku a do předmontáží.



Obr. 9: Materiálový tok na původní lince (interní materiál společnosti)

5.2 Důvody přestavění původní linky na výrobu pohonů

1. *Plýtvání vlivem nerovnoměrného rozdělení pracovních operací u jednotlivých pracovišť na lince* (v případě pomalé montáže některého z pracovníků musely na jeho dokončení čekat všechny zbývající pracoviště na lince).

2. *Plýtvání vlivem rozdílného výrobního času u jednotlivých druhů pohonů* (v případě, že byl na lince montován pohon s procesním časem cca 20 minut na jednom pracovišti a následně se začal montovat jiný pohon s procesním časem cca 15 minut, vznikaly velké časové ztráty, kdy na sebe pracovníci u jednotlivých pracovišť museli čekat, než pohony s procesním časem 20 minut opustí výrobní linku. Stejný problém nastával, i pokud se pohony s procesním časem 20 minut začaly vyrábět – montáž pohonů s procesním časem 15 minut se zpomalila na 20 minut).

3. *Plýtvání vlivem pojezdu pohonu na lince* (pojezd, na který je uchycen pohon na lince, je elektronicky poháněn. Čas přesunu pojezdu od jednoho pracoviště ke druhému trval 25s).

4. *Plýtvání vlivem nadbytečné přepravy pohonů* (100% vizuální kontrola pohonu a balení probíhalo na vedlejší hale. Pohony se po testování musely naložit na pojízdný vozík a převést do vedlejší haly).

5.3 Východiska pro analýzu

K vypracování analýzy v segmentu pohonů na nových linkách využijí těchto prostředků:

- *Firemní dokumentace* – technologické postupy s pracovními operacemi vybraných druhů pohonů.
- *Chronometráž* – přesné náměry pracovních operací na jednotlivých pracovištích jsou důležité pro správné vybalancování linky.
- *Snímek pracovního dne* – v grafu zobrazené detailní činnosti během jedné směny u pracovníka na konkrétní lince nám ukáže poměr práce a prostojů.
- *Fotodokumentace* – vytvořené snímky slouží k lepšímu vystižení problematiky v analytické části.
- *Rozhovory* – komunikace s pracovníky přímo ve výrobě je velmi důležitá pro odhalení jejich potřeb, chyb ve výrobě a pracovním procesu. Rozhovory budou vedeny s operátory přímo na lince, koordinátory směn a procesními inženýry).
- *Technické pomůcky* – k analýze použijí stopky, vytištěné technologické postupy s pracovními operacemi, fotoaparát a počítač.
- *Teoretické znalosti* – využijí poznatků z odborné literatury, ze které jsem čerpala pro skladbu mé teoretické části.

5.4 Postup při analýze současného stavu nových linek

Náplní analýzy současného stavu v segmentu pohonů na nových linkách je:

- *Layout nových linek s materiálovými toky* – popis nových linek na výrobu pohonů a vyznačení materiálového toku přímo do layoutu pracoviště.
- *Organizace práce* – jak je rozdělena práce mezi jednotlivé pracovníky na nových linkách v segmentu pohonů a jakým způsobem probíhá řízení této práce.
- *Analýza práce na jednotlivých pracovištích* – provedení náměrů délky pracovních činností určených druhů pohonů dle technologických postupů.

- *Analýza činnosti pracovníka* – zaznačeny činnosti pracovníka jedné směny do snímku pracovního dne.
- *Zhodnocení současného stavu* – z výsledků jednotlivých analýz vyplynou nedostatky, pro které budu navrhovat vhodná řešení. Tyto návrhy budou konzultovány s vedením společnosti a procesními inženýry.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NOVÝCH LINEK

Tato část diplomové práce je věnována analýze současného stavu, která zahrnuje i výsledky této analýzy. Analýza byla prováděna na třech nových linkách v segmentu pohonů, kde jsem se zaměřila na čtyři druhy pohonů. Tyto pohony mi byly určeny přímo manažery procesního inženýrství, jelikož se jedná o nejčastěji vyráběné druhy pohonů.

Konkrétně jde o pohony typu:

- MF 2000,
- Metro Milan MNG,
- EMU NSB Option,
- DO-2010.

Pohon MF 2000 je specifický pohon, který se podobá typu RLS. Metro Milan MNG a DO-2010 jsou pohony typu RLS. EMU NSB Option je pohon typu E3.

6.1 Layout linek

Segment pohonů zahrnuje:

- úsek předmontáží, kde se z dílčích materiálů zhotovují kusy, které se poté použijí při výrobě pohonů na lince,
- tři linky, označené písmeny A, B, C. Linka A přímo navazuje na tester pohonů (DFT2), kde se kontroluje funkčnost a správný chod pohonů. Linka B a C mají společný tester (DFT1). U vybraných druhů pohonu z linky B se provádí jen manuální kontrola,
- 100% vizuální kontrola,
- balení pohonů do připravených boxů.

Na každé lince pracují dva pracovníci. Každý tester obsluhuje jeden pracovník a druhý se stará o přemístění pohonu z linky do testeru či z testeru na samotnou 100% vizuální kontrolu. Manuální testování pohonu provádí jeden pracovník.

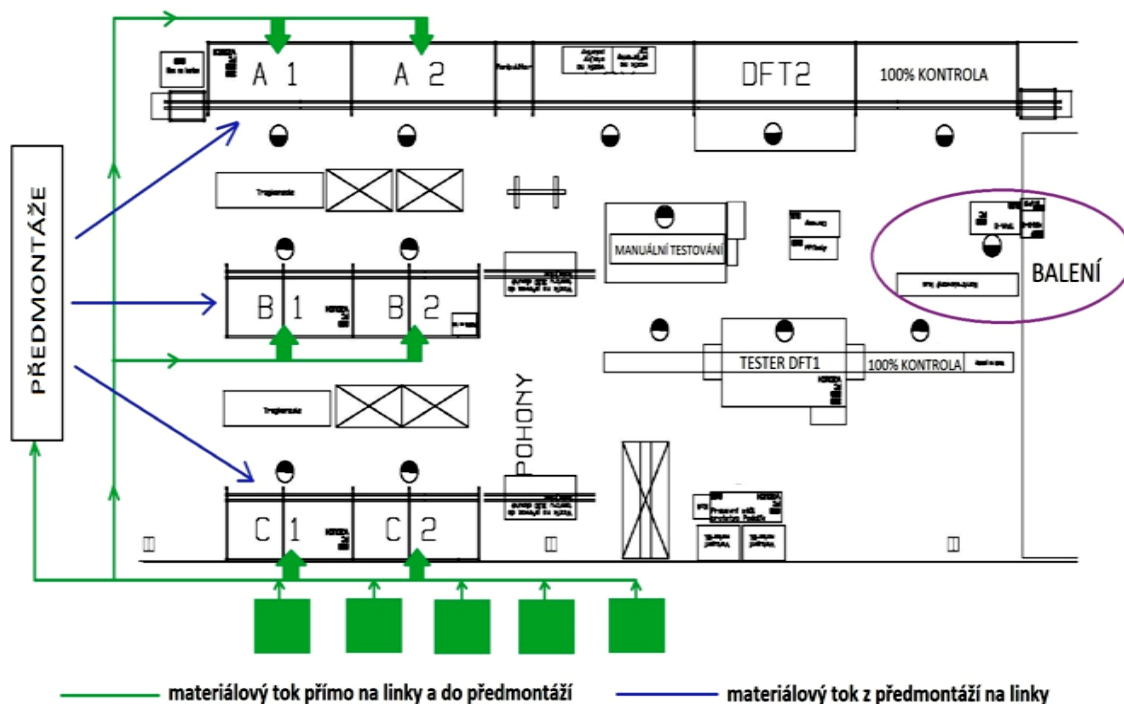
Podrobný přehled počtu pracovníků v segmentu pohonů u jednotlivých směn je zobrazen v tabulce (Tab. 4).

Tab. 4: Počet pracovníků na nové lince na výrobu pohonů (vlastní zpracování)

Počet pracovníků	1 směna	2 směna	Celkem
Předmontáže	5	5	10
Pracovníci na lince	6	6	12
Prototypové pracoviště	1	0	1
Pracovníci na testeru	2	2	4
Pomocníci na testeru	2	2	4
Opraváři	1	1	2
Team leader předmontáže	1	0	1
Team leader linka	0	0	0
Team leader tester	0	0	0
Koordinátoři	3	0	3
Kvalita – auditoři	2	1	3
100% vizuální kontrola	1	1	2
Balení	2	2	4
Manipulanti	1	1	2
Celkem			48

6.1.1 Materiálový tok

Na obrázku (Obr. 10) je znázorněn layout nových linek pro výrobu pohonů, ve kterém je zaznačen materiálový tok. Zelenou barvou je vyznačen materiálový tok přímo na linky a do předmontáží, modrá barva značí materiálový tok z předmontáží na linky.



Obr. 10: Materiálový tok na nových linkách (interní materiál společnosti)

6.2 Organizace práce

Pracovníci v segmentu pohonů se střídají na ranní a odpolední směně. Každá směna je v délce osmi hodin včetně půlhodinové přestávky. Plánovač výroby připravuje hrubý plán výroby v systému SAP čtvrtletně dopředu v rámci zakázek z Rakouska. Hrubý plán výroby je upraven plánovačem týden dopředu a detailní plán výroby je znám dva dny před finální výrobou pohonů vzhledem k dané dostupnosti materiálu. Detailní plán je k dispozici v programu s názvem Plan Table, který je vytvořený v Microsoft Excel.

Detailní plán obsahuje tyto informace:

- název linky, na které se konkrétní druh pohonu bude vyrábět,
- v jakém množství,
- číslo zakázky,
- číslo pohonu,
- zda se pohon bude manuálně testovat či nikoliv.

Dle tohoto plánu se řídí jeden team leader směny z úseku předmontáží a tři koordinátoři linek. Ti dají instrukce skladníkům, aby materiál na konkrétní zakázku připravili do 24h od pokynu. Manipulanti rozvázejí tento materiál ke konkrétním linkám v segmentu pohonů. Každý z koordinátorů má na starosti jednu linku včetně testování, 100% vizuální kontroly a balení.

V případě, že na linkách nastane problém při výrobě pohonů, pracovníci kontaktují koordinátory. Pokud je problém mimo jejich kompetence, zavolají pracovníky z oblasti údržby, kvality či technology. Pracovníci údržby jsou k dispozici pro celou výrobní halu. Segment pohonů má své technology, plánovače výroby, pracovníky nákupu a kvality.

6.3 Analýza práce na jednotlivých pracovištích

Každá linka se skládá ze dvou pracovišť, na kterých byly naměřeny délky pracovních činností u různých druhů pohonů. Konkrétně se jednalo o provedení chronometráže, tzn. vyjádření činností, kdy činnost chápeme jako sloučení více pohybů. Jelikož montáž některých druhů pohonu na jednom pracovišti trvala více než jednu hodinu, bylo náměrů provedeno deset, kdy bylo naměřeno pět náměrů na ranní i odpolední směně.

U jednotlivých pohonů byla vypracována analýza činnosti pracovníka pomocí snímku pracovního dne jedné ze směn.

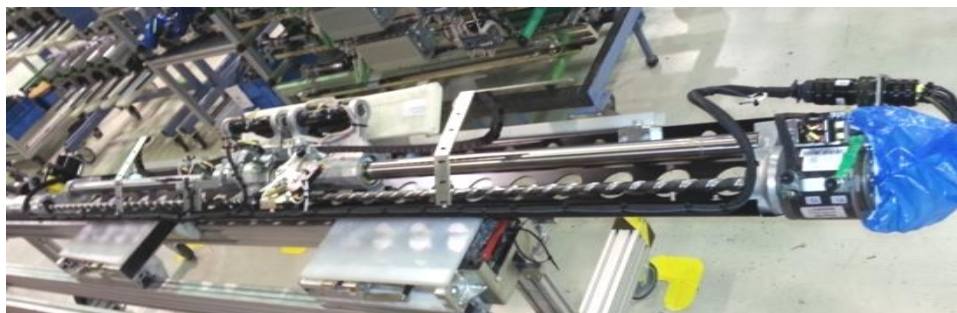
Výsledky měření práce u jednotlivých pohonů jsou zobrazeny v tabulkách (přílohy P III – P X), kde jsou časy operací znázorněny v sekundách, výsledné časy jsou poté v minutách.

6.3.1 Pohon MF 2000

Náměr délky pracovních činností byl proveden na lince C, pracovišti 1 a 2. V layoutu nových linek vyznačeno jako C1 a C2 (Obr. Obr. 10). Tabulky s výslednými náměry se nachází v příloze P III: Časy náměrů na pracovišti č. 1 pohonu MF 2000 a v příloze P IV: Časy náměrů na pracovišti č. 2 pohonu MF 2000. Na obrázku (Obr. 11) je zobrazen pohon MF 2000.

Průměrný čas výroby pohonu MF 2000 je:

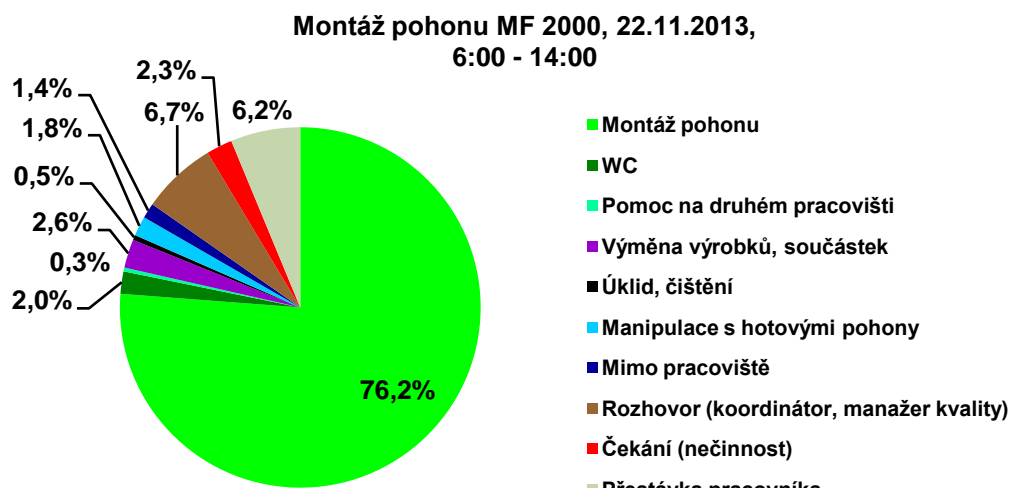
- na pracoviště č. 1 – 67 minut,
- na pracovišti č. 2 – 66 minut.



Obr. 11: Pohon MF 2000 (vlastní zpracování)

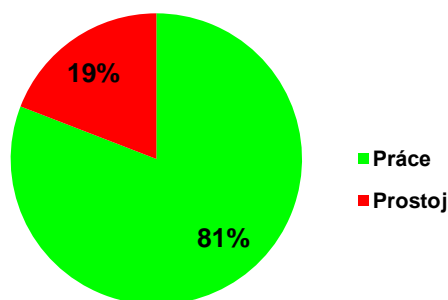
6.3.1.1 Snímky pracovního dne

Graf 1 zobrazuje činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 1. Analýza byla provedena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 22.11.2013, na ranní směně, trvající od 6:00 – 14:00.



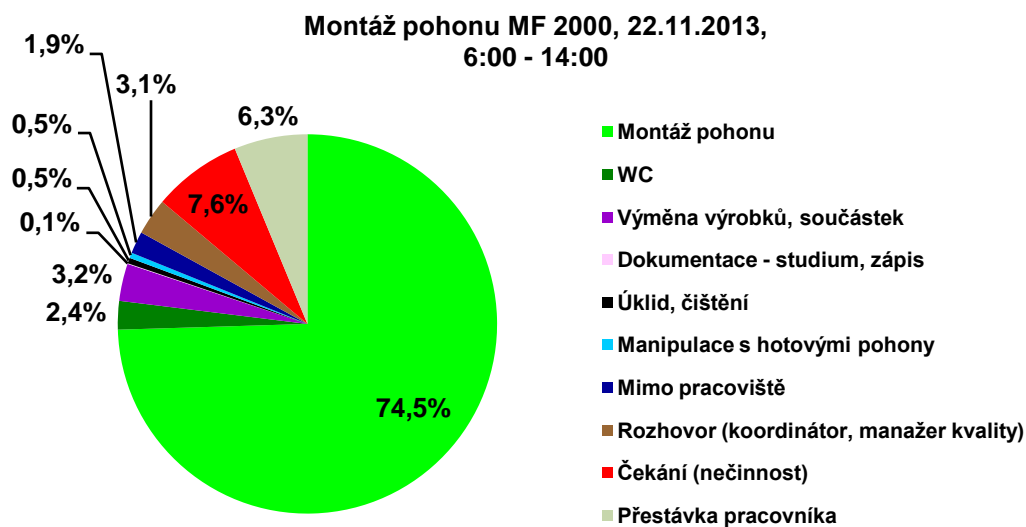
Graf 1: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka C (vlastní zpracování)

Z grafu je zřejmé, že 76,2% času se pracovník věnuje montáži pohonu. Významnou část tj. 6,7% zahrnuje rozhovor s koordinátorem směny či manažerem kvality. Pracovník má zákonnou přestávku půl hodiny, která představuje v grafu 6,3%. Dalšími činnostmi je výměna součástek, manipulace s hotovými pohony, čekání a prostoj, kdy se pracovník nacházel mimo pracoviště či WC. Nejmenší část v grafu zaujímá prostoj, kdy pracovník pomáhal na druhém pracovišti a uklízel. Souhrnný přehled práce a prostoje je zobrazen v grafu (Graf 2).



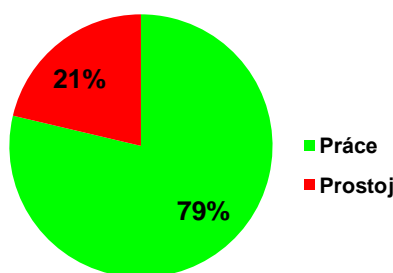
Graf 2: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)

Graf 3 zachycuje činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 2. Analýza byla vypracována pomocí snímku pracovního dne, ze dne 22.11.2013, na ranní směně, trvající od 6:00 – 14:00.



Graf 3: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka C (vlastní zpracování)

Z grafu vyplývá, že 74,5% času se pracovník věnoval montáži pohonu. Zde velkou část, tj. 7,6%, zahrnuje čekání, které je zapříčiněno delšími pracovními operacemi na pracovišti č. 1 a během prováděné analýzy pracovník dlouho čekal na materiál. Zákonná půlhodinová přestávka představuje v grafu 6,3%. Dalšími činnostmi je výměna součástek, rozhovor s koordinátory směny a manažerem kvality, prostoje, kdy se pracovník nacházel mimo pracoviště či WC. Nejmenší část v grafu zaujímá manipulace s hotovými pohony, úklid a dokumentace. Souhrnný přehled práce a prostoje je zobrazen v grafu (Graf 4).



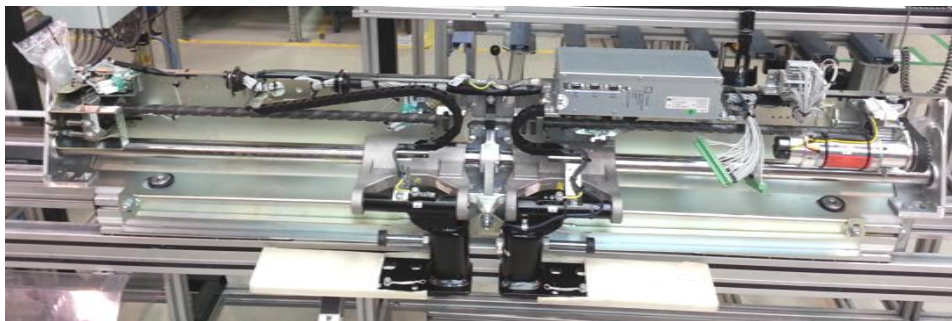
Graf 4: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)

6.3.2 Pohon Metro Milan MNG

Náměr délky pracovních činností byl proveden na lince B, pracovišti 1 a 2. V layoutu nových linek vyznačeno jako B1 a B2 (Obr. 10). Tabulky s výslednými náměry se nachází v příloze P V: Časy náměrů na pracovišti č. 1 pohonu Metro Milan MNG a v příloze P VI: Časy náměrů na pracovišti č. 2 pohonu Metro Milan MNG. Na obrázku (Obr. 12) je znázorněn pohon Metro Milan MNG.

Průměrný čas výroby pohonu Metro Milan MNG je:

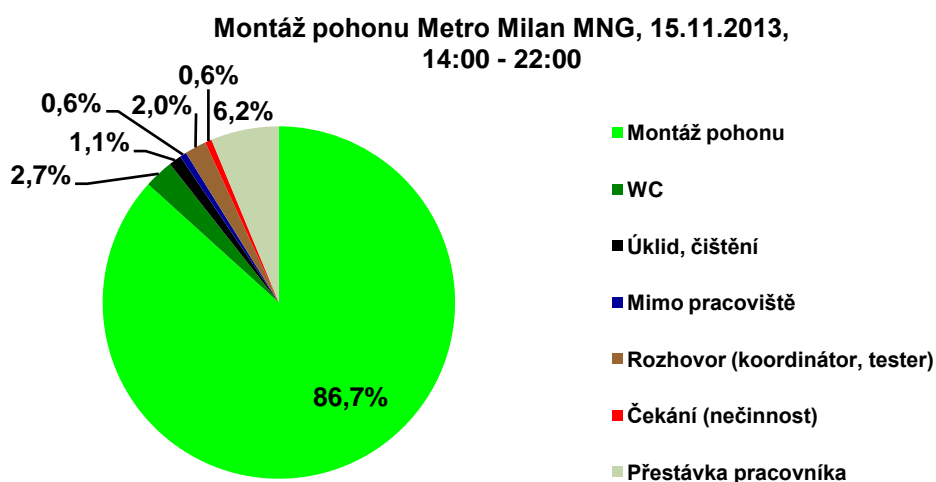
- na pracoviště č. 1 – 55 minut,
- na pracovišti č. 2 – 43 minut.



Obr. 12: Pohon Metro Milan MNG (vlastní zpracování)

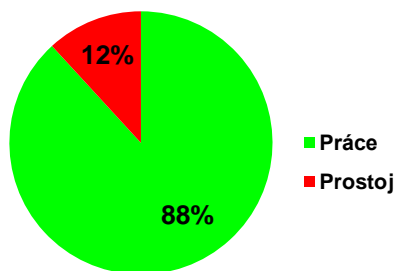
6.3.2.1 Snímky pracovního dne

Graf 5 znázorňuje činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 1. Analýza byla provedena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 15.11.2013, na odpolední směně, trvající od 14:00 – 22:00.



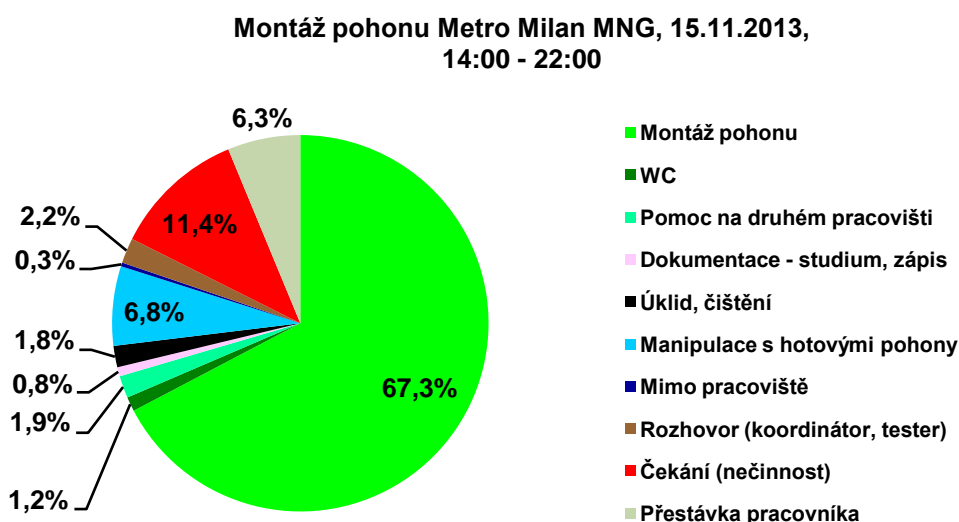
Graf 5: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka B (vlastní zpracování)

Velkou část, tj. 86,7% tvoří montáž pohonu. Dále je z grafu patrné, že zákonná půlhodinová přestávka představuje 6,3%. 2,7% znamená prostoje pracovníka, kdy byl na WC a 2,0% z pracovní doby probíhal rozhovor s koordinátorem linky či pracovníky na testeru. Nejnižší procentuální hodnoty v grafu náleží úklidu pracoviště, čekání a době, kdy byl pracovník mimo pracoviště. Přehledné znázornění práce a prostoje je zobrazeno v grafu (Graf 6).



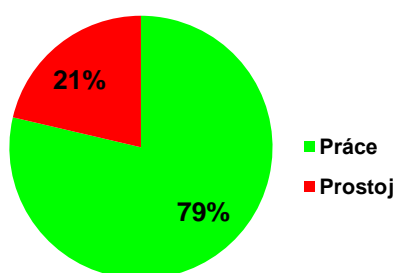
Graf 6: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)

V grafu (Graf 7) jsou znázorněny činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 2. Analýza byla vytvořena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 15.11.2013, na odpolední směně, trvající od 14:00 – 22:00.



Graf 7: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka B (vlastní zpracování)

V grafu zaujímá 67,3% montáž pohony. Početnou část, tj. 11,4%, zahrnuje čekání, které je zapříčiněno delšími pracovními operacemi na pracovišti č. 1. Pracovník pomocí jeřábu přemístí hotové pohony z linky do pojízdných stojanů. Těto manipulaci s hotovými pohony patří v grafu 6,8%. Zákonná půlhodinová přestávka představuje 6,2%. Dalšími činnostmi je rozhovor s koordinátory směny či pracovníky na testeru, úklid pracoviště, pomoc na druhém pracovišti a prostoj, kdy se pracovník nacházel na WC. Nejmenší část v grafu představuje sepisování dokumentace a prostoj, kdy byl pracovník mimo pracoviště. Souhrnný přehled práce a prostoje je zobrazen v grafu (Graf 8).



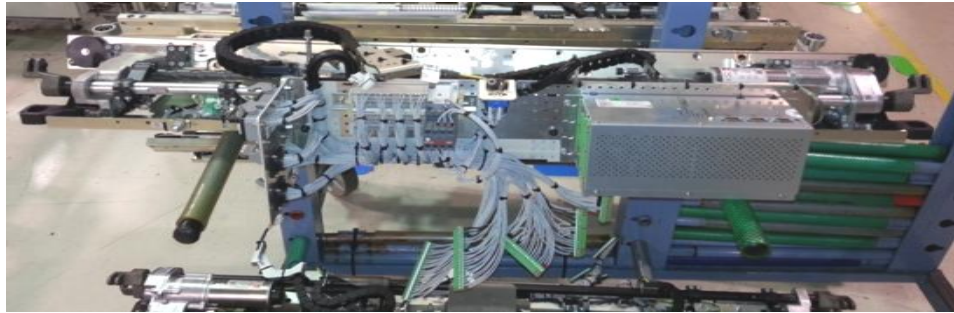
Graf 8: Zobrazení práce/prostoj (vlastní zpracování)

6.3.3 Pohon EMU NSB Option

Náměr délky pracovních činností byl proveden na lince B, pracovišti 1 a 2. V layoutu nových linek vyznačeno jako B1 a B2 (Obr. 10). Tabulky s výslednými náměry se nachází v příloze P VII: Časy náměrů na pracovišti č. 1 pohonu EMU NSB Option a v příloze P VIII: Časy náměrů na pracovišti č. 2 pohonu EMU NSB Option. Na obrázku (Obr. 13) je zobrazen pohon EMU NSB Option.

Průměrný čas výroby pohonu EMU NSB Option je:

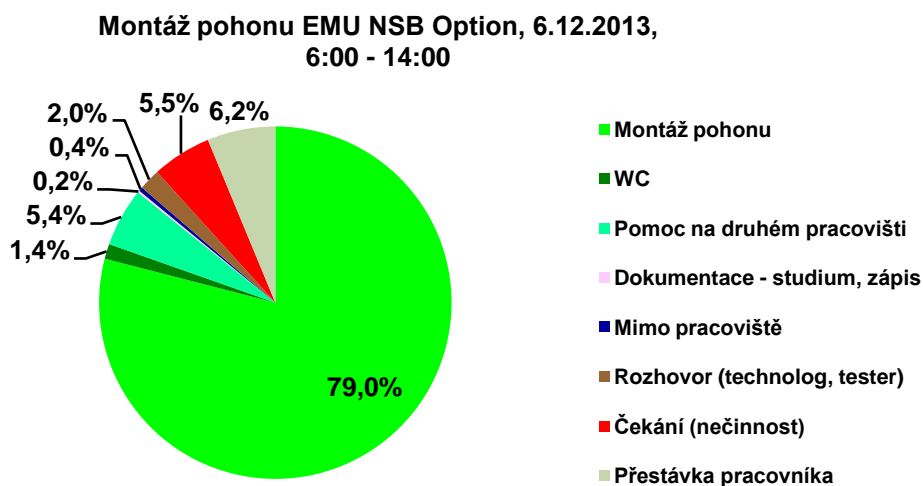
- na pracoviště č. 1 – 42 minut,
- na pracovišti č. 2 – 46 minut.



Obr. 13: Pohon EMU NSB Option (vlastní zpracování)

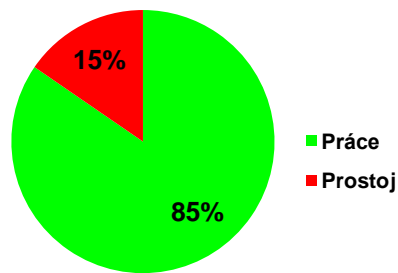
6.3.3.1 Snímky pracovního dne

Činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 1 jsou vyjádřeny v grafu (Graf 9). Analýza byla provedena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 6.12.2013, na ranní směně, trvající od 6:00 – 14:00.



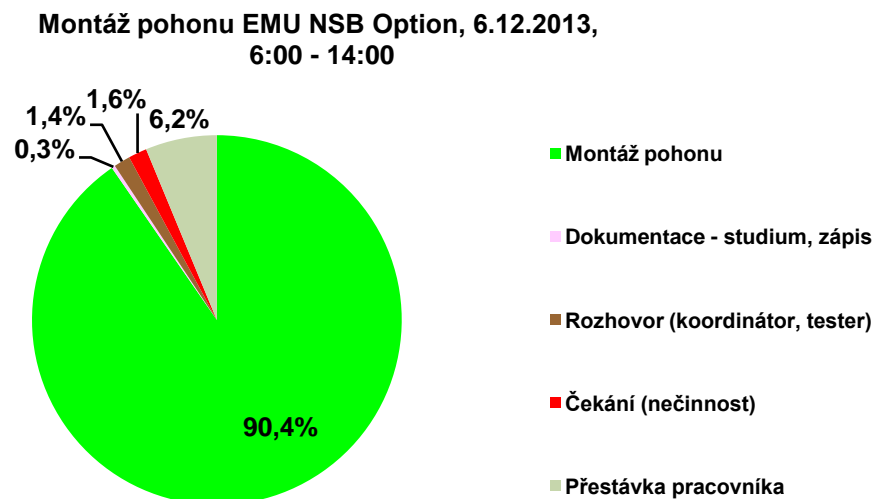
Graf 9: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka B (vlastní zpracování)

Rozsáhlou část tj. 79,0% tvoří v grafu montáž pohonu. Zákonná půlhodinová přestávka zaujímá 6,2%. Čekání, způsobené delšími pracovními operacemi na pracovišti č. 2, představuje 5,5%. Tento typ pohonu se skládá s větších a těžších komponent, které oba pracovníci přenášejí ze stojanu na výrobní linku. S tím souvisí část v grafu, a to pomoc na druhém pracovišti s hodnotou 5,4%. Zbývajících činností je prostoj související s rozhovorem pracovníka s technologem, časem, kdy byl pracovník mimo pracoviště či WC a nejmenší procento tvoří dokumentace. Znázornění práce a prostoje je zobrazeno v grafu (Graf 10).



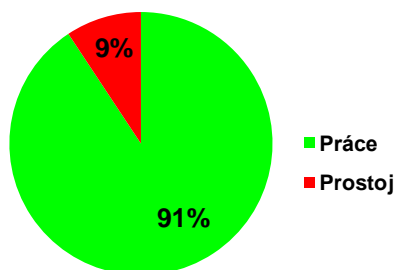
Graf 10: Zobrazení práce/prostoj (vlastní zpracování)

V grafu (Graf 11) jsou znázorněny činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 2. Analýza byla vytvořena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 6.12.2013, na ranní směně, trvající od 6:00 – 14:00.



Graf 11: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka B (vlastní zpracování)

V grafu zaujímá 90,4% montáž pohonu. Zákonná půlhodinová přestávka tvoří 6,2%. Dalšími činnostmi je rozhovor s koordinátory směny či pracovníky na testeru, čekání a provádění dokumentace. Graf 12 zobrazuje souhrnný přehled práce a prostoj.



Graf 12: Zobrazení práce/prostoj (vlastní zpracování)

6.3.4 DO-2010

Náměr délky pracovních činností byl proveden na lince A, pracovišti 1 a 2. Vyznačeno jako A1 a A2 (Obr. 10) v layoutu nových linek. Tabulky s výslednými náměry se nachází v příloze P IX: Časy náměrů na pracovišti č. 1 pohonu DO-2010 a v příloze P X: Časy náměrů na pracovišti č. 2 pohonu DO-2010. Na obrázku (Obr. 14) je znázorněn pohon DO-2010.

Průměrný čas výroby pohonu DO-2010 je:

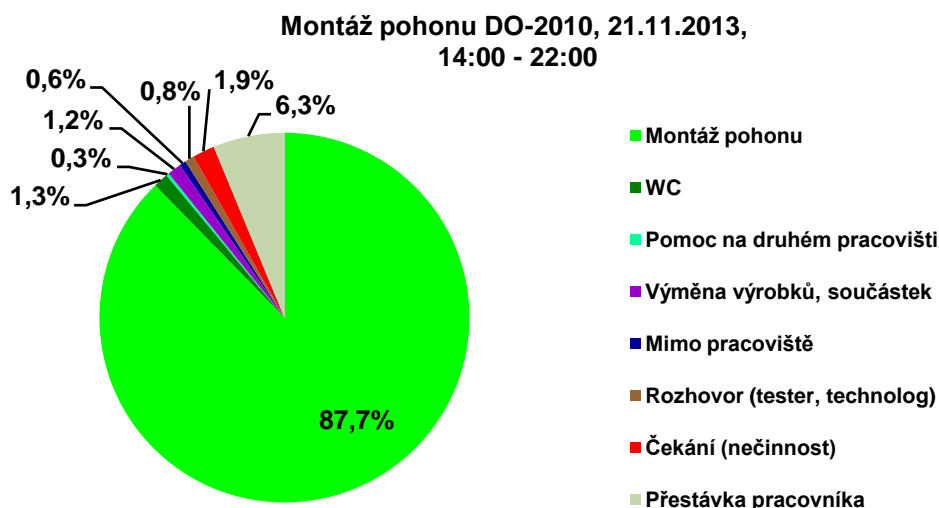
- na pracoviště č. 1 – 71 minut,
- na pracovišti č. 2 – 63 minut.



Obr. 14: Pohon DO-2010 (vlastní zpracování)

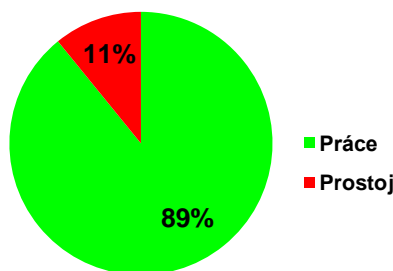
6.3.4.1 Snímky pracovního dne

V grafu (Graf 13) jsou znázorněny činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 1. Analýza byla provedena pomocí snímku pracovního dne, ze dne 21.11.2013, na odpolední směně, trvající od 14:00 – 22:00.



Graf 13: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka A (vlastní zpracování)

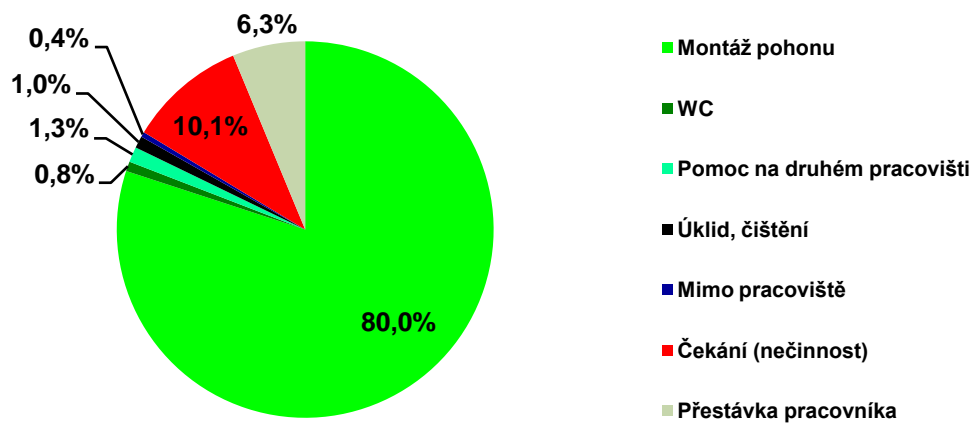
Montáž pohonu, jejíž hodnota je 87,7%, tvoří v grafu největší část. Zákonná půlhodinová přestávka představuje 6,2%. Dalšími činnostmi je prostoj, kdy byl pracovník na WC, výměna součástek a čekání. Prostoj, kdy byl pracovník mimo pracoviště, probíhal rozhovor s pracovníkem na testeru či technologem a pomoc na druhém pracovišti zaujímá v grafu nejmenší procentuální část. Graf 14 zobrazuje přehled práce a prostoje.



Graf 14: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)

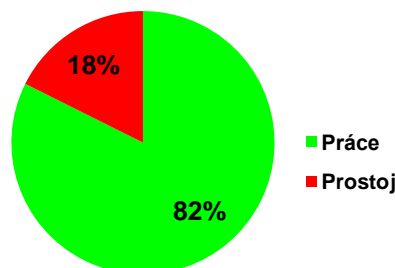
Graf 15 znázorňuje činnosti pracovníka během osmihodinové pracovní směny na pracovišti č. 2. Pomocí snímku pracovního dne byla vytvořena analýza, ze dne 21.11.2013, na odpolední směně, trvající od 14:00 – 22:00.

Montáž pohonu DO-2010, 21.11.2013,
14:00 - 22:00



Graf 15: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka A (vlastní zpracování)

Největší část v grafu, tj. 80,0%, zaujímá montáž pohonu. Čekání, zapříčiněné delšími pracovními operacemi na pracovišti č. 1, představuje 10,1%. Zákonná půlhodinová přestávka tvoří 6,2%. Dalšími činnostmi jsou pomoc na druhém pracovišti, úklid, prostoje, kdy byl pracovník na WC či mimo pracoviště. Na grafu (Graf 16) je znázorněn souhrnný přehled práce a prostoje.



Graf 16: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)

Pro přehlednost jsou výsledné průměrné časy výroby jednotlivých pohonů zobrazeny v tabulce (Tab. 5), kde je patrná časová rozdílnost mezi pracoviště č. 1 a 2. Časy v tabulce jsou vyjádřeny v minutách.

Tab. 5: Časy jednotlivých pohonů na pracovištích (vlastní zpracování)

Název pohonu	Pracoviště č. 1 (minuty)	Pracoviště č. 2 (minuty)
MF 2000	67	66
Metro Milan MNG	55	43
EMU NSB Option	42	46
DO-2010	71	63

6.4 Směrodatná odchylka

Průměrné časové hodnoty náměrů na jednotlivých pracovištích jsou znázorněny v grafech se směrodatnou odchylkou, díky které se určí, jak daleko jsou čísla vzdálená od průměru. Časovými hodnotami se rozumí průměrný čas výroby pohonu na jednotlivých pracovištích, který byl zjištěn pomocí provedené chronometráže. Směrodatná odchylka odhalí nedostatky procesu nebo potvrdí jeho stabilitu.

6.4.1 MF 2000

Pracoviště č. 1

Průměrný čas výroby – 67 minut

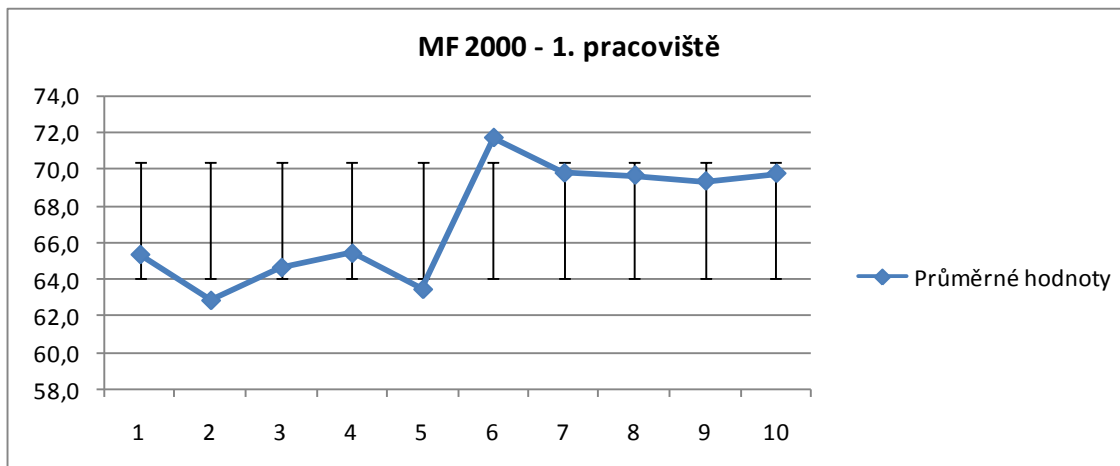
Směrodatná odchylka – 3,15

Pracoviště č. 2

Průměrný čas výroby – 66 minut

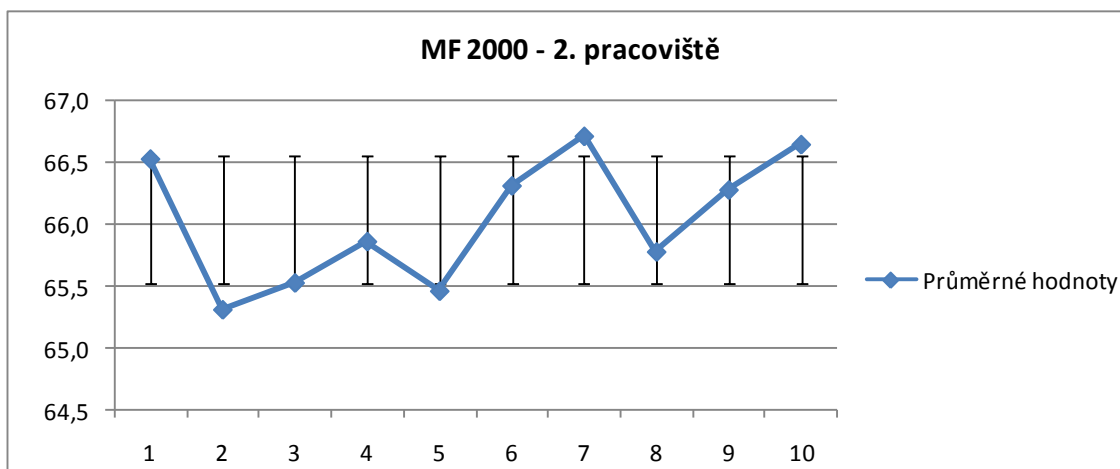
Směrodatná odchylka – 0,52

Větší směrodatná odchylka na pracovišti č. 1 značí, že naměřené hodnoty jsou ve vzdálenějším rozptylu od průměru. Velký rozptyl je zapříčiněn nevyváženým výkonem dvou pracovníků na ranní a odpolední směně. Problémem je odlišný standard a způsob provádění práce. V grafu (Graf 17) je zobrazena směrodatná odchylka černou barvou a průměrné hodnoty deseti náměrů barvou modrou.



Graf 17: Směrodatná odchylka, MF 2000 (vlastní zpracování)

Na pracovišti č. 2 je směrodatná odchylka 0,52, což znamená nepatrný rozptyl od průměru. Graf 18 znázorňuje průměrné hodnoty deseti náměrů modrou barvou a směrodatnou odchylku černou barvou.



Graf 18: Směrodatná odchylka, MF 2000 (vlastní zpracování)

6.4.2 Metro Milan MNG

Pracoviště č. 1

Průměrný čas výroby – 55 minut

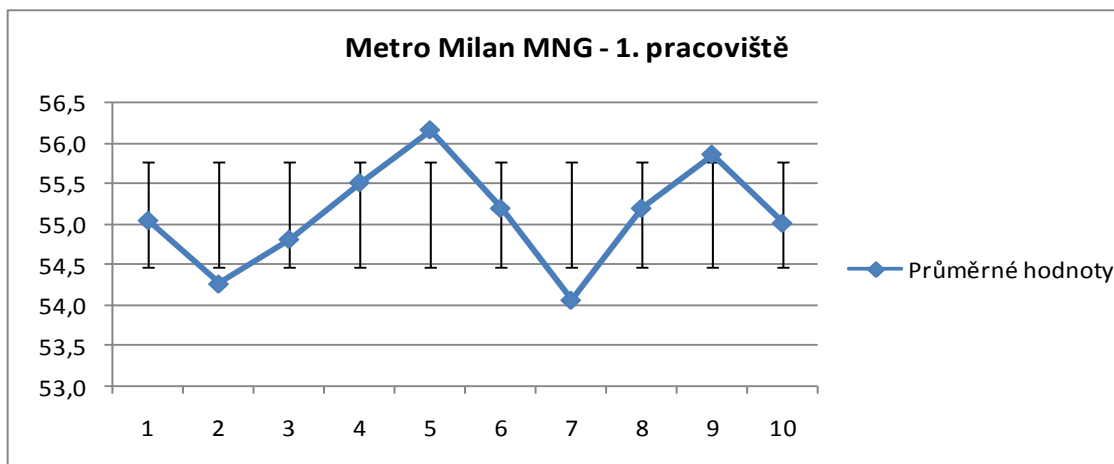
Směrodatná odchylka – 0,65

Pracoviště č. 2

Průměrný čas výroby – 43 minut

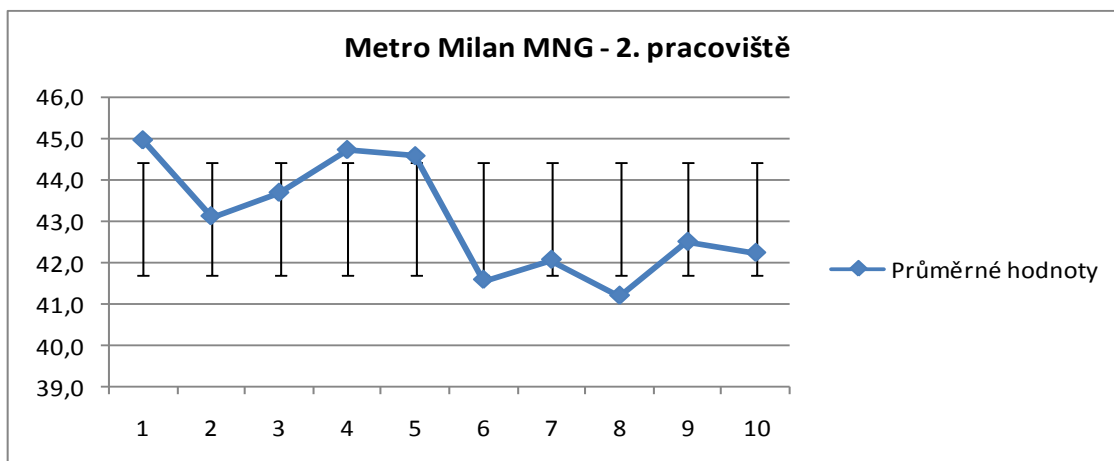
Směrodatná odchylka – 1,36

Směrodatná odchylka na pracovišti č. 1 vyznačuje malý rozptyl od průměru. V grafu (Graf 19) jsou vyjádřeny průměrné hodnoty deseti náměrů modrou barvou, směrodatná odchylka barvou černou.



Graf 19: Směrodatná odchylka, Metro Milan MNG (vlastní zpracování)

Na pracovišti č. 2 je směrodatná odchylka 1,36, což značí větší rozptyl od celkového průměru. Graf 20 zobrazuje směrodatnou odchylku značenou černou barvou a průměrné hodnoty deseti náměrů modrou barvou.



Graf 20: Směrodatná odchylka, Metro Milan MNG (vlastní zpracování)

6.4.3 EMU NSB Option

Pracoviště č. 1

Průměrný čas výroby – 42 minut

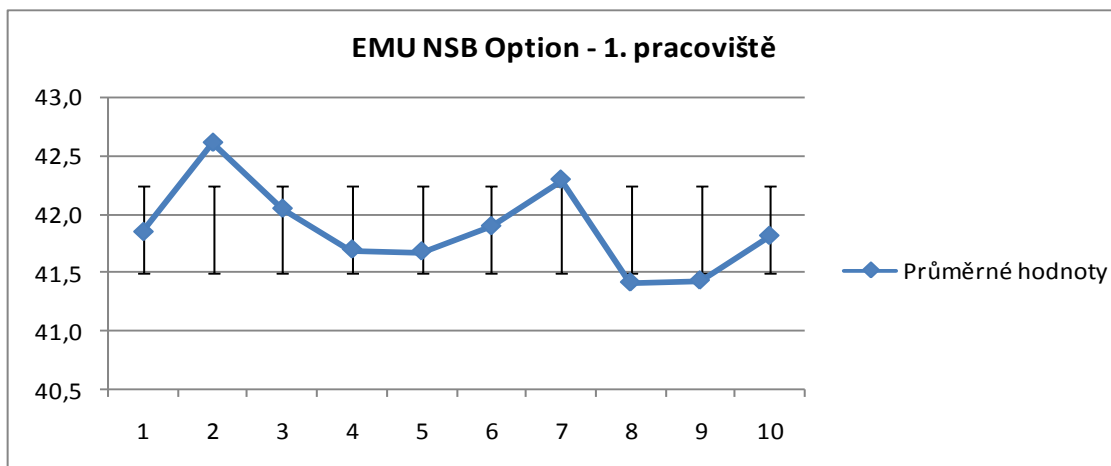
Směrodatná odchylka – 0,37

Pracoviště č. 2

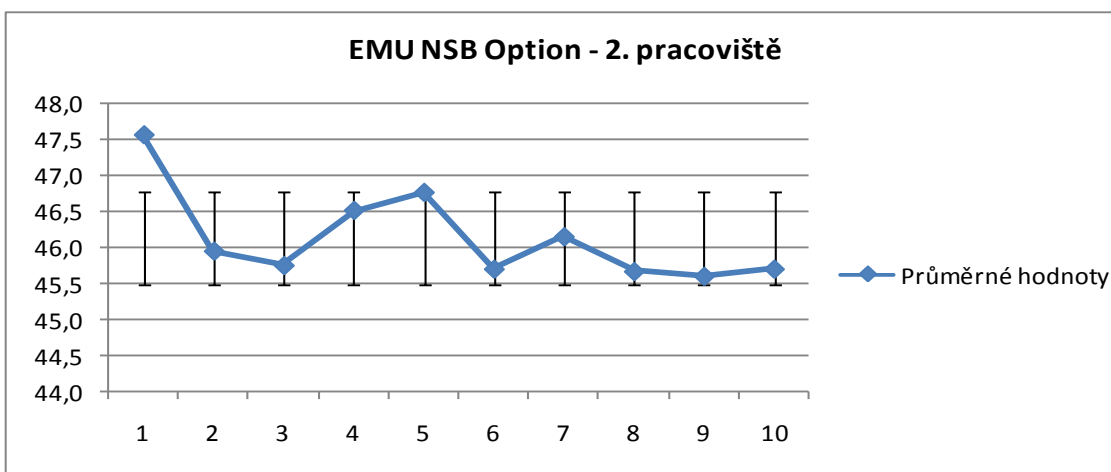
Průměrný čas výroby – 46 minut

Směrodatná odchylka – 0,64

U pohonu EMU NSB Option jsou malé směrodatné odchylky, které vyjadřují nepatrný rozptyl od průměru. V grafech (Graf 21; Graf 22) jsou modrou barvou značeny průměrné hodnoty deseti náměrů a černou barvou směrodatná odchylna.



Graf 21: Směrodatná odchylna, EMU NSB Option (vlastní zpracování)



Graf 22: Směrodatná odchylna, EMU NSB Option (vlastní zpracování)

6.4.4 DO-2010

Pracoviště č. 1

Průměrný čas výroby – 71 minut

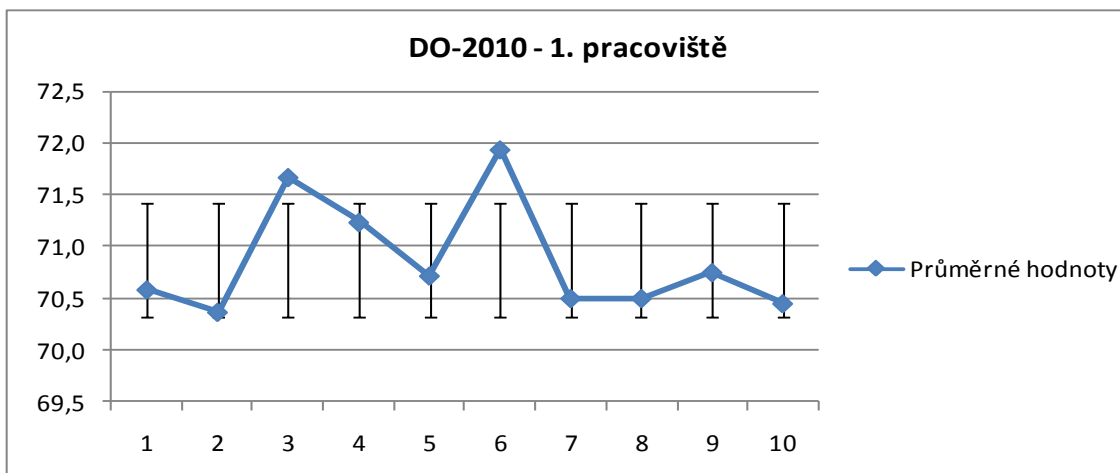
Směrodatná odchylna – 0,55

Pracoviště č. 2

Průměrný čas výroby – 63 minut

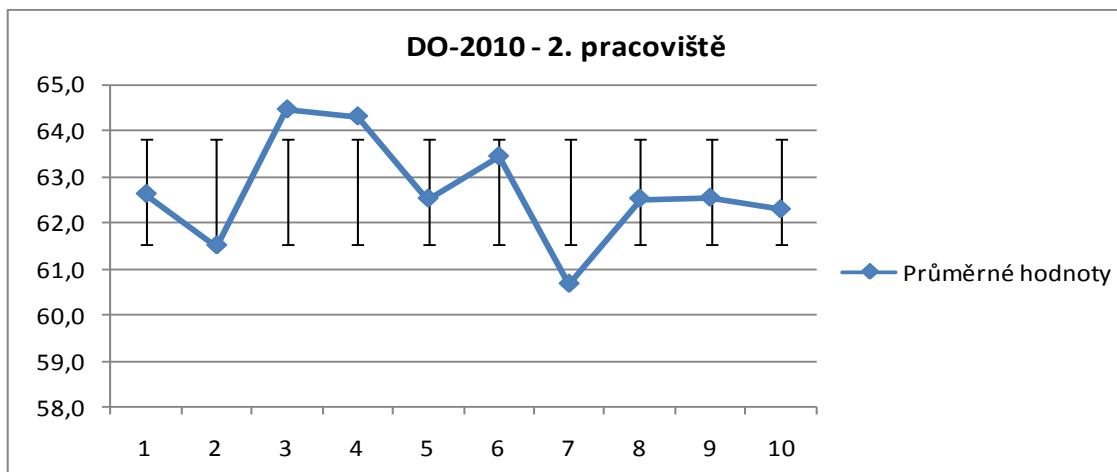
Směrodatná odchylna – 1,16

Nepatrný rozptyl od průměru značí směrodatná odchylka na prvním pracovišti. Graf 23 znázorňuje směrodatnou odchylku značenou černou barvou a průměrné hodnoty deseti náměrů modrou barvou.



Graf 23: Směrodatná odchylka, DO-2010 (vlastní zpracování)

Směrodatná odchylka s hodnotou 1,16, vyznačuje větší rozptyl od celkového průměru. V grafu (Graf 24) jsou modrou barvou zobrazeny průměrné hodnoty deseti náměrů a černou barvou směrodatná odchylka.



Graf 24: Směrodatná odchylka, DO-2010 (vlastní zpracování)

Směrodatná odchylka odhalila nedostatky procesu a z toho důvodu je vhodné provést zaškolení pracovníků na standardizaci práce.

6.5 Další identifikované nedostatky

Během analyzování byly zjištěny další problémové okruhy, které souvisí s tématem diplomové práce.

6.5.1 Velké zásoby materiálu před výrobními linkami

Zásoby materiálu jsou vyskladněny před linkami pro:

- tři druhy pohonů, které se vyrábějí právě na linkách,
- tři druhy pohonů včetně materiálu pro předmontáž, které se budou vyrábět následující den.

Díly na předmontážích se montují 24h předtím, než se pohony budou vyrábět na linkách. Materiál k těmto pohonům je zbytečně vyskladněn už 24h před samotnou výrobou a zabírá volné plochy před linkami. Nejsložitější pohony na montáž se vyrábí na výrobní lince v taktu 5 kusů za jednu směnu. V taktu 13 kusů za směnu se vyrábějí méně složité pohony.

Vyčíslení zásoby materiálu

K vyčíslení materiálu, který je vyskladněn před linkami, jsem si vybrala tři druhy pohonů, které jsou nejsložitější na montáž a tři méně složité pohony.

Veškeré množství materiálu je stanoveno v celkovém počtu materiálu na lince včetně předmontáží a spojovacího materiálu.

Materiál pro tři nejsložitější pohony, které se právě vyrábějí na linkách – 3962 ks,

Materiál pro tři méně složité pohony, které se budou vyrábět následující den – 6204 ks.

Celkové množství materiálu, které je vyskladněno před linkami je 10166 ks.

Koordinátoři jednotlivých výrobních linek se snaží tento celkový materiál rozdělit, aby manipulanti chystali materiál postupně v menším množství. I přesto je ho před linkami dostatek. Velké zásoby materiálu před linkami jsou zobrazeny na obrázku (Obr. 15).



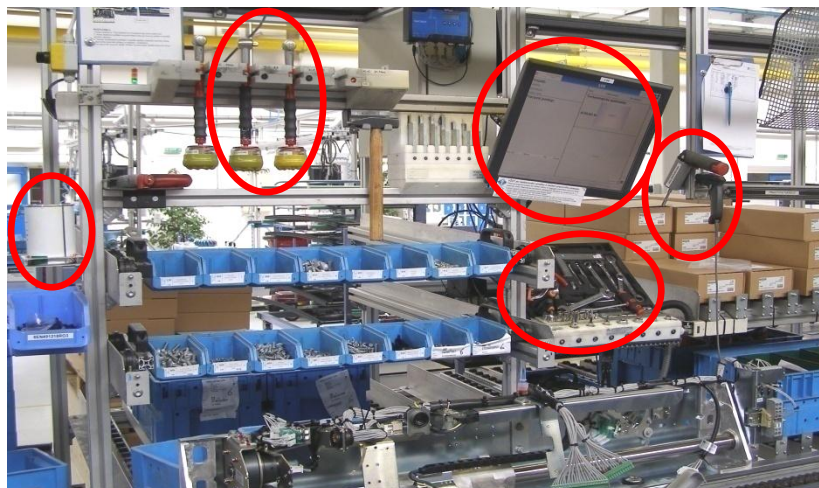
Obr. 15: Velké zásoby materiálu před linkami (vlastní zpracování)

6.5.2 Nevhodné rozmístění pracovních pomůcek

Na pracovištích jsou pracovní pomůcky rozmístěny dál od sebe nebo ve vyšší pozici, kdy pracovník musí udělat pár kroků navíc nebo se naklánět, aby na pomůcky dosáhl. Na linkách pro výrobu pohonů pracují vyšší i menší muži a jedna žena. Byl vyhotoven ergonomický audit, při kterém bylo zjištěno:

- pracovník cca jednou za 50 minut zvedá z palety těžkou konzolu pohonu,
- pokud pracovník montuje součástku ve spodní části pohonu, musí se ohnout nebo si kleknout, aby mohl součástku dobře přimontovat,
- na pracovištích není zaveden job rotation, aby se pracovníci mohli během směny střídát a práce nebyla monotónní,
- výška výrobní linky je 82 cm a výška pracovní roviny je 92 – 112 cm (podle velikosti pohonu), která je pro vyšší pracovníky nízká a proto mají větší předklon hlavy při montáži,
- dosah ruky při vzdálenosti před sebe je 40 cm na nářadí,
- zvedání ruky pro nářadí ve vyšší pozici je 37 cm.

Ukázka uspořádání pracoviště je zobrazeno na obrázku (Obr. 16). Nevhodné uložení těžkých konzol pohonu na paletě, kdy se pracovník musí velmi sklánět, je znázorněno na obrázku (Obr. 17).



Obr. 16: Uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)



Obr. 17: Nevhodné uložení těžkých konzol pohonu (vlastní zpracování)

Hodnocení ergonomického rizika na pracovišti znázorňuje tabulka v příloze P XI: Ergonomický checklist. Střední riziko se promítlo u rotace předloktí při častém utahování šroubů, zvedání paže do výšky a u sklánění trupu pro těžký materiál. Vysoké riziko vyšlo u opakovaného předklonu krku díky nižší výrobní lince. Dle zásad ergonomie by mělo dojít při nalezení vysokého rizika k zastavení výroby a rychlé nápravě daného problému.

6.6 Zhodnocení současného stavu

Provedené náměry u různých druhů pohonů odhalily časové nesrovnalosti mezi jednotlivými pracovišti. Vlastním pozorováním jsem v segmentu pohonů také zpozorovala nedokonalosti, které budou mými návrhy na zlepšení. Dané problémy s vhodnými opatřeními

i návrhy jsou shrnuty v tabulce (Tab. 6). Pořadí je stanoveno dle priorit vedení společnosti, kdy mým hlavním úkolem v diplomové práci je vybalancování výrobní linky na výrobu pohonů.

Tab. 6: Zhodnocení současného stavu (vlastní zpracování)

Pořadí	Problém	Řešení
1.	Nerovnoměrné doby pracovních operací na pracovištích	Vybalancování pracovišť na výrobní lince
2.	Velké zásoby materiálu umístěno před výrobními linkami	Návrh zásobovacích vozíků a principu zásobování
3.	Nesprávné rozmístění pracovních pomůcek a materiálu na pracovištích	Návrh ergonomického pracoviště

7 REALIZACE ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Tato část diplomové práce je věnována realizaci zlepšovacích návrhů pro konkrétní problémy, které byly definovány v analytické části.

7.1 Východiska

Z analýz vyplynuly určité nedostatky, které jsou zobrazeny v tabulce (Tab. 6). Vzhledem k tomu jsou formulovány cíle:

- 1) **Vybalancování pracovišť na výrobní lince** - na jednotlivých pracovištích linky dochází u různých druhů pohonu k rozdílným dobám pracovních operací.
Při přesunutí určených operací na druhé pracoviště se budu držet technologického postupu. Vybrané operace budou konzultovány s technologií v segmentu pohonů, aby se předešlo chybnému seřazení a pracoviště byla správně vybalancována. Cílem je vybalancovat jednotlivá pracoviště linky tak, aby nedocházelo k prostojům způsobeným čekáním na ukončení montáže pohonu jednoho z pracovišť.
- 2) **Návrh zásobovacích vozíků a principu zásobování** - cílem je snížení množství materiálu před linkou pomocí zásobovacích vozíků. Materiál není v přesně definovaném počtu a zabírá tak rozsáhlou část výrobní plochy, která by mohla být využita pro jiné účely.
- 3) **Návrh ergonomického pracoviště** - nesprávné rozmístění pracovních pomůcek na pracovišti vede k nadbytečným krokům pracovníků spojených s větší námahou svalů a kloubů. Cílem je navržení ergonomického pracoviště, které vyhovuje potřebám pracovníků s ohledem na jejich zdraví.

V této části diplomové práce budou cíle řešeny.

7.2 Vybalancování pracovišť

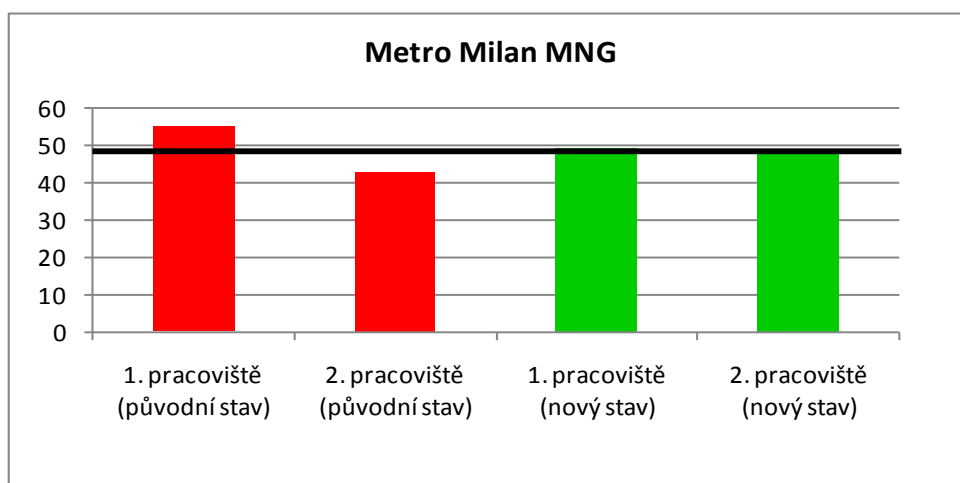
Přemístění operací z jednoho pracoviště na druhé na každé lince se týká pohonů, kde celkový čas pracovních operací na pracovišti č. 1 a 2 (linkách A, B, C) má mezi sebou delší časový interval. Pohon MF 2000 má krátký časový interval (1 minuta). Z toho důvodu se nebude přesunovat žádná pracovní operace.

7.2.1 Pohon Metro Milan MNG

U tohoto pohonu je časový rozdíl mezi jednotlivými pracovišti 12 minut.

1. pracoviště (původní stav) – 55 minut	1. pracoviště (nový stav) – 49,5 minut
2. pracoviště (původní stav) – 43 minut	2. pracoviště (nový stav) – 48,5 minut

Časový rozestup mezi pracovišti je zobrazen v grafu (Graf 25), kde je vyjádřen červenou barvou původní stav před vybalancováním a zelenou barvou nový stav po vybalancování.



Graf 25: Časový rozestup pracovišť, pohon Metro Milan MNG (vlastní zpracování)

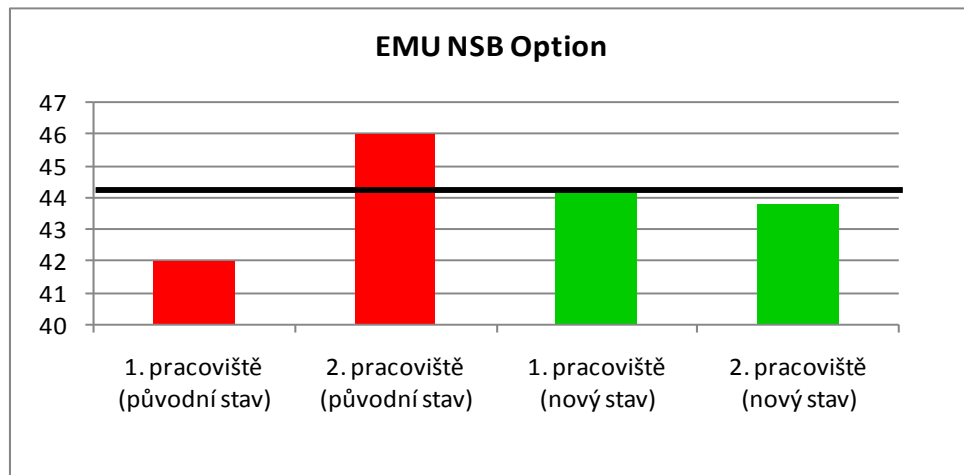
Z prvního pracoviště na druhé se přesune operace č. 29 (příloha P V). Konkrétně se jedná o vyvázání druhé části zemnicího kabelu. Čas této operace se pohybuje kolem pěti a půl minut. Nový stav celkových časových operací je tedy přibližně 49 minut na každém pracovišti.

7.2.2 Pohon EMU NSB Option

Časový rozdíl mezi pracovišti u pohonu EMU NSB Option jsou 4 minuty.

1. pracoviště (původní stav) – 42 minut	1. pracoviště (nový stav) – 44,25 minut
2. pracoviště (původní stav) – 46 minut	2. pracoviště (nový stav) – 43,75 minut

V grafu (Graf 26) je znázorněn časový rozestup mezi pracovišti, kde je červenou barvou vyjádřen původní stav před vybalancováním a zelenou barvou nový stav po vybalancování.



Graf 26: Časový rozestup pracovišť, pohon EMU NSB Option (vlastní zpracování)

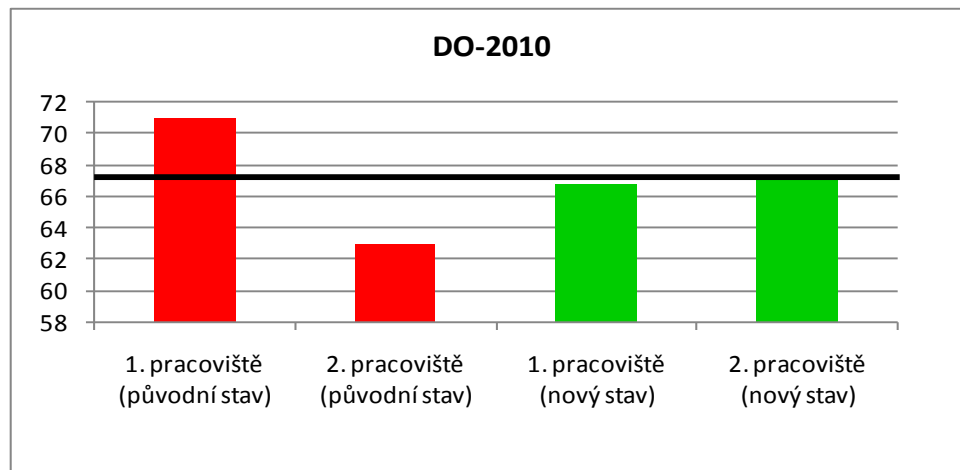
Pracoviště č. 2 je více vytížené, proto se z něj přesunou na první pracoviště operace č. 1 a 2 (příloha P VIII). Obě pracovní operace trvají přibližně 2 minuty a 15 sekund, kdy se provádí vyvážení levé části kabeláže a namontování řetězového unášeče. Tímto přemístěním je nový stav na obou pracovištích v délce přibližně 44 minut.

7.2.3 Pohon DO-2010

Osm minut je délka časového rozdílu mezi pracovišti č. 1 a 2.

1. pracoviště (původní stav) – 71 minut	1. pracoviště (nový stav) – 66,75 minut
2. pracoviště (původní stav) – 63 minut	2. pracoviště (nový stav) – 67,25 minut

Časový rozestup mezi pracovišti je zobrazen v grafu (Graf 27), kde je červenou barvou vyjádřen původní stav před vybalancováním a zelenou barvou nový stav po vybalancování.



Graf 27: Časový rozestup mezi pracovišti, pohon DO-2010 (vlastní zpracování)

Operace č. 34 (příloha P IX) představuje montáž postranní konzoly, která trvá přibližně 4 minuty a 15 sekund. Tato operace se převede z prvního pracoviště na druhé. Nový celkový čas operací je na první pracovišti 66 minut a 45 sekund, na druhém pracovišti 67 minut a 15 sekund. Případný rozestup mohou pracovníci využít k úklidu výrobní linky.

7.3 Návrh zásobovacích vozíků a princip zásobování

Po konzultaci s procesními inženýry společnosti je zadán plán doplňování a manipulace zásobovacích vozíků tím způsobem, že na jednotlivých pracovištích budou připraveny dva zásobovací vozíky na každé straně pracoviště a uprostřed bude prostor pro pracovní pomůcky a veškeré prostředky, které pracovník potřebuje při své práci.

Před návrhem samotného zásobovacího vozíku byl zjištěn takt linky při výrobě jednotlivých pohonů. Takt linky u nejsložitějších pohonů na montáž je 5 kusů za směnu, u méně složitých pohonů je 13 kusů za směnu. Zásobovací vozík musí být navržen tak, aby se na něj vyskladnil veškerý materiál na celou směnu pro nejsložitější pohony i méně složitě.

7.3.1 Analýza materiálu

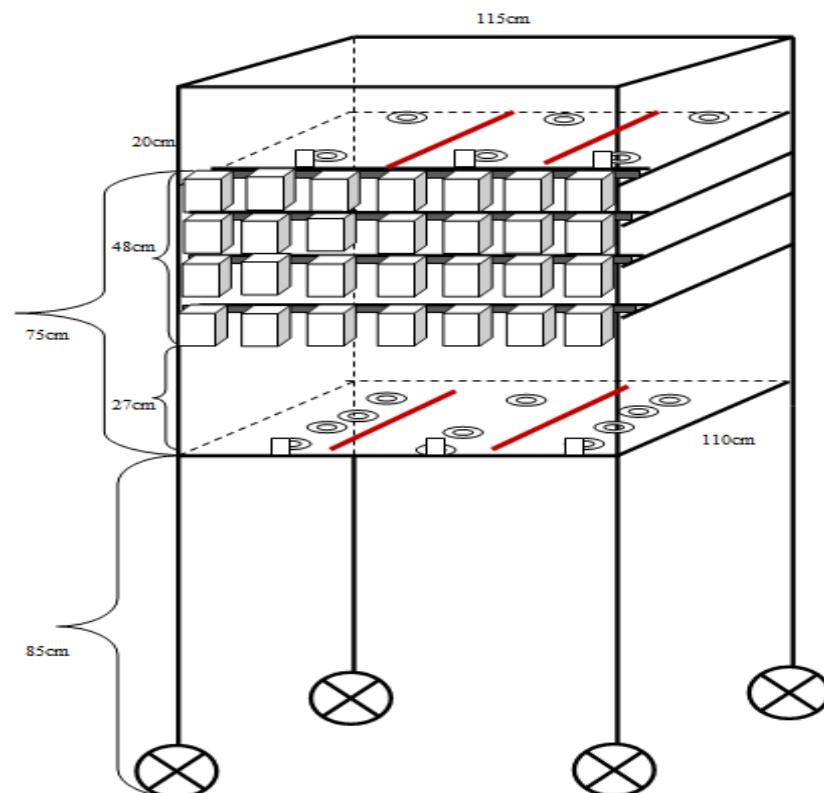
Rozměry veškerého materiálu jsou naměřeny u méně složitých pohonů i u nejsložitějších. Díky těmto rozměrům se určí šířka, výška a hloubka zásobovacího vozíku včetně rozvržení polic tak, aby vozík mohl sloužit všem typům pohonů. Materiál pro méně složitý i nejsložitější pohon je zobrazen na obrázku (Obr. 18).



Obr. 18: Rozdíl uspořádání pro méně složitý i nejsložitější pohon (vlastní zpracování)

7.3.2 Prvotní návrh zásobovacích vozíků

Výška prvotního návrhu zásobovacích vozíků je 180 cm a šířka 115 cm. Ve vozících se nachází dvě police. Na nejvyšší polici je určeno místo pro lehký materiál, pod ní jsou čtyři řady krabiček pro spojovací materiál a spodní police slouží na vyskladnění těžkého a velkého materiálu. Na obrázku (Obr. 19) je znázorněn prvotní návrh zásobovacích vozíků.



Obr. 19: Prvotní návrh zásobovacích vozíků (vlastní zpracování)

7.3.3 Testování návrhu zásobovacích vozíků

Společně s konstruktéry je vytvořen reálný zásobovací vozík. Aby byl vozík koncipován co nejlépe pro uložení veškerého materiálu a výška jednotlivých polic byla vyhovující, uskuteční se konzultace přímo s pracovníky. Konzultace s nimi je velmi důležitá, jelikož se mohou upravit jednotlivé rozměry podle jejich potřeb. Reálný zásobovací vozík je zobrazen na obrázku (Obr. 20). Na obrázku (Obr. 21) je znázorněna komunikace s pracovníkem o provedení zásobovacího vozíku.



*Obr. 20: Reálný zásobovací vozík
(vlastní zpracování)*



*Obr. 21: Konzultace s pracovníkem
(vlastní zpracování)*

7.3.4 Konečná podoba zásobovacích vozíků

Spodní police na obou vozících jsou vysunuté dopředu, aby dosahovaly přímo k výrobní lince a pracovníkům se lépe odebíral materiál. Jsou ve výšce 85 cm. Jeden zásobovací vozík má nad policí čtyři řady krabiček se spojovacím materiálem, druhý má navíc dvě police, kdy prostřední police je také mírně vysunutá dopředu. Jednotlivé police jsou mírně nakloněny a jsou v nich zabudovány kolečkové pojezdy, aby bylo využito posunu pomocí beznákladové gravitace. Obrázek (Obr. 22; Obr. 23) znázorňuje zásobovací vozíky se spojovacím materiálem a bez něj.



Obr. 22: Vozík se spojovacím materiálem (vlastní zpracování)

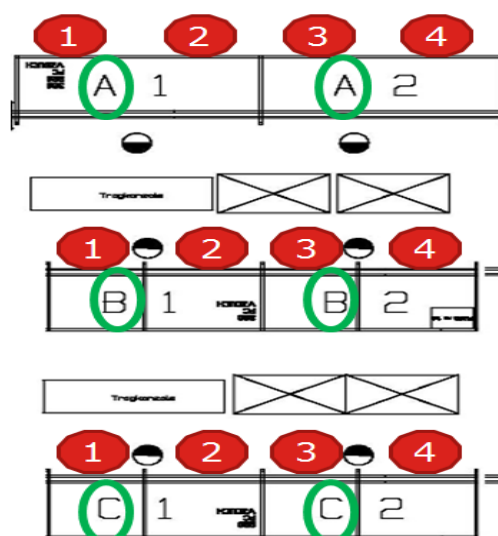


Obr. 23: Vozík bez spojovacího materiálu (vlastní zpracování)

7.3.5 Vizualizace

Návrhem vizualizace je označení linek cedulemi s písmenem A, B, C, které jsou umístěny v horní části linky. Cedulemi zavěšenými přímo na lince s čísly 1, 2, 3, 4 jsou značeny místa pro zásobovací vozíky. Každý zásobovací vozík je opatřen cedulí s písmenem linky a příslušným místem, podle toho, kam je přiřazen na výrobní lince (např. A1, C3).

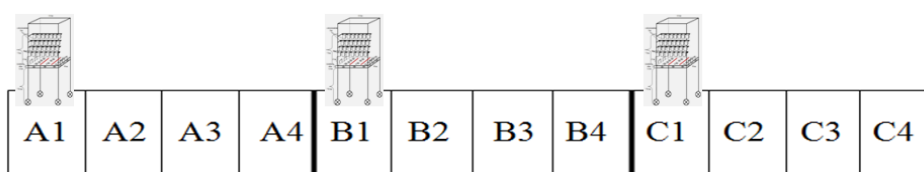
Veškeré označení je umístěno na viditelném místě. Vizualizace je znázorněna na obrázku (Obr. 24).



Obr. 24: Vizualizace (vlastní zpracování)

7.3.5.1 Vizualizace parkoviště pro zásobovací vozíky

Zásobovací vozíky jsou připraveny s vyskladněným materiálem na tzv. parkovišti před linkami, v místě, kde se nacházela velká zásoba materiálu. Parkovištěm se myslí místo, kde jsou vedle sebe umístěny zásobovací vozíky s připraveným materiálem pro všechny tři linky na výrobu pohonů. Termín parkoviště budu dále používat v textu. Parkoviště je označeno písmenem linky a číslem místa pro zásobovací vozíky na lince. Značení je znázorněno na podlaze. Na obrázku (Obr. 25) je zobrazen návrh vizualizace parkoviště pro zásobovací vozíky.



Obr. 25: Vizualizace parkoviště pro zásobovací vozíky (vlastní zpracování)

7.3.6 Celkový počet zásobovacích vozíků

Návrh celkového počtu zásobovacích vozíků pro všechny linky je 44 ks:

- 4 zásobovací vozíky na lince (12 zásobovacích vozíků na jedné směně),
- 12 připravených vozíků s vychystaným materiálem na parkovišti,
- sklad vychystává materiál 24h předem, proto potřebuje 12 zásobovacích vozíků pro ranní směnu (pro odpolední směnu se použijí zásobovací vozíky z ranní směny),
- 8 záložních zásobovacích vozíků.

7.3.7 Návrh principu zásobování

Vzhledem na takt jednotlivých pohonů je pro každou výrobní linku připraven materiál na zásobovacích vozících pro výrobu konkrétního pohonu na celou jednu směnu. Na parkovišti jsou připraveny zásobovací vozíky s materiálem pro druhou směnu. Pokud se vozík vyprázdní, pracovník na monitoru stiskne tlačítko, díky kterému se rozsvítí a rozestní signalizační zařízení na lince. Koordinátor konkrétní linky přiveze plný zásobovací vozík z parkoviště a odveze ten prázdný.

Tento princip zásobování ušetří společnosti finanční náklady na dva manipulanty, kteří se nyní musejí starat o přípravu materiálu. Další výhodou je rychlá výměna zásobovacích vozíků s připraveným materiálem za druhé, v případě, že by na lince došlo k technologické

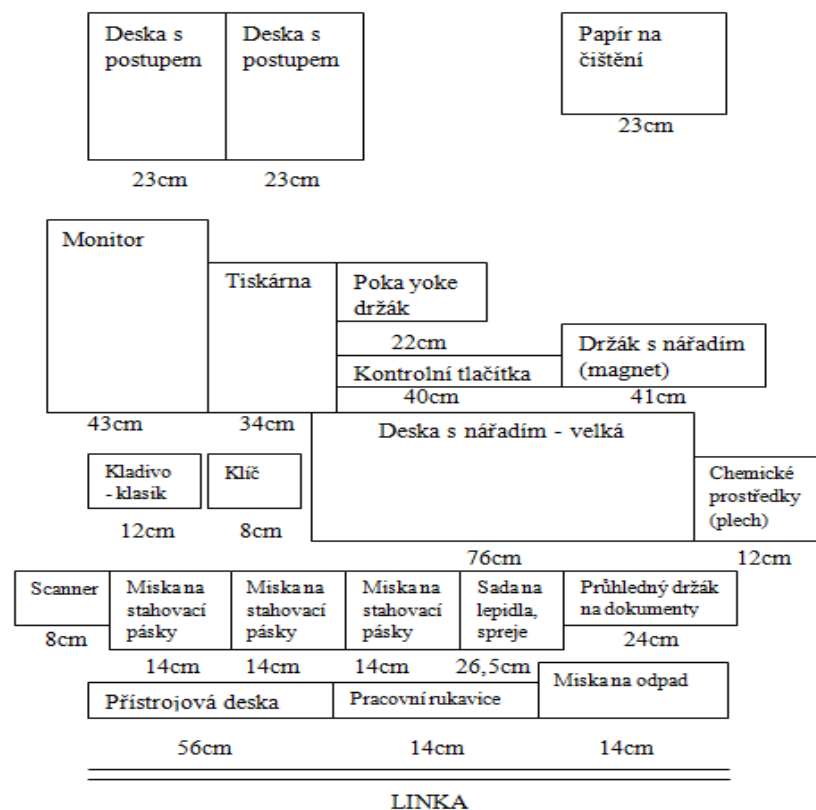
kolizi či opravě některého z pohonů. Zásobovací vozíky by se pro tento typ pohonu odvezly a připravily by se hned nové. Nevznikal by zde žádný prostož způsobený čekáním na opravu pohonu. Pracovníci by pracovali na druhém typu pohonu.

7.4 Ergonomické pracoviště

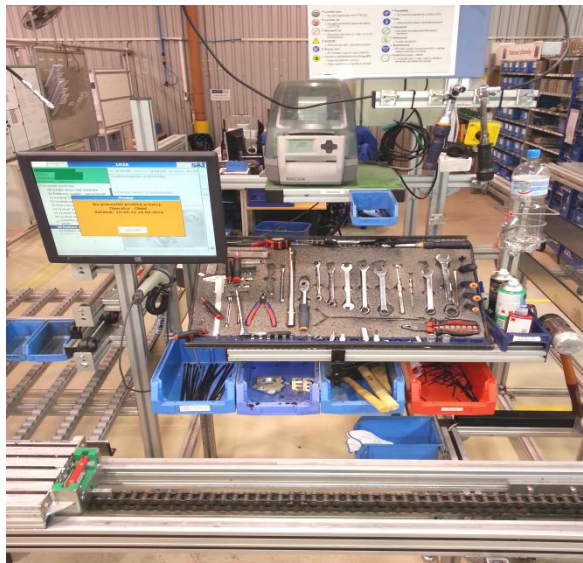
Na jednotlivých pracovištích se pracovní pomůcky a veškeré montážní nástroje umístily do vytyčeného prostoru mezi zásobovacími vozíky, z důvodu dosahové vzdálenosti, prostoru a bezpečnosti s ohledem na ergonomii práce.

7.4.1 Prvotní návrh rozmístění

U pracovních pomůcek i montážních nástrojů jsou změřeny přesné rozměry, díky kterým se vytvoří návrh umístění těchto nástrojů do vytyčeného prostoru na pracovišti. Nástroje, které pracovník používá při práci nejčastěji, jsou umístěny do nejbližšího pracovního prostoru. Výška monitoru či držáku na utahovací klíče je stanovena s ohledem na ergonomické zásady. Prvotní návrh rozmístění nářadí na pracovišti je zpracován do podoby nástěnky, která je zobrazena na obrázku (Obr. 26).



Obr. 26: Prvotní návrh rozmístění nářadí na pracovišti (vlastní zpracování)



Obr. 28: Finální rozmístění nástrojů (vlastní zpracování)



Obr 29: Pracoviště č. 1 včetně zásobovacích vozíků (vlastní zpracování)



Obr. 30: Stojan s těžkými konzolami (vlastní zpracování)

7.5 Zhodnocení realizovaných zlepšení

Realizovaná zlepšení současného stavu zhodnotím z hlediska produktivity a nákladů.

7.5.1 Zvýšení produktivity

Díky vybalancování linky na výrobu pohonů mezi dvěma pracovišti se ušetřil čas, ve kterém pracovníci stihnou vyrobit další kusy pohonů. Normy na jeden kus výrobku jsem získala z programu SAP, kde jsou normy stanoveny včetně desetiprocentní přírážky.

7.5.1.1 Pohon Metro Milan MNG

Norma na jeden kus – 56,5 minut

Počet kusů za směnu – 8 kusů

Časový rozdíl mezi pracovišti – 12 minut

Délka pracovní směny – 7 hodin 30 minut

Výpočet:

$$8 \times 12 = 96 \text{ minut}$$

96 minut je ušetřený čas, kterého bylo dosaženo po vybalancování linky. Tento čas vydělíme normou a získáme počet kusů, které pracovníci stihnou vyrobit navíc během pracovní směny, tj. o necelé dva kusy pohonu více.

$$96/56,5 = 1,7 \text{ kusů}$$

7.5.1.2 Pohon EMU NSB Option

Norma na jeden kus – 44,6 minut

Počet kusů za směnu – 10 kusů

Časový rozdíl mezi pracovišti – 4 minuty

Délka pracovní směny – 7 hodin 30 minut

Výpočet:

$$10 \times 4 = 40 \text{ minut}$$

Ušetřený čas za směnu je 40 minut, kterého bylo dosaženo po vybalancování linky. Tento čas vydělíme normou a získáme počet kusů, které pracovníci stihnou vyrobit navíc během pracovní směny, tj. o necelý jeden kus více

$$40/44,6 = 0,9 \text{ kusů}$$

7.5.1.3 Pohon DO-2010

Norma na jeden kus – 72,9 minut

Počet kusů za směnu – 6 kusů

Časový rozdíl mezi pracovišti – 8 minuty

Délka pracovní směny – 7 hodin 30 minut

Výpočet:

$$6 \times 8 = 48 \text{ minut}$$

48 minut je ušetřený čas za směnu, kterého bylo dosaženo po vybalancování linky. Tento čas vydělíme normou a získáme počet kusů, které pracovníci stihnou vyrobit navíc během pracovní směny, tj. o necelý jeden kus více.

$$48/72,9 = 0,7 \text{ kusů}$$

Souhrnný přehled výroby je zobrazen v tabulce (Tab. 7), ve které je znázorněna norma na jeden kus, počty vyrobených pohonů před vybalancováním linky, po vybalancování a procentuální nárůst.

Tab. 7: Souhrnný přehled výroby (vlastní zpracování)

Název pohonu	Norma na jeden kus (v minutách)	Počet kusů před vybalancováním	Počet kusů po vybalancování	Procentuální nárůst
Metro Milan MNG	56,5	8	9,7	21%
EMU NSB Option	44,6	10	10,9	9%
DO-2010	72,9	6	6,7	12%

7.5.2 Finanční zhodnocení

Vzhledem k tomu, že se jedná o důvěrné informace, nemohla je společnost XY poskytnout. Aby bylo možné vyjádřit přibližnou výši nákladů, bude použita průměrná hrubá měsíční mzda montážního dělníka výrobků a zařízení v Jihomoravském kraji, která činí 18 348Kč. Údaj byl čerpán z Regionální statistiky ceny práce stanovenou ke dni 26.3.2014. Je uvažováno s pracovní dobou 8 hodin, při měsíčním časovém fondu 160 hodin. Částku 18 348Kč jsem zvýšila o 34%, což jsou náklady na sociální a zdravotní pojištění, které platí zaměstnavatel za zaměstnance. Výsledná hodinová sazba činí 154Kč. Celkový uspořené čas za dvě směny u měřených pohonů je 7 360 minut za měsíc (122,7 hodin).

Náklady na výrobu jednoho zásobovacího vozíku jsou 7000 Kč. Aby mohl princip zásobování dobře fungovat, bylo navrženo 44 ks vozíků pro všechny tři výrobní linky.

Celkové vyhodnocení je zobrazeno v tabulce (Tab. 8).

Celkové úspory

Hodinová sazba jednoho pracovníka – 154 Kč

Ušetřený čas za směnu u jednotlivých pohonů, kterého bylo dosaženo po vybalancování je

184 minut: - 96 minut Metro Milan MNG.

- 40 minut EMU NSB Option.

- 48 minut DO-2010.

Ušetřený čas za dvě směny u jednotlivých pohonů za měsíc - 7 360 minut (122,7 hodin lidské práce).

Výpočet:

$154 \times 122,7 = 18\,896$ Kč (úspora za měsíc)

$18\,896 \text{ Kč} \times 12 = 226\,752$ Kč (úspora za rok)

Celkové úspory díky vybalancování linek činí 226 752 Kč za rok.

Celkové náklady

Náklady na výrobu jednoho zásobovacího vozíku – 7 000 Kč

Celkem vozíků pro všechny tři linky – 44 ks

Výpočet:

$$7\,000 \times 44 = 308\,000 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na výrobu 44 ks zásobovacích vozíků pro tři linky činí 308 000 Kč.

Tab. 8: Celkové vyhodnocení (vlastní zpracování)

Celkové úspory	226 752 Kč
Celkové náklady	308 000 Kč
Rozdíl (Kč)	- 81 248 Kč

Celkové náklady na výrobu zásobovacích vozíků jsou větší, jelikož se jedná o vstupní investici. Zatímco vybalancování se může provést i u dalších pohonů, kdy by se celkové úspory ještě zvýšily.

Návratnost investic

$$308\,000 : 226\,752 = 1,4 \text{ roku}$$

Návratnost investic činí 1,4 roku.

7.6 Další doporučení

Pro další zlepšení výrobního procesu navrhuji uplatnit následující doporučení:

- **automatické naplňování pistole s mazivem pro mazání ramen pohonu** – automatická pistole s mazivem je umístěna na každé lince, ale bohužel je nefunkční. Pracovníci používají manuální pistoli, kterou si v případě vyprázdnění musejí sami naplňovat. Ruční naplňování pistole trvá přibližně 5 minut,

- **týmová komunikace** – pracovníci na testeru málo komunikují s pracovníky na linkách. V případě, že by spolu pracovníci lépe komunikovali, odstranily by se zbytečné chyby již při montáži pohonu a testování by se vykonalo v kratší čas,
- **dovoz paletek přímo k pracovišti** – při montáži je pohon přichycen na pojízdných paletkách, které drží pohon a díky nim, se pohon může snadněji pohybovat po výrobní lince. Linky B a C nejsou linkou napojeny přímo na tester a nemají pojízdný zpětný výtah, který vrací prázdné paletky zpět na první pracoviště. Když si pracovníci testeru odeberou vyrobený pohon z těchto linek na testování, prázdné paletky nechají na pojízdném vozíku u testeru. Pracovník z prvního pracoviště si musí pro vozík s paletkami přijít, čímž se prodlužuje prostoj výroby. Navrhuji, aby pracovník testeru přemístil pojízdný vozík s paletkami až k prvnímu pracovišti v době, kdy bude probíhat automatické testování pohonu,
- **nová pěnová hmota pod nářadí** – nářadí je umístěno do nevhodné pěnové hmoty, ze které se pracovníkům špatně odebírá. Nová pěnová hmota pod nářadí, by pracovníkům usnadnila manipulaci.

ZÁVĚR

Náplní diplomové práce bylo vybalancování linek na výrobu pohonů, vytvoření návrhu zásobovacích vozíků včetně principu zásobování a uplatnění ergonomických přístupů na pracovišti.

Cílem bylo vybalancovat linky na výrobu různých druhů pohonů tak, aby byly minimalizovány prostoje zapříčiněné čekáním na dokončení montáže jednoho z výrobních pracovišť na lince. Cíle bylo dosaženo, kdy obě pracoviště na lince končí při výrobě vybraných druhů pohonů téměř současně. Díky ušetřenému času mohou pracovníci vyrobit více pohonů během pracovní směny.

Diplomovou práci jsem koncipovala do tří částí. V teoretické části jsem popisovala průmyslové inženýrství, druhy časových studií, štlíhrou výrobu včetně identifikace plýtvání, balancování linky a v neposlední řadě ergonomii pracoviště.

Analytickou část jsem věnovala layoutu výrobních linek včetně materiálového toku, organizaci práce a analýze práce na jednotlivých pracovištích, kde jsem pomocí chronometráže naměřila jednotlivé pracovní operace u různých druhů pohonů. Zároveň jsem provedla snímek pracovního dne, který odhalil prostoje na pracovištích. V závěru analytické části jsem vypsala další identifikované nedostatky, které jsem objevila během provádění analýzy. Na základě získaných údajů jsem zhodnotila nalezené problémy a navrhla varianty řešení.

V třetí části jsem provedla realizaci samotných návrhů na řešení. Prioritně jsem řešila vybalancování pracovišť na lince, kdy se prohodily určené pracovní operace mezi pracovišti tak, aby montáž končila přibližně ve stejný čas. Dále jsem navrhla zásobovací vozíky včetně principu zásobování a vizualizace. V posledním kroku jsem se zabývala návrhem ergonomického pracoviště, kde jsem navrhla umístění pracovních pomůcek a montážního nářadí do vytyčeného prostoru na lince.

Závěr práce jsem věnovala zhodnocení realizovaných zlepšení a návrhům dalších doporučení.

Jednotlivé návrhy na zlepšení byly společností přijaty a některé z nich jsou v současné době již realizovány.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

FEKETE, Milan, 2012. *Efektívny produkčný systém*. 1. vydání. Bratislava: KARTPRINT, 131 s. ISBN 978-80-89553-09-9.

HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ, 2007. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha: Státní zdravotní ústav, 88 s. ISBN 978-80-7071-289-4.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al., 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.

LÍBAL, Vladimír, 1974. *Organizace a řízení výroby*. 2. vyd. Praha: SNTL, 489 s. ISBN 80-030-0050-5.

LIKER, Jeffrey K., c2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, xxii, 330 s. ISBN 0071392319.

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 104 s. ISBN 80-7357-095-5.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vydání. Liberec: Institut technologií a managementu, 99 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 80-902-2350-8.

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

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN, 2004. *Industrial Engineering Handbook*. 5. vyd. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-041102-6.

SALVENDY, Edited by Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering*. 3rd ed. New York: John Wiley. ISBN 978-047-0241-820.

LICHOVNÍK, Jiří, 2012. *Ergonomie*. 134 s. (studijní materiál).

KŘIVÁNEK Dalibor, 2009. *Cesta k štíhlosti*. IPA Slovakia, 62 s. (interní materiály společnosti).

KNORR-BREMSE, 2013 (interní materiály společnosti).

Elektronické zdroje:

FARKHONDEH, Hami; HASSANZADEH, Reza; MAHDAVI, Iraj; MAHDAVI-AMIRI, Nezam. 2012. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [online]. Aug2012, Vol. 61, Issue 9-12, s. 1161-1172. [cit. 2014-04-24]. 2 Diagrams, 5 Charts. DOI: 10.1007/s00170-011-3773-9. Dostupné z:

<http://web.a.ebscohost.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=56371bc5-3819-4b6d-ae6d-d7338e6ef5d6%40sessionmgr4005&hid=4101>.

Analýza a měření práce. *API: Academy of Productivity and Innovations*. [online]. ©2005 – 2012 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>.

Průmyslové inženýrství. *API: Academy of Productivity and Innovations*. [online]. ©2005 – 2012 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>.

YAZGAN, Harun; BEYPINAR, Ismail; BORAN, Semra; OCAK, Ceren. 2011. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [online]. Nov2011, Vol. 57, Issue 1-4, s. 379-392. [cit. 2014-04-24]. DOI: 10.1007/s00170-011-3291-9. Dostupné z:

<http://web.a.ebscohost.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=56371bc5-3819-4b6d-ae6d-d7338e6ef5d6%40sessionmgr4005&hid=4101>.

Vizuální pracoviště. *IPA Czech*. [online]. ©2012 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z:

<http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-pracoviste>.

Vizuální management – štíhlé pracoviště. *IPA Czech*. [online]. ©2012 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

API	Akademie průmyslového inženýrství
MTM	Method Time Measurement
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
USD	Unified Standard Data
UAS	Universelles Analysier System
TPM	Total Productive Maintenance
FIFO	First in, first out
IPA	Konzultačně-vzdělávací instituce zaměřená na průmyslové inženýrství
ISO	International Organization for Standardization
OHSAS	Occupational Health and Safety Advisory Services
DIN	Deutsches Institut für Normung
SWOT	Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats
RIPRAN	Risk Project Analysis
E3	Typ pohonu
RLS	Typ pohonu
DFT1	Název testeru
DFT2	Název testeru
HV test	Vysoko napěťový test
MF	Název pohonu
MNG	Název pohonu
EMU NSB	Název pohonu
DO	Název pohonu
SAP	Systems - Applications - Products in data processing

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, s. 65).....	13
Obr. 2: Štíhlá výroba (Košturiak, Frolík, 2006, s. 23).....	19
Obr. 3: Flexibilita buněk (Košturiak, Frolík, 2006, s. 138).....	25
Obr. 4: Zobrazení antropometrických údajů pro stoj (Lichovnick, 2012, s. 12).....	28
Obr. 5: Společnost XY, a.s. Brno (Knorr-Bremse, interní materiály společnosti).....	32
Obr. 6: Původní linka na výrobu pohonů (vlastní zpracování).....	36
Obr. 7: Pohon typu E3 (vlastní zpracování).....	37
Obr. 8: Pohon typu RLS (vlastní zpracování).....	37
Obr. 9: Materiálový tok na původní lince (interní materiál společnosti).....	39
Obr. 10: Materiálový tok na nových linkách (interní materiál společnosti).....	43
Obr. 11: Pohon MF 2000 (vlastní zpracování).....	45
Obr. 12: Pohon Metro Milan MNG (vlastní zpracování).....	48
Obr. 13: Pohon EMU NSB Option (vlastní zpracování).....	51
Obr. 14: Pohon DO-2010 (vlastní zpracování).....	53
Obr. 15: Velké zásoby materiálu před linkami (vlastní zpracování).....	62
Obr. 16: Uspořádání pracoviště (vlastní zpracování).....	63
Obr. 17: Nevhodné uložení těžkých konzol pohonu (vlastní zpracování).....	63
Obr. 18: Rozdíl uspořádání pro méně složitý i nejsložitější pohon (vlastní zpracování).....	69
Obr. 19: Prvotní návrh zásobovacích vozíků (vlastní zpracování).....	69
Obr. 20: Reálný zásobovací vozík (vlastní zpracování).....	70
Obr. 21: Konzultace s pracovníkem (vlastní zpracování).....	70
Obr. 22: Vozík se spojovacím materiálem (vlastní zpracování).....	71
Obr. 23: Vozík bez spojovacího materiálu (vlastní zpracování).....	71
Obr. 24: Vizualizace (vlastní zpracování).....	71
Obr. 25: Vizualizace parkoviště pro zásobovací vozíky (vlastní zpracování).....	72
Obr. 26: Prvotní návrh rozmístění nářadí na pracovišti (vlastní zpracování).....	73
Obr. 27: Testování rozmístění nástrojů (vlastní zpracování).....	74
Obr. 28: Finální rozmístění nástrojů (vlastní zpracování).....	75
Obr. 29: Pracoviště č. 1 včetně zásobovacích vozíků (vlastní zpracování).....	75
Obr. 30: Stojan s těžkými konzolami (vlastní zpracování).....	75

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Antropometrické údaje pro stoj (Lichovník, 2012, s. 12)	28
Tab. 2: SWOT analýza (vlastní zpracování).....	34
Tab. 3: Počet pracovníků na původní lince na výrobu pohonů (vlastní zpracování).....	38
Tab. 4: Počet pracovníků na nové lince na výrobu pohonů (vlastní zpracování).....	43
Tab. 5: Časy jednotlivých pohonů na pracovištích (vlastní zpracování)	56
Tab. 6: Zhodnocení současného stavu (vlastní zpracování)	64
Tab. 7: Souhrnný přehled výroby (vlastní zpracování)	77
Tab. 8: Celkové vyhodnocení (vlastní zpracování)	79

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka C (vlastní zpracování)	46
Graf 2: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	46
Graf 3: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka C (vlastní zpracování)	47
Graf 4: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	47
Graf 5: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka B (vlastní zpracování)	48
Graf 6: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	49
Graf 7: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka B (vlastní zpracování)	49
Graf 8: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	50
Graf 9: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka B (vlastní zpracování)	51
Graf 10: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	52
Graf 11: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka B (vlastní zpracování)	52
Graf 12: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	53
Graf 13: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 1, linka A (vlastní zpracování)	54
Graf 14: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	54
Graf 15: Snímek pracovního dne na pracovišti č. 2, linka A (vlastní zpracování)	55
Graf 16: Zobrazení práce/prostoje (vlastní zpracování)	55
Graf 17: Směrodatná odchylka, MF 2000 (vlastní zpracování)	57
Graf 18: Směrodatná odchylka, MF 2000 (vlastní zpracování)	57
Graf 19: Směrodatná odchylka, Metro Milan MNG (vlastní zpracování)	58
Graf 20: Směrodatná odchylka, Metro Milan MNG (vlastní zpracování)	58
Graf 21: Směrodatná odchylka, EMU NSB Option (vlastní zpracování)	59
Graf 22: Směrodatná odchylka, EMU NSB Option (vlastní zpracování)	59
Graf 23: Směrodatná odchylka, DO-2010 (vlastní zpracování)	60
Graf 24: Směrodatná odchylka, DO-2010 (vlastní zpracování)	60
Graf 25: Časový rozestup pracovišť, pohon Metro Milan MNG (vlastní zpracování)	66
Graf 26: Časový rozestup pracovišť, pohon EMU NSB Option (vlastní zpracování)	67
Graf 27: Časový rozestup mezi pracovišti, pohon DO-2010 (vlastní zpracování)	68

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

PŘÍLOHA P II: RIPRAN ANALÝZA

PŘÍLOHA P III: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 1 POHONU MF 2000

PŘÍLOHA P IV: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 2 POHONU MF 2000

PŘÍLOHA P V: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 1 POHONU

METRO MILAN MNG

PŘÍLOHA P VI: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 2 POHONU

METRO MILAN MNG

PŘÍLOHA P VII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 1 POHONU

EMU NSB OPTION

PŘÍLOHA P VIII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 2 POHONU

EMU NSB OPTION

PŘÍLOHA P IX: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 1 POHONU DO-2010

PŘÍLOHA P X: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVÍŠTI Č. 2 POHONU DO-2010

PŘÍLOHA P XI: ERGONOMICKÝ CHECKLIST

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti firmy	Výzkum nových technologií do 5 let.	Počet úspěšně ukončených projektů po 5 letech v databázi projektového řízení	
Projektový cíl	Vybalancování linek pro vybrané pohony	Provedená analýza práce Rozdělení operací mezi jednotlivé pracovníky	Analýza současného stavu Zhodnocení současného stavu Vypracování projektu	Schválení rozdělení operací práce mezi jednotlivé pracovníky ze strany vedení firmy Podpora ze strany technologů
Výstupy	1.1. Vybalancování linky 1.2. Vylepšeno zásobování linky 1.3. Vznik ergonomického pracoviště	Rozdělení operací mezi jednotlivé pracovníky Zrealizovány zásobovací vozíky Funkční ergonomické pracoviště	Seznam operací práce pro jednotlivé pracovníky Zásobovací vozíky v segmentu pohonů Karta pracoviště s ergonomickými požadavky	Dodržování nových pracovních postupů pracovníky Schválení a používání zásobovacích vozíků
Aktivita	1.1.1. Analýza práce 1.1.2. Rozdělení operací mezi jednotlivé pracovníky 1.1.3. Realizace 1.2.1. Změření materiálu 1.2.2. Rozdělení materiálu pro jednotlivá pracoviště na lince 1.2.3. Návrh prvotního zásobovacího vozíku 1.2.4. Zavedení 1.3.1. Ergonomický audit 1.3.2. Návrh změn pracoviště 1.3.3. Návrh ergonomických pomůcek 1.3.4. Návrh ergonomických poloh (hlavní pracovní polohy)	Prostředky Znalosti průmyslového inženýrství Vybavení (stopky, počítač, dokumenty - snímky pracovního dne, chronometráže) Personál Zázemí firmy Standardy	Časový rámec aktivit 1.1.1. 02/2014 1.1.2. 02/2014 1.1.3. 02/2014 1.2.1. 03/2014 1.2.2. 03/2014 1.2.3. 03/2014 1.2.4. 03/2014 1.3.1. 04/2014 1.3.2. 04/2014 1.3.3. 04/2014 1.3.4. 04/2014	Rozdělení operací, tak aby byly z technologického hlediska správně. Dostatečné množství kvalitního materiálu na výrobu zásobovacích vozíků Zamítnutí ergonomického pracoviště vedením firmy Nedostatek finančních prostředků na vznik ergonomického pracoviště
				Předběžné podmínky - schválení zadání - podpora vedení firmy - vymezení prostoru - souhlas týmu

PŘÍLOHA P II: RIPRAN ANALÝZA

ID	HROZBA	PRAVDĚPODOBNOST HROZBY	ID	SCÉNÁŘ	PRAVDĚPODOBNOST SCÉNÁŘE	PRAVDĚPODOBNOST CELKOVÁ	DOPAD	HODNOTA RIZIKA	OPATŘENÍ
1.	Ztráta dokumentů s náměry	30%	1.1.	Nenapišu DP	40%	21% SP	VD	VHR	Určené místo na odkládání dokumentů s náměry Záloha dat na externím disku
2.	Nespolupráce ze strany zaměstnanců	60%	1.2.	Lhostejnost vedení	20%	22% SP	VD	VHR	Komunikace se zaměstnanci Workshopy zaměstnanců a vedení o přínosech změn ve výrobě
3.	Nedostatek finančních prostředků na zařízení ergonomického pracoviště	17%	3.1.	Nevyhovující pracoviště	40%	10% MP	SD	MHR	Akceptace rizika
			3.2.	Poškození zdraví zaměstnanců	60%	15% MP	SD	MHR	
4.	Špatné vybalancování linky	35%	4.1.	Špatné závěry DP	65%	30% SP	SD	SHR	Pravidelná konzultace s technologi společností a vedoucím DP
			4.2.	Neobhájím DP	20%	10% MP	VD	SHR	

PŘÍLOHA P III: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU MF 2000 – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme paletky a rozmístí je na lince	51	56	49	54	52	44	63	59	57	58
2	Uchopí konzolu a vloží na paletky	48	40	38	44	41	60	43	33	44	42
3	Provede vizuální kontrolu	55	54	63	57	60	61	58	54	59	61
4	Vezme čárový kód a nalepí ho na konzolu	12	16	11	16	13	11	12	13	9	10
5	Uchopí kostky pod vodící kolejnici a namontuje je	160	138	153	145	140	118	114	128	115	122
6	Vezme první vodící kolejnici a namontuje ji	122	135	132	119	123	140	107	110	118	115
7	Vezme druhou vodící kolejnici a namontuje ji	133	131	131	124	122	104	107	106	104	105
8	Uchopí středovou konzolu a namontuje ji	68	62	61	56	58	49	40	46	47	48
9	Uchopí držák kabelového svazku a namontuje jej	172	197	194	204	193	224	186	184	188	189
10	Vezme konzolu koncového spínače a namontuje ji	122	93	93	120	99	87	94	87	92	90
11	Vezme levý koncový spínač a namontuje ho	73	64	72	80	71	74	81	80	77	80
12	Uchopí pravý koncový spínač a namontuje ho	121	135	130	135	128	101	135	107	118	115
13	Vezme vodící tyč a nasadí ji do konzoly	34	37	41	51	36	44	28	36	30	29
14	Uchopí rameno a nasadí ho na vodící tyč	40	35	28	36	33	53	39	39	38	37
15	Uchopí postranní konzolu a namontuje ji	192	183	190	186	192	153	183	190	181	177
16	Vezme vodící tyč a nasadí ji do konzoly	30	36	28	42	28	25	24	20	22	24
17	Uchopí rameno a nasadí ho na vodící tyč	27	30	27	31	32	41	41	37	38	40
18	Uchopí postranní konzolu a namontuje ji	150	153	165	163	145	167	152	147	145	150
19	Vezme kleště a odstříhne z kabeláže zemnicí kabely	60	57	64	60	58	42	38	43	41	43
20	Vezme držák jističe a namontuje ho	140	135	126	159	128	144	142	139	135	138
21	Vezme šroubovák a přišroubuje jistič ke konzole	55	52	76	56	61	72	48	53	55	52
22	Uchopí ucpávky a namontuje je do jednoho ramene	50	48	47	50	47	45	49	40	43	41

PŘÍLOHA P III: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU MF 2000 – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
23	Uchopí ucpávky a namontuje je do druhého ramene	43	38	43	38	39	27	31	33	30	31
24	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel na obě ramena	232	231	255	249	227	212	190	206	215	212
25	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel ke konzole	201	195	202	209	209	248	221	225	230	221
26	Uchopí koncový článek řetězového unášeče a namontuje ho	91	81	94	88	98	115	103	103	103	102
27	Vezme řetězový unášeč a namontuje jej	64	48	58	51	57	62	52	53	58	53
28	Vezme šroubovák a namontuje konzolu s kabeláží	168	132	137	138	141	166	149	153	150	152
29	Uchopí maznici a namaže ramena	23	20	22	21	22	23	23	22	21	23
30	Uchopí stahovací pásy a vyváže kabeláž na hlavní konzole	477	440	429	428	460	702	717	719	704	720
31	Zapojí koncový spínač	35	34	31	33	35	39	45	40	41	43
32	Vezme kryt spínače a namontuje ho	41	40	55	55	49	55	36	40	45	43
33	Uchopí stahovací pásy a vyváže koncový spínač	68	66	56	54	55	45	52	50	47	50
34	Zapojí jistič	84	87	92	86	85	135	139	145	134	135
35	Vezme konzolu a namontuje ji	62	48	59	51	46	78	98	95	90	93
36	Vezme stahovací pásy a vyváže levou část pohonu	49	41	45	56	44	83	84	90	83	87
37	Uchopí kabelové spojky a položí je na rám pohonu	149	153	154	156	151	176	181	177	178	178
38	Uchopí stahovací pásy a vyváže první část zemnicího kabelu	121	129	125	126	129	164	170	166	166	165
39	Uchopí stahovací pásy a vyváže jedno rameno	100	104	105	100	103	114	113	113	111	113
	SOUČET (v sekundách)	3923	3774	3881	3927	3810	4303	4188	4181	4162	4187
	SOUČET (v minutách)	65,4	62,9	64,7	65,5	63,5	71,7	69,8	69,7	69,4	69,8

PŘÍLOHA P IV: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVISTI Č. 2 POHONU MF 2000 – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Uchopí stahovací pásky a vyváže druhou část zemního kabelu	135	125	124	125	118	138	130	125	127	121
2	Uchopí stahovací pásky a vyváže druhé rameno	86	88	80	83	88	87	85	90	86	88
3	Vezme kleště a odstříhne stahovací pásky	265	255	252	263	266	269	255	265	267	260
4	Uchopí hřídel a nasadí ji na pohon	79	93	83	93	95	94	83	78	91	88
5	Vezme šroubovák a střed hřídele přišroubuje ke středové konzole	87	97	99	87	98	99	94	80	96	93
6	Šroubovákem přišroubuje hřídel k postranní konzole	192	196	202	192	195	198	208	190	193	198
7	Šroubovákem přišroubuje ramena k hřídeli	224	229	219	225	202	226	228	229	215	223
8	Zkontroluje axiální vůli	35	35	33	38	36	26	36	32	35	37
9	Vezme řídicí jednotku a namontuje ji	203	176	204	191	188	186	197	182	193	203
10	Uchopí stahovací pásky a uchyti kabel	96	86	94	103	96	75	94	91	99	93
11	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel	139	141	141	149	133	131	132	133	134	138
12	Uchopí držák kondenzátoru a namontuje jej	159	159	119	144	149	135	125	129	130	131
13	Uchopí motor a namontuje ho	211	200	234	206	225	217	221	224	217	223
14	Vezme šroubovák a přišroubuje konektor	214	226	216	213	223	258	259	259	251	253
15	Šroubovákem přišroubuje kondenzátor	120	127	116	119	115	119	116	120	121	115
16	Vezme koncový spínač a namontuje jej	129	119	135	138	129	135	132	135	130	134
17	Uchopí středový šroub a namontuje ho	65	64	70	68	67	67	77	71	73	68
18	Nastaví spínač	94	99	90	94	83	86	94	95	77	83
19	Zapojí koncový spínač	114	129	117	131	117	120	120	115	114	125
20	Uchopí kryt spínače a namontuje ho	66	84	82	83	77	70	85	65	69	74

PŘÍLOHA P IV: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 2 POHONU MF 2000 – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Vezme stahovací pásky a vyváže koncový spínač	299	276	273	271	280	289	287	292	289	289
22	Zapojí konektory na pohonu	84	72	76	91	81	93	83	91	80	85
23	Uchopí konzolu a posune ji zcela vpravo, dotáhne ji pomocí klíče	54	48	57	53	50	55	54	50	53	55
24	Klíčem dotáhne konektory a vezme přípravek, kterým konektory seznačí modrou barvou	264	259	259	252	258	268	251	262	262	260
25	Zadá informace do monitoru pro tisk štítků	21	17	19	15	17	15	14	15	17	15
26	Odebere vytištěné štítky	8	8	11	9	10	8	8	9	10	9
27	Nalepí štítky dle obrázku	281	268	275	265	274	272	280	275	279	276
28	Vezme přípravek a seznačí šrouby modrou barvou	179	163	170	169	173	170	173	167	180	175
29	Provede mezioperační kontrolu	14	13	11	16	12	10	12	11	14	13
30	Zkontroluje pohon dle fotografie na monitoru	36	37	37	35	38	33	36	29	39	36
31	Uchopí ochrannou pásku a nalepí ji na pohon	39	30	34	31	35	30	34	38	36	38
	SOUČET (v sekundách)	3992	3919	3932	3952	3928	3979	4003	3947	3977	3989
	SOUČET (v minutách)	66,5	65,3	65,5	65,9	65,5	66,3	66,7	65,8	66,3	66,5

PŘÍLOHA P V: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU METRO MILAN MNG – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme paletky a rozmístí je na lince	33	30	32	32	33	35	32	37	34	32
2	Uchopí konzolu a vloží na paletky	42	37	47	53	49	43	47	45	44	46
3	Vezme čárový kód a nalepí ho na konzolu	38	33	32	29	27	33	33	31	26	29
4	Uchopí zemní šroub a namontuje ho	35	37	38	39	42	34	32	28	33	34
5	Uchopí středovou konzolu a namontuje ji	38	49	45	39	46	41	44	48	45	43
6	Vezme první vodící kolejnici a namontuje ji	87	96	93	91	98	78	92	84	90	81
7	Vezme druhou vodící kolejnici a namontuje ji	101	97	88	100	103	91	90	90	93	92
8	Uchopí středový šroub a namontuje jej	66	58	51	72	53	54	52	53	58	56
9	Otočí konzolu	51	33	33	31	39	48	35	44	49	39
10	Vezme koncový spínač a namontuje ho	118	110	114	117	120	99	83	93	102	96
11	Uchopí vymezení úhelník hnací hřídele a namontuje ho	60	53	65	60	58	66	59	68	65	66
12	Uchopí brzdu a namontuje ji	123	122	120	134	130	131	122	123	128	129
13	Vezme konzoly kabeláže a namontuje je	390	383	383	396	395	342	343	342	335	342
14	Uchopí chráničku a nalepí ji na konzolu	120	110	146	110	133	146	107	133	118	126
15	Uchopí šroubovák a DIN lištu přišroubuje	103	98	97	109	105	109	107	111	108	101
16	Zapojí koncový spínač	160	170	216	175	200	195	213	189	204	195
17	Vezme stahovací pásky a vyváže koncový spínač	202	247	221	205	226	240	220	216	235	252
18	Vezme stahovací pásky a vyváže levou část pohonu	69	59	59	80	65	60	49	45	62	48
19	Zapojí kabel na brzdě	43	41	45	39	48	32	35	39	36	33
20	Zapojí spínač na brzdě	97	85	88	86	94	90	96	97	102	99

PŘÍLOHA P V: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU METRO MILAN MNG – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Uchopí stahovací pásky a vyváže brzdu	74	87	68	76	80	97	93	86	89	95
22	Vezme držák řídicí jednotky a namontuje ho	244	233	235	237	224	233	221	259	234	234
23	Vezme řetězový unášec a namontuje ho	89	87	78	82	83	87	100	115	108	98
24	Uchopí šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel	73	83	75	88	81	59	58	74	79	66
25	Vezme stahovací pásky a vyváže první část zemnicího kabelu	218	213	211	207	207	209	234	244	219	204
26	Uchopí stahovací pásku a přichytí konektor ke konzole	159	124	122	140	153	161	137	149	155	146
27	Vezme stahovací pásky a vyváže pravou část pohonu	104	123	126	114	114	139	106	100	117	130
28	Vezme stahovací pásky a vyváže kabel	36	45	37	37	43	36	43	33	38	41
29	Uchopí stahovací pásky a vyváže druhou část zemnicího kabelu	330	313	324	353	321	324	361	336	346	348
	SOUČET (v sekundách)	3303	3256	3269	3331	3370	3312	3244	3312	3352	3301
	SOUČET (v minutách)	55,1	54,3	54,5	55,5	56,2	55,2	54,1	55,2	55,9	55,0

PŘÍLOHA P VI: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 2 POHONU METRO MILAN MNG – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme první vodící tyč a namontuje ji	48	41	41	40	46	39	33	42	46	40
2	Vezme druhou vodící tyč a namontuje ji	25	29	32	26	24	21	20	18	23	21
3	Uchopí jedno rameno a nasune ho na vodící tyč	30	39	29	25	34	33	28	26	31	29
4	Uchopí jednu postranní konzolu a namontuje ji	166	153	133	157	149	144	147	139	150	143
5	Vezme druhé rameno a nasune ho na vodící tyč	23	17	25	25	24	41	26	30	35	38
6	Vezme druhou postranní konzolu a namontuje ji	146	136	130	140	149	138	147	142	128	136
7	Uchopí konzolku a namontuje ji na levé rameno	63	55	65	74	68	51	56	55	59	57
8	Uchopí konzolku a namontuje ji na pravé rameno	51	51	64	46	53	56	36	36	47	51
9	Vezme řetězový unášec a namontuje jej	28	29	28	23	28	24	17	18	25	20
10	Uchopí šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel na ramena	187	195	189	209	212	182	197	200	199	203
11	Uchopí stahovací pásky a vyváže ramena	200	196	210	225	207	192	205	199	205	196
12	Vezme kleště a odstříhne stahovací pásky	188	167	174	179	186	167	160	155	173	167
13	Vezme hřídel a nasadí ji na pohon	163	162	132	175	156	143	150	137	149	141
14	Uchopí vazelínu a namaže střed hřídele	19	22	20	14	18	15	21	19	17	20
15	Vezme šroubovák a přišroubuje střed hřídele ke středové konzole	150	131	138	151	146	144	146	133	127	138
16	Nastaví vystředění hnací hřídele	109	124	120	117	128	112	119	113	116	120
17	Uchopí vidlice a namontuje je na ramena	180	176	185	182	174	161	164	178	161	166
18	Uchopí motor a namontuje ho	137	112	129	132	121	107	131	126	118	115
19	Vezme ozubené řemen a nasadí ho na motor	22	16	19	26	20	24	19	18	23	21
20	Nastaví průhyb řemenu	134	138	142	133	130	139	140	135	139	139

PŘÍLOHA P VI: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 2 POHONU METRO MILAN MNG – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Zapojí kabeláž k motoru	43	37	31	31	38	30	24	39	35	29
22	Vezme stahovací pásky a vyváže kabel	47	41	54	51	56	42	34	45	39	47
23	Přípevní příbal	41	28	39	29	33	27	29	31	28	34
24	Uchopí maznici a namaže obě ramena	34	37	32	25	31	31	28	37	31	29
25	Uchopí řídicí jednotku a namontuje ji	95	95	107	102	99	99	121	97	111	104
26	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel k řídicí jednotce	67	51	62	60	52	59	57	45	48	50
27	Zkontroluje vodičí tyče a ramena	26	29	28	30	34	28	26	25	27	28
28	Zkontroluje hladký chod pohyblivých částí	14	17	15	13	16	13	10	10	14	15
29	Zkontroluje vyvázání kabeláže	20	20	17	15	16	16	17	15	14	18
30	Zkontroluje povrchovou úpravu	16	17	14	16	13	11	13	10	13	12
31	Obecně zkontroluje	20	15	19	13	16	19	16	18	15	17
32	Vytiskne štítky	9	9	10	13	10	10	9	8	11	8
33	Nalepí štítky na pohon	196	202	188	186	187	177	178	173	193	182
	SOUČET (v sekundách)	2697	2587	2621	2683	2674	2495	2518	2472	2550	2534
	SOUČET (v minutách)	45,0	43,1	43,7	44,7	44,6	41,6	42,0	41,2	42,5	42,2

PŘÍLOHA P VII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVISTI Č. 1 POHONU EMU NSB OPTION – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme paletky a rozmístí je na lince	36	32	38	34	35	33	30	32	35	32
2	Uchopí konzolu a vloží na paletky	63	60	59	60	58	50	73	58	55	61
3	Vezme čárový kód a nalepí ho na konzolu	33	35	37	41	38	38	42	33	40	37
4	Vezme stahovací pásky a nachystá si je na konzolu	39	39	33	30	35	34	32	34	30	33
5	Uchopí vodící konzolu a namontuje ji	68	75	71	65	70	73	77	64	69	71
6	Uchopí nouzové otevírání a namontuje ho	85	85	94	87	91	89	85	81	83	86
7	Vezme držák řetězového unášeče a namontuje ho	132	131	134	115	115	125	112	128	127	120
8	Vezme první zemnicí šroub a namontuje ho	30	30	29	29	31	29	29	30	28	30
9	Uchopí chráničku a nalepí ji na konzolu	310	341	326	338	327	357	344	333	327	328
10	Vezme sestavu kabeláže a namontuje ji	262	256	258	273	268	254	252	254	260	258
11	Uchopí konektor a nasadí ho	94	100	99	90	97	95	97	93	91	96
12	Uchopí zámek na pohon a namontuje jej	117	106	105	110	111	116	108	106	110	113
13	Vezme spínač a namontuje ho	167	165	162	156	159	170	152	155	155	156
14	Zapojí spínač	204	197	192	207	197	191	195	195	191	205
15	Vezme druhý zemnicí šroub a namontuje ho	44	47	41	41	45	47	50	46	48	43
16	Uchopí stahovací pásky a vyváže první část kabeláže	199	196	196	193	190	182	188	187	190	188
17	Uchopí stahovací pásky a vyváže spínač	118	127	122	123	115	113	127	120	118	115
18	Vezme řetězový unášeč a namontuje jej	48	46	43	45	47	44	41	42	47	45
19	Zapojí konektor	212	223	222	214	217	224	229	222	219	223
20	Vezme stahovací pásky a vyváže druhou část kabeláže	187	200	195	167	194	189	202	204	199	202

PŘÍLOHA P VII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU EMU NSB OPTION – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Uchopí stahovací pásy a vyváže kabel	63	66	67	57	61	61	73	68	64	67
	SOUČET (v sekundách)	2511	2557	2523	2502	2501	2514	2538	2485	2486	2509
	SOUČET (v minutách)	41,9	42,6	42,1	41,7	41,7	41,9	42,3	41,4	41,4	41,8

PŘÍLOHA P VIII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVISTI Č. 2 POHONU EMU NSB OPTION – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme stahovací pásky a vyváže levou část kabeláže	90	88	89	88	86	84	84	88	91	87
2	Vezme řetězový unášec a namontuje jej	46	44	37	53	40	41	45	52	47	43
3	Uchopí stahovací pásky a vyváže kabeláž	474	462	465	473	480	455	462	460	455	458
4	Uchopí šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel	90	75	91	89	91	84	90	82	83	80
5	Vezme kleště a odstříhne stahovací pásky	152	159	140	150	148	154	163	146	151	154
6	Uchopí sestavu motoru a namontuje ji	171	194	183	173	185	179	174	183	172	176
7	Uchopí klíč a sestavu motoru utáhne	281	266	261	279	279	265	287	275	282	271
8	Vezme šroubovák a přišroubuje konzolu	75	64	61	68	73	64	73	64	76	70
9	Zapojí motor	34	36	32	33	37	34	32	38	37	33
10	Vezme rolničku a namontuje ji	66	66	62	70	68	70	61	63	66	69
11	Vezme teleskop a namontuje ho	390	382	397	396	394	372	381	384	379	384
12	Uchopí lanko a namontuje jej	243	239	234	232	236	226	239	233	229	235
13	Uchopí dorazy a namontuje je	181	194	179	175	184	177	184	173	179	182
14	Vezme plastové krytky a namontuje je	29	30	24	26	28	22	26	25	24	23
15	Uchopí řídicí jednotku a namontuje ji	124	102	127	117	109	129	116	114	105	111
16	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel	65	52	60	60	57	62	45	51	49	54
17	Zkontroluje hladký chod pohyblivých částí	23	13	15	18	15	20	18	24	19	17
18	Zkontroluje vyvázání kabeláže	18	19	18	16	20	19	21	18	21	19
19	Zkontroluje povrchovou úpravu	17	15	17	19	18	21	18	23	19	22
20	Obecně zkontroluje	9	10	8	12	9	11	9	10	10	11

PŘÍLOHA P VIII: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 2 POHONU EMU NSB OPTION – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Zkontroluje dle katalogu kvality na monitoru	18	18	18	19	17	18	19	19	21	18
22	Vytiskne štítky	10	8	9	7	11	8	10	9	9	10
23	Odmastí povrch konzoly před lepením štítků	40	32	30	31	34	37	30	27	32	33
24	Nalepí štítky na pohon	208	189	188	187	187	190	182	179	180	182
	SOUČET (v sekundách)	2854	2757	2745	2791	2806	2742	2769	2740	2736	2742
	SOUČET (v minutách)	47,6	46,0	45,8	46,5	46,8	45,7	46,2	45,7	45,6	45,7

PŘÍLOHA P IX: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU DO-2010 – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme paletky a rozmístí je na lince	39	39	47	37	40	42	38	39	43	38
2	Uchopí konzolu a vloží na paletky	80	74	84	82	78	84	80	77	81	79
3	Vezme čárový kód a nalepí ho na konzolu	27	25	21	28	23	25	21	20	23	22
4	Vezme držák a namontuje ho	139	125	131	132	128	129	126	131	132	127
5	Uchopí šrouby a zašroubuje je do určených míst na konzole	111	130	117	130	123	112	124	119	122	127
6	Uchopí konzolu táhla brzdy a namontuje ji	173	164	170	174	171	169	168	170	166	169
7	Vezme plech řídicí jednotky a namontuje jej	118	110	103	120	115	116	101	106	111	115
8	Uchopí zemnicí šroub a namontuje ho	230	218	223	222	218	238	213	225	216	225
9	Uchopí zemnicí úchyt a namontuje ho	65	60	57	50	59	57	56	60	57	59
10	Vezme stahovací pásky a uchyťí jimi určená místa na konzole	170	172	170	189	179	180	157	167	165	179
11	Vezme kabeláž a roztáhne ji na celou délku pohonu	61	58	67	73	66	77	61	69	73	66
12	Uchopí konzolu kabeláže a namontuje ji	328	332	342	347	331	321	332	341	338	337
13	Vezme stahovací pásky a přichytí kabel v zemnicím bodě	117	114	123	111	118	122	119	125	116	121
14	Uchopí stahovací pásky a vyváže kabel	277	273	292	302	295	287	302	289	296	284
15	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel	120	122	109	111	119	129	121	118	123	118
16	Uchopí kabel a provleče ho konzolou	61	60	76	66	72	72	65	68	72	66
17	Uchopí stahovací pásky a vyváže kabeláž	64	60	60	62	57	63	66	57	61	60
18	Vezme stahovací pásky a vyváže kabel	29	33	36	32	34	36	33	31	36	32
19	Vezme kleště a odstříhne stahovací pásku	68	73	68	67	70	73	66	67	71	69
20	Otočí a upevní pohon	145	127	140	143	136	140	146	138	132	136

PŘÍLOHA P IX: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 1 POHONU DO-2010 – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Uchopí koncový spínač a namontuje ho	68	67	71	72	65	65	69	59	66	69
22	Zapojí koncový spínač	85	91	96	86	93	91	88	86	90	92
23	Vezme šroubovák a přišroubuje středovou konzoly	149	155	145	157	141	160	158	144	153	139
24	Vezme stahovací pásky a vyváže koncový spínač	37	31	35	41	36	37	37	34	35	33
25	Uchopí brzdu a namontuje ji	150	151	162	154	154	163	159	162	151	155
26	Uchopí držák řetězového unášeče a namontuje jej	235	255	243	224	234	226	238	230	229	232
27	Vezme první vodící kolejnici a namontuje ji	141	140	158	149	152	153	147	151	149	152
28	Vezme druhou vodící kolejnici a namontuje ji	111	127	124	114	113	122	117	112	119	121
29	Uchopí první vodící tyč a namontuje ji	122	129	135	131	124	123	117	124	127	120
30	Uchopí druhou vodící tyč a namontuje ji	91	82	83	71	79	87	81	85	84	79
31	Vezme první rameno a nasune ho na vodící tyč	40	43	40	46	49	48	45	49	43	47
32	Uchopí první postranní konzoly a namontuje ji	268	272	273	262	271	258	265	272	268	262
33	Vezme druhé rameno a nasune ho na vodící tyč	59	51	50	49	46	54	52	48	51	46
34	Uchopí druhou postranní konzoly a namontuje ji	257	259	249	240	254	257	262	257	246	251
	SOUČET (v sekundách)	4235	4222	4300	4274	4243	4316	4230	4230	4245	4227
	SOUČET (v minutách)	70,6	70,4	71,7	71,2	70,7	71,9	70,5	70,5	70,8	70,5

PŘÍLOHA P X: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVISTI Č. 2 POHONU DO-2010 – 1. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
1	Vezme maznici a namaže ramena	65	62	64	60	59	58	56	60	57	54
2	Vezme přípravek a namaže konce tyčí s ložisky	25	20	24	22	26	22	27	26	23	27
3	Uchopí jednu konzolku a namontuje ji na levé rameno	95	111	98	116	107	111	93	103	97	101
4	Uchopí druhou konzolku a namontuje ji na pravé rameno	79	72	81	70	76	91	75	72	87	84
5	Vezme řetězový unášec a namontuje ho	314	310	308	294	302	300	282	302	308	299
6	Uchopí stahovací pásky a vyváže rameno	264	269	273	265	265	296	257	283	253	271
7	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel na ramena	113	103	116	125	109	111	98	106	109	116
8	Vezme kabel a rozloží ho na celou délku pohonu	104	97	108	100	96	105	91	107	94	94
9	Uchopí stahovací pásky a vyváže konzoly	154	149	168	172	157	166	161	156	173	166
10	Vezme konektor na ramenech a zapojí ho	58	49	52	51	54	51	47	56	49	48
11	Uchopí stahovací pásky a vyváže držák řetězového unášeče	202	191	232	227	208	209	217	203	208	210
12	Uchopí kleště a odstříhne stahovací pásky	56	56	45	49	52	48	45	49	51	47
13	Vezme zemnicí šroub a namontuje jej	196	185	240	212	200	209	196	197	209	205
14	Uchopí hřídel a nasadí ji na pohon	63	56	71	77	67	72	57	64	61	58
15	Vezme šroubovák a přišroubuje hřídel	63	64	77	74	68	54	60	59	64	58
16	Příšroubuje střed hřídele	71	81	83	85	79	81	83	87	74	77
17	Vezme úhelník a změří rovinu hřídele	148	133	137	151	144	133	134	145	139	146
18	Uchopí klapku a namontuje ji na hřídel	187	189	178	187	179	185	174	179	183	173
19	Vezme vidlice a namontuje je na ramena	138	150	126	135	138	123	137	137	135	133
20	Nastaví vidlice	112	103	116	120	118	114	108	119	122	116

PŘÍLOHA P X: ČASY NÁMĚRŮ NA PRACOVIŠTI Č. 2 POHONU DO-2010 – 2. ČÁST

Pořadí	Název činnosti	Ranní směna					Odpolední směna				
		1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	6. náměr	7. náměr	8. náměr	9. náměr	10. náměr
21	Uchopí kabel na brzdě a zapojí ho	59	63	60	69	65	70	64	69	61	66
22	Vezme táhlo brzdy a namontuje ho	124	125	138	127	134	126	131	136	127	129
23	Nastaví táhlem vůli brzdy	43	50	55	58	53	41	49	44	51	47
24	Uchopí klíč a dotáhne matky	42	39	43	38	41	38	42	39	43	42
25	Uchopí motor a namontuje jej	172	165	161	166	152	164	149	153	161	162
26	Vezme ozubený řemen a nasadí ho	39	40	38	31	37	49	39	42	39	41
27	Nastaví průhyb řemenu	120	112	114	105	108	116	113	119	114	121
28	Uchopí kabeláž k motoru a zapojí ji	29	31	36	32	32	28	33	30	29	32
29	Zkontroluje vodičí tyče a ramena	9	10	7	13	10	12	9	10	9	11
30	Zkontroluje hladký chod pohyblivých částí	10	10	9	11	14	13	13	9	10	13
31	Zkontroluje vyvážání kabeláže	12	17	17	15	14	12	9	11	10	10
32	Zkontroluje povrchovou úpravu	8	7	6	7	7	5	8	7	9	7
33	Obecně zkontroluje	4	5	4	6	5	9	6	6	5	7
34	Vytiskne štítky	30	32	40	35	37	32	38	33	39	32
35	Nalepí štítky na pohon	286	308	304	292	295	297	298	285	301	286
36	Vezme řídicí jednotku a namontuje ji	206	173	178	203	187	203	183	189	195	192
37	Vezme šroubovák a přišroubuje zemnicí kabel k řídicí jednotce	57	53	60	58	56	52	58	59	53	56
	SOUČET (v sekundách)	3757	3690	3867	3858	3751	3806	3640	3751	3752	3737
	SOUČET (v minutách)	62,6	61,5	64,5	64,3	62,5	63,4	60,7	62,5	62,5	62,3

PŘÍLOHA P XI: ERGONOMICKÝ CHECKLIST

Hodnocení ergonomického rizika											
Krok 1	Typ práce: <u>Montáž pohonu</u> Pracoviště: <u>Linka B</u>										
Vstupní informace	Pracovní místo: <u>Pracoviště č. 2</u> Typ směnnosti: <u>Ranní</u> Datum: <u>1. 4. 2014</u>										
Krok 2	Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup		D. končetiny
Určení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh dané kategorie vyskytuje, ohodnoťte ji v krocích 3 a 4 body (každé zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť levé a pravé											
	Flexe ? 45° Ulnární deviace		Rotace předloktí		Zvednutá paže ? 45°		Předklon ? 30° Úklon		Flexe ? 20° Úklon		
	Extenze ? 45° Radiální deviace		Extenze		Zapažení Zvednutá ramena		Záklon Rotace ? 20°		Rotace Sed bez opory Extenze		
Krok 3	Poloha (1 bod)		X		X		X	X	X	X	Poloha (1 bod)
Zaškrtněte políčka, pokud se riziková poloha vyskytuje, popřípadě překračuje limity síly	Síla (1 bod)		Uchop "špetka", "tlak prsty" ? 1 Kg (10 N), nebo "silný stisk" ? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 1 Kg (10 N)	? 10 Kg (100 N)	Pedál ? 4,5 Kg (45 N)	Síla (1 bod)
Krok 4	Doba trvání (1 bod)	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 30% dne	Doba trvání (1 bod)
Zaškrtněte políčka, pokud jsou překročeny limity doby trvání a frekvence rizikové polohy	Frekvence (1 bod)	? 30/min.	? 30/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	Frekvence (1 bod)
Skóre	Součet bodů (1-4)	0	1	0	2	0	2	3	2	1	
Riziko	3-4 body: Vysoké 2 body: Střední 0-1 bod: Nizké	V S N N	V S N N	V S N N	V S N S	V S N N	V S N S	V S N V	V S N S	V S N N	