

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojírenství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie-technologie obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Návrh montážního pracoviště s ohledem na ergonomii

Autor: **Václav SKÁLA**

Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Václav SKÁLA**

Osobní číslo: **S17B0051P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**

Název tématu: **Návrh montážního pracoviště s ohledem na ergonomii**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Uplatnění ergonomických aspektů v průmyslové praxi
2. Ergonomická analýza pracovního místa
3. Návrh pracoviště výrobní linky s ohledem na práci operátora
4. Volba a zhodnocení optimálního řešení

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- **GILBERTOVÁ, Sylva; MATOUŠEK, Oldřich. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada Publishing, 2002. 239 s. ISBN 80-86022-45-5.**
- **GULVICKÝ, Vladimír a kol. Úvod do ergonomie. 1. vyd. Praha: Práce, 1975. 265 s.**
- **HANÁKOVÁ, Eva. Práce a zdraví, rizikové faktory pracovního prostředí. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2008. 108 s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-07-4.**
- **Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců**
- **<http://www.vubp.cz/ces/>**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**  
Katedra technologie obrábění  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**  
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2017**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2017

## Prohlášení o autorství

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

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Skála	<b>Jméno</b> Václav	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B 2301 “Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
<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>	Návrh montážního pracoviště s ohledem na ergonomii		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	51	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	33	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	18
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Práce je zaměřena na zoptimalizování stávajícího pracoviště s ohledem na ergonomii. Obsahuje popis pozorovaného pracoviště, dále jeho analýzu na základě vhodně zvolených ergonomických metod. Na základě pozorování a vypracované analýzy jsou v práci navržena nápravná opatření zajišťující zoptimalizování pracoviště s ohledem na ergonomii.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Ergonomie, nápravná opatření, optimalizace, metoda RULA, metoda ART Tools, ruční montáž,

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Skála	<b>Name</b> Václav	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 “ <i>Engineering technology and machining technology</i> ”		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Pokorná	<b>Name</b> Václava	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Desing of assemnbly workplace with regards to ergonomics		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	51	<b>TEXT PART</b>	33	<b>GRAPHICAL PART</b>	18
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The work is focused on optimizing the existing workplace with regards to ergonomics. It contains a description of the observed workplace and its analysis based on suitably chosen ergonomic methods. On the basis of observations and developed analyzes, corrective measures are proposed to ensure the optimization of the workplace with regards to ergonomics.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, corrective measures, optimization, RULA method, ART Tools method, manual assembly,

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Václavě Pokorné za vedení, při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Miroslavu Fuksovy za ochotu a možnost práci provádět ve firmě KUKA INDUSTRIES ČR spol. s r.o

## Obsah

Seznam obrázků .....	3
Seznam tabulek .....	4
Seznam příloh.....	4
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	4
Úvod.....	5
1. Uplatnění ergonomických aspektů v průmyslové praxi .....	5
1.1. Ergonomie a její kategorie.....	6
1.2. Legislativa a ergonomie.....	7
1.3. Základní pojmy ergonomického systému.....	8
1.4. Problémy v důsledku špatně řešené ergonomie.....	9
1.4.1. Muskuloskeletální onemocnění.....	9
1.4.2. Syndrom karpálního tunelu .....	10
1.4.3. Stres.....	10
1.5. Způsob hodnocení ergonomických aspektů .....	11
2. Ergonomická analýza pracovního místa.....	13
2.1. Představení společnosti KUKA .....	13
2.2. KUKA v ČR .....	14
2.3. Představení montážní haly .....	14
2.4. Představení vybraného pracoviště .....	17
2.5. Specifikace práce operátora .....	18
2.6. Používané pomůcky a nástroje na pracovišti.....	19
2.7. Ergonomická studie vybraných montážních činností .....	21
2.7.1. Pracovní činnost č. 1 - manipulace s materiálem .....	21
2.7.2. Aplikace metody RULA.....	22
2.7.3. Pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím .....	25
2.7.4. Metoda ART Tools.....	26
2.7.5. Metoda ART Tools pro činnosti číslo 2 - práce s ručním nářadím .....	27
3. Návrh pracoviště výrobní linky s ohledem na práci operátora .....	28
3.1. Návrh nápravných opatření pro pracovní činnost č. 1 - manipulace s materiálem....	28
3.2. Napravné řešení pro pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím .....	30



3.3. Další návrhy na zlepšení pracovních podmínek v duchu ergonomických doporučení	
32	
4. Volba a zhodnocení optimálního řešení .....	34
4.1. Závěr .....	36
Citovaná literatura .....	37

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1	System člověk-prostředí-stroj .....	6
Obrázek 1.2	Multidisciplinarita ergonomie .....	6
Obrázek 1.3	Nemoci z povolání v ČR roku 2015 .....	9
Obrázek 1.4	Anatomie karpálního tunelu .....	10
Obrázek 2.2	Hlavní sídlo KUKA v Ausburgu .....	13
Obrázek 2.1	Logo KUKA .....	13
Obrázek 2.3	Výrobní haly KUKA Industries ČR v Černovicích .....	14
Obrázek 2.4	Schéma haly .....	15
Obrázek 2.5	Montážní úsek .....	16
Obrázek 2.6	Úsek pro elektroinstalaci .....	16
Obrázek 2.7	Schéma montážního úseku .....	17
Obrázek 2.8	Pracovní stanoviště pro zkracování řetězů .....	17
Obrázek 2.9	Pracovní stanoviště v montážním úseku .....	17
Obrázek 2.10	Rozměry pracovního stolu .....	18
Obrázek 2.11	Zhotovený válcový dopravník, doba montáže až 5h. ....	18
Obrázek 2.12	Zhotovený otočný stůl, doba montáže až 24h. ....	18
Obrázek 2.13	Gitterboxy s komponenty .....	19
Obrázek 2.14	Vrtací kladivo .....	19
Obrázek 2.15	Mostový jeřáb .....	20
Obrázek 2.16	Pojízdné úložiště šroubů a matic .....	20
Obrázek 2.17	PC pro náhled do 3D .....	21
Obrázek 2.18	Pozorovaná pracovní činnost č. 1- manipulace s materiály .....	22
Obrázek 2.19	Kategorie výsledného skóre pro metodu RULA .....	24
Obrázek 2.20	Pozorovaná pracovní činnost č. 2 - práce s ručním náradím .....	25
Obrázek 3.1	Pracovní činnost č.1 - manipulace s materiálem .....	28
Obrázek 3.2	Schéma operátora pracujícího v jednotné rovině .....	29
Obrázek 3.3	Hydraulický stůl .....	29
Obrázek 3.4	Pracovní činnost č. 2 - práce s ručním náradím .....	30
Obrázek 3.5	Polohovatelný pracovní stůl LOGiMan .....	31
Obrázek 3.6	Protivibrační rukavice .....	31
Obrázek 3.7	Operátor vystaven rizikové poloze .....	33
Obrázek 3.8	Terapeutické masážní vložky do bot .....	33

## Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Skóre A - Skóre polohy horní končetiny.....	23
Tabulka 2.2 Skóre B - Skóre postavení krku, trupu a nohou .....	23
Tabulka 2.3 Skóre C - Celkové skóre .....	24
Tabulka 2.4 Celkové skóre polohy č.2 .....	26
Tabulka 2.5 Pro zjištění výsledné úrovně po použití metody ART Tools .....	27
Tabulka 2.6 Skóre list pro pozorovanou činnost č. 2 .....	27
Tabulka 4.1 Navržená varianta A - 1 pracoviště .....	34
Tabulka 4.2 Navržená varianta B - 1 pracoviště .....	35

## Seznam příloh

- Příloha č. 1 Preventivní cvičení proti vzniku karpálního syndromu
- Příloha č. 2 Tabulky pro hodnocení rizika metodou RULA
- Příloha č. 3 Postup při analýze metodou RULA pro pozorovanou činnost č. 2
- Příloha č. 4 Vývojový diagram pro metodu ART Tools
- Příloha č. 5 Skóre list pro metodu ART Tools
- Příloha č. 6 Vypracovaná metoda ART Tools pro pozorovanou činnost č. 2

## Přehled použitých zkratk a symbolů

Zkratka / Symbol	Celý název / Význam
IEA	International Ergonomics Association (Mezinárodní Ergonomická Asociace)
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
RULA	Rapid Upper Limb Assessment (Rychlé posuzování horních končetin)
RUBA	Rapid Entire Body Assessment (Rychlé posuzování celého těla)
EU	Evropská unie
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
EAWS	European Assembly Worksheet (Metoda pro vyhodnocování pracovního rizika)
ART Tool	Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (Posuzování opakujících se úkolů horních končetin)
OWAS	Ovako working posture Assessment System (Hodnocení pracovního postoje)
OOPP	Osobní ochranné pracovní pomůcky

## Úvod

V současné době je cílem téměř každé výrobní společnosti naplno využít všechny dostupné nástroje pro uplatnění na trhu. Zaměstnanec je jeden z klíčových prvků každé výrobní společnosti, proto by se mělo dbát na správné zorganizování práce a vytvoření vhodných podmínek pro dobrou výkonost, která však není na úkor zdraví zaměstnance.

S ohledem na zaměstnance tak narůstá tlak na výrobní společnosti řešit ergonomii samotných pracovišť, mezi nejrizikovější pracoviště patří ta, u kterých je primární sériová výroba, kde rychlost linky a fyzická zátěž může mít nepříznivé účinky na pracovníka. Pojem ergonomie jako takový se díky tomu dnes již dostává do povědomí širší veřejnosti a zabývá se jím stále více lidí. V současné době má ergonomie i několik definic lišících se podle jednotlivých autorů publikací. Podle mezinárodní ergonomické společnosti IEA je dána například definice takto:

*„Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje se lidské zdraví, pohodu i výkonnost.“* [1]

Cílem této bakalářské práce je provést ergonomickou analýzu pracoviště a v případě nálezu nedostatků přijít s alternativními řešeními pracoviště k zvýšení jak výkonosti tak i k odstranění nežádoucích elementů.

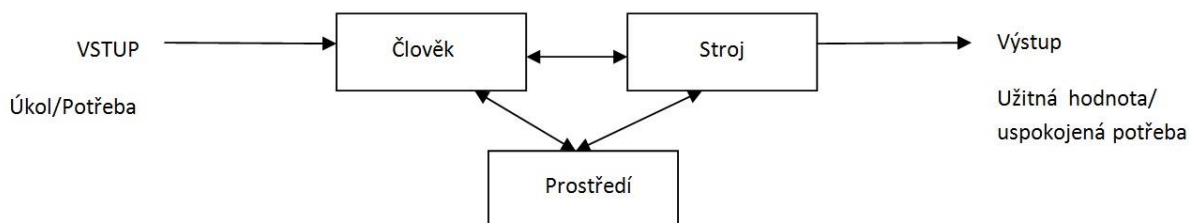
Bakalářská práce je rozdělena dle zadání do 4 základních kapitol. V první kapitole je vysvětlen pojem ergonomie a její základní kategorie, legislativa spojená s ergonomií a možné onemocnění spojené se špatně řešenou ergonomií. Druhá kapitola se zabývá popisem daného pracoviště a společnosti KUKA dále pak úvodem do analýzy pracovišť. Ve třetí kapitole je pak popsána provedená analýza konkrétního pracoviště. Poslední kapitola pak popisuje volbu a zhodnocení ergonomického řešení pracoviště.

## 1. Uplatnění ergonomických aspektů v průmyslové praxi

U ergonomie je prvotním cílem maximalizovat schopnost zaměstnanců vykonávat práci ve vhodných podmínkách. Při budování pracoviště je vždy nutné se nad ergonomií zamyslet a vhodně navrhnout řešení příslušných problémů. V poslední době je zvykem že jednotlivé české průmyslové podniky mají vlastního zaměstnance pověřeného dohledem na ergonomické uspořádání jednotlivých pracovišť, který aplikuje jednotlivé metody k nalezení optimálních podmínek vzhledem k změnám výrobních činností na pracovištích. Ve většině českých průmyslových podnicích je tedy již ergonomie řešena na dostatečné úrovni a vytváří se tak vhodné podmínky na pracovišti (bezpečnost, vhodné řešení směn, dostatek manipulačního prostoru apod.).

V České republice převažuje sériová výroba, kde je náchylnost na nevhodně řešený ergonomický systém vysoká. K snížení těchto rizik přispívá také technologický pokrok ve formě robotické automatizace, kdy se snižuje potřeba lidí na pracovištích. Nástup automatizace je však pozvolný a nákladný. Člověk je stále oproti stroji mnohem flexibilnější a

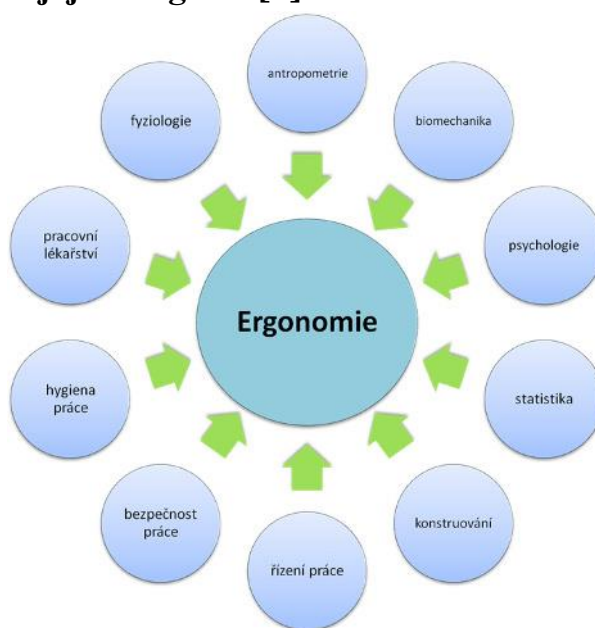
schopný se adaptovat a učit, díky tomu je stále v některých průmyslových odvětvích nezbytný. V zásadě tedy ergonomie v průmyslové praxi řeší systém **člověk-prostředí-stroj**.



Obrázek 1.1 Systém člověk-prostředí-stroj

Jedná se o systém, ve kterém jsou jednotlivé prvky vzájemně funkčně propojeny. Při optimálním řešení tohoto systému dosáhneme jak snížení rizikovosti tak zvýšení výkonosti, kterou člověk jako klíčový prvek systému dosáhne.

## 1.1. Ergonomie a její kategorie [1]



Obrázek 1.2 Multidisciplinarita ergonomie [3]

**Fyzická ergonomie** - Zabývá se vlivem pracovních podmínek a pracovního prostředí na lidské zdraví. Uplatňuje přitom poznatky anatomie, antropometrie, fyziologie, biomechaniky apod. Patří sem např. problematika pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakovatelné pracovní činnosti, profesionálně podmíněná onemocnění, zejména pohybového aparátu, uspořádání pracovního místa, bezpečnost práce.

**Kognitivní ergonomie** - Je zaměřena na psychologické aspekty pracovní činnosti, jako např. na percepci, paměť, usuzování apod. Patří sem psychická zátěž, procesy rozhodování, dovednosti a výkonnost, interakce člověk-počítač, pracovní stres apod.

**Organizační ergonomie** - Je zaměřena na optimalizaci sociotechnických systémů včetně jejich organizačních struktur, strategií, postupů atd. Patří sem lidský systém v komunikaci, zajištění pocitu komfortu, týmová práce, sociální klima, režim práce a odpočinku, směnová práce apod.

**Myoskeletální ergonomie** - Prevence profesionálně podmíněných onemocnění pohybového aparátu, a to především onemocnění páteře a horních končetin z přetížení. (ergonomická onemocnění) Taková onemocnění která jsou charakterizována postupným začátkem a jejichž relativní riziko se zvyšuje ergonomickou expozicí. Jedná se o relativní riziko neboť na vzniku onemocnění se mohou podílet i faktory neprofesionální např. Zánětlivé,metabolické apod.

**Psychosociální ergonomie** - Zabývá se psychologickými požadavky při práci a stresovými faktory. Úroveň stresu je dána psychologickými požadavky práce a stupněm rozhodování pracovníka při řešení pracovní situace.

**Participační ergonomie** - Podstatou této ergonomie je že změny v uspořádání pracoviště jsou navrhovány a realizovány za spoluúčasti a spolupráce samotných zaměstnanců popřípadě i za účasti managementu, či odborů dané organizace. Umožňuje zaměstnancům posoudit rizikové faktory včetně jejich etiologie.

**Rehabilitační ergonomie** - Zaměřuje se jednak na profesní přípravu handicapovaných osob, jednak na technická opatření, tj. konstrukční úpravy pracovního místa, nástrojů, strojů a pomůcek tak aby byly v souladu s výkonovou kapacitou osoby s daným tělesným a psychickým stavem.

## 1.2. Legislativa a ergonomie

Ergonomické požadavky a doporučení jsou předmětem řady právních ustanovení. Mezi nejvýznamější patří[1]:

- Zákon č. 258 ze dne 14. července 2000 (258/2000 Sb.) o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- Nařízení vlády ze dne 21. dubna 2008 (176/2008 Sb.), kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění

- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ze dne 15. prosince 2003 ( 432/2003 Sb.), kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
- A řada norem v oblasti ergonomie ČSN třídy 83 skupiny 35 [9]
  - 83 3501 - Metodologické a terminologické základy
  - 83 3502 - Antropometrie a biomechanika
  - 83 3545 - Tepelná prostředí
  - 83 3559 - Bioenergetické a termoregulační procesy
  - 83 3572 - Mentální pracovní zátěž
  - 83 3582 - Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály

### 1.3. Základní pojmy ergonomického systému

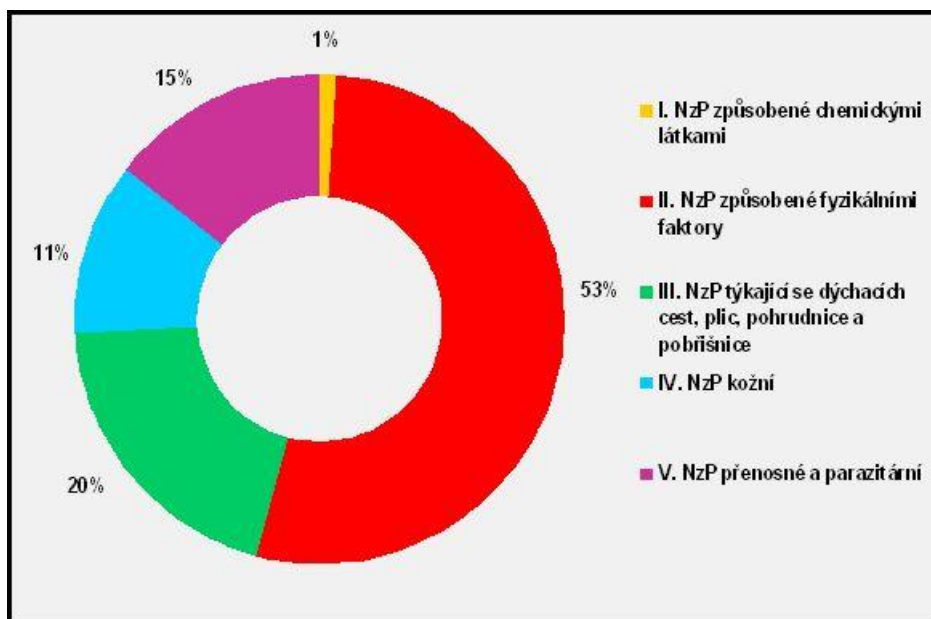
Pro vysvětlení kritérií a parametrů je dobré vysvětlit základní pojmy ergonomického hodnocení pracovního systému. [1]

#### Základní pojmy

- **Pracovní systém** - Systém skladající se z osob a pracovního zařízení, jejichž součinností v rámci pracovního procesu je plněn určitý pracovní úkol na pracovním místě a v určitém prostředí.
- **Pracovní zařízení** - Nástroje, stroje, přístroj, dopravní prostředky, nábytek a další technické vybavení využívané v pracovním systému.
- **Pracovní místo** - Prostor přidělený jedné či více osobám a vybavený pracovním zařízením pro plnění daného úkolu.
- **Pracovní prostředí** - Fyzikální, chemické, biologické, společenské faktory a podmínky působící na osoby v pracovním systému.
- **Ergonomická kritéria** - Soubor posuzovacích hledisek zaměřených na úlohu člověka v pracovním systému. Výběr ergonomických kritérií je odvozen z povahy pracovního systému.
- **Ergonomické parametry** - Kvalitativní hodnoty jednotlivých ergonomických kritérií, např. rozměry pracovního místa, limity přípustnosti fyzikálních, chemických, biologických faktorů, hmotnosti břemen, energetického výdeje apod.
- **Ergonomické hodnocení** - Srovnání zjištěných hodnot parametrů určitého pracovního systému s příslušnými legislativními opatřeními, jako jsou ČSN, EN, ČSN ISO, hygienické předpisy, směrnice EU, a se všeobecně přijatými ergonomickými zásadami.
- **Ergonomické kontrolní listy** - Soubor ergonomických kritérií např. pro hodnocení stacionárních, mobilních strojů, velínů a řídicích center, pracovišť s obrazovkou apod. obsahující položky specifické pro daný typ pracovního systému.

## 1.4. Problémy v důsledku špatně řešené ergonomie [1]

V současné době je kladen velký důraz na prevenci v souvislosti s nemocí z povolání. Jak lze vidět na obrázku 1.3 největší procentuální podíl nemocí z povolání mají nemoci způsobené fyzikálními faktory, které kromě fyzických onemocnění jsou také příčinou stresu na pracovišti. Vhodným ergonomickým řešením pracoviště a dodržáním bezpečnostních zásad lze předejít nebo alespoň snížit riziko vzniku takto způsobených onemocnění.



Obrázek 1.3 Nemoci z povolání v ČR roku 2015 [7]

Mezi nejčastější onemocnění spojené s fyzikálními faktory patří:

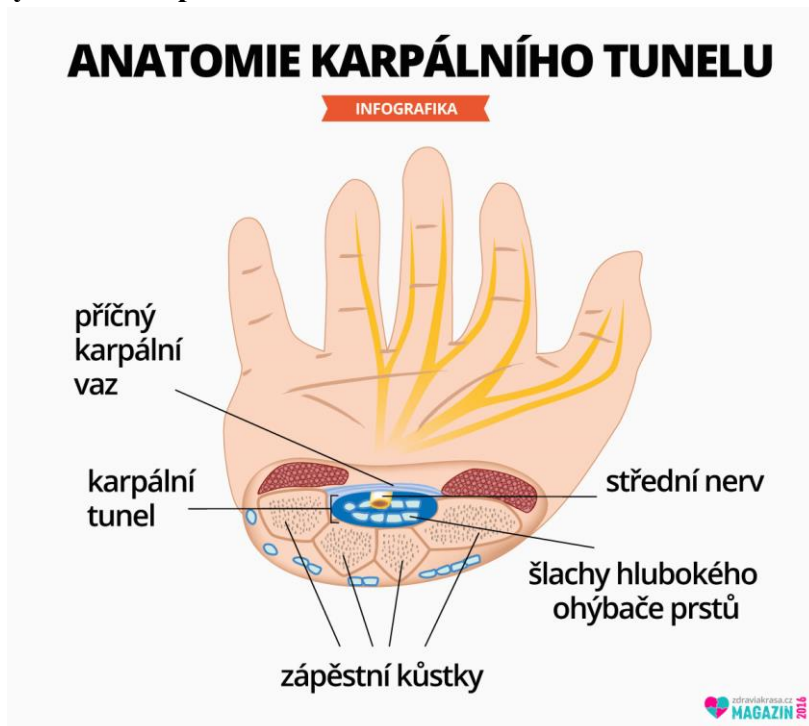
### 1.4.1. Muskuloskeletální onemocnění

Jedno z nejčastějších onemocnění je onemocnění podpůrně-pohybového aparátu, která jsou způsobována nadměrným zatěžováním svalově-kosterního aparátu nebo následkem fyziologicky nevhodných pracovních poloh, kterým je pracovník vystaven po delší dobu. Jedná se o postupné onemocnění, takže se symptomy mohou objevit nepozorovaně.

Prevence proti muskuloskeletálním poruchám je prioritou uznávanou členskými státy EU a evropskými sociálními partnery. Pro snížení rizik vzniku muskuloskeletálního onemocnění může postačit například změna uspořádání pracoviště, vybavení a informovanost zaměstnanců. Řešení tedy nemusí být nákladná a lze tak předejít budoucím problémům. [6]



### 1.4.2. Syndrom karpálního tunelu



Obrázek 1.4 Anatomie karpálního tunelu [4]

Tento syndrom může vzniknout například nevhodným používáním PC. Může být také vyvolán chybným postavením zápěstního kloubu nebo neustálým tlakem na zápěstí. Jedná se o zánět a následné poškození karpálního tunelu, kterým prochází šlachy prstů a středový nerv. Celkově je tento syndrom až 4x častější u žen než u mužů.

První příznaky se projevují například brněním nebo pálením prstů dále prsty ztrácejí citlivost a oslabují se, vzniká otok. Léčba může být jak konzervativní, tak chirurgická. Je také prokázáno, že tato choroba může mít genetické predispozice v rodině, které se mohou a nemusí projevit. Tomuto onemocnění lze v praxi předejít preventivním cvičením nebo používáním ergonomických pomůcek. [11]

### 1.4.3. Stres

Kromě fyzických onemocnění se v souvislosti s ergonomií řeší také psychická zátěž. Psychická zátěž je nejčastěji způsobována několika faktory nebo také stresory jako jsou např. Prodlužování pracovní doby, obavy z nezvládnutí nové technologie, zkracování časů na dokončení zakázky, častá reorganizace výroby a administrace, nevhodné ergonomické řešení pracoviště, vysoká odpovědnost. Celkový psychický stav pracovníka je pak samozřejmě ovlivňován i faktory nesouvisející se samotnou prací a pracovištěm, např. smrt blízkého člověka, rozvod, úraz apod.

Pro snížení rizika vzniku stresu souvisejícím s prací je nutné najít stresory, které ho způsobují. Nutností je tedy jako zaměstnavatel znát pracovní podmínky na pracovišti. Lze provádět například dotazníky a na jejich základě vyhodnocovat stav pracoviště. [12]

## 1.5. Způsob hodnocení ergonomických aspektů

Hlavní zásadou pro vytvoření vhodného pracovního místa je tedy odstranit všechny škodlivé, rušivé a obtěžující vlivy a vytvořit takové pracovní podmínky, aby bylo dosaženo co největšího pracovního pohodlí. Pro nalezení těchto škodlivých vlivů se využívá několik metod. [10]

Z interdisciplinární povahy ergonomie však nutně vyplývá, že výběr metod nebo jejich souborů se bude měnit podle účelového využití. Metody, které přispívají k popisu a analýze pracovního systému, lze rozlišovat, třídít a aplikovat oborově.

- Metody sběru informací o pracovní činnosti (časové a pohybové studie, postupy řízeného rozhovoru, profesiografická schémata - profesiogramy,..).
- Metody používané při projektování a racionalizaci pracovišť (somatografie, modely manekýnů,..).
- Metody pro hodnocení pracovních prostředků (kontrolní listy, bodovací metody,..).
- Metody pro hodnocení faktorů pracovního prostředí (měření fyzikálních a jiných veličin podle ČSN a hyg. předpisů).

Další způsob hodnocení z pohledu ergonomie je aplikace metod, hodnotící zejména fyzickou zátěž při manipulaci s materiálem. Mezi tyto metody patří různé typy tabulek a checklistů, které na základě přiřazení vhodného kritéria vybraného faktoru (např. pozice rukou operátora při práci, pozice krku,.. ) apelují na změnu práce operátora ve smyslu úpravy pracoviště.

Mezi tyto metody patří:

### Metoda EAWS [16]

Řadí se mezi novější metody pro vyhodnocení ergonomických rizik, vyvinuta Institutem pro ergonomii Darmštdské Technické Univerzity (IAD) ve spolupráci s Mezinárodním MTM úřadem a otestována u evropských výrobců automobilů a jejich dodavatelů. Jedná se o komplexní analýzu pro hodnocení pracovní polohy, působících síl, manipulaci s břemeny a opakovanou zátěž horních končetin.

Rozlišují se 2 úrovně systémů pro vyhodnocení ergonomického rizika a biomechanického přetížení:

- 1. úroveň – rychlý screening
- 2. úroveň – podrobná analýza, výpočet hodnotících indexů.

## **Metoda ART Tool [15]**

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

- Zahrnují činnost horních končetin
- Opakují se poměrně často (například každou minutu, ale i častěji)
- Vyskytují se alespoň 1-2 hodiny/den či směnu

Rozděluje se na 3 části:

- Průvodce hodnocení
- Vývojový diagram
- Popis činností dle formuláře a skóre listu

## **Metoda Owas**

Slouží k zkoumání rizikových faktorů práce týkajících se svalů a kostí a hodnocení zatížení pracovníka statickou prací. Je založená na přímém pozorování v průběhu směny, během kterého je nutné sledovat pracovníka a jeho postoj, pohyby a počítat množství a frekvenci nepřírodných a nepříjemných pracovních postojů a pohybů. Metodou OWAS identifikujeme rizikové pracovní polohy, kde silové namáhání může být nebezpečné. Pracovní úkoly jako tlačení, tahání nebo polohy, kdy je tělo nerovnoměrně zatěžované se doporučují přezkoumat a změnit. [14]

## **Metoda Rula [10]**

Nástroj pro hodnocení zatížení těla, který se skládá se z 3 základních kroků:

- Pozorování a identifikace rizikové polohy pro hodnocení
- Skórování a zaznamenávání polohy jednotlivých částí těla
- Stanovení celkového skóre

Celkové skóre se poté vyhodnocuje a následně se stanovuje kategorie přijatelnosti např. 1. kategorie (skóre 1-2) = Přijatelná práce, pokud je prováděna po krátkou dobu.; 2. kategorie (skóre 3-4) = Potřeba dalšího hodnocení, požadavek změny, apod.

## **Metoda Reba [10]**

Vychází z metody Rula a přihlíží k úchopu při manipulaci s břemenem, vhodná pro statické polohy.

Rozděluje se na 2 skupiny:

- Skupina A (skóre zátěže + polohy)
- Skupina B (skóre uchopení + polohy)

Při celkovém hodnocení se poté využívá tabulka pro celkové skóre, které se odvodí na základě průniku skupiny A a skupiny B.

## Checklisty [10]

Checklisty nebo také kontrolní seznamy patří mezi klasické principy analyzování. V zásadě se jedná o seznam, který může být v jednoduché formě otázek s odpověďmi ANO/NE nebo i jako složitý formulář se zadanými parametry s využitím měření času apod. Zpravidla jsou vyplňovány samotnými zaměstnanci.

## 2. Ergnomická analýza pracovního místa

### 2.1. Představení společnosti KUKA [5]



Obrázek 2.1 Logo KUKA [5]

Pozorované pracoviště se nachází ve firmě KUKA Industries ČR spol s.r.o, která je dceřinou firmou společnosti KUKA Roboter GmbH, který je světovým producentem průmyslových robotů a řešení automatizace výroby, nacházející se mimo jiné ve Spojených státech amerických, Mexiku, Brazílii, Japonsku, Číně, Koreji, Taiwanu, Indii a většině evropských zemích. Má přibližně 12.300 zaměstnanců a její obrat činí cca 3 miliardy eur s hlavním sídlem v Augsburgu.



Obrázek 2.2 Hlavní sídlo KUKA v Augsburgu [8]

Vznikla v roce 1898 kde jí založili Johann Josef Keller a Jakob Knappich. KUKA je zkratka pro Keller und Knappich Augsburg. V roce 1966 získala KUKA vedoucí postavení na trhu komunálních vozidel v Evropě. Pro firmu Daimler-Benz vyrobila KUKA roku 1971 první automatickou svařovací linku s roboty v Evropě. V roce 1973 se stala průkopníkem robotiky a vyvinula FAMULU – celosvětově prvního průmyslového robota se šesti elektromechanicky poháněnými osami. V roce 2013 ohlásila společnost KUKA novou generaci robotů: S modelem LBR iiwa představila společnost KUKA celosvětově prvního průmyslového robota lehké konstrukce s integrovanou sensorikou v každé ose.

## 2.2. KUKA v ČR

KUKA Industries ČR má sídlo v Černovicích u Chomutova, působící na trhu od roku 1994 pod názvem Reis Robotics ČR, v roce 2016 se přejmenovala na KUKA Industries ČR. Dnes se zde provádí montáž a výroba komponentů průmyslových robotů dle zákaznickových požadavků. Pracuje zde přibližně 400 zaměstnanců rozdělených v jednotlivých montážních a výrobních úsecích. Dále je zde školicí centrum pro školení pracovníků obsluhující průmyslové roboty.



Obrázek 2.3 Výrobní haly KUKA Industries ČR v Černovicích [13]

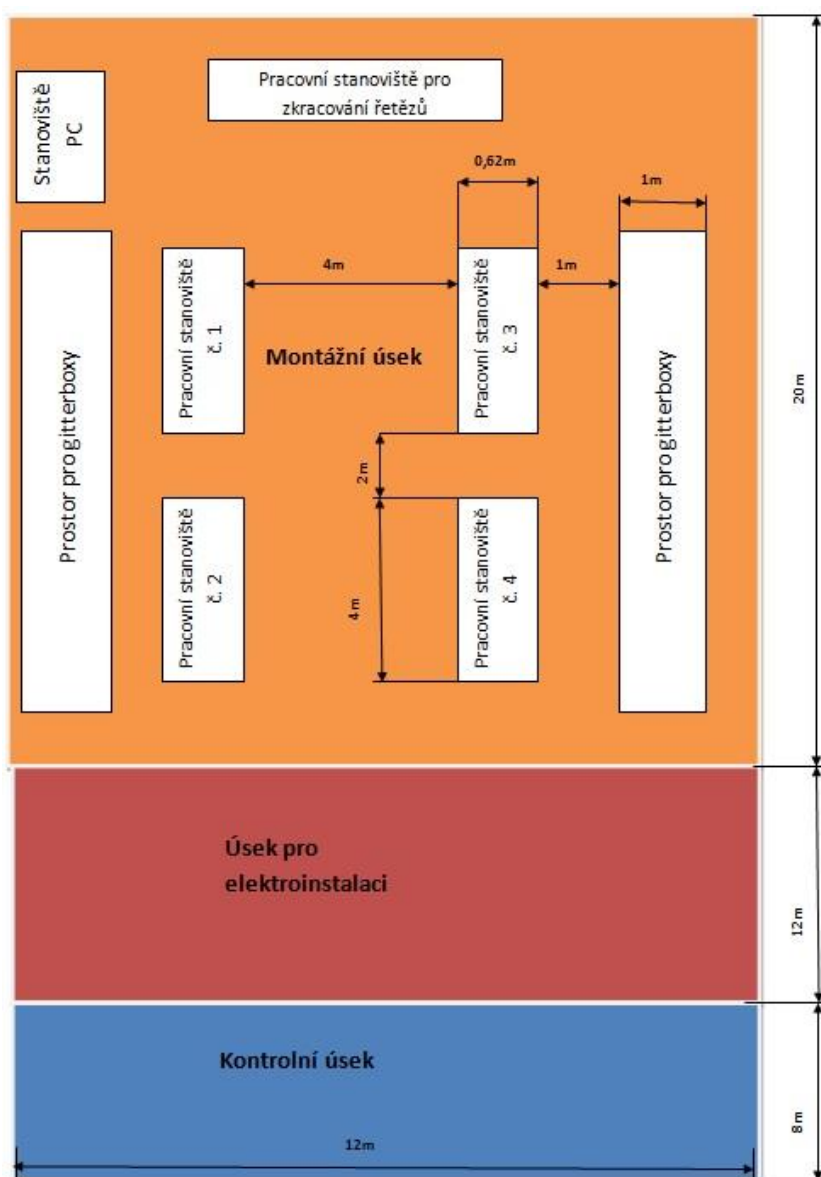
Provádí se zde mechatronické montáže lisů, robotů a periferních zařízení, propojovacích kabelů. Nově zde vznikla také montáž válcových dopravníků. V oblasti výroby se zde pracuje na dělení materiálů, svařování kovů a jejich obrábění, povrchové úpravy.

## 2.3. Představení montážní haly

Vybrané pracoviště se nachází v nově zbudované hale pro montáž převážně válcových dopravníků pro palety. Hala je rozdělena do 3 úseků, které jsou volně přístupné. V hale jsou dále s hlediska bezpečnosti vyznačeny jednotlivá pracoviště a průchozí prostor žlutou barvou, únikové cesty vyznačené červeně.



- **Úsek pro montáž dopravníků** - provádí se zde mechanická montáž dopravníků dle montážního listu. Úsek je dále rozdělen na 4 pracovní stanoviště, kde ve dvojicích pracovníci provádí montáž na montážním stole. Dále je zde umístěn pracovní stůl vybavený prvky dovolující zkracování řetězu pro montáž dopravníků a stanoviště PC, kde lze kontrolovat montážní proces.
- **Úsek pro elektroinstalaci** - Jedná se o plochu kam jsou přemístěny smontované dopravníky a je následně prováděna instalace kabeláže a dalších elektronických prvků.
- **Kontrolní úsek** - Plocha kam jsou přemístěné zhotovené dopravníky, které jsou podrobené kontrole a následně připraveny na vývoz.



Obrázek 2.4 Schéma haly



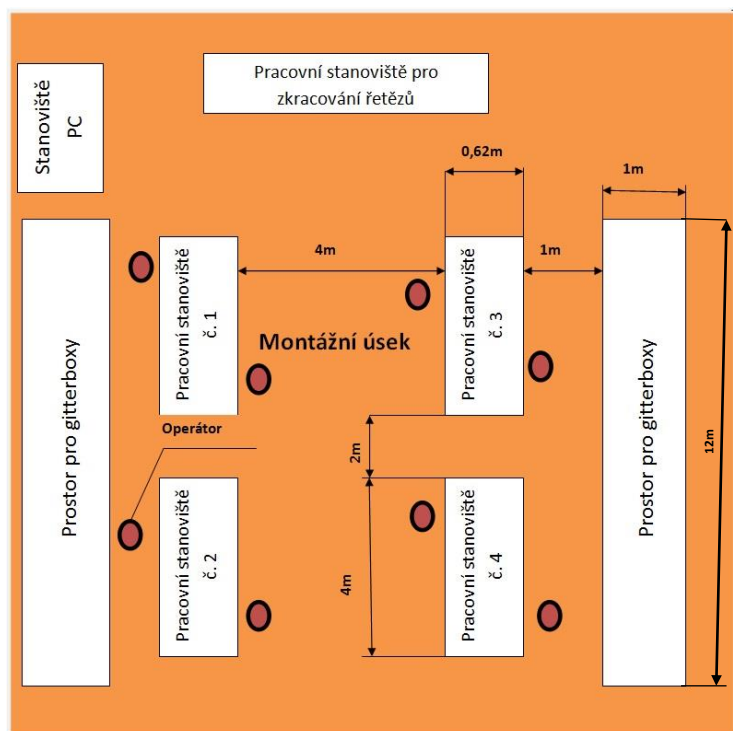
Obrázek 2.5 Montážní úsek



Obrázek 2.6 Úsek pro elektroinstalaci

## 2.4. Představení vybraného pracoviště

Pracoviště kde bude aplikována ergonomická studie se nachází v montážním úseku. Pracovníci využívají řadu nástrojů a vybavení haly při manipulaci se smontovanými výrobky (viz kapitola 2.6). Montážní úsek je rozdělen do čtyř totožných pracovních stanovišť kde ve dvojici operátoři provádí montáž. Dále se v montážním úseku nachází stanoviště PC (viz obrázek 2.17) a pracovní stanoviště pro zkracování řetězů, kde se dle potřeby provádí úprava délky řetězů pro samotnou montáž jednotlivých druhů dopravníků. Účelem montážního úseku je kompletní mechanická montáž dopravníků. Převážně se zde provádí montáž válcových dopravníků pro dopravu palet.



Obrázek 2.7 Schéma montážního úseku



Obrázek 2.9 Pracovní stanoviště v montážním úseku

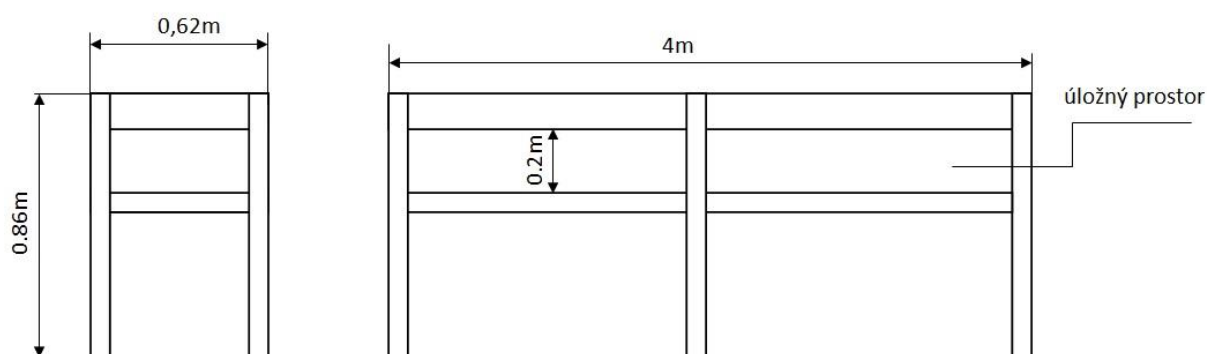


Obrázek 2.8 Pracovní stanoviště pro zkracování řetězů



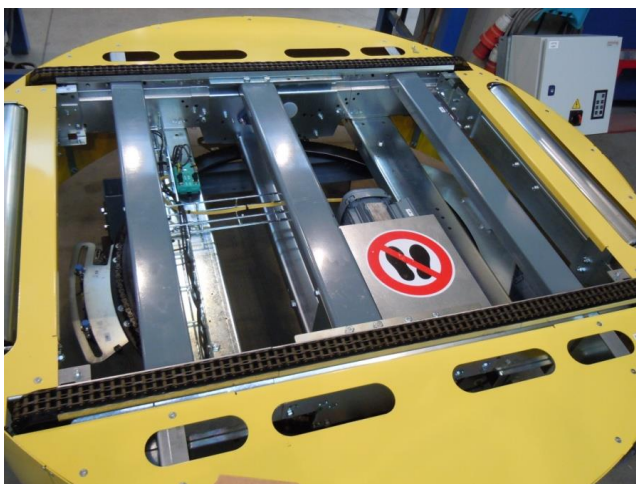
## 2.5. Specifikace práce operátora

Vzhledem k identičnosti práce prováděné na jednotlivých pracovních stanovištích v montážním úseku bylo vybráno k vlastní ergonomické analýze pracovní stanoviště číslo 4 (viz. obrázek 2.7 - Schéma montážního úseku). Pracovní stanoviště je obsluhováno 2 operátory, provoz je dvousměnný (1 směna 8h) s dvěma přestávkami (30 a 10 min), takže se na stanovišti střídají 4 lidé. Převážně se jedná o muže, kvůli manipulaci s poměrně těžkým materiálem a mechanické zručnosti. Operátoři pracují převážně vstoje vyjímečně vsedě. Pracovní stanoviště tvoří pevný pracovní stůl umístění v pracovním prostoru, který je vyznačen žlutou čarou.



Obrázek 2.10 Rozměry pracovního stolu

Pracovní náplň operátora je z komponentů sestavit na základě montážního listu daný typ dopravníku. Montážní práce se provádějí na pracovním stole a během montáže využívají příslušné nástroje a pomůcky (viz. kapitola 2.6). Celkový čas montáže je dán velikostí a typem dopravníku. Kromě dopravníků se na tomto pracovišti montují také otočné stoly (obrázek 2.12).



Obrázek 2.12 Zhotovený otočný stůl, doba montáže až 24h.



Obrázek 2.11 Zhotovený válcový dopravník, doba montáže až 5h.

Způsob dopravy materiálu je zajištěn jiným operátorem. Spojovací materiál je umístěn v pojízdném úložišti šroubů a matic viz. obrázek 2.16.

## 2.6. Používané pomůcky a nástroje na pracovišti

V montážním úseku se používá řada základních nástrojů a pomůcek jako například šroubováky, různé druhy klíčů, kladiva apod. Dále se zde používá několik specifických nástrojů a úložišť pro mechanickou montáž dopravníků. Mezi takové patří:

- **Gitterboxy** - Dováží se v nich komponenty ze skladu na místo pro ně vyhrazené v montážním úseku. Gitterboxy mají vnitřní rozměr 1200x800x800 mm.



Obrázek 2.13 Gitterboxy s komponenty

- **Vrtací kladiva a vrtačky** - Jedná se o akumulátorové vrtací kladiva. Používají se k dotažení šroubů, matic apod.



Obrázek 2.14 Vrtací kladivo

- **Mostový jeřáb** - Využívá se převážně k manipulaci s většími smontovanými dopravníky do jednotlivých úseků.



Obrázek 2.15 Mostový jeřáb

- **Pojízdná úložiště šroubů, matic** - Jedná se o pojízdné úložiště všech druhů šroubů, matic apod., které se vyskytují při montáži. Jsou doplňované externí firmou. Pracovníci mají díky tomu možnost umístit si úložiště tam kam potřebují během montáže.



Obrázek 2.16 Pojízdné úložiště šroubů a matic

- **Možnost 3D náhledu na PC** - V případě upřesnění o provedení montáže je možnost 3D náhledu jednotlivých dopravníků na PC. Dále se tento náhled využívá ke kontrole dílů montovaných dopravníků a k následnému příkazu do skladu pro dovezení chybějících dílů.



Obrázek 2.17 PC pro náhled do 3D

## 2.7. Ergonomická studie vybraných montážních činností

Na základě vlastního pozorování a po domluvě s konzultantem s firmy, byly pro řešení ergonomie v praxi vybrány 2 situace, které se na 1. pohled jevily jako problematické z důvodu zdravotních rizik pro operátory. V bakalářské práci budou tyto studie označeny jako pracovní činnost č. 1 a pracovní činnost č. 2. V obou případech bude aplikována metoda RULA, v 2. případě bude doplněna metoda ART Tools, která na rozdíl od metody RULA hodnotí pohyby během celé činnosti operátora. U metody RULA se pouze analyzují konkrétní „zastavené“ polohy při práci.

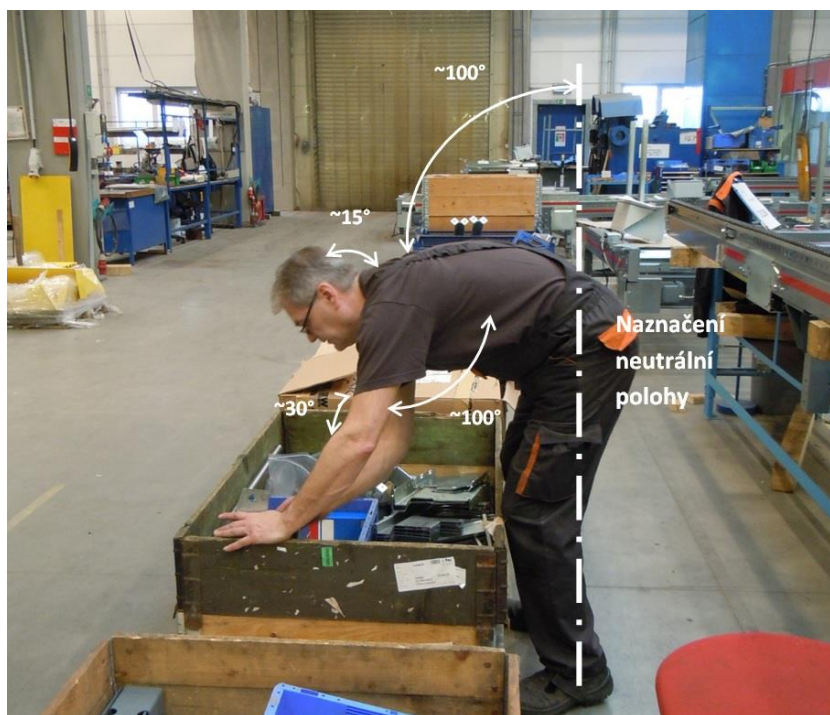
### 2.7.1. Pracovní činnost č. 1 - manipulace s materiálem

První činnost, která byla zanalyzována, je proces, při kterém pracovník hledá a následně vybírá patřičný komponent z gitterboxů umístěných na podlaze, který potřebuje při jednotlivých fázích montáže. Na snímku (obrázek 2.18) je zachycena typická pozice operátora při této činnosti a na první pohled je zřejmé, že se jedná o zcela nevhodnou pozici (ohyb trupu, špatný dosah paží), která je pro upřesnění rizika názorně dokreslena o úhly v důležitých antropometrických bodech postavy.

Zdravotní riziko, v souvislosti se zmíněnou nevhodnou pozicí, představuje frekvence této pracovní činnosti. Vzhledem k tomu, že v gitterboxech je často více komponentů dopravníků najednou (ve většině případech komponenty 4 dopravníků rozdělené do 3 gitterboxů), každý (dle velikosti) dopravník se skládá z přibližně 50 komponentů (bez spojovacích prvků) je zřejmé, že se operátor při standardním montážním tempu dostane



přibližně 100 krát za směnu do této pozice. Toto riziko je také zvýšeno neodpovídajícím řešením uskladnění jednotlivých komponentů v samotných gitterboxech, které často neodpovídá montážnímu postupu při samotném sestavování dopravníku.



Obrázek 2.18 Pozorovaná pracovní činnost č. 1- manipulace s materiály

Na základě charakteristiky prováděné práce a s ohledem na převahu naprosto nevhodných pracovních pozic, byla aplikována metoda RULA, která bude v následující kapitole podrobně aplikována.

### 2.7.2. Aplikace metody RULA [10]

Skládá se ze 3 tabulek pro určení skóre, podle kterého se následně posuzuje riziko operátora. Tabulka A pro určení skóre polohy horní končetiny a Tabulka B pro určení skóre postavení krku, trupu a nohou dále je zde Tabulka C pro určení celkového skóre sloužícího pro určení rizika operátora. Skóre v jednotlivých tabulkách se vybírá na základě tabulky pro hodnocení rizika poškození končetin (viz. příloha č. 2 Tabulky pro hodnocení rizika metodou RULA). Podle výsledného skóre se dále určuje kategorie rizikovosti operátora v dané poloze.

V následujících tabulkách jsou zpracovány poznatky z pozorování operátora v dané poloze na pracovišti.

#### Skóre polohy horních končetin

Poloha paže na snímku pracovní činnosti č. 1 se pohybuje přibližně okolo 100° od neutrální roviny, pro výchozí skóre je tedy zvoleno skóre číslo 4. Dále lze vidět že operátor má paže otažené, skóre paží tedy vzroste o 1. Vzhledem k poloze předloktí bylo zvoleno skóre 2. Poloha zápěstí je proměnlivá v souvislosti s hledáním správného komponentu, nicméně během toho se nachází převážně v neutrální poloze, skóre tedy rovno 1.

**Tabulka 2.1 Skóre A - Skóre polohy horní končetiny**

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
		Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení
Paže	Předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

(Legenda tabulky: Zeleně označené výsledky na základě tabulky pro určení rizika, Červeně označené výsledný průnik výsledků )

Po zaznamenání výsledků do příslušné tabulky, je patrné že celkové skóre A pro polohy horní končetiny je 5.

### Skóre krku, trupu a nohou

Poloha krku jak lze vidět na snímku je přibližně 15° nakloněná, skóre tedy bude 2. Poloha trupu přesahuje 60° skóre pro tedy bude 4. Jedná se o stoj rovnoměrně rozložený na obě chodidla, skóre 1.

**Tabulka 2.2 Skóre B - Skóre postavení krku, trupu a nohou**

	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	Skóre nohou	Skóre nohou	Skóre nohou	Skóre nohou	Skóre nohou	Skóre nohou	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

Po zaznamenání výsledků do příslušné tabulky, je patrné že celkové skóre pro postavení krku, trupu a nohou je 5. Zohledníme-li zátěž a sílu při manipulaci s materiálem uvnitř gitterboxů je nutné přičíst k výslednému skóre 1. Výsledné skóre B pro postavení krku, trupu a nohou je tedy 6.

Tabulka 2.3 Skóre C - Celkové skóre

Celkové skóre									
Skóre B	Skóre A								
	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

Jak lze vidět na tabulce 2.3 po doplnění Skóre A a Skóre B je výsledné skóre analýzy dané polohy rovno 6. Skóre 6 ukazuje že se jedná o 3. kategorii (viz obrázek 2.19 Kategorie výsledného skóre pro metodu RULA) a že je tedy nutné provést změnu v provádění práce co nejdříve.

**1. kategorie:**

Celkové skóre jedna nebo dvě ukazuje, práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.

**2. kategorie:**

Celkové skóre tři nebo čtyři ukazuje, že je potřebné další hodnocení a změny by měly být požadovány.

**3. kategorie:**

Celkové skóre pět nebo šest ukazuje, že je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve.

**4. kategorie:**

Celkové skóre sedm ukazuje, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě.

Obrázek 2.19 Kategorie výsledného skóre pro metodu RULA [10]

### 2.7.3. Pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím

Druhá činnost, která byla podrobena analýze, je proces, při kterém operátor provádí za pomoci akumulátorového vrtacího kladiva dotahování spojovacích prvků při montáži. Jak lze vidět na snímku (obrázek 2.20) pracovník je nucen k úklonu do strany horní částí těla k provedení práce. Téměř každý spojovací prvek je při montáži dotažen pneumatickým kladivem, tak se operátor v této pozici, která je typická pro dotahování spojovacích prvků, (dle typu a velikosti dopravníku) ocitá přibližně 200 krát za směnu.



Obrázek 2.20 Pozorovaná pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím

Stejně jako v prvním případě u hodnocení pozorované pracovní činnosti č. 1 - manipulace s materiálem, také zde pro hodnocení rizikovosti práce dotyčného operátora bude aplikována metoda RULA. Kompletní postup metody RULA pro pracovní činnost č. 2 je uveden v příloze č. 3 (Postup při analýze metodou RULA pro pozorovanou činnost č. 2), na jehož základě vychází (Tabulka 2.4), že se jedná o celkové skóre 5, které spadá pod 3. kategorii, kde je nutné provést změnu v provádění práce co nejdříve.



Tabulka 2.4 Celkové skóre polohy č.2

Celkové skóre									
	Skóre A								
Skóre B	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

Při hodnocení rizikovosti práce operátora při práci s ručním nářadím, byla pro upřesnění a objektivnější pohled použita metoda ART Tools. Tato metoda efektivně posuzuje pozice rukou, zápěstí, prstů a je tak vhodným doplněním metody RULA pro uvedenou činnost. V následující kapitole je podrobně představena a zpracována.

#### 2.7.4. Metoda ART Tools [15]

Při provádění analýzy se postupuje podle vývojového diagramu (příloha 4. Vývojový diagram pro metodu ART Tools). Vždy se posuzuje pravá a levá ruka zvlášť, neboť při vykonávání činnosti může každá ruka provádět jiné pohyby. Nejdříve se tedy posuzuje stupeň A, který zahrnuje A1: pohyby paží (jak často operátor pohybuje s rukama při vykonávání práce), A2: opakování (sleduje se, kolikrát se opakuje stejný pohyb paží po jednu minutu). Následuje stupeň B, do něhož patří pouze síla (jak velká síla je vyvíjena rukama). Po stupni B následuje stupeň C, ve kterém je 5 nepřirozených poloh. C1: poloha hlavy/krku (posuzuje se, zda pracovník ohýbá hlavu při provádění úkolu), C2: poloha zad (za nepříjemnou je považováno ohnutí pod úhlem více než 20°, je třeba určit, zda je operátor předkloněn v součtu 15-30% nebo více než 50% času vykonávání činnosti), C3: poloha paží, C4: poloha zápěstí, C5: sevření prstů. Poslední je stupeň D, do kterého patří další faktory. D1: délka činnosti bez přestávky (určuje se maximální doba, po kterou operátor vykonává opakující se úkol bez přerušení), D2: pracovní tempo (zda není či je těžké udržet krok s prací), D3: ostatní faktory (lze sem zahrnout používání ruky jako nástroje, vliv rukavic na uchopení a manipulaci, stlačení kůže vlivem používání nástroje, vibrace, chlad, nedostatečné osvětlení,...), D4: trvání činnosti po celou pracovní dobu (je to doba, po kterou pracovník vykonává opakovaný úkol v typický den či směnu bez přestávky – výběrem se získá násobitel, který se použije v poslední fázi výpočtu skóre).

Jednotlivé body a barvy se vyplní do skóre listu (viz příloha č. 5. Skóre list pro metodu ART Tools). Po jeho vyplnění se vypočte výsledné skóre zvlášť pro levou a pravou ruku následujícím způsobem:

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

Podle čísla výsledného skóre se v tabulce 5 zjistí úroveň naléhavosti šetření dané činnosti operátora.

Tabulka 2.5 Pro zjištění výsledné úrovně po použití metody ART Tools

Výsledné skóre	Výsledná úroveň	
0-11	nizká	Pouze jednotlivé okolnosti
12-21	střední	Vyžaduje další šetření
22 a více	vysoká	Nutně vyžaduje další šetření

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

### 2.7.5. Metoda ART Tools pro činnosti číslo 2 - práce s ručním nářadím

Pro samostatné provedení metody ART Tools byla vybrána tedy činnost naznačena v řešení metody RULA (Pozorovaná pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím), při které dochází k dotahování spojovacích prvků při montáži pomocí akumulátorového vrtacího kladiva.

Tabulka 2.6 Skóre list pro pozorovanou činnost č. 2

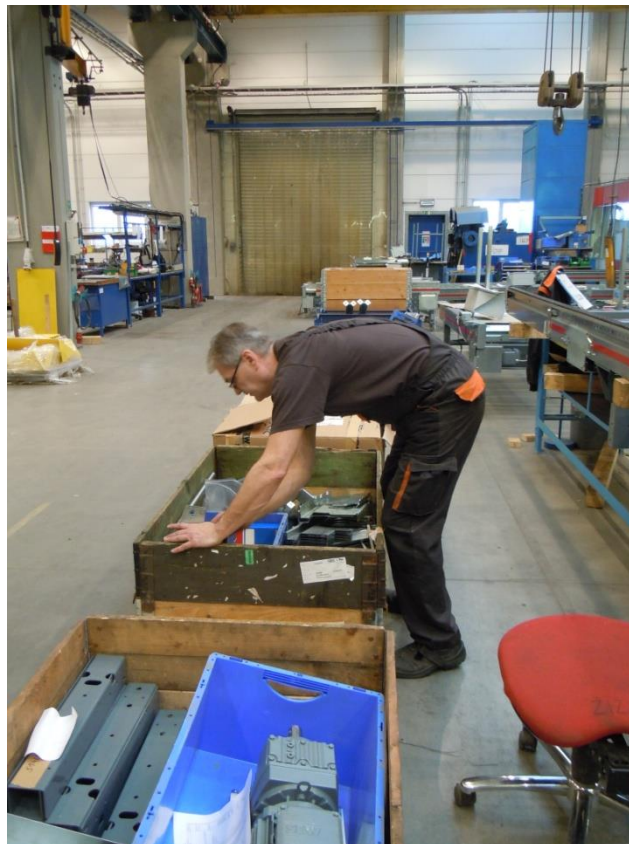
Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		3		3
A2 Opakování		0		0
B Síla		2		2
C1 Pozice hlavy/krku		1		1
C2 Pozice zad		1		1
C3 Pozice paží		2		2
C4 Zapěstí		1		1
C5 Sevření prstů		0		0
D1 Délka činnosti bez přestávky		4		4
D2 Pracovní tempo		0		0
D3 Ostatní faktory		2		2
<b>Průběžné skóre</b>		16		16
D4 Násobitel	X	1	X	1
<b>Výsledné skóre</b>		16		16
D5 Psychosociální faktory				

Jak lze vidět na vypracovaném skóre listu pro pozorovanou operaci č. 2, vychází celkové skóre 16. Jedná se tedy o střední úroveň (viz. Tabulka 2.5 pro zjištění výsledné úrovně po použití metody ART Tools) a vyžaduje tak další šetření. Kompletně zpracovaná metoda ART Tools pro pozorovanou činnost číslo 2 viz příloha č. 6 (Vypracovaná metoda ART Tools pro pozorovanou činnost č. 2).

### **3. Návrh pracoviště výrobní linky s ohledem na práci operátora**

Z výsledků aplikace uvedených ergonomických metod je žádoucí učinit nápravné opatření. Ta mohou být technického rázu. Tato bývají z hlediska efektivity, nejučinnější. Nebo je možné navrhnout organizační změny. Ta jsou založena zejména na správné komunikaci mezi jednotlivými zaměstnanci na různé úrovni konkrétní firmy. V neposlední řadě existují i ergonomické pomůcky, které zlepšují komfort při práci. V této kapitole bude postupováno ve stejném sledu, jako při hodnocení ergonomie na pracovišti. Nejprve tedy budou představeny inovativní návrhy pro snížení zdravotního rizika pro operátora při 1. pozorované činnosti (manipulace s materiálem), a poté při 2. pozorované činnosti (práce s ručním nářadím).

#### **3.1. Návrh nápravných opatření pro pracovní činnost č. 1 - manipulace s materiálem**



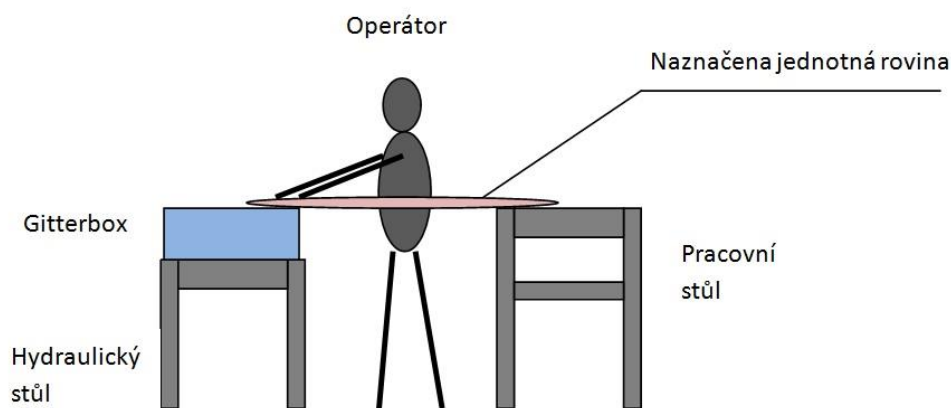
Obrázek 3.1 Pracovní činnost č.1 - manipulace s materiálem

Jak lze vidět na obrázku a jak vyplývá z ergonomické analýzy pro činnost č. 1 se operátor musí přizpůsobit nevhodnému řešení umístění gitterboxů s komponenty pro montáž dopravníků. Operátor je nucen příliš dlouhý čas zaujímat nevhodnou pracovní pozici (hluboký předklon s nataženýma rukama). Příčinou jsou dvě skutečnosti. První je naprostě nevyhovující umístění gitterboxů na podlaze. Druhá příčina je ta, že v uspořádání komponentů v samotných gitterboxech není jednotnost a sled. To vede k "hledání", tedy k zbytečnému pohybu a manipulaci s díly v gitterboxech. Toto vše prodlužuje čas, který operátor musí být v prezentované nevhodné pozici.

Ergonomické řešení této činnosti lze rozdělit do 2 druhů nápravných opatření.

### 1. Nápravné opatření - Vyřešení nevhodného umístění gitterboxů.

Tato část by mohla být například vyřešená pomocí hydraulických stolů, které by umožnily nastavit polohu gitterboxů s ohledem na jednotlivé operátory, umožňující tak manipulaci s komponenty v jednotných rovinách.



Obrázek 3.2 Schéma operátora pracujícího v jednotné rovině

Rozměry těchto hydraulických stolů lze pořídit v různých variantách, tak aby pokryly potřebu pro rozměry gitterboxů.



Obrázek 3.3 Hydraulický stůl [17]

## 2. Nápravné opatření - Navržení optimálního umístění komponentů v gitterboxu.

V současné době neexistuje jednotný a systematický postup ukládání jednotlivých komponentů pro montáž dopravníků v gitterboxech. Navržené zlepšení tedy vyžaduje proškolení všech zaměstnanců, kteří se podílí na montáži. Nejen samotných operátorů na uvedeném pracovišti, ale i pracovníků v přípravě výroby a ve skladech. Mimo návrhu umístění dílů by bylo dobré se věnovat i vhodnému značení jednotlivých komponentů (zavedení štítkování jednotlivých komponentů apod.). Tak aby se minimalizovaly chyby při montáži. Výsledný efekt to bude mít také z pohledu úspory času.

### 3.2. Napravné řešení pro pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím



Obrázek 3.4 Pracovní činnost č. 2 - práce s ručním nářadím

Jak lze vidět na obrázku a jak vyplývá z ergonomické analýzy při pozorované činnosti č. 2 operátor používá s nástroj (akumulátorové vrtací kladivo), a při tom se dostává do rizikových poloh, tedy k nepřírozené pozici těla vlivem nenastavitelného pracovního stolu, na kterém probíhá montáž. Dále je pak vystaven značné míře vibrací vlivem nástroje.

Ergonomické řešení této činnosti lze rozdělit do 2 druhů nápravných opatření.



## 1. Nápravné opatření - Použití variabilního nastavení pracovního stolu

Možností nastavení pracovního stolu (stávající je výškově pevný), tak aby bylo možno nastavit pracovní rovinu s ohledem na výšku operátora. A nedocházelo tak k nevhodným náklonům a předklonům. Tím se výrazně sníží riziko vystavení operátora s tím souvisejících nevhodných poloh.



Obrázek 3.5 Polohovatelný pracovní stůl LOGiMan [18]

## 2. Nápravné opatření - Snížení vibrací působící na operátora při práci s nástrojem.

Toho lze docílit vybavením operátorů protivibračními rukavicemi s volnými konečky prstů k umožnění jemné manipulace se spojovacími prvky.



Obrázek 3.6 Protivibrační rukavice [19]

### **3.3. Další návrhy na zlepšení pracovních podmínek v duchu ergonomických doporučení**

V předchozích kapitolách bylo postupně:

- ze 4 shodných pracovišť vybráno jedno, kde se provádí kompletní montáž dopravníků z dodaných komponentů
- po dohodě s konzultantem z firmy zde byly určeny 2 pracovní činnosti operátorů, které evidentně představovaly ergonomické riziko a fyzickou zátěž
- na základě tohoto předpokladu byly aplikované vhodné ergonomické analýzy pro posouzení míry rizika
- na základě výsledku hodnocení rizikovosti práce byly doporučeny návrhy opatření, které by jednoznačně znamenaly snížení námahy pro operátory a tím eliminaci případných zdravotních problémů v budoucnu.

Tato opatření byla navržena pro vytypované činnosti. Mojí účastí v roli pozorovatele a dostatečným seznámením s prací zaměstnanců v této části provozu bych rád ještě podotknul, že pro zlepšení celkové úrovně pracovních podmínek ve firmě KUKA by prospělo lepší a důkladnější proškolení zaměstnanců při nástupu do práce a zařazení na dané pracoviště. Tyto informace se v tuto chvíli předávají pouze ústně a například se zde vůbec neřeší pohybové návyky a správné provedení úkonů, týkající se například manipulace s břemeny nebo samotné montáže.

#### **Školení pohybových návyků při montáži**

Pro podtržení důležitosti této myšlenky je zde uveden příklad z obrázku číslo 3.7. Zde je vidět, že stejnou montážní operaci – usazení a montáž podsestavy, vykonávají dva pracovníci. Avšak každý v jiné pozici. Jeden využívá možnosti tzv. zvýšeného sedu, který v této chvíli dovoluje operátorovi bez omezení podobnou úkon provádět. Druhý pracovník ovšem při práci klečí, a tím je tato pozice a celkově i práce, pro něj daleko namáhavější. Kdyby byli operátoři na všech pracovištích řádně proškoleni a bylo jim vysvětleno, proč je vhodnější využívat zvýšeného sedu, oproti kleku, eliminovaly by se tak pozdější možné problémy operátorů, jmenovitě problémy bolesti zad.



Obrázek 3.7 Operátor vystaven rizikové poloze

### Pořízení zdravotních vložek do bot

Dále, z pohledu dostupnosti pořízení, lze vybavit operátory vhodnou zdravotní a ergonomickou pomůcku, kterou jsou vložky do bot. Vzhledem k převaze práce ve stoje na všech 4 pracovištích. Podlaze, která je betonová. A povinnosti z hlediska nošení OOPP, což je nošení uzavřené pracovní obuvi s vyztuženou špičkou je nákup tzv. terapeutických vložek do bot pro vybrané pracovníky jako způsob zlepšení komfortu při práci.



Obrázek 3.8 Terapeutické masážní vložky do bot [20]



## Uvolňovací cviky pro zápěstí

Jako poslední inovace, kterou by bylo možné zařadit do oblasti osvěty a prevence zdravotních rizik je na viditelném místě na pracovišti vyvěsit instruktážní plakát s metodikou procvičování zápěstí při jeho přetěžování. Například při častém používání ručního náradí. Tyto cviky jsou uvedeny v příloze č. 1 (Preventivní cvičení proti vzniku karpálního syndromu) a jsou jednoduché, názorné a dostatečně efektivní při jejich pravidelném opakování. Při charakteru prováděných prací v tomto provozu jsou jednoznačně prevencí proti syndromu karpálního tunelu.

## 4. Volba a zhodnocení optimálního řešení

S ohledem na počet nápravných opatření, jejich návrh, výběr, prioritu, ale také na racionální úvahu ohledně možnosti zavedení do praxe v co nejkratším čase, je v závěrečné kapitole provedeno ekonomické porovnání dvou variant. Tyto budou prezentovány ve formě dvou tabulek: Tabulka 4.1 Navržená varianta A, Tabulka 4.2 Navržená varianta B.

Varianty budou nejprve navrženy pro jedno, v bakalářské práci popisované, pracoviště. Protože se, ale dle schéma (viz obrázek č. 2.7 str. 18) v provozu nachází tato pracoviště 4 a jsou shodná ve způsobu prováděných pracovních činností, bude proveden přepočít a hrubý odhad nákladů pro celý provoz.

### Varianta A - 1 pracoviště:

Tabulka 4.1 Navržená varianta A - 1 pracoviště

Výbava	Počet ks	Přibližná cena za ks [Kč]	Celkem [Kč]
Nové pracovní stoly	1	15 000	15 000
Hydraulické stoly	3	35 000	105 000
Antivibrační rukavice	2	700	1 400
Vložky do bot	2	345	690
<b>Celkem</b>			<b>122 090</b>

Jak vyplývá z tabulky pro navrženou variantu A pro 1 pracoviště, je při této variantě nutná investice v hodnotě 122 090 Kč.

## Varianta A - všechna pracoviště

Při pohledu na zpracovanou tabulku pro variantu A vychází celkově nutná investice na 1 pracoviště 122 090 Kč. Pro všechny (4) pracoviště je tedy výsledně nutná investice pro tuto variantu 488 360 Kč. Nejdražší položkou jsou hydraulické stoly, které sice splňují požadavky na zlepšení současného stavu pracoviště, ale vyžadují velkou investici ze strany firmy.

Jako další možná varianta zlepšení ergonomie na pracovišti při možnosti využití stávajícího vybavení přichází v úvahu tento návrh:

Pokud by firma přistoupila na návrh použití výškově nastavitelných montážních stolů, mohly by se stávající stoly po drobné úpravě použít pro místo odběru z gitterboxů. Pro montáž a práci operátorů je prioritou výška pracovní roviny, na které se provádí komplexní montáž. Stávající stoly by se ale nemusely vyřazovat, ale mohly by sloužit jako přípravný prostor pro montáž. V takovém případě by finanční analýza vypadala následovně:

## Varianta B - 1 pracoviště

Tabulka 4.2 Navržená varianta B - 1 pracoviště

Výbava	Počet ks	Přibližná cena za ks [Kč]	Celkem [Kč]
Nové pracovní stoly	4	15 000	30 000
Antivibrační rukavice	2	700	1 400
Vložky do bot	2	345	690
<b>Celkem</b>			<b>32 090</b>

Jak vyplývá z tabulky pro navrženou variantu B pro 1 pracoviště, je při této variantě nutná investice v hodnotě 32 090 Kč.

## Varianta B - všechna pracoviště

Při pohledu na zpracovanou tabulku pro variantu A vychází celkově nutná investice na 1 pracoviště 32 090 Kč. Pro všechny (4) pracoviště je tedy výsledně nutná investice pro tuto variantu 68 360 Kč. Při pohledu na nutnou investici pro variantu B pro všechna pracoviště je zřejmé, že náklady na nové uspořádání pracoviště v duchu ergonomických zásad by bylo finančně výhodnější a je možné vyslovit názor, že jeho možnost realizace by v dohledné době přispěla ke zvýšení firemní kultury a zlepšení pracovních podmínek.

## 4.1. Závěr

Cílem této bakalářské práce s názvem: Návrh montážního pracoviště s ohledem na ergonomii byl splněn.

Na základě vybraných ergonomických metod bylo možno posoudit rizikovost práce na vybraném pracovišti. Při výši bodového skóre, po diskuzi s konzultantem z firmy a po rozhovoru se samotnými operátory byla navržena některá nápravná opatření v celkovém počtu: 7

- Proškolení zaměstnanců
- Zavedení značení komponentů
- Nové polohovatelné pracovní stoly
- Zavedení jednotné roviny při manipulaci s komponenty
- Preventivní cvičení proti vzniku karpálního tunelu
- Vložky do bot
- Antivibrační rukavice

V kapitole, zabývající se zhodnocením vybraných inovativních návrhů byla provedena finanční rozvaha a tím ještě podpořena myšlenka, že management firmy má možnost si vybrat z uvedených variant takovou, která při snaze zlepšit pracovní podmínky a limitovat zdravotní rizika při dlouhodobé a opakující se práci, představuje jednoznačně moderní způsob vedení a péči o zaměstnance. Ukazateli takového přístupu vedení firmy k zaměstnancům jsou: loajálnost, dobrá spolupráce na pracovišti a kvalita provedené práce.

## Citovaná literatura

### 1. Knižní publikace

[1] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 8024702266.

### 2. Publikace na internetu

[2] Česká ergonomická společnost (ČES). *Úvod - VÚBP - Výzkumný ústav bezpečnosti práce* [online]. Dostupné z: <http://www.vubp.cz/ces/>

[3] [online]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/component/content/article/6006.html>

[4] Syndrom karpálního tunelu trápí 35 000 Čechů | Zdraví a krása. *ZDRAVÍ A KRÁSA 2017 – magazín o tom, jak být zdravější a krásnější* [online]. Copyright © 2014 [cit. 14.01.2018]. Dostupné z: <https://www.zdraviakrasa.cz/syndrom-karpalniho-tunelu-trapi-35-000-cechu-814/>

[5] Homepage | KUKA AG. *Homepage | KUKA AG* [online]. Copyright © KUKA Aktiengesellschaft [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/>

[6] Muskuloskeletální poruchy - Bezpečnost a ochrana zdraví při práci – EU-OSHA. *European Agency for Safety & Health at Work - Information, statistics, legislation and risk assessment tools*. [online]. Copyright © 2018 EU [cit. 14.01.2018]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/themes/musculoskeletal-disorders>

[7] MUDr. Hošek Josef - AKTUALITY - Ze zdravotnictví - Nemoci z povolání od roku 2015 . *MUDr. Hošek Josef* [online]. Copyright © 2017 eStránky.cz [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: <http://www.mudrhosekjozef.cz/clanky/aktuality/ze-zdravotnictvi/nemoci-z-povolani-od-roku-2015.html>

[8] Kuka Augsburg | Metallbau Wölz. *Metallbau Wölz - Ihr zuverlässiger Metallbauer | Metallbau Wölz* [online]. Dostupné z: <https://metallbau-woelz.de/artikel/kuka-augsburg.html>

[9] Encyklopedie BOZP. [online]. Dostupné z: [http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Hlavn%C3%AD\\_strana](http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Hlavn%C3%AD_strana)

[10] *SZÚ* [online]. Copyright © [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni\\_prostredi/Ergonomicke\\_checklisty\\_uno\\_r2008.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni_prostredi/Ergonomicke_checklisty_uno_r2008.pdf)

- [11] Syndrom karpálního tunelu: příznaky, léčba (syndroma canalis carpi) - Vitalion.cz. *Nemoci - databáze nemocí - Vitalion.cz* [online]. Dostupné z: <https://nemoci.vitalion.cz/syndrom-karpalniho-tunelu/>
- [12] Rizika stresu na pracovišti v souvislosti s přípravou novely zákoníku práce | BOZPinfo.cz. *BOZPinfo - Časopis JOSRA* [online]. Copyright © 2002 [cit. 14.01.2018]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/rizika-stresu-na-pracovisti-v-souvislosti-s-pripravou-novely-zakoniku-prace>
- [13] Reis Robotics - Wir begrüßen Sie bei REIS ROBOTICS.. *Reis Robotics - Wir begrüßen Sie bei REIS ROBOTICS.* [online]. Dostupné z: <http://reisrobotics.cz>
- [14] OWAS - IPA Slovník - IPA Czech. *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. Copyright © 2012 [cit. 17.02.2018]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/owas>
- [15] *DSPACE at University of West Bohemia: NO TITLE* [online]. Copyright © [cit. 17.02.2018]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/20389/1/Bc.%20Veronika%20Jandova%20-%20Komplexni%20ergonomicky%20audit%20vybranych%20montaznich%20mist%20vyrobeni%20linky.pdf>
- [16] [online]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/en\\_cz/Images/EAWS\\_tcm841-117267.pdf](https://www.plm.automation.siemens.com/en_cz/Images/EAWS_tcm841-117267.pdf)
- [17] Jednonůžkové elektro-hydraulické zvedací stoly | prolift.cz. *Manipulační a zdvihací technika | prolift.cz* [online]. Copyright © 2017 PRO [cit. 23.04.2018]. Dostupné z: <https://www.pro-lift.cz/89-jednonuzkove-elektro-hydraulicke-zvedaci-stoly>
- [18] Montážní stoly a linky přizpůsobíme Vaší specializaci katalog. *Inteligentní dílna, stoly a pracoviště na míru | Logiman* [online]. Dostupné z: [https://www.logiman.cz/katalog/montazni-stoly-a-linky\\_4871](https://www.logiman.cz/katalog/montazni-stoly-a-linky_4871)
- [19] Rukavice antivibrační bez konečků prstů, TENERA 901. *Ochranné pracovní pomůcky a reklamní předměty TERCIE handicap s.r.o.* [online]. Copyright © 2018, TERCIE handicap s.r.o. [cit. 23.04.2018]. Dostupné z: <http://www.tercie-tabor.cz/rukavice-antivibracni-bez-konecku-prstu-tegera-901>
- [20] Terapeutické masážní vložky do bot s tekutým glycerinem. *UlevaProNohy.cz* [online]. Dostupné z: <https://ulevapronohy.cz/vyrobky/25-fluid.html>

## PŘÍLOHA č. 1

Preventivní cvičení proti vzniku karpálního syndromu [\[4\]](#)

# SYNDROM KARPÁLNÍHO TUNELU

INFOGRAFIKA

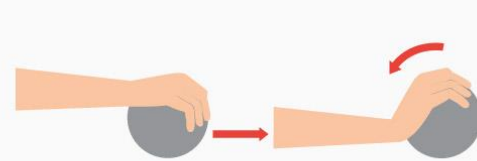
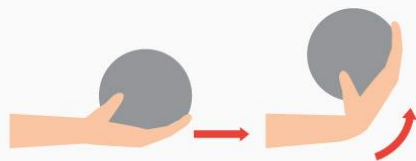
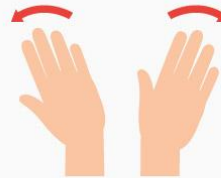
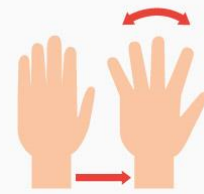


**ŠPATNĚ**



**SPRÁVNĚ**





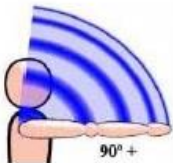









## PREVENTIVNÍ CVIKY



## PŘÍLOHA č. 2

Tabulky pro hodnocení rizika metodou RULA [\[10\]](#)



Hodnocení rizika poškození horních končetin						
Pracovník:		Datum/čas:		Provedl:		
Pravá strana:						
Pravá HK	 20° - 20°	 20° +	 20° - 45°	 45° - 90°	 90° +	<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <input type="checkbox"/> HK v abdukci <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže
Pravá HK	 60° - 100°	 0° - 60°	 100° +		<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu	
Pravé zápěstí	 0°	 15° - 15°	 15° +	 15° +	 15° +	<input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici

Pravé zápěstí otočené			Síla & Zátěž pro pravou ruku	<p>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10 kg opakovaná zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> náraz nebo prudké zvyšování síly</li> </ul>		
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.					
Levá strana:						
Levá KH						<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Zvednuté rameno</li> <li><input type="checkbox"/> HK v abdukci</li> <li><input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže</li> </ul>
Levá KH						<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu</li> </ul>
Levé zápěstí						<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici</li> </ul>
Levé zápěstí otočené			Síla & Zátěž pro levou ruku	<p>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly</li> <li><input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10 kg opakovaná zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> náraz nebo prudké zvyšování síly</li> </ul>		
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.					

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

**Tabulka A (Skóre polohy horní končetiny)**

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
Paže	Předlokti	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení
		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 B (skóre postavení krku, trupu a nohou)**

Krky	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	
	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 C (celkové skóre)**

Skóre C*	Celkové skóre								
	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

Rozdělení do jednotlivých kategorií v závislosti na výsledném skóre.

**1. kategorie:**

Celkové skóre jedna nebo dvě ukazuje, práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.

**2. kategorie:**

Celkové skóre tři nebo čtyři ukazuje, že je potřebné další hodnocení a změny by měly být požadovány.

**3. kategorie:**

Celkové skóre pět nebo šest ukazuje, že je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve.

**4. kategorie:**

Celkové skóre sedm ukazuje, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě.

## PŘÍLOHA č. 3

Postup při analýze metodou RULA pro pozorovanou činnost č. 2

## Skóre polohy horních končetin

Poloha paže v pracovní poloze č. 2 se pohybuje přibližně okolo 25°, pro výchozí skóre je tedy zvoleno skóre číslo 2. Předloktí je přibližně odkloněno od neutrální polohy o 95°, skóre bude tedy 1. Zápěstí je mírně stočené v neutrální poloze vzhledem k úchopu pneumatického kladiva, přiřazené skóre je tedy 2

Tabulka 1 Skóre A polohy horní končetiny

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
		Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení	Zápěstí	Stočení
Paže	Předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
3	3	3	4	4	4	4	4	5	5
	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	5	5	5	6
	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
5	3	4	4	4	5	5	5	6	6
	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
6	3	6	6	6	7	7	7	7	8
	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Po zaznamenání výsledků do příslušné tabulky, je patrné že celkové skóre A pro polohy horní končetiny je 3.

## Skóre krku, trupu a nohou +

Poloha krku jak lze vidět na snímku polohy je přibližně o 25° nakloněná do pravé strany operátora, skóre tedy bude 4. Poloha trupu se pohybuje přibližně okolo 20°, ale je vykloněno do pravé strany, skóre tedy bude 3. Jedná se o stoj rovnoměrně rozložený na obě chodidla, skóre 1.

Tabulka 2 Skóre B postavení krku, trupu a nohou

	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

Po zaznamenání výsledků do příslušné tabulky, je patrné že celkové skóre pro postavení krku, trupu a nohou je 6. Výsledné skóre B pro postavení krku, trupu a nohou je tedy 6.

Tabulka 3 Celkové skóre C

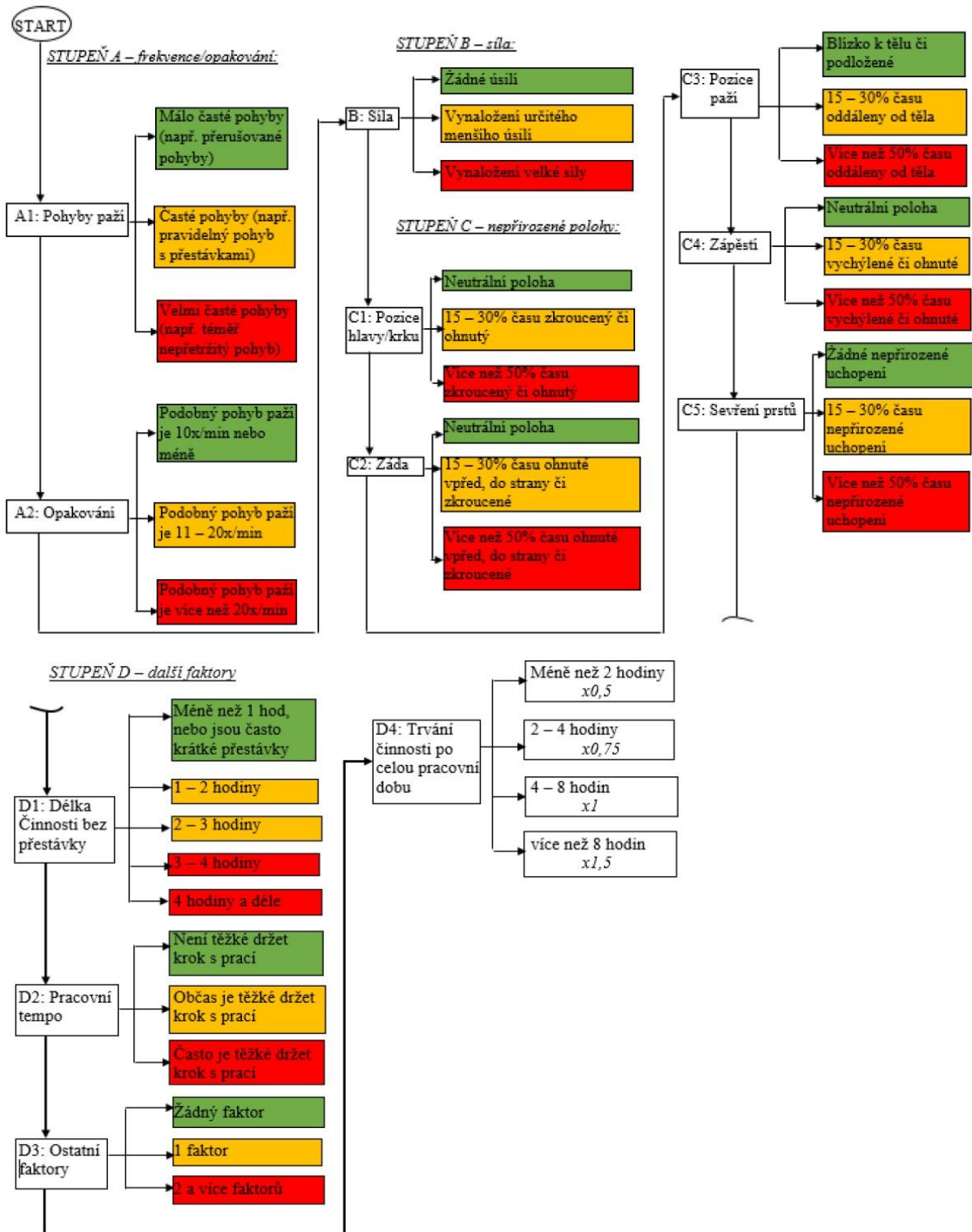
Celkové skóre										
Skóre A	Skóre B									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6	
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6	
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7	
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7	
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7	
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7	
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7	

Jak lze vidět na tabulce 3 po doplnění Skóre A a Skóre B je výsledné skóre analýzy dané polohy rovno 5. Skóre 5 ukazuje že se jedná o 3. kategorii a že je tedy nutné provést změnu v provádění práce co nejdříve.



## PŘÍLOHA č. 4

Vývojový diagram pro metodu ART Tools [\[15\]](#)



## PŘÍLOHA č. 5

Skóre list pro metodu ART Tools [\[15\]](#)

## Skóre list

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

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

## PŘÍLOHA č. 6

Vypracovaná metoda ART Tools pro pozorovanou činnost č. 2

## Formulář pro popis úlohy

### Formulář pro popis úlohy

Jméno hodnotitele: VÁCLAV SKÁLA Datum: 11.3. 2018  
Název firmy: KUKA INDUSTRIES CR  
Název činnosti: PRACOVNÍ ČINNOST Č.2  
Popis činnosti: OPERÁTOR POMOCÍ RUČNÍHO NÁŘADÍ (PNEUMATICKÉ VRTACÍ  
KLADIVO) DOTAHUJE SPOJOVACÍ PRVKY

Jaká je hmotnost položek, se kterými se pracuje?

DO 2 kg.

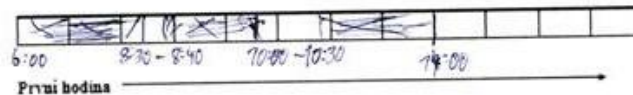
Která horní končetina je více využívána? Levá Prava Obě

Jaké ruční nářadí je používáno? PNEUMATICKÉ VRTACÍ KLADIVO

Tempo výroby (pokud je k dispozici):  jednotek směnu, hodinu nebo minutu

Jak často je činnost opakována? Každých  sekund

Zobrazení přestávek ve směně:



Jak dlouho pracovník vykonává činnost

- bez přestávek hodín
- v typickém dni nebo směně (nepočítat přestávkou) 7h 20m hodín

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

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

Rotuje pracovník v rámci jiných úkolů? ANO NE

Pokud rotuje, jaké úkoly to jsou?



## Skóre list pro pozorovanou činnost č. 2

Rizikový faktor	Levá horní končetina		Pravá horní končetina	
	Barva	Skóre	Barva	Skóre
A1 Pohyby paží		3		3
A2 Opakování		0		0
B Síla		2		2
C1 Pozice hlavy/krku		1		1
C2 Pozice zad		1		1
C3 Pozice paží		2		2
C4 Zapěstí		1		1
C5 Sevření prstů		0		0
D1 Délka činnosti bez přestávky		4		4
D2 Pracovní tempo		0		0
D3 Ostatní faktory		2		2
<b>Průběžné skóre</b>		16		16
D4 Násobitel		X 1		X 1
<b>Výsledné skóre</b>		16		16
D5 Psychosociální faktory				