

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a  
management

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Zlepšování pracovišť ve výrobě

Autor: **Bc. Hana Sedláková**

Vedoucí práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

zadání

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za odborné vedení, čas, který mi věnoval a poskytnuté rady při tvorbě této práce. Dále touto cestou děkuji svému konzultantovi Václavu Sklenářovi a také panu Rudolfu Klierovi ze společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V. Czech Branch za vstřícnost při poskytování požadovaných informací a za věcné připomínky.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Sedláková		Jméno Hana	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.		Jméno Marek	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>		<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Zlepšování pracovišť ve výrobě			

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

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	73	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	62	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	11
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Diplomová práce se zabývá ergonomickou analýzou vybraného pracoviště, následným vyhodnocením a návrhy na zlepšení. Pro hodnocení pracovních poloh a zátěže při manipulaci s břemeny jsou použity analýzy NIOSH a RULA.</p>
<p><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>Ergonomie, pracovní polohy, manipulace s břemeny, RULA, NIOSH, OCRA, Nordic Questionnaire, Tecnomatix Jack</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Sedláková	Name Hana	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T007 „Industrial Engineering and Management“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Workplaces improvement in production		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	73	<b>TEXT PART</b>	62	<b>GRAPHICAL PART</b>	11
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The diploma thesis deals with ergonomic analysis of the workplace, evaluation of results and suggestions for improvement. NIOSH and RULA analyzes are used for evaluation of working positions and handling of loads.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, working position, handling of loads, RULA, NIOSH, OCRA, Nordic Questionnaire, Tecnomatix Jack

## Obsah

Úvod .....	11
1 Úvod do řešené problematiky .....	12
1.1 Ergonomie.....	12
1.1.1 Pracovní polohy .....	13
1.1.2 Manipulace s břemeny .....	16
1.2 Ergonomické analýzy .....	18
1.2.1 RULA .....	18
1.2.2 NIOSH.....	21
1.2.3 OCRA .....	24
1.2.4 Nordic Questionnaire.....	26
1.3 Tecnomatix Jack .....	28
2 Charakteristika výrobního systému .....	29
2.1 Představení společnosti .....	29
2.2 Popis pracoviště .....	30
2.2.1 Pracoviště Decanting .....	31
2.2.2 3D model pracoviště DEC .....	35
3 Analýzy současného stavu pracoviště .....	38
3.1 Nordic Questionnaire .....	38
3.2 Analýza NIOSH .....	42
3.3 Analýza RULA a Lower Back na pracovišti DEC .....	49
4 Návrhy na úpravu pracoviště.....	53
4.1 Pojízdny vozík .....	53
4.2 Řezačka na kartonové krabice .....	54
4.3 Podstavec a paletový zvedák .....	55
4.4 Naklápečí plošina.....	56
5 Celkové zhodnocení navrhovaných řešení .....	58
6 Závěr.....	60

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Schéma ergonomického systému [14].....	13
Obrázek 1-2: Optimální pracovní poloha trupu – pásma předklonu/záklonu [16].....	14
Obrázek 1-3: Optimální pracovní poloha trupu – pásma úklonu/otočení [16].....	14
Obrázek 1-4: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma úklonu [5].....	15
Obrázek 1-5: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma otočení [5].....	15
Obrázek 1-6: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma směru pohledu [16].....	15
Obrázek 1-7: Optimální pracovní poloha horních končetin – pásma polohy nadloktí [16].....	16
Obrázek 1-8: Optimální manipulační rovina [3].....	18
Obrázek 1-9: Pracovní list RULA [8].....	20
Obrázek 1-10: Grafické zobrazení polohy ruky při manipulaci s břemenem [9].....	23
Obrázek 1-11: OCRA checklist – dodatečné rizikové faktory [4].....	25
Obrázek 1-12: Nordic Questionnaire dotazník [3].....	26
Obrázek 1-13: Model člověka Jack [7].....	28
Obrázek 2-1: Logo společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V. [12].....	29
Obrázek 2-2: Organizační struktura [11].....	29
Obrázek 2-3: Hala, část A s vyznačeným pracovištěm DEC [11].....	30
Obrázek 2-4: Detail DEC [11].....	31
Obrázek 2-5: Pravá část pracoviště DEC.....	34
Obrázek 2-6: Levá část pracoviště DEC.....	34
Obrázek 2-7: 3D model regálu s rolnami.....	35
Obrázek 2-8: 3D modely boxů.....	35
Obrázek 2-9: 3D modely KLT boxů.....	36
Obrázek 2-10: 3D model stolu.....	36
Obrázek 2-11: 3D model části pracoviště DEC.....	36
Obrázek 2-12: 3D model části pracoviště DEC - pohled ze shora.....	37
Obrázek 3-1: Uspořádání KLT boxů.....	42
Obrázek 3-2: 3D model koncové polohy pracovníka zepředu.....	43
Obrázek 3-3: 3D model koncové polohy pracovníka z boku.....	43
Obrázek 3-4: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Posture, poloha 1.1.....	45
Obrázek 3-5: Data ze systému SAP [11].....	45
Obrázek 3-6: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Frequency.....	47
Obrázek 3-7: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Coupling.....	47
Obrázek 3-8: Výsledek analýzy NIOSH, poloha 1.1.....	48
Obrázek 3-9: RULA vstupní parametry.....	49
Obrázek 3-10: Výsledek analýzy RULA, poloha 3.1.....	50
Obrázek 3-11: Výsledek analýzy RULA, poloha 1.2.....	50
Obrázek 3-12: Výsledek analýzy Lower Back, poloha 1.1.....	51
Obrázek 4-1: Paletový zvedák ovládaný pružinou [20].....	56
Obrázek 4-2: Naklápěcí plošina [18].....	56



## Seznam tabulek

Tabulka 1-1: Vyhodnocení analýzy RULA [3] .....	19
Tabulka 1-2: Hodnoty multiplikátoru CM [3] .....	22
Tabulka 1-3: Hodnoty multiplikátoru FM [3] .....	22
Tabulka 1-4: Hodnota multiplikátoru čisté doby opakovaného úkonu [4].....	25
Tabulka 1-5: Vyhodnocení OCRA indexu checklistu [4] .....	25
Tabulka 1-6: Nordic Questionnaire dotazník [3].....	27
Tabulka 2-1: Souhrn dílů pro přebal a kompletaci [11] .....	31
Tabulka 3-1: Vyhodnocení první části dotazníku - muži .....	38
Tabulka 3-2: Vyhodnocení první části dotazníku - ženy.....	38
Tabulka 3-3: Vyhodnocení druhé části dotazníku - muži.....	39
Tabulka 3-4: Vyhodnocení druhé části dotazníku - ženy .....	39
Tabulka 3-5: Vyhodnocení třetí části dotazníku - muži .....	40
Tabulka 3-6: Vyhodnocení třetí části dotazníku - ženy.....	41
Tabulka 3-7: Souhrn hmotností daných dílů [11].....	42
Tabulka 3-8: 3D modely jednotlivých poloh pracovníka.....	44
Tabulka 3-9: Celkové množství přebalených součástek.....	46
Tabulka 3-10: Souhrn výsledků analýzy NIOSH .....	48
Tabulka 3-11: Souhrn výsledků analýzy RULA .....	51
Tabulka 3-12: Souhrn výsledků analýzy Lower Back.....	52
Tabulka 4-1: Souhrn parametrů navrhovaných výrobků [24], [15].....	54
Tabulka 4-2: Navrhované produkty na řezání krabic [23], [22].....	55
Tabulka 4-3: Parametry naklápačcí plošiny Armlift ALT 1500U [18].....	57
Tabulka 5-1: Souhrn počtu kusů v KLT boxech pro jednotlivé díly [11] .....	58

## Seznam zkratek

IAE	Mezinárodní ergonomická asociace (International Ergonomic Association)
ČSN	Československá norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
EN	Evropská norma
RULA	Analýza reakcí horních končetin (Rapid Upper Limb Assessment)
OWAS	Analýza hodnocení pracovního postoje (Ovako Working Posture Analysis System)
NIOSH	Národní institut bezpečnosti práce a zdraví (National Institute for Occupational Safety and Health)
REBA	Analýza hodnocení pracovních poloh celého těla (Rapid Entire Body Assessment)
OCRA	Analýza hodnocení zátěže horních končetin při často se opakujících činnostech (Occupational Repetitive Actions)
RWL	Doporučený hmotnostní limit (Recommended Weight Limit)
LI	Zvedací index (Lifting Index)
NQ	dotazník Nordic Questionnaire
DEC	pracoviště Decanting

## Úvod

V dnešní době většina společností opustila mechanocentrický přístup, který byl běžný v období průmyslové revoluce, kde je člověk považován za součást technického systému a objekt technického řízení, a přechází k přístupu antropocentrickému. Dochází zde k upřednostňování člověka před stroji, k jeho respektování okolím a k úpravě pracovního prostředí podle jeho rozměrů a fyzických možností.

Z tohoto důvodu došlo v posledních letech k velkému rozvoji ergonomie. Tato poměrně mladá vědecká disciplína se zabývá zlepšováním vztahu mezi člověkem, strojem a prostředím. Snaží se různými ergonomickými analýzami odhalit problémy na pracovišti, které mohou práci zbytečně komplikovat, působit negativně na pracovníka nebo dokonce vést ke vzniku nemocí pohybového aparátu. Je nutné brát v úvahu, že i nepatrnými změnami na pracovišti může dojít k zlepšení fyzické i psychické zátěže pracovníka, a tím i k nárůstu celkové efektivity práce. Ergonomickým metodám a analýze pracoviště se věnuje tato diplomová práce.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části. První teoretická část pojednává o významu ergonomie, problematice pracovních poloh a hmotnostních limitů při manipulaci s břemeny. Jsou zde popsány ergonomické metody použité při hodnocení pracovníka na daném pracovišti. V závěru první části je představena společnost, ve které je tato práce zpracovávána.

Druhá část práce je praktická. Spolu s 3D modelem pracoviště jsou zde ukázány namodelované pracovní pozice, které pracovník zaujímá. Tyto pozice jsou dále analyzovány ergonomickými metodami a jejich výsledky jsou v této části popsány. V neposlední řadě jsou zde uvedeny možné návrhy na zlepšení pracoviště a jejich výsledné zhodnocení.

# 1 Úvod do řešené problematiky

## 1.1 Ergonomie

Pojem ergonomie vznikl spojením dvou řeckých slov ergon (práce) a nomos (zákon, pravidlo). Ekvivalentní výrazy, které se používají vedle pojmu ergonomie, jsou Human Engineering, Human Factors nebo Biotechnology.

Existuje velké množství definic slova ergonomie, z nichž byly vybrány následující.

Lubor Chundela definuje ergonomii jako:

*„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ [14]*

Dle normy ČSN EN 614-1:2006+A1:2009 definice ergonomie zní:

*„Ergonomie se zabývá studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému.“ [6]*

Oficiální definice přijatá v roce 2001 IEA je následovná:

*„Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.“ [14]*

Z těchto definic vyplývá, že hlavní myšlenkou ergonomie je přizpůsobit práci možnostem pracovníka a dále produkt svému spotřebiteli podle antropocentrického způsobu. Důležitým úkolem, kterým se tato věda zabývá, je vytvoření příznivých fyziologických a sociálních podmínek pro efektivní lidskou činnost, které vedou ke zvyšování produktivity práce a předcházení nebezpečí zdravotního poškození pracovníků. Snižování nepřiměřené pracovní zátěže, omezení selhání člověka a zvyšování pracovní pohody se dosáhne optimální organizací práce a vhodným uspořádáním pracoviště.

Ergonomie, jakožto věda interdisciplinární, se zabývá několika vědními obory, jako jsou například fyziologie, antropometrie, biomechanika, psychologie, konstruování, pracovní lékařství, řízení práce a další. Z tohoto důvodu se ergonomie dělí do několika oblastí. Podle IAE se jedná o fyzickou, psychickou (kognitivní) a organizační ergonomii. Speciální oblastí je potom ergonomie psychosociální, myoskeletální nebo rehabilitační. [3]

### **Organizační ergonomie**

Organizační ergonomie se zaměřuje na optimalizaci sociotechnických systémů a také jejich organizačních struktur, postupů a strategií. Zaobírá se věcmi týkajícími se týmové práce, odpočinku a sociálního klimatu.

### **Kognitivní ergonomie**

Kognitivní ergonomie zkoumá psychologické aspekty pracovní činnosti. Jedná se například o pracovní stres, psychologickou zátěž a procesy rozhodování.

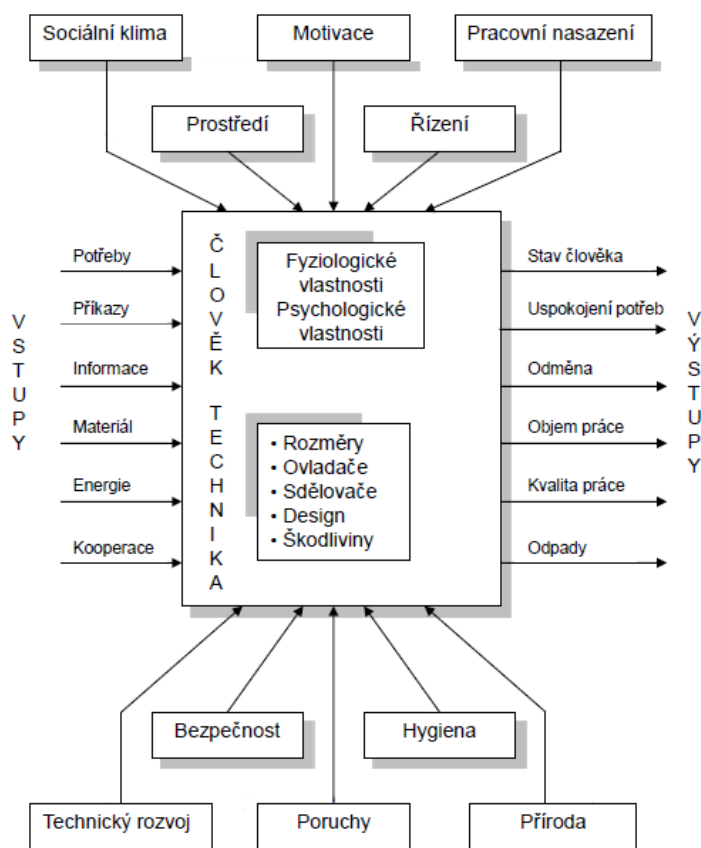
### **Fyzická ergonomie**

V této diplomové práci je hlavním předmětem ergonomie fyzická, která se zabývá pracovními podmínkami a prostředím, dále jejich vlivem na zdraví člověka. Mezi hlavní oblasti zkoumání patří problematika pracovních poloh a manipulace s břemeny. Důležitým problémem

jsou také opakované pracovní činnosti, uspořádání pracoviště a onemocnění pohybového aparátu v důsledku špatných pracovních podmínek. [13]

Předmětem ergonomie je komplexní vymezení pracovní činnosti člověka v systému člověk – stroj – prostředí. Systémové pojetí ergonomie lze chápat jako vzájemné funkční propojení několika prvků, mezi kterými existují vazby umožňující přeměnu vstupů na požadované výstupy. Jedná se o vazby hmotné, energetické a informační.

Obrázek 1-1 představuje schéma ergonomického systému. Člověk zde chápán jako rozhodující, limitovaná složka, která využívá stroje na vytváření užitkových hodnot. Prostor představuje vše, co člověka obklopuje a ovlivňuje jeho činnost. Předmětem ergonomie je tedy zdokonalování zmíněných složek, jejich vazeb a chování celého systému tak, aby byla zvyšována celková efektivita. [19]



Obrázek 1-1: Schéma ergonomického systému [14]

Ergonomické požadavky a doporučení jsou právně ustanoveny v zákonech, vyhláškách, směrnících a normách ČSN, ISO, EN.

### 1.1.1 Pracovní polohy

Pracovní poloha, ve které je práce vykonávána, má zásadní vliv na zdraví pracovníka, zejména na výskyt svalově kosterních poškození. Stejná práce v různých polohách může způsobit velké rozdíly v námaze na její vykonání. Proto je volba optimální pracovní polohy jednou ze zásadních rozhodnutí při navrhování pracoviště.

Za základní pracovní polohu lze považovat sed a stoj, dále klek, předklon, leh či dřep. Pro člověka je z fyziologického hlediska výhodnější sed, protože nedochází k trvalému

zatížení nohou hmotností těla. Práce ve stoje má ale také své výhody. Pracovník je schopen lépe a rychleji střídát pracovní polohy a dokáže vyvinout větší sílu. Všeobecnou snahou je zajistit práci vsedě s možností změny polohy během směny. Pokud nelze zajistit, aby pracovník při práci seděl, doporučuje se umožnit alespoň „polosed“ pomocí různých typů sedaček.

Pracovní polohy rozdělujeme do tří skupin: přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné. Přijatelná poloha má velmi nízké zdravotní riziko a není zde nutná žádná úprava. Naopak je tomu u polohy nepřijatelné, kde je riziko zdravotních komplikací velmi vysoké a je nutná rekonstrukce pracovního prostoru. Pro podmíněně přijatelnou polohu existuje zvýšené riziko vzniku onemocnění, které musíme co nejdříve snížit nebo přijmout jiná vhodná opatření.

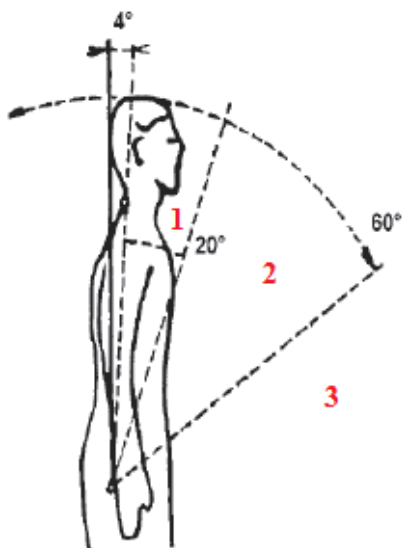
Při hodnocení pracovních poloh se využívá těchto tří stupňů, přičemž je hodnocena oblast trupu, krku a hlavy a končetin. [19], [14]

### Trup

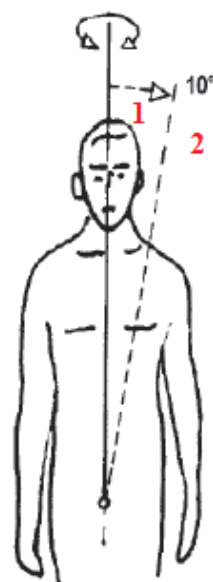
Pokud se hodnotí poloha trupu, vychází se z neutrální polohy, která je definována z polohy výrůstku sedmého krčního obratle a horní hrany velkého chocholíku. Úhly, kterými je poloha hodnocena, se vztahují k rovině vertikální, která svírá s rovinou procházející trupem v neutrální poloze  $4^\circ$ .

Obrázek 1-2 znázorňuje pásma předklonu a záklonu trupu. Pokud se pracovník nachází v pásmu 1, to znamená v předklonu/záklonu od  $0^\circ$  do  $20^\circ$ , jedná se o polohu přijatelnou. Pásmo 2 znázorňuje podmíněně přijatelnou polohu. Předklon a záklon o více než  $60^\circ$  v pásmu 3 představuje polohu nepřijatelnou.

Pásma úklonu a otočení trupu jsou zobrazeny na Obrázku 1-3. Pracovník je v přijatelné poloze pokud jeho úklon a otočení nepřesáhne  $10^\circ$ . Nepřijatelná poloha je vyznačena pásmem 2. [5]



Obrázek 1-2: Optimální pracovní poloha trupu – pásma předklonu/záklonu [16]



Obrázek 1-3: Optimální pracovní poloha trupu – pásma úklonu/otočení [16]

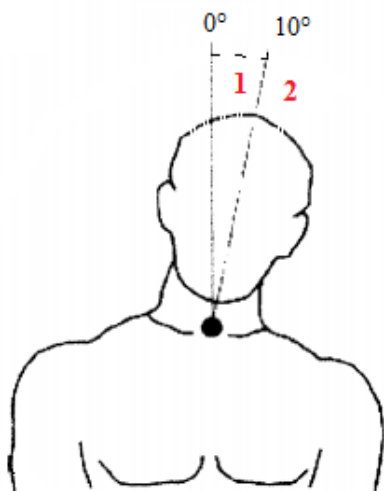
### Krk a hlava

Pro krk a hlavu existují dvě možnosti, jak ohodnotit jejich polohu, tedy určit sevřený úhel. Je možné měřit úhel, který má pracovník pod horizontální rovinou oka nebo úhel sklonu hlavy a krku k vertikální rovině.

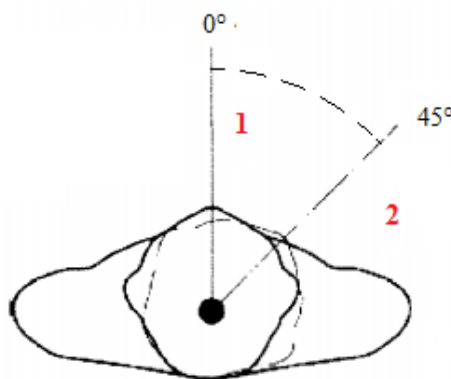
Na Obrázku 1-4 jsou zobrazena pásma ohnutí šíje na stranu. Ohnutí do  $10^\circ$ , tedy pásmo 1, představuje přijatelnou polohu. Jakákoliv vyšší hodnota značí polohu nepřijatelnou.

Pásma otočení šíje ukazuje Obrázek 1-5. Pracovník se nachází v přijatelné pracovní poloze, pokud se otáčí v rozmezí  $0^\circ - 45^\circ$ . Poloha nepřijatelná pro práci je při otočení o více než  $45^\circ$ .

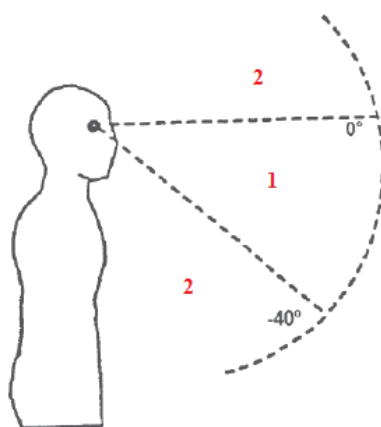
Obrázek 1-6 představuje pracovní polohy ve smyslu směru pohledu. Přijatelnou polohu reprezentuje pásmo 1, které je vymezeno úhly o velikosti  $0^\circ$  a  $(-40)^\circ$ . Nepřijatelný je pohled v pásmu 2. [5]



Obrázek 1-4: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma úklonu [5]



Obrázek 1-5: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma otočení [5]

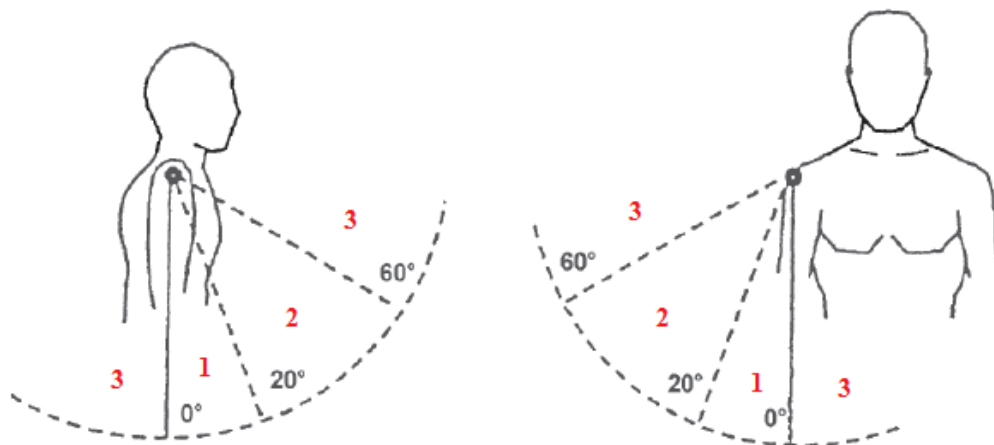


Obrázek 1-6: Optimální pracovní poloha hlavy a krku – pásma směru pohledu [16]

## Horní končetina

Neutrální poloha pro horní končetinu je poloha rovnoběžná se svislou osou těla. Hodnocen je úhel, který svírá ruka v pracovní poloze vzhledem k neutrální poloze. Důležitými body pro hodnocení na horní končetině je okraj klíční kosti a loketní kloub.

Obrázek 1-7 shrnuje pracovní polohy horních končetin. Pohyb horní končetiny v pásmu 1 není pro pracovníka zatěžující, jedná se tedy o přijatelnou pracovní polohu. Poloha končetiny v rozmezí 20°- 60° je podmíněně přijatelná. O nepříjemnou polohu se jedná tehdy, pokud se nachází v pásmu 3. Jedná se o hodnoty větší než 60° a méně než 0°. [5]



Obrázek 1-7: Optimální pracovní poloha horních končetin – pásma polohy nadloktí [16]

Při osmihodinové pracovní směně může pracovník v nepříjemné poloze setrvat nejvýše 30 minut. Délka doby činnosti v této poloze se musí pohybovat mezi 1 až 8 minutami. V podmíněně přijatelné poloze může pracovník strávit 160 minut a doba trvání této polohy nesmí být delší než 1 až 8 minut v závislosti na typu polohy.

Další možnost, jak hodnotit pracovní polohy, je použití ergonomických analýz RULA nebo OWAS. [19]

Dlouhodobým zaujímáním podmíněně přijatelných a nepříjemných pracovních poloh se zvyšuje riziko vzniku onemocnění pracovníka. Časté onemocnění zapříčiněné skřípnutým nervem v zápěstí se nazývá syndrom karpálního tunelu. Dále se může vyskytnout artritida ruky nebo šlachovité zápěstí. Problémy s bolestí zad, páteře nebo s vyhrzlou ploténkou bývají způsobeny neúměrnou fyzickou zátěží a zaujímáním nepřírodných poloh při práci. U dolních končetin může docházet ke špatnému prokrvování, vzniku křečových žil nebo otokům.

### 1.1.2 Manipulace s břemeny

Ruční manipulace s břemeny je každá činnost, při které pracovník zdvihá, ukládá, přenáší nebo drží určitý předmět v dané poloze. Nedodržení zásad správné manipulace a hmotnostních limitů může u pracovníka způsobit řadu zdravotních problémů, zejména poškození bederního úseku páteře.

Hlavními faktory, které ovlivňují celkovou manipulaci, jsou hmotnost, tvar, stabilita a úchopové vlastnosti břemene. Dále potom umístění a dráha břemene, frekvence manipulování a charakteristika pracovního prostředí. V neposlední řadě je nutné brát také v úvahu pohlaví a věk pracovníka, jeho tělesnou hmotnost a fyzickou zdatnost, zručnost a zdravotní způsobilost.



Důležitou zásadou, kterou by měl pracovník při manipulaci s břemenem dodržovat, je zaujetí správného postoje a zajištění symetrického zatížení těla. Břemeno by mělo být zdviháno s rovnými zády a těžiště břemena by měla být co nejbližší k těžišti těla. Při přemisťování předmětů na malou vzdálenost platí zásada vodorovné roviny neboli přepravování břemen ve stejné výškové úrovni. [13]

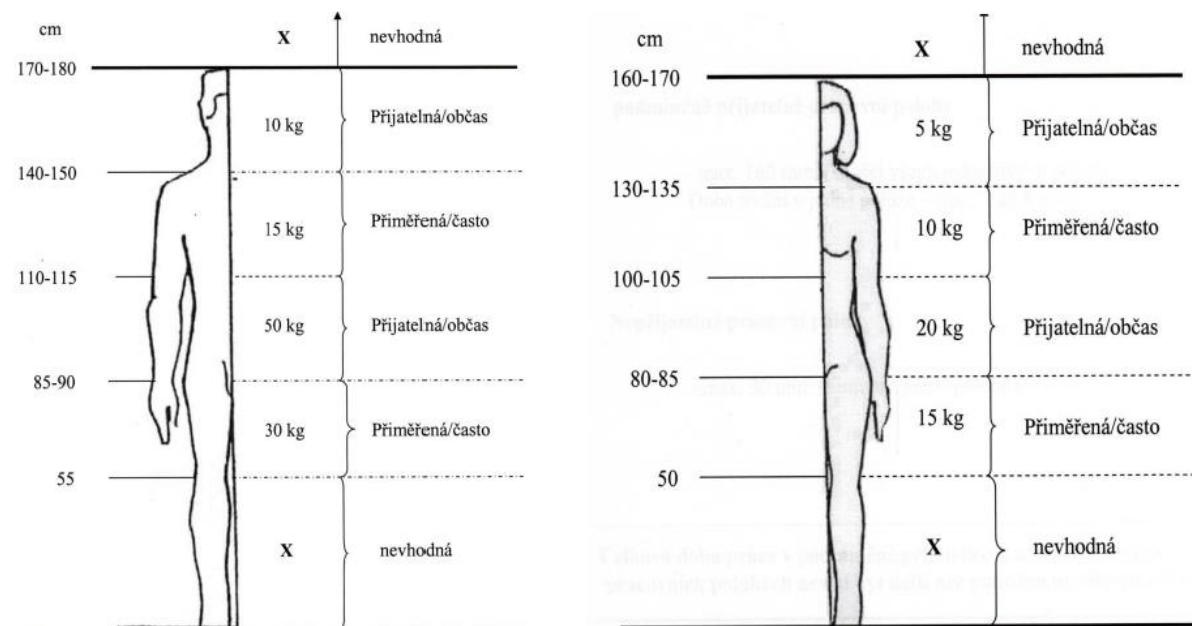
Hygienické limity hmotnosti břemene pro ruční manipulaci jednou osobou jsou stanoveny Ministerstvem zdravotnictví. Podle [2] jsou limity následující.

- (1) „Přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem při občasném zvedání a přenášení je 50 kg, při častém zvedání a přenášení 30 kg. Při práci vsedě je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene mužem 5 kg.
- (2) Průměrný hygienický limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen v průměrné osmihodinové směně mužem je 10 000 kg.
- (3) Přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného ženou při občasném zvedání a přenášení je 20 kg, při častém zvedání a přenášení 15 kg. Při práci vsedě je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene ženou 3 kg.
- (4) Průměrný hygienický limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen v průměrné osmihodinové směně ženou je 6 500 kg.
- (5) Občasným zvedáním a přenášením břemene se rozumí přerušované zvedání a přenášení břemene nepřesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Častým zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene přesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Uvedená celková doba přenášení a zvedání břemene v průměrné osmihodinové směně je průměrným hygienickým limitem.
- (6) Přípustný hygienický limit pro tlačné a tažné síly při manipulaci s břemenem pomocí jednoduchého bezmotorového prostředku je
  - a) pro muže tlačné 310 N a tažné 280 N,
  - b) pro ženy tlačné 250 N a tažné 220 N.“

Hmotnostními limity se rozumí hodnoty průměrně přepočtené na osmihodinovou pracovní dobu. V případě, že s břemenem manipuluje více osob, je třeba jeho hmotnost na jednu osobu rozpočítat dle celkového počtu.

Pro hodnocení práce s břemeny se používá výpočet váhového indexu metodou NIOSH.

Na Obrázku 1-8 je znázorněno omezení ruční manipulace pro muže a ženy. S břemenem o nejvyšší hmotnosti 50 kilogramů smí muž manipulovat ve výšce kolem 100 centimetrů. Naopak naprosto nevhodná manipulační rovina je pod 55 centimetrů a nad 180 centimetrů. V těchto rovinách by docházelo k nepřírozenému natahování a předklánění pracovníka při manipulaci s břemeny, což by mohlo mít za následek poranění jeho pohybového aparátu. Výšky manipulačních rovin pro ženy jsou nižší z důvodu jejich menšího vzrůstu. Ženy by neměly manipulovat s břemeny ve výšce nad 170 centimetrů a ve výšce pod 50 centimetrů. S břemenem o hmotnosti 20 kilogramů je doporučeno manipulovat pouze ve výšce kolem 90 centimetrů.



Obrázek 1-8: Optimální manipulační rovina [3]

Poškození pohybového aparátu při práci s břemeny lze způsobit důsledkem pádu a následným zavalením břemenem, přetížením a častým opakováním zátěže. Nejčastěji dochází k poškození páteře v bederní oblasti a kloubů, zejména u kolen, kde mohou vznikat ruptury menisku. Prudkými pohyby lze poškodit svaly a vazy. Špatné úchopové vlastnosti břemene jsou příčinou vzniku napětí v prstech ruky a špatné cirkulace krve.

## 1.2 Ergonomické analýzy

Pro hodnocení stávajícího pracoviště a následnou ergonomickou optimalizaci se využívá celá řada kalkulačních analýz a checklistů. Mezi nejznámější metody patří RULA, REBA, OWAS, NIOSH, OCRA, Snook & Ciriello, dotazník Nordic Questionnaire. Každá metoda se věnuje jiné oblasti hodnocení. V této diplomové práci jsou popsány následující analýzy.

### 1.2.1 RULA

RULA neboli Rapid Upper Limb Assessment je metoda, která se zabývá hodnocením pracovního postroje při manipulaci s břemeny. Zaměřuje se především na biomechanické a polohové zatížení oblasti horních končetin, méně potom na krk, trup a nohy, což může být považováno za mírnou nevýhodu této metody. Z výhod je nutno zmínit její jednoduchost, rychlost a nízké náklady na realizaci.

Pokud má být prováděno hodnocení pomocí metody RULA, je v první řadě nutné prozkoumání pracovního cyklu, dále identifikace a výběr rizikových poloh pro pracovníka. Nezbytné je také rozhodnutí, zda se bude hodnotit jen pravá, levá či obě končetiny. Následuje bodové hodnocení jednotlivých částí těla, což znamená bodování různých rozsahů flexe a extenze od neutrální polohy. Pro jednoduchost jsou používány pracovní listy, kde jsou již připravené schématické obrázky poloh. Výsledkem analýzy je vypočtené celkové skóre, které vypovídá o úrovni potřeby provedení změn na pracovišti. Ukázka pracovního listu pro hodnocení metodou RULA (Obrázek 1-9) s detailnějším popisem postupu je uvedena níže. [3]

### Horní končetina

- (1) V oddílu A v prvním kroku hodnotíme polohu pravého nadloktí podle daných schémat. Pokud má pracovník navíc zvednuté rameno nebo horní končetinu v abdukci, připočítává se bod, naopak při sklonění či podpory váhy paže je bod odečten.
- (2) Druhý krok hodnotí polohu předloktí. V případě, že pracovník provádí činnost přes střednici těla nebo na stranu, zvýší se bodové hodnocení o jeden bod.
- (3) Další krok je zaměřen na zápěstí. O jeden bod se skóre také zvýší, pokud je zápěstí vytočeno mimo střednici. Dále se hodnotí otočení zápěstí.
- (4) Při této analýze dochází také k hodnocení síly a svalové zátěže ruky dle nabízených možností. Tohle hodnocení ovlivní celkový výsledek analýzy.
- (5) V tabulce A lze dohledat hodnotu skóre A podle příslušných bodů pro paži, předloktí a zápěstí.

### Krk, trup, nohy

- (1) V oddílu B se nejprve hodnotí poloha krku. Bod se přidává v případě naklonění na stranu a otočení.
- (2) Pro bodové hodnocení trupu se postupuje obdobně.
- (3) Poslední hodnocenou oblastí jsou dolní končetiny. Pokud jsou nohy a chodidla v rovnoměrně vyvážené poloze s dobrým podepřením, bodové hodnocení je jedna. V opačném případě se jedná o body dva.
- (4) V tabulce B lze dohledat hodnotu skóre B podle příslušných bodů pro krk, trup a dolní končetiny.
- (5) Také zde se zkoumá síla a zátěž pro danou oblast těla.

### Vyhodnocení

- (1) Celkové skóre ruky a zápěstí je dáno součtem skóre A a bodového hodnocení síly a svalové zátěže ruky.
- (2) Celkové skóre krku, trupu a dolních končetin je dáno součtem skóre B a bodového hodnocení síly a svalové zátěže krku, trupu a dolních končetin.
- (3) RULA skóre se určí podle předchozích výsledků v tabulce C.
- (4) Podle hodnoty RULA skóre se výsledek analýzy vyhodnocuje podle následující tabulky:

Tabulka 1-1: Vyhodnocení analýzy RULA [3]

kategorie	RULA skóre	vyhodnocení
1.	1-2 body	přijatelné postavení těla
2.	3-4 body	potřeba dalších analýz, možné požadavky na změnu
3.	5-6 bodů	změna v nejbližší době
4.	7 bodů	okamžitá změna

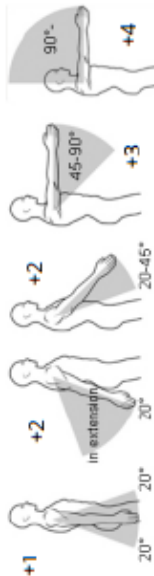
**RULA Employee Assessment Worksheet**



Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

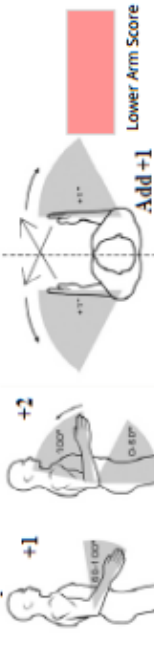
**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**



**Step 1a: Adjust...**  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**



**Step 2a: Adjust...**  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**



**Step 3a: Adjust...**  
If wrist is bent from midline: Add +1

**Step 4: Wrist Twist:**

If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**Step 6: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes):  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 8: Find Row in Table C**

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**Scores**

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	3	4
2	2	2	2	2	3
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6

Table B: Trunk Posture Score	
Neck	Legs
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6

Table C	
Neck, Trunk, Leg Score	Wrist / Arm Score
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Table D: Muscle Use Score	
Posture	Force / Load
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Table E: Final RULA Score	
Neck, Trunk, Leg Score	Muscle Use Score
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Scoring: (final score from Table C)  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

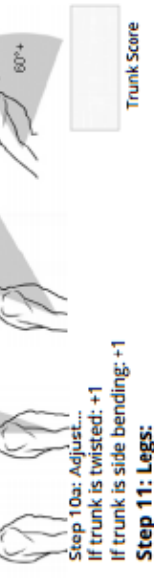
**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**



**Step 9a: Adjust...**  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**



**Step 10a: Adjust...**  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 11: Legs:**

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

Table B: Trunk Posture Score	
Neck	Legs
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**Step 13: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes):  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C**

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Obrázek 1-9: Pracovní list RULA [8]

### 1.2.2 NIOSH

NIOSH je zkratka pro National Occupation Safety and Health, což v překladu znamená Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví. Jedná se o metodu, která se zabývá analýzou při manipulaci s břemeny. Analýza NIOSH je považována za evropský standard pro hodnocení limitu při manipulaci s břemeny těžšími než 5 kilogramů a po dobu maximálně 8 hodin. Při hodnocení zátěže zohledňuje biomechanická, psychologická, fyziologická a epidemiologická kritéria.

Okrajové podmínky pro proveditelnost této analýzy jsou následující.

- (1) „Žádné trhavé zvedání
- (2) Jsou využity obě ruce, souměrné zvedání
- (3) Žádné omezení postoje / volnost pohybu
- (4) Dobré podmínky pro přenos síly (úchopové vlastnosti, boty, podlaha)
- (5) Příznivé okolní podmínky“ [21]

Metodu nelze použít, pokud pracovník zvedá/pokládá břemeno jednou rukou, vsedě nebo v kleku, rychlostí větší než 75 centimetrů za sekundu, v nepříznivém prostředí či pomocí různých pomůcek. Objekt nesmí být nestabilní a pracovník by neměl současně se zvedáním/pokládáním břemeno přenášet, tlačit nebo táhnout.

Výsledkem metody je doporučený hmotnostní limit RWL a zvedací index LI. Index RWL představuje maximální hmotnost břemene pro minimálně 75 % ženské populace a až 99 % mužské populace. Vypočte se jako součin hmotnostní konstanty (23 kilogramů) s dalšími koeficienty. Index LI určuje míru relativního fyzického stresu. Lze určit jako poměr zvedané hmotnosti L a indexu RWL. Matematické rovnice pro výpočet obou indexů jsou uvedeny níže.

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM [kg],$$

$$LI = \frac{L}{RWL} [-].$$

Následně budou vysvětleny všechny koeficienty, které se v rovnicích objevují.

**LC** – hmotnostní konstanta

Jedná se o lokální váhovou konstantu 23 kilogramů, se kterou je pracovník schopen bez zdravotního rizika manipulovat.

**HM** – horizontální multiplikátor

Tento multiplikátor lze určit výpočtem  $HM = \frac{H}{25}$ , kde H je horizontální vzdálenost od kotníků k těžišti na počátku zvedání.

**VM** – vertikální multiplikátor

Multiplikátor se vypočte  $VM = 1 - 0,003 \cdot |V - 75|$ , kde V představuje vertikální vzdálenost od podlahy k těžišti břemene na počátku zvedání.

**DM** – vzdálenostní multiplikátor

Multiplikátor se určí  $DM = 0,82 + \frac{4,5}{D}$ , kde D značí vertikální vzdálenost mezi začátkem a koncem zdvihu břemene.

**AM** – asymetrický multiplikátor

Hodnota tohoto multiplikátoru je dána  $AM = 1 - 0,0032 \cdot A$ , kde A znázorňuje úhel natočení od sagitální roviny při zvedání břemene.

**CM** – multiplikátor spojení

Multiplikátor spojení popisuje vazebné podmínky mezi rukama a břemenem. Jeho hodnotu lze dohledat v Tabulce 1-2. Nejdříve je nutné rozhodnout, o který typ uchopení předmětu se jedná. Úchop může být dobrý, průměrný nebo špatný. Každá kategorie je definována následovně.

- (1) „dobrá kvalita úchopu – přepravky optimálního tvaru s úchopy nebo otvory optimálního tvaru, nepravidelné předměty komfortně uchopitelné
- (2) průměrná kvalita úchopu - přepravky s úchopy nebo otvory ne zrovna optimálního tvaru, nepravidelné předměty uchopitelné při ohnutí ruky o 90°
- (3) špatná kvalita úchopu - přepravky špatného tvaru, těžko uchopitelné předměty, kluzké předměty nebo předměty s ostrými hranami“ [3]

Tabulka 1-2: Hodnoty multiplikátoru CM [3]

CM		
kvalita úchopu	V < 75 centimetrů	V ≥ 75 centimetrů
<b>dobrá</b>	1,00	1,00
<b>průměrná</b>	0,95	1,00
<b>špatná</b>	0,90	0,90

**FM** – frekvenční multiplikátor

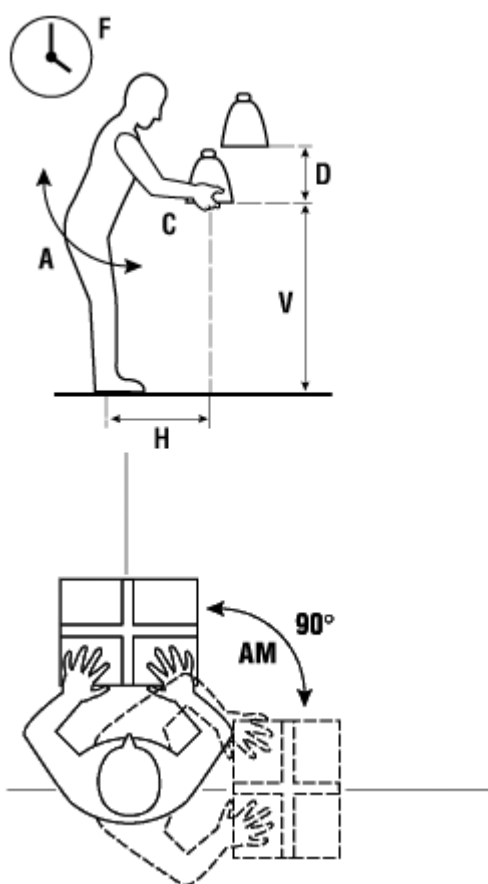
Frekvenční multiplikátor je definován třemi parametry: počet zdvihacích úkonů za minutu, trvání práce při manipulaci a koeficient V. Hodnotu frekvenčního multiplikátoru lze určit z Tabulky 1-3.

Tabulka 1-3: Hodnoty multiplikátoru FM [3]

FM	Pracovní doba					
	≤ 1 hodina		≤ 2 hodiny		≤ 8 hodin	
F	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
<b>0,2</b>	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
<b>0,5</b>	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
<b>1</b>	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
<b>2</b>	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
<b>3</b>	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
<b>4</b>	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
<b>5</b>	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
<b>6</b>	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
<b>7</b>	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
<b>8</b>	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
<b>9</b>	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
<b>10</b>	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13

11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Koeficienty používané při výpočtech multiplikátorů jsou pro lepší představu znázorněny na následujícím obrázku.



Obrázek 1-10: Grafické zobrazení polohy ruky při manipulaci s břemenem [9]

### Vyhodnocení

Po vypočtení hodnoty indexu RWL je známa maximální hmotnost břemene, se kterou může pracovník v dané poloze manipulovat.

Velikost indexu LI vypovídá o úrovni fyzického stresu spojeného s konkrétním zvedáním břemene. Optimální hodnota LI by měla být menší než 1. Hodnota větší než 1 představuje zvýšené riziko fyzického stresu při zdvihání předmětu. Je tedy nutné změnit pracovní podmínky při této činnosti. [19]

### 1.2.3 OCRA

Metoda OCRA neboli Occupational Repetitive Actions analyzuje pracovní polohy horních končetin při opakovaných činnostech. Jejím cílem je určení indexu času, po který může pracovník v dané poloze pracovat bez rizika zdravotního onemocnění horních končetin. Je tedy zřejmé, že metoda se aplikuje na pracovníky, kteří při práci opakovaně používají své horní končetiny.

Při této metodě lze použít OCRA checklisty nebo určit OCRA index.

#### OCRA index

OCRA index je dán vztahem mezi skutečným denním počtem technických činností prováděných v průběhu pracovní směny a doporučeným počtem těchto činností, který je uveden v technických normách.

$$OCRA = \frac{\text{celkový počet technických činností skutečně vykonávaných během směny}}{\text{celkový počet technických činností během směny uvedený v normách}}$$

Hodnota indexu vyjadřuje míru rizika onemocnění během opakovaného vykonávání pracovních úkonů a je znázorněna v Tabulce 1-5 spolu s vyhodnocením OCRA checklistu.

#### OCRA checklist

OCRA checklist se skládá z pěti částí, které se věnují analýze a hodnocení pěti různých rizikových faktorů, které mohou ovlivnit vykonávání pracovního úkonu. Jedná se o čtyři hlavní rizikové faktory a skupinu dodatečných faktorů.

Mezi rizikové faktory patří:

- frekvence
- síla
- nepřirozená poloha
- nedostatek času pro rekonvalescenci

Dodatečné faktory jsou:

- neadekvátní rukavice při práci
- práce vyvolávající zpětný otřes
- chlad a mráz
- úkoly vyžadující velkou přesnost

Každý faktor je v checklistu řádně popsán a musí být klasifikován podle skutečnosti pro pravou i levou ruku zvlášť. Ukázka části checklistu s hodnocením pro dodatečné faktory je uvedena níže.



**•PŘÍTOMNOST DODATEČNÝCH RIZIKOVÝCH FAKTORŮ:** vyberte pouze jednu odpověď ze skupiny otázek

2	- Neadekvátní rukavice (které znesnadňují možnost manipulace během pracovního úkolu) jsou používány více než polovinu času
2	- práce, která vyvolává zpětný otřes (např., práce s kladivem apod.) s frekvencí dvakrát za minutu nebo více
2	- práce, která vyvolává zpětný otřes (použití ruky jako nástroje) s frekvencí desetkrát za hodinu nebo více
2	- vystavení chladu nebo mrazu (méně než 0 stupňů Celsia) po více než polovinu času
2	- použití vibrujících nástrojů po jednu třetinu času nebo déle. Pro nástroje s vysokou frekvencí vibrací doplňte hodnotu 4.
2	- nástroje, které tlačí na kůži a způsobují např. zarudnutí, otlaky, puchýře atd.
2	- úkoly vyžadující velkou přesnost a jsou prováděny déle než polovinu času (úkoly vyžadující přesnost méně než 2 – 3 mm)
2	- je přítomno více než jeden dodatečný faktor ve stejnou dobu a trvá déle než polovinu času
3	- je přítomno více než jeden dodatečný faktor ve stejnou dobu a trvá po celou dobu

---

1	- pracovní tempo se odvíjí od práce používaného stroje, ale existují místa, kdy může být pracovní rytmus zpomalen nebo zrychlen
2	- pracovní tempo je zcela závislé na práci používaného stroje.

**DODATEČNÉ FAKTORY**



**Obrázek 1-11: OCRA checklist – dodatečné rizikové faktory [4]**

Sečtené skóre ze všech částí checklistu je násobeno multiplikátorem čisté doby opakovaného úkonu, jehož hodnoty se určují podle následující tabulky.

**Tabulka 1-4: Hodnota multiplikátoru čisté doby opakovaného úkonu [4]**

délka opakovaného úkolu [minuty]	hodnota multiplikátoru	délka opakovaného úkolu [minuty]	hodnota multiplikátoru	délka opakovaného úkolu [minuty]	hodnota multiplikátoru
<b>60 – 120</b>	0,5	<b>241 – 300</b>	0,85	<b>421 – 480</b>	1
<b>121 – 180</b>	0,65	<b>301 – 360</b>	0,925	<b>&gt; 480</b>	1,5
<b>181 - 240</b>	0,75	<b>360 - 361</b>	0,95		

Konečný výsledek OCRA checklistu je vyhodnocen podle Tabulky 1-5.

**Tabulka 1-5: Vyhodnocení OCRA indexu checklistu [4]**

Oblast	Hodnota OCRA indexu	Výsledek OCRA checklistu	Riziko
<b>zelená</b>	0 – 2,2	0 – 7,5	přijatelné
<b>žlutá</b>	2,3 – 3,5	7,6 – 11	hraniční, nízké
<b>světle červená</b>	3,6 – 4,5	11,1 – 14	nízké
<b>červená</b>	4,6 - 9	14,1 – 22,5	průměrné
<b>fialová</b>	> 9	> 22,5	vysoké

Výsledkem analýzy OCRA je míra rizika zdravotního onemocnění pracovníka při vykonávání opakovaných pracovních úkonů horními končetinami. V souvislosti se získanými výsledky je určena doporučená doba pracovního úkonu, ve kterém smí pracovník zůstat bez jakéhokoliv poškození zdraví. Toto doporučení slouží jako podnět pro změnu pracoviště nebo technologie. [4]

### 1.2.4 Nordic Questionnaire

Metoda Nordic Questionnaire je založena na vyplňování dotazníků, které jsou určitou formou checklistu. Dotazník se od checklistu liší tím, že je vyplňován přímo pracovníkem, který činnost vykonává. Tím lze získat nové skutečnosti, které na první pohled nejsou zřejmé.

Metoda se zaměřuje na analýzu podmínek na pracovišti, konkrétně na výskyt těžkostí podpůrně-pohybového aparátu pracovníků. Na základě vyplněných údajů je navržen postup pro zlepšení podmínek na konkrétním pracovišti. Je tedy žádoucí, aby data byla přesná a pravdivá. [3]

Jak je vidět na Obrázku 1-12 a v Tabulce 1-6, dotazník obsahuje tři typy otázek. Prvním typem jsou otázky, na které je třeba odpovědět slovy. Jedná se například o vyplnění současné profese. Druhým typem jsou otázky s odpovědí „ANO“ nebo „NE“, které se označují křížkem. Třetí typ otázek představuje seznam situací, které mohou přispívat k bolestem a zdravotním problémům pracovníka. Pro odpověď je k dispozici škála bodů od nuly do deseti. Podle vlastního uvážení se označí číslo, které nejlépe koresponduje se skutečností, kde deset znamená nejvíce a nula nejméně.

**NORDIC QUESTIONNAIRE**  
Ergonomická analýza podmínek na pracovištích

Podnik: \_\_\_\_\_

Číslo (Nevyplňovat): \_\_\_\_\_ Datum: (den, měsíc, rok): \_\_\_\_\_

Závod, středisko, provoz: \_\_\_\_\_

Nynější profese: \_\_\_\_\_

Kolik roků pracujete v nynějším zaměstnání? : \_\_\_\_\_

Jste vyučený v nynější profesi?  ANO  NE

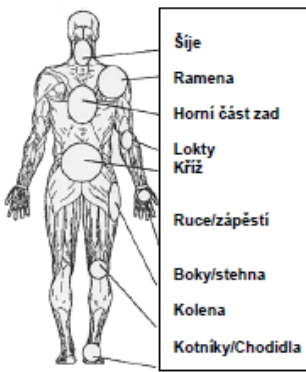
Pracujete:  v normálním pracovním poměru  
 na zkrácený úvazek

Váš věk (roky): \_\_\_\_\_ Vaše výška (cm): \_\_\_\_\_

Jste:  MUŽ  ŽENA

Jste:  PRAVÁK  LEVÁK

Převládající pracovní poloha  sezení  sezení a stání  stání



Tělesné části: Viz. obrázek	Pocíval(a) jste za posledních 12 měsíců při práci bolesti či tuhnutí v některé z těchto částí těla?	Navštívil(a) jste za posledních 12 měsíců pro tyto potíže lékaře, fyzioterapeuta či jiného zdrav. specialistu?
ŠÍJE	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
HORNÍ ČÁST ZAD	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
DOLNÍ ČÁST ZAD, KŘÍŽ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RAMENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
LOKTY	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RUCE A ZÁPĚSTÍ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
BOKY A STEHNA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOLENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOTNÍKY A CHODIDLA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO

Obrázek 1-12: Nordic Questionnaire dotazník [3]

Tabulka 1-6: Nordic Questionnaire dotazník [3]

1.	Otázka	Žádná zátěž			Menší zátěž			Střední zátěž			Velká zátěž	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Vykonávání stále stejných pracovních operací	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Spěchání při vykonávání některých pracovních operací (zdvihání, přemisťování břemen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	Manipulace s drobnými předměty	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Nedostatečné přestávky na oddech během pracovní doby	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	Práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	Dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách (stání, naklánění, klek apod.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	Práce ve vynuceném předklonu, při náklonech a vytáčení trupu do stran	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Práce na hranicích Vašich fyzických možností	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.	Přílišné teplo, chlad, vlhkost nebo průvan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře, nebo při poranění	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Zdvihání, tahání, nošení těžkých předmětů	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	Přesčasy, nepravidelné směny, dlouhá pracovní doba	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14.	Nedostatečná kvalita pracovních nástrojů (hmotnost, vibrace, špatně se s nimi pracuje)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15.	Nedostatečný zácvek a školení ke správnému vykonávání práce	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### 1.3 Tecnomatix Jack

Mezi hlavní společnosti, které se věnují digitálnímu ergonomickému modelování, patří Siemens a Dassault Systèmes. Francouzská společnost Dassault Systèmes nabízí pro projektování výrobních procesů americký produkt Delmia a na ergonomické studie používá modul V5 Human. V této diplomové práci bude využíván německo-izraelský produkt Tecnomatix od společnosti Siemens, kde se ergonomické studie provádí pomocí modulu Jack. [7]

Tecnomatix Jack je 3D nástroj po simulaci a následné ergonomické zhodnocení lidského chování při práci. V tomto softwaru lze provádět simulace, kontroly a vyhodnocení působení pracovní činnosti a pracovního prostředí na pracovníka, podle kterých lze následně provést optimalizaci. Je zde využíván přesný biomechanický digitální model člověka Jack nebo Jill. S tímto modelem, který má reálný fyziologický rozsah pohybů kloubů, lze jednoduše manipulovat prostřednictvím inverzní kinematiky. Rozměry a proporce virtuálního člověka si lze libovolně navolit nebo je možnost použít jednu ze 77 již předdefinovaných hraničních postav. Nastavení modelu do pracovní polohy se provádí manuálně ve dvou až třech osách nebo lze využít jednu ze třiceti základních přednastavených poloh z databáze.

V tomto digitální prostředí je možné provádět určité analýzy důležité pro ergonomické vyhodnocení. Mezi základní patří zobrazení zorného pole, měření a vyhodnocování dosahových vzdáleností. Znárodnují nám, co pracovníci ve skutečnosti vidí/nevidí, kam dosáhnou a zda je v pracovním prostoru dostatek místa. [1]

Více složité analýzy jsou obsaženy v doplňkových aplikacích. Můžeme zde nalézt analýzu Low Back Spinal Force Analysis, která zkoumá a vyhodnocuje síly, které působí na páteř a bedra při různých pracovních postojích. Další dostupná analýza, umožňující výpočet odpočinkových prací, se nazývá Fatigue Analysis. Pro posouzení ergonomičnosti pracovní polohy je zde možnost využít analýzu OWAS. K dispozici jsou také metody NIOSH a RULA, které byly popsány výše. [3]

Siemens PLM Software  
**SIEMENS**

**Tecnomatix  
Jack**



Obrázek 1-13: Model člověka Jack [7]

## 2 Charakteristika výrobního systému

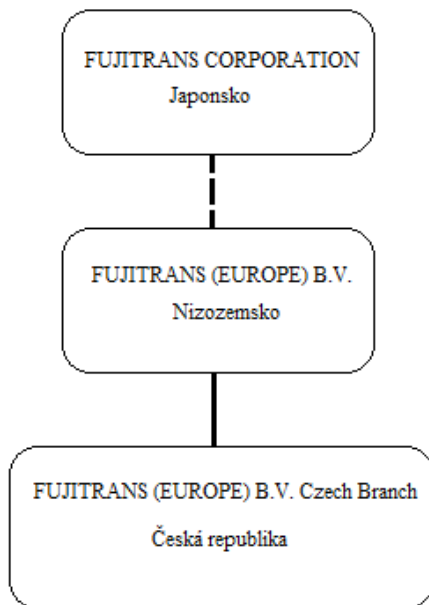
### 2.1 Představení společnosti

FUJITRANS CORPORATION je japonská společnost fungující již od roku 1952. Předmětem podnikání je zasilatelství, skladování zboží, manipulace s nákladem a silniční motorová doprava. Od roku 2014 byla zahájena činnost i v oblasti letecké a námořní přepravy. Za více jak 60 let působení na trhu vybudovala společnost několik desítek poboček na celém světě. V Evropě se jedná o Velkou Británii, Francii, Nizozemsko a Českou republiku. [11]



Obrázek 2-1: Logo společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V. [12]

FUJITRANS (EUROPE) B.V. Czech Branch se sídlem v Praze byla založena v roce 2004 svým zřizovatelem FUJITRANS (EUROPE) B.V., Nizozemsko. Společnost provozuje svoji činnost prostřednictvím provozovny v Plzni, kde bude zpracovávána tato diplomová práce. [12]



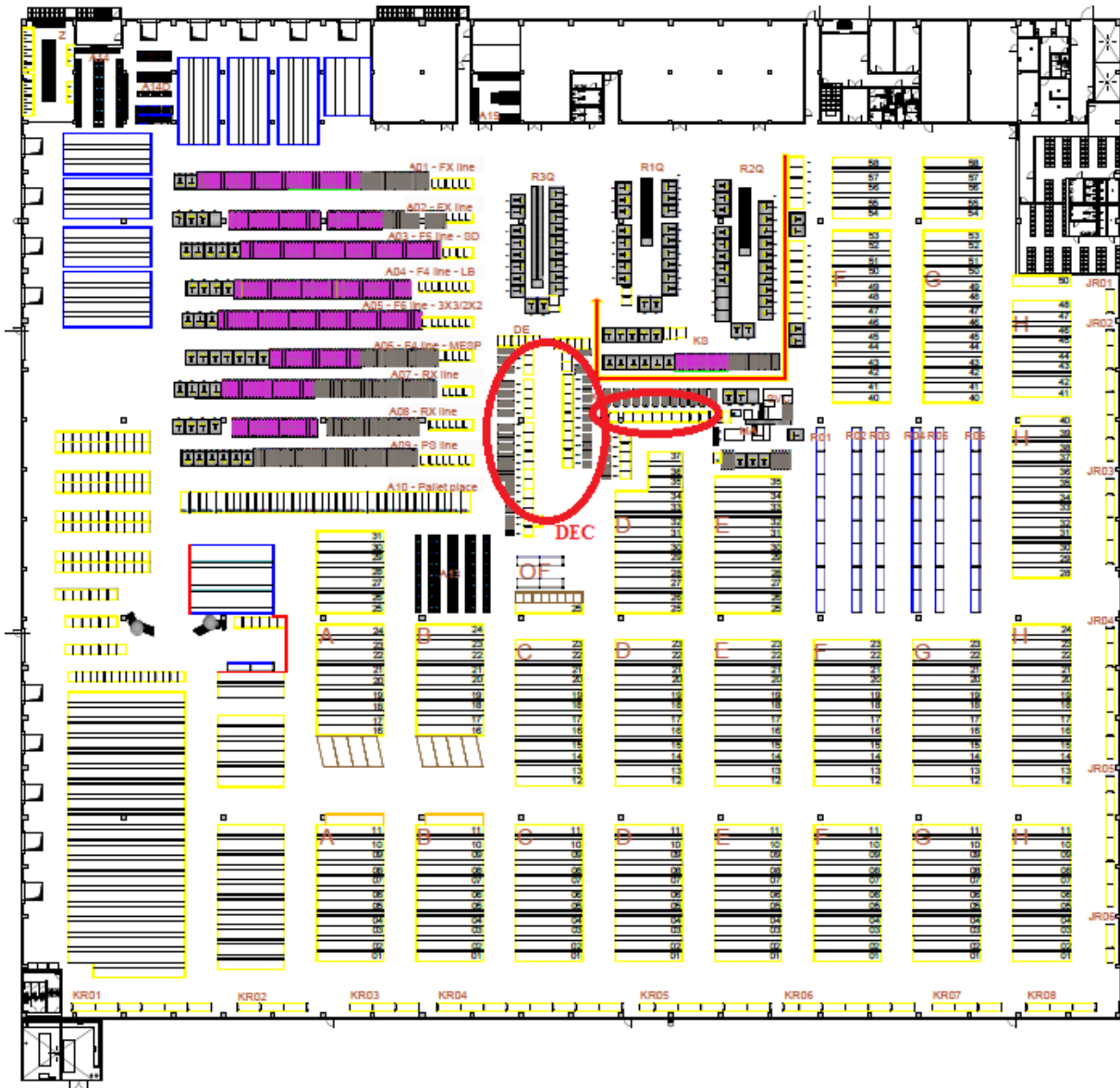
Obrázek 2-2: Organizační struktura [11]

Pobočka v Plzni se nachází na Borských polích a pracuje zde kolem 200 zaměstnanců ve třisměnném provozu. Primárně se věnuje převážně kompletaci dílů a obalů, přebalování a pickování zboží. Slouží také jako sklad pro externí zákazníky, kterým je z 95 % společnost Daikin. [11]

## 2.2 Popis pracoviště

Celý provoz společnosti je soustředěn v hale o celkové délce přibližně 250 metrů a šířce 100 metrů. Hala je rozdělena na část A a B. V části A jsou umístěna pracoviště pro vychystávání, přebal, kompletaci, příjem a sklad materiálu. Další skladové prostory a místa pro kompletaci obalů lze nalézt v části B.

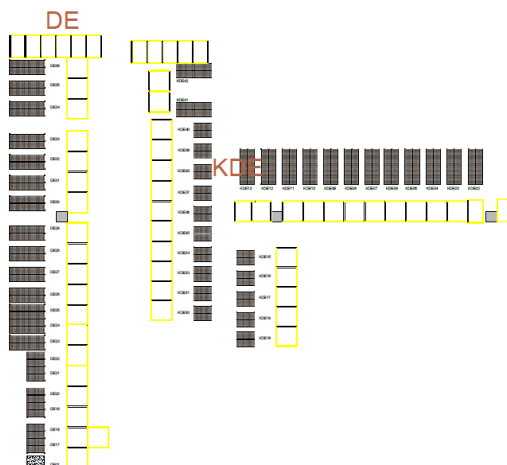
Na následujícím schématu je znázorněn layout haly, část A, kde je vyznačeno pracoviště Decanting (DEC), které bude analyzováno v této práci.



Obrázek 2-3: Hala, část A s vyznačeným pracovištěm DEC [11]

## 2.2.1 Pracoviště Decanting

Pracoviště Decanting se nachází v části A. Jedná se o pracovní prostor pro přebal materiálu, kde pracuje pět až šest pracovníků dle potřeby. Na ploše 320 metrů čtverečných dochází k přebalování a drobné kompletaci materiálu z originálního balení do KLT boxů. Tento proces slouží zejména pro pozdější snadnější manipulaci s materiálem.



Obrázek 2-4: Detail DEC [11]

Materiál je dopraven na pracoviště v gitterboxech nebo v kartonových krabicích, které jsou uloženy na europaletě (1 200 x 800 milimetrů) či thajské paletě (1 000 x 1 100 milimetrů). Způsob skladování materiálu záleží na jeho druhu.

V následující tabulce je uveden souhrn dílů určených pro přebal a kompletaci na tomto pracovišti, včetně údajů o původním obalu a o počtu kusů dané součásti v jednom KLT boxu.

Tabulka 2-1: Souhrn dílů pro přebal a kompletaci [11]

	číslo materiálu	název materiálu	originální obal	počet kusů v KLT boxu
1.	AD32WW0012-2 A	FLAMENT TAPE (W=19)	euro paleta	48
2.	4SB00009-12 G	TRUSS HEAD TAPPING SCREW	euro paleta	9 000
3.	4P062470-1 B	SEALING MATERIAL	euro paleta	1 200
4.	4PW20956-1	SEALING MATERIAL	euro paleta	6 000
5.	3P333722-1 C	CUSHION (CORRUGATED BOARD)	euro paleta	1 000
6.	4P194989-1	SEALING MATERIAL	euro paleta	1 500
7.	3P330865-1	CUSHION (CORRUGATED BOARD)	euro paleta	750
8.	1PW18342-1 D	PARTITION PLATE	euro paleta	10
9.	3EA74026-2 H	LOW FREQUENCY TRANSFORMER	thajská paleta	10
10.	3P018535-1 G	SINGLE PHASE AC MOTOR	thajská paleta	2

11.	1PW37404-1 F	PARTITION PLATE	euro paleta	10
12.	3PW17351-2 E	LIQUID RECEIVER ASSY	thajská paleta	4
13.	3P018534-1 G	SINGLE PHASE AC MOTOR	thajská paleta	2
14.	1P296421-2 D	EL.COMPO ASSY	thajská paleta	10
15.	3P100117-2 D	SIDE PLATE (SHEET METAL)	euro paleta	30
16.	3P018533-1 G	SINGLE PHASE AC MOTOR	thajská paleta	4
17.	3P327529-1	DC FAN MOTOR	thajská paleta	3
18.	3SB40717-1 C	FAN MOTOR	thajská paleta	14
19.	1P207142-5 K	EL.COMPO.ASSY	thajská paleta	10
20.	3PW39161-1	SIDE PLATE (SHEET METAL)	euro paleta	30
21.	3P365228-1 A	FAN MOTOR	thajská paleta	3
22.	3SB40696-1 C	DC FAN MOTOR	thajská paleta	14
23.	1P296421-1 C	EL.COMPO ASSY	thajská paleta	10
24.	3P327528-1	DC FAN MOTOR	thajská paleta	3
25.	1P277071-1 J	EL.COMPO.ASSY	thajská paleta	2
26.	3SB40738-1 A	DC FAN MOTOR	thajská paleta	14
27.	3P365230-1 A	FAN MOTOR	thajská paleta	3
28.	1P249050-2 B	PARTITION PLATE (SHEET METAL)	euro paleta	10
29.	1P289082-1 B	FAN MOTOR STAND	gitterbox	10
30.	1P289082-2 B	FAN MOTOR STAND	gitterbox	10
31.	1P372733-1 A	PARTITION PLATE (SHEET METAL)	gitterbox	4
32.	1PW47237-1 B	PARTITION PLATE	gitterbox	5
33.	3E750070-1	REACTOR 10A/3mH	thajská paleta	15
34.	3E750076-1	REACTOR 10A/3mH	thajská paleta	4
35.	3EB75117-1 C	REACTOR	thajská paleta	6
36.	3EB75138-1 A	REACTOR	euro paleta	6
37.	3EB75150-1 A	REACTOR 9A/18mH	thajská paleta	6
38.	3P098687-1 D	SINGLE PHASE AC FAN MOTOR	thajská paleta	3
39.	3P123189-1 Q	DC FAN MOTOR	thajská paleta	6
40.	3P171950-1 A	SOUND INSULATION (SLEEVE)	euro paleta	10
41.	3P318928-1 C	PARTITION PLATE ASSY (SHEET METAL)	gitterbox	20
42.	3P374950-1	FAN MOTOR STAND ASSY	gitterbox	8
43.	3P398105-1	SOUND INSULATION	euro paleta	135
44.	3P398160-1 A	DEC SET	euro paleta	10
45.	3PW25258-2 F	FAN MOTOR STAND ASSY	euro paleta	4
46.	3PW72902-1	PARTITION PLATE	thajská paleta	10
47.	3PW72903-1	SET FROM DECANTING	euro paleta	15



48.	3SB40622-1 K	DC FAN MOTOR KFD-280-66-8A	thajská paleta	4
49.	3SB40654-1 B	DC FAN MOTOR D50R-28	thajská paleta	6
50.	3SB40655-1	DC FAN MOTOR D50Q-28	thajská paleta	6
51.	3SB40655-33	DC FAN MOTOR D50 ASSY	euro paleta	6
52.	3SB40688-4 A	DC FAN MOTOR	thajská paleta	6
53.	4P064592-2 C	SEALING MATERIAL	euro paleta	1 500
54.	4P065791-9 Q	FAN MOTOR STAND ASSY	euro paleta	8
55.	4P145130-2 B	ALUMINIUM TEPE	euro paleta	10
56.	4P172038-1	SEALING MATERIAL (PARTITION PLATE)	euro paleta	5 000
57.	4P175152-1	SPACER	euro paleta	2 500
58.	4P253647-2 A	DEC SET	euro paleta	10
59.	4P273243-1	SEALING MATERIAL	euro paleta	1 000
60.	4P298266-3 C	DC FAN MOTOR ASSY	thajská paleta	8
61.	4P325189-1 Q	FAN MOTOR STAND ASSY	euro paleta	8
62.	4P378665-1	PARTITION PLATE (SHEET METAL)	euro paleta	4
63.	4PW48967-1 B	PARTITION PLATE	gitterbox	5

V pravé části pracoviště vyjme pracovník pouze přivezený materiál z krabice a přemístí jej do prázdného KLT boxu, který má připravený vedle sebe. Takto postupuje, dokud není box naplněn na určený počet kusů. Plné boxy polepí kontrolním štítkem a naskládá je do sloupce na rolnu. Tím je materiál přebalený a připravený pro odvoz do Daikinu. Pravou část pracoviště DEC znázorňuje Obrázek 2-5.

Naopak v levé části pracoviště dochází kromě samotného přebalu také k jednoduché kompletaci materiálu. Dle pracovního postupu si pracovník připraví na pracovní stůl potřebné díly pro kompletaci. Díly zkompletuje a dále pokračuje stejně, jako pracovník při přebalování v levé části pracoviště. Boxy na rolně jsou připravené na vychystání pro pracoviště Kenso. Levá část pracoviště je zobrazena na Obrázku 2-6.

Pro každý materiál má pracovník k dispozici návod, kde je přesně popsáno a zdokumentováno, jak při kompletaci a přebalu postupovat. Je zde uveden pracovní postup s fotografiemi, metody, připomínky k danému procesu a doplňující informace. Pracovník je také seznámen s tím, jaké ochranné pracovní pomůcky je třeba použít. Společnost má určené normy času pro přebal a kompletaci pro každý typ součástí. Ukázka návodky pro přebal a kompletaci materiálu 3P398160-1 je uveden v Příloze č. 1.



Obrázek 2-5: Pravá část pracoviště DEC

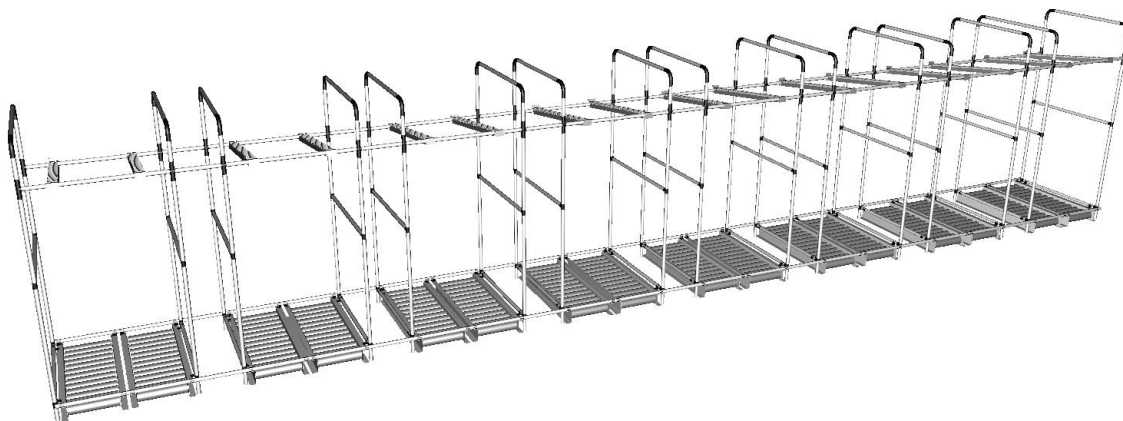


Obrázek 2-6: Levá část pracoviště DEC

### 2.2.2 3D model pracoviště DEC

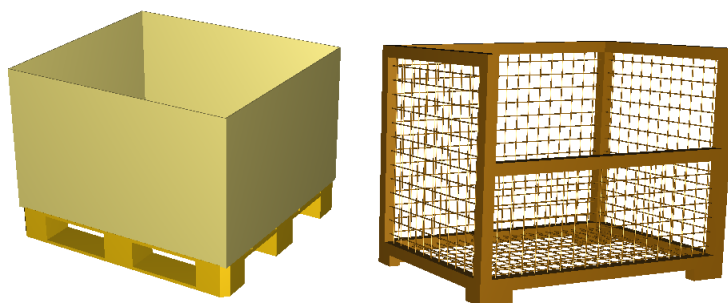
Pro výsledný model pracoviště Decanting v programu Tecnomatix Jack bylo nutné namodelovat jednotlivé objekty, z kterých se pracoviště skládá. Jedná se o regály, palety, kartonové krabice, gitterboxy, KLT boxy a stoly.

Regály (Obrázek 2-7), které se nachází na pracovišti, jsou navzájem spojené. V dolní části se nachází speciální rolly umožňující snadnější manipulaci s naplněnými KLT boxy. Horní část regálu je mírně nakloněná a slouží pro vrácení prázdných boxů.



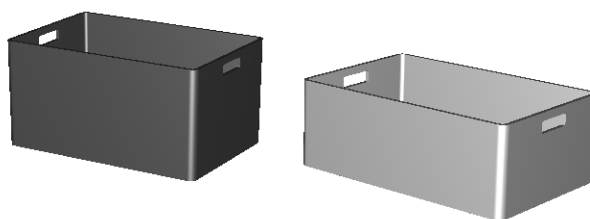
Obrázek 2-7: 3D model regálu s rolly

Díly pro přebal jsou umístěny v gitterboxech nebo v kartonových krabicích uložených na europaletách či na thajských paletách. Výška krabic se liší, záleží na rozměrech součástek. Modely těchto úložných boxů znázorňuje Obrázek 2-8.



Obrázek 2-8: 3D modely boxů

Jednotlivé druhy součástek se přebalují do předem určeného KLT boxu. Boxy se naplňují na daný počet kusů, který je uveden v návodu. Na pracovišti se nachází tři typy KLT boxů různých rozměrů. Modely jsou na Obrázku 2-9.



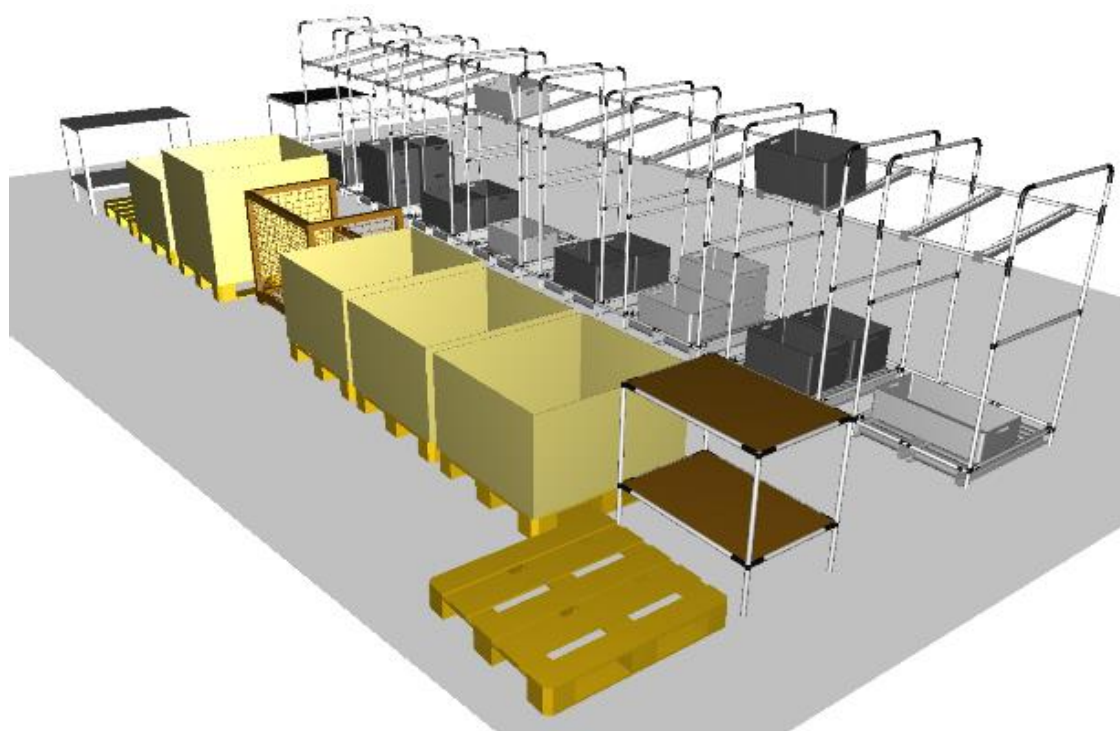
Obrázek 2-9: 3D modely KLT boxů

Na kompletační práce používají pracovníci stoly, kde si připravují potřebný materiál. Stoly se liší svojí výškou i pracovním prostorem pro kompletaci. Ukázka vybraného stolu je vidět na Obrázku 2-10.

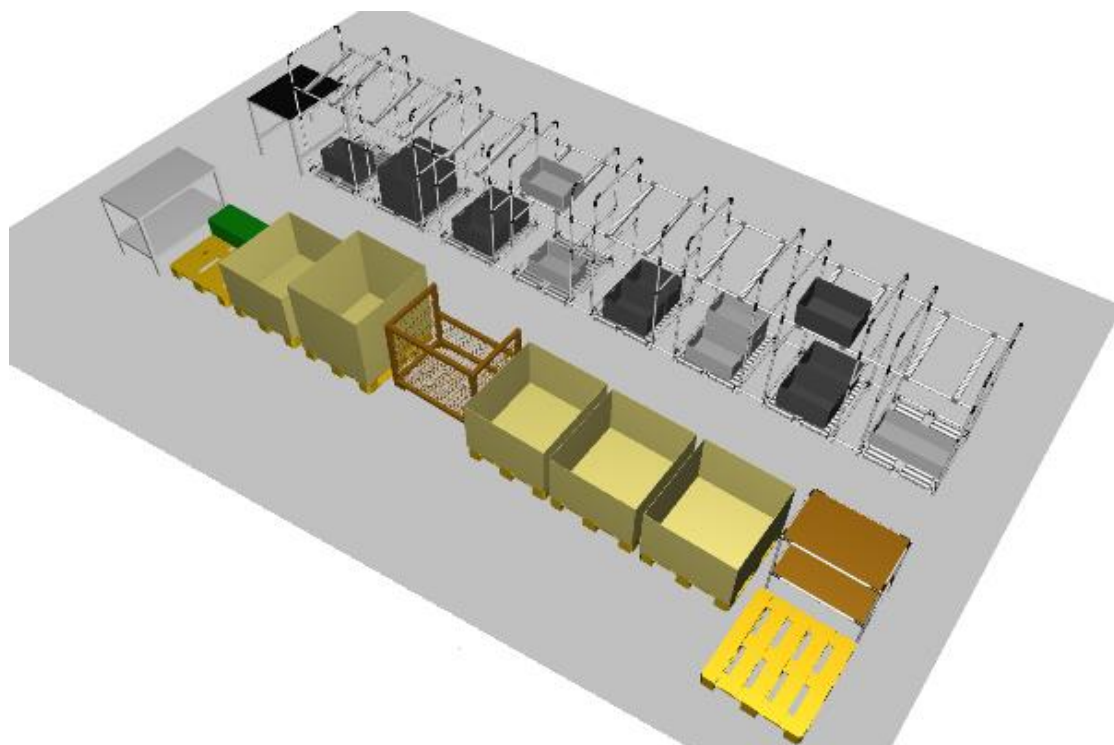


Obrázek 2-10: 3D model stolu

Jelikož je práce na celém úseku DEC velice podobná, byla pro demonstraci a provedení analýz vybrána pouze část tohoto pracoviště. Výsledný 3D model zvolené části je vidět níže.



Obrázek 2-11: 3D model části pracoviště DEC



Obrázek 2-12: 3D model části pracoviště DEC – pohled shora

### 3 Analýzy současného stavu pracoviště

#### 3.1 Nordic Questionnaire

Dotazník Nordic Questionnaire se využívá k získání detailnějšího pohledu na daný problém přímo od pracovníků. Umožňuje tak zjistit nové skutečnosti, které při pouhém pozorování a zkoumání nemusí být zřejmé. Aby nedošlo ke zkreslování výsledků, nebyli dotazováni brigádníci a noví pracovníci, ale pouze ti, kteří zde již delší dobu pracují.

Na pracovišti Decanting vyplnilo dotazník osm pracovníků, z toho pět mužů a tři ženy. Následující vyhodnocení je z důvodu převahy mužů detailnější právě pro ně.

Z první části dotazníku, která se zaměřuje na získání základních demografických údajů o pracovnících, vzešly údaje, které byly vyhodnoceny následovně.

Tabulka 3-1: Vyhodnocení první části dotazníku - muži

pořadové číslo	výška (centimetry)	pohlaví	věk (roky)	lateralita
1	170	muž	35	pravák
2	178	muž	38	pravák
3	173	muž	20	pravák
4	175	muž	25	pravák
5	170	muž	20	pravák
průměr	173,2		27,6	
min	170		20	
max	178		38	

Z Tabulky 3-1 je vidět, že průměrná výška mužů, pracujících na pracovišti DEC, je 173 centimetrů. Výškový rozdíl mezi nejvyšším a nejmenším mužem je skoro 10 centimetrů, což může být zdrojem určitých zdravotních problémů při vykonávání práce. Věk všech pracovníků je méně než 40 let. Dále všichni muži označili jako svoji převládající pracovní polohu stání a jsou praváci.

Tabulka 3-2: Vyhodnocení první části dotazníku - ženy

pořadové číslo	výška (centimetry)	pohlaví	věk (roky)	lateralita
1	162	žena	47	pravák
2	165	žena	43	pravák
3	160	žena	40	pravák
průměr	163		43	
min	160		40	
max	165		47	

Průměrná výška žen je 163 centimetrů. Výškový rozdíl žen je pouze 3 centimetry a jejich věk se pohybuje od 40 do 50 let. Všechny pracovnice zaujímají pracovní pozici ve stoje a jejich dominantní ruka je pravá. Údaje jsou shrnuty v Tabulce 3-2.

Druhá část dotazníku NQ zjišťuje, zdali se u pracovníka za posledních 12 měsíců vyskytla při práci nějaká bolest. Dále pomáhá lokalizovat danou oblast lidského těla. Důležitý je také fakt, jestli s daným zdravotním problémem navštívili lékaře. Odpovědi jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 3-3: Vyhodnocení druhé části dotazníku - muži

	pocíval jste bolesti		navštívil jste lékaře nebo specialistu	
	ne	ano	ne	ano
šije	3	2	5	0
horní část zad	2	3	4	1
dolní část zad - kříž	4	1	5	0
ramena	1	4	5	0
lokty	4	1	5	0
ruce a zápěstí	3	2	5	0
boky a stehna	4	1	5	0
kolena	4	1	4	1
kotníky a chodidla	3	2	5	0

Nejvíce problematickou oblastí těla u mužů je horní část zad a ramena. Byla dokonce označena čtyřmi muži z pěti. Odbornou pomoc vyhledali jen někteří z nich. Naopak nejméně problematickou částí jsou kolena, boky a stehna.

Tabulka 3-4: Vyhodnocení druhé části dotazníku - ženy

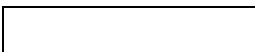



	pocívala jste bolesti		navštívila jste lékaře nebo specialistu	
	ne	ano	ne	ano
šije	2	1	3	0
horní část zad	2	1	3	0
dolní část zad - kříž	1	2	3	0
ramena	1	2	3	0
lokty	2	1	3	0
ruce a zápěstí	1	2	3	0
boky a stehna	2	1	3	0
kolena	2	1	2	1
kotníky a chodidla	2	1	3	0

Ženy shled $\acute{a}$ vaj $\acute{y}$  za problematick $\acute{a}$  ramena, kříž, ruce a záp $\acute{e}$ st $\acute{y}$ . Bolest nepocit $\acute{u}$ j $\acute{y}$  v kolenou, kotn $\acute{i}$ c $\acute{y}$ ch a chodidlech. Pouze v jednom p $\acute{r}$ ípade $\acute{s}$  pracovnice navšt $\acute{i}$ vila l $\acute{e}$ kaře.

Souhrn odpov $\acute{e}$ d $\acute{y}$  z poslední t $\acute{r}$ et $\acute{i}$  č $\acute{a}$ sti dotazn $\acute{ı}$ ku je vid $\acute{e}$ t v Tabulce 3-5. Jedn $\acute{a}$  se o hodnocen $\acute{ı}$  faktor $\acute{u}$ , kter $\acute{e}$  se nejv $\acute{ı$ ce pod $\acute{i}$ l $\acute{y}$  na vzniku onemocnen $\acute{ı}$  pohybov $\acute{e}$ ho apar $\acute{a}$ tu. Červen $\acute{a}$  pol $\acute{i}$ čka znamenaj $\acute{y}$  největší z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž, naopak ž $\acute{a}$ dnou z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž znač $\acute{ı}$  b $\acute{ı}$ l $\acute{a}$  barva.

Tabulka 3-5: Vyhodnocen $\acute{ı}$  t $\acute{r}$ et $\acute{i}$  č $\acute{a}$ sti dotazn $\acute{ı}$ ku - muži

	1	2	3	4	5	Pr $\acute{u}$ m $\acute{e}$ r
vykon $\acute{a}$ v $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ st $\acute{a}$ le stejn $\acute{y}$ ch pracovn $\acute{ı}$ ch operac $\acute{ı}$	6	7	9	9	10	8,2
sp $\acute{e}$ ch $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ p $\acute{r}$ i vykon $\acute{a}$ v $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ n $\acute{e}$ kter $\acute{y}$ ch pracovn $\acute{ı}$ ch operac $\acute{ı}$	6	5	10	10	10	8,2
manipulace s drobn $\acute{y}$ mi p $\acute{r}$ edm $\acute{e}$ ty a souč $\acute{a}$ st $\acute{k}$ ami	4	0	7	4	10	5,0
nedostatečn $\acute{e}$ p $\acute{r}$ est $\acute{a}$ v $\acute{k}$ y na oddech b $\acute{e}$ hem pracovn $\acute{ı}$ sm $\acute{e}$ ny	0	0	0	4	0	0,8
pr $\acute{a}$ ce v nepohodln $\acute{e}$ nebo vynucen $\acute{e}$ pracovn $\acute{ı}$ poloze	3	0	6	7	8	4,8
dlohodob $\acute{a}$ pr $\acute{a}$ ce ve stejn $\acute{y}$ ch pracovn $\acute{ı}$ ch poloh $\acute{a}$ ch	2	10	5	10	10	7,4
pr $\acute{a}$ ce ve vynucen $\acute{e}$ m p $\acute{r}$ edklonu, p $\acute{r}$ i n $\acute{a}$ klonech, vyt $\acute{a}$ č $\acute{e}$ n $\acute{ı}$ trupu	2	5	8	10	8	6,6
pr $\acute{a}$ ce na hranici fyzick $\acute{y}$ ch mozn $\acute{o}$ st $\acute{ı}$	4	4	5	7	9	5,8
pr $\acute{a}$ ce s rukama nad hlavou nebo daleko od t $\acute{e}$ la	0	0	7	7	3	3,4
p $\acute{r}$ il $\acute{i}$ šn $\acute{e}$ teplo, chlad, vlhkost, p $\acute{r}$ uvan	3	2	2	4	2	2,6
nutnost pokračovat v pr $\acute{a$ ci, i když se necit $\acute{ı$ te dobře, nebo p $\acute{r}$ i poran $\acute{e}$ n $\acute{ı}$	3	0	6	4	0	2,6
zdvih $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ , tah $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ nebo nošen $\acute{ı}$ t $\acute{e}$ žk $\acute{y}$ ch p $\acute{r}$ edm $\acute{e}$ t $\acute{u}$	4	3	6	7	10	6,0
p $\acute{r}$ esčas $\acute{y}$ , nepravideln $\acute{e}$ sm $\acute{e}$ ny, dlouh $\acute{a}$ pracovn $\acute{ı}$ doba	6	3	4	7	10	6,0
nedostatečn $\acute{a}$ kvalita pracovn $\acute{ı}$ ch n $\acute{a}$ stroj $\acute{u}$	2	0	7	4	6	3,8
nedostatečn $\acute{y}$ z $\acute{a}$ cvik a š $\acute{k}$ olen $\acute{ı}$ ke spr $\acute{a}$ v $\acute{n}$ ému vykon $\acute{a}$ v $\acute{a}$ n $\acute{ı}$ pr $\acute{a}$ ce	3	0	5	2	0	2,0

ž $\acute{a}$ dn $\acute{a}$ z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž 0-2	
menší z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž 3-5	
st $\acute{r}$ edn $\acute{ı}$ z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž 6-8	
velk $\acute{a}$ z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž 9-10	

Pro muže je nejv $\acute{ı$ ce zat $\acute{e}$ žuj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$  vykon $\acute{a}$ v $\acute{a}$ n $\acute{ı}$  st $\acute{a$ le stejn $\acute{y}$ ch pracovn $\acute{ı}$ ch č $\acute{ı$ nno $\acute{s}$ t $\acute{ı}$  ve velk $\acute{e}$ m sp $\acute{e}$ chu. Pracovn $\acute{ı}$ k $\acute{u}$ m je ale b $\acute{e}$ hem sm $\acute{e}$ ny umožn $\acute{e}$ no dostatečn $\acute{e}$  množstv $\acute{ı}$  p $\acute{r}$ est $\acute{a}$ vek. Další faktor zp $\acute{u}$ sobuj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$  pracovn $\acute{ı}$  z $\acute{a}$ t $\acute{e}$ ž je dlouhodob $\acute{a}$  pr $\acute{a}$ ce ve stejn $\acute{y}$ ch pracovn $\acute{ı}$ ch poloh $\acute{a}$ ch a pr $\acute{a}$ ce ve vynucen $\acute{e}$ m p $\acute{r}$ edklonu a n $\acute{a}$ klonu. Zat $\acute{e}$ žuj $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$ , a t $\acute{ı}$ m p $\acute{a}$ dem pod $\acute{i}$ lej $\acute{ı}$ c $\acute{ı}$  se na vzniku onemocnen $\acute{ı}$  pracovn $\acute{ı}$ ka, m $\acute{u}$ že b $\acute{y}$ t i manipulace s t $\acute{e}$ žk $\acute{y}$ mi p $\acute{r}$ edm $\acute{e}$ ty. Naopak kladn $\acute{e}$  jsou hodnoceny pracovn $\acute{ı}$  podm $\acute{ı}$ nky na pracovišt $\acute{ı}$  a pravideln $\acute{e}$  p $\acute{r}$ oškolov $\acute{a}$ n $\acute{ı}$  ke spr $\acute{a}$ v $\acute{n}$ ému vykon $\acute{a}$ v $\acute{a}$ n $\acute{ı}$  sv $\acute{e}$  pr $\acute{a$ ce.



Tabulka 3-6: Vyhodnocení třetí části dotazníku - ženy

	1	2	3	Průměr
vykonávání stále stejných pracovních operací	9	4	5	6
spěchání při vykonávání některých pracovních operací	10	0	10	6,7
manipulace s drobnými předměty a součástkami	4	0	2	2
nedostatečné přestávky na oddech během pracovní směny	4	0	2	2
práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	7	7	7	7
dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách	10	5	10	8,3
práce ve vynuceném předklonu, při náklonech, vytáčení trupu	10	5	10	8,3
práce na hranici fyzických možností	7	4	0	3,7
práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	7	0	0	2,3
přílišné teplo, chlad, vlhkost, průvan	4	3	5	4
nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře, nebo při poranění	4	0	3	2,3
zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů	7	6	10	7,7
přesčasy, nepravidelné směny, dlouhá pracovní doba	7	0	0	2,3
nedostatečná kvalita pracovních nástrojů	4	0	6	3,3
nedostatečný zácvik a školení ke správnému vykonávání práce	2	0	0	0,7

Pro ženy je naopak nejvýznamnějším faktorem, ovlivňující jejich zdraví, dlouhodobá práce ve stejné pracovní poloze, jako je například předklon. Všechny jejich odpovědi jsou uvedeny v Tabulce 3-6.

Z vyhodnocených dotazníků je zřejmé, že na pracovišti DEC dochází k přebalování v pracovní poloze ve stoje. Kromě mužů zde pracuje i několik žen o věkovém průměru 43 let. Každý pracovník nahlásil pociťování bolesti při práci alespoň v jedné části pohybové soustavy, pouze ve dvou případech ze sedmnácti byla vyhledána pomoc lékaře.

Jedna z nejvíce problematických oblastí lidského těla, kde pracovníci pociťovali tuhnutí, jsou ramena. Dále se jedná o záda a ruce. Bolesti zad mohou být zapříčiněny častým ohýbáním se pro součástky do krabic. Pokud se díly nachází až na dně krabice, může být uchopení a následné vyjmutí velice namáhavé. Obtíže v ramenou a rukách s tím úzce souvisí. Dochází k nim pravděpodobně při zvedání těžkých dílů a přemísťování plných KLT boxů na rolnu.

Jako faktor, který nejvíce negativně ovlivňuje pracovníky, byl označen spěch při vykonávání pracovních činností. K tomu dochází z povinnosti plnit normy a při velkých zakázkách. Jedná se spíše o psychickou zátěž, která může způsobit pochybení pracovníka. Velmi dobře jsou hodnoceny přestávky, oddechy během pracovní směny a pracovní prostředí.

Dalším ovlivňujícím faktorem, který byl často hodnocen číslem deset, tedy velká zátěž, je vykonávání opakujících se operací a s tím související dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách. Tento problém je obtížně řešitelný, ale lze jej částečně řešit střídáním zaměstnanců na jednotlivých pracovních místech.

### 3.2 Analýza NIOSH

Analýza NIOSH, která určuje doporučený hmotnostní limit RWL a zvedací index LI při manipulaci s břemeny je důkladně popsána v kapitole 1.2.2 NIOSH. Pro výpočet byly použity doplňkové aplikace softwaru Tecnomatix Jack. Jako model člověka byl vybrán muž o průměrné výšce 178 centimetrů s odpovídající hmotností určené pomocí percentilu 90.

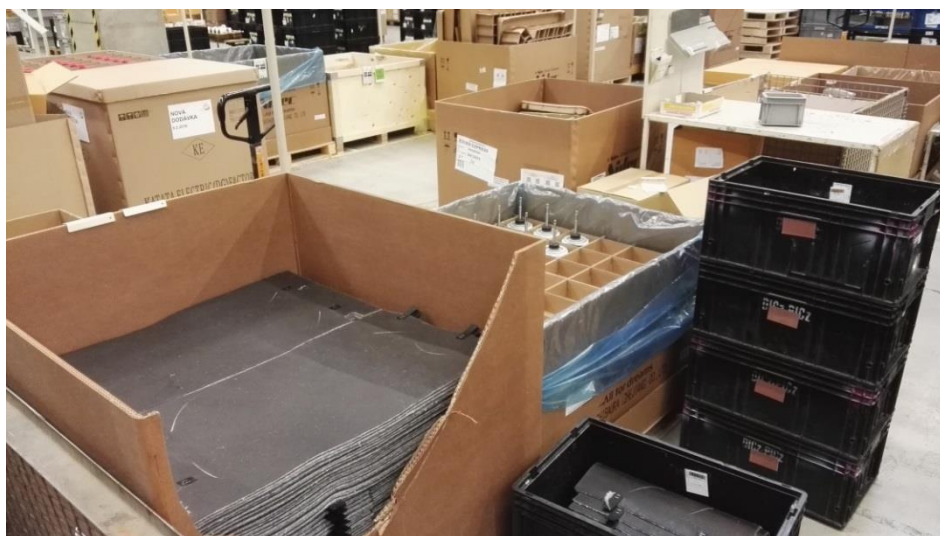
Analýza byla provedena pro přebal pouze jedné součástky z důvodu podobných hmotností ostatních součástek a výšek kartonových boxů, kde jsou uloženy. V Tabulce 3-7 jsou uvedeny hmotnosti dílů, které se nachází v modelované části pracoviště. Data byla získána z interních materiálů společnosti.

Tabulka 3-7: Souhrn hmotností daných dílů [11]

číslo materiálu	váha 1 kusu (kilogramy)	počet kusů v boxu	váha boxu (kilogramy)
3P098687-1 D	3,9	3	14,89
3EB75117-1 C	2,06	6	14,54
3P123189-1 Q	2,44	6	17,78
3P171950-1 A	2,27	10	25,3
3SB40622-1 K	2,5	4	12,96
3PW72902-1	0,86	15	15,96
<b>průměr</b>	2,34		

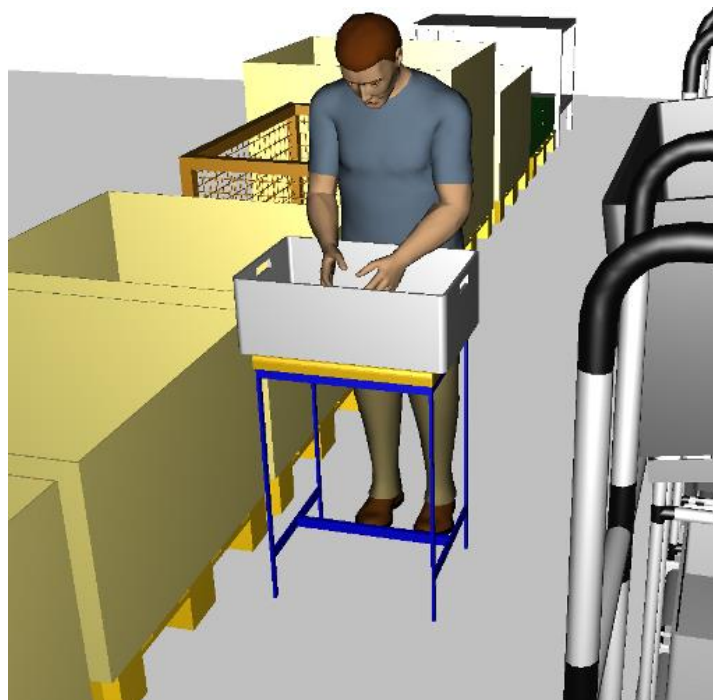
Zvolena byla součástka 3P123819-1Q DC FAN MOTOR o hmotnosti 2,44 kilogramů, protože se její hmotnost nejvíce blíží k hodnotě průměrné hmotnosti všech součástek, což je 2,34 kilogramů.

Pohyby a úkony pracovníka na pracovišti Decanting jsou popsány dále. Pracovník se nejdříve ohýbá k součástkám, které jsou uloženy v kartonové krabici. Tato pozice byla v analýze NIOSH považována za výchozí. Dále dané součástky ukládá do KLT boxu, a tím se dostává do koncové polohy. Na naplněný box pracovník položí nový prázdný KLT box a svou činnost opakuje. Jeho koncová poloha se tedy mění v závislosti na počtu na sebe naskládaných KLT boxů. Ukázka uspořádání KLT boxů na pracovišti je vidět na Obrázku 3-1.

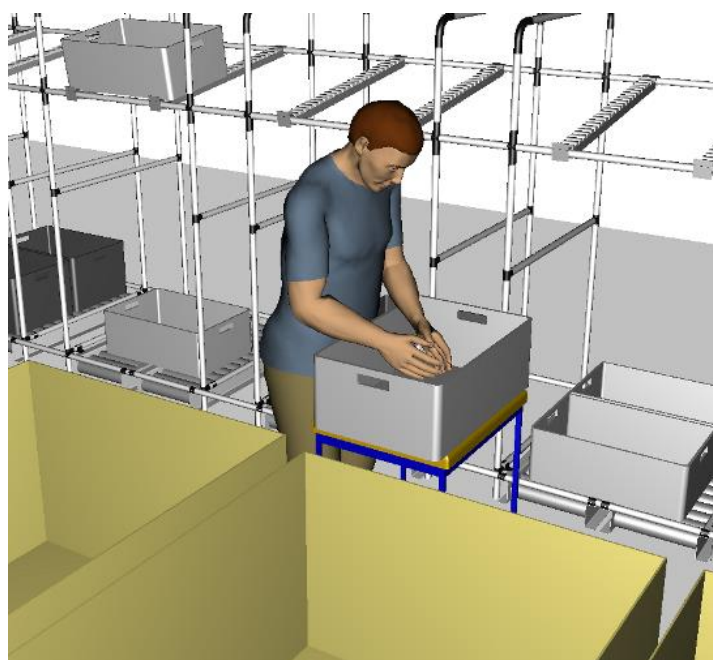


Obrázek 3-1: Uspořádání KLT boxů

Z uvedeného důvodu byla tato pozice pro zjednodušení modelována již s navrhnutým zlepšujícím opatřením – pojízdným vozíčkem, kam je umístěn prázdný KLT box. Při výšce vozíku 80 centimetrů a výšce KLT boxu kolem 20 centimetrů ukládá pracovník součástky do boxu ve stále stejné ideální pracovní výšce jeden metr. Zlepší se tím také manipulace při přesunu plného boxu k regálu s rolnou, kam jednoduše pracovník dojde s vozíčkem. Na Obrázku 3-2 a Obrázku 3-3 je znázorněn model koncové polohy pracovníka.



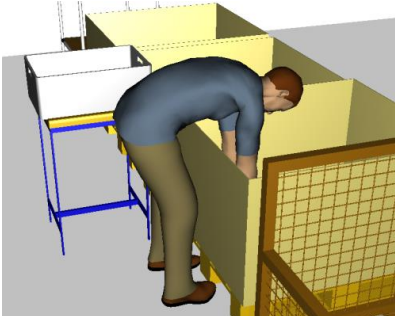
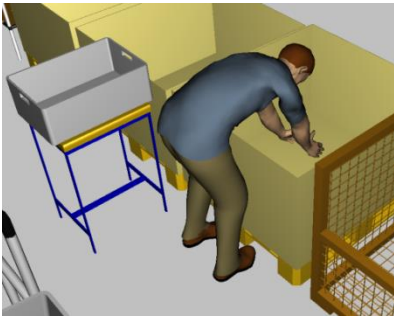

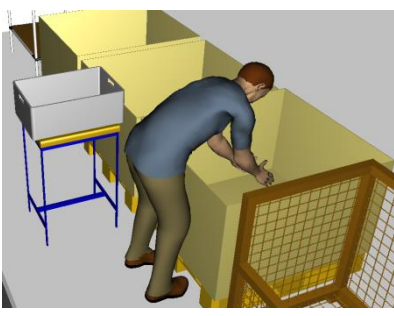
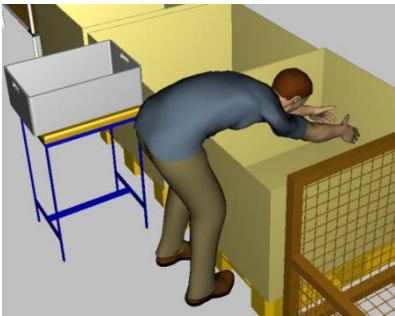
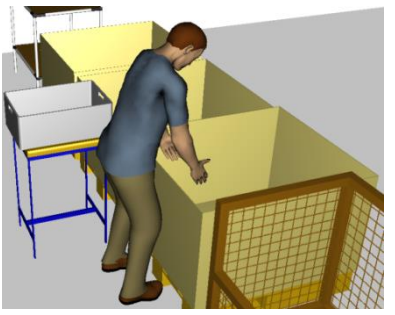
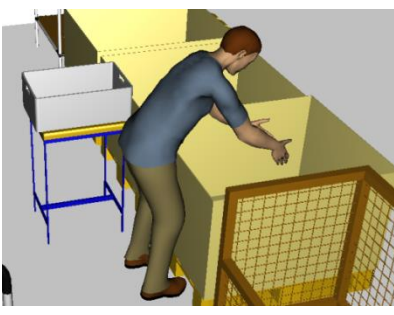
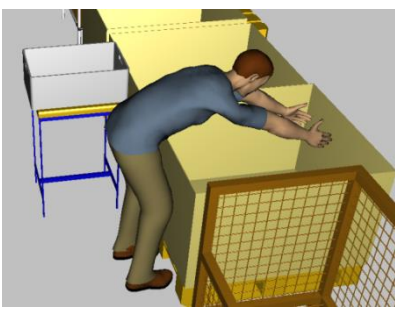
Obrázek 3-2: 3D model koncové polohy pracovníka zepředu



Obrázek 3-3: 3D model koncové polohy pracovníka z boku

Pro důkladnější analýzu bylo zvoleno devět výchozích poloh označených 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2 a 3.3, které jsou namodelovány níže. Číslice na první pozici v označení polohy udává výšku, do které se pracovník ohýbá. Číslice jedna znamená ohyb na dno krabice, dva přibližně polovinu výšky krabice a tři představuje vrchní část. Číslice na druhé pozici ukazuje vzdálenost, do které se pracovník předklání. Jedna je předklon pro součástku umístěnou u bližšího okraje krabice, dva představuje střed krabice a tři znamená předklon ke vzdálenějšímu okraji krabice.

Tabulka 3-8: 3D modely jednotlivých poloh pracovníka

1.1	1.2	1.3
		nemodelováno
2.1	2.2	2.3
		
3.1	3.2	3.3
		

Při pozici 1.3 pracovník nedosáhne oběma rukama na součástku, a tak si pomáhá tím, že se jednou rukou opře o zadní stěnu krabice a druhou rukou uchopí součást. Nedochází ke správnému úchopu dvěma rukama, který analýza vyžaduje, proto tato poloha nebyla namodelována.

Pro provedení analýzy NIOSH bylo nejprve nutné vyplnit vstupní formulář s podrobnými informacemi o analyzovaném problému. První záložka formuláře se nazývá Posture a je znázorněna na Obrázku 3-4.

Obrázek 3-4: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Posture, poloha 1.1

Zde se do řádku Lift Destination zadává koncová poloha, která se nemění. Hodnoty Lift Origin se liší podle konkrétní výchozí polohy. Jako průměrné a maximální zatížení, které se zadává do kolonky Load, bylo zvoleno 2,44 kilogramů, což je hmotnost dílu 3P123189-1 Q.

Záložka Frequency se zabývá četností zvedání součástky z krabice během 15 minut. Aby mohla být hodnota frekvence určena, bylo třeba získat data o celkovém počtu přebalených součástek během směny. Společnost poskytla souhrn všech součástek z analyzovaného úseku, které byly v období od 15. 1. – 15. 3. 2016 přebaleny a následně vyexpedovány. Ze systému SAP se dalo také zjistit jejich přesné množství. Ukázka těchto dat získaných ze systému SAP exportovaných do MS Excel je vidět na Obrázku 3-5. Informace o všech dílech jsou uvedené v Příloze č. 2.

Row Labels	Sum of Množství dodávky	Boxů za den	ks/box	Linka
<b>3EB75117-1 C</b>	<b>9493</b>		6	R1/R3
15.01.2016	125	20,83333333		
18.01.2016	43	7,166666667		
19.01.2016	27	4,5		
20.01.2016	59	9,833333333		
21.01.2016	150	25		
22.01.2016	152	25,33333333		
23.01.2016	3	0,5		
24.01.2016	21	3,5		
25.01.2016	262	43,66666667		
26.01.2016	285	47,5		
27.01.2016	203	33,83333333		

Obrázek 3-5: Data ze systému SAP [11]

Data byla důkladně zpracována a v následující tabulce jsou uvedené celkové sumy všech přebalených součástek za jednotlivé dny. V sobotu 27. 2. 2016 nebyl evidován žádný odvoz součástek, jednalo se o nepracovní víkendový den. Do dalších výpočtů nebyly uvažovány extrémní, kde na pracovištích docházelo k minimální činnosti.

Tabulka 3-9: Celkové množství přebalených součástek

datum	celkový počet kusů	datum	celkový počet kusů	datum	celkový počet kusů	datum	celkový počet kusů
15. 1. 2016	570	31. 1. 2016	51	16. 2. 2016	417	3. 3. 2016	734
16. 1. 2016	159	1. 2. 2016	739	17. 2. 2016	377	4. 3. 2016	373
17. 1. 2016	46	2. 2. 2016	413	18. 2. 2016	568	5. 3. 2016	236
18. 1. 2016	510	3. 2. 2016	638	19. 2. 2016	581	6. 3. 2016	34
19. 1. 2016	423	4. 2. 2016	545	20. 2. 2016	197	7. 3. 2016	330
20. 1. 2016	475	5. 2. 2016	524	21. 2. 2016	43	8. 3. 2016	286
21. 1. 2016	417	6. 2. 2016	125	22. 2. 2016	600	9. 3. 2016	477
22. 1. 2016	319	7. 2. 2016	37	23. 2. 2016	531	10. 3. 2016	444
23. 1. 2016	151	8. 2. 2016	588	24. 2. 2016	594	11. 3. 2016	407
24. 1. 2016	51	9. 2. 2016	524	25. 2. 2016	375	12. 3. 2016	55
25. 1. 2016	578	10. 2. 2016	496	26. 2. 2016	35	13. 3. 2016	33
26. 1. 2016	300	11. 2. 2016	467	27. 2. 2016	0	14. 3. 2016	520
27. 1. 2016	291	12. 2. 2016	675	28. 2. 2016	7	15. 3. 2016	104
28. 1. 2016	464	13. 2. 2016	107	29. 2. 2016	342		
29. 1. 2016	529	14. 2. 2016	32	1. 3. 2016	322		
30. 1. 2016	178	15. 2. 2016	452	2. 3. 2016	461		

Zprůměrováním hodnot celkového množství přebalených dílů za uplynulé dva měsíce bylo zjištěno, že na tomto úseku dochází průměrně k 426 ohnutím za směnu. Jelikož je pro hodnocení důležitý kritický stav, kdy se pracovník ohýbá nejvíce za směnu, byla pro analýzu použita maximální hodnota ze dne 1. 2. 2016, a to 739 ohnutím za směnu. Při přepočtu se pracovník ohýbá 1,6 krát za minutu. Protože je uvažováno devět různých poloh, ve kterých pracovník pracuje, byla tato hodnota vydělena devíti. Výsledkem je 0,2 ohybů za minutu pro každou analyzovanou pozici.

Dalším krokem bylo zadání 7,5 hodinové směny s třicetiminutovou přestávkou. Každý z těchto údajů zůstává stejný pro všechny polohy. Záložka Frequency je vidět na Obrázku 3-6.

Posture	Frequency	Coupling
<input type="checkbox"/> Job consists of non-continuous work cycle (heavy work alternating with rest periods)		
Lift rate in the 15 min cycle (lifts/min):		<input type="text" value="0.2"/>
<b>Work Schedule</b>		
Uninterrupted work time (hrs):	<input type="text" value="7.5"/>	
Recovery Time (hrs):	<input type="text" value="0.5"/>	Ex: sitting at desk, light assembly
Derived work time ratio:	<input type="text" value="0.067"/>	
Derived work duration rating:	<input type="text" value="long"/>	

Obrázek 3-6: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Frequency

Poslední záložkou, jejíž údaje zůstávají opět stejné pro všechny analyzované polohy, je Coupling. Hodnotí se zde typ manipulovaného objektu a jeho úchopové vlastnosti. Konečné vyplnění je znázorněno na obrázku níže.

Posture	Frequency	Coupling
<b>Object Type</b>		
<input type="radio"/> Container <input checked="" type="radio"/> Loose Object		
<b>Loose Object</b>		
<b>Load Control</b>		
<input checked="" type="radio"/> Optimal Packaging <input type="radio"/> Bulky Packaging		
<b>Grasping</b>		
<input checked="" type="radio"/> Optimal Grip <input type="radio"/> 90deg. fingers		
Derived hand coupling rating:	<input type="text" value="good"/>	

Obrázek 3-7: Vstupní hodnoty metody NIOSH – Coupling

Po absolvování těchto kroků již mohla být analýza NIOSH provedena. Cílem bylo získání RWL a LI indexu pro každou polohu. Na Obrázku 3-8 je výsledek pro polohu 1.1. Maximální hmotnost břemene, s kterou může pracovník manipulovat v této pozici, je 8,45 kg. Jelikož je hmotnost součástky 2,44 kilogramů, index LI vychází 0,29. V tomto případě nehrozí zvýšené riziko stresu při zvedání součásti. Souhrn všech získaných výsledků analýzy je uveden v Tabulce 3-10.

Task No.	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FM
20	23	0.56	0.88	0.90	0.99	1.00	0.85
LI:	0.290		RWL: 8.45				
Action: This task has nominal risk for lower back injury from physical stress.							

Obrázek 3-8: Výsledek analýzy NIOSH, poloha 1.1

Tabulka 3-10: Souhrn výsledků analýzy NIOSH

pozice	RWL (kilogramy)	LI
1.1	8,45	0,29
1.2	6,12	0,4
1.3	-	-
2.1	9,78	0,25
2.2	6,81	0,36
2.3	6,75	0,36
3.1	13,41	0,18
3.2	7,66	0,32
3.3	7,62	0,32

Z tabulky je zřejmé, že nejvyšší povolená hmotnost břemene pro manipulaci je při pozici 3.1. Pracovník se nemusí příliš ohýbat a předklánět, a tak může zvedat i těžší břemena do hmotnosti 13,4 kilogramů. Hodnota indexu znázorňující míru fyzického stresu je zde minimální.

Při dalších pozicích logicky klesá velikost indexu RWL, index LI roste. Nejnižší dovolená hmotnost, kterou pracovník může zvedat je 6,12 kilogramů při poloze 1.2. Dochází zde k ohnutí až na dno a k největšímu předklonu, téměř k protější stěně krabice.

Jak již bylo zmíněno, pozice 1.3 nebyla analyzována. Dá se předpokládat, že zde bude maximální hmotnost břemene pro manipulaci nejnižší a index LI nejvyšší.

Z výsledků analýzy NIOSH plyne, že nejsou překračovány maximální dovolené hmotnostní limity při zvedání břemene, jelikož hmotnost nejtěžšího dílu je 3,9 kilogramů. Pracovníci nejsou přetěžováni a míra fyzického stresu je pro ně malá.

Při zvedání součástí o větší hmotnosti, které se na pracovišti také objevují, bude růst index LI přímo úměrně. Tím se bude zvyšovat míra fyzického stresu při zvedání. Nepředpokládá se, že by index přesáhl hodnotu jedna, a tím vyžadoval změnu pracovních podmínek na pracovišti.



### 3.3 Analýza RULA a Lower Back na pracovišti DEC

Další použité analýzy jsou RULA a Lower Back. Byly použity pro stejné pracovní polohy jako u NIOSH. RULA se zaměřuje na zatížení oblasti horních končetin, krku a trupu při manipulaci s břemeny. Jejím výsledkem je skóre a následná kategorie, která vypovídá o nutnosti změny na pracovišti. Metoda je podrobněji popsána v kapitole 1.2.1 RULA.

Lower Back analýza se používá pro hodnocení zatížení zad. Síla, která působí na pracovníka, se převádí do meziobratlí L4/L5, což nazýváme bederní oblastí. Pro meziobratlí jsou stanovené maximální akceptovatelné tlakové a smykové síly. Podmíněně přijatelná tlaková síla je 3 400 Newtonů. Pokud je tato hranice překročena, dochází k nárůstu rizika poranění zad. Limit pro smykovou sílu je 1 000 Newtonů. [10]

Před provedením analýzy RULA je opět nutné nejprve vyplnit vstupní parametry (Obrázek 3-9), které jsou pro všechny pozice stejné. Jedná se o zaškrtnutí typu, velikosti zátěže a pozice nohou. Zatíženo bylo zvoleno normální, mezi 2 až 10 kilogramy a nohy v poloze stání.

The screenshot shows the RULA software interface with the following settings:

- Human: human0
- Body Group A Loading (Arm, Wrist):
  - Muscle Use:  Normal, no extreme use;  Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute;  Action repeated more than 4 times per minute
  - Forces and Loads:  < 2 kg intermittent load;  2-10 kg intermittent load;  2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load;  More than 10 kg static. Shock forces.
  - Arm Support:  Arm Supported
- Legs and Feet:  Seated, Legs and feet well supported. Weight even.;  Standing, weight even. Room for weight changes.;  Legs/feet not supported. Weight distribution uneven.
- Body Group B Loading (Neck, Trunk):
  - Muscle Use:  Normal, no extreme use;  Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute;  Action repeated more than 4 times per minute
  - Forces and Loads:  < 2 kg intermittent load;  2-10 kg intermittent load;  2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load;  More than 10 kg static. Shock forces.

Obrázek 3-9: RULA vstupní parametry

Na Obrázku 3-10 je vidět výsledek analýzy RULA pro optimální polohu 3.1 v porovnání s výsledkem nejhůře hodnocené polohy 1.2 na Obrázku 3-11. Při hodnocení první polohy vyšlo celkové skóre čtyři, které spadá do druhé kategorie. To znamená, že se zde mohou vyskytnout nějaké požadavky na změny, ale je nutné provést další analýzy. Nejhůře zde bylo hodnoceno zatížení paží a krku.

V druhé poloze 1.2 se hodnocení krku zlepšilo na úkor trupu. Celkové skóre je zde sedm, což vypovídá o nutnosti okamžité změny na pracovišti. Souhrn hodnocení pro jednotlivé polohy, včetně celkového skóre a přiřazené kategorie, je uveden v Tabulce 3-11. Poloha 1.3 se opět nehodnotila. Lze očekávat, že i zde bude nutné okamžité řešení situace.

Task Entry	Reports	Analysis Summary	
Job Title:	pozice 3.1	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	
<b>Body Group A Posture Rating</b>		<b>Body Group B Posture Rating</b>	
Upper arm:	2	Neck:	3
Lower arm:	3	Trunk:	2
Wrist:	1	Total:	4
Wrist Twist:	1		
Total:	4		
Muscle Use:	Normal, no extreme use	Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	2-10 kg intermittent load	Force/Load:	2-10 kg intermittent load
Arms:	Not supported		
<b>Legs and Feet Rating</b>			
Standing, weight even. Room for weight changes.			
<b>Grand Score: 4</b>			
Action: Further investigation needed. Changes may be required.			

Obrázek 3-10: Výsledek analýzy RULA, poloha 3.1

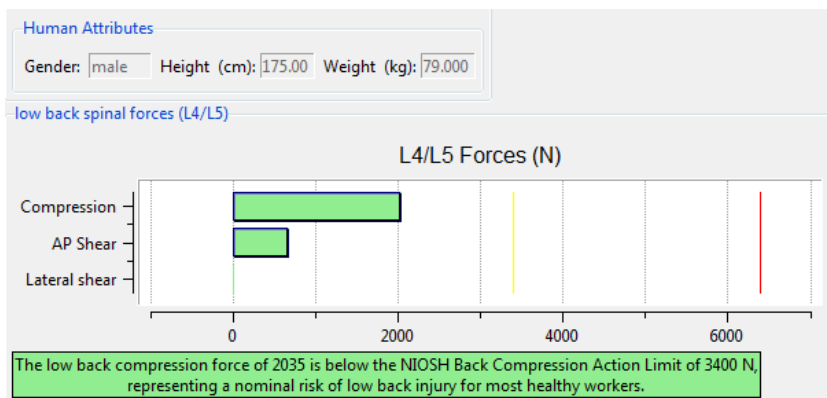
Task Entry	Reports	Analysis Summary	
Job Title:	pozice 1.2	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	
<b>Body Group A Posture Rating</b>		<b>Body Group B Posture Rating</b>	
Upper arm:	5	Neck:	1
Lower arm:	3	Trunk:	4
Wrist:	3	Total:	6
Wrist Twist:	1		
Total:	8		
Muscle Use:	Normal, no extreme use	Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	2-10 kg intermittent load	Force/Load:	2-10 kg intermittent load
Arms:	Not supported		
<b>Legs and Feet Rating</b>			
Seated, Legs and feet well supported. Weight even.			
<b>Grand Score: 7</b>			
Action: Investigation and changes are required immediately.			

Obrázek 3-11: Výsledek analýzy RULA, poloha 1.2

Tabulka 3-11: Souhrn výsledků analýzy RULA

pozice	nadloktí	ruka	zápěstí	krk	trup	celkové skóre	kategorie	vyhodnocení
1.1	4	3	1	1	4	7	4.	okamžitá změna
1.2	5	3	1	1	4	7	4.	okamžitá změna
1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1	2	3	1	3	3	5	3.	změna v nejbližší době
2.2	4	3	1	1	4	7	4.	okamžitá změna
2.3	5	3	1	5	5	7	4.	okamžitá změna
3.1	2	3	1	3	2	4	2.	možné požadavky na změnu, potřeba dalších analýz
3.2	4	3	1	1	3	5	3.	změna v nejbližší době
3.3	5	3	1	4	4	7	4.	okamžitá změna

K analýze Lower Back není nutné zadávat žádné parametry. Výstupem je graf, který udává velikost tlakové síly působící na bedra pracovníka (Obrázek 3-12).



Obrázek 3-12: Výsledek analýzy Lower Back, poloha 1.1

V případě polohy 1.1 podléhá pracovník tlakové síle 2 035 Newtonů. Uvedená hodnota je menší než podmíněně přijatelná, a proto je zde minimální riziko poranění bederní části při vykonávání pracovní činnosti. Z Tabulky 3-12 je zřejmé, že k nejmenší tlakové síle dochází v poloze 3.1, a to 1 093 Newtonů. Naopak nejvíce se velikost síly blíží k hranici 3 400 Newtonů v poloze 1.2, kdy na pracovníka působí tlaková síla o velikosti 2 298 Newtonů. Ani v jednom případě nebyl limit pro tlakovou sílu překročen.

**Tabulka 3-12: Souhrn výsledků analýzy Lower Back**

<b>pozice</b>	<b>tlaková síla (Newtony)</b>
<b>1.1</b>	2 035
<b>1.2</b>	2 298
<b>1.3</b>	-
<b>2.1</b>	2 048
<b>2.2</b>	2 210
<b>2.3</b>	2 297
<b>3.1</b>	1 093
<b>3.2</b>	1 740
<b>3.3</b>	2 296

Z výsledků analýz vyplývá, že ve většině poloh dochází k přetěžování pracovníků. Nejvíce zatěžované oblasti při zvedání součástí jsou paže a trup. Kromě polohy 3.1, která se ukázala jako případ s nejmenším zatížením, byly všechny ostatní hodnoceny skórem sedm. V této situaci je třeba provést okamžité změny na pracovišti, jinak budou pracovníci vystaveni vysokému riziku vzniku onemocnění pohybového aparátu. Naopak v oblasti zad nebylo zaznamenáno větší zatížení, které by způsobovalo zdravotní problémy.

## 4 Návrhy na úpravu pracoviště

Z analýz současného stavu pracoviště byly zjištěny některé nedostatky, které pracovníkům ztěžují pracovní činnost a mohou být příčinou vzniku onemocnění pohybového aparátu. Je nutné co nejdříve přijmout opatření, které dané nedostatky úplně odstraní nebo alespoň zmírní jejich negativní dopad na pracovníka. V následujících podkapitolách jsou uvedeny návrhy na úpravy.

Při analýze pracoviště DEC bylo zjištěno přetěžování pracovníků, když se ohýbají pro součástky až na dno kartonové krabice. Jako další problém se jeví způsob skládání plných KLT boxů. Zmíněné skutečnosti mohou být odstraněny následujícími návrhy.

### 4.1 Pojízdny vozík

První návrh na úpravu pracoviště DEC byl již zmíněn v kapitole 3.2 Analýza NIOSH na pracovišti DEC. Za koncovou pozici pracovníka při vykonávání pracovní činnosti je zde považován postoj při ukládání součástky do KLT boxu. Aby nedocházelo k postupnému skládání plných KLT boxů na sebe a k neustálému ohýbání pracovníka do různých výšek, bylo navrženo použití pojízdného vozíku, který odstraní problém opakovaného ohýbání a navíc usnadní manipulaci s naplněnými KLT boxy při přesunu na rolnu.

Výška vozíku by se měla pohybovat kolem 80 centimetrů. Pokud se na něj umístí KLT box o průměrné výšce 20 centimetrů, dosahuje rovina, ve které se pracovník pohybuje při ukládání součástek do boxu, výšky jeden metr. Tato hodnota je považována za optimální výšku pracovní roviny. Odkládací plocha na vozíku by měla odpovídat rozměrům KLT boxů. Jedná se o délku 60 až 80 centimetrů a šířku 40 centimetrů.

Pro názornost byly vybrány dva výrobky, které splňují následující požadavky:



- výška alespoň 80 centimetrů
- minimální délka pracovní plochy vozíku 60 centimetrů, maximální délka 90 centimetrů (vozík nemusí být zbytečně prostorný)
- šířka pracovní plochy 40 až 50 centimetrů
- nosnost alespoň 50 kilogramů

Jedná se o dílenský odkládací vozík a transportní zvedací stojan. Jejich parametry jsou shrnuty v Tabulce 4-1.

Návrhem č. 1 je dílenský odkládací vozík o výšce 82 centimetrů. Rozměry odkládací plochy vyhovují pro všechny tři typy KLT boxů. Vozík disponuje čtyřmi otočnými kolečky a jsou zde hrany proti vypadnutí materiálu. Na rozdíl od druhého návrhu, je zde navíc umístěno madlo pro lepší manipulaci s vozíkem při pohybu.

Návrhem č. 2 je transportní zvedací stojan, který je výškově nastavitelný. Minimální výška zdvihu je 72 centimetrů, maximální výška dosahuje až 97 centimetrů. Tato výšková flexibilita je velkou výhodou, zejména pokud na pracovišti pracují lidé o velkých výškových rozdílech. Naopak nevýhodou je zde vyšší cena oproti dílenskému vozíku. Nelze zde umístit KLT boxy o rozměrech 800 x 400 x 200 centimetrů (délka x šířka x výška).

Tabulka 4-1: Souhrn parametrů navrhovaných výrobků [24], [15]

návrh	č. 1	č. 2
<b>název</b>	Dílenský odkládací vozík	Transportní zvedací stojan
<b>obrázek</b>		
<b>výška (centimetry)</b>	82	72 až 97
<b>pracovní plocha</b> délka (centimetry) šířka (centimetry)	84,5 41	61 41
<b>nosnost (kilogramy)</b>	100	150
<b>otočná kola</b>	4	4
<b>cena (Kč)</b>	1 399	4 149

## 4.2 Řezačka na kartonové krabice

Součástky pro přebal jsou na pracovišti DEC umístěny v gitterboxech nebo v kartonových krabicích, které jsou na paletách. Přístup k součástkám, které jsou ve spodních patrech, lze v případě umístění v gitterboxu zjednodušit otevřením přední mříže. Pracovník se tak nemusí nahýbat přes překážku a dochází k pohodlnější poloze při manipulaci se součástkami.

Pro zlepšení pohodlí pracovníka při vykonávání pracovní činnosti lze také využít řezačky na kartonové krabice. V případě, že se pracovník při přebalování dostane k součástkám, které jsou uloženy v kartonové krabici níže, než kam může bez problému dosáhnout, použije řezačku na karton. Přední stěnu krabice jednoduše odřízne podle potřeby, a tím se snadněji dostane k umístěným součástkám. Pracovníkovi nebude při náklonu překážet přední stěna krabice a lepší se tím i způsob uchopení součástek.

V tomto případě by na řezání krabice postačil i odlamovací nůž, jehož cena se pohybuje do 200 Kč. Nevýhoda této volby je krátká životnost, obtížné řezání kartonu a hrozící riziko poranění. Proto byl průzkum trhu zaměřen na výrobky výkonnější, lépe řešené, modernější, ergonomicky přijatelné a bezpečnější. V Tabulce 4-2 jsou uvedeny dva vybrané výrobky na řezání kartonu.

Tabulka 4-2: Navrhované produkty na řezání krabic [23], [22]

návrh	č. 1	č. 2
název	Automatický bezpečnostní řezač na krabice SLICE 10504	Elektrické nůžky – řezačka A40
obrázek		
max. tloušťka (milimetry)	6,35	6
cena (Kč)	559	30 839,20

Levnější variantou je keramický bezpečnostní řezač značky SLICE pro otevírání a řezání kartonových krabic o maximální tloušťce 6,35 milimetrů. Řezák má jednu keramickou čepel, která slouží jako náhrada za ocelovou čepel u běžných pracovních nožů. Tvar držáku je navržený tak, aby chránil ruku před poraněním a byl vhodný pro praváky i leváky. Výhodou je velká životnost čepele, vysoká bezpečnost a nízká cena.

Jako druhá varianta byly zvoleny vysoce kvalitní ruční elektrické nůžky. Kromě řezání kartonu jsou vhodné také pro pryž, kůži nebo PVC krytiny. Pracují na principu ručních nůžek a ke stříznému efektu dochází pohybem horního nože s ocelovou čepelí. Hmotnost nůžek je přibližně dva kilogramy. Tyto nůžky vyžadují sice větší investici, ale výhodou je jejich široké spektrum využitelnosti a rychlost stříhu.

### 4.3 Podstavec a paletový zvedák

Na pracovišti DEC se objevují některé součástky, které jsou zabaleny v menších krabicích po určitém počtu kusů. Tyto krabice jsou vedle sebe naskládány na paletu do několika pater. Nedochozí zde k použití velké kartonové krabice na součástky jako u většiny dílů.

Pro zmírnění ohýbání pracovníků je navrženo použití podstavce pod paletu. Zvýšením pracovní roviny dojde k částečnému vyřešení problému při zvedání krabic uložených ve spodním patře. Důležité je vhodně zvolit výšku podstavce tak, aby se snížilo zatížení paží a trupu při zvedání. Zároveň by nemělo docházet ke zhoršení zatížení při manipulaci s krabicemi v horním patře. Zmíněné opatření lze použít i v situaci, kdy máme součástky uloženy v kartonových krabicích. Pokud se přední stěna odřizne a dno krabice se použitím podstavce zvýší, dojde k viditelnému zlepšení pracovní pozice. Výhodou návrhu je nízká pořizovací cena, jednoduchá montáž a demontáž podstavce na paletu.

Kromě podstavce existují i další varianty, jejich cena je ale vyšší. Jedná se například o paletový zvedák, který je zvedaný pružinou. Při odebrání zboží dochází k automatickému zvedání palety. Poslední patro krabic lze tedy zvedat v optimální pracovní rovině

bez jakéhokoliv ohybu. Ukázka paletového zvedáku ovládaného pružinou je vidět na Obrázku 4-1.



Obrázek 4-1: Paletový zvedák ovládaný pružinou [20]

#### 4.4 Naklápěcí plošina

Posledním a zároveň nejvíce komplexním zlepšením je pořízení naklápěcí plošiny. Pomocí této plošiny si pracovník nastaví pracovní výšku a současně i velikost úhlu naklonění krabice či gitterboxu. Tím získá vyhovující polohu úložného boxu se součástkami. Pracovník se v tomto případě nemusí ohýbat. Předklon u pracovníka nastává jen minimálně, i když manipuluje se součástkami ze dna krabice. Dochází k celkovému ulehčení pracovní činnosti, zejména při uchopení a následné manipulaci se součástkami. Snižuje se tím také riziko vzniku onemocnění, zejména horních končetin a trupu. Ukázka takové naklápěcí plošiny je vidět níže.



Obrázek 4-2: Naklápěcí plošina [18]

Po důkladném průzkumu trhu byla jako zlepšující návrh vybrána naklápěcí plošina Armlift ALT 1500U. Plošina je vhodná pro všechna pracoviště, kde dochází ke skládání zboží na palety, do krabic či gitterboxů. Náklad se zvedá pomocí dvou souběžných ramen, která jej mohou i naklopit. K naklápění dochází směrem dolů, proto se tato plošina hodí




při používání velkých beden a kontejnerů. Nejnižší výška naklápací plošiny je pouhých šest milimetrů, proto může docházet k nakládce přímo ze země.

Plošina má nosnost 1 500 kilogramů a rozměry nakládací strany vyhovují rozměrům gitterboxu a thajské palety. Pokud by měl zákazník jiné požadavky, lze na přání vyrobit model s požadovanými parametry.

Aby nedocházelo k sesunutí materiálu, je na plošině upevněna ochranná lišta. Cena plošiny je vyšší, pohybuje se kolem 200 000 Kč. Další parametry jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 4-3: Parametry naklápací plošiny Armlift ALT 1500U [18]

název	Armlift ALT 1500U
obrázek	
nosnost (kilogramy)	1 500
zdvih (milimetry)	820
min. výška (milimetry)	6
délka plošiny (milimetry)	1 200
šířka plošiny (milimetry)	1 050
úhel naklonění	(-40)° do 5°
cena (Kč)	198 301

Plošina Armlift zvyšuje produktivitu práce a snižuje riziko zranění eliminací ohýbání a předklánění se pro součástky. Zjednodušuje pracovní činnost a zvyšuje bezpečnost práce. Zvedáním palety do požadované pracovní výšky a nakloněním do pracovního úhlu podle konkrétní situace, lze dosáhnout stále a pohodlné pracovní polohy.

## 5 Celkové zhodnocení navrhovaných řešení

V předchozí kapitole je zmíněno několik návrhů na změny, které mohou odstranit nebo alespoň zmírnit problémy pracovních poloh. V této kapitole je uvedeno celkové zhodnocení navrhovaných řešení. Pro každou variantu jsou uvedeny klady, zápory a její přínos pro společnost při případné implementaci.

Prvním návrhem, který zlepší koncovou polohu pracovníka při zvedání součástek z krabice, bylo pořízení pojízdného vozíku. Konkrétně se jednalo o dílenský odkládací vozík a transportní zvedací stojan. Výhoda obou výrobků spočívá v tom, že se pracovník pro uložení součástky do KLT boxu nebude muset předklánět k boxu položenému na zemi. Tím, že bude KLT box umístěn na uvedeném vozíku nebo stojanu, bude pracovník manipulovat se součástkami v optimální pracovní rovině. Z Tabulky 5-1 je vidět, že při přebalování jednoho boxu pracovník ušetří tři až patnáct předklonů k zemi. V současné době dochází k tomu, že pokud je KLT box plný, umístí se na něj box prázdný. V tomto případě se pracovník ohýbá nikoliv k zemi, ale do výšky okolo 40 centimetrů, v případě umístění třetího prázdného boxu do výšky 60 centimetrů. Předklon není tolik namáhavý, ale pokud dochází během směny k 739 předklonům, je dobré pozici předklonu minimalizovat co nejvíce.

Tabulka 5-1: Souhrn počtu kusů v KLT boxech pro jednotlivé díly [11]

číslo materiálu	váha 1 kusu (kilogramy)	počet kusů v boxu	váha boxu (kilogramy)
3P098687-1 D	3,9	3	14,89
3EB75117-1 C	2,06	6	14,54
3P123189-1 Q	2,44	6	17,78
3P171950-1 A	2,27	10	25,3
3SB40622-1 K	2,5	4	12,96
3PW72902-1	0,86	15	15,96
<b>průměr</b>	2,34		

Nevýhodou použití pojízdného vozíku se může jevit zvýšení počtu přesunů plných KLT boxů na rolnu. V současné době jsou každé tři plné boxy odtaženy pracovníkem k rolně. Pokud by byl využíván vozík, musel by pracovník s každým naplněným boxem jezdit zvlášť. Tento problém by výrazně ovlivňoval výhodnost řešení, pokud by se jednalo o velké dojezdové vzdálenosti, a tím by vznikaly jisté časové ztráty. Doba přesunu KLT boxů k rolně by se třikrát prodloužila. Jelikož je vzdálenost mezi krabicí se součástkami a rolnou pouze 1,2 metru, časové navýšení bude minimální. Naopak manipulace s jedním plným boxem pomocí vozíku bude jednodušší než při odtahování třech plných boxů. Hmotnost břemene se bude pohybovat mezi 15 až 25 kilogramy na rozdíl od současných 45 až 75 kilogramů.

Je možné také uvažovat o variantě kdy je výška pojízdného vozíku nižší, kolem 70 centimetrů. V tomto případě by bylo možné umístit na vozík dva KLT boxy a pracovník by stále pracoval ve vhodné pracovní rovině. K odvozu plných KLT boxů

by docházelo méně krát než u první navrhované varianty, eliminovaly by se tím časové ztráty vzniklé častějším přesunem boxů k rolně.

Zavedení pojízdného vozíku je určitě přínosným zlepšením. Dojde k výraznému ulehčení zátěže pracovníka a dojde ke zvýšení efektivity práce. Požadovaná investice se pohybuje v řádech tisíců.

Další návrhy pro zlepšení se již týkaly problému pracovních poloh při nahýbání pracovníka pro součástky do kartonové krabice. První dva návrhy by bylo dobré implementovat společně. Jedná se o zavedení podstavce pod paletu spolu s používáním řezačky na karton. Náklady na pořízení podstavce jsou minimální. Může být použita další paleta nebo nějaké jiné zařízení, kterým společnost již disponuje. Umístěním podstavce dojde ke zvýšení roviny, kde se krabice nachází. Dále je nutné zlepšit přístup k součástkám uložených na dně krabice. Odříznutím přední stěny kartonové krabice dojde k lepšímu úchopu součástek a použitím podstavce se zmírní i požadovaný předklon pracovníka.

Tento návrh s sebou nenese žádná negativa. Společnost může kromě elektrických nůžek investovat do levnější varianty – automatického bezpečnostního řezače. Celková cena změny se bude pohybovat do tisíce korun a přinese zlepšení pracovních poloh, zmírnění předklonů, lepší přístup a uchopení součástek.

Kromě podstavce pod paletu lze využít například paletový zvedák ovládaný pružinou. Dochází zde k automatickému udržování pracovní roviny při odebírání součástek. Jeho cena se pohybuje kolem 50 000 Kč. Nutno brát ale v úvahu, že tento zvedák by bylo potřeba umístit pod všechny krabice s různými součástkami, nebo alespoň pod ty, které jsou nejvíce přebalovány, a tím by cena celkové investice výrazně vzrostla.

Posledním návrhem na změnu je pořízení naklápěcí plošiny. Její přínos vzhledem k ceně je srovnatelný se zavedením podstavce a používáním řezačky na karton. Cena jedné naklápěcí plošiny se pohybuje kolem 200 000 Kč. S ohledem na to, že by se musely pořídit plošiny pro všechny kartonové krabice, je tato investice pro společnost příliš vysoká.

## 6 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce byla analýza současného stavu pracoviště Decanting společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V. Czech Branch, kde dochází k přebalování a drobné kompletaci součástek. Dalším cílem bylo navržení zlepšujících opatření ze zjištěných problémů na pracovišti.

Pro provedení analýzy pracoviště DEC bylo nejprve nutné se seznámit s potřebnou teorií. V první kapitole je představena ergonomie jako vědecká disciplína. Její důležitá odvětví, kterými se mimo jiné zabývá, jsou problematika pracovních poloh a manipulace s břemeny. Ergonomické analýzy, které byly použity, jsou zde detailně popsány. Jako poslední bod první kapitoly je představení software Tecnomatix Jack, ve kterém byl vytvořen model pracoviště. V tomto softwaru byly prováděny veškeré analýzy pracoviště.

V druhé kapitole jsou uvedeny základní informace o společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V. Czech Branch. Popis pracoviště Decanting je doplněn jeho layoutem a vytvořeným 3D modelem.

Ve třetí kapitole již dochází ke splnění jednoho z hlavních cílů, a to analýzy současného stavu pracoviště. Pomocí dotazníků Nordic Questionnaire, metodou RULA, NIOSH a Lower Back byly získány důležité informace ohledně pracovních poloh, hmotností břemen a faktorů, které jsou pro pracovníka nejvíce zatěžující. Vyhodnocením všech údajů byly odhaleny problémové polohy, které pracovník zaujímá a které mohou být příčinou vzniku onemocnění pohybového aparátu. Pomocí analýz byly stanoveny hmotnostní limity při zvedání součástek. Ze shrnutí všech výsledků analýz současného stavu pracoviště bylo zjištěno, že pracovník ve většině případů zaujímá nepříjemné polohy. Nedochází ale k přetěžování pracovníka při manipulaci s břemeny.

Čtvrtá kapitola navazuje na zjištěné výsledky předchozí kapitoly. Jsou zde uvedeny návrhy na změny pracoviště, které by odstranily nebo alespoň zmírnily nedostatky, které analýzy odhalily. Návrhy jsou seřazené vzestupně podle velikosti nutné investice pro nákup daného zařízení. Pokud by společnost nemohla vynaložit uvedenou částku, lze některá levnější zařízení společně zkombinovat za přínosu srovnatelného výsledku. Pro zlepšení pracovních poloh při zvedání součástek z krabice je jako návrh na zlepšení vybráno použití řezačky na karton v kombinaci s podstavcem pod paletu. Nákladnějším řešením tohoto problému může být zavedení paletového zvedáku nebo naklápací plošiny. Pro snadnější manipulaci s naplněnými KLT boxy je doporučeno používání pojízdného vozíku.

V poslední kapitole lze nalézt komplexní hodnocení navrhovaných řešení. U každého návrhu jsou shrnuty výhody a nevýhody jeho zavedení.

V této diplomové práci došlo k naplnění všech stanovených cílů. Analýzou současného stavu pracoviště byly zjištěny určité nedostatky, kterou mohou být odstraněny použitím jednoho z navrhovaných řešení. Dále by se společnost mohla zaměřit na analýzu té části pracoviště, kde dochází k ukládání plných KLT boxů na rolnu. Pracovník zde manipuluje s těžšími břemeny, než je tomu při zvedání součástek z krabice.

## Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] AXIOMTECH: *Tecnomatix Jack* [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.axiomtech.cz/24829-tecnomatix-digitalni-tovarna-jack>
- [2] BOZPINFO: *Manipulace s břemeny* [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/rady/nejcastejsi\\_dotazy/manipulace\\_bremena140610.html](http://www.bozpinfo.cz/rady/nejcastejsi_dotazy/manipulace_bremena140610.html)
- [3] BUREŠ, M. ŽIVDIG : *Tvorba a optimalizace pracoviště*, e-book. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3.
- [4] COLOMBINI, Daniela, Enrico OCCHIPINT a Enrique ÁLVAREZ-CASADO. *The revised OCRA Checklist method*. 1. Barcelona: Editorial Factors Humans, 2013. ISBN 978-84-616-2965-7.
- [5] ČSN EN 1005- 4:2005+A1:2008 *Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka - Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení*
- [6] ČSN EN 614-1:2006+A1:2009 *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady*
- [7] DIGITAL FACTORY: *Software support* [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/index.php/cs/softwarova-podpora>
- [8] ERGONOMICS PLUS: *A Step-by-Step Guide Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/RULA-A-Step-by-Step-Guide1.pdf>
- [9] ERGONOMICS PLUS: *A Step-by-Step Guide to the NIOSH Lifting Equation* [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/NLE-Single-Task-Guide-v-2.0.pdf>
- [10] ERGONOMIE: *Lower Back Analysis* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.ergonomie.getacentrum.cz/lower-back-analysis/>
- [11] FUJITRANS. *Interní materiály společnosti*. Plzeň, 2015.
- [12] FUJITRANS: *Fujitrans corporation* [online]. [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://www.fujitrans.co.jp/>
- [13] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie Optimalizace lidské činnosti*. GRADA PUBLISHING a.s., Praha, 2002, 237 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [14] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [15] MANUTAN: *Transportní zvedací stojan* [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.manutan.cz/cs/mcz/transportni-zvedaci-stojan-do-150-kg-vyska-72-97-cm>
- [16] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: VÚBP, 2009, 118 s. *Bezpečný podnik*. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [17] PITOŇÁK, Marek. *Měření fyzikálních parametrů prostředí v průmyslovém podniku*. Plzeň, 2015. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Ing. Marek BUREŠ, Ph.D.

- [18] RPJ SERVICE: *Naklápečí plošina* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.rpjl.cz/katalog/logistika/zvedaci-plosiny/naklapeci/726324-naklapeci-plosina-alt1500u-/>
- [19] SLAMKOVÁ, E., DULINA, Ľ., TABAKOVÁ, M. *Ergonómia v priemysle*. GEORG, Žilina, 2010, 261 s. ISBN 978-80-89401-09-3.
- [20] STRONGARM: *Spring Actuated Pallet Lift Table* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.strongarmstore.com/shop/pallet-pal-spring-actuated-pallet-lift-table-1>
- [21] SVĚT PRODUKTIVITY: *NIOSH Lifting Index* [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/NIOSH-Lifting-Index.htm>
- [22] TECHNI - ESHOP: *Elektrické nůžky* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.techni-eshop.cz/elektricke-nuzky-rezacka-a40-na-skelna-vlakna-robuso-solingen>
- [23] TECHNI - ESHOP: *Řezač na krabice* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.techni-eshop.cz/automaticky-bezpecnostni-rezac-na-krabice-slice-10503-keramicky#tb=1>
- [24] UNI-MAX: *Dílenský odkládací vozík* [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.uni-max.cz/dilensky-odkladaci-vozik/d/>

## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA č. 1: Návodka pro přebal a kompletaci materiálu 3P398160-1

PŘÍLOHA č. 2: Souhrn dat o expedovaných dílech v období 15. 1. – 15. 3. 2016

## **PŘÍLOHA č. 1**

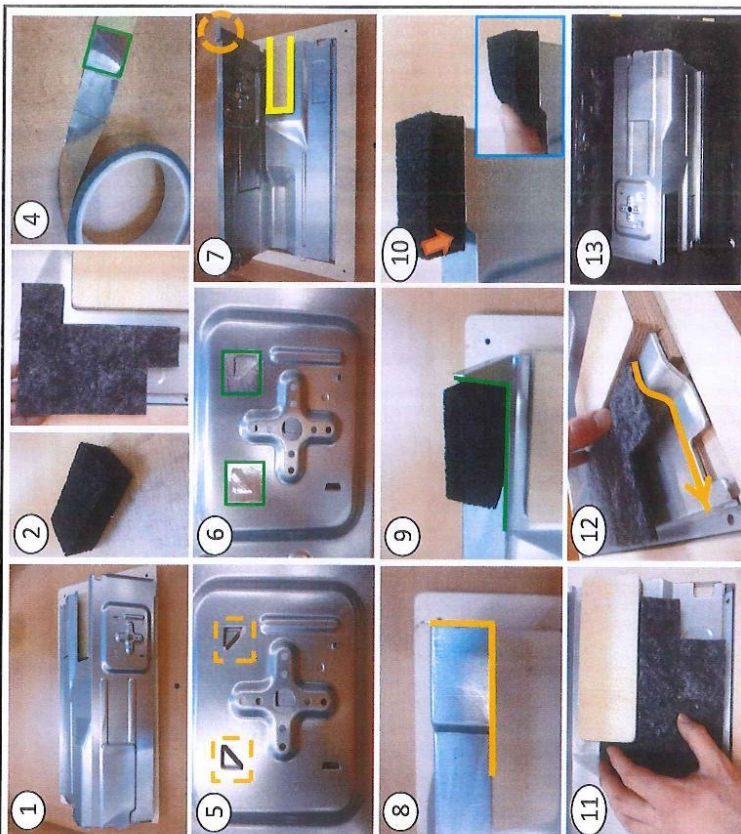
### **Návodka pro přebal a kompletaci materiálu 3P398160-1**



Strana 1/1

Datum vyhotovení : 13.2.2015 Datum revize :  
Vpracoval: R. Klier Zrevidoval: SGL  
WHS manager QA  
F. Stejc R. Klier  
I. Rajska

Číslo	Revize	Přebal a kompletace materiálu 3P398160-1	Pracovní postup operátor kompletace	Sklad	Sekce	Operátor	SGL
FTR - EWA - D320				BP5A	Přebal	R. Klier	QA



Číslo	Pracovní postup (metody, připomínky)
1	Příprav si prázdné boxy dle FTR - EWA - BD005 (obr. č. 1).
2	Příprav si 10 ks materiálu 1P249050-2 (obr. č. 1), dále 10 ks materiálu 4P064592-2 (obr. č. 2) a 10 ks materiálu 3P398105-1 (obr. č. 3). Dále budete potřebovat 20 ks (čtverčeků) hliníkové pásky (obr. č. 4)
3	Polož si plech na přípravek k uchycení vyboulenou částí vzhůru (viz obr. č. 1).
4	Odeber si 1 ks (čtverček) hliníkové pásky (obr. č. 4) a nalep jej na plech přes výřez vyobrazeno na obr. č. 4
5	Opakuj postup viz předcházející bod a nalep pásku (čtverček) i přes druhý výřez na plechu (obr. č. 5 a 6)
6	Otoč si plech "dnem vzhůru" a zasad jej do přípravku dle výřezu (obr. č. 7)
7	Na pravý horní roh plechu (obr. č. 7) nalep těsnění 4P064592-2. Z těsnění je třeba odstranit podlepracovací papír.
	Těsnění se lepí se zarovnaním hrany těsnění na hranu rohu plechu (obr. č. 8 a 9).
8	Na vyznačené místo na plechu (obr. č. 11) nalep koberec 3P398105-1. Nejprve je třeba odlepit ochranou síťku, poté připej koberec "L" tvarem k výčnělku na přípravku, a následně jej přitiskni k plechu. Přilačujeme směrem od výstupku k sobě (obr. č. 12), aby koberec kopíroval prohnutí plechu.
9	Hotový plech vlož vyboulením vzhůru do boxu. (obr. č. 13)
10	Opakuj body č. 3-9 do té doby, dokud nebudeš mít naplněn box, který bude obsahovat celkem 10 ks zkompletovaného setu 3P98160-1.
11	Přilep na vnitřní stranu boxu kontrolní štítek viz FTR - EWA - DEC - BD002.
12	Na rolnu naskládej boxy do sloupce dle postupu uvedeného ve FTR - EWA - BD006.
	<b>Doplňující informace + instrukce:</b>
	Ochranné pracovní pomůcky: V případě jakéhokoli problému se obraťte na vedoucího sekce nebo jeho zástupce. ⚠ - označuje změny provedené oproti předchozí revizi

Formulář: F-FTR-001

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Souhrn dat o expedovaných dílech v období 15. 1. – 15. 3. 2016**

Row Labels	Množství dodávky (ks)
<b>3EB75117-1 C</b>	<b>9 493</b>
15. 1. 2016	125
18. 1. 2016	43
19. 1. 2016	27
20. 1. 2016	59
21. 1. 2016	150
22. 1. 2016	152
23. 1. 2016	3
24. 1. 2016	21
25. 1. 2016	262
26. 1. 2016	285
27. 1. 2016	203
28. 1. 2016	232
29. 1. 2016	270
30. 1. 2016	85
31. 1. 2016	27
1. 2. 2016	269
2. 2. 2016	281
3. 2. 2016	342
4. 2. 2016	336
5. 2. 2016	291
6. 2. 2016	62
7. 2. 2016	20
8. 2. 2016	302
9. 2. 2016	351
10. 2. 2016	252
11. 2. 2016	242
12. 2. 2016	298
13. 2. 2016	57
14. 2. 2016	21
15. 2. 2016	311
16. 2. 2016	295
17. 2. 2016	298
18. 2. 2016	343
19. 2. 2016	290
20. 2. 2016	74
21. 2. 2016	24
22. 2. 2016	249
23. 2. 2016	245
24. 2. 2016	241
25. 2. 2016	288
26. 2. 2016	23
29. 2. 2016	162
1. 3. 2016	210
2. 3. 2016	128
3. 3. 2016	303

4. 3. 2016	99
5. 3. 2016	102
7. 3. 2016	93
8. 3. 2016	92
9. 3. 2016	116
10. 3. 2016	117
11. 3. 2016	145
14. 3. 2016	167
15. 3. 2016	10
<b>3P098687-1 D</b>	<b>16</b>
21. 1. 2016	2
2. 2. 2016	3
4. 2. 2016	4
8. 2. 2016	2
13. 2. 2016	2
7. 3. 2016	2
11. 3. 2016	1
<b>3P123189-1 Q</b>	<b>7 796</b>
15. 1. 2016	141
16. 1. 2016	79
17. 1. 2016	22
18. 1. 2016	96
19. 1. 2016	111
20. 1. 2016	60
21. 1. 2016	141
22. 1. 2016	151
23. 1. 2016	15
24. 1. 2016	10
25. 1. 2016	30
27. 1. 2016	20
28. 1. 2016	50
29. 1. 2016	48
30. 1. 2016	18
31. 1. 2016	7
1. 2. 2016	70
2. 2. 2016	37
3. 2. 2016	42
4. 2. 2016	80
6. 2. 2016	14
9. 2. 2016	67
10. 2. 2016	36
11. 2. 2016	60
12. 2. 2016	2
13. 2. 2016	6
14. 2. 2016	2
15. 2. 2016	11
16. 2. 2016	48
17. 2. 2016	45

18. 2. 2016	39
19. 2. 2016	6
20. 2. 2016	16
21. 2. 2016	3
22. 2. 2016	14
23. 2. 2016	15
24. 2. 2016	25
28. 2. 2016	7
29. 2. 2016	51
1. 3. 2016	25
2. 3. 2016	66
3. 3. 2016	56
4. 3. 2016	55
5. 3. 2016	18
6. 3. 2016	18
7. 3. 2016	109
8. 3. 2016	97
9. 3. 2016	99
10. 3. 2016	118
11. 3. 2016	134
12. 3. 2016	35
13. 3. 2016	27
14. 3. 2016	107
<b>3P171950-1 A</b>	<b>2 669</b>
15. 1. 2016	115
16. 1. 2016	27
17. 1. 2016	8
18. 1. 2016	125
19. 1. 2016	102
20. 1. 2016	130
24. 1. 2016	2
25. 1. 2016	86
27. 1. 2016	20
28. 1. 2016	58
29. 1. 2016	78
30. 1. 2016	28
31. 1. 2016	5
1. 2. 2016	42
2. 2. 2016	28
3. 2. 2016	86
4. 2. 2016	42
5. 2. 2016	90
6. 2. 2016	18
7. 2. 2016	6
8. 2. 2016	123
9. 2. 2016	28
10. 2. 2016	60
11. 2. 2016	24

12. 2. 2016	27
13. 2. 2016	10
14. 2. 2016	2
15. 2. 2016	34
18. 2. 2016	53
19. 2. 2016	79
20. 2. 2016	42
21. 2. 2016	4
22. 2. 2016	141
23. 2. 2016	98
24. 2. 2016	141
25. 2. 2016	1
29. 2. 2016	43
1. 3. 2016	28
2. 3. 2016	104
3. 3. 2016	42
4. 3. 2016	49
5. 3. 2016	40
6. 3. 2016	8
7. 3. 2016	42
8. 3. 2016	18
9. 3. 2016	118
10. 3. 2016	65
11. 3. 2016	26
14. 3. 2016	84
15. 3. 2016	39
<b>3PW72902-1</b>	<b>3 154</b>
15. 1. 2016	73
16. 1. 2016	26
17. 1. 2016	8
18. 1. 2016	121
19. 1. 2016	81
20. 1. 2016	96
21. 1. 2016	124
22. 1. 2016	16
23. 1. 2016	133
24. 1. 2016	16
25. 1. 2016	114
26. 1. 2016	15
27. 1. 2016	28
28. 1. 2016	66
29. 1. 2016	55
30. 1. 2016	19
31. 1. 2016	7
1. 2. 2016	64
2. 2. 2016	36
3. 2. 2016	82
4. 2. 2016	41

5. 2. 2016	53
6. 2. 2016	13
7. 2. 2016	5
8. 2. 2016	38
9. 2. 2016	50
10. 2. 2016	88
11. 2. 2016	117
12. 2. 2016	69
13. 2. 2016	22
14. 2. 2016	5
15. 2. 2016	62
16. 2. 2016	74
17. 2. 2016	34
18. 2. 2016	80
19. 2. 2016	127
20. 2. 2016	23
21. 2. 2016	8
22. 2. 2016	55
23. 2. 2016	75
24. 2. 2016	46
25. 2. 2016	85
26. 2. 2016	12
29. 2. 2016	74
1. 3. 2016	31
2. 3. 2016	59
3. 3. 2016	69
4. 3. 2016	121
5. 3. 2016	36
7. 3. 2016	42
8. 3. 2016	61
9. 3. 2016	26
10. 3. 2016	79
11. 3. 2016	75
12. 3. 2016	20
13. 3. 2016	6
14. 3. 2016	77
15. 3. 2016	16
<b>3SB40622-1 K</b>	<b>3 396</b>
15. 1. 2016	116
16. 1. 2016	27
17. 1. 2016	8
18. 1. 2016	125
19. 1. 2016	102
20. 1. 2016	130
24. 1. 2016	2
25. 1. 2016	86
27. 1. 2016	20
28. 1. 2016	58

29. 1. 2016	78
30. 1. 2016	28
31. 1. 2016	5
1. 2. 2016	294
2. 2. 2016	28
3. 2. 2016	86
4. 2. 2016	42
5. 2. 2016	90
6. 2. 2016	18
7. 2. 2016	6
8. 2. 2016	123
9. 2. 2016	28
10. 2. 2016	60
11. 2. 2016	24
12. 2. 2016	279
13. 2. 2016	10
14. 2. 2016	2
15. 2. 2016	34
18. 2. 2016	53
19. 2. 2016	79
20. 2. 2016	42
21. 2. 2016	4
22. 2. 2016	141
23. 2. 2016	98
24. 2. 2016	141
25. 2. 2016	1
29. 2. 2016	12
1. 3. 2016	28
2. 3. 2016	104
3. 3. 2016	294
4. 3. 2016	49
5. 3. 2016	40
6. 3. 2016	8
7. 3. 2016	42
8. 3. 2016	18
9. 3. 2016	118
10. 3. 2016	65
11. 3. 2016	26
14. 3. 2016	85
15. 3. 2016	39



