

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2341R001 Zabezpečování jakosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Experiment subjektivních pocitů únavy při ruční montáži

Autor: Bc. Michaela ŠNEBERGEROVÁ
Vedoucí práce: Ing. Václava POKORNÁ

Akademický rok 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlášení o autorství

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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce pani Ing. Václavě Pokorné za odborné vedení a přínosné rady, které vedly ke konečné podobě této práce. Dále bych chtěla poděkovat Tomáši Zatloukalovi a Bc. Petře Davidové za pomoc při montáži, babičce Marii Pojarové a Ing. Ivetě Tiché za jejich pomocnou ruku. V neposlední řadě i celé své rodině a přátelům, kteří mě podporovali během mého studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Šnebergerová	Jméno Michaela	
STUDIJNÍ OBOR	2341R001 „Zabezpečování jakosti“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	BAKALÁŘSKÁ	DIPLOMOVÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Experiment subjektivních pocitů únavy při ruční montáži		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	77	TEXTOVÁ ČÁST	74	GRAFICKÁ ČÁST	3
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se zabývá experimentem subjektivních pocitů únavy při ruční montáži. Vysvětluje pojmy fyzické a psychické zátěže, uvádí jejich příklady. Dále popisuje zákonné požadavky na ochranu zdraví při práci a analýzu rizik při práci. Zabývá se celkovou fyzickou zátěží, lokální svalovou zátěží, pracovními polohami a monotonií. Tyto vybrané faktory zkoumá při ruční montáži vzduchového ventilu v laboratoři KTO.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Montáž, fyzická a psychická zátěž, experiment, metoda profesiografie, vzduchový ventil</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Šnebergerová	Name Michaela	
FIELD OF STUDY	2341R001 „Quality Control“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pokorná	Name Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	BACHELOR	DIPLOMA	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	The experiment of subjective feelings of tiredness during manual work		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2016
----------------	---------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	77	TEXT PART	74	GRAPHICAL PART	3
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This bachelor thesis deals with the experiment of subjective feelings of tiredness during manual construction. Thesis explains the concept of physical and psychic stress and the examples are introduced. Then it also describes law requirements for the health safety during the work and the analysis of the dangers during construction. The thesis focused on the total physical stress, the local muscles stress, the position during work and the monotony. These chosen aspects are examined during the manual construction of the air valve in the laboratory of KTO.
KEY WORDS	Construction, physical and psychic stress, experiment, job analysis method, air valve

OBSAH

Úvod.....	7
1 Problematika fyzické zátěže u operátorů při ruční montáži	9
1.1 Problematika fyzické zátěže.....	9
1.2 Problematika psychické zátěže.....	12
1.3 Zákonné požadavky na ochranu zdraví při práci	14
1.4 Analýza rizik při práci	15
1.4.1 Kategorizace prací	16
2 Ukazatele, odezvy a adaptace na zátěž.....	17
2.1 Celková fyzická zátěž.....	18
2.1.1 Metody hodnocení celkové fyzické práce.....	18
2.2 Lokální svalová zátěž	19
2.2.1 Hodnocení lokální svalové zátěže	19
2.2.2 Metody měření lokální svalové zátěže.....	19
2.3 Pracovní poloha.....	21
2.3.1 Metody pro hodnocení pracovních poloh	21
2.3.2 Hodnocení pracovních poloh	21
2.4 Monotonie	22
2.4.1 Hodnocení monotonie.....	22
3 Příprava experimentu v laboratoři KTO.....	23
3.1 Popis pracovního místa experimentu – vybavenost pracoviště.....	23
3.2 Formulace cílů a kritérií experimentu	26
3.3 Popis operátorů.....	26
3.4 Časový harmonogram experimentu.....	26
3.5 Vybavení potřebné k realizaci experimentu.....	27
4 Realizace a sběr informací.....	30

4.1	První den experimentu	30
4.2	Druhý den experimentu	31
4.3	Třetí den experimentu.....	31
4.4	Čtvrtý den - doplňující srovnání montáže.....	31
5	Vyhodnocení a formulace výsledků	33
5.1	Hodnocení z naměřených časů	33
5.1.1	Operátora M	33
5.1.2	Operátor T	34
5.1.3	Operátoři M, T, P – 1. den	35
5.2	Hodnocení pocitu únavy z manuální práce	36
5.3	Hodnocení metodou profesiografie	38
5.4	Celkové hodnocení experimentu	40
5.4.1	Definované příčin pocitů únavy při ruční montáží.....	41
5.4.2	Návrh zlepšení pracovních podmínek.....	43
	Závěr	45
	Použité zdroje	47
	Přílohy	51

Seznam příloh

Příloha 1 Hodnocení jednotlivých faktorů v běžném provozu – kontrolní listy

Příloha 2 Hodnocení operátorů - jednotlivé faktory

Příloha 3 Vzorová tabulka pro časovou bilanci a počet montáže

Příloha 4 Časová bilance a počet montáží během 1. měření - T

Příloha 5 Časová bilance a počet montáží během 1. měření – M

Příloha 6 Časová bilance a počet montáží - P

Příloha 7 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (T) – 2 měření

Příloha 8 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (M) – 2 měření

Příloha 9 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (P)

Příloha 10 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – T

Příloha 11 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – T

Příloha 12 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – M

Příloha 13 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – M

Příloha 14 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – T

Příloha 15 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – T

Příloha 16 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – M

Příloha 17 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – M

Příloha 18 Fotografie operátorů T, M, P

Příloha 19 Montážní postup vzduchového ventilu

Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Sada ergoPak

Obrázek 3-1 Montážní pracoviště [mm]

Obrázek 3-2 Sestavený vzduchový ventil a seznam součástek pro jeho sestavení

Obrázek 3-3 Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci v sedě i ve stoje s porovnáním v UL 209

Obrázek 4-1 Operátor M a operátor T při montáži vzduchového ventilu

Obrázek 4-2 Operátor P při montáži vzduchového ventilu

Obrázek 5-1 Stlačení a zajištění horního přípravku

Obrázek 5-2 Zasunutí pístu do válečku

Obrázek 5-3 Operátor M při šroubování šroubů – zvednutý loket

Obrázek 5-4 Špatně dostupné šroubky v boxu a při sestavení

Obrázek 5-5 Nestejně velké pružiny

Obrázek 5-6 Nedostupné šrouby

Obrázek 5-7 Ergonomická židle

Obrázek 5-8 Montážní stůl

Obrázek 5-9 Aku šroubovák

Obrázek 5-10 Stojany pro zásobování součástek

Seznam grafů

Graf 1 Časová bilance a počet montáží během 3 dnů – M

Graf 2 Časová bilance a počet montáží během 3 dnů – T

Graf 3 Časová bilance a počet montáží u operátorů M, T a P během 1. dne

Graf 4 Vyjádřený subjektivní pocit únavy operátora M (2,3 den)

Graf 5 Vyjádřený subjektivní pocit únavy operátora T (2,3 den)

Graf 6 Hodnocení jednotlivých faktorů v běžném provozu u všech třech operátorů

Seznam tabulek

Tabulka 1-1 Příklady zdrojů dynamické zátěže

Tabulka 1-2 Příklady zdrojů statické zátěže

Tabulka 1-3 Příklady zdrojů psychické zátěže

Tabulka 2-1 Limity energetického výdeje pro muže a ženy

Tabulka 2-2 Směnově průměrné hodnoty srdeční frekvence mužů a žen ve věku 18 - 65 let při fyzické práci vykonávané velkými svalovými skupinami

Tabulka 3-1 Částečně vyplněný formulář časové bilance a počtu montáží

Tabulka 3-2 Částečně vyplněný formulář snímku pracovního dne jednotlivce - pozorovací list (2. měření)

Tabulka 3-3 Částečně vyplněný kontrolní list metodou profesiografie

Tabulka 3-4 Vyhodnocení pracovního zatížení

Tabulka 5-1 Projevy pocitů únavy všech operátorů M, T a P během 1. dne

Tabulka 5-2 Projevy pocitů únavy u operátorů M, T během 2-3 dne

Tabulka 5-3 Legenda k grafu 6

Přehled použitých zkratk a symbolů

ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
EU	Evropská unie
EHS	Evropské hospodářské společenství
MSDs	Muskuloskeletální onemocnění
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni
FST	Fakulta strojní
KTO	Katedra technologie obrábění
RP	Racionalizace práce
IEMG	Integrovaná elektromyografie
E_v	Objem energie vynaložené na práci [kJ]
E_s	Objem energie spotřebované v potravě [kJ]

Úvod

Téma mé bakalářské práce je „Experiment subjektivních pocitů únavy při ruční montáži.“ Práce je zaměřena na zjištění fyzické a psychické únavy při ruční montáži. Celý úkol bude řešen na výukovém pracovišti vzduchového ventilu v prostoru laboratoře KTO.

Toto téma jsem si vybrala z důvodu, že v ČR se nachází spousta firem zabývajících se montáží v sériové výrobě. Přivádět částečnou výrobu, zejména montáž, do místních lokalit je současný trend velkých zahraničních společností.

Podle statistických dat z ČSÚ pracovalo v roce 2014 (podle činností a sektorů) nejvíce lidí ve zpracovatelském průmyslu (20%), do něhož patří automobilový průmysl. Tato oblast průmyslu představuje v České republice „jedno z nejrozvinutějších automobilových odvětví v regionu střední a východní Evropy. Díky své dlouholeté tradici, robustní dodavatelské základně a technickému know-how se českému automobilovému průmyslu podařilo“ [25] získat status vyspělého sektoru, „a to za předpokladu udržení si svého atraktivního poměru kvalita/cena. Důkazem toho může být i první překonání hranice jednoho milionu vyrobených motorových vozidel v roce 2010.“ [25]

Většina zaměstnanců pracujících v tomto průmyslu mají pozici operátor. Charakteristické rysy této profese jsou: monotónnost a práce v taktu. Z výše uvedených dat vyplývají i negativní důsledky práce operátorů montáže. Vzhledem k zmíněné monotónnosti, opakujícím se pohybům a pracovním úkonům plněným v čase se u operátorů vyskytují časté potíže s pohybovým ústrojím, nemoci šlach, svalů.

Jednotný název pro tyto obtíže je: muskuloskeletální onemocnění. Muskuloskeletální onemocnění (MSDs) představují skupinu onemocnění postihujících tělesné struktury jako jsou svaly, klouby, šlachy, vazy, nervy a kosti. Mohou mít také podobu akutního traumatu, např. zlomeniny [26]. MSDs, které mají souvislost s prací jsou způsobeny primárně přímo prostředím, kde je daná práce vykonávána. Třebaže není vždy zcela jasné v jaké míře jsou MSDs ovlivněny důsledky práce, jejich působení na pracovní aktivitu je značný. „Následkem MSDs může být pokles produktivity, finanční zatížení a sociální nevýhody nejen pro pracovníky, ale i pro zaměstnavatele a celou společnost.“ [26]

Tyto nemoci, které mají souvislost s prací patří mezi nejběžnější zdravotní obtíže v Evropě. „Postihují nejméně 60 miliónů pracovníků ve 31 evropských zemích. MSDs jsou nejčastější příčinou pracovní neschopnosti a zodpovídají až za 40 % nákladů na odškodnění pracovníků. MSDs dlouhodobě tvoří dle údajů poskytnutých Národním registrem nemocí z povolání přes 50 % všech hlášených nemocí z povolání v České republice.“ [26]

Jedním z kritérií, které jsou příčinnou těchto nemocí je únava. Experimentem této bakalářské práce bude cíleně zaměřen na subjektivní pocit únavy, která bude vyvolána ruční montáží.

1 Problematika fyzické zátěže u operátorů při ruční montáži

Montáž lze charakterizovat jako soubor činností lidí, zařízení a strojů, přičemž vykonáváním činností ve stanoveném pořadí a čase vznikne z jednotlivých součástí a montážních skupin hotový výrobek. Montáž je obvykle závěrečnou fází výrobního procesu ve strojírenské výrobě [11].

Význam montáže ve strojírenství vyplývá z podílu montáže ve struktuře pracnosti strojírenských výrobků, která činí v průměru 30 až 40% [11]. Dalším ukazatelem je celkový počet pracovníků pracujících ve výrobě, specificky je zde zaměstnáno v montáži asi 30 – 50 % všech pracujících v ČR. „U velkosériové výroby se podíl pracnosti montáže snižuje, což je ovlivněno především propracovaností konstrukce, vyšším stupněm mechanice a automatizace montážního procesu.“ [11]

Ruční montáž má výhodu ve velké přizpůsobivosti podmínkám montáže, nízkých požadavcích na investice do montážních prostředků [10]. Na straně druhé je zapotřebí více pracovníků a ukazuje nízkou produktivitu práce. V mnohých případech se v takových provozech vyskytují ergonomické problémy, „jsou špatně využívány pracovní prostory“ [10], nedodrží se přestávky v práci apod.

Řešení a zavádění automatizace ručních montáží vyžaduje vysoké náklady, značné úsilí pro přípravu od konstrukční úpravy součástí a výrobků [10], úroveň organizace, vyšší odbornost. A toto je občas úskalím pro zavedení inovací, které by usnadnily lidskou práci, kde člověk zapojuje určitou skupinu svalů.

1.1 Problematika fyzické zátěže

Fyzická zátěž je: „Taková činnost, kdy se aktivuje hlavně svalstvo, jehož hlavním rysem je svalový stah, podle kterého dělíme fyzickou práci na práci převážně statickou nebo dynamickou.“ [12]

Dynamická práce je charakterizovaná střídavým zapojováním svalových skupin a střídáním napětí a uvolňování svalstva. Přitom se rozlišuje, zda je práce vykonávána velkými či malými svalovými skupinami. Práce dynamická je méně zatěžující než práce statická. Statická práce svalů je charakteristická tím, že svaly jsou stažené a v této poloze zůstávají po dlouhou dobu. Při statické práci dochází k izometrické kontrakci svalu a zvýšení napětí ve svalu [14].

Fyzická zátěž je: „Pracovní zátěž pohybového systému, srdečně cévního a dýchacího systému s odrazem v látkové přeměně a termoregulaci organismu.“ [5]

Příkladem práce, která je spojena s fyzickou zátěží je manipulace s materiálem. Tato činnost může mít různou podobu. Dle Chundely při vyšší námaze dojde k vyšší přeměně metabolismu. Člověk by měl při vyšším výdeji energie doplnit více potravy, aby došlo k vyrovnání základní energetické bilance $E_v = E_s$.

kde E_v je objem energie vynaložené na práci (kJ)

E_s je objem energie spotřebované v potravě (kJ) [4].

Cílem je zjistit,“ zda fyzická námaha při vykonávané činnosti nepřevyšuje fyziologické možnosti pracovníka a nemůže vyvolat poškození zdraví“ [5].

Negativní vliv působení fyzické zátěže na zdraví člověka se projevuje např. zvýšeným počtem pracovních úrazů, potížemi a onemocněním svalově kosterního aparátu zejména na páteře, onemocněním svalů šlach, kloubů, úponů a kostí v důsledku jednostranného nadměrného zatěžování (jednostranné přetěžování). Jsou zjišťovány souvislosti obtíží kosterně-svalového aparátu s pracovní polohou. Nevhodné pracovní polohy mohou negativně ovlivnit nejen kosterně-svalový aparát, ale i dýchání a krevní oběh [5].

Úroveň fyzické zátěže pracovníka se rovněž projevuje na výkonnosti a kvalitě provedení práce.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. pokud se týče práce s fyzickou zátěží, rozlišuje tyto aspekty: celkovou fyzickou zátěž, lokální svalovou zátěž, pracovní polohu, ruční manipulaci s břemenem [6].

V tabulce č. 1-1, 1-2 jsou uvedeny další zdroje fyzické zátěže a příklady činností.

DYNAMICKÁ ZÁTĚŽ	
Zdroj:	Příklad činnosti
1. Stereotypie	Trvalé zásobování stroje materiálem, stálé odebrání obrobků. Proudová a pásová výroba. Zatížení stále stejných svalových skupin. Vnucené pracovní tempo. Minimum psychické zátěže.
2. Složitá koordinace	Obtížné naučitelné dynamické pohyby stereotypy. Koordinace rukou a nohou při manipulaci s ovladači. Vizualně - motorické koordinace u složitých montážních prací.
3. Velká přesnost	Jemné montážní práce. Manipulace s přesnými ovladači.
4. Nepřiměřená dráha	Manipulační roviny v různých místech pracovního prostoru. Nefyziologické dráhy. Trvalé přecházení. Nevhodné rozmístění součástí.
5. Velká hmotnost	výrobků, nástrojů, pomůcek, palet, náradí, přístrojů, odpadu, materiálu atp.
6. Velká síla	při obsluze ovládačů, náradí a nástrojů, transportní prostředků.
7. Rozložení pohybů	Nepravidelné střídavé fáze klidu a zvýšené pohybové aktivity.

Tabulka 1-1 Příklady zdrojů dynamické zátěže [4]

STATICKÁ ZÁTĚŽ	
Zdroj:	Příklad činnosti
8. Poloha	Trvalé stání na obou nebo na jedné noze. Trvalý sed, nemožnost změny polohy.
9. Extrémní poloha	V předklonu, shybu, úklonu, pootočení, kleku, výponu. Práce nad hlavou apod.
10. Držení	Držení předmětů, ovládačů, nástrojů, pomůcek; transport.
11. Prostorové omezení	Nemožnost pohybu ve stísněných prostorách (nohy, kabiny, dopravní prostředky).
12. Nesení	Zatížení trupu, hlavy, nohou atp. břemenem, pracovní pomůckou, přístrojem atp.

Tabulka 1-2 Příklady zdrojů statické zátěže [4]

1.2 Problematika psychické zátěže

Součástí ochrany zdraví pracovníků jsou faktory, které jsou dále dány kapacitou smyslových orgánů (schopností vnímat a rozlišovat příslušné smyslové podněty) a kapacitu myšlenkových procesů a funkcí, jako je paměť, představivost, zátěžová tolerance, spolehlivost [5].

Jde o faktory označované jako psychická zátěž a sensorická (smyslová) pracovní zátěž, kterou souvisí s fyzickou pracovní zátěží. Cílem posuzování těchto faktorů je zjistit, zda psychická či smyslová námaha při vykonávané činnosti nepřevyšuje fyziologické možnosti pracovníků a nemůže vyvolat poškození zdraví [5].

Psychickou zátěž je možné definovat jako proces psychického zpracování a vyrovnání se s požadavky a vlivy životního a pracovního prostředí [5].

Lze rozlišovat tři formy psychické zátěže:

- sensorická (smyslová) zátěž – vyplývá z požadavků práce na činnost smyslových orgánů,
- mentální zátěž – vyplývá z požadavků na zpracování informací kladoucí nároky na psychické procesy zejména pozornost, paměť, představivost, myšlení, rozhodování,
- emoční zátěž – vyplývá ze situací a požadavků vyvolávajících afektivní odezvu.

Dlouhodobá psychická zátěž může vyústit v poruchy zdraví jako jsou některá psychosomatická onemocnění (ischemická choroba srdeční, vředová choroba, hypertenze) i poruchy v oblasti mentálního zdraví [5].

Podle nařízení vlády 361/2007 Sb. jsou definovány následující ukazatele psychické zátěže:

- práce spojená s monotonií
- práce v vnuceném pracovním tempu
- práce v třisměnném nebo nepřetržitém pracovním režimu
- práce vykonávaná pouze v noční době [6].

Další příklady zdrojů spojené s psychickou zátěží jsou uvedeny v tabulce č. 1-3.

Zdroj:	Příklad činnosti
1. Množství informací	Velký počet sdělovačů, sledování provozu, operátor, řidič.
2. Nedostatek informací	Minimální až nulový přísun operací, žádná jiná činnost. Vede k útlumu
3. Monotónnost	Jednoduchá fyzická práce nevyžadující psychické procesy. Pásová výroba.
4. Trvalá zátěž (Vigilance)	Nutnost stálé pozornosti. Trvalé sledování sdělovačů, situace, tvaru, atp.
5. Změny informace	Při rychlých změnách podnětů, které je nutno registrovat. Operátor, řidič.
6. Nevhodná kódování	Informace jsou nejasné, nezřetelné, nejednoznačné.
7. Špatné prostředí	Špatné osvětlení, kouř, mlha, déšť, znesnadňující příjem informací. Řidič, operátor.
8. Vysoká přesnost	Potřeba vysoké přesnosti při vykonávání práce.
9. Zodpovědnost	Nároky na zodpovědnost za hmotné statky nebo lidské životy. Zklamání důvěry.
10. Nároky na paměť	Práce vyžaduje zapamatování složitých postupů, uchování množství informací.
11. Složitě vyhodnocování	Informace je třeba hodnotit ve vazbách, příliš mnoho variant.
12. Obtížná rozhodování	Pro rozhodování není dostatek informací, nebo jsou nejasné a nejednoznačné.
13. Rizikovost práce	Je reálné nebezpečí úrazu, onemocnění nebo havárie.
14. Časový stres	Je nedostatek času na provedení práce, blížící se termín, nemožnost ovlivnit průběh akce.
15. Vědomí nedostatků	Pracovník je si vědom svých osobních (fyzických, psychických, kvalifikačních atp.) nedostatků.

Tabulka 1-3 Příklady zdrojů psychické zátěže [4]

1.3 Zákonné požadavky na ochranu zdraví při práci

Z uvedených informací v předchozí kapitole vyplývá, že je v současnosti nezbytností chránit zaměstnance před negativními důsledky zátěže. Jak fyzické, tak rovněž i psychické.

Evropská rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (směrnice 89/391/EHS), přijatá v roce 1989, byla zásadním milníkem v oblasti zlepšování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Zaručuje minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví po celé Evropě, ačkoli členské státy si mohou zachovat nebo přijmout přísnější opatření [27].

- Cílem směrnice je stanovit stejnou úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví ve prospěch všech pracovníků (jedinou výjimku představují domácí pracovníci a některé části veřejné a vojenské služby).
- Podle směrnice jsou zaměstnavatelé povinni přijmout náležitá preventivní opatření, aby práce byla bezpečnější a zdravější.
- Směrnice zavádí jako klíčový prvek zásadu hodnocení rizik a definuje jeho hlavní prvky (např. identifikace rizik, účast pracovníků, zavedení vhodných opatření s prioritou odstranit rizika u zdroje, dokumentace a periodické přehodnocování rizik na pracovišti).
- Nová povinnost zavést preventivní opatření implicitně zdůrazňuje důležitost nových forem řízení bezpečnosti a ochrany zdraví jako součásti všeobecných procesů řízení [27].

V ČR jsou 2 základní zákony, které se zabývají ochranou zdraví při práci. Prvním je zákon č. 309/2006 Sb. Zákoník práce. Tento zákon:

a) upravuje právní vztahy vznikající při výkonu závislé práce mezi zaměstnanci a zaměstnavateli; tyto vztahy jsou vztahy pracovněprávními,

b) upravuje rovněž právní vztahy kolektivní povahy a podporu vzájemných jednání odborových organizací a organizací zaměstnavatelů. Právní vztahy kolektivní povahy, které souvisejí s výkonem závislé práce, jsou vztahy pracovněprávními,

c) zpracovává příslušné předpisy Evropské unie,

d) upravuje též některé právní vztahy před vznikem pracovněprávních vztahů a),

e) upravuje některá práva a povinnosti zaměstnavatelů a zaměstnanců při dodržování režimu dočasně práce neschopného pojištěnce podle zákona o nemocenském pojištění a některé sankce za jeho porušení [20].

Druhým je zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Tento zákon zapracovává:

a) práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví,

b) soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc,

c) úkoly dalších orgánů veřejné správy v oblastech ochrany a podpory veřejného zdraví a hodnocení a snižování hluku z hlediska dlouhodobého průměrného hlukového zatížení životního prostředí [21].

Dále i nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

1.4 Analýza rizik při práci

Analýza rizika je systematické sledování všech faktorů pracovního prostředí a pracovních podmínek z hlediska zátěže lidského zdraví, bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci a předpověď možností vzniku pracovních úrazů, nemocí z povolání či jiných poškození zdraví souvisejících s prací a pracovními podmínkami [13].

Kvalitně prováděná analýza rizik vyžaduje zvládnout tři na sebe navazující procesy:

- identifikaci nebezpečí (stanovení možných hrozeb),
- kvantifikaci rizika (vyhodnocení hodnoty pravděpodobnosti hrozeb a vyhodnocení výše ztrát),
- tvorbu plánu řízení rizika a faktické řízení rizik (jaká bude reakce na riziko, tedy zda bude akceptováno nebo sníženo, pojištěno apod.),
- hodnocení kroků a postupů výše uvedených bodů [13].

Důležitý je výběr osob, které budou provádět hodnocení rizika. V každé organizaci o tom rozhoduje zaměstnavatel. Posuzování mohou provádět: samotní zaměstnavatelé, zaměstnanci podniku jmenovaní zaměstnavatelem, externí služby [9].

1.4.1 Kategorizace prací

V České republice je zaveden systém kategorizace prací (prováděcí vyhláškou k zákonu o ochraně veřejného zdraví), který je podle rizika rozděluje do čtyř kategorií. Kategorizace umožňuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců. Takovými faktory, které ze zdravotního hlediska rozhodují o kvalitě pracovních podmínek a které jsou charakteristické pro danou práci na konkrétním pracovišti a pro míru zabezpečení ochrany zdraví pracovníků. Účelem kategorizace je získat objektivní a srovnatelné podklady, zejména pro určení rizikových prací, optimalizaci pracovních podmínek a pro racionální opatření k odstranění nedostatků v zabezpečení ochrany zdraví při práci [5].

2 Ukazatele, odezvy a adaptace na zátěž

Limity a odezvy organismu na fyzickou zátěž jsou stanoveny vědecky, na základě poznatků z medicínských oborů. V praxi se jimi nejčastěji zabývá specializovaný lékařský úsek: Pracovní lékařství, ale další specialisté, kteří v současnosti řeší mnohé problémy z praxe jsou to odborníci z oblasti ergonomie.

Potřeba existence samotného oboru pracovní lékařství vyplývá nikoliv z potřeb lékařské komunity či resortů, nýbrž buď z uvědomělých racionálních potřeb podniků vedených osvědčenými podnikateli nebo z nutnosti plnit ustanovení závazné legislativy evropské i národní, případně obojího. Základní zákonnou povinností zaměstnavatele je zajistit přístup ke službám zdraví při práci, jejich součástí jsou pracovnělékařské služby. I ty jsou udržovány kvalitní prací odborníků různého zaměření, přesto dominantní úlohu v nich hraje lékařský specialista: pracovní lékař [5].

Koncepce pracovního lékařství schválená 5. dubna 2004 Vědeckou radou ministerstva zdravotnictví definuje pracovní lékařství jako obor, který se zabývá vlivem práce, pracovního prostředí a pracovních podmínek na zdraví pracovníků, prevencí, diagnostikou, léčbou a posudkovými aspekty nemocí způsobených nebo zhoršovaných prací a dohledem nad dodržováním zdravotně přijatelných pracovních podmínek [5].

Obor integruje poznatky hygieny práce zabývající se hodnocením rizik zátěží faktory pracovního prostředí, především na základě hodnocení expozic, i znalosti o poškozeních zdraví z práce, tedy nemocích z povolání, ohroženích nemocemi z povolání, pracovních úrazech a nemocích souvisejících s prací a o předcházení těmto poškozením zdraví [5].

Ergonomie je věda zabývající se optimalizací lidské činnosti, tj. takový přístup k činnostem a technice, který vychází z možností, schopností a dovedností člověka a již při určování koncepce a projektování techniky (pracoviště), nástrojů, nábytku a podobně, respektuje všechna jeho omezení. Ergonomie jako samostatná odborná disciplína se rozvíjela po druhé světové válce. Zaobírá se komplexně pracovní činností člověka v systému: člověk-stroj-pracovní prostředí [8]. V České republice reprezentuje ergonomii „Česká ergonomická společnost“ se sídlem v Praze [4].

V našem experimentu se budou sledovat pocity únavy z fyzické zátěže zaměřené na lokální svalovou zátěž, celkovou fyzickou zátěž, pracovní polohu a vnímání psychické zátěže z monotónní práce.

2.1 Celková fyzická zátěž

Za celkovou fyzickou zátěž se považuje zátěž při dynamické fyzické práci vykonávané velkými svalovými skupinami, při které je zatěžováno více než 50 % svalové hmoty [28].

Mezi velké svalové skupiny patří zádové svaly, stehenní a hýžděové svaly a prsní svaly. Mezi malé svalové skupiny patří svaly horních končetin (bicepsy, tricepsy), svaly ramenního pletence a lýtková skupina [43].

Základním kritériem pro hodnocení celkové fyzické zátěže při práci je spotřeba energie, resp. nutný energetický výdej, který by neměl pro práci dynamickou vykonanou převážně velkými svalovými skupinami překročit pro muže a ženy hodnoty uvedené v tabulce. Energetický výdej při dlouhodobě vykonávané práci má odpovídat přibližně 1/3 fyzické zdatnosti pracovníka [5].

Energetický výdej	Jednotky	Muži	Ženy
směnový průměrný	MJ	6,8	4,5
směnový přípustný	MJ	8	5,4
roční	MJ	1600	1060
minutový přípustný	kJ/min	34,5	23,7
	W	575	395

Tabulka 2-1 Limity energetického výdeje pro muže a ženy [5], [8]

Směnové průměrné hodnoty srdeční frekvence při fyzické práci mužů a žen vykonávané převážně velkými svalovými skupinami nesmí překročit hodnoty uvedené v následující tabulce.

A	Průměrná	102
B	Nejvyšší přípustná	110
C	Zvýšení nad výchozí hodnotu	28

Tabulka 2-2 Směnově průměrné hodnoty srdeční frekvence mužů a žen ve věku 18 - 65 let při fyzické práci vykonávané velkými svalovými skupinami [5]

2.1.1 Metody hodnocení celkové fyzické práce

Pro hodnocení celkové fyzické práce se používají tyto 4 metody:

- Nepřímá kalorimetrie – její podstatou je zjišťování množství energie, která se uvolňuje při činnosti svalů a jiných orgánů oxidací živin. Je to metoda velmi přesná a velmi náročná na přístrojové vybavení.
- Vetilometrie – k zjištění energetického výdeje pomocí měření plicní ventilace.

- Hodnocení tepové frekvence – jedná se o komplexní ukazatel zatížení organismu, z její hodnoty lze s určitou přesností odhadnout energetický výdej.
- Tabulkové metody – nejméně náročné, ale značně nepřesné, poskytují pouze hrubý odhad energetické náročnosti práce [5].

2.2 Lokální svalová zátěž

Lokální svalová zátěž je zátěž malých svalových skupin při výkonu práce končetinami. Při hodnocení lokální svalové zátěže se zjišťují a posuzují vynakládané svalové síly, počty pohybů posuzovaných pohybových struktur a pracovní polohy v závislosti na rozsahu statické a dynamické složky práce [29].

2.2.1 Hodnocení lokální svalové zátěže

Limity pro hodnocení vynakládaných svalových sil jsou udávány v %. Je třeba mít na mysli, že maximální svalová síla je závislá na věku a pohlaví, kdy nejvyšší hodnoty svalových sil jsou dosahovány mez 20.-29. rokem a v dalším věku klesají. Svalová síla žen odpovídá 67% svalové síly mužů. Z těchto důvodů se mohou stát neúnosnými zátěže, které byly v mladším věku vykonávány na horní hranici přípustných svalových sil nebo jsou-li na pozicích původně určených mužům zaměstnávány ženy. Pro provozy, ve kterých se často vyskytují onemocnění s z přetěžování je typické též zvyšování pracovních výkonů, opakované zvyšování norem a v poslední řadě práce v úkolu [5].

2.2.2 Metody měření lokální svalové zátěže

Pro měření lokální svalové zátěže se používají tyto metody:

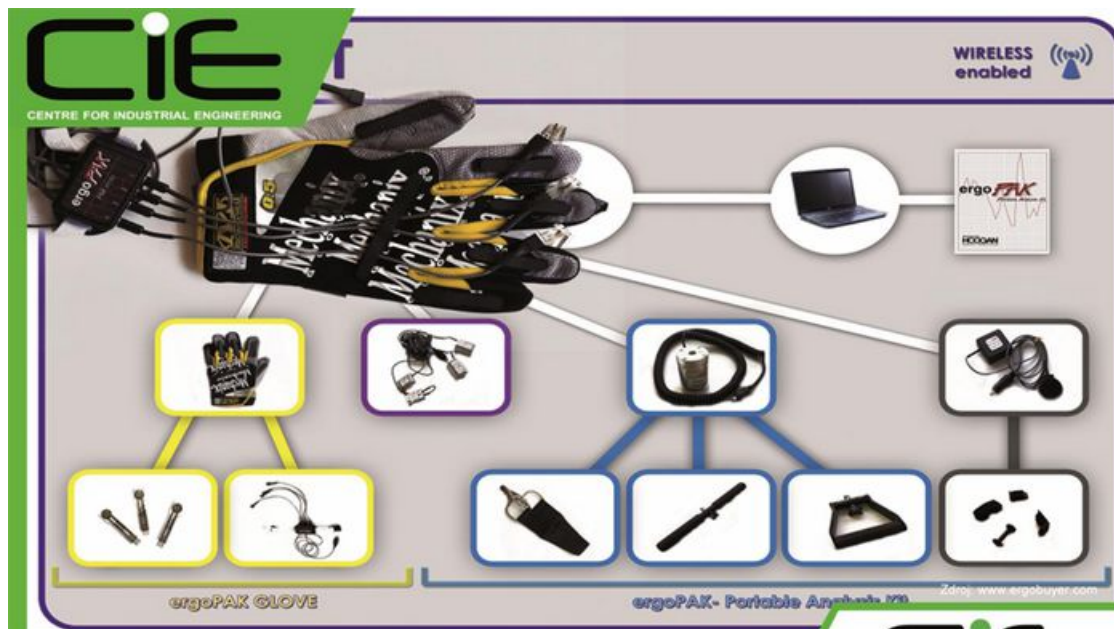
- měření pomocí jednoduchých měřidel pro měření tahu, tlaku, pák apod. jako jsou mincíře, dynamometry, momentové klíče, jednoduché tenzometry bez kontinuálního časového záznamu. Tato metoda je použitelná pouze pro jednoduché, stále se opakující pracovní činnosti [9].
- měření pomocí tenzometrické aparatury s kontinuálním časovým záznamem [9]

- metoda tzv. pracovní integrované elektromyografie (IEMG) – nejpřesnější, je založena na principu snímání elektrofyziologických potenciálů vyšetřovaných svalových skupin [9].

Výše zmíněné metody zejména metoda IEMG jsou vhodné pouze pro měření a hodnocení lokální svalové zátěže v oblasti ruky a předloktí.

Pro posuzování jednostranné dlouhodobé zátěže při práci u ostatních částí pohybového aparátu jsou používány jiné hodnotící metody např.:

- měření tlačných a tažných sil za pomoci speciálních digitálních tenzometrů [29], - např. „sada ergoPAK – tenzometrická sada je určena pro testování a analýzu tažný a tlačných sil, úhlu a zrychlení“ [44].



Obrázek 2-1 Sada ergoPak [44]

- hodnocení kritérií pro ruční manipulaci s břemeny,
- hodnocení pracovních poloh popř. počty pohybů posuzovanými částmi pohybového aparátu,
- nové metody práce používané v ostatních státech EU (RULA, REBA, OWAS, VIRA, ergonomický software Technomatic JACK),
- normové metody práce dle ergonomických norem /např. ČSN EN 1005 [29].

2.3 Pracovní poloha

Opakovaně jsou zjišťovány souvislosti obtíží kosterně-svalového aparátu s pracovní polohou. Nevhodné pracovní polohy mohou negativně ovlivnit nejen kosterně-svalový aparát, ale i dýchání a krevní oběh [9].

Polohu při práci výrazně ovlivňuje charakter a druh vykonávané práce, rozměry a uspořádání pracovního místa. Uspořádání pracovního místa musí být řešeno tak, aby nedocházelo k zaujímání nevhodných pracovních poloh a musí umožňovat práci v základní poloze vsedě nebo vstoje s možností střídání sedu a stoje [9].

2.3.1 Metody pro hodnocení pracovních poloh

Pro hodnocení pracovních poloh se používají tyto metody:

- Video- pohybová analýza.
- Fotografická analýza.
- Pozorovací metody (OWAS, RULA, REBA aj.).
- Přímá měření – goniometrie, elektrogoniometrie.

Hodnocení probíhá v jednotlivých krocích s ohledem na statickou a dynamickou polohu, počty pohybů a dobu trvání jednotlivých pracovních poloh. Hodnotíme polohu trupu, hlavy a krku, horních končetin a ostatních částí těla [30].

2.3.2 Hodnocení pracovních poloh

Vychází z definic přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné pracovní polohy. Hodnocení pracovních poloh při práci je nejvýznamnější na stabilních pracovních místech (práce na stacionárních a mobilních strojích, práce v pásové výrobě aj.) Pracovník si pracovní polohu nemůže sám volit, je přímo závislá na konstrukci stroje, uspořádání pracovního místa, prostorových parametrech pracoviště; pracovník je více než polovinu směny na stejném pracovním místě a provádí obdobnou pracovní činnost. Pracovní poloha je vždy hodnocena pouze v souvislosti s vykonávanou činností, jde o integrální součást pracovní činnosti, nikoliv o nahodilé chování [5].

2.4 Monotonie

Experiment se krom fyzické zátěže zabývá i psychickou zátěží a konkrétně monotonií. Práce spojenou s monotonií se rozumí práce, při níž je charakteristické opakování stejných pohybových nebo úkolových úkonů s omezenou možností zásahu zaměstnance do jejich průběhu [6].

Monotonie může být:

- pohybová, kterou se rozumí taková činnost, při které se opakují jednoduché pohybové manuální úkony stejného typu,
- úkolová, kterou se rozumí taková činnost, při které se vyskytuje nízký počet a malá proměnlivost úkolů [6].

Monotónní práce je spojena s rizikovým faktorem psychické zátěže. Práce spojené s monotonií musí být k omezení jejich nepříznivého vlivu na zdraví přerušovány bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách nepřetržité práce nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců [6].

2.4.1 Hodnocení monotonie

Pro základní, screeningové zhodnocení se v praxi sledují dvě kritéria:

- časové trvání – délka pohybové operace (cyklu),
- počet opakovaných operací v průběhu jedné pracovní směny.

Za monotónní práci se považují pracovní činnosti, při nichž dochází ke střídání maximálně 5 pracovních operací v maximálně 5 minutových intervalech. Úkolovou monotonií pro praxi rozumíme provádění jednostranných, stále se opakujících pravidelných činností, tj. maximálně 3 jednoduchých úkolů [31].

3 Příprava experimentu v laboratoři KTO

Experiment patří společně s dotazováním a pozorováním mezi metody získávání primárních dat. Experimentem (lat. experimentum – pokus, zkouška), rozumíme pokus, který je pozorováním určitého jevu za kontrolovaných nebo řízených podmínek. Cílem experimentu je ověření pravdivosti určité hypotézy nebo teorie [32].

Z jiného zdroje zní definice experimentu takto: „Vědecká metoda, ve které jsou kontrolovány všechny proměnné veličiny tak, aby se z jejich změn daly vyvodit kvantitativně vyjádřitelné závislosti. Pravý experiment musí být opakovatelný a ověřitelný. Při práci s živými bytostmi lze těžko zajistit zcela shodné podmínky pro opakování.“ [15]

Experiment můžeme rozdělit na experiment laboratorní a terénní. Laboratorní experiment je opakovatelný za stejných přesně stanovených a měřitelných podmínek, pracovní postup bývá detailně a přesně popsán; terénní experiment probíhá naproti tomu v přirozeném prostředí, jde-li o lidské jedince, netuší, že jsou účastníky experimentu [33].

Celý experiment je založen na subjektivním pocitu autora této práce v roli operátora ve srovnání dvou spolupracovníků. Nebude prováděno žádné měření či lékařské hodnocení.

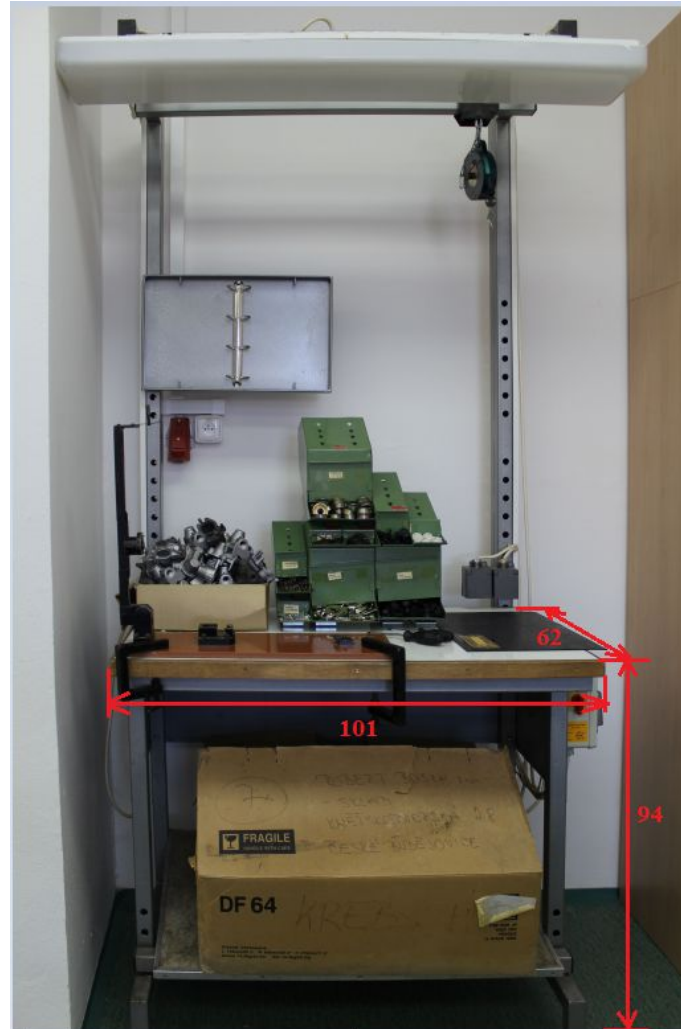
3.1 Popis pracovního místa experimentu – vybavenost pracoviště

Experiment bude realizován na Katedře technologie obrábění. KTO patří mezi pět oborových kateder Fakulty strojní na Západočeské univerzitě v Plzni. Celá fakulta strojní je od roku 2014 držitelem certifikátu systému řízení kvality podle požadavků normy ČSN EN ISO 9001:2009 [34].

Katedra technologie obrábění je dlouhodobě zaměřena do oblasti obrábění, programování NC strojů, automatizace obrábění, řízení jakosti, metrologie, technologické přípravy výroby a montáže [34].

Experiment bude probíhat v laboratoři UL 209, která se nachází na ve 2. patře, v kampusu na Borských polí. Tato laboratoř slouží jako ukázkové montážní pracoviště pro předmět Racionalizace práce pro montáž vzduchového ventilu, které katedra dostala od firmy Robert Bosch, spol. s r. o.

Na montážním pracovišti (obrázek 3-1) se studenti učí správnému montážnímu postupu včetně uspořádání pracoviště [17]. Podkladem pro experiment je typické pracoviště operátora, které má ukázat zručnost operátora za pomoci jednoduchých nářadí a přípravků.



Obrázek 3-1 Montážní pracoviště [mm] [45]

Vybavení laboratoře má dostačující podmínky k výuce předmětů. Montážní pracoviště, které se nachází v rohu laboratoře, má naopak nedostačující podmínky z hlediska technologie prostředí. Operátor u montážního pracoviště je otočen zády k oknu. I když je pracoviště osvětleno v horní části zářivkou, intenzita osvětlení není vyhovující. Je nutno se více soustředit a tím se zvětšuje psychická zátěž na operátora.

Rozměry stolu jsou 101 x 94 x 62 cm. Výška stolu je vhodná pro vyšší osoby. V zadní polovině stolu se nacházejí součástky potřebné k zhotovení vzduchového ventilu. Sestavený vzduchový ventil a seznam součástek pro jeho sestavení naleznete v obrázku 3-2.

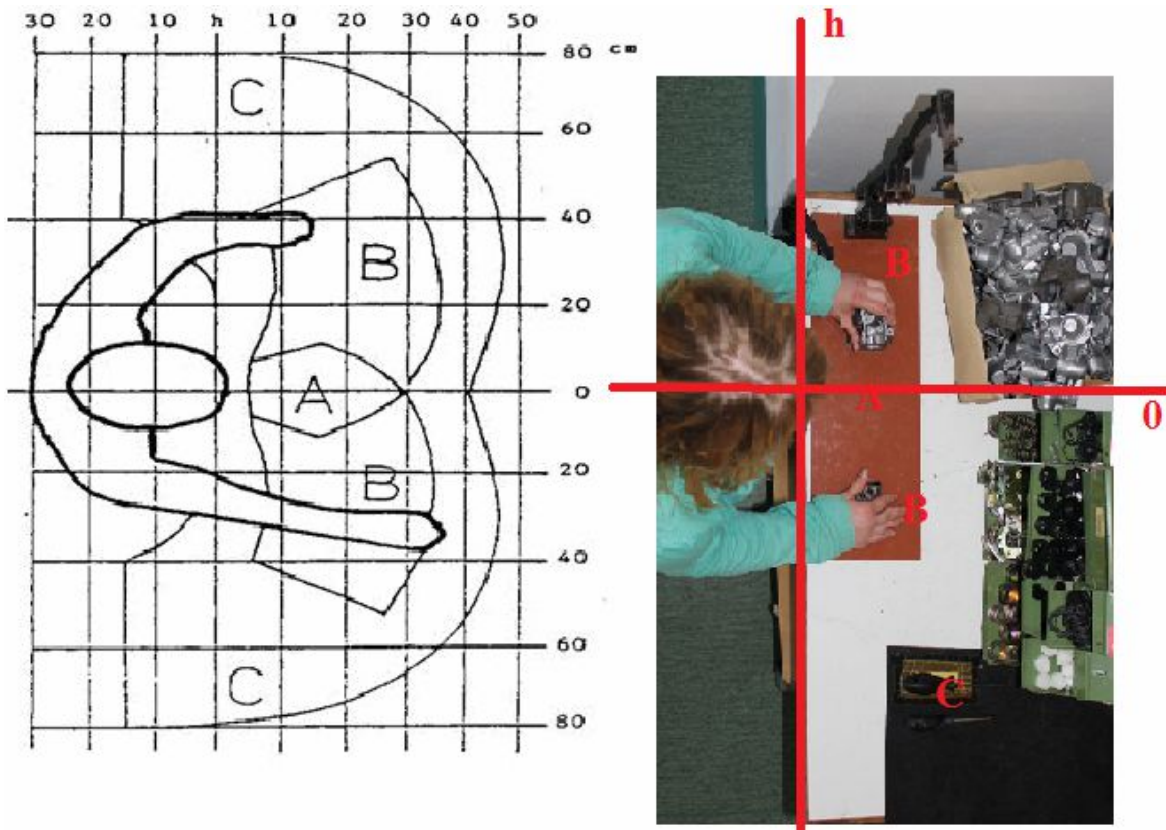


1.	Skříň
2.	Pružina
3.	Talíř
4.	Podložka
5.	Lícni deska
6.	Malý těsnící kroužek
7.	Píst
8.	Váleček
9.	Velký těsnící kroužek
10.	Tři šroubky

Obrázek 3-2 Sestavený vzduchový ventil a seznam součástí pro jeho sestavení [18], [45]

Po pravé straně stolu je odkládací plocha na hotové výrobky, která nevyhovuje svou velikostí.

Obecné dosahové (manipulační) roviny horních končetin v porovnání s dosahovanými rovinami experimentu v UL 209 jsou na obrázku 3-3.



Obrázek 3-3 Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci v sedě i ve stoje s porovnáním v UL 209 [35], [48]

3.2 Formulace cílů a kritérií experimentu

Cílem tohoto experimentu je zjistit, zda má vliv fyzická zátěž, popřípadě monotonie, na člověka při montáži vzduchového ventilu. Byly stanoveny dvě kritéria, na které bude zodpovězeno v závěru.

1. Jak dlouho vydrží operátor bez přestávky a bez pocitu únavy či bolesti svalů, provádět opakovanou montáž. Které svaly (jaké části těla) začnou „bolet“ jako první.
2. Po jak dlouhém čase od začátku práce se dostaví pocit mentální únavy (uvědomění monotónnosti práce).

Celý experiment je založen na subjektivním pocitu autora této práce v roli operátora ve spolupráci s dalšíma dvěma operátory. Nebude prováděno lékařské měření.

- Operátor č. 1 – autor práce (dále značeno M)
- Operátor č. 2 – Tomáš Zatloukal (dále značeno T)
- Operátor č. 3 – Bc. Petra Davidová (dále značeno P)

3.3 Popis operátorů

V roli operátora M bude autor práce. Operátor je střední postavy, měří 160 cm a váží 55 kg. Sportu se věnuje příležitostně, není aktivním sportovcem. Z toho vyplývá, že nemá předpoklad k určité pravidelné fyzické zátěži.

Operátor T je mužského pohlaví s mohutnější postavou, vysoký 183 cm a s váhou 95 kg, který se věnuje aktivně sportu. Má předpoklad k pravidelné fyzické zátěži.

Pro srovnání operátor P je ženského pohlaví s drobnou postavou, výškou 170 cm a váhou 50 kg. Sportu se věnuje příležitostně. Stejně jako operátor M nemá předpoklad k určité pravidelné fyzické zátěži. V příloze č. 18 naleznete fotografie všech operátorů.

3.4 Časový harmonogram experimentu

Aby bylo možné provést subjektivní hodnocení operátora, je nutné experiment naplánovat z hlediska realizace několik po sobě jdoucích dnů. Předpokladem byly stanoveny 3 dny. Počet montáží se odvíjí dle dostupných součástek na pracovišti.

1. den: zmapování postupu, zkoušení montáže
2. den: probíhá montáž – působení montáže na operátory
3. den: probíhá montáž – hledání ulehčení práce

Experiment bude realizován v prvním polovině únoru ve zmíněné laboratoři UL 209 popsané v kapitole 3.1.

3.5 Vybavení potřebné k realizaci experimentu


Experiment bude měřen pomocí stopek, zdokumentován pomocí fotek. Z toho vyplývá, že bude potřeba fotoaparátu se stativem, stopky na měření času a připravené záznamové tabulky.

Stěžejní tabulkou je časová bilance a počet montáží během 1., 2. a 3. měření. Částečně vyplněný formulář naleznete v tabulce 3-1. Z tabulky je patrné, že např. 8. montáž vzduchového ventilu trvala 56 sekund a sestavit celkem 8 vzduchových ventilů trvalo 7 minut a 37 sekund. Do sloupce poznámky se zapisují kdy a jaké svaly začnou operátory bolet. V našem případě při 8. montáži operátor T začal pociťovat bolest prstů na rukou. Z naměřených hodnot během experimentu se vytvoří pro přehlednost grafy.

Časová bilance a počet montáží během 2. měření		List č. 1/2	
Operátor: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
1.	00:00:55,00	00:00:55,00	
2.	00:00:55,00	00:01:50,00	
3.	00:00:57,00	00:02:47,00	
4.	00:01:00,00	00:03:47,00	problém při šroubování šroubů
5.	00:00:57,00	00:04:44,00	
6.	00:00:59,00	00:05:43,00	zaseknuté pružiny
7.	00:00:58,00	00:06:41,00	
8.	00:00:56,00	00:07:37,00	bolest prstů

Tabulka 3-1 Částečně vyplněný formulář časové bilance a počtu montáží [49]

Pro lepší vyhodnocení experimentu bylo určeno, že by bylo vhodné zahrnout i snímek pracovního dne jednotlivce – pozorovací list. V pozorovacím listu by bylo patrné, co by se dělo v konkrétní minutě při montáži určitého kusu vzduchového ventilu. Částečně vyplněný formulář pro operátora T naleznete v tabulce 3-2. Kompletně vyplněné snímky pracovního dne jednotlivců naleznete v příloze č. 7, č. 8, č. 9.

Snímek pracovního dne jednotlivce - 2. měření (Pozorovací list)		List č. 1/1	
Doba pozorování: 10:00-10:33		Operator: T	Pozorovatel: M. Šnebergerová
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209	
		Čas	
Poř.č.	Pozorovaná činnost (ks)	postupný (hod:min)	jednotlivý (min)
1.	Počátek pozorování	10:00	
2.	Připrava pracoviště	10:01	1
3.	Odložení hotového (2)	10:03	2
			Poznámky

Tabulka 3-2 Částečně vyplněný formulář snímku pracovního dne jednotlivce - pozorovací list (2. měření) [18], [49]

Pro porovnání bude použita metoda profesiografie zaznamenáváním do kontrolních listů. Hodnotí se jednotlivá kritéria pomocí bodů 1 až 5. Přičemž 1 je minimální zatížení a 5 naopak maximální zatížení. Částečně vyplněný kontrolní list vidíte v tabulce 3-3.

Vyhodnocení běžný provoz					
1	2	3	4	5	Kritéria
1					Fyzická zátěž
			4		Prsty a ruce
		3			Chodidla a nohy
		3			Páteř
1					Ramena
1					Prostor pro nohy/chodidla
	2				Dosah horních končetin
		3			Požadavky na zrak
13	4	6	1	0	Součty sloupců hodnocení
13 * 1	4 * 2	6 * 3	1 * 4	0 * 5	Součty sloupců x váhový koeficient
Celkem		0			

Tabulka 3-3 Částečně vyplněný kontrolní list metodou profesiografie [24]

Výsledné hodnocení je provedeno formou výpočtu, který provádíme následovně:

1. vypočítáme sumu v jednotlivých sloupcích
2. vynásobíme sumu v jednotlivých sloupcích příslušným váhovým faktorem (1 až 5)
3. sečteme výsledek ad 2
4. vydělíme výsledek získaný ad 3 číslem 15 (počet faktorů)
5. přiřadíme stupeň náročnosti práce podle tabulky 3-4 [24].

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

Tabulka 3-4 Vyhodnocení pracovního zatížení [24]

4 Realizace a sběr informací

Vlastní experiment montáže vzduchového ventilu proběhl 3. až 5. února a 25. února 2016. Montážní postup byl na základě podkladů z předmětu RP (Racionalizace práce) zdokumentován v příloze č. 19.

4.1 První den experimentu

První den se operátoři (M a T) seznamovali s prostředím a montážním postupem vzduchového ventilu. Po seznámení proběhla zkušební montáž na 10 kusech vzduchového ventilu. Tento počet byl dostatečný pro nacvičení montážního postupu. Následně proběhla demontáž na přípravku. Celkově bylo sestaveno 40 kusů vzduchových ventilů.

Naměřené časy smontování konečného dílu tj. vzduchového ventilu a první pocity únavy a bolest končetin z montáže byly zaznamenávány do formuláře časové bilance a počtu montáží, které naleznete v příloze č. 4, č. 5, č. 6. Na obrázku 4-1 vidíte zaučování montážního postupu u operátora M a T.



Obrázek 4-1 Operátor M a operátor T při montáži vzduchového ventilu [46], [45]

4.2 Druhý den experimentu

Druhý den již oba operátoři měli dostatečně zkušeností a znalostí jednotlivých úkonů a postupu při montáži. Z tohoto důvodu se zvýšila montážní dávka (počet montovaných kusů v sérii). Bylo zvoleno 35 kusů. Tento počet se odvíjel od dostupných součástí v laboratoři. Z toho vyplývá, že po 35kusech nastala demontáž. Demontáž musela probíhat na přípravku, protože stlačené pružiny by mohly vystřelit.

Naměřené časy jednotlivých montáží a první pocity únavy a bolest končetin z montáže byly zaznamenávány do formuláře časové bilance a počtu montáží v příloze č. 10, č. 11, č. 12, č. 13. Ve druhém dni experimentu byl přidán i snímek pracovního dne jednotlivce – pozorovací list, jelikož oba operátoři již byli dostatečně zacvičeni. Snímek naleznete v příloze č. 7 a č. 8.

4.3 Třetí den experimentu

Třetí den, který byl posledním v pořadí po sobě jdoucích dnů, byl pro oba operátory zajímavou zkušeností a sdílením pocitů se oba shodli, že se dostavuje únava z vykonávané práce. Příznaky únavy u obou operátorů, se projevovaly stejné, ale i rozdílné a to vedlo k zamyšlení, jak by si mohli práci zjednodušit. Ulehčit si námahu, která byla charakteristická zejména pro jeden z úkonů celé montáže. Tím bylo zašroubování tří šroubů na vzduchového ventilu. Možné návrhy na zlepšení pracovních podmínek jsou poznamenány v celkovém zhodnocení experimentu (kapitole 5.4).

Stejně jako předchozí dny se naměřené časy montáží zaznamenávaly do formuláře časové bilance a počtu montáží v příloze č. 14, č. 15, č. 16, č. 17.

4.4 Čtvrtý den - doplňující srovnání montáže

Při vyhodnocení časů a poznámek obou operátorů vycházející z formulářů, byly zřejmé velké rozdíly mezi operátory (M a T), proto pro jasné definování závěru by bylo vhodné do experimentu zapojit ještě jednoho operátora – operátora P v našem případě ženu, která by pracovala jen 1 den. a sestavila 35 kusů vzduchových ventilů.

Operátor P byl seznámen s prostředím a montážním postupem vzduchového ventilu stejně jako operátoři M a T. Po seznámení proběhla zkušební montáž na 10 kusech vzduchového ventilu. Naměřené časy jednotlivých montáží, pocity únavy a bolesti končetin byly opět zaznamenány do formuláře časové bilance a počtu montáží v příloze č. 6.

Byl proveden též snímek pracovního dne jednotlivce, který naleznete v příloze č. 9. Na obrázku 4-2 vidíte operátora P při sestavování vzduchového ventilu.



Obrázek 4-2 Operátor P při montáži vzduchového ventilu [45]

5 Vyhodnocení a formulace výsledků

Z formulářů s naměřenými časovými údaji montáží 1 kusu výrobku byl sestaven graf pro oba operátory (T a M) pro všechny 3 dny. Srovnání průběhu práce a časové difference obou operátorů se ukázalo v grafu 1 a 2. V grafu 3 je zobrazeno porovnání průběhů montáží operátorů M, T a P během 1. dne.

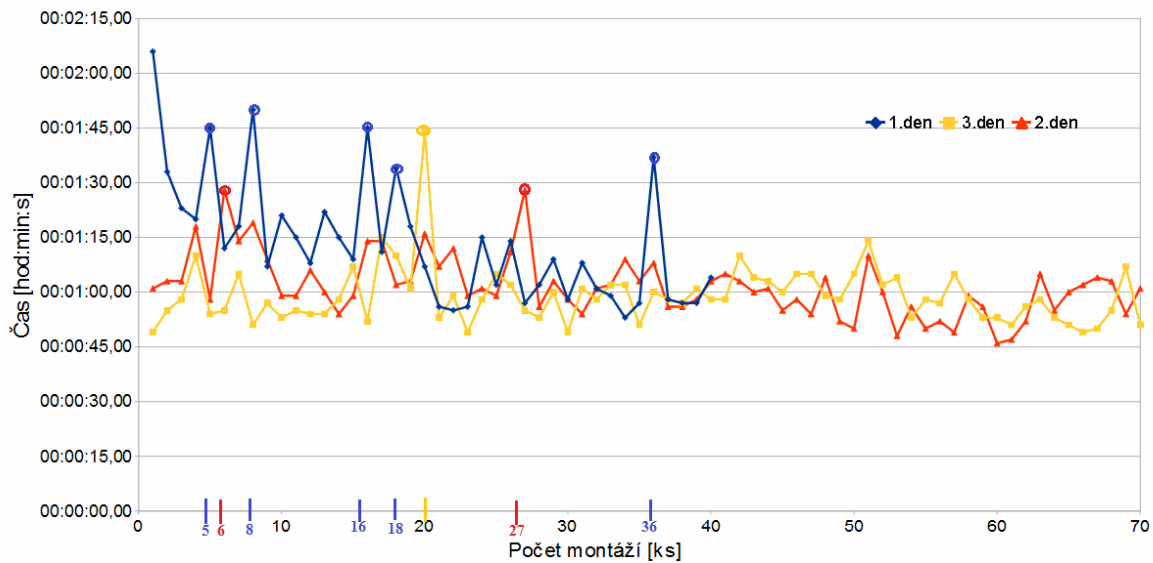
Osa y v grafech představuje čas sestavení 1 kusu vzduchového ventilu a osa x znázorňuje o kolikátý kus se jedná. Z vyplněných poznámek ve formuláři časové bilance a počtu montáží je vyhodnocen pocit únavy z manuální práce. Pro porovnání pocitů únavy vypsanych v poznámkách ve formuláři je použita metoda profesiografie.

5.1 Hodnocení z naměřených časů

5.1.1 Operátora M

Graf 1 zobrazuje operátora M. První den je označen na grafu modrou barvou. Jsou zde vidět velké časové výkyvy smontovaných konečných dílů. Jedním z důvodů výkyvů je zacvak a postupné zaučení montážnímu postupu vzduchového ventilu. Nejdelší čas se vyskytuje při první montáži, která trvala přes 2 minuty. Čas montáží postupně klesal, ale vyskytovaly se i zde výkyvy. Při 5. montáži došlo k zapomenutí vložit součást. Druhý výraznější výkyv byl při 8. montáži, který závisel na špatném lícování díry a šrouby šly poté hůře zašroubovat. Při 16. montáži byl výkyv způsoben zapadáváním malých šroubů do špatně dostupných míst na výrobku a při 18. montáži byl problém s nedostatečnou silou při zacvaknutí horního přípravku a vložení pístu do válečku. Při 36. montáži byl stejně jako u 18. montáže problém s nedostatečnou silou u operátora.

Druhý den je v grafu 1 červenou barvou. Již je vidět snížení časů jednotlivých montáží i méně výkyvů oproti předešlému dni. Přesto při 6. sestavování došlo k velkému zpoždění montáže vzduchového ventilu. Příčinou byla nedostatečná fyzická síla při stlačení a zajištění horního přípravku. U 27. sestavení byla zapomenutá součást.

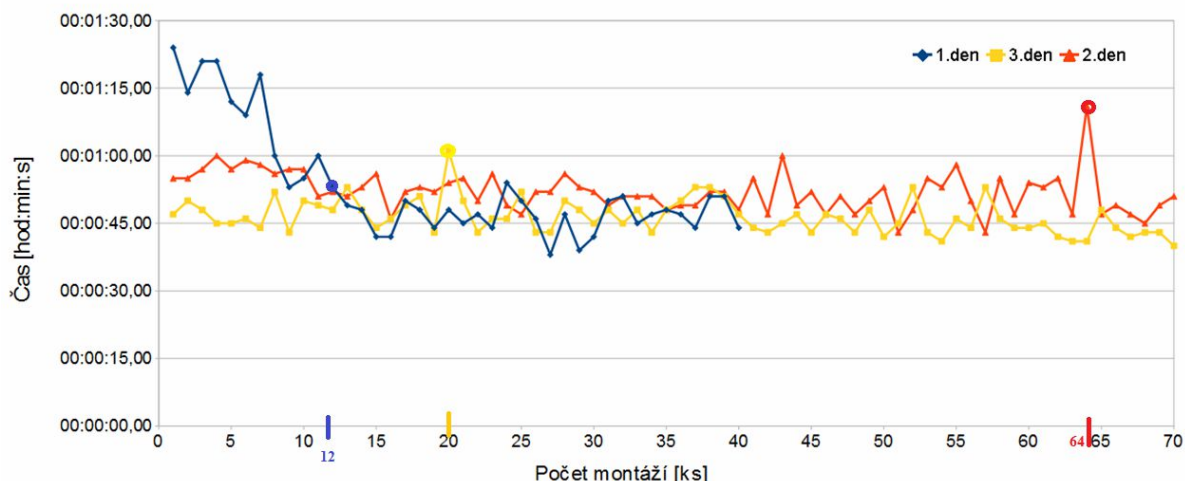


Graf 1 Časová bilance a počet montáží během 3 dnů – M [49]

Poslední den je vyznačen žlutou barvou v grafu 1. Nejvýraznější výkyv nastal při 20. sestavení z důvodu nedostatečné fyzické síly při stlačení a zajištění horního přípravku. Ke konci montáží docházelo k mentální únavě. Časy jednotlivých montáží se i zvýšily oproti 2.dnu. Příčinou byla ztráta soustředění, která se projevila zapomenutím součástí při pracovním postupu. Přesto se časy montáží vzduchového ventilu pohybovaly pod 1 minutu 15 sekund až na již zmíněnou 20. montáž.

5.1.2 Operátor T

Operátor T má oproti operátoru M plynulejší průběh montáží, až na malé výkyvy, což vidíme na grafu 2 v barevné značení jednotlivých dní je stejné jako u předchozího operátora M. První den se projevilo postupné snižování časů montáží a rychlejší adaptace na pracovní prostředí. Od 12. montáže trvalo sestavení pod 1 minutu. Druhý den až na 64. montáž, která trvala 1 minutu 11 sekund, proběhl plynule. Nastal problém u zajišťování horního přípravku, kdy součástky na sebe špatně lícovaly. Třetí den byl problém se zaseknutými pružinami v sobě při 20. montáži.

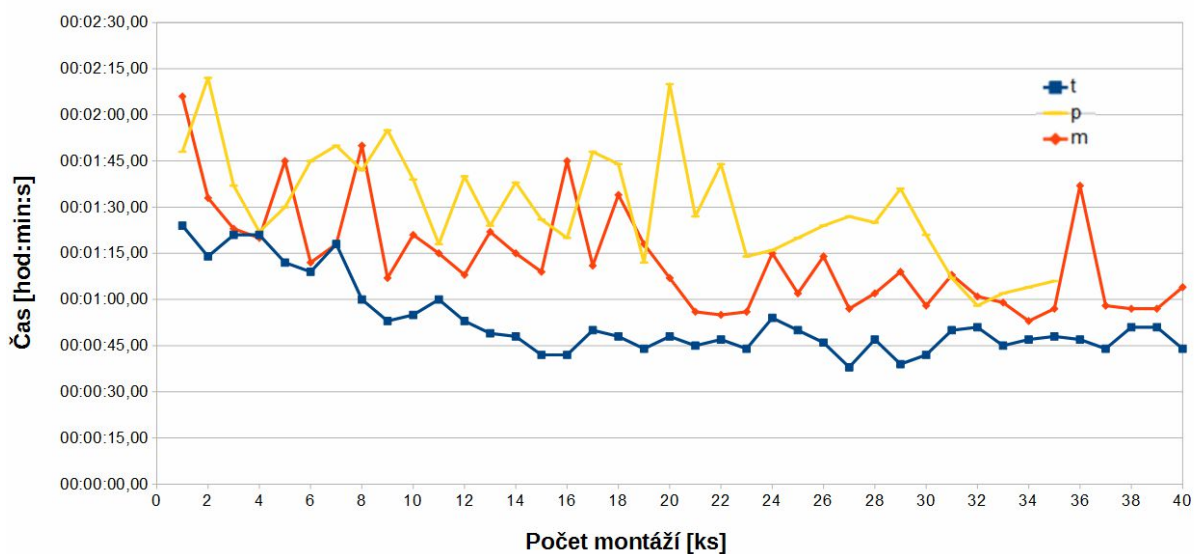


Graf 2 Časová bilance a počet montáží během 3 dnů – T [49]

5.1.3 Operátoři M, T, P – 1. den

Pro porovnání průběhů montáží všech tří operátorů v prvním dnu montáže slouží graf 3. Operátor T, jak již bylo zmíněno, se rychle adaptoval na pracovní prostředí a postupně se snižoval čas jednotlivých montáží. Operátor M měl problém s nedostatečnou fyzickou silou, zapomenutím součástek či s malými šrouby při sestavování vzduchového ventilu.

Nejvíce fyzicky náročná montáž byla pro operátora P. Toto hodnocení se dalo předpokládat již při popisu jednotlivých operátorů. Naopak nejméně fyzicky náročná se projevila u operátora T.



Graf 3 Časová bilance a počet montáží u operátorů M, T a P během 1. dne [49]

Každé zpoždění či výkyv charakterizuje opakující se pohyb, další vynaložení fyzické síly a to vede ke konečné únavě. U operátora P je zřetelně znát plynulejší křivky oproti operátoru M (i P), které mají velké rozdíly v téměř každém sestavení.

5.2 Hodnocení pocitu únavy z manuální práce

Pocit únavy vyplývá ze silových úkonů, četnosti pohybů a jednostranného zatížení.

Formuláře časové bilance, do nichž se zaznamenávaly pocity únavy, jsou velmi obsáhlé. Pro lepší prezentaci byly vytvořeny porovnávací tabulky, kde jsou definovány části těla, u kterých se projevila únava bolestí a jsou doplněny o jejich postupný čas. Z tabulky je jednoznačnější, u kterého operátora nastala bolest nejdříve.

První tabulka 5-1 je z prvního dne experimentu, který byl vlastně zácvikem. Do tabulky byl začleněn operátor P - žena. Důvodem byla jiná charakteristika průběhu času montáže, která je vidět při srovnání grafů operátorů T a M. Proto ještě proběhlo doplnění o srovnání průběhu práce 2 žen. Z tohoto důvodu se její jméno objevuje v tabulce 5-1 projevů pocitů únavy 1. den. Sestavování vzduchových ventilů proběhlo u operátora P pouze 1. den.

Bolest – pocit	1. den			
	M	T	P	
	postup. čas [hod:min:s]	postup. čas [hod:min:s]	postup. čas [hod:min:s]	
Ruce – prsty	00:08:07	00:07:41	00:13:46	3. místo
Ruce – loket a předloktí	00:16:10	00:19:03	-	1. místo
Ruce – zápěstí	00:26:52	00:19:03	00:34:27	
Za krkem	00:32:01	00:18:19	00:47:14	2. místo
Záda	00:38:23	00:27:23	-	

Tabulka 5-1 Projevy pocitů únavy všech operátorů M, T a P během 1. dne [49]

Z tabulky 5-1 můžeme vyčíst pořadí zaznamenaných pocitů únavy. Na 1. místě se projevil pocit únavy v podobě bolesti prstů u operátora T po 7 minutě a 41 sekundě, což mohlo být zapříčiněno rychlejší montáží oproti operátorům M a P. Na 2. místě bolest prstů nastala u operátora M a nakonec u operátora P, až téměř ve 14 minutě.

Všichni tři operátoři se shodli, že nejdříve nastal pocit únavy prstů ze šroubování tří šroubů u každého vzduchového ventilu.

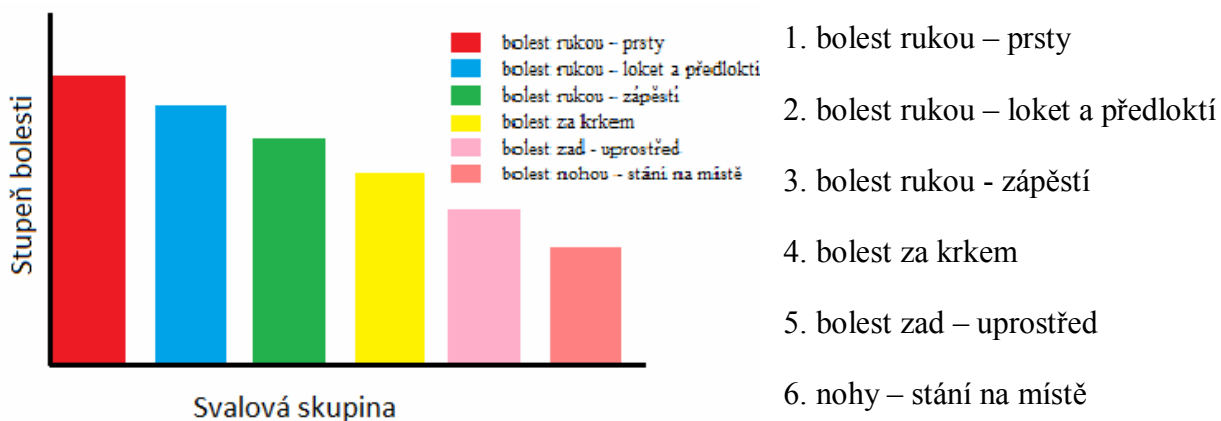
Další, druhá tabulka 5-2, je již porovnáním 2. a 3. dne experimentu, která se týká pouze operátora T a M. Operátor P se v tabulce již nevyskytuje z důvodu, jak již bylo zmíněno, pracoval pouze 1. den.

Bolest – pocit	M		T	
	2. den	3. den	2. den	3. den
	postup. čas	postup. čas	postup. čas	postup. čas
	[hod:min:s]	[hod:min:s]	[hod:min:s]	[hod:min:s]
Ruce – prsty	00:09:24	00:06:46	00:07:37	00:08:34
Ruce – loket a předloktí	00:15:31	00:11:16	00:19:56	00:18:21
Ruce – zápěstí	00:23:26	00:16:12	00:18:11	00:14:18
Za krkem	00:28:48	00:26:58	00:12:57	00:12:38
Záda	00:32:15	00:31:39	00:28:33	00:27:40
Nohy – chodidla	00:56:59	00:47:52	00:48:01	00:39:22

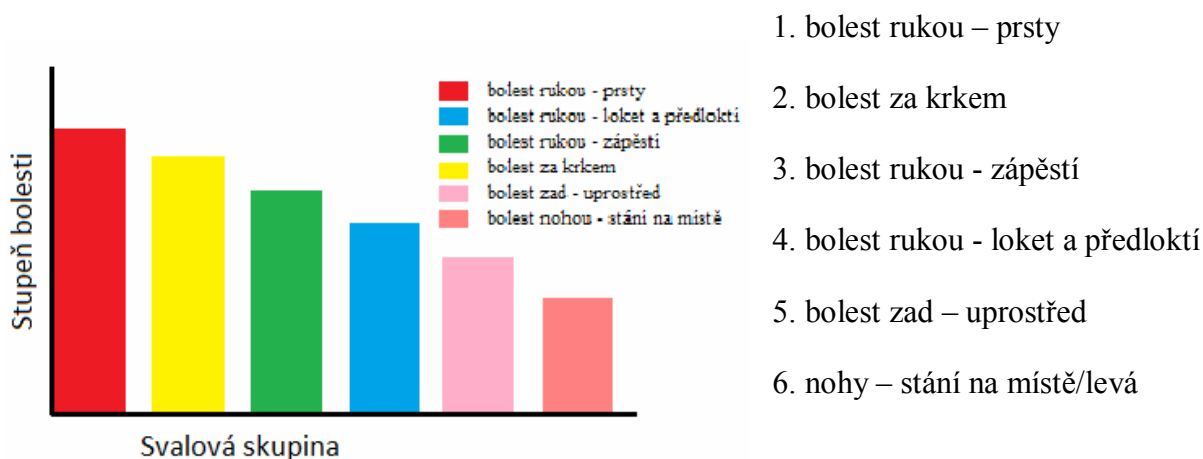
Tabulka 5-2 Projevy pocitů únavy u operátorů M, T během 2-3 dne [49]

V tabulce 5-2 naleznete, že na prvním místě oba operátoři začali opět pociťovat bolest prstů na ruku a naposledy pocit bolesti nohou ze stání na místě, která se 1. den neprojevila.

Pro lepší znázornění byly z předchozích tabulek 5-1 a 5-2 vytvořeny sloupcové grafy 4, 5, kde jsou znázorněny subjektivní pocity únavy operátorů M, T.



Graf 4 Vydřené subjektivní pocity únavy operátora M (2,3 den) [49]



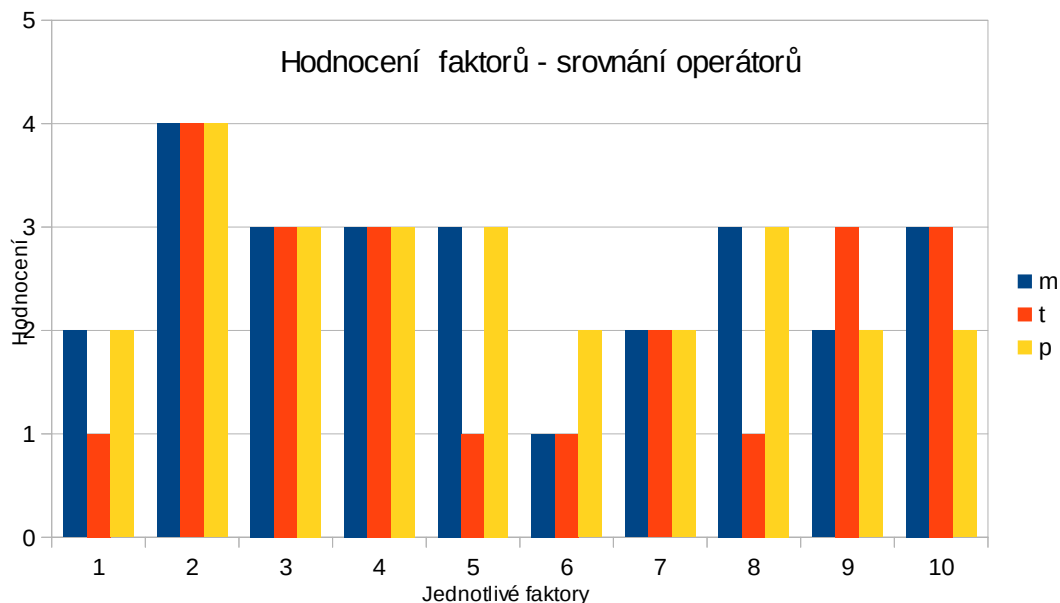
Graf 5 Vyjádřený subjektivní pocit únavy operátora T (2,3 den) [49]

Při porovnání grafů 4 a 5 je patrné, že operátor T na 2. místě začal vnímat pocit bolesti za krkem, což mohlo být příčinou výšky operátora. Operátor M má naopak na 2. místě pocit únavy rukou – lokte a předloktí z důvodu nevyhovující výšky stolu.

5.3 Hodnocení metodou profesiografie

Metoda profesiografie patří mezi metody, která hodnotí a analyzuje pracovní činnosti za pomoci kontrolních listů (viz příloha č. 1). Operátoři po ukončení montáží v kontrolních listech ohodnotili jednotlivé faktory dle svých subjektivních pocitů. Výsledkem je zjištění stupně náročnosti dané pracovní činnosti.

Z hodnocení operátorů byl sestaven graf 6, ve kterém pro lepší přehlednost byly vybrány jen ty faktory, které se týkají hodnotících kritérií bakalářské práce. Čísla na vodorovné ose grafu 1–10 znamenají uvedené faktory v tabulce 5-3. Barva sloupce určuje operátora. Výpočet byl proveden ze všech hodnocených faktor



Graf 6 Hodnocení jednotlivých faktorů v běžném provozu u všech třech operátorů [49], [24]

1. Fyzická zátěž	5. Ramena	9. Pracovní cyklus
2. Prsty a ruce	6. Prostor pro nohy/chodidla	10. Rychlost práce
3. Chodidla a nohy	7. Dosah horních končetin	
4. Páteř	8. Psychické nároky	

Tabulka 5-3 Legenda k grafu 6 [49], [24]

Z grafu 6 je patrné, že nejzávažnější faktor z hlediska bolesti a obtíží byly prsty a ruce, které všichni operátoři ohodnotili 4 body. Tři body dostaly faktory chodidla a nohy, požadavek na zrak a páteř.

Celkové vyhodnocení této metody proběhlo dle kapitoly 3.5, kde je výpočet blíže specifikován. Nejnižší výsledek – 2,87 získal operátor T. Tento výsledek spadá do 3. stupně náročnosti práce a tím mezi střední pracovní zatížení. Zbylí dva operátoři již spadají svým získaným hodnocením do 4. stupně náročnosti práce a tím do zvýšeného pracovního zatížení. Operátor M získal v této metodě 3,6 bodu a operátor P 4,31 bodu.

Jednotlivé hodnocení operátorů naleznete v příloze č. 2.

5.4 Celkové hodnocení experimentu

Na základě vybraných pozorovacích metod a následnému zpracování dat, zejména v grafické podobě, vyplývá následující celkové hodnocení experimentu. Vycházelo se, jak z formulářů časové bilance, pozorovacích listů, tak z kontrolních listů metody profesiografie.

První pocit únavy se projevil u operátora T, z důvodu rychlejší montáže. Je nutné, ale přihlídnout ke grafu 2 (časové bilance a počtu montáží), kde je vidět, že jeho práce nedosahovala takových výkyvů oproti operátoru M. Nedochovalo tolik k chybám při zajištění přípravku nebo zasunutí válečku do pístu a jeho křivka byla téměř stabilní. Je zřejmé, že u obou operátorů převládal pocit únavy rukou ač v jiném pořadí.

Z důvodu velkých rozdílných hodnot mezi operátory T a M se nabízelo srovnání, mezi 2 operátory ženského pohlaví (operátor M a P). Posuzoval se požadavek větší síly pro ženy v místech sestavení vzduchového ventilu, kde ji byla potřeba. V experimentu se potvrdilo, že je montáž vzduchového ventilu fyzicky náročnější u žen než u mužů, což se projevilo výkyvy v grafu a celkovou délkou montáží.

Po montáži 1. den se shodli všichni 3 operátoři, že na 1. místě začali pociťovat únavu rukou – prstů. Po 2. a 3. dnu montáže vzduchového ventilu u operátorů M a T se opět projevil pocit únavy prstů a zaznamenali navíc pocit bolesti nohou.

Pomocí metody profesiografie byla nejméně náročná montáž pro operátora T, kterému po sečtení všech bodů byl zjištěn 3. stupeň náročnosti. Zbylí operátoři dopadli o stupeň hůře.

5.4.1 Definované příčiny pocitů únavy při ruční montáži

Z uvedených hodnocení lze odvodit příčiny, které vedou ke zvýšené únavě a mnohdy až bolesti. Tyto příčiny je možné definovat na následujících obrázcích 5-1 až 5-6.

- Vyšší síla, která je zapotřebí při zacvaknutí horního přípravku kvůli zajištění vzduchového ventilu pro zašroubování šroubů.



Obrázek 5-1 Stlačení a zajištění horního přípravku [47]

- Při vkládání pístu do válečku, se projevovalo špatné lícování. Byla potřeba silnějšího zatlačení palci na ruku.



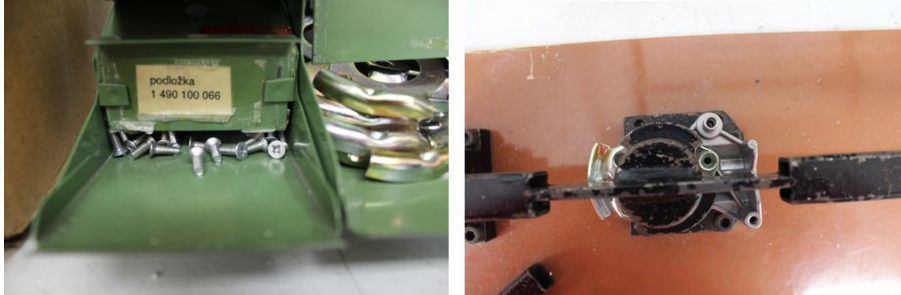
Obrázek 5-2 Zasunutí pístu do válečku [45]

- U operátora M stojí za zmínění i nevyhovující výška stolu, která zapříčinila dřívější bolest loktu a předloktí oproti operátoru T, pro nějž byla pracovní plocha stolu dostatečně vysoko. Na obrázku 5-3 vidíme též zmiňované šroubování.



Obrázek 5-3 Operátor M při šroubování šroubů – zvednutý loket [47]

- Dále byla nevhodná manipulovatelnost s menšími komponenty. Šrouby zalézaly zpátky do boxů. Při vkládání do děr před zašroubováním zapadávaly do malých mezer výrobku, které byly hůře dostupné.



Obrázek 5-4 Špatně dostupné šroubky v boxu a při sestavení [45]

- Sestavování a rozebírání 35 ks probíhalo na přípravku z důvodu nestejně velkých pružin, aby nedošlo ke zranění.



Obrázek 5-5 Nestejně velké pružiny [45]

- V neposlední řadě byly chybné popisky jednotlivých součástí na zásobnících.



Obrázek 5-6 Nedostupné šrouby [45]

- Vyskytoval se nízký počet jednotlivých součástí, což bránilo v sestavení více hotových výrobků najednou. Chyběly malé těsnicí kroužky, které se nasazovaly na píst.

5.4.2 Návrh zlepšení pracovních podmínek

Návrh na zlepšení pracovních podmínek laboratoře jsou například:

- průmyslová židle (obr. 5-7) s nastavitelnou výškou sedáku, sklonem sedáku, úhlem a výškou opěrky zad. Cena těchto židlí se pohybuje okolo 1700 Kč [42].



Obrázek 5-7 Ergonomická židle [38]

- Kvalitnější pracovní stůl (obr. 5-8) s nastavitelnou výškou s možností přístavkového stolu na odkládání hotových výrobků (vzduchových ventilů). Cena se pohybuje okolo 20 000 Kč.



Obrázek 5-8 Montážní stůl [39]

- Vylepšením je elektrický šroubovák (obr. 5-9). Elektrický šroubovák by měl být s magnetickým vrutem, ze kterého by šrouby napadaly do záhybů vzduchového ventilu. Cena elektrických šroubováků se pohybuje okolo 1000 Kč [42].



Obrázek 5-9 Aku šroubovák [40]

- Poslední jsou vhodnějším otevřeným stojanem (obr. 5-10) pro zásobování součástí.



Obrázek 5-10 Stojany pro zásobování součástí [41]

Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá experimentem subjektivních pocitů únavy při ruční montáži vzduchového ventilu v laboratoři KTO.

V první části se bakalářská práce věnuje teoretické části fyzické pracovní zátěži. Zabývá se zákonnými požadavky na ochranu zdraví při práci. Zjišťuje jaké jsou možná rizika při práci a následně i její kategorizaci od minimálního rizika po vysokou míru pravděpodobnosti vzniku zdravotního rizika. Zobrazuje obor pracovního lékařství a ergonomie, které se zabývají pracovní zátěží a její adaptací. U fyzické zátěže se zaměřuje na celkovou fyzickou zátěž, lokální svalovou zátěž a pracovní polohu, jelikož s pracovní zátěží souvisejí i typy poškození pohybového aparátu a pracovní úrazy, nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání. Fyzická zátěž je jedním z mnoha rizik, působící na člověka při práci. Dalším rizikovým faktorem může být také psychická zátěž, která je způsobena např. monotónností práce. Toto se děje u opakující se činnosti a práci v taktu nebo jiném časovém úseku. V práci je zmíněn i tento faktor, tj. monotónnost a její vliv na pocity člověka – operátora a její případné časové prodlevy.

V druhé části bakalářské práce se věnuje samotnému experimentu, díky kterému bylo možné zjistit první cíl: Jak dlouho vydrží operátor bez přestávky a bez pocitu únavy či bolesti svalů provádět opakovanou montáž. Které svaly (jaké části těla) začnou „bolet“ jako první.

- Všichni tři operátoři se shodli, že 1. projev bolesti nastal v rozmezí času 7 – 13 minut souvislé činnosti bez přestávky a odpočinku (montáže vzduchového ventilu). Jako první pocítili bolest prstů z utahování šroubů a bolest palců z nasazování pístu do válečku. Toto se projevilo při zácviku, tj. 1. den experimentu. Další den byla cítit bolest na vnitřní straně zápěstí – bolest karpálních tunelů.

Druhým cílem bylo zjistit: Po jak dlouhém čase od začátku práce se dostaví pocit mentální únavy (uvědomění si monotónnosti práce).

- Monotónnost se projevila malými nepozornostmi, např. zapomenutím vkládání součástí příkladem může být talíř s podložkou na pružinu. Obvykle nastala po 17. minutách sestavování vzduchového ventilu. Na začátku 3. dne se projevila nechuť k montáži vzduchového ventilu hned při prvním sestavování. U obou operátorů scházela jakákoliv motivace.

Experiment zodpovězením na stanovené cíle poukazuje jednoznačně na důležitý fakt. Každá opakující se činnost přináší rizika. Jedním je pocit únavy a jednostranné zatížení vybraných svalových skupin, které sebou přinášejí rizika v podobě nemocí pohybového aparátu a jak bylo v experimentu ověřeno, čas, kdy se problémy s únavou a bolestí prvně projeví je velmi krátký. Pouhých 7 – 13 minut a to i u operátora s dobrými fyzickými předpoklady, tj. trénovaného v zátěži. A rovněž zmíněná monotónnost je experimentem ověřena skutečnost, která operátorovi přispívá k pocitu únavy a snížené energii.

Pro usnadnění montáže vzduchového ventilu byla navržena zlepšení pracovních podmínek laboratoře s uvedením přibližné ceny. Návrhem byla vhodná průmyslová židle pro lepší pohodlí při montáži. Kvalitnější montážní stůl, který by byl blíže k oknu, nejen kvůli světlu, ale během výuky by byla k němu lepší dostupnost. Nahrazením obyčejného šroubováku elektrickým by se zamezilo únavě prstů. Případně i pro lepší dostupnost součástí otevřené boxy na montážním stole.

Použité zdroje

Tištěné zdroje

- [1] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [2] HANÁKOVÁ, Eva. *Identifikace a hodnocení rizik ve výrobních podnicích* [online]. Vyd. 4., přeprac. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2012 [cit. 2016-03-12]. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-87676-01-1.
- [3] PETRŮ, P., TOMEČEK, M. et al. *Prevence a řízení rizik z hlediska bezpečnosti práce*. Praha: Verlag Dashofer, 2004. ISBN 80-86229-37-8
- [4] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Vyd. 2. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03802-4.
- [5] TUČEK, Milan, Miroslav CIKRT a Daniela PELCLOVÁ. *Pracovní lékařství pro praxi: příručka s doporučenými standardy*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0927-9.
- [6] JANÁKOVÁ, Anna. *Abeceda bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*. Olomouc: ANAG, 2011. Práce, mzdy, pojištění. ISBN 978-80-7263-685-3.
- [7] PROVAZNÍK, Kamil, Miroslav CIKRT a Lumír KOMÁREK (eds.). *Manuál prevence v lékařské praxi*. Vyd. 1. Praha: Fortuna, 2000. ISBN 80-707-1161-2.
- [8] MÁLEK, Bohuslav a kol. *Hygiena práce*. Vyd. 2. aktual. Praha : Sobotáles, 2014. 978-80-86817-46-0
- [9] BAUMRUK, Jaroslav. *Analýza rizik při práci: příručka pro zaměstnavatele*. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Fortuna, 2000. ISBN 80-707-1209-0.
- [10] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Základy montáže: učební text* . 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [11] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce automatizace montážních prací*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2011. ISBN 978-80-248-2707-0.
- [12] KRÁL, Miroslav. *Ergonomický výkladový slovník*. Vyd. 1. Rožnov pod Radhoštěm: RoVS - Rožnovský vzdělávací servis, 1999. ISBN 80-239-2083-9.

- [13] MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. *ABC ergonomie*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-027-0.
- [14] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [15] HARTL, P. HARTLOVÁ, H. *Psychologický slovník*. Praha : Portál, 2000. ISBN 80-7178-303-X
- [16] *Nemoci z povolání v ČR 2014*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2015. ISSN 1804-5960.
- [17] Veronika Jandová. *Projekt modernizace výukové laboratoře KTO*. Plzeň, 2013. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Václava Pokorná.
- [18] Podklady k předmětu RP, 2015
- [19] Směrnice 89/391 EHS. rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. 12.6.1989
- [20] Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. 23.5.2006
- [21] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. 14.7.2000
- [22] Nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. 12.12.2007
- Internetové zdroje:
- [23] Český statistický úřad [on-line]. [25-03-2016]. Dostupné z www: < <https://www.czso.cz/>>
- [24] Fakulta bezpečnostního inženýrství – VŠB – Technická univerzita Ostrava: Aplikovaná ergonomie-cvičení: Metoda profesiografie-kontrolní list [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www: < <https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/040/.content/systems/resource/PDF/AplikovanaErgonomie/Profesiografie.pdf>>
- [25] Czech invest: automobilový průmysl [on-line]. [26-03-2016]. Dostupné z www: <<http://www.czechinvest.org/automobilovy-prumysl>>

- [26] BOZP PROFI.CZ: Muskuloskeletální onemocnění [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www: <http://www.bozpprofi.cz/muskuloskeletalni-onemocneni-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_ZwSd3vxR3Sow2ED_yc7tuf0/>
- [27] Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci : Rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví [on-line]. [26-03-2016]. Dostupné z www: <<https://osha.europa.eu/cs/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>>
- [28] Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje: Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické - Posuzování celkové fyzické zátěže [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/221_posuzovn_celkov_fyzick_zte.html>
- [29] Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje: Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické - Posuzování lokální svalové zátěže [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/222_posuzovn_lokln_svalov_zte.html>
- [30] Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje: Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické - Zásady postupu pro posuzování pracovních poloh [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/223_zsady_postupu_pro_posuzovn_pracovnich_poloh.html>
- [31] Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje: Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické - Hodnocení psychické pracovní zátěže [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/kapitola_4_hodnocen_psychick_pracovn_zte.html>
- [32] Lorenc, Miroslav. Lorenc.info: závěrečné práce – metodika [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <<http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>>
- [33] Wikisofia: výzkumné metody [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <https://wikisofia.cz/index.php/V%C3%BDzkumn%C3%A9_metody>
- [34] Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni: Katedra technologie obrábění. [on-line]. [27-03-2016]. Dostupné z www: <<http://www.kto.zcu.cz/o-katedre/>>
- [35] Encyklopedie BOZP: Dosah končetiny [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www: <http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Dosah_kon%C4%8Detiny>

[36] Aj překvapivě více [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www: <
<http://www.ajprodukty.cz/>>

[37] Manutan – All you need. With love [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www:
< <http://www.manutan.cz/cs/mcz>>

[38] ErgoPro: ESD ergonomické židle [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www:
<<http://www.ergopro.cz/eshop/category/prumyslove-esd-zidle/>>

[39] Emporo - vybavení pro firmy: ESD montážní stoly VIKING [on-line]. [28-03-2016].
Dostupné z www: < <http://emporo.scostry.cz/esd-montazni-stoly-viking/cz/c-25124/>>

[40] Stavební stroje – Zdeněk Orlický: Aku nářadí Makita [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné
z www: <<http://www.michacky-belle.cz/eshop/katalog/elektricke-naradi-makita-dewalt/aku-naradi-makita/aku-sroubovak-makita-DF011ds/>>

[41] Norte.cz: produkty: Stojany pro zásobníky součástek Vistafix [on-line]. [28-03-2016].
Dostupné z www: <<http://www.norte.cz/produkty/esd-%28%E2%80%9Cantistatika%E2%80%9D%29/zasobniky-a-skrinky/tecofix/stojany-pro-zasobniky-soucastek-vistafix>>

[42] Heureka: aku vrtačky a šroubováky [on-line]. [28-03-2016]. Dostupné z www: <
<http://akusroubovaky.heureka.cz/>>

[43] Iron-fit gym [on-line]. [03-05-2016]. Dostupné z www: <
<http://bodybuilding-ironfit.webnode.cz/svalove-skupiny/>>

[44] Cie-CENTRE FOR INDUSTRIAL ENGINEERING: Průmyslové inženýrství:
Ergonomie [on-line]. [03-05-2016]. <<http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/projektovareseni/ergonomie-poradenstvi/mereni-testovani-poradenstvi>>

Fotodokumentace

[45] Vlastní fotodokumentace, 2016

[46] DAVIDOVÁ, Petra. fotodokumentace, 2016

[47] ZATLOUKAL, Tomáš, fotodokumentace, 2016

[48] ŠANDA, Radek, fotodokumentace, 2016

Ostatní

[49] vlastní zpracování, 2016

Přílohy

Příloha 1 Hodnocení jednotlivých faktorů v běžném provozu – kontrolní listy

Vyhodnocení běžný provoz					
1	2	3	4	5	Kritéria
					Fyzická zátěž
					Prsty a ruce
					Chodidla a nohy
					Páteř
					Ramena
					Prostor pro nohy/chodidla
					Dosah horních končetin
					Požadavky na zrak
					Požadavky na sluch
					Postřeh, pozornost (čtení na výkresech, pozornost na objekt)
					Požadavky na proces myšlení
					Požadavky na odpovědnost
					Psychické nároky
					Pracovní rytmus
					Rychlost práce
					Osvětlení
					Hluk
					Chvění, vibrace
					Mikroklimatické podmínky
					Zápach
					Působení chemických činitelů
					Nebezpečí úrazu
					Nebezpečí chorob z povolání
					Celkové zhodnocení prostředí
					Součty sloupců hodnocení
					Součty sloupců x váhový koeficient
Celkem					


Zdroj: [24]

Příloha 2 Hodnocení operátorů - jednotlivé faktory


Operátor M	Operátor T	Operátor P	Kritéria
2	1	2	Fyzická zátěž
4	4	4	Prsty a ruce
3	3	3	Chodidla a nohy
3	3	3	Páteř
3	1	3	Ramena
1	1	2	Prostor pro nohy/chodidla
2	2	2	Dosah horních končetin
3	3	3	Požadavky na zrak
1	1	2	Požadavky na sluch
2	3	2	Postřeh, pozornost (čtení na výkresech, pozornost na objekt)
2	2	1	Požadavky na proces myšlení
1	1	2	Požadavky na odpovědnost
3	1	3	Psychické nároky
2	3	2	Pracovní rytmus
3	3	2	Rychlost práce
2	2	2	Osvětlení
3	1	3	Hluk
1	1	1	Chvění, vibrace
2	1	2	Mikroklimatické podmínky
1	1	1	Zápach
2	1	2	Působení chemických činitelů
3	1	3	Nebezpečí úrazu
3	2	5	Nebezpečí chorob z povolání
3	1	1	Celkové zhodnocení prostředí
3,6	2,867	3,308	Celkem

Zdroj: [24], [49]


Příloha 4 Časová bilance a počet montáží během 1. měření - T

Časová bilance a počet montáží během 1. měření		List č. 1/1	 Katedra technologie obrábění
Operator: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 10.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.			Poznámka
1.	00:01:24,00	00:01:24,00	
2.	00:01:14,00	00:02:38,00	
3.	00:01:21,00	00:03:59,00	
4.	00:01:21,00	00:05:20,00	
5.	00:01:12,00	00:06:32,00	
6.	00:01:09,00	00:07:41,00	bolest prstů
7.	00:01:18,00	00:08:59,00	problém při šroubování šroubů
8.	00:01:00,00	00:09:59,00	
9.	00:00:53,00	00:10:52,00	
10.	00:00:55,00	00:11:47,00	
Součet	00:11:47,00		
11.	00:01:00,00	00:12:47,00	
12.	00:00:53,00	00:13:40,00	
13.	00:00:49,00	00:14:29,00	
14.	00:00:48,00	00:15:17,00	
15.	00:00:42,00	00:15:59,00	zapomenutá součást
16.	00:00:42,00	00:16:41,00	zapomenutá součást
17.	00:00:50,00	00:17:31,00	
18.	00:00:48,00	00:18:19,00	bolest za krkem
19.	00:00:44,00	00:19:03,00	bolest rukou (pokrčené ruce) – loket + zápěstí
20.	00:00:48,00	00:19:51,00	
Součet	00:08:04,00		
21.	00:00:45,00	00:20:36,00	
22.	00:00:47,00	00:21:23,00	
23.	00:00:44,00	00:22:07,00	
24.	00:00:54,00	00:23:01,00	problém při šroubování šroubů
25.	00:00:50,00	00:23:51,00	
26.	00:00:46,00	00:24:37,00	
27.	00:00:38,00	00:25:15,00	zapomenutá součást
28.	00:00:47,00	00:26:02,00	
29.	00:00:39,00	00:26:41,00	
30.	00:00:42,00	00:27:23,00	bolest zad
Součet	00:07:32,00		
31.	00:00:50,00	00:28:13,00	
32.	00:00:51,00	00:29:04,00	zapomenutá součást
33.	00:00:45,00	00:29:49,00	
34.	00:00:47,00	00:30:36,00	
35.	00:00:48,00	00:31:24,00	
36.	00:00:47,00	00:32:11,00	
37.	00:00:44,00	00:32:55,00	
38.	00:00:51,00	00:33:46,00	
39.	00:00:51,00	00:34:37,00	
40.	00:00:44,00	00:35:21,00	
Součet	00:07:58,00		
Celkový součet	00:35:21,00	00:35:21,00	

Příloha 5 Časová bilance a počet montáží během 1. měření – M

Časová bilance a počet montáží během 1. měření		List č.	 Katedra technologie obrábění
Poř.č.		1/1	
Operátor: M		Pozorovatel: T. Zatloukal	
Datum: 10.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.			Poznámka
1.	00:02:06,00	00:02:06,00	
2.	00:01:33,00	00:03:39	
3.	00:01:23,00	00:05:02	
4.	00:01:20,00	00:06:22	
5.	00:01:45,00	00:08:07	bolest prstů, zapomenutá součást
6.	00:01:12,00	00:09:19	
7.	00:01:18,00	00:10:37	
8.	00:01:50,00	00:12:27	problém při šroubování šroubů
9.	00:01:07,00	00:13:34	
10.	00:01:21,00	00:14:55	
Součet	00:14:55,00		
11.	00:01:15,00	00:16:10	bolest ruky – loket a předloktí
12.	00:01:08,00	00:17:18	
13.	00:01:22,00	00:18:40	problém při šroubování šroubů – zapadává
14.	00:01:15,00	00:19:55	
15.	00:01:09,00	00:21:04	
16.	00:01:45,00	00:22:49	problém se šroubkem – zapadává
17.	00:01:11,00	00:24:00	
18.	00:01:34,00	00:25:34	problém při sestavení – pomocná páka, píst a váleček
19.	00:01:18,00	00:26:52	bolest ruky – zápěstí
20.	00:01:07,00	00:27:59	
Součet	00:13:04,00		
21.	00:00:56,00	00:28:55	
22.	00:00:55,00	00:29:50	
23.	00:00:56,00	00:30:46	
24.	00:01:15,00	00:32:01	bolest za krkem, problém při sestavení – pomocná páka
25.	00:01:02,00	00:33:03	
26.	00:01:14,00	00:34:17	problém při šroubování šroubů
27.	00:00:57,00	00:35:14	
28.	00:01:02,00	00:36:16	
29.	00:01:09,00	00:37:25	problém při šroubování šroubů
30.	00:00:58,00	00:38:23	bolest z ad
Součet	00:10:24,00		
31.	00:01:08,00	00:39:31	
32.	00:01:01,00	00:40:32	
33.	00:00:59,00	00:41:31	
34.	00:00:53,00	00:42:24	
35.	00:00:57,00	00:43:21	
36.	00:01:37,00	00:44:58	problém při sestavení – pomocná páka
37.	00:00:58,00	00:45:56	
38.	00:00:57,00	00:46:53	
39.	00:00:57,00	00:47:50	
40.	00:01:04,00	00:48:54	
Součet	00:10:31,00		
Celkový součet	00:48:54,00	00:48:54	

Příloha 6 Časová bilance a počet montáží - P

Časová bilance a počet montáží během měření		List č. 1/1	 Katedra technologie obrábění
Operátor: P		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 25.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Post.čas	Poznámka
1.	00:01:48,00	00:01:48,00	
2.	00:02:12,00	00:04:00	
3.	00:01:37,00	00:05:37	
4.	00:01:22,00	00:06:59	
5.	00:01:30,00	00:08:29	
6.	00:01:45,00	00:10:14	
7.	00:01:50,00	00:12:04	problém při šroubování šroubů
8.	00:01:42,00	00:13:46	bolest prstů
9.	00:01:55,00	00:15:41	
10.	00:01:39,00	00:17:20	
11.	00:01:18,00	00:18:38	
12.	00:01:40,00	00:20:18	
13.	00:01:24,00	00:21:42	
14.	00:01:38,00	00:23:20	pocit monotónnosti
15.	00:01:26,00	00:24:46	
16.	00:01:20,00	00:26:06	
17.	00:01:48,00	00:27:54	problém při sestavení – pomocná páka, píst a váleček
18.	00:01:44,00	00:29:38	problém při sestavení – pomocná páka, píst a váleček
19.	00:01:12,00	00:30:50	
20.	00:02:10,00	00:33:00	problém při sestavení – pomocná páka
21.	00:01:27,00	00:34:27	bolest rukou z zápěstí
22.	00:01:44,00	00:36:11	
23.	00:01:14,00	00:37:25	
24.	00:01:16,00	00:38:41	začínají se plést součástky z neustálého opakování
25.	00:01:20,00	00:40:01	
26.	00:01:24,00	00:41:25	
27.	00:01:27,00	00:42:52	
28.	00:01:25,00	00:44:17	
29.	00:01:36,00	00:45:53	
30.	00:01:21,00	00:47:14	bolest za krkem
31.	00:01:07,00	00:48:21	
32.	00:00:58,00	00:49:19	
33.	00:01:02,00	00:50:21	
34.	00:01:04,00	00:51:25	
35.	00:01:06,00	00:52:31	
Součet	00:52:31,00		


Zdroj:[49]

Příloha 7 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (T) – 2 měření


Snímek pracovního dne jednotlivce - 2. měření (Pozorovací list)		List č.		
		1/1		
Doba pozorování: 10:00-10:33		Pozorovatel: M. Šnebergerová		
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209		
Poř.č.	Pozorovaná činnost (ks)	Čas		Poznámky
		postupný (hod:min)	jednotlivý (min)	
1.	Počátek pozorování	10:00		
2.	Příprava pracoviště	10:01	1	
3.	Odložení hotového kusu (2)	10:03	2	
4.	Stlačit horní část přípravku a zajistit (5)	10:05	2	
5.	Vložení skříně do přípravku (7)	10:07	2	
6.	Nasazení válce na horní část přípravku (9)	10:09	2	
7.	Stlačit horní část přípravku a zajistit (11)	10:11	2	
8.	Zašroubování šroubů (13)	10:13	2	
9.	Zašroubovat šroubů (15)	10:15	2	
10.	Vložit talíř na pružinu a vložit podložku (18)	10:17	2	
11.	Zašroubování šroubů (20)	10:19	2	
12.	Zašroubování šroubů (22)	10:21	2	
13.	Vyjmutí hotového kusu (24)	10:23	2	
14.	Navléknutí těsnicího kroužku na váleček (26)	10:25	2	
15.	Zašroubování šroubů (29)	10:27	2	
16.	Zašroubování šroubů (31)	10:29	2	
17.	Navléknutí těsnicího kroužku na váleček (33)	10:31	2	
18.	Odložení hotového kusu (35)	10:33	2	
19.	Rozebírání	10:35	2	
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				
31.				
32.				
33.				
34.				
35.				
36.				
37.				
38.				
39.				
40.				

Zdroj: [18], [49]

Příloha 8 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (M) – 2 měření

Snímek pracovního dne jednotlivce - 2. měření (Pozorovací list)		List č.		 Katedra technologie obrábění
		1/1		
Doba pozorování:		Pozorovatel: T. Zatloukal		
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209		
Poř.č.	Pozorovaná činnost (ks)	Čas		Poznámky
		postupný (hod:min)	jednotlivý (min)	
1.	Počátek pozorování	10:50		
2.	Příprava pracoviště	10:51	1	
3.	Zašroubování šroubů (2)	10:53	2	
4.	Navléknout těsnici kroužek na valeček - 7ks	10:55	2	
5.	Zašroubování šroubů (8)	10:57	2	
6.	Zašroubování šroubů (10)	10:59	2	
7.	Zašroubování šroubů (12)	11:01	2	
8.	Odložení hotového kusu (14)	11:03	2	
9.	Zašroubování šroubů (16)	11:05	2	
10.	Zašroubování šroubů (18)	11:07	2	
11.	Stlačit horní část přípravku a zajistit (20)	11:09	2	
12.	Nasazení válce na horní část přípravku (22)	11:11	2	
13.	Navléknout těsnici kroužek na valeček (24)	11:13	2	
14.	Stlačit horní část přípravku a zajistit (26)	11:15	2	
15.	Zašroubování šroubů (27)	11:17	2	
16.	Zašroubování šroubů (29)	11:19	2	
17.	Vložit podložku do talíře (32)	11:21	2	
18.	Vložit talíř na pružinu a vložit podložku (34)	11:23	2	
19.	Odložení hotového kusu (35)	11:25	2	
20.	Rozebrání	11:27	2	
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				
31.				
32.				
33.				
34.				
35.				
36.				
37.				
38.				
39.				
40.				

Příloha 9 Časový snímek pracovního dne jednotlivce (P)

Snímek pracovního dne jednotlivce - 1. měření (Pozorovací list)		List č.		 Katedra technologie obrábění
		1/1		
Doba pozorování:		Pozorovatel: M. Šnebergerová		
Datum:		Pracoviště: UL 209		
Poř.č.	Pozorovaná činnost (ks)	Čas		Poznámky
		postupný (hod:min)	jednotlivý (min)	
1.	Počátek pozorování	14:40:00		
2.	Příprava pracoviště	14:41:00	1	
3.	Vložení skříně do přípravku (2)	14:43:00	2	
4.	Zašroubování šroubů (2)	14:45:00	2	
5.	Vložení skříně do přípravku (3)	14:47:00	2	
6.	Nasazení licí desky na homí přípravek	14:49:00	2	
7.	Zašroubování šroubů (6)	14:51:00	2	
8.	Stlačit homí část přípravku a zajistit (7)	14:53:00	2	
9.	Zašroubování šroubů (8)	14:55:00	2	
10.	Zašroubování šroubů (9)	14:57:00	2	
11.	Vyjmutí hotového 10 ks	14:59:00	2	
12.	Stlačit homí část přípravku a zajistit (12)	15:01:00	2	
13.	Zašroubování šroubů (13)	15:03:00	2	
14.	Vyjmutí hotového kusu (14)	15:05:00	2	
15.	Zašroubování šroubů – 16 ks	15:07:00	2	
16.	Stlačit homí část přípravku a zajistit (17)	15:09:00	2	
17.	Zašroubování šroubů	15:11:00	2	
18.	Navléknutí těsnicího kroužku (19)	15:13:00	2	
19.	Navléknutí těsnicího kroužku	15:15:00	2	
20.	Zacvaknutí pomocné paky	15:17:00		
21.	Zašroubování šroubů (23)	15:19:00		
22.	Nasazení licí desky na homí přípravek (25)	15:21:00		
23.	Zašroubování šroubů (26)	15:23:00		
24.	Navléknutí těsnicího kroužku na váleček (28)	15:25:25		
25.	Zašroubování šroubů (29)	15:27:00		
26.	Vložení skříně do přípravku (30)	15:29:00		
27.	Zašroubování šroubů (32)	15:31:00		
28.	Odložení hotového kusu (34)	15:33:00		
29.	Rozebírání	15:35:00		
30.				
31.				
32.				
33.				
34.				
35.				
36.				
37.				
38.				
39.				
40.				

Zdroj: [18], [49]

Příloha 10 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – T

Časová bilance a počet montáží během 2. měření		List č. 1/2	 Katedra technologie obrábění
Operátor: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
1.	00:00:55,00	00:00:55,00	
2.	00:00:55,00	00:01:50,00	
3.	00:00:57,00	00:02:47,00	
4.	00:01:00,00	00:03:47,00	problém při šroubování šroubů
5.	00:00:57,00	00:04:44,00	
6.	00:00:59,00	00:05:43,00	zaseknuté pružiny
7.	00:00:58,00	00:06:41,00	
8.	00:00:56,00	00:07:37,00	bolest prstů
9.	00:00:57,00	00:08:34,00	
10.	00:00:57,00	00:09:31,00	
11.	00:00:51,00	00:10:22,00	
12.	00:00:52,00	00:11:14,00	
13.	00:00:51,00	00:12:05,00	
14.	00:00:53,00	00:12:58,00	bolest za krkem
15.	00:00:56,00	00:13:54,00	
16.	00:00:46,00	00:14:40,00	
17.	00:00:52,00	00:15:32,00	
18.	00:00:53,00	00:16:25,00	
19.	00:00:52,00	00:17:17,00	
20.	00:00:54,00	00:18:11,00	bolest pravé ruky – zápěstí
21.	00:00:55,00	00:19:06,00	
22.	00:00:50,00	00:19:56,00	bolest pravé ruky – loket, předloktí
23.	00:00:56,00	00:20:52,00	
24.	00:00:49,00	00:21:41,00	
25.	00:00:47,00	00:22:28,00	
26.	00:00:52,00	00:23:20,00	
27.	00:00:52,00	00:24:12,00	pocit monotónnosti
28.	00:00:56,00	00:25:08,00	problém při šroubování šroubů
29.	00:00:53,00	00:26:01,00	
30.	00:00:52,00	00:26:53,00	
31.	00:00:49,00	00:27:42,00	
32.	00:00:51,00	00:28:33,00	bolest zad
33.	00:00:51,00	00:29:24,00	
34.	00:00:51,00	00:30:15,00	
35.	00:00:48,00	00:31:03,00	
Součet	00:31:03,00		


Příloha 11 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – T

Časová bilance a počet montáží během 2. měření		List č. 2/2	 Katedra technologie obrábění
Operátor: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
36.	00:00:49,00	00:31:52,00	
37.	00:00:49,00	00:32:41,00	
38.	00:00:52,00	00:33:33,00	
39.	00:00:52,00	00:34:25,00	
40.	00:00:48,00	00:35:13,00	zapomenutá součást
41.	00:00:55,00	00:36:08,00	
42.	00:00:47,00	00:36:55,00	
43.	00:01:00,00	00:37:55,00	problém při šroubování šroubů
44.	00:00:49,00	00:38:44,00	
45.	00:00:52,00	00:39:36,00	
46.	00:00:47,00	00:40:23,00	
47.	00:00:51,00	00:41:14,00	
48.	00:00:47,00	00:42:01,00	
49.	00:00:50,00	00:42:51,00	
50.	00:00:53,00	00:43:44,00	zaseknuté pružiny
51.	00:00:43,00	00:44:27,00	
52.	00:00:48,00	00:45:15,00	
53.	00:00:55,00	00:46:10,00	
54.	00:00:53,00	00:47:03,00	
55.	00:00:58,00	00:48:01,00	bolest nohou – chodidel
56.	00:00:50,00	00:48:51,00	
57.	00:00:43,00	00:49:34,00	
58.	00:00:55,00	00:50:29,00	problém při šroubování šroubů
59.	00:00:47,00	00:51:16,00	
60.	00:00:54,00	00:52:10,00	problém při šroubování šroubů
61.	00:00:53,00	00:53:03,00	
62.	00:00:55,00	00:53:58,00	delší manipulace se šrouby
63.	00:00:47,00	00:54:45,00	
64.	00:01:11,00	00:55:56,00	problém při sestavení – pomocná páka
65.	00:00:47,00	00:56:43,00	
66.	00:00:49,00	00:57:32,00	
67.	00:00:47,00	00:58:19,00	
68.	00:00:45,00	00:59:04,00	
69.	00:00:49,00	00:59:53,00	
70.	00:00:51,00	01:00:44,00	
Součet	00:29:41,00		
Celkový součet	01:00:44,00		

Příloha 12 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – M

Časová bilance a počet montáží během 2. měření		List č.	
		1/2	
Operátor: M		Katedra technologie obrábění	
Datum: 11.2.2016		Pozorovatel: T. Zatloukal	
		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
1.	00:01:01,00	00:01:01,00	
2.	00:01:03,00	00:02:04,00	
3.	00:01:03,00	00:03:07,00	
4.	00:01:18,00	00:04:25,00	problém při šroubování šroubů
5.	00:00:58,00	00:05:23,00	
6.	00:01:28,00	00:06:51,00	problém při sestavení – pomocná páka
7.	00:01:14,00	00:08:05,00	zaseknuté pružiny
8.	00:01:19,00	00:09:24,00	bolest prstů, problém při šroubování šroubů
9.	00:01:09,00	00:10:33,00	
10.	00:00:59,00	00:11:32,00	
11.	00:00:59,00	00:12:31,00	
12.	00:01:06,00	00:13:37,00	
13.	00:01:00,00	00:14:37,00	
14.	00:00:54,00	00:15:31,00	bolest ruky – loket a předloktí
15.	00:00:59,00	00:16:30,00	
16.	00:01:14,00	00:17:44,00	problém při sestavení – pomocná páka
17.	00:01:14,00	00:18:58,00	problém při sestavení – pomocná páka
18.	00:01:02,00	00:20:00,00	
19.	00:01:03,00	00:21:03,00	
20.	00:01:16,00	00:22:19,00	
21.	00:01:07,00	00:23:26,00	bolest ruky – zápěstí
22.	00:01:12,00	00:24:38,00	
23.	00:00:59,00	00:25:37,00	
24.	00:01:01,00	00:26:38,00	pocit monotónnosti
25.	00:00:59,00	00:27:37,00	
26.	00:01:11,00	00:28:48,00	bolest za krkem
27.	00:01:28,00	00:30:16,00	zapomenutá součást
28.	00:00:56,00	00:31:12,00	
29.	00:01:03,00	00:32:15,00	bolest zad
30.	00:00:58,00	00:33:13,00	
31.	00:00:54,00	00:34:07,00	
32.	00:01:01,00	00:35:08,00	
33.	00:01:02,00	00:36:10,00	
34.	00:01:09,00	00:37:19,00	
35.	00:01:03,00	00:38:22,00	
Součet	00:38:22,00		


Příloha 13 Časová bilance a počet montáží během 2. měření – M

Časová bilance a počet montáží během 2. měření		List č.	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	
		2/2	
Operátor: M		Pozorovatel: T. Zatloukal	
Datum: 11.2.2016		Pracoviště: UL 209	
36.	00:01:08,00	00:39:30,00	problém při šroubování šroubů
37.	00:00:56,00	00:40:26,00	
38.	00:00:56,00	00:41:22,00	
39.	00:00:58,00	00:42:20,00	
40.	00:01:03,00	00:43:23,00	
41.	00:01:05,00	00:44:28,00	zaseknuté pružiny
42.	00:01:03,00	00:45:31,00	
43.	00:01:00,00	00:46:31,00	
44.	00:01:01,00	00:47:32,00	
45.	00:00:55,00	00:48:27,00	
46.	00:00:58,00	00:49:25,00	
47.	00:00:54,00	00:50:19,00	
48.	00:01:04,00	00:51:23,00	problém při sestavení – pomocná páka
49.	00:00:52,00	00:52:15,00	
50.	00:00:50,00	00:53:05,00	
51.	00:01:10,00	00:54:15,00	problém při sestavení – pomocná páka
52.	00:01:00,00	00:55:15,00	
53.	00:00:48,00	00:56:03,00	
54.	00:00:56,00	00:56:59,00	bolest nohou – chodidel
55.	00:00:50,00	00:57:49,00	
56.	00:00:52,00	00:58:41,00	
57.	00:00:49,00	00:59:30,00	
58.	00:00:59,00	01:00:29,00	
59.	00:00:56,00	01:01:25,00	
60.	00:00:46,00	01:02:11,00	
61.	00:00:47,00	01:02:58,00	
62.	00:00:52,00	01:03:50,00	
63.	00:01:05,00	01:04:55,00	problém při šroubování šroubů
64.	00:00:55,00	01:05:50,00	
65.	00:01:00,00	01:06:50,00	
66.	00:01:02,00	01:07:52,00	
67.	00:01:04,00	01:08:56,00	zapomenutá součást
68.	00:01:03,00	01:09:59,00	
69.	00:00:54,00	01:10:53,00	
70.	00:01:01,00	01:11:54,00	
Součet	00:33:32,00		
Celkový součet	01:11:54,00		


Příloha 14 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – T

Časová bilance a počet montáží během 3. měření		List č. 1/2	 Katedra technologie obrábění
Operátor: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 12.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
1.	00:00:47,00	00:00:47,00	nechuť k práci (otráven)
2.	00:00:50,00	00:01:37,00	
3.	00:00:48,00	00:02:25,00	
4.	00:00:45,00	00:03:10,00	
5.	00:00:45,00	00:03:55,00	bolest prstů
6.	00:00:46,00	00:04:41,00	
7.	00:00:44,00	00:05:25,00	
8.	00:00:52,00	00:06:17,00	
9.	00:00:43,00	00:07:00,00	
10.	00:00:50,00	00:07:50,00	
11.	00:00:49,00	00:08:39,00	
12.	00:00:48,00	00:09:27,00	
13.	00:00:53,00	00:10:20,00	
14.	00:00:48,00	00:11:08,00	
15.	00:00:44,00	00:11:52,00	
16.	00:00:46,00	00:12:38,00	bolest za krkem
17.	00:00:49,00	00:13:27,00	
18.	00:00:51,00	00:14:18,00	bolest rukou – zápěstí
19.	00:00:43,00	00:15:01,00	
20.	00:01:01,00	00:16:02,00	zaseknuté pružiny v sobě
21.	00:00:50,00	00:16:52,00	pocit monotónnosti
22.	00:00:43,00	00:17:35,00	
23.	00:00:46,00	00:18:21,00	bolest rukou – loket a předloktí
24.	00:00:46,00	00:19:07,00	
25.	00:00:52,00	00:19:59,00	
26.	00:00:43,00	00:20:42,00	
27.	00:00:43,00	00:21:25,00	
28.	00:00:50,00	00:22:15,00	
29.	00:00:48,00	00:23:03,00	
30.	00:00:45,00	00:23:48,00	
31.	00:00:48,00	00:24:36,00	
32.	00:00:45,00	00:25:21,00	
33.	00:00:48,00	00:26:09,00	
34.	00:00:43,00	00:26:52,00	
35.	00:00:48,00	00:27:40,00	bolest zad
Součet	00:27:40		

Příloha 15 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – T


Časová bilance a počet montáží během 3. měření		List č. 2/2	
Operátor: T		Pozorovatel: M. Šnebergerová	
Datum: 12.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
36.	00:00:50,00	00:28:30,00	
37.	00:00:53,00	00:29:23,00	
38.	00:00:53,00	00:30:16,00	zaseknuté pružiny v sobě
39.	00:00:51,00	00:31:07,00	
40.	00:00:47,00	00:31:54,00	
41.	00:00:44,00	00:32:38,00	
42.	00:00:43,00	00:33:21,00	
43.	00:00:45,00	00:34:06,00	
44.	00:00:47,00	00:34:53,00	
45.	00:00:43,00	00:35:36,00	
46.	00:00:47,00	00:36:23,00	
47.	00:00:46,00	00:37:09,00	
48.	00:00:43,00	00:37:52,00	
49.	00:00:48,00	00:38:40,00	
50.	00:00:42,00	00:39:22,00	bolest nohou – chodidel (hlavně levá)
51.	00:00:45,00	00:40:07,00	
52.	00:00:53,00	00:41:00,00	
53.	00:00:43,00	00:41:43,00	
54.	00:00:41,00	00:42:24,00	
55.	00:00:46,00	00:43:10,00	
56.	00:00:44,00	00:43:54,00	
57.	00:00:53,00	00:44:47,00	
58.	00:00:46,00	00:45:33,00	
59.	00:00:44,00	00:46:17,00	
60.	00:00:44,00	00:47:01,00	
61.	00:00:45,00	00:47:46,00	
62.	00:00:42,00	00:48:28,00	
63.	00:00:41,00	00:49:09,00	
64.	00:00:41,00	00:49:50,00	
65.	00:00:48,00	00:50:38,00	
66.	00:00:44,00	00:51:22,00	
67.	00:00:42,00	00:52:04,00	
68.	00:00:43,00	00:52:47,00	
69.	00:00:43,00	00:53:30,00	
70.	00:00:40,00	00:54:10,00	
Součet	00:26:30,00		
Celkový součet	00:54:10,00		

Příloha 16 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – M

Časová bilance a počet montáží během 3. měření		List č.	
		1/2	
Operátor: M		Pozorovatel: T. Zatloukal	
Datum: 12.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
1.	00:00:49,00	00:00:49,00	
2.	00:00:55,00	00:01:44,00	
3.	00:00:58,00	00:02:42,00	
4.	00:01:10,00	00:03:52,00	problém při šroubování šroubů
5.	00:00:54,00	00:04:46,00	
6.	00:00:55,00	00:05:41,00	
7.	00:01:05,00	00:06:46,00	
8.	00:00:51,00	00:07:37,00	
9.	00:00:57,00	00:08:34,00	bolest prstů
10.	00:00:53,00	00:09:27,00	
11.	00:00:55,00	00:10:22,00	
12.	00:00:54,00	00:11:16,00	bolest rukou – loket a předloktí
13.	00:00:54,00	00:12:10,00	
14.	00:00:58,00	00:13:08,00	
15.	00:01:07,00	00:14:15,00	zaseknuté pružiny v sobě
16.	00:00:52,00	00:15:07,00	
17.	00:01:15,00	00:16:22,00	problém při sestavení – pomocná páka, bolest rukou – zápěstí
18.	00:01:10,00	00:17:32,00	pocit monotonnosti, zapomenutí na součást
19.	00:01:01,00	00:18:33,00	
20.	00:01:44,00	00:20:17,00	problém při sestavení – pomocná páka
21.	00:00:53,00	00:21:10,00	
22.	00:00:59,00	00:22:09,00	
23.	00:00:49,00	00:22:58,00	
24.	00:00:58,00	00:23:56,00	
25.	00:01:05,00	00:25:01,00	
26.	00:01:02,00	00:26:03,00	
27.	00:00:55,00	00:26:58,00	bolest za krkem
28.	00:00:53,00	00:27:51,00	
29.	00:01:00,00	00:28:51,00	
30.	00:00:49,00	00:29:40,00	
31.	00:01:01,00	00:30:41,00	
32.	00:00:58,00	00:31:39,00	bolest zad
33.	00:01:02,00	00:32:41,00	
34.	00:01:02,00	00:33:43,00	
35.	00:00:51,00	00:34:34,00	
Součet		00:34:34,00	

Zdroj: [49]

Příloha 17 Časová bilance a počet montáží během 3. měření – M

Časová bilance a počet montáží během 3. měření		List č.	
		2/2	
Operátor: M		Pozorovatel: T. Zatloukal	
Datum: 12.2.2016		Pracoviště: UL 209	
Poř.č.	Čas	Postup.čas	Poznámka
36.	00:01:00,00	00:35:34,00	zapomenutí na součást
37.	00:00:58,00	00:36:32,00	
38.	00:00:57,00	00:37:29,00	
39.	00:01:01,00	00:38:30,00	
40.	00:00:58,00	00:39:28,00	
41.	00:00:58,00	00:40:26,00	
42.	00:01:10,00	00:41:36,00	
43.	00:01:04,00	00:42:40,00	
44.	00:01:03,00	00:43:43,00	
45.	00:01:00,00	00:44:43,00	
46.	00:01:05,00	00:45:48,00	
47.	00:01:05,00	00:46:53,00	
48.	00:00:59,00	00:47:52,00	bolest nohou – chodidel
49.	00:00:58,00	00:48:50,00	
50.	00:01:05,00	00:49:55,00	
51.	00:01:14,00	00:51:09,00	kýchnutí
52.	00:01:02,00	00:52:11,00	
53.	00:01:04,00	00:53:15,00	
54.	00:00:53,00	00:54:08,00	
55.	00:00:58,00	00:55:06,00	
56.	00:00:57,00	00:56:03,00	
57.	00:01:05,00	00:57:08,00	problém při šroubování šroubů
58.	00:00:58,00	00:58:06,00	
59.	00:00:53,00	00:58:59,00	
60.	00:00:53,00	00:59:52,00	
61.	00:00:51,00	01:00:43,00	
62.	00:00:56,00	01:01:39,00	
63.	00:00:58,00	01:02:37,00	
64.	00:00:53,00	01:03:30,00	
65.	00:00:51,00	01:04:21,00	
66.	00:00:49,00	01:05:10,00	
67.	00:00:50,00	01:06:00,00	
68.	00:00:55,00	01:06:55,00	
69.	00:01:07,00	01:08:02,00	problém při sestavení – pomocná páka, píst a váleček
70.	00:00:51,00	01:08:53,00	
Součet	00:34:19,00		
Celkový součet	01:08:53,00		

Zdroj:[49]

Příloha 18 Fotografie operátorů T, M, P



Zdroj: [47], [45], [46]

Příloha 19 Montážní postup vzduchového ventilu



Uchopit skříň a vložit do sedla přípravku.



Uchopit pružinu a vložit do skříňě.



Vložit do talíře podložku.



Položit talíř s podložkou na pružinu.



Uchopit píst (s navlečeným malým těsnícím kroužkem) a zasunout do válečku



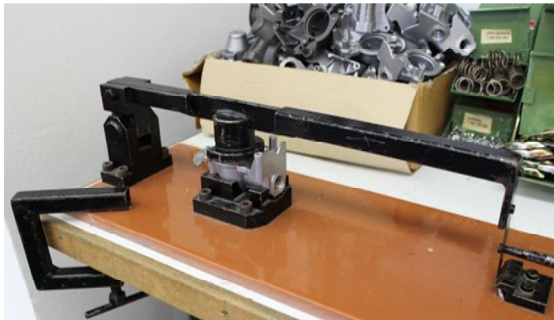
Velký těsnící kroužek navléci na váleček



Lícni desku nasunout na horní část přípravku.



Složený válec nasadit na horní část přípravku



Horní část přípravku stlačit a zajistit.



Tři šrouby postupně zašroubovat.



Horní část přípravku odjistit, zvednout a odložit výrobek.

Zdroj: [18], [45]