

Ergonomická analýza vybraných montážních pracovišť ve společnosti Hella Autotechnik s.r.o.

Bc. Kristína Ivanová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristína Ivanová**
Osobní číslo: **M110091**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Ergonomická analýza vybraných montážních pracovišť ve společnosti Hella Autotechnik s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

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

II. Praktická část

- Proveďte ergonomickou analýzu vybraných montážních pracovišť.
- Vyhodnoťte výsledky provedené analýzy a navrhněte východiska pro zefektivnění pracovišť.
- Vypracujte studii proveditelnosti k danému projektovému návrhu.

Závěr



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

Seznam odborné literatury:

GILBERTOVÁ, Sylva, MATOUŠEK, Oldřich. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. 171 s. ISBN 80-01-02301-X.
KRÁL, Miroslav. Metody a techniky užitě v ergonomii. 1. vyd. Praha: VÚBP, 2001. 154 s. ISBN 80-238-7930-8.
MALÝ, Stanislav, KRÁL, Miroslav, HANÁKOVÁ, Eva. ABC ergonomie. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.
MAREK, Jakub, SKŘEHOT, Petr. Základy aplikované ergonomie. 1. vyd. Praha: VÚBP, 2009. 118 s. ISBN 978-80-86973-58-6.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Stanislav Opluštil**


Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 476 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

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

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

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 1. 5. 2013

..... Kristína Janová

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší problematiku týkající se ergonomie na pracovišti. V teoretické části se nalézají základní poznatky a informace z oblasti ergonomie. Praktická část se zabývá konkrétním naplněním cíle diplomové práce. Tím je zmapování současné situace a navržení ergonomicky vyhovujících pracovišť. Sběrem informací, analyzováním a softwarovou podporou Tecnomatix Jack, se umožnilo zhodnocení jak vývojové fáze, která byla prvopočátkem projektu, tak předsériové výroby, jenž probíhá nyní. V závěru práce se nalézají optimalizace a jejich ekonomická zhodnocení.

Klíčová slova: ergonomie, optimalizace, profesiografie, RULA, Tecnomatix Jack

ABSTRACT

This thesis deals with the issue of ergonomics in the workplace. The theoretical part includes basic knowledge and information about ergonomics field. The practical part deals with particular fulfillment of the aims of diploma thesis, which is mapping of the current situation and ergonomically complying workplaces. By collecting of information, analyzing and software support by Tecnomatix Jack allow evaluation of both the development phase, which was the original cause of the project and preproduction production, which now takes place. In conclusion are found optimization and economic evaluation.

Keywords: ergonomics, optimization, professionography, RULA, Tecnomatix Jack

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu Mgr. Stanislavu Opluštilovi za konzultace, jež mi byly vždy cenným přínosem. Vážím si množství času, který mi ochotně věnoval. Pomocí jeho zkušeností jsem pronikla do problematiky ergonomie z praktického hlediska.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala své mamince za podporu a trpělivost při psaní této diplomové práce.

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

„Účelem vzdělání není zaplnit mysl, ale otevřít ji. Čím více poznatků si osvojíme, tím víc si uvědomíme, co ještě neznáme.“

Neznámý autor

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ERGONOMIE	14
1.1 SYSTÉM ČLOVĚK – STROJ - PROSTŘEDÍ.....	14
1.2 ERGATIKA	16
1.3 ZÁKLADNÍ ERGONOMICKÉ PRINCIPY	16
2 ERGONOMICKÉ ZÁSADY PRACOVNÍCH SYSTÉMŮ	18
2.1 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ.....	18
2.1.1 Hluk.....	18
2.1.2 Osvětlení	19
2.1.3 Mikroklimatické podmínky.....	20
2.2 HODNOCENÍ PRACOVNÍ POLOHY A ČÁSTÍ TĚLA	20
2.2.1 Hlava a šíje	22
2.2.2 Nadloktí.....	23
2.2.3 Trup.....	24
2.2.4 Další části těla	27
2.3 PROSTOROVÁ ORIENTACE A SMĚR POHYBU.....	27
2.4 STOJ A PRÁCE VSTOJE.....	29
2.4.1 Poruchy držení těla.....	29
2.5 VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ	31
2.5.1 Pracovní prostor a pracovní výška	31
2.5.2 Pracovní sedadlo	32
2.5.3 Ovládače.....	33
2.5.4 Sdělovače	33
3 RIZIKOVÉ FAKTORY ČASTO OPAKOVANÉ RUČNÍ MANIPULACE	34
3.1 POSOUZENÍ RIZIKA	34
3.2 KATEGORIZACE PRACÍ.....	35
3.3 ZDRAVOTNÍ OBTÍŽE A NEMOCI Z POVOLÁNÍ	36
3.3.1 Muskuloskeletální onemocnění	36
3.3.2 Syndrom karpálního tunelu	37
3.3.3 Syndrom kubitálního tunelu.....	38
4 METODY ERGONOMIE	39
4.1 METODY SBĚRU INFORMACÍ O PRACOVNÍ ČINNOSTI.....	39
4.1.1 Method Time Measurement	39
4.1.2 Profesiografie	40

4.2	METODY POUŽÍVANÉ PŘI PROJEKTOVÁNÍ A RACIONALIZACI PRACOVIŠŤ.....	41
4.3	METODY HODNOCENÍ PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ	41
4.4	METODY HODNOCENÍ FAKTORŮ PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ.....	42
4.5	METODA RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT)	42
4.6	METODA REBA (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT)	44
4.7	METODA EAWS (EUROPEAN ASSEMBLY WORKSHEET).....	45
5	TECNOMATIX JACK	46
II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
6	KONCERN HELLA.....	49
6.1	HELLA AUTOTECHNIK, S.R.O.	49
6.2	VÝROBNÍ SORTIMENT SPOLEČNOSTI.....	50
7	ERGONOMICKÉ ANALÝZY VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ	51
7.1	ŠKODA B6 FL, PRACOVIŠŤ Č. 020 – VÝVOJOVÁ FÁZE.....	52
7.2	ŠKODA B6 FL, PRACOVIŠŤ Č. 025 – VÝVOJOVÁ FÁZE.....	54
7.3	ŠKODA B6 FL, PRACOVIŠŤ Č. 070 – VÝVOJOVÁ FÁZE.....	55
7.4	ŠKODA B6 FL, PRACOVIŠŤ Č. 075 – VÝVOJOVÁ FÁZE.....	56
7.5	ŠKODA B6 FL, PRACOVIŠŤ Č. 080 – VÝVOJOVÁ FÁZE.....	57
7.6	ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRACOVIŠŤ Č. 020 – PŘEDSÉRIOVÁ VÝROBA	59
7.7	ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRACOVIŠŤ Č. 025 – PŘEDSÉRIOVÁ VÝROBA	60
7.8	ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRACOVIŠŤ Č. 070 – PŘEDSÉRIOVÁ VÝROBA	61
7.9	ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRACOVIŠŤ Č. 075 – PŘEDSÉRIOVÁ VÝROBA	62
7.10	ERGONOMICKÁ ANALÝZA PRACOVIŠŤ Č. 080 – PŘEDSÉRIOVÁ VÝROBA	62
7.11	ZHODNOCENÍ PODMÍNEK OVLIVŇUJÍCÍ PRÁCI	63
7.12	ANALÝZA POMOCÍ METODY PROFESIOGRAFIE.....	65
7.13	METODA PŘEDEM URČENÝCH ČASŮ	67
7.14	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	72
7.15	HODNOCENÍ POLOHY ČÁSTÍ TĚLA – OPERACE Č. 20.....	74
7.16	METODA RULA – OPERACE Č. 020	76
7.16.1	Metoda RULA – operace č. 025.....	78
7.16.2	Metoda RULA – operace č. 070.....	80
7.16.3	Metoda RULA – operace č. 075.....	82
7.17	FORCE SOLVER OPERACE Č. 075	84
7.18	STATIC STRENGTH PREDICTION OPERACE Č. 075	85
8	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	86
9	PROJEKT ERGONOMICKÉ OPTIMALIZACE.....	87

10	ERGONOMICKÁ OPTIMALIZACE	89
10.1.1	Optimalizace vývoje pracoviště č. 020	89
10.1.2	Návrh optimalizace současného stavu pracoviště č. 020	90
10.1.3	Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:	91
10.2	NÁVRH OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ Č. 025.....	92
10.2.1	Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:	94
10.3	NÁVRH OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ Č. 070.....	95
10.3.1	Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:	96
10.4	OPTIMALIZACE VÝVOJE PRACOVIŠTĚ Č. 075	96
10.4.1	Návrh optimalizace současného stavu pracoviště č. 075	97
10.5	OPTIMALIZACE VÝVOJE PRACOVIŠTĚ Č. 080	98
10.6	NÁVRH OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ Č. 080.....	98
11	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	99
11.1	VYJÁDŘENÍ EKONOMICKÉHO PŘÍNOSU Z OPERACE Č. 020.....	99
11.2	VYJÁDŘENÍ EKONOMICKÉHO PŘÍNOSU Z OPERACE Č. 025.....	100
11.3	VYJÁDŘENÍ EKONOMICKÉHO PŘÍNOSU Z OPERACE Č. 070.....	101
11.4	NÁKLADY NA REALIZACI OPATŘENÍ PRO OPERACI Č. 75	101
11.5	DALŠÍ PŘÍNOSY	101
11.6	CELKOVÉ VYHODNOCENÍ.....	102
	ZÁVĚR.....	103
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	104
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	108
	SEZNAM TABULEK.....	110

ÚVOD

Zpracovávaná práce se týká problematiky ergonomie vybraných montážních pracovišť. Cílem práce je zmapování současné situace a navrnutí ergonomicky vyhovujících pracovišť. Jedním ze základních výrobních faktorů je lidská práce, na niž nelze pohlížet jako na nehmotnou složku podnikání. Je to právě člověk, na kterém v konečném důsledku závisí celý výrobní systém. Na jeho zručnosti a rychlosti. Se zručností se pojí kvalita, s rychlostí produktivita. Na kombinaci obou schopností pracovníka záleží konečná efektivita výrobního procesu, jejíž zvýšení má přímý dopad na zlepšení konkurenceschopnosti firmy.

Každý podnik, jenž chce na trhu obstát, musí přemýšlet v kruhu. Tedy tak, že není jedinou možností pouze odstraňování důsledků vzniklých problémů, ale zejména řešení příčin jejich vzniku. Aby zaměstnanec byl schopen pracovat, musí být zajištěny vhodné podmínky práce. Naopak nevhodné pracovní podmínky mohou firmám způsobovat výrazné komplikace. Významnou hrozbou je zejména vznik nemocí z povolání. Řeší se vyplácením průměrné mzdy, což firmu finančně zatěžuje. Další komplikací bývá častá fluktuace zaměstnanců, jejíž příčinou mohou být právě nevhodné pracovní podmínky. Fluktuace přináší náklady na zaškolení a zácvik, jelikož je nutné, aby si nový zaměstnanec osvojil pracovní postupy. Proto je nutné zajímat se o zajištění příznivého pracovní prostředí. Vhodné uspořádání pracoviště může urychlit pracovní činnost, zaměstnanec je pak méně fyzicky zatěžován, tím pádem není negativně ovlivňován jeho zdravotní stav. Ergonomie na pracovištích je mnohdy firmami řešena pouze z důvodu nutnosti dodržování nařízení vlády. V současné době je jedním z hlavních prostředků pro udržení konkurenceschopnosti firem zvyšování produktivity výrobního procesu. Stupňují se nároky na plynulost pracovního procesu a úspory výrobních nákladů. Optimalizace lidské činnosti je často jedna z nejvýznamnějších prostředků právě pro dosažení těchto cílů. Proto je důležité nahlížet na ergonomii mnohem komplexněji a považovat ji za důležitou součást výrobní politiky společnosti.

Firma, ve které mi bylo umožněno zpracovávat diplomovou práci z této oblasti, se zabývá výrobou světelné techniky pro automobilový průmysl a potýká se s potřebou ergonomicky řešit svá pracoviště, neboť na nich probíhají montážní úkony s požadavkem na vysokou produktivitu práce. Fluktuace zaměstnanců ze zdravotních důvodů je nežádoucí, a také se

v posledních letech zостřil pohled Krajské hygienické stanice na oblast ergonomie, ve společnostech zabývající se výrobou pro automobilový průmysl. Nejlepším řešením je každý nový projekt ergonomicky vyřešit dříve, než bude předán a bude na něm zahájena sériová výroba. Z tohoto důvodu firma stanovila požadavek na optimalizaci pracovišť pro nový projekt s názvem ŠKODA B6 FL.

Po seznámení se s danou problematikou se přikročí k vypracování praktické části, obsahující analýzu návrhů vývojové fáze, dle kterých má být provedena výroba přípravků, pro činnost operátorů. Po následném vyhotovení těchto přípravků, se přistoupí ke zhodnocení získaného stavu pomocí sběru informací, metody profesiografie, metody RULA a dalších modulů, které nabízí software Tecnomatix Jack. Pro optimální zhodnocení je vhodné zajistit MTM analýzu, která podloží časovou náročnost pro vykonání úkonu na daném pracovišti. Na základě získaných informací bude možné přikročit k projektu optimalizace. Jeho obsahem bude navržení případných změn pro vývojovou a před sériovou fází. Vyjádření proveditelnosti bude ohodnoceno částí s ekonomickým přínosem.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ERGONOMIE

Ačkoli představa o ergonomii existovala již v době kamenné, kdy lidé konstruovali nástroje, které vyhovovaly jejich úchopovým potřebám, je první dokumentovaná zmínka až z roku 1857, kdy Wojciech Jastrzebowski publikoval dílo s názvem *Nástin ergonomie*, tj. věda o práci, na základě pravd, odebraných z přírodních věd. (Jacobs, 2008)

Ergonomii lze zařadit mezi jedny z nejmladších vědních oborů zkoumajících zákonitosti lidské práce. V dnešním pojetí, spojuje aplikované vědní disciplíny jako je psychologie práce, fyziologie práce, hygiena a bezpečnost práce, sociologie a antropometrie. Pojem „ergonomie“ je odvozen z anglického názvu „ergonomics“, jež vznikl spojenímřeckých slov ergon (práce) a nomos (zákon). Název byl přijat na sjezdu Společnosti ekonomických věd v Londýně roku 1956. V USA zůstal název inženýrská psychologie (humanengineering), v Německu se udržuje název věda o práci (Arbeitswissenschaft). Obecně ji lze chápat jako studium pracovního výkonu s důrazem na bezpečnost pracovníků a produktivitu. (Král, 1994; Jacobs, 2008)

Poznatky studia jsou aplikovány při projektování průmyslových objektů, konstrukcích strojů, pomůcek, při uplatňování ergonomických zásad v procesech výrobních i provozních. K řešení problematiky postavení člověka v pracovním procesu je přistupováno systémově. (Král, 1994)

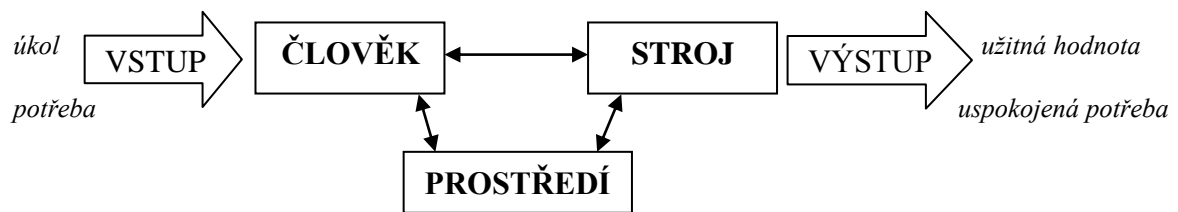
Dle prof. Chundely (2001, s. 7): „Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“

1.1 Systém člověk – stroj - prostředí

Základem problematiky ergonomie, je řešení systému člověk – stroj – prostředí. „V prvopočátcích lidstva se jednalo o mikrosystém člověk – prostředí.“ (Rubínová, 2006, s. 6) Mezičlánek „stroj“ byl přidružen později v souvislosti s rozvojem řemeslné výroby, kdy začaly být využívány různé nástroje a nářadí. Nejpodstatnějším prvkem je stále člověk, na kterého systém zpětně působí. (Rubínová, 2006)

Ergonomický systém tvoří lidé, stroje, technická zařízení, podmínky, jejichž vlastnosti ovlivňují přímo nebo nepřímo kvalitu splnění úkolů, spokojenost a zdraví pracovníků. (Král, 1994)

„Předmětem zkoumání je celý komplex prvků jako jednoho funkčního celku se všemi jeho vazbami. Jedná se v zásadě o tři hlavní vazby, a to hmotné, energetické a informační.“ (Rubínová, 2006, s. 6)



Obr. 1 Schéma ergonomického systému (Rubínová, 2006, s. 6)

K analýze a hodnocení ergonomického systému slouží komplex kritérií, kterým musí jednotlivé prvky systému vyhovět s ohledem na požadavek přizpůsobení technických prvků a pracovních podmínek výkonnostním schopnostem podniku. Patří sem tyto kritéria:

- antropometrická – rozměrové a prostorové řešení pracovišť,
- fyziologická – optimální využití fyzické kapacity člověka,
- estetická – barevné řešení pracovišť,
- hygienická a bezpečnostní – podmínky pro bezpečnou práci, vylučující zdravotní poškození,
- psychofyziologická – optimální využití smyslové a neuropsychické výkonnosti člověka,
- psychologická – optimální postoj a zainteresovanost pracovníka na výkonu. (Král, 1994)

Podle Rubínové (2006) musí řešení stroje respektovat pohlaví a stáří pracovníka, pracovní polohu, pohybový prostor a také zorné podmínky.

1.2 Ergatika

Pro řešení vztahu člověka a stroje je neoptimálnější komplexní přístup. V případě zkoumání pohledu na tento vztah jednotlivými vědními obory zvlášť, by mohlo dojít k zúžení otázek a nasměrování problematiky do určité konkrétní oblasti. Tím by mohlo dojít k negativnímu ovlivnění přípravy, průběhu a výsledku analýzy a následně závěrů, které lze vyvodit.

Z těchto důvodů je nutné volit komplexní přístup, jelikož tak budou splněny požadavky zkoumání vzájemného nedílného vztahu mezi člověkem a strojem. (Chundela, 2001)

Zavedeným termínem, splňující tyto požadavky, je ergatický systém. Definice dle profesora Chundely (2001, s. 10):

„Ergatickostí označujeme tu kvalitu systému člověk – technika – prostředí (nebo jeho prvků a subsystémů), která určuje míru zajištění zdraví a psychofyzické pohody člověka.“

Nízkou ergatickostí (E) je stav systému, kdy dochází k vysokému ohrožení člověka, hodnota se blíží k 0. Vysoká ergatickost tedy značí, že jsou v systému správně splněna kritéria bezpečnostní, ergonomická, hygienická, estetická a další. Zde je hodnota blíží se k 1. Interval míry ergatickosti je (0,1). Opakem je rizikovost stroje (R). (Chundela, 2001)

Vztah je dán:

$$E = 1 - R$$

1.3 Základní ergonomické principy

Hlavní principy pro práci s repetitivními úkony rukou a zápěstím se týkají zejména redukce počtu pohybů za pracovní směnu a udržování neutrální polohy zápěstí. Je tedy vhodné minimalizovat ohýbání, úklony a rotace zápěstí. Další zásadou je redukce vynakládání velkých svalových sil rukou, snižováním hmotnosti ručně manipulovaných břemen

a používaného nářadí, vyhýbání se opakovanému silově náročnému tlaku prstů. Uzpůsobování dosahových vzdáleností ručně manipulovaného materiálu. Je potřebné

se vyhnout manipulaci nad výškou ramen a práce vyžadující zapažení. Dále se doporučuje vyvarovat nepříznivým pracovním polohám, jako jsou statické polohy nebo polohy s častou frekvencí změny. Důraz by měl být kladen i na výběr vhodného nářadí a nástrojů, kontrolu přenosu vibrací na ruce a stanovení doby práce s vibrujícím nářadím a nástroji. (Hlávková a Valečková, 2007, s. 9)

Základní ergonomickým pravidlem týkající se problematiky používání nářadí a nástrojů vychází ze zachování neutrální polohy zápěstí. Ohýbat se má nářadí nikoli zápěstí pracovníka. Od toho je odvíjena i velikost držáku, vyhýbání se používání nástrojů, které způsobují útlak struktur v dlani nebo prstech. Dalšími principy jsou: vyhýbání ostrým hranám, omezení práce ve špetce, zajištění izolace rukou proti chladu, teplu a vibracím, snížení ovládacích sil a používání optimálních velikostí úchopových částí nářadí dle pracovní populace, která práci provádí. (Hlávková a Valečková, 2007, s. 10)

2 ERGONOMICKÉ ZÁSADY PRACOVNÍCH SYSTÉMŮ

„Ergonomické zásady jsou zkušenosti z praxe a teorie týkající se přizpůsobení práce, techniky, prostředí a úpravy pracovního prostředí s ohledem na člověka. Zohledňují se především anatomické, antropometrické, fyziologické, psychofyziologické a psychické vlastnosti.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 52)

Cílem je dosáhnout zajištění ochrany zdraví, bezpečnosti, pohody a optimální výkonnosti v pracovním procesu. Uplatněním ergonomických zásad dochází k racionalizaci a zvýšení efektivnosti profesionální činnosti pracovníka. (Malý, Král a Hanáková, 2010)

„Stěžejní ergonomické zásady pro hodnocení pracovních míst, pracovišť a dalších podmínek:

- plošné a prostorové řešení,
- pracovní poloha,
- pracovní pohyby,
- pracovní místo,
- poloha těla při práci.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 53)

Konkrétní ergonomické zásady jsou stanoveny v českých technických normách ergonomické povahy. (Malý, Král a Hanáková, 2010)

2.1 Pracovní prostředí

Tento pojem představuje souhrn pracovních podmínek ovlivňující působení člověka a jeho neuropsychický a fyziologický stav a následně i jeho výkon. Vnitřní klima musí splnit několik podmínek, pokud má být práce prováděna v pohodlí. (Dul a Weerdmeester, 2008; Rubínová, 2006)

2.1.1 Hluk

Hlukem rozumíme zvukový jev, vyvolávající nepříjemný, rušivý nebo škodlivý sluchový vjem. Přílišný hluk se projevuje především na poruchách vyšší nervové činnosti,

zhoršování krevního oběhu a také sluchu. Ovlivňuje pracovní pohodu, má dopad na produktivitu a kvalitu práce. Mechanické vlnění, jehož kmitočty leží v rozsahu slyšitelnosti lidského ucha, definujeme jako zvuk. Základní charakteristika rozlišuje ostrost, výšku a barvu. (Chundela, 2001)

Rozdělení hluku do pásem podle intensity:

Intenzita hluku (dB)	Charakteristika pásma
kolem 0	bezzvukost, v přírodě je těžce dosažitelná, na člověka působí nepříznivě
do 30	přírodní prostředí, hluk vyskytující se v přírodě
30 - 65	relativní hluk, člověk jej soudí subjektivně, z dlouhodobého hlediska působí rušivě u psychické činnosti
65 - 80	do této hranice se jedná o absolutní hluk, škodlivý bez ohledu na individuální postoj člověka
80 - 95	nepříznivé působení na sluchové orgány, při dlouhodobém vystavení způsobuje hluchnutí
95 - 110	je třeba používat ochranné pomůcky, intenzita způsobuje bolesti hlavy, zvyšuje únavu
110 - 130	vnímání bolesti, nutnost použití ochranných pomůcek
130 - 150	rychlé poškození sluchu, vznik závratí a prudkých bolestí
nad 150	způsobuje okamžité ohluchnutí, u slabších jedinců smrt.

Tab. 1 Pásma hluku (Chundela, 2001)

2.1.2 Osvětlení

Nezbytnou podmínkou při výkonu práce, je vhodné osvětlení, neboť většina pracovních úkonů má jako součást zrakovou kontrolu. Je dokázáno, že více než 80 % informací dostává člověk pomocí zraku. Správným osvětlením je dosaženo snížení zrakové únavy, zvýšení pracovní pohody, čistoty na pracovišti a zejména je dosažena i vyšší kvalita vykonávané práce. Z hlediska druhu rozlišujeme osvětlení denní, výhodou je fakt, že člověk je na něj přirozeně adaptován a je bezplatné. Nevýhodou ovšem zůstává kolísání intenzity záření a barvy. Umělé osvětlení je pro průmyslovou výrobu vhodnější, neboť zajišťuje potřebné a stálé světelné podmínky během celého dne. Intenzita osvětlení

je měřena v luxech (lx), má velký význam na zrakový vjem. Potřebná intenzita je určována druhem a nutnou přesností při práci. (Chundela, 2001)

Třída	Požadavky na osvětlení	Velikost kritického detailu (mm) ze vzdálenosti		Osvětlení (lx)
		350 mm	1000 mm	
1	mimořádné	0,1	0,3	nad 5000
2	velmi vysoké	0,1 až 0,2	0,3 až 0,6	2000 až 5000
3	vysoké	0,2 až 0,4	0,6 až 1,2	600 až 2000
4	průměrné	0,4 až 0,8	1,2 až 2,3	250 až 600
5	malé	0,8 až 1,5	2,3 až 4,4	100 až 250
6	velmi malé	1,5 až 3,0	4,4 až 8,8	25 až 100

Tab. 2 Třídy prací s ohledem na osvětlení (Chundela, 2001)

2.1.3 Mikroklimatické podmínky

Dalším faktorem ovlivňující pracovní systém jsou mikroklimatické podmínky, kterými se rozumí kvalita ovzduší, ve kterém je vykonávána pracovní činnost. Jejich působení se odráží v produktivitě práce a pracovní pohodě. Do klimatických podmínek můžeme zahrnout:

- teplotu vzduchu
- vlhkost vzduchu
- rychlost proudění vzduchu
- čistotu vzduchu,
- tlak vzduchu,
- ionizaci vzduchu atd. (Chundela, 2001)

Zda je klima považováno za příjemné, závisí také na fyzické zátěži a na typu oblečení. Práce prováděná ve velmi chladných nebo naopak teplých podmínkách, vyžaduje zvláštní opatření k ochraně exponované kůže. (Dul a Weerdmeester, 2008)

2.2 Hodnocení pracovní polohy a částí těla

Zdravotní riziko pracovní polohy se hodnotí při trvalé práci vykonávané pracovníkem na stejném pracovním místě nebo provádí-li opakující se činnosti, při nichž si nemůže volit pracovní polohu, ale je přímo závislá na konstrukci stroje, uspořádání pracovního místa

a prostorovém uspořádání pracoviště. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů)

Nejčastější pracovní polohou je sed nebo stoj, nelze vyloučit polohy jako je klek, předklon, leh a dřep. Základní polohou je také chůze, kdy se střídavě zapojují všechny svalové skupiny. (Chundela, 2001)

Oblast ergonomie je v ČR stěžejně zastoupena Nařízením vlády č. 361/2007 Sb., a také ČSN EN 1005-4 + A1. Česká technická norma je dokumentem vytvořeným v souladu s příslušným zákonem. „Vydání normy bývá oznámeno ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.“ (Král, 2002a, s. 9)

„Evropská norma ČSN EN 1005-4 + A1 používá několik pásem hodnocení poloh a pohybů. Lze z nich vyvodit 3 závěry:

- a) Přijatelné – zdravotní riziko je považované za nízké nebo zanedbatelné pro téměř všechny zdravé dospělé osoby. Není potřebná žádná úprava.
- b) Podmíněně přijatelné – existuje zvýšené pracovní riziko pro celou skupinu pracovníků nebo její část. Riziko, spolu se souvisejícími rizikovými faktory, se musí analyzovat a co nejdříve snížit. Není-li to možné, musí se přijmout jiná vhodná opatření.
- c) Nepřijatelné – zdravotní riziko je nepřijatelné pro jakoukoliv skupinu. Je nutná rekonstrukce návrhu vedoucí ke zlepšení pracovního prostoru.“ (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 10)

Hodnocení polohy části těla, dle normy uvedené výše probíhá ve dvou krocích:

Krok 1 – zařazení polohy dle odpovídajícího obrázku do příslušného pásma,

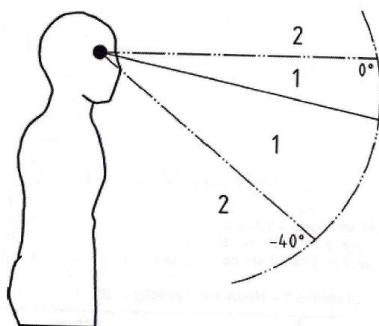
Krok 2 – vyhodnocení, dle odpovídající tabulky, zda se jedná o přijatelný, nepřijatelný nebo podmíněně přijatelný pohyb.

2.2.1 Hlava a šíje

Poloha hlavy a šíje se posuzuje vzhledem k stoupající nebo klesající přímce směru pohledu, tj. středu zorného pole. Jedná se o přímku, vycházející z oka, při přirozené poloze hlavy a oční bulvy. Oči mohou vidět prostor v úhlu mezi 10° nahoru a dolů kolem této přímky pohledu. (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009; Chundela, 2001, s. 53)

Přímka směru pohledu směřující nahoru a dolů

Krok 1



Obr. 2 Pásma stoupající nebo klesající přímky směru pohledu

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 14)

Krok 2

Pásma	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2 /min)
1	Přijatelná	Přijatelný	Přijatelný
2	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (*1)	Nepřijatelný

Tab. 3 Hodnocení stoupající/klesající přímky směru pohledu

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 15)

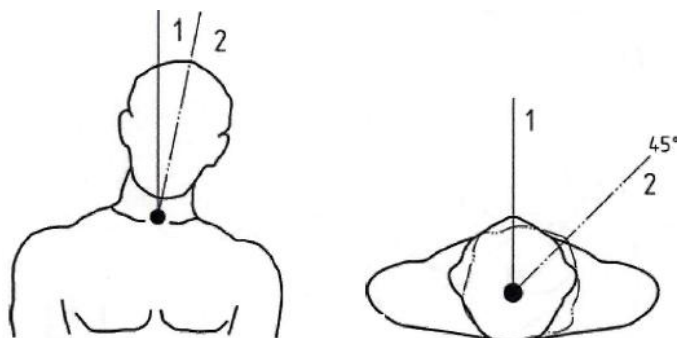
Poznámka:

*1 – v případě vzpřímeného trupu, pokud přímka směru pohybu směřuje pod horizontálu.

Ohýbání šíje stranou nebo otáčení

V prvním kroku se určí ohnutí šíje stranou nebo její otočení, a to se samostatně zařadí do jednoho z pásem znázorněných na následujících obrázcích. Nezřetelné ohnutí je do úhlu 10° , zřetelné je tedy od této hodnoty. Nepřerušovaná čára ukazuje stav, kdy je šíje v základní pozici.

Krok 1



Obr. 3 Pásma úklonu nebo otáčení šíje

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 15)

Krok 2

Pásmo	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2 /min)
1	Přijatelná	Přijatelný	Přijatelný
2	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (*1)	Nepřijatelný

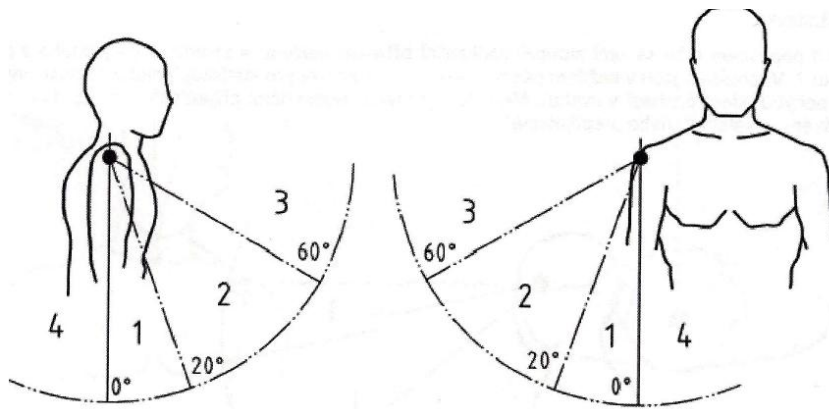
Tab. 4 Hodnocení ohnutí šíje stranou nebo otáčení

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 15)

2.2.2 Nadloktí

Pásmo číslo 4 vymezuje polohu zápěstí člověka k trupu, ve smyslu toho, zda je loket za trupem vidět ze strany. Pásma 1, 2 a 3 vymezují úhel mezi nadloktím a vertikálou. Jedná se o úhel, který je nezávislý od úhlu pohledu.

Krok 1



Obr. 4 Pásma polohy nadloktí (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 13)

Krok 2

Pásma	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2/min)
1	Přijatelná	Přijatelný	Přijatelný
2	Podmíněně přijatelná	Přijatelný	Nepřijatelný
3	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný	Podmíněně přijatelný
4	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný	Nepřijatelný

Tab. 5 Hodnocení polohy nadloktí (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 13)

„Doporučuje se pracovní poloha s nadloktím směřujícím dolů, zvláště může-li být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou a vyžaduje statickou polohu bez odpovídající doby odpočinku.“ (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 13)

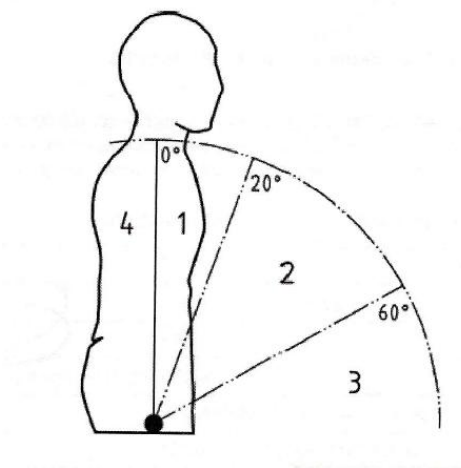
2.2.3 Trup

Poloha trupu se hodnotí při předklonu, záklonu, úklonu a otáčení. Doporučeny jsou polohy se vzpřímeným trupem zejména, vyžaduje-li strojní zařízení dlouhodobou statickou polohu bez odpovídající doby odpočinku, tělesnou oporu či práci s vysokou četností pohybů. (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 11)

Předklon a záklon

Níže na obrázku č. 5 jsou patrná pásma předklonu, dle kterých se v kroku 2 s pomocí tabulky vyhodnotí, zda se jedná o přijatelnou, podmíněně přijatelnou nebo nepřijatelnou polohu.

Krok 1



Obr. 5 Pásma předklonu a záklonu

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 11)

Krok 2

Pásmo	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2 /min)
1	Přijatelná	Přijatelný	Přijatelný
2	Podmíněně přijatelná (* 1)	Přijatelný	Nepřijatelný
3	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (* 3)	Nepřijatelný
4	Podmíněně přijatelná (* 2)	Podmíněně přijatelný (* 3)	Nepřijatelný

Tab. 6 Hodnocení polohy trupu (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 11)

Poznámky:

*1 – přijatelná, při plné opoře trupu; v případě, že tomu tak není, závisí přijatelnost na trvání polohy a době regenerace,

*2 - přijatelná, při úplné opoře trupu,

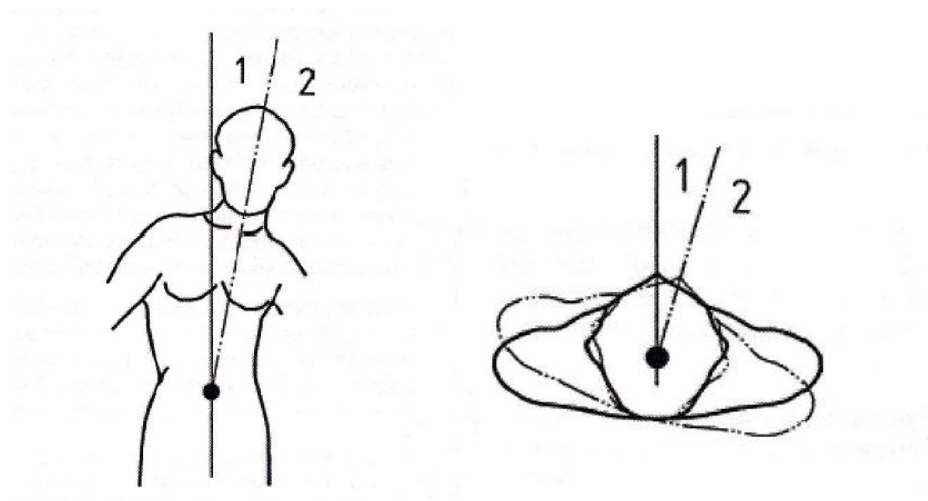
*3 – nepřijatelný, může-li být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou.

Přijatelný pohyb, při malé četnosti pohybů v pásnu 4, je-li plná opora trupu.

Plná opora tělesné hmotnosti v záklonu může být poskytnuta vysokou židlí s opěradlem. Při předklánění může být oporou určitý druh postroje.

Úklon a otáčení

Krok 1



Obr. 6 Pásma úklonu a otáčení

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 12)

Pásma:

1 – nezřetelný úklon nebo otočení, zpravidla do 10°,

2 – zřetelný úklon nebo otočení, zpravidla více než 10°.

Krok 2

Pásma	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2/min)
1	Přijatelná	Přijatelný	Přijatelný
2	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (*1)	Nepřijatelný

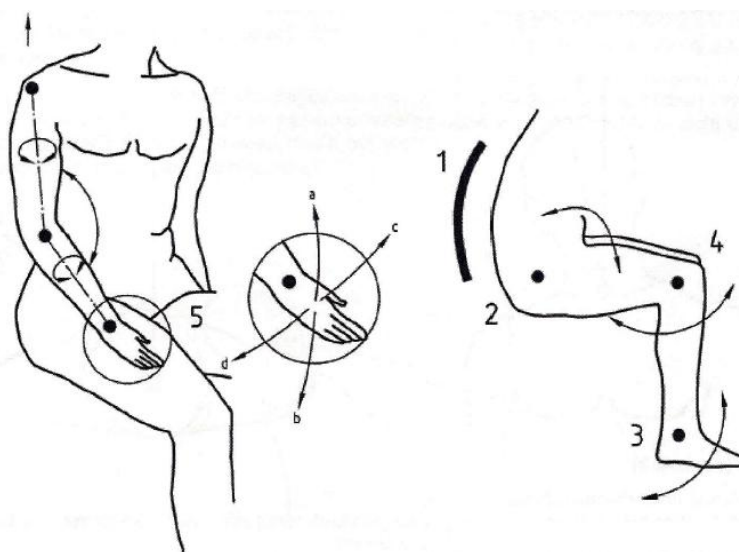
Tab. 7 Hodnocení úklonu nebo otočení (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 12)

Pozn.

*1 – nepřijatelné, pokud má být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejným pracovníkem.

2.2.4 Další části těla

Nevhodné polohy jako jsou vyhrbená záda, natažené nohy v kolenou, zvednutá ramena, nerovnoměrně rozložená hmotnost na dolní končetiny (při stání), představují pro statickou polohu nepřijatelné hodnocení. Ohýbání v kolenou, zvedání ramen a jiný přirozený pohyb v rozsahu kloubů představuje přijatelnou polohu, pouze pro nízkou četnost (< 2/min). (ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 16)



Obr. 8 Horní a dolní končetiny

(ČSN EN 1005-4 + A1, 2009, s. 16)

2.3 Prostorová orientace a směr pohybu

„Pracovní pohybem je označována změna lidského těla nebo jeho částí, zejména končetin, určená povahou pracovní činnosti. Přitom je třeba respektovat ergonomické zásady ekonomie pohybů. Princip řízení pohybu je zajišťován kosterním svalstvem a řízen smyslovým a nervovým ústrojím.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 201)

„Při hodnocení mechanické složky práce se berou v úvahu následující hlediska:

- rozsah zapojení svalových skupin (ruky, paže, celé končetiny, trup a jejich kombinace),
- rozsah a směr pohybů (dosahové oblasti, dráhy, pohybové stereotypy),

- přesnost pohybů (cílené pohyby, volné pohyby),
- vizuálně motorická koordinace,
- počet pohybů za časovou jednotku,
- silová náročnost pohybu (pohyb s ovládačem, manipulace s břemenem),
- pracovní poloha, v níž jsou pohyby vykonávány,
- podíl dynamické a statické práce.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 202)

Pohyblivost lidského těla je podmíněna kombinací polohových vztahů rukou, nohou a také hlavy. Rozsah je dán anatomickou stavbou lidského těla každého jedince, přičemž jsou vázány na kosterně svalový aparát. (Král, 1994, str. 15)

Primární pohyby jsou určovány vzhledem ke třem rovinám lidského těla:

- sagitální – středová, svislá, předozadní rovina,
- frontální – svislá do stran,
- horizontální – transverzální (příčná). (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 17)

Jednotlivé druhy anatomických pohybů jsou označovány následujícími latinskými názvy:

- flexe – ohýbání, zmenšení úhlu mezi dvěma částmi těla, jsou vázány na pohyb v sagitální rovině,
- extenze – napřimování, zvětšení úhlu, pohyb v sagitální rovině,
- rotace – otáčení kolem podélné osy, pohyb v horizontální rovině,
- abdukce – odtažení části těla od osy souměrnosti (upažení), pohyb v horizontální rovině,
- addukce – přitažení, opak abdukce (připažení), pohyb v horizontální rovině,
- cirkumdukce – kroužení končetiny (složený pohyb),
- pronace – stočení končetiny,

- supinace – vytočení končetiny, opak pronace,
- lateroflexe – boční pohyb, úklon,
- elevace – zdvižení ramene,
- deprese – klesnutí ramene,
- protrakce – posunutí ramene dopředu,
- retrakce – posunutí ramene dozadu. (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 17)

2.4 Stoj a práce vstoje

Vedle sedu nejčastěji se vyskytující pracovní polohou, jenž zapříčiňuje vznik různých obtíží, lokalizovaných především do systému pohybového. „Práce vstoje je podmíněna povahou pracovní činnosti a charakterem strojního zařízení. Stoj je polohou těla, při níž se podstatná část její hmotnosti přenáší na dolní končetiny.“ (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 107)

Podle Lánika (1990), je těžiště relativně vysoko nad opornou plochou a základna je velmi malá. Proto je zapotřebí vyvážené souhry mezi svalovými skupinami, které v konečném důsledku splňují tři funkce:

- a) antigravitační,
- b) stabilizační,
- c) balanční.

2.4.1 Poruchy držení těla

Mezi nejčastější poruchy držení lidského těla patří antevertze, retrovertze, asymetrický stoj, předklon trupu a zatížení dolních končetin.

Antevertze

Jedná se o překlopení pánve vpřed. Dlouhodobějším působením může vést ke zkrácení ohýbačů kyčelních kloubů, zkrácení vzpřimovačů trupu a tím k oslabení jak břišních, tak hýždřových svalů. Tato skutečnost se nazývá svalovou dysbalancí, která může vést

v konečném důsledku spolu se změněnými poměry ke vzniku tzv. instabilního kříže a přetížení kyčelních kloubů. (Gilbertová a Matoušek, 2002)

Retroverze

Překlopení pánve vzad není pro práci ve stoje tak obvyklé, jako je tomu u antevertze. „Postavení pánve vede k oploštění bederního úseku. Z toho rezultují velké nároky a zatížení na meziobratlové ploténky a tím zvýšené riziko jejich poškození, především ve zmíněné oblasti bederní páteře.“ (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 109)

Asymetrický stoj

Asymetrické zatěžování dolních končetin s přenosem tělesné hmotnosti na jednu dolní končetinu, je jednou z dalších poloh, které pracovníci pro práci ve stoje zaujímají nejčastěji. Stojná končetina bývá natažena, zatímco je druhá dolní končetina odlehčena a v kolenu pokrčena. To způsobuje lehké podsunutí směrem dopředu nebo na stranu. „Tato poloha vede k zešikmení polohy pánve a ke skoliotickému držení páteře.“ (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 109)

Předklon trupu

Kyfotické držení trupu, je další častým jevem vzniklým prací ve stoje. „Postavení může být způsobeno postavením pánve či ovlivněno vlastní prováděnou činností pracovníka, a to postavením horních končetin, výškou a sklonem pracovní plochy nebo postavení hlavy. Nejčastější je předklon v oblasti hrudní páteře ve smyslu jejího kyfotického držení (kulatá záda). U pracovních činností s nízkou pracovní plochou je ohnutí lokalizováno v oblasti bederní páteře. Činnosti, které kladou zvýšené nároky na jemnou koordinaci pohybů a zrak, vedou k předklonu v oblasti krční páteře.“ (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 110)

Zatížení dolních končetin

„Hlavní funkce nohy vstoje spočívá přenosu tělesné hmotnosti na stojnou plochu. Ke statické poruše funkce nohy může vést dlouhodobé stání, zvláště na tvrdé podložce. V tomto důsledku je častým jevem pokles klenby nožní.“ (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 111)

2.5 Vybavení pracoviště

Místo, kde zaměstnanec vykonává svou činnost během pracovní směny, je vybaveno prvky, které jeho pracovní činnost ovlivňují. Vybavení musí být v souladu s příslušnou normativní úpravou. V České republice se musí zaměstnavatelé řídit Nařízením vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2.5.1 Pracovní prostor a pracovní výška

Základní hodnotou je výška pracovní roviny. Dle Nařízení vlády 361/2007 Sb., musí výška pracovní roviny odpovídat tělesným rozměrům zaměstnance, základní pracovní poloze, hmotnosti břemenům a zrakové náročnosti. V případě používání technického zařízení se výškou rozumí místo, na kterém jsou vykonávány pohyby horních končetin zaměstnance při práci. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, s. 33-34)

Prostor, ve kterém je vykonávána pracovní činnost, je dělen na manipulační nebo pedipulační. Výška pracovního stolu a výška manipulační roviny je stejná, pokud předměty činnosti práce nepřesahují výškový rozměr 5 cm. (Chundela, 2001)

Níže je v tabulce č. 8 vyjádřena optimální výška pracovní roviny podle legislativy platné v České republice.

Poloha	muž	žena
práce ve stoje	1020 - 1180	930 - 1080
práce v sedě	220 - 310	210 - 300

Tab. 8 Výška pracovní roviny v mm

(Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů)

„Pracovní prostor a výška manipulační roviny musí respektovat:

- rozměry pracovníka,
- rozměry předmětu práce,
- vynakládané síly (hmotnost předmětu),
- zrakovou kontrolu,
- přesnost práce.“ (Chundela, 2001, s. 51)

„Pohybové prostory pro ruce:

- a) optimální (O) = dosah předloktí,
- b) normální (N) = dosah středu dlani natažené paže,
- c) funkční (F) = dosah konce prstů natažené paže,
- d) maximální (M) = dosah prstů s mírným nakloněním (úhel do 15°).“ (Chundela, 2001, s. 51)

Rozměry pohybového prostoru pro pedipulační, neboli nožní prostor, který je vymezen tabulkou č. 9.

Pohybový prostor	Muži i ženy
minimální výška nad podlahou	600
minimální celková šířka	500
minimální hloubka (od hrany stolu)	500
optimální hloubka	700

Tab. 9 Pedipulační prostor v mm (Chundela, 2001)

2.5.2 Pracovní sedadlo

Z konstrukčního hlediska musí sedadlo vyhovovat fyzickým proporcím pracovníka, který jej bude používat. Důraz je kladen především na tvar a rozměry. Sedadlo musí být nastavitelné podle potřeby a stabilní v každé poloze, zejména při vstávání a usedání. Konstrukce zohledňuje rozložení hmotnosti pracovníka tak, aby při použití vynakládal minimální úsilí, pro udržení požadované pracovní polohy. Je nutné, aby v místě beder byla opěrka zad optimálního vystouplého tvaru. Spodní část páteře je tím podpírána v poloze nakloněné vpřed i v nakloněné směrem vzad. Jednotlivé prvky sedadla musí být jednoduše nastavitelné, aby přenášení, odsunování a změna polohy byly dobře uskutečnitelné. Mezi zvláštní požadavky patří snadná údržba a čištění sedadla. Základním ergonomickým požadavkem je výška sedáku. Vychází se z délky dolní části nohy i s obuví. Sedadla rozdělujeme na pracovní a odpočinková. (Chundela, 2001; Marek a Skřehot, 2009)

Z hlediska dosažení optimální funkce sezení jsou důležité parametry dle ČSN 910620.

2.5.3 Ovládače

Ovládač neboli efektor je zařízení pro ovládání dějů, tj. dosažení žádoucích změn řízených veličin. Slouží člověku k ovládání stroje, a proto musí být správně konstruovány a dle ergonomických zásad také správně situovány. Umístění má zajistit přehlednost, dostupnost a pohodlný dosah končetin. Vhodné umístění, je co nejbližší ke člověku. Manipulace s ovládačem má vliv na zapojení svalů a sil člověka. Z hlediska bezpečnosti, nesmí dojít k samotnému vychýlení a zapnutí. V případě výskytu více ovládačů na jedné pracovní rovině slouží k lepší přehlednosti a vizualizaci barva a tvar ovládačů.

Lze je dělit podle následujících pěti kritérií: skupina, druh, charakter, forma a stavitelnost. Nejčastěji používanými ovladači jsou tlačítka, točítka, páčky, kolečka, kliky, táhla, páky, kola a pedály. (Král, 1994, s. 70)

2.5.4 Sdělovače

Sdělovač je zařízení pro zprostředkované podávání informací o stavu, případně změnách veličin, jež musí pracovník sledovat v souvislosti s funkcí pracovního systému. Informace musí být ve správném čase, na správném místě. Obecnou zásadou je poskytování pouze základních informací. Příliš velké množství by způsobilo odvádění pozornosti. (Chundela, 2001; Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 235)

„Podle způsobu sdělování, lze tyto prostředky rozlišit na vizuální (zrakové), akustické (sluchové) nebo taktilní (dotykové). Typ sdělovače musí odpovídat vlastnostem a charakteristikám příslušné informace.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 235)

Z každého pracovního místa musí být viditelný vizuální sdělovač mimořádných poruchových a havarijních stavů, jež vyžadují rychlý zásah personálu. (Chundela, 2001, s. 64)

3 RIZIKOVÉ FAKTORY ČASTO OPAKOVANÉ RUČNÍ MANIPULACE

Rizikem je chápána kombinace pravděpodobnosti výskytu škody a následně z ní plynoucí závažnosti. Při obsluze strojního zařízení horními končetinami je vhodné dbát zřetel na riziko, které může vyústit ve svalově kosterní zatížení či poškození, riziko únavy a diskomfort pracovníků. Při fyzické zátěži je důležité posuzovat i dlouhodobou jednostrannou činnost, která zatěžuje stejné kosterně svalové skupiny. To může vést ke vzniku onemocnění šlach, úponů, svalů, kloubů, kostí, nervů a také tíhových váček. K nemocem z přetěžování přispívá vyvíjení velké pracovní síly, mnohonásobně opakované pracovní úkony. Zejména úkony, které se vykonávají v krajních a nepřírodných pracovních polohách. Dalšími faktory jsou vibrace, nepřízeň mikroklimatických podmínek, špatné úchopové možnosti nástrojů používaných k práci. (Malý, Král a Hanáková, 2010)

3.1 Posouzení rizika

Prvním krokem jako takovým je zjistit, zda existuje relevantní nebezpečí, které by mohlo vystavit jedince riziku. V případě odhalení rizika je nutné přikročit k jeho podrobnější analýze. (Malý, Král a Hanáková, 2010)

Hlavní rizikové faktory při často prováděné manipulaci:

- a) opakovatelnost – zvyšováním četnosti pohybu se riziko zvyšuje,
- b) poloha a pohyb – kombinované pohyby, mohou představovat zvýšené riziko,
- c) síla – úkony by se měly vyhnout náhlým nebo trhavým pohybům, tak aby síla byla vynaložena, co nejméně. Další svalovou námahu představuje preciznost provádění a povaha uchopení,
- d) trvání a nedostatečné zotavení – příležitost k zotavení může být v každé části pracovní doby. „Nedostatečná doba pro tělesnou regeneraci mezi opakovanými pohyby může, zvyšuje riziko svalově kosterního poškození pracovníka.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 224)

„Přídavné rizikové faktory:

- a) charakteristiky předmětu – kontaktní tlak, tvar, rozměr, teplota předmětu, povrch,
- b) vibrace a působící síly,
- c) podmínky prostředí – hluk, osvětlení, ovzduší,
- d) individuální a organizační faktory – schopnosti, úroveň přípravy, pohlaví, zdravotní stav.“ (Malý, Král a Hanáková, 2010, s. 224)

Pro všechna strojní zařízení, či úkony, kde hrozí cyklické manuální činnosti, je potřeba zahájit opatření, která eliminují riziko na minimum. Je nutné identifikovat a stanovit četnost pracovních úkonů, které jsou vykonávány v pracovním cyklu pro obě horní končetiny. Následně se definuje předvídatelná doba trvání pracovního cyklu, kde se bere v úvahu síla, poloha, předvídatelné trvání a četnost dob na zotavení. Po tomto sumáři je vhodné zvážit možnost střídání různých úkonů. (Malý, Král a Hanáková, 2010)

3.2 Kategorizace prací

Podle Krále (2001, s. 81) je účelem kategorizace prací získat objektivní a srovnatelné podklady pro stanovení rizikových prací nebo pracovišť. Dle různých faktorů zátěže se rozlišují čtyři kategorie.

„Charakteristika hodnocení:

1. kategorie – podle poznaného současného stavu není pravděpodobný nepříznivý vliv hodnocených pracovních podmínek na zdraví zaměstnanců,
2. kategorie – nejsou překračovány přípustné limity, avšak u vnímavějších jedinců se při této míře mohou projevit nepříznivé účinky na jejich zdraví,
3. kategorie – přípustné limity jsou překračovány a je nutné přijmout nápravná opatření,
4. kategorie – představuje vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze vyloučit ani použitím dostupných prostředků.“ (Král, 2001, s. 81)

3.3 Zdravotní obtíže a nemoci z povolání

Nemoci z povolání jsou dle nařízení vlády č. 290/1995 Sb., § 1 odst. nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů, pokud vznikly za podmínek uvedených v Seznamu nemocí z povolání. Dne 1. 7. 2011 vstoupilo v platnost nařízení vlády č. 114/2011 Sb., které stanovuje novelizovaný seznam nemocí z povolání. Veškerá nově vzniklá profesní onemocnění se hlásí do Národního registru nemocí z povolání, který byl založen v roce 1991. V roce 2011 bylo v České republice hlášeno celkem 1266 profesních onemocnění z toho 438 u žen a 616 u mužů. Z tohoto počtu se jednalo o 1210 nemocí z povolání a 56 ohrožení nemocí z povolání. Nejčastěji hlášenou kombinací byl syndrom karpálního tunelu vzniklý při práci přetěžováním končetin a prací s vibrujícími pracovními nástroji. (Nemoci z povolání v České republice 2011, © 2011)

3.3.1 Muskuloskeletální onemocnění

Muskuloskeletální onemocnění je o onemocnění podpůrně-pohybového aparátu vznikající nadměrným zatěžováním svalově-kosterního aparátu nebo následkem výkonu pracovní činnosti ve fyziologicky nevhodných pracovních polohách. Toto onemocnění vzniká postupně, přičemž symptomy se mohou objevit nepozorovaně.

Příznaky spojené s tímto onemocněním jsou následující:

- svalová únava,
- znečitlivění nebo brnění prstů na nohou nebo rukou,
- bolest ramenou/rukou či ztuhlost,
- bolest při pohybech do krajních poloh,
- omezený pohyb do krajních poloh,
- bolest zad v oblasti páteře. (Marek a Skřehot, 2009)

Ve spojení s poškozením muskuloskeletálního systému mohou vzniknout i následující nemoci, jenž jsou zařazeny do seznamu nemocí s povolání, dle Nařízení vlády č. 290/1995 Sb.:

- nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování,
- nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše,
- nemoci tíhových váčků z tlaku,
- poškození menisku. (Marek a Skřehot, 2009)

3.3.2 Syndrom karpálního tunelu

Tento syndrom je vyvolán útlakem středového nervu v oblasti zápěstí, který vzniká jako následek nevhodné polohy a chybným postavením zápěstního kloubu. V zápěstním prostoru existuje karpální tunel, kterým vedou šlachy ohýbačů prstů a středový nerv. Nepřirozeným tlakem, může dojít k jeho zánětu a taktéž poškození. Toto onemocnění se vyskytuje především u osob ve věku 40 – 60 let, zejména u žen. Četnost výskytu se postupně navyšuje. (Marek a Skřehot, 2009)

Příznaky tohoto onemocnění jsou následující:

- bolest prstů vystřelující až k ramennímu kloubu,
- zhoršení motoriky (nešikovnost ruky, při uchopování drobných předmětů),
- oslabení ruky, ranní otoky,
- ztuhlost, mravenčení vedoucí k častému protřepávání ruky,
- výraznější bolest se objevující se v nočních hodinách,
- v pokročilejším stavu dochází k neschopnosti uchopit předměty s dostatečně velkou silou, ztráta citlivosti může být trvalá. (Marek a Skřehot, 2009)

Rizikem vzniku onemocnění, jsou nejvíce ohroženi pracovníci, kteří při své pracovní činnosti opakují totožné pohyby rukou a prstů. Jedná se o činnosti, jako jsou psaní na klávesnici, hraní na hudební nástroj a práce u pásové výroby či montáže. (Syndrom karpálního tunelu, © 2012)

3.3.3 Syndrom kubitálního tunelu

Výrazným předpokladem pro vznik tohoto syndromu je anatomické uložení ulnárního nervu v oblasti lokte. K poškození dochází během pohybů v lokti, kdy je nerv vystaven kompresi, trakci a střížným silám. (Syndrom kubitálního kanálu, © 2008)

Důsledkem tohoto onemocnění je postihnutí nervů v oblasti lokte, to může vést k bolesti předloktí, brnění v prstech nebo k poškození malíčku. Prst trvale odstává a ztrácí svou schopnost aktivního přitáhnutí k dlani. (Základy ergonomie, © 2012)

4 METODY ERGONOMIE

Ergonomický výzkum studia práce je ovlivněn skutečností, že ergonomie jako taková se řadí mezi systémové disciplíny s interdisciplinární povahou. Nejzákladnější metodou je systémový přístup, pomocí kterého je možno studovat souhrn jevů různé kvality ve vzájemných vazbách a s přesně definovaným cílovým zaměřením. Poznávání prochází z metodického hlediska fází popisu jevů a rozbořem, tj. odhalení vztahů závislostí a podmíněností mezi jevy příslušné kategorie. (Král, 1994)

„Ergonomické zkoumání a hodnocení problémů v rámci pracovního systému vychází z existence objektivních vazeb a vztahů mezi jednotlivými komponenty, jak lidskými tak i technickými. Vlastní řešení ergonomických úkolů je založeno na uplatňování vhodně volených metodických postupů.“ (Král, 2002b, s. 10)

4.1 Metody sběru informací o pracovní činnosti

Vstupní informace se získávají z provozně technické nebo výrobně technické dokumentace, výsledků pozorování, měření, rozhovorů s pracovníky. Tyto údaje se stávají podkladem pro tvorbu účelově zaměřených metod. Do této kategorie lze zařadit:

- časové studie (snímek pracovního dne, snímek operace, momentkové pozorování),
- odebrání vzorků bezpečnosti práce (sledování nebezpečných pracovních postupů),
- pohybové studie (grafické záznamy, cyklogramy),
- postupy řízeného rozhovoru, dotazníky, ankety,
- profesiografie. (Král, 1994)

4.1.1 Method Time Measurement

Metoda bývá obecně nazývána zkratkou MTM a její prvopočátky se datují až k roku 1948 v USA. Jedná se o metodu předem určených časů. Manuální operace je postupně rozkládána na základní elementy. Každý pohyb má přidělenou časovou hodnotu, která je vymezena povahou a podmínkami, při nichž je vykonávána. Hodnoty udávající předpokládanou nutnou spotřebu času pracovníka, se označují jako normativy času. Ty se zjišťují na základě vědeckého výzkumu, systematického a dlouhodobého pozorování a měření na podkladu matematicko-statistického výpočtu, kdy jsou poté zpracovány

do tabulek nazývaných „normativy“. Obecně slouží jako pomůcka při tvorbě pracovních metod, aby byly dané pohyby správně časově ohodnoceny a tím byla zajištěna objektivní spotřeba času. Elementární pohyby se vyznačují danou symbolikou, která je jednotná a mezinárodně platná. Metoda rozděluje pohyby do tří základních skupin. Jedná se o pohyby očí, dolních končetin a těla a pohyby horních končetin. Konkrétní kategorie třídění je uvedena v příloze. Časová jednotka je 1 TMU, neboli Time Measurement Unit. (Král, 2001, s. 46)

Time Units			
TMU	sec	min	h
1	0,036	0,0006	0,00001

Tab. 10 Přepočítání jednotek TMU

(MTM - Methods Time Measurement, 2007)

4.1.2 Profesiografie

Metoda se využívá k posouzení pracovního zatížení a požadavků na fyzický, mentální a psychický výkon pracovníka. Jejím cílem je stanovení optimální pracovní zátěže a prvků pracovního prostředí. V kontrolních listech jsou předem stanovená univerzální kritéria, která jsou hodnocena na základě přímého a systematického pozorování. (Král, 2001, s. 55-57)

Uvedená metoda má tři fáze:

1. popis činnosti obsahující všeobecnou charakteristiku,
2. popis faktorů, podmínek pracovního prostředí, kde je činnost vykonávána,
3. odvození požadavků na pohybové, smyslové a mentální zatížení. (Marek a Skřehot, 2009, s. 76)

Na základě výstupní hodnoty a tabulky č. 11, lze vyhodnotit stupeň náročnosti práce a tedy i zhodnotit pracovní zatížení a nároky na pracovníka. Pokud je výsledný stupeň vyššího charakteru, je vhodné přistoupit k dalším analýzám, které jej vyvrátí nebo potvrdí.

Tabulka s vyhodnocením:

Stupeň náročnosti práce	Rozpětí hodnot získané	Pracovní zatížení a nároky na pracovníka
1	1,0 - 1,5	velmi malé
2	1,6 - 2,5	malé
3	2,6 - 3,5	střední
4	3,6 - 4,5	zvýšené
5	4,6 - 5	vysoké

Tab. 11 Vyhodnocení pracovního zatížení (Marek a Skřehot, 2009, s. 114)

4.2 Metody používané při projektování a racionalizaci pracovišť

Rozměrové řešení při konstrukci stroje nebo pracoviště ovlivňuje celá řada faktorů. Patří sem velikost a vlastnosti pracovního předmětu, počet pracovníků, vybavení pracoviště, pracovní pozice a časová náročnost práce.

Metody, využívané při tvorbě pracovišť jsou následující:

- experimentální tvorba pracovišť a jejich prostorové modelování s přihlédnutím na reálné rozměry osob v měřítku 1:1,
- prostorové modely pracovišť s použitím figurín, model v měřítku 1:5 nebo 1:10,
- schematické znázornění funkčních částí těla člověka a znázornění dosahových zón do projektové dokumentace,
- somatografická metoda, znázorňující proporce lidského těla metodami grafického znázornění do výkresové dokumentace,
- empirické vzorce (odhad, normativní hodnoty). (Král, 1994; Malý, Král a Hanáková, 2010)

4.3 Metody hodnocení pracovních prostředků

K ohodnocení pracovních prostředků musí být stanoven soubor ergonomických kritérií, zpravidla se využívá formy kontrolního listu. Další požadavky vyplývají z příslušných

hygienických, či bezpečnostních předpisů a státních norem. Srovnávají se tedy předem stanovené ergonomické požadavky s fyziologickými a psychologickými aspekty.

Hodnocení podléhá následující kategorie:

- pracovní místo,
- pracovní předmět a části stroje,
- zdroje přímých a zprostředkovaných informací, ovládače,
- vztahy mezi sdělovači a ovládači,
- pracovní prostředí ovlivněné strojem,
- vybavenost, povrch a tvarování stroje. (Král, 1994)

4.4 Metody hodnocení faktorů pracovního prostředí

Středobodem zájmu je hodnocení faktorů, jako je hluk, ultrazvuk, vibrace, tepelně-vlhkostní mikroklima, osvětlení a prašnost. Výsledkem je protokol obsahující přehled naměřených hodnot a závěry s návrhy na opatření, ke zlepšení současného stavu, pokud je nevyhovující. (Král, 1994)

4.5 Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Nástroj RULA byl vyvinut ergonomy Dr. LynnMcAtamneyem a Dr. NigelCorlettem z Univerzity v Nottinghamu v roce 1993. Jedná se o moderní metodiku, která je vhodná zejména pro zhodnocení rizika poškození horních končetin. Klasifikována je poloha paží, předloktí a zápěstí. Lze ji také uplatnit při hodnocení zátěže krku, trupu a nohou. Na základě polohy a natočení kloubů, stahu svalů, váhy a frekvence, je odhadnuto, zda jsou pracovníci vystaveni zvýšenému riziku vzniku muskuloskeletálního onemocnění. Nejběžnější využití metody je v oblasti montáže u pracovního stolu nebo linky a psaní na klávesnici, neboť při těchto pracovních úkonech jsou ruce nejvíce namáhány. (Hlávková a Valečková, 2007, s. 64)

Pro analýzu touto metodou je vybrána minimálně jedna nejvíce nepříznivá poloha, při daném pracovním cyklu. Faktorem pro výběr takové polohy je doba jejího držení nebo stupeň odklonu části těla od neutrální polohy. Lze ji aplikovat pro výrobní operace s větší

repetitivností v průběhu pracovní směny. (Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

Každá část těla má popsánu tzv. primární polohu k získání základního skóre, dále jsou uvedeny popisy poloh pro získání dodatečných bodů (např. rotace a úklony), tzv. proměnného skóre a maximální možné skóre, jež lze u jednotlivých částí dosáhnout. Jedná se o různý rozsah flexí a extenzí bodovaných vzestupně, podle vzrůstajícího odklonu od základní polohy. (Hlávková a Valečková, 2007, s. 64)

Vypočítá se hodnotící číslo, označované také jako rizikový faktor, v rozmezí 1 – 7, dle něhož se stanoví, zda je pracovní poloha po ergonomické stránce přijatelná nebo je nezbytné polohu modifikovat. Čím je hodnota vyšší, tím je větší hladina rizika. (Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

Vstupy:

- poloha rukou a zápěstí,
- poloha trupu, krku, nohou,
- síla,
- repetitivnost. (Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

Stanovení bodového skóre:

$$\text{Základní skóre} + \text{proměnné skóre} = \text{bodové skóre jednotlivých částí těla}$$

Výstupem hodnocení je kategorie, která udává informaci o prevenci, či naléhavost provedení opatření:

- hodnota 1 – 2 znamená přijatelné držení těla v případě, že poloha není udržována nebo opakována příliš dlouhou dobu,
- hodnota 3 – 4 vyjadřuje potřebu provést další analýzy a možné změny jsou vítány,
- hodnota 5 – 6 vyjadřuje potřebu provést další analýzy a změny jsou vyžadovány brzy,

- hodnota 7 vyjadřuje, že další analýzy a změny jsou nutné provést ihned. (Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

Pro potřeby zaznamenávání a hodnocení poloh je možné využít tabulky se zobrazenými popisy poloh, nebo využít softwarového programu. Metoda RULA je volně přístupná na internetové adrese www.rula.co.uk a je také podrobně popsána v metodickém materiálu „Ergonomické checklisty a nové metody práce v hodnocení ergonomických rizik“, jež bylo vydáno Národním referenčním pracovištěm pro fyziologii a psychofyziologii práce Státního zdravotního ústavu v Praze.

4.6 Metoda REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Dr. L. McAtamney a S. Hygnett vyvinuli v roce 2000 metodu sloužící k systematickému a rychlému hodnocení polohy s pravidelným výskytem. Polohy jsou posuzovány komplexně, přičemž jsou rozděleny do dvou skupin. Podstatou je hodnocení základní polohy (základní skóre) a přičítání dodatečných bodů, tzv. proměnného skóre.

Skupina A zahrnuje hodnocení trupu, krku, dolních končetin a hledisko manipulace s břemeny (skóre A). Skupina B je zaměřena na horní končetiny. Jsou tam tedy posuzovány paže, předloktí, zápěstí na levé i pravé končetině a hledisko techniky uchopení (skóre B). Výsledné REBA skóre je vyhodnoceno podle tabulky, kde jsou porovnány hodnoty ze skupiny A a B, tímto je stanoveno skóre C, ke kterému je přičteno skóre aktivity. (Hlávková a Valečková, 2007, s. 75)

Typ opatření	REBA skóre	Úroveň rizika	Opatření
0	1	zanedbatelné	není nutné
1	2 - 3	malé	může být nutné
2	4 - 7	střední	nutné
3	8 - 10	vysoké	nutné (co nejdříve)
4	11- 15	velmi vysoké	nutné (okamžitě)

Tab. 12 REBA – hodnocení rizika (Hlávková a Valečková, 2007, s. 78)

4.7 Metoda EAWS (European Assembly Worksheet)

Metoda je určena k vyhodnocení ergonomického rizika a byla vyvinuta Institutem pro ergonomii Darmšadské Technické Univerzity. Její výhodou je aplikace ve výrobních i plánovacích fázích. Analyzuje hodnocení pracovní polohy, působících sil, manipulaci s břemeny a opakovanou zátěž horních končetin. Její podstatou je několikastránkový checklist, jenž sleduje a hodnotí dvě základní veličiny. A těmi jsou intenzita a doba trvání činnosti. Tyto dvě veličiny jsou vzájemně násobeny a tak vznikne hodnota rizikového indexu, který je předdefinován v tabulkách jednotlivých částí checklistu.

Metoda přiřazuje zkoumanému pracovnímu zatížení a vynaloženému úsilí body za ergonomicky nežádoucí a nepříznivé situace a označí je barvou. Zelená znamená (0 – 25 bodů) téměř žádné riziko. Žlutá barva (26 – 50 bodů) označuje nedoporučenou oblast a je vhodné další podrobné zkoumání a zavést korektivní opatření. Červená barva (více než 50 bodů) označuje zakázanou oblast, kde je riziko vysoké a korektivní opatření nutné zavést co nejdříve. (EAWS - European Assembly Worksheet, © 2010)

5 TECNOMATIX JACK

Tecnomatix Jack je software, který vznikl během 80. let za podpory NASA na Department of Computer and Information Science na University of Pennsylvania. Je zaměřený speciálně na ergonomii a lidský faktor, tím umožňuje umístit do virtuálního prostředí přesný model člověka. Tento model lze v programu vytvořit libovolně, nebo je možné zvolit z databáze, jež je nazývána ANSUR (dle Anthropometric Survey of U. S. Army) a obsahuje populační data z antropometrického průzkumu personálu armády Spojených států amerických, z roku 1988. Kromě modelu člověka, sem lze také importovat další grafiku a díky tomu vytvořit přesně takové prostředí, které uživatel pro svou práci potřebuje.

V programu je možné provádět několik základních typů vyhodnocování výkonu virtuálního člověka. Patří sem například zobrazování zorného pole, vyhodnocování dosahových vzdáleností, testování kolizí v reálném čase mezi postavou člověka a ostatními objekty.

Analýzy hodnotící riziko potenciálního zdravotního ohrožení:

- „Low Back Spinal Force Analysis – analýza síly působící na páteř a bederní část zad virtuálního modelu při různých postojích a pod různým zatížením.
- Static Strength Prediction – analýza zatížení pracovníka od statických sil.
- NIOSH Lifting Analysis – analýza pro vyhodnocení zvedacích úkolů, vypočítává doporučený hmotnostní limit v zadaných postojích.
- Predetermined Time Analysis – kalkulace času potřebného na provedení operací dle metody MTM-1.
- Rapid Upper Limb Assessment – analýza zaměřená na hodnocení pracovního postoje.
- Metabolic Energy Expenditure – odhad metabolického energetického výdeje pracovníka při určité práci vzhledem k jeho charakteristickým rysům.
- Manual Handling Limits – analýza pro vyhodnocování a navrhování operací týkajících se ruční manipulace zahrnující zdvihání, tlačení, táhnutí a přenášení.

- Fatigue/Recovery Analysis – analýza vypočítává na základě zadaného pracovního úkolu čas potřebný k odpočinku, který pak následně porovná s požadovaným časem oddechu.
- Working Posture – analýza slouží rychlou kontrolu pracovního postoje. Vyhodnocuje relativní diskomfort pracovní pozice založený na pozici zad, rukou a nohou a míře zatížení.“ (Digital factory, © 2011)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 KONCERN HELLA

Kořeny společnosti HELLA KGaA Hueck & Co. sahají až do roku 1899, kdy byla v Německém Lippstadtu založena pod původním názvem Westfälische Metall-Industrie Aktien-Gesellschaft. Dnes tato nezávislá nadnárodní společnost vyrábí a vyvíjí osvětlovací techniku a elektroniku pro automobilový průmysl. Počet zaměstnanců čítá přibližně 27 000 a to v 70 pobočkách, ve více než 30 zemích světa. Obrat koncernu činil 4,8 miliardy eur, v obchodním roce 2011/2012, čímž se zařadil k top 50 světovým dodavatelům pro automobilový průmysl.

Cílem společnosti je poskytnout všem zákazníkům komfortní služby spojené s přípravou, výrobou a dodávkou produktů daného výrobního sortimentu. (O firmě, 2008)

6.1 HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.

V České republice má koncern HKG zastoupení stoprocentní dceřinou společností HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o., která byla založena v roce 1992 v Mohelnici. Jednalo se o strategické rozhodnutí následovat firmu Volkswagen do ČR a založit tak závod na výrobu světelné techniky pro nové typy automobilů Škoda Auto a.s. Byla zde zavedena výroba světlometů, zadních světel, blinkrů a ostřikovačů světlometů pro vozy Škoda Felicia. Tento projekt byl pro společnost odrazovým můstkem a nyní vyrábí produkty pro automobilové společnosti Audi, DAF, Jaguar, Volkswagen, Škoda Auto, Ford, Daimler nebo Land Rover. (O firmě, 2008)

Základní údaje o společnosti

Název:	HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.
Sídlo:	Družstevní 338/16, 789 85 Mohelnice
Datum zápisu:	25. 9. 1992
Identifikační číslo:	47154888
Základní kapitál:	300 211 000,- Kč

Předmět podnikání:

- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení,
- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona.

(Výpis z obchodního rejstříku, 30. 04. 2013)

Výrobní činnosti jsou rozčleněny na oblast:

- předvýroby – lisování, lakování, pokovení,
- montáže,
- logistiky.

6.2 Výrobní sortiment společnosti

Základními produkty jsou světlomety s halogenovou nebo xenonovou technologií. Vedle kterých, již několik let obsahuje produktová nabídka také technologie s LED systémem. V oblasti xenonových světlometů je výrobní portfolio rozděleno na statické a dynamické systémy. Mezi dynamické patří natáčecí světla nebo funkce AFS (Adaptive Fontlighting System). Tato funkce v kombinaci s kamerou umožňuje automatické přizpůsobování konkrétní situaci na dopravní cestě, dle údajů o vnějším prostoru vozidla. (Světlomety: „Budiž světlo!“, © 2012)



Obr. 9 VW Tiguan (Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

7 ERGONOMICKÉ ANALÝZY VYBRANÝCH PRACOVÍŠŤ

Ve společnosti Hella Autotechnik, s.r.o. se v oblasti ergonomie vychází z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., a také z interní ergonomické směrnice Hella-Norm N26000. Pro hodnocení ergonomických hledisek se využívá checklist přejímky provozních prostředků, dle výše zmiňované směrnice.

Dále se pracovníci účastní povinných školení týkajících se bezpečnosti při práci. Z důvodu zajištění kvality je stanoveno nošení speciálních rukavic a svrchního oděvu, aby statická elektřina nepoškodila komponenty. V pracovních pokynech nechybí upozornění na práci s poloautomatickým šroubovákem, ke kterému pracovník přiloží šroub, jenž je na principu magnetu držen na šroubovací části. Pracovník tedy nesmí tento šroub přidržovat, aby se rukavice nezachytila a tím nedošlo ke zranění. Pracovní obuv je zde samozřejmostí.

Operátoři mají od společnosti příspěvky na masáže v hodnotě 1300 Kč a také se v současnosti zavádí školení zaměstnanců z hlediska cviků eliminujících syndrom karpálního tunelu. V minulosti se zde prokázaly čtyři případy nemoci z povolání.

Zkoumaná pracoviště

Ergonomické analýzy se týkaly pracovišť č. 020, 025, 070, 075 a 080, montážní linky světlometů, pro projekt s označením Škoda B6 FL.

Na montážní lince ŠKODA B6 FL je vykonáván dvousměnný provoz. Jedná se o ranní a odpolední směnu. S ohledem na skutečnost, že výroba daného typu světlometů je plánovaná až do září 2014, je nutné zajistit, co neoptimálnější ergonomické a pracovní podmínky, jež budou v konečném důsledku výstupem pro zajištění vyšší produktivity práce, bez zdravotního rizika zaměstnanců.

K analýze bylo využito softwaru Tecnomatix Jack, který má velký potenciál v oblasti ergonomie. Výška modelových zaměstnanců odpovídala průměrné výšce, která byla vyhodnocena na základě vstupních informací zaměstnanců ve výrobní sféře této společnosti, a to 163 cm.

7.1 ŠKODA B6 FL, pracoviště č. 020 – vývojová fáze

Název: lisování kol pohonu

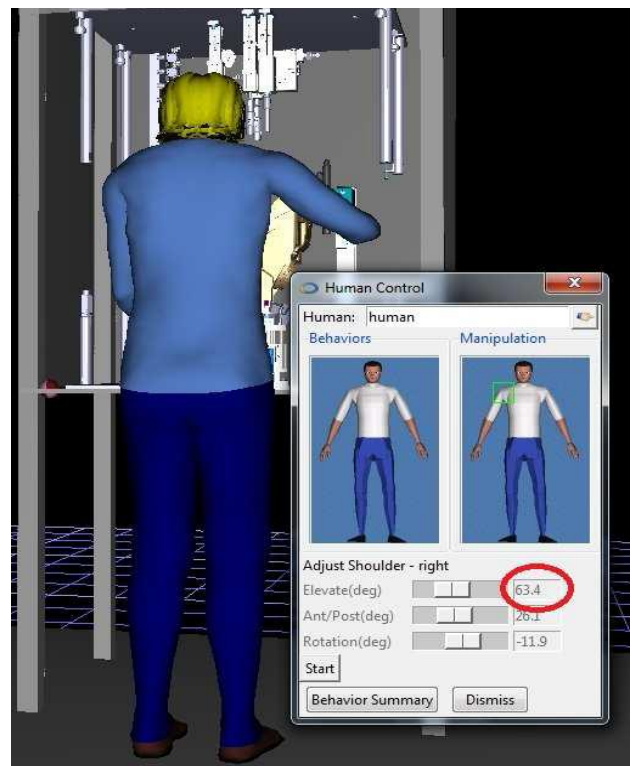
Pracovní postup:

Do základacího přípravku stroje jsou založeny díly pohonu a kolo pohonu. Následně je vloženo pouzdro a do horní části stroje jsou vloženy tři součástky. Poté je stroj spuštěn na základě impulsu do nagara switch a následně se automaticky po zalisování kol pohonu sám vypne a vysune je vysunut ochranný prvek, který se nachází v přední části. Po zalisování dílů se skupina pouzdra vyjme a odloží na odkládací plochu.

Ergonomická analýza pracoviště

Výška pracovní roviny byla v oblasti montáže dílu pohonu 114,5 cm, v oblasti montáže kloubu 149,9 cm a v oblasti zakládání pouzdra ve výšce až 138 cm. Z tohoto důvodu nebyl splněn požadavek Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., pro doporučenou výšku pracovní roviny, kde je horní hranice optimální výšky stanovena na 108 cm.

Při založení pouzdra do základacího přípravku svírala horní končetina s trupem úhel $63,4^\circ$. V tomto případě to znamená nepříjemnou polohu, v které může pracovník setrvat nejvýše 30 minut z osmihodinové pracovní směny. Maximální velikost úhlu pro přijatelnou polohu je 60° .



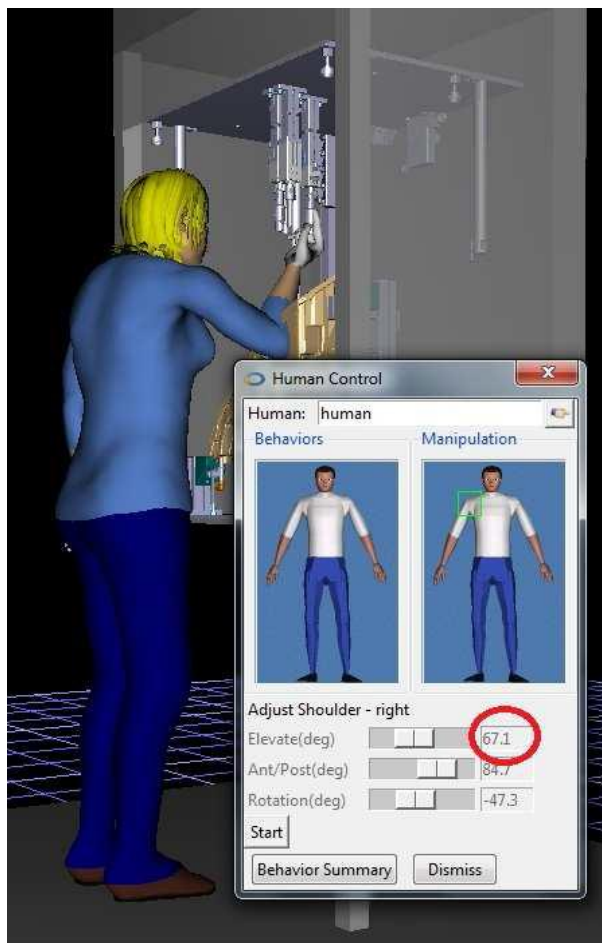
Obr. 10 Simulace zakládání pouzdra, VF
(vlastní zpracování)

Výrobní plán je vyrobit 439 kusů světlometů za jednu pracovní směnu. Časový horizont je pro vykonání úkonu v této pozici odhadnut na 3 sekundy. Vynaložený čas pro tuto pozici byl vypočítán vztahem: $1,5 \times 2 \times 439 / 60 = 21,94$ min.

Z toho vyplývá, že půjde o podmíněně přijatelnou polohu, v případě, že pracovník nebude vykonávat další úkon, kterým by překonával hranici 60° úhlu, po dobu více než 8,06 minut.

Druhým úkonem na tomto pracovišti je zakládání kloubů pohonu. Při vyhodnocování pracovní polohy, byla zjištěna velikost úhlu mezi trupem a pravou horní končetinou $67,1^\circ$.

Výrobní plán je vyrobit 439 kusů světlometů za jednu pracovní směnu. Doba pro založení jednoho dílu materiálu byla odhadnuta na 1,5 sekundy. V operaci na pracovišti č. 020 je třeba založit tři kusy. Doba setrvání v této poloze: $1,5 \times 3 \times 439 / 60 = 32,93$ min. Z výsledku plyne, že by byla přesáhnutá doba pro podmíněně přijatelnou polohu o necelé tři minuty.



Obr. 11 Zakládání kol pohonu, VF

(vlastní zpracování)

7.2 ŠKODA B6 FL, pracoviště č. 025 – vývojová fáze

Název: montáž šroubů do pouzdra

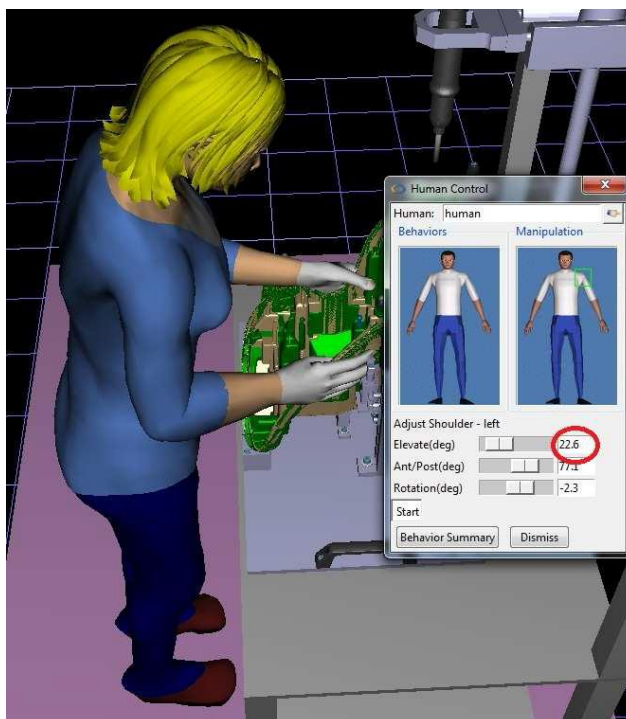
Pracovní postup:

Pracovnice založí pouzdro do zakládacího přípravku, našroubuje 2 kulové šrouby a jeden kulový čep. Poté skupinu pouzdra vyjme a odloží na odkládací plochu.

Ergonomická analýza pracoviště

Výška pracovní roviny, byla v oblasti středu pouzdra navržena, ve výšce 101,53 cm, při jeho založení. Montáž horního kulového šroubu byla v 104,57 cm. Požadavky na optimální výšku pracovní roviny odpovídaly Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

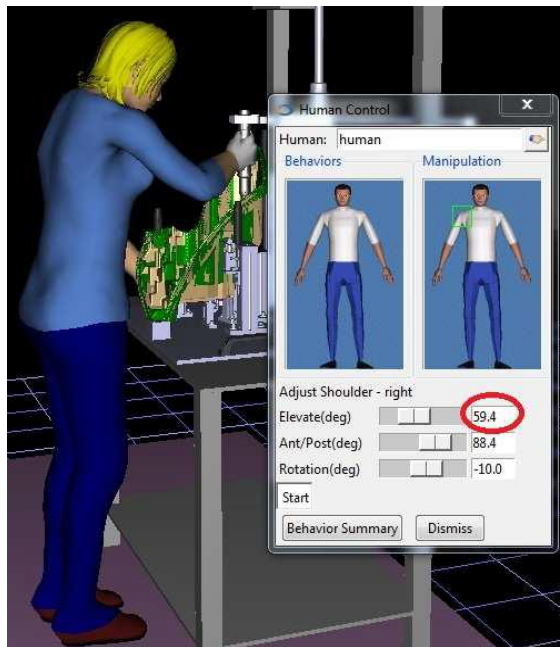
Při zakládání pouzdra svírala levá ruka s trupem úhel 22,6°. Úhel pravé ruky byl pouze 5,7°. V tomto případě se jedná o přijatelnou pracovní polohu.



Obr. 12 Zakládání pouzdra č. 025, VF

(vlastní zpracování)

Při šroubování horního kulového šroubu by svírala pravá horní končetina úhel $59,4^\circ$, což by znamenalo problém pracovníkům s nižším vzrůstem. Úhel ruky by překročil povolenou 60° hranici, která je stanovena pro tuto polohu.



Obr. 13 Šroubování č. 025, VF (vlastní zpracování)

7.3 ŠKODA B6 FL, pracoviště č. 070 – vývojová fáze

Název: montáž rámu modulu do pouzdra

Pracovní postup:

Do základacího přípravku stroje je založena skupina pouzdra. Z balení je vyjmut rám, který je zkontrolován, ofouknut ionizovaným vzduchem a založen do pouzdra. Poté je přišroubován první šroub s ESD ochranou a poté je rám přišroubován pěti šrouby k pouzdru. Po vyjmutí z přípravku je tato skupina odložena na pracoviště č. 075.

Ergonomická analýza pracoviště

Výška pracovní roviny odpovídala 102 cm. Z toho výška stolu byla 78 cm a výška úchopu těla světloometu 25 cm. Požadavek na optimální výšku pracovní roviny byl splněn. Z tohoto důvodu nebylo nutné vytvořit návrh optimalizace, pro vývojovou fázi.

7.4 ŠKODA B6 FL, pracoviště č. 075 – vývojová fáze

Název: montáž krytek na pouzdro

Pracovní postup:

Do zakládacího přípravku stroje je založena skupina pouzdra. Poté je zkontakována žárovka, centrální kontakt Leimo do krytky č. 1, která je následně založena na pouzdro a pomocí ručního lisu zacvaknuta. Následně je zkontakován předřadník a do něj vysokonapěťový kabel. Založí se skupina krytky č. 2 a třemi šrouby je přišroubována. Tato skupina pouzdra se vyjme z přípravku a odloží na pracoviště č. 080.

Ergonomická analýza pracoviště

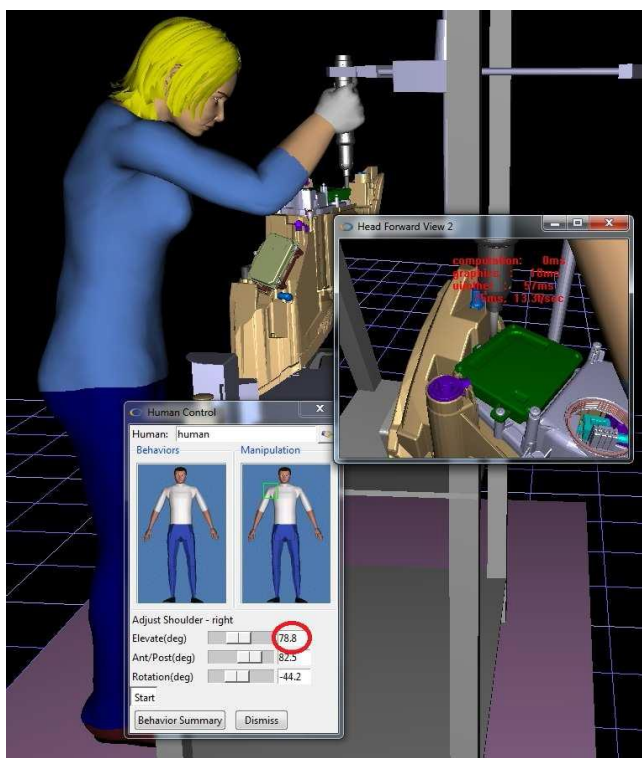
Manipulační rovina činila 120,21 cm. Nebyl tedy splněn požadavek na vhodnou výšku pracovní roviny pro ženu, dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Při simulaci šroubování horního kulového šroubu svírala pravá horní končetina s trupem úhel až 78,8°. Povolená maximální horní hranice je 60°, jedná se tedy o nepříjemnou polohu. Plánované množství kusů je 439 za jednu pracovní směnu, která je 8 hodin. Odhadovaná doba šroubování jednoho šroubu byla 2 s.

Výpočet času stráveného v této poloze: $2 \times 3 \times 439 / 60 = 43,9$ min. Dle výpočtu by nebyla splněna ani doba tolerance pro podmíněně přijatelnou polohu o 13,9 min.

Programem Tecnomatix Jack bylo také možné zjistit, že při umístění a tedy i šroubování levého zadního šroubu nebude operátorka příliš dobře vidět.

Na obrázku níže je patrné zorné pole pracovníka při šroubování.



Obr. 14 Šroubování op. č. 075, VF (vlastní zpracování)

7.5 ŠKODA B6 FL, pracoviště č. 080 – vývojová fáze

Název: krátká elektrická zkouška

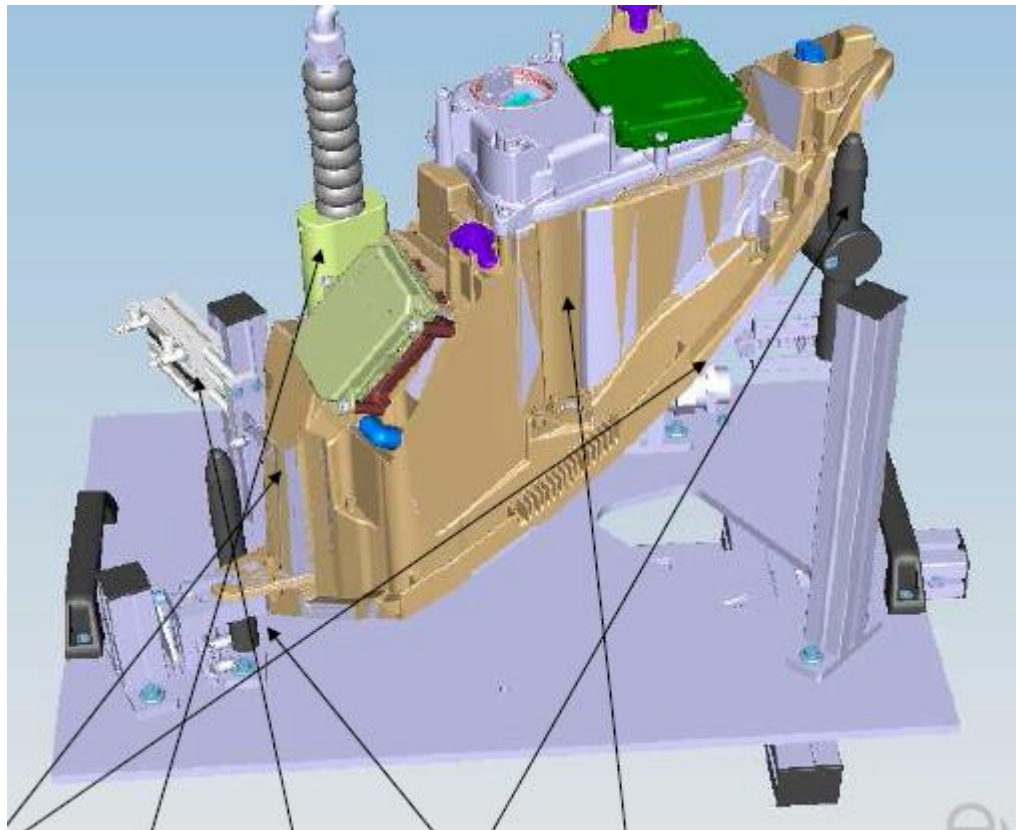
Pracovní postup:

Do základacího přípravku stroje je založena skupina pouzdra. Stiskne se spínač „START“. Stroj provede krátkou elektrickou zkoušku a kontrolu LED skupiny. Skupina pouzdra je vyjmuta z přípravku a odložena na pracoviště č. 085.

Ergonomická analýza pracoviště

Dle návrhů bylo patrné, že základací přípravek bude zapuštěn do desky stolu. Výška pracovní roviny byla v místech úchopu skupiny pouzdra vyhodnocena na 101 - 108 cm. Jednalo se tedy o výšku přijatelného charakteru. Orientace světlometu na přípravku nebyla z pohledu ergonomie optimální a byla ovlivněna velkým množstvím technických a konstrukčních podmínek.

Na základě popisu práce a vývojové dokumentace bylo zřejmé, že vyhodnocení pracovních poloh bude bezpředmětné, neboť pracovní ovladač provádějící elektrickou zkoušku a kontrolu bude zavěšen na pružinovém kabelu.



Obr. 15 Zakládací přípravek a pouzdro

(interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.)

7.6 Ergonomická analýza pracoviště č. 020 – předsériová výroba

Podle vyhodnocení vývojového návrhu bylo nutné upravit manipulační výšky pro oblast zakládání kloubu pohonu a zakládání pouzdra. Stůl nelze upravit na míru, neboť je již dopředu unifikovaně vyroben. Z tohoto důvodu je možné pouze manipulovat s nastavitelnou výškou pomocí sešroubování jeho nohou, které lze upravovat v rozmezí tří centimetrů. Problematika nepříjemné polohy při zakládání kloubu pohonu, byla vyřešena dle návrhu na optimalizaci vývoje pracoviště, uvedeného dále v kapitole 10.1.1. Přikročilo se k úpravě konstrukčního charakteru. Horní deska přípravku byla snížena o potřebné 4 cm a tím svislý rozměr pracovní roviny pro vkládání materiálu klesnul na 145,9 cm. Tímto se docílilo přijatelné polohy a došlo ke změně úhlu ramene s trupem z původních $67,1^\circ$ na úhel $58,2^\circ$, pro průměrnou výšku pracovníků, která je 163 cm.

Na pravé i levé straně pracoviště jsou po stranách umístěny boxy se vstupními materiály. Seřazeny jsou dle pracovního postupu. Box s kloubem pohonu je na pravé straně instalován za ovladačem typu nagara switch, který se vyznačuje tím, že aktivuje chod stroje přiložením ruky, při pohybu k další činnosti. Spínači se pravá horní končetina musí vyhnout, chce-li uchopit díl. Místo aktivování je ve výšce 126,5 cm.

V horní části stroje je sdělovač, který upozorňuje na vzniklé poruchy při procesu. Je umístěn ve výšce 190 cm a pracovníce tedy musí natáhnout ruku nad hlavu. Zaměstnanci menšího vzrůstu mohou mít s tímto umístěním problém, pokud by docházelo k častým upozorněním. Vedle pracoviště jsou odkládací plochy, určené pro umístění rozpracované výroby.



Obr. 16 Pracoviště č. 020 (vlastní zpracování)

7.7 Ergonomická analýza pracoviště č. 025 – předsériová výroba

Jedná se o pracoviště, kde operátorka založí pouzdro a s použitím poloautomatického šroubováku, který se nachází ve středové části pracoviště, zašroubuje díly. Boxy se součástkami jsou umístěny na pravé straně nad sebou. Vzhledem ke skutečnosti, že montáž musí být plynulá, pracovnice kříží ruce, při uchopování kulových šroubů a čepů. Případně se zbytečně zdržuje tím, že vstupující materiál uchopí pravou rukou a následně jej předá druhé končetině, která jej poté přiloží ke šroubováku. Ten na principu magnetu přidržuje díl a je schopen šroubovat. Na pracovišti musí dojít k zašroubování tří kusů. Touto skutečností si pracovnice nemůže během úkonu připravit další součástku, jež by plynule přiložila ke šroubováku. Manipulační rovina v místě zakládání pouzdra je 101,5 cm, z toho je výška pracovního stolu 83 cm. Výška v úrovni montáže horního kulového šroubu je 104,6 cm. Obě hodnoty odpovídají legislativnímu nařízení. Výškové rozmezí pro stojící ženu je klasifikováno na 93 - 108 cm. Střední část sdělovače je ve výšce 173 cm, což je nevyhovující.



Obr. 17 Křížení rukou u operace č. 025

(vlastní zpracování)

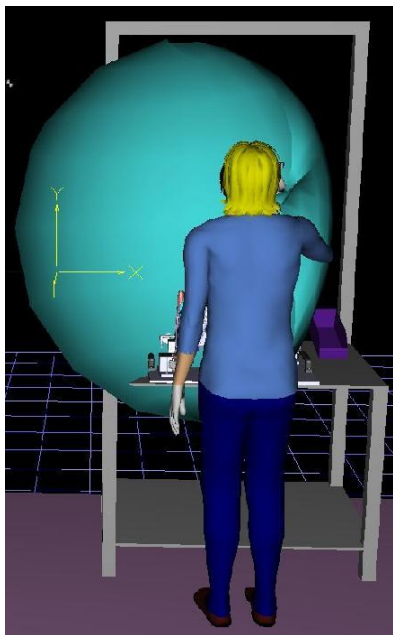
7.8 Ergonomická analýza pracoviště č. 070 – předsériová výroba

Výška pracovní roviny na pracovišti č. 070 respektuje průměrnou výšku vzrůstu pracovníka a je nastavena optimálně. Jak je patrné na obrázku č. 18, uvedeného níže, problémem tohoto pracoviště je v umístění vstupního materiálu. Pracovnice musí při šroubování křížit ruce. Problém byl podrobně popsán také v kapitole 7.7 u pracoviště č. 025, u kterého se také vyskytoval problém křížení rukou při odebírání materiálů.



Obr. 18 Křížení rukou (vlastní zpracování)

Pomocí programu Tecnomatix Jack byla vyhodnocena dosahová zóna, která je patrná z obrázku č. 19, jako nevyhovující.



Obr. 19 Dosahová zóna (vlastní zpracování)

7.9 Ergonomická analýza pracoviště č. 075 – předsériová výroba

Na pracovišti je vykonávána operace montáže krytek na pouzdro. Navrhované řešení pro vývojovou fázi dle kapitoly 10.4 bylo provedeno. Bylo nutné provést zapaštění pracovní roviny stolu minimálně o 12 cm tak, aby se výška manipulační roviny nacházela maximálně ve výšce 108 cm. Realizováno bylo zapaštění o 17 cm, výsledná manipulační rovina se tak nachází ve výšce 103 cm, což splňuje požadavky Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

7.10 Ergonomická analýza pracoviště č. 080 – předsériová výroba

V projektové části práce, je v kapitole 10.5 uvedeno doporučení pro realizaci pracoviště č. 080. Jednalo se o pootočení umístění základního přípravku proti směru hodinových ručiček tak, aby nemuselo dojít k zásadní změně konstrukce přípravku. Toto doporučení nebylo při realizaci pracoviště splněno. Cílem změny mělo být umožnit operátorovi lepší vizuální kontrolu, při zasouvání konektoru do konektorové zásuvky a zároveň minimalizovat konflikt ruky s tělem světlometu. Výška umístění sdělovače je 162 cm, což o 7 cm převyšuje optimální hodnotu.



Obr. 20 Pracoviště č. 080

(vlastní zpracování)

7.11 Zhodnocení podmínek ovlivňující práci

V následujících bodech jsou hodnoceny podmínky, které ovlivňují pracovní výkon operátorů.

Harmonogram pracovní doby

Operátoři pracují ve dvousměnném provozu v ranní a odpolední směně. Je zde zavedena neřízená rotace práce, kdy je na operátorech, jakým způsobem se na pracovištích vystřídají. Pracovní doba je rozdělena následovně:

	Ranní směna	Odpolední směna	Přestávky
Pracovní blok 1	6 - 8	14 - 16	10 min
Pracovní blok 2	8 ¹⁰ - 12	16 ¹⁰ - 20	20 min
Pracovní blok 3	12 ²⁰ - 14	20 ²⁰ - 22	-

Tab. 13 Rozdělení pracovní doby (vlastní zpracování)

Osvětlení v místě pracovního úkonu: 560 – 620 Luxů

Vzhledem ke skutečnosti, že hala, ve které jsou prováděny montáže, nemá okna, je plocha osvětlena pouze umělým zdrojem.

Hluk: 65dB

Kategorizace hluku dle Krále zařazuje tato pracoviště do kategorie 30 – 65 dB. Jedná se o relativní hluk, který člověk soudí subjektivně, ale z dlouhodobého hlediska působí rušivě.

Teplota vzduchu: do 34 °C

Vlhkost vzduchu: 34,2 %

Pracovní činnosti jsou vykonávány v prostředí se zajištěnou výměnou vzduchu. Všichni operátoři jsou zásobeni pitnou vodou v blízkosti svého pracoviště. V případě překročení teploty vzduchu 35°C po dobu dvou dní, jsou nařízeny bezpečnostní přestávky 10 min, každé dvě hodiny.

Prašnost: žádná

Ve společnosti je zavedena metoda průmyslového inženýrství 5S. Probíhá zde čištění a úklid tak, aby byla prašnost minimalizována. Částičky prachu by totiž mohly ulpět na rozpracované výrobě a tím by došlo ke zmetkovitosti.

Pracovní prostředí

Rozměry pracovních desek stolů jsou unifikovány a jsou tak na všech pracovištích totožné. Proporce desky jsou 60 cm hloubka a 100 cm šířka.

Prostor pro pohyb operátorů mezi pracovištěm a rolltejnery, ze kterých se odebírají komponenty je 117 cm.

Na pracovištích jsou umístěny sdělovače, které upozorňují pracovníka na správnost provedeného úkonu. Ohlašují chybu nebo ukazují správnost výkonu. Konkrétně upozorňují na špatné uchycení, na to, zda byl šroub dostatečně zašroubován a také počet již zašroubovaných kusů. Zároveň jsou na nich umístěny 2 tlačítka pro zastavení nebo spuštění dalšího výkonu. Tyto sdělovače jsou na pracovištích umístěny na levé straně pracoviště. Ve společnosti je dána hodnota výšky jejich středu na 155 cm, což koresponduje s výškou úrovně očí průměrné pracovnice. Na pravé straně jsou situovány pokyny a charakter práce.

Výměnu vzduchu zajišťuje zařízení, které je zobrazeno na obrázku níže a nachází se ve vzdálenosti 3 - 5 metrů od pracovišť.



Obr. 21 Zařízení k výměně vzduchu

(vlastní zpracování)

7.12 Analýza pomocí metody profesiografie

Na pracovištích, jež byla vybrána pro předmět ergonomické analýzy, byl na základě pozorování vyplněn kontrolní list, pro potřeby profesiografie.

Pro každou pracovní operaci, bylo do příslušné buňky zaznamenáno odpovídající bodové hodnocení, známkou od jedné do pěti. Čím byla vyšší, tím měl faktor horší zhodnocení. Množství těchto jednotlivých dat, byly zvláště sečteny a vynásobeny váhovým koeficientem, což přineslo celkový výsledek uvedený v posledním řádku checklistu. Váhové koeficienty odpovídaly svými hodnotami jednotlivým hodnotám bodového hodnocení.

Položka	Faktory	Pracovní operace č. 020					Pracovní operace č. 025				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Fyzická zátěž										
2.1	Prsty a ruce										
2.2	Chodidla a nohy										
2.3	Páteř										
2.4	Ramena										
3.1	Prostor pro nohy										
3.2	Dosah horní končetiny										
4	Požadavky na zrak										
5	Požadavky na sluch										
6	Postřeh, pozornost (čtení ve výkresech)										
7	Požadavky na proces myšlení										
8	Požadavky na odpovědnost										
9	Psychické nároky										
10	Pracovní rytmus										
11	Rychlost práce										
12.1	Osvětlení										
12.2	Hluk										
12.3	Chvění, vibrace										
12.4	Mikroklimatické podmínky										
12.5	Zápach										
13	Působení chemických činitelů										
14	Nebezpečí úrazu										
15	Nebezpečí chorob z povolání										
16	Celkové zhodnocení prostředí										
Součty sloupců hodnocení		9	8	6	1		10	8	5	1	
Součty sloupců hodnocení x váhový koeficient		9	16	18	4		10	16	15	4	
Celkem: 47						Celkem: 45					

Tab. 14 Profesiogram č. 1 (vlastní zpracování)

Výpočet pro zařazení náročnosti práce pro operaci č. 020 byl $47/24 = 1,96$ a pro operaci č. 025 byl $45/24 = 1,88$.

Položka	Faktory	Pracovní operace č. 070					Pracovní operace č. 075					Pracovní operace č. 080						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	Fyzická zátěž																	
2.1	Prsty a ruce																	
2.2	Chodidla a nohy																	
2.3	Páteř																	
2.4	Ramena																	
3.1	Prostor pro nohy																	
3.2	Dosah horní končetiny																	
4	Požadavky na zrak																	
5	Požadavky na sluch																	
6	Postřeh, pozornost (čtení ve výkresech)																	
7	Požadavky na proces myšlení																	
8	Požadavky na odpovědnost																	
9	Psychické nároky																	
10	Pracovní rytmus																	
11	Rychlost práce																	
12.1	Osvětlení																	
12.2	Hluk																	
12.3	Chvění, vibrace																	
12.4	Mikroklimatické podmínky																	
12.5	Zápach																	
13	Působení chemických činitelů																	
14	Nebezpečí úrazu																	
15	Nebezpečí chorob z povolání																	
16	Celkové zhodnocení prostředí																	
Součty sloupců hodnocení		7	13	3	1		7	8	7	3		14	5	4	1			
Součty sloupců hodnocení x váhový koeficient		7	26	9	4		7	16	21	12		14	10	12	4			
		Celkem: 46					Celkem: 56					Celkem: 40						

Tab. 15 Profesiogram č. 2 (vlastní zpracování)

Výpočet pro zařazení náročnosti práce pro operaci č. 070: $46/24 = 1,92$, pro operaci č. 075: $56/24 = 2,3$, pro operaci č. 080: $40/24 = 1,66$.

Zhodnocení

Na základě výstupních informací z provedené analýzy, byla náročnost práce na všech pěti pracovištích ohodnocena jako malá. Rozmezí pro tuto kategorii je 1,6 – 2,5.

7.13 Metoda předem určených časů

Po vyrobení přípravků a následném zahájení zkušebního provozu, bylo možné provést časovou analýzu činností na pracovišti metodou MTM a pomocí přímého pozorování. Tabulky uvedené níže obsahují ve druhém sloupci popis jednotlivých činností. K nim je přiřazen odpovídající kód, jeho časové ohodnocení dle mezinárodně platných standardů, množství a frekvence. Celkový základní čas odpovídající pro 100 kusů za minutu je dán vztahem:

$$\text{Celkový základní čas} = \text{TMU hodnota} \times \text{množství} \times \text{frekvence} \times 0,0006 \times 100$$

Ve druhém řádku je výsledný čas uveden v minutách na 100 ks bez přírážky. Na stejném řádku, ale ve vedlejší buňce se nachází hodnota s přírážkou na osobní potřeby a pohovory s mistrem. Firmou je stanovena na 7 %.

Zkratka „G + P“ znamená „get and place“ a označuje operaci, při níž předmět uchopen a umístěn.

Analýza MTM pro operaci č. 020

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTÁŽ (min/100 ks)					Čas bez přírážky: 82,5	Čas s přírážkou 7 % 88,3
1	Krok stranou pro bílé prvky	KA	25	2	1	3,00	1,80
2	G+P bílý prvek, 1. kus	AF2	65	1	1	3,90	2,34
3	G + P bílý prvek, 2. kus	AF1	40	1	1	2,40	1,44
4	Krok stranou pro žluté prvky	KA	25	2	1	3,00	1,80
5	G+P žlutý prvek, 1. kus	AF2	65	1	1	3,90	2,34
6	G+P žlutý prvek, 2. kus	AF1	40	1	1	2,40	1,44
7	Krok stranou pro černé prvky	KA	25	2	1	3,00	1,80
8	G+P hrst černých prvků	AG3	80	1	1	4,80	2,88
9	G+P černého prvku z ruky do držáku	AF1	40	1	1	2,40	1,44
10	Krok stranou pro pouzdro a vrácení zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80
11	G+P pouzdra	AH2	45	1	1	2,70	1,62
12	Kabel stranou	AA1	20	1	1	1,20	0,72
13	Umístění pouzdra do přípravku	PB2	30	1	1	1,80	1,08
14	Umístění pouzdra do přípravku, 2. pozice	PB1	20	1	1	1,20	0,72
15	Start	BA2	25	1	1	1,50	0,90
16	Procesní čas			1	1	36,60	22,00
17	Uvolnění světlometu	AH2	45	1	1	2,70	1,62
18	Krok stranou a zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 16 MTM analýza pro operaci č. 020

(vlastní zpracování, dle interních materiálů)

Z výstupu vyplývá, že předem určený čas pro výkon na tomto pracovišti je včetně 7% přírážky 88,3 min pro 100 kusů. Přepočtem byla zjištěna časová náročnost na **53 s** pro jeden kus (včetně 7 %).

Analýza MTM pro operaci č. 025

Na pracovišti č. 025 je pro výkon práce potřeba vykonání 16 činností. Z výstupu vyplývá, že předem určený čas je zde včetně 7% přírážky 55,2 min pro výrobu 100 kusů. Vyjádření času potřebného k práci na jednom kusu, byl přepočtem vyhodnocen na **33,6 s**.

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)	
	MONTAZ (min/100 ks)		Čas bez přírážky:			51,5	Čas s přírážkou 7 %	55,2
1	Chůze pro pouzdro a návrat	KA	25	4	1	6,00	3,60	
2	Ohyby pro polovinu pouzder v balení	KB	60	1/2	1	1,80	1,08	
3	G+P pouzdra z balení	AA2	35	1	1	2,10	1,26	
4	Vizuální kontrola pouzdra	PTBSEC	27,8	2	1	3,34	2,00	
5	Umístění pouzdra do přípravku	PB2	30	1	1	1,80	1,08	
6	Umístění pouzdra do přípravku, 2. pozice	PB1	20	1	1	1,20	0,72	
7	Použití šroubováku	HA2	45	1	1	2,70	1,62	
8	1. šroub	AF3	80	1	1	4,80	2,88	
9	2. a 3. šroub	PC1	30	2	1	3,60	2,16	
10	Umístění šroubováku do otvoru	PC1	30	3	1	5,40	3,24	
11	Vrácení šroubováku do pracovní pozice	PA1	10	2	1	1,20	0,72	
12	1. šroubování	PTBSEC	27,8	2,8	1	4,67	2,80	
13	2. šroubování	PTBSEC	27,8	3	1	5,00	3,00	
14	3. šroubování	PTBSEC	27,8	1,7	1	2,84	1,70	
15	G+P pouzdra, umístění na odkladnou polici	AA2	35	1	1	2,10	1,26	
16	Krok stranou a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80	

Tab. 17 Analýza MTM pro operaci č. 025

(vlastní zpracování, dle interních materiálů)

Analýza MTM pro operaci č. 070

Operace č. 70 neboli montáž rámu do pouzdra, vyžaduje provedení 21 úkonů. Činnosti č. 6; 8 a 19 jsou označeny kódem PTBSEC a mají stanovenou hodnotu 27,8 TMU, která je poté dle počtu sekund nebo provedení vygenerována na odpovídající časovou hodnotu. Čas pro 100 kusů včetně přírážky byl vypočítán na 91,8 minut. Jeden kus tedy vyžaduje pro svou výrobu **56,3 s**.

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTAZ (min/100 ks)	Cas bez přírážky:			85,8	Cas s přírážkou 7 %	91,8
1	Krok stranou pro pouzdro	KA	25	2	1	3,00	1,80
2	G+P pouzdra do přípravku	AJ2	65	1	1	3,90	2,34
3	Umístění do správné pozice	PA1	10	1	1	0,60	0,36
4	Krok stranou pro rám a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80
5	Zahájení foukání ion. vzduchem	BA1	10	1	1	0,60	0,36
6	Foukání ionizovaným vzduchem	PTBSEC	27,8	2	1	3,34	2,00
7	Umístění do dekorativní pozice	PA2	20	1	1	1,20	0,72
8	VA	PTBSEC	27,8	1	3	5,00	3,00
9	Umístění rámu s žárovkou do pouzdra, 1. bo	PB2	30	1	1	1,80	1,08
10	Umístění rámu s žárovkou do pouzdra, 2. bo	PB1	20	1	1	1,20	0,72
11	Stisknutí	ZD	20	2	1	2,40	1,44
12	Použití šroubováku	HA2	45	1	1	2,70	1,62
13	1. šroub pro ESD ochranu	AF3	80	1	1	4,80	2,88
14	G+P ESD ochrana	AB2	45	1	1	2,70	1,62
15	2. šroub pro ESD ochranu	AF3	80	1	1	4,80	2,88
16	3. - 6. šroub	PC1	30	4	1	7,20	4,32
17	Umístění šroubováku do otvoru	PC1	30	6	1	10,80	6,48
18	Vrácení šroubováku do pracovní pozice	PA1	10	5	1	3,00	1,80
19	Sroubování	PTBSEC	27,8	1,8	6	18,01	10,81
20	Uvolnění	AH2	45	1	1	2,70	1,62
21	Krok stranou s pouzdrem a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 18 Analýza MTM pro operaci č. 070

(vlastní zpracování, dle interních materiálů)

Analýza MTM pro operaci č. 075

Operace č. 75 je, co se týče počtu úkonů nejnáročnější. Činnosti č. 8; 18 a 38 jsou označeny kódem PTBSEC a mají stanovenou hodnotu 27,8 TMU, která je poté dle počtu sekund nebo provedení vygenerována na odpovídající časovou hodnotu.

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTÁŽ (min/100 ks)					Čas bez přírážky: 88,8	Čas s přírážkou 7 %: 95,1
1	Krok stranou pro pouzdro a návrat zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80
2	G+P pouzdra do přípravku	AJ2	65	1	1	3,90	2,34
3	Umístění pouzdra, 2. bod	PA1	10	1	1	0,60	0,36
4	G + P krytky	AA3	50	1	1	3,00	1,80
5	G+P konektoru LEIMO	AC2	55	1	1	3,30	1,98
6	Stlačení konektoru LEIMO	ZD	20	1	1	1,20	0,72
7	Kabel stranou	AA1	20	2	1	2,40	1,44
8	Ohnutí a vizuální kontrola	PTBSEC	27,8	1	1	1,67	1,00
9	Umístění krytky na pouzdro	PC2	40	1	1	2,40	1,44
10	Nástroj	HA2	45	1	1	2,70	1,62
11	Složité pracovní činnost	BB2	45	1	1	2,70	1,62
12	Stisknout	ZD	20	1	1	1,20	0,72
14	Kabel stranou, oddělení	AA1	20	2	1	2,40	1,44
15	G+P červený konektor	AC1	40	1	1	2,40	1,44
16	Stisknout (nakontaktování)	ZD	20	1	1	1,20	0,72
17	Pomocný hák na pouzdro	AC1	40	1	1	2,40	1,44
18	Ohnutí a vizuální kontrola	PTBSEC	27,8	1	1	1,67	1,00
19	Kabel stranou, oddělení	AA1	20	2	1	2,40	1,44
20	G + P červený konektor	AC1	40	1	1	2,40	1,44
21	Stisknout (nakontaktování)	ZD	20	1	1	1,20	0,72
23	G + P skupiny krytek	AC3	70	1	1	4,20	2,52
24	Umístění krytek do správné pozice	PA1	10	2	1	1,20	0,72
25	Stlačení krytky na otvor	ZD	20	2	1	2,40	1,44
27	G + P MELCO kabel	AA2	35	2	1	4,20	2,52
28	Kontaktování LED	PC1	30	1	1	1,80	1,08
33	G + P hrst šroubů	AG2	65	1	1	3,90	2,34
34	1. šroub	AF1	40	1	1	2,40	1,44
35	2. a 3. šroub	PC1	30	2	1	3,60	2,16
36	Umístění šroubováku do díry	PC1	30	3	1	5,40	3,24
37	Vrácení šroubováku do pracovní pozice	PA1	10	2	1	1,20	0,72
38	Šroubování	PTBSEC	27,8	1,5	3	7,51	4,50
39	Umístění zbytku šroubů do boxu	PA2	20	1	1	1,20	0,72
41	Krok stranou a návrat zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80
42	Vyložení z přípravku	AH2	45	1	1	2,70	1,62

Tab. 19 Analýza MTM pro operaci č. 075

(vlastní zpracování, dle interních materiálů)

Z výstupu vyplývá, že předem určený čas je včetně 7% přírážky 95,1 min/100 ks. Přepočtem byla zjištěna náročnost na jeden kus **57 s**.

Analýza MTM pro operaci č. 080

Operace č. 80 obsahuje 7 položek včetně procesního času.

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTAZ (min/100 ks)					Cas bez přírážky: 21,7	Cas s přírážkou 7 %: 23,2
1	Krok stranou pro světlomet a také zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80
2	G + P světlometu	AJ2	65	1	1	3,90	2,34
3	Správné umístění	PB1	20	1	1	1,20	0,72
4	Start	BA3	40	1	1	2,40	1,44
5	Procesní čas		0	1	1	5,50	3,30
6	Uvolnění světlometu	AH2	45	1	1	2,70	1,62
7	Krok stranou a zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 20 Analýza MTM pro operaci č. 080

(vlastní zpracování, dle interních materiálů)

Celkový čas včetně 7% přírážky je tedy 23,2 min/100 ks. Pro lepší orientaci na jeden kus je čas **13,9 s**.

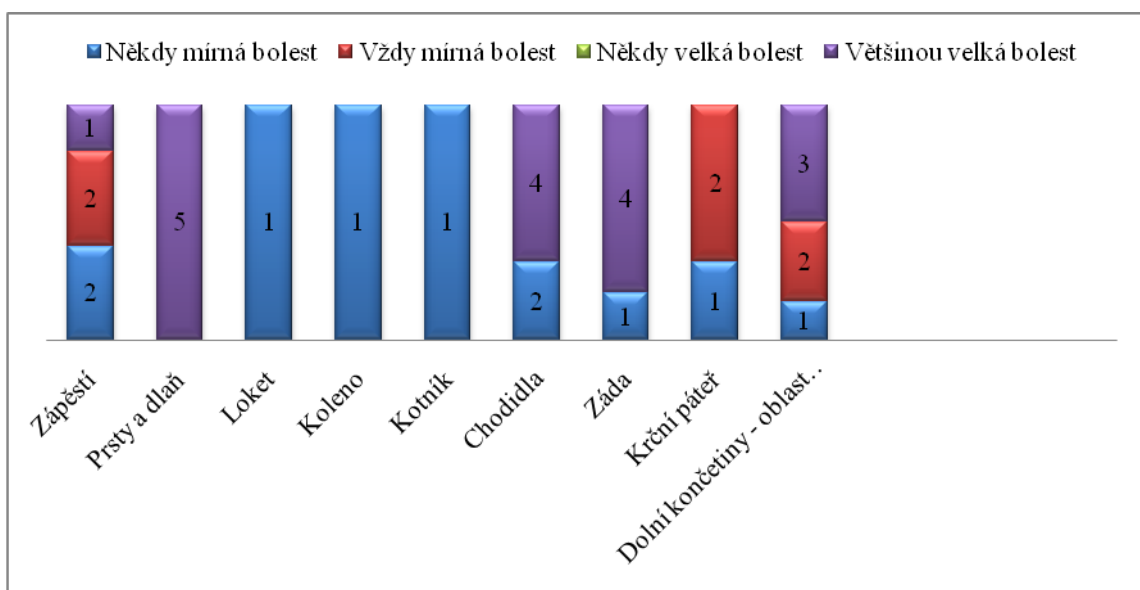
7.14 Dotazníkové šetření

Dotazníkového šetření se na montážní lince pro projekt ŠKODA B6 FL zúčastnilo 11 pracovníků. Z toho čtyři byli ve věku 26 – 35 let a sedm ve věku 36 – 45 let.

Dotazník byl směřován na konkrétní pracoviště č. 020, 025, 070, 075 a 080. Z rozhovoru s pracovníky vyplynulo, že pracoviště, na kterých se provádí šroubování, pro ně nejsou přílišným problémem. Jako nejnamáhavější spatřují operaci na pracovišti č. 075, kdy je potřeba tlaku prstů a pracovníci menšího věku mají problém při zapojování součástí. Také zde dochází k poměrně velké flexi zápěstí. Což se projevilo i ve výstupních datech uvedených níže, plynoucích z provedeného dotazníkového šetření.

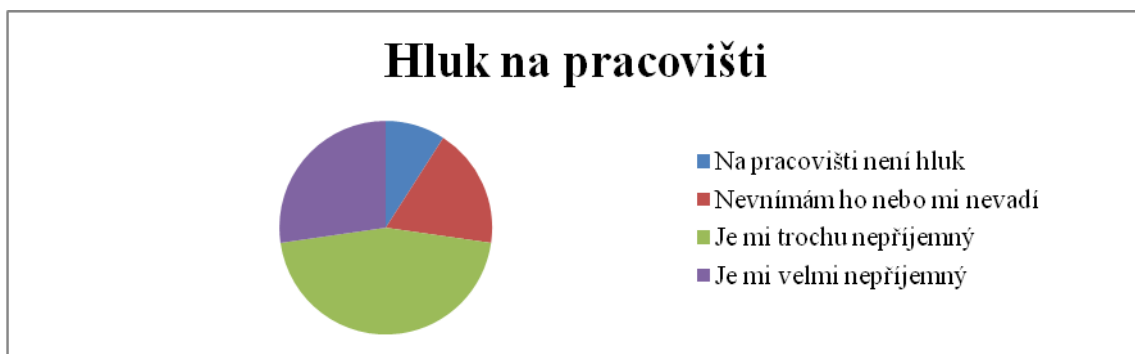
Největší bolest je vnímána v oblasti prstů a dlaně, kdy ve všech případech byla ohodnocena nejvyšší možnou známkou. Dalšími problematickými oblastmi těla byly dolní končetiny. Zejména chodidla a oblast lýtek. Pracovníci vykonávají statickou práci ve stoje. Ta je proložena pouze kroky, jež vykonávají v případě odebírání materiálu a rozpracované výroby, či chůzi při přecházení na další pracoviště, případně rotaci. Po celé délce užívané k chůzi je vybaveno pracoviště gumovou podložkou.

Na následujícím grafu je názorně vyobrazen počet odpovědí, pro danou míru bolestivosti, ve vztahu k dané oblasti lidského těla.



Obr. 22 Grafické vyhodnocení dotazníkového šetření (vlastní zpracování)

Působení hluku na pracovišti bylo vyhodnoceno následovně:



Obr. 23 Grafické znázornění hluku na pracovišti (vlastní zpracování)

Počet odpovědí hluk na pracovišti „je mi trochu nepříjemný“ a „je mi velmi nepříjemný“ dal součet procentuálního ohodnocení až 72,72 %.

Odpovědi ve všech dotaznících se shodují ohledně teploty, kde byly odpovědi záporného charakteru. Zejména v letních měsících pociťují zvýšenou teplotu a horko. To je způsobeno tím, že vstup vzduchu je na střeše budovy. Výměnu vzduchu zajišťuje zařízení, které bylo popsáno v kapitole č. 7.11.

Délka pracovní doby je nyní 7,5 hodiny. Všechny dotazované operátorky byly s časovým rozpětím spokojeny, neboť vykonávání 12 hodinových směn je pro ně příliš namáhavé. V návrhové části byl postřeh, k možnosti jít o přestávce na čerstvý vzduch, i pro nekuřáky.

7.15 Hodnocení polohy částí těla – operace č. 20

K získání nutných informací bylo zvoleno videozáznamů pracovních činností. Předmětem sledování byly polohy horních končetin a doba jejich trvání. Při hodnocení poloh touto analýzou je potřebné mít znalosti o polohách, do kterých se dostávají klouby zápěstí, lokte a ramene.

Montážní cyklus na pořízeném videozáznamu trval pracovníci se všemi pohyby 50 s, což koresponduje s výstupními informacemi získaných MTM analýzou provedenou v kapitole č. 7.13 s názvem „Metoda předem určených časů“. Na jejím základě byl vyhodnocen čistý čas pro celý montážní úkon 49,5 s/ks na pracovišti.

V tabulce uvedené níže jsou popsány úkony, při nichž je zapojen pohybů horních končetin. klou.

Číslo	Pracovní úkony	Čas trvání (s)	%	Zápěstí	Loket	Rameno
1.	Uchopení kol pohonu	1,5	8	NP	levý - FL	levé - AH
2.	Vložení kol pohonu	2,3	12,2	levé - FL pravé - FL	levý - FL pravý - FL	NP
3.	Uchopení dílů pohonu	1,5	8	NP	levý - FL	levé - AL
4.	Vložení dílů pohonu	3	15,9	levé - FL pravé - FL	levý - FL pravý - FL	NP
5.	Uchopení kloubu pohonu	1,5	8	pravé - FL	pravé - FL	pravé - AH
6.	Vložení kloubu pohonu	4	21,3	levé - EH pravé - EH	levý - FL pravý - FL	levé - ELL pravé - ELL
7.	Uchopení pouzdra	2,5	13,3	levé - EL	levý - FL	levé - AL
8.	Založení pouzdra	2,5	13,3	levé - RL	levý - FL pravý - FL	levé - ELL
	Σ	18,8 s	100%			

Legenda	
	NP - neutrální poloha
	FL - malá flexe
	AH - velká abdukce
	AL - lehká abdukce
	RL - lehká rotace
	EL - malá extenze
	EH - velká extenze
	ELL - malá elevace

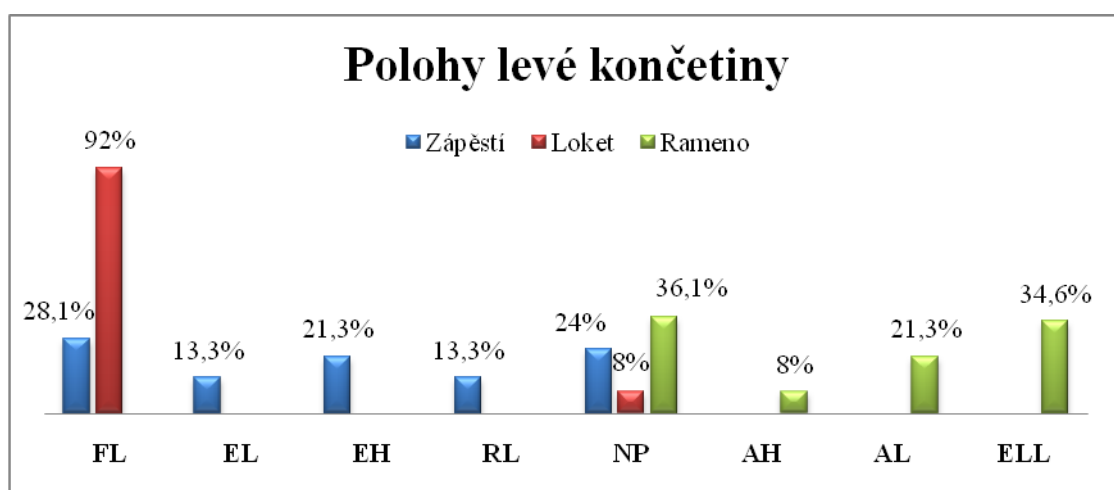
Tab. 21 Souhrnná tabulka poloh horních končetin (vlastní zpracování)

Pro levé a pravé zápěstí, loket a rameno byla zvlášť sečtena doba setrvání v jednotlivých polohách.

	FL (s)	EH (s)	EL (s)	RL (s)	NP (s)	AH (s)	AL (s)	ELL	Σ (s)
Levé zápěstí	5,3	4	2,5	2,5	4,5	-	-	-	18,8
Levý loket	17,3	-	-	-	1,5	-	-	-	18,8
Levé rameno	-	-	-	-	6,8	1,5	4	6,5	18,8
Pravé zápěstí	6,8	4	-	-	8	-	-	-	18,8
Pravý loket	13,3	-	-	-	5,5	-	-	-	18,8
Pravé rameno	-	-	-	-	13,3	1,5	-	4	18,8

Tab. 22 Časová ohodnocení pozice kloubů (vlastní zpracování)

Tyto hodnoty byly převedeny na procentuální vyjádření a pro lepší přehlednost byly vytvořeny následující grafy.

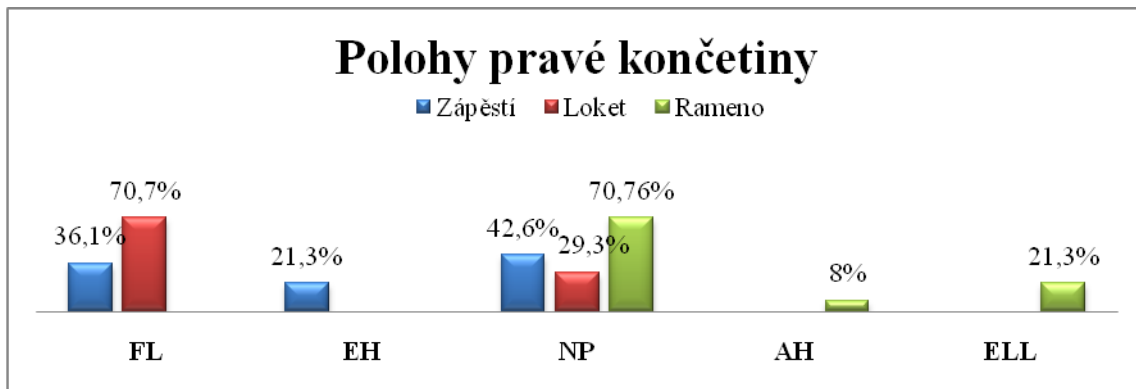


Obr. 24 Grafické vyjádření poloh levé končetiny (vlastní zpracování)

Z vygenerovaného grafu lze říci, že klouby levého zápěstí jsou v 28,1 % v mírné flexi. Značně zneklidňující je velká extenze působící po dobu 4 s, jenž je zapříčiněna vkládáním kloubů pohonu (3 ks) do horní části přípravku stroje. V procentuálním vyjádření se jedná o 21,3 % z celkového času. S tím koresponduje vyhodnocení polohy ramene. Právě z důvodu zakládání zmíněných dílů, je kloub zdvižen a dochází tak k mírné elevaci, která v konečném důsledku znamená 34,6 % času, kdy je rameno v této nucené poloze.

Ve většině času je zapojena práce lokte, který je ohnutý v malé míře a jedná se o zcela přirozenou polohu při práci, kde je nutná ruční manipulace.

Níže uvedený graf reflektuje polohy pravé končetiny. Loket je i zde ve více než polovině času v mírné flexi. Zápěstí i rameno jsou převážně v neutrální poloze a tak nejsou zatěžovány.



Obr. 25 Grafické vyjádření poloh pravé končetiny (vlastní zpracování)

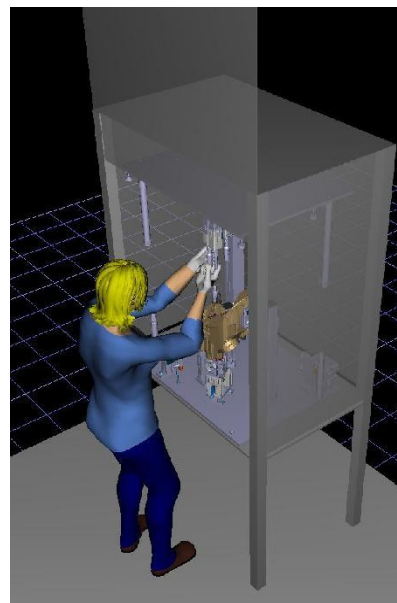
7.16 Metoda RULA – operace č. 020

Ze zjištěných závěrů z předešlé kapitoly, byl pro simulaci vybrán úkon zakládání kloubů pohonu do horního přípravku. Přímou v provozu byla pořízena fotografie, dle které byl v programu Tecnomatix Jack vytvořen odpovídající postoj pracovníka. Fotografovaná pracovnice je stejného věku jako její model a měří 163 cm (váha 61 kg).



Obr. 26 Zakládání kloubů pohonu

(vlastní zpracování)



Obr. 27 Simulace zakládání

(vlastní zpracování)

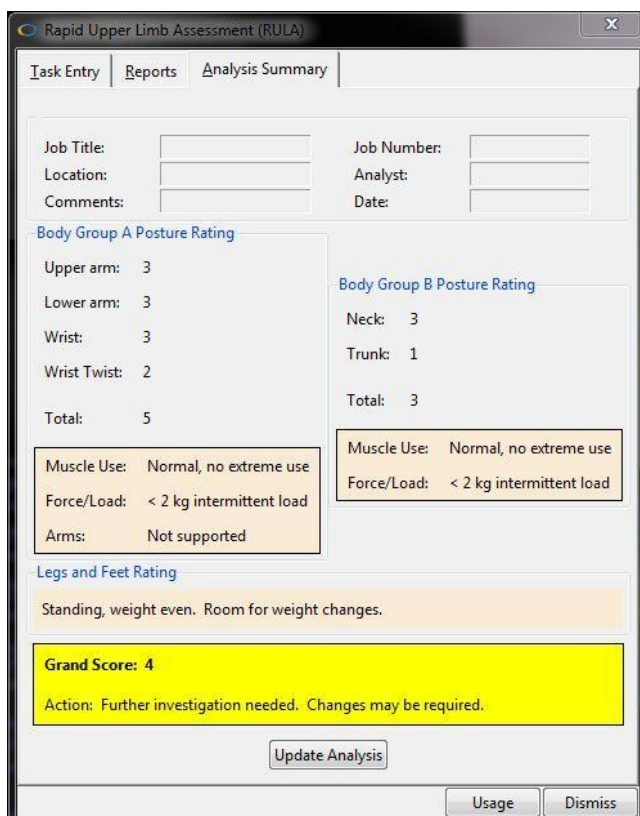
Po vytvoření odpovídajícího modelu byla v záložkách softwaru vybrána položka:

Analysis → Task Analysis Toolkit → Rapid Upper Limb Assessment.

V tabulce, pod záložkou „task entry“, bylo zvoleno:

1. Použití svalů: normální použití, bez použití lokte, hmotnost součástí < 2kg,
2. Nohy a chodidla: stojící poloha,
3. Hlava a krk: normální použití.

Následně bylo v záložce „analysis summary“ generováno vyhodnocení patrné z obrázku č. 28. Žlutý status a tedy hodnota 4 doporučuje provést další analýzy, pro zkoumání této pozice.



Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date:

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 3
Lower arm: 3
Wrist: 3
Wrist Twist: 2
Total: 5

Body Group B Posture Rating

Neck: 3
Trunk: 1
Total: 3

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 4

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Update Analysis

Usage Dismiss

Obr. 28 Výsledek analýzy č. 1, RULA

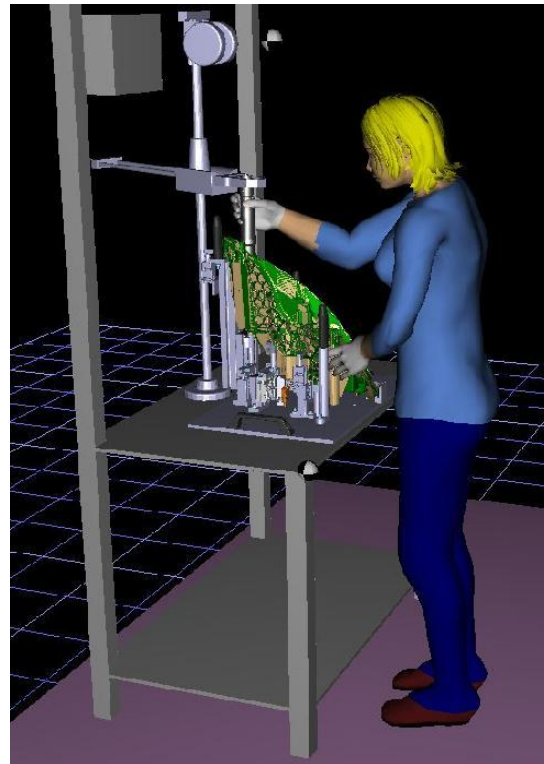
(vlastní zpracování)

7.16.1 Metoda RULA – operace č. 025

Na pracovišti č. 025 pracovnice pouze šroubuje součástky do pouzdra. Zakládání pouzdra je jednoduché, nevyžaduje žádné použití sil. Proto byla pro analýzu zvolena činnost šroubování.



Obr. 29 Šroubování, RULA
(vlastní zpracování)



Obr. 30 Simulace šroubování, RULA
(vlastní zpracování)

Po vytvoření odpovídajícího modelu byla v záložkách softwaru vybrána položka:

Analysis → Task Analysis Toolkit → Rapid Upper Limb Assessment.

V tabulce, pod záložkou „task entry“, bylo zvoleno:

1. Použití svalů: normální použití, bez použití lokte, hmotnost součástek < 2kg,
2. Nohy a chodidla: stojící poloha,
3. Hlava a krk: normální použití.

Následně bylo možné vygenerovat výsledné hodnocení metody RULA, ze kterého plyne, že pracovní poloha spadá do kategorie číslo tři, a tedy je doporučeno další analyzování a možné změny jsou vítány.

The screenshot displays the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It features three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Analysis Summary' tab is active, showing the following data:

Category	Item	Rating
Body Group A Posture Rating	Upper arm:	3
	Lower arm:	3
	Wrist:	2
	Wrist Twist:	1
	Total:	4
Body Group B Posture Rating	Neck:	3
	Trunk:	1
	Total:	3

Additional assessment details:

Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	< 2 kg intermittent load
Arms:	Not supported

Legs and Feet Rating: Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Buttons: Update Analysis, Usage, Dismiss

Obr. 31 Výsledek analýzy č. 2, RULA

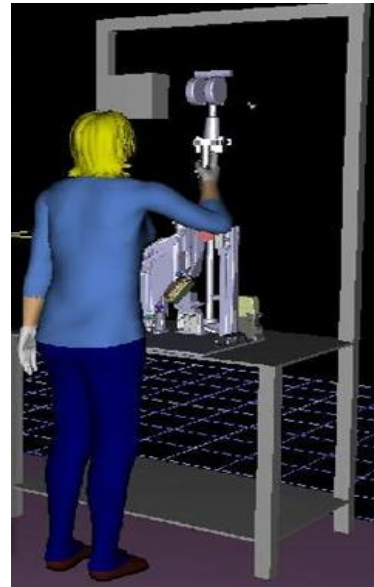
(vlastní zpracování)

7.16.2 Metoda RULA – operace č. 070

Na tomto pracovišti dochází k zakládání pouzdra, do kterého je vložen rám a následně je zašroubováno pět kusů šroubů. Na základě přímého pozorování a také pořízeného videozáznamu, byl pro hodnocení poloh vybrán úkon šroubování. V této poloze setrvává rameno, loket i zápěstí nejdéle z celého montážního cyklu pro operaci č. 070.



*Obr. 32 Šroubování, op. 70
(vlastní zpracování)*



*Obr. 33 Simulace šroubování,
op. 70 (vlastní zpracování)*

Po vytvoření odpovídajícího modelu byla v záložkách softwaru vybrána položka:

Analysis → Task Analysis Toolkit → Rapid Upper Limb Assessment.

V tabulce, pod záložkou „task entry“, bylo zvoleno:

1. Použití svalů: normální použití, bez použití lokte, hmotnost součástek < 2kg,
2. Nohy a chodidla: stojící poloha,
3. Hlava a krk: normální použití.

Zvolená vstupní data jsou patrná z obrázku č. 34. Tato poloha byla ohodnocena číslem 5, a dostala se proto do červeného statusu. Výsledky analýzy poukazují na nutnost provedení dalších okamžitých šetření a provedení nápravných opatření k eliminaci rizikových poloh.

The screenshot displays the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It features three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Analysis Summary' tab is active, showing the following data:

Task Entry	
Job Title:	
Location:	
Comments:	
Job Number:	
Analyst:	
Date:	

Body Group A Posture Rating	
Upper arm:	4
Lower arm:	2
Wrist:	2
Wrist Twist:	2
Total:	4

Body Group B Posture Rating	
Neck:	4
Trunk:	1
Total:	5

Muscle Use	
Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	< 2 kg intermittent load
Arms:	Not supported

Legs and Feet Rating	
Standing, weight even.	Room for weight changes.

Grand Score: 5

Action: Investigation and changes are required soon.

Buttons: Update Analysis, Usage, Dismiss

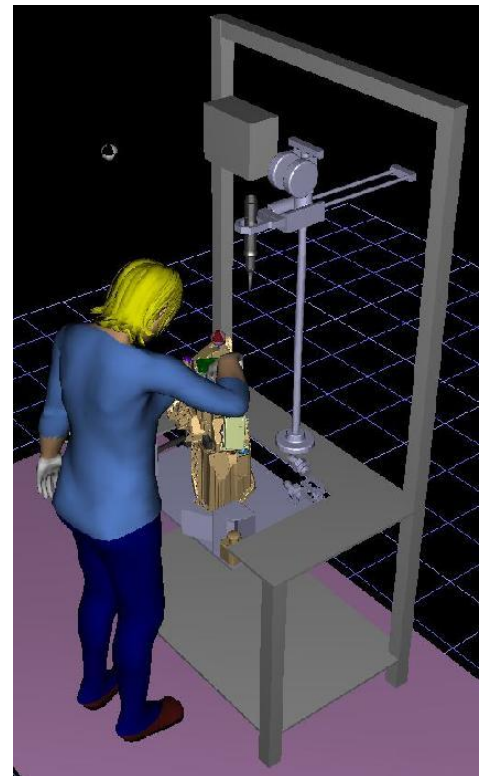
Obr. 34 Výsledek analýzy č. 3, RULA
(vlastní zpracování)

7.16.3 Metoda RULA – operace č. 075

Na pracovišti dochází ke kontaktování a instalování krytek na skupinu pouzdra. Na základě přímého pozorování v provozu, byla vybrána poloha pracovníce s nejvíce rizikovou polohou horní končetiny. Jednalo se právě o kontaktování. To je znázorněno na obrázku č. 35, což bylo také podkladem pro následné vykonání simulaci a vyhodnocení metodou RULA.



Obr. 35 Kontaktování, op. 75 (vlastní zpracování)



Obr. 36 Simulace kontaktování (vlastní zpracování)

Po vytvoření odpovídajícího modelu byla v záložkách softwaru vybrána položka:

Analysis → Task Analysis Toolkit → Rapid Upper Limb Assessment.

V tabulce, pod záložkou „task entry“, bylo zvoleno:

1. Použití svalů: normální použití, bez použití lokte, hmotnost součástí < 2kg,
2. Nohy a chodidla: stojící poloha,

3. Hlava a krk: normální použití.

Níže je uveden obrázek s vyhodnocením analýzy. Manipulace (krátkodobá) je v tomto případě v rozmezí 2 – 10 kg, neboť skupina pouzdra obsahuje komponenty, jež způsobují váhu kolem 3,5 kg.

The screenshot displays the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It features three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Analysis Summary' tab is active, showing the following data:

Job Information	
Job Title:	
Location:	
Comments:	
Job Number:	
Analyst:	
Date:	

Body Group A Posture Rating	
Upper arm:	4
Lower arm:	2
Wrist:	3
Wrist Twist:	2
Total:	6

Body Group B Posture Rating	
Neck:	3
Trunk:	1
Total:	3

Muscle Use	
Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	2-10 kg intermittent load
Arms:	Not supported

Legs and Feet Rating	
Legs and Feet Rating:	Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 5

Action: Investigation and changes are required soon.

Buttons: Update Analysis, Usage, Dismiss

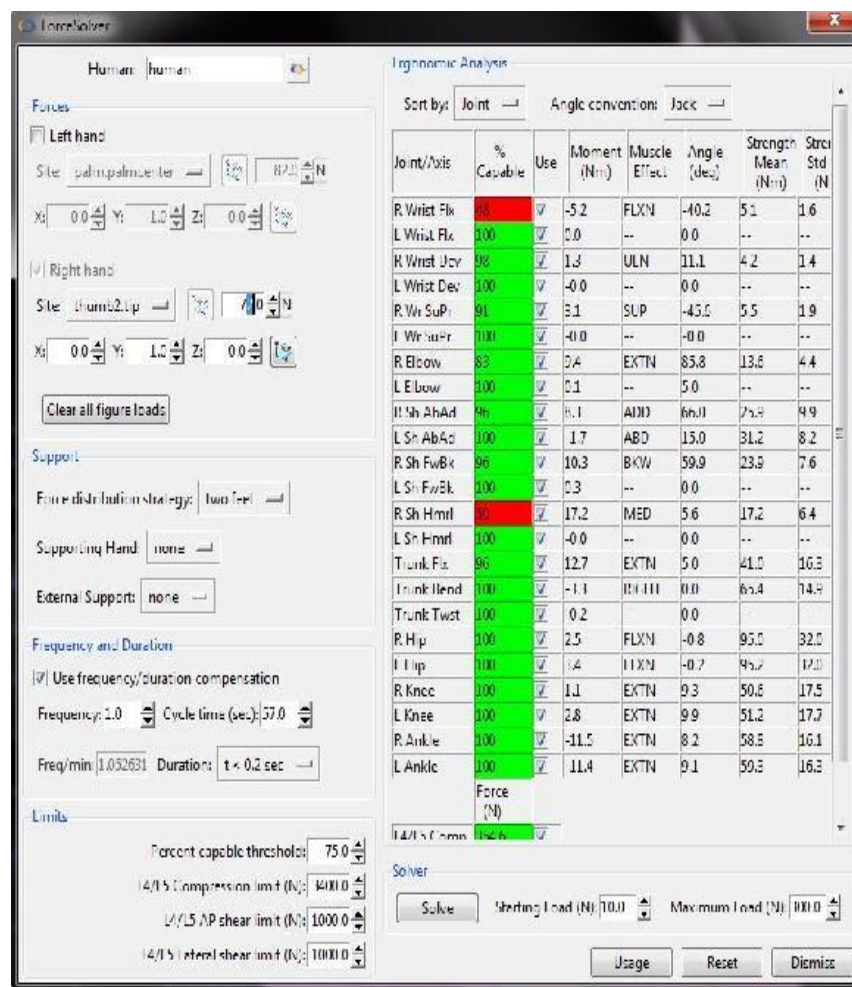
Obr. 37 Výsledek analýzy č. 4, RULA
(vlastní zpracování)

Dle vyhodnocení spadá tato poloha do kategorie číslo 5, pro lepší orientaci je značená červenou barvou. Z výsledku vyplývá, že je potřeba vykonání dalších analýz, pro potvrzení rizikovosti a nápravná opatření jsou žádoucí ve velmi krátkém časovém horizontu.

7.17 ForceSolver operace č. 075

Vzhledem k rozhovoru a dotazníkovému šetření, z jehož hodnocení vyplývalo, že se operátorkám hůře pracuje na pracovišti č. 075 a pociťují bolesti rukou, byla vypracována další hodnocení. Jednalo se konkrétně o vyhodnocení sil, které musí pracovnice při kontaktování použít.

Na následujícím obrázku je znázorněn výstup analýzy ForceSolver, který byl vyhodnocen ze simulace pracovní polohy znázorněné na obrázku č. 36. Síla při kontaktu byla naměřena digitálním tenzometrem FG-5100 firmy Lutron a činila 72 N.

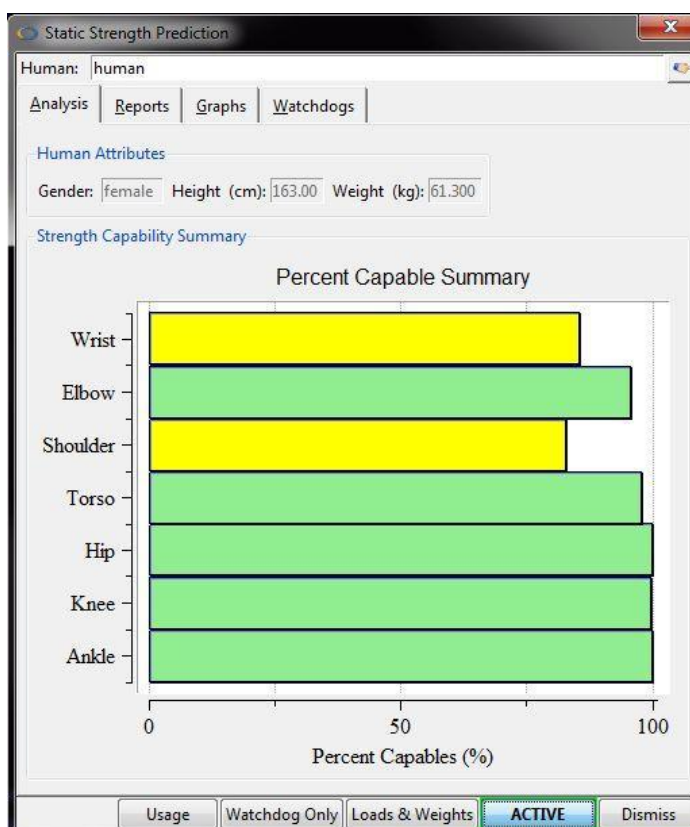


Obr. 38 ForceSolver operace č. 075 (vlastní zpracování)

Z provedené analýzy vyplývá, že mezi ohrožené části těla patří flexor pravého zápěstí a pravé rameno.

7.18 Static Strength Prediction operace č. 075

Pomocí programu Tecnomatix Jack bylo také možné vyjádřit kolik procent lidí v populaci, při dané výšce a dané poloze je schopno operaci zvládnout, aniž by vzniklo nebezpečí vzniku chorob z povolání. Z obrázku č. 39 je patrné, že je ohroženo zápěstí a také rameno u cca 20 % pracovníků, kteří by vykonávali činnost. Proto je vhodné tuto oblast více sledovat a doporučit nějaká nápravná opatření, aby hrozba vzniku nemoci byla, co nejvíce eliminována.



Obr. 39 Static Strength Prediction

(vlastní zpracování)

8 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V úvodní kapitole praktické části práce byla představena společnost Hella Autotechnik, s.r.o., která se zabývá výrobou světelné techniky pro automobilový průmysl. Pro analýzu bylo firmou vybráno pět pracovišť, jenž montují světlomet typu xenon s označením projektu Škoda B6 FL. Nejdříve bylo potřeba vyhodnotit pracoviště ve vývojové fázi, na základě kterých byla udělena doporučení pro výrobu přípravků na výše zmiňovaný typ světlometu. V dalších kapitolách bylo přikročeno k hodnocení již reálných pracovišť pomocí metod ergonomie, jako jsou profesiografie, metody RULA, MTM a dotazníkového šetření. Vstupní data se čerpala z přímého pozorování, videozáznamů, fotografií a interních dat společnosti. Z výstupních informací byly vyhodnoceny problémové oblasti, které je nutné optimalizovat v projektové části práce.

9 PROJEKT ERGONOMICKÉ OPTIMALIZACE

Informace o projektu

Název projektu: Projekt ergonomické optimalizace vybraných pracovišť

Řídící tým: Mgr. Stanislav Opluštil, Bc. Kristína Ivanová

Důvody projektu:

Požadavkem společnosti bylo zjistit, zda jimi vybraná montážní pracoviště odpovídají ergonomickým požadavkům. Po zmapování současného stavu navrhnout změny vedoucí k jeho zlepšení.

Hlavní cíl projektu:

Na základě zhodnocení provedených analýz vytvořit ergonomicky vyhovující pracoviště.

Kritéria úspěchu:

- získání potřebných informací ve správné kvalitě,
- náležité provedení a vyhodnocení analýz,
- součinnost zúčastněných stran,
- přístupnost společnosti k investici a provedení změn na pracovišti ke zlepšení pracovních podmínek.

Omezení projektu:

- časové - vyřešení problematiky do konce dubna 2013,
- nákladové – nutné vyčíslení nákladů v případě realizace,
- výrobní – na montážní lince jsou realizovány i projekty pro jiné typy světlometů s jinými základními přípravky.

Podmínky projektu:

Řešení projektu na základě teoretické, analytické části diplomové práce, praktických zkušeností členů týmu a z připomínek operátorů.

Rozpočet projektu: není stanoven

Harmonogram projektu

	září 2012	říjen 2012	listopad 2012	prosinec 2012	leden 2013	únor 2013	březen 2013	duben 2013	květen 2013	červen 2013
Zadání tématu diplomové práce firmou										
Zpracování teoretické části										
Zpracování analytické části										
Zpracování projektové části										
Prezentace výsledků projektu										
Odevzdání diplomové práce										
Obhajoba diplomové práce										
Realizace projektu										

Tab. 23 Harmonogram (vlastní zpracování)

10 ERGONOMICKÁ OPTIMALIZACE

Na základě výstupních informací z analytické části byla v následujících kapitolách navržena opatření, která povedou ke zlepšení pracovních podmínek operátorů a tím ke zvýšení produktivity práce. Nejdříve jsou uvedena opatření pro vývoj a následně doporučení reálného pracoviště.

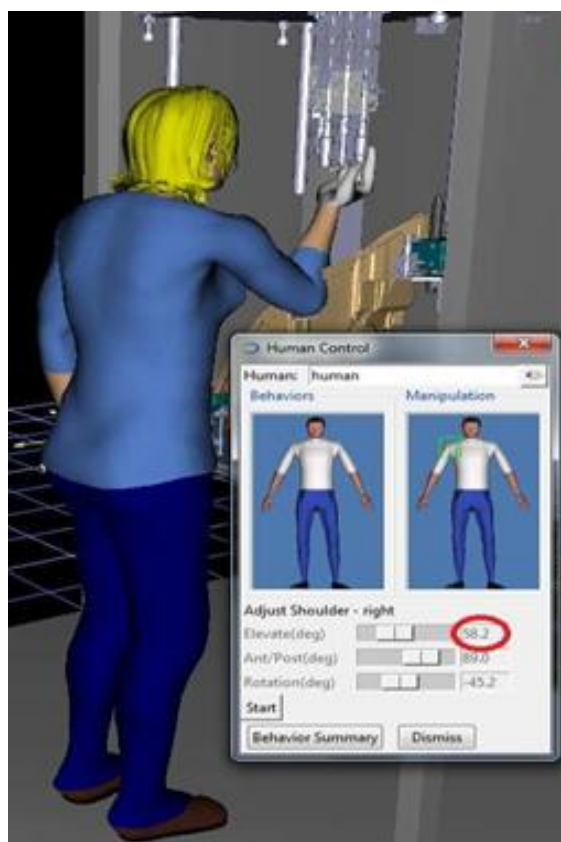
10.1.1 Optimalizace vývoje pracoviště č. 020

Použitím softwaru se zjistilo, že pokud by byl přípravek vyroben, dle návrhu oddělení vývoje, nesplňoval by optimální podmínky, dle legislativy platné v České republice. Nevyhovující byla výška pracovní roviny a také úhel svírající pravou končetinou s trupem, při zakládání pouzdra i tří kusů kloubů pohonu. Pro zakládání dílů v oblasti horní části přípravku, bylo doporučeno snížení manipulační roviny o 4 cm, pro zakládání dílů. K tomu mohlo dojít snížením výšky pracoviště na 80 cm (měřeno v místě umístění zakládacího přípravku) nebo upravení samotného přípravku z konstrukčního hlediska.

Snížením základní desky stroje o 3 cm se změní úhel horní končetiny při zakládání pouzdra. Ke snížení dojde sešroubováním nohou stolu.

Simulací v programu Tecnomatix Jack, byly vyhodnoceny následující údaje, pro provedení výše doporučených změn:

- zakládání pouzdra - úhel pravé horní končetiny $57,2^\circ$,
- zakládání kloubů pohonu do stroje – úhel pravé horní končetiny $58,2^\circ$.






Obr. 40 Návrh pro zakládání kol pohonu
(vlastní zpracování)

10.1.2 Návrh optimalizace současného stavu pracoviště č. 020

Na základě provedení doporučení pro vývoj pracoviště, byly upraveny výšky manipulačních rovin tak, aby odpovídaly legislativním požadavkům. Tento stav byl popsán v kapitole č 7.6.

Další optimalizace se týká layoutu pracoviště. Používané součástky jsou malých rozměrů a všechny tři boxy jsou zároveň přehnaně velké. Výměnou za menší, je bude umožněno umístit dovnitř stroje. Pracovnice tím zároveň bude ušetřena jednoho úkroku pro uchopení materiálu a také jednoho pro vrácení se zpět do základní polohy. Boxy umístěné, co nejbližší k tělu zapříčiní lepší dosahovou oblast, která bude přirozená pro horní končetiny v momentě uchopení součástky, pro kterou je potřeba sáhnout.

Jednotlivé změny jsou vyjádřeny v tabulce pomocí barevných šipek, které odpovídají kruhovému označení boxů.

Součástka	Grafické označení
Kloub pohonu (černý prvek)	
Kolo pohonu (žlutý prvek)	
Díl pohonu (zelený prvek)	

Tab. 24 Grafická označení (vlastní zpracování)

Rozměry stávajících boxů:

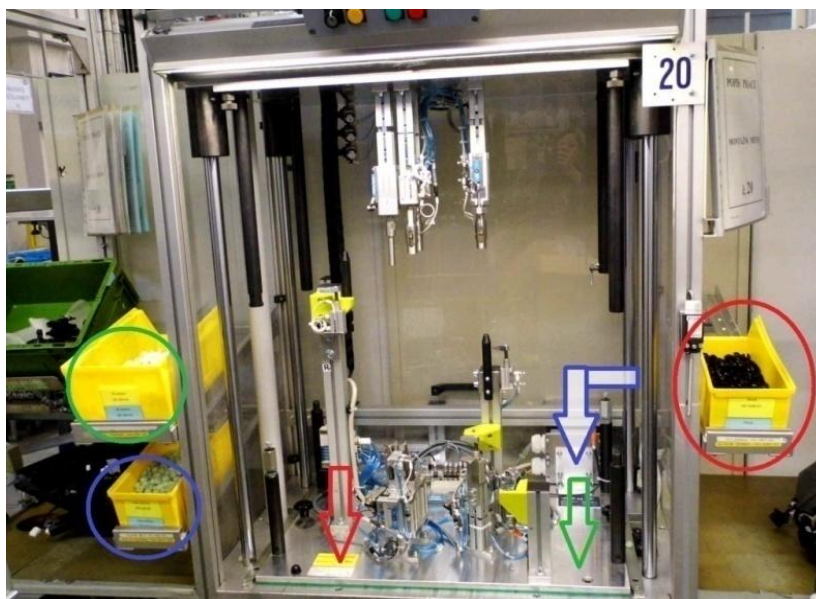
- pro kloub a kola pohonu – 31 x 13 x 12,5 cm,
- pro díl pohonu – 20,5 x 30 x 15 cm.

Rozměry nových boxů:

- pro díl a kloub pohonu – 22,5 x 10 x 8 cm,
- pro kolo pohonu - 31 x 13 x 12,5 cm.

Součástky kol pohonu, by byly umístěny v horní části. Z pravé boční strany by byl vyřezán otvor a na ližinu se umístil box odpovídající velikosti. Pod ním se na přípravek situují díly

pohonu. Na levé straně, v místě červené šipky, by bylo vhodné umístit klouby pohonu pod čelním sklonem 40°. Níže je znázorněny návrh rozmístění boxů.



Obr. 41 Návrh optimalizace č. 1 (vlastní zpracování)

10.1.3 Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:

V kapitole 7.13 byla provedena časová analýza současného stavu. Pokud bude uskutečněna navrhovaná změna, přineslo by to celkovou úsporu až 5,2 s na jeden kus. Tato skutečnost vznikne tím, že pracovnice nevykoná kroky stranou, při odebírání kola, dílu a kloubu pohonu. Tři činnosti nebudou tedy vůbec vykonány. Jejich součet vykazoval hodnotu 75 TMU. V tomto případě vychází čas pro výrobu jednoho kusu na 47,8 s.

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTÁŽ (min/100 ks)		Čas bez přírážky:		74,4	Čas s přírážk	79,6
1	G+P bílý prvek, 1. kus	AF3	80	1	1	4,80	2,88
2	G + P bílý prvek, 2. kus	AF1	40	1	1	2,40	1,44
3	G+P žlutý prvek, 1. kus	AF2	65	1	1	3,90	2,34
4	G+P žlutý prvek, 2. kus	AF1	40	1	1	2,40	1,44
5	G+P hrst černých prvků	AG3	80	1	1	4,80	2,88
6	G+P černého prvku z ruky do držáku	AF1	40	1	1	2,40	1,44
7	Krok stranou pro pouzdro a vrácení zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80
8	G+P pouzdra	AH2	45	1	1	2,70	1,62
9	Kabel stranou	AA1	20	1	1	1,20	0,72
10	Umístění pouzdra do přípravku	PB2	30	1	1	1,80	1,08
11	Umístění pouzdra do přípravku, 2. pozice	PB1	20	1	1	1,20	0,72
12	Start	BA2	25	1	1	1,50	0,90
13	Procesní čas		0	1	1	36,60	22,00
14	Uvolnění světlometu	AH2	45	1	1	2,70	1,62
15	Krok stranou a zpět	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 25 Vyjádření změny metodou MTM (vlastní zpracování)

Níže je uvedena tabulka přehledného srovnání původního návrhu a provedených změn. Ačkoli výšky pracovních rovin dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., nevyhovují, velikosti úhlů při vykonávání pracovních úkonů jsou v přijatelných polohách. Tato skutečnost je stěžejní. Součástí pracovní operace není manipulace se sdělovačem, jež je zároveň ovladačem. Je ovšem reálné, že jej bude potřeba použít několikrát během směny. Jeho umístění je v nevyhovující výšce. Pracovník musí nepříjemně zaklánět hlavu a také zvedat paži v úhlu 180°.




Úkony	Manipulační rovina		Velikost úhlu po optimalizaci	Vyhovuje (pracovní poloha)
	Návrh vývoje (v cm)	Hodnota po optimalizaci (v cm)		
Zakládání pouzdra	138	135	57,2°	ANO
Zakládání dílu pohonu	114,5	111,5	>57,2°	ANO
Zakládání kloubu pohonu	149,9	145,9	58,2°	ANO
Rozměry	Návrh vývoje (v cm)	Hodnota po optimalizaci (v cm)		Vyhovuje (výška)
Výška pracovního stolu	84	81		ANO
Výška umístění sdělovače	190	201		NE
Výška úchopu ovladače	-	126,5		ANO

Tab. 26 Srovnání vývojové fáze a současného stavu operace č. 020 (vlastní zpracování)

10.2 Návrh optimalizace pracoviště č. 025

Ze simulací šroubování horního kulového šroubu vyplynulo, že pokud bude operátor nižšího vzrůstu, než byl model (163 cm), vznikne problém s velikostí úhlu pravého ramene. Je vhodné provést sešroubování nohou stolu o 3 cm. Manipulační rovina zůstane pro stojící ženu v přijatelné výšce. Dalším opatřením je snížení sdělovače na 155 cm (měřeno ve středové části monitoru).

Původní hodnota a její změna:

Zakládání pouzdra	101,5 cm		98,5 cm
Montáž	104,6 cm		101,6 cm
Umístění sdělovače	173 cm		155 cm

Boxy, které se nacházejí na pravé straně pracoviště, je nutné přemístit na levou stranu. Tím se odstraní křížení rukou, které vzniká v momentě uchopování součástek. V případě,

že pracovnice odebírá součástky pravou rukou, je nucena si šrouby a čepy předat do druhé ruky a tím vznikají pohyby navíc.

Boxy na vstupující materiál jsou příliš velkých rozměrů (uvedených níže). V menším provedení by množství materiálu uvnitř, stačil na většinu pracovní směny. Ve společnosti působí manipulanti, kteří se o doplňování zásob a součástek starají. Operátorky by se tedy těmito úkony nezdržovaly.

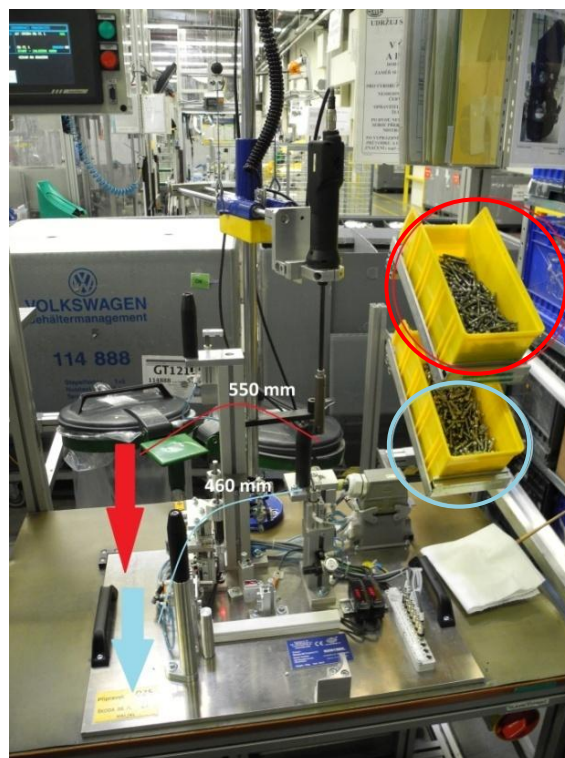
Rozměry stávajících boxů:

- pro kulové šrouby a kulové čepy – 31 x 13 x 12,5 cm.

Rozměry nových boxů:

- pro kulové šrouby a kulové čepy – 22,5 x 10 x 8 cm.

Červeně označený box s kulovými šrouby je zároveň příliš vysoko. Vhodné umístění by měl na druhé straně. Pod ním by se nacházel box s kulovými čepy, který by byl přidržen přímo na přípravku. Tímto řešením by se změnila zároveň dráha pro uchopování kulových čepů z 550 mm na 460 mm. Ta je vypočítána jako vzdálenost z boxu k nástavci poloautomatického šroubováku s 10 %, které vyjadřují to, že ruka opisuje oblouk.



Obr. 42 Návrh optimalizace č. 2

(vlastní zpracování)

10.2.1 Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100 ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTAZ (min/100 ks)	Čas bez přírážky:			50,6	Čas s přírážkou 7 %	54,2
1	Chůze pro pouzdro a návrat	KA	25	4	1	6,00	3,60
2	Ohyby pro polovinu pouzder v balení	KB	60	1/2	1	1,80	1,08
3	G+P pouzdra z balení	AA2	35	1	1	2,10	1,26
4	Vizuální kontrola pouzdra	PTBSEC	27,8	2	1	3,34	2,00
5	Umístění pouzdra do přípravku	PB2	30	1	1	1,80	1,08
6	Umístění pouzdra do přípravku, 2. pozice	PB1	20	1	1	1,20	0,72
7	Použití šroubováku	HA2	45	1	1	2,70	1,62
8	1. šroub	AF2	65	1	1	3,90	2,34
9	2. a 3. šroub	PC1	30	2	1	3,60	2,16
10	Umístění šroubováku do otvoru	PC1	30	3	1	5,40	3,24
11	Vrácení šroubováku do pracovní pozice	PA1	10	2	1	1,20	0,72
12	1. šroubování	PTBSEC	27,8	2,8	1	4,67	2,80
13	2. šroubování	PTBSEC	27,8	3	1	5,00	3,00
14	3. šroubování	PTBSEC	27,8	1,7	1	2,84	1,70
15	G+P pouzdra, umístění na odkladnou polici	AA2	35	1	1	2,10	1,26
16	Krok stranou a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 1 Vyjádření změny a úspory času metodou MTM u operace č. 025

(vlastní zpracování)

V přepočtu na sekundy trvá montáž na tomto pracovišti 32,52 s/ks. V porovnání se současným stavem, je zde rozdíl 1,08 s/ks. V tabulce č. 20 je vyznačena činnost se změněnou hodnotou, jež vznikla vhodným umístěním boxu. Jedná se o činnost č. 8, kde se MTM kód změnil z AF3 na AF2. Celkově tato skutečnost zapříčiní redukci o 15 TMU.

10.3 Návrh optimalizace pracoviště č. 070

Jak vyplývá z popisu pracoviště v kapitole č. 7.8, největším ergonomickým problémem je křížení rukou a tedy layout pracovního stolu. Box se je potřeba umístit na druhou stranu, nejlépe přímo na přípravek. Tím se změní i délka dráhy ruky pro uchopení z původních 55 cm na přibližně 30 cm. K těmto hodnotám je optimální přičíst 10 % jejich hodnoty, aby vzdálenost byla adekvátní, neboť dráhou ruky není přímka, ale oblouk.

Níže je vyobrazen návrh optimalizace a změna umístění boxu.



Obr. 43 Návrh optimalizace č. 3

(vlastní zpracování)

10.3.1 Vyjádření změny a úspory času dle metody MTM:

Číslo	Popis činnosti	Kód	TMU	Frekvence	Množství	Celkový základní čas (min/100ks)	Celkový základní čas (sec/ks)
	MONTÁŽ (min/100 ks)				Čas bez přírážky: 84,0	Čas s přírážkou 7 %	89,8
1	Krok stranou pro pouzdro	KA	25	2	1	3,00	1,80
2	G+P pouzdra do přípravku	AJ2	65	1	1	3,90	2,34
3	Umístění do správné pozice	PA1	10	1	1	0,60	0,36
4	Krok stranou pro rám a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80
5	Zahájení foukání ion. vzduchem	BA1	10	1	1	0,60	0,36
6	Foukání ionizovaným vzduchem	PTBSEC	27,8	2	1	3,34	2,00
7	Umístění do dekorativní pozice	PA2	20	1	1	1,20	0,72
8	VA	PTBSEC	27,8	3	1	5,00	3,00
9	Umístění rámu s žárovkou, 1. bod	PB2	30	1	1	1,80	1,08
10	Umístění rámu s žárovkou, 2. bod	PB1	20	1	1	1,20	0,72
11	Stisknutí	ZD	20	2	1	2,40	1,44
12	Použití šroubováku	HA2	45	1	1	2,70	1,62
13	1. šroub pro ESD ochranu	AF2	65	1	1	3,90	2,34
14	G+P ESD ochrana	AB2	45	1	1	2,70	1,62
15	2. šroub pro ESD ochranu	AF2	65	1	1	3,90	2,34
16	3. - 6. šroub	PC1	30	4	1	7,20	4,32
17	Umístění šroubováku do otvoru	PC1	30	6	1	10,80	6,48
18	Vrácení šroubováku do pracovní po	PA1	10	5	1	3,00	1,80
19	Šroubování	PTBSEC	27,8	1,8	6	18,01	10,81
20	Uvolnění	AH2	45	1	1	2,70	1,62
21	Krok stranou s pouzdrem a návrat	KA	25	2	1	3,00	1,80

Tab. 27 Vyjádření změny a úspory času metodou MTM u operace č. 025

(vlastní zpracování)

V tabulce č. 27 je patrné, že úkon číslo 13 a 15 prošel díky navrhované optimalizaci změnou. Došlo k přechodu z AF3 na AF2, čili ke změně vzdálenosti. V časovém vyjádření to přinese úsporu 2 sekund na jeden kus, neboť původní výsledek MTM analýzy byl 91,8 s/ks.

10.4 Optimalizace vývoje pracoviště č. 075

Na základě simulování pracoviště v kapitole č. 7.4. a zjištěných informací, bylo potřebné snížit výšku manipulační roviny alespoň o 12 cm. Vyvíjeny jsou se pouze přípravky, které se uchycují k již vyrobeným pracovním stolům. Sešroubování nohou stolu, lze pouze o 3 cm. Tato varianta řešení byla v daném případě bezpředmětná. Vzhledem k tomu, že stoly pracovišť pro operace č. 070, 075 a 080 jsou situovány vedle sebe v jedné linii, bylo nutné doporučit výrobu přípravku zapsaného do stolu. Tím zůstala odkládací plocha stejně vysoká s plochami v její těsné blízkosti a zároveň bylo vyřešeno snížení výšky manipulační roviny tak, aby byla v souladu s Nařízením vlády č. 361/2007 Sb.

10.4.1 Návrh optimalizace současného stavu pracoviště č. 075

Snížením výšky manipulační roviny nebyl nevyřešen problém špatné viditelnosti při umístění šroubováku v místech šroubování levého horního šroubu. Tento současný stav by byl eliminován použitím zrcátka. Pracovnice menšího vzrůstu se tak nebudou nuceny naklánět, popřípadě stát na špičkách, což je z ergonomického hlediska nepřijatelné. Dále by bylo možné snížit desku, na které je umístěn přípravek. Výšku sdělovače je potřebné upravit na 155 cm v místě jeho středové části, neboť stávající umístění vytváří nepřírozený záklon krční páteře.



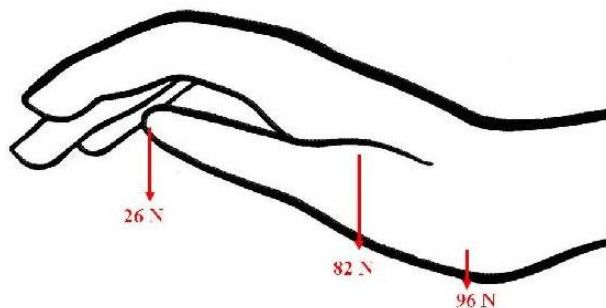
*Obr. 44 Optimalizace současného stavu
pracoviště č. 025 (vlastní zpracování)*

Níže je uvedena tabulka pro znázornění stavu před realizací opatření vývojové fáze a následně po vykonání doporučení.

Rozměry	Návrh vývoje (v cm)	Hodnota po optimalizaci (v cm)	Vyhovuje (výška)
Výška pracovního stolu	83	66	ANO
Výška umístění sdělovače	-	161	NE

Tab. 28 Srovnání vývojové fáze a současného stavu operace č. 075 (vlastní zpracování)

Pro jednotlivé části horní končetiny byla spočítána maximální hodnota optimálně použitelné síly. Z výsledků analýzy, kdy bylo zjištěna nutná síla pro kontaktování 72 N, je vhodné doporučit použití přípravku do dlaně. Tím se přesune síla z palce na dlaň, která může být využita ještě dalšími 10 N.



Obr. 45 Použitelné síly horní končetiny
(Interní materiály Hella Autotechnik, s.r.o.)

10.5 Optimalizace vývoje pracoviště č. 080

Na základě zjištěného stavu, bylo doporučeno pootočení umístění základacího přípravku proti směru hodinových ručiček tak, aby nemuselo dojít k zásadní změně konstrukce přípravku, ale aby byl maximálně zpřístupněn konektor pro napojení kontrolní jednotky operátorovi.

10.6 Návrh optimalizace pracoviště č. 080

Pracoviště, které je před č. 080 je č. 075. Pracovnice mezi těmito dvěma operacemi za chůze otáčí se světlometem, který už váží kolem 3 kg. V MTM analýze se tato skutečnost neprojeví, neboť je tato činnost vykonávána během chůze z jednoho pracoviště na druhé. Z tohoto důvodu je pro pracoviště č. 080 doporučeno otočení základacího přípravku proti směru hodinových ručiček. To přinese snížení zátěže na fyziologii operátorů. Taktéž kontaktování elektrické zkoušky bude blíže k jejich trupu a horním končetinám.

Výška umístění středu monitoru je 162 cm, což je o 7 cm více než optimální hodnota, proto je doporučeno jeho snížení.

11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Tato kapitola se bude zabývat náklady na realizaci opatření a na druhé straně i výnosy, které může optimalizace přinést v podobě zvýšení produktivity. Ke kalkulaci bylo možné dojít s pomocí metody předem určených časů MTM, která stanovila časovou normu pro výrobu jednoho kusu. V analytické části diplomové práce jsou uvedeny výsledky normování. Pokud nápravná opatření v sobě zahrnovala i časovou úsporu, která se promítla do analýzy MTM, byla tato skutečnost popsána u konkrétního pracoviště. Na základě získaných dat a hodinové sazby bylo možné vykalkulovat výnos vznikající opatřením.

11.1 Vyjádření ekonomického přínosu z operace č. 020

Náklady na realizaci

Je potřeba vyřezat otvor a umístit ližinu dovnitř tak, aby na ní mohl být box spolehlivě a efektivně umístěn. Ze stejného důvodu je potřeba nainstalovat kovové zarážky ve tvaru písmene „L“. Boxy, které je potřeba vyměnit má společnost k dispozici.

Vyřezání otvoru: cca 3000 Kč

Cena jedné ližiny (+ montáž): 1000 Kč

Kovové zarážky (+ montáž): 500 – 1000 Kč/ks

Náklady na uskutečnění optimalizace by byly přibližně v rozmezí 5000 – 6000 Kč.

Výnosy z realizace

Výrobní plán pro obchodní rok 05/2013 – 06/2014: 111 358 ks

Hodinová sazba: 344 Kč

Časová úspora: 5,2 s

$$\text{Úspora času} = \frac{5,2 \times 111\,358}{60} = 9651,03 \text{ min} = 160,85 \text{ hod}$$

$$\text{Finanční vyjádření} = 160,85 \times 344 = 55\,332,4 \text{ Kč}$$

Uskutečnění tohoto opatření přinese časovou úsporu 160,85 hod, které se dá vyjádřit jako úspora 55 332,4 Kč pro obchodní rok 2013/2014. Po odečtu nákladů, by celkový přínos dosahoval výše 49 332,4 – 50 332,4 Kč.

11.2 Vyjádření ekonomického přínosu z operace č. 025

Náklady na realizaci

Boxy potřebných rozměrů má společnost k dispozici a jejich přemístění vykonají údržbáři.

Kovové zarážky (+ montáž): 500 – 1000 Kč/ks

V tomto případě náklady na realizaci činí pouze 500 – 1000 Kč, neboť ližinu je možné přemístit z pravé strany na levou a není třeba nové nebo jakkoli upravené.

Výnosy z realizace

Výrobní plán pro obchodní rok 05/2013 – 06/2014: 111 358 ks

Hodinová sazba: 344 Kč

Časová úspora: 1,08 s

$$\text{Úspora času} = \frac{1,08 \times 111\,358}{60} = 2004,44 \text{ min} = 33,41 \text{ hod}$$

$$\text{Finanční vyjádření} = 33,41 \times 344 = 11493,04 \text{ Kč}$$

Uskutečnění tohoto opatření by po odečtení nákladů, přineslo finanční úsporu 10 493,04 - 10 993,04 Kč, pro obchodní rok 2013/2014, při daném výrobním plánu.

11.3 Vyjádření ekonomického přínosu z operace č. 070

Náklady na realizaci

Boxy potřebných rozměrů má společnost k dispozici a jejich přemístění vykoná údržba.

Kovové zarážky (+ montáž): 500 – 1000 Kč/ks

V tomto případě náklady na realizaci činí pouze 500 – 1000 Kč, neboť ližinu je možné přemístit z pravé strany na levou a není třeba nové nebo jakkoli upravené.

Výnosy z realizace

Výrobní plán pro obchodní rok 05/2013 – 06/2014: 111 358 ks

Hodinová sazba: 344 Kč.

Časová úspora: 2 s

$$\text{Úspora času} = \frac{2 \times 111\,358}{60} = 3711,93 \text{ min} = 61,86 \text{ hod}$$

$$\text{Finanční vyjádření} = 61,86 \times 344 = 21281,75 \text{ Kč}$$

Uskutečnění tohoto opatření by přineslo úsporu 20 281,75 - 20 781,75 Kč, pro obchodní rok 2013/2014.

11.4 Náklady na realizaci opatření pro operaci č. 75

Pro pracoviště č. 75 byla doporučena instalace zrcátka. Náklady na pořízení i montáž by byly kolem 600 Kč.

11.5 Další přínosy

O kategorizaci pracovišť rozhoduje Krajská hygienická stanice v rámci správního řízení. Pakliže je pracoviště ohodnoceno kategorií 3 – 4, je nutné každoroční vyšetření EMG, které stojí 1200 Kč, za jednoho pracovníka. Pokud by na montážní lince bylo 8

pracovníků, pracujících ve dvousměnném provozu, byla by finanční úspora ve výši 19 200 Kč za jeden rok.

11.6 Celkové vyhodnocení

Celkové zhodnocení nákladů na realizaci navržených změn, by činily 6600 – 8600 Kč, přičemž by přinesly finanční úsporu v podobě 88 107,19 Kč. Realizace změny, by měla přínos a finanční zatížení projektu, je téměř zanedbatelné.

Pokud by pracoviště nespadlo pod kategorii č. 3, přineslo by to taktéž úsporu v přibližné částce 19 200 Kč.

Koncepty pro optimalizaci daných pracovišť jsou navrženy tak, aby jejich provedení bylo reálně uskutečnitelné a společnost je mohla akceptovat.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala problematikou ergonomie na daných montážních pracovištích ve společnosti specializující se na výrobu světelné techniky pro automobilový průmysl. Jednalo se o společnost Hella Autotechnik, s.r.o. Cílem bylo zmapování současné situace a navržení ergonomicky vyhovujících pracovišť. Praktická část předkládá projekt optimalizace, který se opírá o východiska získaná analyzováním jak současného stavu, tak i vývojové fáze, která byla prvopočátkem pro zahájení výroby linky. Analyzováno bylo celkem pět montážních pracovišť. Navržené změny se týkaly zejména pracovní roviny, díky které se měnil úhel horní končetiny při vykonávání pracovního úkonu. Dále byly navrženy úpravy layoutu pracovního stolu – rozmístění boxů se součástkami tak, aby byly v dosahové zóně, a tím se dosáhlo správného ergonomického řešení, zároveň to má i přínos v podobě vyšší produktivity práce. V projektu to bylo podloženo metodou MTM, díky níž bylo možné vyjádřit úsporu času, na základě které byla vykalkulována finanční úspora. Změny, jež byly navrženy pro oddělení vývoje, včas vyřešily předvídatelné problémy pomocí simulací v softwarovém programu Tecnomatix Jack, který dle kosterně-svalového algoritmu vyhodnotí polohu člověka. Výstupem práce byl projekt obsahující doporučení pro optimalizace pracovišť.

Dostupná literatura zabývající se problematikou ergonomie není tak bohatá, jak by se mohlo zdát, ale je ve své podstatě dostačující. Některé publikace obsahují již zastaralá data, a je vhodné přikračovat k jejich aktualizacím z jiných zdrojů. Hlavním zdrojem informací a požadavků, pro podniky v České republice, zajišťuje Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Na základě vypracovaných simulací, společnost přistoupila k provedení změn z hlediska konstrukce přípravků. Navrhovaná opatření nynějšího stavu, budou podnětem pro další optimalizaci, neboť náklady nejsou finančně zatěžující ve srovnání s jejich celkovým ergonomickým přínosem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Tištěné zdroje

- Česko. Nařízení vlády č. 361 ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In Sběrka zákonů, částka 111.
- ČSN EN 1005-4 + A1, 2009. *Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- DUL, Jan a Bernard WEERDMEEESTER, 2008. *Ergonomics for beginners: a quick reference guide*. 3rd ed. Boca Raton: Taylor, 147 p. ISBN 978-142-0077-513.
- GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK, 2002. *Ergonomie - Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing, 239 s. ISBN 80-86022-45-5.
- HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ, 2007. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav, 88 s. ISBN 978-80-7071-289-4.
- CHUNDELA, Lubor, 2001. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 171 s. ISBN 80-010-2301-X.
- Interní materiály společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.
- JACOBS, Karen, 2008. *Ergonomics for Therapists*. 3rd ed. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier, 460 p. ISBN: 978-0-323-04853-8.
- KRÁL, Miroslav, 1994. *Ergonomie a její užití v technické praxi*. Ostrava: Alexandr Vávra - VAVA, 109 s. ISBN 80-85798-35-7.
- KRÁL, Miroslav, 2001. *Metody a techniky užití v ergonomii*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 154 s. ISBN 80-238-7930-8.
- KRÁL, Miroslav, 2002a. *Ergonomie v pojetí legislativy a technické normalizace*. Rožnov pod Radhoštěm: pro IVBP vydal RoVS - Rožnovský vzdělávací servis, 37 s. ISBN 80-238-9179-0.

- KRÁL, Miroslav, 2002b. *Pět kroků chronologického postupu ergonomického zkoumání a hodnocení v rámci pracovního systému*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 27 s. ISBN 80-238-8874-9.
- LÁNIK, Vladimír, 1990. *Kineziologia*. Martin: Osveta, 242 s. ISBN 80-217-0136-6.
- MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ, 2010. *ABC Ergonomie*. Praha: Professional Publishing, 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.
- MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT, 2009. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, 118 s. ISBN 978-80-86973-58-6.
- RUBÍNOVÁ, Dana, 2006. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 62 s. ISBN 80-214-3313-2.

Internetové zdroje

- Digital factory. *Tecnomatix Jack* [online]. © 2011 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/index.php/cs/oblasti-nasazeni/ergonomie/jack>
- EAWS - European Assembly Worksheet. *Nová metoda pro vyhodnocení ergonomického rizika* [online]. © 2010 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/Images/EAWS_tcm841-117267.pdf
- FENCLOVÁ, Zdenka, Dana HAVLOVÁ, Michaela VOŘÍŠKOVÁ, Pavel URBAN, Daniela PELCLOVÁ a Jan ŽOFKA. *Nemoci z povolání v České republice 2011* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, © 2012 [cit. 2013-02-10]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/NZP_2011.pdf
- MTM - Methods Time Measurement. KRIŠŤAK, Jozef. *IPA Slovakia* [online]. 8. 3. 2007 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/mtm-methods-time-measurement>
- O firmě. *Hella Autotechnik spol s.r.o.: Nápad pro budoucnost automobilů* [online]. [2008] [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/OFirme/OFirme.jsp

- Světlomety: „Budiž světlo!“. *Hella v České republice* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-cz/1041.html?rdeLocaleAttr=cs>
- Syndrom karpálního tunelu. *Vitalion: Lepší informace, lepší zdraví* [online]. © 2012 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: <http://nemoci.vitalion.cz/syndrom-karpalniho-tunelu/>
- Syndrom kubitálního kanálu: *Srovnání operačních technik* [online]. © 2008 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: http://www.prolekare.cz/pdf?ida=nn_08_06_08.pdf
- Výpis z obchodního rejstříku. *Justice* [online]. 30. 04. 2013 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vypis?subjektId=isor%3a264326&typ=actual&klic=g2e4gi>
- Základy ergonomie: Jak si nezničit zdraví u počítače. *PC rady* [online]. © 2012 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://pcrady.cnews.cz/zaklady-ergonomie-jak-si-neznicit-zdravi-u-pocitace>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANSUR	Anthropometric Survey of U.S.Army
Cm	centimetr
ČR	Česká republika
dB	decibel
E	ergatičnost
EAWS	European Assembly Worksheet
Hod	hodin
Kč	Koruna česká
Kg	kilogram
Ks	kus
Min	minuta
Mm	milimetr
MTM	Methods time measurement
N	Newton
R	rizikovost
REBA	Rapid Entire Body Assessment
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
TMU	Texture Mapping Unit
tzn.	to znamená
VF	vývojová fáze
VW	Volkswagen

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Schéma ergonomického systému</i>	15
<i>Obr. 2 Pásma stoupající nebo klesající přímky směru pohledu</i>	22
<i>Obr. 3 Pásma úklonu nebo otáčení šíje</i>	23
<i>Obr. 4 Pásma polohy nadloktí</i>	24
<i>Obr. 5 Pásma předklonu a záklonu</i>	25
<i>Obr. 6 Pásma úklonu a otáčení</i>	26
<i>Obr. 7 Horní a dolní končetiny</i>	27
<i>Obr. 8 Horní a dolní končetiny</i>	27
<i>Obr. 9 VW Tiguan</i>	50
<i>Obr. 10 Simulace zakládání pouzdra, VF</i>	52
<i>Obr. 11 Zakládání kol pohonu, VF</i>	53
<i>Obr. 12 Zakládání pouzdra č. 025, VF</i>	54
<i>Obr. 13 Šroubování č. 025, VF</i>	55
<i>Obr. 14 Šroubování op. č. 075, VF</i>	57
<i>Obr. 15 Zakládací přípravek a pouzdro</i>	58
<i>Obr. 16 Pracoviště č. 020</i>	59
<i>Obr. 17 Křížení rukou u operace č. 025</i>	60
<i>Obr. 18 Křížení rukou</i>	61
<i>Obr. 19 Dosahová zóna</i>	61
<i>Obr. 20 Pracoviště č. 080</i>	62
<i>Obr. 21 Zařízení k výměně vzduchu</i>	64
<i>Obr. 22 Grafické vyhodnocení dotazníkového šetření</i>	72
<i>Obr. 23 Grafické znázornění hluku na pracovišti</i>	73
<i>Obr. 24 Grafické vyjádření poloh levé končetiny</i>	75
<i>Obr. 25 Grafické vyjádření poloh pravé končetiny</i>	76
<i>Obr. 26 Zakládání kloubů pohonu, Obr. 27 Simulace zakládání</i>	76
<i>Obr. 28 Výsledek analýzy č. 1, RULA</i>	77
<i>Obr. 29 Šroubování, RULA, Obr. 30 Simulace šroubování, RULA</i>	78
<i>Obr. 31 Výsledek analýzy č. 2, RULA</i>	79
<i>Obr. 32 Šroubování, op. 70, Obr. 33 Simulace šroubování,</i>	80
<i>Obr. 34 Výsledek analýzy č. 3, RULA</i>	81

<i>Obr. 35 Kontaktování, op. 75, Obr. 36 Simulace kontaktování</i>	82
<i>Obr. 37 Výsledek analýzy č. 4, RULA</i>	83
<i>Obr. 38 ForceSolver operace č. 075</i>	84
<i>Obr. 39 Static Strength Prediction</i>	85
<i>Obr. 40 Návrh pro zakládání kol pohonu</i>	89
<i>Obr. 41 Návrh optimalizace č. 1</i>	91
<i>Obr. 42 Návrh optimalizace č. 2</i>	93
<i>Obr. 43 Návrh optimalizace č. 3</i>	95
<i>Obr. 44 Optimalizace současného stavu</i>	97
<i>Obr. 45 Použitelné síly horní končetiny</i>	98

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Pásma hluku.....	19
Tab. 2 Třídy prací s ohledem na osvětlení.....	20
Tab. 3 Hodnocení stoupající/klesající přímký směru pohledu	22
Tab. 4 Hodnocení ohnutí šije stranou nebo otáčení.....	23
Tab. 5 Hodnocení polohy nadloktí	24
Tab. 6 Hodnocení polohy trupu	25
Tab. 7 Hodnocení úklonu nebo otočení.....	26
Tab. 8 Výška pracovní roviny v mm.....	31
Tab. 9 Pedipulační prostor v mm.....	32
Tab. 10 Přepočet jednotek TMU	40
Tab. 11 Vyhodnocení pracovního zatížení	41
Tab. 12 REBA – hodnocení rizika.....	44
Tab. 13 Rozdělení pracovní doby	63
Tab. 14 Profesiogram č. 1	65
Tab. 15 Profesiogram č. 2	66
Tab. 16 MTM analýza pro operaci č. 020	67
Tab. 17 Analýza MTM pro operaci č. 025	68
Tab. 18 Analýza MTM pro operaci č. 070	69
Tab. 19 Analýza MTM pro operaci č. 075	70
Tab. 20 Analýza MTM pro operaci č. 080	71
Tab. 21 Souhrnná tabulka poloh horních končetin.....	74
Tab. 22 Časová ohodnocení pozice kloubů	75
Tab. 23 Harmonogram.....	88
Tab. 24 Grafická označení.....	90
Tab. 25 Vyjádření změny metodou MTM	91
Tab. 26 Srovnání vývojové fáze a současného stavu operace č. 020	92
Tab. 27 Vyjádření změny a úspory času metodou MTM u operace č. 025	96
Tab. 28 Srovnání vývojové fáze a současného stavu operace č. 075	97

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I Dotazník

Příloha P II MTM

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍK

Dobrý den,

jmenuji se Kristína Ivanová, jsem studentkou Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Obracím se na Vás s prosbou o vyplnění tohoto anonymního dotazníku, pro účely diplomové práce. Vyplnění Vám zabere pouze několik minut.

Předem Vám moc děkuji a přeji hezký zbytek dne.

Kristína Ivanová

-
1. **Prosím na níže uvedeném obrázku zakroužkujte, na kterých místech Vašeho těla pociťujete bolest, při vykonávání pracovního úkonu.**

(na pracovištích č. **20, 25, 70, 75** nebo **80** pro ŠKODA B6 FL)

Vámi vybraná místa prosím ohodnoťte, dle této stupnice:

- 1 – někdy mírná bolest,
- 2 – vždy mírná bolest,
- 3 – někdy velká bolest,
- 4 – většinou velká bolest.



2. Jak na Vás působí hluk na daném pracovišti?

- a) na pracovišti není hluk,
- b) nevnímám ho nebo mi nevadí,
- c) je mi trochu nepříjemný,
- d) je mi velmi nepříjemný.

3. Jste spokojeni s teplotou na pracovišti?

- a) ano,
- b) ne.

V případě záporné odpovědi, prosím doplňte proč:

4. Jste spokojeni s délkou pracovní směny?

- a) ano,
- b) ne.

V případě záporné odpovědi, prosím doplňte proč:

Doplňující otázky:

Pohlaví

a) žena

b) muž

Věk

a) méně než 25 let (včetně),

b) 26 -35 let,

c) 36 – 45 let,

d) 46 let a více.

Místo pro Vaše návrhy a postřehy, ke zlepšení:

PŘÍLOHA P II: MTM

Následující příloha ukazuje jednotlivé kódy pro úkony a jejich TMU hodnoty, pro jednotlivé vzdálenosti.

motion length in cm	≤ 20	>20 to ≤ 50	>50 to ≤ 80
	1	2	3
distance range	1	2	3

motion length in cm	≤ 20	>20 to ≤ 50	>50 to ≤ 80
	1	2	3
distance range	1	2	3

Get and Place		Code	1	2	3	
			TMU			
≤ 1 kg/daN	easy	approx.	AA	20	35	50
		loose	AB	30	45	60
		tight	AC	40	55	70
	difficult	approx.	AD	20	45	60
		loose	AE	30	55	70
		tight	AF	40	65	80
	handful	approx.	AG	40	65	80
	> 1 kg/daN to ≤ 8 kg/daN	approx.	AH	25	45	55
		loose	AJ	40	65	75
tight		AK	50	75	85	
> 8 kg/daN to ≤ 22 kg/daN	approx.	AL	80	105	115	
	loose	AM	95	120	130	
	tight	AN	120	145	160	

Handle Aid	Code	1	2	3
		TMU		
approximate	HA	25	45	65
loose	HB	40	60	75
tight	HC	50	70	85

Operate	Code	1	2	3
		TMU		
simple	BA	10	25	40
compound	BB	30	45	60

Motion Cycle	Code	1	2	3
		TMU		
one motion	ZA	5	15	20
motion sequence	ZB	10	30	40
shift and one motion	ZC	30	45	55
tighten or loosen	ZD	20		

Place	Code	1	2	3	
		TMU			
	approx.	PA	10	20	25
	loose	PB	20	30	35
	tight	PC	30	40	45

Body Motions	Code	TMU
		walk
bend, stoop, kneel (incl. arise)	KB	60
sit and stand	KC	110

Visual Inspection	Code	TMU
	VA	15