

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2341 Strojírenství  
Studijní zaměření: Zabezpečování jakosti

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Hodnocení zdravotních rizik při ruční montáži lopatek parních turbín

Autor: **Nikola Skřivanová**  
Vedoucí práce: **Ing. Václava Pokorná**

Akademický rok 2015/2016

Zadání

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Miachalu Dyntarovi, Ph.D. a Ing. Václavě Pokorné za jejich cenné rady a čas, který mi věnovali při tvorbě této bakalářské práce.

## Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Skřivanová	<b>Jméno</b> Nikola		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2341R001/20 „Zabezpečování jakosti“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Pokorná	<b>Jméno</b> Václava		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Hodnocení zdravotních rizik při ruční montáži lopatek parních turbín			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>		<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>		<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	
---------------	--	---------------------	--	----------------------	--

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Bakalářská práce hodnotí zdravotní rizika při ruční montáži lopatek parních turbín. V úvodu bude přiblížena ergonomie a její uplatňování ve výrobní praxi. Dále bude charakterizováno pracoviště a práce operátorů. Aplikací vhodných ergonomických metod, budou získány výsledky rizikovosti pracoviště, ze kterých budeme čerpat při návrhu inovativních opatření.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Šřivanová	Name Nikola	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2341R001 "QualityControl"		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (InclusiveofDegrees) Ing. Pokorná	Name Václava	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Deletewhen not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Assessment of health risks when manually installing steam turbine blades		

<b>FACULTY</b>	MechanicalEng ineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	---------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>		<b>TEXT PART</b>		<b>GRAPHICAL PART</b>	
----------------	--	------------------	--	-----------------------	--

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The thesis evaluates health risks when manuály installing steam turbine blades. In the introduction will be approached the ergonomocs and its application in manufacturing practices. Then the workplace and the work of operators will be characterized. And in the last part the results of workplace risk will be obtained through the use of appropriate ergonomic methods ane these results will be used to design new innovative measures.
<b>KEY WORDS</b>	

## Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	4
Úvod.....	5
1 Význam uplatňování ergonomie ve výrobní praxi .....	6
1.1 Definice ergonomie .....	6
1.2 Ergonomický program.....	7
1.3 Zásady postupu při posuzování pracovní polohy.....	8
1.3.1 Metodika hodnocení pracovní polohy .....	9
1.4 Oblasti dalšího využití ergonomie .....	11
1.5 Nemoci z povolání.....	12
1.5.1 Prevence nemocí z povolání.....	13
1.5.2 Muskuloskeletární poruchy (MSD).....	14
2 Charakteristika práce při ruční montáži lopatek parních turbín .....	15
2.1 Představení firmy Doosan Škoda Power .....	15
2.2 Základní charakteristika pracoviště .....	16
2.2.1 Popis pracoviště MZAM4 .....	16
2.3 Definice práce operátora.....	17
2.3.1 Popis montážní práce – Temování čípků.....	17
2.3.2 Popis montážní operace: Zalopatkování rotoru .....	20
3 Aplikace vhodných ergonomických metod.....	22
3.1 Rula (Rapid Upper Limb Assessment) .....	22
3.2 ART Tool (assessment of Repetitive Task of the upper limbs).....	23
3.3 Aplikace metody RULA na montážní operaci temování čípků .....	24
3.3.1 Stanovení skóre pro horní končetiny .....	24
3.4 Aplikace metody RULA na montážní operaci olopatkování rotoru .....	26
3.5 Aplikace metody ATR Tool na montážní operaci temování čípků.....	27
3.5.1 Formulář pro popis úlohy .....	27
3.5.2 Vývojový diagram.....	29
3.5.3 Průvodce hodnocením .....	31
3.5.4 Skóre list.....	31
3.6 Aplikace metody ART Tool na montážní operaci Zalopatkování rotoru.....	33
3.6.1 Formulář pro popis úlohy .....	33
3.6.2 Vývojový diagram.....	34
3.6.3 Skóre list.....	36
4 Zhodnocení výsledků studie.....	37
4.1 Výsledky studie po aplikaci metod RULA a ART Tool.....	37
5 Návrh nápravných opatření s důrazem na eliminaci zdravotních rizik operátorů .....	39
5.1 Druhy opatření.....	39

5.2	Návrh zaměstnaneckých výhod .....	39
5.2.1	Benefiční karta zaměstnaneckých výhod .....	40
5.3	Aplikace ergonomických metod na vybraná pracoviště .....	41
5.4	Rozšíření dat pro personalisty o profesní analýzu vybraných pracovišť .....	41
	Závěr .....	43
	Seznam použité literatury .....	44

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1:	Demingův cyklus upravený pro uplatnění v ergonomii [2] .....	7
Obrázek 1.2:	Nemoci z povolání v ČR hlášené v roce 2013 [4] .....	12
Obrázek 2.1:	Logo firmy [7] .....	15
Obrázek 2.2:	Temování čípků oběžných lopatek .....	16
Obrázek 2.3:	Zalopkování rotoru .....	16
Obrázek 2.4:	Ukázka bandáže .....	18
Obrázek 2.5:	Ukázka hlavičkáře .....	18
Obrázek 2.6:	Ukázka pneumatického kladiva YOKOTA [8] .....	18
Obrázek 2.7:	Pracovník provádějící temování .....	20
Obrázek 2.8:	Lopatky rotoru .....	20
Obrázek 2.9:	Nevhodná pracovní pozice při lopatkování .....	21
Obrázek 3.1	Hodnocení rizikové polohy krku s hodnocením [10] .....	23
Obrázek 3.2:	formulář pro popis úlohy temování čípků .....	28
Obrázek 3.3:	Vývojový diagram skore A, B, C pro pravou horní končetinu [10] .....	29
Obrázek 3.4:	Vývojový diagram skore A, B, C pro levou horní končetinu [10] .....	30
Obrázek 3.5:	Vývojový diagram skore D pro pravou i levou horní končetinu [10] .....	30
Obrázek 3.6:	Příklad průvodce hodnocením [10] .....	31
Obrázek 3.7:	Skore list temování čípků [10] .....	32
Obrázek 3.8:	Formulář pro popis úlohy zalopkování rotoru .....	33
Obrázek 3.9:	Vývojový diagram skore A, B, C Pro pravou horní končetinu [10] .....	34
Obrázek 3.10:	Vývojový diagram skore A, B, C Pro levou horní končetinu [10] .....	35
Obrázek 3.11:	Vývojový diagram skore D Pro pravou i levou horní končetinu [10] .....	35
Obrázek 3.12:	Skore list pro zalopkování rotoru [10] .....	36
Obrázek 5.1:	Návrh nabídky .....	40



## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Zdravotní problémy spojené s prací ze strany evropských pracovníků .....	14
Tabulka 3.1: Stanovení skóre pro pravou horní končetinu [11] .....	24
Tabulka 3.2: Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny [11] .....	25
Tabulka 3.3: Stanovení celkového skóre podle skóre C pravé horní končetiny a skóre D [11] .....	25
Tabulka 3.4: Stanovení celkového skóre podle skóre C levé horní končetiny a skóre D [11] .....	26
Tabulka 3.5: Výsledné skóre pro horní končetiny .....	26
Tabulka 3.6: Výsledné skóre pro krk, trup a dolní končetiny .....	27
Tabulka 3.7: Stanovení celkového skóre podle skóre C horní končetiny a skóre D [11] .....	27
Tabulka 3.8: Tabulka výsledného skóre metody ART Tool [10] .....	31
Tabulka 4.1: Výsledná skóre metod RULA a ART Tool pro obě pracovní činnosti .....	37

## Seznam příloh

Příloha 1: Bodové hodnocení pravé horní končetiny [11]	
Příloha 2: Bodové hodnocení levé horní končetiny [11]	
Příloha 3: Stanovení skóre pro levou horní končetinu [11]	
Příloha 4: Bodovým ohodnocením polohy krku, trupu a dolních končetin [13]	
Příloha 5: Bodové hodnocení pravé horní končetiny [11]	
Příloha 6: Bodové hodnocení levé horní končetiny [11]	
Příloha 7: Bodovým ohodnocením polohy krku, trupu a dolních končetin [13]	
Příloha 8: Stanovení skóre pro pravou horní končetinu [11]	
Příloha 9: Stanovení skóre pro levou horní končetinu [11]	
Příloha 10: Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny [11]	
Příloha 11: Průvodce hodnocením pro skóre A1, A2 a B [10]	
Příloha 12: Průvodce hodnocením pro skóre C1, C2, C3, C4 a C5 [10]	
Příloha 13: Průvodce hodnocením pro skóre D1 ,D2 ,D3 ,D4 a D5 [10]	

## **Přehled použitých zkratek a symbolů**

EMG..... Elektromyografie

RULA..... Rapid Upper Limb Assessment

REBA..... Rapid Entire Body Assessment

OWAS..... Ovako working posture Assessment System

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

OOP..... Osobní ochranné pomůcky

BOZP..... Bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci

MSD..... Muskuloskeletární poruchy

TPV..... Technická příprava výroby

## Úvod

Práce je základní podmínkou lidské existence. Podílela se na vývoji lidí a lze ji definovat jako: plánovitou činnost člověka. V dávné minulosti člověk k této činnosti využíval pouze své tělo, zejména pak ruce. Ale na objevených frezkách ze starověku se ukazuje, že člověk měl snahu vylepšit celkový výsledek a úroveň svého úkolu tím, že si vzal do ruky nástroj. Tyto „mezičlánky“ se postupně vyvíjely a dnes výrazně spoluurčují způsob výroby a úlohu lidského činitele, kterého pak zpětně ovlivňují. Právě z důvodu té zpětné vazby v současnosti vyvstává mnoho otázek, které se týkají nacházení limit pro působení člověka v pracovním prostředí.

Nové technologie, zejména současný trend prudkého technického rozvoje, si vynutil nový systematický přístup k řízení studie lidské práce. Tím byl vytvořen nový vědní obor, kterým je Ergonomie a její část analytického hodnocení bude tématem této práce. Práce je členěna do pěti základních kapitol. V první části je v nejmenší míře rešerže, týkající se oblasti ergonomického bádání. Další, důležitou částí mé bakalářské práce je zameření na práci operátorů montážních pracovišť obecně, včetně definování zdravotních rizik a problémů, a po obecné části bude představení pracoviště montáže lopatek parních turbín firmy DOOSAN ŠKODA POWER, kde bude provedena časová studie a aplikace vhodné ergonomické metody. Závěrem této metody bude snaha ohodnocením pracovních podmínek zaměstnanců na uvedeném pracovišti a posouzení, zda je možné v rámci vybavenosti pracoviště a změny montážního postupu nalézt optimální řešení pro komfort práce operátorů.

# 1 Význam uplatňování ergonomie ve výrobní praxi

## 1.1 Definice ergonomie

Definice ergonomie podle Mezinárodní ergonomické asociace z roku 2000: Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. [1]

**Co obsahuje pojem ergonomie:** Ergonomii komplexně nazýváme interdisciplinární naukou, což v praxi znamená sloučení více vědních oborů, ze kterých využívá poznatky. V zásadě lze tyto vědní obory rozdělit na humanitní a technické vědy. Do humativních spadá psychologie, fyziologie a hygiena práce, antropometrie a biomechaniky. A do technických věd lze zahrnout například kybernetiku a normování.

**V oblasti výzkumu jsou předmětem ergonomie:**

- 1) Determinanty výkonnostní, respektive pracovní kapacity člověka, např. např. tělesné rozměry, rozsahy pohybů trupu a končetin, síly svalových skupin, kapacita zraku, sluchu, kapacita mentální.
- 2) Problematika adaptace a reakce člověka na pracovní podmínky, např. směnová a noční práce, monotonie, vnucené pracovní tempo atd. včetně odezvy organismu na fyzikální, chemické a biologické faktory pracovního prostředí (hluk, vibrace, prach, mikroklimatické podmínky atd.). [1]

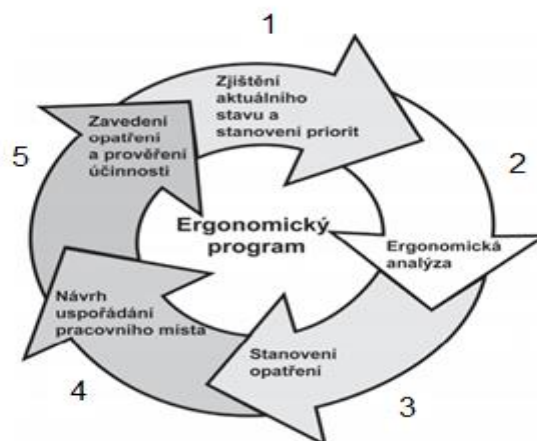
**Cíl ergonomie:** Ergonomie řeší otázku pracovní pohody, vhodného pracovního nástroje, minimalizaci dopadu na lidské zdraví, ochranu bezpečnosti při práci a racionalizaci pracovního prostředí. Neboť psychické a fyzické zdraví pracovníka, je důležitý aspekt, který přispívá k produktivitě a kvalitě výrobků či služeb. Jistě všichni známe rčení spokojený pracovník - dobrý pracovník, které nezvniklo z neopodstatněného důvodu.

## 1.2 Ergonomický program

Ergonomické programy se staly velmi využívaným a populárním nástrojem zlepšování pracovního procesu. Ergonomické programy vznikly za účelem zlepšování kvality, ale začaly se využívat i v oblasti ergonomie. Pomáhají zlepšit pohodlí a psychickou pohodu zaměstnanců. S jejich pomocí lze minimalizovat nebo postupně odstraňovat rizikové faktory, které mají negativní dopad na zdraví pracovníků.

Ergonomický program je sled postupných činností, které v závěru vedou ke konkrétnímu řešení či návrhu:

- 1) **Zjištění ergonomických problémů na pracovišti:** Mezi tyto problémy patří například: typ, monotónost a opakování pohybů při práci, nedostatečné osvětlení při provádění pracovní činnosti, prašnost, nevyhovující teplota a vlhlost vzduchu, nedostatečný prostor pro prováděnou činnost, vibrace vznikající při práci s ručními nástroji atd.
- 2) **Zvolení metody řešení:** Tenzonometrie, EMG, videozáznamy, metody pro hodnocení časových faktorů práce, dotazníkové metody, sledování pomocí ukazatelů.
- 3) **Návrh řešení:** Návrh takového inovativního opatření na základě výsledků měření, které eliminuje chybovost, zvyšuje kvalitu a kvantitu vyráběných produktů, vytváří optimální podmínky ve výrobě a předchází vzniku nemocí z povolání.



Obrázek 1.1: Demingův cyklus upravený pro uplatnění v ergonomii [2]

### 1.3 Zásady postupu při posuzování pracovní polohy

Ergonomická studie začíná tím, že se nejprve popíše a zhodnotí dispozice a uspořádání pracoviště. Z tohoto popisu a z charakteru provádění pracovní činnosti vyplývá pracovní poloha operátora a pro zhodnocení tohoto kritéria je zvolena metodika hodnocení pracovní polohy (viz. 1.3.1). Nežli bude, již zmíněná metodika představena, je nutné definovat si pár důležitých pojmů jako statická a dynamická práce, popis uspořádání pracoviště a vybavení pracoviště.

**Definice statické a dynamické práce:** V obou případech se jedná o práci svalů při tělesné práci. Rozhodujícím kritériem pro posouzení zda se jedná o práci dynamickou či statickou změna délky svalu a jeho napětí. U práce statické se nemění délka svalu, ale zvyšuje se napětí a u práce dynamické je to přesně naopak, mění se délka svalu nikoliv napětí.

**Popis uspořádání pracoviště:** Pracovní prostředí musí být přizpůsobeno pracovníkovi, který se v něm pohybuje. Dostatečný pohybový prostor je velice důležitý a nezbytný pro vykonávání pracovní činnosti. Pro každého člověka pohybujícího se v pracovním prostoru musí být vymezen prostor o rozloze nejméně 2 m<sup>2</sup>, přičemž šířka této plochy pro volný pohyb nesmí být menší než 1 m.

Při přemístování břemen z jedné strany na druhou musí být šíře pohybového prostoru minimálně 120 cm, při nesení břemene zhruba 114 cm a při zvedání břemene mezi 75-85 centimetry. Šířka volného prostoru při zvedání břemene závisí na tom, v jaké výšce je břemeno umístěno.

Veškeré informace potřebné pro vykonávání činnosti by měli být vidět ze základní polohy pracovníka.

Taktéž je to i s nejpoužívanějšími předměty potřebnými pro pracovní činnost, měli by být na dosah a neměli by se stávat předmětem nevhodné pracovní polohy.

Samozřejmostí je přihlídnutí k nepříznivým faktorům v podobě mikroklimatu (nepřiměřené teplo či chlad), chemických škodlivin (olovo, azbest), fyzické zátěže (nadměrné přetěžování, častá manipulace s těžkými břemeny, částa jednostranná a monotónní práce), hluku, vybrácím, oionizujícímu záření a prašnosti.

**Vybavení pracoviště:** Je nutné, aby pracovník měl vždy k dispozici pracovní předměty nezbytné pro vykonávanou činnost. Také se řeší otázka vhodně vybraných pracovních prostředků tak, aby usnadňovaly pracovníkům práci a vhodně vybraných ochranných prostředků, které chrání pracovníky před negativními vlivy plynoucími z prováděné činnosti. Například při častém používání pneumatických nástrojů je vhodné používat antivibrační rukavice, aby se předešlo jakékoliv nemoci z vibrací.

Pracoviště, které je nedostatečně osvětleno zvenku, by mělo být vybaveno interním osvětlením.

Při převaze charakteru práce vsedě pracoviště musí obsahovat vhodnou židli s nastavitelnou polohou. Pokud charakter práce vyžaduje časté otáčení (například při linkové výrobě) musí k tomu sedadlo být uzpůsobeno.

Pokud je převaha práce ve stoje, musí být také pracoviště vybaveno židlí sloužící pro odpočinek.

### **1.3.1 Metodika hodnocení pracovní polohy**

Na základě pozorování pracovní činnosti a úknů ze kterých se činnost skládá hodnotíme:

- 1) Úhel pod jakým se sledovaná část těla nachází při pracovním úkonu.
- 2) Síla vynaložená k vykonání činnosti po směnu.
- 3) Doba setrvání v pracovní poloze.
- 4) Stabilita při pracovní poloze.
- 5) Dobu vyměřenou na odpočinek.

### **Používané metody pro hodnocení:**

- 1) Videozáznam – pohybová studie
- 2) Metody RULA, REBA, OWAS, ART Tool
- 3) Elektrogoniometrie

**Závěrečné zhodnocení rizika u faktoru pracovních poloh podle nařízení vlády č. 361/2007 sb. v platném znění:** stanovuje podmínky ochrany při práci. Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské Unie. Týká se definicí rizikových faktorů pracovních podmínek. Jejich členěním metodami a způsobem jejich zjišťování a hygienickými limity. Upřesňuje podmínky poskytování OOPP.

Toto nařízení vlády obsahuje základní členění rizikových faktorů pracovních podmínek:

**1) Mikroklimatické podmínky se člení na:**

- Zátěž teplem
- Zátěž chladem

**2) Chemické faktory se člení na:**

- Obecné
- Olovo
- Prach (doplněno novelou č.68/2010 Sb.)
- Chemické karcinogeny
- Mutageny
- Látky toxické pro reprodukci
- Azbest
- Procesy s rizikem chemické karcinogenity

**3) Biologické činitele se člení na skupiny fyzické zátěže:**

- Celkovou fyzickou zátěž
- Lokální svalovou zátěž
- Pracovní polohy
- Ruční manipulaci s břemeny

**4) Fyzikální faktory se člení na:**

- Hluk
- Vibrace
- Neionizující záření
- Ionizující záření



## 1.4 Oblasti dalšího využití ergonomie

Ergonomie má širokou škálu oblastí, ve kterých se využívá. Lze je shrnout do čtyř základních oblastí, které jsou níže popsány.

**Racionalizaci práce** – Racionalizací rozumíme zdokonalování fyzické a duševní lidské činnosti metodami zajišťujícími efektivnější postupy výsledky práce. Cílem ergonomické racionalizace je:

- 1) Skloubit výsledky vědy a techniky v pracovním procesu s možnostmi člověka tak, aby materiální, finanční a pracovní zdroje byly co nejlépe využity.
- 2) Vytvořit pro člověka co nejpříznivější podmínky v pracovním procesu tak, aby jeho zdraví nebylo poškozováno, ale naopak posilováno.
- 3) Vychovávat a vzdělávat člověka tak, aby dosahoval co nejvyšší profesionality ve své profesi. [3]

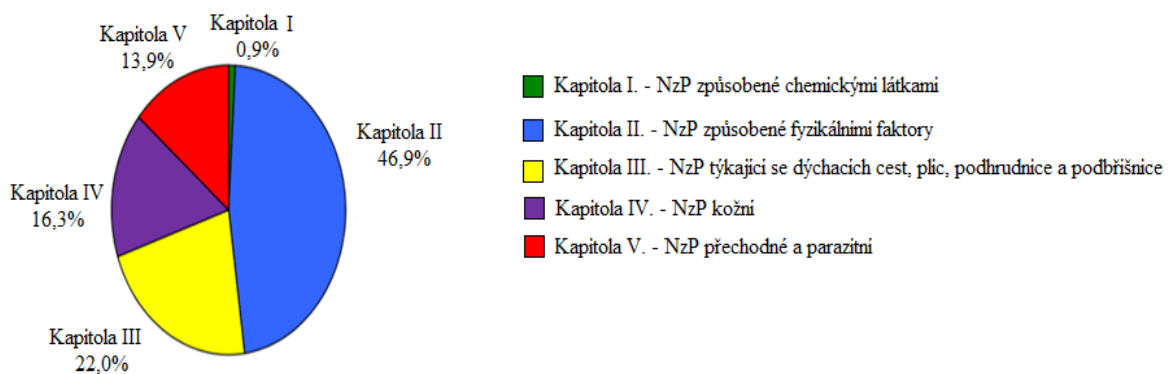
**Projektování** – Hlavním úkolem projektování pracovišť je skloubit vztah mezi člověkem a pracovištěm, pracovním prostředím, pracovním postupem a pracovními prostředky.

**Design** – Zde se řeší otázka co nejlepšího tvaru nástrojů, konstrukce strojů nebo předmětů využívaných ať už v práci či ke každodennímu použití, tak aby využívání bylo optimální a co nejbezpečnější pro obsluhu. Pokud společnost projektuje modernizaci prostor a výrobních zařízení, stojí před ní výběr technologických zařízení. V dnešní době nám trh nabízí obrovskou škálu možností, ze kterých se můžeme rozhodovat a právě konstruktér by měl mít rozhodující slovo ve výběru zařízení na jisté ergonomické úrovni. Konstruktér musí zvážit všeskeré možnosti. Zda svým výběrem usnadnil práci obsluhy, zda předpokládané pracovní polohy jsou fyziologické, zda se sníží fyzická námaha a jestli vybrané výrobní zařízení není zdrojem škodlivin či případných úrazů a následků na lidském zdraví. Vybírá se podle technického, ekonomického a ergonomického hlediska, které by v dnešní době mělo být rovnocenné v souladu s technickým a ekonomickým.

**Bezpečnost práce** – BOZP neboli bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci se skládá z celého pásma oblastí, které zahrnují například nemoci z povolání, ergonomii, hygienu práce, školení pracovníků, organizaci práce a bezpečnostní značení. V bezpečnosti práce se řeší nápravná opatření (stanovené předpisy a zaměstnavatelem), aby bylo zabráněno jakémukoliv ovlivňování zdraví zaměstnanců.

## 1.5 Nemoci z povolání

Charakteristikou dnešního pojetí ergonomie je snaha a možnosti vytvořit takové pracovní podmínky pro člověka, které ho respektují po všech stránkách a berou ohledy na limity jeho výkonnosti, dané fyzickou, mentální a motorickou kapacitou. Výsledkem by mělo být v ideálním případě, zajištění potřebného komfortu pro práci. Hlavní a aktuální otázkou dnešních ergonomických studií je včasná prevence zdravotních rizik znající souvislost bezpečností práce, rovněž také možnost předcházení nemocí povolání, které se ukazují jako aktuální problém současného světa práce.



Obrázek 1.2: Nemoci z povolání v ČR hlášené v roce 2013 [4]

Pro náš předmět zkoumání hodnocení pracovních podmínek a jejich dopadu na zdraví pracovníků je stěžejní kapitola II. Do níž se zařazuje celá řada fyzikálních faktorů. Patří sem například nemoci způsobené nejčastěji dlouhodobou prací s vibrujícími nástroji (vazoneuróza, artróza, aseptická nekróza, syndrom karpálního nebo kubitálního tunelu), kochleární vada sluchu způsobená nepřiměřeným hlukem, sekundární Raynaudův syndrom prstů rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními, poškození kolenního menisku či nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Nemoci z povolání se zaznamenávají do Národního registru nemocí z povolání, ze kterého vycházejí předchozí data. Pro zařazení do registru je nutný vylněný formulář „Hlášení o uznání - nemoci z povolání - ohrožení nemocí z povolání“ a následné schválení nemocí z povolání Střediskem nemocí z povolání. Do registru vstupují všechny uznané nemoci z povolání vzniklé na území ČR, bez ohledu na státní občanství nemocného.

### **1.5.1 Prevence nemocí z povolání**

Prevence nemocí z povolání má za úkol eliminovat jejich vznik a rozvoj. Prevence se člení na primární, sekundární a terciální podle stádia onemocnění.

**Primární** – Jde o takovou prevenci, která má zabránit vzniku nebo co nejvíce omezit rizikové faktory, které působí při práci.

**Sekundární** – Je stádium prevence, které se používá k odhalování a odstranování rizikových faktorů, které již negativně působí na pracovníka, ale v lehčí formě, kdy se nemoc z povolání může ještě zvrátit.

**Terciální** – Je nejzávažnějším stádiem prevence. Zde je nutností okamžité nastolení preventivního opatření, které zastaví šířící se a rozvinutou nemoc z povolání. Typickým příkladem je přeřazení pracovníka na jinou pozici, která nebude negativně poškozovat jeho zdraví a podporovat již rozvinutou nemoc z povolání.

Prevence se dále člení na technologickou, organizační, technickou, na zdravotnickou prevenci a na prevenci spočívající v používání ochranných prostředků.

**Technologická** – Tato prevence nachází uplatnění především při zákládání nových podniků. Technologická prevence především spočívá v ergonomickém uspořádání pracoviště.

**Technická** – Technická prevence slouží například k eliminaci škodlivin, které nepříznivě působí na pracovníky. Nedílnou součástí této prevence je i technická údržba.

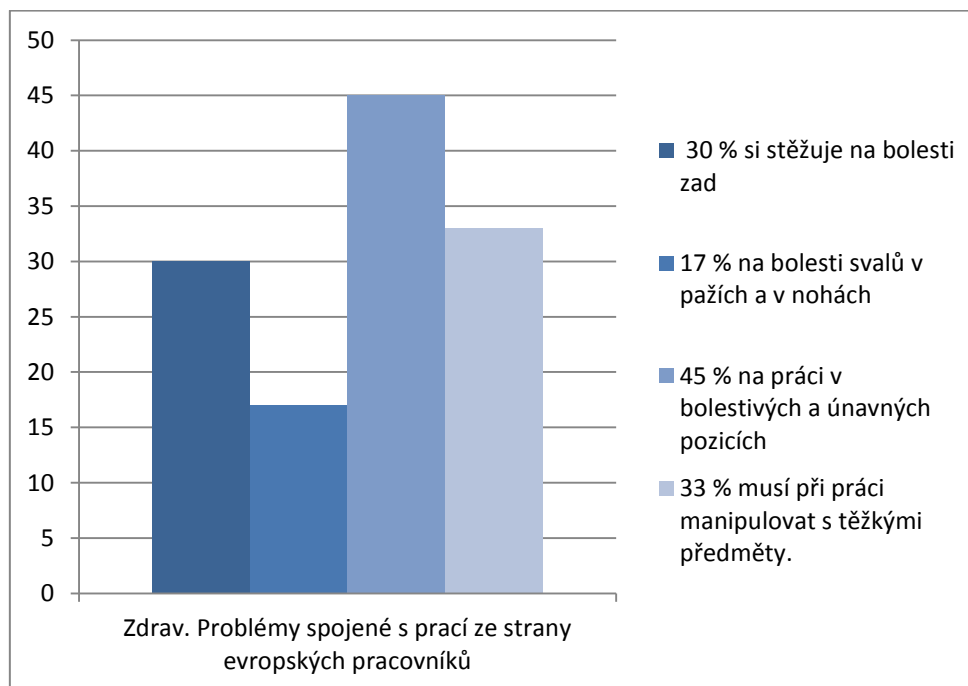
**Organizační** – Do této prevence spadá školení pracovníků, ochrana zdraví na pracovišti a nahrazení nebezpečných pracovních činností bezpečnými.

**Zdravotnická** – Tato prevence týká lékařských prohlídek. Vstupní lékařská prohlídka, která odhaluje způsobilost pracovníka. Pravidelná lékařská prohlídka, která slouží k odhalování počínající nemocí z povolání a výstupní lékařská prohlídka.

**Používání ochranných prostředků** – Tato prevence pracovníky chrání před působením negativních rizikových faktorů. Například při nadměrném hluku musí mít pracovník k dispozici sluchátka chránící jeho sluch.

### 1.5.2 Muskuloskeletární poruchy (MSD)

**MSD:** Jedná se o onemocnění podpůrně pohybového aparátu. MSD je nadřazené slovo zahrnující onemocnění nervů, svalů, šlach a opěrných nosných struktur jako jsou meziobratlové ploténky. Následkem mohou být dlouhotrvající onemocnění či trvalé následky. MSD je globálním problémem celého světa. Zaměřením na Evropu bylo zjištěno, že MSD spojený s prací je běžněhlašeným jevem evropských pracovníků.



Tabulka 1.1: Zdravotní problémy spojené s prací ze strany evropských pracovníků

Tabulka 1.1 byla vytvořena pro lepší představení situace na evropském kontinentu ze statistik, čerpaných ze zdroje [5]. Z tabulky je zřejmé, že 30% evropských pracovníků si stěžuje na časté bolesti zad, pro představu je to ročně okolo 44 milionů evropských pracovníků. Dalších 17% si stěžuje na bolesti svalů v pažích a v nohách. Největší procento (45%) si stěžuje na práci v bolestivých a únavných pozicích a 33% musí při práci manipulovat s těžkými předměty. Zdravotními problémy se zde myslí, jak nepohodlí, tak i závažnější zdravotní problémy vyžadující pracovní dlouhodobou či krátkodobou pracovní neschopnost.

Vhledem k zadanému tématu bakalářské práce, ve které se zabýváme studií pracovní činnosti při ruční montáži lopatek, jsou MSD poruchy prioritní. Neboť náplň zkoumaných pracovních činností MSD poruchy způsobuje.

## 2 Charakteristika práce při ruční montáži lopatek parních turbín

Tato bakalářská práce se uskutečňuje ve spolupráci s firmou Doosan Škoda Power. Základní kámen této společnosti položil v roce 1859 hrabě Valdštejn, který založil původní strojařskou dílnu. V roce 1869 tuto firmu koupil Emil Škoda. Přelom ve výrobě nastal roku 1904, tehdy se společnost začala ubírat směrem, který si drží dodnes. Byla totiž vyrobena první parní turbína systému Rateau o výkonu 412 kW. O 7 let později původní systém Rateau byl nahrazen vlastním designem Škoda. V letech 1945-1992 nastal nárůst a rozšíření výroby. Začaly se vyrábět parní turbíny od 110 MW až po 1000 MW, které nacházely uplatnění v jaderných elektrárnách. V roce 1993 došlo k privatizaci a začala vznikat dceřinná společnost v rámci ŠKODA a.s.. Roku 1998 vznikla Škoda Energo jako náhlednice sloučených firem ŠKODA CONTROLS s.r.o., ŠKODA ELEKTRICKÉ STROJE s.r.o., ŠKODA ETD s.r.o. a ŠKODA TURBÍNY s.r.o. Roku 2004 byla společnost přejmenována z Škoda Energo na ŠKODA POWER s.r.o. Následující rok se firma rozšířila do Indie, kde vznikla dceřinná společnost ŠKODA POWER India Pvt. Ltd. Nám známý název DOOSAN ŠKODA POWER získává společnost až v roce 2012.

### 2.1 Představení firmy Doosan Škoda Power

Doosan Škoda Power je významným dodavatelem moderních technologií, komponentů a služeb v oblasti projektování a výroby energetických zařízení, uvádění do provozu, retrofitů stávajících kapacit a dlouhodobého servisu jak zařízení vlastní konstrukce, tak i vybraných výrobců. Nabízí zákazníkům široké spektrum technicky a technologicky progresivních a ekonomicky příznivých řešení projektů, které využívají komponentů vlastního designu ŠKODA – parních turbín, kondenzátorů a tepelných výměníků. Společnost v sobě spojuje bohatou tradici, zkušenosti a profesní znalosti s inovativními přístupy v řízení projektů a kvality a sešpičkovým technickým KNOW-HOW. Výzkumné a vývojové společnosti umožňují rozvíjet dnešní produkty a jsou zárukou rozvoje produktů budoucích. [6]



**Doosan Škoda Power**

Obrázek 2.1: Logo firmy [7]

## 2.2 Základní charakteristika pracovišť

Jedná se o výrobní a montážní halu s třisměnným provozem o celkové rozloze 32265 m<sup>2</sup>. Pro bakalářskou práci bylo po konzultaci s Ing. Michalem Dyntarem, Ph.D, vybráno jedno pracoviště s názvem MZAM4, kde probíhají různé montážní činnosti. Pro tuto bakalářskou práci byly vybrány dvě montážní činnosti: zatemování čípků oběžných lopatek a zalopatkování rotoru. Na tomto pracovišti se obvykle pohybuje při ranní směně 5 pracovníků a při odpolední a noční směně 2 pracovníci. Tuto práci vykonávají operátoři- muži. Z důvodu fyzické náročnosti montáže jsou to muži mladí a fyzicky zdatní.



Obrázek 2.2: Temování čípků oběžných lopatek



Obrázek 2.3: Zalopatkování rotoru

### 2.2.1 Popis pracoviště MZAM4

**Pracovníci** -uplatňuje se práce více lidí na jednom místě z důvodu střídání operátorů, neboť práce je velmi fyzicky náročná. Například u zatemování čípků dochází k opakovanému úderu kladivem, když se pracovník cítí unavený, vystřídá ho druhý.

**Pracoviště** - Prostředí je čisté, dobře osvětlené s minimální prašností. Jednotlivá pracovní stanoviště jsou žlutě ohraničená. Mezi nimi jsou uličky pro průchod.

Do žlutého pásma nesmíte vkročit bez ochranné helmy, brýlí a pracovní obuvy. Dodržování postupů BOZP je prioritní záležitostí v provozu Doosan Škoda Power.

**Pracovní prostor** - Pracuje se převážně ve stoje, ale záleží na potřebě a velikosti zakázky, jejíž provedení může vyžadovat střídání poloh. Například u rotorů větších rozměrů nasazování lopatek vyžaduje časté ohýbání.

**Pracovní proces** – Jedná se o manuální práci. Jelikož se jednotlivé úkony provádějí ručně s pomocí ručního náradí, je tato práce časově náročná.

**Pracovní prostředky** - Převažuje zde práce s převahou práce s ručním náradím. K dispozici mají operátoři veškeré náradí, potřebné k vykonání práce. Jelikož se jedná o práci fyzicky velice náročnou, která je spojena s výskytem zdravotních rizik, musí zaměstnavatel zajistit alespoň částečné snížení a větší komfort pro práci potřebný. K dispozici má operátor ochranné pomůcky. V případě temování čípků a olopatkování rotoru se jedná o antivibrační rukavice, boty s kovovou špičkou, brýle a sluchátka, ochranné helmy.

## 2.3 Definice práce operátora

Na základě popisu z předchozích kapitol vyplývá, že ergonomická studie byla provedena na jednom pracovišti. Uvedené pracoviště slouží svým základním vybavením pro montáž lopatek parních turbín. Způsob montážních prací se může měnit z důvodu velikosti průměru hřídele, velikosti a počtu lopatek a typem dokončovacích operací. Studie ergonomických aspektů se bude týkat posouzení jediného pracoviště, ale dvou pracovních operací. Jedná se o temování čípků a zalopatkování rotoru. Obě dvě operace jsou charakteristické druhem pracovní činnosti, dané montážním postupem. Společným rizikovým faktorem obou pracovních operací je nevhodná pracovní pozice horních končetin operátora a čas prováděných úkonů. Rozdílnost těchto pracovních činností spočívá v tom, že u zalopatkování rotoru se jedná o manipulaci s těžkými břemeny.

### 2.3.1 Popis montážní práce – Temování čípků

Dříve, než bude popsán technologický postup při temování, je důležité si říci několik základních pojmů, které se v technologickém postupu objeví.

**Temování** - Je ztužování nýtovaného spoje se provádí pro dosažení těsnosti.

**Bandáž** – Je to obklad strojních součástí.

**Hlavičkář** – Nástroj pro vytvoření konečného tvaru nýtovaného spoje.

**Tužlík** – Nástroj používaný pro utešnění nýtovaného spoje.



Obrázek 2.4: Ukázka bandáže



Obrázek 2.5: Ukázka hlavičkáře

### Zhotovení nýtovaného spoje s tvarovanými čípký

Provede se ve 2 fázích:

1. Základní roztemování, kdy drží bandáž na lopatkách, a temování pro vyplnění otvoru v bandáži – možno provádět ručně nebo pneumatickým kladivem YOKOTA nebo INGERSOLL
2. Vytvoření hlavy čípku – u kruhových čípků provádět ručně a hranatých možno provádět ručně nebo pneumatickým kladivem YOKOTA nebo INGERSOLL



Obrázek 2.6: Ukázka pneumatického kladiva YOKOTA [8]



V první fázi operátor zahájí temování uprostřed svazku a pokračuje střídavým roztemováním čípků na obě strany ručně pomocí plochého temru, pneumatickým kladivem s tužlíkem s hlavou R50. Pokud není základním roztemováním provedeno řádné přitažení bandáže k lopatce, nesmí operátor zahájit druhou fázi zhotovení hlavy čípku. Přitažení bandáže operátor kontroluje pracovník spárovými měrkami. Přípustná vůle je 0,08 mm do hloubky 3 mm od okraje lopatky a max. 0,04 mm ve vzdálenosti větší než 3 mm směrem k čípku. Měření se provádí spárovými měrkami 0,1 a 0,05 mm. [9]

Po přitažení bandáže je povoleno doražení bandáže na špičkové profily lopatek měděným tužlíkem. Rovnoměrným roztemováním musí materiál čípku vyplnit prostor otvoru v bandáži. Ve druhé fázi operátor vytvaruje hlavu nýtu podle výkresových hodnot na konečný tvar ručně, pomocí kladiva a hlavičkáře a plochého temru na doražení hlavy čípku u válcového čípku a ručního tužlíku hranatého. V případě použití pneumatického kladiva YOKOTA nebo INGERSOLL na hranaté čípky konečný tvar operátor vytvoří pomocí tužlíku s vyleštěnou kulovou hlavou s  $R=200$  mm. [9]

Rizikem a velkým problémem se jeví pracovní pozice operátora při provádění požadované operace. Tato situace je zachycena na obr. č. 2.7, což je typická pracovní pozice při temování. Jedná se pouze o práci s ručním náradím bez použití jakéhokoliv automatu.

Při této práci se obvykle střídají dva a více pracovníků z důvodu velké fyzické náročnosti. Sřídání pracovníků je na nich samotných, pokud se jeden pracovník cítí unavený, vystřídá ho druhý. Uvedená fyzická náročnost je dána roztemováním čípků ručně pomocí kladiva po dobu celé směny.

Dalším rizikem je práce s kladivem. Úderem kladiva do hlavičkáře vznikají tvrdé vibrace do ruky, která ho drží. Z tohoto důvodu má pracovník k dispozici antivibrační rukavice, které vibrace minimalizují, avšak neodstraňují úplně. Z těchto vibrací znikají zdravotní potíže, na které operátoři na tomto pracovišti poukazují.

Dalším rizikem je situace, kdy dojde k odštípnutí hlavičkáře. Tento úlomek může poranit oči. Z toho důvodu musí mít pracovník ochranné brýle. Na obrázku 2.7 pracovník pouze pózuje pro ukázkou nevhodné pracovní pozice, proto nemá rukavice ani brýle.



Obrázek 2.7: Pracovník provádějící temování

### 2.3.2 Popis montážní operace: Zalopatkování rotoru

Součástí olopatkování rotoru dle výkresu a kusovníku příslušného TPV je vyčistit a připravit lopatky k montáži. Drážky pro lopatky musí operátor ogrotovat a vyčistit. Vdrážkách musí být zaraženy pojistné kolíky. Operátor musí připravit pracoviště pro frézování klínů včetně přípravků. Dále musí připravit lešení pro lopatkování. Pracovník musí mít závěs lopatky, která je zasunuta do drážky v kole kolmo dolů, přibližně ve výši očí. Toto pravidlo se týká lopatek s hmotností 8-10 kg. Zde je nutné podotknout, že na uvedeném pracovišti probíhá montáž lopatek různé velikosti a hmotnosti.

Od „malých“ až po velké lopatky o hmotnosti 50 kg. Pro představu o velikosti lopatek, lopatky na obrázku 2.8 Váží okolo 50 kg. [9].



Obrázek 2.8: Lopatky rotoru

**Lopatkování** – Obežné lopatky operátor postupně namontuje do drážek dle váhového rozpisu. Plocha šíře nožky musí být po zajištění v kole přesně v rovině s šíří věnce kola na vstupní straně. Pojistné plechy a klínky se nasunou.

Při zajišťování lopatek klínky operátor vždy rotor natočí tak, aby lopatka, která se bude zajišťovat, byla v poloze kolmo dolů, u lopatek s hmotností cca pod 8-10 kg je možno lopatky nasouvat v poloze lisem nahoru. Operátor nasune klínek z obou stran lopatky a zjisti přesah. [9]

Lopatky během klínování musí být v radiále. Klínky se líčují (úběr na frézce) s přesahem na tah dle výkresu, úběr na klínku operátor provádí postupně, aby nedošlo k nadměrnému přebrání materiálu a klínek by byl nevyhovující. R2 na klínku se dohotoví zámečnický. Provede se kontrola ax. Ustavení. Ustavení lopatky operátor zajistí stejným naražením klínku z obou stran. Naražení je možno provádět ručně, kladivem a tužlíkem, nebo pneumatickým kladivem se spec. tužlíkem. Po doražení klínku se ohnoupojistné plechy a celek se zkontroluje. [9]



Obrázek 2.9: Nevhodná pracovní pozice při lopatkování

Následující obrázek ukazuje nevhodnou pracovní pozici při olopatkování. Při náražení klínku opět vznikají tvrdé vibrace stejně jako v případě temování. Používají se stejné ochranné pomůcky (brýle, antivibrační rukavice). Dále lopatky vážící okolo 50 kg se nasazují dvěma pracovníky, kteří se musí ohnout, uchopit lopatku a nadzvednout do výšky cca 2 metrů a nasadit.

### 3 Aplikace vhodných ergonomických metod

Předmětem zkoumání ergonomie je vztah člověk – stroj – pracovní prostředí. Je nutné dosáhnout vzájemné vyváženosti mezi člověkem strojem a pracovním prostředím, takzvaně vytvořit vhodné pracovní podmínky pro člověka, aby nedocházelo k nadměrné psychické či fyzické zátěži. Pracovní místo musí být upraveno pracovníkovi, tak aby mu vyhovovalo z ergonomického hlediska. Špatné uspořádání pracoviště a přetěžování pracovníků má negativní vliv jak na produktivitu, tak i na psychickou pohodu a zdraví pracovníků, které může vyústit až k nemoci z povolání. Z tohoto důvodu se zavádějí a využívají ergonomické metody, které se používají ve výrobních i nevýrobních prosech.

Po konzultaci s Ing. Václavou Pokornou byly vybrány dvě metody RULA a ART Tool. Tyto dvě metody budou aplikovány na výše popsané montážní činnosti (temování čípků a olopatkování rotoru). Výsledek těchto metod ukáže, zdali se jedná o nevhodné pracovní pozice. Pokud ano bude v závěru navrženo inovativní opatření, které by mělo tyto pozice a jejich dopad na lidské zdraví eliminovat.

#### 3.1 Rula (Rapid Upper Limb Assessment)

Rapid Upper Limb Assessment v překladu znamená rychlé hodnocení horních končetin. Metoda je nástroj pro hodnocení zátěže celého těla se zvláštním zaměřením na krk a horní končetiny. Výsledným výstupem této metody je určité skóre, které udává, jak moc je potřebné provést změny. U této metody se nejprve pozoruje práce operátora a vybírají se rizikové polohy jednotlivých částí těla, které se pak hodnotí. Tyto polohy se následně zaznamenají a bodově ohodnotí s ohledem na odklonění od neutrální polohy. Výstupem je výsledné skóre rozlišené písmeny A, B, C, D. Skóre A - je hodnocení paže, zápěstí a předloktí. Skóre B hodnotí krk, trup a dolní končetiny. Skóre C je skóre A spolu se zátěžovým skóre a skóre D je skóre B plus zátěžové skóre.

#### Celkové hodnocení:

**Kategorie 1** – Do první kategorie spadají výsledky skóre 1-2, což znamená, že se jedná o dostačující práci, pokud není vykonávána dlouhodobě.

**Kategorie 2** – Sem spadají výsledky se skórem 3-4, při kterých je nutno dále hodnotit situaci a navrhnout změny.

**Kategorie 3** - Skóre 5-6 znamená nutné a okamžité vykonání úkonů vedoucí ke změnám.

Urgentní požadavek na provedení změn.

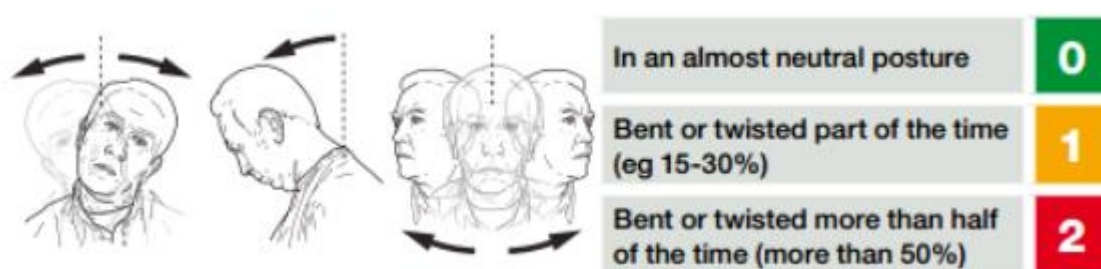
**Kategorie 4** = Skóre 7 signalizuje nutné a pohotovostní zastavení pracovní činnosti.

### 3.2 ART Tool (assessment of Repetitive Task of the upper limbs)

Tato metoda byla vytvořena za účelem zkoumání horních končetin. Využívá se při pracovních úkonech, kde se pohyby horních končetin neustále opakují (každou minutu a častěji, nebo alespoň 1x-2x do hodiny).

#### Metoda se dělí na 3 části:

- 1) Průvodce hodnocení: Obsahuje informace o rizikových faktorech a jejich následné zhodnocení. Na obrázku je ukázán rizikový faktor polohy krku a barevně označené možnosti.



Obrázek 3.1 Hodnocení rizikové polohy krku s hodnocením [10]

- 2) Vývojový diagram: Je to velice snadný pomocník při provádění této metody. Po aplikaci diagramu na vybrané operace, jsou výstupem barvy, které se dále použijí ve skore listu.
- 3) Formulář a skore list: Formulář obsahuje základní informace o pracovní činnosti. Skore list se vytváří zvlášť pro pravou a levou horní končetinu. Zapiší se do něj body rizikových faktorů a přiřadí se barvy.

#### Rizika podle barev:

- 1) Zelená: nízké riziko
- 2) Žlutá: střední riziko
- 3) Červená: vysoké riziko

Podle barev se pozná míra rizika. Postupování při odstraňování rizika je od červené ke žluté. Pokud skore nejde odstranit či snížit jenutné ho alespoň minimalizovat riziko například vhodných školením.

### 3.3 Aplikace metody RULA na montážní operaci temování čípků

#### 3.3.1 Stanovení skóre pro horní končetiny

Bodovým ohodnocením polohy paže, předloktí a zápěstí pravé a levé horní končetiny zvlášť, byly získány vstupní hodnoty, podle nichž se v tabulce 3.1 stanoví výsledné skóre A. Výsledné skóre A v červeném kroužku je pro pravou horní končetinu. Bodová hodnocení pravé a levé horní končetiny jsou obsaženy v příloze 1,2.

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
		neutrál. poloha	odklonění	neutrál. poloha	odklonění	neutrál. poloha	odklonění	neutrál. poloha	odklonění
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

Tabulka 3.1: Stanovení skóre pro pravou horní končetinu [11]

#### Pravá horní končetina

Výsledné skóre A = 4

Skóre C = skóre A + skóre svalové + skóre zátěžové = 4+1+1= 6

#### Levá horní končetina

Analogicky postupujeme při hodnocení levé horní končetiny (viz. Příloha 3), kde výsledná skóre jsou:

Skóre A = 3

Skóre C = 5

**Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny** – Bodovým ohodnocením polohy krku, trupu a dolních končetin (viz. příloha 4) byly opět získány vstupní hodnoty pro získání výsledného skóre B (v červeném kroužku) podle tabulky 3.2.

	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou	
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	8	9	9	9	9	9

Tabulka 3.2: Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny [11]

Výsledné skóre B = 2

Výsledné skóre D = skóre B + skóre svalové + skóre zátěžové = 2+1+1= 4

**Celkové skóre**- Získáme z tabulky 4.3 podle Skóre D a skóre C.

Celkové skóre										
Skóre C	Skóre D									
	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	

Tabulka 3.3: Stanovení celkového skóre podle skóre C pravé horní končetiny a skóre D [11]

Výsledná hodnota celkového skóre pro pravou horní končetinu a trup je 6.

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

Tabulka 3.4: Stanovení celkového skóre podle skóre C levé horní končetiny a skóre D [11]

Výsledná hodnota celkového skóre pro levou horní končetinu a trupu je 6.

Hodnota celkového skóre vyšla stejná, pro zatížení pravé i levé horní končetiny.

Avšak obě tyto hodnoty spadají do kategorie 3, kdy je nutné okamžitě vykonat úkony, které povedou ke změnám.

### 3.4 Aplikace metody RULA na montážní operaci olopatkování rotoru

Při montážní operaci olopatkování rotoru se zaměříme na část montážní práce, kdy operátoři postupně namontovávají lopatky do drážek. Analytická metoda RULA bude aplikována na krajní polohupři nasazování lopatek do drážek

Při určování jednotlivých skóre budeme postupovat opět bodovým ohodnocením jednotlivých částí těla. Postup je obsažen v příloze 5,6,7. K získání výsledného skóre použijeme stejnou tabulku jako v případě temování čípků (viz. příloha 8,9,10).

Stanovení skóre pro horní končetiny	Pravá horní končetina	Levá horní končetina
Skóre A	4	4
Skóre C	6	6

Tabulka 3.5: Výsledné skóre pro horní končetiny



Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny	Krk, trup, chodidla
Skóre B	2
Skóre D	4

Tabulka 3.6: Výsledné skóre pro krk, trup a dolní končetiny

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

Tabulka 3.7: Stanovení celkového skóre podle skóre C horní končetiny a skóre D [11]

Celkové skóre = 6

Hodnota celkového skóre vyšla stejná, pro zatížení pravé i levé horní končetiny.

Tato hodnota spadá do kategorie 3, kdy je nutné okamžitě vykonat úkony, které povedou ke změnám.

### 3.5 Aplikace metody ATR Tool na montážní operaci temování čípků

#### 3.5.1 Formulář pro popis úlohy

V první řadě je nutné vyplnit formulář pro popis úlohy. Obsahuje popis činnosti, zdali se posuzují obě horní končetiny či jen jedna z nich, použité nářadí, opakování činnosti, a rotace. Formulář též obsahuje znázornění přestávek. Modře je znázorněná pracovní činnost a bíle přestávky.

Na tuto činnost jsou k dispozici dva pracovníci z důvodu velké fyzické námahy, takže když má přestávku jeden, vystřídá ho druhý. V době přestávky je pracovník samozřejmě v případě potřeby k dispozici tomu druhému. Ranní směna začíná v 6:00 a končí v 14:00.

Přestávky jsou zhruba po půl hodině, samozřejmě pokud se pracovník cítí unaven, může požádat o vystřídání dříve.

### **Formulář pro popis úlohy**

**Jméno hodnotitele:** Nikola Skřivanová

**Datum:** 9. 3. 2015

**Název firmy:** Doosan Škoda Power

**Název činnosti:** Temování čípků

**Popis činnosti:** Základní roztemování a vytvoření hlavy čípku

**Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?**

Méně než 2 kg.

**Která horní končetina je více využívána?** Pravá, Levá, Obě

**Jaké ruční nářadí je používáno?**

Kladivo

**Jak často je činnost opakována?** Každých 10 sekund

**Zobrazení přestávek ve směně:**



První hodina

**Jak dlouho pracovník vykonává činnost**

- **Bez přestávky:** cca 30 minut
- **V typickém dni (Nepočítat přestávky):** 7 hodin

**Jak často vykonává úkol:** Záleží na počtu zakázek.

**Jak často je úkol prováděn v rámci organizace?** Opět záleží na počtu zakázek

**Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů?** Ano, Ne

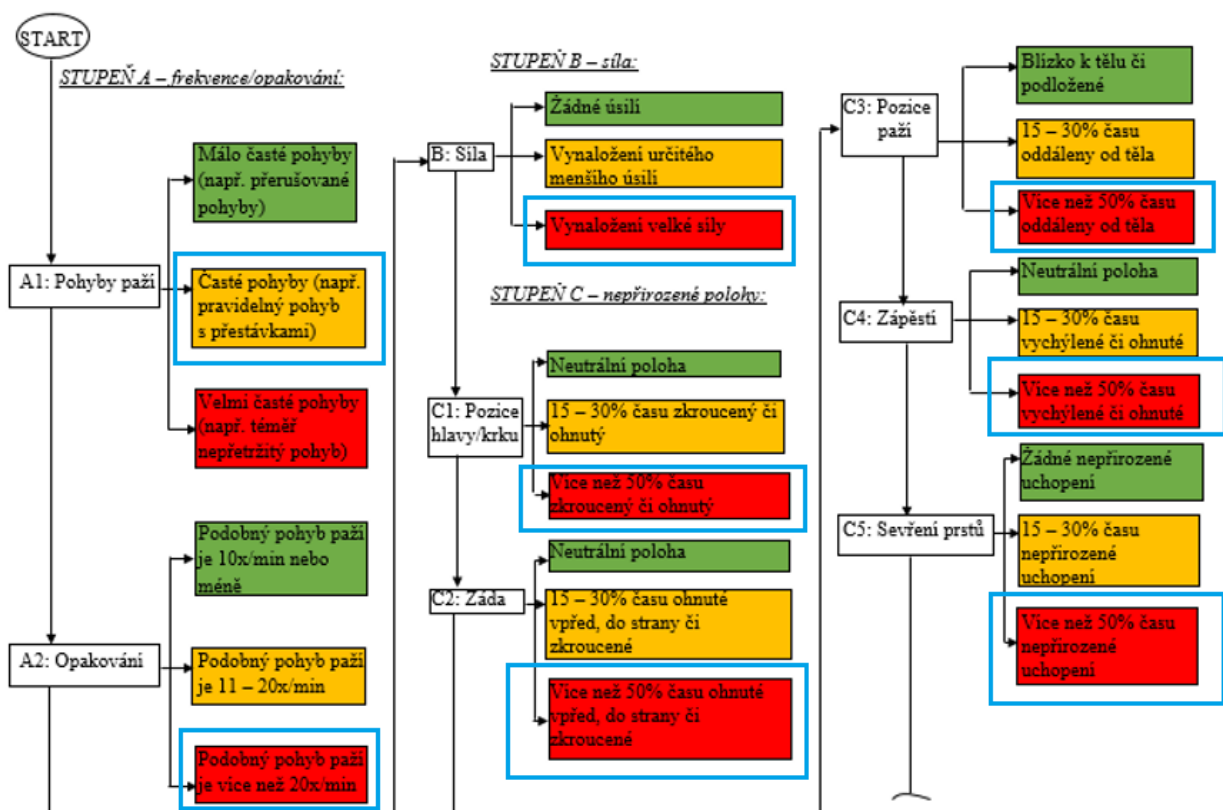
**Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:**

Obrázek 3.2: formulář pro popis úlohy temování čípků

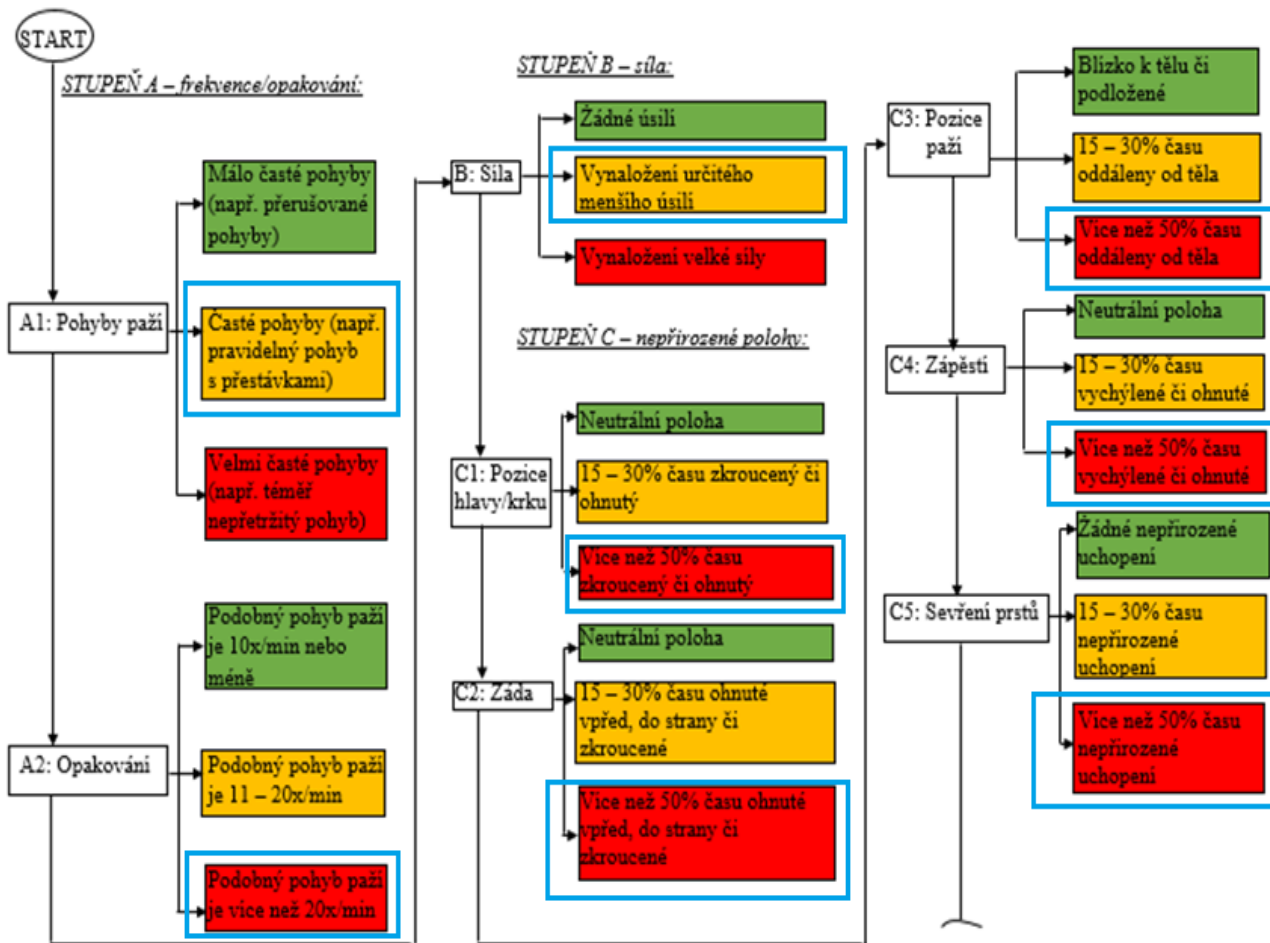
### 3.5.2 Vývojový diagram

Jak už je zmíněno v podkapitole 3.2 posuzuje se pravá a levá ruka zvlášť na základě výchozího vývojového diagramu. Vývojový diagram je rozdělen na čtyři stupně A, B, C, D. Stupeň A se dělí na A1 (pohyby paže) a na A2 (opakování pohybu). Stupeň B značí sílu, která byla vynaložena rukou. Nepřirozené polohy obsahuje stupeň C a to konkrétně krku (C1), zad (C2), pozice paží (C3), zápěstí (C4) a sevření prstů (C5). Posledním stupněm je D, který se člení na D1 (délka činnosti bez přestávky), D2 (pracovní tempo), D3 (ostatní faktory, kterými se myslí například vibrace, vlhkost, špatně řešené osvětlení, využití ruky jako pracovního náradí) a na závěr D4 (trvání činnosti po celou pracovní dobu). U každé možnosti u stupně D4 je k dispozici násobitel, který se využívá u závěrečného výpočtu.

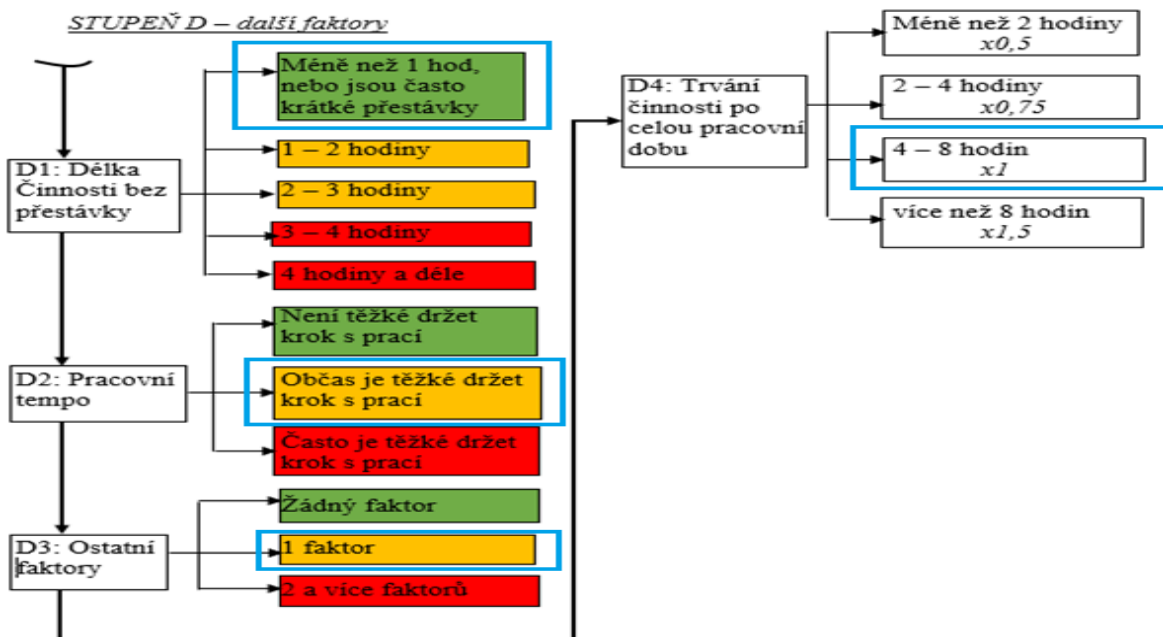
Na obrázku 3.2 je diagram pro skóre A, B, C pro pravou horní končetinu a na obrázku 3.3 pro levou horní končetinu. Skóre D je vyobrazeno na obrázku 3.4. Vývojový diagram pro skóre D je stejný pro pravou i levou horní končetinu. Možnosti odpovídající pracovní činnosti temování čípků jsou v modře označených rámečcích.



Obrázek 3.3: Vývojový diagram skóre A, B, C pro pravou horní končetinu [10]



Obrázek 3.4: Vývojový diagram skóre A, B, C pro levou horní končetinu [10]



Obrázek 3.5: Vývojový diagram skóre D pro pravou i levou horní končetinu [10]

### 3.5.3 Průvodce hodnocením

Nyní se na základě barevného hodnocení ve vývojových diagramech (viz. obrázek 3.2, 3.3 a obrázek 3.4) v průvodci hodnocením obsaženého v příloze 12, 13, 14 najde odpovídající bodové ohodnocení pro pravou a levou horní končetinu.

Pro příklad z obrázku 3.2 je patrné, že skóre A1 odpovídá žlutá barva. Podle obrázku 3.5 odpovídá žluté barvě pro pravou horní končetinu bodové ohodnocení číslo 3 (v modrém rámečku).

#### A1 Arm movements

Observe the movement of the arm and select the category that is most appropriate. It is possible to select intermediate scores. Assess both the left (L) and right (R) arm.

		L	R
Arm movements are	Infrequent (eg some intermittent movement)	0	0
	Frequent (eg regular movement with some pauses)	3	3
	Very frequent (eg almost continuous movement)	6	6

Obrázek 3.6: Příklad průvodce hodnocením [10]

### 3.5.4 Skóre list























Bodová a barevná hodnocení pro skóre A, B, C a D se zapíše do skóre listu viz. obrázek 3.6. Průběžné skóre se vypočítá tak, že sečteme  $A1+A2+B+C1+C2+C3+C4+C5+D1+D2+D3$ . Průběžné skóre se následně vynásobí D4 násobitelem a získá se výsledné skóre.

Na základě výsledného skóre se podle tabulky 3.8 zjistí akutnost zavedení změn v dané činnosti.

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

Tabulka 3.8: Tabulka výsledného skóre metody ART Tool [10]

Nízká úroveň značí, že by se měla věnovat pozornost červených a žlutě zbarveným polím ve skóre listu. Pokud je výsledkem střední úroveň znamená to nutnost dalšího pozování a použití jiných metod, avšak ne tak závažné jako u vysoké úrovně, kde je další šetření nevyhnutelné.

Rizikový faktor	Pravá horní končetina		Levá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		3		3
A2 Opakování		6		6
B Síla		12		4
C1 Pozice hlavy/krku		2		2
C2 Pozice zad		2		2
C3 Pozice paží		4		4
C4 Zápěstí		2		2
C5 Sevření prstů		2		2
D1 Délka činnosti bez přestávky		0		0
D2 Pracovní tempo		1		1
D3 Ostatní faktory		1		1
<b>Průběžné skóre</b>		35		27
D4 násobitel		x1		x1
Výsledné skóre		35		27
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 3.7: Skóre list temování čípků [10]

Pro pravou horní končetinu je výsledné skóre 35 a pro levou 27. Oba tyto výsledky spadají do vysoké úrovně, ve které je nutné další šetření.

### 3.6 Aplikace metody ART Tool na montážní operaci Zalopatkování rotoru

#### 3.6.1 Formulář pro popis úlohy

Zalopatkování rotoru se skládá ze dvou částí. Namontování lopatek do drážek a zajištění lopatek klíny. Při aplikaci metody se zaměříme na zajišťování lopatek klíny. Přesný popis této montážní operace je v podkapitole 2.2.2.

#### Formulář pro popis úlohy

**Jméno hodnotitele:** Nikola Skřivanová

**Datum:** 9. 3. 2015

**Název firmy:** Doosan Škoda Power

**Název činnosti:** Zalopatkování rotoru

**Popis činnosti:** Namontování lopatek do drážek a zajištění lopatek klíny

#### **Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?**

Při namontování lopatek do drážek je hmotnost od 8 – 50 kg a při zajišťování lopatek klíny méně než 2kg.

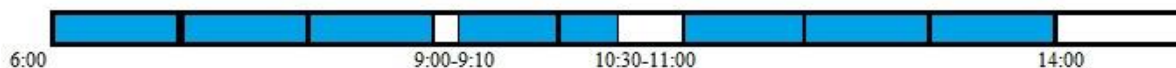
**Která horní končetina je více využívána?**  Pravá,  Levá,  Obě

#### **Jaké ruční nářadí je používáno?**

Kladivo a tužlík nebo pneumatické kladivo se speciálním tužlíkem.

**Jak často je činnost opakována?** Každé 2-3 minuty

#### **Zobrazení přestávek ve směně:**



První hodina  $\longrightarrow$

#### **Jak dlouho pracovník vykonává činnost**

- **Bez přestávky:** cca 3 hodiny
- **V typickém dni (Nepočítat přestávky):** 7 hodin

**Jak často vykonává úkol:** Záleží na počtu zakázek.

**Jak často je úkol prováděn v rámci organizace?** Opět záleží na počtu zakázek

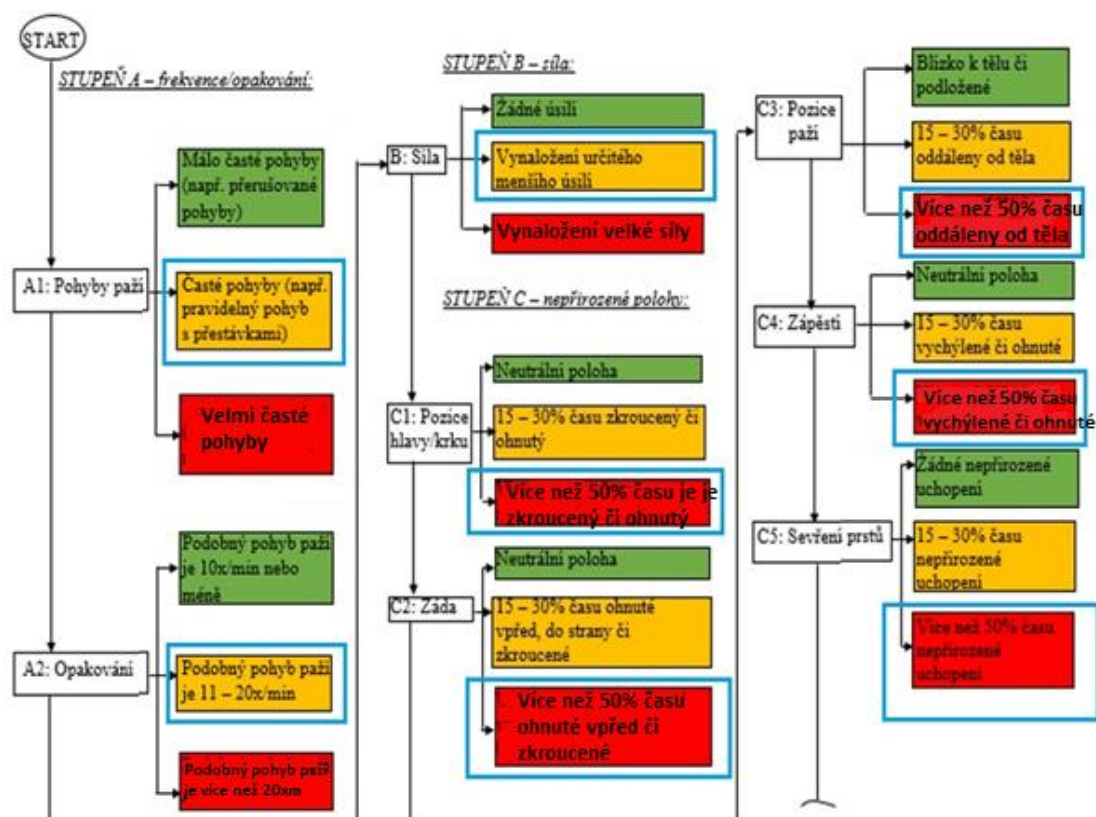
**Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů?** ~~Ano~~, Ne

**Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?:**

Obrázek 3.8: Formulář pro popis úlohy zalopatkování rotoru

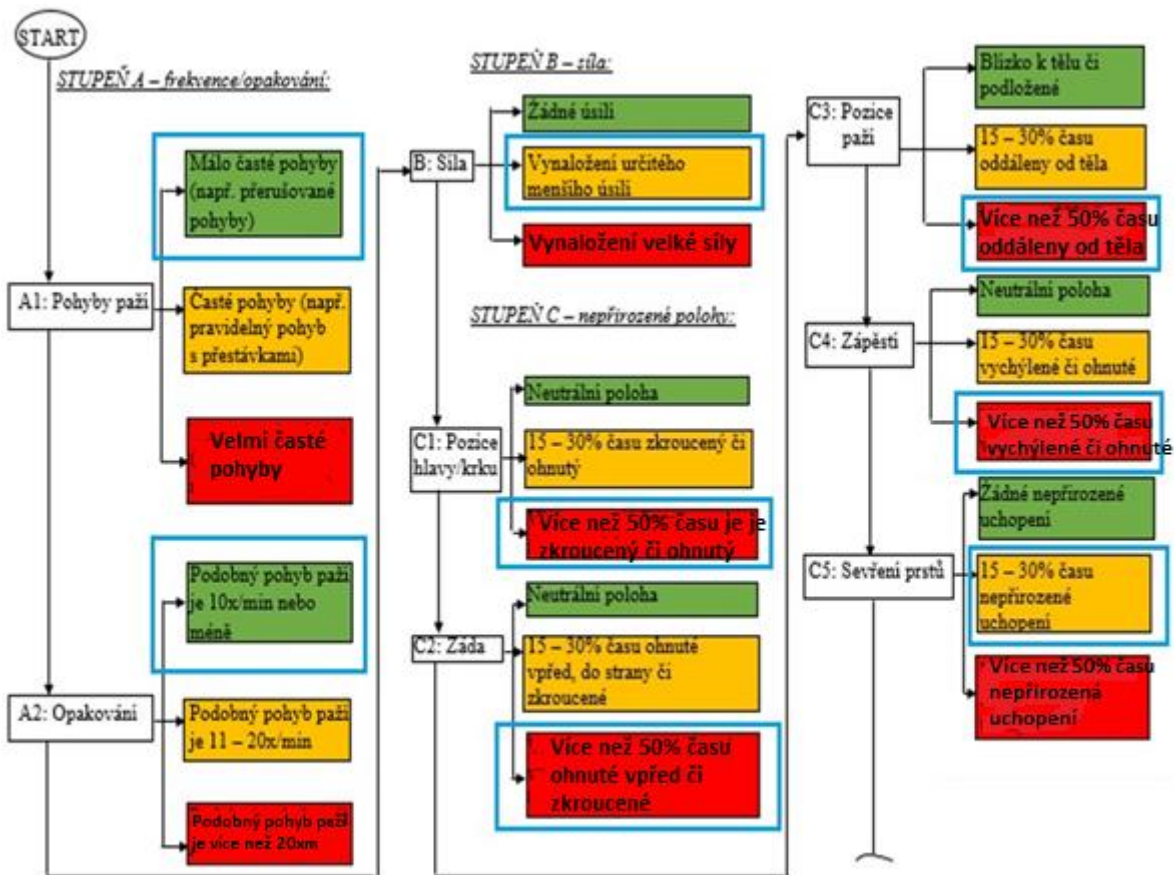
### 3.6.2 Vývojový diagram

Vytvořením vývojového diagramu zvlášť pro pravou i levou končetinu opět získáme vstupní barevné hodnocení potřebné pro dosazení do skóre listu.

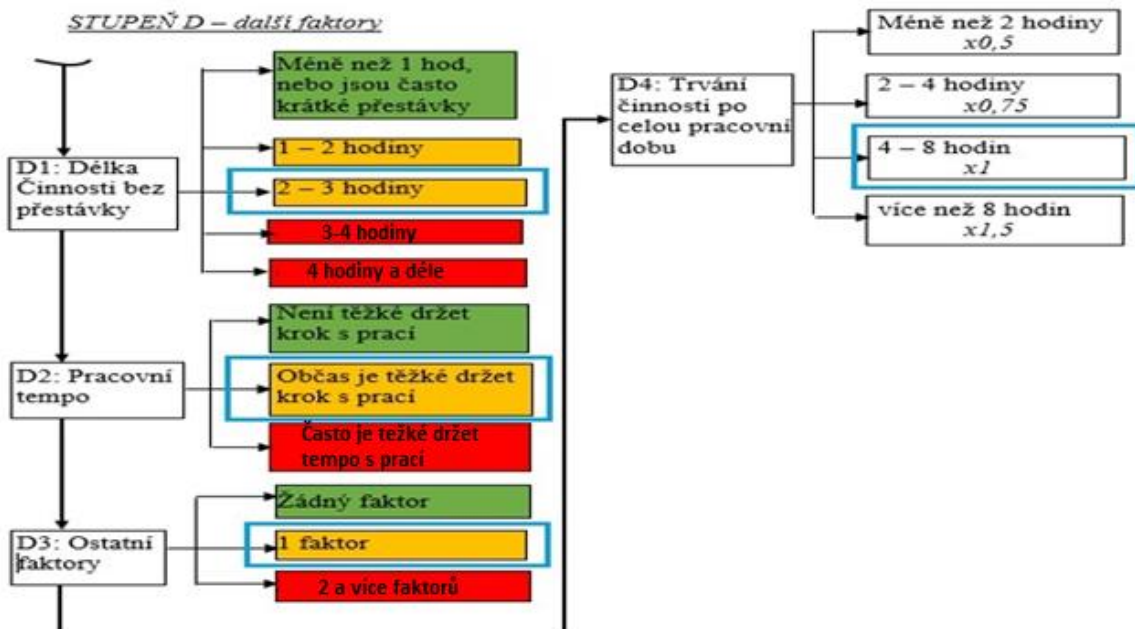


Obrázek 3.9: Vývojový diagram skóre A, B, C Pro pravou horní končetinu [10]



























Obrázek 3.10: Vývojový diagram skóre A, B, C Pro levou horní končetinu [10]



Obrázek 3.11: Vývojový diagram skóre D Pro pravou i levou horní končetinu [10]

### 3.6.3 Skore list

Nyní se opět na základě barevného hodnocení vývojových diagramů v průvodci hodnocením (přílohy 10, 11, 12) najde bodové hodnocení, které se spolu s barevným zanese do skore listu a vypočte se celkové skóre.

Rizikový faktor	Pravá horní končetina		Levá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		3		0
A2 Opakování		3		0
B Síla		4		4
C1 Pozice hlavy/krku		2		2
C2 Pozice zad		2		2
C3 Pozice paží		4		4
C4 Zápěstí		2		2
C5 Sevření prstů		2		1
D1 Délka činnosti bez přestávky		4		4
D2 Pracovní tempo		1		1
D3 Ostatní faktory		1		1
<b>Průběžné skóre</b>		28		21
D4 násobitel		x1		x1
Výsledné skóre		28		21
D5 Psychosociální faktory				

Obrázek 3.12: Skore list pro zalopatkování rotoru [10]

Pro pravou horní končetinu je výsledné skóre 28 a pro levou 21. Výledek pravé horní končetiny spadá do vysoké úrovně, ve které je nutné další šetření. Pro levou horní končetinu vyšla úroveň střední, která vyžaduje další šetření.

## 4 Zhodnocení výsledků studie

Pro již zmíněné montážní operace byly vybrány dvě ergonomické metody RULA a ART Tool. U obou metod je výstupem skóre, které ukazuje do jaké míry je pracoviště rizikové pro stávajícího operátora. Hodnocení pomocí ergonomických metod bylo aplikováno na pravoruké pracovníky.

Pokud bysme měli tyto dvě metody srovnat z hlediska vlastního pozorování, tak metoda RULA je praktičtější z hlediska času potřebného k její aplikaci. Je také snáze pochopitelná díky předpřipraveným formulářům a tabulkám pro výledná skóre, kterými se řídíme v pár jednotlivých krocích. Oproti metodě ART Tool, která je složitější na pochopení a vyžaduje delší čas na aplikaci, má na druhou stranu i jistou nevýhodu. Není tak detailně propracovaná. ART Tool díky průvodci hodnocením, formuláři pro popis úlohy, vývojovému diagramu a konečnému skóre listu dokáže zahrnout více faktorů popisujících konkrétní práci operátora oproti metodě RULA. Mimo již zmíněné nevýhody metody ART Tool v podobě větší časové náročnosti stěžuje její pochopení i to, že k metodě není zatím ekvivalentní překlad do češtiny.

### 4.1 Výsledky studie po aplikaci metod RULA a ART Tool

Po aplikaci metod RULA a ART Tool na obě dvě pracovní operace (temování čípků a zalopatkování rotoru) byly dosaženy výsledky obsažené v tabulce 4.1.

Pracovní činnost	Výsledné skóre metody RULA pro pravou horní končetinu	Výsledné skóre metody RULA pro levou horní končetinu	Výsledné skóre metody ART Tool pro pravou horní končetinu	Výsledné skóre metody ART Tool pro pravou horní končetinu
<b>Temování čípků</b>	6 = Okamžitě vykonat úkony, které vedou ke změnám.	6 = Okamžitě vykonat úkony, které vedou ke změnám.	35 = Nutné další šetření.	27 = Nutné další šetření.
<b>Zalopatkování rotoru</b>	6 = Okamžitě vykonat úkony, které vedou ke změnám.	6 = Okamžitě vykonat úkony, které vedou ke změnám.	28 = Nutné další šetření.	21 = Vyžaduje další šetření.

Tabulka 4.1: Výsledná skóre metod RULA a ART Tool pro obě pracovní činnosti

Výsledná skóre pro obě činnosti z obou metod ukazující na rizikovost s ohledem na zdravotní způsobilost operátorů. Pro pracovní činnost temování čípků jsou výsledky pomocí metody RULA zvýrazněny žlutou barvou a výsledky pomocí metody ART Tool jsou zvýrazněny zelenou barvou. U činnosti zalopatnování rotoru výsledky pomocí metody RULA mají barvu červenou a pomocí metody ART Tool mají fialovou. Obě metody apelují na nutnost zamyslet se nad nápravnými opatřeními.

Obě dvě pracovní činnosti vykonávají především mladí operátoři z důvodu velké fyzické náročnosti. Každý rok se musejí podrobovat preventivní prohlídce u závodního lékaře, aby se posoudila jejich způsobilost pro dané činnosti. Na pracovšti MZAM4 byla dokonce diagnostikována nemoc z vibrací. Operátor, kterému byla tato nemoc diagnostikována, přešel do funkce takzvaného „partáka“ a je ušetřen veškerých činností, které by zhoršovaly jeho současný stav.

Poslední kapitola 5 se bude věnovat návrhu nápravných opatření, která by měla eliminovat riziko a právě za tímto účelem byla bakalářská práce realizována.

## 5 Návrh nápravných opatření s důrazem na eliminaci zdravotních rizik operátorů

### 5.1 Druhy opatření

Teoreticky se druhy nápravných opatření se rozdělují dle charakteru práce do následujících třech základních skupin:

- 1) **Technická opatření** – Do technických opatření spadají vylepšující prostředky vedoucí k usnadnění vykonávané činnosti a k eliminaci vlivů, které mají negativní dopad na lidské zdraví. Například výměna hlučných nástrojů za tiché, výměna obyčejného kladiva za pneumtické či dodání špuntů do uší a antivibračních rukavic.
- 2) **Technologická opatření** – U těchto opatření je pozornost soustředěna na eliminaci negativních fyzikálních vlivů například výměna jedovatých látek za méně škodlivé.
- 3) **Technicko – organizační opatření** – Do této kategorie spadají veškeré organizační záležitosti například vymezení častějších přestávek u fyzicky náročných činností, častější výměna operátorů nebo vytyčení odpovědnosti u vedoucích funkcí.

Bakalářská práce se nyní bude zameřovat na technicko – organizační opatření, neboť v technických a technologických opatřeních již v rámci možností bylo provedeno maximum. Operátor má k dispozici vše potřebné, co mu může usnadnit pracovní činnost a minimalizovat negativní dopad na jeho zdraví (například dle uvážení může vyměnit obyčejné kladivo za pneumtické, při jehož používání není nutné vynakládat tolik fyzické síly jako u obyčejného). Má nařízeno nosit boty s kovovou špičkou, sluchátka či špunty do uší (v případě činnosti vyvolávající hluk), ochranné brýle i antivibrační rukavice. Na dodržování toho nařízení dohlíží mistr a pracovníci z oddělení bezpečnosti práce.

### 5.2 Návrh zaměstnaneckých výhod

Jednou z možností vylepšení je zavést systém odměňování pracovníků ve formě různých zaměstnaneckých výhod. Sice je to pro firmu nákladnější položka, neboť by si firma musela vyčlenit finanční prostředky na tento systém odměn. Systém by však mohl přinést plusy ve formě kladné motivace zaměstnance, přilákat nové uchazeče, zvýšit výkonnost a poskytnout

potřebný relax a rekonvalescenci operátorům. Pracovník by byl utužen v myšlence, že není pouze „pracovní síla“, ale že na něm firmě záleží.

### 5.2.1 Benefiční karta zaměstnaneckých výhod

Firma by mohla zavést tzv. benefiční kartu zaměstnaneckých výhod. Jedná se o takový směnný obchod, kdy každý měsíc firma připíše zaměstnanci na tuto kartu předem stanovený počet bodů s možností plusových bodů za dobře odvedenou práci. Byly by vytvořeny webové stránky s nabídkou za co body vyměnit. Každý pracovník by dostal svoje přihlašovací číslo i heslo, pod kterým by se do této webové stránky přihlašoval. Mohl by tak kontrolovat stav svého bodového konta a také si vybírat z nabídnutých benefičních balíčků. Každá položka v nabídce bude stát určitý obnos bodů a pracovník si dle své libosti a potřeby může vybrat, na co chce body použít. Speciálně pro fyzicky náročná pracoviště (např. MZAM4) by byly v nabídce zahrnuty relaxační položky, při nichž by se pracovník mohl zregenerovat a tím alespoň částečně kompenzovat svoji náročnou pracovní činnost. Právě pro tyto náročná pracoviště by měl být zohledněn systém bodování buď formou vyššího bodového ohodnocení, nebo slevou právě na tyto relaxační položky.



## Doosan Škoda Power

Zaměstnanec:	Stav konta:	Plusové body za lepší výkon:
<b>Dobrý den, vítejte v systému odměňování pracovníků!</b> <b>Vyberte si benefit, který Vás bude bavit a který si užijete!</b>		
Benefit	Cena	Přejít do košíku
Permanentka na plavání		➔
Masáže		➔
Fyzioterapie		➔
Permanentka do posilovny		➔
Lístky do divadla		➔
Lístky do kina		➔
Příspěvky na dovolenou		➔
Potravinové lístky		➔

Obrázek 5.1: Návrh nabídky

### **5.3 Aplikace ergonomických metod na vybraná pracoviště**

Další z možných nápravných opatření je aplikace ergonomických metod na různá pracoviště a různé typy pracovních činností, které ve firmě probíhají. V kapitole 3 je podrobně popsán postup aplikace metody RULA a ART Tool. Tento popis může být využit firmou k aplikaci i na jiná riziková pracoviště než byly vybrány pro tuto bakalářskou práci. Aplikací těchto metod by mohla firma odhalit i další skryté nedostatky a dále se jimi zabývat.

### **5.4 Rozšíření dat pro personalisty o profesní analýzu vybraných pracovišť**

V rámci zkvalitňování a minimalizování rizik, by mohla pomoci profesiografická analýza. Tato analýza není v závodech zas tak běžná. Jedná se o personalistický audit. S výstupními daty, která jsou pro firmu klíčová lze dále pracovat a zavádět pro operátory technicko – organizační prostředí, definovat nároky na jejich způsobilost a definovat potřeby v rámci jejich profesního rozvoje.

Je to rozsáhlá analýza na vypracování a v této bakalářské práci je obožena jako informace, že podobných způsobem lze již na začátku zařazení pracovníka na dané pracoviště eliminovat jeho pozdější zdravotní potíže tím, že z vypracovaného auditu bude zřejmé, zda dotyčný zájemce má dostatečné předpoklady pro vykonávanou práci.

Profesiografická analýza vyplívá z následujícího rozboru stavby výkonu prováděné činnosti:

- 1) organizační a procesní začlenění,
- 2) zásadní komunikační a kontrolní toky důležité pro koordinaci a kooperaci,
- 3) činnosti,
- 4) profesní úkony pracovníka,
- 5) stanovené úkoly,
- 6) zodpovědnosti související s pracovním výkonem,
- 7) přidělené pracovní kompetence,
- 8) požadavky na pracovní výkon,
- 9) požadavky na profesní vzdělání pro výkon práce,
- 10) požadované zkušenosti a lidské kompetence,
- 11) pracovní podmínky pro výkon práce,

- 12) požadavky na technologické vybavení pracovního místa,
- 13) ergonomii pracoviště,
- 14) kritéria pro hodnocení a odměňování pracovníka. [12]

Upíná se na data klíčová pro rozbor stavu, ale může se k tomu využít i dalších metod:

- 1) rozhovor s pracovníkem v konkrétní pracovní pozici,
- 2) porovnávání nejlepších a nejhorších pracovních výkonů v konkrétní pracovní funkci,
- 3) studie časové výkonnosti a produktivity práce v konkrétní pracovní funkci,
- 4) vyhodnocování kvality práce v konkrétní pracovní funkci,
- 5) studium předpisů, norem a pravidel chování pracovníka v konkrétní pracovní funkci,
- 6) modelování požadavků na výkon v konkrétní pracovní funkci podle teorie a technologických požadavků,
- 7) vyhodnocování rychlosti a kvality zpracování na konkrétní pracovní funkci. [12]

Osobnost člověka a jeho pracovní zkušenosti a profesní kompetentnost, společně s jeho sociálními kompetencemi a morálně volnými vlastnostmi lze popsat, resp. rozdělit na odbornou způsobilost (vzdělání, profesní kompetence, pracovní zkušenosti), výkonovou způsobilost (adaptabilita na zvýšený výkon, pracovní zátěž, stres a změny pracovních podmínek), sociální způsobilost (schopnost kooperovat, komunikovat, ovlivňovat, řídit) a osobnostní způsobilost (schopnost motivace, morálně volní vlastnosti, individualita). Tímto způsobem lze porovnat skutečné nároky na výkon pracovní funkce a požadavky na jeho profesní vědomosti, dovednosti, návyky a jeho osobnostní profil. [12]



## **Závěr**

Cílem této bakalářské práce bylo pomocí vybraných ergonomických metod Rula a ART Tool zhodnotit dvě pracovní činnosti na jednom pracovišti ve společnosti Doosan Škoda Power. Pro tuto práci byly vybrány činnosti temování čípků a Zalopatkování rotoru. U obou pracovních činností se jedná o fyzicky náročnou ruční montáž, kde se posuzovala rizikovitost s ohledem na dopad na zdraví pracovníků. Aplikace výše uvedených metod je podrobně vyobrazena a popsána v kapitole 3.

V kapitole 4 je cíleně zaměřena na shrnutí výsledků obou ergonomických metod. V první části je provedeno zhodnocení obou metod na základě vlastní zkušenosti. Ve druhé části jsou pomocí tabulky porovnaná výsledná skóre s cílem posoudit důraz na nutnost zavedení nápravných opatření, které by eliminovali případné zdravotní problémy operátorů.

V kapitole 5 byla navržena nápravná opatření s ohledem na charakter práce, která lze na daném pracovišti aplikovat. Neboť v technických a technologických opatřeních bylo provedeno již maximum, je práce zaměřena na opatření technicko – organizačního charakteru. Jedná se o návrh zaměstnaneckých výhod a Rozšíření dat pro personalisty o profesní analýzu vybraných pracovišť. Obě nápravná opatření jsou navržena pouze v základních krocích a nejsou dále rozpracovány. Dále je na vedení firmy, zdali se těmito návrhy budou dále zabývat. Výsledkem této bakalářské práce tedy je doporučení ergonomických metod Rula a ART Tool, které lze aplikovat i na jiné činnosti v podniku a nápravná opatření ve dvou konkrétních posuzovaných pracovních činnostech.

## Seznam použité literatury

- [1] Co je to ergonomie. *Bozinfo.cz*. [online]. 04.11.2014 [cit. 2015-12-14]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozpc/citarna/tematicke\\_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html](http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozpc/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html)
- [2] Marek, Jakub a petr Skřehot. *Základy aplikované ergonomie: Bezpečný podnik*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6
- [3] Racionalizace práce. *Ebozp.vubp.cz*. [online]. 25. 8. 2009 [cit. 2015-12-14]. Dostupné z: [http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Racionalizace\\_pr%C3%A1ce](http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Racionalizace_pr%C3%A1ce)
- [4] Nemoci z povolání v České republice. *Státní zdravotní ústav*. [online]. 2013 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni\\_a\\_odhlaseni\\_2013.pdf](http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni_a_odhlaseni_2013.pdf)
- [5] Muskuloskeletální poruchy Související s prací v Evropě. *European Agency for Safety and Health at Work*. [online]. 2015 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: [https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/cs/.../cs\\_03.pdf](https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/cs/.../cs_03.pdf)
- [6] Představení společnosti Doosan Škoda Power. *Bic.cz*. [online]. 2013 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: [http://www.bic.cz/upload/4\\_bulletin.pdf](http://www.bic.cz/upload/4_bulletin.pdf)
- [7] Doosan dá v Plzni práci stovkám lidí – buduje pro ně prostory. *Česká televize*. [online]. 14. 12. 2012 [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1128635-doosan-da-v-plzni-praci-stovkam-lidi-buduje-pro-ne-prostory>
- [8] Pneumatická kladiva. *Torque s.r.o.*. [online]. 2016 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.torque-systems.cz/obchod/yokota/pneumaticka-kladiva.html>
- [9] Interní dokumentace firmy
- [10] Assessment of Repetitive Tasks (ART) tool. *Health and Safety Executive* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.hse.gov.uk/msd/uld/art/>

[11] Valečková Alena. Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik. *Vubp.cz*. [online]. 2008 [cit. 2016-02-10]. Dostupné

z: [http://www.vubp.cz/ces/soubory/valeckova\\_moderni\\_metody.pdf](http://www.vubp.cz/ces/soubory/valeckova_moderni_metody.pdf)

[12] PhDr. Jiří Vronský. Profesiografie jako nástroj zjišťování skutečné produktivity práce zaměstnanců. *Mzdová praxe*. [online]. 15.10.2012 [cit. 2016-04-10]. Dostupné

z: [http://www.mzdovapraxe.cz/archiv/dokument/doc-d39921v49948-profesiografie-jako-nastroj-zjistovani-skutecne-produktivity/?search\\_query](http://www.mzdovapraxe.cz/archiv/dokument/doc-d39921v49948-profesiografie-jako-nastroj-zjistovani-skutecne-produktivity/?search_query)

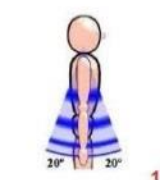
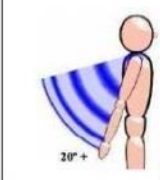
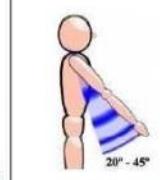
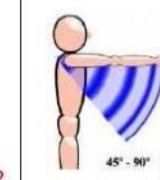
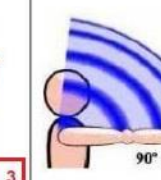



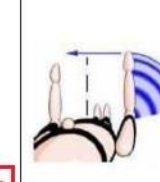
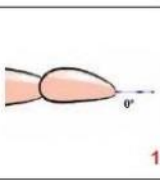
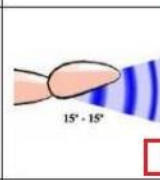
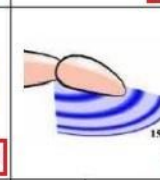
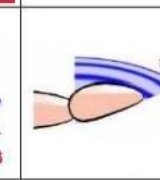
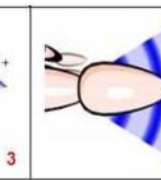


[13] Bc. Kateřina Bohatová. Diplomová práce: Tvorba aplikace pro hodnocení pracovišť pomocí ergonomických analýz. *otik.uk.zcu.cz*. [online]. 2012 [cit. 2016-04-20]. Dostupné

z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/2291/Diplomova%20prace-Bohatova.pdf?sequence=1>




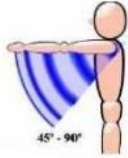
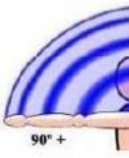




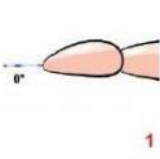
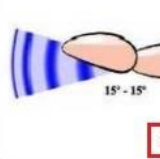
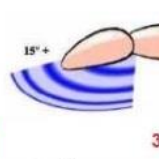
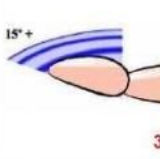

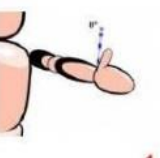

[14] Předpis č. 361/2007 Sb.. *Zákony pro lidi.cz*. [online]. 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné

z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>

### Příloha 1: Bodové hodnocení pravé horní končetiny [11]

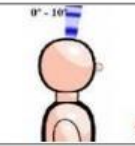
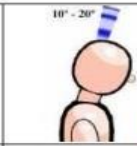
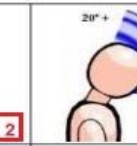
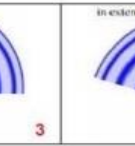


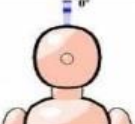

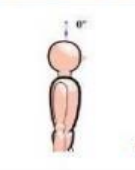
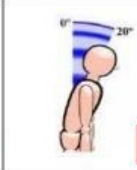
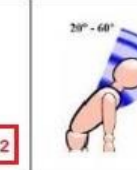
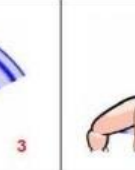

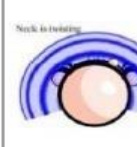



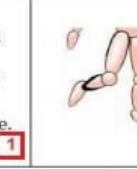
Pravá strana:						
Pravé nadloktí						<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <b>1</b> <input type="checkbox"/> HK v abdukci <b>1</b> <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže <b>-1</b>
Pravé předloktí					<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu <b>1</b>	
Pravé zápěstí						<input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici <b>1</b>
Pravé zápěstí otočené			Síla & Zátěž pro pravou ruku		<b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka • méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <b>0</b> <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. <b>1</b>					

## Příloha 2: Bodové hodnocení levé horní končetiny [11]





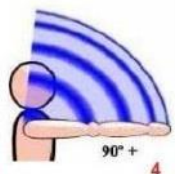




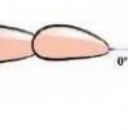
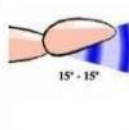

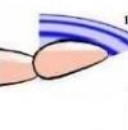



Levá strana:						
Levé nadloktí	 1	 2	 2	 3	 4	<input type="checkbox"/> Zvednutí rameno 1 <input type="checkbox"/> HK v abdukcí 1 <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže -1
Levé předloktí	 1	 1	 2		<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu 1	
Levé zápěstí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



### Příloha 4: Bodovým ohodnocením polohy krku, trupu a dolních končetin [13]












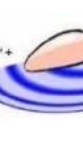




Krk	 1	 2	 3	 4	
Otočený krk	 1	 1			
Krk nakloněný na stranu	 1	 1			
Trup	 1	 2	 3	 4	
Trup otočený	 1	 1			
Trup nakloněn na stranu	 1	 1			
Dolní končetiny	 1	DK a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrně vyvážené poloze. 1	 2	DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené. 2	
Síla & Zátěž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

### Příloha 5: Bodové hodnocení pravé horní končetiny [11]

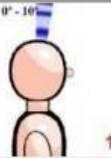
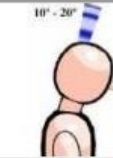
















Pravá strana:						
Pravé nadloktí	 1	 2	 2	 3	 4	<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno 1 <input type="checkbox"/> HK v abdukci 1 <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže -1
Pravé předloktí	 1	 1	 2		<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu 1	
Pravé zápěstí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



### Příloha 6: Bodové hodnocení levé horní končetiny [11]

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

### Příloha 7: Bodovým ohodnocením polohy krku, trupu a dolních končetin [13]

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





### Příloha 10: Stanovení skóre pro krk, trup a dolní končetiny [11]

	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou	
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	8	9	9	9	9	9

## Příloha 11: Průvodce hodnocením pro skóre A1, A2 a B [10]

### A1 Arm movements

Observe the movement of the arm and select the category that is most appropriate. It is possible to select intermediate scores. Assess both the left (L) and right (R) arm.

		L	R
Arm movements are	Infrequent (eg some intermittent movement)	0	0
	Frequent (eg regular movement with some pauses)	3	3
	Very frequent (eg almost continuous movement)	6	6

### A2 Repetition

This refers to movement of the arm and hand, but not the fingers. Observe the movement of the arm and hand and count the number of times the same or a similar pattern of motion is repeated over a set period of time (eg 1 minute). Assess both the left (L) and right (R) arm.

		L	R
Similar motion pattern of the arm and hand is repeated	10 times per minute or less	0	0
	11–20 times per minute	3	3
	More than 20 times per minute	6	6

### B Force

Light force	There is no indication of any particular effort
Moderate force	Force needs to be exerted. For example: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pinching or gripping objects with some effort</li> <li>■ Moving levers or pushing buttons with some effort</li> <li>■ Manipulating lids or components with some effort</li> <li>■ Pushing or forcing items together with some effort</li> <li>■ Using tools with some effort</li> </ul>
Strong force	Force is obviously high, strong or heavy
Very strong force	Force is near to the maximum level that the worker can apply

### Worker's description of the level of force exerted with the hand

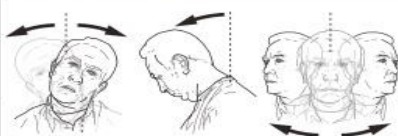
	Light	Moderate	Strong	Very strong
Infrequent	G0	A1	R6	Changes required*
Part of the time (15–30%)	G0	A2	R9	Changes required*
About half the time (40–60%)	G0	A4	R12	Changes required*
Almost all the time (80% or more)	G0	R8	Changes required*	Changes required*

## Příloha 12: Průvodce hodnocením pro skóre C1, C2, C3, C4 a C5 [10]

### C1 Head/neck posture

The neck is considered to be bent or twisted if an obvious angle between the neck and back can be observed as a result of performing the task.


The head or neck is:

	In an almost neutral posture	0
	Bent or twisted part of the time (eg 15–30%)	1
	Bent or twisted more than half of the time (more than 50%)	2

### C2 Back posture

The back posture is considered awkward if more than 20° of twisting or bending is observed.


The back is:

	In an almost neutral posture	0
	Bent forward, sideways or twisted part of the time	1
	Bent forward, sideways or twisted for more than half of the time	2

### C3 Arm posture

The arm is considered to adopt an awkward posture if the elbow is raised to around chest height and the arm is unsupported (eg not resting on a workbench).


The elbow is:

	L	R	
	Kept close to the body or supported	0	0
	Raised away from the body part of the time	2	2
	Raised away from the body more than half of the time	4	4

### C4 Wrist posture

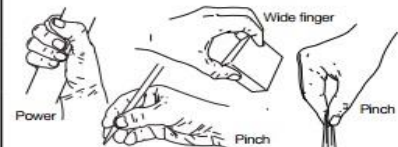
The wrist is considered to be bent or deviated if an obvious wrist angle can be observed.

The wrist is:

	L	R	
	Almost straight/in a neutral position	0	0
	Bent or deviated part of the time	1	1
	Bent or deviated more than half of the time	2	2

### C5 Hand/finger grip

The hands or fingers hold objects in a:

	L	R	
	Power grip or do not grip awkwardly	0	0
	Pinch or wide finger grip for part of the time	1	1
	Pinch or wide finger grip for more than half of the time	2	2

## Příloha 13: Průvodce hodnocením pro skóre D1 ,D2 ,D3 ,D4 a D5 [10]

### D1 Breaks

The worker performs the task continuously, without a break, for:

Less than one hour, or there are frequent short breaks (eg of at least 10 seconds) every few minutes over the whole work period	0
1 hour to less than 2 hours	2
2 hours to less than 3 hours	4
3 hours to less than 4 hours	6
4 hours or more	8

### D2 Work pace

Not difficult to keep up with the work	0
Sometimes difficult to keep up with the work	1
Often difficult to keep up with the work	2

### D3 Other factors

Identify any other factors that are present in the task. For example:

- gloves affect gripping and make the handling task more difficult;
- a tool (eg hammer, pick) is used to strike two or more times a minute;
- the hand is used as a tool (eg hammer) and struck ten or more times per hour;
- the tools, workpiece or workstation cause compression of the skin;
- the tools or workpiece cause discomfort or cramping of the hand or fingers;
- the hand/arm is exposed to vibration;
- the task requires fine precise movements of the hand or fingers;
- operators are exposed to cold or draughts or grip cold tools; and
- lighting levels are inadequate.

	L	R
No factors present	0	0
One factor is present	1	1
Two or more factors are present	2	2

### D4 Duration

Determine the amount of time that a worker performs the repetitive task in a typical day or shift (excluding breaks). Select the most appropriate category.

Duration of task by a worker	Duration multiplier
Less than 2 hours	X 0.5
2 hours to less than 4 hours	X 0.75
4 hours to 8 hours	X 1
More than 8 hours	X 1.5

### D5 Psychosocial factors

Psychosocial factors are not given a score. However, they should be considered, through discussion with workers, and, if present in the workplace, recorded on the score sheet. They include things such as:

- little control over how the work is done;
- incentives to skip breaks or finish early;
- monotonous work;
- high levels of attention and concentration;
- frequent tight deadlines;
- lack of support from supervisors or co-workers;
- excessive work demands; and
- insufficient training to do the job successfully.



