

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Ergonomická analýza pracovišť na montážní lince

Autor: **Bc. Martin Kába**  
Vedoucí práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval za podporu při vypracovávání mé diplomové práce svému vedoucímu práce, panu Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za ochotu a čas věnovaný konzultacím po celou dobu, co jsem vytvářel tuto práci. Dále bych chtěl poděkovat Bc. Tadeášovi Kalvasovi za pomoc s nakreslením 3D modelu montážní linky v programu Siemens NX 9.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Kába	Jméno Martin
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N2301 „Průmyslové inženýrství a management“	
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek
<b>PRACOVÍŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>DRUH PRÁCE</b>	DIPLOMOVÁ PRÁCE	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Ergonomická analýza pracovišť na montážní lince	

<b>FAKULTA</b>	Strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	108	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	62	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	46
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce je zaměřená na problematiku přetížení operátorů montážní linky. Mezi hlavní témata práce patří ergonomie, antropometrie a jednotlivé ergonomické metody. Cílem je navržení takových úprav pracovišť, aby došlo ke snížení námahy při práci. Dále je řešena racionalizace práce a změna samotných pracovních postupů. Podstatným přínosem je snížení svalového zatížení operátorů, přičemž při vhodné změně pracovního postupu dochází i ke zvýšení produktivity práce.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Ergonomie, normování, analýzy.

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Kába	Name Martin
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301 „Industrial Engineering and Management“	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	DIPLOMA SHEET	
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Ergonomic analysis of workplaces on assembly line	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	108	<b>TEXT PART</b>	62	<b>GRAPHICAL PART</b>	46
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The diploma sheet is focused on the issue of overloading operators in assembly line. The main topics include ergonomics, anthropometry, and various of ergonomic methods. The aim is to propose such modifications of workplaces, in order to reduce strain at work. Furthermore the work rationalisation is solved as well as changes in work instructions. Substantial benefit is a reduction in operators muscle load, while an appropriate change of the workflow leads to the productivity increase.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, standardization, analysis.

## Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>2</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>3</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>4</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
<b>1 ÚVOD DO ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....</b>	<b>6</b>
1.1 ERGONOMIE .....	6
1.1.1 Antropometrie.....	7
1.1.2 Parametry pracoviště .....	8
1.1.3 Ergonomické metody.....	8
1.2 RACIONALIZACE PRÁCE.....	18
1.2.1 REFA .....	18
1.2.2 MTM.....	21
<b>2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO SYSTÉMU .....</b>	<b>23</b>
2.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI .....	23
2.2 PŘEDSTAVENÍ LINKY NORDIC WALKING .....	23
<b>3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA VYBRANÝCH PRACOVIŠTÍCH .....</b>	<b>28</b>
3.1 VÝSLEDKY DOTAZNÍKU NQ.....	28
3.2 REFA NÁMĚRY.....	30
3.3 MTM-1 – SOUČASNÝ STAV .....	32
3.4 3D MODEL PRACOVIŠTĚ .....	35
3.5 RULA ANALÝZA – SOUČASNÝ STAV.....	37
3.5.1 Pracoviště 1 .....	37
3.5.2 Pracoviště 3 .....	39
3.6 NIOSH ANALÝZA .....	41
<b>4 NÁVRHY ŘEŠENÍ .....</b>	<b>45</b>
4.1 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ 1 .....	45
4.1.1 Nový pracovní postup.....	46
4.1.2 RULA analýza – navrhovaný stav .....	46
4.1.3 MTM-1 – navrhovaný stav .....	48
4.2 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ 2 A 3 .....	48
4.2.1 Nové pracovní postupy.....	50
4.2.2 RULA analýza – navrhovaný stav .....	51
4.2.3 MTM-1 – navrhovaný stav .....	53
4.3 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ 4 .....	54
4.3.1 Nový pracovní postup.....	54
4.3.2 MTM-1 – navrhovaný stav .....	55
4.4 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ 5 .....	56
4.4.1 Nový pracovní postup.....	56
<b>5 TECHNICKOEKONOMICKÉ ZHDNOCENÍ .....</b>	<b>57</b>
5.1 RACIONALIZAČNÍ NÁVRHY PRACOVIŠŤ.....	57
5.2 RULA ANALÝZA – SHRNUÍ OBOU STAVŮ.....	59
5.3 POROVNÁNÍ MTM-1 – SOUČASNÝ STAV S MTM-1 – NAVRHOVANÝ STAV .....	60
5.4 EKONOMICKÉ ZHDNOCENÍ .....	60
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>62</b>

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1-1 ČLOVĚK - STROJ - PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ [11] .....	6
OBRÁZEK 1-2 ANTROPOMETRIE [12].....	7
OBRÁZEK 1-3 DOTAZNÍK NORDIC QUESTIONNAIRE – 1. STRANA [6] .....	10
OBRÁZEK 1-4 HODNOCENÉ POLOHY V RÁMCI METODY RULA – RUCE [14] .....	12
OBRÁZEK 1-5 HODNOCENÉ POLOHY V RÁMCI METODY RULA – KRK, TRUP A NOHY [14] .....	13
OBRÁZEK 1-6 POSTUP PROVÁDĚNÍ HODNOCENÍ DLE METODY RULA [6] .....	14
OBRÁZEK 1-7 RULA - SKÓRE A [6].....	14
OBRÁZEK 1-8 RULA - SKÓRE B [6].....	15
OBRÁZEK 1-9 RULA - VÝSLEDNÉ SKÓRE [6].....	15
OBRÁZEK 1-10 PARAMETRY PRO NIOSH VÝPOČET [5] .....	16
OBRÁZEK 1-11 GRAFICKÉ PROSTŘEDÍ TECNOMATIX JACK.....	17
OBRÁZEK 1-12 MTM – ANALÝZA OPERAČNÍHO ÚSEKU .....	21
OBRÁZEK 1-13 MTM – SOUHRN OPERAČNÍCH ÚSEKŮ .....	22
OBRÁZEK 2-1 MONTÁŽNÍ LINKA .....	23
OBRÁZEK 2-2 MONTÁŽNÍ LINKA Z PŘEDNÍ ČÁSTI.....	24
OBRÁZEK 2-3 MONTÁŽNÍ LINKA ZE ZADNÍ ČÁSTI.....	24
OBRÁZEK 2-4 PRACOVNÍŠTĚ 1.....	25
OBRÁZEK 2-5 PRACOVNÍŠTĚ 2.....	25
OBRÁZEK 2-6 PRACOVNÍŠTĚ 3.....	26
OBRÁZEK 2-7 PRACOVNÍŠTĚ 4.....	26
OBRÁZEK 2-8 PRACOVNÍŠTĚ 5.....	27
OBRÁZEK 2-9 TROJDÍLNÁ HOLE.....	27
OBRÁZEK 3-1 STŮL S PŘÍPRAVKEM A CELÉ PRACOVNÍŠTĚ 2 .....	36
OBRÁZEK 3-2 MONTÁŽNÍ LINKA PRO TREKKING SPEED LOCK I A II .....	36
OBRÁZEK 3-3 RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1.....	37
OBRÁZEK 3-4 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1 .....	38
OBRÁZEK 3-5 VÝSLEDNÉ PARAMETRY PRO RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1 .....	38
OBRÁZEK 3-6 RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1.....	39
OBRÁZEK 3-7 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 3 .....	40
OBRÁZEK 3-8 VÝSTUPNÍ PARAMETRY PRO RULA SOUČASNÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 3.....	40
OBRÁZEK 3-9 ZNÁZORNĚNÍ POČÁTEČNÍ POZICE U STOLKU A KONCOVÉ POZICE PŘI POKLÁDÁNÍ KRABIC NA PALETU .....	41
OBRÁZEK 3-10 ZNÁZORNĚNÍ ZADANÝCH ROZMĚROVÝCH PARAMETRŮ .....	42
OBRÁZEK 3-11 ZNÁZORNĚNÍ ZADANÝCH FREKVENČNÍCH PARAMETRŮ .....	42
OBRÁZEK 3-12 ZNÁZORNĚNÍ ZADANÝCH ÚCHOPOVÝCH PARAMETRŮ A VÝSLEDKŮ PRO NEJNIŽŠÍ PATRO.....	43
OBRÁZEK 3-13 VÝSLEDKY PRO STŘEDNÍ PATRO .....	43
OBRÁZEK 3-14 VÝSLEDKY PRO NEJVYŠŠÍ PATRO.....	44
OBRÁZEK 4-1 PŘEUSPOŘÁDÁNÍ PRVNÍHO PRACOVNÍŠTĚ.....	45
OBRÁZEK 4-2 RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1 .....	46
OBRÁZEK 4-3 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1.....	47
OBRÁZEK 4-4 VÝSLEDNÉ PARAMETRY PRO RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 1.....	47
OBRÁZEK 4-5 PRÁCE VSEDĚ – KÓTY [4].....	48
OBRÁZEK 4-6 PRÁCE VSEDĚ – ROZMĚRY TĚLESNÝCH PARTIÍ [4] .....	49
OBRÁZEK 4-7 NAVRHOVANÉ ZMĚNY PRACOVNÍŠTĚ 2 A 3 .....	50
OBRÁZEK 4-8 RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 3 .....	51
OBRÁZEK 4-9 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 3.....	52
OBRÁZEK 4-10 VÝSLEDNÉ PARAMETRY PRO RULA NAVRHOVANÉHO STAVU NA PRACOVNÍŠTI 3.....	52
OBRÁZEK 4-11 ZMĚNA TOKU MATERIÁLU A VYLEPŠENÍ PŘÍPRAVKU NA PRACOVNÍŠTI 4 .....	54
OBRÁZEK 4-12 ZMĚNA USPOŘÁDÁNÍ PRACOVNÍŠTĚ 5 .....	56
OBRÁZEK 49 PŘEUSPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽNÍ LINKY DO TVARU PÍSMENA Z .....	57
OBRÁZEK 50 ZMĚNY NA PRACOVNÍŠTI 1 .....	58
OBRÁZEK 51 ZMĚNY NA PRACOVNÍŠTI 2 A 3 .....	58

## Seznam tabulek

TABULKA 1-1 DOTAZNÍK NORDIC QUESTIONNAIRE – 2. STRANA [6] .....	11
TABULKA 1-2 REFA FORMULÁŘ – LIST Č. 1 .....	19
TABULKA 1-3 REFA FORMULÁŘ – LIST Č. 2 .....	20
TABULKA 3-1 NQ - CHARAKTERISTIKA PRACOVNÍKA A PRACOVNÍ POLOHA .....	28
TABULKA 3-2 NQ - VZNIKAJÍCÍ BOLESTI PŘI PRÁCI .....	29
TABULKA 3-3 NQ - % VYJÁDŘENÍ VZNIKAJÍCÍCH BOLESTI PŘI PRÁCI .....	29
TABULKA 3-4 NQ - OBECNÉ INFORMACE O PRÁCI VE VÝROBĚ .....	30
TABULKA 3-5 REFA - PRŮMĚRNÉ ČASY CYKLŮ .....	32
TABULKA 3-6 MTM-1 - SOUČASNÝ STAV - ANALÝZA OPERAČNÍHO ÚSEKU 3 .....	33
TABULKA 3-7 MTM-1 – SOUČASNÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY ČTYŘ ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 1 .....	33
TABULKA 3-8 MTM-1 - SOUČASNÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY TŘECH ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 2 .....	34
TABULKA 3-9 MTM-1 - SOUČASNÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY TŘECH ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 3 .....	34
TABULKA 3-10 MTM-1 - SOUČASNÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY ČTYŘ ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 4 .....	34
TABULKA 3-11 MTM-1 - SOUČASNÝ STAV – SHRNUTÍ ČTYŘ PRACOVIŠŤ .....	35
TABULKA 3-12 POROVNÁNÍ REFA NÁMĚRŮ S MTM-1 – SOUČASNÝ STAV .....	35
TABULKA 4-1 MTM-1 - NAVRHOVANÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY ČTYŘ ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 1 .....	48
TABULKA 4-2 MTM-1 - NAVRHOVANÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY TŘECH ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 2 .....	53
TABULKA 4-3 MTM-1 - NAVRHOVANÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY TŘECH ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 3 .....	53
TABULKA 4-4 MTM-1 - NAVRHOVANÝ STAV - ČASOVÉ HODNOTY ČTYŘ ÚSEKŮ PRACOVIŠTĚ 4 .....	55
TABULKA 5-1 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....	59
TABULKA 5-2 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO STAVU .....	59
TABULKA 5-3 POROVNÁNÍ MTM-1 – SOUČASNÝ STAV S MTM-1 – NAVRHOVANÝ STAV .....	60



## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA č. 1 – REFA formuláře

PŘÍLOHA č. 2 – Analýza MTM-1 – současný stav

PŘÍLOHA č. 3 – Analýza MTM-1 – navrhovaný stav

## Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na ergonomii montážní linky v prostorách firmy NOVASPORT spol. s r.o., která realizuje výrobu lyžařských, turistických a vycházkových holí. Diplomová práce obsahuje vyhodnocené formuláře NORDIC QUESTIONNAIRE, normování vybraných pracovišť dle metodiky REFA a vyhodnocení pracovních úkonů dle metodiky MTM-1.

Hlavním cílem je zefektivnění montážní linky „Montážní linka pro Trekking Speed Lock I a II“. Byla zanalyzována jednotlivá pracoviště ve snaze nalézt kritická místa a navrhnout jejich zlepšení. Za tímto účelem již byla provedena pozorování ve výrobě a sběr potřebných dat, na základě kterých došlo k tvorbě 3D modelu zkoumané situace. Velice podstatnou částí jsou ergonomické analýzy RULA a NIOSH.

Očekávaným přínosem je zvýšení produktivity práce a snížení námahy pracovníků. Prováděné ergonomické analýzy jsou zaměřeny zejména na hodnocení pracovních poloh a manipulaci. Dále jsou vypracované nové pracovní postupy včetně vizualizace a standardizace na pracovištích.

# 1 Úvod do řešení problematiky

Práce na montážní lince má především manuální charakter při zapojení hlavně horních končetin. Využívají se různé přípravky, které pomáhají práci usnadnit nebo je bez nich práce přímo nemožná. Pracovní proces probíhá ve vysokém taktu, tudíž vzniká monotonie a jednostranné zatěžování. Je tedy potřeba se na jednotlivé pracovní pozice zaměřit zdali jsou z ergonomického hlediska ve stanovených limitech. Následující kapitoly obsahují obory, které se zabývají problematikou spojenou s manuálními pracemi a různé metody zabývající se řešením konkrétních problémů.

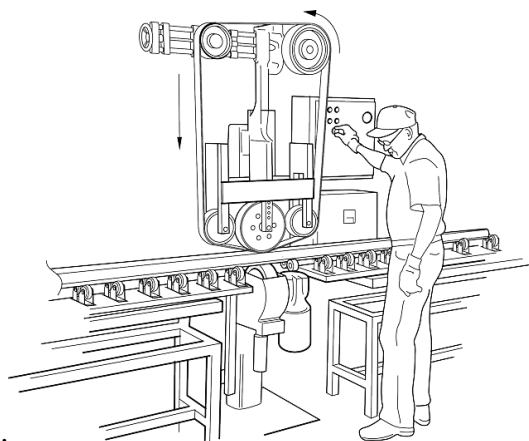
## 1.1 Ergonomie

Pojem ergonomie vznikl spojením dvou řeckých slov - ergon (práce) a nomos (zákon). Toto slovní spojení je překládáno do všech možných světových jazyků, avšak význam je naprosto totožný. Jedná se o snahu vytvoření syntézy vědních disciplín, které se zaměřují na fungování lidského organismu. V ergonomii jde především o přizpůsobování práce člověku tak, aby vykonávaná činnost byla pro lidský organismus co nejšetrnější. [2]

Historie ergonomie sahá až do dob vzniku samotných pracovních nástrojů. Už v této době se lidé snažili vyrobit nástroj tak, aby se zkrátka dobře držel. Díky postupné specializaci a dělbě práce, docházelo k postupnému vylepšování nástrojů, pracovních postupů či nahrazování práce člověka strojem. Když došlo k průmyslové revoluci, situace se začala razantně měnit. V těchto letech bylo zdraví pracovníků až na posledním místě. Ten kdo byl z práce tak unavený, že už odmítal pokračovat, byl jednoduše vyměněn někým dalším. Naštěstí toto je jen pouhá historie a v dnešní době je tomu právě naopak. Zdravotní stav pracovníků nabývá na důležitosti čím dál tím víc. Majitelé firem si uvědomují, že jedině zdravý a odpočínutý člověk dokáže podávat kvalitní pracovní výkony.

Velice často je s pojmem ergonomie spojován systém *člověk – stroj – pracovní prostředí*. V současnosti je kladen vysoký důraz na to, aby tyto tři aspekty byly v harmonii. Pro člověka by mělo být zajištěno kvalitní a bezpečné pracovní prostředí a stroje by měly být jednoduše obsluhovatelné.

Ve své diplomové práci se zaměřuji především na člověka a pracovní prostředí. Práce na montážní lince je poměrně specifická, protože každá pracovní pozice má daný pracovní postup a většinou není možnost, jak daný proces vykonávat jinak. Z tohoto důvodu je třeba se zaměřit na přípravky, které lidem na lince pomáhají, zdali jsou správně ergonomicky vyřešené a případně se snažit je vylepšit.



Obrázek 1-1 Člověk - stroj - pracovní prostředí [11]

### 1.1.1 Antropometrie

Je jednou ze základních výzkumných metod antropologie. Hlavní oblastí, kterou se antropometrie zabývá, je stanovení rozměrů a proporcí lidského těla. Tento obor je poměrně mladý, podobně jako je tomu u samotné ergonomie. Antropometrie hraje důležitou roli také v průmyslovém designu a architektuře.

K tomu, aby ergonom dokázal upravit pracoviště pro obsluhu více typů lidí, nestačí pouze hodnoty průměrného člověka. Potřebuje více dat o rozměrech lidského těla. Z tohoto důvodu vznikly antropometrické tabulky, které poskytují přehled o rozměrech jednotlivých částí lidského těla. V současné době jsou tyto tabulky už tak podrobné, že zahrnují informace o různých typech lidí, které se dělí dle národnosti, pohlaví a věku.

Neméně důležitou informací je průměrná váha člověka. Poslouží například pro projektování odpružených ploch pracovních sedaček. Velice často se s těmito hodnotami pracuje při navrhování nových sedaček do aut nebo bezpečnostních sedaček pro děti. Dnes už je technika tak daleko, že se využívají figuríny s tlakovými senzory, ze kterých se po testovacích jízdách sbírají a vyhodnocují data.

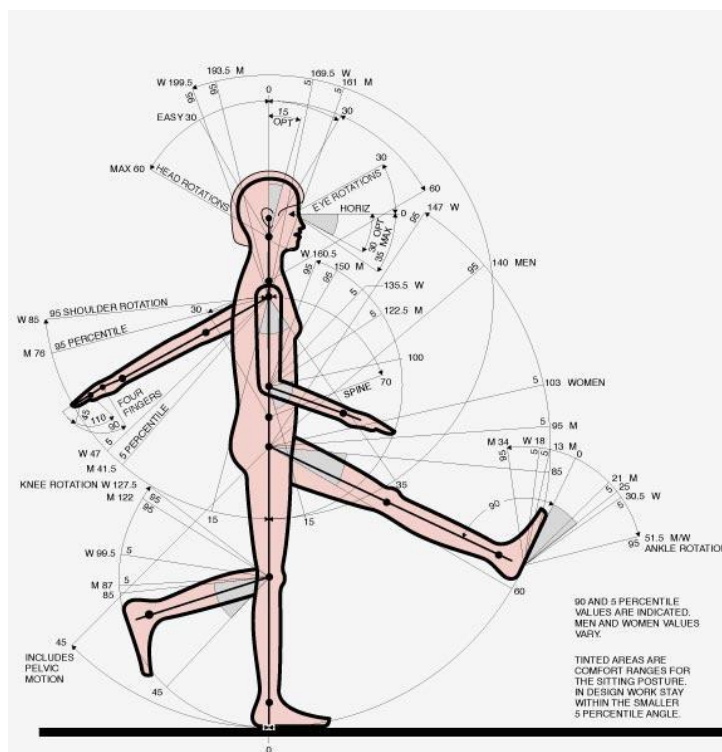
Při navrhování pracoviště je třeba se držet několika hlavních zásad. Musíme nejprve zjistit, pro které lidi pracoviště navrhujeme. Na základě toho určíme mezní rozměry pro nejmenšího a největšího pracovníka. Nesmíme zapomenout na zahrnutí rozměrů případných ochranných pomůcek či pracovních bot. Všechny tyto informace je možné čerpat z norem.

Příklady často používaných norem:

ČSN EN 614-1:2006 - Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady

ČSN EN 547-3:1998 - Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry - Část 3: Antropometrické údaje

ČSN EN ISO 7250:1998 - Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování [7]



Obrázek 1-2 Antropometrie [12]

### 1.1.2 Parametry pracoviště

Pracovní prostory musí ze zákona splňovat určité parametry. Prvním důležitým aspektem je vzdušný pracovní prostor. Každý zaměstnanec, který se trvale zdržuje na pracovišti, musí mít k dispozici vzdušný prostor o obsahu 20 m<sup>3</sup> při práci vykonávané vsedě, 25 m<sup>3</sup> při práci ve stoje a 30 m<sup>3</sup> při těžké tělesné práci. Dalším podstatným parametrem je velikost volné podlahové plochy. Na jednoho zaměstnance musí připadat nejméně 5 m<sup>2</sup> kromě zařízení a spojovací cesty. Světlá výška trvalých pracovišť musí být při ploše méně než 50 m<sup>2</sup> (např. kanceláře) nejméně 2,60 m a při ploše od 51 do 100 m<sup>2</sup> nejméně 2,70 m. [13]

Nedílnou součástí parametrů pracovišť je výška pracovní roviny. Zde dochází k nutnosti využití antropometrických tabulek, ve kterých jsou specifikované jednotlivé tělesné rozměry. Výška pracovního stolu či stroje musí odpovídat tělesným rozměrům zaměstnance, nejčastější pracovní poloze a hmotnostem předmětů, které jsou s daným typem práce spojeny. V moderních výrobních podnicích je vidět snaha o co největší možnou variabilitu pracovišť. Nejenom pracovní židle, ale i stoly bývají výškové nastavitelné tak, aby se daly přizpůsobit různým výškám jednotlivých pracovníků.

Charakter každého pracoviště předurčuje druh pracovních poloh. Pracovní polohy jsou z pohledu ergonomie jednou z nejsledovanějších oblastí, protože nevhodnou pracovní polohou lze způsobit vážné poškození zdraví. Polohy, ve kterých je vhodné vykonávat práci, se označují jako fyziologické. Naopak polohy nevhodné pro vykonávání práce se označují jako nefyziologické. Mezi nejčastější pracovní polohy patří práce vstoje a vsedě. Montážní linka, která je předmětem této diplomové práce, obnáší pět samostatných pracovišť. Na třech z nich práce probíhá vstoje a na dvou zbylých vsedě. Díky tomuto se zaměřuji na optimalizaci obou pracovních poloh.

### 1.1.3 Ergonomické metody

Mezi základní metody patří checklisty a dotazníky. Checklist je vhodný pro orientační hodnocení pracovního místa. Obvykle obsahuje řadu otázek, které po jejich vyhodnocení pomohou s definováním oblastí pracoviště, které je potřeba optimalizovat. Dotazníky fungují na podobném principu, většinou se zaměřením na určitou oblast. Výhodou dotazníku oproti checklistu je to, že dotazníky vyplňují samotní pracovníci. Díky tomuto lze získat informace, které nejsou na první pohled jasně vidět. Na druhou stranu je důležité, aby vyplňované informace byly pravdivé. Velmi známým dotazníkem je NORDIC QUESTIONNAIRE, který je zaměřen na analyzování podmínek na pracovišti. Dotazuje se přímo na výskyt těžkostí podpurně-pohybového systému zaměstnanců. V následujících kapitolách se tomuto dotazníku věnuji hlouběji, protože jsem ho použil a vyhodnotil přímo pro společnost NOVASPORT spol. s r.o.

Další metodou sloužící pro hodnocení pracovních poloh je RULA. Jak už název napovídá - Rapid Upper Limb Assessment, tato metoda je zaměřená na ergonomické analýzy horních končetin, krku a trupu. Výsledkem analýzy je skóre, které indikuje potřebu provedení změn na pracovišti. Naopak metoda NIOSH je zaměřená na analýzu zvedacích úkonů. Pro tuto metodu musí být splněny určité okrajové podmínky, o kterých se zmiňuji v následujících kapitolách. Výsledkem metody je doporučený hmotnostní limit, který by pracovníci při vykonávání daného úkonu v každém případě neměli překračovat.

Ergonomických metod existuje celá řada, avšak pro mou práci jsem si vybral:

1. Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE
2. Metodu RULA - hodnocení pracovní polohy a hodnocení vystavení pracovníků riziku poruch horních končetin.
3. Metodu NIOSH - manipulace s břemeny. Dle metodiky ČSN EN 1005-2 Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 2: Ruční obsluha strojního zařízení a jeho součástí.
4. Hodnocení pracovních poloh dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. stanovující podmínky ochrany zdraví při práci (a jeho aktualizace NV č. 68/2010 Sb.) potažmo dle Vyhlášky č. 432/2003 Sb. stanovující podmínky pro zařazování prací do kategorií. [1]

### 1.1.3.1 NORDIC QUESTIONNAIRE

Ve vyspělých zemích se uplatňování ergonomických programů považuje za nevyhnutelnou podmínku konkurenceschopnosti. Ve sledovaném podniku je snaha o podporu řešení a realizaci úprav pracovních podmínek tak, aby co nejlépe vyhovovaly zaměstnancům, právě díky jednotlivým ergonomickým programům. Hlavním cílem takových programů je pozitivní dopad na zdraví zaměstnanců.

Jedním z možných prvních kroků při analyzování podmínek na montážní lince, které ovlivňují pohodu pracovníka, je sběr informací od zaměstnanců společnosti. Tento sběr může být proveden například pomocí dotazníku NORDIC QUESTIONNAIRE zaměřeného na sledování výskytu těžkostí a nemocí podpůrně-pohybového systému (PPS) zaměstnanců. Tento dotazník je zcela anonymní a informace, které jsou pomocí tohoto dotazníku získány, jsou výhradním vlastnictvím společnosti a nemůžou být poskytnuty třetí osobě.

Na následující straně je zobrazen výše zmíněný dotazník viz Obrázek 1-4 a Tabulka 1-1, který se skládá ze dvou stran. Na první straně jsou informace o charakteru pracoviště, pracovníka a pracovní poloze. V tabulce ve spodní části dotazníku, tázaný hodnotí svoji zdravotní situaci. Na zadní straně dotazníku se hodnotí pomocí bodové stupnice od 0 - 10 faktory, které mohou způsobovat psychickou nebo fyzickou zátěž.

Je potřeba, aby odpovědi na jednotlivé otázky byly srozumitelné a hlavně pravdivé. Nepravdivé a nepřesné odpovědi mohou zkreslit výsledky a tím i snahu řešitele při přípravě návrhu na zlepšení pracovních podmínek ve firmě. Z tohoto důvodu je třeba, aby management firmy upozornil pracovníky na důležitost korektního vyplnění dotazníků.

V dotazníku se nachází tři typy otázek:

- Prvním typem jsou otázky, kde je nutno odpověď vypsát slovy.
- Druhým typem jsou otázky s odpověďmi „ANO“ nebo „NE“. Zde je potřebné dát do připravené kolonky křížek.
- Třetí typ otázek obsahuje škály bodů od 0 do 10, kde 0 znamená, že daná otázka se respondentem vůbec netýká a naopak 10 znamená pravý opak.

**NORDIC QUESTIONNAIRE**  
Ergonomická analýza podmínek na pracovištích

Podnik:

Číslo (Nevyplňovat):

Datum: (den, měsíc, rok):

Závod, středisko, provoz:

Nynější profese:

Kolik roků pracujete v nynějším zaměstnání? :

Jste vyučený v nynější profesi?  ANO  NE

Pracujete:  v normálním pracovním poměru

na zkrácený úvazek

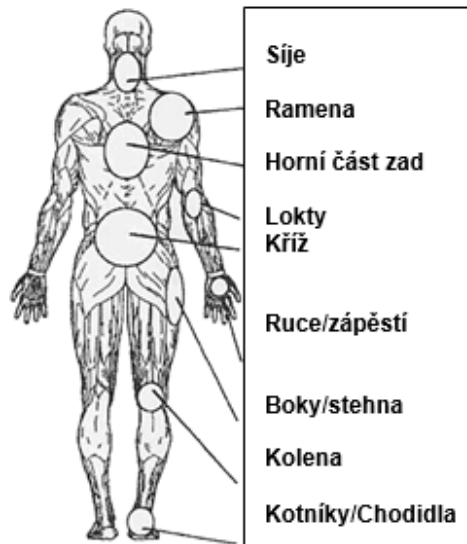
Váš věk (roky):

Vaše výška (cm):

Jste:  MUŽ  ŽENA

Jste:  PRAVÁK  LEVÁK

Převládající pracovní poloha  sezení  sezení a stání  stání



Tělesné části: Viz. obrázek	Pocíťoval(a) jste za posledních 12 měsíců při práci bolesti či tuhnutí v některé z těchto částí těla?	Navštívil(a) jste za posledních 12 měsíců pro tyto potíže lékaře, fyzioterapeuta či jiného zdrav. specialistu?
ŠIJE	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
HORNÍ ČÁST ZAD	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
DOLNÍ ČÁST ZAD, KŘÍŽ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RAMENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
LOKTY	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RUCE A ZÁPĚSTÍ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
BOKY A STEHNA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOLENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOTNÍKY A CHODIDLA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO

Obrázek 1-3 Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE – 1. strana [6]

V následujícím seznamu jsou uvedené situace, které při práci mohou přispívat k Vaším bolestem a problémům. Prosím, zakroužkujte v každém řádku číslici podle toho, do jaké míry pociťujete danou situaci (resp. faktor) jako zatěžující.

Otázka		Žádná zátěž			Menší zátěž			Střední zátěž			Velká zátěž		
1.	Vykonávání stále stejných pracovních operací	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2.	Spěchání při vykonávání některých pracovních operací (zdvihání, přemísťování břemen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3.	Manipulace s drobnými předměty, součástkami	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.	Nedostatečné přestávky na oddech během pracovní směny	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.	Práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6.	Dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách (stání, naklánění, klek apod.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7.	Práce ve vynuceném předklonu, při náklonech a vytáčení trupu do stran	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8.	Práce na hranici fyzických možností	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
9.	Práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10.	Přílišné teplo, chlad, vlhkost, hluk nebo průvan (problémový parametr podtrhněte)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11.	Nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře nebo po poranění	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12.	Zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13.	Přesčasy, nepravidelné směny nebo dlouhá pracovní doba	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
14.	Nedostatečná kvalita pracovních nástrojů (hmotnost, vibrace)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
15.	Nedostatečný zácvik a školení ke správnému vykonávání práce	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	










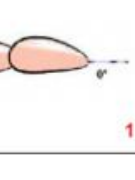
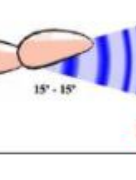
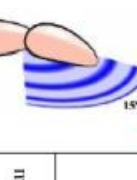
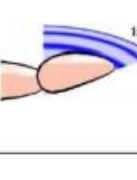
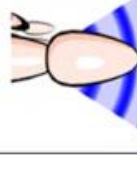


Tabulka 1-1 Dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE – 2. strana [6]



### 1.1.3.2 RULA

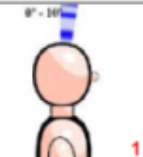
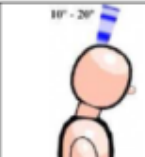

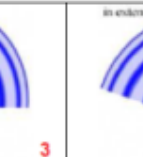



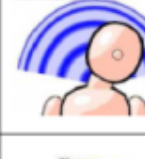






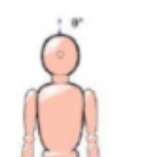



Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) byla vytvořena na univerzitě v Nottinghamu v roce 1993. Tato metoda patří do skupiny metod sloužících pro hodnocení ergonomických rizik při pracovních postojích a manipulaci s břemeny. Metoda je celosvětově známa a uznávána a používá se především pro hodnocení poškození horních končetin vznikajících v souvislosti s pracovními činnostmi. Výsledkem analýzy je vypočítané bodové ohodnocení, které indikuje rizikovost procesu. V rámci této metody se hodnotí polohy horních končetin (nadloktí, předloktí, zápěstí), krku, trupu a nohou. Každé této části těla je přiřazeno určité bodové hodnocení, které vychází z absolutní polohy hodnocené úhlovými rozsahy jednotlivých tělesných partií a již poukazuje na celkovou rizikovost.

Níže lze vidět přiřazování bodů jednotlivým polohám pravé ruky, princip je úplně stejný i pro levou ruku. U nadloktí hraje největší roli úhel, ve kterém se paže nachází při vykonávání pracovního procesu. Například, když je úhel  $\geq 90^\circ$  tak tato poloha získává rovnou 4 body, protože je nefyziologická. V případě, že je paže podepřena, odečítá se od bodového hodnocení 1 bod. U předloktí je princip podobný, ale zde se ještě rozlišuje, jestli pohyb neprobíhá přes střednici těla nebo na stranu. U zápěstí je podstatné, v jakém se nachází úhlu a jestli je vytočeno mimo střednici. Na závěr je třeba konkretizovat, o jaký typ zátěže se jedná a s jakou intenzitou je práce vykonávána. Bodové ohodnocení podle typu zátěže se nachází v pravém dolním rohu, viz Obrázek 1-4.

Pravá strana:						
Pravé nadloktí						<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <b>1</b> <input type="checkbox"/> HK v abdukci <b>1</b> <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže <b>-1</b>
Pravé předloktí						<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu <b>1</b>
Pravé zápěstí						<input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici <b>1</b>
Pravé zápěstí otočené			<b>Síla &amp; Zátěž pro pravou ruku</b> <b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <b>0</b> <input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly <b>1</b> <input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž + 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla + 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <b>2</b> <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž + 10 kg opakovaná zátěž nebo síla + náraz nebo prudké zvyšování síly <b>3</b>			
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. <b>1</b>					

Obrázek 1-4 Hodnocené polohy v rámci metody RULA – ruce [14]

Pod tímto odstavcem se nachází bodové ohodnocení jednotlivých poloh pro krk, trup a dolní končetiny viz Obrázek 1-5. U krku rozhoduje úhel natočení, předklonu a úklonu. Nejrizikovější polohou je zaklánění hlavy směrem dozadu. Pro trup platí stejný princip hodnocení. U dolních končetin rozhoduje, zdali jsou obě dobře podepřené nebo naopak. Bodové ohodnocení podle typu zátěže se opět nachází v pravém dolním rohu.

Krk	 1	 2	 3	 4	
Otočený krk	 0°	 1			
Krk nakloněný na stranu	 0°	 1			
Trup	 1	 2	 3	 4	
Trup otočený	 0°	 1			
Trup nakloněn na stranu	 0°	 1			
Dolní končetiny	 1	DK a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrně vyvážené poloze. 1	 2	DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené. 2	
Síla & Zátěž pro krk, trup a dolní končetiny	VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ: <input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly 0 <input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly 1 <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž + 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla + 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly 2 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž + 10 kg opakovaná zátěž nebo síla + náraz nebo prudké zvyšování síly 3				
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. 1				

Obrázek 1-5 Hodnocené polohy v rámci metody RULA – krk, trup a nohy [14]

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn postup provádění hodnocení dle metody RULA. Ze začátku je velmi důležité prozkoumání jednotlivých momentů v rámci pracovního cyklu, aby došlo k výběru pracovního postroje, který se bude následně hodnotit. Následující postup popisují níže.



Obrázek 1-6 Postup provádění hodnocení dle metody RULA [6]

Dle níže uvedené tabulky viz Obrázek 1-7 se stanovuje skóre A, kde postupným maticovým vyhledáváním konkrétní polohy ruky dojdeme k výsledku. K tomuto skóre ještě přičteme svalové skóre a silové a zátěžové skóre. Výsledkem je pro tuto chvíli skóre C.

		zápěstí							
		1		2		3		4	
		základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení
paže	předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Obrázek 1-7 RULA - Skóre A [6]

V tabulce viz Obrázek 1-8 se nachází stanovení skóre B, ke kterému opět přičítáme svalové skóre a silové a zátěžové skóre. Výsledkem je skóre D.

trup													
		1		2		3		4		5		6	
		nohy		nohy		nohy		nohy		nohy		nohy	
krk		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Obrázek 1-8 RULA - Skóre B [6]

V poslední tabulce viz Obrázek 1-9 se nachází výsledné celkové skóre. Skóre C + skóre D = celkové skóre. Zde platí pravidlo, že vyšší hodnoty než 9 se neočekávají a v případě jejich výskytu by pracovní poloha byla automaticky zařazena do 4. kategorie.

celkové skóre										
		Skóre D								
Skóre C		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1	2	3	3	4	5	5	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6	6	6
4		3	3	3	4	5	6	6	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7	7	7
8		5	5	6	7	7	7	7	7	7
9		5	5	6	7	7	7	7	7	7

Obrázek 1-9 RULA - Výsledné skóre [6]

Toto celkové skóre se v závěru začlení do jedné ze 4 kategorií rizikovosti:

1. kategorie = skóre 1-2 (zelená barva) → Přijatelná práce, není potřeba změn.
2. kategorie = skóre 3-4 (žlutá barva) → Lehce riziková práce, je možné provádět změny.
3. kategorie = skóre 5-6 (červená/oranžová barva) → Riziková práce, je žádoucí provádět změny a zlepšení.
4. kategorie = skóre 7 (červená barva) → Extrémně riziková práce, urgentní požadavky na změny. [3]

### 1.1.3.3 NIOSH

NIOSH je zkratka z anglického National Institute for Occupational Safety and Health. Tento institut vyvinul v roce 1981 metodu pro analýzu zvedacích úkonů. V roce 1991 došlo k jejímu přepracování (rozšíření postupu). Metoda je založena na kombinaci epidemiologických, biomechanických, fyziologických a psychologických výzkumů.

Studie prokázaly, že tlaková síla v páteři má významný vliv na bolesti bederní páteře může docházet k poraněním zad. Z tohoto důvodu byl vytvořen geometrický model trupu, na kterém se prováděli různé typy zatížení, pohybů a zkoumala se reakční síla svalů, která je nutná pro stabilizaci páteře při zatížení.

Metoda NIOSH může být použita pouze za předpokladu, že nedochází k žádnému trhavému zdvihání, musí pracovat obě ruce najednou, postoj nesmí být nijak omezen a také musí být splněny dobré podmínky pro přenos síly (úchopové vlastnosti, kvalitní podlaha).

Výsledkem metody je tzv. doporučený hmotnostní limit (RWL) vypočtený násobením hmotnostní konstanty (23 kg) různými koeficienty. RWL představuje maximální hmotnost břemene, které může být zvedáno nebo pokládáno minimálně 75 % ženských pracovníků a až 99 % mužských pracovníků. NIOSH kalkulace rovněž určuje míru relativního fyzického stresu nazývaného zvedací index (LI), který je poměrem mezi zdvihanou hmotností (L) a RWL.

$$RWL [kg] = LC * HM * VM * DM * AM * CM * FM \quad (1.1)$$

$$LI = \frac{L [kg]}{RWL [kg]} \quad (1.2)$$

LC ... hmotnostní konstanta (LC = 23 kg)

HM ... horizontální multiplikátor – zohledňuje vzdálenost břemene od těla.

VM ... vertikální multiplikátor – zohledňuje výšku od země, ve které dochází k úchopu a položení břemene.

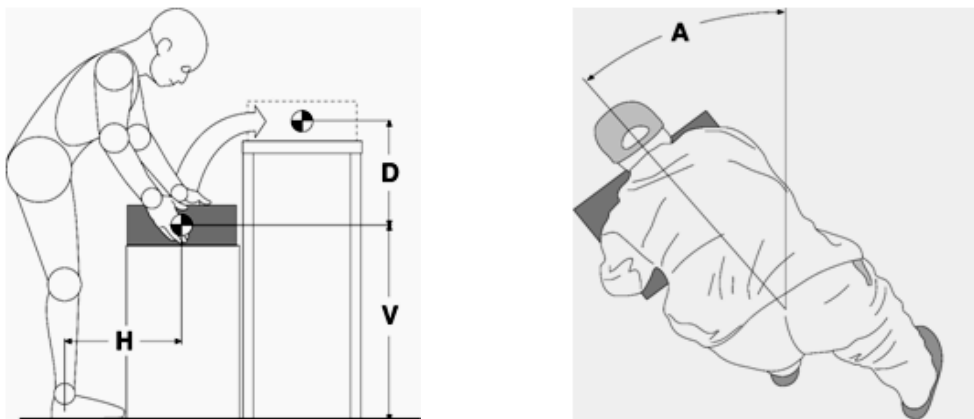
DM ... vzdálenostní multiplikátor – zohledňuje výšku probíhající manipulace.

AM ... asymetrický multiplikátor – zohledňuje úhel natočení od sagitální roviny (rovina rovnoběžná s rovinou mediální) při zvedání břemene.

CM ... multiplikátor spojení – popisuje úchopové podmínky břemene.

FM ... frekvenční multiplikátor – zohledňuje četnost zdvihacích úkonů v rámci jedné minuty.

[5]



Obrázek 1-10 Parametry pro NIOSH výpočet [5]

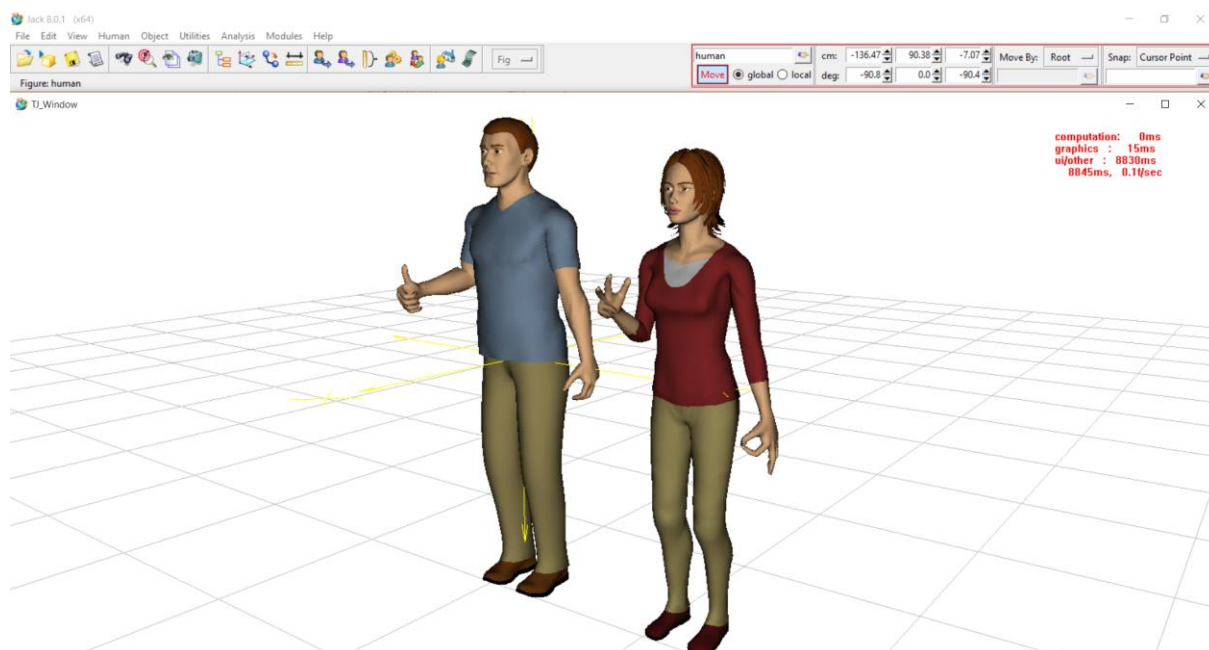
#### 1.1.3.4 Jack

Vývoj informačních technologií je velice dynamický. Jinak tomu není ani u softwarového vybavení. U softwarových nástrojů podporujících ergonomické studie se s aktualizacemi sice nesetkáváme tak často, jako je tomu například u antivirových programů, ale minimálně několikrát do roka se aktualizace dostávají.

V současné době jsou na trhu dvě velké firmy, které nabízejí komplexní softwarové nástroje podporující ergonomické studie. Jsou to firmy Dassault Systèmes a jejich produkt Delmia s modulem V5 Human a Siemens, který nabízí produkt Tecnomatix s modulem Jack. Francouzská společnost Dassault Systèmes i německý Siemens jsou nadnárodními společnostmi velice úzce spojenými s automobilovým a leteckým průmyslem.

Uplatnění těchto softwarů je možné i v podnicích, které jsou zaměřené na výrobu spotřebního zboží. Pro svou diplomovou práci jsem si vybral produkt Tecnomatix Jack, ve kterém zaměřuji na ergonomické analýzy RULA a NIOSH. Z mého pohledu je Tecnomatix Jack softwarově propracovanější a každopádně lépe graficky zpracovaný než produkt Delmia V5 Human.

V Jackovi lze vytvořit postavu muže i ženy s libovolnými rozměry a proporcemi. Muži se v tomto produktu označují jako Jack a ženy jako Jill. Jejich podoba je podstatně blíže realitě oproti modulu V5 Human. Lze manipulovat s jednotlivými segmenty, které jsou spojeny pomocí kloubů. Software využívá inverzní kinematiku a při pohybování s jedním segmentem automaticky určí polohu ostatních segmentů. Pro ulehčení namodelování pracovní polohy lze vybrat z knihovny jednu z 30 základních poloh. Je možné virtuálního člověka spojit i s ostatními prvky virtuálního prostředí. Lze například spojit ruku virtuálního člověka s bedýnkou a sledovat jeho změnu polohy při pokládání na zem. Jednou z nejpodstatnějších funkcí Tecnomatix Jack je tvorba analýz. Po zadání požadovaných parametrů dojde k automatickému vyhodnocení dané pracovní polohy.



Obrázek 1-11 Grafické prostředí Tecnomatix Jack

## 1.2 Racionalizace práce

Časová racionalizace se zabývá pracovním výkonem, což je odvedené množství práce za určité časové období. Sledují se nejčastěji pracovníci ve výrobě, ale i v administrativě. Pracovní výkon záleží na vybavení pracoviště, pracovním prostředí, kvalifikaci a zdravotním stavu pracovníka. Rozlišujeme posuzování výkonu s ohledem na intenzitu práce a s ohledem na účinnost, záleží na typu pracovního procesu. Předpokladem pro stanovení norem je standardizovaný pracovní postup. Metodik zabývajících se normováním práce existuje celá řada. Ve své diplomové práci jsem se zaměřil na dvě metodiky – REFA a MTM-1.

### 1.2.1 REFA

Metodika REFA spočívá v detailním popsání dané pracovní operace, zjištění informací o zaměstnanci a samotném pracovišti. Všechny tyto informace se nacházejí na prvním listu REFA formuláře. Na druhém listu se nachází samotné časové náměry, jednotlivé výrobní cykly. Aby bylo pozorování objektivní, je třeba provést více časových náměrů. Ideální počet změřených cyklů je 20, ze kterých se následně určí průměr a případně lze vypočítat čas na jeden kus neboli výrobní takt.

Na následujících dvou stranách se nachází samotný REFA formulář. Na prvním listu viz Tabulka 1-2 se nachází spousta informací potřebných pro vyplnění. V horní části jsou obecná pole typu – číslo zakázky, oddělení, datum nebo začátek měření. Pod těmito poli je vytvořené větší pole pro vložení fotky měřeného pracoviště. Napravo do tohoto pole se nachází oblast skladby času na jednotku, která obnáší – základní čas  $t_g$ , čas na oddech  $t_{er}$ , poměrný čas  $t_v$  a ostatní přírážky. Výpočet času na jednotku je následující:

$$t_e = t_g + t_{er} + t_v \quad (1.3)$$

Následující velice podstatná část je pracovní postup a pracovní metoda. Často se ve firmách stává, že s daty získanými měřením se začne pracovat až později. Proto je nutné, aby pracovní postup byl kvalitně popsán pro připomenutí, zdali v den měření se neodehrávalo cokoli nestandardního. Dále se musí vyplnit údaje o předmětu práce, člověku a provozním prostředí. Ve spodní části formuláře je prostor pro poznámky a pole pro uvedení jména pozorovatele.

Na druhém listu viz Tabulka 1-3 se vyplňují hodnoty náměrů. Hlavička obsahuje charakteristické údaje sledovaného pracoviště. Podstatné jsou sloupce, ve kterých se vždy krátce popíše pracoviště a musí se určit mezní body pro měření. Vždy je nutné určit takový mezní bod měření, který je jasně identifikovatelný. Je tím myšleno například - stisknutí tlačítka na stroji, sešlápnutí nožního ovladače, uchopení materiálu atd.

V případě, že je pracovní operace krátká (do 10 sekund), měří se pouze cyklus a operace se nerozkládá na více úseků. Naopak, když pracovní operace trvá například 60 sekund, je třeba operaci rozložit do několika úseků. Každý úsek má svůj sloupec a o celkovém počtu úseků rozhoduje pozorovatel. Platí zde pravidlo, že ukončující mezní bod první úseku je automaticky počáteční mezní bod dalšího úseku tak, aby byl cyklus kontinuální. Pro každý úsek jsou k dispozici 4 sloupce – čas, počet, Lg a OK. Čas znamená dobu trvání úseku, počet znamená celkový počet vyráběných kusů výrobku v tomto úseku a Lg obnáší přidělení % výkonnosti pozorovanému pracovníkovi (80%, 90%, 100%, 110% nebo 120%). Pro určení této hodnoty je potřebný zkušený pozorovatel. Posledním sloupcem je OK, což je přepočtení sloupce čas v závislosti na sloupci Lg. [9]

REFA - formulář časového snímku												Schránka č.			
												List č: z listu			
Pracovní úkol:															
Zakázka č.				Množství m pracovní zakázky				Oddělení				Nákladové středisko			
Datum časového snímku				začátek		čas Množství		konec		čas Množství		Doba trvání			
								Skladba času na jednotku				Čas v minutách		Původ	
								Základní čas $t_g$							
								Čas na oddech $t_{er}$ $Z_{er} = \%$							
								Poměrný čas $t_v$ $Z_v = \%$							
								Ostatní přírážky							
								Čas na jednotku $t_{e1}$							
								$T_{e1} / t_{e100} / t_{e1000}$ v min/h							
								Přípravný čas $t_r$ v min/h							
Pracovní postup a pracovní metoda:															
Předmět práce (výstup)	Označení			Materiál			Stav na vstupu			Vykres č.		Materiál č.		Rozměry, hmotnosti	
Člověk	Jméno			Osobní číslo			muž	žena	věk		Doba provádění				
											Podobných úkolů		Zkoumaného úkolu		
Provozní prostředek	Označení, typ			Počet		Číslo p. p.			Technické údaje, stav						
Vlivy okolí										Odměňování					
Poznámky:															
Jakost výsledku práce															
Zpracoval				Přezkoušel				Platnost od				do			

Tabulka 1-2 REFA formulář – list č. 1



Formulář pro výběrovou chronometráž																NOVASPORT spol. s r.o.			
datum:												list č.							
jméno pozorovatele:												Z <sub>v</sub>							
celkový popis činnosti:												Z <sub>er</sub>							
výrobek, zakázka:												směna							
pracoviště (popis)				pracoviště (popis)				pracoviště (popis)				pracoviště (popis)							
MB začátek				MB začátek				MB začátek				MB začátek							
MB konec				MB konec				MB konec				MB konec							
čas	Poč.	Lg	OK	čas	Poč.	Lg	OK	čas	Poč.	Lg	OK	čas	Poč.	Lg	OK				
1				1				1				1							
2				2				2				2							
3				3				3				3							
4				4				4				4							
5				5				5				5							
6				6				6				6							
7				7				7				7							
8				8				8				8							
9				9				9				9							
10				10				10				10							
11				11				11				11							
12				12				12				12							
13				13				13				13							
14				14				14				14							
15				15				15				15							
16				16				16				16							
17				17				17				17							
18				18				18				18							
19				19				19				19							
20				20				20				20							
t <sub>g</sub>				t <sub>g</sub>				t <sub>g</sub>				t <sub>g</sub>							
t <sub>e</sub>				t <sub>e</sub>				t <sub>e</sub>				t <sub>e</sub>							

Tabulka 1-3 REFA formulář – list č. 2

## 1.2.2 MTM

Metodika MTM (Methods Time Measurement) spočívá v detailním rozboru jednotlivých pohybů nutných pro vykonání dané operace. Jednotlivé pohyby mají stanovené přesné časy (na základě délky pohybu, náročnosti úchopu, hmotnosti břemene atd.), které se nacházejí ve speciální MTM tabulce.

Každá pracovní operace se rozloží do jednotlivých uskutečněných pohybů. Každému z těchto pohybů se přiřazuje předem určená časová hodnota na základě vzdálenosti pohybu, typu uchopovaného předmětu, hmotnosti předmětu, náročnosti provedené úkonu a dalších faktorů. Jednou z největších výhod této metodiky je možnost zjištění normovaných časů již během plánování. V podstatě lze stanovit normu na základě znalosti délky pohybů a charakterizace pracovního předmětu na pracovišti. Nevýhodou je, že MTM analýzu není možné použít na hodnocení chodu stroje. Všechny časové hodnoty reprezentují 100% výkonnostní stupeň. [10]

Časovou jednotkou je TMU (Time Measurement Unit). Vznik této jednotky je zapříčiněn skutečností, že časové hodnoty pohybů jsou velmi malé a byly by prakticky neměřitelné klasickými časovými jednotkami. 1 TMU = 0,036 sek. Metodika MTM se dělí do třech stupňů na základě detailnosti rozboru práce. MTM-1 je vhodná pro rozbor operací trvajících do jedné minuty, MTM-2 pro rozbor operací trvajících od půl minuty až po tři minuty a MTM-3 pro tři až třicet minut.

V následující tabulce viz Obrázek 1-12 se nachází list analýzy operačního úseku. Každý dílčí úsek pracovní operace obnáší jeden list v souboru, ve kterém se vyplňuje název, začátek a konec operačního úseku. Spodní část listu je určena pro samotný rozbor pohybů. Uprostřed je sloupec TMU, který obsahuje přesnou hodnotu dle daného pohybu, která je určena pomocí speciální MTM tabulky. Nalevo nebo napravo od sloupce TMU se vyplňují zkratky pohybů a jejich bližší popis podle toho, jakou rukou je proces vykonáván. V případě, že proces je vykonáván oběma rukama, vyplňují se obě strany.

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	pro střední díly		R60C	22,3			
			G1C1	7,3			
			M60C	25,2			
	první spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
			M30C	15,1			
	druhé spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
					SSC2		útok stranou
				<b>142,9</b>	TMU		
				5,14	sec.		

Obrázek 1-12 MTM – analýza operačního úseku

V níže uvedené tabulce viz Obrázek 1-13 se nachází list souhrnu operačních úseků. Na tomto listu se scházejí všechny operační úseky ze všech dalších listů souboru. Vyplňuje se zde název, začátek a konec celé operace. Začátek celé operace musí odpovídat začátku z prvního listu pracovního úseku a konec celé operace musí odpovídat konci z posledního listu pracovního úseku. Pod těmito informacemi je vytvořena oblast pro shrnutí výsledných časů ze všech pracovních úseků, které jsou následně sečteny a přečteny na jednotky v sekundách. K tomuto výslednému času se ještě připočítává specifická časová přírážka, která je určena vyhodnocovatelem MTM analýzy.

Na příkladu je vidět specifická přírážka 8 % což znamená, že pracovník má 8 % z celkového pracovního času na osobní potřeby a vedlejší činnosti, které nejsou v pravidelném cyklu. Tím je myšleno například občasně seřízení stroje, promazání, čtení dokumentace nebo hledání nástrojů atd. Do této přírážky se nezapočítává čas na oběd a přestávky. Příklad výpočtu je následující:

$$8 \text{ h} \times 60 \text{ min} = 480 \text{ min}$$

$$480 \text{ min} - 30 \text{ min} = 450 \text{ min}$$

$$450 \text{ min} \times 0,08 = 36 \text{ min}$$

Dle výše uvedeného výpočtu vychází, že pracovník má během osmihodinové pracovní směny celkem 36 minut na osobní potřeby a vedlejší činnosti. Určení specifické přírážky záleží především na charakteru výrobního procesu, okolních podmínkách a zkušenostech vyhodnocovatele.

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Nasazení 2 talířků		269,1	0,5	134,55
2	Nasazení 2 středních dílů		142,9	0,5	71,45
3	Nasazení horních 2 dílů		207	0,5	103,5
4	Odložení hůlek na dopr. pás		56	0,5	28
Základní čas v TMU					337,5
Základní čas v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec					12,15
Podnikové specifické přírážky					
Např.: Rozvržené časy t <sub>v</sub> <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec z <sub>v</sub> = 8%					0,97
Čas na jednotku t <sub>e</sub> v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec když e = 1					13,12
Prováděcí čas t <sub>v</sub> v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec když m =					
Čas seřízení (přípravy) t <sub>v</sub> <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					
Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					

Obrázek 1-13 MTM – souhrn operačních úseků

## 2 Charakteristika výrobního systému

Výrobní proces lyžařských holí probíhá v několika krocích. Vstupním materiálem jsou hliníkové trubky nebo trubky vyráběné z kompozitních materiálů. Trubky projdou speciální povrchovou úpravou, jako je například moření do lázně a dalšími tvarovými úpravami. Následně se nanáší několik vrstev barev patentovaným způsobem, aby nedocházelo k oděru barvy při používání holí. Na závěr výrobního procesu probíhají montážní práce, kde dochází ke kompletaci talířků, držadel a dalších komponent dle vyráběného typu s předem opracovanými trubkami.

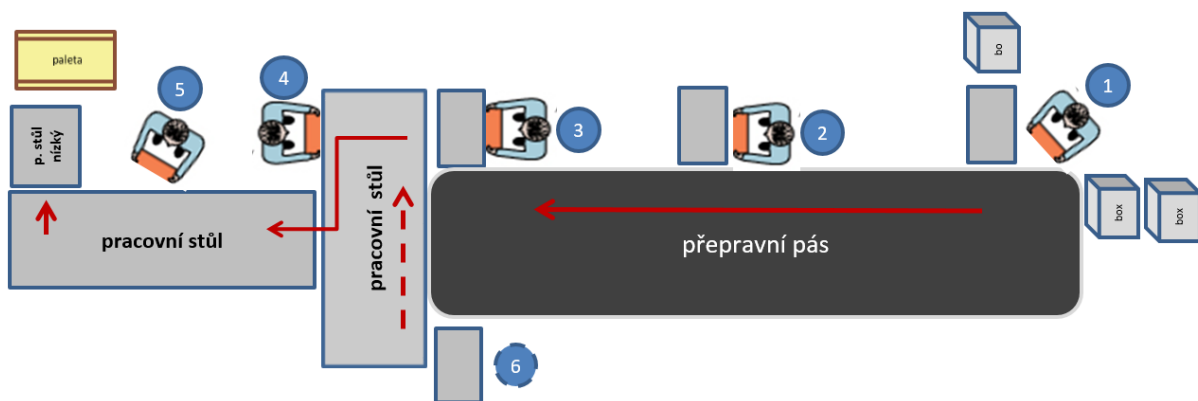
### 2.1 Představení společnosti

Firma NOVASPORT, spol. s r.o., je výrobcem světoznámých lyžařských, turistických a trekkingových holí značky LEKI se sídlem v Tachově. Tato značka patří do světové špičky v oblasti sjezdových, běžeckých, trekových holí, holí pro nordic walking a sportovních rukavic. V současné době nabízí i rozkládací sedačky určené pro turistiku. Založení firmy NOVASPORT, spol. s r.o. je datováno k 16. listopadu 1992 se sídlem v Mariánských Lázních. Dne 5. prosince 1994 proběhlo přemístění do Částkova a 11. dubna 2000 do Tachova – Vítkova, kde firma sídlí dodnes. Firma je velice citlivá na osobní data a odmítla poskytnutí detailnějších informací.

Jak již bylo zmíněno výše, firma vyrábí hole značky LEKI. Ta byla založena roku 1948 Karlem Lenhartem, který byl v té době nespokojen s kvalitou dostupných lyžařských holí. Měl zkušenosti s obráběcími stroji a se zpracováním hliníku a kompozitních materiálů, proto již v 60. letech začala sériová výroba lyžařských holí. Značka LEKI vznikla spojením dvou prvních písmen jména majitele a sídla firmy – Lenhart a Kirchheim.

### 2.2 Představení linky Nordic walking

Montážní linka se skládá ze šesti samostatných pracovišť, kde je mezi pracovišti 1 – 3 zajištěna doprava vznikajícího výrobku pomocí dopravníkového pásu. Na této lince probíhá montáž dvoudílných nebo trojdílných holí. Na níže uvedeném layoutu viz Obrázek 2-1 je zachyceno aktuální rozmístění pracovišť montážní linky.



Obrázek 2-1 Montážní linka

Na následujících dvou fotografiích viz Obrázek 2-2 a Obrázek 2-3 je vyobrazena realita montážní linky. Na první fotografii lze vidět pohled z přední části linky. Na pravé straně této fotografie se nachází pracoviště 1, kde se kompletuje trojdílná hole a odkládá se na dopravníkový pás. Na druhé fotografii lze vidět pohled z druhé strany linky, tudíž je zachycen aktuální stav pracoviště 6, kde probíhá finální balení hotových výrobků do krabic.



Obrázek 2-2 Montážní linka z přední části



Obrázek 2-3 Montážní linka ze zadní části

### Pracoviště 1

Na prvním pracovišti probíhá kompletace OT + MT + UT. Pracovní postup probíhá tak, že z připravených boxů vyjme operátorka montážní linky jednotlivé díly a začne je spojovat. Pravou rukou uchopí UT a pomocí přípravku sloužícího pro umístění a zajištění polohy spodního dílu na něj nasadí talířek. Dále na UT nasadí levou rukou MT a poté OT. Na závěr odloží zkompletovanou trojdílnou holi na dopravníkový pás, kde výrobek pokračuje na pracoviště 2. Na následující fotografii viz Obrázek 2-4 je zachycen aktuální stav pracoviště 1.



Obrázek 2-4 Pracoviště 1

### Pracoviště 2

Na druhém pracovišti probíhá sestavování jednoho ze dvou povolovacích systémů SL. Pracovní postup je následující. Operátorka montážní linky uchopí holi z pásu a přemístí si jí před sebe do určeného přípravku určeného pro zajištění polohy hole. Sestaví a smontuje systém SL pro MT + OT, poté holi odloží na dopravníkový pás, kde výrobek pokračuje na pracoviště 3. Na následující fotografii viz Obrázek 2-5 je zachycen aktuální stav pracoviště 2.



Obrázek 2-5 Pracoviště 2

### Pracoviště 3

Na třetím pracovišti probíhá kompletace druhého povolovacího systému SL. Pracovní postup je obdobný jako na pracovišti 2 s tím rozdílem, že operátorka montážní linky smontuje systém SL pro OT + MT. Hole odkládá před sebe na pracovní stůl určený pro pracoviště 4 a rozdělují je podle toho, jestli jsou levé nebo pravé. Na následující fotografii viz Obrázek 2-6 je zachycen aktuální stav pracoviště 3.



Obrázek 2-6 Pracoviště 3

### Pracoviště 4

Na čtvrtém pracovišti dochází k párování levých a pravých holí. Operátorka montážní linky nejprve založí připravenou kartu s klipy do přípravku určeného pro zajištění její polohy a následně bere střídavě levou a pravou holi. Pár zabalí pomocí přípravku do prodejního balení a odkládá ho po své pravé straně na pracovní stůl určený pro pracoviště 5. Na následující fotografii viz Obrázek 2-7 je zachycen aktuální stav pracoviště 4.



Obrázek 2-7 Pracoviště 4

## Pracoviště 5

Na pátém pracovišti probíhá balení spárovaných holí do krabic. Operátorka montážní linky na nízkém stole připraví karton pro příslušný počet párů holí (10 – 12 dle modelu). Spárované hole ukládá společně s kontrolním lístkem do kartonu. Naplněný karton zabalí a odkládá ho za sebe na paletu. Na následující fotografii viz Obrázek 2-8 je zachycen aktuální stav pracoviště 5.



Obrázek 2-8 Pracoviště 5

## Pracoviště 6

Toto pracoviště je obsazeno jen v případě potřeby, když je montážní linka nevyvážená. Pracovní postup je úplně stejný jako na pracovišti 3.

Vysvětlivky: OT – Oberteil, horní díl trojdílné hole s již nasazeným držadlem.

MT – Mitterteil, střední díl s již nasazeným systémem pro nastavení délky.

UT – Unterteil, spodní díl s nasazenou špičkou.

SL – systém Speed Lock první a druhé generace, který umožňuje nastavení délky na trojdílné hole

Na následující fotografii viz Obrázek 2-9 je vidět finální podoba trojdílné hole se systémem Speed Lock.



Obrázek 2-9 Trojdílná hole



### 3 Analýza současného stavu na vybraných pracovištích

Pro kompletní analýzu vybraných pracovišť, především z ergonomického hlediska, je vhodné provést sběr údajů přímo od operátorek montážní linky. Proběhl tedy sběr údajů a jejich vyhodnocení s pomocí dotazníků NORDIC QUESTIONNAIRE. Dále proběhlo monitorování všech pěti pracovišť dle metodiky REFA. Výsledkem jsou průměrné časy na jeden kus výrobku na každém pracovišti. Pro detailní rozbor pracovního postupu a ověření výkonu operátorek montážní linky došlo k vyhodnocení metodikou MTM-1 na prvních čtyřech pracovištích. Z důvodu budoucích názorných ergonomických analýz se kompletně změřila a vymodelovala montážní linka ve 3D.

#### 3.1 Výsledky dotazníku NQ

Ve firmě byl rozdán dotazník NORDIC QUESTIONNAIRE 36 ženám, které přímo pracují na lince pro Nordic walking nebo mají s touto linkou zkušenost. Z vyhodnocení dotazníku vyplývá, že průměrná výška žen je 166 cm a průměrný věk 40 let. Z celkového počtu 36 žen je 33 pravaček a 3 levačky. 28 z nich odpovědělo, že jejich převážná pracovní poloha probíhá ve stoje a 8 z nich pracuje kombinovaně v poloze sezení/stání. V dalších analýzách jsme proto počítali u žen s výškou 166 cm. Věk pro naše analýzy není v současné době rozhodující a bylo pouze na libovůli pracovníků, zda tuto informaci zveřejní.

Počet lidí			
ženy		muži	
levák	pravák	levák	pravák
3	33	0	0
Pracovní poloha			
sezení	stání	kombinace	
0	28	8	

Tabulka 3-1 NQ - charakteristika pracovníka a pracovní poloha

Pomocí další části dotazníku byly analyzovány tělesné partie, u kterých dotazovaný respondent pociťoval v uplynulých 12 měsících bolesti či tuhnutí. Tyto partie jsou: šíje, horní část zad, dolní část zad – kříž, ramena, lokty, ruce a zápěstí, boky a stehna, kolena, kotníky a chodidla.

V následující tabulce se nacházejí počty žen, které se vyjádřili k daným otázkám zaměřených na pociťování bolestí určitých svalových partií nebo kloubů při práci a následných návštěv lékaře. Nejčastěji si ženy stěžují na bolesti v oblasti rukou a zápěstí, šíje a ramen. Dotazník potvrzuje, že je třeba se zaměřit na ruční manipulaci, protože všechny dotazované ženy už někdy při práci pociťovaly bolesti rukou.

36 respondentů	pocíval(a) jste bolesti		navštívil(a) jste lékaře nebo specialistu	
	ne	ano	ne	ano
šije	8	28	26	10
horní část zad	12	24	25	11
dolní část zad - kříž	16	20	26	10
ramena	10	26	25	11
lokty	15	21	31	5
ruce a zápěstí	0	36	23	13
boky a stehna	32	4	35	1
kolena	25	11	34	2
kotníky a chodidla	12	24	31	5

Tabulka 3-2 NQ - vznikající bolesti při práci

Tabulka 3-3 níže pouze shrnuje % vyjádření žen k daným otázkám.

% vyjádření	pocíval(a) jste bolesti		navštívil(a) jste lékaře nebo specialistu	
	ne	ano	ne	ano
šije	22	78	72	28
horní část zad	33	67	69	31
dolní část zad - kříž	44	56	72	28
ramena	28	72	69	31
lokty	42	58	86	14
ruce a zápěstí	0	100	64	36
boky a stehna	89	11	97	3
kolena	69	31	94	6
kotníky a chodidla	33	67	86	14

Tabulka 3-3 NQ - % vyjádření vznikajících bolesti při práci

Poslední část dotazníku se zaměřovala na celkové informace, týkající se práce ve výrobě. Ženy hodnotily dané aspekty stupnicí 1 – 10, kde 1 znamená, že daná otázka se jich netýká a 10 znamená, že s tímto aspektem nejsou vůbec spokojené.

Respondenti hodnotili situace, které mohou při práci přispět k bolestem a problémům. Kladené otázky byly zaměřeny na oblasti organizace práce, pracovních postupů, pracovní polohy a techniky prostředí. U žen byly identifikovány následující tři největší problémy:

- **přílišné teplo**, chlad, vlhkost, hluk nebo **průvan** – 8,7b.
- dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách – 7,8b.
- zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů – 7,8b.

	Průměr
vykonávání stále stejných pracovních operací	5,9
spěchání při vykonávání některých pracovních operací	7,0
manipulace s drobnými předměty a součástkami	2,6
nedostatečné přestávky na oddech během pracovní směny	4,7
práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	7,3
dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách	7,8
práce ve vynuceném předklonu, při náklonech, vytáčení trupu	7,2
práce na hranici fyzických možností	6,1
práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	5,4
přílišné teplo, chlad, vlhkost, hluk nebo průvan	8,7
nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře, nebo po poranění	4,4
zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů	7,8
přesčasy, nepravidelné směny, dlouhá pracovní doba	3,7
nedostatečná kvalita pracovních nástrojů	5,2
nedostatečný zácvik a školení ke správnému vykonávání práce	1,9

Tabulka 3-4 NQ - obecné informace o práci ve výrobě

### 3.2 REFA náměry

Byly provedeny náměry dle metodiky REFA na pracovištích 1 – 5. Zvolil jsem naměření počtu 20 pracovních cyklů na prvních čtyřech pracovištích. Na pátém pracovišti je celková doba cyklu podstatně vyšší, proto jsem zde zvolil počet náměrů 5. Na montážní lince probíhají naprosto obvyklé pracovní úkony, které charakterizují styl montážních prací. Z tohoto důvodu jsem zvolil specifickou přírážku 8 %, což znamená, že pracovník má 8 % z celkového pracovního času na osobní potřeby a vedlejší činnosti. Do této přírážky se nezapočítává čas na oběd a přestávky. Všechny vypracované formuláře se nacházejí v příloze č. 1 – REFA formuláře.

#### Pracoviště 1

Pracovní postup při pozorování prvního pracoviště byl následující. Operátorka montážní linky pravou rukou uchopila dva spodní díly a levou rukou uchopila a nasadila talířky. Pomocí přípravku narazila talířky do požadované polohy. Levou rukou uchopila a nasadila dva střední díly. Následně levou rukou uchopila a nasadila levý horní díl a totéž provedla pro pravý horní díl. Poté hole odložila na dopravníkový pás.

Bylo provedeno výše zmíněných 20 náměrů, přičemž operátorka montážní linky kompletovala dvě hole najednou. Průměrná doba trvání kompletace dvou holí vychází 22,10 sekund. Pro výpočet času na jeden kus je nutné tento čas vydělit dvěma a poté čas na jeden kus vychází 11,05 sekund. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **11,93** sekund na jednu holi. Formulář pro výběrovou chronometráž pracoviště 1 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 2

Pracovní postup při pozorování druhého pracoviště byl následující. Operátorka montážní linky levou rukou uchopila holi z dopravníkového pásu a položila si ji před sebe. Levou rukou ji stále přidržovala a pravou rukou nejprve umístila podložku a poté hebel. Hůlku pootočila o 180°, levou rukou uchopila maticku a umístila ji do ořechu vrtačky. Pravou rukou s pomocí vrtačky zašroubovala maticku. Hebel povolila zaseknutím o přípravek (holi držela v obou rukách). Zasunula spodní díl a utáhla hebel. Levou rukou odložila holi na dopravníkový pás.

Bylo provedeno 20 náměrů, přičemž operátorka montážní linky namontovala první povolovací systém. Průměrná doba trvání namontování prvního povolovacího systému vychází 14,99 sekund. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **16,18** sekund na jednu holi. Formulář pro výběrovou chronometraż pracoviště 2 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 3

Pracovní postup při pozorování třetího pracoviště byl následující. Operátorka montážní linky levou rukou uchopila holi z dopravníkového pásu a položila si ji před sebe. Levou rukou ji stále přidržovala a pravou rukou nejprve umístila podložku a poté hebel. Holi pootočila o 180°, levou rukou uchopila maticku a umístila ji do ořechu vrtačky. Pravou rukou s pomocí vrtačky zašroubovala maticku. Hebel povolila prsty pravé ruky. Zasunula střední díl a utáhla hebel. Srovnala oba povolovací systémy do jedné roviny. Zkontrolovala, zdali je hole pravá nebo levá a podle toho umístila holi na další pozici a místo tomu určené.

Bylo provedeno 20 náměrů, přičemž operátorka montážní linky namontovala druhý povolovací systém. Průměrná doba trvání namontování druhého povolovacího systému vychází 16,11 sekund. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **17,40** sekund na jednu holi. Formulář pro výběrovou chronometraż pracoviště 3 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 4

Pracovní postup při pozorování čtvrtého pracoviště byl následující. Operátorka montážní linky umístila kartu s klipy do přípravku. Levou rukou uchopila první holi a nasadila do klipů. Pravou rukou uchopila druhou holi, srovnala ji podle první a nasadila na druhou stranu klipů. Pravou rukou uchopila krytky na hroty a nasadila je. Poté opět pravou rukou odložila připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.

Bylo provedeno 20 náměrů, přičemž operátorka montážní linky spárovala dvě hole dohromady. Průměrná doba trvání spárování dvou holí dohromady vychází 22,00 sekund. Pro výpočet času na jeden kus je nutné tento čas vydělit dvěma a poté čas na jeden kus vychází 11,00 sekund. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **11,88** sekund na jednu holi. Formulář pro výběrovou chronometraż pracoviště 4 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 5

Pracovní postup při pozorování pátého pracoviště byl následující. Operátorka montážní linky si připravila karton na hole. 10 připravených párů holí polepila štítky. Všechny hole přemístila blíže k připravenému kartonu. Do kartonu vložila vyplněný papírek (datum, zakázka, jméno a podpis). Dále do kartonu vložila všech 10 párů holí. Karton zkompletovala, odložila na paletu a nalepila na něj kód zakázky.

Bylo provedeno pouze 5 náměrů, protože doba trvání jednoho cyklu je podstatně delší. Během jednoho cyklu operátorka montážní linky zabalila 10 párů holí do kartonu. Průměrná

doba trvání zabalení 10 párů holí do kartonu vychází 123,20 sekund. Pro výpočet času na jeden kus je nutné tento čas vydělit dvaceti a poté čas na jeden kus vychází 6,16 sekund. Po přenásobení specifickou přírůžkou vychází **6,65** sekund na jednu holi. Formulář pro výběrovou chronometráž pracoviště 5 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

### Shrnutí REFA náměrů

V následující tabulce jsou shrnuty průměrné časy cyklů na jeden kus výrobku se specifickou přírůžkou pro všech pět měřených pracovišť. Časově nejnáročnější je pracoviště 3 a tímto je i úzkým místem montážní linky. Z důvodu zvýšení produktivity linky bude nejpodstatnější racionalizace právě tohoto pracoviště.

Pracoviště	1	2	3	4	5
Čas / 1 kus	<b>11,93</b>	<b>16,18</b>	<b>17,40</b>	<b>11,88</b>	<b>6,65</b>

Tabulka 3-5 REFA - průměrné časy cyklů

### 3.3 MTM-1 – současný stav

Dalším cílem této diplomové práce je detailní rozbor pohybů nutných pro vykonávání daných pracovních úkolů. Touto problematikou se zabývá metodika MTM. Operace na prvních čtyřech pracovištích trvají do jedné minuty tudíž je vhodný detailní rozbor pomocí prvního stupně MTM-1. Pracoviště 5 metodikou MTM řešeno nebylo, z důvodu budoucí změny toku materiálu a dále z důvodu dispoziční změny tohoto pracoviště. Díky tomuto se pracovní pohyby na pátém pracovišti podstatně změní. Pro přesné vyhodnocení časových rozborů bylo nutné detailní proměření dosahových vzdáleností na jednotlivých pracovištích. Všechny vypracované analýzy se nacházejí v příloze č. 2 – Analýza MTM-1 – současný stav.

#### Pracoviště 1

Na prvním pracovišti se analýza pohybů rozdělila do čtyř operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – nasazení dvou talířků
- Úsek 2 – nasazení dvou středních dílů
- Úsek 3 – nasazení dvou horních dílů
- Úsek 4 – odložení holí na dopravníkový pás

Pro ukázkou v tabulce níže uvádím rozbor nejjednoduššího úseku 3 – nasazení dvou horních dílů. Tento úsek začíná sáhnutím pro první horní díl a končí úkrokem k dopravníkovému pásu. Během tohoto úseku operátorka montážní linky celou dobu drží hole v pravé ruce a levou rukou nasazuje dva horní díly.

Nejprve levou ruku natáhne do krabice se smíšenými díly ve vzdálenosti 80 cm od těla – R80C. Následně jeden vybraný horní díl uchopí – G1C1. Poté tento díl přemístí k sobě – M80C. V tuto chvíli probíhá spojení s přesností se středním dílem – P2SD. Po spojení horní díl zasune do středního přibližně o 30 cm – M30A a nakonec horní díl pustí – RL1. Celý proces zopakuje ještě jednou, v tabulce je toto vyznačeno číslem 2 ve čtvrtém sloupci. Dále je tam ještě jeden pohyb a to úkrok stranou – SSC2. Tento pohyb se nehodnotí, protože při něm probíhá odkládání holí na dopravníkový pás, což už je zahrnuto v úseku 4. Každý tento pohyb má ve speciální MTM-1 tabulce přiřazenou hodnotu TMU. Tyto hodnoty se sečtou a přepočítají na sekundy. Časová náročnost tohoto úseku vychází 7,45 sekund.

	<b>Analýza operačního úseku</b>		Ev. č.	P101			
			List/Listů	4/5			
Kód							
Název op. úseku	Nasazení horních 2 dílů						
Začátek	Sáhnout pro první horní díl						
Obsah	Pracovnice levou rukou uchopí a nasadí levý horní díl a totéž provede pro pravý horní díl.						
Konec	Úkrok k dopravníkovému pásu						
Ohraničení	Hole drží stále v pravé ruce						
č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3	pro horní díl	2	R80C	55,4			
		2	G1C1	14,6			
		2	M80C	64			
		2	P2SD	43,6			
		2	M30A	25,4			
		2	RL1	4			
					SSC2		úkrok stranou
				<b>207</b>	TMU		
				7,45	sec.		

**Tabulka 3-6 MTM-1 - současný stav - analýza operačního úseku 3**

Stejným způsobem se vyhodnotí i zbylé 3 úseky. V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech čtyř úseků.

Úsek	1	2	3	4	Celkem
<b>Čas / 2 kusy</b>	<b>9,69</b>	<b>5,14</b>	<b>7,45</b>	<b>2,02</b>	<b>24,3</b>

**Tabulka 3-7 MTM-1 – současný stav - časové hodnoty čtyř úseků pracoviště 1**

Následně se celková hodnota vydělí dvěma, kvůli výpočtu na jeden kus, na samostatném souhrnném listu. Opět jsem zvolil specifickou časovou přírážku 8 %, jako je tomu u metodiky REFA. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **13,12** sekund na jednu holi. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 1 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 2

Na druhém pracovišti se analýza pohybů rozdělila do třech operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – montáž hebelu
- Úsek 2 – přišroubování hebelu
- Úsek 3 – stažení a odložení hole

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech třech úseků.

Úsek	1	2	3	Celkem
Čas / 1 kus	6,69	4,17	3,74	14,6

Tabulka 3-8 MTM-1 - současný stav - časové hodnoty třech úseků pracoviště 2

Následně se všechny tyto tři úseky sečtou na samostatném souhrnném listu. Opět jsem zvolil specifickou časovou přírážku 8 %, jako je tomu u metodiky REFA. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **15,77** sekund na jednu holi. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 2 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 3

Na třetím pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do třech operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – montáž hebelu
- Úsek 2 – přišroubování hebelu
- Úsek 3 – stažení a odložení hole

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech třech úseků.

Úsek	1	2	3	Celkem
Čas / 1 kus	6,79	4,17	4,58	15,54

Tabulka 3-9 MTM-1 - současný stav - časové hodnoty třech úseků pracoviště 3

Následně se všechny tyto tři úseky sečtou na samostatném souhrnném listu. Opět jsem zvolil specifickou časovou přírážku 8 %, jako je tomu u metodiky REFA. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **16,78** sekund na jednu holi. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 3 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## Pracoviště 4

Na čtvrtém pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do čtyř operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – založení karty do přípravku
- Úsek 2 – založení první hole
- Úsek 3 – založení druhé hole
- Úsek 4 – nasazení krytek na hroty

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech čtyř úseků.

Úsek	1	2	3	4	Celkem
Čas / 2 kusy	4,42	4,90	5,31	6,74	21,37

Tabulka 3-10 MTM-1 - současný stav - časové hodnoty čtyř úseků pracoviště 4

Následně se všechny tyto čtyři úseky sečtou a vydělí dvěma, kvůli výpočtu na jeden kus, na samostatném souhrnném listu. Opět jsem zvolil specifickou časovou přírážku 8 %, jako je tomu u metodiky REFA. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **11,54** sekund na jednu holi. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 4 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

### Shrnutí MTM-1 – současný stav

V následující tabulce jsou shrnuty vypočítané časy cyklů na jeden kus výrobku se specifickou přírážkou pro čtyři analyzované pracoviště. Časově nejnáročnější je pracoviště 3 a tímto je i úzkým místem montážní linky. Z důvodu zvýšení produktivity linky bude nejpodstatnější racionalizace právě tohoto pracoviště.

Pracoviště	1	2	3	4
Čas / 1 kus	13,12	15,77	16,78	11,54

Tabulka 3-11 MTM-1 - současný stav – shrnutí čtyř pracovišť

### Porovnání REFA náměrů s MTM-1 – současný stav

V následující tabulce jsou porovnané časy REFA náměrů a MTM-1 – současný stav. Lze konstatovat, že na prvním pracovišti byla sledována operátorka montážní linky schopná pracovat ve vyšším pracovním tempu, protože její průměrný čas je o 1,19 sekundy kratší než vypočítaný čas dle metodiky MTM-1. Naopak na dalších třech pracovištích jsou vypočítané časy dle metodiky MTM-1 kratší než vysledované průměrné časy. Nicméně rozdíly nejsou markantní, tudíž lze tvrdit, že operátorky montážní linky pracují standardním výkonem.

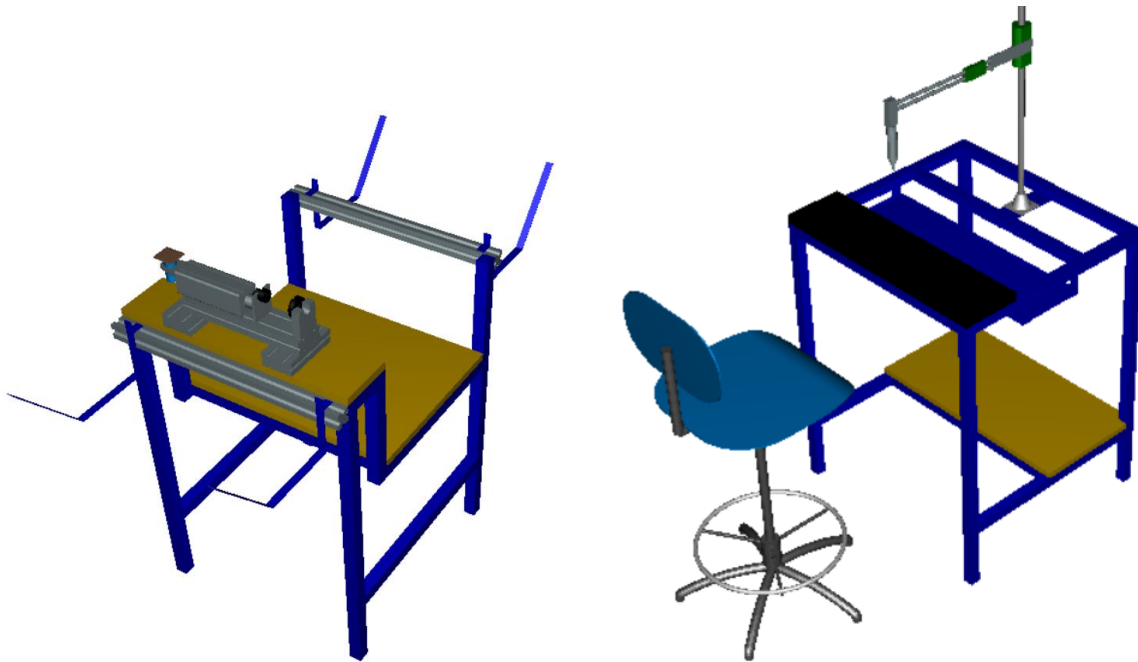
Pracoviště	REFA náměry	MTM-1
1	11,93	13,12
2	16,18	15,77
3	17,40	16,78
4	11,88	11,54
5	6,65	neřešeno

Tabulka 3-12 Porovnání REFA náměrů s MTM-1 – současný stav

## 3.4 3D model pracoviště

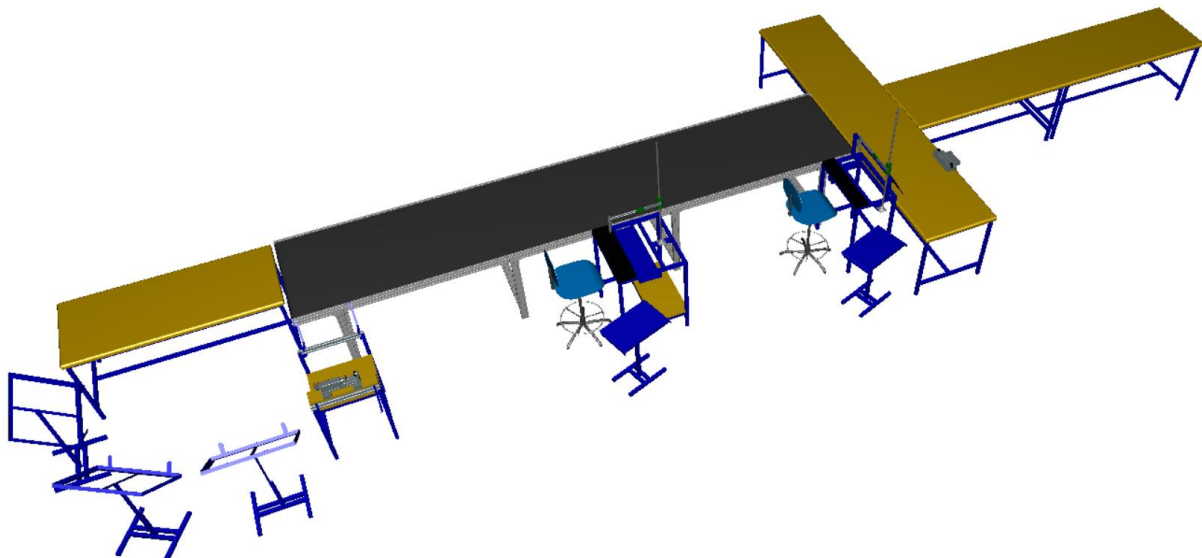
Za účelem vyhodnocování ergonomických analýz byl vytvořen 3D model pracoviště, na kterém se budou provádět experimenty. Rozhodl jsem se, že pro svou diplomové práci vymodeluji celou montážní linku se všemi stojany, pracovními židlemi a přípravky. Bylo nutné proměřit kompletně všechny součásti, rozměry montážní linky a vymodelovat i samotný dopravník. Program, ve kterém je vymodelována kompletní montážní linka se nazývá Siemens NX 9. Byl vybrán především z důvodu jednoduchého exportu modelů do souborů, které je možné otevřít v programu Siemens Tecnomatix Jack. Na následujících Print Screenech jsou zachyceny modely stolu s přípravkem na pracovišti 1 a celé pracoviště 2.





Obrázek 3-1 Stůl s přípravkem a celé pracoviště 2

Na následujícím Print Screenu se nachází vymodelovaná montážní linka pro Trekking Speed Lock I a II.



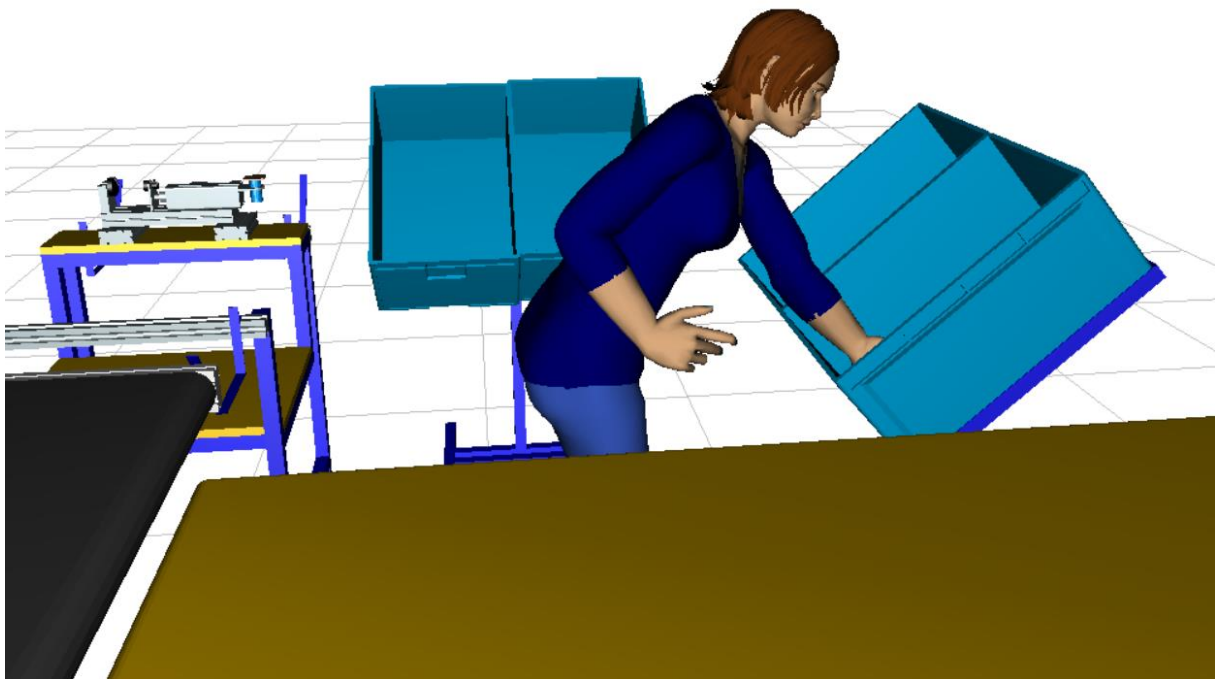
Obrázek 3-2 Montážní linka pro Trekking Speed Lock I a II

### 3.5 RULA analýza – současný stav

V následujících dvou kapitolách jsou popsány a zhodnoceny pracovní polohy pro pracoviště 1 a 3. Pro analyzování těchto situací byla využita metoda RULA. Na pracovišti 1 byl hodnocen výběr horní části hole, a to nejdále od těla. Na pracovišti 3 bylo hodnoceno odkládání (odhazování) holí na další pracoviště. Již z prvních pozorování vyplývá, že pracovní polohy nejsou ideální, neboť dochází k předklonům s nataženou rukou. Nyní se jedná spíše o vyčíslení míry rizikovosti.

#### 3.5.1 Pracoviště 1

Na následujícím obrázku je znázorněna pracovní pozice operátorky montážní linky při vybírání horní části hole z gitterboxu (nejdále od těla).



Obrázek 3-3 RULA současného stavu na pracovišti 1

Na obrázku je vidět předklon s nataženou levou rukou. Výběr probíhá tak, že horní část hole je umístěna na hromadě v gitterboxu a probíhá více než 4x za minutu. Tento fakt je zohledněn také u vstupních parametrů analýzy RULA (obrázek níže), kde byla nastavena frekvence více než 4x za minutu. Práce probíhá ve stoje. Není vynakládáno žádné extrémní využití svalů a sil.

The screenshot shows the 'Task Entry' tab of the RULA software. The 'Human' field is set to 'human1'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Arm Support' is 'Not supported'. Under 'Legs and Feet', 'Standing, weight even. Room for weight changes.' is selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected, and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. Buttons for 'Usage' and 'Dismiss' are at the bottom right.

Obrázek 3-4 Vstupní parametry pro RULA současného stavu na pracovišti 1

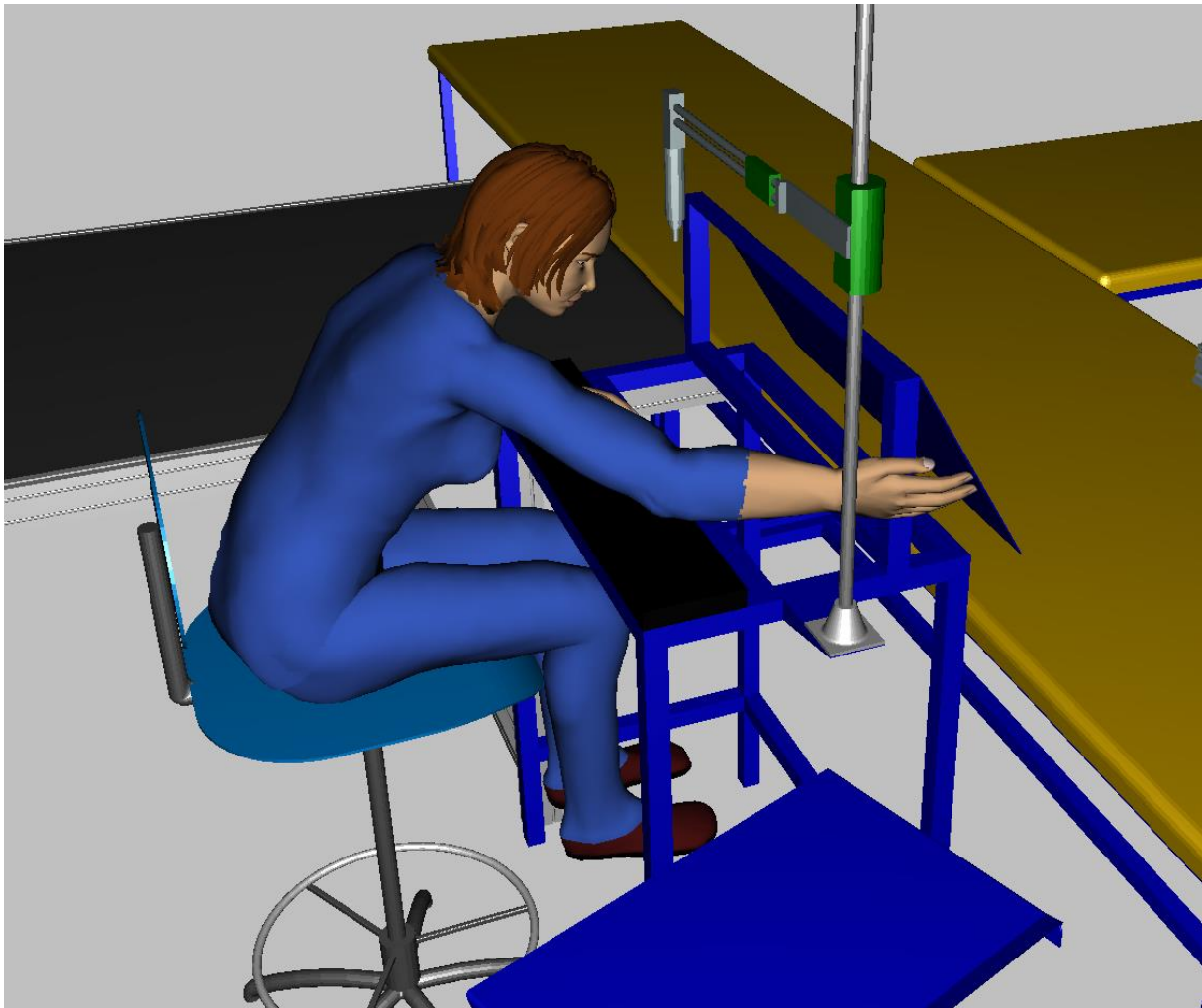
The screenshot shows the 'Analysis Summary' tab of the RULA software. It displays input fields for 'Job Title', 'Location', 'Comments', 'Job Number', 'Analyst', and 'Date'. The 'Body Group A Posture Rating' section shows: Upper arm: 4, Lower arm: 3, Wrist: 3, Wrist Twist: 1, Total: 6. The 'Body Group B Posture Rating' section shows: Neck: 1, Trunk: 4, Total: 6. Two summary boxes show: 'Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute' and 'Force/Load: < 2 kg intermittent load'. The 'Arms' status is 'Not supported'. The 'Legs and Feet Rating' section shows 'Standing, weight even. Room for weight changes.'. A prominent red box displays 'Grand Score: 7' and 'Action: Investigation and changes are required immediately.'. An 'Update Analysis' button is at the bottom, along with 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 3-5 Výsledné parametry pro RULA současného stavu na pracovišti 1

Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Jasně lze vidět, a vysokými hodnotami je reprezentována, nevhodná a vzdálená poloha horní části paže při výběru horní části hole z gitterboxu. Vysoké hodnoty jsou také u trupu (předklon), krk je v pořádku. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 7 bodů (4. kategorie).

### 3.5.2 Pracoviště 3

Na následujícím obrázku je znázorněna pracovní pozice operátorky montážní linky při odkládání (odhazování) holí na další pracoviště (nejdále od těla).



Obrázek 3-6 RULA současného stavu na pracovišti 1

Na obrázku je vidět předklon s nataženou pravou rukou. Přendávání probíhá tak, že operátorka montážní linky musí rozlišit, zdali se jedná o levou nebo o pravou holi a podle toho umísťuje hole na pracovní stůl k další operaci. Tato operace probíhá více než 4x za minutu. Tento fakt je zohledněn také u vstupních parametrů analýzy RULA (obrázek níže), kde byla nastavena frekvence více než 4x za minutu. Práce probíhá v sedu. Není vynakládáno žádné extrémní využití svalů a sil.

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Task Entry' tab is active. The 'Human' dropdown is set to 'human'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected. 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Arm Support' is 'Not supported'. Under 'Legs and Feet', 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.' is selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected. 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. At the bottom are 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 3-7 Vstupní parametry pro RULA současného stavu na pracovišti 3

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window with the 'Analysis Summary' tab active. It contains fields for 'Job Title', 'Location', 'Comments', 'Job Number', 'Analyst', and 'Date'. Below are 'Body Group A Posture Rating' (Upper arm: 4, Lower arm: 3, Wrist: 1, Wrist Twist: 2, Total: 5) and 'Body Group B Posture Rating' (Neck: 2, Trunk: 3, Total: 5). Two boxes show 'Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute' and 'Force/Load: < 2 kg intermittent load'. 'Arms: Not supported' is also shown. 'Legs and Feet Rating' is 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.'. A red box displays 'Grand Score: 6' and 'Action: Investigation and changes are required soon.'. An 'Update Analysis' button is at the bottom. 'Usage' and 'Dismiss' buttons are at the very bottom.

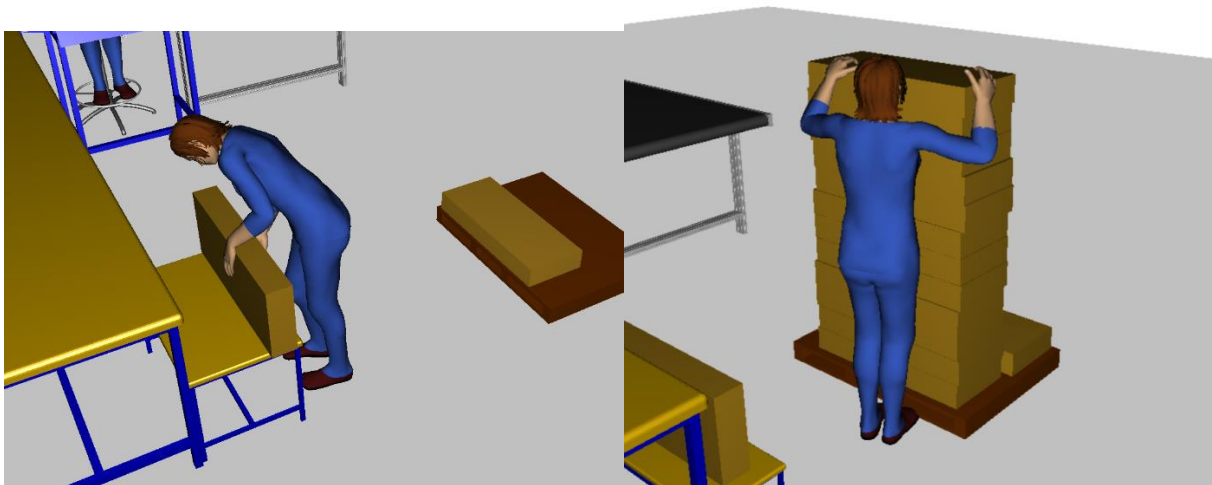
Obrázek 3-8 Výstupní parametry pro RULA současného stavu na pracovišti 3

Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Jasně je zde vidět, a vysokými hodnotami je reprezentována, nevhodná a vzdálená poloha horní části paže při odkládání (odhazování) holí na další pozici. Vyšší hodnota je také u trupu (předklon) a u krku. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 6 bodů (3. kategorie).

### 3.6 NIOSH analýza

Hmotnostní analýza byla provedena dle ČSN EN 1005-2+A1 - Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 2: Ruční obsluha strojního zařízení a jeho součástí, kde je popsána tzv. metoda NIOSH. Jak již bylo dříve uvedeno, výsledkem této metody je tzv. doporučený hmotnostní limit RWL vypočtený násobením hmotnostní konstanty (23 kg) koeficienty, které zohledňují rozměrové parametry místa uchopení, položení, natočení trupu, způsobu úchopu a frekvence činnosti. [7]

U propočtu se v první řadě vychází z výškových parametrů při manipulaci, a proto je vždy nutné stanovit počáteční a koncovou pozici zvedání. Byly provedeny celkem 3 analýzy pro pokládání krabice na paletu. Hodnotilo se nejnižší, střední a nejvyšší patro. Počáteční pozice je u všech 3 analýz stejná. Tyto pozice jsou znázorněny na obrázcích níže.



Obrázek 3-9 Znázornění počáteční pozice u stolku a koncové pozice při pokládání krabic na paletu

Z těchto nastavených postojů na počátku a konci zdvihu byly odměřeny parametry HM, VM a DM (viz Obrázek 3-10). Následně byly zadány frekvenční parametry (viz Obrázek 3-11), kde jsme vycházeli z maximální produktivity linky 600 párů holí za směnu. V neposlední řadě byly zohledněny úchopové parametry (viz Obrázek 3-12), kde bylo zadáno, že se jedná o nepravidelný objekt, který ale lze relativně komfortně uchopit.

NIOSH Lifting Analysis

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Human: human0

Task Input

Task Number: 201

Units: Dist: cm, Angle: deg, Mass: kg

Description: manipulace s krabici

Posture | Frequency | Coupling

Average Load: 6.6 Maximum Load: 6.6

Lift Origin

Use Posture V: 67.782 H: 36.399 Asymmetry: 7.112

Lift Destination

Use Posture V: 22.613 H: 43.952 Asymmetry: 4.482

Significant control required at destination

Computed Vertical Lift Distance: 45.169

Add

Task List

Task#	Description	Avg Load	Max Load	Origin H
+ 101	manipulace s krabici	6.6	6.6	36.399

Include/Exclude Save Tasks Load Tasks Renumber Edit Delete

LI: 0.600 RWL: 11.01

Usage Help Off Dismiss

Obrázek 3-10 Znáznornění zadaných rozměrových parametrů

NIOSH Lifting Analysis

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Human: human0

Task Input

Task Number: 201

Units: Dist: cm, Angle: deg, Mass: kg

Description: manipulace s krabici

Posture | Frequency | Coupling

Job consists of non-continuous work cycle (heavy work alternating with rest periods)

Lift rate in the 15 min cycle (lifts/min): 0.3

Work Schedule

Uninterrupted work time (hrs): 7.5

Recovery Time (hrs): 0.5 Ex: sitting at desk, light assembly

Derived work time ratio: 0.067

Derived work duration rating: long

Add

Task List

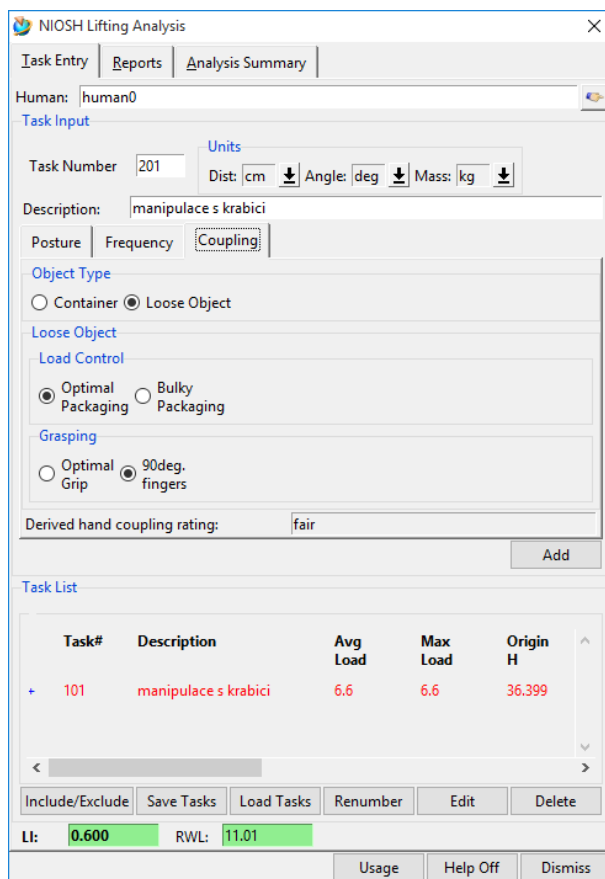
Task#	Description	Avg Load	Max Load	Origin H
+ 101	manipulace s krabici	6.6	6.6	36.399

Include/Exclude Save Tasks Load Tasks Renumber Edit Delete

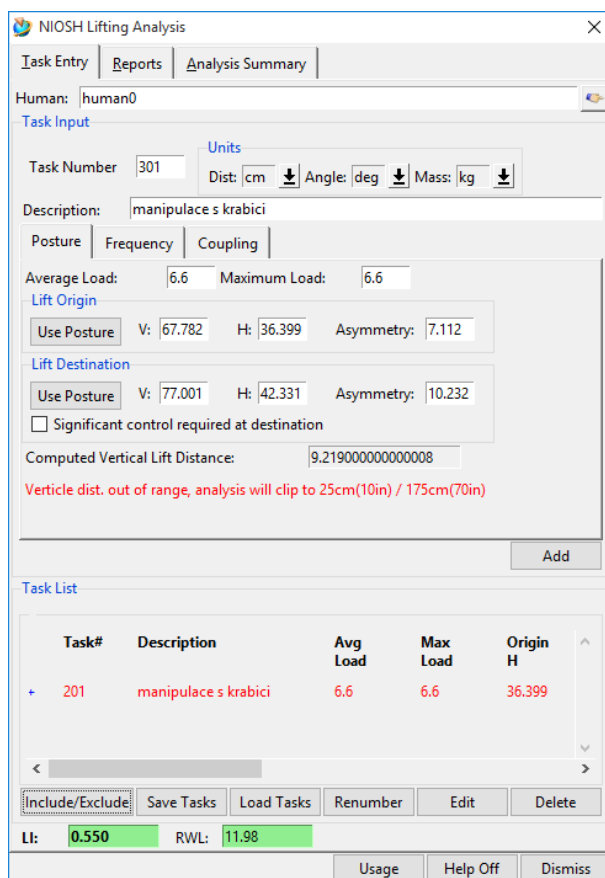
LI: 0.600 RWL: 11.01

Usage Help Off Dismiss

Obrázek 3-11 Znáznornění zadaných frekvenčních parametrů



Obrázek 3-12 Znázornění zadaných úchopových parametrů a výsledků pro nejnižší patro



Obrázek 3-13 Výsledky pro střední patro



Task#	Description	Avg Load	Max Load	Origin H
401	Manipulace krabice	6.6	6.6	36.4

Obrázek 3-14 Výsledky pro nejvyšší patro

Z výše uvedených obrázků vyplývá, že nejmenší doporučený hmotnostní limit RWL pro popsanou činnost by měl být 10,48 kg. Jelikož byla zadána průměrná hmotnost krabice 6,6 kg, tudíž i zdvihací index LI byl vypočítán na 0,63 (tyto hodnoty platí právě pro nejvyšší patro), což značí nepřekročení limitu, a tudíž celá manipulace je v pořádku. Z důvodu kladných výsledků se problematika zvedání břemen na pátém pracovišti dále neřeší.

## 4 Návrhy řešení

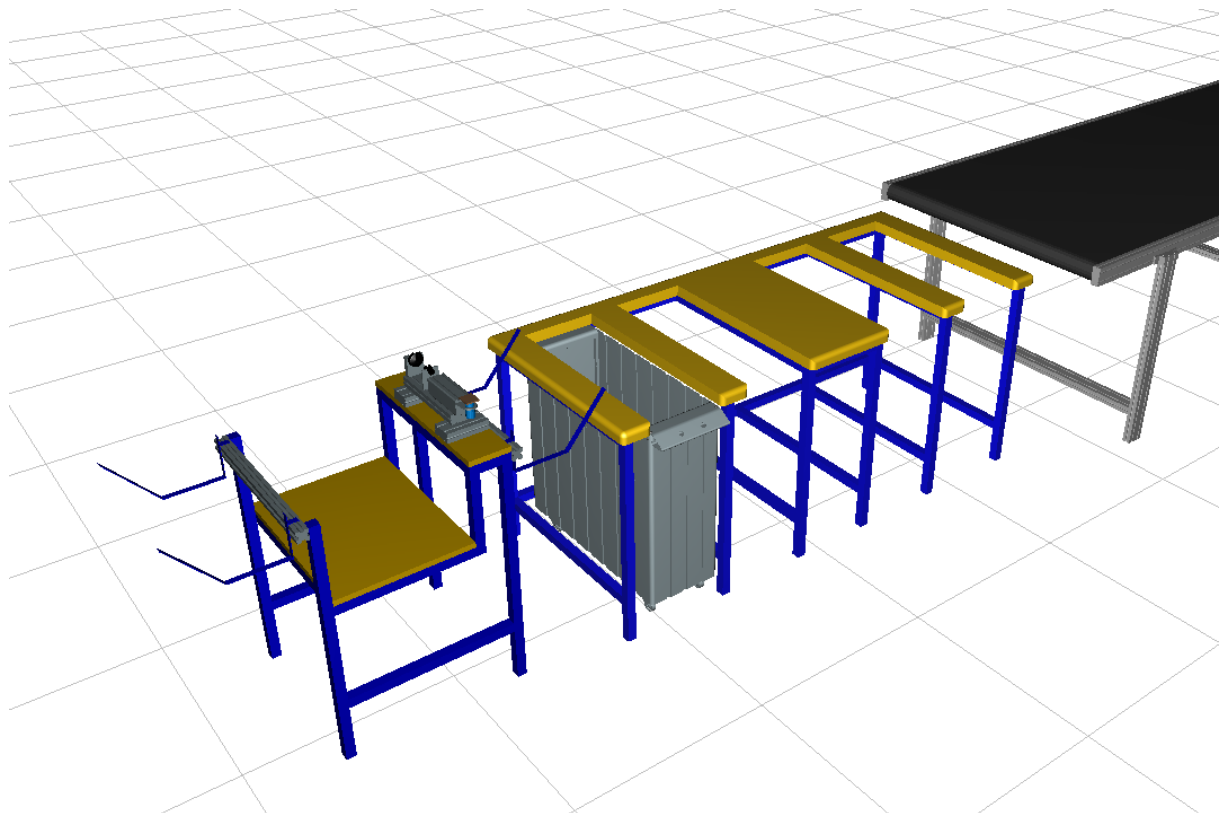
Aby došlo ke snížení námahy operátorek montážní linky, je třeba provést několik podstatných změn. Některé změny jsou konstrukční, jiné se týkají změny materiálového toku. V následujících kapitolách jsou popsány nutné změny jednotlivých pracovišť na lince.

Byly vytvořeny nové pracovní postupy pro montážní linku (Trekking Speed Lock I a II), z důvodu sjednocení pracovních postupů pro všechny operátorky montážní linky. V současné době má každá operátorka montážní linky trochu odlišný postup práce a je třeba zavést jednotný postup, aby došlo k navýšení výroby. Všechny nové pracovní postupy se nacházejí v příloze č. 3 – Analýza MTM-1 – navrhovaný stav.

Dále byly vyhodnoceny RULA analýzy navrhovaného stavu pro následné porovnání se stavem současným. Navrhovaný stav byl zhodnocen zcela stejným způsobem jako současný stav, pro potřeby porovnání. Jednalo se o pozici 1, kde byl hodnocen výběr spodní části hole (polohy pro výběr všech částí holí jsou stejné), a to nejdále od těla. Na pozici 3 bylo hodnoceno odkládání holí na další pozici a to vedle sebe po pravé straně.

### 4.1 Racionalizace pracoviště 1

Na prvním pracovišti je navržena radikální změna pracovního postupu, aby došlo ke snížení námahy pracovníků a eliminaci rotace o 360°. Jak můžete vidět na obrázku níže, je třeba přesunout stůl s přípravkem na nasazování talířků před stůl, který je třeba upravit tak, aby bylo možné do něj umístit vozíky s materiálem.



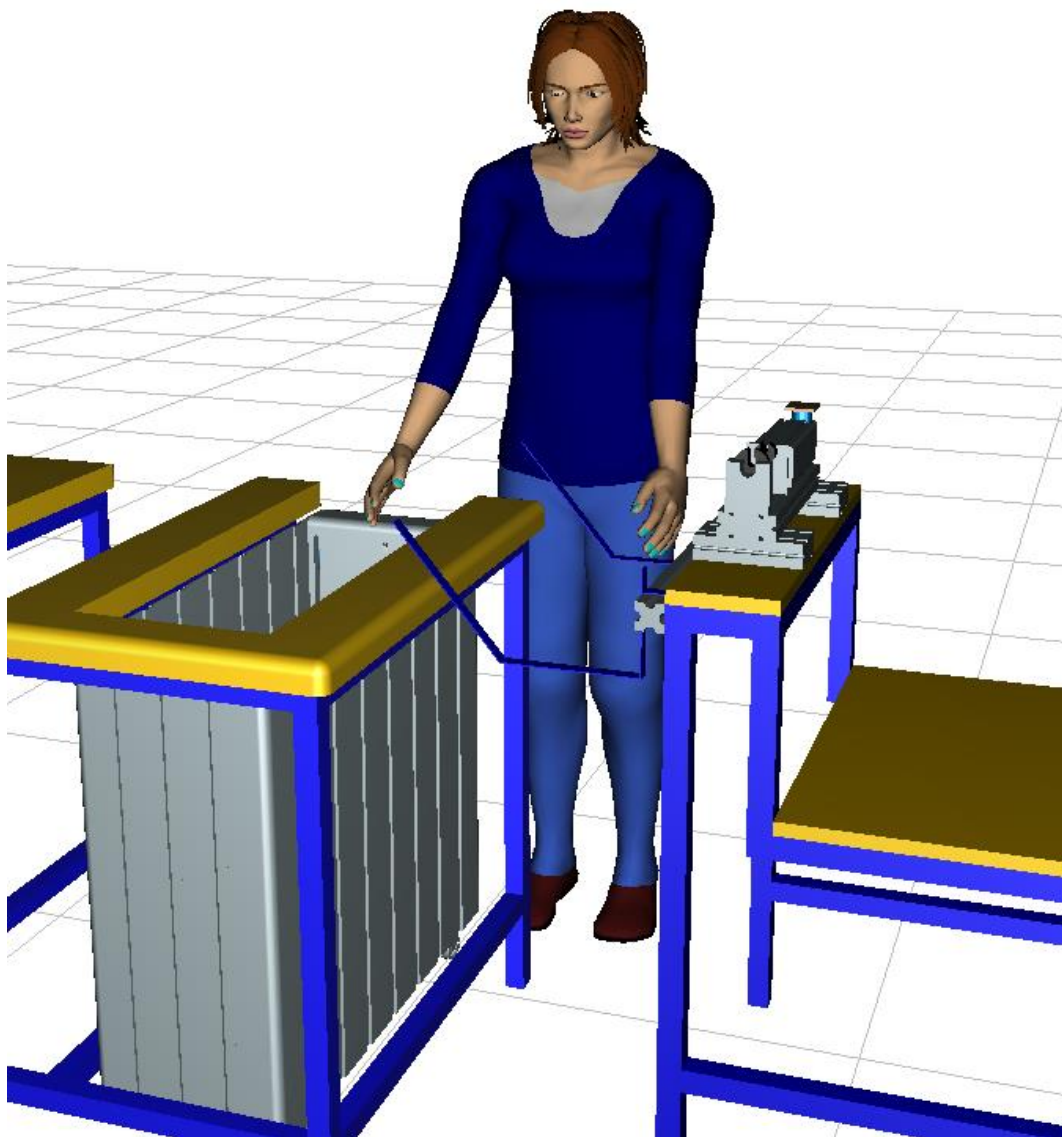
Obrázek 4-1 Přeuspořádání prvního pracoviště

#### 4.1.1 Nový pracovní postup

Samotný pracovní postup je ideální při sestavování dvou holí naráz. Tzn., že operátorka montážní linky nejprve uchopí dva spodní díly, nasadí dva talířky, spojí dva spodní díly se dvěma středními díly a nakonec spojí dva střední díly s pravým a levým horním dílem. Díky tomuto postupu se nemůže stát, že operátorka montážní linky položí na dopravníkový pás např. dvě levé hole. Není třeba tvořit zásoby na stole a rovnou odkládat hole na dopravníkový pás. Kompletní pracovní postup na nově navrženém pracovišti je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

#### 4.1.2 RULA analýza – navrhovaný stav

Na následujícím obrázku je znázorněna pozice při vybírání spodní části hole z boxu na kolečkách (nejdále od těla).



Obrázek 4-2 RULA navrhovaného stavu na pracovišti 1

Na obrázku je vidět, že pracovnice nemusí provádět takový předklon jako tomu je u současného způsobu práce. Výběr probíhá tak, že jednotlivé části hole jsou umístěny v boxech na kolečkách, u kterých je k dispozici ovládání pro nastavení výšky plošiny se součástkami uvnitř boxu. Výběr probíhá opět více než 4x za minutu. Tento fakt je zohledněn

také u vstupních parametrů analýzy RULA (obrázek níže), kde byla nastavena frekvence více než 4x za minutu. Pracovní poloha je ve stoje. Není vynakládáno žádné extrémní využití svalů a sil.

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Task Entry' tab is active. The 'Human' dropdown is set to 'human1'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected. 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Arm Support' is 'Not supported'. Under 'Legs and Feet', 'Standing, weight even. Room for weight changes.' is selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Action repeated more than 4 times per minute' selected. 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. Buttons for 'Usage' and 'Dismiss' are at the bottom.

Obrázek 4-3 Vstupní parametry pro RULA navrhovaného stavu na pracovišti 1

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window with the 'Analysis Summary' tab active. It displays job information (Job Title, Location, Comments, Job Number, Analyst, Date) and posture ratings. 'Body Group A Posture Rating' includes: Upper arm: 2, Lower arm: 3, Wrist: 2, Wrist Twist: 1, Total: 5. 'Body Group B Posture Rating' includes: Neck: 2, Trunk: 1, Total: 3. A summary box shows: Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute; Force/Load: < 2 kg intermittent load; Arms: Not supported. 'Legs and Feet Rating' is 'Standing, weight even. Room for weight changes.'. A yellow box displays 'Grand Score: 4' and 'Action: Further investigation needed. Changes may be required.'. An 'Update Analysis' button is present. 'Usage' and 'Dismiss' buttons are at the bottom.

Obrázek 4-4 Výsledné parametry pro RULA navrhovaného stavu na pracovišti 1

Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Jasně je zde vidět, a nižšími hodnotami je reprezentována, že pracovní poloha je podstatněji přijatelnější a méně fyzicky náročná. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 4 bodů (2. kategorie).

#### 4.1.3 MTM-1 – navrhovaný stav

Na prvním pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do čtyř operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – nasazení dvou talířků
- Úsek 2 – nasazení dvou středních dílů
- Úsek 3 – nasazení dvou horních dílů
- Úsek 4 – odložení holí na dopravníkový pás

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech čtyř úseků.

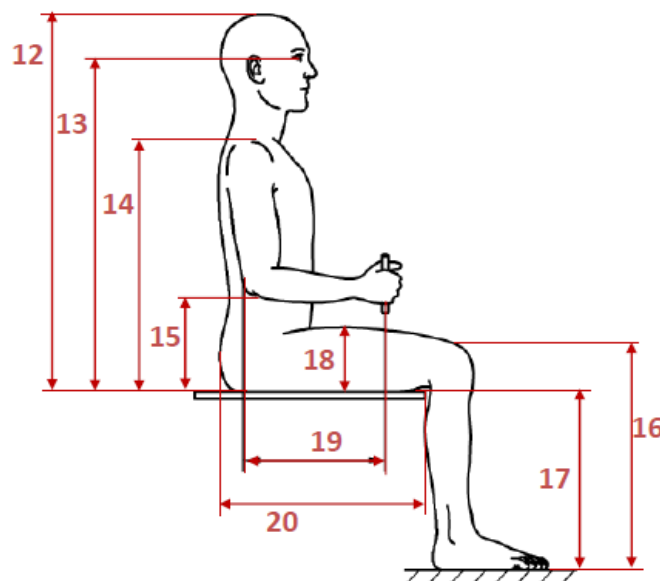
Úsek	1	2	3	4	Celkem
Čas / 2 kusy	9,32	4,71	5,70	4,18	23,91

Tabulka 4-1 MTM-1 - navrhovaný stav - časové hodnoty čtyř úseků pracoviště 1

Následně se všechny tyto čtyři úseky sečtou a vydělí dvěma, kvůli výpočtu na jeden kus, na samostatném souhrnném listu. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **12,91** sekund na jednu holi. Výsledný čas operace se snížil díky změně pracovního postupu a úpravě pracoviště. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 1 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

#### 4.2 Racionalizace pracoviště 2 a 3

Na druhém a třetím pracovišti jsou navrženy následující změny. Z ergonomického hlediska je třeba vylepšit prostor pro nohy, aby si každá operátorka montážní linky mohla nastavit opěrku a cítila se co nejpohodlněji. Rozměry pro prostor nohou pod stolem jsou vztaženy k následující antropometrické tabulce. Podstatná kóta je č. 16. Z tohoto důvodu navrhujeme výšku od spodní hrany horní rámové trubky konstrukce ke středu podložky pod nohy 550 – 650 mm. Dalším parametrem je možnost nastavení sklonu podložky od 0 do 20°. Hloubka podložky pod nohy je 350 mm.

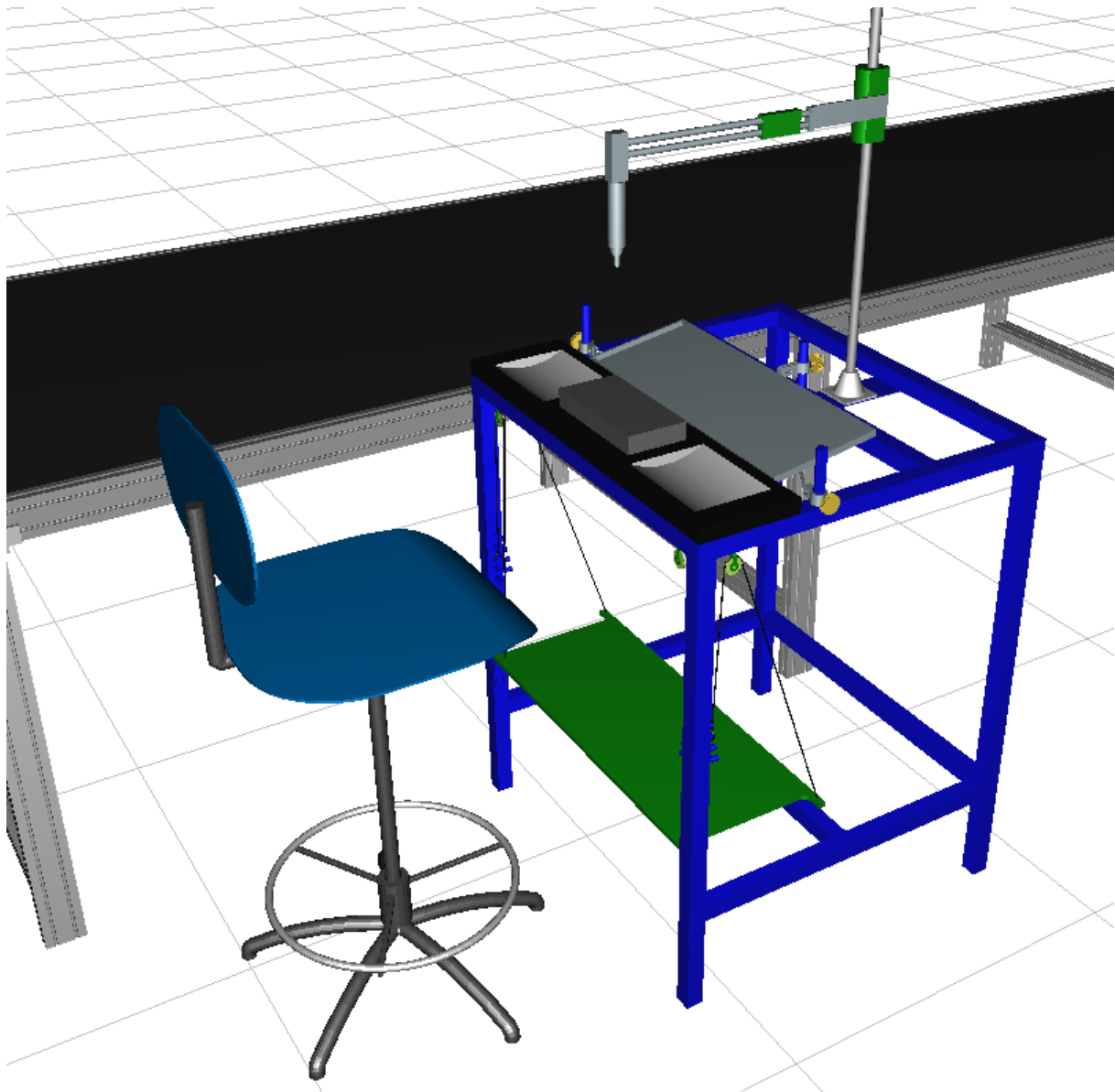


Obrázek 4-5 Práce vsedě – kóty [4]

rozměry [cm]	koeficient		muži - percentil			ženy - percentil		
	muž [%]	žena [%]	5.	50.	95.	5.	50.	95.
1- tělesná výška	100	100	165	175	185,5	153,5	162,5	172
2 -výška očí	94	93	153	163	173,5	143	151,5	160,5
3 -výška ramen	82	81	134,5	145	155	126	134,5	142,5
4 - výška lokte	62	62	102,5	110	117,5	96	102	108
5 - výška úchopu	44	44	73	76,5	82,5	67	71,5	76
6 - výška kolen	27	26	43	46	48	40	42,5	45
7 - hloubka těla	17	18	26	28,5	38	24,5	29	34,5
8 - šířka ramen	27	24	44	48	52,5	29,5	43,5	48,5
9 - šířka hrudníku	22	23	37	40,5	43,5	34,5	37	40
10 - šířka v bocích	21	23	34	36	38,5	34	36,5	40
11 - dosah dopředu od stěny	43	42	68,5	74	81,5	62,5	69	75
12 - výška vsedě nad sedadlem	52	53	85,5	91	96,5	81	86	91
13 - výška očí nad sedadlem	45	46	74	79,5	85,5	70,5	75,5	80,5
14 - výška ramen nad sedadlem	35	36	57	62,5	67	54	59	63
15 - výška lokte nad sedadlem	14	14	21	24	28,5	18,5	23	27,5
16 - výška kolena	31	31	49,5	53,5	58,5	46	50	54,5
17 - výška podkolení jamky	26	25	41	45	49	37,5	41,5	45

Obrázek 4-6 Práce vsedě – rozměry tělesných partií [4]

Další změnou jsou umístěné žlaby po obou stranách vedle přípravku. Díky tomuto řešení dojde k usnadnění a urychlení samotného výběru podložek. Prostor pro umístění bedýnek je vyřešen formou stavitelného podstavce, který je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 4-7 Navrhované změny pracoviště 2 a 3

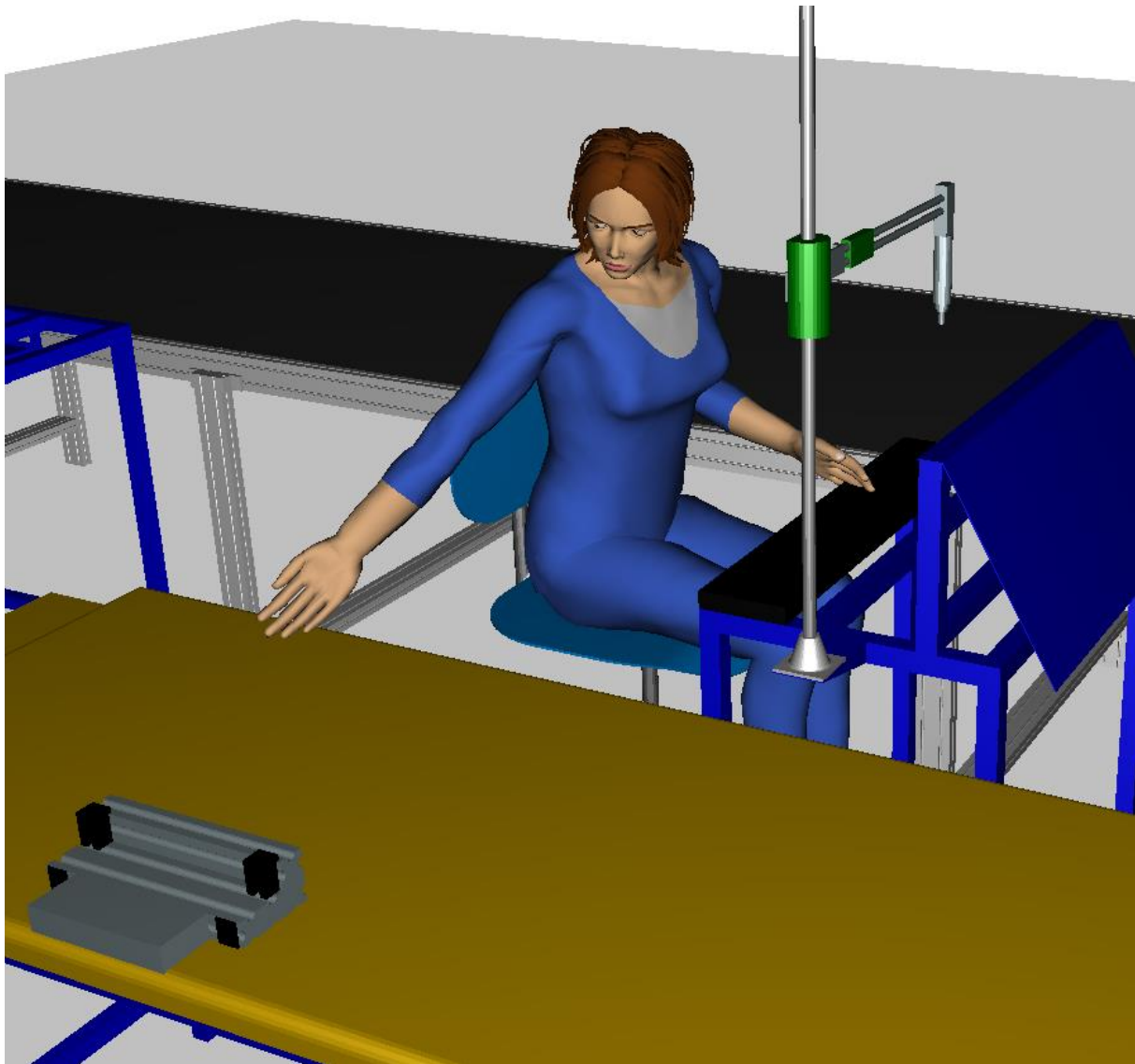
#### 4.2.1 Nové pracovní postupy

Na pracovišti 2 je třeba operátorky montážní linky naučit, aby dokázaly spojit dva pohyby, které vykonávají za sebou jednou rukou (většinou pravou), v jeden pohyb levé i pravé ruky současně. Jedná se o uchopení podložky a hebelu. Spojením těchto dvou úkonů dojde ke zkrácení cyklu operace.

Na pracovišti 3 je třeba změnit pracovní postup stejným způsobem jako na pracovišti 2. Dále dojde ke změně odkládání holí. Operátorky montážní linky již nebudou umisťovat (házet) hole před sebe, ale vedle sebe po pravé straně, kde bude umístěn pracovní stůl pro pracoviště 4. Zde je budou rozdělovat na pravé a levé hole, jako tomu bylo doposud. Kompletní pracovní postupy na nově navržených pracovištích jsou součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

#### 4.2.2 RULA analýza – navrhovaný stav

Na následujícím obrázku je znázorněna pracovní pozice operátorky montážní linky na pracovišti 3, kde dochází k odkládání holí k další operaci a to vedle sebe po pravé straně (nejdále od těla).



Obrázek 4-8 RULA navrhovaného stavu na pracovišti 3

Na obrázku je vidět, že operátorka montážní linky se nemusí natahovat, stačí pouze mírná rotace trupu a natažení pravé ruky. Rozlišení pravé a levé hole probíhá tak, že levé hole umísťuje dle obrázku výše a pravé hole umísťuje blíže ke svým nohám, což je jistě fyzicky ještě o něco snazší. Operace opět probíhá více než 4x za minutu. Tento fakt je zohledněn také u vstupních parametrů analýzy RULA (obrázek níže), kde byla nastavena frekvence více než 4x za minutu. Pracovní poloha je vsedě. Není vynakládáno žádné extrémní využití svalů a sil.



The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Task Entry' tab is active. A dropdown menu for 'Human' is set to 'human'. There are two main sections for 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)' and 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)'. Each section has 'Muscle Use' and 'Forces and Loads' sub-sections. In both, 'Action repeated more than 4 times per minute' is selected under 'Muscle Use', and '< 2 kg intermittent load' is selected under 'Forces and Loads'. For 'Body Group A', 'Arm Support' is 'Not supported'. Under 'Legs and Feet', 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.' is selected. At the bottom, there are 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 4-9 Vstupní parametry pro RULA navrhovaného stavu na pracovišti 3

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window with the 'Analysis Summary' tab active. It displays various input fields for 'Job Title', 'Location', 'Comments', 'Job Number', 'Analyst', and 'Date'. Below these are 'Body Group A Posture Rating' and 'Body Group B Posture Rating' sections. Body Group A ratings are: Upper arm: 2, Lower arm: 3, Wrist: 1, Wrist Twist: 2, Total: 5. Body Group B ratings are: Neck: 2, Trunk: 1, Total: 3. Two summary boxes show: 'Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute' and 'Force/Load: < 2 kg intermittent load'. A 'Legs and Feet Rating' section shows 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.'. A prominent yellow box displays 'Grand Score: 4' and 'Action: Further investigation needed. Changes may be required.'. An 'Update Analysis' button is at the bottom, along with 'Usage' and 'Dismiss' buttons.

Obrázek 4-10 Výsledné parametry pro RULA navrhovaného stavu na pracovišti 3

Obrázek výše znázorňuje výsledky provedené analýzy. Jasně je zde vidět, a nižšími hodnotami je reprezentovaný, vhodnější a méně fyzicky namáhavý způsob přendávání holí na další pozici. Hodnota 2 u krku je způsobena otočením hlavou na místo odkládání holí. Je velice pravděpodobné, že toto bude po zaučení probíhat automaticky a operátorky montážní

linky se nebudou tak důkladně dívat na místo, kam pokládají hole. Poté bude zatížení krku na hodnotě 1. Celkové skóre rizika dosahuje hodnoty 4 bodů (2. kategorie).

#### 4.2.3 MTM-1 – navrhovaný stav

Na druhém pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do třech operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – montáž hebelu
- Úsek 2 – přišroubování hebelu
- Úsek 3 – stažení a odložení hole

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech třech úseků.

Úsek	1	2	3	Celkem
Čas / 1 kus	5,99	4,09	3,74	13,82

Tabulka 4-2 MTM-1 - navrhovaný stav - časové hodnoty třech úseků pracoviště 2

Následně se všechny tyto tři úseky sečtou na samostatném souhrnném listu. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **14,93** sekund na jednu holi. Výsledný čas operace se snížil díky změně pracovního postupu a úpravě pracoviště. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 2 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

Na třetím pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do třech operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – montáž hebelu
- Úsek 2 – přišroubování hebelu
- Úsek 3 – stažení a odložení hole

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech třech úseků.

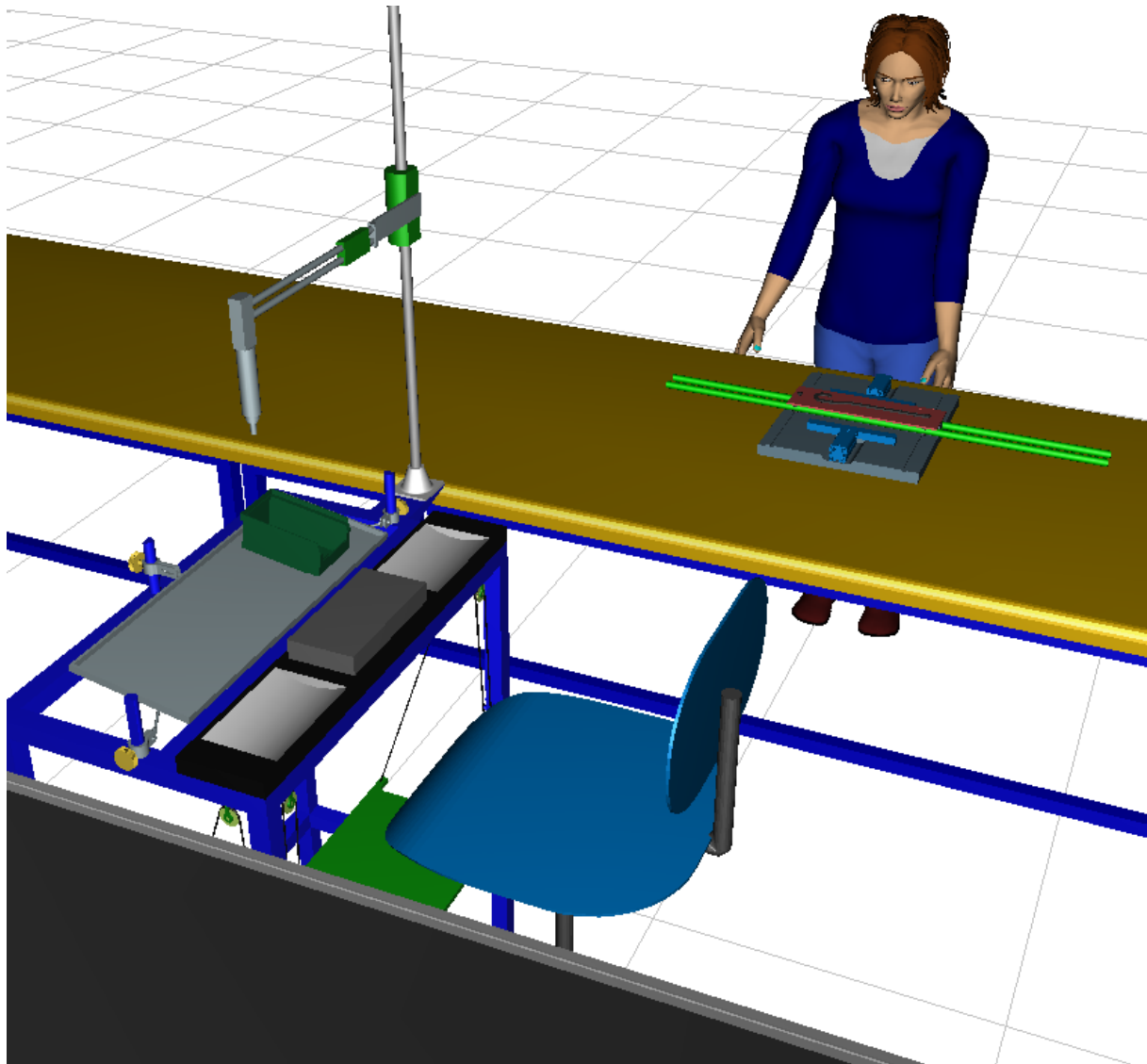
Úsek	1	2	3	Celkem
Čas / 1 kus	6,10	4,09	4,45	14,64

Tabulka 4-3 MTM-1 - navrhovaný stav - časové hodnoty třech úseků pracoviště 3

Následně se všechny tyto tři úseky sečtou na samostatném souhrnném listu. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **15,81** sekund na jednu holi. Výsledný čas operace se snížil díky změně pracovního postupu a úpravě pracoviště. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 3 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

### 4.3 Racionalizace pracoviště 4

Na čtvrtém pracovišti je navrženo vylepšení přípravku pro párování holí. Současné zacvakávání holí do clipů je silově poměrně náročné, obzvláště pro ženy.



Obrázek 4-11 Změna toku materiálu a vylepšení přípravku na pracovišti 4

#### 4.3.1 Nový pracovní postup

Změna pracovního postupu na pracovišti 4 je možná v případě pořízení poloautomatického přípravku na párování holí. Využíváním tohoto přípravku dojde k výraznému snížení námahy operátorek montážní linky a ke zkrácení cyklu operace. Kompletní pracovní postup na nově navrženém pracovišti je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

#### 4.3.2 MTM-1 – navrhovaný stav

Na čtvrtém pracovišti se analýza pohybů rozdělila opět do čtyř operačních úseků (každý úsek obnáší jeden list v příloze k této práci):

- Úsek 1 – založení karty do poloautomatického přípravku
- Úsek 2 – založení první hole
- Úsek 3 – založení druhé hole
- Úsek 4 – nasazení krytek na hroty

V následující tabulce se nachází časové hodnoty všech čtyř úseků.

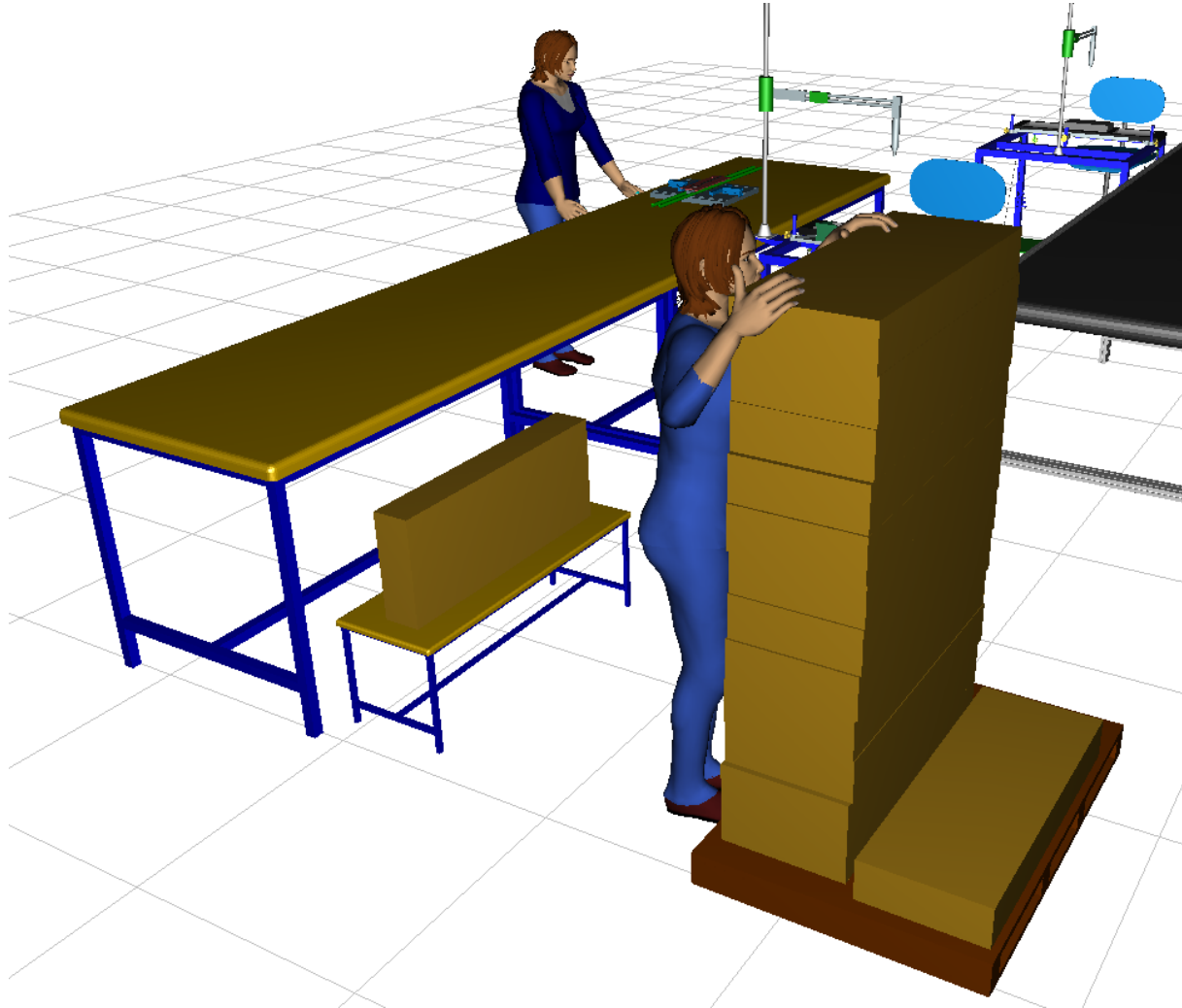
Úsek	1	2	3	4	Celkem
Čas / 2 kusy	1,30	4,90	5,31	6,74	18,25

Tabulka 4-4 MTM-1 - navrhovaný stav - časové hodnoty čtyř úseků pracoviště 4

Následně se všechny tyto čtyři úseky sečtou a vydělí dvěma, kvůli výpočtu na jeden kus, na samostatném souhrnném listu. Po přenásobení specifickou přírážkou vychází **9,86** sekund na jednu holi. Výsledný čas operace se snížil díky změně pracovního postupu a úpravě pracoviště. Formulář pro analýzu operací na pracovišti 4 je součástí diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## 4.4 Racionalizace pracoviště 5

Na pátém pracovišti dojde k výrazné úspoře místa díky změně materiálového toku. V současné době dochází k tomu, že operátorky montážní linky si materiál po dlouhém stole posouvají a zbytečně moc chodí. Zkrácení stolu bude mít dvojitý efekt. Operátorky montážní linky si nebudou zbytečně tvořit zásoby na stole a podstatně se zkrátí chození podél stolu.



Obrázek 4-12 Změna uspořádání pracoviště 5

### 4.4.1 Nový pracovní postup

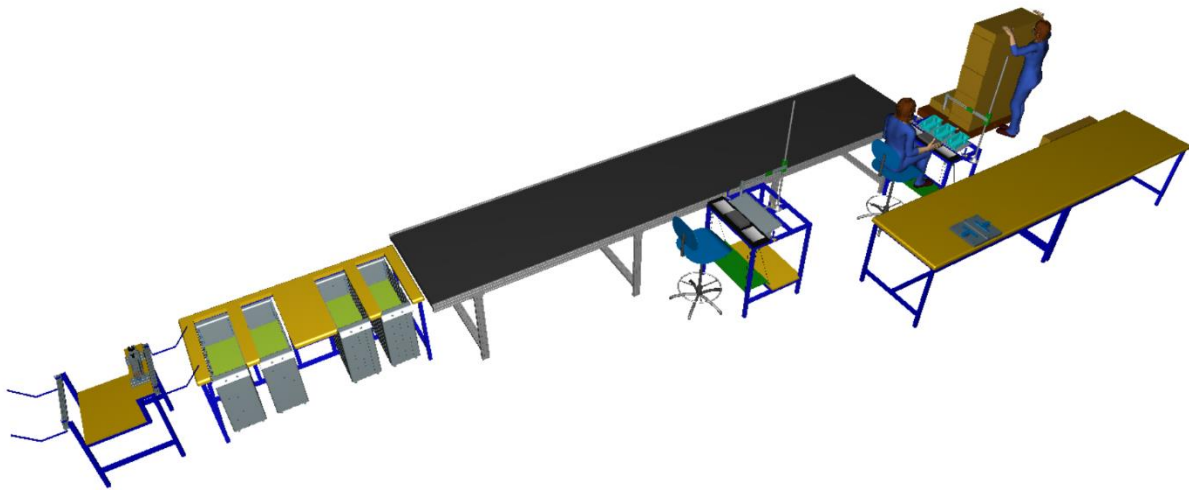
Změna pracovního postupu na pracovišti 5 vznikne samotným zkrácením pracovního stolu tak, aby operátorky montážní linky zbytečně nepřesouvaly spárované hole po stole a neztrácely tímto čas. Další drobnou změnou bude fakt, že činnost balení bude probíhat na druhé straně stolu (naproti pracovišti 4). Z důvodu přehlednosti o počtu vložených spárovaných holí do krabice, bude na pracovišti umístěna váha s digitálním displejem, na které bude přímo postavena krabice. Nebude třeba počítat, kolik již mají umístěných spárovaných holí. Kompletní pracovní postup na nově navrženém pracovišti je součástí s diplomové práce a nachází se v příloze k této práci.

## 5 Technickoekonomické zhodnocení

Obsahem technického zhodnocení diplomové práce je shrnutí nejpodstatnějších racionalizačních návrhů vybraných pracovišť. Další kapitoly se věnují detailnímu popisu výsledků analýz RULA současného a navrhovaného stavu. Dále je zhodnocena a porovnána analýza MTM-1 současného a navrhovaného stavu. Samotné ekonomické zhodnocení diplomové práce je provedeno výpočtem zaměřeným na navýšení vyrobených párů holí za směnu. Společnost bohužel nemohla poskytnout detailní informace o tržbách a zisku z vyráběných holí, tudíž výpočet je vyjádřen v jednotkách procent.

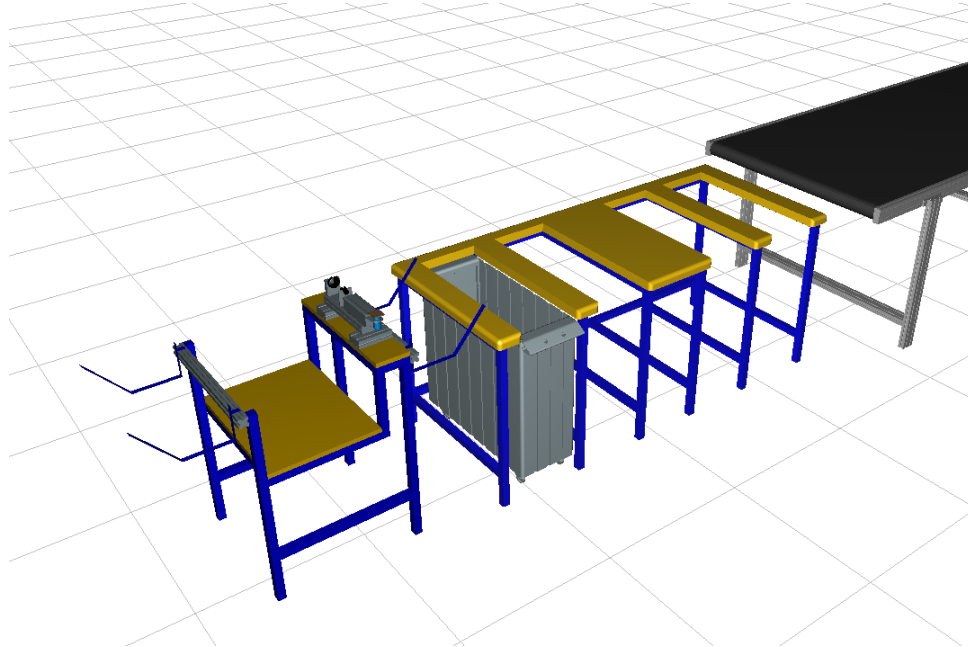
### 5.1 Racionalizační návrhy pracovišť

Jednou z nejpodstatnějších úprav je změna samotného materiálového toku. Na následujícím obrázku je vidět zásadní úprava pracoviště 1, kde došlo ke změně pracovního postupu, úpravě pracovního stolu a nahrazení stávajících KLT beden nově navrženými vozíky s pohyblivým dnem. Další hlavní změnou je přeuspořádání montážní linky do tvaru písmena Z. Tato změna má vliv především na snížení svalového zatížení operátorek montážní linky na pracovišti 3. Dále byl zkrácen stůl na pracovišti 5, který nyní slouží zároveň i pro pracoviště 4. Díky tomuto si pracovnice montážní linky nemohou tvořit takové zásoby holí, jako tomu bylo doposud a zbytečně neztrácejí cenný pracovní čas chozením podél dlouhého pracovního stolu.



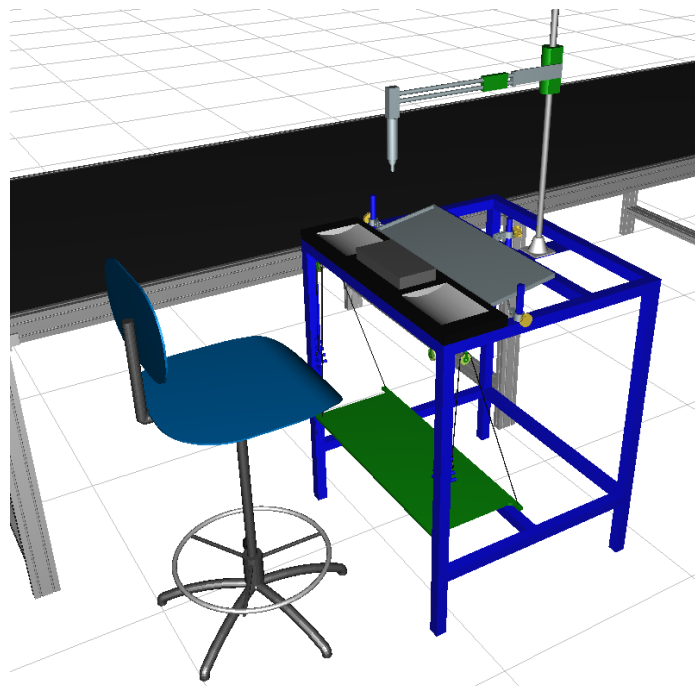
Obrázek 13 Přeuspořádání montážní linky do tvaru písmena Z

Jak již bylo avizováno výše, pracoviště 1 prošlo radikální změnou. Původně docházelo při vykonávání pracovního procesu k rotaci operátorky montážní linky o 360° pro každý sestavený pár holí. Na obrázku níže je vidět navrhovaná úprava pracoviště. V pracovním stole jsou vyříznuté otvory pro umístění vozíků s pohyblivými dny, které fungují na principu tažných pružin. Kompletní pracovní postup je obsahem přílohy č. 3.



Obrázek 14 Změny na pracovišti 1

Pracoviště 2 a 3 prošly drobnými technickými úpravami, nicméně velice přínosnými. Pro zkrácení dosahových vzdáleností a urychlení pracovního postupu došlo k instalaci žlabů pro materiál na každé straně přípravku. Dále je na konstrukci přidána polohovatelná deska, na kterou se umístí jednotlivé malé KLT do výšky, která je pro danou operátorku montážní linky nejvhodnější. Další ergonomické vylepšení pracoviště obnáší instalaci polohovatelné podložky pro nohy, která zvýší komfort operátorek montážní linky při práci.



Obrázek 15 Změny na pracovišti 2 a 3

## 5.2 RULA analýza – shrnutí obou stavů

Zde je provedeno přehledné shrnutí všech předcházejících analýz pracovních poloh jak pro současný tak pro navrhovaný stav. Jednoduchým závěrem by mohlo být konstatování lepších výsledků u navrhovaného stavu. U současného stavu je riziková zejména práce s rukou ve velké vzdálenosti od těla, hlubší předklon trupu, který je při odkládání holí k další operaci kombinován s vyosením těla.

Zhodnocení <b>současného</b> stavu - ženy								
Analýza RULA								
	nadloktí	předloktí	zápěstí rotace	zápěstí sklon	krk	trup	Celkové skóre	Výsledná kategorie
<b>Pracoviště 1</b>	4	3	3	1	1	4	7	4
<b>Pracoviště 3</b>	4	3	1	2	2	3	6	3

Tabulka 5-1 Zhodnocení současného stavu

Zhodnocení <b>navrhovaného</b> stavu - ženy								
Analýza RULA								
	nadloktí	předloktí	zápěstí rotace	zápěstí sklon	krk	trup	Celkové skóre	Výsledná kategorie
<b>Pracoviště 1</b>	2	3	2	1	2	1	4	2
<b>Pracoviště 3</b>	2	3	1	2	2	1	4	2

Tabulka 5-2 Zhodnocení navrhovaného stavu

Tabulky výše shrnují výsledné hodnoty všech svalových partií provedené analýzou RULA. U nadloktí došlo ke snížení o dva stupně, to je dáno tím, že operátorky montážní linky by u nového způsobu práce tolik nezatěžovali ruce, díky zkrácení vzdálenosti výběru součástek či odkládání. Předloktí zůstalo na stejných hodnotách, protože frekvence uchopování předmětů je stále stejná. Lehce se vylepšila rotace zápěstí na pracovišti 1. Hodnoty pro sklon zápěstí zůstaly stejné. Zatížení krku se u pracoviště 1 naopak trochu zhoršilo, ale je to dané tím, že naopak zatížení trupu se podstatně zlepšilo. Zatížení trupu se při vykonávání navrhovaného stavu razantně sníží a to je podstatný argument k tomu, aby se způsob práce změnil.

Celkové výsledné skóre pro navrhovaný stav dosahuje hodnot 4, což znamená, že se nacházíme v kategorii 2. Tato kategorie je konkrétně označována jako lehce riziková práce, u které je možné provádět změny. Snížení hodnot 7 a 6 na hodnoty 4 a 4 má jednoznačně příznivý vliv na snížení námahy a únavy operátorek montážní linky.



### 5.3 Porovnání MTM-1 – současný stav s MTM-1 – navrhovaný stav

V následující tabulce jsou shrnuty a porovnány časy MTM-1 – současný stav a MTM-1 – navrhovaný stav. Pracoviště 3 je sice nadále úzkým místem, ale i přes to se podařilo zvýšit produktivitu celé linky. Snížení časové náročnosti bylo docíleno drobnými úpravami na pracovišti, které se projeví i ve změně pracovního postupu a pohybů operátorů. Kompletní rozbor pohybů vykonávaných během výrobního postupu současného a navrhovaného stavu je obsahem přílohy č. 2 a 3.

Pracoviště	MTM-1 – současný stav	MTM-1 – navrhovaný stav
1	13,12	12,90
2	15,77	14,93
3	16,78	15,81
4	11,54	9,86

Tabulka 5-3 Porovnání MTM-1 – současný stav s MTM-1 – navrhovaný stav

### 5.4 Ekonomické zhodnocení

Bohužel, společnost odmítla poskytnout detailní informace o čistém zisku z vyráběných produktů, tudíž lze vypočítat pouze zvýšení tržeb v procentech, díky jednotlivým navrhovaným změnám.

Výpočet je proveden na základě teoretického počtu vyrobených kusů s ohledem na úzké místo (pracoviště 3) a hodnoty spočítané analýzou MTM-1. Při 450 produktivních minutách je teoreticky možné vyrobit 3,57 hole za jednu minutu což je cca 1600 holí neboli 800 párů holí za směnu. Ovšem díky navrhované racionalizaci došlo ke snížení časové náročnosti na výrobu jednoho kusu o 5,8%. Teoretický počet vyrobených párů holí se po racionalizaci navýší na 846 párů za směnu. Níže je uveden kompletní výpočet.

$$\begin{aligned}8 \text{ h} \times 60 \text{ min} &= 480 \text{ min} \\480 \text{ min} - 30 \text{ min} &= 450 \text{ min} \\60 \text{ s} \div 16,78 \text{ s} &= 3,57 \text{ ks/min} \\3,57 \times 450 \text{ min} &\equiv 1600 \text{ ks} = 800 \text{ párů} \\100 \div 16,78 \times 15,81 &= 94,22 \% \\100 - 94,22 &\equiv 5,8 \% \\800 \times 1,058 &\equiv 846 \text{ párů}\end{aligned}$$

Předmětem této diplomové práce je především snížení námahy operátorek montážní linky při práci. Z důvodů racionalizačních změn pracovišť, dojde při snížení námahy i ke zvýšení počtu vyrobených kusů, což lze označit jako úspěšný výsledek.

## Závěr

Tato diplomová práce se zabývá oblastí racionalizace práce a zlepšováním pracovišť se specifickým ohledem na ergonomii. V úvodu do řešené problematiky je představen vědní obor ergonomie a antropometrie a jejich vliv na člověka v rámci výrobního systému a možné negativní vlivy na jeho zdraví. Následně jsou uvedeny jednotlivé obecné parametry pracovišť. Z oblasti racionalizace práce jsou zmíněny dvě v současné době nejvyužívanější metody časové racionalizace, kterými je REFA a MTM. Podrobnější popis těchto metodik je uveden.

Obsahem druhé kapitoly je charakterizace výrobního systému. Nejprve v krátkosti došlo k představení společnosti NOVASPORT spol. s r.o., ve které je řešena tato diplomová práce. Dále je konkrétně popsána řešená montážní linka.

Třetí kapitola obsahuje analýzu procesů na vybraných pracovištích. Je zde uvedeno vyhodnocení dotazníků NORDIC QUESTIONNAIRE. Další kapitola obnáší vyhotovené náměry dle metodiky REFA. Následně jsou analyzována pracoviště dle metodiky MTM-1. Pro následné ergonomické analýzy je vymodelována současná situace montážní linky ve 3D v programu Siemens NX 9. Dále jsou provedeny analýzy RULA a NIOSH současného stavu v programu Siemens Tecnomatix Jack.

Čtvrtá kapitola obsahuje návrhy nových zlepšení na pracovištích a vypracované nové pracovní postupy. Následně jsou vyhodnoceny ergonomické analýzy RULA vybraných pracovišť a analýzy MTM-1 navrhovaného stavu.

Poslední kapitola shrnuje nejpodstatnější výsledky a přínosy diplomové práce. Díky navrhovaným racionalizačním změnám jednotlivých pracovišť dojde ke snížení námahy operátorek montážní linky a současně se teoreticky navýší počet vyrobených párů holí za směnu o 5,8%.

## Použitá literatura

- [1] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK O. *Ergonomie : Optimalizace lidské činnosti*. 1. vyd. Praha : Grada, 2002. 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [2] SLAMKOVÁ, E., DULINA, L., TABAKOVÁ, M. *Ergonomia v priemysle*. GEORG, Žilina, 2010, 261 s. ISBN 978-80- 89401-09-3.
- [3] STANTON, N., HEDGE, A., BROOKHUIS, K., SALAS, E., HENDRICK, H. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. CRC Press, USA, 2005. ISBN 0-415-28700-6.
- [4] BUREŠ, M. ŽIVDIG : *Tvorba a optimalizace pracoviště, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3.
- [5] BUREŠ, M., SEKULOVÁ, K., PŘIBÁŇOVÁ, V. ŽIVDIG : *Tvorba a optimalizace pracoviště - cvičení, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-33-0.
- [6] BUREŠ, M. *Ergonomie - Úvod*. Plzeň, 2012. Přednáška z předmětu ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV
- [7] Normy třídy ČSN 8335
- [8] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. stanovující podmínky ochrany zdraví při práci (a jeho aktualizace NV č. 68/2010 Sb.) potažmo dle Vyhlášky č. 432/2003 Sb. stanovující podmínky pro zařazování prací do kategorií.
- [9] REFA, Principles of work studies, REFA-methods and theory about business organization (in German), Grundlagen der Arbeitsgestaltung, Refa-Methodenlehre der Betriebsorganisation, Hanser, München, 1991.
- [10] H. B. Maynard, G. J. Stegemerten, J. L. Schwab, Methods Time Measurement, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 2012.

## Online zdroje


- [11] [www.pixabay.com](http://pixabay.com/cs/tov%C3%A1rna-obrys-kreslen%C3%BD-film-30512/) [online]. [cit. 2015-10-27]. Dostupné z: <http://pixabay.com/cs/tov%C3%A1rna-obrys-kreslen%C3%BD-film-30512/>
- [12] [www.ergonomiesite.be](http://www.ergonomiesite.be/antropometrie/sjablonen/dreyfuss.jpg) [online]. [cit. 2015-10-28]. Dostupné z: <http://www.ergonomiesite.be/antropometrie/sjablonen/dreyfuss.jpg>
- [13] [www.pravniradce.ihned.cz](http://pravniradce.ihned.cz/c1-12535750-ochrana-zdravi-zamestnancu) [online]. [cit. 2015-10-28]. Dostupné z: <http://pravniradce.ihned.cz/c1-12535750-ochrana-zdravi-zamestnancu>
- [14] [www.rula.co.uk](http://www.rula.co.uk/survey.html) [online]. [cit. 2015-11-4]. Dostupné z: <http://www.rula.co.uk/survey.html>

**PŘÍLOHA č. 1**

**REFA formuláře**

<b>Formulář časového snímku</b>		Schránka č.
		List č: 1 ze 2 listů

Název operace: Pozice 1 - 6322732

Zakázka č.	Množství m pracovní zakázky	Oddělení	Nákladové středisko	
Datum časového snímku 21. 10. 2015	začátek 12:00	konec 13:00	Doba trvání 1 hodina	
		Skladba času na jednotku	Čas v minutách	původ
		Základní čas tg	11,05	
		Čas na oddech ter Zer= 8%	0,88	
		Poměrný čas tv Zv= %		
		Ostatní přírážky		
		Čas na jednotku te <sub>1</sub>	<b>11,93</b>	
		Te <sub>1</sub> / te <sub>100</sub> / te <sub>1000</sub> v min/h		
		Přípravný čas tr v min/h		

Pracovní postup: Pracovnice pravou rukou uchopí dva spodní díly a levou rukou uchopí a nasadí talířky. Pomocí přípravku narazí talířky do požadované polohy. Levou rukou uchopí a nasadí dva střední díly. Následně levou rukou uchopí a nasadí levý horní díl a totéž provede pro pravý horní díl. Poté hole odloží na dopravníkový pás.

Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.	Materiál č.	Rozměry, hmotnosti
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provádění Podobných úkolů z koumaného úkolu
	Willnerová					2 roky
						1 rok
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo pracoviště	Technické údaje, stav		

Vlivy okolí

Odměňování

Poznámky:

Jakost výsledku práce

Zpracoval Kába

Přezkoušel

Platnost od

do

## Formulář pro výběrovou chronometráž - norma

datum : 21.10.2015

jméno pozorovatele Kába

celkový popis činnosti: -

list č.

2

Zv

8%

Zer

-

směna

R

výrobek, zakázka: 6322732

pracoviště

Pozice 1

pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště (popis)					pracoviště linky (popis)				
Kompletace 3-dílné hůlky																								
MB začátek Uchopení spodního dílu					MB začátek					MB začátek					MB začátek					MB začátek				
MB konec Uchopení dalšího spodního dílu					MB konec					MB konec					MB konec					MB konec				
Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK	
1	21,00	2	100%	10,50	1					1					1					1				
2	22,00	2	100%	11,00	2					2					2					2				
3	21,00	2	100%	10,50	3					3					3					3				
4	23,00	2	100%	11,50	4					4					4					4				
5	24,00	2	100%	12,00	5					5					5					5				
6	21,00	2	100%	10,50	6					6					6					6				
7	22,00	2	100%	11,00	7					7					7					7				
8	22,00	2	100%	11,00	8					8					8					8				
9	21,00	2	100%	10,50	9					9					9					9				
10	23,00	2	100%	11,50	10					10					10					10				
11	24,00	2	100%	12,00	11					11					11					11				
12	21,00	2	100%	10,50	12					12					12					12				
13	22,00	2	100%	11,00	13					13					13					13				
14	22,00	2	100%	11,00	14					14					14					14				
15	22,00	2	100%	11,00	15					15					15					15				
16	23,00	2	100%	11,50	16					16					16					16				
17	24,00	2	100%	12,00	17					17					17					17				
18	21,00	2	100%	10,50	18					18					18					18				
19	22,00	2	100%	11,00	19					19					19					19				
20	21,00	2	100%	10,50	20					20					20					20				
tg	11,05				tg					tg					tg					tg				
te					te					te					te					te				

## Formulář časového snímku

Schránka č.

List č: 1 ze 2 listů

Název operace: Pozice 2 - 6322732

Zakázka č.	Množství m pracovní zakázky	Oddělení	Nákladové středisko	
Datum časového snímku 21. 10. 2015	začátek 13:00	konec 13:20	Doba trvání 20 minut	
		Skladba času na jednotku	Čas v minutách	původ
		Základní čas tg	14,99	
		Čas na oddech ter Zer= 8%	1,20	
		Poměrný čas tv Zv= %		
		Ostatní přírážky		
		Čas na jednotku te <sub>1</sub>	<b>16,18</b>	
		Te <sub>1</sub> / te <sub>100</sub> / te <sub>1000</sub> v min/h		
		Přípravný čas tr v min/h		

Pracovní postup: Pracovnice levou rukou uchopí holi z dopravníkového pásu a položí si ji před sebe. Levou rukou ji stále přidržuje a pravou rukou nejprve umístí podložku a poté hebel. Hůlku pootočí o 180°, levou rukou uchopí matici a umístí ji do ořechu vrtačky. Pravou rukou s pomocí vrtačky zašroubuje matici. Hebel povolí zaseknutím o přípravek (hůl drží v obou rukách). Zasune spodní díl a utáhne hebel. Levou rukou odloží hůlku na dopravníkový pás.

Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.	Materiál č.	Rozměry, hmotnosti
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provádění Podobných úkolů z koumaného úkolu
	Seidlová					12 let 4 roky
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo pracoviště	Technické údaje, stav		

Vlivy okolí	Odměňování
-------------	------------

Poznámky:

Jakost výsledku práce

Zpracoval	Kába	Přezkoušel	Platnost od	do
-----------	------	------------	-------------	----

## Formulář pro výběrovou chronometráž - norma

datum :	21.10.2015		list č.	-
jméno pozorovatele	Kába		Zv	8%
celkový popis činnosti:	-		Zer	-
			směna	R

výrobek, zakázka:	6322732	pracoviště	Pozice 2
-------------------	---------	------------	----------

pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště (popis)					pracoviště linky (popis)				
Montáž hebel 1																								
MB začátek	Uchopení hůlky				MB začátek					MB začátek					MB začátek					MB začátek				
MB konec	Uchopení další hůlky				MB konec					MB konec					MB konec					MB konec				
	Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK
1	17,00	1	90%	15,30	1					1					1					1				
2	15,00	1	90%	13,50	2					2					2					2				
3	17,00	1	90%	15,30	3					3					3					3				
4	17,00	1	90%	15,30	4					4					4					4				
5	18,00	1	90%	16,20	5					5					5					5				
6	14,00	1	90%	12,60	6					6					6					6				
7	14,00	1	90%	12,60	7					7					7					7				
8	20,00	1	90%	18,00	8					8					8					8				
9	16,00	1	90%	14,40	9					9					9					9				
10	15,00	1	90%	13,50	10					10					10					10				
11	17,00	1	90%	15,30	11					11					11					11				
12	17,00	1	90%	15,30	12					12					12					12				
13	21,00	1	90%	18,90	13					13					13					13				
14	16,00	1	90%	14,40	14					14					14					14				
15	20,00	1	90%	18,00	15					15					15					15				
16	15,00	1	90%	13,50	16					16					16					16				
17	18,00	1	90%	16,20	17					17					17					17				
18	15,00	1	90%	13,50	18					18					18					18				
19	17,00	1	90%	15,30	19					19					19					19				
20	14,00	1	90%	12,60	20					20					20					20				

tg		<b>14,99</b>		tg				tg				tg			
te				te				te				te			



## Formulář časového snímku

Schránka č.

List č: 1 ze 2 listů

Název operace: Pozice 3 - 6322732

Zakázka č.	Množství m pracovní zakázky	Oddělení	Nákladové středisko	
Datum časového snímku 21. 10. 2015	začátek 13:30	konec 13:40	Doba trvání 10 minut	
		Skladba času na jednotku	Čas v minutách	původ
		Základní čas tg	16,11	
		Čas na oddech ter Zer= 8%	1,29	
		Poměrný čas tv Zv= %		
		Ostatní přírážky		
		Čas na jednotku te <sub>1</sub>	<b>17,40</b>	
		Te <sub>1</sub> / te <sub>100</sub> / te <sub>1000</sub> v min/h		
		Přípravný čas tr v min/h		

Pracovní postup: Pracovnice levou rukou uchopí holi z dopravníkového pásu a položí si ji před sebe. Levou rukou ji stále přidržuje a pravou rukou nejprve umístí podložku a poté hebel. Holi pootočí o 180°, levou rukou uchopí maticku a umístí ji do ořechu vrtačky. Pravou rukou s pomocí vrtačky zašroubuje maticku. Hebel povolí prsty pravé ruky. Zasune střední díl a utáhne hebel. Srovná oba povolovací systémy do jedné roviny. Zkontroluje, zdali je hole pravá nebo levá a podle toho umístí holi na další pozici a místo tomu určené.

Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.	Materiál č.	Rozměry, hmotnosti
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provádění Podobných úkolů z koumaného úkolu
	Baxová					11 let
						10 let
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo pracoviště	Technické údaje, stav		

Vlivy okolí	Odměňování
-------------	------------

Poznámky:

Jakost výsledku práce

Zpracoval	Kába	Přezkoušel	Platnost od	do
-----------	------	------------	-------------	----

**Formulář pro výběrovou chronometráž - norma**

datum : 21.10.2015

jméno pozorovatele Kába

celkový popis činnosti: -

list č. 2

Zv 8%

Zer -

směna R

pracoviště

Pozice 3

výrobek, zakázka: 6322732


pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště (popis)					pracoviště linky (popis)				
Montáž hebel 2																								
MB začátek	Uchopení hůlky				MB začátek					MB začátek					MB začátek					MB začátek				
MB konec	Uchopení další hůlky				MB konec					MB konec					MB konec					MB konec				
	Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK
1	17,00	1	90%	15,30	1					1					1					1				
2	17,00	1	90%	15,30	2					2					2					2				
3	20,00	1	90%	18,00	3					3					3					3				
4	19,00	1	90%	17,10	4					4					4					4				
5	19,00	1	90%	17,10	5					5					5					5				
6	17,00	1	90%	15,30	6					6					6					6				
7	17,00	1	90%	15,30	7					7					7					7				
8	22,00	1	90%	19,80	8					8					8					8				
9	17,00	1	90%	15,30	9					9					9					9				
10	16,00	1	90%	14,40	10					10					10					10				
11	17,00	1	90%	15,30	11					11					11					11				
12	18,00	1	90%	16,20	12					12					12					12				
13	18,00	1	90%	16,20	13					13					13					13				
14	16,00	1	90%	14,40	14					14					14					14				
15	18,00	1	90%	16,20	15					15					15					15				
16	19,00	1	90%	17,10	16					16					16					16				
17	21,00	1	90%	18,90	17					17					17					17				
18	17,00	1	90%	15,30	18					18					18					18				
19	16,00	1	90%	14,40	19					19					19					19				
20	17,00	1	90%	15,30	20					20					20					20				
tg	<b>16,11</b>				tg					tg					tg					tg				
te					te					te					te					te				

## Formulář časového snímku

Schránka č.

List č: 1 ze 2 listů

Název operace: Pozice 4 - 6322732

Zakázka č.	Množství m pracovní zakázky	Oddělení	Nákladové středisko	
Datum časového snímku 21. 10. 2015	začátek 13:40	konec 14:00	Doba trvání 20 minut	
		Skladba času na jednotku	Čas v minutách	původ
		Základní čas tg	11,00	
		Čas na oddech ter Zer= 8 %	0,88	
		Poměrný čas tv Zv= %		
		Ostatní přírážky		
		Čas na jednotku te <sub>1</sub>	<b>11,88</b>	
		Te <sub>1</sub> / te <sub>100</sub> / te <sub>1000</sub> v min/h		
		Přípravný čas tr v min/h		

Pracovní postup: Pracovnice umístí kartu s klipy do přípravku. Levou rukou uchopí první holi a nasadí do klipů. Pravou rukou uchopí druhou holi, srovná ji podle první a nasadí na druhou stranu klipů. Pravou rukou uchopí krytky na hroty a nasadí je. Poté opět pravou rukou odloží připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.

Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.	Materiál č.	Rozměry, hmotnosti
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provádění Podobných úkolů z koumaného úkolu
	Dušková					4 roky
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo pracoviště	Technické údaje, stav		
Vlivy okolí					Odměňování	
Poznámky:						
Jakost výsledku práce						
Zpracoval	Kába	Přezkoušel	Platnost od		do	

## Formulář pro výběrovou chronometráž - norma

datum : 21.10.2015

jméno pozorovatele Kába

celkový popis činnosti: -

list č. 2

Zv 8%

Zer -

směna R


pracoviště Pozice 4

výrobek, zakázka: 6322732

pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště (popis)					pracoviště linky (popis)				
Párování hůlek																								
MB začátek	Uchopení hůlky				MB začátek					MB začátek					MB začátek					MB začátek				
MB konec	Uchopení další liché hůlky				MB konec					MB konec					MB konec					MB konec				
	Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK
1	22,00	2	100%	11,00	1					1					1					1				
2	23,00	2	100%	11,50	2					2					2					2				
3	24,00	2	100%	12,00	3					3					3					3				
4	21,00	2	100%	10,50	4					4					4					4				
5	20,00	2	100%	10,00	5					5					5					5				
6	22,00	2	100%	11,00	6					6					6					6				
7	22,00	2	100%	11,00	7					7					7					7				
8	21,00	2	100%	10,50	8					8					8					8				
9	23,00	2	100%	11,50	9					9					9					9				
10	22,00	2	100%	11,00	10					10					10					10				
11	21,00	2	100%	10,50	11					11					11					11				
12	21,00	2	100%	10,50	12					12					12					12				
13	23,00	2	100%	11,50	13					13					13					13				
14	24,00	2	100%	12,00	14					14					14					14				
15	22,00	2	100%	11,00	15					15					15					15				
16	22,00	2	100%	11,00	16					16					16					16				
17	21,00	2	100%	10,50	17					17					17					17				
18	24,00	2	100%	12,00	18					18					18					18				
19	21,00	2	100%	10,50	19					19					19					19				
20	21,00	2	100%	10,50	20					20					20					20				
tg	<b>11,00</b>				tg					tg					tg					tg				
te					te					te					te					te				

<b>Formulář časového snímku</b>		Schránka č.
		List č: 1 ze 2 listů

Název operace: Pozice 5 - 6322732

Zakázka č.	Množství m pracovní zakázky	Oddělení	Nákladové středisko	
Datum časového snímku 22. 10. 2015	začátek 14:30	konec 15:00	Doba trvání 30 minut	
		Skladba času na jednotku	Čas v minutách	původ
		Základní čas tg	6,16	
		Čas na oddech ter Zer= 8%	0,49	
		Poměrný čas tv Zv= %		
		Ostatní přírážky		
		Čas na jednotku te <sub>1</sub>	<b>6,65</b>	
		Te <sub>1</sub> / te <sub>100</sub> / te <sub>1000</sub> v min/h		
		Přípravný čas tr v min/h		

Pracovní postup: Pracovnice si připraví karton na hole. 10 připravených párů holí polepí štítky. Všechny hole přendá blíž k připravenému kartonu. Do kartonu vloží vyplněný papírek (datum, zakázka, jméno a podpis). Dále do kartonu vloží všech 10 párů holí. Karton zkompletuje, odloží na paletu a nalepí na něj kód zakázky.

Předmět práce (vstup)	Označení	Materiál	Stav na vstupu	Výkres č.	Materiál č.	Rozměry, hmotnosti
Člověk	Jméno	Osobní číslo	muž	žena	věk	Doba provádění Podobných úkolů z koumaného úkolu
	Seidlová					12 let 12 let
Provozní prostředek	Označení, typ	Počet	Číslo pracoviště	Technické údaje, stav		

Vlivy okolí Odměňování

Poznámky:

Jakost výsledku práce

Zpracoval **Kába** Přezkoušel **Platnost od** **do**

**Formulář pro výběrovou chronometráž - norma**

datum : 22.10.2015

jméno pozorovatele Kába

celkový popis činnosti: -

list č. 2

Zv 8%

Zer -

směna O

pracoviště Pozice 5

výrobek, zakázka: 6322732

pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště linky (popis)					pracoviště (popis)					pracoviště linky (popis)									
Balení hůlek																													
MB začátek	Uchopení hůlky				MB začátek					MB začátek					MB začátek					MB začátek									
MB konec	Uchopení další liché hůlky				MB konec					MB konec					MB konec					MB konec									
	Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK		Čas	Mn.	Lg	OK					
1	120,00	20	100%	6,00	1					1					1					1									
2	115,00	20	100%	5,75	2					2					2					2									
3	127,00	20	100%	6,35	3					3					3					3									
4	124,00	20	100%	6,20	4					4					4					4									
5	130,00	20	100%	6,50	5					5					5					5									
6					6					6					6					6									
7					7					7					7					7									
8					8					8					8					8									
9					9					9					9					9									
10					10					10					10					10									
11					11					11					11					11									
12					12					12					12					12									
13					13					13					13					13									
14					14					14					14					14									
15					15					15					15					15									
16					16					16					16					16									
17					17					17					17					17									
18					18					18					18					18									
19					19					19					19					19									
20					20					20					20					20									
tg	6,16				tg					tg					tg					tg									
te					te					te					te					te									

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Analýza MTM-1 – současný stav**



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. **P101**  
List/Listů **1/5**

Kód

Název operace **Pracoviště 1**

Začátek **Sáhnout na spodní díl**

Obsah **Pracovnice pravou rukou uchopí dva spodní díly a levou rukou uchopí a nasadí talířky. Pomocí přípravku narazí talířky. Levou rukou uchopí a nasadí dva střední díly. Následně levou rukou uchopí a nasadí levý horní díl a totéž provede pro pravý horní díl. Poté hole odloží na dopravníkový pás.**

Konec **Úkrok k bedně se spodními díly**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Nasazení 2 talířků		269,1	0,5	134,55
2	Nasazení 2 středních dílů		142,9	0,5	71,45
3	Nasazení horních 2 dílů		207	0,5	103,5
4	Odložení holí na dopr. pás		56	0,5	28

Základní čas v TMU

Základní čas v  min  sec

#### Podnikové specifické přírázky

Např.: Rozvržené časy  $t_v$  v

min  sec

$z_v =$

337,5

12,15

0,97

Čas na jednotku  $t_e$  v  min  sec

když e =

13,12

Prováděcí čas  $t_a$  v  min  sec

když m =

Čas seřízení (přípravy)  $t_r$  v  min  sec

Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v  min  sec





### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. P101  
List/Listů 2/5

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1				22,3	R60C		na spodní díl
				7,3	G1C1		
				20,4	M60B		k holi
	1. talířek		R80C	27,7			
			G4A	7,3			
			M20C	11,7			
			P2SE	16,2			
			RL1	2			
	2. talířek		R20C	11,4			
			G4A	7,3			
			M20C	11,7			
			P2SE	16,2			
			RL1	2			
			R30C]	18,5	M40C		1. hole k přípravku
			G1A]				
				16,2	P2SE		do přípravku
				4,1	M6A		
				13	PT		strojní čas 0,5 sec.
				5	M6B		vyndání z přípravku
				10,5	M16C		2. hole k přípravku
				16,2	P2SE		do přípravku
				4,1	M6A		
				13	PT		strojní čas 0,5 sec.
				5	M6B		vyndání z přípravku
					{SSC2		úkrok stranou
					{G2		
				<b>269,1</b>	TMU		
				9,69	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P101**  
List/Listů **3/5**

Kód

Název op. úseku **Nasazení 2 středních dílů**

Začátek **Sáhnout pro střední díly**

Obsah **Pracovnice levou rukou uchopí a nasadí dva střední díly.**

Konec **Úkrok pro první horní díl**

Ohraničení **Hole drží stále v pravé ruce**

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	pro střední díly		R60C	22,3			
			G1C1	7,3			
			M60C	25,2			
	první spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
			M30C	15,1			
	druhé spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
					SSC2		úkrok stranou
				<b>142,9</b>	TMU		
				5,14	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P101**  
List/Listů **4/5**

Kód

Název op. úseku **Nasazení 2 horních dílů**

Začátek **Sáhnout pro první horní díl**

Obsah **Pracovnice levou rukou uchopí a nasadí levý horní díl a totéž provede pro pravý horní díl.**

Konec **Úkrok k dopravníkovému pásu**

Ohraničení **Hole drží stále v pravé ruce**

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3	pro horní díl	2	R80C	55,4			
		2	G1C1	14,6			
		2	M80C	64			
		2	P2SD	43,6			
		2	M30A	25,4			
		2	RL1	4			
					SSC2		úkrok stranou
				<b>207</b>	TMU		
				7,45	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P101**  
List/Listů **5/5**

Kód

Název op. úseku **Odložení holí na dopravníkový pás**

Začátek **Úkrok k dopravníkovému pásu**

Obsah **Pracovnice hole odloží na dopravníkový pás.**

Konec **Úkrok k bedně se spodními díly**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
4	odložení		R30A	9,5			
			G1A	2			
				2	RL1		
				25,2	(M80B		
					<del>G2</del>		
				2	RL1		
	úkrok			13,3	(M30B		
					<del>G2</del>		
				2	RL1		
					SS-C2		
				56	TMU		
				2,02	s		



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **1/4**

Kód

Název operace **Pracoviště 2**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník založí holi do přípravku. Umístí podložku a hebel na příslušné místo a holi otočí. Z druhé stany šroubovákem přišroubuje matku. Holi následně zasune, zajistí hebel a odloží na pás.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Montáž hebelu		185,7	1	185,7
2	Příšroubování hebelu		115,9	1	115,9
3	Stažení a odložení hole		103,9	1	103,9

Základní čas v TMU

Základní čas v  min  sec

405,5

14,60

**Podnikové specifické přírážky**

Např.: Rozvržené časy  $t_v$  v

min  sec

$z_v =$

1,17

Čas na jednotku  $t_e$  v  min  sec

když e =

15,77

Prováděcí čas  $t_a$  v  min  sec

když m =

Čas seřízení (přípravy)  $t_r$  v  min  sec

Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v  min  sec

### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza       Plánovací analýza

Ev. č. P201  
List/Listů 2/4

Kód

Název op. úseku Montáž hebelu

Začátek Sáhnout na holi

Obsah Pracovník sáhne na holi na pásu a přemístí ji do přípravku. Následně umístí podložku a hebel na příslušnou pozici, hebel zavře a celou holi otočí v přípravku na druhou stranu.

Konec Pustit holi a hebel

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1	hole na pásu		R60B	21,2			
			G1A	2			
			M70A	25,2	[R30A		k holi
				5,6	G3		
			R30A	9,5			
	holi do přípravku		M20C	11,7	M20C		holi do přípravku
				2	RL1		
				6,3	R10B		na podložky
				3,5	G1B		
				11,7	M20C		
				16,2	P2SE		umístit podložku
				2	RL1		
				13,6	R28C		na hebel
				9,1	G4B		
				14,4	(M28C		
					G2		
				21,8	P2SD		spojku do díry s přehmátnutím
				2	M2A		zavřít spojku
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
			RL1	2	RL1		
				<b>185,7</b>	TMU		
				6,69	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **3/4**

Kód

Název op. úseku **Přišroubování hebelu**

Začátek **Sáhnout na matku a šroubovák**

Obsah **Pracovník levou rukou sáhne do zásobníku pro matku, kterou následně nasadí do šroubováku a přišroubuje hebel.**

Konec **Pustit šroubovák**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na matku		R30C	14,1			
			G4C	12,9			
			M30C	12,7	R30A		na šroubovák
				2	G1A		
	matka do šroubováku		P2SSE	19,7			
			RL1	2			
				15,1	M30C		
				5,6	P1SE		
				2	M2A		
			R14A	27,8	PT		šroubování 1 sec.
			G1A				
				2	RL1		
				<b>115,9</b>	TMU		
				4,17	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **4/4**

Kód

Název op. úseku **Stažení a odložení hole**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník otočí holi zpět. S pomocí hrany na přípravku pracovník otevře hebel, holi následně zasune a zajistí opět hebel. Takto staženou holi odloží na pás.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				9,5	R30A		na holi
				2	G1A		
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
	hebel na hranu		M4B	4	M4B		hebel na hranu
			P1SE	5,6	P1SE		
	otevřít hebel		M8B	5,9	M8B		otevřít hebel
				2	RL1		
				7,1	R16A		na konec hole
				17,4	M45A		zatáhnout holi
			RL1	2			
			R20A]	9,4	T180S		
			G1A	2			
	zavřít hebel		M4A	3,1			
				2	RL1		
	na pás		M75B	24			
			RL1	2			
				<b>103,9</b>	TMU		
				3,74	s		





### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **1/4**

Kód

Název operace **Pracoviště 3**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník založí holi do přípravku. Umístí podložku a hebel na příslušné místo a holi otočí. Z druhé stany šroubovákem přišroubuje matku. Holi následně zasune, zajistí hebel a odloží na další pracoviště.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Montáž hebelu		188,6	1	188,6
2	Příšroubování hebelu		115,9	1	115,9
3	Stažení a odložení hole		127,1	1	127,1
					431,6
Základní čas v TMU					
Základní čas v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec					15,54
<b>Podnikové specifické přírážky</b>					
Např.: Rozvržené časy $t_v$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec $z_v =$ <input type="text" value="8%"/>					1,24
Čas na jednotku $t_e$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec když e = <input type="text" value="1"/>					16,78
Prováděcí čas $t_a$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec když m = <input type="text"/>					
Čas seřízení (přípravy) $t_r$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					
Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **2/4**

Kód

Název op. úseku **Montáž hebelu**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník sáhne na holi na pásu a přemístí ji do přípravku. Následně umístí podložku a hebel na příslušnou pozici, hebel zavře a celou holi otočí v přípravku na druhou stranu.**

Konec **Pustit holi a hebel**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1	hole na pásu		R70B	24,1			
			G1A	2			
			M70A	25,2	[R30A		k holi
				5,6	G3		
			R30A	9,5			
	hole do přípravku		M20C	11,7	M20C		hole do přípravku
				2	RL1		
				6,3	R10B		na podložky
				3,5	G1B		
				11,7	M20C		
				16,2	P2SE		umístit podložku
				2	RL1		
				13,6	R28C		na hebel
				9,1	G4B		
				14,4	(M28C		
					{G2		
				21,8	P2SD		spojku do díry s přehmátnutím
				2	M2A		zavřít spojku
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
			RL1	2	RL1		
				<b>188,6</b>	TMU		
				6,79	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **3/4**

Kód

Název op. úseku **Přišroubování spojky**

Začátek **Sáhnout na matku a šroubovák**

Obsah **Pracovník levou rukou sáhne do zásobníku pro matku, kterou následně nasadí do šroubováku a přišroubuje hebel.**

Konec **Pustit šroubovák**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na matku		R30C	14,1			
			G4C	12,9			
			M30C	12,7	R30A		na šroubovák
				2	G1A		
	matka do šroubováku		P2SSE	19,7			
			RL1	2			
				15,1	M30C		
				5,6	P1SE		
				2	M2A		
			R14A	27,8	PT		šroubování 1 sec.
			G1A				
				2	RL1		
				<b>115,9</b>	TMU		
				4,17	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **4/4**

Kód

Název op. úseku **Stažení a odložení hole**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník otočí holi zpět. S pomocí hrany na přípravku pracovník otevře hebel, holi následně zasune a zajistí opět hebel. Takto staženou holi odhodí na další pracoviště.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				9,5	R30A		na holi
				2	G1A		
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
	hebel na hranu		M4B	4	M4B		hebel na hranu
			P1SE	5,6	P1SE		
	otevřít hebel		M8B	5,9	M8B		otevřít hebel
				2	RL1		
				7,1	R16A		na konec hole
				17,4	M45A		zatáhnout holi
				2	RL1		
				6,8	R14A		
				2	G1A		
				3,1	M4A		zavřít hebel
			RL1	2			
	na pásek		R30A	9,5			
			G1A	2			
			M6B	5			
				7,3	EF		kontrola L/P
				2	RL1		
			M75B	24			
			RL1	2			
				<b>127,1</b>	TMU		
				4,58	s		



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **1/5**

Kód

Název operace **Pracoviště 4**

Začátek **Sáhnout na kartu s klipy**

Obsah **Pracovnice umístí kartu s klipy do přípravku. Levou rukou uchopí první holi a nasadí do klipů. Pravou rukou uchopí druhou holi, srovná ji podle první a nasadí na druhou stranu klipů. Pravou rukou uchopí krytky na hroty a nasadí je. Poté opět pravou rukou odloží připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.**

Konec **Pustit spárované hole**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Založení karty do přípravku		122,8	0,5	61,4
2	Založení první hole		136,2	0,5	68,1
3	Založení druhé hole		147,5	0,5	73,75
4	Nasazení krytek na hroty		187,3	0,5	93,65

Základní čas v TMU

Základní čas v  min  sec

296,9

10,69

**Podnikové specifické přírážky**

Např.: Rozvržené časy  $t_v$  v

min  sec

$z_v =$  **8%**

0,86

Čas na jednotku  $t_e$  v  min  sec

když  $e =$  **1**

11,54

Prováděcí čas  $t_a$  v  min  sec

když  $m =$

Čas seřízení (přípravy)  $t_r$  v  min  sec

Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení)  $T$  v  min  sec



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č.   
List/Listů

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1				26,9	R80B		na kartu s klipy
				0	G5		
			R30B	12,8	[M20B		
			G1A	2	G1A		
			M30C	15,1	M30C		kartu do přípravku
			P1SE	5,6	P1SE		
			RL1	2	RL1		
			R4A	3,4	R4A		na klipy
			G1A	2	G1A		
			M4C	4,5			
				4,5	M4C		
			P2NSE	21			
				21	P2NSE		
			RL1	2	RL1		
				122,8	TMU		
				4,42	sec.		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **3/5**

Kód

Název op. úseku **Založení první hole**

Začátek **Sáhnout pro první holi**

Obsah **Pracovnice levou rukou uchopí první holi a nasadí do klipů.**

Konec **Pustit první holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na první holi		R40B	15,6			
			G1A	2			
	k tělu		M40B	15,6			
				5,6	G3		
	na pásek		R50B	18,4			
			G1A	2			
			G2	5,6			
				7,3	EF		kontrola L/P
			RL1	2			
			R10A	6,1			
			G1A	2			
	první hole ke klipům		M30C	15,1	M30C		první hole ke klipům
				5,6	P1SE		
				10,6	APA		
			M4C	4,5			
			P1SE	5,6			
			APA	10,6			
			RL1	2	RL1		
				<b>136,2</b>	TMU		
				4,90	sec.		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **4/5**

Kód

Název op. úseku **Založení druhé hole**

Začátek **Sáhnout pro druhou holi**

Obsah **Pracovnice pravou rukou uchopí druhou holi, srovná ji podle první a nasadí na druhou stranu klipů.**

Konec **Pustit druhou holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				15,6	R40B		na druhou holi
				2	G1A		
				15,6	M40B		k tělu
	na kartu		R10A	6,1			
			G1A	2			
			M10B	6,8			
			RL1	2			
	na pásek		R50B	18,4			
			G1A	2			
			G2	5,6			
				7,3	EF		kontrola L/P
			RL1	2			
			R10A	6,1			
			G1A	2			
	druhá hole ke klipům		M30C	15,1	M30C		druhá hole ke klipům
				5,6	P1SE		
				10,6	APA		
			M4C	4,5			
			P1SE	5,6			
			APA	10,6			
			RL1	2	RL1		
				<b>147,5</b>	TMU		
				5,31	sec.		





### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. P401  
List/Listů 5/5

Kód

Název op. úseku Nasazení krytek na hroty

Začátek Sáhnout pro krytku na hroty

Obsah Pracovnice pravou rukou uchopí krytky na hroty a nasadí je. Poté opět pravou rukou odloží připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.

Konec Pustit spárované hole

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
4	na holi		R14A]	33,6	R40C	2	ke krytce
			G1A]	18,2	G4B	2	
				37	M40C	2	k hrotu
				11,2	P1SE	2	nasadit očko
				9	M4C	2	
				32,4	P2SE	2	nasadit krytku
				9	M4C	2	
			RL1	4	RL1	2	
				6,1	R10A		
				2	G1A		
				22,8	M70B		odložit hole
				2	RL1		
				<b>187,3</b>	TMU		
				6,74	sec.		

**PŘÍLOHA č. 3**

**Analýza MTM-1 – navrhovaný stav**



## Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. P101  
List/Listů 1/5

Kód

Název operace

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Nasazení 2 talířků		258,8	0,5	129,4
2	Nasazení 2 středních dílů		130,7	0,5	65,35
3	Nasazení horních 2 dílů		158,2	0,5	79,1
4	Odložení holí na dopr. pás		116	0,5	58
Základní čas v TMU					331,85
Základní čas v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec					11,95
<b>Podnikové specifické přírážky</b>					
Např.: Rozvržené časy $t_v$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec $z_v =$ <input 5"="" type="text" value="8%&lt;/td&gt;&lt;td&gt;0,96&lt;/td&gt;&lt;/tr&gt;&lt;tr&gt;&lt;td colspan="/> Čas na jednotku $t_e$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec když e = <input 5"="" type="text" value="1&lt;/td&gt;&lt;td&gt;&lt;b&gt;12,90&lt;/b&gt;&lt;/td&gt;&lt;/tr&gt;&lt;tr&gt;&lt;td colspan="/> Prováděcí čas $t_a$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"> sec když m = <input type="text"/></input>					
Čas seřízení (přípravy) $t_r$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					
Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P101**  
List/Listů **2/5**

Kód

Název op. úseku **Nasazení 2 talířků**

Začátek **Sáhnout na spodní díl**

Obsah **Pracovnice pravou rukou uchopí dva spodní díly a levou rukou uchopí a nasadí talířky. Pomocí přípravku narazí talířky.**

Konec **Úkrok pro střední díly**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1				16,8	R40C		na spodní díl
				7,3	G1C1		
				15,6	M40B		k holi
	1. talířek		R80C	27,7			
			G4A	7,3			
			M20C	11,7			
			P2SE	16,2			
			RL1	2			
	2. talířek		R20C	11,4			
			G4A	7,3			
			M20C	11,7			
			P2SE	16,2			
			RL1	2			
			R30C]	18,5	M40C		1. hole k přípravku
			G1A]				
				16,2	P2SE		do přípravku
				4,1	M6A		
				13	PT		strojní čas 0,5 sec.
				5	M6B		vyndání z přípravku
				10,5	M16C		2. hole k přípravku
				16,2	P2SE		do přípravku
				4,1	M6A		
				13	PT		strojní čas 0,5 sec.
				5	M6B		vyndání z přípravku
					{SSC2		úkrok stranou
					{G2		
				<b>258,8</b>	TMU		
				9,32	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č.   
List/Listů

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	pro střední díly		R40C	16,8			
			G1C1	7,3			
			M40C	18,5			
	první spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
			M30C	15,1			
	druhé spojení		P2SD	21,8			
			M30A	12,7			
			RL1	2			
					SSC2		úkrok stranou
				<b>130,7</b>	TMU		
				4,71	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. P101  
List/Listů 4/5

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3	pro horní díl	2	R40C	33,6			
		2	G1C1	14,6			
		2	M40C	37			
		2	P2SD	43,6			
		2	M30A	25,4			
		2	RL1	4			
					SSC2		úkrok stranou
				<b>158,2</b>	TMU		
				5,70	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č.   
List/Listů

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
4	odložení		R30A	9,5			
			G1A	2			
				2	RL1		
				25,2	(M80B		
					<del>G2</del>		
				2	RL1		
	úkrok			13,3	(M30B		
					<del>G2</del>		
				2	RL1		
					<del>SS-C2</del>		
	cesta zpět	4	W-P	60			
				<b>116</b>	TMU		
				4,18	s		



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **1/4**

Kód

Název operace **Pracoviště 2**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník založí holi do přípravku. Umístí podložku a hebel na příslušné místo a holi otočí. Z druhé stany šroubovákem přišroubuje matku. Holi následně zasune, zajistí hebel a odloží na pás.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Montáž hebelu		166,5	1	166,5
2	Příšroubování hebelu		113,7	1	113,7
3	Stažení a odložení hole		103,9	1	103,9
					384,1
Základní čas v TMU					
Základní čas v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec					13,83
<b>Podnikové specifické přírážky</b>					
Např.: Rozvržené časy $t_v$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec $z_v =$ <input type="text" value="8%"/>					1,11
Čas na jednotku $t_e$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec    když e = <input type="text" value="1"/>					14,93
Prováděcí čas $t_a$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec    když m = <input type="text"/>					
Čas seřízení (přípravy) $t_r$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					
Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					





### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **2/4**

Kód

Název op. úseku **Montáž hebelu**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník sáhne na holi na pásu a přemístí ji do přípravku. Následně umístí podložku a hebel na příslušnou pozici, hebel zavře a celou holi otočí v přípravku na druhou stranu.**

Konec **Pustit holi a hebel**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1	hole na pásu		R60B	21,2			
			G1A	2			
			M70A	25,2	[R30A		k holi
				5,6	G3		
			R30A	9,5			
	hůlka do přípravku		M20C	11,7	M20C		hole do přípravku
			RL1	2	RL1		
	na podložky		R10B]	11,9	R22C		na hebel
			G1B	3,5			
				9,1	G4B		
			M20C]	12,4	(M22C		
					(G2		
	umístit podložku		P2SE	16,2			
			RL1]	4,5	M4C		
				21,8	P2SD		spojku do díry s přehmátnutím
				2	M2A		zavřít spojku
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
			RL1	2	RL1		
				<b>166,5</b>	TMU		
				5,99	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P201**  
List/Listů **3/4**

Kód

Název op. úseku **Přišroubování hebelu**

Začátek **Sáhnout na matku a šroubovák**

Obsah **Pracovník levou rukou sáhne do zásobníku pro matku, kterou následně nasadí do šroubováku a přišroubuje hebel.**

Konec **Pustit šroubovák**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na matku		R22C	11,9			
			G4C	12,9			
			M30C	12,7	R30A		na šroubovák
				2	G1A		
	matka do šroubováku		P2SSE	19,7			
			RL1	2			
				15,1	M30C		
				5,6	P1SE		
				2	M2A		
			R14A	27,8	PT		šroubování 1 sec.
			G1A				
				2	RL1		
				<b>113,7</b>	TMU		
				4,09	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. P201  
List/Listů 4/4

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				9,5	R30A		na holi
				2	G1A		
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
	hebel na hranu		M4B	4	M4B		hebel na hranu
			P1SE	5,6	P1SE		
	otevřít hebel		M8B	5,9	M8B		otevřít hebel
				2	RL1		
				7,1	R16A		na konec hole
				17,4	M45A		zatáhnout holi
			RL1	2			
			R20A]	9,4	T180S		
			G1A	2			
	zavřít hebel		M4A	3,1			
				2	RL1		
	na pás		M75B	24			
			RL1	2			
				<b>103,9</b>	TMU		
				3,74	s		



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza  Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **1/4**

Kód

Název operace **Pracoviště 3**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník založí holi do přípravku. Umístí podložku a hebel na příslušné místo a holi otočí. Z druhé stany šroubovákem přišroubuje matku. Holi následně zasune, zajistí hebel a odloží na další pracoviště.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Montáž hebelu		169,4	1	169,4
2	Příšroubování hebelu		113,7	1	113,7
3	Stažení a odložení hole		123,5	1	123,5
					406,6
Základní čas v TMU					
Základní čas v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec					14,64
<b>Podnikové specifické přírážky</b>					
Např.: Rozvržené časy $t_v$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec $z_v =$ <input type="text" value="8%"/>					1,17
Čas na jednotku $t_e$ v <input type="checkbox"/> min <input checked="" type="checkbox"/> sec když e = <input type="text" value="1"/>					15,81
Prováděcí čas $t_a$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec když m = <input type="text"/>					
Čas seřízení (přípravy) $t_r$ v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					
Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v <input type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> sec					



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **2/4**

Kód

Název op. úseku **Montáž hebelu**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník sáhne na holi na pásu a přemístí ji do přípravku. Následně umístí podložku a hebel na příslušnou pozici, hebel zavře a celou holi otočí v přípravku na druhou stranu.**

Konec **Pustit holi a hebel**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1	hole na pásu		R70B	24,1			
			G1A	2			
			M70A	25,2	[R30A		k holi
				5,6	G3		
			R30A	9,5			
	hole do přípravku		M20C	11,7	M20C		hole do přípravku
			RL1	2	RL1		
	na		R10B]	11,9	R22C		na hebel
			G1B	3,5			
				9,1	G4B		
			M20C]	12,4	(M22C		
					(G2		
	umístit podložku		P2SE	16,2			
			RL1]	4,5	M4C		
				21,8	P2SD		spojku do díry s přehmátnutím
				2	M2A		zavřít spojku
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
			RL1	2	RL1		
				<b>169,4</b>	TMU		
				6,10	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **3/4**

Kód

Název op. úseku **Přišroubování spojky**

Začátek **Sáhnout na matku a šroubovák**

Obsah **Pracovník levou rukou sáhne do zásobníku pro matku, kterou následně nasadí do šroubováku a přišroubuje hebel.**

Konec **Pustit šroubovák**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na matku		R22C	11,9			
			G4C	12,9			
			M30C	12,7	R30A		na šroubovák
				2	G1A		
	matka do šroubováku		P2SSE	19,7			
			RL1	2			
				15,1	M30C		
				5,6	P1SE		
				2	M2A		
			R14A	27,8	PT		šroubování 1 sec.
			G1A				
				2	RL1		
				<b>113,7</b>	TMU		
				4,09	s		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P301**  
List/Listů **4/4**

Kód

Název op. úseku **Stažení a odložení hole**

Začátek **Sáhnout na holi**

Obsah **Pracovník otočí holi zpět. S pomocí hrany na přípravku pracovník otevře hebel, holi následně zasune a zajistí opět hebel. Takto staženou holi odhodí na další pracoviště.**

Konec **Pustit holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				9,5	R30A		na holi
				2	G1A		
	otočit holi		M8B	5,9	M8B		otočit holi
	hebel na hranu		M4B	4	M4B		hebel na hranu
			P1SE	5,6	P1SE		
	otevřít hebel		M8B	5,9	M8B		otevřít hebel
				2	RL1		
				7,1	R16A		na konec hole
				17,4	M45A		zatáhnout holi
				2	RL1		
				6,8	R14A		
				2	G1A		
				3,1	M4A		zavřít hebel
			RL1	2			
	na pásek		R30A	9,5			
			G1A	2			
			M6B	5			
				7,3	EF		kontrola L/P
				2	RL1		
			M60B	20,4			
			RL1	2			
				<b>123,5</b>	TMU		
				4,45	s		



### Souhrn operačních úseků

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **1/5**

Kód

Název operace **Pracoviště 4**

Začátek **Sáhnout na kartu s klipy**

Obsah **Pracovnice umístí kartu s klipy do poloautomatického přípravku. Levou rukou uchopí první holi a nasadí do klipů. Pravou rukou uchopí druhou holi, srovná ji podle první a nasadí na druhou stranu klipů. Pravou rukou uchopí krytky na hroty a nasadí je. Poté opět pravou rukou odloží připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.**

Konec **Pustit spárované hole**

Ohraničení

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU
1	Založení karty do přípravku		36,1	0,5	18,05
2	Založení první hole		136,2	0,5	68,1
3	Založení druhé hole		147,5	0,5	73,75
4	Nasazení krytek na hroty		187,3	0,5	93,65

Základní čas v TMU

Základní čas v  min  sec

**253,55**

**9,13**

**Podnikové specifické přírážky**

Např.: Rozvržené časy  $t_v$  v

min  sec

$z_v =$  **8%**

**0,73**

Čas na jednotku  $t_e$  v  min  sec

když e = **1**

**9,86**

Prováděcí čas  $t_a$  v  min  sec

když m =

Čas seřízení (přípravy)  $t_r$  v  min  sec

Čas na zakázku (prováděcí čas + seřízení) T v  min  sec





### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č.   
List/Listů

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
1				15,6	R40B		na kartu s klipy
			G1A	2	G1A		
			M40C	18,5	M40C		kartu do přípravku
				36,1	TMU		
				1,30	sec.		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **3/5**

Kód

Název op. úseku **Založení první hole**

Začátek **Sáhnout pro první holi**

Obsah **Pracovnice levou rukou uchopí první holi a nasadí do klipů.**

Konec **Pustit první holi**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
2	na první holi		R40B	15,6			
			G1A	2			
	k tělu		M40B	15,6			
				5,6	G3		
	na pásek		R50B	18,4			
			G1A	2			
			G2	5,6			
				7,3	EF		kontrola L/P
			RL1	2			
			R10A	6,1			
			G1A	2			
	první hole ke klipům		M30C	15,1	M30C		první hole ke klipům
				5,6	P1SE		
				10,6	APA		
			M4C	4,5			
			P1SE	5,6			
			APA	10,6			
			RL1	2	RL1		
				<b>136,2</b>	TMU		
				4,90	sec.		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. P401  
List/Listů 4/5

Kód

Název op. úseku

Začátek

Obsah

Konec

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
3				15,6	R40B		na druhou holi
				2	G1A		
				15,6	M40B		k tělu
	na kartu		R10A	6,1			
			G1A	2			
			M10B	6,8			
			RL1	2			
	na pásek		R50B	18,4			
			G1A	2			
			G2	5,6			
				7,3	EF		kontrola L/P
			RL1	2			
			R10A	6,1			
			G1A	2			
	druhá hole ke klipům		M30C	15,1	M30C		druhá hole ke klipům
				5,6	P1SE		
				10,6	APA		
			M4C	4,5			
			P1SE	5,6			
			APA	10,6			
			RL1	2	RL1		
				147,5	TMU		
				5,31	sec.		



### Analýza operačního úseku

Pozorovací analýza     Plánovací analýza

Ev. č. **P401**  
List/Listů **5/5**

Kód

Název op. úseku **Nasazení krytek na hroty**

Začátek **Sáhnout pro krytku na hroty**

Obsah **Pracovnice pravou rukou uchopí krytky na hroty a nasadí je. Poté opět pravou rukou odloží připravený pár holí vedle sebe na pracovní stůl.**

Konec **Pustit spárované hole**

Ohraničení

Č.	Popis	PxČ	Kód	TMU	Kód	PxČ	Popis
4	na holi		R14A]	33,6	R40C	2	ke krytce
			G1A]	18,2	G4B	2	
				37	M40C	2	k hrotu
				11,2	P1SE	2	nasadit očko
				9	M4C	2	
				32,4	P2SE	2	nasadit krytku
				9	M4C	2	
			RL1	4	RL1	2	
				6,1	R10A		
				2	G1A		
				22,8	M70B		odložit hole
				2	RL1		
				<b>187,3</b>	TMU		
				6,74	sec.		

