

Projekt optimalizace vybraných pracovišť ve společnosti Meopta-optika, s.r.o.

Bc. Alena Jahodová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena JAHODOVÁ**
Osobní číslo: **M080437**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt optimalizace vybraných pracovišť ve společnosti Meopta – optika, s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zabývající se danou problematikou a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu vybraných pracovišť ve firmě Meopta – optika, s. r. o.
- Na základě analýzy navrhněte řešení, která by vedla ke zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt aplikace vybraných řešení na určená pracoviště.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] BHATTACHARYA, A., MCGLOTHLIN, J. D. Occupational Ergonomics: Theory and Applications. 1st ed. New York: Marcel Dekker, 1996. 832 pg. ISBN 0-8247-9419-2.
[2] GILEBROTVÁ, S., MATOUŠEK, O. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. 1. vyd. Praha : Grada, 2002. 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
[3] CHUNDELA, L. Ergonomie. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2001. 173 s. ISBN 80-01-02301-X.
[4] KRÁL, M. Ergonomie a její využití v technické praxi. 1. vyd. Ostrava: AKS, 1994. 109 s. ISBN 80-85798-35-7.
[5] LEHTO, M. R., BUCK, J. R. Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers. 1st ed. New York: CRC Press, 2007. 969 pg. ISBN 0-8058-5308-1.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Dlabáč
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 29. března 2010
Termín odevzdání diplomové práce: 3. května 2010

Ve Zlíně dne 29. března 2010

doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 3. 5. 2010

..... Jabodora'

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

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

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

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

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

v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

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

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

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

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

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo 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 výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce s názvem Projekt optimalizace vybraných pracovišť ve společnosti Meopta-optika, s.r.o. je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou shrnuty poznatky týkající se ergonomie. Praktická část se zabývá analýzou vybraných pracovišť ve firmě. Na základě analýzy byl vypracován projekt, který povede ke zlepšení současného stavu pracovišť.

Klíčová slova: ergonomie, ergonomický audit, layout, profesiografie, RULA

ABSTRACT

This thesis is called Optimization of selected workplaces in Meopta – optika, s. r.o. company. The thesis consists of two parts. The first part is theoretical and it sums up the basic information about ergonomics. The second part is practical and it deals with analysing of selected workplaces in the company. At the end there is a project which helps to improve the current situation.

Keywords: ergonomics, ergonomical audit, layout, professionography, RULA

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu inženýrovi Jaroslavu Dlabáčovi, za cenné a podnětné rady při zpracovávání práce. Můj velký dík patří také oddělení průmyslového inženýrství firmy Meopta-optika, s.r.o., a to ing. Janě Martinkové a ing. Vojtěchu Sanetrníkovi, a také dalším zaměstnancům firmy, bez kterých by tato práce rovněž nemohla vzniknout.

Veškeré cizojazyčné zdroje byly přeloženy autorkou diplomové práce.

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

OBSAH

ÚVOD	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 ERGONOMIE	15
1.1 ERGONOMICKÝ PŘÍSTUP	15
1.2 PŘÍNOSY ERGONOMICKÉHO PŘÍSTUPU.....	16
1.3 OBLASTI UPLATNĚNÍ ERGONOMIE	17
2 ERGONOMICKÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ PRACOVNÍCH SYSTÉMŮ	19
2.1 ZDRAVOTNÍ RIZIKO.....	19
2.2 HODNOCENÍ POLOH ČÁSTÍ TĚLA.....	19
2.2.1 Trup	20
2.2.1.1 Předklon/záklon	20
2.2.1.2 Úklon nebo otáčení	21
2.2.2 Hlava a šíje	22
2.2.2.1 Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	22
2.2.2.2 Ohýbání šíje stranou nebo otáčení	23
2.2.3 Nevhodné polohy u horních končetin	23
2.2.3.1 Nadloktí	23
2.2.3.2 Loket	24
2.2.3.3 Zápěstí.....	25
2.2.4 Další části těla	26
2.3 KUMULATIVNÍ TRAUMATICKÉ DYSFUNKCE.....	26
2.3.1 Nemoci z povolání	27
2.3.1.1 Syndrom karpálního tunelu.....	27
2.3.1.2 Syndrom kubitálního tunelu.....	27
2.3.2 Snížení nadměrné síly	27
2.3.3 Trvání a nedostatečné zotavení	27
2.4 NÁVRH PROSTOROVÉ ORIENTACE A SMĚRU POHYBU	28
2.4.1 Ergonomický návrh uživatelského rozhraní s ohledem na orientaci a směr	28
2.4.2 Kroky při návrhu směrů pohybu.....	28
2.4.3 Předcházení velkým dosahům	29
2.5 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVNÍCH MÍST	30
2.5.1 Stanovení hlavní pracovní polohy.....	30
2.6 VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ.....	31
2.6.1 Pracovní prostor	31
2.6.2 Pracovní výška a pracovní plocha.....	31
2.6.2.1 Doporučení pro pracovní výšky	31
2.6.2.2 Pracovní plocha.....	32
2.6.3 Sedadlo	33
2.6.4 Nožní podpěra	34

2.7	MODELOVÁNÍ PRACOVNÍCH MÍST	34
2.8	PROSTŘEDÍ	34
2.8.1	Osvětlení	35
2.8.2	Hluk.....	36
2.8.3	Mikroklimatické podmínky.....	37
2.9	TĚLESNÁ DYNAMIKA	37
2.10	PRÁCE V SEDĚ	40
2.10.1	Meze pracovní oblasti pro paže při sezení	41
2.10.2	Prostorové požadavky pro nohy a chodidla při sezení	42
3	HODNOCENÍ ERGONOMICKÝCH POŽADAVKŮ A PRACOVNÍCH PODMÍNEK.....	44
3.1	PŘÍSTUPY K ANALÝZE STAVU A RACIONALIZACI PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ.....	44
3.2	POSOUZENÍ PRACOVNÍHO ZATÍŽENÍ A NÁROČNOSTI PRÁCE	45
3.2.1	Metoda profesiografie – kontrolní list.....	45
3.3	METODA RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT).....	46
3.4	ERGONOMICKÉ NORMY.....	48
3.4.1	ČSN EN ISO 6385 Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů.....	48
3.4.2	ČSN 36 0011 – 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů – část 3: Měření umělého osvětlení.....	48
3.4.3	ČSN EN 13 861 Bezpečnost strojních zařízení - návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení.....	49
3.4.4	ČSN EN ISO 7250 Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování.....	49
3.4.5	ČSN EN ISO 14738 Bezpečnost strojních zařízení – antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení.....	49
3.4.6	ČSN EN 1005-4 +A1 Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení.	50
3.4.7	ČSN EN 1005-5 Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace	50
II	PRAKTICKÁ ČÁST	51
4	MEOPTA - OPTIKA, S.R.O.	52
4.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	52
4.2	HISTORIE FIRMY	52
4.3	UPLATNĚNÍ VÝROBKŮ	53
4.4	STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	54
4.4.1	Optická výroba	54
4.4.2	Mechanická výroba	55
4.4.3	Montáž.....	55
4.4.4	Výzkum a vývoj	56
4.4.5	Nářadí	56

4.4.6	Testování a měření produktů.....	56
5	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	57
5.1	ANALYZOVANÁ PRACOVIŠTĚ.....	57
5.1.1	Flow-box	57
5.1.2	Justáž.....	58
5.2	KONTROLNÍ LIST PRO METODU PROFESIOGRAFIE.....	59
5.2.1	Flow-box	59
5.2.2	Justáž.....	59
5.3	ERGONOMICKÝ AUDIT	61
5.3.1	Sedadla	61
5.3.2	Pracovní prostor	62
5.3.2.1	Flow-boxy	62
5.3.2.2	Justáže.....	62
5.3.3	Meze pracovní oblasti pro paže při sezení	63
5.3.3.1	Flow-boxy	63
5.3.3.2	Justáže.....	64
5.3.4	Prostorové požadavky pro nohy a chodidla.....	64
5.4	HODNOCENÍ POLOH ČÁSTÍ TĚLA.....	65
5.4.1	Dílna 1 – Flow-box – výrobek A.....	66
5.4.2	Dílna 2 – Flow-box – puškohledy – okulár.....	67
5.4.3	Dílna 2 – Flow-box – puškohledy – objektiv	68
5.4.4	Dílna 1 – justáž – převraccí hranoly	69
5.4.5	Dílna 1 – justáž – výrobek A.....	70
5.4.6	Další části těla	71
5.5	ZATĚŽOVANÉ OBLASTI TĚLA OPERÁTORŮ	71
5.5.1	Dotazníkové šetření.....	71
5.5.1.1	Flow-box	71
5.5.1.2	Justáž.....	75
5.6	METODA RULA: FLOW-BOX.....	76
5.6.1	Podklady pro využití metody RULA.....	76
5.6.1.1	Pravá horní končetina	77
5.6.1.2	Levá horní končetina.....	80
5.6.2	Použití softwaru	82
5.6.2.1	Pravá horní končetina	83
5.6.2.2	Levá horní končetina.....	83
5.7	METODA RULA: JUSTÁŽ	84
5.7.1	Použití softwaru	84
5.8	SPAGHETTI DIAGRAM.....	85
5.8.1	Montáž objektivu	85
5.8.2	Montáž okuláru	87
5.8.2.1	Fáze 1	88
5.8.2.2	Fáze 2	89
5.8.2.3	Fáze 3	90
5.9	PODMÍNKY OVLIVŇUJÍCÍ PRÁCI.....	91
5.9.1	Harmonogram pracovní doby.....	91

5.9.2	Teplota.....	91
5.9.3	Proudění vzduchu.....	91
5.9.4	Osvětlení	92
5.9.5	Hluk.....	92
5.9.6	Prašnost	93
5.9.6.1	Zdroje prachu na dílně	93
5.10	NÁŘADÍ.....	95
5.10.1	Flow-box	95
5.10.2	Justáž.....	97
5.11	NEMOCI Z POVOLÁNÍ.....	97
6	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI	98
7	PROJEKT OPTIMALIZACE PRACOVIŠŤ	99
7.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU.....	99
7.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	101
8	REALIZACE PROJEKTU.....	102
8.1	NOVÝ LAYOUT	102
8.1.1	Teorie I.....	102
8.1.2	Teorie II.....	102
8.1.3	Limitující faktory layoutů.....	102
8.1.4	Montáž objektivu	103
8.1.5	Montáž okuláru	104
8.2	NAVRHOVANÉ ZMĚNY ZA ÚCELEM SNÍŽENÍ PRAŠNOSTI V DÍLNĚ.....	105
8.2.1	Bublinová fólie.....	106
8.2.2	Dodržování standardu pracoviště.....	106
8.2.3	Čalouněné židle	108
8.2.4	Žebrovaná topení.....	108
8.2.5	Žaluzie.....	108
8.2.6	Nepoužívané Flow-boxy	108
8.2.7	Otevřená okna	109
8.2.8	Otevřené police	109
8.3	NÁŘADÍ.....	109
8.3.1	Flow-box	109
8.3.1.1	Pistole na ofuk	109
8.3.1.2	Podsavová pinzeta.....	110
8.3.1.3	Používání tubusu.....	110
8.3.2	Justáž.....	111
8.4	NÁVRH NOVÉHO PRACOVIŠTĚ: FLOW-BOX	111
8.4.1	Flow-box	111
8.4.2	Vzduchotechnika.....	111
8.4.3	Pracovní plocha	112
8.4.4	Podložka pod chodidla	112
8.4.5	Prostor pro chodidla	113
8.4.6	Židle	113
8.4.7	Podložka pod lokty.....	115

8.4.8	Nástroje	115
8.4.9	Další charakteristiky nového pracoviště.....	116
8.5	NÁVRH NOVÉHO PRACOVIŠTĚ: JUSTÁŽ	116
8.5.1	Návrh změny realizovatelné v krátkém časovém období.....	116
8.5.2	Návrh změny do budoucna.....	119
8.5.2.1	Návrh 1	119
8.5.2.2	Návrh 2	119
8.6	NÁVOD PRO ERGONOMICKY SPRÁVNÉ NASTAVENÍ PRACOVNÍHO MÍSTA PRO OPERÁTORY	119
8.7	DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	121
8.7.1	Rotace práce	121
8.7.2	Cvičení, masáže.....	121
8.7.3	Cvičení prováděné na pracovišti	121
8.7.4	Školení zaměstnanců.....	122
9	NÁKLADOVÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU.....	123
10	SHRNUTÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI.....	124
	ZÁVĚR	125
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	126
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	129
	SEZNAM OBRÁZKŮ	130
	SEZNAM TABULEK.....	132
	SEZNAM PŘÍLOH.....	134

ÚVOD

Zdraví si za peníze nekoupíš, praví známé pořekadlo. Proto bychom se měli snažit ve svém životě dělat všechno tak, abychom svému zdraví neubližovali, a to jak v soukromém životě, tak i v tom pracovním. V rámci mimopracovního života provádíme činnosti obvykle přirozeně, ve svém vlastním tempu, a když už nás určitá činnost nebaví, prostě začneme dělat něco jiného. V pracovním životě je tomu většinou právě naopak. Práce je přesně daná, jsou stanoveny výkonové normy, které nutí člověka pracovat v určitém pracovním tempu, a změna pracovní činnosti většinou není umožněna. Navíc je člověk nucen pracovat ve vnucené pracovní poloze, která je vynucena rozměrovým uspořádáním pracoviště či stroje. Tato vnucená poloha bývá často nepřirozená lidskému tělu. A protože člověk tráví většinu času, kdy bdí, v pracovním procesu, tráví také většinu času v nepřirozené poloze. Tato poloha s sebou nese nepříjemnosti jako nepohodlí, bolest, což může vést k různým typům onemocnění.

Tyto těžkosti spojené s nepřirozenými polohami mají vliv na výkonnost pracovníka ať už z dlouhodobého, či krátkodobého hlediska. Proto by mělo být snahou každé firmy, aby svým zaměstnancům umožnila vykonávat pracovní úkoly v co nejpřirozenější poloze a za co nejpříjemnějších podmínek. Samotná skutečnost, že pracovník provádí práci v sedě, nestačí ke konstatování, že práce je pohodlná a bezpečná. Často se setkáváme s bolestí zad, horních i dolních končetin, přestože je práce zdánlivě prováděna v nenamáhavé poloze. Opak je ale pravdou. I při sedavém typu práce je tělo vystaveno nežádoucím vlivům. K odstranění potíží přitom někdy stačí velice málo – upravit si výšku židle, aby byl zajištěn správný sed; přeskládat věci na stole, aby bylo zamezeno předklánění se atp.

Zkoumáním vztahu člověk – stroj – pracovní prostředí se zabývá ergonomie. Tato vědní disciplína se snaží objasnit vztahy v tomto systému za účelem zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dalším efektem může být zvýšení spokojenosti zaměstnanců, zvýšení produktivity práce, snížení nákladů souvisejících s nemocností pracovníků atd.

Tato diplomová práce nazvaná Projekt optimalizace vybraných pracovišť ve firmě Meopta-optika, s.r.o. se zabývá optimalizací pracovišť zejména právě z ergonomického hlediska. Po stručném představení disciplíny ergonomie se budu věnovat analýze vybraných pracovišť ve firmě z pohledu ergonomie. Na základě analýzy vypracuju projekt, který povede ke zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců firmy Meopta-optika, s.r.o.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ERGONOMIE

„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnosti člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ [17]

1.1 Ergonomický přístup

Ergonomický přístup k pracovnímu místu se vyznačuje následujícími charakteristikami:

- funkční efektivita,
- snadnost použití,
- komfort,
- bezpečnost a zdraví,
- kvalita pracovního života. [26]

Podstatou ergonomického přístupu je spojení všech pěti bodů v jeden celek. Pracovní místo nesmí být navrženo tak, aby splňovalo jedno kritérium na úkor ostatních. Přizpůsobování místa pracovníkovi musí být na základě zdraví a bezpečnosti a kvality pracovního života stejně tak, jako se musí brát v úvahu požadavky na produktivitu, efektivitu a kvalitu výkonu. [26]

Ergonomii můžeme také charakterizovat jako souhru 10 principů či zásad, a to [22]:

1. pracuj v neutrálních polohách

Neutrální poloha je optimální poloha každého kloubu, která umožňuje provádět úkony s maximální silou a kontrolou, a při které je minimalizováno zatížení kloubů.

Pro zachování neutrálního postavení těla je důležité:

- a. záda se nacházejí ve své přirozené poloze a to při zachování S-křivky (tedy ne v poloze vzpřímené jako voják v pozoru, ale při zachování přirozené lordózy bederní páteře)
- b. krk je v přirozené poloze

- c. lokty spočívají přirozeně u stran těla a ramena jsou uvolněná
- d. zápěstí je v jedné linii s předloktím

Nesmí se ovšem zapomínat na to, že je důležité občasné střídání poloh těla, a tedy že setr-
vávání po celý den ve strnulé poloze je nevyhovující.

2. redukuj nadměrnou námahu

Při zkrácení délky nářadí dochází ke snížení námahy potřebné k ovládnání nástroje, protože dochází ke snížení síly potřebné k ovládnání konce nástroje. Zkrácení délky nástroje s sebou přináší lepší mechanické vlastnosti.[22]

3. udržuj přijatelné dosahové vzdálenosti
4. pracuj v přiměřené výšce
5. redukuj nadbytečné pohyby
6. minimalizuj únavu a statickou zátěž
7. minimalizuj body tlaku
8. poskytni dostatečný prostor
9. pohybuj se, cvič a protahuj se
10. vytvoř si pohodlné pracovní prostředí [22]

1.2 Přínosy ergonomického přístupu

Mezi přínosy ergonomicky správně navrženého pracovního místa a nástrojů patří:

- růst produktivity,
- zvýšení bezpečnosti,
- eliminace zdravotních problémů,
- růst spokojenosti zaměstnanců. [14]

Těchto přínosů je dosaženo eliminací fyzické nebo psychické zátěže. Tím je docíleno vyšší produktivity a tedy vyšší ziskovosti.

S růstem produktivity, spokojenosti zaměstnanců a větší bezpečnosti práce začal růst zájem o ergonomii. Ergonomie se stává součástí studijních osnov, protože po zaměstnancích oddělení průmyslového inženýrství či průmyslové psychologie začíná být znalost ergonomie vyžadována.

Ačkoli se vztahu člověk – stroj – pracovní prostředí věnují firmy již několik let, teprve před asi dvěma desetiletími byla identifikována potřeba zřídit ve firmách týmy, které se oficiálně zabývají studiem ergonomie. Touto problematikou se např. v americké firmě Eastman Kodak Company zabývají již více jak 50 let. Ergonomové z Eastman Kodak Company se zabývají problémy celé korporace. Spolupracují s týmy z oddělení výroby, zdraví, hygieny s epidemiology, průmyslovými inženýry, designéry atp. za účelem řešení a odhalování problémů. V roce 1992 přijala tato společnost do svých stanov zásadu dodržování ergonomických principů ve formě standardu prováděcího předpisu, který vyžaduje, aby byly veškeré procesy ve firmě navrhovány, konstruovány a prováděny v souladu s lidskými možnostmi a limitujícími omezeními za účelem zvýšení bezpečnosti práce a výkonnosti. [14]

1.3 Oblasti uplatnění ergonomie

Oblasti, ve kterých jsou uplatňovány ergonomické poznatky:

- metodologie používané ke změně organizace a designu práce
- muskuloskeletální problémy související s výkonem pracovní činnosti
- testování užitečných vlastností elektronických zařízení
- vztah interface člověk – počítač
- designování pracovního prostředí
- designování velinů jaderných elektráren
- výzkum lidské spolehlivosti
- měření mentální zátěže

- výcvik ergonomů
- výpočet nákladů na pracovní sílu
- spolehlivost výrobků
- bezpečnost vozovek a automobilový design
- transfer technologií do rozvojových zemí atd. [16]

2 ERGONOMICKÉ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ PRACOVNÍCH SYSTÉMŮ

2.1 Zdravotní riziko

Při navrhování pracovních systémů musíme brát v úvahu rizika spojená s prováděním pracovní činnosti a snažit se tato rizika minimalizovat. Zdravotní riziko související s pracovními polohami a pohyby je graficky znázorněno na následujícím obrázku (Obr. 1).



Obr. 1

Zdra-

votní riziko související s pracovními polohami a pohyby. [6]

2.2 Hodnocení poloh částí těla

Polohy částí těla se hodnotí podle normy ČSN EN 1005-4 + A1 ve dvou krocích [6]:

krok 1: zařazení polohy do pásem na odpovídajícím obrázku

krok 2: určení pomocí tabulky, zda jde o polohu přijatelnou, nepřijatelnou, či podmíněčně přijatelnou

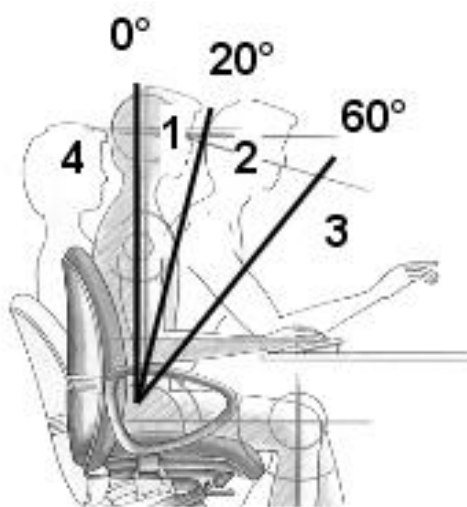
2.2.1 Trup

Poloha trupu se hodnotí při předklonu či záklonu, úklonu a otáčení.

Jsou doporučovány pracovní polohy se vzpřímeným trupem, zvláště může-li být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou a pokud vyžaduje statickou polohu bez odpovídající doby odpočinku nebo tělesné opory, nebo práci s vysokou četností pohybů.

2.2.1.1 Předklon/záklon

krok 1 – zařazení do pásem



Obr. 2 Předklon/záklon. Zdroj: [Vlastní zpracování].

krok 2

Tab. 1 Hodnocení poloh trupu.[6]

pásma	statická poloha	pohyb	
		nízká četnost <2/min	vysoká četnost ≥ 2 /min
1	přijatelná	přijatelný	přijatelný
2	podmíněně přijatelná *2	přijatelný	nepřijatelný
3	nepřijatelná	podmíněně přijatelný *3	nepřijatelný
4	podmíněně přijatelná *1	podmíněně přijatelný *3	nepřijatelný

Pozn:

*1 přijatelná za podmínky plné opory trupu

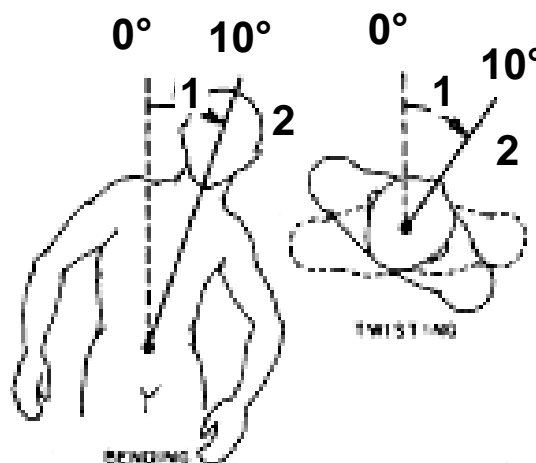
*2 přijatelná, za podmínky plné opory trupu; jestliže tomu tak není, přijatelnost závisí na trvání polohy nebo době regenerace

*3 nepřijatelná, může-li být strojní zařízení používáno dlouhou dobu stejnou osobou. Výjimka při malé četnosti pohybů v pásmu 4, je-li plná opora trupu.

2.2.1.2 Úklon nebo otáčení

Posuzují se polohy horní části trupu vzhledem k dolní části.

krok 1 - určí se sklon trupu stranou (vlevo nebo vpravo) a jeho otáčení (doleva/doprava) a samostatně se zařadí do jednoho z pásem na obrázku (Obr. 3).



Obr. 3 Úklon nebo otáčení. Zdroj: [Vlastní zpracování, [28].

krok 2

Tab. 2 Hodnocení úklonu a otáčení. [6]

pásmo	statická poloha	pohyb	
		nízká četnost <2/min	vysoká četnost ≥ 2 /min
1	přijatelná	přijatelný	přijatelný
2	nepřijatelná	podmínečně přijatelný*	nepřijatelný

Pozn:

* nepřijatelný, jestliže má být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou

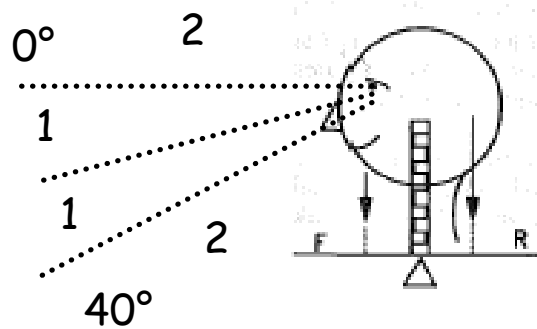
2.2.2 Hlava a šíje

Poloha hlavy a šíje se posuzuje vzhledem ke stoupající respektive klesající přímce směru pohledu, k ohnutí šíje stranou a jejímu otočení. Postup platí jak pro sezení, tak pro stání.

2.2.2.1 Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů

Jde o posuzování přímky pohledu za předpokladu vzpřímené polohy trupu.

krok 1 – zařazení do pásem



Obr. 4 Přímka směru pohledu. Zdroj: [Vlastní zpracování,[28].

krok 2

Tab. 3 Hodnocení přímky směru pohledu.[6]

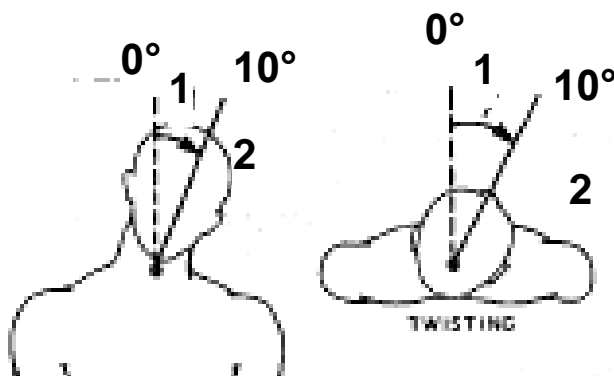
pásmo	statická poloha	pohyb	
		nízká četnost <2/min	vysoká četnost ≥ 2 /min
1	přijatelná	přijatelný	přijatelný
2	nepřijatelná	podmínečně přijatelný *	nepřijatelný

Pozn:

* pohled by měl směřovat poněkud pod horizontálu, zejména pokud je práce prováděna dlouhodobě

2.2.2.2 Ohýbání šije stranou nebo otáčení

krok 1 – zařazení do pásem



Obr. 5 Ohýbání šije stranou nebo otáčení.

Zdroj: [Vlastní zpracování, [28].

krok 2

Tab. 4 Hodnocení ohýbání šije nebo otáčení.[6]

pásma	statická poloha	pohyb	
		nízká četnost <2/min	vysoká četnost ≥ 2 /min
1	přijatelná	přijatelný	přijatelný
2	nepřijatelná	podmínečně přijatelný *	nepřijatelný

Pozn:

* úhel pohledu by měl směřovat poněkud pod horizontálu, zejména pokud jde o dlouhodobou práci

2.2.3 Nevhodné polohy u horních končetin

2.2.3.1 Nadloktí

Co se týče polohy nadloktí, jsou doporučovány pracovní polohy s nadloktím směřujícím dolů.

krok 1 – zařazení do pásem



Obr. 6 Polohy nadloktí.[28]

krok 2

Tab. 5 Hodnocení nevhodných poloh nadloktí.[6]

pásmo	statická poloha	pohyb	
1	přijatelná	přijatelný	přijatelný
2	podmíněně přijatelná*1	přijatelný	podmíněně přijatelný*2
3	nepřijatelná	podmíněně přijatelný*3	nepřijatelný
4	nepřijatelná	podmíněně přijatelný*3	nepřijatelný

Pozn:

*1 je-li opěra

*2 nepřijatelné, je-li četnost pohybů > 10/min

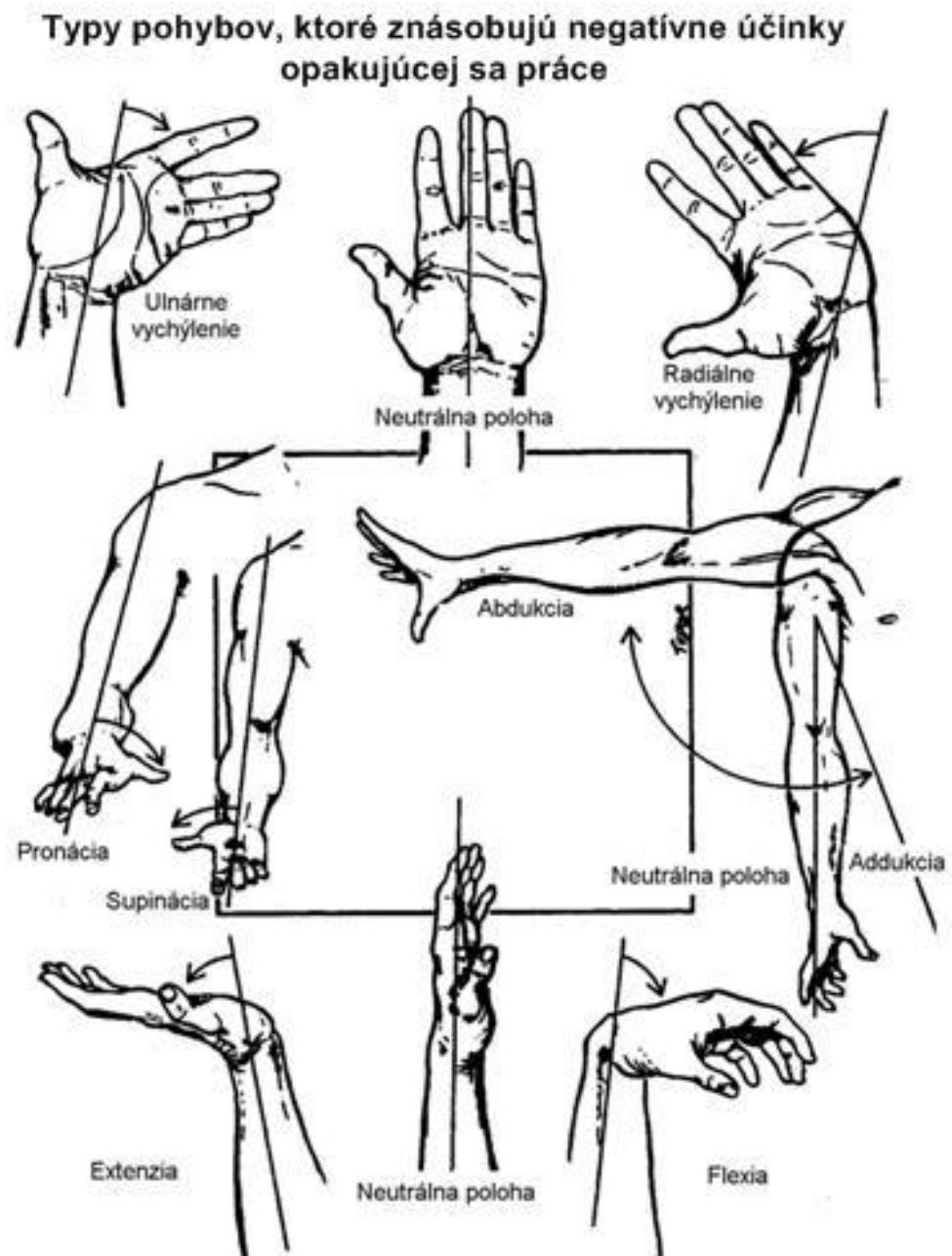
*3 nepřijatelné, je-li četnost pohybů > 10/min nebo je-li strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou

2.2.3.2 Loket

Jako nevhodná poloha u lokte je označován úhel nad 60° ve všech směrech. 100 % rozsahu lokte v případě prono-supinace je 90°, v případě flexe-extenze je to 150°. [7]

2.2.3.3 Zápěstí

U zápěstí se nedoporučují polohy větší než 45°, a to jak v případě palmární flexe (100 % rozsahu je 40°), tak i dorsální extenze (100 % rozsahu je 30°). V případě ulnární deviace je to potom úhel větší jak 20° a u radiální deviace by úhel neměl přesahovat 15°. Maximální polohy a směry ohnutí jsou znázorněny na obrázku. [7]



Obr. 7 Názvoslovní poloh zápěstí, lokte a paže.[18]

2.2.4 Další části těla

Hodnocení všech ostatních částí těla.

Tab. 6 Hodnocení dalších částí těla.[6]

statická poloha	pohyb	
tj. nevhodné polohy, jako např. shrbená záda (při sezení), natažené nohy v kolenou a/nebo zvednutá kolena bez záklonu (při sezení), ohnutí kolenou (při stání), zvednutá ramena, nerovnoměrně rozložená hmotnost na dolní končetiny (při stání) a spojené polohy na hranici jejich pohybového rozsahu	jako ohýbání v kolenou (při stání), zvedání ramen a pohyby v kloubech na hranici jejich pohybového rozsahu	
	nízká četnost <2/min	vysoká četnost ≥ 2/min
nepřijatelná	přijatelný	nepřijatelný

2.3 Kumulativní traumatické dysfunkce

V nedávné době byl zaznamenán nárůst kumulativních traumatických dysfunkcí (dále CTD) souvisejících s nárůstem práce na počítačích. CTD se ale neobjevuje jen v souvislosti s prací na počítačích, ale i u jiných manuálních profesí. Hlavní příčiny vzniku CTD jsou opakování, pozice a síla, přičemž nejvíce se na vzniku CTD podílí právě vysoká četnost opakovaných pohybů.

U některých typů povolání je ale složité snížit frekvenci pohybů. V takovýchto případech by se měli designéři snažit snížit dopady vysoké četnosti pohybů zdokonalováním pracovních poloh a snižováním sil potřebných k provedení pracovního úkolu. Co se týká pracovních poloh, doporučovány jsou tzv. neutrální polohy, zejména co se týká zápěstí. [20]

Pro hodnocení zatížení z opakované práce se používají metody jako RULA, REBA, CTD Risk index a další. [18]

2.3.1 Nemoci z povolání

Je poměrně obtížné dokázat, že určité onemocnění bylo způsobeno výkonem povolání. Některé nemoci jsou ovšem zařazeny do seznamu nemocí z povolání. Mezi ně patří např. [15]:

2.3.1.1 Syndrom karpálního tunelu

Syndrom je charakterizovaný útlakem nervu v karpálním tunelu, přičemž tento syndrom patří mezi nejčastější a zároveň nejproblematictější onemocnění z přetížení. Dochází k němu při zvýšené flexi zápěstí, opakované a stereotypní flexi-extenzi prstů, statické zátěži atp.

2.3.1.2 Syndrom kubitálního tunelu

Při tomto syndromu dochází k útlaku ulnárního nervu v oblasti lokte. Méně často může dojít také k útlaku ulnárního nervu na malíkové straně dlaně.

2.3.2 Snížení nadměrné síly

V praxi je obvykle jednodušší snížit sílu než opakovatelnost pohybů, design náradí může hrát významnou roli, a to zejména ve smyslu snazšího úchopu držadel. [15]

2.3.3 Trvání a nedostatečné zotavení

Nedostatečná doba pro tělesnou regeneraci mezi opakovanými pohyby (tj. nedostatek doby zotavení) zvyšuje riziko svalově kosterních poškození. Příležitost k zotavení nebo odpočinku může být v každé části pracovní doby.

Pro zjednodušení analýzy poloh a pohybů je za nevhodnou polohu související s pracovním úkonem považována taková poloha, při níž se kloubní část pohybuje v úhlu větším než 50 % maximálního rozsahu pohybu tohoto specifického kloubu (nebo jestliže je nevhodná poloha zjevná). [7]

Výsledky nedávné studie poukazují na zvětšené riziko ramenních poškození v poloze, kdy se paže pohybuje nebo udržuje zhruba v úrovni ramen (extrémní vyvýšení) více než 10 % doby cyklu. [7]

2.4 Návrh prostorové orientace a směru pohybu

V této kapitole je vycházeno z normy ČSN ISO 1503.

2.4.1 Ergonomický návrh uživatelského rozhraní s ohledem na orientaci a směr

Ergonomický návrh by měl zahrnovat:

- antropometrická hlediska (velikost těla, dosah ruky, zorné pole)
- poznávací hlediska (slučitelnost zobrazení informací/ovládání, tolerance lidské chyby)
- hlediska fyziologických schopností při zpracování informací (např. pracovní zatížení, rychlost zpracování informací, přesnost)
- hlediska okolí (osvětlení, barva, hluk) [12]

2.4.2 Kroky při návrhu směrů pohybu

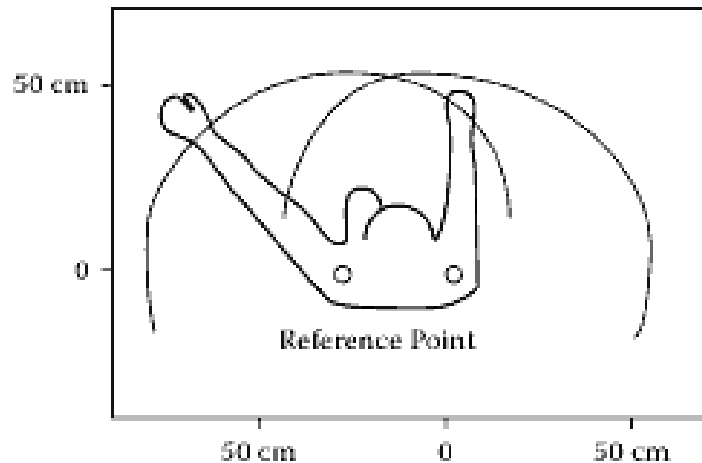
Mezi hlavní cíle při návrhu směrů pohybu patří zajištění bezpečí, efektivity, lehkosti použití a pohodlí. Prioritou je vysoká bezpečnost. [12]

Návrh směru pohybu – kroky:

- 1) vymezení úkolu a funkce
- 2) specifikace uživatele /obsluhy dle ISO 13 407
- 3) specifikace úkolu v rámci
 - a) pohybů/zobrazení cílového objektu a ovladačů pro vykonání úkolu
 - b) vzájemných priorit při vedení úkolu (bezpečnost, efektivita)
 - c) pracovního prostoru uživatele/obsluhy při vykonávání úkolu
 - d) informačního toku při vedení úkolu
 - e) činitelů prostředí (oděv, osvětlení)
- 4) definování pohybů/zobrazení cílového objektu a umístění ovladačů [12]

2.4.3 Předcházení velkým dosahům

Je nutné předcházet příliš velkým dosahům horních končetin jak dopředných, tak na stranu, aby se zamezilo předklánění a rotacím. Nástroje a jiné pracovní objekty, které jsou pravidelně používány, by měli být umístěny přímo před tělem nebo ve velmi malé vzdálenosti od těla. Nejčastěji vykonávané operace by se měly uskutečňovat v rádiu 50 cm. [13]



Obr. 8 Pásma dosahu. [13]

Nutno ale podotknout, že rádius 50 cm je určen pro americkou populaci. Dle norem ČSN by maximální hloubka prostoru měla odpovídat vzdálenosti asi 415 mm a preferovaná pracovní šířka je 480 mm (Tab. 7).

Tab. 7 Posuzování rizika velmi často opakované
ruční manipulace. [7]

Popis rozměru	v mm
max výška pracovního prostoru	730
max šířka pracovního prostoru	1170
max hloubka pracovního prostoru	415

2.5 Uspořádání pracovních míst

Uspořádání pracovních míst musí být založeno na analýze požadavků úkolu (viz EN 614-1 a EN 614-2), která má zahrnovat alespoň následující prvky:

- časové aspekty, např. trvání práce na strojním zařízení (viz ISO 11226 a prEN 1005-4)
- velikost pracovní oblasti
- velikost předmětů, kterými se manipuluje
- silové požadavky (viz prEN 1005-2 a prEN 1005-3)
- požadavky na činnosti (např. podání a/nebo vyjmutí předmětů ze stroje)
- dynamické tělesné míry (ČSN ISO 1503, příloha B)
- požadavky na koordinaci
- požadavky stability
- vizuální požadavky
- potřeba komunikace
- frekvence a trvání pohybů těla, hlavy a končetin (viz ISO 11226 a prEN 1005-4)
- potřeba pohybu mezi pracovními místy
- možnost zaujímání různých poloh [9]

„Strojní zařízení a pracovní místo musí být uspořádány tak, aby zajišťovaly co nejlepší polohy a pohyb při uvážení technických a ekonomických omezení.“ [9]

2.5.1 Stanovení hlavní pracovní polohy

„Návrh stroje, pracovního místa, úkolu a zařízení má podporovat určité množství pohybů a změn poloh. Návrh má rovněž obsluze umožňovat během pracovního dne měnit volně polohu vsedě a vstoje.“ [9]

2.6 Vybavení pracoviště

Operátor potřebuje pro provádění pracovní činnosti obvykle pracovní plochu, nářadí a pomůcky, sedačku a jiná pomocná zařízení (např. police, osvětlení).

2.6.1 Pracovní prostor

Rozměry pracovního místa se musí přizpůsobit antropometrickým odchylkám ve skupině uživatelů a různým pracovním úkolům. Nejlepší metodou přizpůsobení pracovního místa uživateli a úkolu je dělat lehce nastavitelnou jak pracovní plochu, tak sedadlo.

Uspořádání pracovního místa musí umožňovat změny polohy, aby se zabránilo nepohodlí způsobenému dlouhodobým sezením v určité stálé poloze.

K dosažení vhodné polohy v sedě musí být poskytnut dostatečný prostor pro volné pohyby těla, zejména pro nohy a chodidla.

Rozsah vhodných vzdáleností pracovní oblasti paží musí být podle předpokládané frekvence a trvání pohybů těla, hlavy a končetin. Je také potřeba věnovat pozornost vizuálním požadavkům úkolu, které ovlivňují polohu a pohyb hlavy a těla. [7]

2.6.2 Pracovní výška a pracovní plocha

Při práci na předmětech či na zařízeních může existovat určitý rozdíl mezi pracovní výškou a výškou pracovní plochy. Pracovní výška podle ČSN ISO 1503 znamená výši rukou při práci, kdežto výška pracovní plochy znamená výšku úrovně opory.

Pracovní výška musí být volena tak, aby umožňovala přiměřenou polohu těla a zároveň splňovala vizuální požadavky. Volba výšky pracovní plochy je tedy kompromisem mezi požadavky na nízké zatížení krku, paží, ramen a zad, a požadavky na pozorovací vzdálenost pro správnou vizuální kontrolu. Sklon pracovní plochy a její optimální výška a závisí na pracovním úkolu. [12]

2.6.2.1 Doporučení pro pracovní výšky

Pracovní výška se stanovuje podle požadavků úkolu [12]:

a) Jemná koordinace ruční práce kombinovaná s vizuálním sledováním v těžce pracovní oblasti. Paže jsou podepřeny.

Tab. 8 Pracovní výška pro jemnou práci. [12]

Pracovní výška	Výška pracovní plochy
Vyšší než výška lokte	Možná vysoká výška pracovní plochy

b) Aktivní pohyb paží, manipulace s malými předměty.

Tab. 9 Pracovní výška pro aktivní pohyb paží. [12]

Pracovní výška	Výška pracovní plochy
Ve výši lokte	Ve výši lokte

c) Manipulace s velkými, ale ne s nadměrně objemnými nebo těžkými předměty.

Tab. 10 Pracovní výška pro práci s nadměrnými předměty. [12]

Pracovní výška	Výška pracovní plochy
Variabilní v závislosti na velikosti předmětu	Plocha pod úrovní lokte, pokud neomezují dolní končetiny; sedadlo skloněné dopředu může poskytnout větší prostor

2.6.2.2 Pracovní plocha

Pracovní plocha nemusí být pouze vodorovná, může být i skloněná.

Nejvhodnější úhel pro sklon plochy je kompromisem mezi vizuálními požadavky vynucenými zatížením krku, zad a ramen, a úhlem, pod kterým předměty setrvávají na pracovní ploše.

Pro úkoly, které vyžadují jemnou manipulaci s vysokými vizuálními nároky, se často doporučuje úhel kolem 15°.

„Má se předcházet nepřetržité práci se zdviženými horními končetinami. Není-li to možné, musí být zajištěna možnost odpočinku.“

Ruční práce má být uspořádána tak, aby se ruce nacházely převážně v preferované pracovní oblasti.

Má se předcházet nepřetržité práci s nepodepřenými rukama, a to dokonce i v preferované oblasti, ale pro příležitostné úkoly s lehkými předměty může být využit maximální prostor.

Pracovní plocha má být co možná nejtenčí, aby se poskytla dostatečná vůle pro stehna, ale zároveň aby byla zajištěna vhodná pracovní výška pro ruce. To je předpokladem pro vhodné pracovní polohy uživatelů. [12]

2.6.3 Sedadlo

Sedadlo musí poskytovat stabilní oporu pro tělo v takové poloze, která je fyziologicky přijatelná a vhodná pro úkol nebo vykonávanou činnost, a která je pro delší časové období pohodlná. Ve většině případů je samozřejmostí otočnost sedadla.

Sedadlo musí být lehce nastavitelné a přizpůsobitelné specifickým požadavkům uživatelů. Rozsah nastavitelnosti a/nebo velikosti sedadel musí vyhovovat předpokládané populaci uživatelů (dle EN 614-1).

Ve většině pracovních situací se optimální výška sedadla pro jednotlivce volí podle délky dolní části nohy s obuví. Náklon sedadla dopředu je doporučován pro práci v poloze, kdy je člověk nakloněn dopředu. Takový náklon může pomoci tehdy, není-li možné zajistit pracovní plochu a materiál dostatečně tenký, aby vyhovoval některým jedincům. Aby se dosáhlo vhodné polohy, hloubka sedadla musí být v tomto případě poněkud kratší, než délka mezi hýžděmi a zadní stranou kolena předpokládaného uživatele a/nebo musí být nastavitelná. Opěrka zad nesmí omezovat pohyb paží. [9]

Tab. 11 Funkční rozměry židle. [5]

Označení rozměru	Rozměr v mm
šířka sedadla	min 360
hloubka sedadla	360 - 450
výška sedadla nad podlahou	420 - 480
úhel sklonu sedadla k podlaze	0° - 5°
úhel sklonu opěradla k sedadlu	max 110°

Mechanismus musí být uzpůsobený k nastavování různých poloh mezi náklonem dopředu a dozadu. Tento mechanismus musí být uzamknutelný.[9]

Šířka a hloubka sedadla se měří na jeho nejširším a nejhlubším místě. V nejvyšší funkčním bodě plochy ve středu přední strany sedadla se měří výška sedadla nad podlahou. [5]

2.6.4 Nožní podpěra

Je-li pracovní místo konstruováno pro osoby většího vzrůstu a pokud není možné uzpůsobit výšku pracovní plochy dle výšky individuálního uživatele, je potřeba této výšce uzpůsobit výšku židle. V tomto případě je nutné uzpůsobit i výšku nohou, a to za použití nožní opěry. Tu bychom ale neměli chápat jako pouhou tyč; podpěra má být ve formě nakloněného povrchu. [13]

2.7 Modelování pracovních míst

Pro větší efektivitu a usnadnění práce designerů lze použít ergonomické softwarové programy. Mezi nové počítačové grafické modelovací programy patří **JACK** (and Jill). [20]

Za pomoci Jacka lze zlepšit ergonomii produktových návrhů a vyladit úlohy na pracovišti. Pomocí Jacka lze vytvořit virtuální prostředí a lidskou postavu, definovat velikost a tvar postavy, umístit postavu do zvoleného prostředí, zadat postavě úlohu a analyzovat její výkon. Tyto informace pomohou rychleji a s nižšími náklady navrhovat bezpečnější, ergonomicky lépe zvládnuté produkty, pracovní místa a procesy. [30]

Ještě dále se snaží dostat vědci z University of Iowa. Ti nedávno vyvinuli virtuální model člověka **SANTOS**TM. SANTOS je dokonalým anatomickým modelem člověka. Ambicí týmu vědců je vyvinout virtuální lidi, kteří vidí, pohybují se, dotýkají se a uchopují předměty jako skutečný člověk. [20]

2.8 Prostředí

Prostředí chápeme jako všechny faktory, které působí, nebo mohou působit na člověka. Zahrnujeme sem faktory fyzikální, ale také sociální, hygienické a bezpečnostní. [17]

Ve své práci se budu zabývat faktory fyzikálními, proto se o některých z nich krátce zmíním.

2.8.1 Osvětlení

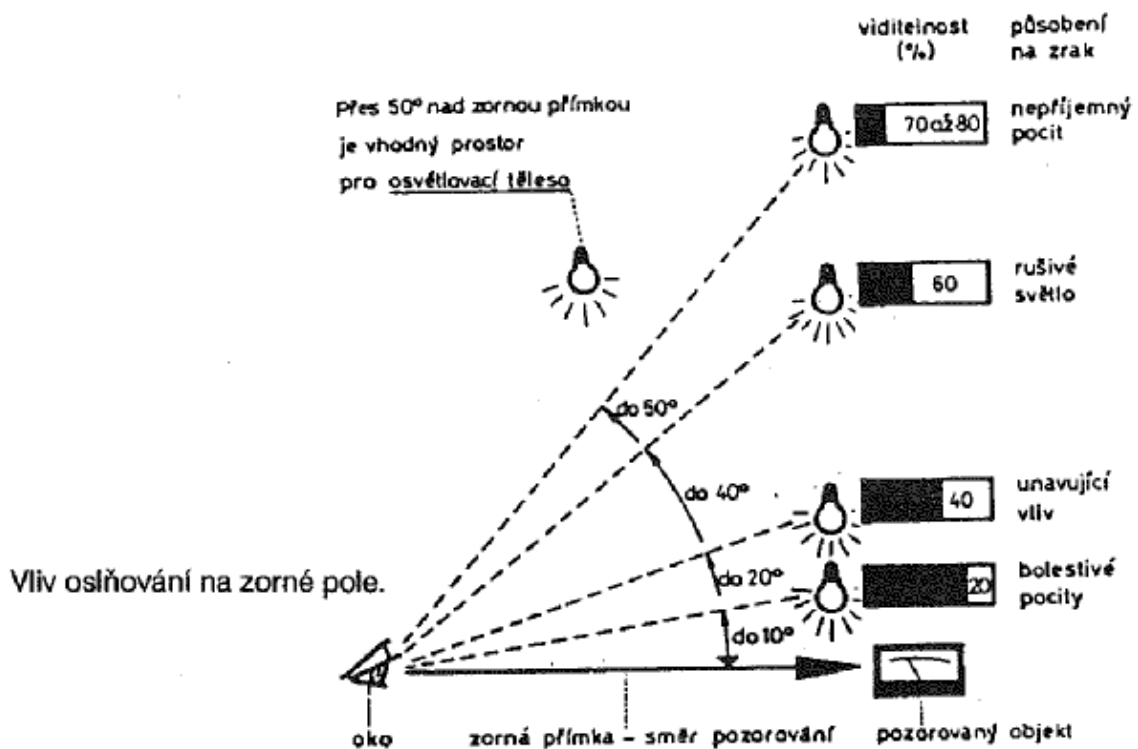
Jednou ze základních podmínek práce je vhodné osvětlení. Správným osvětlením můžeme ovlivnit kvalitu práce, zvýšit její bezpečnost, snížit zrakovou únavu i zlepšit psychickou pohodu. [17]

Osvětlení může být přirozené nebo umělé. Mezi hlavní nevýhody přirozeného osvětlení patří kolísání intenzity a tepelné záření. Umělé osvětlení je proto pro průmyslovou výrobu vhodnější. Zdroj světla může být přímý (září vlastním světlem) nebo nepřímý (září světlem jiného světelného zdroje).

Oslivost osvětlení je jeden ze základních problémů, který je třeba řešit při návrhu osvětlení.

Oslnění je nepříznivý stav zraku, který ruší zrakovou pohodu nebo zhoršuje či znemožňuje vidění. Vzniká tehdy, když je sítnice vystavena značně většímu jasů, než na který je adaptována. [19]

Správné umístění svítidla je znázorněno na obrázku (Obr. 9).



Obr. 9 Vliv oslňování na zorné pole.[19]

2.8.2 Hluk

„Hlukem označujeme zvukový jev, který vyvolává nepříjemný, rušivý nebo škodlivý sluchový vjem.“ [17]

Nepříznivé vlivy hluku dělíme do tří stupňů [17]:

1. obtěžující vliv – nemá na produktivitu práce vliv, projevuje se narušením pracovní pohody
2. rušivý vliv – produktivita práce prokazatelně klesá
3. škodlivý vliv – klesá nejen produktivita práce, ale hluk způsobuje i trvalé změny lidského organismu

U hluku se hodnotí jeho hlasitost, výška, barva, časový průběh, rytmičnost, umístění zdroje a vztah člověka k hluku. [17]

Tab. 12 Pásma hluku.[19]

Číslo třídy hluku N	Charakteristika pásma
kolem 0	bezzvukovost , která je v přírodě těžko dosažitelná. Na člověka působí nepříznivě
do 30	přírodní prostředí, normální hluk vyskytující se v přírodě, jako pohyby osob a zvířat, vítr, déšť, listí, apod.
30 -65	relativní hluk - jeho vliv na člověka závisí na subjektivním hodnocení (nepříjemné zvuky). Dlouhodobě působí rušivě při psychických činnostech.
65 -80	od této hranice je to hluk absolutní , který je škodlivý bez ohledu na individuální postoj člověka. Působí nervové podráždění, ruší duševní soustředění, snižuje kvalitu práce, apod.
80 - 95	působí nepříznivě na sluchové orgány, při dlouhodobé expozici způsobuje hluchnutí
95- 110	je třeba používat osobní ochranné prostředky, způsobuje bolesti hlavy, zvyšuje únavu
110 - 130	vnímání začíná vzbuzovat bolest, je nutné nosit protihlukové přilby, poškozují sluch
130-150	rychlé poškození sluchu, vznik závratí a prudkých bolestí
nad 150	způsobuje okamžité ohluchnutí, při vyšších intenzitách a u slabších jedinců smrt

2.8.3 Mikroklimatické podmínky

„Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným nebo nuceným větráním. Množství vyměňovaného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost tak, aby bylo, pokud je to možné, zajištěno dodržování mikroklimatických podmínek upravených v příloze č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulce č. 3 již od počátku směny.“ [1]

Mezi klimatické podmínky patří [17]:

- teplota vzduchu
- vlhkost vzduchu
- rychlost proudění vzduchu
- čistota vzduchu
- tlak vzduchu
- ionizace vzduchu atd.

Nepříznivý zdravotní vliv má práce v chladu, v průvanu, střídavě v chladu a horku. Může s projevit chronickými bolestmi kříže revmatického charakteru. [15]

Přijatelné hodnoty zmíněných podmínek pro konkrétní pracovní situace jsou uvedeny v Nařízení vlády č. 68/2010 Sb.

2.9 Tělesná dynamika

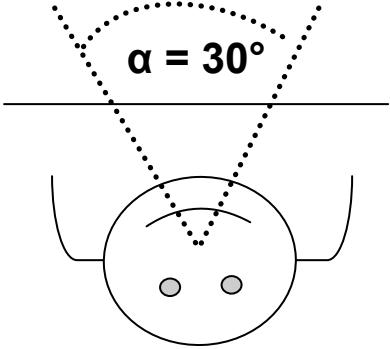
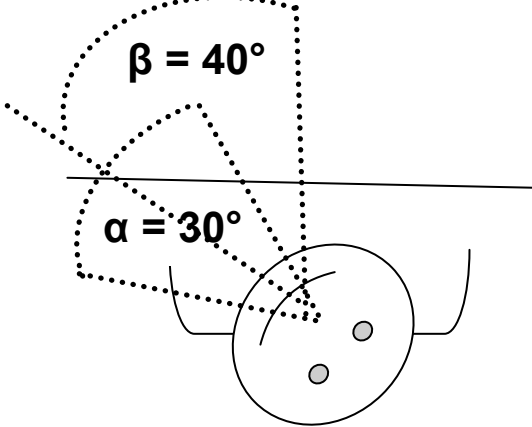
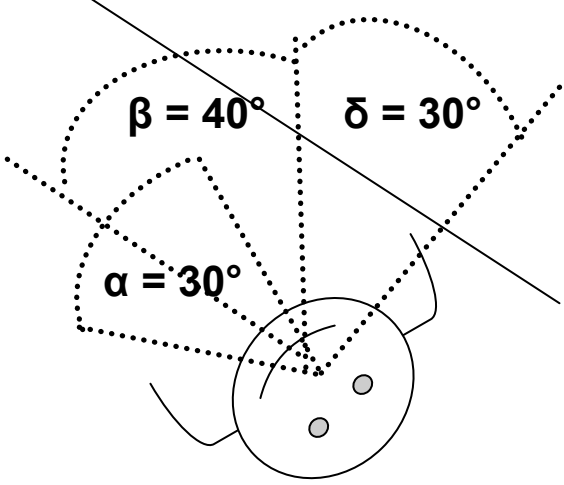
Polohu těla, kterou je třeba zaujmout, většinou určují vizuální požadavky úkolu.

Při návrhu pracovního prostoru se berou v úvahu následující faktory:

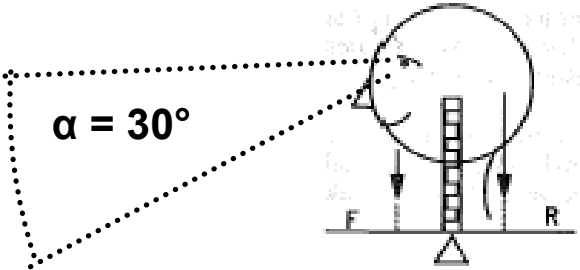
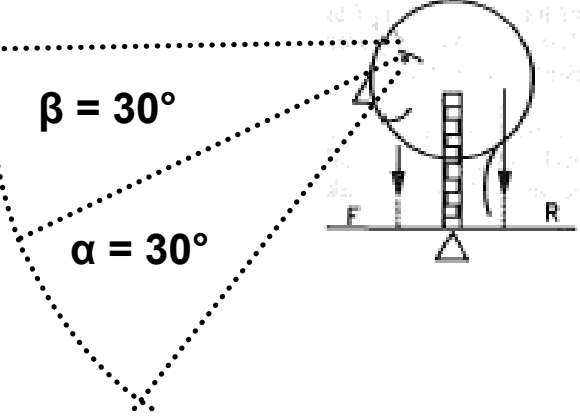
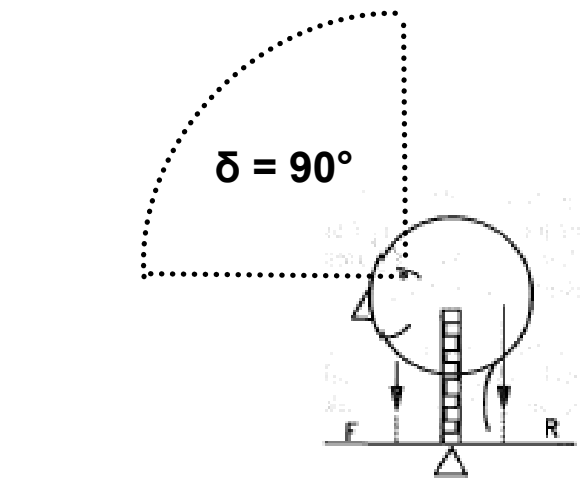
- zorné úhly
- pozorovací vzdálenosti
- snadnost vizuálního rozlišení
- trvání a frekvence úkolu
- jakákoliv zvláštní omezení uživatelské skupiny, např. nošení brýlí či chráničů očí

[9].

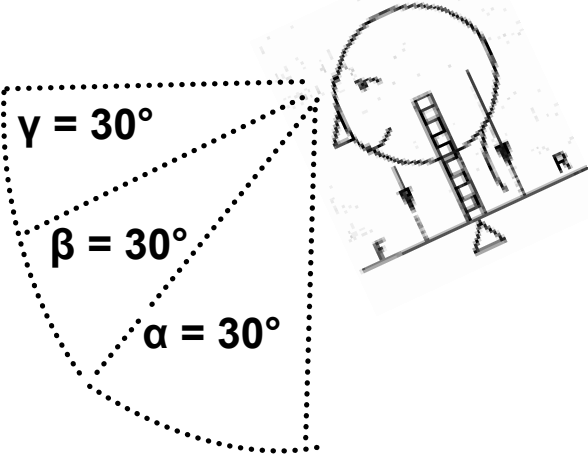
Tab. 13 Horizontální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla. Zdroj:[9]

Grafické znázornění	Hodnota	Popis hodnoty
 <p>$\alpha = 30^\circ$</p>	<p>$\alpha = 30^\circ$</p>	<p>zorné pole pro častou manipulaci a pozorování bez potřeby pohybu hlavy a těla</p> <p>(více viz ISO 9355-2)</p>
 <p>$\beta = 40^\circ$</p> <p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>$\alpha/2 + \beta = 55^\circ$</p>	<p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>$\beta = 40^\circ$</p> <p>$\alpha/2 + \beta = 55^\circ$</p>	<p>zorné pole (pohyb očí)</p> <p>úhel pohybu hlavy</p> <p>zorné pole (vlevo) pro občasnou manipulaci a pozorování s pohybem hlavy, ale bez pohybu těla</p>
 <p>$\beta = 40^\circ$</p> <p>$\delta = 30^\circ$</p> <p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>Taková poloha se nemá udržovat dlouhou dobu</p>	<p>$\gamma = 55^\circ$</p> <p>$\alpha/2 + \beta + \gamma = 110^\circ$</p>	<p>úhel pro rozšířený pohyb hlavy a těla</p> <p>zorné pole pouze pro občasné pozorování a lehkou manipulaci, kdy je otáčení hlavy a těla povoleno</p>

Tab. 14 Vertikální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla. Zdroj:[9]

Grafické znázornění a hodnota	Popis hodnoty
 <p>$\alpha = 30^\circ$</p>	<p>α = zorné pole pro častou manipulaci a pozorování bez potřeby pohybu hlavy a těla (více viz ISO 9355-2)</p>
 <p>$\beta = 30^\circ$ $\alpha = 30^\circ$</p>	<p>α = úhel pohybu hlavy bez pohybu těla směrem dolů β = zorné pole pro manipulaci a vizuální zjišťování s možným pohybem hlavy směrem dolů</p> <p>$\alpha + \beta = 60^\circ$</p>
 <p>$\delta = 90^\circ$</p>	<p>δ = zorné pole směrem nahoru pouze pro občasnou manipulaci a pozorování s možným pohybem hlavy a těla</p>

Tab. 15 Vertikální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla - pokračování.

Grafické znázornění a hodnota	Popis hodnoty
 <p>$\gamma = 30^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\alpha = 30^\circ$</p>	<p>$\alpha = 30^\circ$ $\beta = 30^\circ$</p> <p>$\gamma =$ úhel pro rozšířený pohyb hlavy nebo pohyb hlavy a těla směrem dolů</p> <p>$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$</p> <p>zorné pole pouze pro občasnou manipulaci a pozorování; s možným pohybem hlavy a těla směrem dolů</p>

2.10 Práce v sedě

Práce v sedě má své výhody, ale i nevýhody. Ty jsou znázorněny v tabulce (Tab. 16).

Tab. 16 Výhody a nevýhody práce v sedě.[19]

Výhody sedu	Nevýhody sedu
<ul style="list-style-type: none"> - menší energetická náročnost - jemnější a přesnější pohyby - odlehčení dolních končetin - možnost odpočinku při mikro-pauzách - možnost využívání činnosti nohou 	<ul style="list-style-type: none"> - je omezeno střídání poloh - vykonávání silově náročnější práce je těžší - je omezen rozsah pracovních pohybů - dlouhodobé sedění na obyčejném sedadle vede ke kulacení zad - dochází k ochabování břišního svalstva

Prostor pro dolní končetiny

Dostatek místa musí být také pro dolní končetiny. Nejmenší šířka prostoru musí být 60 cm. Nejmenší hloubka prostoru u kolen musí být 40 cm a 100 cm ve výšce chodidel. Tyto rozměry zaručují, že operátor může sedět blízko u stolu a tím je zamezeno předklánění. Hloubka jednoho metru volného prostoru u chodidel umožňuje protažení nohou při dlouhém sezení. [13]

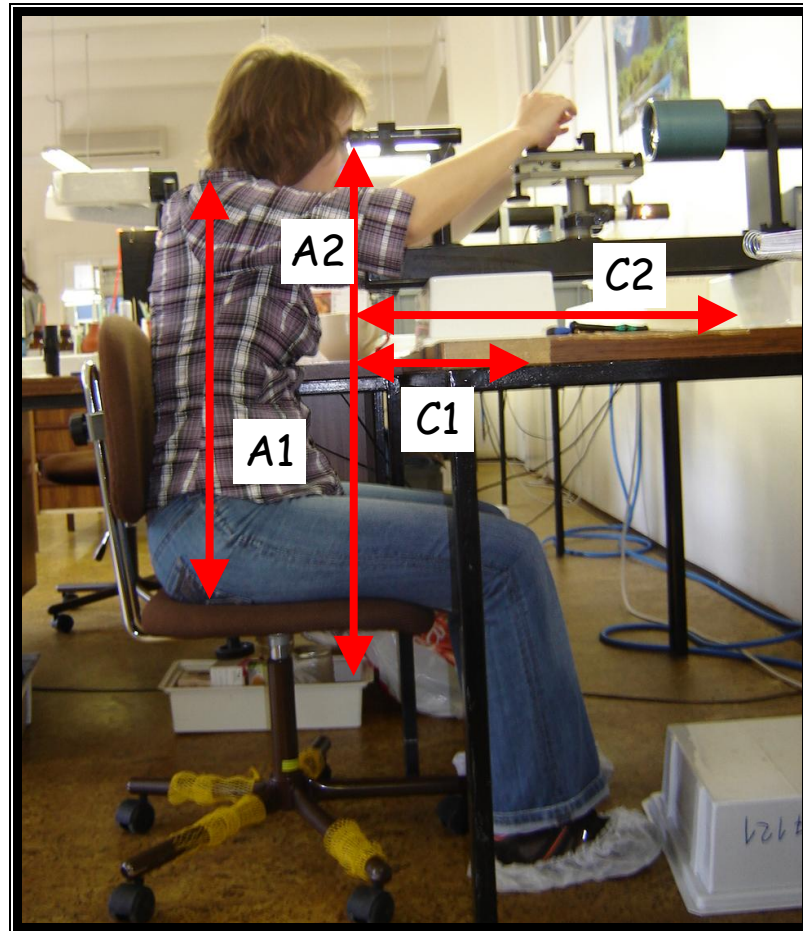
V českých normách jsou rozměry prostoru pro dolní končetiny dosti odlišné. Není možné, aby tento rozdíl mohl být způsoben pouze rozdílností antropometrických údajů, protože tyto jsou v řádech milimetrů, kdežto rozdíl požadavků pro volný prostor pro dolní končetiny je v řádech centimetrů.

V následujících dvou podkapitolách jsou uvedeny rozměry, které souvisejí s polohou v sedě.

2.10.1 Meze pracovní oblasti pro paže při sezení

Tab. 17 Meze pracovní oblasti pro paže.[9]

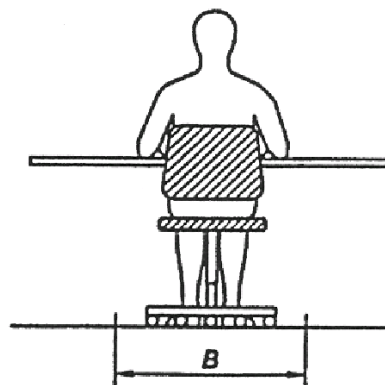
Označení rozměru	Popis	Rozměr [mm]
A1	Preferovaný pracovní prostor (PPP), výška <i>měřeno od sedadla k výšce ramen; střed kolem výšky lokte</i>	A1 = 505
A2	Maximální pracovní prostor, výška <i>měřeno od vzdálenosti 20 mm pod sedadlem k výšce očí</i>	A2 = 730
B1	PPP, šířka	B1 = 480
B2	Maximální pracovní prostor, šířka	B2 = 1 170
C1	PPP, hloubka	C1 = 170
	PPP pro práci s podepřenými pažemi	C1 = 290
C2	Maximální pracovní prostor, hloubka	C2 = 415



Obr. 10 Meze pracovní oblasti pro paže.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

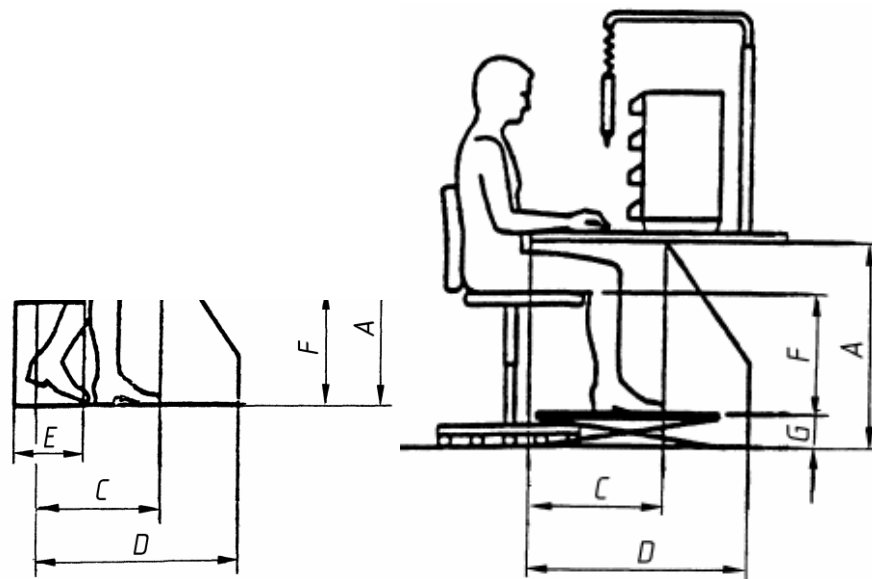
2.10.2 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla při sezení



Obr. 11 Šířka prostoru pro chodidla a nohy. [9]

Tab. 18 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla. [9]

Označení rozměru	Popis	Rozměr [mm]
A	Výška prostoru pro nohy (nastavitelná)	A = 720 A min = 495 A max = 820
B	Šířka prostoru pro chodidla a nohy	B = 790
C	Prostor pro nohy, hloubka u výšky kolen	C = 547
D	Hloubka prostoru pro chodidla	D = 882
E	Prostor pod sedadlem pro pohyb nohou	E = 285
F	Výška sedadla nad podložkou (nastavitelná)	F min = 370 F max = 535
G	Výška nožní opěrky	G min = 0 G max = 165



Obr. 12 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla. [9]

3 HODNOCENÍ ERGONOMICKÝCH POŽADAVKŮ A PRACOVNÍCH PODMÍNEK

3.1 Přístupy k analýze stavu a racionalizaci pracovního prostředí

Předpokladem k vytvoření takového prostředí na pracovišti, kde budou zaručeny optimální podmínky pro práci člověka, je poznání obtěžujícího, rušivého a škodlivého vlivu pracovních podmínek na člověka. [19]

„Zkoumá ní pracovního prostředí v rámci racionalizace práce může mít několik cílů, a to:

- zdokonalit pracovní prostředí, aby se zlepšily pracovní podmínky pracovníkům, a tím dosáhnout zvýše ní výkonnosti a zlepšení celkové pracovní pohody,*
- odstranit negativní působení nepříznivých faktorů pracovního prostředí, aby se zlepšila bezpečnost a hygiena práce a snížila nemocnost,*
- zlepšit pracovní prostředí zejména z technologických důvodů.“ [19]*

V rámci analýzy pracovního prostředí k porovnání stavu, jaký je na pracovištích a jaký by měl být, se použije porovnání s hygienickými a bezpečnostními předpisy a státními normami. [19]

Základní možné způsoby hodnocení pracovního prostředí jsou [19]:

- a) subjektivní hodnocení měřitelných i neměřitelných faktorů, kdy postačí pouze informativní zjištění stavu prostředí, na jehož základě bude možné realizovat zlepšení stavu,
- b) objektivní hodnocení měřitelných faktorů s použitím různých metod a technik měření, pokud je požadováno získání přesných údajů; většinou se měření doporučí až potom, když byla subjektivním hodnocením zjištěna skutečná potřeba získat údaje objektivním měřením.

3.2 Posouzení pracovního zatížení a náročnosti práce

Pro rychlé zhodnocení ergonomických požadavků a pracovních podmínek na pracovištích prováděných v rámci prevence rizik lze využít jednoduché checklisty, pomocí kterých se hodnotí, zda jsou splněny jednotlivé atributy pracovního místa. Při výběru kritérií pro hodnocení pracovních podmínek se vychází z doporučených hodnot rozměrů, vlastností, limitů atp. [23]

„Posouzení pracovního zatížení a požadavků na fyzický, mentální a psychický výkon pracovníka je základem profesiografie, jejímž cílem je stanovení optimální pracovní zátěže a prvků pracovního prostředí při současném splnění požadavků kladených pracovním procesem. Pro tento účel pouhé dotazníky nepostačí a je nutné využít kontrolních listů, do kterých se u jednotlivých hodnocených prvků zapisují již konkrétní hodnoty nebo úrovně (bodové hodnocení).“ [23]

3.2.1 Metoda profesiografie – kontrolní list

Základem této metody, při které se hodnotí náročnost práce, je sběr informací na pracovištích a jejich záznam do kontrolních listů. Při aplikaci metody se hodnotí jednotlivá kritéria pomocí bodové škály 1 až 5, kde 1 představuje minimální zatížení působení daného faktoru na člověka a 5 maximální. Uvedená kritéria nejsou striktní a lze je dle potřeby upravovat.[23]

Jde o kvalitativní metodu, která má tři fáze [23]:

1. popis činnosti obsahující všeobecnou charakteristiku, výčet a sled vykonávaných operací, používaných nástrojů, strojů a zařízení atd.;
2. popis podmínek a prostředí, za kterých je činnost prováděna;
3. odvození požadavků na pohybové, smyslové a mentální zatížení.

Po ohodnocení jednotlivých kritérií přistupujeme k hodnocení jako celku, a to následovně:

1. v jednotlivých sloupcích vypočítáme sumu;
2. sumu v jednotlivých sloupcích vynásobíme příslušným váhovým faktorem (1 až 5);
3. sečteme výsledek získaný bodem 2;
4. výsledek získaný v bodu 3 vydělíme číslem 16;
5. toto číslo porovnáme s tabulkou (Tab. 19) a přiřadíme stupeň náročnosti práce. [23]

Tímto postupem získáme posouzení pracovního zatížení a nároků na pracovníky, což je ale pouze orientační kvalitativní informace. Detailnějším posouzením kontrolního listu lze stanovit příslušná nápravná opatření směřovaná ke zmírnění působení nežádoucích faktorů a určit priority v řešení. [23]

Tab. 19 Vyhodnocení pracovního zatížení.[23]

Stupeň náročnosti práce	Rozpětí hodnot získaných hodnocením	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 - 5,0	Vysoké

3.3 Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Tato metoda slouží k odhadu rizika poškození a jeho míry především horních končetin (zápěstí, loktů ramen). Je v ní ale také zahrnuto posuzování rizika poloh trupu, krku a dolních končetin.

Každá zmiňovaná část těla se zde hodnotí podle stupnice, kdy je vždy určena základní (neutrální poloha), a poté jsou zde uvedeny polohy další – více či méně extrémní. Po zhodno-

cení a obodování poloh jednotlivých částí těla je dosaženo tzv. Grand Score (celkového skóre), s kterým je spojeno doporučení na změnu v současném provádění práce.

Toto výsledné celkové skóre se dělí do čtyř skupin, a to:

Tab. 20 Stupnice metody RULA.[25]

Skupina	Celkové skóre	Doporučení
1	1 - 2	Práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.
2	3 - 4	Je potřebné další hodnocení a změny by měly být požadovány.
3	5 - 6	Je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve.
4	7	Změna v provádění práce je potřebná co nejdříve.

Poměrně podrobný návod na „manuální“ použití této metody je uveden v Metodickém materiálu Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce nazvaném „Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik“ z roku 2007.

Mnohem elegantnější způsob, jak se rychle a snadno dostat ke kýženému výsledku Grand Score, je použitím různých počítačových aplikací. Možností je poměrně mnoho. Nejlevnějším způsobem je navštívení webových stránek www.rula.co/uk, kde je možnost jednoduše – pouhým klikáním myši na odpovídající obrázky – získat celkové skóre v řádu několika minut. Tato online možnost je zdarma, ovšem oproti softwaru neumožňuje ukládání výsledků. Při použití softwaru např. od kanadské společnosti NexGen Ergonomics, Inc. je možné si výsledky jednotlivých pracovních úkolů ukládat a tedy sledovat změny a pokroky učiněné v reorganizaci práce. Aplikace ErgoIntelligenceTM – UEA od této společnosti mimo jiné zahrnuje i další metody hodnocení rizik spojených s povoláním, jako jsou REBA, OCRA, CTD Risk Index a Strain Index. Na rozdíl od metody RULA a REBA se mi aplikace, které by byly volně přístupné, a poskytovaly by výpočet zmíněných indexů, nepodařilo vypátrat. Je pouze možné využít po registraci 30-ti denních Trial verzí obdobných softwarů jako je Aplikace ErgoIntelligenceTM – UEA.

3.4 Ergonomické normy

V této kapitole uvádím stručný obsah základních ergonomických norem.

3.4.1 ČSN EN ISO 6385

Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů

Norma ČSN EN ISO 6385 je považována za klíčovou ergonomickou normu. Jsou od ní odvozovány další normy, které se zabývají specifickými problémy.

Norma poskytuje základní ergonomický rámec pro odborníky a ostatní zájemce, kteří se zabývají problematikou ergonomie. Je možné ji použít také k navrhování různých výrobků.

Ergonomické hodnocení pracovních systémů, při jejichž navrhování je v úvahu brán souhrn poznatků z ergonomie, zdůrazňuje potřebu věnovat pozornost úloze pracovníka v těchto systémech.

Tato mezinárodní norma stanovuje základní ergonomické zásady jako výchozí směrnice pro navrhování pracovních systémů a definuje související základní pojmy. Popisuje integrovaný přístup k navrhování pracovních systémů tam, kde ergonomové spolupracují vyváženým způsobem během projekčních prací s dalšími pracovníky zapojenými v navrhování, s důrazem na lidské, sociální a technické požadavky.

Definice a řídicí zásady ergonomie specifikované v této mezinárodní normě se uplatňují při navrhování optimálních pracovních podmínek s ohledem na pohodu, bezpečnost a zdraví pracovníků, včetně rozvinutí současných dovedností a získání dovedností nových, při zohlednění technologické a ekonomické efektivnosti a výkonnosti. [10]

3.4.2 ČSN 36 0011 – 3

Měření osvětlení vnitřních prostorů – část 3: Měření umělého osvětlení

Tato norma obsahuje ustanovení pro měření podmínek umělého osvětlení a doplňujícího umělého osvětlení při sdruženém osvětlení ve vnitřních prostorech budov. [4]

3.4.3 ČSN EN 13 861

Bezpečnost strojních zařízení - návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení

Tato evropská norma uvádí metodiku k dosažení souvislé aplikace různých ergonomických norem pro konstrukci strojního zařízení. Normy pro ergonomickou konstrukci strojního zařízení, na které jsou uváděny odkazy v tomto dokumentu, mohou pomoci zamezit nebo snížit četná nebezpečí a rizika vyhodnocením ve stadiu konstrukce, přičemž se zvažuje předpokládané použití a předvídatelné nesprávné použití příslušného strojního zařízení. Tuto normu lze používat pouze v kombinaci s dalšími relevantními ergonomickými normami.

Obsahuje seznam ergonomických norem použitelných při návrhu norem bezpečnosti strojního zařízení. [8]

3.4.4 ČSN EN ISO 7250

Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování

V této mezinárodní normě jsou shrnuty základní antropometrické rozměry, které mohou sloužit jako základ pro porovnávání populačních skupin.

Antropometrické rozměry zde shrnuté mají ergonomům pomáhat při definování populací uživatelů a při převádění metrických dat pro účely projektování pracovního a životního prostředí. Cílem není poskytovat návod k měření, ale zprostředkovat ergonomům a projektantům základní antropometrické poznatky a současně objasnit princip měřicích metod. [11]

3.4.5 ČSN EN ISO 14738

Bezpečnost strojních zařízení – antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení

Tato mezinárodní norma je založena na současných ergonomických poznatcích a antropometrických měřeních. Stanovuje zásady pro odvozování rozměrů z těchto měření a jejich aplikaci v uspořádání pracovních míst u stacionárních strojních zařízení. Specifikuje prostorové požadavky pro obsluhu zařízení a pro polohy vsedě a vstoje. [9]

3.4.6 ČSN EN 1005-4 +A1

Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení.

Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení

Tato norma obsahuje pokyny pro posuzování možných zdravotních rizik souvisejících s polohami a pohyby u strojního zařízení. Jsou zde popsány polohy a pohyby, při nichž nedochází k žádnému nebo jen minimálnímu vnějšímu silovému působení. Cílem uvedených požadavků je snížení zdravotní rizika pro téměř všechny zdravé dospělé pracovníky. [6]

3.4.7 ČSN EN 1005-5

Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace

Tato evropská norma představuje vodítko v posuzování a řízení zdravotních a bezpečnostních rizik spojených se strojním zařízením při velmi často opakované ruční manipulaci.

Norma specifikuje referenční údaje pro četnost úkonů horních končetin při obsluze strojního zařízení a představuje metody posuzování rizika určené k analýze jeho možného snižování.

Norma platí pro strojní zařízení profesionálně používaná zdravými dospělými pracovníky.

Není ale použitelná pro opakované pohyby a s nimi souvisejícími riziky pro krk, záda a dolní končetiny. [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MEOPTA - OPTIKA, S.R.O.

Meopta – optika, s. r. o. je společnost s dlouholetou tradicí v oblasti výroby vysoce kvalitních opto-mechanických přístrojů určených pro komerční uživatele, pro použití v průmyslu i pro speciální nasazení.

Pro firmu je charakteristická průběžná aplikace moderních řídicích metod, osvojování špičkových technologií a vývoj nových produktů.

Firma získala certifikáty EN ISO 9001:2000, EN ISO 14001:2004 a Certifikát splnění požadavků českých obranných standardů ČOS 051622.

Meopta se zaměřuje na sponzoring v oblastech: činnost ve sportovní oblasti, činnost v oblasti ochrany přírody, v oblasti získávání nových kvalifikovaných zaměstnanců a činnost charitativní. Firma také spolupracuje se vzdělávacími institucemi. [24]

4.1 Základní údaje

Název firmy: Meopta – optika, s. r. o.

Sídlo: Kabelíkova 1, Přerov

Datum založení: 29. 7. 1993

Ovládající společností je společnost TCI Services Establishment se sídlem ve Vaduzu v Lichtenštějnsku. Podíl této společnosti na základním kapitálu činí 62,77 %. [24]

4.2 Historie firmy

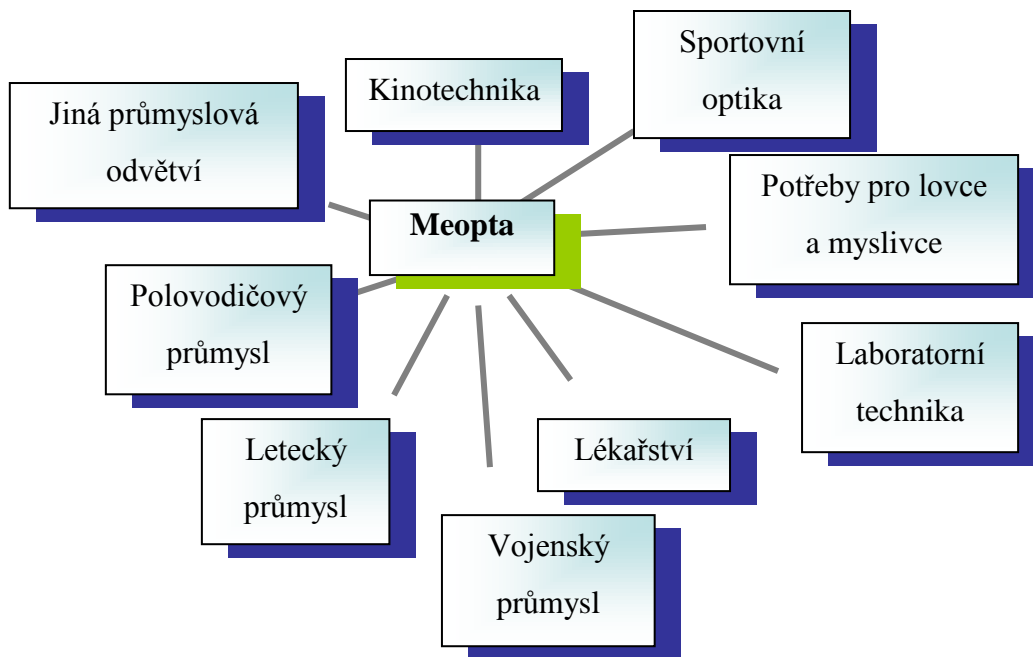
Historii současné firmy Meopta-optika, s.r.o. nejlépe popisují následující historické mezníky:

Tab. 21 Historie firmy.[24]

1933	V Přerově byla založena firma Optikotechna Ing. Aloisem Benešem. Dr. Mazurek, jeho spolupracovník, zkonstruoval první československý zvětšovací objektiv.
1934-1937	Výroba firmy se soustředila na vybavení temné komory (zejména zvětšovací přístroje a objektivy).
1937	Byly vybudovány nové výrobní prostory pro rozšíření výroby na předměstí Přerova.
1939-1945	Optikotechna byla donucena dodávat vojenské optické přístroje pro německou armádu (zaměřovače, dálkoměry, periskopy, binokulární dalekohledy, puškokhledy).
1946	Optikotechna byla přejmenována na národní podnik Meopta.
1947-1970	Podnik se stal jedním z největších výrobců zvětšovacích přístrojů na světě a také jediným výrobcem kinoprojektorů ve Střední a Východní Evropě.
1953	V Přerově byl založen Ústav výzkumu optiky a jemné mechaniky.
1971	Výrazný nárůst vojenské výroby pro armády Varšavské smlouvy (až 75% obrátu).
1988	Meopta obnovila výrobu puškokhledů, pokles vojenské výroby.
1990	Podíl vojenské výroby v Meoptě klesl na nulu a Meopta se začala rozdělovat na dceřinné akciové společnosti.
1992	Meopta je plně privatizovaná a zůstává jediným optickým výrobcem v ČR. Stává se dodavatelem největších světových optických firem.
2003	Fúzí akciových společností Meopta Přerov, a.s. a Meopta - optika, a.s. je znovu vytvořena jedna společnost.
2006	Proběhla změna právní formy na Meopta - optika, s.r.o.

4.3 Uplatnění výrobků

Produkty Meopty se uplatňují v těchto odvětvích:



Obr. 13 Oblasti uplatnění výrobků. Zdroj: [Vlastní zpracování].

4.4 Struktura společnosti

Meopta-optika s.r.o. je rozdělena do následujících divizí [24]:

4.4.1 Optická výroba

Volné optické produkty Meopty zahrnují komponenty, které jsou použitelné pro laserovou optiku, měřicí techniku, lékařství, vojsko, letecký průmysl a komerční použití.

Optická výroba zahrnuje tyto oblasti:

- Rovinná optika (plochá skla, hranoly, desky)
- Sférická optika (čočky)
- Proces nanášení tenkých vrstev (antireflexní vrstvy s vysokou propustností, vrstvení zrcadel, pokovování a dielektrické vrstvy, světelné děliče, vodivé vrstvy,...)
- Lakování laky (krytí optických povrchů, na vodní bázi, epoxydové i polyuretanové)
- Měření a testování (tloušťka lakování, krycí denzita laku, testování přilnavosti atd.)

4.4.2 Mechanická výroba

Mechanická výroba zahrnuje tyto oblasti:

- Obrábění (nejmodernější CNC obráběcí stroje pro výrobu mechanických součástí s vysokou přesností)
- Tepelné zpracování (žihání, duralové tvrzení, nitridování, cementování, kalení aj.)
- Povrchová úprava
- Mechanické a chemické předúpravy (tryskání, broušení, kartáčování, leštění, odmašťování v ultrazvukové lince, ...)
- Anorganické povrchové úpravy (zinkování, kadmiování, chromátování zinkových a kadmiových vrstev, niklování, chromování, mědění, fosfátování)
- Organické povrchové úpravy (konzervace, lakování, sítotisk)

4.4.3 Montáž

Montáž je prováděna v čistých prostorách třídy 100 000 až 100 a zahrnuje technologie pro spojování kovových, plastových a skleněných součástí. Meopta montuje širokou škálu optickomechanických a optoelektronických výrobků pro hi-tech průmysl.

Mezi typické produkty montáže patří:

- Objektivy, okuláry, čočkové a hranolové převraccí soustavy
- Dalekohledy (puškohledy, pozorovací dalekohledy, binokuláry)
- Různé typy předsádek
- Filmové projektory (pro 35 mm filmy)
- Podsestavy pro digitální projektory
- Vojenské systémy a přístroje nočního vidění
- Měřicí a testovací přístroje
- Luminometry
- Profilprojektory
- Různé optickomechanické nebo optoelektronické podsestavy

4.4.4 Výzkum a vývoj

Oddělení má přes 70 odborných pracovníků, kteří se specializují na různá odvětví související s optickou a mechanickou produkcí.

Vývojový tým má možnost ověřit své výsledky vývoje zhotovením prototypu výrobku ve vlastní prototypové dílně včetně ověření dosažených parametrů v podnikové zkušebně.

4.4.5 Nářadí

Meopta nabízí silné schopnosti v konstrukci nástrojů a produkci. Nářadovna nabízí zkušenosti a expertízy v technologii, programování a měření.

4.4.6 Testování a měření produktů

U všech výrobků jsou výstupní kontrolou pečlivě testovány všechny parametry důležité pro uživatele. Meopta má také další specializované laboratoře vybavené nejmodernější měřicí a zkušební technikou.

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

5.1 Analyzovaná pracoviště

Mezi analyzovaná pracoviště patří pracoviště zvané Flow-box a pracoviště justáží.

5.1.1 Flow-box

Flow-box (viz Obr. 14) je speciální pracoviště. Jedná se o stůl, na kterém jsou prováděny operace zmiňované níže, opatřený odsavem a vlastním osvětlením.



Obr. 14 Flow-box. Zdroj: [Vlastní zpracování].

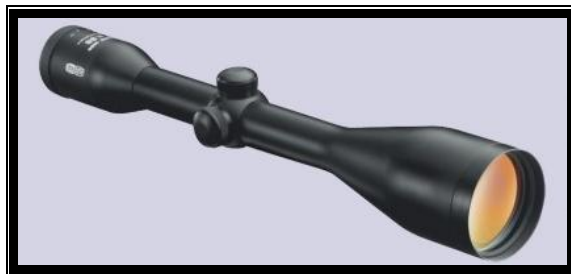
Analýza probíhala na dvou dílnách. Na dílně číslo 1 se montují podsestavy výrobku A. Jedná se o speciální zaměřovací optiku (Obr. 15). Do tubusu je nutné vložit dvě čočky, převrácení hranol a kroužky. Nejčastější a nejdůležitější činností je zde neustálé čištění a leštění kompletovaných součástí. Operátorkám provádějícím tuto činnost se proto říká čističky.



Obr. 15 Výrobek A. Vlevo bez obalu, vpravo s obalem. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Musí být zajištěno, aby výrobek byl ve 100 %-ní kvalitě. Ve výrobku nesmí být ani malá částička prachu. K usnadnění práce čističek slouží již zmiňovaný odsav, který nasává vzduch z flow-boxu a odsává z něj velké množství prachových částic, čímž se na komponentech usazuje při provádění pracovního úkolu podstatně menší množství prachu, než kdyby se tyto kompletovaly pouze u běžného stolu.

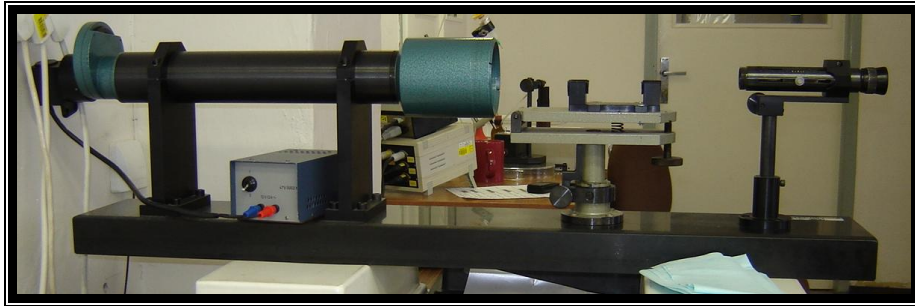
Na dílně číslo 2 se kompletují puškohledy. Jedná se o podobný charakter práce, ale na jiném výrobku. Rozdíly jsou zde zejména ve velikosti podsestavy, která se zde montuje, a s tím souvisejícím rozdílem např. ve velikosti čoček.



Obr. 16 Puškohled Artemis 2000 7x50. [24]

5.1.2 Justáž

Po sestavení putuje podsestava (výrobek A nebo puškohled) na justáž. Při justáži se podsestava vystředuje a doladuje. Činnosti vedoucí k doladění podsestavy provádí operátor nazývaný justér na zařízení, které se nazývá kolimátor. Zjednodušeně řečeno zde operátor pomocí šroubováků vystředuje kříž, který je v optice výrobku A, aby se kryl s křížem, který se zobrazuje v kolimátoru. Zajišťuje tedy přesnost výrobku A. Existují různé druhy kolimátorů, záleží, která podsestava se na něm justuje. Analýze bylo podrobena pracoviště justérů na dílně 1 (u výrobku A).



Obr. 17 Kolimátor pro justování podsestav výrobku A.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.2 Kontrolní list pro metodu profesiografie

Na základě pozorování pracovišť Flow-box a justáž byly vyplněny checklisty pro profesiografii, a to následujícím způsobem (viz Obr. 18):

5.2.1 Flow-box

Výpočet pro zařazení práce do skupiny rizikovosti: $66/16 = 4,13$

Po výpočtu bylo zjištěno, že práce čističek spadá do kategorie 4, tedy do kategorie zvýšeného pracovního zatížení plynoucího z této pracovní činnosti.

5.2.2 Justáž

Výpočet pro zařazení práce do skupiny rizikovosti: $75/16 = 4,69$

V případě justérů bylo dosaženo celkového skóre 5, což dle tabulky v kapitole 3.2.1. ukazuje na vysoké pracovní zatížení a nároky na pracovníka.

VYHODNOCENÍ										Položka	KRITÉRIA	
Flow-box					Justování							
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	Poloha vsedě	
	///						///			3.2	Prostor pro nohy/chodidla	
		///					///			3.3	Dosah horní končetiny	
				///					///	4	Požadavky na zrak	
///					///					5	Požadavky na sluch	
			///						///	6	Postřeh, pozornost (čtení ve výkresech, pozornost na objekt)	
	///					///				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	
3	9	8	4	1	3	8	6	2	6	Součty sloupců hodnocení		
3	18	24	16	5	3	16	18	8	30	Součty sloupců x váhový koeficient		
Celkem:				66	Celkem:				75			

Obr. 18 Kontrolní list profesiografie. Zdroj: [Vlastní zpracování[23]]

5.3 Ergonomický audit

Firmou jsem byla požádána o provedení ergonomického auditu. Ten vychází z teoretické části diplomové práce. Je tedy z velké části založen na normách ČSN. V následujících kapitolách jsou konfrontovány naměřené údaje z firmy s údaji uvedenými v normách ČSN.

Analyzovaná pracoviště jsem nerozdělila podle dílen, ale podle druhu činnosti, který se na pracovištích provádí. Nebudu tedy analyzovat zvlášť dílnu 1 a dílnu 2, ale pracoviště typu flow-box a pracoviště typu justáž. V této analýze totiž nejde o výrobky, ale pojícím prvkem je zde člověk. Rozhodujícím prvkem pro tuto dělbu je tedy společný faktor, a to převládající druh činnosti na pracovišti a pohyby s ním spojené.

5.3.1 Sedadla

Sedadla jsou na všech analyzovaných pracovištích stejného typu.

Tab. 22 Audit sedadel. Zdroj: [Vlastní zpracování].

označení rozměru	rozměr [mm]	naměřené hodnoty	vyhovuje
šířka sedadla	min 360	430	ANO
hloubka sedadla	360 - 450	380	ANO
výška sedadla nad podlahou	420 - 480	*	*
úhel sklonu sedadla k podlaze	0° - 5°	0°	ANO
úhel sklonu opěradla k sedadlu	max 110°	90°	ANO

Jak je vidět z tabulky, všechna sedadla splňují požadavky dle normy ČSN 91 0620. Sedadla jsou tedy konstrukčně dle normy v pořádku. To ale nezaručuje, že když má pracovnice židli ve výšce, která je v mezích normy, že sedí správně. Vše se musí posoudit podle konkrétní osoby a situace. Není např. na škodu, pokud má operátorka sedadlo ve výšce 530 cm, pokud je to v souladu s její výškou a výškou pracovní plochy.

5.3.2 Pracovní prostor

Pracovní prostor se posuzuje z hlediska jeho výšky, šířky a hloubky.

5.3.2.1 Flow-boxy

Tab. 23 Audit rozměrů pracovního prostoru: Flow-boxy.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

označení rozměru	rozměr [mm]	naměřené hodnoty	vyhovuje
max výška pracovního prostoru	730	740 - 770	P ANO*
max šířka pracovního prostoru	1 170	1 580	NE
max hloubka pracovního prostoru	415	600	NE

Při vykonávání pracovního úkolu se horní končetiny pracovníků pohybují i mimo hodnoty stanovené normou, maximální šířka i hloubka pracovního prostoru je výrazně větší. Výška pracovního prostoru vyhovuje v případě, že je pracovní místo opatřeno nožní opěrou, což ovšem není. Výška pracovního prostoru vyhovuje pouze tam, kde je operátorka většího vzrůstu.

5.3.2.2 Justáže

Tab. 24 Audit rozměrů pracovního prostoru: Justáže. Zdroj: [Vlastní zpracování].

označení rozměru	rozměr [mm]	naměřená hodnota	vyhovuje
max výška pracovního prostoru	730	cca 1200	NE
max šířka pracovního prostoru	1 170	50	ANO
max hloubka pracovního prostoru	415	420	NE

U justování je šířka pracovního prostoru v pořádku. Problematická je jeho výška, která je značně v nesouladu s normou. Ve spojení s překročením maximální hodnoty hloubky pracovního prostoru je zřejmé, že poloha horních končetin při tomto druhu činnosti, je absolutně nevyhovující.

5.3.3 Meze pracovní oblasti pro paže při sezení

Při sezení se hodnotí maximální a preferovaný pracovní prostor.

5.3.3.1 Flow-boxy

Tab. 25 Audit mezí pracovní oblasti pro paže: Flow-boxy. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Popis	rozměr [mm]	naměřená hodnota	vyhovuje
Preferovaný pracovní prostor, výška	A1 = 505	do 500	ANO
Maximální pracovní prostor, výška	A2 = 730	do 800	NE
Preferovaný pracovní prostor, šířka	B1 = 480	do 480	ANO
Maximální pracovní prostor, šířka	B2 = 1 170	cca 1300	NE
Preferovaný pracovní prostor (PPP), hloubka	170	170	ANO
PPP pro práci s podepřenými pažemi	290	290	ANO
Maximální pracovní prostor, hloubka	415	420	NE

Asi třetina až polovina činností (záleží na typu podsestavy) prováděná ve Flow-boxu se odehrává v preferovaném pracovním prostoru. V případě vykonávání dalších činností se pracovníce pohybují i mimo hranice maximálních hodnot.

5.3.3.2 Justáže

Jak bylo již zmíněno, při justování se justěři pohybují v přijatelné šířce pracovním prostorem. Co se týká jeho výšky a hloubky pracovního prostoru, ty jsou v rozporu s normou.

Tab. 26 Audit mezi pracovní oblasti pro paže: Justáže. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Popis	rozměr [mm]	naměřená hodnota	vyhovuje
Preferovaný pracovní prostor, výška	A1 = 505	cca 1 200	NE
Maximální pracovní prostor, výška	A2 = 730	cca 1 300	NE
Preferovaný pracovní prostor, šířka	B1 = 480	do 480	ANO
Maximální pracovní prostor, šířka	B2 = 1 170	cca 1 000	ANO
Preferovaný pracovní prostor (PPP), hloubka	C1 = 170	420	NE
PPP pro práci s podepřenými pažemi	C1 = 290	420	NE
Maximální pracovní prostor	C2 = 415	420	NE

5.3.4 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla

Naměřené hodnoty pro prostorové požadavky pro dolní končetiny jsou shodné pro justáž i pro Flow-box.

Dle norem mají pracovníci dostatečný prostor pro dolní končetiny. Nevyhovuje pouze hloubka prostoru pro chodidla, která je omezena trnoží. O výšce sedáku jsem se zmiňovala již dříve. Výška nožní opěry vyhovuje v tom smyslu, že zde žádná není, a proto splňuje minimální hodnotu výšky, což je nula.

Tab. 27 Audit prostorových požadavků pro nohy a chodidla. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Popis	rozměr [mm]	naměřená hodnota	vyhovuje
Výška prostoru pro nohy			
- nastavitelná	A = 720	735 - 765	ANO
- minimální	A min = 495		
- maximální	A max = 820		
Šířka prostoru pro chodidla a nohy	B = 790	1 200 - 1 580	ANO
Prostor pro nohy, hloubka u výšky kolen	C = 547	710	ANO
Hloubka prostoru pro chodidla	D = 882	350	NE
Prostor pod sedadlem pro pohyb nohou	E = 285	neomezený	ANO
Výška sedadla nad podložkou (nastavitelná)	F min = 370 F max = 535	400 - 530	P ANO*
Výška nožní opěrky	G min = 0 G max = 165	0	P ANO*

5.4 Hodnocení poloh částí těla

Polohy částí těla se hodnotí podle normy ČSN EN 1005-4 + A1 ve dvou krocích:

- krok 1: zařazení polohy do pásem na odpovídajícím obrázku
- krok 2: určení pomocí tabulky, zda jde o polohu přijatelnou, nepřijatelnou, či pod-
mínečně přijatelnou

5.4.1 Dílna 1 – Flow-box – výrobek A

Tab. 28 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: výrobek A

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Poloha	Pásmo	Přijatelnost polohy
Trup		
Předklon/záklon	1	přijatelná
Úklon	1	přijatelná
Otáčení	1	přijatelná
Hlava a šíje		
Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	1	přijatelná
Ohýbání šíje stranou	1	přijatelná
Otáčení šíje	2	nepřijatelná
Horní končetiny		
Nadloktí abdukce	2	přijatelná
Nadloktí addukce	2	přijatelná
Loket	do 60 °	přijatelná
Zápěstí	UH	nepřijatelná

Je vidět, že čističky z dílny 1 jsou v ergonomicky vyhovující poloze. Nepřijatelná je pouze frekvence, s níž otáčejí šíji. To lze změnit změnou layoutu. Čistící pohyb vychází ze zápěstí při nejčastější poloze v ulnární deviaci. Pomohla by pouze změna způsobu čištění optiky. V případě nadloktí je poloha přijatelná, protože nadloktí je podepřeno.

5.4.2 Dílna 2 – Flow-box – puškohledy – okulár

Tab. 29 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: okulár.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Poloha	Pásmo	Přijatelnost polohy
Trup		
Předklon/záklon	2	nepřijatelná
Úklon	1	přijatelná
Otáčení	2	nepřijatelná
Hlava a šíje		
Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	1	přijatelná
Ohýbání šíje stranou	1	přijatelná
Otáčení šíje	2	nepřijatelná
Horní končetiny		
Nadloktí abdukce	2	přijatelná
Nadloktí addukce	2	přijatelná
Loket	do 60 °	přijatelná
Zápěstí	UH	nepřijatelná

Layoutem pracoviště je způsobeno, že čistička se předklání a otáčí více, než je přijatelné. Jedná se zde o čištění, proto je i zde nejvýznamnější polohou zápěstí nepřijatelná vysoká ulnární deviace.

5.4.3 Dílna 2 – Flow-box – puškohledy – objektiv

Tab. 30 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: objektiv.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Poloha	Pásmo	Přijatelnost polohy
Trup		
Předklon/záklon	2	nepřijatelná
Úklon	1	přijatelná
Otáčení	2	nepřijatelná
Hlava a šíje		
Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	1	přijatelná
Ohýbání šíje stranou	1	přijatelná
Otáčení šíje	2	nepřijatelná
Horní končetiny		
Nadloktí abdukce	2	přijatelná
Nadloktí addukce	2	přijatelná
Loket	do 60 °	přijatelná
Zápěstí	UH	nepřijatelná

V případě čištění objektivu dochází ke stejným situacím, jako u okuláru, tedy k otáčení šíje a trupu, k předklánění trupu a k vysoké ulnární deviaci.

5.4.4 Dílna 1 – justáž – převraccí hranoly

Tab. 31 Hodnocení poloh částí těla, justáž: převraccí hranoly.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Poloha	Pásmo	Přijatelnost polohy
Trup		
Předklon/záklon	2	nepřijatelná
Úklon	1	přijatelná
Otáčení	1	přijatelná
Hlava a šíje		
Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	1	přijatelná
Ohýbání šíje stranou	1	přijatelná
Otáčení šíje	1	přijatelná
Horní končetiny		
Nadloktí abdukce	2	nepřijatelná
Nadloktí addukce	2	nepřijatelná
Loket	do 60 °	přijatelná
Zápěstí	*	nepřijatelná

V případě justování převraccených hranolů dochází k nepřiměřenému předklonu a hrbení, protože kolimátor je umístěn příliš nízko a daleko. Poloha nadloktí je označena jako nepřijatelná, protože nadloktí je při justování nepodepřeno. Při justování dochází k utahování šroubů na formě s hranolem. Tento pohyb zápěstí je nepřijatelný.

5.4.5 Dílna 1 – justáž – výrobek A

Tab. 32 Hodnocení poloh částí těla, justáž: výrobek A.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Poloha	Pásmo	Přijatelnost polohy
Trup		
Předklon/záklon	4	nepřijatelná
Úklon	1	přijatelná
Otáčení	1	přijatelná
Hlava a šíje		
Přímka směru pohledu směřující nahoru/dolů	1	přijatelná
Ohýbání šíje stranou	1	přijatelná
Otáčení šíje	1	přijatelná
Horní končetiny		
Nadloktí abdukce	3	nepřijatelná
Nadloktí addukce	3	nepřijatelná
Loket	do 60 °	přijatelná
Zápěstí	*	nepřijatelná

Při justování výrobku A dochází k nesprávnému sezení – hrbení. Nejedná se ale většinou o předklon ale o záklon, kdy je sice trup podepřen, ale jen částečně. Celkový dojem z justovací polohy je již na první pohled negativní. Přispívá k tomu také poloha horních končetin, která je jednoznačně nepřijatelná. Jak bylo zmíněno v teoretické části, dle nedávné studie práce v této poloze už jen 10 % pracovní doby způsobuje vážné zdravotní problémy. Justěři jsou v této poloze 70 % času, což je sedmkrát více, než v této studii. Pohyb

zápěstí je podobný jako při justování převracených hranolů, zde se navíc používají další nástroje.

5.4.6 Další části těla

Ze všech zkoumaných operátorů, pouze jedna čistička seděla zcela správně. Zbylí operátoři zaujímali různé polohy, které měly všechny za následek nesprávnou polohu zad střídavě v oblastech bederní, hrudní i krční páteře, což vedlo zároveň k nevyhovujícím polohám dolních končetin.

5.5 Zatěžované oblasti těla operátorů

Bolest patří k projevům těla, které takto signalizuje, že je něco špatně. Je zřejmé, že dělnická profese je spojena s fyzickou prací, která sama o sobě přináší únavu a následně někdy i mírnou bolest. Někdy ale i mírná bolest může předznamenat zdravotní problém, který se projeví až po více letech, a mírná bolest se změní ve velkou bolest, která znamená už velký problém. Proto je dle mého názoru dobré sledovat i tu nejmenší bolest.

Ke zjištění vznikajících komplikací jsem sestavila velice snadno a rychle vyplnitelný dotazník (viz příloha IV). Operátoři měli za úkol na modelu člověka pouze zakroužkovat místa, kde pociťují bolest související jednoznačně s vykonáváním pracovního úkolu. Intenzitu bolesti potom jednoduše očíslovali podle přiložené stupnice. Totéž provedli na modelu hlavy a dlaně. Pro statistické účely jsem do dotazníku zařadila ještě tři otázky, a to dotaz na pohlaví, věk a dobu, po kterou jsou na současné pozici.

O vyplnění dotazníku byl překvapivě velký zájem.

5.5.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 13 operátorů, z toho 8 čističek ve Flow-boxech a 5 justérů.

5.5.1.1 Flow-box

Pro mírnou rozdílnost odpovědí v dotazníku jsem rozdělila vyhodnocení v tomto případě i na dílnu 1 a na dílnu 2.

Mezi respondenty byly tři ženy, které vykonávají tuto práci 1-5 let a jsou ve věkové kategorii 26-45 let.

Tab. 33 Vyhodnocení dotazníku: Dílna 1 – výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Oblast	někdy mírná bolest	vždy mírná bolest	někdy velká bolest	Celkem
	četnost			
levé zápěstí	2			2
pravé zápěstí		2		2
celá záda, zejména bedra		2	1	3
krční svalstvo			1	1
hýžd'ové svalstvo	1			1
Celkem	3	4	2	9

Levé zápěstí bolí čističky díky tomu, že levou rukou pohánějí disk kolotoče. Disk je relativně těžké roztočit, protože má větší hmotnost za účelem větší setrvačnosti. Tím je tedy docíleno toho, že levá ruka nemusí kolotoč pohánět tak často (nižší frekvence), potýká se ale s vyšší hmotností. Z tabulky (Tab. 33) je vidět, že dvě čističky levé zápěstí trápí jenom velice málo, tuto činnost ale nevykonávají déle než 5 let.

Čističky čistí optiku pravou rukou. Dle pozorování vychází čistící pohyb zejména ze zápěstí, a je tedy spojován s každodenní mírnou bolestí.

Jedna z čističek používá elektrický kolotoč, tu bolest ani jednoho zápěstí netrápí. Levou rukou nemusí kolotoč pohánět. Nebolí ji ale ani pravé zápěstí. Její čistící pohyb vychází více z pravého ramene, než u ostatních čističek. Dle mého názoru je to způsobeno tím, že zatímco sed druhých čističek můžeme označit dle následujícího ergonomického auditu za správný, u této čističky jsem si mohla všimnout zcela nevyhovující výšky židle. Čistička sedí velmi vysoko. Tím je způsobeno, že dolní končetiny visí ze židle dolů a táhnou dolů i zbytek těla. Čistička dokonce seděla tak vysoko, že následkem toho měla pracovní plochu tak nízko, že se musela k provádění pracovní činnosti hrbit. Z toho plynou i její velké bolesti zad a krku, přestože tato čistička byla ze všech nejmladší.

Tab. 34 Další symptomy – výrobek A.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

další symptomy	četnost
unavené oči	3
utlumenost díky čistícím kapalinám	3
povolené břišní svalstvo	3
negativní vnímání klimatizace	3

Všechny dotazované shodně uvedly, že s výkonem jejich pracovního úkolu je spojena únava očí. Dle pozorování je toto způsobeno kombinací výparů z čistících kapalin, ostrého světla, které je nutné ke kontrole optiky, a kvůli proudění vzduchu díky odsávání prachových částic. Dále čističky uvedly, že jsou utlumené díky čistícím kapalinám a že mají povolené břišní svalstvo, což je dle literatury také jeden z projevů sedavé práce. Jako negativní je operátorkami vnímáno působení klimatizace na jejich organismus.

Tab. 35 Vyhodnocení dotazníku: puškohledy. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Oblast	někdy mírná bolest	vždy mírná bolest	někdy velká bolest	většinou velká bo- lest	Celkem
	četnost				
levé zápěstí		2	3		5
pravé zápěstí		2	3		5
lokty	2	2			4
malíčky		1			1
ramena		3	2		5
celá záda, zejména bedra			4	1	5
trapezové a krční svaly		2	3		5
Celkem	3	11	15	1	30

Dílňa 2 byla z hlediska bádajícího daleko zajímavější co se týká objevování nedostatků. Na první pohled je patrné, že v dílně 2 existuje větší variabilita potíží, a jsou také v projevech větší bolestivosti. Je to samozřejmě způsobeno i větším počtem dotazovaných, a to pěti.

Čističky v této dílně se potýkají s větší bolestivostí levého zápěstí – dvě bolí zápěstí vždy mírně a tři někdy i hodně. Stejně je to zápěstí pravého. Téměř žádná z těchto čističek nepoužívá elektrický kolotoč, pouze jedna, a to jen na lakování čoček. Začíná se zde projevovat bolest loktů. Tím více, čím déle jsou čističky na této pozici. U ramen je ještě větší problém. Největším problémem je bolest zad, čtyři čističky záda někdy hodně bolívají, jednu dokonce vždy. Všechny také bolí krční a trapézové svalstvo. Jeden výskyt bolesti byl zaznamenán u malíčků (což by mohl být jeden ze symptomů začínajícího syndromu karpálního tunelu).

Tab. 36 Další symptomy – puškohledy.

Zdroj: [Vlastní zpracování]

další symptomy	četnost
unavené oči/pálení	4
utlumenost díky čisticím kapalinám	5
vyschlé sliznice	5
pořezané prsty od mechaniky	3
negativní vnímání klimatizace	5
křečové žíly	1

Na této dílně byla zřetelně větší koncentrace výparů z čisticích kapalin (neměřeno, pouze subjektivně hodnoceno). Čističky si oproti dílně 1 daleko více stěžovaly na unavené oči, dokonce na pálení očí, na vyschlé sliznice zejména horních cest dýchacích. Stejně jako v dílně 1 se zde projevuje utlumenost organismu díky čisticím kapalinám. Svou nespokojenost vyjadřovaly také s klimatizací. Tři z čističek měly pořezané ruce od mechaniky a jedna má problémy s křečovými žilami.

5.5.1.2 Justáž

Dotazník byl vyplněn justéry z dílny 1 – výrobek A, a to čtyřmi justéry (tři ženy a jeden muž), kteří justují již sestavenou podsestavu, a jednou justérkou, která justuje pouze pře-vracecí hranol umístěný uvnitř výrobku A. Počet respondentů – justérů - je tedy pět: čtyři ženy a jeden muž.

Tab. 37 Vyhodnocení dotazníku: Dílna 1 – justáž. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Oblast	někdy mírná bolest	vždy mírná bolest	někdy velká bolest	většinou velká bo- lest	Celkem
	četnost				
levé zápěstí	1	3	1		5
pravé zápěstí	1	1	3		5
pravá dlaň	1	1	2		4
pravý palec			1		1
lokty	1		3		4
ramena		2	3		5
celá záda, zejména bedra		3	2		5
trapézové a krční svaly		2	3		5
Celkem	4	12	18	0	34

Vzhledem k pracovní pozici, ve které se justéři většinu pracovní doby nacházejí jsou na jednu stranu některé výsledky plynoucí z dotazníku překvapivé, jiné nikoli. Můžeme si všimnout zcela jednoznačné bolestivosti zad, trapézových a krčních svalů a ramen. Oba operátory ve věku nad 46 bolí/trne celá pravá dlaň (oba tuto práci dělají déle než šest let), zatímco operátorky, které justují do 5-ti let a není jim více jak 45 let pravá dlaň bolí jen zřídka či málo. Justováním trpí také lokty.

Díky nízkému počtu dotazovaných nejde, bohužel, prokázat přímá souvislost mezi věkem, pohlavím, dobu strávenou na současné pracovní pozici a mírou bolesti jednotlivých částí těla. Je tedy otázkou, zda je náhoda, že jediný muž, justér, má nejméně bolestí (co do po-

čtu označených oblastí těla) a s nejmenší intenzitou, přestože svou práci dělá jako jediný děle než deset let, a spadá do věkové kategorie nad 46 a více let.

Tab. 38 Další symptomy – justáž.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

další symptomy	četnost
unavené oči ze zaostřování	5
mozoly od nářadí	1

Mezi další problémy patří unavené oči ze zaostřování a v případě justérky od převraccích hranolů i mozoly od nářadí.

5.6 Metoda RULA: Flow-box

Pro získání potřebných informací k využití této metody jsem zvolila videozáznam pracovní činnosti. Jedná se o montáž objektivu. Montážní cyklus trvá asi 3 minuty. Při analýze záznamu pracovní činnosti jsem rozdělila pracovní úkol do několika úseků (Tab. 40) podle druhu prováděné činnosti. U jednotlivých činností jsem sledovala dobu jejich trvání a polohy horních končetin – zvlášť pravé horní končetiny a zvlášť levé horní končetiny. Poté jsem činnosti seskupila podle druhu zátěže končetin (např. vysoká ulnární deviace, či nízká extenze). Nakonec jsem všechny polohy rozčlenila podle závažnosti do dvou skupin, případně na skupinu neutrální poloha či rotace.

5.6.1 Podklady pro využití metody RULA

Pro použití metody je potřeba znát polohy, do kterých se při provádění úkonu dostávají klouby horních končetin, a to zápěstí, loket a rameno. Pro označení jednotlivých poloh jsem použila symboliku vycházející z anglické terminologie (Tab. 39).

Tab. 39 Význam zkratek. Zdroj: [Vlastní zpracování].

zkratka	anglický pojem	český pojem
FL	Flexion low	malá flexe
FH	Flexion high	velká flexe
UL	Ulnar deviation low	malá ulnární deviace
UH	Ulnar deviation high	velká ulnární deviace
EL	Extension low	malá extenze
EH	Extension high	velká extenze
NN	Neutral	neutrální poloha

5.6.1.1 Prává horní končetina

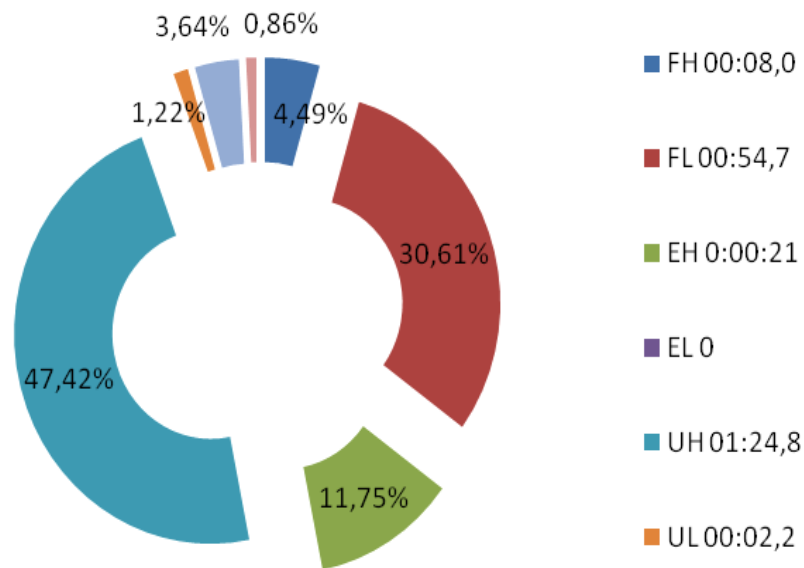
V tabulce (Tab. 40) je znázorněn montážní postup čočky objektivu do mechaniky puškohledu z pohledu PHK. V úvahu je brána doba provádění úkonu v minutách, podíl činnosti na celkovém času montážního cyklu, poloha zápěstí, lokte a ramene při provádění konkrétní činnosti a zdali je při této činnosti ruka podepřena.

Tab. 40 Polohy pravé horní končetiny při provádění pracovního úkolu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

montážní úkony	doba trvání úkonu /min/	relativní četnost	zápěstí	loket	opora lokte	rameno
upevnění čočky v kolotoči	00:14	8%	FL	FL		EH
okapání tyčinky včetně vrácení do lahvičky	00:21	12%	FL	FL		EH
čištění tyčinkou	01:01	34%	UH	FL	ano	EL
čištění hadříkem	00:21	12%	EH	FH		EL
čištění mechaniky	00:07	4%	rotace	FL		EL
ofuk mechaniky	00:08	4%	FH	EL		FL
čištění čočky pod lampou	00:14	8%	UH	FL	ano	EL
čištění čočky v mechanice pod lampou	00:16	9%	FL	FL		EL
nasátí čočky podsavovou pinzetou a umístění do mechaniky	00:10	6%	UH	FL	ano	EL
vizuální kontrola	00:02	1%	UL	FL	ano	EL
vložení do bezprašné krabice	00:03	2%	FL	FL		EL
čekání na levou ruku	00:02	1%	NN			
suma	02:59	100%				

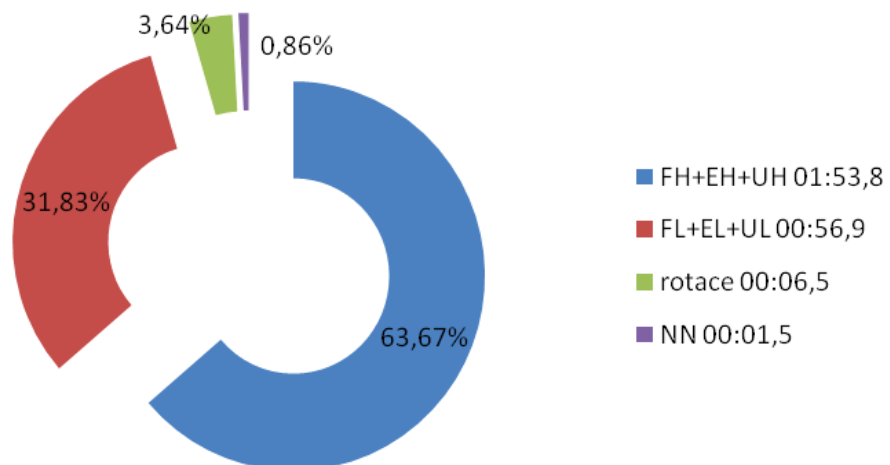
Z grafu (Obr. 19) je zřejmé, že nejdéle je v celém montážním postupu zápěstí v pozici UH, tedy ve velkém úhlu ulnární deviace, a to minutu a 25 sekund, což je asi 47,5 %. Druhou nejčastější polohou je malý úhel flexe, a to 31 % času montáže. Druhou nejextrémnější polohou zápěstí je velká extenze.



Obr. 19 Polohy zaujímané PHK při provádění pracovního úkolu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Graf (Obr. 20) ukazuje, že při montáži objektivu je zápěstí v extrémních polohách asi 64 % času cyklu, zatímco v lehkých polohách se nachází 32 %, rotuje 4 % a v neutrální poloze je pouze necelé 1 %.



Obr. 20 Suma poloh zaujímaných PHK při provádění pracovního úkolu

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Při montáži objektivu je PHK spíše nepodepřena (viz.Tab. 41).

Tab. 41 Podpora PHK při provádění pracovního úkolu

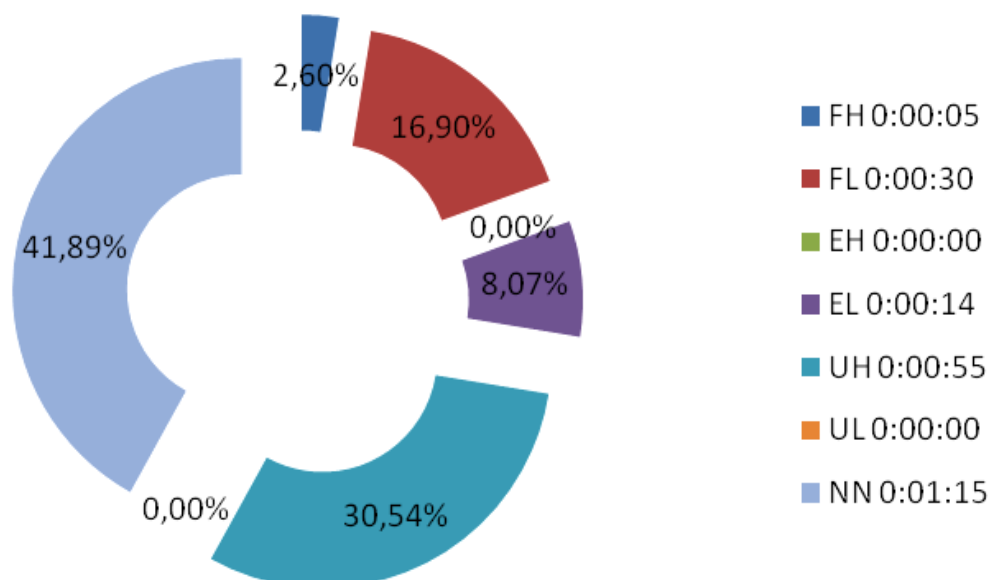
Zdroj: [Vlastní zpracování].

práce...	délka trvání	relativní četnost
s oporou PHK	01:26,9	49%
bez opory PHK	01:30,2	51%

5.6.1.2 Levá horní končetina

Při hodnocení poloh LHK jsem postupovala stejně, jako při hodnocení poloh PHK.

Levé zápěstí se nejčastěji nachází v neutrální poloze (Obr. 21). 30 % času je ovšem ve velké ulnární deviaci. Ve vysoké flexi je necelá 3 %. Další významnou položku tvoří poloha v malé extenzi.



Obr. 21 Polohy zaujímané LHK při provádění pracovního úkolu.

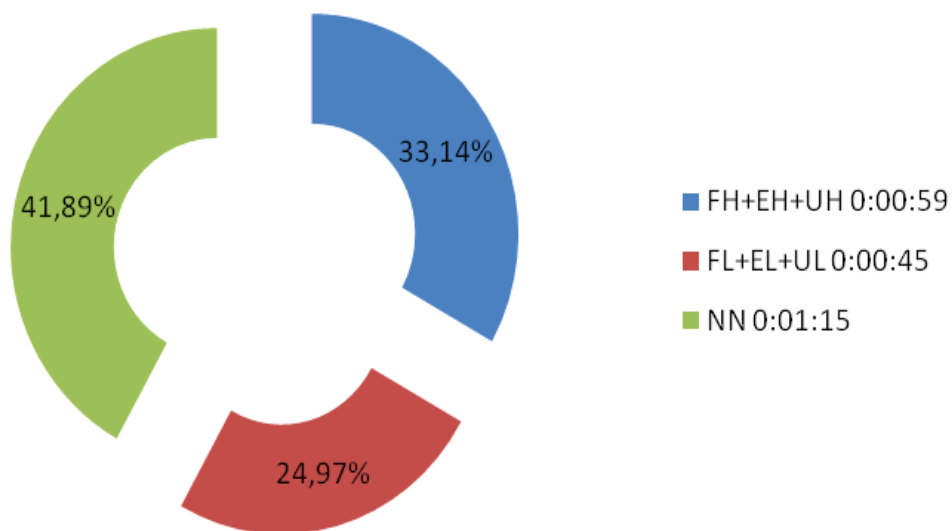
Zdroj: [Vlastní zpracování].

Tab. 42 Polohy levé horní končetiny při provádění pracovního úkolu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

montážní úkony	doba trvá- ní úkonu	relativní četnost	zápěstí	loket	opora lokte	rameno
odklopení víka bezprašné kra- bice	00:03	1,62%	EL	FL		FL
upevnění čočky do kolotoče	00:12	6,62%	UH	FL		FL
ruka spočívá na kolotoči	00:56	31,62%	NN	FL	ano	FL
pohánění kolotoče	00:43	23,92%	UH	FH		FL
držení mechaniky při čištění	00:09	4,94%	NN	FL	ano	FL
držení mechaniky při ofuku	00:09	4,78%	FL	EL		FL
leštění čočky pod lampou	00:12	6,45%	EL	FL	ano	FL
nasátí čočky podsavovou pin- zetou	00:04	2,21%	FL	FL		FL
umístění čočky do mechaniky	00:07	3,92%	FL	FL		FL
čištění čočky v mechanice pod lampou	00:07	4,06%	NN	FL	ano	FL
	00:05	2,60%	FH	FL	ano	FL
	00:07	4,06%	FL	FL	ano	FL
vizuální kontrola	00:02	1,29%	NN	FL	ano	FL
nadzvednutí víka u krabice	00:03	1,93%	FL	EL		FH
suma	02:59	100%				

Z grafu (Obr. 22) vyčteme, že levé zápěstí je v extrémních polohách přes 1/3 času, v mírných polohách asi 1/4 času a v neutrální poloze je zápěstí 42 % času.



Obr. 22 Suma poloh zaujímaných LHK při provádění pracovního úkolu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

LHK je při montáži objektivu spíše podepřená (Tab. 43).

Tab. 43 Podpora LHK při provádění pracovního úkolu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

práce...	délka trvání	relativní četnost
s oporou LHK	0:01:38	55%
bez opory LHK	0:01:20	45%

5.6.2 Použití softwaru

Na základě údajů z předešlé podkapitoly a dalšího pozorování jsem přistoupila k použití softwaru ErgoIntelligenceTM – UEA. Výsledky měření jsou znázorněny ve výstupních tabulkách aplikace.

5.6.2.1 Prává horní končetina

Skóre RULA je v případě PHK rovno hodnotě 6 (Obr. 23), což signalizuje, že je třeba dalšího zkoumání procesu a změny v tomto procesu jsou vyžadovány v nejbližší době.

<u>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</u>				
Analyst: AJ				
Job Name: Montáž objektivu				
Workstation ID: 1				
Hand: Right Side				
Body Parts	Posture	RULA Score		
Wrist	0 to -20	2		
Wrist	In mid-range of wrist twisting range	1		
Wrist	Side Bent	1		
Upper Arms	21 to 45	2		
Upper Arms	Shoulder is raised	1		
Upper Arms	Upper arm is abducted	1		
Lower Arms	> 90	2		
Neck	11 - 20	2		
Trunk	0 - 20	2		
Trunk	Side Bend	1		
Trunk	Not well supported while seated	1		
Legs	Legs/feet well-supported	1		
Body Parts	Posture Score	Muscle Score	Force Score	Total
Arm+Wrist	4	1	0	5
Neck+Leg+Trunk	4	1	0	5
<u>RULA Grand Score: 6</u>				
Recommendation:				
Further investigation and changes are required soon.				
<				

Obr. 23 Výsledky metody RULA pro PHK. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.6.2.2 Levá horní končetina

Celkové skóre LHK je 4, což znamená, že je vyžadována podrobnější analýza (Obr. 24).

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)				
Analyst: AJ				
Job Name: Montáž objektivu				
Workstation ID: 1				
Hand: Left Side				
Body Parts	Posture	RULA Score		
Wrist	0 to 20	2		
Wrist	In mid-range of wrist twisting range	1		
Wrist	Side Bent	1		
Upper Arms	21 to 45	2		
Upper Arms	Arm is supported	-1		
Lower Arms	> 90	2		
Neck	11 - 20	2		
Trunk	0 - 20	2		
Trunk	Side Bend	1		
Legs	Legs/feet well-supported	1		
Body Parts	Posture Score	Muscle Score	Force Score	Total
Arm+Wrist	3	1	0	4
Neck+Leg+Trunk	3	1	0	4
<u>RULA Grand Score: 4</u>				
Recommendation:				
Further investigation is needed.				

Obr. 24 Výsledky metody RULA pro LHK. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.7 Metoda RULA: Justáž

V případě justérů nebyla nutná k použití metody RULA videoanalýza, jako v případě čističek. Již z pouhého přímého měření a pozorování vyplývá, že 70 % doby cyklu jsou justéři v poloze s horními končetinami zvednutými nad úroveň ramen.

5.7.1 Použití softwaru

Jak levá, tak pravá horní končetina je zařazena do skupiny 7 – je doporučováno okamžité vyšetření procesu a okamžitá změna.(Obr. 25)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)				
Analyst: AJ				
Job Name: Justáž Aimpointu				
Workstation ID: 2				
Hand: Right Side				
Body Parts	Posture	RULA Score		
Wrist	> 20	3		
Wrist	In mid-range of wrist twisting range	1		
Wrist	Side Bent	1		
Upper Arms	>+90	4		
Upper Arms	Shoulder is raised	1		
Upper Arms	Upper arm is abducted	1		
Lower Arms	0 to 90	1		
Neck	11 - 20	2		
Trunk	0 - 20	2		
Trunk	Not well supported while seated	1		
Legs	Legs/feet well-supported	1		
Body Parts	Posture Score	Muscle Score	Force Score	Total
Arm+Wrist	8	1	0	9
Neck+Leg+Trunk	3	1	0	4
RULA Grand Score: 7				
Recommendation: Investigate and change now.				

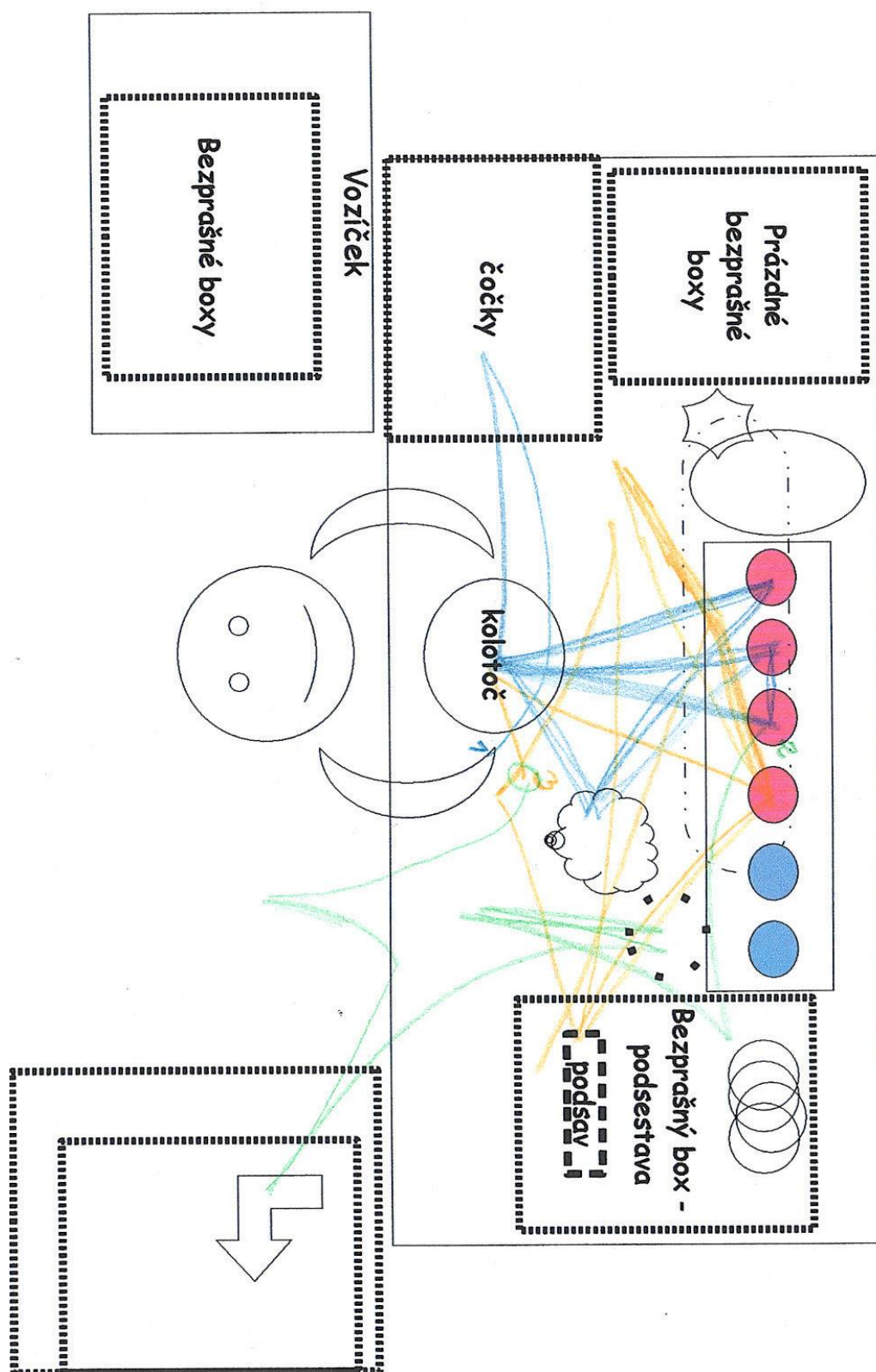
Obr. 25 Výsledky metody RULA pro justáž. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.8 Spaghetti diagram

Pro prostorové zmapování montážního procesu jsem použila spaghetti diagram. Legendy k diagramům jsou umístěny v příloze I a II.

5.8.1 Montáž objektivu

Po provedení analýzy pracovního procesu za pomoci spaghetti diagramu jsem došla ke zjištění, že proces lze rozdělit do tří podprocesů, a to podle oblastí pracovní plochy, kde jsou úkony podprocesu prováděny.



Obr. 26 Layout a spaghetti diagram montáže objektivu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Tyto tři podprocesy jsou:

1. podproces – čištění čočky:

Tento podproces probíhá ve středu přední části pracovní plochy, tedy v ideálním pracovním prostoru. Dochází zde ale k předklonům díky vzdálenějšímu umístění čistících kapalin.

2. podproces – příprava mechaniky:

Příprava mechaniky probíhá v pravé části pracovní plochy.

3. podproces – umístění čočky do mechaniky:

Tento proces se skládá z čištění čočky před umístěním do mechaniky, umístění čočky do mechaniky a čištění čočky a mechaniky ve zkompletovaném stavu. Toto vše probíhá převážně v levém vzdálenějším rohu pracovní plochy.

Při takovémto rozložení procesu dochází k tomu, že operátorka je v podstatě neustále v ergonomicky vyhovující poloze co se týče polohy trupu a hlavy. Dochází k rotaci a předklonu trupu, tedy k odchýlení se od ideální pracovní polohy.

5.8.2 Montáž okuláru

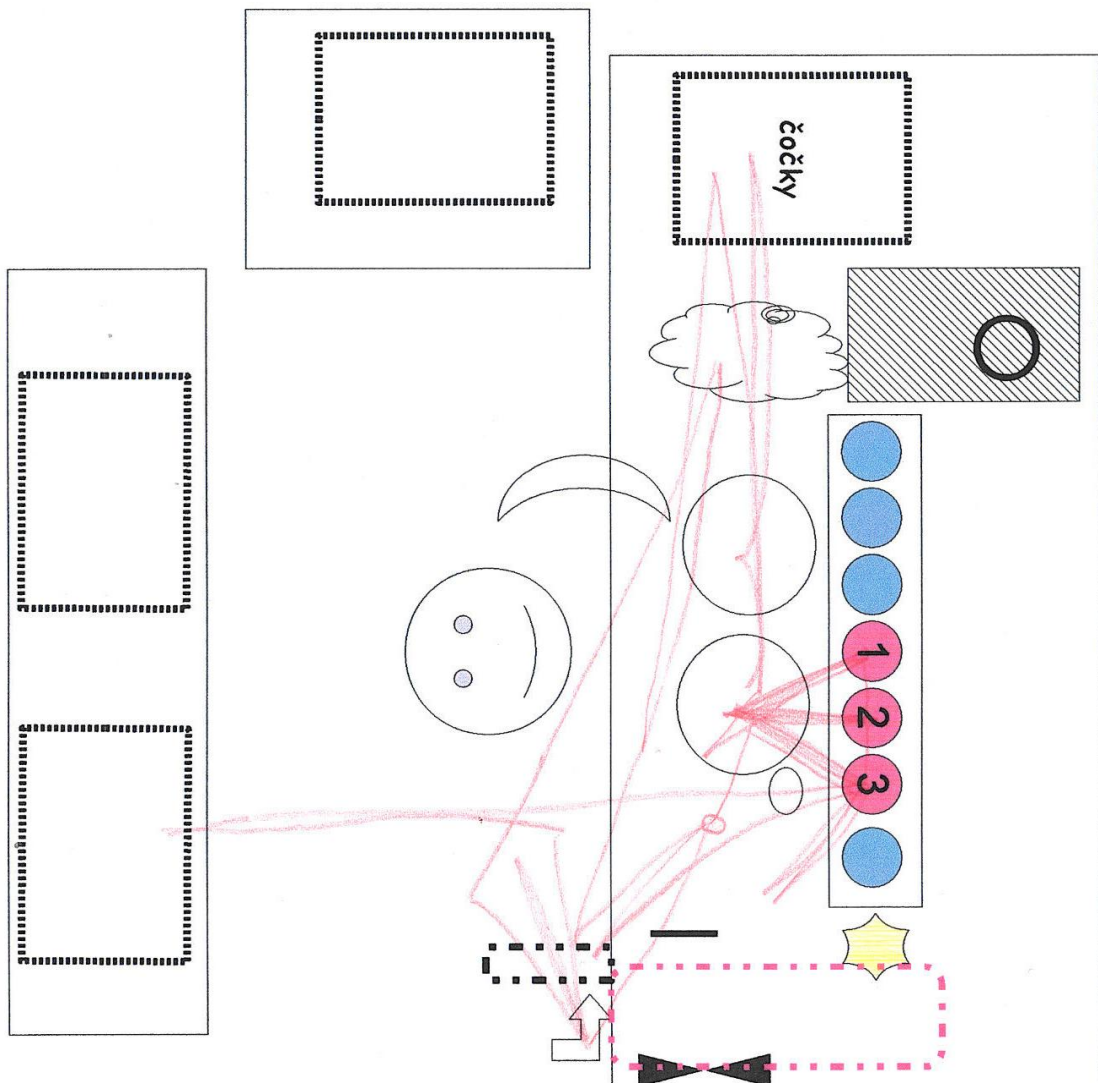
Montáž okuláru se rovněž skládá z pěti podprocesů, jejichž hlavním znakem je:

1. lakování
2. čištění spojky
3. čištění rozptylky
4. celkové čištění podsestavy
5. zkouška hermetičnosti

Analýze pomocí spaghetti diagramu jsem podrobila pouze podprocesy čištění.

5.8.2.1 Fáze 1

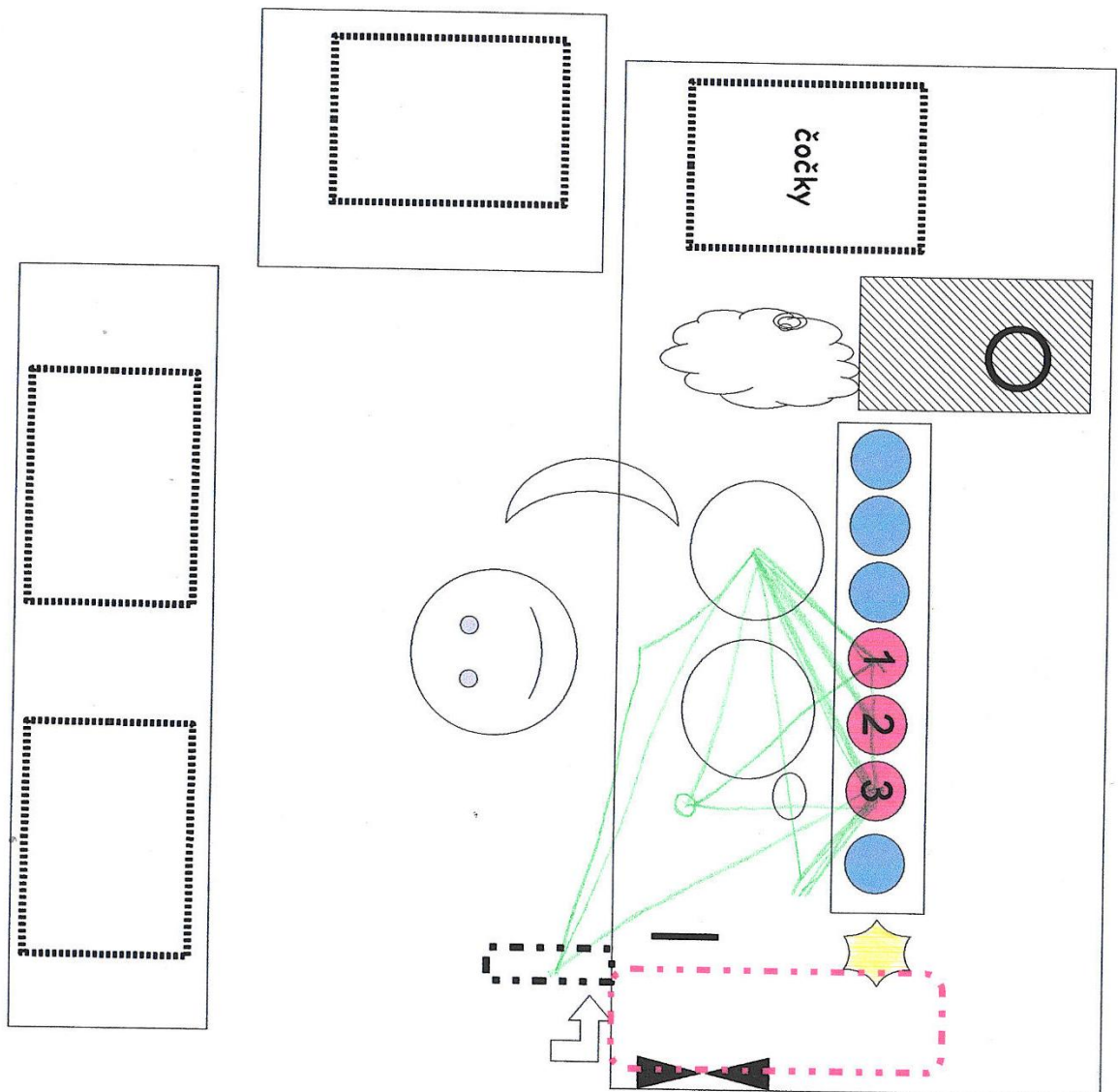
Fáze čištění 1 zahrnuje činnosti související s čištěním spojky, přípravou mechaniky a vložením spojky do mechaniky.



Obr. 27 Fáze čištění 1. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.8.2.2 Fáze 2

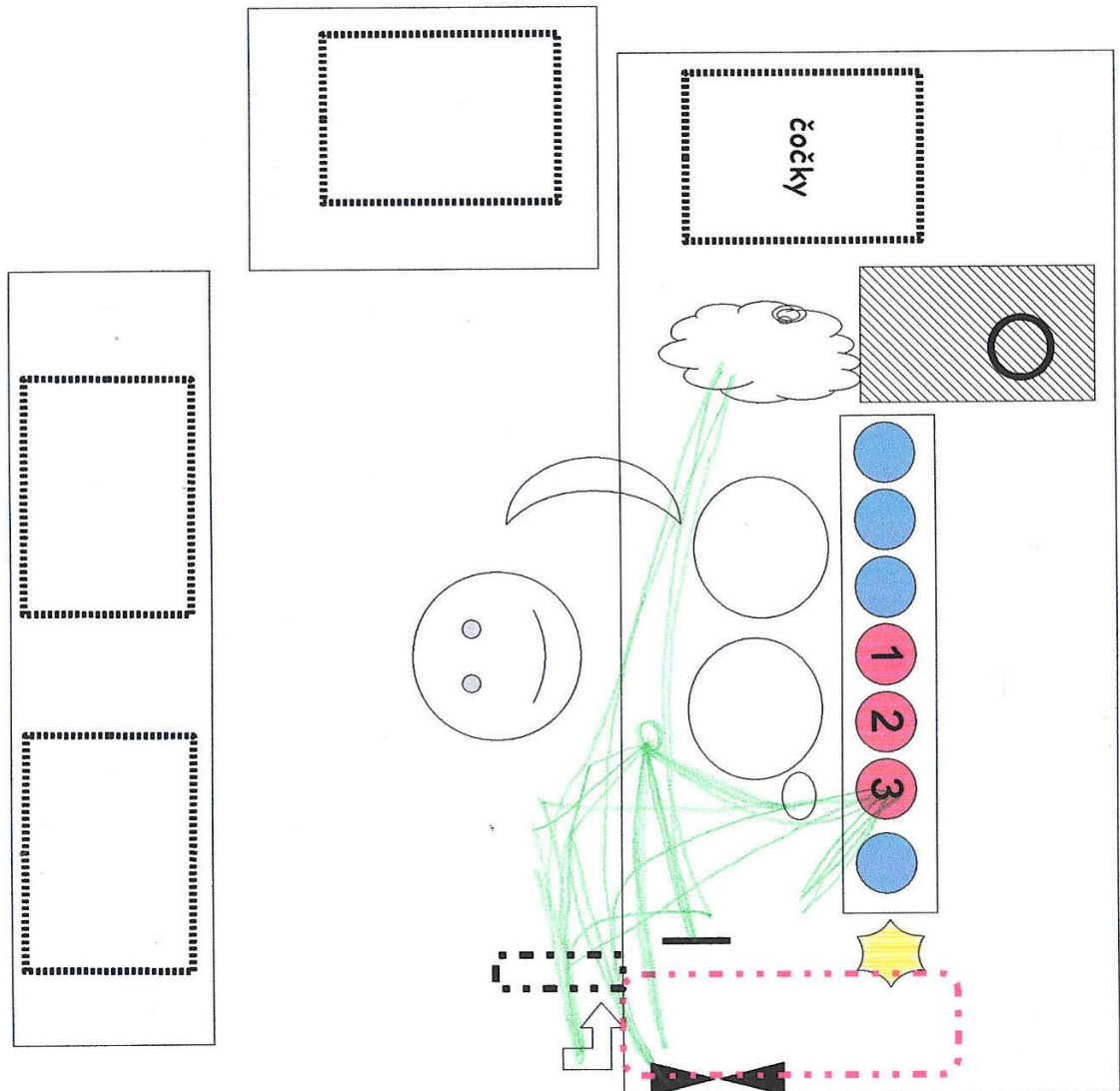
Fáze čištění 2 zahrnuje činnosti související s čištěním rozptylky a vložení rozptylky do mechaniky.



Obr. 28 Fáze čištění 2. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.8.2.3 Fáze 3

Fáze čištění 3 zahrnuje činnosti související s utěsnněním a dočištěním celé podsestavy.



Obr. 29 Fáze čištění 3. Zdroj: [Vlastní zpracování].

I v tomto případě je jasně vidět, že každý podproces čištění se odehrává na odlišném místě pracovní plochy.

5.9 Podmínky ovlivňující práci

V následujících podbodech jsou hodnoceny podmínky, za kterých operátoři pracují a které ovlivňují jejich práci.

5.9.1 Harmonogram pracovní doby

Operátoři na analyzovaných pracovištích pracují v ranní směně. Jejich pracovní doba je rozdělena na následující úseky:

Tab. 44 Harmonogram pracovní doby.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Úsek pracovní doby	V době ...	Délka trvání
1. pracovní blok	6:00 - 8:15	2:15
technologická přestávka	8:15 - 8:30	0:15
2. pracovní blok	8:30 - 11:00	2:30
oběd	11:00 - 11:30	0:30
3. pracovní blok	11:30 - 14:00	2:30

5.9.2 Teplota

Práce čističek je zařazena do třídy práce IIa (práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, montáž malých lehkých dílců, ...) dle Nařízení vlády 68/2010 Sb. Podle tohoto nařízení má být nově při tomto druhu práce teplota vzduchu v rozmezí 18 - 27°C. Za stejných podmínek pracují i justéři.

Všichni operátoři jsou zásobeni ochrannými nápoji dle § 8 NV 68/2010 Sb.

5.9.3 Proudění vzduchu

Vzhledem k charakteru práce (třída IIa) musí být minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště 50 m³/h. [3]

Toto množství vzduchu je na pracoviště dodáváno pouze při porušení zákazu větrání.

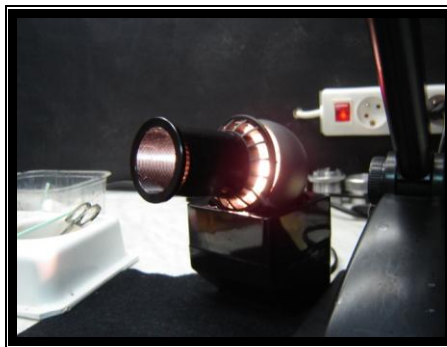
5.9.4 Osvětlení

Jak práce justéru, tak čističek, se vyznačuje trvalou zrakovou zátěží spojenou s náročností na rozlišení detailů. Při montážích je pracovní plocha osvětlena umělým zdrojem. Intenzita osvětlení vyhovuje charakteru práce (jak ve Flow-boxu, tak na justáži), tedy práci velmi jemné s mimořádnými nároky na osvětlení.

Práce se zrakovou zátěží musí být ale dle § 35 NV 68/2010 Sb. v zájmu omezení jejího nepříznivého vlivu na zdraví zaměstnance přerušována bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách nepřetržité práce nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců. [1]

Jak vyplývá z harmonogramu pracovní doby, přestávky relativně odpovídají nařízení vlády. Musíme brát totiž v úvahu, že práce není 100 % monotónní a že tedy k drobnému střídání činností dochází.

Při práci jsou čističky vystavovány pohledu do ostrého zdroje světla, aby byly schopné rozeznat i nejdrobnější nečistoty. Jedním ze zdrojů je lampa umístěná při vzpřímeném pohledu a kontroly kvality v úrovni očí, při čištění čočky je v úhlu do 40°. Dalším zdrojem je lampa (Obr. 30), proti níž se opět kontroluje čistota čočky, která je také velkým zdrojem oslnění, i když se do ni čistička nedívají příliš často.



Obr. 30 Lampa pro kontrolu nečistot.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.9.5 Hluk

Hluk se rozlišuje dle Krále podle intenzity v dB do devíti pásem. Práce ve flow-boxu se řadí do kategorie 30 – 65 dB, která je označována jako zvuk relativní, jehož vliv závisí na

subjektivním hodnocení konkrétním člověkem. Nezávislá akreditovaná laboratoř potvrdila úroveň hluku ve Flow-boxu o intenzitě 64 dB. Může být tedy některým pracovníkům nepříjemný, ale nařízení vlády 148/2006 Sb. stanovuje jako přípustný limit až 85 dB za 8 hodin. [2] Hladina hluku na justáži je dle subjektivního hodnocení podstatně nižší.

5.9.6 Prašnost

Lidskému organismu škodlivá koncentrace prachu se zde nevyskytuje. Jsou zde nařízeny mimo jiné i technologické přestávky, ve kterých se pravidelně dvakrát denně vytírá podlaha. Jsou zde ale zdroje prachu, které prašnost zvyšují, což je v rozporu s charakterem výroby, v jehož zájmu je, aby koncentrace prachu byla co možná nejnižší.

5.9.6.1 Zdroje prachu na dílně

Montáž probíhá, jak bylo zmíněno již dříve, ve Flow-boxu, který nasává vzduch z pracovní plochy a zabraňuje tak usazování prachu. Ale odkud se tento prach neustále bere? Když pomínu lidský prvek, v dílně bylo nalezeno nespočetné množství věcí, na kterých a ve kterých se prach usazuje.

Jedním z nejhorších lapačů prachu je tato **bublinová fólie** (Obr. 31), kterou si čističky nalepily zezadu na Flow-box, aby zabránili prochlazení dolních končetin.

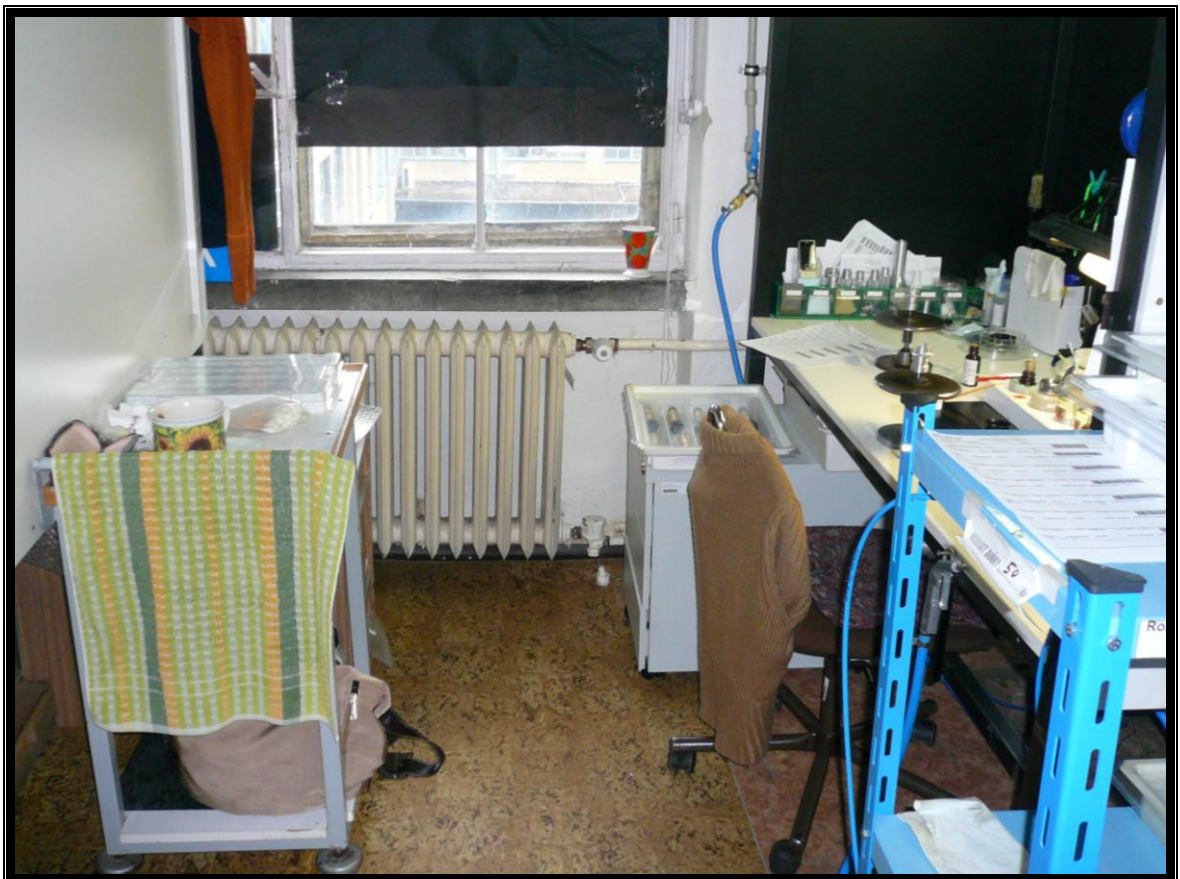


Obr. 31 Bublinová fólie na Flow-boxu.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Přestože je na montáži zaveden standard pracoviště, není příliš dodržován, jak dokládá fotografie. Mezi nepotřebné věci na stole patří:

- nástroje a pracovní pomůcky, které nejsou potřebné k vykonání pracovního úkolu, mezi něž patří také nádoby se štětci, tužkami, špejlemi a jinými ne příliš využívanými nástroji;
- rádio a jiná elektronika;
- kalendáře, obrázky, ozdoby, květiny a jiné.



Obr. 32 Pracoviště Flow-box - předměty, ve kterých se usazuje prach.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

Další místa, kde se prach v dílně usazuje:

- čalouněné židle
- oděvy odložené na židlích, kabelky
- žebrovaná topení
- žaluzie
- otevřené police, které slouží k odkládání právě nepotřebných věcí
- samotné otevřené Flow-boxy, pokud je operátor z nějakého důvodu nepřítomen či dokonce pokud místo není déle obsazeno
- otevřená okna, jimiž proniká prach z nádvoří do dílny

5.10 Nářadí

V následujících bodech je popsáno nářadí, které je používáno pro výkon pracovních úkolů na jednotlivých pracovištích, a u kterého jsem odhalila určité nedostatky.

5.10.1 Flow-box

V levé části obrázku (Obr. 33) je zachycena tzv. **podsavová pinzeta**. Otočením knoflíku v horní části pinzety se aktivuje či deaktivuje sací účinek pinzety na spodní části nástroje. Zejména tato aktivace a deaktivace sání jednou rukou je velice nepohodlná a namáhavá. Nejen kvůli celkové velké délce pinzety, ale zejména díky nevhodné vzdálenosti „možný nejvyšší úchop-ovladač“, a také díky nedokonale tvarovanému de/aktivátoru sání. Velká délka pinzety zhoršuje celkovou manipulaci. Dalším nedostatkem je fakt, že při nasátí optiky pinzetou se optika ušpiní a musí být znovu přečištěna. Díky kovovému zakončení pinzety také hrozí poškození optiky při nasávání.

V pravé části obrázku (Obr. 33) je zachycena tzv. **pistole na ofuk**. Proudem vzduchu, který vychází z pistole při stlačení kohoutku, je čištěna mechanika od drobných smítek. Pistole je ergonomicky řešena, nevýhodou je ale její vysoká hmotnost a její umístění na nejvzdálenějším konci stolu.



Obr. 33 Podsavová pinzeta (vlevo) a pistole pro ofuk (vpravo). Zdroj: [Vlastní zpracování].

Při kontrole nečistot se také používá **tubusu** zachyceného na obrázku (Obr. 34). Oproti černému lesklému kovu tyto nečistoty za dobrých světelných podmínek (tedy pod lampou) dobře vidět. Tubus je umístění mimo běžný dosah pravé paže.

Činnost podání si tubusu a jeho zpětné vrácení na své místo trvá přibližně 5 sekund.



*Obr. 34 Tubus pro kontrolu podsestavy.
Zdroj: [Vlastní zpracování].*

5.10.2 Justáž

Při justáži se používají různé druhy nástrojů, mezi nimi i tento **šroubováček**. Jeho průměr je ale příliš malý (pouze 7 mm). Justéři mají sice k dispozici sadu podobných šroubováků, ty ale disponují vyměnitelným hrotem. Neustále se tedy povolují a musí být často utahovány. Proto justéři raději používají typ šroubováku znázorněném na obrázku.



Obr. 35 Šroubovák používaný při justáži. Zdroj: [Vlastní zpracování].

5.11 Nemoci z povolání

Od roku 2003 nebyly ve firmě v divizi montáž evidovány žádné nemoci z povolání.

6 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V analytické části jsem pro celkové posouzení pracovišť použila metodu profesiografie. Podle této metody je práce čističek ve Flow-boxu zařazena do kategorie 4, tedy do kategorie zvýšeného pracovního zatížení plynoucího z této pracovní činnosti. V případě justerů bylo dosaženo celkového skóre 5, což ukazuje na vysoké pracovní zatížení a nároky na pracovníka.

Dále jsem použila dotazník, abych zjistila, které části těl pracovníků jsou konkrétně zatěžovány. Většinu pracovníků bolí záda. U čističek je nejmarkantnější bolest pravých zápěstí, poněkud menší bolest pociťují v levém zápěstí. U justerů je největší problém ve zdvižených nepodepřených horních končetinách. Dále všechny operátory trápí namáhání očí kvůli ostrému světlu a tam, kde se pracuje s čistícími kapalinami, je to také utlumenost, případně i vyschlé sliznice z výparů těchto kapalin.

Pro odhad rizik nemocí z přetížení jsem použila metodu RULA. Pro práci čističek je dle této metody navrhováno, aby jejich pracovní proces byl podroben dalšímu zkoumání, protože změna by se měla odehrát v krátkém časovém období. U justerů je doporučována změna provádění práce ihned.

Pracovní proces čističek okuláru a objektivu jsem podrobila analýze pomocí spaghetti diagramu. Bylo zjištěno, že pracovní postup se odehrává na třech odlišných místech stolu, a tím pádem dochází k nevhodným polohám těla a končetin čističek.

Zkoumání jsem také podrobila náradí, pracovní prostředí a zaznamenala jsem předměty, na kterých se usazuje prach více, než je požadováno.

7 PROJEKT OPTIMALIZACE PRACOVIŠŤ

7.1 Základní údaje o projektu

Název projektu

Projekt optimalizace vybraných pracovišť ve společnosti Meopta – optika, s. r. o.

Řídící tým

Členy řídicího týmu jsou:

- Ing. Vojtěch Sanetník: vedoucí projektů průmyslového inženýrství ve firmě Meopta - optika s. r. o.,
- Ing. Jaroslav Dlabač: vedoucí diplomové práce,
- Bc. Alena Jahodová: student Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Iniciace projektu

Impulsem pro zadání tohoto projektu oddělením PI společnosti bylo ještě větší uvědomění si důležitosti lidského prvku ve výrobním procesu a uvědomění si důležitosti zachování dobrého zdravotního stavu svých zaměstnanců.

Požadavky společnosti

Požadavkem společnosti bylo zjistit, jestli vybraná pracoviště odpovídají ergonomickým požadavkům. V případě, že by tato pracoviště nevyhovovala, bylo nutné navrhnout změny vedoucí ke zlepšení současného stavu. Požadavkem bylo také vytvoření návrhu k odstranění případných dalších nedostatků, které se mohou při ergonomické analýze objevit.

Hlavní cíl projektu

Hlavním cílem projektu je vytvoření ergonomicky vyhovujících pracovišť divize montáž ve firmě Meopta-optika, s. r. o.

Dílčí cíle projektu

- zavedení ergonomického myšlení do práce designérů pracovního prostředí ve firmě a samotných operátorů
- snížení prašnosti na dílně

Kritéria úspěchu

Za kritéria úspěchu považují:

- získání informací ve správném množství a kvalitě
- správné provedení analýzy současné situace
- pozitivní přístup všech zúčastněných (podpora vedení, spolupráce operátorů atp.)
- ochota firmy investovat do zlepšování pracovních podmínek zaměstnanců

Co není součástí projektu

Práce má charakter návrhu a doporučení pro společnost, na které záleží, jestli tento projekt bude uveden do praxe, projekt se proto nebude zabývat vyčíslením finančních přínosů.

Omezení projektu

Projekt má omezení:

- časové: vyřešení problematiky je nutné do konce dubna 2010;
- co se týká podpory: otázka významnosti ergonomie pro vedení společnosti;
- nákladové: v případě realizace projektu je nutné vyčíslení nákladů.

Rozpočet projektu










Rozpočet projektu není stanoven.

Podmínky projektu

Při řešení projektu bude vycházeno jak z teoretické části diplomové práce, tak především z analytické části. Dále bude vycházeno z praktických zkušeností členů týmu a také z připomínek samotných operátorů.

7.2 Harmonogram projektu

Tab. 45 Harmonogram projektu. Zdroj: [Vlastní zpracování].

	11. 2009	12. 2009	1. 2010	2 2010	3. 2010	4. 2010	5. 2010	6. 2010	7. 2010
Zadání tématu firmou									
Seznámení se s pracovišti									
Zpracování teoretické části DP									
Zpracování analytické části DP									
Zpracování projektové části DP									
Prezentace výsledků DP ve firmě									
Odevzdání DP									
Obhajoba DP									
Školení zaměstnanců firmy									

8 REALIZACE PROJEKTU

Prvním krokem projektu je vytvořit nový layout vybraných pracovišť na základě analytického zhodnocení současného stavu. Jedná se o layouty uspořádání pracoviště ve smyslu uspořádání pracovní plochy, nejedná se tedy uspořádání celé dílny.

8.1 Nový layout

Jedná se o návrhy pracovních ploch Flow-boxu v dílně 2. Legendy k novým layoutům jsou také součástí příloh I a II.

Na základě výsledků analýzy jsem vytvořila dvě teorie, ze kterých při tvorbě nových layoutů vycházím:

8.1.1 Teorie I

Problém rotace a předklonu je způsoben příliš velkou vzdáleností jednotlivých ploch podprocesů. Plochy jsou od sebe vzdáleny příliš daleko a operátorka se musí k jednotlivým plochám podprocesu příliš natahovat.

8.1.2 Teorie II

Problém rotace a předklonu je způsoben příliš malou vzdáleností jednotlivých ploch podprocesů. Plochy jsou u sebe příliš blízko a operátorka nepovažuje za nezbytné se při vykonávání činností jednotlivých podprocesů přesouvat do ideální pracovní polohy, protože tyto plochy jsou zdánlivě „na dosah“.

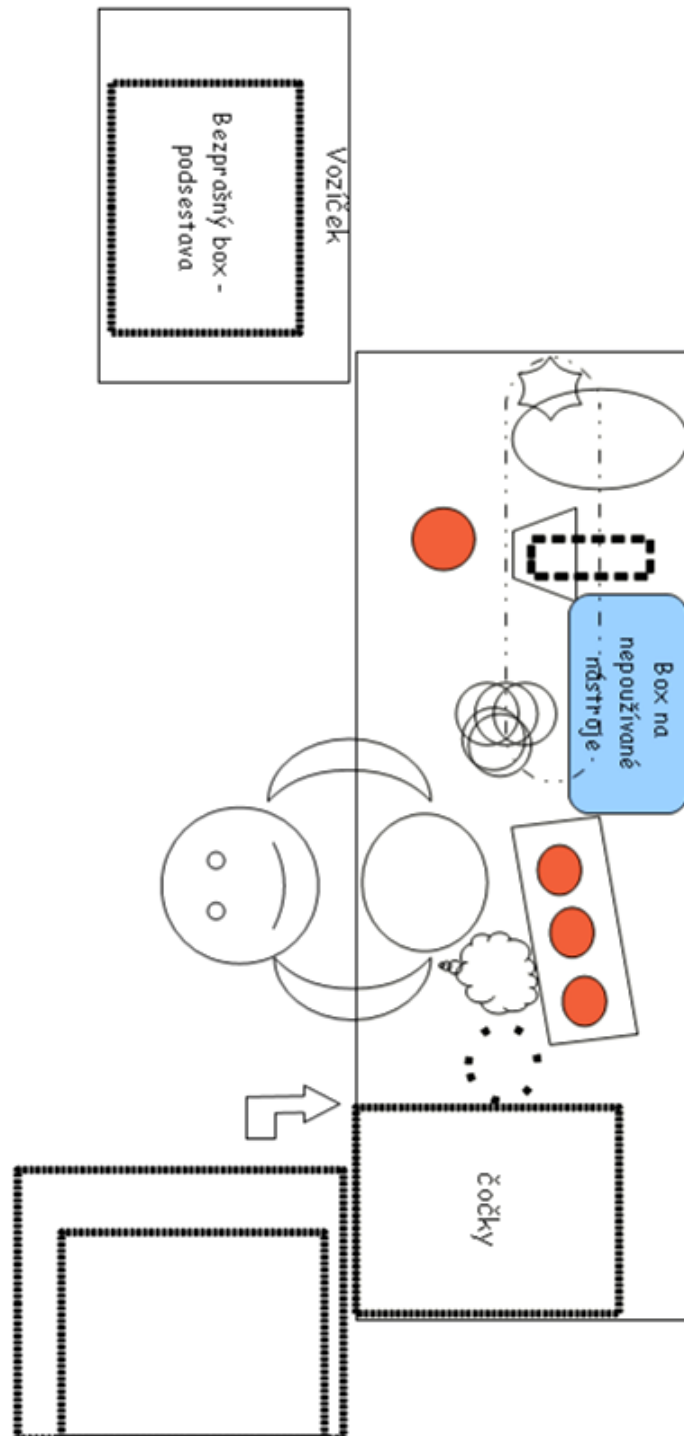
8.1.3 Limitující faktory layoutů

Limitujícím faktorem v tvorbě layoutu je umístění světelných zdrojů potřebných k inspekci výrobku. Vzhledem k tomu, že se jedná o opravdu ostré světlo, umístění zdroje musím být voleno velmi pečlivě, aby nedocházelo k oslňování operátorek.

Protože je nemožné umístit všechny pracovní pomůcky do preferovaného pracovního prostoru, rozhodla jsem se vytvořit layouty na základě teorie II, tedy umístit pomůcky co nejdale od sebe, aby byla operátorka donucena přesunout se do jiného místa u pracovního stolu, což umožňuje, aby zaujala ergonomicky příhodnější polohu.

8.1.4 Montáž objektivu

Navrhovaný layout montáže objektivu je znázorněn na obrázku (Obr. 36).



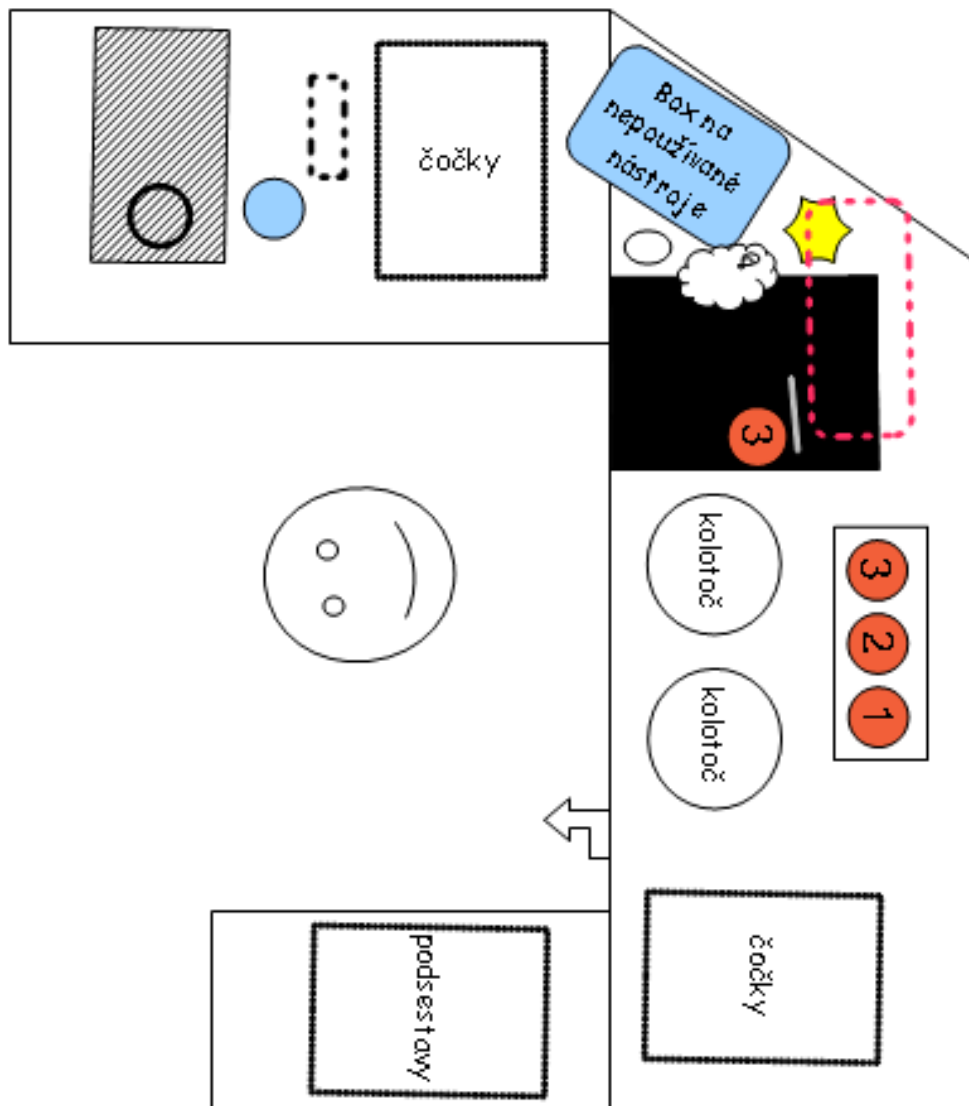
Obr. 36 Návrh nového layoutu pro montáž objektivu. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Změny provedené v novém layoutu:

- 1) Přesunutí panelu s kapalinami do takové vzdálenosti, aby operátorka nemusela natahovat při každém namočení tyčinky ruku do maximální přípustné vzdálenosti. Aby tedy do lahvíček s kapalinami dosáhla bez nutnosti zvedání lokte od podložky.
- 2) Změna rozmístění lahvíček s kapalinami v panelu podle frekvence používání – tedy nejpoužívanější nejbliže.
- 3) Nepotřebné předměty jsou umístěny v uzavřeném plastovém boxu, aby se v nich neusazoval prach.
- 4) Plocha pro inspekci za pomoci světelných zdrojů byla přesunuta do levého rohu Flow-boxu, aby byl vynucen pohyb operátorky a zaujetí správného sedu.
- 5) Umístění další lahvičky s čistící kapalinou do prostoru pro inspekci.
- 6) Změna umístění podsavové pinzety, mechaniky a pistole na ofuk
- 7) Ze stolu byly odstraněny nepoužívané bezprašné boxy.
- 8) Hotové podsestavy se odkládají na vozíček vedle Flow-boxu.

8.1.5 Montáž okuláru

Při montáži okuláru jsem vycházela také z teorie, že vše se nevejde do preferovaného pracovního prostoru, a proto jsem vytvořila pro montáž objektivu zcela nové pracoviště, které je rozděleno na tři zóny tak, aby pracovníce při vykonávání každého ze tří podprocesů montáže okuláru byla vždy v co nejideálnější ergonomické poloze. Je nutné dodat, že díky tomuto uspořádání bude docházet k nepatrným časovým ztrátám způsobeným přesouváním pracovníce mezi jednotlivými stanovišti, bude však docházet k častějšímu střídání polohy, což bude mít pozitivní dopad na zdraví operátorky.



Obr. 37 Návrh nového layoutu pro montáž okuláru.

Zdroj: [Vlastní zpracování].

8.2 Navrhované změny za účelem snížení prašnosti v dílně

Jak jsem již uvedla v analytické části, škodlivá koncentrace prachu pro lidský organismus se zde nevyskytuje, ale v zájmu výroby je, aby koncentrace prachu na dílně byla co nejnižší.

Vrátím se tedy ke zdrojům, které zvyšují prašnost na dílně, a doporučím možnosti řešení.

8.2.1 Bublinová fólie

Bublinová fólie nalepená zezadu na Flow-boxu ke snížení cirkulace vzduchu u podlahy (tedy aby operátorkám netáhlo na nohy).

Možnosti řešení

- místo fólie opatřit Flow-box v zadní části plastovým, či jiným krytem z hladkého materiálu, ve kterém se neusazuje prach jako v bublinové fólii;
- nalézt a odstranit zdroj chladného či rychle cirkulujícího vzduchu.

8.2.2 Dodržování standardu pracoviště

Jestliže je vytvořen standard pracoviště pro tuto dílnu, musí se dodržovat. Argumentace operátorek, že nemůžou neustále vydělávat a sklízet nástroje je neakceptovatelná. Nástroj, který použijí dvakrát za směnu, a to pouze při reklamaci výrobku, není nástrojem potřebným pro vykonání běžného pracovního úkolu.

Co se týká osobních věcí, největším přítelem prachu je rádio a jeho nesčetné větrací škvírky. Mezi další prohřešky proti standardu pracoviště patří kalendáře, ozdoby (jako např. velikonoční vajíčka) a obrázky, za kterými a na kterých se prach také usazuje. Na pracovišti byla dokonce spatřena váza s květinami – zdroj nejen prachu, ale i pylu.

Možnosti řešení:

Všechny tyto nepotřebné věci by měly být dle standardu pracoviště odstraněny. Je důležité dodržování tohoto standardu, protože ten byl vytvořen za účelem snížení prašnosti na dílně, má tedy smysl.

Není zde zřejmě přesně stanoveno, jaký hrozí postih při nedodržování standardů. Je tedy potřeba:

1. stanovit osobu zodpovědnou za dodržování standardu pracoviště. Může jí být:
 - a. mistr
 - b. mistr může pověřit jednu z operátorek přímo na dílně
 - c. oba, v hierarchii 1. mistr, 2. pověřená operátorka

2. stanovit sankce za nedodržování standardu
 - a. sankce pro pověřenou operátorku od mistra
 - b. sankce přímo pro toho, kdo poruší standard od pověřené operátorky
 - c. kombinace ad a. a ad b.
3. stanovit formu kontroly
 - a. Je možné vytvořit standard pracoviště pro každý typ montáže a přesně v něm určit, jaký konkrétní nástroj smí být na stole při montáži např. okuláru. Muselo by se v něm ale počítat s nestandardními situacemi, kdy je potřeba jiný nástroj k provedení nestandardního úkonu. Tvorba takového standardu by byla ale velmi pracná a jeho přísné dodržování by vedlo k šikaně, což by bylo kontraproduktivní.
 - b. Je obtížné dokazovat, že ten a ten nástroj je zrovna na stole nadbytečný. Některé věci ale přímo „bijí do očí“. Proto by se mělo zaměřit na odstranění věcí, které jednoznačně ve Flow-boxu nemají své místo. Jedná se o vatu určenou k namotávání na tyčinky, různé kelímky se štětci, nůžkami, atp., ale zejména věci typu ozdob, rádií, kalendářů atp.

Jakožto nejúčinnější varianta se jeví dvoustupňová kontrola, tedy bod 1. c. a sankce jak pro pověřenou operátorku i pro konkrétní operátorku, která standard porušila. Sankce pro pověřenou operátorku je účinná v tom smyslu, že tato pověřená operátorka si bude hlídat, jestli na jí svěřeném pracovišti panuje pořádek, a nespokojí se s myšlenkou, že když, tak sankce bude udělena ne jí, ale konkrétnímu provinilci. Sankce přímo pro provinilce má za účel chránit pověřenou operátorku, aby nedoplácela na neposlušnost kolegyň. Vše musí mít podporu mistra dílny.

Navrhuji zavedení minimální sankce, hranici nejvyšší kumulativní sankce a stanovit počet opakování, při kterých už se bude jednat o opakované porušování standardu a stanovit tak sankci i pro recidivu, ať již peněžitou, či jinou formu trestu.

8.2.3 Čalouněné židle

V čalounění židlí se rovněž usazuje nemalé množství prachu.

Možnosti řešení

Židle sice vyhovují ergonomickým normám, ale nevyhovují z hlediska množství ukládaného prachu. Jediným možným řešením je zakoupení nových židlí, které splňují ergonomická hlediska v daleko větší míře, a jsou zároveň snadno udržovatelné co se týká odstraňování prachu. Ideální by byla židle s pevným nepórovitým povrchem, což ale s sebou nese nevýhody v podobě neprodyšnosti materiálu a malé izolace teploty.

8.2.4 Žebrovaná topení

Prach se usazuje v členitém profilu topení.

Možnosti řešení

- každodenní čištění topení
- přesunutí topného tělesa do podlahy dílny.

8.2.5 Žaluzie

Prach se usazuje na lamelách.

Možnosti řešení

- každodenní čištění žaluzií
- odstranění stávajících žaluzií a instalace žaluzií venkovních.

8.2.6 Nepoužívané Flow-boxy

Pokud je Flow-box delší dobu nepoužíván, nikdo se o něj nestará a usazuje se v něm prach.

Možnosti řešení

- nepoužívaný Flow-box rozebrat a uložit do skladu
- nepoužívaný Flow-box denně čistit
- opatřit nepoužívaný Flow-box krytem, aby se v něm neusazoval prach

8.2.7 Otevřená okna

Otevřenými okny proniká prach z nádvoří do dílny. Výměna vzduchu v místnosti je ovšem nezbytná, a to kvůli snižování teploty a odvětrání výparů z čistících kapalin.

Možnosti řešení

- instalace odsavače par se současnou výměnou vzduchu. Vzhledem k tomu, že Flow-box už sám o sobě je sací zařízení, dá se tato jeho charakteristická vlastnost použít po úpravě i jako odsavač par.
- umístění klimatizace do vhodnější lokality a zajistit rovnoměrnější proudění chladného vzduchu

8.2.8 Otevřené police

Pokud by byly police, které jsou z části nepoužívané, kryté, daly by se do nich umístit i osobní věci operátorek jako kabelky, oděvy, které nejsou v šatnách, ale na židlích atp.

8.3 Nářadí

Z analytické části vyplynulo, že některé nástroje je potřeba změnit.

8.3.1 Flow-box

8.3.1.1 Pistole na ofuk

Pistole jsou vhodně ergonomicky řešeny. Vyskytují se zde nové pistole, které jsou lehké, ale stále ještě někde zůstal starý model pistole, který je příliš těžký. Je tedy vhodné vyměnit staré pistole za nové.

Při prohlídce dílny bylo také zjištěno, že některé operátorky mají nainstalovaný ofuk, který je umístěn přímo pod deskou stolu. Tato verze ofuku je starým modelem, který je nahrazován právě pistolí. Při používání starého modelu umístěného pod stolem nedochází k časovým ztrátám vznikajícím používáním pistole, která je většinou umístěna na okraji pracovní plochy, a navíc se musí ještě trefit na úchytný bod pistole. Pracovnice pouze uchopí čištěný objekt, přemístí jej do úrovně hrany stolu, kde se ofuk nachází, pohne mírně stehnem a

mechanika je očištěna. Nemusí potom pistolí vracet na konec stolu a snažit se trefit úchyt pistole, pouze vrátí ruku s vyčištěnou mechanikou zpět na stůl.

8.3.1.2 Podsavová pinzeta

Návrh změny konstrukce podsavové pinzety je popsán v tabulce (Tab. 46):

Tab. 46 Návrh změny konstrukce podsavové pinzety. Zdroj: [Vlastní zpracování].

	Stávající údaje	Navrhované změny
Délka	17 cm	12 cm - zkrácení usnadní manipulaci
Průměr	1,3 cm	cca 4 cm
Tvar	neanatomický, v podstatě tyč	anatomicky tvarovaný, podobně jako např. u hole na sjezdové lyžování
Způsob ovládání	nepohodlný, nevhodný pohyb palce, kdy je nutné jeho skrčení	aktivace sání pouhým stlačením pístu umístěným v horní podstavě pinzety
Umístění	Pinzeta visí ze stolu z náhodného místa případně leží na volné ploše, kde se na ni chytá prach a po použití pinzety je nutné čočku znova přečistit.	Pro zabránění usazování prachu v sací části pinzety navrhuji, aby byl sací konec pinzety umístěn v nádobě s čisticí kapalinou. Tím by pinzeta mohla být umístěna na stole.

8.3.1.3 Používání tubusu

Pro kontrolu nečistot oproti tubusu navrhuji nahradit jej černou lesklou podložkou – např. černým linoleem, který by byl umístěn na stejném místě, jako černá látka na obrázku. Do látky se chytá prach. Použitím černé lesklé hmoty by došlo k odstranění lapače prachu a k odstranění tubusu ze stolu. Tubus je také umístěn jako pistole až na okraji stolu a při podá-

vání si a vracení tubusu vznikají rovněž časové ztráty. Nedochozí by také k rotaci páteře operátorky při tomto typu kontroly. Ušetřený čas za směnu by činil přes 4 minuty. Za tento čas je možné vyrobit téměř jeden celý okulár.

Tab. 47 Přínosy odstranění tubusu. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Spotřeba času při manipulaci s tubusem na 1 ks	5 sekund
Spotřeba času při manipulaci s tubusem na den při montáži 50 ks	4,17 minuty
Přínosy za měsíc s 20 pracovními dny	20 ks okulárů navíc

8.3.2 Justáž

V případě justáže bylo zjištěno, že používaný nástroj – šroubovák, má příliš malý průměr, a to pouze 7 mm, což je příliš málo. Navrhuji pořízení šroubováku stejné délky, který bude mít průměr 15 mm.

8.4 Návrh nového pracoviště: Flow-box

Na základě předchozích návrhů je nyní možné vytvořit celkový návrh nového pracoviště.

8.4.1 Flow-box

Flow-box, jakožto sací zařízení, se přemění na odsavač výparů z čistících kapalin a jiných par i prachu, bude tedy součástí vzduchotechniky.

8.4.2 Vzduchotechnika

Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště by mělo být 50 m³/h. Není-li povoleno větrání, musí být výměna vzduchu zajištěna jinak. Nasávání vzduchu bude zajišťovat Flow-box, a proto je nutné doplnit celý systém i o přiváděč vzduchu, který

by zajišťoval přívod čerstvého vzduchu v požadovaném objemu. Přívod vzduchu musí být opatřen prachovým filtrem a musí na pracoviště přivádět vzduch přijatelné teploty.

8.4.3 Pracovní plocha

Pracovní plocha:

- bude odpovídat navrhovanému layoutům v kapitole 8.1, kde veškeré dosahové vzdálenosti budou v souladu s ergonomickými normami
- bude zkrácena na 55 – 60 cm, aby se operátorky neměly na stole místo pro nadbytečné předměty
- pracovní plocha bude mít nastavitelnou výšku, aby vyhovovala každému operátorovi

V případě, že výška pracovní plochy bude mít stávající rozměr, je vhodné pořídit podložku pod chodidla.

8.4.4 Podložka pod chodidla

Podložka pod chodidla slouží k nastavení správného sezení. Slouží k uvolnění těla, podporuje správné držení celého těla, snižují napětí a únavu zad i krku a zabraňuje otokům nohou.

Podložka je vhodná jako řešení při nemožnosti nastavit výšku pracovní desky podle potřeb konkrétního uživatele.



Obr. 38 Podnožka ERGOSWING. [27]

Jako příklad uvádím podložku pod nohy WEDO ERGOSWING. Vlastnosti podložky jsou znázorněny v tabulce (Tab. 48):

Tab. 48 Vlastnosti podložky Ergoswing.[27]

Rozměry opěrné plochy	47,5x30 cm
Výšková stavitelnost	min. 3,5 cm, max. 13 cm
Celkové rozměry	47,5x38x12,5 cm
Hmotnost	1,6 kg
Cena bez DPH	527,96 Kč
Cena s DPH	633,55 Kč

8.4.5 Prostor pro chodidla

Trnož, která spojuje nohy stolu uprostřed stolu ve výšce kotníků, bude:

- v ideálním případě umístěna naprosto mimo dosah nohou operátorek, tedy u zadních nohou stolu
- pokud by přemístění trnože do zadní části stolu mělo vliv na stabilitu Flowboxu, navrhuji přemístění trnože do výšky alespoň 40 cm

8.4.6 Židle

Příkladem ergonomicky řešené židle a zároveň židle splňující požadavky i co se týká snadnosti údržby je židle z polyuretanu firmy WERKSITZ. Pro tento charakter výroby je nejvhodnější model WS 1210 E případně WS 1220 E (Tab. 49).

„Dokonale propracovaný ergonomický design splňuje nejvyšší nároky na hygienu, bezpečnost, podporuje dynamické sezení a poskytuje uživateli stabilitu v každé pracovní pozici. Anatomický tvar podporuje příznivé rozložení tlaku a distribuci vlhkosti a teploty (tzv. klimakomfort).“ [29]



Obr. 39 Židle Werksitz WS 1220 E.[29]

Doporučený model pro Flow-box i pro justáž:

- stabilní pětiramenný hliníkový kříž s kolečky
- pevná kovová konstrukce uchycení sedáku a opěradla
- sedák a opěradlo z tvrzené polyurethanové pěny v černé barvě s klimakomfortem
- různé možnosti individuálního nastavení každé židle

Výhody židlí Werksitz:

- řešení zahrnuje poslední ergonomické poznatky
- odolná, prakticky nezničitelná konstrukce
- možnost sestavení židle dle individuální potřeby zákazníka
- aktivní přitlak opěradla
- maximální uplatnění dynamického způsobu sezení
- snadné ovládání, variabilní nastavení
- možnost vyzkoušení na 14 dní bezplatně
- bezplatný poradenský servis
- možnost opravy a výměny jednotlivých komponentů židle

- záruka 5 let, záruční a pozáruční servis [29]

Židle splňuje ergonomické požadavky na rozměry židlí (Tab. 49):

Tab. 49 Vlastnosti židle WS 1220 E.[29]

Židle WERKSITZ WS 1220E s kolečky	Údaje
Vzdálenost sedáku od podložky	430 - 630 mm
Šířka plochy sedáku	450 mm
Hloubka plochy sedáku	425 mm
Výška opěradla	310 mm
Cena bez DPH	8 620 Kč
Cena s DPH	10 344 Kč

8.4.7 Podložka pod lokty

Montáži mechaniky dochází k opírání loktů o stůl. Bylo by vhodné pořídit gelové podložky pod loket. Jako náhražka se mohou použít gelové polštářky do bot v ceně kolem 150 Kč za 2 kusy. Jejich nevýhodou je malá výška a tedy omezená pružnost. Ke snížení ceny a lepšího uživatelského komfortu navrhuji kontaktovat firmy, které se zabývají výrobou těchto polštářků.

8.4.8 Nástroje

- mechanické kolotoče budou nahrazeny elektrickými
- elektrické kolotoče budou mít výškově nastavitelné nožky
- starý typ pistole k ofuku bude nahrazen novým lehkým typem
- nejstarší model ofuku umístěného pod stolem bude opět nainstalován

- nová konstrukce podsavové pinzety včetně stojanu s kapalinou, ve kterém bude umístěna
- tubus ke kontrole okuláru bude nahrazen černou deskou

8.4.9 Další charakteristiky nového pracoviště

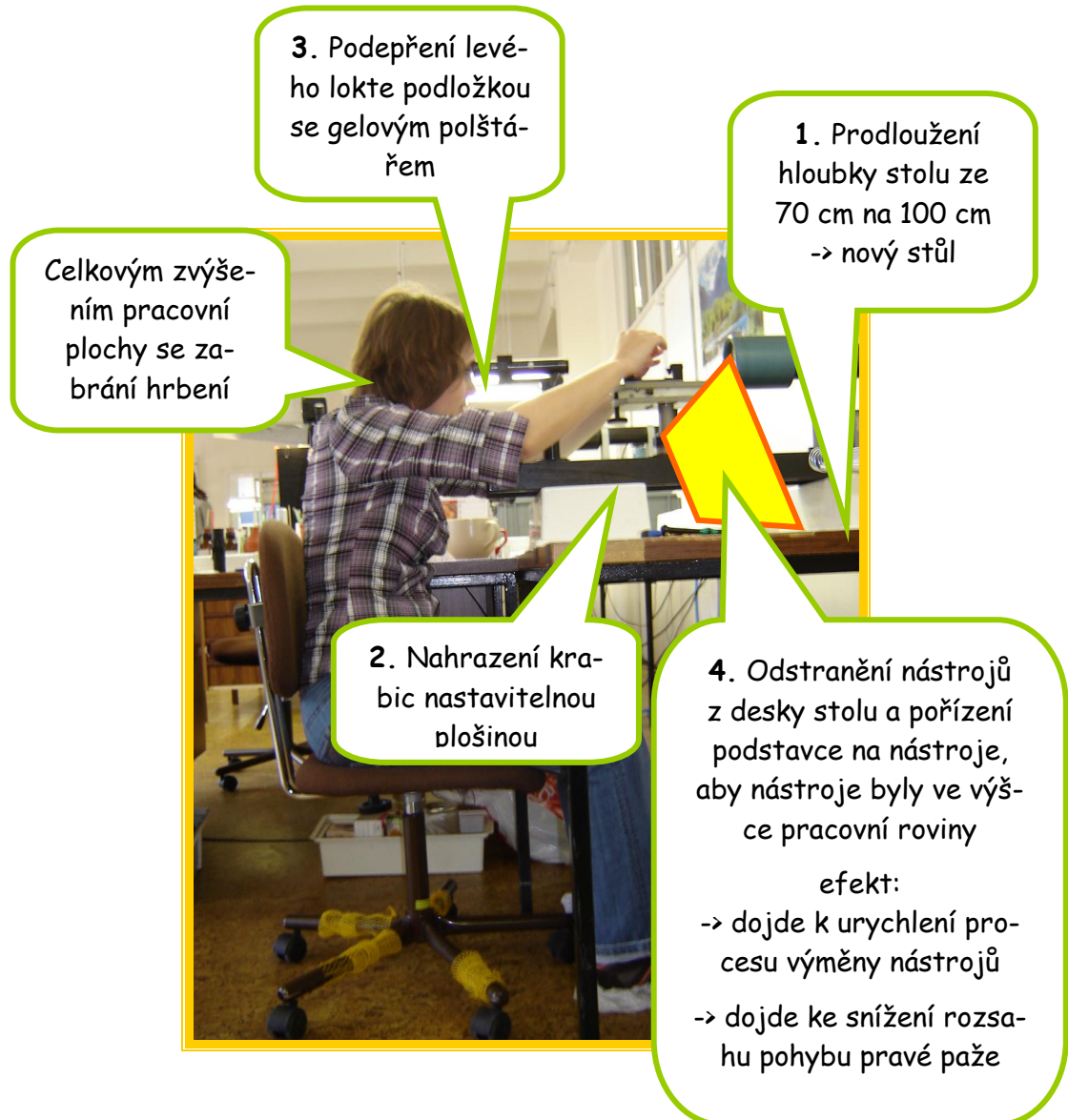
- topení umístěno pod podlahou
- odstranění nebo uzavření nepoužívaných Flow-boxů
- venkovní žaluzie
- pořízení uzavřených polic/skříní

8.5 Návrh nového pracoviště: Justáž

Pracoviště bude vybaveno novou židlí, podnožkou, gelovými podložkami (pro práci, která nesouvisí s prací na kolimátoru) a také tabulkou s cviky na protažení stejně jako pracoviště Flow-bow. Další změny jsou navrženy takto:

8.5.1 Návrh změny realizovatelné v krátkém časovém období

Navrhované změny pro justáž v dílně 1 pro justování podsestav výrobku A jsou znázorněny na obrázku (Obr. 40).



Obr. 40 Nové pracoviště justáže pro výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Navrhované změny kolimátoru v dílně 1 pro justování převraccích podsestav jsou znázorněny na obrázku (Obr. 41).



Deska kolimátoru je příliš vysunuta vpřed, způsobuje naklání operátorek vpřed

-> posunout desku tak, aby její okraj byl v kolmici s okulárem kolimátoru

Kolimátor je celkově příliš nízko, dochází k hrbení operátorek

-> pořízení nastavitelné plošiny

Obr. 41 Změny spojené s kolimátorem pro justování převraccích hranolů

Zdroj: [Vlastní zpracování].

8.5.2 Návrh změny do budoucna

V tomto případě se jedná o návrh do budoucna, protože by se jednalo o konstrukční změnu složitějšího přístroje. Změna je nezbytná z důvodu velkého zatěžování ramenních kloubů justerů podsestavy výrobku A, a také kvůli vysokým nárokům na zrak

8.5.2.1 Návrh 1

- inspirovat se kolimátorem pro justování převrácených hranolů

Jeho výhodou je značně nižší výška pracovní oblasti a také menší hloubka pracovní oblasti. Nutno ale dodat, že ani tento kolimátor není ideální, je však o poznání více ergonomicky vyhovující, než kolimátor pro justování podsestav výrobku A.

8.5.2.2 Návrh 2

Druhý návrh se přiklání ke změně způsobu justování, jehož principem je odstranění nutnosti sledovat výrobek okulárem kolimátoru. Okulár by byl nahrazen zobrazovací jednotkou, čímž by bylo umožněno, aby byl výrobek umístěn při justování v preferovaném pracovním prostoru.

8.6 Návod pro ergonomicky správné nastavení pracovního místa pro operátory

Správné nastavení pracoviště:

1. nastavení vhodné pracovní výšky
 - a) sedněte si na židli a položte ruce na pracovní plochu tak, že lokty zůstanou u těla a předloktí leží volně na pracovní ploše
 - b) úhel mezi předloktím a nadloktím musí být 90° ; pokud je úhel větší nebo menší, nastavte židli do takové výšky, aby bylo docíleno úhlu 90°

2. nastavení výšky židle

- a) lýtko svírá se stehnem úhel 90° ; pokud je tento úhel větší, použijte podložku pod nohy
- b) chodidlo se celé dotýká podlahy; pokud ne, použijte podložku pod nohy
- c) výšku podložky pod nohy nastavte tak, aby lýtko svíralo se stehnem úhel 90°

3. pracovní poloha

- a) sedíte na celé ploše sedáku
- b) záda jsou v kontaktu se opěrou
- c) nastavte podpěru tak, aby byl její horní okraj mírně pod hranicí lopatek
- d) ramena nejsou vyvýšena

4. pracovní úkol

- a) při provádění pracovního úkolu dodržujte rozmístění předmětů na stole tak, jak bylo pro vaše pracoviště navrženo
- b) pokud je to možné, snažte se nepoužívat pohyby rukou, kdy jsou klouby (zápěstí, lokty) v extrémních polohách (příliš skrčené či natažené)



Obr. 42 Správný sed [15]

8.7 Další doporučení

8.7.1 Rotace práce

Vhodným způsobem pro snížení zátěže pracovníků je rotace práce. Ve firmě je zajištěno, že v případě absence pracovníka jeho práci zastane v případě potřeby někdo jiný. Pracovníci jsou tedy schopni vykonávat více pracovních úkolů než pouze ten, který vykonávají obvykle. Není tedy třeba zaškolování nových pracovníků, a s tím souvisejících nákladů, aby se mohlo začít s využíváním tohoto přístupu velmi brzy.

8.7.2 Cvičení, masáže

Odpočínutý, odreagovaný a především zdravý a optimisticky naladěný pracovník dokáže přenést svoji pozitivní náladu na své kolegy. Proto navrhuji, aby operátoři podstupovali jedenkrát týdně program pro posílení zejména zádových svalů. Pokud budou jedenkrát týdně vedeni k cvičení pod dozorem, potom budou cvičit i doma na základě této zkušenosti.

Fit klub v Přerově nabízí program Wellness Corporate, který byl vyvinut na základě potřeby firem podporovat zdraví svých zaměstnanců. Ten dle Fit klubu vede ke snížení počtu pracovních neschopností, většímu pracovnímu nasazení a efektivitě práce. Mezi nabídku Fit klubu v oblasti nápravy svalových dysbalancí patří Pilates, Balantes, Power jóga a podobné, a také masáže.

Benefit ve formě cvičení jedenkrát týdně by náležel každému pracovníkovi se smlouvou na dobu neurčitou, který ve firmě pracuje déle než dva roky.

Masáže by byly poskytovány za stejných podmínek, jejich četnost by závisela na poradě s odborníkem.

8.7.3 Cvičení prováděné na pracovišti

K uvolnění namáhaného muskoskeletárního systému doporučuji využít nejen technologických přestávek. Cviky a protažení se dají provádět i mimo stanovenou přestávku, protože zaberou nepatrné množství času. Důležitá je prevence. Proto je vhodné cviky na uvolnění provádět každou hodinu, případně při pocitu bolesti či napětí.

Pro všechny operátory jsem sestavila obrázkový seznam a pořadí protahovacích cviků, který budou mít vyvěšený na pracovišti. Obrázky pro sestavení „protahovacího manuálu“ jsem

použila z knihy Ergonomie: optimalizace lidské činnosti od Gilbertové a Matouška [15]. Tento návod, jak se správně protahovat, je součástí přílohy III.

8.7.4 Školení zaměstnanců

Za účelem zlepšení kvality pracovního života a pro seznámení operátorů a dalších zainteresovaných pracovníků (jako např. konstruktérů) s oblastí ergonomie jsou plánována ve firmě školení na téma Ergonomie. První školení je plánováno na červenec tohoto roku.

9 NÁKLADOVÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Mezi návrhy řešení současné situace, které jsou prakticky ihned realizovatelné, patří nákup židlí, podnožek, gelových podložek pod lokty a tisk a laminování návodu k protažení na pracovišti zmíněném v kapitole 8.7.3. V tabulce (Tab. 50) jsou uvedeny náklady, které s touto realizací souvisí.

Tab. 50 Vyčíslitelné náklady projektu. Zdroj: [Vlastní zpracování].

Položka	Cena s DPH v celých korunách
Židle Werksitz WS 1220 E	10 344 Kč
Podnožka Wedo Ergoswing	634 Kč
Gelové podložky pod lokty 2 ks	100 Kč
Papír A4	1 Kč
Laminování	20 Kč
Celkem Kč s DPH	11 099 Kč

Náklady na výbavu jednoho pracoviště by tedy byly ve výši 11 099 Kč včetně DPH.

Další náklady na nový kolimátor, úpravu stolů, nové nářadí atd. jsou v této chvíli nevyčíslitelné, a to jak mnou, tak samotnou firmou. Dá se ale jednoznačně říci, že tyto další náklady budou několikanásobně vyšší, protože budou obsahovat také náklady na výzkum a vývoj.

10 SHRNUÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI

V projektové části diplomové práce byly uvedeny návrhy a doporučení pro firmu, jak by měla řešit nedostatky zjištěné v analytické části. Projekt se zabýval novým layoutem některých pracovišť, řešením nástrojových nedostatků, eliminací předmětů, na kterých se usazuje prach atd. Bylo také navrženo nové pracoviště jak pro Flow-box, tak pro justáž.

Mimo fyzicky hmatatelná řešení bylo také navrženo, aby operátoři navštěvovali zařízení pro napravení svalových dysfunkcí, a také aby jim byly poskytnuty masáže. To vše v rámci nabízených firemních benefitů. Protože je důležitá prevence, sestavila jsem pro operátory jednoduchý cvičební postup, podle kterého by se každou hodinu měli protahovat. Jako způsob pro snížení zátěže zaměstnanců jsem navrhla rotaci práce. Ve firmě bude také probíhat školení na téma „Ergonomie“. Na závěr projektu jsem přistoupila k finančnímu zhodnocení projektu, které bylo ale možné pouze částečně, protože cenové údaje o nezahrnutých položkách jsou nesnadno zjistitelné.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala optimalizací vybraných pracovišť ve firmě Meopta-optika, s.r.o. Jednalo se o optimalizaci pracovišť z pohledu ergonomie. K analýze současného stavu byla použita metoda profesiografie, ergonomický audit, dotazníkové šetření, metoda RULA a spaghetti diagram. Dále byly zaznamenány jisté nedostatky co se týká nářadí. Hodnoceno bylo také pracovního prostředí jako celek a byly odhaleny předměty, na kterých se usazuje prach ve větší míře, než je pro výrobu tohoto typu potřebné.

Projekt se zabýval nápravou zjištěných nedostatků. Na základě obecných doporučení byla navržena nová pracoviště Flow-box a justáž. Pro tvorbu těchto nových pracovišť byl navržen nový layout pracovního prostoru, změny provedené za účelem snížení prašnosti a navrženo nové nářadí. Protože zátěž nejde odstranit úplně, bylo navrženo, aby zaměstnancům bylo v rámci benefitů nabídnuto cvičení k nápravě svalových dysbalancí doplněné masáží. Za účelem prevence byl sestaven návod k provádění cviků na pracovišti během pracovní doby. Jako další řešením pro snížení pracovní zátěže byla navržena rotace práce. Aby se ergonomie a ergonomické zásady dostaly do povědomí co nejvíce pracovníků ve firmě, bude za tímto účelem ve firmě provedeno školení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Česko. Vláda. Nařízení vlády č. 68 ze dne 22. února 2010, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2010, částka 25. s. 842 – 864. Dostupný také z WWW: <www.mvcr.cz/mvcren/file/sb025-10-pdf.aspx>. ISSN 1211-1244.
- [2] Česko. Vláda. Nařízení vlády č. 148 ze dne 15. března 2006, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2006, částka 51. s. 1842.
- [3] Česko. Vláda. Nařízení vlády č. 361 ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2007, částka 111.
- [4] ČSN 36 0011 – 3. Měření osvětlení vnitřních prostorů – část 3: Měření umělého osvětlení. Praha: Český normalizační institut, 2006. 12 s.
- [5] ČSN 91 0620. Nábytek. Židle. Funkční rozměry a způsoby měření. 1982. 8 s.
- [6] ČSN EN 1005-4 + A1. Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 20 s.
- [7] ČSN EN 1005-5. Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace. Praha: Český normalizační institut, 2007. 60 s.
- [8] ČSN EN 13861. Bezpečnost strojních zařízení - návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení. Praha: Český normalizační institut, 2003. 32 s.
- [9] ČSN EN ISO 14 738. Bezpečnost strojních zařízení – Antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení. Praha: Český normalizační institut, 2009. 32 s.

- [10] ČSN EN ISO 6385. Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů. Praha: Český normalizační institut, 2004. 16 s.
- [11] ČSN EN ISO 7250. Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování. Praha: Český normalizační institut, 1998. 28 s.
- [12] ČSN ISO 1503. Prostorová orientace a směr pohybu - Ergonomické požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 40 s.
- [13] DUL, J., WEERDMEESTER, B. A. *Ergonomics for beginners : a quick reference guide*. 3rd ed. New York : CRC Press, 2008. 148 s. ISBN 978-1-4200-7751-3.
- [14] EASTMAN KODAK COPANY. *Kodak's ergonomic design for people at work*. 2nd ed. **Hobojem** : Wiley, 2004. 704 pg. ISBN 0-471-41863-3.
- [15] GILEBROTVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie : optimalizace lidské činnosti*. 1. vyd. Praha : Grada, 2002. 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [16] HELANDER, M. *A Guide to human factors and Ergonomics*. 2nd ed. New York : CRC Press, 2006. 388 pg. ISBN 0-415-28248-9.
- [17] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. 1. vyd. Praha : ČVUT v Praze, 2001. 173 s. ISBN 80-01-02301-X.
- [18] *IPA Slovakia* [online]. 2009 [cit. 2010-04-04]. Kumulativne traumatické ťažkosti CTD. Dostupné z WWW:
<http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=162>.
- [19] KRÁL, M. *Ergonomie a její využití v technické praxi*. 1. vyd. Ostrava : AKS, 1994. 109 s. ISBN 80-85798-35-7.
- [20] LEHTO, M. R., BUCK, J. R. *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers*. 1st ed. New York : CRC Press, 2007. 969 pg. ISBN 0-8058-5308-1.

- [21] *Lorika* [online]. 2010 [cit. 2010-04-04]. Provedení a výhody židlí Werksitz Classic. Dostupné z WWW: <<http://www.prumyslovezidle.cz/provedeniwerksitz.php>>.
- [22] MACLEOD, D. *The rules of work*. New York : CRC Press, 2000. 184 pg. ISBN 1-56032-885-1.
- [23] MAREK, J., SKŘEHOT, P. *Základy aplikované ergonomie*. Praha : VÚBP, 2009. 118 s. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [24] *Meopta* [online]. Meopta-optika, 2010 [cit. 2010-04-04]. Dostupné z WWW: <http://www.meopta.com/index.php?&set_lang=cz>.
- [25] *NexGen Ergonomics* [online]. 2010 [cit. 2010-04-04]. RULA. Dostupné z WWW: <<http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergointeluea.html>>.
- [26] PHEASANT, S., HASLEGRAVE, C. M. *Bodyspace: anthropometry, ergonomics, and the design of work*. 3rd ed. New York: CRC Press, 2006. 332 pg. ISBN 0-415-28-520-8.
- [27] *PP Electronic* [online]. 2010 [cit. 2010-04-04]. Podložka pod nohy Wedo Ergoswing s neklouzavým povrchem. Dostupné z WWW: <<http://www.ppelectronic.cz/zbozi/podlozky-stupatka/wedo-ergoswing>>.
- [28] SALVENDY, G. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York : Wiley-Interscience , 2001. 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
- [29] *Sedláček* [online]. 2010 [cit. 2010-04-04]. Akční nabídka pro rok 2010. Dostupné z WWW: <<http://www.sedlacek-karcher.cz/zidle-werksitz-ws-1220e-s-kolecky-430-630-mm/d-20697.htm?stranka=sluzby>>.
- [30] *Siemens PLM Software* [online]. 2010 [cit. 2010-04-04]. Classic Jack. Dostupné z WWW: <http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/tecnomatix/assembly_planning/jack/classic_jack.shtml>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CTD	Cumulative Trauma Disorders
EH	Extension high
EL	Extension low
FH	Flexion high
FL	Flexion low
LHK	Levá horní končetina.
NN	Neutrální poloha
OCRA	Occupational Repetitive Actions Index
P ANO	Podmínečně ano
PHK	Pravá horní končetina.
PPP	Preferovaný pracovní prostor
REBA	Rapid Entire Body Assessment
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
SI	Strain Index
UEA	Upper Extremity Assessment
UH	Ulnar deviation high
UL	Ulnar deviation low

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Zdravotní riziko související s pracovními polohami a pohyby. [6].....	19
Obr. 2 Předklon/záklon. Zdroj: [Vlastní zpracování].	20
Obr. 3 Úklon nebo otáčení. Zdroj: [Vlastní zpracování],[28].	21
Obr. 4 Příмка směru pohledu. Zdroj: [Vlastní zpracování],[28].	22
Obr. 5 Ohýbání šíje stranou nebo otáčení. Zdroj: [Vlastní zpracování],[28].	23
Obr. 6 Polohy nadloktí.[28]	24
Obr. 7 Názvosloví poloh zápěstí, lokte a paže.[18]	25
Obr. 8 Pásma dosahu. [13].....	29
Obr. 9 Vliv oslňování na zorné pole.[19]	35
Obr. 10 Meze pracovní oblasti pro paže. Zdroj: [Vlastní zpracování].	42
Obr. 11 Šířka prostoru pro chodidla a nohy. [9]	42
Obr. 12 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla. [9]	43
Obr. 13 Oblasti uplatnění výrobků. Zdroj: [Vlastní zpracování].	54
Obr. 14 Flow-box. Zdroj: [Vlastní zpracování].	57
Obr. 15 Výrobek A. Vlevo bez obalu, vpravo s obalem. Zdroj: [Vlastní zpracování].	58
<i>Obr. 16 Puškohled Artemis 2000 7x50. [24]</i>	<i>58</i>
Obr. 17 Kolimátor pro justování podsestav výrobku A. Zdroj: [Vlastní zpracování].	59
Obr. 18 Kontrolní list profesiografie. Zdroj: [Vlastní zpracování][23]	60
Obr. 19 Polohy zaujímané PHK při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	79
Obr. 20 Suma poloh zaujímaných PHK při provádění pracovního úkolu Zdroj: [Vlastní zpracování].	79
Obr. 21 Polohy zaujímané LHK při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	80
Obr. 22 Suma poloh zaujímaných LHK při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	82
Obr. 23 Výsledky metody RULA pro PHK. Zdroj: [Vlastní zpracování].	83
Obr. 24 Výsledky metody RULA pro LHK. Zdroj: [Vlastní zpracování].	84
Obr. 25 Výsledky metody RULA pro justáž. Zdroj: [Vlastní zpracování].	85
Obr. 26 Layout a spaghetti diagram montáže objektivu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	86
Obr. 27 Fáze čištění 1. Zdroj: [Vlastní zpracování].....	88

Obr. 28 Fáze čištění 2. Zdroj: [Vlastní zpracování].....	89
Obr. 29 Fáze čištění 3. Zdroj: [Vlastní zpracování].....	90
Obr. 30 Lampa pro kontrolu nečistot. Zdroj: [Vlastní zpracování].	92
Obr. 31 Bublinová fólie na Flow-boxu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	93
Obr. 32 Pracoviště Flow-box - předměty, ve kterých se usazuje prach. Zdroj: [Vlastní zpracování].	94
Obr. 33 Podsavová pinzeta (vlevo) a pistole pro ofuk (vpravo). Zdroj: [Vlastní zpracování].	96
Obr. 34 Tubus pro kontrolu podsestavy. Zdroj: [Vlastní zpracování].	96
Obr. 35 Šroubovák používaný při justáži. Zdroj: [Vlastní zpracování].	97
Obr. 36 Návrh nového layoutu pro montáž objektivu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	103
Obr. 37 Návrh nového layoutu pro montáž okuláru. Zdroj: [Vlastní zpracování].	105
Obr. 38 Podnožka ERGOSWING. [27]	112
Obr. 39 Židle Werksitz WS 1220 E.[29]	114
Obr. 40 Nové pracoviště justáže pro výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].	117
Obr. 41 Změny spojené s kolimátorem pro justování převraccích hranolů Zdroj: [Vlastní zpracování].	118
Obr. 42 Správný sed [15]	120

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Hodnocení poloh trupu.[6]	20
Tab. 2 Hodnocení úklonu a otáčení. [6].....	21
Tab. 3 Hodnocení přímky směru pohledu.[6]	22
Tab. 4 Hodnocení ohýbání šíje nebo otáčení.[6]	23
Tab. 5 Hodnocení nevhodných poloh nadloktí.[6]	24
Tab. 6 Hodnocení dalších částí těla.[6].....	26
Tab. 7 Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace. [7].....	29
Tab. 8 Pracovní výška pro jemnou práci. [12].....	32
Tab. 9 Pracovní výška pro aktivní pohyb paží. [12]	32
Tab. 10 Pracovní výška pro práci s nadměrnými předměty. [12]	32
Tab. 11 Funkční rozměry židle. [5]	33
Tab. 12 Pásma hluku.[19]	36
- <i>Tab. 13 Horizontální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla. Zdroj:[9]</i>	<i>38</i>
Tab. 14 Vertikální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla. Zdroj:[9]	39
Tab. 15 Vertikální zorné úhly při pohybu očí, hlavy a těla - pokračování.....	40
Tab. 16 Výhody a nevýhody práce v sedě.[19]	40
Tab. 17 Meze pracovní oblasti pro paže.[9]	41
Tab. 18 Prostorové požadavky pro nohy a chodidla. [9]	43
Tab. 19 Vyhodnocení pracovního zatížení.[23].....	46
Tab. 20 Stupnice metody RULA.[25]	47
Tab. 21 Historie firmy.[24]	53
Tab. 22 Audit sedadel. Zdroj: [Vlastní zpracování].	61
Tab. 23 Audit rozměrů pracovního prostoru: Flow-boxy. Zdroj: [Vlastní zpracování].	62
Tab. 24 Audit rozměrů pracovního prostoru: Justáže. Zdroj: [Vlastní zpracování].	62
Tab. 25 Audit mezí pracovní oblasti pro paže: Flow-boxy. Zdroj: [Vlastní zpracování].	63
Tab. 26 Audit mezí pracovní oblasti pro paže: Justáže. Zdroj: [Vlastní zpracování].	64
Tab. 27 Audit prostorových požadavků pro nohy a chodidla. Zdroj: [Vlastní zpracování].	65

Tab. 28 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: výrobek A Zdroj: [Vlastní zpracování].	66
Tab. 29 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: okulár. Zdroj: [Vlastní zpracování].	67
Tab. 30 Hodnocení poloh částí těla, Flow-box: objektiv. Zdroj: [Vlastní zpracování].	68
Tab. 31 Hodnocení poloh částí těla, justáž: převraccí hranoly. Zdroj: [Vlastní zpracování].	69
Tab. 32 Hodnocení poloh částí těla, justáž: výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].	70
Tab. 33 Vyhodnocení dotazníku: Dílna 1 – výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].	72
Tab. 34 Další symptomy – výrobek A. Zdroj: [Vlastní zpracování].	73
Tab. 35 Vyhodnocení dotazníku: puškohledy. Zdroj: [Vlastní zpracování].	73
Tab. 36 Další symptomy – puškohledy. Zdroj: [Vlastní zpracování].	74
Tab. 37 Vyhodnocení dotazníku: Dílna 1 – justáž. Zdroj: [Vlastní zpracování].	75
Tab. 38 Další symptomy – justáž. Zdroj: [Vlastní zpracování].	76
Tab. 39 Význam zkratek. Zdroj: [Vlastní zpracování].	77
Tab. 40 Polohy pravé horní končetiny při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	78
Tab. 41 Podpora PHK při provádění pracovního úkolu Zdroj: [Vlastní zpracování].	80
Tab. 42 Polohy levé horní končetiny při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	81
Tab. 43 Podpora LHK při provádění pracovního úkolu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	82
Tab. 44 Harmonogram pracovní doby. Zdroj: [Vlastní zpracování].	91
Tab. 45 Harmonogram projektu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	101
Tab. 46 Návrh změny konstrukce podsavové pinzety. Zdroj: [Vlastní zpracování].	110
Tab. 47 Přínosy odstranění tubusu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	111
Tab. 48 Vlastnosti podložky Ergoswing.[27]	113
Tab. 49 Vlastnosti židle WS 1220 E.[29]	115
Tab. 50 Vyčíslitelné náklady projektu. Zdroj: [Vlastní zpracování].	123

SEZNAM PŘÍLOH


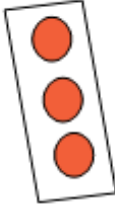
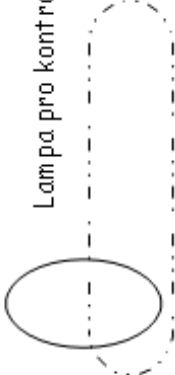




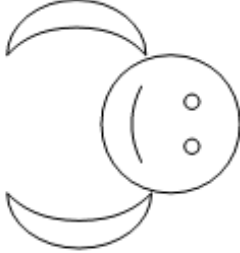
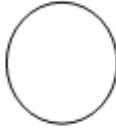



Příloha I: Layout - Legenda k montáži objektivů a okulárů

Příloha II: Layout - Legenda - Specifikace k montáži okulárů

Příloha III: Cviky prováděné na pracovišti

Příloha IV: Dotazník

PŘÍLOHA I: LAYOUT - LEGENDA K MONTÁŽI OBJEKTIVŮ A OKULÁRŮ

 <p>Lampa pro kontrolu nečistot- malá</p>	 <p>Panel s používanými čistícími kapalinami</p>
 <p>Lampa pro kontrolu nečistot- velká</p>	 <p>Nepoužívaná nádoba</p>
 <p>Podsavová pinzeta</p>	 <p>Mechanika</p>
 <p>Držák na podsavovou pinzetu</p>	 <p>Operátor</p>
 <p>Mechanický kolotoč</p>	 <p>Nádoba s kapalinou pro čištění mechaniky</p>
 <p>Pistole na odfuk</p>	 <p>Hadřík</p>

PŘÍLOHA II: LAYOUT - LEGENDA - SPECIFIKACE K MONTÁŽI OKULÁRŮ



Elektrický kolotoč



Kroužky v
plastových sáčcích



Utahovací kruh



Injekční stříkačka



Nádoba s lakem

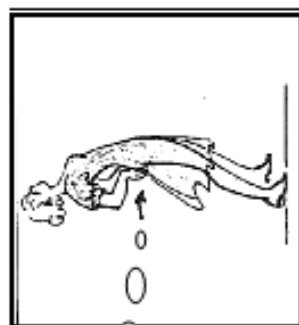
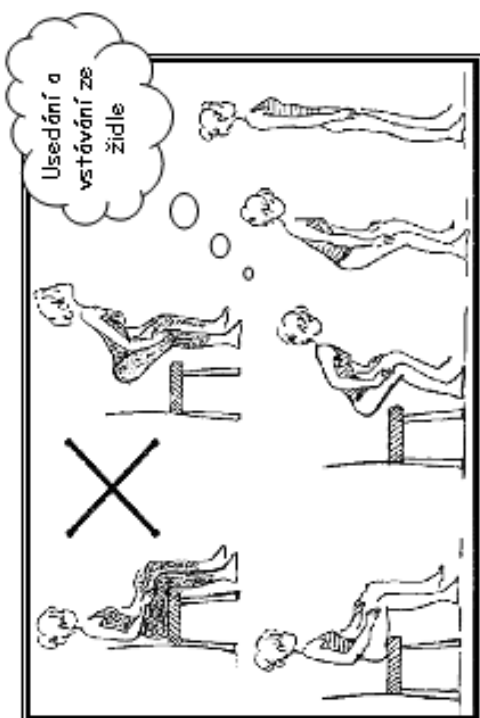


Černá reflexní plocha

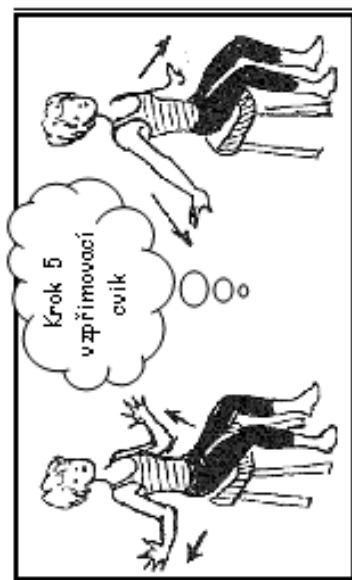


Lampa pro kontrolu
nečistot - velká

PŘÍLOHA III: CVIKY PROVÁDĚNÉ NA PACOVIŠTI



Krok 4
uvolnění bederní
páteře

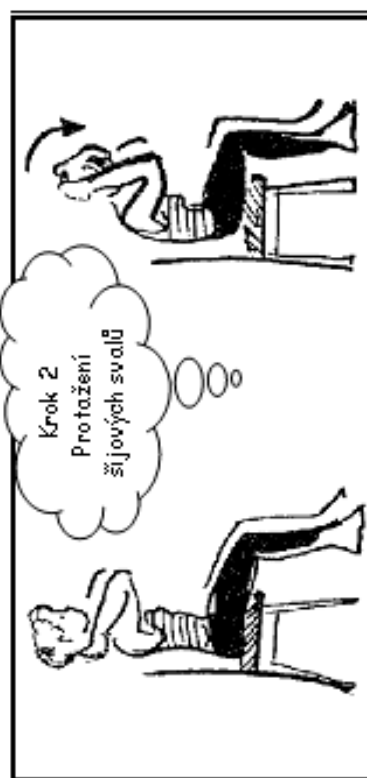


Krok 5
vzpřimovací
cvik

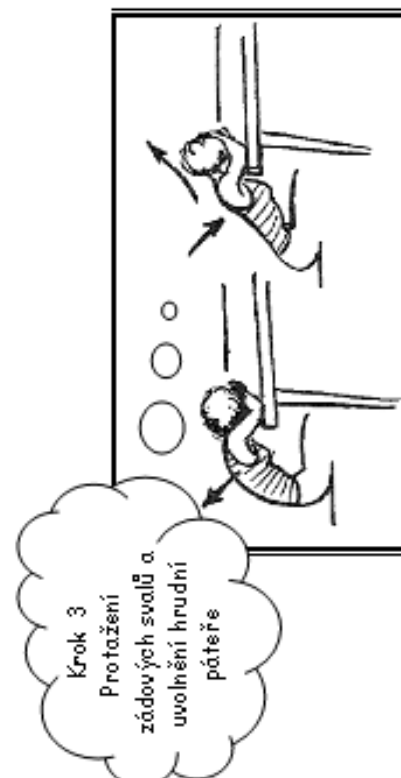
Protažení provádějte pomalými pohyby každou hodinu.



Krok 1
Protažení prsních
svalů a uvolnění
hrudní páteře



Krok 2
Protažení
šijových svalů



Krok 3
Protažení
zádových svalů a
uvolnění hrudní
páteře

PŘÍLOHA IV: DOTAZNÍK

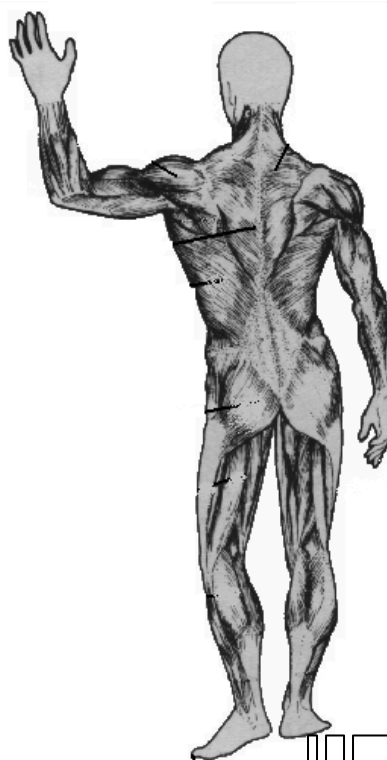
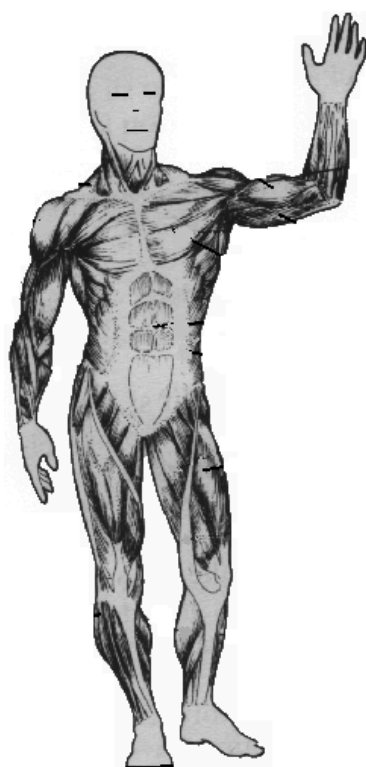
DOTAZNÍK

Flow-box


justáž

Na níže uvedeném modelu lidského těla **zakroužkujte** prosím místo, kde Vy osobně pocítujete **bolest při vykonávání pracovního úkolu**. Může se jednat například o rameno, krční svaly, zápěstí, kyčle apod.

K zakroužkované oblasti **přiřad'te prosím číslo** dle této stupnice:



2. strana

	<p>Pokud trpíte bolestí hlavy, máte problémy s očima atp., můžete použít k vyznačení tento detailnější obrázek.</p> <p>Označte rovněž oděrky nebo otlaky způsobené vykonáváním pracovního úkolu.</p>
---	--

Doplňkové otázky

- označte prosím u každé otázky jednu z možností

Na této pracovní pozici pracuji ...

a)	méně než 1 rok	c)	6 - 10 let
b)	1 - 5 let	d)	déle

Je mi ...

a)	méně než 25 let	c)	36 - 45 let
b)	26 - 35 let	d)	46 a více let

Jsem ...

a)	žena	b)	muž
----	------	----	-----

Ještě bych chtěl/a doplnit: (místo pro Vaše návrhy, poznámky, stížnosti a jiné)

Děkuji Vám za Váš čas.

Alena Jahodová, studentka UTB