

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N 2301                      Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Komplexní ergonomický audit vybraných montážních míst výrobní linky

Autor:                      **Bc. Veronika JANDOVÁ**  
Vedoucí práce:        **Doc. Ing. Helena ZÍDKOVÁ, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

### **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, jenž je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

### **Autorská práva**

Podle Zákona o právu autorském, č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

### **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Doc. Ing. Heleně Zídkové, Ph.D., Ing. Václavě Pokorné a Ing. Jiřímu Svobodovi za jejich cenné rady a čas, který mi věnovali k tvorbě této diplomové práce.

Dále chci poděkovat své rodině a příteli za podporu po celou dobu studia.

### ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Jandová	<b>Jméno</b> Veronika	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Strojírenská technologie – technologie obrábění		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Zídková, Ph.D.	<b>Jméno</b> Helena	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU – FST - KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b><del>BAKALÁŘSKÁ</del></b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Komplexní ergonomický audit vybraných montážních míst výrobní linky		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

#### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	75	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	55	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	20
---------------	----	-------------------------	----	--------------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Práce je zaměřena na ergonomický audit. Jsou zde popsány ergonomické metody pro zkoumání rizik při práci. V praktické části je provedena analýza pomocí 3 ergonomických metod, jejich vyhodnocení a návrh nápravných opatření.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Ergonomie Ergonomické metody Nemoci z povolání RULA ART Tool OCRA

### SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Bc. Jandová	<b>Name</b> Veronika	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Zídková, Ph.D.	<b>Name</b> Helena	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU – FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Complex ergonomic audit of selected montage locations of the production line		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2015
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	75	<b>TEXT PART</b>	55	<b>GRAPHICAL PART</b>	20
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DECTIPTION</b> <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRUBUTIONS</b>	This work is intent on ergonomics audit. Here are describing ergonomics methods for research risks at work. Analysis is makes in practical part. There are 3 ergonomics methods, their evaluation and proposal of changes.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics Ergonomics methods Occupational Diseases RULA ART Tool OCRA

## Obsah

Úvod .....	10
1 Současný stav a možnosti využití ergonomie v praxi .....	11
1.1 Nemoci z povolání .....	12
1.2 Muskuloskeletální poruchy (MSD) .....	14
2 Metodika zkoumání a řízení zdravotních rizik.....	17
2.1 Metodika provádění ergonomických auditů .....	17
2.2 Ergonomický audit z hlediska pracovní zátěže .....	18
2.3 Příklady ergonomických analýz pro hodnocení pracovní zátěže.....	19
2.3.1 Checklisty.....	19
2.3.2 Nordic Questionnaire .....	20
2.3.3 RULA – Rapid Upper Limb Assessment .....	20
2.3.4 REBA – Rapid Entire Body Assessment.....	20
2.3.5 ART Tool – Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs.....	20
2.3.6 OCRA – Occupational Repetitive Actions .....	22
2.3.7 Softwary pro ergonomické analýzy .....	22
3 Vstupní analýza pracovního místa a montážního postupu .....	23
3.1 Produktová řada .....	23
3.2 Montážní linka F6 .....	24
3.2.1 Pracovní místo DP 2015-1 .....	25
3.2.2 Pracovní místo DP 2015-2 .....	25
3.2.3 Pracovní místo DP 2015-3 .....	26
3.2.4 Pracovní místo DP 2015-4 .....	26
4 Výběr a aplikace vhodné metody k posouzení rizikovosti práce.....	27
4.1 Aplikace metody RULA .....	27
4.2 Aplikace metody ART Tool.....	34
4.3 Aplikace metody OCRA.....	39
4.3.1 Aplikace metody OCRA na pracovišti DP 2015-2.....	40
4.3.2 Aplikace metody OCRA na pracovišti DP 2015-3.....	41
5 Návrh nápravných opatření.....	42
5.1 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-1.....	42
5.2 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-2.....	45

5.3 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-3.....	46
5.4 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-4.....	47
5.5 Výběr metody pro budoucí použití.....	49
6 Hodnocení inovačních námětů.....	51
6.1 Přehled použitých ergonomických metod a jejich výsledků .....	51
6.2 Hodnocení navržených nápravných opatření .....	53
6.3 Návrhy checklistů .....	54
7 Závěr .....	55
Literatura .....	56
Přílohy.....	58

### **Přehled použitých zkratk a symbolů**

OOP.....Osobní ochranné pomůcky

MSD.....Muskuloskeletální poruchy

ČSN.....Česká technická norma

EN.....Evropská norma

ISO.....International Organization for Standardization (Mezinárodní  
organizace pro normalizaci)

DICz.....Daikin Industries Czech Republic s.r.o.

RULA.....Rapid Upper Limb Assessment

ART Tool...Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs

EAWS.....European Assembly Worksheet

REBA.....Rapid Entire Body Assessment

OCRA.....Occupational Repetitive Actions

DP 2015-1..Označení 1. pracoviště

DP 2015-2..Označení 2. pracoviště

DP 2015-3..Označení 3. pracoviště

DP 2015-4..Označení 4. pracoviště



## Úvod

V dnešní době se podniky snaží co nejefektivněji využít všechny prostředky. Avšak není důležitá jen otázka strojního vybavení, správného plánování a dalších nezbytných okolností. Současným trendem je zaměření se na lidský faktor, neboť si podniky uvědomují, že právě bez svých zaměstnanců by nemohli ani existovat.

Aby zaměstnanci mohli vykonávat správně svou činnost, musí jim být uzpůsobeny pracovní podmínky. Klade se velký důraz na zdravotní způsobilost lidí a eliminaci rizik, která mohou způsobit nemoci z povolání. Firmy mají k dispozici mnoho softwarů, které pomáhají analyzovat pohyby člověka při vykonávání práce a určit, zda se nejedná o ohrožení zdraví.

U podniků zabývajících se sériovou montáží je častým problémem fluktuace operátorů. Důvodem může být rychlý montážní takt linky či neúměrná fyzická zátěž. Proto je vedení podniku nuceno zamyslet se, jak tento problém odstranit. Principy ergonomie se tak dostávají do popředí a stávají se aktuální zejména v oblasti racionalizačních opatření.

Cílem této diplomové práce je provést ergonomický audit ve společnosti Daikin Industries Czech Republic s.r.o. na vytypovaném úseku montážní linky. Problémy, které jsou uvedeny v úvodu, vedly management této společnosti k zamyšlení a řešení stížností operátorů na bolesti zad a krční páteře. Problém je třeba zmapovat a posoudit, zda jsou argumenty operátorů opodstatněné.

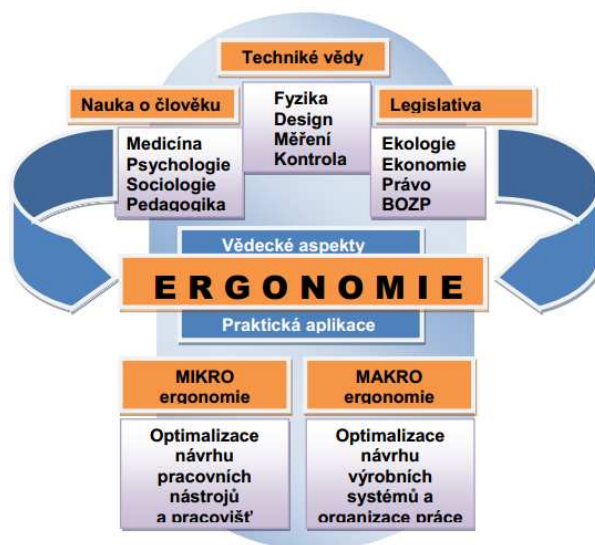
## 1 Současný stav a možnosti využití ergonomie v praxi

„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím s cílem optimalizovat jeho psychofyziologickou zátěž a zaručit rozvoj jeho osobnosti.“ Cílem tohoto vědního oboru je humanizace techniky, racionalizace pracovních podmínek, zvyšování efektivnosti a spolehlivosti člověka při práci. Je důležité přizpůsobit pracovní činnost schopnostem a možnostem člověka, který ji vykonává, v podmínkách co nejvýhodnějších pro jeho bezpečí, zdraví, výkonnost a pohodu. Ergonomie zohledňuje u člověka antropometrii a biomechaniku, mentální schopnosti, pracovní prostředky, působící faktory, zátěžové situace.[1]

Ergonomie je rozvíjena ve vědeckých aspektech, které poté integruje do praxe. Do vědeckých aspektů jsou zahrnuty tyto 3 okruhy:

- nauka o člověku – hledá hranice pro jakékoliv lidské činnosti a chování lidí s tím, že přihlíží na pracovní prostředí.
- technické vědy – při vývoji nových nástrojů se dbá na to, aby byl v rovnováze pojem člověk-stroj. Například ergonomicky tvarovaný nástroj, pro pohodlné a efektivní uchopení člověkem.
- legislativa – dohlíží na dodržování zákonů a norem, které ve většině případů lpí na bezpečnost a zdraví zaměstnanců.

Způsob propojení vědeckých aspektů do praktické aplikace je poznamenán na obrázku 1.1. Poznatky z uvedených okruhů se realizují do praktické aplikace, která je rozdělena na mikroergonomii a makroergonomii.



Obrázek 1.1: Propojení vědeckých aspektů do praktické aplikace [22]

Mikroergonomie je zaměřená na zvyšování efektivnosti lidské práce a řeší každodenní problémy v podniku. Používají se zde ergonomické programy, které jsou zaměřené na ochranu zdraví zaměstnanců a ekonomické přínosy. Podnik totiž díky nim dosahuje konkurenceschopnosti a dlouhodobé stability. Po praktickém ověření mikroergonomických poznatků se zevšeobecní do makroergonomie.

Makroergonomie převádí získané poznatky mikroergonomie do databází a programů, které slouží jako podklady podniku pro zlepšení efektivnosti práce, vytvoření strategií a též jako podklady při navrhování nových pracovišť.[11]

## 1.1 Nemoci z povolání

V dnešní uspěchané době působí na člověka stresory nejen v jeho osobním životě, ale též v pracovním prostředí. Tyto stresory ovlivňují více či méně psychickou pohodu člověka. Mezi stresory patří například monotonie, časový tlak a vnucený pracovní rytmus, hluk, vibrace, směnová a noční práce.

Stresor je činitel, jehož působením na pracovišti vzniká u člověka stres. Avšak u každého jedince může daný stresor působit různě (na někoho více či méně). Dlouhodobé působení stresoru na člověka může způsobit pracovní stres u daného jedince. Proto se u něj mohou objevit negativní psychické stavy, třes, poruchy pohybové koordinace, zhoršení sociální adaptace, změny tepové frekvence, poruchy trávení, poruchy spánku,... Nakonec to může vést k pracovnímu úrazu, fluktuaci,...[6]

Proti vzniku stresorů je možné bránit se prevencí. Je třeba zjistit a analyzovat rizika při práci. Příklady zmírnění stresorů jsou: zavedení odhlučnění strojů, zlepšení osvětlení, používání OOP, monitorování zdravotních stavů zaměstnanců na rizikových pracovištích, zavedení preventivní prohlídky, zkrácení pracovní doby na exponovaných pracovištích, zavedení dalších přestávek, střídání pracovníků, kteří vykonávají monotónní úkony.[2]

Ve většině případů způsobují stresory nemoci z povolání. Lépe řečeno nemoci z povolání vznikají, pokud na člověka působí nepříznivě chemické, fyzikální, biologické či jiné škodlivé vlivy. Tyto vlivy musí vzniknout za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání. Seznam nemocí z povolání je uveden v příloze Nařízení vlády č. 114/2011 Sb. Doba, po kterou vzniknou nemoci z povolání, se může lišit dle působících vlivů. Například akutní otrava způsobí nemoc z povolání po krátké době. Ale například u monotónní práce se může nemoc z povolání objevit až po delší době (např. syndrom karpálního tunelu).[3]

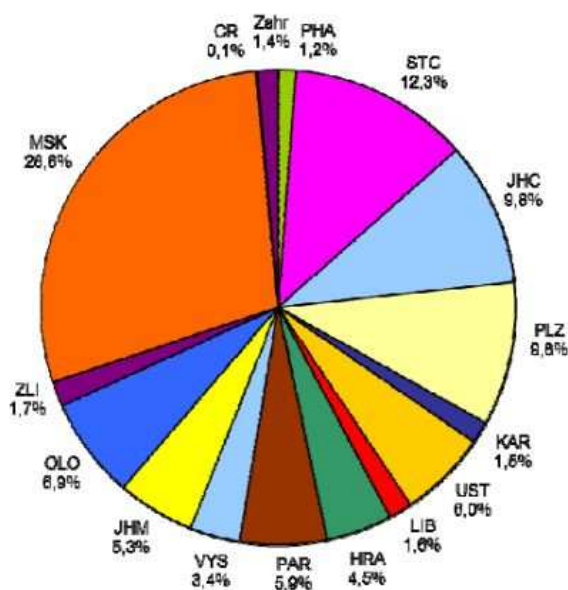
V tabulce 1.1 je uveden vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2004-2013, které provedl Státní zdravotní ústav. Z tabulky je zřejmé, že nemocí z povolání, hlavně nemocí způsobených fyzikálními faktory, ubývá, neboť úroveň firemní kultury v mnohých firmách se pomalu, ale přesto zlepšuje.

Mezi fyzikální faktory lze například zahrnout onemocnění způsobená hlukem, vibrací, ionizačním zářením, dlouhodobým nadměrným jednostranným přetěžováním končetin.

Kapitola	Evidenční kód <sup>1</sup>	Nemoc z povolání	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
I.		NzP způsobené chemickými látkami	9	12	10	13	7	14	17	25	23	21
II.		NzP způsobené fyzikálními faktory	461	528	627	657	593	693	629	480	546	520
	II.4	percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem	13	11	15	16	22	19	25	22	22	31
	II.6 – II.8	nemoci z vibrací	151	196	217	230	238	236	160	214	208	
	II.9 – II.12	nemoci z DNJZ	290	312	390	406	332	430	361	291	305	278
		ostatní NzP	7	9	5	5	9	6	7	7	5	3
III.		NzP týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobříšnice	216	221	237	246	239	180	209	234	241	280
	III.1	pneumokoniózy způsobené SiO <sub>2</sub>	127	109	127	99	106	86	84	96	100	117
	III.2	nemoci plic, pohrudnice nebo pobříšnice způsobené azbestem	16	24	25	44	36	28	35	28	42	23
	III.6	rakovina plic z radioaktivních látek	8	9	9	15	13	5	15	16	20	15
	III.10	asthma bronchiale včetně alergických onemocnění dýchacích cest	45	58	59	80	74	58	70	90	78	119
		ostatní NzP	20	21	17	8	10	3	5	4	1	6
IV.		NzP kožní	160	128	166	140	175	233	197	246	249	272
V.		NzP přenosné a parazitární	137	153	169	180	229	202	176	164	278	234
	V.1	nemoci přenosné a parazitární	99	112	125	144	180	152	129	103	185	138
	V.2	nemoci přenosné ze zvířat na člověka	24	27	35	25	32	42	23	46	66	68
	V.3	nemoci přenosné a parazitární vzniklé v zahraničí	14	14	9	11	17	8	24	15	27	28
VI.		NzP způsobené ostatními faktory	-	-	1	-	2	5	-	1	3	2
		<b>Nemoci z povolání</b>	<b>983</b>	<b>1042</b>	<b>1210</b>	<b>1236</b>	<b>1245</b>	<b>1327</b>	<b>1228</b>	<b>1150</b>	<b>1340</b>	<b>1329</b>
		<b>Ohrožení nemocí z povolání</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>68</b>	<b>76</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>60</b>	<b>59</b>
		Úhrnem	1042	1099	1266	1 292	1313	1403	1291	1216	1400	1388
		Počet osob s hlášeným onemocněním	876	911	1054	1 050	1107	1115	1062	1122	1317	1316

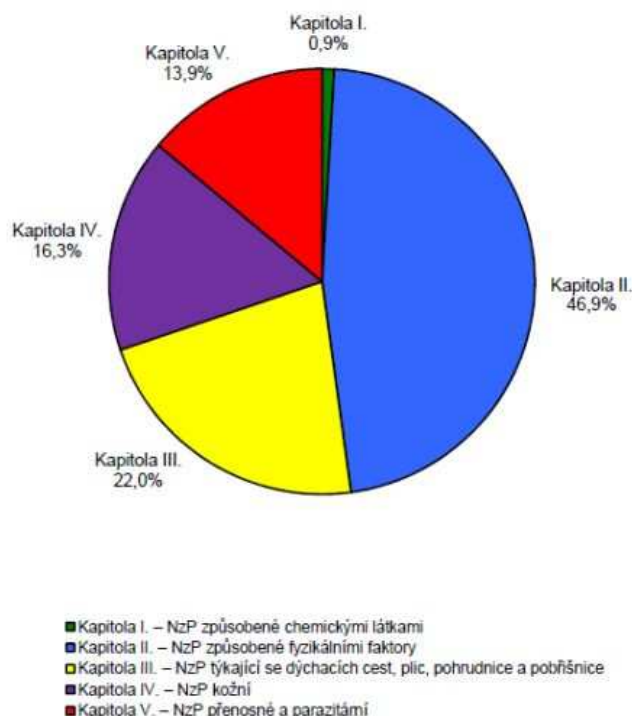
**Tabulka 1.1:** Vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2004–2013[9]

Graf 1.1 znázorňuje počet hlášených případů nemocí z povolání v roce 2013 v České republice a je rozdělen podle krajů. Hodnoty jsou uvedeny v procentech. Tento graf provedl Státní zdravotní ústav. V Plzeňském kraji bylo v roce 2013 hlášeno z celkového počtu 8,8% nemocí z povolání. Nejvíce případů bylo hlášeno v Moravskoslezském kraji (28,6%), jednalo se především o onemocnění způsobená fyzikálními faktory.



**Graf 1.1:** Struktura hlášených případů nemocí z povolání podle krajů vzniku[9]

Následující graf 1.2 představuje rozdělení hlášených případů nemocí z povolání z roku 2013. Graf je rozdělen podle kapitol seznamu nemocí z povolání. Tento graf vypracoval Státní zdravotní ústav. Je vidět, že kapitola II. (fyzikální faktory) je evidentně největší (46,9%).



**Graf 1.2:** Struktura hlášených případů nemocí z povolání podle kapitol seznamu nemocí z povolání[9]

## 1.2 Muskuloskeletální poruchy (MSD)

Při vykonávání práce mohou u člověka nastat potíže MSD (z angl. musculoskeletal disorders). Jedná se o onemocnění svalů, šlach a nervů. Jejich vznik je přisuzován opakované fyzické aktivitě s charakteristickou jednostrannou zátěží. Nejpostiženější jsou horní končetiny, krk, záda a ramena. Statistika hovoří, že 24% pracovníků trpí bolestmi zad, 23% pracovníků celkovou fyzickou únavou, 22% pracovníků bolestmi svalů horních a dolních končetin. Vznik MSD začíná nepříjemnými pocity, přechází v menší bolesti a končí u závažných zdravotních stavů, jež vyžadují pracovní neschopnost a ve většině případů i léčbu. Proto je třeba zaměřit se na eliminaci tohoto problému.

Vznik MSD ovlivňuje řada faktorů:

1. Fyzikální faktory – zahrnují monotonii, špatné pracovní polohy, používání nadměrné síly, používání končetin jako nástroje (např. ruky místo kladiva), vibrace, zima či nadměrné teplo, špatné osvětlení.
2. Organizační a psychosociální faktory – pracovník musí dělat ve stanoveném tempu, příliš rychlé tempo práce, psychika, špatná organizace práce, nedostatečná podpora od kolegů či vedoucích.
3. Individuální faktory – pohlaví, věk, fyzické schopnosti, obezita, kouření.[14]

Většina nepříznivých faktorů, vedoucích k uvedeným potížím, charakterizuje situaci mnohých velkých českých výrobních společností, které se zabývají převážně montáží. V naprosté většině se jedná o firmy vyrábějící komponenty pro automobilový průmysl.

Vznik MSD u pracovníků znamená pro podnik zvýšení nákladů, „ztrátu“ zkušených pracovníků (může vést až k trvalé invaliditě), snížení produktivity a kvality práce. Pro zaměstnance zhoršení zdravotního stavu a ztrátu příjmů.

Vzniku MSD lze předejít či omezit úpravou práce ve směně, přidáním krátkých přestávek, úpravou pracovního místa z hlediska ergonomie a dodržováním platných zákonů v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [5, 13]

Aby k uvedeným obtížím nedocházelo, je potřeba provést studii – ergonomickou analýzu, která odhalí na pracovišti určité nedostatky a příčiny poukazující zejména na nevhodné uspořádání pracoviště a nepřírodní pracovní pozice.

Firmy v České republice nedávají v dnešní době takový důraz na ergonomii. Jedním z důvodů jsou peníze vynaložené na osoby provádějící ergonomické analýzy a případně následné úpravy. Většinou se podniky k ergonomii přiklánějí až v urgentních případech, kdy dochází k velké fluktuaci a onemocnění pracovníků na dané pracovní pozici. Nejčastěji je pak tento problém řešen s technikem BOZP a pracovním lékařem. Avšak i na území naší republiky se najdou firmy, které mají své ergonomické oddělení. Jedná se především o velké firmy zabývající se výrobou automobilů či komponentů do nich.

Mezi tyto firmy patří například ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi. Zde se řídí myšlenkou, že je lepší zdravotním problémům předcházet, než je následně řešit. Zaměřují se na dodržování zásad správného držení těla, správného zvedání a přenášení břemen, použití vhodné náradí. V této firmě mají například ergonomická sedadla, díky nimž se pracovníci nemusejí ohýbat. Speciální zařízení, které umožňuje efektivně montovat kola a přitom je pracovník co nejméně zatížen. ŠKODA AUTO a.s. dokonce vlastní od roku 2012 autorizovanou Laboratoř ergonomie a fyziologie práce, kde posuzují pracovní

podmínky podle pracovních poloh a fyzických zátěží, navrhuje opatření ke zlepšení pracovních podmínek. Nezapomíná se i na pravidelné školení zaměstnanců, kde jsou poučeny o správných pohybových návycích a správné manipulaci s břemeny při práci. Školení neprobíhá jen teoreticky, ale i prakticky. Ergoterapeuti nacvičují s pracovníky správné pohyby, využití kompenzačních pomůcek a využívá se i protahovacích cvičení. Avšak ani zde to nekončí. Automobilka nabízí dobrovolné preventivní programy, které zahrnují zdravou výživu, snížení váhy, prevenci závislostí a zdravější způsob života. Tohoto dobrovolného programu se účastní průměrně 13 000 zaměstnanců ročně (počet zaměstnanců je přibližně 26 000).[17]

Mezi další podniky, které podporují ergonomii, patří v České a Slovenské republice například Robert Bosch, spol. s r.o. – České Budějovice, VOLKSWAGEN Slovakia - Bratislava, a.s., WITTE Nejdek, spol. s r.o. - Nejdek, Continental Teves Czech Republic, s.r.o. – Jičín.

I zahraniční firmy podporují ergonomii. Je to například firma Renault v Paříži, Fiat, Olivetti, Siemens, Philips. Ergonomie je též známá a používaná u amerických a japonských firem.

## 2 Metodika zkoumání a řízení zdravotních rizik

Aby se snížilo množství nemocí z povolání a zdravotních rizik, musí být použity metody pro zkoumání zdravotních rizik. Díky těmto metodám se zjistí, zda na pracovišti hrozí nebezpečí vzniku zdravotního rizika (například špatným držením nástrojů, špatnou ergonomií, ...). Následně se formuláře vyhodnotí a učiní se nápravná opatření, díky kterým se předejde vzniku zdravotních rizik.

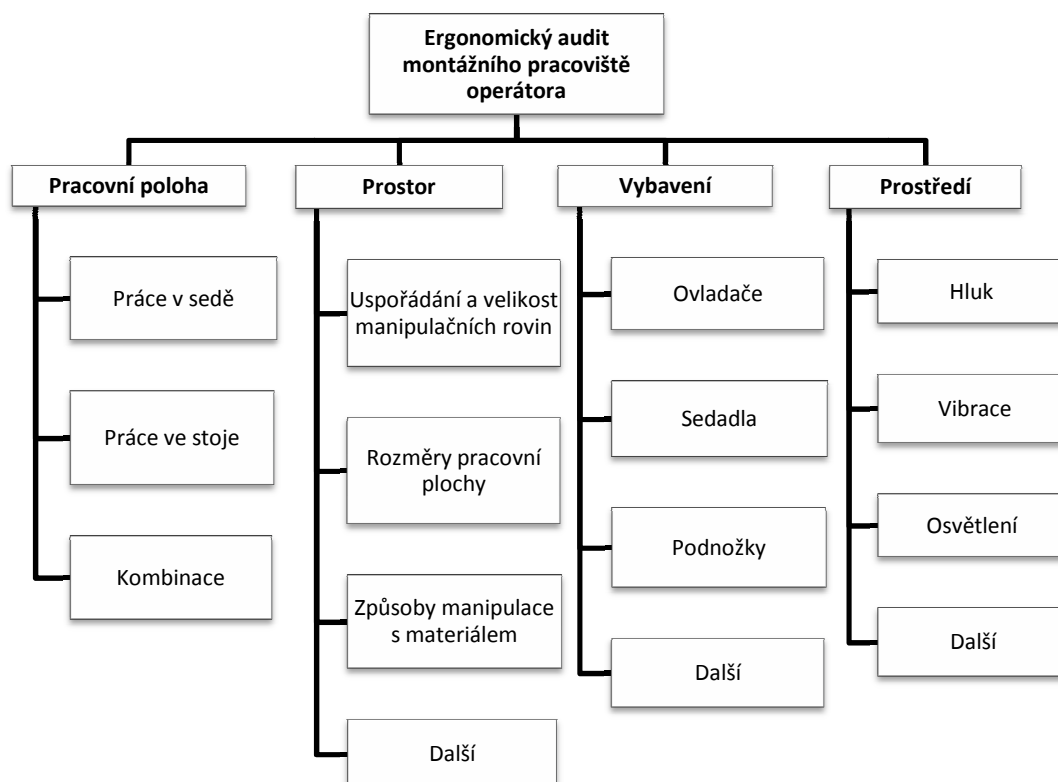
### 2.1 Metodika provádění ergonomických auditů

Audit je vstupní analýza, která popisuje současný stav konkrétního pracoviště a činnosti na tomto pracovišti. Výstupem je přehled problémů a doporučení kroků pro zlepšení a zefektivnění výroby.

Ergonomický audit z hlediska pracoviště lze rozdělit do 4 základních skupin:

- pracovní poloha
- prostorové požadavky
- vybavení pracoviště
- pracovní prostředí

Každá z těchto skupin zkoumá podrobnější aspekty (viz obrázek 2.1).



Obrázek 2.1: Rozdělení ergonomického auditu z hlediska pracoviště



U pracovní polohy se posuzuje, zda pracovník při práci sedí, stojí či kombinuje tyto polohy během své práce. Prostorové požadavky zahrnují rozměry pracoviště vzhledem k počtu lidí a vybavení na ohraničeném prostoru. Vybavení pracoviště je dáno pracovním úkolem, výrobou či montáží. Může se jednat o práci s jednoduchou manipulací bez použití nástrojů nebo se může jednat o činnost, při které je zapotřebí ručního náradí. V sériové výrobě jsou převážně používány nástroje s elektrickým či pneumatickým pohonem. Poslední neméně důležitou skupinou je pracovní prostředí, které zahrnuje aspekty hygieny práce.[15]

Dalo by se říct, že ergonomický audit je proces, který probíhá podle těchto bodů:

- Před samotným provedením ergonomického auditu je nutno určit, jaké pracoviště se bude auditovat, a proč se audit bude provádět.
- Auditor se nejprve seznámí s auditovaným pracovištěm. Nezbytná je komunikace s mistrem daného pracoviště a popřípadě i se samotnými operátory. Díky jejich názorům lze lépe pochopit problematiku a dozvědět se detaily, kterých si člověk pouhým pozorováním nevšimne. Nesmí však při práci zaměstnancům překážet a zdržovat je od práce. Je též důležité dbát sám jako pozorovatel na BOZP.
- Následuje samotné pozorování operátorů při práci. Při pozorování se posuzuje několik základních kritérií. Lze do nich zahrnout pracovní pozice a pohyby, čas provádění rizikové činnosti, opakovatelnost pohybů, zvážení faktorů techniky prostředí (hluk, vibrace, teplota, osvětlení,...). Pro zaznamenání a stanovení kritérií stačí mít k dispozici tužku, papír, stopky, fotoaparát, videokameru, popřípadě konkrétní formuláře.
- Po provedení měření a nasbírání potřebných informací následuje vybrání správné ergonomické metody k posouzení rizikovosti prováděné činnosti a následně její vyhodnocení. Při ergonomickém auditu se využívá norem např.: ČSN ISO 6385 Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů; ČSN EN 547-1,2,3 Tělesné rozměry; ČSN EN 614-1 Ergonomické zásady pro projektování – terminologie a všeobecné zásady.
- V závěru se navrhuje opravná opatření a jejich prezentace vedení firmy. Po realizaci opatření je vhodné provést opět hodnocení rizikovosti opravené činnosti a zjistit, zda vedla opravná opatření ke zlepšení.

## 2.2 Ergonomický audit z hlediska pracovní zátěže

Tak jako bylo uvedeno v kapitole 2.1, kde se ergonomický audit z hlediska pracoviště rozděluje do různých skupin, rozděluje se i tento ergonomický audit z hlediska pracovní zátěže do několika důležitých skupin. Při tomto auditu lze hodnotit zátěže při manipulaci s materiálem, zátěže v důsledku pozice těla nebo jeho částí, komplexně hodnotit práci včetně opakujících se činností. Právě

k tomuto hodnocení slouží metody pro zkoumání ergonomických rizik. Jejich úkolem je určit a hodnotit rizika poškození muskuloskeletálního aparátu. Dále se může využít normy ČSN EN 1005-5: Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace.

Díky včasnému objevení rizik při vykonávání práce a jejich odstranění se může předejít nemocem z povolání. Výsledkem bude nejen zlepšení pracovních podmínek pro dané operátory. Příznivý dopad to bude mít i na produktivitu práce. Zamezí se fluktuaci a absenci operátorů z důvodu uvedených bolestí, zejména zad a rukou. Podnik tak ušetří peníze na zaškolování nových zaměstnanců a hrazení nemocenské nepřítomným operátorům.

### **2.3 Příklady ergonomických analýz pro hodnocení pracovní zátěže**

Metod pro zkoumání a hodnocení ergonomických rizik je v dnešní době dostatek. Je jen důležité vybrat si tu správnou metodu. Mohou se totiž lišit jak ve složitosti, délce provedení, tak i ve výsledku hodnocení. Je třeba si předem určit, co chceme zjistit a jakých výsledků chceme dosáhnout. Obecné členění ergonomických analýz lze definovat jako metody typu dotazník, hodnocení na základě váhového ukazatele (součet bodů na stupnici rizikovosti) či simulace pomocí ergonomického softwaru. V následujícím textu této práce budou stručně popsány níže uvedené metody, z nichž tři budou aplikovány na zadaném pracovišti firmy DICz. Mezi nejčastěji používané metody v praxi patří například:

- Checklisty
- Nordic Questionnaire
- RULA – Rapid Upper Limb Assessment
- REBA – Rapid Entire Body Assessment
- ART Tool – Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs
- OCRA – Occupational Repetitive Actions

#### **2.3.1 Checklisty**

Je to jakási forma dotazníku. Může být zaměřena na zjištění ergonomických rizik, uspořádání pracovního místa, používání náradí, manipulaci s břemeny a další. V podstatě každý podnik si může vytvořit svůj vlastní checklist, který může v budoucnu využívat pro hodnocení rizik. Checklisty vyplňují ergonomové, průmysloví inženýři, bezpečnostní technici.[7]

### **2.3.2 Nordic Questionnaire**

Jedná se o určitý druh checklistu. Na rozdíl od něj jsou tyto Nordic Questionnaire vyplňovány samotnými operátory na základě jejich vlastních pocitů (např. bolest zad, nepohodlí při práci,...). Tím se může zjistit a předejít rizikům, jež by vedla k onemocnění pohybového aparátu, neboť se objeví podněty, které nejsou vidět v případě samotného pozorování činnosti operátora.[21]

### **2.3.3 RULA – Rapid Upper Limb Assessment**

Tato metoda slouží k hodnocení rizika poškození muskuloskeletálního aparátu se zaměřením především na horní končetiny. Hodnotí se jednotlivé polohy částí těla (tělo je rozděleno na segmenty) bodováním. Použití této metody je velmi jednoduché, neboť se postupuje podle tabulek, ve kterých jsou pomocí obrázků znázorněny polohy jednotlivých částí těla. Jedná se o dvě tabulky. V první se posuzuje poloha paže, předloktí a zápěstí (viz příloha 1). Následuje tabulka na bodování polohy krku, otočeného krku, krku nakloněného na stranu, trupu, otočeného trupu, trupu nakloněného na stranu a poloha dolních končetin (viz příloha 2).

Výhoda této metody je její jednoduchost, rychlost, k dispozici je nutné mít pouze tužku a papír, je levná. Důležité je však, že je to preventivní metoda, díky níž se zabrání vzniku MSD.

Nevýhodou této metody je, že se nejedná o odstranění rizika, ale pouze zařazení rizika do kategorie. V případě vysokého rizika, je nutné provést další analýzy.[10]

### **2.3.4 REBA – Rapid Entire Body Assessment**

Tato metoda vychází z metody RULA. Využívá se pro hodnocení ergonomických rizik při práci se zobrazovacími jednotkami a ve zdravotnictví. V České republice se tato metoda moc nevyužívá. Naopak je tomu v zahraničí.[8]

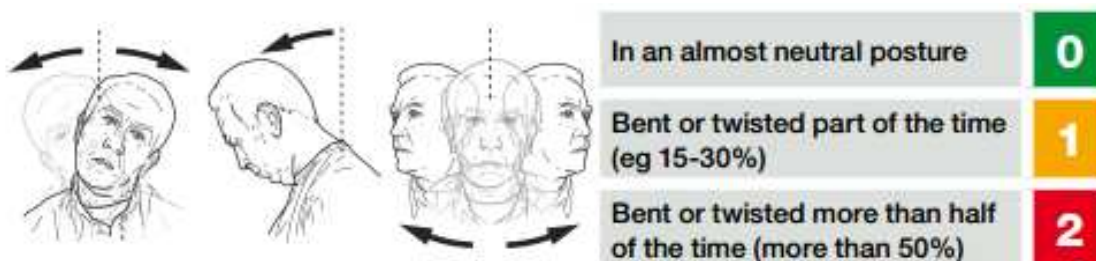
### **2.3.5 ART Tool – Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs**

Tato metoda se používá v případě, že se při práci vyskytují opakující se pohyby horních končetin. Je vhodná pro úkoly, které:

- zahrnují činnost horních končetin
- se opakují poměrně často (například každou minutu, ale i častěji)
- nebo se vyskytují alespoň 1-2 hodiny/den či směnu

Metoda ART Tool se skládá ze 3 částí:

1. Průvodce hodnocení – poskytuje informace o posuzovaném rizikovém faktoru a kritéria hodnocení. Obrázek 2.2 ukazuje jeden z posuzovaných faktorů, a to konkrétně polohu hlavy/krku, a výběr možností i s jeho očíslováním a barevným označením.



Obrázek 2.2: Ukázka „návodu“ k hodnocení nepřírozené polohy krku či hlavy a kritéria hodnocení [12]

2. Vývojový diagram – jedná se o přehled procesu hodnocení. Tento vývojový diagram pomáhá snadno a pohodlně postupovat při provádění metody ART Tool. Stačí postupovat krok za krokem, přesně podle tohoto vývojového diagramu (viz příloha 7).
3. Popis činností pomocí formuláře (příloha 8) a skóre listu (příloha 9) - do formuláře se zapíše základní informace o posuzované činnosti, použitých nářadích, posuzovaných horních končetinách, přestávkách a další. Do skóre listu se následně přiřadí barvy a body jednotlivým posuzovaným rizikovým faktorům, a to zvláště pro levou a pravou horní končetinu. Ve spodní části skóre listu se vypočítá výsledné skóre.

Jak je na obrázku 2.2 vidět, jednotlivá kritéria hodnocení rizika jsou označena barevně podle míry rizika. Zelená znamená nízkou míru rizika, žlutá střední míru rizika a červená vysokou míru rizika. Tyto barvy pomohou určit, na jakém místě je třeba se zaměřit na snížení míry rizika. Nejdříve se soustředí na snížení či odstranění červeného skóre, následně žlutého. Pokud skóre nelze snížit, pak se riziko minimalizuje stanovením vhodného systému práce (OOP, školení,...).

Výhodou této metody je identifikování významných rizik a snížení jejich míry. Zjištěné skóre činnosti pomůže stanovit důležitá rizika, kterým je třeba věnovat větší pozornost. Jednotlivé pohyby se přehledně zaznamenávají do formuláře a vývojový diagram je snadným návodem pro jednoduché použití této metody.[12]

Pro detailnější pochopení použití metody ART Tool je vhodné použít webové stránky Health and Safety Executive: <http://www.hse.gov.uk/msd/uld/art/>.

### **2.3.6 OCRA – Occupational Repetitive Actions**

Metoda OCRA vychází z normy ČSN EN 1005-5: Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace. Jedná se o ergonomickou metodu používanou v případech často opakované ruční manipulaci. Pro použití této metody stačí postupovat podle normy ČSN EN 1005-5. Avšak metodu OCRA je možné použít pouze na činnosti trvající méně než jednu minutu.[19]

### **2.3.7 Softwary pro ergonomické analýzy**

V praxi se též používají softwary pro ergonomické analýzy, kde se nasimuluje pracovní postoj operátora ve 3D. Mezi tyto softwary patří například Tecnomatix Jack a Delmia V5 Human. [4]

### 3 Vstupní analýza pracovního místa a montážního postupu

Zadané téma diplomové práce je prováděno ve firmě Daikin Industries Czech Republic s.r.o. (zkráceně DICz), které má sídlo U Nové Hospody 1, 301 00 Plzeň. Tato plzeňská pobočka DICz patří do skupiny Daikin Europe, jež má sídlo v Belgii. Vyrábí se zde vnitřní a vnější klimatizační jednotky. Dnes DICz vyrábí na 9 výrobních linkách, kde 3 slouží pro výrobu vnějších jednotek a 6 pro výrobu vnitřních jednotek. Plzeňská pobočka byla založena 28. 5. 2003 a počátek výroby byl zahájen 29. 9. 2004. V roce 2005 byla výroba rozšířena do druhé výrobní haly. Rok 2006 byl pro DICz úspěšný, neboť získala ISO certifikáty pro kvalitu (ISO 9001) a ochranu životního prostředí (ISO 14001). Další certifikát, konkrétně certifikát za bezpečnost a ochranu zdraví při práci (OHSAS 18001), získala v roce 2009. V roce 2014 otevřela Evropské vývojové centrum (EMEA Development Centre), které se zabývá vývojem a testováním nových klimatizačních jednotek. V dnešní době firma DICz zaměstnává přibližně 1000 zaměstnanců.[20]



Obrázek 3.1: Logo firmy DAIKIN [16]

#### 3.1 Produktová řada

Firma DAIKIN se zaměřuje na výrobu tepelných čerpadel, klimatizací a ventilačních systémů. Produkty jsou určeny domácnostem, firmám i průmyslu. Výrobky jsou v případě komerčního využití dodávány do apartmánů a bytových domů, do bank, kanceláří, veřejných budov a škol, restaurací či obchodů. V oblasti průmyslu jsou využívány ve výrobě, farmaceutickém průmyslu, vinařských závodech, potravinářském průmyslu, skladování, v zemědělství a v petrochemickém průmyslu.

Pro tuto diplomovou práci byla zvolena linka F6, kde se vyrábí výrobek Sensing cassette. Tento produkt začala DICz vyrábět koncem února 2012. Jedná se o vnitřní jednotku, která je montována do falešných stropů. Díky tomu je viditelný pouze panel. Konečný produkt, který je montován dovnitř budovy se skládá z těla, panelu a ovladače (viz obrázek 3.2). DICz vyrábí pouze tělo jednotky. Jednou z výhod Sensing cassette je 360° tok vzduchu okolo celé jednotky. Vzduch je tak vyfukován i z rohů a díky tomu se minimalizují nepokryté oblasti. Tělo jednotky Sensing cassette je montováno z plechů (čtvercový základ a 2 ohnuté pásy plechů přimontované kolmo na plechovou základnu). Dovnitř těla jsou postupně vkládány další komponenty (polystyren, vodní pumpa – kterou si DICz vyrábí sám, a další).[18]



Obrázek 3.2: Sensing cassette [18]

### 3.2 Montážní linka F6

Montážní linka F6 je prostorově uspořádána do tvaru U. Podél této linky jsou pravidelně umístěni operátoři (mezi operátory jsou jak muži, tak i ženy). Linka obsahuje celkem 43 pracovních pozic – od začátku montáže, až po zabalení smontovaného celku. Časový takt linky je 75 sekund. Výrobek je montován ručně jen za pomoci ručního nářadí, jako je např. elektrický momentový šroubovák a vzduchový šroubovák. Jedná se tedy o ruční montáž. Operátoři celou dobu montáže stojí na svých pozicích a vykonávají svoje předem dané úkony. Montáž je druhu nestacionárního. Pohyb rozpracovaného výrobku je zajištěn pomocí vozíků (stůl na 4 kolečkách) vedených v jedné kolejnici (viz obrázek 3.3). Vozíky jsou v neustálém oběhu. Po zabalení výrobku je vozík opět předán na první montážní místo.

Firma DICz stanovila pro tuto diplomovou práci 4 pracovní místa na lince F6. Jedná se o 1., 2., 3. pracovní místo – tedy úplný začátek montáže výrobku. Čtvrtým zadaným místem je pracovní místo, kde operátor kontroluje správnou funkčnost smontovaného výrobku. Již se tedy nejedná o montáž, pouze o kontrolu správné funkčnosti smontovaného celku. Je to v podstatě předposlední pracovní místo linky F6, neboť po něm následuje zabalení a připravení výrobku k exportu. Nenavazuje tedy na 3. montážní pracoviště. Pro lepší přehlednost budou pracoviště v této práci označována tímto způsobem:

- 1. pracovní místo – DP 2015-1
- 2. pracovní místo – DP 2015-2
- 3. pracovní místo – DP 2015-3
- 4. pracovní místo – DP 2015-4

Montáž na lince F6 je zajištěna třisměnným provozem. Operátoři zůstávají po celou dobu montáže na svých pracovních místech – není zde zavedena rotace operátorů. Na lince je mírný nadstav operátorů, neboť se předem počítá s určitou absencí. V případě, že absence je příliš velká, jsou do montáže zapojeni i opraváři a zástupci mistrů.



Obrázek 3.3: Vozík pro přenos montovaného výrobku

### 3.2.1 Pracovní místo DP 2015-1

Pracovní místo DP 2015-1 je úplným začátkem montáže výrobku. Operátor nejprve ohne 2 podélné plechy na ohýbačce plechů do pravého úhlu. Tyto plechy následně přišroubuje k čtvercové základně, která je též z plechu (obrázek 3.4). Vznikne tak základní obrys výrobku, do kterého se v průběhu montáže na lince F6 vkládají další komponenty. Po dokončení montáže přesune operátor rozmontovaný výrobek na vozík, který byl již zmíněn v podkapitole 3.2.

### 3.2.2 Pracovní místo DP 2015-2

Další operátor přebírá vozík na stanovišti DP 2015-2. Jeho úkolem je nalepení textilie na horní stranu bočního plechu a připravení příslušných komponent pro následující pracoviště na manipulační vozík. Jedná se o 2 kusy montážních spon, 2 kusy šroubů, 3 kusy matic a 3 kusy protivibračních gum. Tyto komponenty bere ze zásobníku, který má umístěný za sebou. Zásobník je typu menšího třípatrového regálu. V každém regálu jsou uloženy přepravky s danými komponenty. Pod každou přepravkou má operátor napsaný počet kusů, které musí být do každého výrobku vmontovány. Když operátor vyjme z přepravky určený počet kusů, zmáčkne pod danou přepravkou zelené tlačítko. Tím se odečte odebraný počet kusů z přepravky. Toto tlačítko slouží pro logistiku. Díky tomuto systému ví, že na tomto pracovišti zbývá jen pár komponent a mohou tak zajistit včasné zásobování, aniž by na to musel operátor upozorňovat svého mistra. Zkrátí se tím tak doba montáže o možné ztrátové časy, které by tak mohly vzniknout.





Obrázek 3.4: Obrázek vlevo: Přišroubování bočních plechů k základně na pracovišti DP 2015-1;

Obrázek vpravo: Nasazení protivibračních gum na motor na pracovišti DP 2015-3

### 3.2.3 Pracovní místo DP 2015-3

Operátor na pracovišti DP 2015-3 si přebírá manipulační vozík s rozpracovaným výrobkem a připravenými díly. Nejprve však do těla výrobku vloží polystyrénové víko. Následně nasadí protivibrační gummy na motor (obrázek 3.4) a ten přimontuje doprostřed jednotky. Takto rozpracovaný výrobek pošle na další pracoviště, které již není předmětem této diplomové práce.

### 3.2.4 Pracovní místo DP 2015-4

Kontrolní pracoviště DP 2015-4 je umístěno, jak již bylo napsáno, před samotným zabalením smontovaného celku. Pracovník kontroluje na smontovaném výrobku možný výskyt vibrací, otáčky, elektriku a plovák vodní pumpy. Test probíhá v tzv. testovacím boxu. Operátor obsluhuje 2 testovací boxy najednou. Tyto boxy jsou umístěny naproti sobě, takže pracovník stojí mezi nimi a pouze se otáčí. Nejprve operátor přendá výrobek do testovacího boxu. Výrobek je přendán do boxu i s deskou, na které leží celou dobu montáže. Tato deska je umístěna na manipulačním vozíku a je na ní tedy výrobek postupně montován. Právě kvůli tomuto testu není deska pevně přimontována k vozíku. Vozík „podjede“ pod testovacím boxem a je tak umožněn nepřerušovaný koloběh vozíků. Po přendání desky s výrobkem do testovacího boxu je úkolem operátora zapojit testovací kabely. Následně uzavře víko boxu a otočí se k druhému testovacímu boxu, kde provede tytéž úkoly. V uzavřeném boxu probíhá test, do kterého operátor nezasahuje. Po ukončení tohoto testu si nandá pracovník na uši sluchátka, která jsou součástí každého boxu. Kontroluje tak přítomnost zvuků, které by se neměly při správné činnosti výrobku nacházet. Po provedení sluchové zkoušky otevře víko boxu. Hmatem zkontroluje možný výskyt vibrací. Jako poslední zkontroluje plovák vodní pumpy. Pokud je vše v pořádku, odmontují se příslušné kabely, které byly přimontovány na začátku testu a výrobek se přemístí na manipulační vozík opět i s deskou. Následně je hotový a zkontrolovaný výrobek zabalen. Prázdný manipulační vozík je tak předán opět na první pracoviště DP 2015-1.

## 4 Výběr a aplikace vhodné metody k posouzení rizikovosti práce

V kapitole číslo 2 byly vyjmenovány a definovány metody pro posouzení rizikovosti práce. Po pozorování práce operátorů při montáži bylo zjištěno, že provádějí opakující se úkony, při kterých jsou zatíženy zejména paže, avšak i krční páteř a záda. Pro detailnější posouzení rizikovosti opakujících se pohybů byly vybrány 3 metody: RULA, ART Tool, OCRA. Metoda RULA je jednoduchá a rychlá metoda, metoda ART Tool je v novější metoda. A metoda OCRA je dána normou ČSN EN 1005-5. To jsou důvody, proč byly vybrány k analýze právě tyto metody.

Před samotnými analýzami byla provedena příprava. Proběhla konzultace s panem Ing. Svobodou. Ten informoval mistra linky o přítomnosti diplomanta a co je jeho úkolem. Další komunikaci mezi operátory tak zajišťoval mistr. Nejprve proběhlo pozorování vybraných pracovišť. Následně byla celá činnost každého operátora nafocena a nafilmována. Na základě fotek a videa byly provedeny ergonomické analýzy.

### 4.1 Aplikace metody RULA

V podkapitole 2.3.3 bylo popsáno, že se k této metodě používají tabulky. Pro lepší pochopení zde bude detailně popsáno, jak byla provedena analýza pomocí metody RULA.

V první tabulce se posuzuje poloha paže, předloktí a zápěstí (viz příloha 1). Každá poloha se oboduje podle úhlu odklonu části horní končetiny. Se vzrůstajícím odklonem vzrůstá i bodování. Tato tabulka slouží pro posouzení polohy pravé i levé ruky. Každá ruka se ohodnotí zvlášť. V této tabulce se získá „skóre A“. Následuje tabulka na bodování polohy krku, otočeného krku, krku nakloněného na stranu, trupu, otočeného trupu, trupu nakloněného na stranu a poloha dolních končetin (viz příloha 2). V případě použití síly či zátěže se tato zátěž též oboduje. Získá se „skóre B“.

Po provedení bodování pravé horní končetiny, levé horní končetiny, krku, trupu, dolních končetin a použití síly se přechází k tabulce, ve které se získá „skóre C“ (viz příloha 3). Skóre se získá z obodování paže, předloktí, zápěstí a zda je zápěstí stočené nebo v základní pozici a případným přičtením silového skóre. Toto se provede opět pro levou a pravou horní končetinu zvlášť. Poté následuje tabulka, díky které se získá „skóre D“ (viz příloha 4). Toto skóre se získá z obodování krku, trupu, polohy dolních končetin a přičtení silového skóre. Výsledné hodnoty se vyhledávají v poslední tabulce (příloha 5), kde se získá celkové skóre. Výsledné celkové skóre určuje zařazení polohy pracovníka do kategorie (příloha 6). Čím vyšší kategorie, tím větší požadavky na věnování pozornosti této polohy. První kategorie znamená, že práce je přijatelná, kdežto poslední 4. kategorie signalizuje okamžité zastavení práce.

Pro detailní ukázkou provedení analýzy pomocí metody RULA je vybrána pozice operátora na pracovišti DP 2015-3 (obrázek 4.1). Jedná se o pracoviště DP 2015-3 (3. montážní pracoviště). Jednotlivé polohy jsou obodovány podle tabulky RULA. To je znázorněno v tabulce 4.1. Tato tabulka bude z důvodu úspory místa ukázána pouze u této pracovní polohy. Tabulka 4.2 znázorňuje konečné výsledky pro pravou i levou horní končetinu a zařazení do příslušné kategorie. Tato tabulka s celkovými skóre a kategoriemi bude použita u všech následujících poloh v této diplomové práci.

Pro detailní ukázky použití metody RULA byla vybrána nejnevhodnější poloha ze všech 4 montážních míst. Důvodem je i fakt, že pro pravou horní končetinu vyšlo celkové skóre 7, tedy kategorie 4 – Okamžité zastavení práce.



Obrázek 4.1: Montáž na pracovišti DP 2015-3

Pozice operátora	Poloha podle tabulky RULA	Body
Pravá paže	90° +	4
Zvednuté rameno		1
Pravé předloktí	60° - 100°	1
Pravé zápěstí	15° - 15°	2
Pravé zápěstí otočené	0°	1
Levá paže	45° - 90°	3
Levé předloktí	0° - 60°	1
Levé zápěstí	15° - 15°	2
Levé zápěstí otočené	0°	1
Krk	10° - 20°	2
Otočený krk	0°	0
Krk nakloněný na stranu	0°	0
Trup	20° - 60°	3
Trup otočený	Je otočený	1
Trup nakloněný na stranu	Je nakloněný	1
Dolní končetiny	DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené	2
Síla a zátěž	Méně než 2 kg	0

Tabulka 4.1: Obodování jednotlivých poloh dle obrázku 4.1

Pravá ruka	5
Levá ruka	4
Krk, trup, nohy	7
Celkové skóre s pravou rukou	7
Celkové skóre s levou rukou	6
Kategorie rizika s pravou rukou	Kategorie 4 – Okamžité zastavení práce
Kategorie rizika s levou rukou	Kategorie 3 – Urgentní požadavek na provedení změn

Tabulka 4.2: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.1

Další aplikace metody RULA je uskutečněna na pracovišti DP 2015-1. Je provedena ve chvíli, kdy operátor sahá do přepravky pro podélné plechové pásy, které budou následně vloženy do ohýbačky plechů. Z obrázku 4.2 je patrné, že pracovník je nucen se pro materiál ohýbat.



Obrázek 4.2: Ohýbání se pro materiál na pracovišti DP 2015-1

<b>Pravá ruka</b>	3
<b>Levá ruka</b>	1
<b>Krk, trup, nohy</b>	7
<b>Celkové skóre s pravou rukou</b>	6
<b>Celkové skóre s levou rukou</b>	5
<b>Kategorie rizika s pravou rukou</b>	Kategorie 3 – urgentní požadavek na provedení změn
<b>Kategorie rizika s levou rukou</b>	Kategorie 3 – urgentní požadavek na provedení změn

Tabulka 4.3: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.2

Pro pracoviště DP 2015-1 bude provedena ještě jedna analýza RULA, a to ve chvíli, kdy pracovník upevňuje vzduchovým šroubovákem ohnuté plechy k čtvercové základně (obrázek 4.3). Poloha byla vybrána z důvodu, že tato činnost probíhá delší čas. Přibližně 1 minutu 40 sekund, tedy více jak polovinu operace při montáži jednoho výrobku.



Obrázek 4.3: Montáž plechů na pracovišti DP 2015-1

<b>Pravá ruka</b>	2
<b>Levá ruka</b>	2
<b>Krk, trup, nohy</b>	5
<b>Celkové skóre s pravou rukou</b>	4
<b>Celkové skóre s levou rukou</b>	4
<b>Kategorie rizika s pravou rukou</b>	Kategorie 2 – Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny
<b>Kategorie rizika s levou rukou</b>	Kategorie 2 – Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny

Tabulka 4.4: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.3

Na pracovišti DP 2015-2 se vyskytuje jen jedna nepřírozená poloha, a to v momentě, kdy pracovník lepí textilii, neboť má při této činnosti ohnutá záda (obrázek 4.4).



Obrázek 4.4: Lepení textilie na pracovišti DP 2015-2

<b>Pravá ruka</b>	4
<b>Levá ruka</b>	3
<b>Krk, trup, nohy</b>	5
<b>Celkové skóre s pravou rukou</b>	5
<b>Celkové skóre s levou rukou</b>	4
<b>Kategorie rizika s pravou rukou</b>	Kategorie 3 – Urgentní požadavek na provedení změn
<b>Kategorie rizika s levou rukou</b>	Kategorie 2 – Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny

Tabulka 4.5: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.4

Pro pracoviště DP 2015-4 byly vybrány dvě pracovní polohy. První z nich (obrázek 4.5) zobrazuje operátora ve chvíli, kdy přemísťuje smontovaný celek i s deskou do testovacího boxu. Důvodem je, že k tomuto přemístění musí vynaložit určitou sílu a jak je z obrázku patrné, nejsou obě dolní končetiny rovnoměrně vyvážené a podepřené.





Obrázek 4.5: Přemístění výrobku do zkušebního boxu na pracovišti DP 2015-4

<b>Pravá ruka</b>	2
<b>Levá ruka</b>	4
<b>Krk, trup, nohy</b>	8
<b>Celkové skóre s pravou rukou</b>	5
<b>Celkové skóre s levou rukou</b>	6
<b>Kategorie rizika s pravou rukou</b>	Kategorie 3 – Urgentní požadavek na provedení změn
<b>Kategorie rizika s levou rukou</b>	Kategorie 3 – Urgentní požadavek na provedení změn

Tabulka 4.6: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.5



Druhá poloha na pracovišti DP 2015-4 je zobrazena na obrázku 4.6. Operátor se naklání přes výrobek při kontrole správné funkčnosti výrobku.



Obrázek 4.6: Kontrola správné funkčnosti výrobku na pracovišti DP 2015-4

<b>Pravá ruka</b>	3
<b>Levá ruka</b>	3
<b>Krk, trup, nohy</b>	3
<b>Celkové skóre s pravou rukou</b>	3
<b>Celkové skóre s levou rukou</b>	3
<b>Kategorie rizika s pravou rukou</b>	Kategorie 2 – Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny
<b>Kategorie rizika s levou rukou</b>	Kategorie 2 – Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny

Tabulka 4.7: Konečné výsledky metody RULA pro polohy dle obrázku 4.6

## 4.2 Aplikace metody ART Tool

Tak jako byl v podkapitole 4.1 detailně popsán postup použití metody RULA, bude i zde detailně popsán postup použití metody ART Tool. Základní popis této metody je zmíněn v podkapitole 2.3.5.

Při provádění analýzy se postupuje podle vývojového diagramu (příloha 7). Vždy se posuzuje pravá a levá ruka zvlášť, neboť při vykonávání činnosti může každá ruka provádět jiné pohyby. Nejdříve se tedy posuzuje stupeň A, který zahrnuje A1: pohyby paží (jak často operátor pohybuje s rukama při vykonávání práce), A2: opakování (sleduje se, kolikrát se opakuje stejný pohyb paží po jednu minutu). Následuje stupeň B, do něhož patří pouze síla (jak velká síla je vyvíjena rukama). Po stupni B následuje stupeň C, ve kterém je 5 nepřirozených poloh. C1: poloha hlavy/krku (posuzuje se, zda pracovník ohýbá hlavu při provádění úkolu), C2: poloha zad (za nepříjemnou je považováno ohnutí pod úhlem více než

20°, je třeba určit, zda je operátor předkloněn v součtu 15-30% nebo více než 50% času vykonávání činnosti), C3: poloha paží, C4: poloha zápěstí, C5: sevření prstů. Poslední je stupeň D, do kterého patří další faktory. D1: délka činnosti bez přestávky (určuje se maximální doba, po kterou operátor vykonává opakující se úkol bez přerušení), D2: pracovní tempo (zda není či je těžké udržet krok s prací), D3: ostatní faktory (lze sem zahrnout používání ruky jako nástroje, vliv rukavic na uchopení a manipulaci, stlačení kůže vlivem používání nástroje, vibrace, chlad, nedostatečné osvětlení,...), D4: trvání činnosti po celou pracovní dobu (je to doba, po kterou pracovník vykonává opakovaný úkol v typický den či směnu bez přestávky – výběrem se získá násobitel, který se použije v poslední fázi výpočtu skóre).

Jednotlivé body a barvy se vyplní do skóre listu (příloha 9). Po jeho vyplnění se vypočte výsledné skóre zvlášť pro levou a pravou ruku následujícím způsobem:

$$A1 + A2 + B + C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + D1 + D2 + D3 = \text{průběžné skóre} \\ D4 = \text{výsledné skóre}$$

Podle čísla výsledného skóre se v tabulce 4.8 zjistí úroveň naléhavosti šetření dané činnosti operátora.

Výsledné skóre	Výsledná úroveň	
0 – 11	Nízká	Posuzovat jednotlivé okolnosti
12 – 21	Střední	Vyžaduje další šetření
22 a více	Vysoká	Nutně vyžaduje další šetření

Tabulka 4.8: Tabulka pro zjištění výsledné úrovně po použití metody ART Tool [12]

Nízká úroveň znamená věnovat pozornost pouze červeně popřípadě žlutě označeným řádkům ve skóre listu. Střední úroveň vyžaduje další šetření – použití jiných metod, avšak není tak nouzové jako vysoká úroveň, kde už je nevyhnutelná nutnost dalšího šetření.

Metodou ART Tool se na rozdíl od metody RULA hodnotí pohyby během celé činnosti operátora. U metody RULA se pouze analyzují konkrétní „zastavené“ polohy při práci.

Pro názorné ukázání použití metody ART Tool včetně vyplněných formulářů bylo vybráno pracoviště DP 2015-3, jako tomu bylo u metody RULA. Obrázek 4.7 zobrazuje formulář pro popis úlohy. Je v něm vyplněn popis činnosti na daném pracovišti, jaké horní končetiny budou posuzovány (zda jen levá, pravá, nebo obě), jaké ruční nářadí pracovník při práci používá, jak často se činnost opakuje, zda pracovník vykonává tuto činnost denně a zda na pracovišti rotuje. Součástí formuláře je grafické zobrazení přestávek ve směně. Šedě je vybarvena doba, po kterou operátor vykonává svou činnost a bíle doba přestávek. Ranní směna začíná v 6:00 a končí ve 14:00. Přestávky jsou 7:44 – 7:52; 9:45 – 10:15; 12:07 – 12:15.

Formuláře pro popis úlohy zbývajících třech pracovišť jsou zobrazeny v příloze číslo 10, 11 a 12.

### Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele: Bc. Veronika Jandová

Datum: 14.2.2015

Název firmy: DICz s.r.o.

Název činnosti: Kompletace krytu DP 2015-3

Popis činnosti:

Vložení polystyrénového víka. Nasazení protivibračních gum na motor. Přimontování motoru k plechu.

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

Méně než 2 kg.

Která horní končetina je více využívána?      Levá      Pravá      Obě

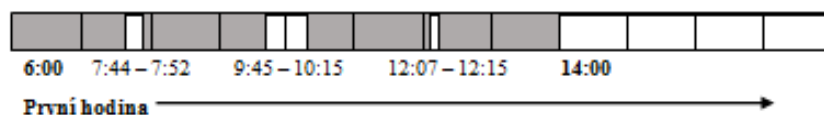
Jaké ruční nářadí je používáno?

Elektrický momentový šroubovák, vzduchový šroubovák.

Tempo výroby (pokud je k dispozici): 350 jednotek/směnu

Jak často je činnost opakována? Každých 50 sekund

Zobrazení přestávek ve směně:



Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávky      1 hod 53 min
- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávky)      7 hod 14 min

Jak často vykonává úkol: (např. denně, týdně,...)      Denně

Jak často je úkol prováděn v rámci organizace? (např. denně,...)      Denně

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů? ANO      NE

















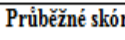

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:

Obrázek 4.7: Formulář pro popis úlohy pro pracoviště DP 2015-3

Po vyplnění formuláře následně proběhla analýza pohybů operátora při vykonávání činnosti. Bylo využito videa, pořízeného při práci operátora. Jednotlivé body a barvy rizikových faktorů pro levou a pravou horní končetinu byly zaznamenány do skóre listu (obrázek 4.8). Na obrázku 4.9 až 4.11 jsou zobrazeny vyplněné skóre listy pro pracoviště DP 2015-1, DP 2015-2 a DP 2015-4.

## Skóre list pro DP 2015-3





















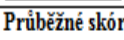

Do tabulky níže zadejte barevný pás a číselné skóre pro každý rizikový faktor.

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		4		5
A2 Opakování		0		0
B Síla		0		0
C1 Pozice hlavy/krku		1		1
C2 Pozice zad		1		1
C3 Pozice paží		1		2
C4 Zápěstí		0		0
C5 Sevření prstů		1,5		0
D1 Délka činnosti bez přestávky		2		2
D2 Pracovní tempo		0		0
D3 Ostatní faktory		0		1
<b>Průběžné skóre</b>		<b>10,5</b>		<b>12</b>
D4 Násobitel		X 1		X 1
<b>Výsledné skóre</b>		<b>10,5</b>		<b>12</b>
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 4.8: Skóre list pro DP 2015-3

## Skóre list pro DP 2015-1














Do tabulky níže zadejte barevný pás a číselné skóre pro každý rizikový faktor.

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		3		3
A2 Opakování		3		3
B Síla		0		0
C1 Pozice hlavy/krku		2		2
C2 Pozice zad		0,5		0,5
C3 Pozice paží		0		0
C4 Zápěstí		0		0
C5 Sevření prstů		2		2
D1 Délka činnosti bez přestávky		2		2
D2 Pracovní tempo		1		1
D3 Ostatní faktory		0		0
<b>Průběžné skóre</b>		<b>13,5</b>		<b>13,5</b>
D4 Násobitel		X 1		X 1
<b>Výsledné skóre</b>		<b>13,5</b>		<b>13,5</b>
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 4.9: Skóre list pro DP 2015-1

### Skóre list pro DP 2015-2













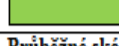
Do tabulky níže zadejte barevný pás a číselné skóre pro každý rizikový faktor.

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		0		0
A2 Opakování		0		0
B Síla		0		0
C1 Pozice hlavy/krku		0,5		0,5
C2 Pozice zad		0,5		0,5
C3 Pozice paží		0		0
C4 Zápěstí		0		0,5
C5 Sevření prstů		0,5		0
D1 Délka činnosti bez přestávky		2		2
D2 Pracovní tempo		0		0
D3 Ostatní faktory		0		0
<b>Průběžné skóre</b>		<b>3,5</b>		<b>3,5</b>
D4 Násobitel		X 1		X 1
<b>Výsledné skóre</b>		<b>3,5</b>		<b>3,5</b>
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 4.10: Skóre list pro DP 2015-2

### Skóre list pro DP 2015-4

Do tabulky níže zadejte barevný pás a číselné skóre pro každý rizikový faktor.

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		2		2
A2 Opakování		0		0
B Síla		3		0
C1 Pozice hlavy/krku		0		0
C2 Pozice zad		0,5		0,5
C3 Pozice paží		1		1
C4 Zápěstí		0		0
C5 Sevření prstů		0		0
D1 Délka činnosti bez přestávky		2		2
D2 Pracovní tempo		0		0
D3 Ostatní faktory		0		0
<b>Průběžné skóre</b>		<b>8,5</b>		<b>5,5</b>
D4 Násobitel		X 1		X 1
<b>Výsledné skóre</b>		<b>8,5</b>		<b>5,5</b>
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 4.11: Skóre list pro DP 2015-4

### 4.3 Aplikace metody OCRA

Při použití metody OCRA byla vytvořena tabulka obsahující úkony levé a pravé ruky (tabulka 4.10). K jednotlivým úkonům se přiřadil jejich počet při vykonání jedné činnosti operátora. To znamená, pokud například operátor během montáže jedné jednotky nalepí 2 textilie na tuto jednotku, přiřazuje se k úkonu lepení textilie hodnota 2. Na konci tabulky je celkový počet úkonů zvláště pro levou a pravou ruku. Předposlední řádka tabulky vyjadřuje dobu jedné činnosti v sekundách a v poslední řádce je vypočtena četnost úkonů za minutu. Výpočet je  $60/\text{doba cyklu [s]}$ . Tento zlomek se vynásobí celkovým počtem úkonů pro každou horní končetinu zvlášť.

Po vyplnění tabulky následuje hledání hodnot v normě ČSN EN 1005-5. Tyto hodnoty se dosadí do vzorce RTA, což je výpočet referenčního počtu pracovních úkonů za minutu. Následně se dosadí hodnoty do vzorce ATA, který slouží pro výpočet celkového počtu pracovních úkonů ve směně. Tyto dvě vypočtené hodnoty se dají do poměru a vyjde index rizika OCRA. Ten se následně porovná s hodnotami v tabulce (viz tabulka 4.9) a zjistí se tak úroveň rizika a důsledky.[19]

$$RTA = CF \cdot Po_M \cdot Re_M \cdot Ad_M \cdot Fo_M \cdot (D \cdot Rc_M \cdot Du_M)$$

CF – konstantní četnost pracovních úkonů za minutu

Po<sub>M</sub> – násobitel polohy

Re<sub>M</sub> – násobitel opakovanosti

Ad<sub>M</sub> – násobitel přídavných faktorů

Fo<sub>M</sub> – násobitel síly

D – čistá doba trvání opakovaného úkolu v minutách

Rc<sub>M</sub> – násobitel pro dobu zotavení

Du<sub>M</sub> – násobitel pro celkové trvání opakovaného úkolu ve směně

$$ATA = FF \cdot D$$

FF – četnost pracovních úkonů za minutu

D – čistá doba trvání opakovaného úkolu v minutách (již obsažená v RTA)

$$OCRA = \frac{ATA}{RTA}$$

Zóna	Hodnota OCRA	Úroveň rizika	Důsledky
Zelená	Menší než 2,2	Žádné riziko	Žádné, přijatelné
Žlutá	2,2 až 3,5	Velmi nízké riziko	Vhodné ke zlepšení vzhledem k faktorům (poloha, síla
Červená	Větší než 3,5	Riziko	Doporučení znovunavržení pracovních úkonů, pokud snížení rizika nebude možné na přijatelnou úroveň

Tabulka 4.9: Výsledná tabulka OCRA s úrovní rizika a důsledky[19]

Jak již bylo v podkapitole 2.3.6 u popisu metody OCRA zmíněno, tuto metodu lze použít pouze pro činnosti trvající méně než 1 minutu (dáno normou ČSN EN 1005-5). Jelikož pracoviště DP 2015-1 a DP 2015-4 nesplňují tuto podmínku, nebude prováděna u těchto pracovišť analýza pomocí metody OCRA.

#### 4.3.1 Aplikace metody OCRA na pracovišti DP 2015-2

Levá ruka	Počet pracovních úkonů	Pravá ruka	Počet pracovních úkonů
Uchopení textilie	2	Uchopení textilie	2
Odstranění obalu z textilie	2		
Přilepení textilie	2	Přilepení textilie	2
Otočení součástí	1	Otočení součástí	1
Držení vyjmutých součástí	1	Vyjmutí součástí z přepravky	10
Položení součástí na manipulační vozík	1		
Celkem úkonů	9		15
Doba cyklu [s]	30		30
Četnost úkonů za minutu	18		30

Tabulka 4.10: Tabulka počtu úkonů levé a pravé ruky na pracovišti DP 2015-2

$$RTA = CF \cdot Po_M \cdot Re_M \cdot Ad_M \cdot Fo_M \cdot (D \cdot Rc_M \cdot Du_M) = 30 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot (434 \cdot 0,8 \cdot 1) = \underline{6198}$$

$$ATA = FF \cdot D = \frac{(18 + 30) \cdot 60}{30} \cdot 434 = \underline{41664}$$

$$\underline{OCRA} = \frac{ATA}{RTA} = \frac{41664}{6198} = \underline{6,7}$$

**Výsledek:** Zóna červená. Úroveň rizika: Riziko. Důsledky: Doporučení znovunavržení pracovních úkonů, pokud snížení rizika nebude možné na přijatelnou úroveň.

**Závěr:** Z pohledu pozorovatele a hodnotitele rizika na pracovišti DP 2015-2 by se mohlo jevit, že práce operátora není příliš složitá, a z tohoto odhadu nevyjde skóre rizika tak vysoké. Avšak po aplikaci metody OCRA vychází úroveň rizika v červené zóně. To značí doporučení na změnu. Důvodem je, že analýza byla

prováděna u operátora, který má ohnutá záda při vykonávání své práce. Proto použité součinitelé daného výpočtového vzorce daly konečné vysoké skóre.

#### 4.3.2 Aplikace metody OCRA na pracovišti DP 2015-3

Levá ruka	Počet pracovních úkonů	Pravá ruka	Počet pracovních úkonů
Uchopení polystyrenu	1	Uchopení polystyrenu	1
Vložení polys. do těla jednotky	1	Vložení polys. do těla jednotky	1
		Uchopení motoru	1
Uchopení motoru	1	Nasazení protivibračních gum	3
Položení motoru do těla	1		
Uchopení součásti	1	Uchopení nářadí	1
Přimontování motoru	3	Přimontování motoru	3
		Odložení nářadí	1
Uchopení součásti	1	Uchopení nářadí	1
Přimontování součásti	2	Přimontování součásti	2
		Odložení nástroje	1
Celkem	11		15
Doba cyklu [s]	50		50
Četnost úkonů za minutu	13		18

Tabulka 4.11: Tabulka počtu úkonů levé a pravé ruky na pracovišti DP 2015-3

$$RTA = CF \cdot Po_M \cdot Re_M \cdot Ad_M \cdot Fo_M \cdot (D \cdot Rc_M \cdot Du_M) = 30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot (434 \cdot 0,8 \cdot 1) = \underline{6770}$$

$$ATA = FF \cdot D = \frac{(13 + 18) \cdot 60}{50} \cdot 434 = \underline{16145}$$

$$\underline{OCRA} = \frac{ATA}{RTA} = \frac{16145}{6770} = \underline{\underline{2,4}}$$

**Výsledek:** Zóna žlutá. Úroveň rizika: Velmi nízké riziko. Důsledky: Vhodné ke zlepšení vzhledem k faktorům (poloha, síla).

**Závěr:** Úroveň rizika odpovídá. Důvodem je špatné držení nástroje.



## 5 Návrh nápravných opatření

V této kapitole, jak už sám název napovídá, budou navržena nápravná opatření. Každému pracovišti bude věnována samostatná podkapitola, ve které budou shrnuty zjištěné nedostatky. Pro jejich odstranění budou navržena nápravná opatření. Dále bude popsáno, jak byly či nebyly tyto návrhy zavedeny v praxi a z jakých důvodů tomu tak bylo. Na závěr této kapitoly budou navrženy nejlepší metody pro budoucí použití.

### 5.1 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-1

Popis činnosti na pracovišti DP 2015-1 je napsán v podkapitole 3.2.1. Jedná se o úplný začátek montáže vnitřní jednotky. Úkolem operátora je ohnout dva boční plechy a přišroubovat je k hornímu plechu. Celá montáž na tomto pracovišti trvá přibližně 130 sekund, tedy 2 minuty a 10 sekund. Operátor je zde vystaven mnoha rizikům:

- Ohýbání se pro plechové pásy do přepravky – operátor má k dispozici 3 na sobě umístěné přepravky, které obsahují rovné boční plechy. Tyto 3 přepravky umístěné na sobě sahají operátorovi do výše prsou. Proto při odebrání součásti z nejnvýše umístěné přepravky je nucen zdvihat při pohybu rameno. Naopak u nejnižší položené přepravky se musí pro plech ohýbat. Nejlépe je umístěna prostřední přepravka.



Obrázek 5.1: Ohýbání se pro plechové pásy uložené ve spodní přepravce

- **Návrh:** V případě nejnvýše umístěné přepravky by byla vhodná možnost sklopení víka přepravky, aby operátor mohl plech pouze vysunout ven, nikoliv ho zvedat přes okraj přepravky. Pod nejnižší položenou přepravku by se mohla umístit prázdná přepravka. Dalším řešením by bylo použití jednoduché zvedací plošiny.

Nejjednodušším řešením by však bylo, kdyby na pracoviště byly dodávány 3 přepravky umístěné na sobě, tak jak je tomu teď, avšak spodní přepravka by byla prázdná a horní přepravka by měla možnost sklopení víka.

- **Zavedení do praxe:** Po konzultaci s Ing. Svobodou z DICz se došlo k závěru, že toto řešení by bylo finančně náročné. Bylo by zapotřebí pořídit jiné přepravky, aby měly sklopná víka. V případě prázdné spodní přepravky by vznikala navíc manipulace, která stojí čas a peníze.
- Natahování se pro horní plech do přepravní klece – v přepravní kleci jsou umístěné horní plechy. Tyto plechy nejsou umístěny na sobě, ale vedle sebe v jedné řadě. Operátor se musí pro poslední horní plechy natahovat, protože klec je dlouhá.
  - **Návrh:** Problém by se dal vyřešit jednoduchým otočením přepravní klece o  $90^\circ$  a dalším řešením by bylo sklopení víka klece. Operátor by nemusel plech přendávat přes klec a nemusel by se natahovat pro poslední kusy plechů, neboť díky natočení přepravní klece o  $90^\circ$  by měl všechny horní plechy vždy ve stejné vzdálenosti.
  - **Zavedení do praxe:** Návrh otočení přepravní klece o  $90^\circ$  a sklopení víka klece byl do praxe uveden. Stav po zavedení nápravných opatření je zachycen na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2: Přepravní klec po otočení o  $90^\circ$  oproti původnímu umístění

- Držení šroubů v ruce po celou dobu šroubování – úkolem operátora je přišroubovat boční plechy k hornímu plechu pomocí šroubů M4x8. Celkem přišroubuje do vnitřní jednotky 29 šroubů. Pracovník si při práci pomáhá tím, že si nabere plnou hrst šroubů, které postupně montuje do jednotky. Po celou dobu šroubování, přibližně 1 minutu 30 sekund, drží operátor tyto šrouby v sevřené ruce.



Obrázek 5.3: Držení šroubů v sevřené dlani

- **Návrh:** Jako řešení se nabízí do pracoviště zabudovat malý zásobník šroubů, z něhož by vypadával vždy jeden šroub po druhém. Operátor by byl nucen uchopit každý šroub zvlášť. Zabránilo by se sevření ruky po celou dobu operace šroubování. Vypadávání šroubů by bylo v takové úrovni, aby se pracovník nemusel pro součást příliš natahovat nebo příliš ohýbat horní končetinu.
  - **Zavedení do praxe:** Navržený zásobník na šrouby byl zamítnut z důvodu finančních i organizačních. V případě, kdy by operátor sahal pro každý šroubek zvlášť, by se prodlužoval čas montáže. Navíc je snaha o co nejméně pohybů, neboť v tomto případě by to výrobku nepřineslo přidanou hodnotu. Avšak je třeba upozornit, že hrozí u pracovníka vznik MSD z důvodu dlouhodobého sevření dlaně.
- Přenášení vibrací ze vzduchového šroubováku do horní končetiny – při montáži šroubů M4x8 se používá vzduchový šroubovák. Při šroubování vytváří vrták vibrace, které se přenášejí do horní končetiny.
    - **Návrh:** Doba šroubování je 1 minuta 30 sekund. Je to poměrně dlouhá doba za celou pracovní směnu. Proto by se na tomto pracovišti vyplatilo pořídit operátorovi antivibrační rukavice. Tyto rukavice zmenšují nepříjemné účinky vibrací. Při volbě druhu antivibračních rukavic je třeba brát ohled na to, že pracovník manipuluje během montáže s velmi malými šrouby, proto potřebuje mít i přes tyto ochranné pomůcky cit v konečkách prstů.

- **Zavedení do praxe:** Jelikož vibrace nástroje jsou na hranicích s hygienou práce, byl tento návrh přijat jak konzultantem z praxe, tak pracovníkem BOZP. Avšak jedním z problémů byla právě citlivost v konečkách prstů při použití antivibračních rukavic. Došlo se tedy k závěru, že operátor bude mít na ruce, kterou používá pro uchopení nástroje, antivibrační rukavici a na druhé ruce, do které bere šrouby, bude mít rukavice, které používá dosud.

## 5.2 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-2

Pracoviště DP 2015-2 následuje přímo po pracovišti DP 2015-1. Operátor si zde přebírá montážní část ve stavu dvou bočních plechů přišroubovaných k hornímu plechu. Jeho úkolem je nyní přilepit 2 textilie na horní stranu bočního plechu a připravit součástky pro operátora na dalším pracovišti. Na tomto pracovním místě DP 2015-2 se vyskytuje pouze jedna kritická situace:

- Ohýbání zad při lepení textilie – při lepení textilie k bočnímu plechu se operátor předklání a má proto ohnutá záda.



Obrázek 5.4: Lepení textilie s ohnutými zády

- **Návrh:** Bylo provedeno několik pozorování operátora na tomto pracovišti během dalších dnů. Zjistil se fakt, že operátor při této činnosti nemusí mít vůbec ohnutá záda. Textilii lze velmi dobře přilepit i bez ohnutí se. V případě špatné polohy při tomto pracovním úkolu lze operátorovi pouze sdělit, že lze textilii nalepit i se vzpřímenými zády a dodat důvod, proč se nemá ohýbat (aby ho nebolela záda).
- **Zavedení do praxe:** Lepit textilii je opravdu možné s rovnými zády (viz obrázek 5.5). Důvodem ohnutých zad mohlo být, že operátor se na daném pracovišti teprve zaučoval, a tak se na daný úkol soustředil tímto způsobem.



Obrázek 5.5: Lepení textilie s rovnými zády

### 5.3 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-3

Toto pracovní místo navazuje na pracoviště DP 2015-2. K operátorovi je přemístěna rozpracovaná vnější jednotka, která se skládá ze sešroubovaných plechů a na nich přilepených textilií. Nyní je operátorovo úkolem na pracovišti DP 2015-3 vložit dovnitř jednotky polystyrenové víko, nasadit protivibrační gumy na motor. Tento motor přimontovat doprostřed jednotky. Pracovník používá dva ruční nástroje, a to elektrický momentový šroubovák a vzduchový šroubovák. Rizika, jimž je operátor při montáži na tomto pracovišti vystaven, jsou popsány níže:

- Špatné držení nástroje – při montáži motoru do těla jednotky drží operátor nepřírozným způsobem nástroj. Jeho ruka je vzdálena od těla o 90°. Vzniká tak nutné zvedání ramene a ohýbání se v zádech (viz obrázek 5.6).



Obrázek 5.6: Nepřírozné držení nástroje



- **Návrh:** Při dalším pozorování jiného operátora na tomto pracovišti bylo zjištěno, že nástroj lze držet bez vychýlení horní končetiny od trupu těla, nutným zvedáním ramene a ohýbání se v zádech. Nástroj se uchopí, jako by chtěl pracovník uchopit obyčejnou skleničku bez ucha. Vznikne sice mírná rotace v zápěstí, ale odstraní se absolutní oddálení celé horní končetiny od trupu. Operátor tak může mít ruku přímo u těla.
- **Zavedení do praxe:** Návrh uchopení nástroje jako skleničky byl do praxe zaveden (viz obrázek 5.7).



Obrázek 5.7: Držení nástroje přirozeným způsobem

- Přenášení vibrací z nástrojů do horních končetin – jak již bylo výše zmíněno, operátor na tomto pracovišti používá dva ruční nástroje. Je tak dvakrát více vystaven vibracím právě z těchto nástrojů.
  - **Návrh:** Tak jako bylo navrženo u pracoviště DP 2015-1, i zde by se vyplatilo operátorovi pořídit antivibrační rukavice.
  - **Zavedení do praxe:** I zde budou zavedeny antivibrační rukavice způsobem, jakým to bylo popsáno u pracoviště DP 2015-1. Operátor tedy bude mít na jedné ruce antivibrační rukavici (na té, ve které drží nástroj) a na druhé ruce rukavici, kterou používá dosud.

#### 5.4 Návrh nápravných opatření pro pracoviště DP 2015-4

Toto pracoviště nenavazuje na poslední popsané pracoviště DP 2015-3. Jedná se o finální kontrolu smontované jednotky. Pracoviště DP 2015-4 se nachází na předposledním místě linky F6. Po něm následuje zabalení jednotky. Operátor má za úkol zkontrolovat zrakem, sluchem a hmatem správnou funkčnost jednotky,

popřípadě upozornit svého vedoucího na zjištěné vady. I na tomto pracovišti je pracovník vystaven riziku:

- Tažení jednotky do zkušebního boxu – smontovaná jednotka váží 28 kg. Operátor musí smontovaný výrobek ručně přemístit do zkušebního boxu. Jednotku i s deskou umístěnou na manipulačním vozíku tahá jednou rukou po válečkovém dopravníku do zkušebního boxu. Při tomto úkonu nemá pracovník obě dolní končetiny rovnoměrně podepřené, neboť má vždy jednu nohu ve vzduchu. Jelikož se pro jednotku natahuje, jeho záda nejsou v neutrální poloze, ale jsou vykloněna do strany. Tudíž je vychýlena i samotná páteř. Navíc musí pracovník vyvinout dostatečnou sílu, aby jednotku přemístil.



Obrázek 5.8: Přemístění výrobku do zkušebního boxu

- **Návrh:** Daleko lepší by bylo jednotku do boxu tlačit než tahat. Zajistilo by se tak rovnoměrné podepření obou dolních končetin. Další výhodou by bylo vyvinutí daleko menší síly než při tažení. Dále by bylo vhodné uvážit, zda by na tomto pracovišti neměli pracovat pouze muži, neboť váha smontované jednotky je opravdu velká.
- **Zavedení do praxe:** Návrh, zda by na pracovišti neměli pracovat pouze muži, z důvodu velké váhy jednotky, byl přijat. V současné době jsou na toto pracovní místo školeni pouze muži. Návrh s tlačáním výrobku do zkušebního boxu byl zamítnut, a to z prostého důvodu. Operátor totiž vůbec nemusí vynakládat takovou sílu na přemístění jednotky do boxu, neboť součástí válečkového dopravníku je motor, který natlačí polovinu jednotky přímo do boxu. Principem je, že každý manipulační vozík má na sobě přišroubovanou plechovou desku, která právě natlačí výrobek, jež

má před sebou do boxu. Na obrázku 5.9 je vidět kontakt plechové desky jednoho manipulačního vozíku s jednotkou, která je umístěna na vozíku před ním. Dále je na obrázku 5.10 vidět, až kam vytlačí motor jednotku do boxu, aniž by se musel operátor silově namáhat. Problémem je, že operátoři příliš chvátají a nenechají, aby byla vytlačena jednotka do boxu „sama“.



Obrázek 5.9: Tlačení výrobku do zkušebního boxu



Obrázek 5.10: Poloha vytlačeného výrobku ve zkušebním boxu

## 5.5 Výběr metody pro budoucí použití

Cílem této diplomové práce bylo vyzkoušet několik metod pro určení rizikovosti práce a vybrat nejvhodnější z nich pro budoucí použití ve firmě DICz. Na vybraná pracoviště montážní linky F6 byly použity metody RULA, ART Tool, OCRA. Jelikož metoda OCRA je použitelná pouze pro činnosti trvající nejdéle 1 minutu (dáno normou ČSN EN 1005-5), nedoporučuje se použít právě tuto metodu. Důvodem je možná budoucí studie rizikovosti práce na dalších montážních místech linky. Je velmi pravděpodobné, že ne všechny činnosti



operátorů na těchto pozicích trvají méně než 1 minutu. V případě použití této metody na vhodná pracoviště, by se musela na nevyhovující pracoviště použít jiná metoda. Bylo by to zbytečně komplikované a zdlouhavé.

Pro budoucí hodnocení rizikovosti práce se navrhuje použít metodu RULA. Postup bude velmi jednoduchý. Na každém pozorovaném montážním místě se vyberou nevhodné polohy operátora při vykonávání jeho práce. Vyberou se právě ty polohy, které jsou na první pohled nevyhovující (například nepřírozně ohnutá horní končetina, ohnutí v zádech, ...). Poté se provede analýza, jako je ukázáno v podkapitole 4.1. Vytvoří se tedy tabulka, ve které budou obodovány jednotlivé polohy operátora ve vybrané poloze (viz tabulka 4.1). Následně se vytvoří konečná tabulka (viz tabulka 4.2), která bude obsahovat konečné výsledky pro pravou a levou ruku, krk, trup a nohy. Dále v ní budou uvedeny celkové skóre s pravou a levou rukou a na závěr nejdůležitější výsledek, a to kategorie rizika s pravou a levou rukou. Po zjištění těchto výsledků se zjistí, zda je pozice operátora ještě přípustná, nebo již vyžaduje urgentní změnu.




Metodu ART Tool lze doporučit, pokud by z pracovní činnosti operátora nebyly zřejmé nevhodné polohy. Při analýze touto metodou by se vycházelo z podkapitoly 4.2. Vytvořil by se nejdříve formulář (viz obrázek 4.7). Do něj by se vyplnily všechny podstatné údaje. Dále se musí vyplnit skóre list (viz obrázek 4.8). Jeho vyplnění je jednoduché, neboť se bude postupovat podle vývojového diagramu uvedeného v příloze číslo 7. Do skóre listu se vyplní jak skóre levé a pravé horní končetiny, tak barvy, které odpovídají míru rizika daného faktoru. Barvy se udávají dle hodnoty skóre a jsou též dány ve vývojovém diagramu. Po vyplnění tohoto skóre listu se zjistí výsledné skóre, které vypovídá o rizikovosti práce. I v případě, že by vyšel přijatelný výsledek, mohou se díky barvám ve vyplněném skóre listu upravit faktory, kterým byly přiřazeny hlavně červené, ale i žluté barvy. Znamená to, že ze skóre listu lze zjistit i faktory, které jsou při kontrolované práci operátora rizikové a požadují změnu. Nemusí se tak měnit celá činnost operátora, ale stačí se opravdu zaměřit pouze na červeně a žlutě zvýrazněné faktory. Výhodné je, že každé horní končetině může být přiřazena jiná barva. Je potom jednoduché zjistit, která horní končetina je přetěžována.

## 6 Hodnocení inovačních námětů

V této kapitole bude představen přehled použitých ergonomických metod u každého pracoviště a jejich výsledky. Budou zde zhodnocena navržená nápravná opatření popsaná v této diplomové práci. Výsledkem této diplomové práce bude také navržení checklistů pro každé pracoviště zvlášť.

### 6.1 Přehled použitých ergonomických metod a jejich výsledků

Pro lepší přehlednost výsledků jednotlivých použitých metod pro posouzení rizikovitosti práce, byly vytvořeny tabulky s výslednými skóre (tabulka 6.1, 6.2 a 6.3). Pro každou metodu byla vytvořena samostatná tabulka, která obsahuje všechny čtyři pozorované pracoviště a výsledné skóre zvýrazněné barvou, která poukazuje na míru rizika na daném pracovišti.

-  ... vysoká míra rizika, nutné provedení změn
-  ... střední míra rizika, nutné další hodnocení
-  ... nízká nebo žádaná míra rizika

V tabulce 6.1 jsou uvedena výsledná skóre a kategorie rizika pro levou a pravou horní končetinu po použití metody RULA. Každá kategorie rizika je zvýrazněna barvou, která vyjadřuje míru rizika.

Jak je z tabulky patrné, pro každé pracoviště byly vybrány určité polohy operátorů při vykonávání činností. Byly vybrány právě ty polohy, u kterých bylo už na pohled patrné, že vyjadřují určité riziko při práci. U pracoviště DP 2015-1 se jednalo o dvě polohy, a to ohýbání se pro plech a šroubování. U pracoviště DP 2015-2 byla vybrána pouze jedna poloha – lepení textilie. Taktéž tomu bylo u pracoviště DP 2015-3. Zde byla hodnocena činnost operátora při přimontování motoru. Zatímco u pracoviště DP 2015-4 byly posouzeny dvě pracovní polohy. Poloha, kdy operátor přemisťuje jednotku do zkušebního boxu a případ, kdy provádí zkoušku vodní pumpy.

Nejvyšší kategorie rizika vyšla u pracoviště DP 2015-3 pro pravou horní končetinu. Jedná se o kategorii 4 – Okamžité zastavení práce. Je to zřejmě z důvodu špatného držení nástroje při montování motoru do těla jednotky. Avšak vysoká míra rizika nevyšla jen u tohoto pracoviště, ale jak tabulka 6.1 ukazuje, nápravná opatření je třeba provést na všech čtyřech pracovištích. Jedná se však pouze o úpravu pozorovaných a analyzovaných poloh operátora.

<b>Metoda RULA</b>					
<b>Pracoviště</b>	<b>Činnost</b>	<b>Levá horní končetina</b>		<b>Pravá horní končetina</b>	
		<i>Skóre</i>	<i>Kategorie</i>	<i>Skóre</i>	<i>Kategorie</i>
DP 2015-1	Ohýbání se pro plech	5	3	6	3
	Šroubování	4	2	4	2
DP 2015-2	Lepení textilie	4	2	5	3
DP 2015-3	Přimontování motoru	6	3	7	4
DP 2015-4	Přemístění jednotky do zkušebního boxu	6	3	5	3
	Zkouška vodní pumpy	3	2	3	2

Tabulka 6.1: Shrnutí výsledků metody RULA pro všechna pozorovaná pracoviště

Souhrn výsledků metody ART Tool u všech pozorovaných pracovišť je zobrazen v tabulce 6.2. Metoda ART Tool na rozdíl od metody RULA posuzuje, jak častý je výskyt rizikových faktorů za celou směnu pracovníka. Míra rizik, znázorněná v tabulce barvou, je proto odlišná od míry rizik v tabulce 6.1. Po shrnutí konečných výsledků a barevného označení míry rizik pro metodu ART Tool v tabulce 6.2 lze říci, že pozornost by se měla věnovat pracovišti DP 2015-1 pro obě horní končetiny a u pracoviště DP 2015-3 pravé horní končetině. Pro důkladné prozkoumání těchto dvou pracovišť je třeba vrátit se k vypracovaným skóre listům pro tyto dvě konkrétní pracoviště, a zaměřit se na rizikové faktory vyjádřené v skóre listu červenou popřípadě žlutou barvou, které upozorňují na vysokou a střední míru rizika, které by mohlo pracovníkovi způsobit zdravotní potíže.

<b>Metoda ART Tool</b>		
<b>Pracoviště</b>	<b>Levá horní končetina – skóre</b>	<b>Pravá horní končetina - skóre</b>
DP 2015-1	13,5	13,5
DP 2015-2	3,5	3,5
DP 2015-3	10,5	12
DP 2015-4	8,5	5,5

Tabulka 6.2: Shrnutí výsledků metody ART Tool pro všechna pozorovaná pracoviště

Poslední aplikovanou metodou k posouzení rizikovitosti práce byla metoda OCRA. V tabulce 6.3 je opět shrnutí konečných výsledků u všech pozorovaných pracovišť. Z této tabulky je patrné, že tato metoda byla použita jen pro pracoviště DP 2015-2 a DP 2015-3. Důvodem je možnost použití metody OCRA jen pro činnosti, jejichž doba trvání je maximálně 1 minuta. Vyplývá to z normy ČSN EN 1005-5. Tomuto požadavku neodpovídají pracoviště DP 2015-1 a DP 2015-4.

Proto u nich nebyla použita metoda OCRA. Podle barevného označení míry rizika v tabulce 6.3 je zřejmé, že nejrizikovější je pracoviště DP 2015-2. Podle pozorování operátora na tomto pracovišti se došlo k závěru, že výsledek indexu OCRA je příliš vysoký. Na pracovišti se totiž nevyskytují žádné faktory, které by vedly k tak vysoké míře rizika. Důvodem tohoto výsledku může být například špatné použití metody.

<b>Metoda OCRA</b>	
<b>Pracoviště</b>	<b>Skóre</b>
<i>DP 2015-1</i>	
<i>DP 2015-2</i>	6,7
<i>DP 2015-3</i>	2,4
<i>DP 2015-4</i>	

Tabulka 6.3: Shrnutí výsledků metody OCRA pro pozorovaná pracoviště

## 6.2 Hodnocení navržených nápravných opatření

V podkapitolách 5.1 až 5.4 byly sepsány rizikové polohy operátorů na analyzovaných pracovištích, návrh nápravných opatření a jejich realizace v praxi. U pracoviště DP 2015-1 byla vybrána celkem 4 rizika:

- Ohýbání se pro plechové pásy do přepravky – návrh byl DICz zamítnut z organizačních důvodů
- Natahování se pro horní plech – návrh byl přijat a již v praxi funguje
- Držení šroubů v ruce po celou dobu šroubování – navržený zásobník na jednotlivé vypadávání šroubů byl zamítnut z finančních i organizačních důvodů
- Přenášení vibrací ze vzduchového šroubováku do horní končetiny – návrh použít antivibrační rukavice byl přijat a do praxe se zavede

Ze 4 nápravných opatření na pracovišti DP 2015-1 byla přijata 2, což je 50% úspěšnost.

Na pracovišti DP 2015-2 byla nalezena pouze jedna riziková poloha:

- Ohýbání zad při lepení textilie – návrh lepit textilií s rovnými zády byl přijat a již v praxi funguje

Úspěšnost zavedení návrhu do praxe na pracovišti DP 2015-2 je 100%.

Pro pracoviště DP 2015-3 byly vybrány 2 rizikové polohy:

- Špatné držení nástroje – návrh držet nástroj jako skleničku byl přijat

- Přenášení vibrací z nástrojů do horních končetin – byly zde navrženy antivibrační rukavice. Tento návrh byl DICz přijat a bude zaveden do praxe.

Na pracovišti DP 2015-3 je 100% úspěšnost zavedení návrhů do praxe.

Na posledním analyzovaném pracovišti DP 2015-4 byla nalezena tato riziková poloha:

- Tažení jednotky do zkušebního boxu – návrh, aby byla jednotka do boxu tlačena, byl zamítnut. Faktem je, že operátoři se zbytečně namáhají s tažením jednotky do boxu, neboť nečekají, až jednotku do boxu vytlačí mechanismus. Avšak návrh, aby na tomto pracovišti pracovali pouze muži, neboť samotná váha smontované jednotky je 28 kg, byl přijat.

Na pracovišti DP 2015-4 je 50% úspěšnost zavedení nápravných opatření.

### **6.3 Návrhy checklistů**

Na závěr této práce byly vypracovány checklisty pro budoucí použití v DICz. Pro každé pracoviště byl vytvořen samostatný checklist. Díky náhodné kontrole pomocí těchto formulářů se mohou odhalit špatné pohyby operátorů. Součástí každého checklistu není jen soubor otázek a možných variant odpovědí, ale též výsledek hodnocení, ve kterém je sepsáno, jaká je správná a špatná odpověď. U špatné odpovědi je v závorce uveden důvod, proč je to špatně. Návrhy jednotlivých checklistů jsou zobrazeny v přílohách 13 až 16.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo provést ergonomický audit ve společnosti Daikin Industries Czech Republic s.r.o. Pro tento audit byla vybrána 4 pracoviště montážní linky F6. Pro odstranění rizik na každém z těchto pracovišť byly použity 3 ergonomické metody, které se zaměřují na posouzení rizikovosti práce. Jednalo se konkrétně o metodu RULA, ART Tool a OCRA. Jednotlivé aplikace těchto metod jsou zobrazeny v kapitole 4.

V kapitole 5 byla sepsána rizika na jednotlivých pracovištích. Ke každému riziku byl napsán návrh, jak ho vyřešit. Poté proběhla konzultace s Ing. Svobodou z DICz, na které se rozhodlo, které návrhy lze zavést do praxe, a které ne. Tento fakt byl sepsán pod každý návrh řešení rizika na pracovišti. V podkapitole 5.5 je vybrána nejlepší metoda pro budoucí použití. Jedná se o metodu RULA, popřípadě metodu ART Tool.

V kapitole 6 jsou shrnuty výsledky jednotlivých použitých metod do tabulek. Každý výsledek je barevně označen podle míry rizika na pracovišti. Součástí této kapitoly je též hodnocení navržených nápravných opatření. Navíc byly vytvořeny checklisty pro každé pracoviště zvlášť. Výsledkem této práce nebude jen doporučení metody pro posouzení rizikovosti práce pro budoucí použití, ale též 4 checklisty pro pracoviště zkoumané v této diplomové práci. Je možné tyto navržené checklisty použít v budoucnu pro odhalení chyb operátorů při práci.

## Literatura

### 1. KNIŽNÍ PUBLIKACE

- [1] KRÁL, M. *Pět kroků chronologického postupu ergonomického zkoumání a hodnocení v rámci pracovního systému*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2002.
- [2] MATOUŠEK, O. *Pracovní stres a zdraví*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005.
- [3] HOFMANNOVÁ, E. *Nemoci z povolání*. Plzeň, 2013. Bakalářská. Fakulta zdravotnických studií.
- [4] SEKULOVÁ, K. *Model identifikace rizika nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti*. Zlín. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [5] HLÁVKOVÁ, J. *Problematika aplikace ergonomie v českých průmyslových podnicích*. 2010.
- [6] GILBERTOVÁ, S. *Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [7] HLÁVKOVÁ, J., VALEČKOVÁ, A. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha, 2007.
- [8] BOHATOVÁ, K. *Tvorba aplikace pro hodnocení pracovišť pomocí ergonomických analýz*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.

### 2. PUBLIKACE NA INTERNETU

- [9] *Nemoci z povolání - základní informace a statistika*. BOZPinfo.cz. 2014. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/msp-osvc/abeceda-podnikatele/statistika\\_NzP141104.html](http://www.bozpinfo.cz/msp-osvc/abeceda-podnikatele/statistika_NzP141104.html)
- [10] VALEČKOVÁ, A. *Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik*. BOZPinfo.cz. 2008 Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2008/nove\\_metody\\_valeckova.html](http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2008/nove_metody_valeckova.html)
- [11] HATIAR, K. *Moderná ergonómia*. Produktivita a inovácie. 2008, roč. 9, č. 6. Dostupné z: [http://mtf.zavinac.sk/ing\\_r1s2/erg/moderna\\_ergonomia.pdf](http://mtf.zavinac.sk/ing_r1s2/erg/moderna_ergonomia.pdf)
- [12] *Assessment of Repetitive Tasks (ART) tool*. Health and Safety Executive. Dostupné z: <http://www.hse.gov.uk/msd/uld/art/>
- [13] *Muskuloskeletální poruchy*. Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. 2013. Dostupné z: [https://osha.europa.eu/cs/topics/msds/index\\_html](https://osha.europa.eu/cs/topics/msds/index_html)

- [14] *Frequently Asked Questions*. Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. 2013. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/topics/msds/FAQs>
- [15] SENDERSKÁ, K. *Audit a optimalizácia ergonomických parametrov montážnych pracovísk*. 2000. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/2-2000/pdf/124-126.pdf>
- [16] DAIKIN. Dostupné z: <http://www.daikin.cz/>
- [17] ŠKODA AUTO klade důraz na zdraví a prevenci. ŠKODA Media Portal. 2013. Dostupné z: [https://media.skoda-auto.com/CS/motorsport/\\_layouts/Skoda.PRPortal/pressrelease.aspx?ID=618](https://media.skoda-auto.com/CS/motorsport/_layouts/Skoda.PRPortal/pressrelease.aspx?ID=618)
- [18] *Jednotky Sensing Cassette*. DAIKIN. 2012. Dostupné z: <http://www.daikinczech.cz/events/jednotky-sensing-cassette/>

### 3. NORMY

- [19] ČSN EN 1005-5. *Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace*. 2007.

### 4. OSTATNÍ

- [20] *Daikin Industries Czech Republic s.r.o.: Profil společnosti*. Plzeň.
- [21] BUREŠ, M. *Ergonomické metody a analýzy*. Plzeň. Podklady k přednáškám.
- [22] POKORNÁ, V.: *Analýza rizik jako nástroj zvýšení úrovně bezpečnosti a spolehlivosti strojního zařízení*. Mezinárodní konference ICTKI 2014 Litoměřice: 1/2014



## **Přílohy**

Příloha č. 1: *Metoda RULA - Tabulka pro hodnocení pravé horní končetiny [21]*

Příloha č. 2: *Metoda RULA - Tabulka pro hodnocení krku, trupu, dolních končetin [21]*

Příloha č. 3: *Metoda RULA – Tabulka: skóre A + svalové skóre + silové a zátěžové skóre = skóre C [21]*

Příloha č. 4: *Metoda RULA – Tabulka: skóre B + svalové skóre + silové a zátěžové skóre = skóre D [21]*

Příloha č. 5: *Metoda RULA – Tabulka: skóre C + skóre D = celkové skóre [21]*

Příloha č. 6: *Metoda RULA – Tabulka: Zařazení celkového skóre do kategorie*

Příloha č. 7: *Vývojový diagram jako průvodce metodou ART Tool[12]*

Příloha č. 8: *Formulář pro popis úlohy při použití metody ART Tool[12]*

Příloha č. 9: *Skóre list při použití metody ART Tool[12]*

Příloha č. 10: *Formulář ART Tool pro DP 2015-1*

Příloha č. 11: *Formulář ART Tool pro DP 2015-2*










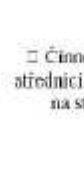







Příloha č. 12: *Formulář ART Tool pro DP 2015-4*

Příloha č. 13: *Checklist pro pracoviště DP 2015-1*

Příloha č. 14: *Checklist pro pracoviště DP 2015-2*

Příloha č. 15: *Checklist pro pracoviště DP 2015-3*

Příloha č. 16: *Checklist pro pracoviště DP 2015-4*

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

Příloha č. 1: Metoda RULA - Tabulka pro hodnocení pravé horní končetiny [21]

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

Příloha č. 2: Metoda RULA - Tabulka pro hodnocení krku, trupu, dolních končetin [21]

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

Příloha č. 3: Metoda RULA – Tabulka: skóre A + svalové skóre + silové a zátěžové skóre = skóre C [21]

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

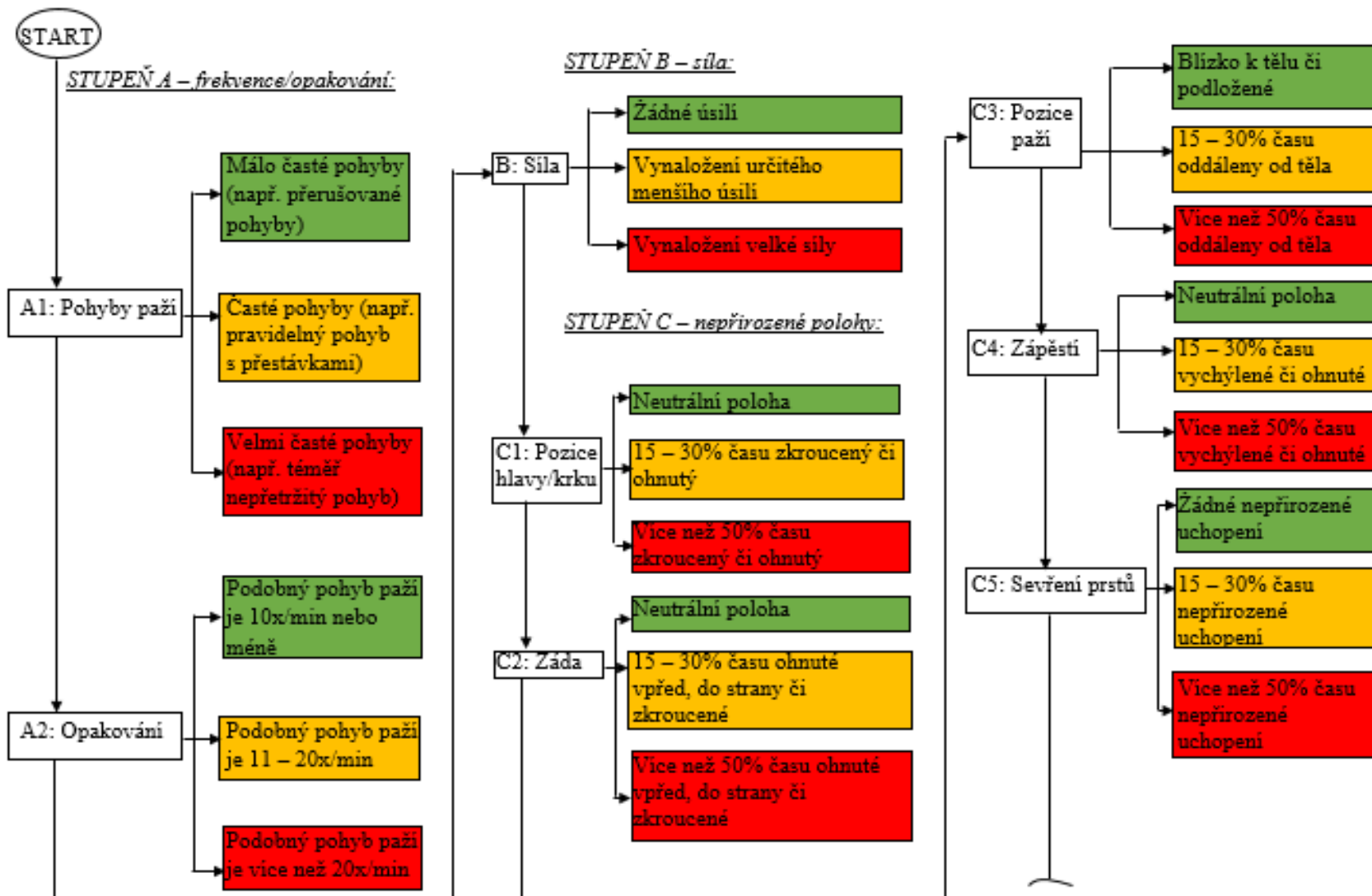
Příloha č. 4: Metoda RULA – Tabulka: skóre B + svalové skóre + silové a zátěžové skóre = skóre D [21]

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

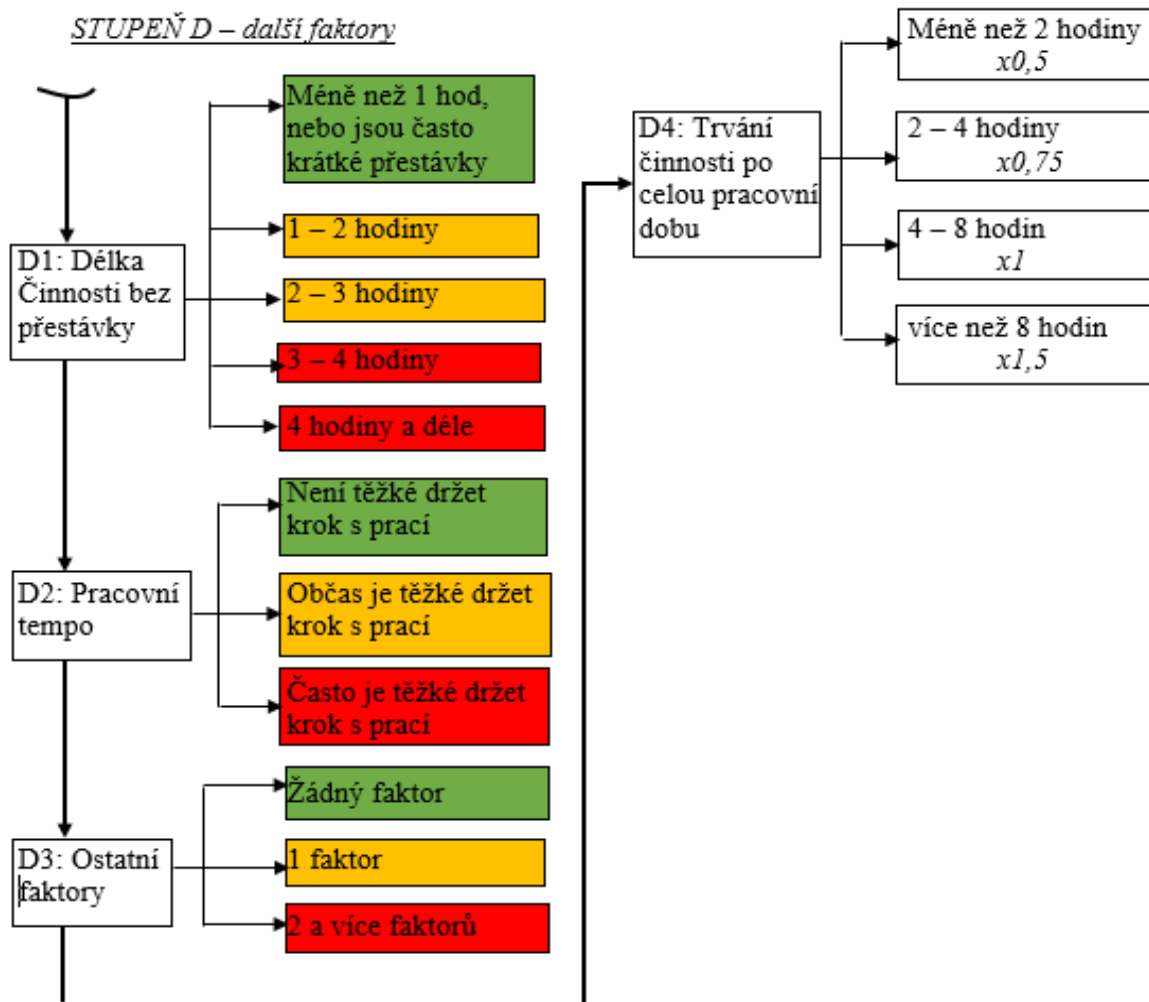
Příloha č. 5: Metoda RULA – Tabulka: skóre C + skóre D = celkové skóre [21]

<b>Metoda RULA – celkové hodnocení</b>		
<b>Skóre</b>	<b>Kategorie</b>	<b>Poznámka</b>
1-2	1	Práce je přijatelná, pokud je prováděna po krátkou dobu
3-4	2	Potřeba dalšího hodnocení, požadavek na změny
5-6	3	Urgentní požadavek na provedení změn
7	4	Okamžité zastavení práce

Příloha č. 6: *Metoda RULA – Tabulka: Zařazení celkového skóre do kategorie*







Příloha č. 7: Vývojový diagram jako průvodce metodou ART Tool[12]

## Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele:

Datum:

Název firmy:

Název činnosti:

Popis činnosti:

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

Která horní končetina je více využívána?

Levá

Pravá

Obě

Jaké ruční nářadí je používáno?

Tempo výroby (pokud je k dispozici):

jednotek/směnu, hodinu nebo minutu

Jak často je činnost opakována? Každých

sekund

Zobrazení přestávek ve směně:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

První hodina



Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávky

hodin

- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávky)

hodin

Jak často vykonává úkol: (např. denně, týdně,...)

Jak často je úkol prováděn v rámci organizace? (např. denně,...)

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů? ANO

NE

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:

Příloha č. 8: Formulář pro popis úlohy při použití metody ART Tool[12]

## Skóre list

Do tabulky níže zadejte barevný pás a číselné skóre pro každý rizikový faktor.

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží				
A2 Opakování				
B Síla				
C1 Pozice hlavy/krku				
C2 Pozice zad				
C3 Pozice paží				
C4 Zápěstí				
C5 Sevření prstů				
D1 Délka činnosti bez přestávky				
D2 Pracovní tempo				
D3 Ostatní faktory				
<b>Průběžné skóre</b>				
D4 Násobitel		X		X
<b>Výsledné skóre</b>				
D5 Psychosociální faktory				

Příloha č. 9: Skóre list při použití metody ART Tool[12]

## Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele: Bc. Veronika Jandová

Datum: 22.2.2015

Název firmy: DICz s.r.o.

Název činnosti: Kompletace krytu DP 2015-1

Popis činnosti:

Ohýbání bočních plechů. Přišroubování bočních plechů k hornímu plechu.

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

Méně než 2 kg.

Která horní končetina je více využívána?      Levá      Pravá      Obě

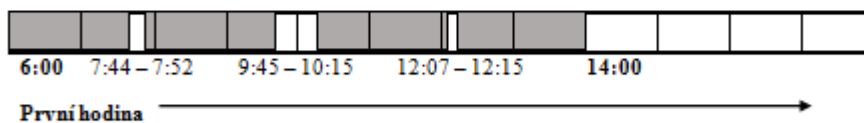
Jaké ruční nářadí je používáno?

Vzduchový šroubovák.

Tempo výroby (pokud je k dispozici): 350 jednotek/směnu

Jak často je činnost opakována? Každých 130 sekund

Zobrazení přestávek ve směně:



Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávky      1 hod 53 min
- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávky)      7 hod 14 min

Jak často vykonává úkol: (např. denně, týdně,...)      Denně

Jak často je úkol prováděn v rámci organizace? (např. denně,...)      Denně

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů?      ANO      NE

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:

Příloha č. 10: *Formulář ART Tool pro DP 2015-1*

## Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele: Bc. Veronika Jandová

Datum: 22.2.2015

Název firmy: DICz s.r.o.

Název činnosti: Kompletace krytu DP 2015-2

Popis činnosti:

Nalepení textilie na horní stranu bočního plechu. Příprava součástí ze zásobníku pro 3. montážní místo (DP 2015-3).

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

Méně než 2 kg.

Která horní končetina je více využívána?      Levá      Pravá      Obě

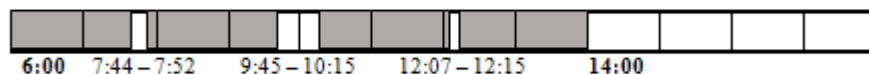
Jaké ruční nářadí je používáno?

Žádné

Tempo výroby (pokud je k dispozici): 350 jednotek/směnu

Jak často je činnost opakována? Každých 30 sekund

Zobrazení přestávek ve směně:



První hodina →

Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávky      1 hod 53 min
- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávky)      7 hod 14 min

Jak často vykonává úkol: (např. denně, týdně,...)      Denně

Jak často je úkol prováděn v rámci organizace? (např. denně,...)      Denně

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů?      ANO      NE

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:

Příloha č. 11: Formulář ART Tool pro DP 2015-2

## Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele: Bc. Veronika Jandová

Datum: 22.2.2015

Název firmy: DICz s.r.o.

Název činnosti: Kompletace krytu DP 2015-4

Popis činnosti:

Zapojení testovacího kabelu. Spuštění testu. Uzavření jednoty v testovém boxu. Kontrola příslušenství. Kontrola zvuku pomocí sluchátek. Otevření testového boxu. Kontrola vibrací, kontrola plováku vodní pumpy. Odmontování testovacího kabelu. Pozn. Operátor obsluhuje 2 testovací boxy „najednou“.

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

Méně než 2 kg.

Která horní končetina je více využívána?      Levá      Pravá      Obě

Jaké ruční nářadí je používáno?

Žádné

Tempo výroby (pokud je k dispozici): 350 jednotek/směnu

Jak často je činnost opakována? Každých 180 sekund

Zobrazení přestávek ve směně:



První hodina →

Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávky 1 hod 53 min
- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávky) 7 hod 14 min

Jak často vykonává úkol: (např. denně, týdně,...)      Denně

Jak často je úkol prováděn v rámci organizace? (např. denně,...)      Denně

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů? ANO      NE

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:

Příloha č. 12: Formulář ART Tool pro DP 2015-4



### Checklist pro pracoviště DP 2015-1 na lince F6

Datum:

Jméno operátora:

Jméno pozorovatele:

Zaškrtněte tvrzení, které

- a) odpovídá polohám těla operátora při vykonávání jeho práce
  - b) odpovídá činnostem, které operátor provádí při vykonávání jeho práce
1. Přepavní klec s horními plechy: Přepavní klec s horními plechy je otočena tak, že se operátor nemusí natahovat pro plechy a má sklopené boční víko (viz obrázek):



ANO

NE

2. Držení šroubů v sevřené dlani: Operátor drží v sevřené dlani několik šroubů najednou:

ANO

NE

3. Antivibrační rukavice: Operátor má nasazenou antivibrační rukavici na ruce, ve které drží šroubovák:

ANO

NE

---

**Výsledky:**

Otázka 1.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (otočit přepravku o 90° a sklopit víko. Při natahování se pro plech do zadní části neotočené přepravky vznikají bolesti zad.)

Otázka 2.

- odpověď ANO => **ŠPATNĚ** (poučit operátora na výskyt křečí v ruce)
- odpověď NE => správně

Otázka 3.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (poučit operátora na přenos vibrací do horní končetiny a vznik karpálních tunelů)

Příloha č. 13: Checklist pro pracoviště DP 2015-1



### Checklist pro pracoviště DP 2015-2 na lince F6

Datum:

Jméno operátora:

Jméno pozorovatele:

Zaškrtněte tvrzení, které

- a) odpovídá polohám těla operátora při vykonávání jeho práce
- b) odpovídá činnostem, které operátor provádí při vykonávání jeho práce

1. Lepení textilie: Při lepení textilie má operátor rovná záda – jako na obrázku (pozn. krk bude vždy ohnutý, neboť sleduje místo nalepení textilie):



ANO

NE

2. Příprava součástek pro následující pracoviště: Všechny součástky z přepravek umístěných v regálu vyjme a položí na manipulační vozík **najednou** nikoli postupně (nepokládá na vozík jednu součást po druhé):

ANO, položí všechny součásti najednou

NE, pokládá je na vozík postupně

---

**Výsledky:**

Otázka 1.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (upozornit operátora na výskyt bolesti zad)

Otázka 2.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (poučit operátora, že si tak zkracuje čas, který by mohl využít pro montáž dalšího výrobku. Dále dělá zbytečné pohyby navíc a bude tak brzy unaven.)

Příloha č. 14: Checklist pro pracoviště DP 2015-2





### Checklist pro pracoviště DP 2015-3 na lince F6

Datum:

Jméno operátora:

Jméno pozorovatele:

*Zaškrtněte tvrzení, které*

- a) odpovídá polohám těla operátora při vykonávání jeho práce
- b) odpovídá činnostem, které operátor provádí při vykonávání jeho práce

1. Vkládání polystyrenu: Polystyren vkládá do těla jednotky **oběma rukama**:

ANO  NE

2. Přišroubování motoru: Při držení nástroje má horní končetinu v **přirozené poloze** (jako kdyby například držel skleničku). Na obrázku je zobrazeno špatné držení nástroje.



ANO, nástroj drží přirozeně

NE, nástroj drží nepřirozeně (např. jako na obrázku)

3. Antivibrační rukavice: Operátor má nasazenou antivibrační rukavici na ruce, do které uchopuje nástroje:

ANO  NE

---

**Výsledky:**

Otázka 1.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (poučit operátora: Nesouměrné zatěžování horních končetin => bolest zad a ramen)

Otázka 2.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (poučit operátora: Zdvihá rameno a má nepřirozeně ohnutou horní končetinu => bolest zad, ramene, celé horní končetiny)

Otázka 3.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNĚ** (upozornit operátora na přenos vibrací do horní končetiny a vznik karpálních tunelů)

Příloha č. 15: Checklist pro pracoviště DP 2015-3



### Checklist pro pracoviště DP 2015-4 na lince F6

Datum:

Jméno operátora:

Jméno pozorovatele:

#### Zaškrtněte tvrzení, které

a) odpovídá polohám těla operátora při vykonávání jeho práce

b) odpovídá činnostem, které operátor provádí při vykonávání jeho práce

1. Přemístění jednotky do zkušebního boxu: Operátor **čeká**, až mechanismus přemístí jednotku do zkušebního boxu (netáhá ji do boxu silou):

ANO  NE

2. Na tomto pracovišti pracuje:

MUŽ  ŽENA

---

#### Výsledky:

Otázka 1.

- odpověď ANO => správně
- odpověď NE => **ŠPATNÉ** (poučit operátora na zbytečné vynaložení síly a namáhání oblasti zad)

Otázka 2.

- odpověď MUŽ => správně
- odpověď ŽENA => **ŠPATNÉ** (z důvodu, že jednotka váží 28 kg, pracují na tomto pracovišti pouze muži)

Příloha č. 16: *Checklist pro pracoviště DP 2015-4*

