

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Ergonomická analýza vybraného pracoviště

Autor: **Štěpánka ŠAMBERGEROVÁ**  
Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2017/2018

### **Prohlášení o autorství**

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

V Plzni dne: 14. 5. 2018

.....  
podpis autora

### **Autorská práva**

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

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala paní Ing. Václavě Pokorné za její pomoc a cenné rady při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat i firmě EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově za možnost zde zpracovávat práci a využívat veškerá potřebná data. V neposlední řadě patří dík zaměstnancům EvoBusu, hlavně na vybraném pracovišti, za ochotu a pomoc při získávání informací o fungování pracoviště.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Šambergerová	Jméno Štěpánka	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Strojírenská technologie – technologie obrábění		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU – FST - KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se <b>škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Ergonomická analýza vybraného pracoviště		

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

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	53		<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	46		<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	7
---------------	----	--	---------------------	----	--	----------------------	---

<p><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Bakalářská práce obsahuje ergonomickou analýzu vybraného pracoviště. Pomocí aplikace několika ergonomických metod je stanovena rizikovost vybrané činnosti a jsou vytvořena nápravná opatření.</p>
<p><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>Ergonomie, ergonomické metody, pracovní polohy, ergonomická analýza, snímek operace, postupový diagram, RULA, checklist</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Šambergerová	Name Štěpánka	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pokorná	Name Václava	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU – FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Ergonomic analysis of selected workplace		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2018
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	53	<b>TEXT PART</b>	46	<b>GRAPHICAL PART</b>	7
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DECTIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRUBUTIONS</b>	This bachelor thesis contains an ergonomic analysis of the selected workplace. Using the application of several methods, riskiness of selected activity is determined and corrective actions are taken.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, ergonomic methods, working position, ergonomic analysis, survey of the operation, proceeding diagram, RULA, checklist

## Obsah

Seznam tabulek.....	3
Seznam obrázků .....	4
Seznam zkratk.....	6
Úvod.....	7
1. Úloha ergonomie v dnešní výrobní praxi .....	8
1.1 Co je to ergonomie a její hlavní úloha v dnešní praxi.....	8
1.1.2 Ergonomické disciplíny.....	9
1.1.3 Základní oblasti ergonomie .....	9
1.1.4 Praktické využití současných poznatků ergonomie.....	9
1.2 Pracovní polohy z hlediska ergonomie.....	10
1.3 Manipulace s břemeny.....	10
1.3.1 Vliv manipulace s břemeny na pohybový systém .....	10
1.4 Muskuloskeletální onemocnění (MSDs) .....	11
1.5 Popis vybraných metod k ergonomické analýze pracoviště.....	11
1.5.1 Snímek operace .....	12
1.5.2 Pohybová studie práce.....	12
1.5.3 Metoda RULA.....	13
1.5.4 Checklist.....	13
2. Představení společnosti a specifikace výroby .....	15
2.1 Historie společnosti .....	16
2.2 Výrobní portfolio.....	16
2.3 Specifikace výroby .....	17
3. Zhodnocení vybraného pracoviště z pohledu ergonomie .....	19
3.1 Popis pracoviště.....	19
3.2 Popis činnosti operátora na pracovišti.....	20
3.3 Aplikace vybraných metod ergonomie.....	21
3.3.1 Tvorba postupového diagramu .....	21
3.3.2 Tvorba tabulky s bodováním dle metody RULA .....	22
3.3.3 Aplikace checklistu .....	25
4. Návrh nápravných opatření .....	28
4.1 Hydraulický stůl .....	29
4.1.1 Otočný stůl .....	29

4.2 Změna typu palet od dodavatele.....	30
4.3 Vyztužené ochranné rukavice.....	31
4.4 Gumové rohože .....	31
4.5 Vytvoření manuálu postupu ukládání dílů do palet.....	32
4.6 Formulář pro kontrolu kumulativní zátěže .....	33
4.7 Školení správné a bezpečné techniky manipulace s břemeny .....	34
5. Závěrečné zhodnocení .....	38
Seznam použité literatury a další zdroje.....	39
Seznam příloh.....	41

## **Seznam tabulek**

Tabulka 3-1: Tabulka A - skóre polohy horních končetin (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)

Tabulka 3-2: Tabulka B - skóre postavení krku, trupu a nohou (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)

Tabulka 3-3: Tabulka C - celkové skóre (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)



## Seznam obrázků

- Obr. 1-1: Vlivy ergonomie, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 1-2: Podmínky práce, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 2-1: Závod v Holýšově, zdroj: interní zdroj EvoBus Holýšov, 2017
- Obr. 2-2: Mercedes-Benz CapaCity L [13]
- Obr. 2-3: Mercedes-Benz Tourismo K [13]
- Obr. 2-4: Paleta se speciálním hřebenem pro oddělení materiálu, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 2-5: gitterbox T5 6163 (vlevo), T5 2888 (vpravo), zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 2-6: Fotka vlakoviště, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-1: Pohled shora na pracoviště před linkou – sklad PAOB, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-2: Složený zelený gitter box, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-3: Část postupového diagramu, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-4: Uchopení břemene při manipulaci – předklon trupu i krku, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-5: Checklist komplexního hodnocení ergonomického rizika
- Obr. 4-1: Uchopení břemene při manipulaci – předklon trupu i krku, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-2: Hydraulický stůl [14]
- Obr. 4-3: Hydraulický stůl s otočnou plošinou [15]
- Obr. 4-4 Fotka dodané (vlevo) i připravené (vpravo) palety do linky PAOB, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-5: Ochranné rukavice [16]
- Obr. 4-6: Gumová rohož [17]
- Obr. 4-7: Paleta s díly uloženými v hřebenu, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-8: Uložení tvarově složitých dílů v paletě, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-9: Uložení ohnutých plechů, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-10: Závazná maximální hmotnost břemene pro ženy a doporučená pro muže v závislosti na věku [18]
- Obr. 4-11: Formulář pro kontrolu kumulativní zátěže, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 4-12: Zvedání z podřepu s rovnými zády [19]
- Obr. 4-13: Shýbání operátora do palety, zdroj: vlastní zpracování

Obr. 4-14: Nesprávné a správné otáčení s břemenem (vypracováno s pomocí naučného plakátu od MUDr. Sylvie Gilbertové, CSc a Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc)

Obr. 4-15: Změna úkonu pomocí delší dráhy přenosu, zdroj: vlastní zpracování

## **Seznam zkratek**

ČSN - Česká technická norma

PAOB - PhosphatierAnlage (für/zur) OberflächenBehandlung - Fosfátovací zařízení pro úpravu povrchů

FIFO – First in, first out

MSD - Muskuloskeletální poruchy

RULA - Rapid Upper Limb Assessment - Hodnocení pracovních poloh horních končetin

## Úvod

Žijeme v době, ve které každá firma chce být ta nejlepší na trhu. Aby se tak mohlo stát, musí se odlišovat od ostatních, musí umět nabídnout zákazníkovi to nejlepší, což znamená špičková kvalita za přijatelnou cenu. Tento fakt vede k tomu, že firma musí mít nejen skvělý produkt, který prodává, ale také musí při své výrobě dbát například na bezpečnost práce na pracovišti a v neposlední řadě na ergonomii. Ač se to nezdá, i ta ovlivňuje, jak celkový produkt vypadá. Když totiž člověk dělá práci rád, je to znát. Pokud je ale při své práci ohrožen na zdraví, na produktu se to ukáže. A když ne na produktu, tak na operátorech, jejich produktivitě a motivaci dělat práci správně. Proto je důležité se tímto tématem zabývat a pomocí ergonomických zásad zlepšovat pracovní prostředí a podmínky.

Teoretická část této bakalářské práce pojednává nejen o ergonomickém přístupu, ale také o jeho přínosech v případě uvedení do praxe (např. vznik muskuloskeletálního onemocnění).

Praktická část bakalářské práce je vypracována ve společnosti EvoBus Česká republika s.r.o., ve které jsem již třetím rokem zapojena do vysokoškolského programu pro studenty zaměřený na podporu propojenosti studia a praxe v rámci vzájemné spolupráce. Je to cenná zkušenost, jelikož jsem již v prvním ročníku mého studia mohla zjistit, jak taková velká strojírenská firma funguje. Měla jsem možnost nejen poznat, jak probíhá proces výroby skeletu autobusu, ale také jsem navštívila servisní centrum v Praze a byla jsem součástí několika projektů zlepšování výrobního procesu v závodě v Holýšově.

Cílem práce bude obecné posouzení pracovních podmínek a pracovního prostředí na vybraném pracovišti se zaměřením na pracovní pozici operátora a četnost a dráhu pohybů při manuální práci.

# 1. Úloha ergonomie v dnešní výrobní praxi

## 1.1 Co je to ergonomie a její hlavní úloha v dnešní praxi

Ergonomie je definována jako multidisciplinární obor řešící činnost člověka a jeho vzájemné vztahy s pracovním okolím. Oficiální definice dle ČSN EN 614-1:2006 (83 3501) je: Ergonomie (studium lidských činitelů) 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. [1]

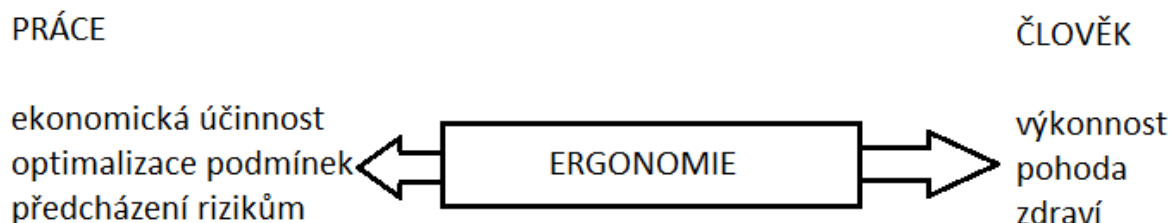
Název tohoto oboru vznikl spojením slova ergon (řecky práce) a nomos (zákon). Důvodem vzniku pojmenování bylo ukázat, že veškeré vědní disciplíny, které jsou součástí tohoto oboru, si jsou rovnocenné. Jejím hlavním úkolem je řešit propojení mezi člověkem, prostředím a nástrojem a celý tento systém vylepšovat ku prospěchu pracujícího člověka. Vychází z poznatků mnoha vědních oborů, např. fyziologie práce, psychologie práce, antropologie, biomechanika i bezpečnost práce.

Historie vědy sahá až do meziválečného období v Německu, kdy byla snaha o spojení všech disciplín, ze kterých ergonomie vychází. Syntéza věd byla nazvána věda o práci.

Po konci druhé světové války se začal používat již dnešní název – ergonomie. Označení se používalo hlavně v Evropě, ale také Austrálii a ve Spojených státech amerických. Během let se označení ergonomie vykládalo mnoha způsoby, například jako polidštění práce či přizpůsobení práce člověku.

K rozvoji ergonomie přispělo i vytvoření Mezinárodní ergonomické společnosti (I. E. A.), která vznikla v letech 1959-1960 se sídlem v Curychu. Dodnes spojuje všechny společnosti ve všech průmyslově vyspělých státech. Jejím hlavním úkolem je zajistit spolupráci všech členských zemí, přispět k dalšímu rozvoji nových poznatků. Tyto poznatky by měly zlepšit postavení člověka v práci a pružně reagovat na rozvoj technologií a nové techniky na pracovištích. V roce 2000 navrhla následující definici: „Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakci člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie a dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu a výkonnost.“ [2]

Tato formulace dala vznik oficiální definici, která je uvedena výše. Dále také Mezinárodní ergonomická společnost definovala základní oblasti uplatnění ergonomie (viz kapitola 1.1.3).



Obr. 1-1: Vlivy ergonomie, zdroj: vlastní zpracování

### 1.1.2 Ergonomické disciplíny

Existuje několik disciplín, které souvisejí s ergonomií. Abychom mohli snížit nebo odstranit příčiny nadměrné zátěže, je potřeba znalostí z oblasti fungování lidského organismu.

Jednou z disciplín je užitá (statická a dynamická) antropometrie a biomechanika. Ta zkoumá tělesné rozměry člověka a skupin, fyzické parametry pohybu těla a jednotlivých částí. Všechny tyto aspekty by měly být rozhodujícím faktorem pro tvorbu pracovního prostředí a jeho uspořádání (dosahy horních a dolních končetin, výška manipulační roviny a silové limity při manipulaci).

Další je fyziologie práce. Zabývá se nejen fyziologií člověka obecně, ale také oblastí jejích vztahů k pracovní činnosti. Zkoumá tělesnou výkonovou kapacitu, změny ve vegetativních funkcích (trávicí, dýchací, termoregulační a oběhový systém) a lidskou zdatnost při vykonání práce, odlišně vlivy na pohlaví i věk, stanovení limitů, interval práce a odpočinku, noční směny i rotace mezi pracovišti a směny.

V neposlední řadě je to psychologie práce. Tato disciplína se zabývá informacemi ohledně psychických nárocích, vlivů na výkonnost, spolehlivost a přesnost. Také řeší sociální klima na pracovišti, potřebnou motivaci i adaptaci na zátěž. Proto by sem šly zařadit i obory jako je pracovní lékařství, hygiena práce a bezpečnost práce.

### 1.1.3 Základní oblasti ergonomie

Mezi základní oblasti ergonomie dle IEA patří fyzická, kognitivní (psychická) a organizační ergonomie.

Fyzická ergonomie se zaměřuje na vlivy pracovního prostředí a podmínek v něm na lidské zdraví. Používá při tom znalosti z antropometrie, fyziologie, anatomie a biomechaniky. Mezi hlavní problémy se zařazuje uspořádání pracovního místa, problematika pracovních poloh, bezpečnost práce, manipulace s břemeny či opakovatelné pracovní činnosti.

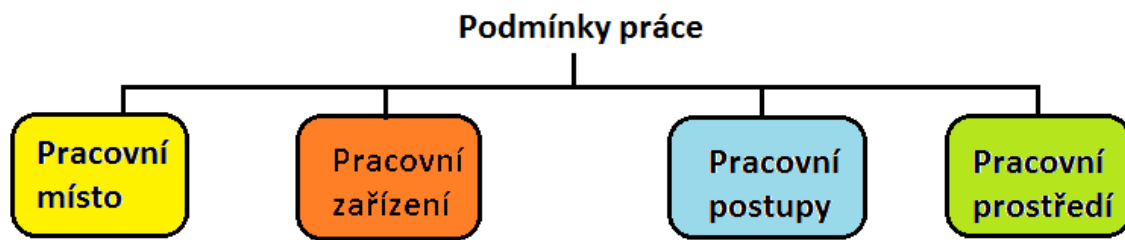
Kognitivní (psychická) ergonomie se zabývá například pracovním stresem, psychickou zátěží, dovednostmi a výkoností člověka či procesy rozhodování.

Předmětem organizační ergonomie je například zajištění pocitu komfortu, sociální klima, směnová práce, režim práce a odpočinku, týmová práce nebo komunikace mezi lidmi na pracovišti.

### 1.1.4 Praktické využití současných poznatků ergonomie

Praktické využití v konkrétních pracovních situacích je vidět hlavně v několika oblastech.

- 1) Vytvořený rozbor pracovních podmínek systematickým souborem otázek, ten je poté nejdůležitějším aspektem pracoviště
- 2) Stanovení hlavních zásad pro vytvoření a změny pracovního prostředí (pro informační a pohybovou činnost člověka při práci)
- 3) Stanovení základních podkladů upravující fyzikální faktory pracoviště (hluk, osvětlení, teplota)
- 4) Stanovení základních podkladů, které jsou využívány pro konstrukci náradí i strojů a zkoumá jejich účelnost
- 5) Stanovení důležitých zásad upravující pracovní postupy i pracovní režim pomocí výkonnosti pracujícího člověka



Obr. 1-2: Podmínky práce, zdroj: vlastní zpracování

## 1.2 Pracovní polohy z hlediska ergonomie

Každá pracovní činnost je vykonávána v určité poloze, která je hodnocena pomocí ergonomických kritérií. Lze definovat dva základní druhy: základní a vedlejší pracovní poloha. V základní poloze se pracovník nachází převážnou část pracovní doby, vedlejší polohu vykonává při pomocných operacích a spíše kratší dobu.

Kromě základního rozdělení lze charakterizovat i polohu podle účinků na kosterně-svalový systém: fyziologicky vhodnou (přirozenou) a nevhodnou polohu. Jako nevhodnou lze považovat větší změnu polohy trupu a končetin.

Nejvíce vhodnou pracovní polohou je střídání sedu a stoje. Každá zvláště má několik výhod i nevýhod např. výhodou vsedě je, že pracovník má menší energetický výdej a tolik nezatěžuje dolní končetiny, naopak poloha ve stoje umožňuje větší rozsah úkonů.

## 1.3 Manipulace s břemeny

Mezi nejčastější oblast zkoumanou ergonomií patří problematika manipulace s břemeny. Ruční manipulace je jakákoliv činnost, ke které je potřeba lidská síla – ke zvedání, přenášení, spouštění, držení a dalšími pohyby s břemenem (dle ISO 11 228). Je dokázáno, že pokud probíhá ruční manipulace s břemeny delší část pracovní doby, je větší pravděpodobnost vzniku onemocnění páteře (hlavně bederní části). K poškození může dojít i při nesprávném zvednutí určitého předmětu například z auta nebo v domácnosti. I když je v některých oblastech průmyslu snaha o robotizaci procesů spojených s manipulací břemen, poškození pohybového aparátu je stále aktuální problém.

### 1.3.1 Vliv manipulace s břemeny na pohybový systém

Manipulace s břemeny má nejčastěji vliv na poškození páteře. Nejvíce je ohrožena oblast bederní páteře, současně ale i svaly, vazy, klouby a hlavně srdečně-cévní systém. Urychluje degenerativní změny o cca 8 až 10 let. Degenerativní změny způsobují nepatrné a opakované mikrotraumata, ke kterým dochází během mechanického dráždění. Při něm vzniká tlak. V místech, kde je tlak největší, dochází k odírání a přetěžování chrupavek a zánětům spojené s edémem. To vede k vytvoření tzv. osteofytů. Osteofyty jsou výrůstky, které vznikají v bederní ale i hrudní oblasti páteře. Hrozí nejen poškození ale i výhřez meziobratlové ploténky.

Poškodit se mohou i svaly. K tomu dochází hlavně při prudších pohybech. Nejčastěji je ochromen trojhlavý sval pažní, vzpřimovač trupu, břišní svalstvo, Achillova šlacha či lýtkový sval. Může dojít i ke vzniku tříselné kýly, pokud jsou oslabeny břišní svaly a tříselné vazy. Při manipulaci s břemeny jsou zatěžovány i ramenní pletence.

Se svaly úzce souvisí i vazy – poškození ligament. Vazy jsou důležité pro stabilitu celé páteře. Díky nim dochází k hladkému pohybu při přenášení zátěže z obratle na obratel. K ohrožení vazů dochází hlavně při pomalých pohybech se zátěží.

V neposlední řadě může dojít i k poškození periferních kloubů. Při manuální manipulaci dochází nejčastěji k poškození kolenních kloubů. Dále jsou ohroženy i kyčelní a ramenní klouby. U nošení materiálu na ramenu, či zvedání nad jejich úroveň, nastane zvýšená zátěž a to může způsobit až útlak určitých nervů v oblasti ramene.

#### **1.4 Muskuloskeletální onemocnění (MSDs)**

Muskuloskeletální onemocnění patří mezi nejčastější zdravotní potíže z povolání v Evropě. Postihuje hlavně svaly, šlachy, vazy, klouby, nervy i kosti. Výskyt tohoto onemocnění neustále stoupá. V České republice již zabírá více jak 50% veškerých hlášených nemocí z povolání.

Existuje několik faktorů, které způsobují jeho vznik – biochemické, fyzikální, organizační, individuální nebo psychosociální. Typy poškození pohybového aparátu lze rozdělit do třech základních skupin:

- 1.) **Poškození úrazem** – tento typ nelze předvídat, je náhodný (např. uklouznutí, zavalení břemenem, zvednutí břemena s vyšší hmotností atd.)
- 2.) **Poškození přetížením** – nejčastější druh poškození, při působení nadměrné síly či opakované zátěži, můžou se poškodit jak svaly a vazy, ale také měkké tkáně a bederní páteř
- 3.) **Poškození kumulativní zátěží** – dlouhodobé zatížení způsobující malé, nepozorovatelné poškození, které se postupně navyšuje (poškození kloubů, svalů, vazů atd.)

Pro řešení MSDs je nutné použít určitý systém, který komplexně řeší prevenci rizik. To je provedeno díky aplikacím vhodných metod. Je potřeba identifikovat rizika, vypracovat jejich analýzu, a poté pomocí získaných dat vytvořit návrh opatření, který je aplikován do praxe. Pak je ještě nutné vyhodnotit efektivitu vybraného aplikovaného návrhu. Tím se může významně snižovat počet tohoto onemocnění.

Mezi nejčastěji používané metody v ČR patří např. integrovaná elektromyografie, biomechanické modely hodnocení a tenzometrie. Dále se také používají dotazníkové nebo pozorovací metody, které jsou často postaveny na subjektivním pohledu pracovníka.

#### **1.5 Popis vybraných metod k ergonomické analýze pracoviště**

Pro zhodnocení vybraného pracoviště je potřeba vybrat několik metod, aby bylo možné posoudit míru rizikovitosti. Pro komplexní zkoumání daného pracovního místa je potřeba znát veškeré činnosti, a proto budou použity tři typy popisu.

- 1.) Popis časových faktorů práce – výsledkem je časový snímek pracovní směny jednotlivce, ten vzniká nepřerušovaným pozorováním a zaznamenáním si všech pohybů a jejich času – použité metody: snímek operace, postupový diagram
- 2.) Popis charakteru práce – zjišťuje četnost pohybů, jejich rozsah a spotřebu času, manipulace s břemeny, dále pak rizikové polohy a sílu potřebnou pro výkon operace – použitá metoda: checklist
- 3.) Popis pracovních poloh
  - a) Poloha těla – při hlavní a vedlejší operaci, stanovení fyziologicky nepřijatelných poloh (kleče, vypjatý stojí, vleže, rotace v trupu o více jak 60°, záklon hlavy,



hluboký předklon atd.), vnučené polohy, vždy se vše vyhodnocuje v časových souvislostech

- b) Poloha končetin – horních končetin a rukou (pomocí úhlů), dolních končetin, použitá metoda: RULA

Pro obecný příklad zhodnocení ergonomických aspektů na pracovišti je možné využít mnoho metod, např. snímek operace, pohybová studie práce, metoda RULA, REBA, Checklist, NORDIC QUEST, OWAS, LUBA, OCRA nebo NIOSH.

Pro tento případ studie ergonomických aspektů na vybraném pracovišti byly vybrány metody: snímek operace, pohybová studie práce (postupový diagram), metoda RULA a Checklist.

A proč byly vybrány právě tyto metody? Pro poznání všech činností a chod celého pracoviště je potřeba určité pozorování. Proto byl vybrán snímek operace (další informace o této metodě viz kapitola 1.5.1). Jakmile byly zjištěny všechny úkony, je možné vypracovat nějaký diagram, který bude zkoumat spotřebu času. Na to bude použit postupový diagram (viz kapitola 1.5.2). Díky němu lze vybrat jednu činnost, která zabírá největší časový úsek a je zde patrný problém s ergonomií. Tento úkon je potřeba vyřešit z hlediska rizika poškození zdraví operátora. Jelikož se jedná o ruční manipulaci s břemeny, jsou zatěžovány hlavně horní končetiny a trup. Proto byla vybrána metoda RULA (viz kapitola 1.5.3). Nakonec bude potřeba použít nějakou metodu pro větší objektivitu zhodnocení rizika práce a zjištění oblasti pohybového aparátu, ve které hrozí největší poškození. Na to bude použit checklist (viz kapitola 1.5.4).

### **1.5.1 Snímek operace**

Snímek operace se používá pro pozorování, hodnocení a měření určité opakované práce (operace nebo její části úkony) v rámci pracovního procesu na daném pracovišti jednotlivce, nebo na dalších obdobných pracovištích. [4]

Účelem je získat podkladový materiál, aby bylo možné vytvořit normativy časů (tím se ověří vhodnost variant pracovního postupu), dále díky tomu lze posoudit účelnost pracovního postupu a vytvořit návrh opatření. V neposlední řadě slouží i jako podklad pro výpočet normy času, pokud nejsou zpracovány normativy času (vhodné udělat několik snímků stejné operace s různými pracovníky).

Je několik druhů snímku operace – snímek průběhu práce, chronometráž či video snímek. Jednotlivé typy se liší hlavně ve sběru informací i použitých měřicích přístrojů. V této práci bude použit snímek průběhu práce na vybraném pracovišti.

Snímek průběhu práce se vytváří soustavným zapisováním druhu spotřeby času. Díky němu se dobře zkoumají operace, které jsou časově dlouhé a nepravidelné.

Poté, co budou zapsány veškeré úkony na vybraném pracovišti pomocí snímku průběhu práce, je potřeba tuto metodu spojit s pohybovou studií práce, aby se přesně stanovila rizikovost jednotlivých činností.

### **1.5.2 Pohybová studie práce**

Díky časovému snímku dne byly získány informace o dílčích pracovních úkonech a teď je potřeba zjistit, jak dlouho tyto činnosti trvají a jakou vzdálenost při tom operátor ujde. Tyto informace budou získány pomocí pohybové studie práce.

Pohybová studie práce analyzuje dynamickou stránku procesu. Cílem je zdokonalit pracovní metody pomocí rozboru a měření úkonů lidského těla, kterými se provádí práce. Důležité je dosáhnout maximální produktivity s minimálním úsilím.

Do pohybových studií patří postupové diagramy průběhu práce, studie dráhy pohybů a mikropohybové studie. Jednotlivé studie se liší hlavně v přístupech, ale také v míře přesnosti. Pro zkoumání vybraného pracoviště bude použit postupový diagram práce, který patří do grafických metod pohybových studií ve výrobním procesu. Díky grafické metodě se získá celkový pohled na činnost a informace o propojenosti jednotlivých úkonů i jejich sledu.

#### **1.5.2.1 Postupový diagram**

Postupový diagram popisuje veškeré technologické, kontrolní i manipulační činnosti při daném pracovním procesu. Uvádí se v něm čas trvání, vzdálenost i způsob přepravy. Cílem je získat celkový přehled o všech procesech na vybraném pracovišti od vstupu po výstup materiálu.

#### **1.5.3 Metoda RULA**

Veškeré údaje o rizikovitosti práce jsou zjištěné pomocí snímku dne a postupového diagramu, a proto můžeme provést celkovou ergonomickou analýzu a zhodnotit rizika na vybraném pracovišti.

Existuje mnoho metod hodnocení, ale každá se zaměřuje na určitou věc. Proto je důležité si vybrat tu správnou. Je potřeba si předem definovat, co chceme pomocí analýzy zjistit. Cílem této práce je zhodnocení operací, které zde provádí operátor manuálně. K tomuto zkoumání byla vybrána metoda RULA - Rapid Upper Limb Assessment.

Tato metoda hodnotí rizika poškození muskuloskeletálního aparátu (hlavně horních končetin). Během analýzy se hodnotí jednotlivé polohy částí těla pomocí bodů. Tyto body se připisují podle přesně stanovených tabulek. V nich jsou na obrázcích zobrazeny jednotlivé polohy částí těla. Tabulky jsou dvě. V první se hodnotí poloha zápěstí, předloktí a celé paže. V druhé tabulce se posuzují polohy krku, otočeného krku, nakloněného krku na stranu, trupu, otočeného trupu, nakloněného trupu na stranu a poloha dolních končetin.

Díky postupu pomocí tabulek je použití této metody velice snadné, jednoduché, rychlé a také levné. Nevýhodou je, že se jedná pouze o hodnocení, nikoliv o odstranění rizika (přiřazení do kategorie rizikovitosti).

#### **1.5.4 Checklist**

Vhodné pro orientační hodnocení již vytvořeného pracovního místa. Představuje soubor pravidel, které by měly být splněny z hlediska ergonomie. Je to určitá forma dotazníku. Obsahuje několik otázek, které se postupně vyplňují pomocí pozorování pracovního místa. Většinou je možný výběr ze dvou odpovědí – vhodné a nevhodné řešení. Je vyplňován průmyslovými inženýry či bezpečnostními technikami. Zaměřuje se na manipulaci s břemeny a řeší i uspořádání pracovního místa. Pomocí checklistu je možné zjistit ergonomická rizika.

Cílem zavedení a dodržování ergonomických metod by mělo být:

- Uspořádání pracovišť a procesů tak, aby vyhovovaly požadavkům člověka na jeho zdraví, bezpečnost a pohodlné vykonávání práce.
- Udržení zdraví člověka a trvalé schopnosti nasazení všech pracovníků
- Zabránění přetížení pracovníků.

- Zajištění zvýšené spokojenosti pracovníků.
- Zvýšení hospodárnosti pomocí ergonomického uspořádání pracovišť. [3]

## 2. Představení společnosti a specifikace výroby

Praktická část bakalářské práce je vypracována ve firmě EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově. Je to česká dceřiná společnost EvoBus GmbH Německo, která je členem skupiny Daimler AG. Vznik této velké společnosti je datován k roku 1995, kdy došlo ke splynutí značek Setra a Mercedes-Benz. Výrobní závody se nenachází pouze v České republice, ale téměř po celém světě, např. v Americe, Austrálii, Asii i Africe. V Evropě se společnosti (kromě Holýšova) nachází také v Německu (Ulm, Mannheim, Dortmund), ve Francii (Ligny) a ve Španělsku (Sámano). Zákazníkem českého EvoBusu jsou hlavně německé pobočky - Ulm a Mannheim. Základní činností EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově je výroba segmentů a částí karoserií pro autobusy. Další pobočka této firmy se nachází v Praze (OMNIplus), ve které mají na starosti prodej a služby při opravách a při zásobování náhradními díly autobusů značek Mercedes-Benz a Setra.

Výrobní závod v Holýšově se rozkládá na ploše více než 40 000 m<sup>2</sup> a pracuje zde více než 600 zaměstnanců. Vyráběné segmenty karoserií a komponentů jsou pro městské a nízkopodlažní autobusy Mercedes-Benz a pro všechny typy autobusů Setra. Dále se zde vyrábí i segmenty pro nákladní a užitkové automobily Unimog. Kostry autobusů jsou poté transportovány do továren v Mannheimu a Ulmu, kde jsou jednotlivé konstrukce montovány v celek. Kompletní autobusy se prodávají nejen na evropském trhu, ale také na severoamerickém či tureckém.



Obr. 2-1: Závod v Holýšově, zdroj: interní zdroj EvoBus Holýšov, 2017

Společnost má dlouholetou tradici, proto není divu, že se jim na trhu daří a obě složky (Mercedes-Benz i Setra) se v posledních letech těší zvyšování tržeb v důsledku rostoucího autobusového trhu. Úspěšnost společnosti je prezentována i tím, že do roku 2020 má být v Holýšově postavena další výrobní hala, do které bude přesunuta část výroby z Mannheimu.

Své místo na trhu si získávají především poskytnutím nejlepšího řešení pro každý požadavek zákazníka. Mají mnoho konkurentů, například v České republice to je IVECO Bus, v Evropě hlavně MAN, SCANIA nebo SOLARIS Bus, a proto je potřeba odlišovat se. Firma EvoBus to dělá pomocí hesla společnosti, které zní „Jezdit dnes. Myslet na budoucnost.“ Touto větou chtějí svým budoucím i stálým zákazníkům naznačit, že dbají nejen na maximální bezpečnostní standardy, ekologický provoz autobusů, ale také považují za důležité myslet na ekologickou výrobu a vývoj vozidel. Tuto snahu je možné spatřit ve vývoji alternativních systémů pohonu a cílem je do roku 2020 umožnit hospodárnou jízdu bez emisí.

## 2.1 Historie společnosti

Historie sahá až do roku 1998, kdy byla společnost založena pod jménem EvoBus Bohemia s.r.o. Výroba byla zahájena v roce 1999 v prostorách firmy SVA Trade a.s. v Holýšově, kdy došlo ke společné domluvě mezi oběma společnostmi. Během roku 2000 bylo rozhodnuto, že stávající kapacity nejsou dostačující, a bude proto vybudován nový výrobní závod v Holýšově. Na začátku roku 2001 byl položen základní kámen a do konce roku byl celý závod přestěhován do vlastních prostor, následně v roce 2002 byla zahájena výroba segmentů pro zájezdové autobusy.

Během několika let se v Holýšově začaly vyrábět další typy segmentů a částí autobusů a postupně byly zahájeny výroby – v roce 2004 výroby předních a zadních stěn všech typů autobusů, v roce 2005 výroby segmentů městského autobusu Mercedes-Benz CITARO, v roce 2008 výroby střeš pro autobusy CITARO. Důležitým rokem pro české zákazníky byl rok 2006, kdy bylo v Praze otevřeno servisní centrum. V důsledku získání nových zakázek byla v roce 2011 přistavěna nová hala – Hala 20, ve které se v roce 2012 začaly vyrábět střešy pro dálkové a městské autobusy. V roce 2013 získal závod v Holýšově nové zakázky od jiných závodů skupiny Daimler AG a výroba byla opět rozšířena o výrobu nosných rámu pro nákladní automobily značky Unimog. Dalším významným rokem byl rok 2014, kdy společnost změnila název na EvoBus Česká republika s.r.o. a zahájila se výroba bočnic pro zájezdové autobusy. Jak už bylo zmíněno, v budoucnu se má společnost EvoBus rozšířit o další halu, která by měla být téměř stejně velká jako všechny doposud stávající haly. Stavba byla zahájena na začátku tohoto roku (2018) a cílem je, aby v Holýšově probíhala kompletní výroba celého jednoho typu autobusu.

## 2.2 Výrobní portfolio

Výrobu v EvoBusu lze rozdělit na dva základní typy – REISE a CITARO. REISE jsou označovány zájezdové a meziměstské autobusy a CITARO se označují městské autobusy (většinou nízkopodlažní). Dále jsou tu čtyři základní výrobní programy – zájezdové (Mercedes-Benz Turismo K – Obr. 2-3), meziměstské, městské autobusy (Mercedes-Benz CapaCityL – Obr. 2-2) a díly pro Unimog (pomocné rámy pro kabinu).

Výrobu v EvoBusu lze rozdělit na dva základní typy – REISE a CITARO. REISE jsou označovány zájezdové a meziměstské autobusy a CITARO se označují městské autobusy (většinou nízkopodlažní).



Obr. 2-2: Mercedes-Benz CapaCity L [13] Obr. 2-3: Mercedes-Benz Tourismo K [13]

### 2.3 Specifikace výroby

Díly, které jsou použity pro výrobu svařenců, jsou dvojího druhu a to buď nakupované díly od externích dodavatelů (cca 5000 dílů), nebo vyráběné díly přímo v holýšovském závodě (cca 6000 dílů).

Vyráběné díly se vytváří na hale nazývané nářezárna. Zde začíná veškerá výroba. Z dovezených plechů a profilů různých rozměrů z Rakouska a Německa se pomocí řezání, frézování, vrtání a ohýbání vytváří jednotlivé díly. Ty jsou poté vyskládány do předem stanovených palet (podle rozměrů) a převezeny do skladu fosfátovny (oficiální název pracoviště je PAOB). V období vytiženosti se zde zpracuje až 40 tun materiálu denně. Každý pracovník je zodpovědný za kontrolu vyráběných kusů na jeho stanovišti.

Nakupované díly jsou přivezeny kamiony od dodavatelů a vyloženy do stejné haly, ve které se nachází nářezárna (hala 13). Na této hale se kromě skladu profilů, strojů pro výrobu dílů a naskladněných nakupovaných dílů nachází ještě měřicí centrum. V něm se kontroluje kvalita dodávaných kusů a také jejich rozměry. Vadné díly jsou vráceny dodavatelům a díly, které úspěšně projdou kontrolou, jsou naskladněny na sklad linky PAOB.

Ze skladu jsou palety s nakupovaným materiálem přesunuty na pracoviště, kde jsou jednotlivé díly přeskládány do připravených palet. Tyto palety jsou často vybaveny speciálními hřebeny, do kterých se díly postupně zasouvají, aby došlo k rovnoměrnému nanesení ochranné vrstvy na každý díl zvlášť. Přeskládání dílčích kusů je manuální činnost a je vykonávána jednotlivými operátory na tomto pracovišti.



Obr. 2- 4: Paleta se speciálním hřebenem pro oddělení materiálu, zdroj: vlastní zpracování



Poté jsou díly v paletách postupně vkládány do linky PAOB a dochází k fosfátování. Malé a složitější součásti se vkládají do tzv. fosfátovacích bubnů, ve kterých pomocí otáčení také dochází k rovnoměrnému nanesení tenkého filmu.

Fosfátování je technologie, která se provádí za účelem nanesení ochranné vrstvy. Tato vrstva chrání proti korozi a způsobuje také odmaštění povrchu materiálů. Linka je plně automatická, sklad a příprava dováženého materiálu je manuální. Proces fosfátování trvá kolem čtyř hodin.

Jak už bylo několikrát zmíněno, díly jsou uloženy do předem stanovených palet, ve kterých poté putují do linky PAOB. Je několik druhů palet, které se na tuto činnost používají. Jedná se nejen o typy, které jsou univerzální a nachází se v každé firmě, ale také o druhy palet, které jsou vyrobeny na zakázku přímo pro EvoBus.

Celkově se ve firmě používá zhruba 23 typů palet lišící se svými rozměry. Do fosfátovací linky se používají pouze palety, které neobsahují dřevo. Největší zastoupení mají zelené gitterboxy, hlavně ty, které mají mřížku podél celého svého obvodu do určité výšky (např. T5 6163) a palety označené jako T5 2888.



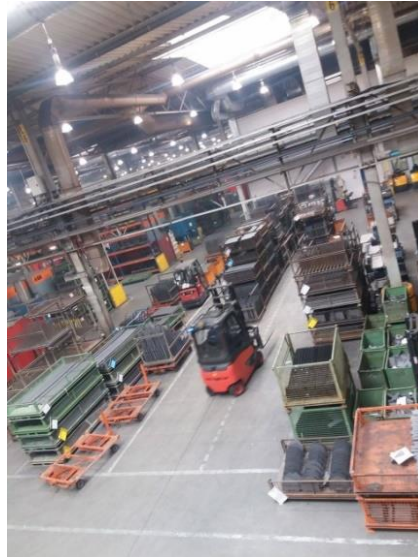
Obr. 2-5: gitterbox T5 6163 (vlevo), T5 2888 (vpravo), zdroj: vlastní zpracování

Po provedení procesu jsou jednotlivé palety postupně přesouvány pomocí vysokozdvížného vozíku do skladu zvaný vlakoviště (na obrázku 2-6), ve kterém již čekají na to, až budou naskladněny do jednotlivých regálů na svařovně.

Název vlakoviště je stanoven podle druhu dopravy, který je zde zvolen. Určité díly totiž nejsou naskladněny pomocí vysokozdvížných vozíků, ale pomocí tzv. logistických vlaků, které mají na sobě několik gitterboxů. Je to rychlejší než převoz materiálu pomocí vysokozdvížného vozíku, který uveze pouze jednu paletu.

Svařovna se nachází v několika halách závodu – hala 10, 11 a 12 jsou spojené v jednu společnou se skladem PAOB, a potom samotně stojící hala 20, ve které se svařují střechy a boky autobusů.

Na svařovně se postupně všechny dané díly svařují v celek. Poté dojde k jeho kontrole a následuje transport pomocí kamionů do Německa.



Obr. 2-6: Fotka vlakoviště, zdroj: vlastní zpracování

### 3. Zhodnocení vybraného pracoviště z pohledu ergonomie

S pomocí pana Ing. Tomáše Gattringera, vedoucího výroby v EvoBusu, bylo vybráno pracoviště, na kterém bude provedena ergonomická analýza. Toto pracoviště se nachází před fosfátovací linkou PAOB. Aby bylo možné objektivně hodnotit rizikové faktory na pracovišti, bylo nutné popsat stávající pracovní místo pro vybranou činnost a na základě popisu a pozorování zvolit patřičnou ergonomickou metodu. Pro srovnání rizikovosti některých pracovních úkonů budou vybrány 4 metody a na základě jejich hodnocení bude závěr práce cíleně zaměřen na výběr nápravných opatření.

Pro posouzení rizikové práce operátorů na vybraném pracovišti linky PAOB byl zvolen následující postup. Nejprve byl proveden popis časových faktorů práce. Poté byla pomocí checklistu provedena analýza pracovní činnosti na základě hodnocení komplexního rizika. A následovala aplikace metody RULA pro detailnější zhodnocení opakujících se pracovních poloh. Nakonec byla použita metoda Checklist (checklist komplexního hodnocení ergonomického rizika) pro větší objektivitu a potvrzení zjištěných rizik z metody RULA.

#### 3.1 Popis pracoviště

Místo, na kterém se bude provádět ergonomická analýza, se nachází na hale 10. Tato hala je součástí prostoru, který se skládá ještě z dalších dvou provozů. Všechny jsou navzájem propojené a jejich rozdělení není patrné (rozložení jednotlivých hal lze zjistit pouze z layoutu). Příprava palet do linky PAOB se nachází hned na začátku tohoto velkého komplexu. Zde je situován i vstup do linky, která je od tohoto prostoru oddělena. Ostatní dvě haly (hala 11 a hala 12) jsou svařovací. Z hlediska charakteru práce je zde potřeba ve zvýšené míře dodržovat bezpečnostní předpisy.

Celý úsek, ve kterém probíhá příprava palet do linky, není fixně označen. Rozloha je přibližně 100 m<sup>2</sup>, ale toto číslo se může měnit v závislosti na tom, kolik je v prostoru připraveno palet do linky. Při velké vytíženosti je rozloha celkového pracoviště zhruba 60m<sup>2</sup> (i méně).

Vzhledem ke kapacitě výroby je organizace práce na tomto úseku rozdělena do dvou směn - ranní a odpolední. Rotace směn zde probíhá po týdnu. Ranní směna začíná již ve 4:30 ráno.



Pracovní doba se liší podle vytíženosti závodu, nyní je to 8,5 hodiny. Na každé směně je 6 operátorů. Dva operátoři se starají o chod linky, jeden člověk je u fosfátovacích bubnů a jeho úkol je jejich naplnění a vyprázdnění (to znamená přenesení malých součástí z palet do palet) a zbylí tři pracovníci jsou na přípravě materiálu do linky. Kolektiv zaměstnanců na celé lince PAOB, skladu a přípravy materiálu je mužský, jelikož je zde potřeba hlavně fyzická síla pro manuální práci. Rotace operátorů mezi pracovišti není. Každý má své určené místo. Pohled na pracoviště shora i sklad linky PAOB lze vidět na obrázku 3-1.



Obr. 3-1: Pohled shora na pracoviště před linkou – sklad PAOB, zdroj: vlastní zpracování

### 3.2 Popis činnosti operátora na pracovišti

Veškeré činnosti na vybraném pracovišti jsou manuální a často fyzicky náročné. Rozměry, které může operátor využít na pohyb při práci se, jak již bylo uvedeno, liší podle vytíženosti. Průměrně je to kolem 80m<sup>2</sup>. Tento prostor je využit pro přípravu vybrané palety a přivezení nakupovaného materiálu v určitém přepravním obalu. Při ukládání dílů z jedné bedny do druhé ujde operátor pouze malou vzdálenost. Průměrná vzdálenost přenášení je cca čtyři metry.

Hmotnost, tvar i dávka dílů je různá. Většinou jsou díly zakládány do palet po jednom druhu, ale občas jsou dávky materiálu tak malé, že v jednom přepravním obalu se nachází více typů dílů, nebo naopak tak velké, že jeden materiál je ve dvou paletách. Aby se zamezilo zaměnitelnosti, je použito pneumatické gravírovací pero. Pomocí tohoto vzduchového popisovače se označí díly přímo na jejich povrchu, a nedojde tak ke smíchání materiálu. Operátoři jsou povinni kontrolovat dílčí kusy, jestli na jejich povrchu není koroze ani její malý náznak. Jinak by materiál nemohl být použit.

Celková operace, která se opakuje celou pracovní dobu, trvá jen několik minut. Nejdříve se pomocí vysokozdvížného vozíku přiveze prázdná složená paleta (obr. 3-2), kterou je potřeba připravit.



Obr. 3-2: Složený zelený gitter box, zdroj: vlastní zpracování

Tento box se složí (někdy i pomocí poklepu kladiva, pokud jsou části ztuhlé) a příprava je hotová. Poté skladník přiveze ze skladu linky PAOB nakupovaný materiál, který se nachází v přepravním obalu. Operátoři na pracovišti určují skladníkům, kam má díly položit, aby měli přepravní vzdálenost mezi jednotlivými paletami co nejkratší. Pak už probíhá přenesení dílů postupně po jednom do připraveného boxu.

Až se dokončí přesun veškerých dílů, je paleta upevněna, aby se neotevřela a byla složena do úplného stavu (ze strany má výklopné části, které snižují její výšku, a proto si tyto části operátor před přenesením dílů sklápí. Tím zabrání většímu shýbání přes okraj palety), a poté je složen přepravní obal od nakupovaného materiálu. Nakonec se pověsí fólie s informacemi o dílu na paletu (číslo materiálu, dávka, hmotnost atd.). Pokud se jedná o paletu, ve které je více druhů dílů, je potřeba materiál označit popisovačem. Následně se již čeká na skladníka, který paletu přemístí, přiveze opět novou prázdnou paletu a poté i další nakupovaný materiál.

Dokumenty o typu dílu jsou důležité proto, aby se materiál nepomíchal, jelikož se do každého koše linky PAOB vejdou většinou dva gitterboxy. To je docíleno tím, že každý koš i místa pro palety jsou označeny číslem a u ovládní vstupu a výstupu linky se nachází stůl, na kterém jsou čísla napsána nad jednotlivými háčky. Na ty se věší dokumenty o materiálech, které jsou uloženy ve fóliích.

### 3.3 Aplikace vybraných metod ergonomie

#### 3.3.1 Tvorba postupového diagramu

Každý postupový diagram se liší podle činností na daném pracovišti, a proto i na vybraném pracovišti bude vypracován jedinečný postupový diagram. Díky vypracovanému snímku operace jsme zjistili jednotlivé úkony na pracovišti, a proto je můžu zapsat do prvního sloupce tabulky diagramu. Činností je pouze šest a ty se během celé pracovní doby neustále opakují. Časy, hmotnost přenášených dílů, čas trvání i vzdálenosti se liší, a proto budou vypracovány dva postupové diagramy pro větší objektivnost získaných dat (viz. Příloha 1 – Postupové diagramy). Každý postupový diagram bude vytvořen v jiný den, v každém dnu se bude přesouvat jiný druh materiálu, a tak bude zjištěna určitá časová bilance jednotlivých činností.

Značky ve druhém sloupci znázorňují činnost, dopravu a čekání. Doprava bude myšlena jako manipulace s díly s vysokozdvíhým vozíkem, který obsluhuje operátor ze skladu. Proto tento

člověk není započten do celkového počtu operátorů na pracovišti ani zde není zapsána vzdálenost, kterou ujede, jelikož projíždí nejen vybraným pracovištěm, skladem linky, ale i ven z haly, pokud je potřeba přivést prázdnou paletu pro přemístění nakupovaného materiálu a na pracovišti jich již není dostatek. Značka kontrola bude zahrnuta v kolonce společně s přenesením dílů, jelikož zde probíhá jen kontrola jednotlivých dílů, zda nejsou zkorodované, a tato činnost je prováděna zároveň s přenášením materiálu. Vzdálenost bude měřena jen zhruba (odhadem), jelikož zde není čas na měření pomocí metru (zpomalovalo by to práci), a čas bude odečítán z hodinek. Do poznámek budou zapisovány jednotlivé úkony, které se jeví již ze začátku jako rizikové (otočení v trupu, shýbání se atd.) a také kolik lidí se zapojilo do dané činnosti.

Celá tabulka postupového diagramu je doplněna hlavičkou, ve které jsou zaznamenány informace o tom, kdo tabulku vytvořil, v jaký den a kde (viz Obr. 3-3).

Název postupového diagramu:	EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově				Vypracovala: Štěpánka Šambergerová	
Příprava palet do linky PAOB					Datum: 20. 10. 2017	
Popis činnosti	Značka			Vzdálenost [m]	Čas činnosti [s]	Poznámky
	Činnost ○	Doprava →	Čekání Δ			
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	300	
2. Připravení palety	○			8	130	přinesení hřebenu, 2 palety na sobě
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			5	660	4 druhy materiálu v jedné paletě (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			-	40	
5. Označení materiálu	○			6	70	sklonění ke stolu při popisování
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	600	vytížený vysokozdvizný vozík

Obr. 3-3: Část postupového diagramu, zdroj: vlastní zpracování

### 3.3.2 Tvorba tabulky s bodováním dle metody RULA

Pro aplikaci metody RULA se vycházelo z postupového diagramu. V něm byla stanovena činnost, která má největší časový interval a vyskytuje se zde nejvíce manuální činnosti operátora. Tento pracovní úkon je v diagramu žlutě označený (Obr. 3-3) a bude dále více zkoumán z hlediska zapojení rukou, trupu a nohou při přesouvání materiálu. Pro bodování jednotlivých poloh horních končetin (zápěstí, nadloktí, předloktí), krku, trupu a dolních končetin jsou použity stanovené tabulky – viz Příloha 2 – Tabulky hodnocení metody RULA.

Vybraný pracovní úkon lze spatřit na obrázku 3-4, na kterém je ukázána jedna z hlavních činností operátora při manipulaci s břemeny – předklon trupu a krku pro uchopení materiálu z palety. Je zjevné, že výška palety, ze které je materiál přenášen, není optimální.



Obr. 3-4: Uchopení břemene při manipulaci – předklon trupu i krku, zdroj: vlastní zpracování

Pro zjištění dané kategorie rizikovosti byly použity další tři tabulky – Tabulka A, B a C. Poté, co jsem vybrala bodové ohodnocení podle obrázků, které se nachází v příloze 2, byly tyto body zaneseny do tabulek, ze kterých jsem postupně získala skóre.

První tabulka určuje skóre horních končetin. Při přemísťování jednotlivých dílů jsou obě ruce ve stejné poloze – konají stejné pohyby po stejných dráhách. Nejčastější poloha nadloktí byla s číslem 3.

Poloha předloktí má skóre 1, dále se přičte 1 bod za činnost přes střednici těla, takže výsledné číslo je 2.

Skóre u zápěstí je ohodnoceno bodem 2, jelikož při přemístění materiálu je zápěstí pouze v intervalu  $30^\circ$  ( $15^\circ$  na jednu i na druhou stranu). Pro otočení zápěstí je skóre 1.

Výsledné číslo z Tabulky 3-1 (Tabulka A) vychází 4. Bere se však v úvahu i síla a zátěž při práci, proto se připočte číslo 2. Sečtením dostáváme hodnotu 6, která bude použita jako skóre C v Tabulce C.



Tabulka 3-1: Tabulka A - skóre polohy horních končetin (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
		zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení
paže	předloktí	1	2	↓ 1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2 →	3 →	4 →	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabulka 3-2 zkoumá postavení krku, trupu a nohou. Z ní dostaneme skóre D pro poslední tabulku (Tabulku C).

Při vybrané činnosti je důležité se vždy podívat to palety pro uchopení dílu, proto je nejčastější poloha krku číslo 3. Krk se neustále otáčí, takže připočítáváme 1 bod. Výsledné číslo je 4.

Tabulka 3-2: Tabulka B - skóre postavení krku, trupu a nohou (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)

		Skóre trupu											
		1		2		3		4		5		6	
		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou	
krk		1	2	1	2	1	2	↓ 1	2	1	2	1	2
1	1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4 →	5 →	5 →	5 →	5 →	6 →	6 →	7 →	7 →	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Při uchopování materiálu je potřeba, aby se operátor ohnul do palety, proto byla vybrána police 3 (ohnutí trupu 20°-60°). I zde dochází k otáčení (+ 1 bod), takže výsledné skóre je 4.

Skóre nohou je 1, takže z tabulky vyplývá hodnota 7, ta je ještě navýšena o hodnocení síly a zátěže o 2 body, takže skóre D je 9.

Tabulka 3-3: Tabulka C - celkové skóre (vypracováno dle: Hlávková, 2007, s. 73-74)

Celkové skóre									
skóre C	skóre D								
	1	2	3	4	5	6	7	8	↓9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6 →	4 →	4 →	5 →	6 →	6 →	7 →	7 →	7 →	7 →
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Podle zjištěných skóre nám celková hodnota vyšla 7. Tento výsledek spadá do nejvyšší kategorie - kategorie 4, což znamená, že změny jsou velice nutné a zkoumaná činnost je pro operátora zdraví ohrožující.

### 3.3.3 Aplikace checklistu

Existuje mnoho druhů checklistů. Pro vybranou činnost byl vybrán checklist komplexního hodnocení ergonomického rizika (viz Obr. 3-5). Skládá se z několika kroků. Nejdůležitější jsou kroky 3 a 4, ve kterých se bodují jednotlivé rizikové polohy, překračování limitů síly, doby trvání a frekvence rizikové polohy. Poté se veškeré body sečtou (jedno zaškrtnuté políčko se rovná 1 bodu) a vyjde nám skóre pro jednotlivé části těla – ruce a zápěstí, lokty, ramena, krk, trup a dolní končetiny. Políčka polohy rukou a zápěstí, loktů a ramen dále rozlišují, zda se jedná o pravou či levou část. Pomocí výsledných bodů se zjistí, o jaké riziko se jedná.

Jako první se hodnotí ruce a zápěstí. Operátor při vykonávání operace nepřekračuje úhel 45° a nedochází ani k ulnární ani radiální deviaci. Proto tyto dvě políčka (pro pravou i levou ruku) nejsou zaškrtnuta.

Další zkoumanou polohou je poloha loktů. Zde sice nedochází k rotaci předloktí, ale občas při přenášení dílů dojde k extenzi (zobrazeno na obr. 3-5). Obě políčka jsou zaškrtnutá, jelikož operátor dělá činnost, při které koná levá i pravá ruka stejný pohyb.

Riziková poloha se vyskytuje i u ramen – zvednutá paže. To nastává, když se operátor nahýbá do palety, aby položil díl na správné místo (tato poloha je zobrazena na obr. 3-3). Proto i zde budou zaškrtnuty obě políčka.

Dále jsou tu definované rizikové polohy krku. Při vybrané činnosti dochází nejen k předklonu o více jak 30° ale také k rotaci.

Předposlední hodnocenou částí je trup. Během úkonu dochází k rotaci v trupu i flexi minimálně o 20°.

Nakonec jsou zkoumány dolní končetiny. Toto políčko ale není zaškrtnuté, jelikož nedochází ani ke kleku ani k podřepu.

Pak je potřeba se zabývat limitem síly na dané části pohybového aparátu. Nebylo nalezeno žádné překročení dané hodnoty, a proto nebylo nic zaškrtnuto.

Čtvrtý krok řeší, jestli byla překročena doba trvání a frekvence rizikové polohy. Mezní hodnota doby trvání je deset sekund. Tato hodnota byla překročena pouze v oblasti krku a trupu.

Maximální hodnota frekvence je u rukou a zápěstí 30 krát za minutu, u ostatních částí dvakrát za minutu. Limit byl překročen jak u loktů, ale také u ramen, krku a trupu.

Nakonec jsou všechny body v jednotlivých sloupcích sečteny a podle hodnoty je určeno, zda se jedná o riziko nízké, střední nebo vysoké.

Nejvyšší riziko vyšlo u krku a trupu, střední riziko je u loktů a ramen, zbytek (dolní končetiny, ruce a zápěstí) se nachází v oblasti nízkého rizika.

Díky použití vybraného checklistu se potvrdila rizikovitost při manipulaci s břemeny. Zároveň bylo zjištěno, že největší riziko při vybrané činnosti operátora postihuje krk a trup.





## 4. Návrh nápravných opatření

Bylo použito několik metod pro aplikaci ergonomické analýzy vybraného pracoviště. Díky nim bylo zjištěno, že při manipulaci s břemeny představuje největší riziko poškození krku a trupu a je potřebná okamžitá změna.

Možnosti inovativních řešení pro zlepšení pracovních podmínek operátorů na tomto pracovišti lze rozdělit na skupinu technických opatření:

- Návrh hydraulického stolu (viz kapitola 4.1)
- Změna typu palet od dodavatele (viz kapitola 4.2.)

Dále pak na skupinu ergonomických pomůcek:

- Nové vyztužené rukavice (viz kapitola 4.3)
- Gumová rohož (viz kapitola 4.4.)

A projekty podpory a prevence zdraví:

- Vytvoření manuálu postupu ukládání dílů do palet (viz kapitola 4.5)
- Kontrola kumulativní zátěže (viz kapitola 4.6)
- Školení správné a bezpečné techniky manipulace s břemeny (viz kapitola 4.7)

Postupně budou představena jednotlivá opatření v kontextu ergonomického návrhu.

Před řešením a navrhováním nápravných opatření je potřeba zdůraznit, že zkoumanou činnost vykonávají pouze muži. Jelikož mi bylo dovoleno si ruční manipulaci s břemeny sama zkusit, zvolila jsem tento obrázek (Obr. 4-1 – obrázek byl použit již v předchozí kapitole) jako naučný, a předvedla jsem jednu z nejčastějších chyb při manipulaci (ohýbání se do palety a naklánění se přes okraj palety).



Obr. 4-1: Uchopení břemene při manipulaci – předklon trupu i krku, zdroj: vlastní zpracování

## 4.1 Hydraulický stůl

Z obrázku 4-1 je patrný problém, který bývá často viděn. Je to nedodržení pravidla jednotné výšky manipulační roviny. Dno palety, ze kterého operátor přenáší jednotlivé díly, by mělo být výš, aby nedocházelo k tak velkému předklonu. Rozdíl potřebné výšky dna palety a podlahy by mohl vyřešit hydraulický stůl, který by si operátor sám ovládal a nastavil by si tak optimální výšku pro výšku své postavy.

Hydraulický stůl bude připevněn k podlaze a bude potřeba najít vhodné stanoviště. Vybraný pracovní prostor bude přesně rozvržen a toto rozvržení musí být dodržováno i při velké vytíženosti pracoviště, aby zde nedošlo k porušení bezpečnosti práce (možné riziko ohrožení operátora – spadnutí palety ze stohu již připravených palet, které čekají na vstup do linky).

Stůl bude navržen podle rozměrů používaných palet na lince. Největší paleta, která se zde používá, má šířku 1200 mm, takže je nutné řešit stůl s deskou minimálně o rozměru 1300 mm, aby nedošlo k posunutí palety ze stolu.

Délka největší palety je 2600 mm a najít stůl s rozměry 1300 na 2600 mm by nebylo jednoduché. Proto bylo rozhodnuto, že délka stolu bude kratší (než délka největší palety), a operátor, který ovládá vysokozdvizný vozík a palety umísťuje, bude poučen o správném ustavení palety na desku stolu. To z důvodu bezpečnosti práce. Špatně umístěná paleta by znamenala riziko pádu, a tak by mohlo dojít k úrazu operátora nebo poškození komponentů.



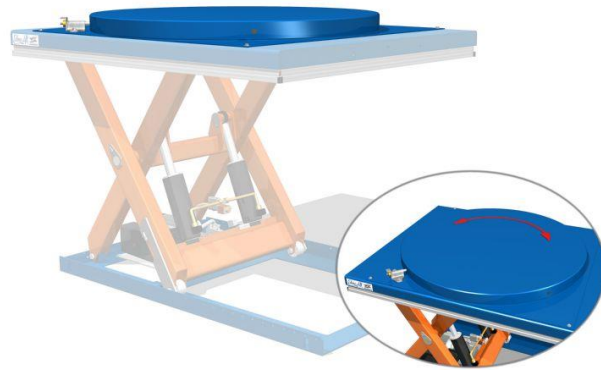
Obr. 4-2: Hydraulický stůl [14]

Pro minimalizaci poškození trupu při ohýbání do palet by bylo optimální zakoupit stoly dva. Díky tomu si bude moci operátor obě palety nastavit tak, aby se musel co nejméně ohýbat.

### 4.1.1 Otočný stůl

Nabízí se ještě jedno řešení, které sice vyžaduje pomoc techniky, ale s ohledem na prostor je možné jej navrhnout jako další inovativní změnu.

Při umístění dílů do větší palety se operátorovi hůře ukládá materiál ke vzdálenějšímu okraji a musí ji proto obejít a uložit díly z druhé strany. Tato vzdálenost by šla omezit, kdyby na hydraulickém stole byla přidělena nějaká otočná deska, a tak by si operátor mohl podle potřeby paletu vždy celou otočit (viz Obr. 4-3). Nebo by bylo potřeba vybrat jiný hydraulický stůl, který takovou možnost otáčení umožňuje. Tento návrh je ale složitý i finančně náročný.

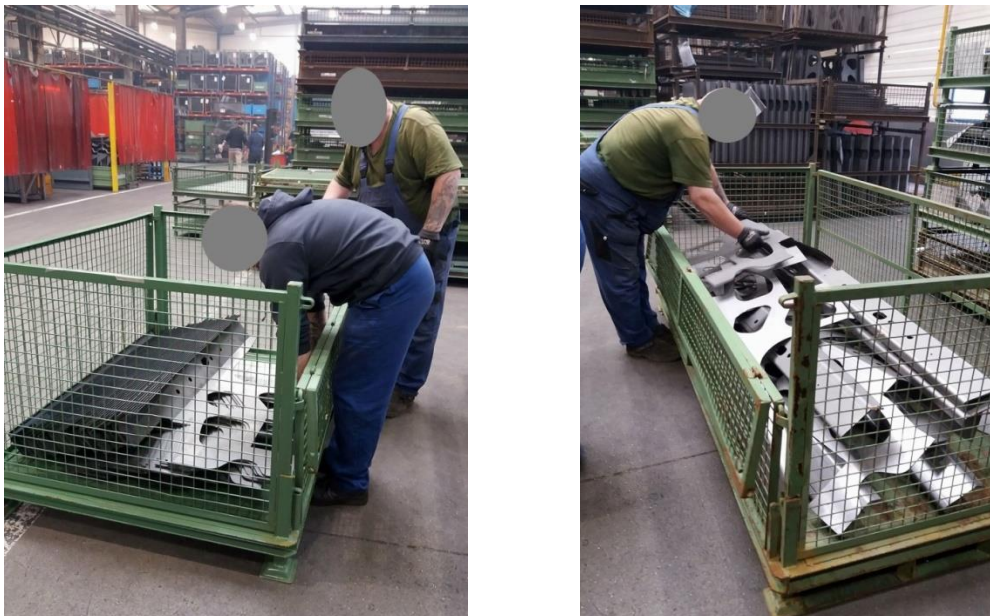


Obr. 4-3: Hydraulický stůl s otočnou plošinou [15]

Proto by problém mohl být vyřešen alespoň otočení palety prázdnou stranou blíž k pracovníkovi pomocí vysokozdvížného vozíku. Pro aplikaci tohoto inovačního řešení by bylo potřeba udělat několik zkoušek, aby se zjistilo, zda déle trvá manipulace vozíku při otáčení palety nebo překonání vzdálenosti při přenosu materiálu operátorem. Pokud by čas vysokozdvížného vozíku byl kratší, určitě by se tato změna vyplatila zavést.

#### 4.2 Změna typu palet od dodavatele

Nabízí se i možnost, že by hmotnostně těžší díly byly dováženy od dodavatelů pomocí kamionů již v daných paletách a v nich by byly díly vhodně rozmístěné. Tím by se silová zátěž na operátory snížila. Zvýšila by se ale cena dopravy materiálu do firmy, jelikož by byla potřeba větší paleta pro převoz a do kamionu by se celkově vešlo méně palet. Situace je dobře patrná z obrázku 4-4. Vlevo je vidět paleta, ve které je materiál přivezen do firmy EvoBus od dodavatele. Vpravo je již připravená paleta do fosfátovací linky (jednou tak velká oproti té vlevo).



Obr. 4-4: Fotka dodané (vlevo) i připravené (vpravo) palety do linky PAOB, zdroj: vlastní zpracování

### 4.3 Vyztužené ochranné rukavice

Při přenášení tvarově rozmanitých dílů občas hrozí i skřípnutí prstů. Zavedením speciálních rukavic by se výskyt tohoto úrazu mohl zmenšit. Rukavice by byly vyztuženy jen z vnější části, aby operátora neomezovaly v úchopu, ale zároveň chránily prsty před skřípnutím prstu mezi díly. Nabízí se například aplikace rukavic, které mají zabudované z vnější části chrániče kloubů (ilustrativní obrázek - Obr. 4-5). Velikost zvolených rukavic je sice univerzální, ale díky manžetě nacházející se na dolní části si může operátor rukavice upravit podle své ruky.



Obr. 4-5: Ochranné rukavice [16]

### 4.4 Gumové rohože

Další možností zlepšení ergonomie na pracovišti je opatření gumové rohože (ilustrativní obrázek – Obr. 4-6). Gumové podložky sníží námahu na dolní končetiny během celého dne, kdy operátor musí celou pracovní dobu stát na betonové podlaze. Rohož bude umístěna mezi dva hydraulické stoly a na okrajích bude připevněna k podlaze pomocí šroubů, aby nedošlo k jejímu posunu a nevzniklo riziko zakopnutí operátora o její nadzvednutý okraj. Na ostatní části pracoviště nelze použít, jelikož se palety během dne několikrát přesouvají pomocí vysokozdvížného vozíku. V takovém případě není umístění rohože reálné (poškození rohože pohybem vozíku či vahou palet, které by na ní byly položeny).



Obr. 4-6: Gumová rohož [17]



#### 4.5 Vytvoření manuálu postupu ukládání dílů do palet

Na vybraném pracovišti se během dne vystřídá několik druhů polotovarů. Mají jak rozmanitou hmotnost, tak i tvar. Při každé manipulaci je důležité, aby materiál na sebe nebyl přilepený, jelikož by poté nedošlo k rovnoměrnému nanesení vrstvy při fosfátování. Zajištění správného umístění do připravené palety mají na starosti operátoři na tomto pracovišti. Ti u každého typu musí vyhodnotit, jaká paleta bude nejvhodnější, a jak budou díly skládat do palety. Tyto zkušenosti získají během své práce od služebně starších spolupracovníků. Z tohoto důvodu není možné nahradit lidskou práci například robotem. Musel by být totiž naprogramován na několik desítek typů materiálu, aby byl schopný činnost správně vykonat.

Jelikož se na pracovišti může nacházet nový pracovník, který zrovna nemá možnost se zeptat zkušenějšího operátora na pracovišti, byla vytvořena taková první pomoc pro ukládání dílů do palet.

Pokud se jedná o jednoduché plechy s určitým vyříznutím, je nutné použít tzv. hřebeny, do kterých jsou jednotlivé díly postupně vkládány (viz Obr. 4-7).



Obr. 4-7: Paleta s díly uloženými v hřebenu, zdroj: vlastní zpracování

Pokud se jedná o tvarově složitější díly, je dobré využít selský rozum a poskládat je do palety tak, aby se nelepily na sebe a zároveň se jich tam vešlo co nejvíce (Obr. 4-8).



Obr. 4-8: Uložení tvarově složitějších dílů v paletě, zdroj: vlastní zpracování

V neposlední řadě je možné využít i paletu T5 2888 (tzv. ježek). Do té je ideální uložit ohnuté plechy či kratší profily (Obr. 4-9).



Obr. 4-9: Uložení ohnutých plechů, zdroj: vlastní zpracování

#### 4.6 Formulář pro kontrolu kumulativní zátěže

Pro správnou ruční manipulaci s břemeny je potřeba znát nejen to, jak správně uchopit a přenášet materiál, ale i znalost toho, kolik toho operátor sám může unést a jak velká je hodnota kumulativní zátěže přímo pro něho.

Jelikož během celé směny dochází pouze k přenosu břemen, nabízí se otázka, zda operátor nepřekračuje stanovený limit kumulativní zátěže. Jak už bylo zmíněno několikrát, přenášený materiál má rozmanitou hmotnost. Jednou se může jednat o plech, který má jen 1,5kg a jindy zas o tvarově složitější díl, který váží i 30kg. V těchto případech je důležité zkoumat i počet kusů. Většinou je více dílů, které jsou lehčí, ale není to podmínkou.

Aby nedocházelo k překročení maximální hmotnosti dílu, kterou může operátor přenést, je nutná znalost hmotnostních limitů vycházejících z obr. 4-10. Tyto limity jsou stanoveny zákonem č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany při práci ve znění pozdějších předpisů.

Věk	Doporučená maximální hmotnost břemene (kg)		Doporučená maximální kumulativní hmotnost za celou prac. směnu (kg)	
	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY
18 - 29	40* - 50	10 - 15	8 000 - 10 000	5 500 - 6 500
30 - 40	40 - 45	10 - 15	7 200 - 7 500	5 500 - 6 500
40 - 49	35 - 40	10 - 15	6 000 - 6 500	5 500 - 6 000
50 - 60	30 - 35	5 - 10	5 000 - 5 500	4 000 - 5 500

\* dolní (nižší) hodnotu je nutno volit při nepříznivých podmínkách, jako je např. při přenášení na velkou vzdálenost, zhoršené úchopové možnosti, statická práce při delším držení břemene, nutnost většího naklánění trupu apod.

Obr. 4-10: Závazná maximální hmotnost břemene pro ženy a doporučená pro muže v závislosti na věku [18]

Jak je vidět z obrázku 4-10, je důležité rozlišovat nejen to, zda se jedná o muže či ženu, ale také jaký má věk. S přibývajícím věkem klesá doporučená maximální hmotnost břemene pro daného pracovníka.

Pro hmotnostní rozmanitost je potřeba řešit i dobré rozložení jednotlivých dílů na směny. Nebylo by totiž dobré, aby jedna směna přenášela jen lehké díly, a na druhou směnu zbyly už jen těžké kusy. Občas k takovým případům došlo, a proto bylo potřeba tento problém řešit také.

Proto byla vytvořena tabulka (viz Obr. 4-11) pro kontrolu těchto limitů. Nahoře v tabulce je napsán typ směny (ranní / odpolední) a dále se zde nachází několik sloupců – číslo materiálu, počet kusů, hmotnost celé dávky a podpis toho, kdo přenos materiálu vykonal.

#### Pracoviště: Příprava materiálu do linky PAOB

Datum:		Typ směny:	
Materiál	Počet kusů v dávce	Hmotnost dávky	Podpis

Obr. 4-11: Formulář pro kontrolu kumulativní zátěže, zdroj: vlastní zpracování

Rozhodnutí o tom, že vytvořený formulář bude využíván na vybraném pracovišti, bylo přijato mistrem pracoviště a nyní dochází k evidenci činnosti jednotlivých směn. Díky tomu si operátoři budou moci zkontrolovat, jak na tom během dne jsou (jakou hmotnost už dohromady každý přenesl), a jestli mají přenášet už jen lehčí kusy či těžší.

I díky tomuto opatření bude docházet k menší silové námaze a sníží se tak riziko poškození trupu a krku. Pokud by totiž nedocházelo ke kontrole celkové kumulativní zátěži během směny, mohlo by docházet k poškození kumulativní zátěží, které postupně způsobuje nepozorovatelné poškození, postupně se navyšuje a hrozí vznik muskuloskeletálního onemocnění (viz kapitola 1.4).

### 4.7 Školení správné a bezpečné techniky manipulace s břemeny

Pro eliminaci rizik přetížení muskuloskeletálního aparátu by bylo vhodné provést školení správné manipulace s břemeny. To by bylo naplánované vždy jednou ročně, pro připomenutí a osvojení správných technik.

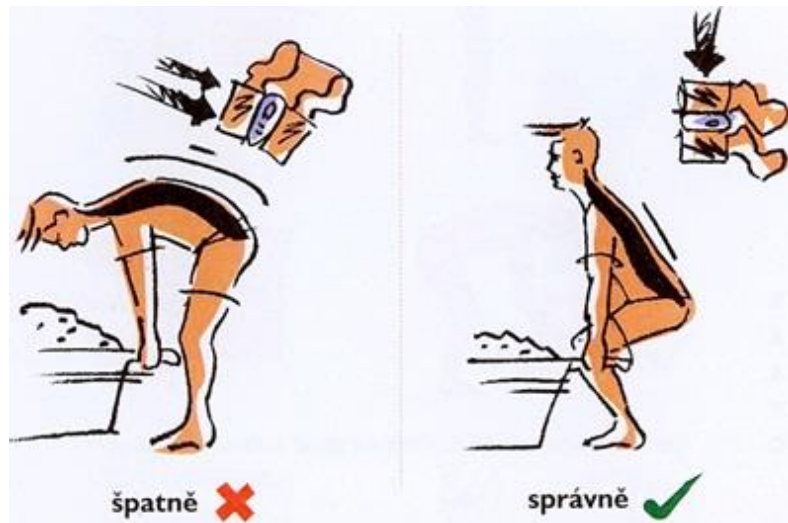
Úvod školení by se zabýval problematikou muskuloskeletálního onemocnění a všech vlivů manipulace na organismus (viz kapitoly 1.3 a 1.4).

Pak by se zaměřilo na správné techniky manipulace s břemeny. Pro ochranu pohybového systému je důležitá znalost dvou způsobů zvedání břemen – klekový a zádový mechanismus. Oba mají výhody i nevýhody, takže má operátor možnost si vybrat ten, který mu v danou chvíli bude vyhovovat nejvíce.

Klekový mechanismus neboli zvedání z podřepu s rovnými zády je energeticky náročnější, vykazuje vyšší kalorickou spotřebu, vyšší oběhovou zátěž a zvláště při dlouhodobém trvání může vést k rychlejšímu nástupu únavy. Zatěžuje více svalstvo dolních končetin (zejména čtyřhlavý sval stehenní a hýžděové svalstvo) a kolenní kloub. Z hlediska zatížení páteře zatěžuje spíše meziobratlové klouby, ale šetří meziobratlové ploténky. Z tohoto důvodu se



tato technika doporučuje u osob s bolestmi zad, zejména při poškození meziobratlových plotének. [5]



Obr. 4- 12: Zvedání z podřepu s rovnými zády [19]

Zádový mechanismus neboli zvedání z předklonu je méně energeticky náročné a méně zatěžuje dolní končetiny. Střední stupeň předklonu dále umožňuje efektivnější využití nitrobrišního tlaku, čímž se snižuje zatížení zádového svalstva. Nelze opominout ani význam tzv. zadního vazivového systému, který se při určitém stupni předklonu napíná a blokuje páteř v provádění dalšího předklonu. V této fázi slouží jako opora při zvedání břemene a snižuje tím svalovou práci především zádového svalstva. [5]

Výhodou zvedání z předklonu je menší zatěžování čtyřhlavého stehenního svalu. Zdvih trvá jen krátkou dobu. Předklon a setrvání v něm může způsobit menší elasticitu vazů a hrozí i poškození. Nevýhodou je i fakt, že se zvyšuje zatížení bederní páteře a poškozují se meziobratlové ploténky. Doporučuje se hlavně u objemnějších břemen.

Důležité je operátorům obě tyto praktiky představit, seznámit je s výhodami i nevýhodami a navrhnout jim i možnost měnění jednotlivých mechanismů během pracovní doby podle jejich zdravotního stavu v danou chvíli.

Dále je také nutné představit hlavní zásady pro manipulaci a pravidla. Při vypracování snímku dne jsem mohla pozorovat, jak jednotlivé díly operátoři přenášejí a s jejich souhlasem pořídila několik fotek, které budou níže použity jako příklad k jednotlivým zásadám.

První důležitou zásadou je pravidlo vertikální roviny. Podstatou je, že těžiště i těžnice těla operátora a břemene by měly být při manipulaci co nejbližší u sebe, aby nedocházelo k přenesení síly na páteř. Toto pravidlo nelze dodržovat při objemnějších kusech, jelikož rozměry dílu neumožňují co nejvíce přiblížit těžnici těla i břemena.

Pravidlo horizontální roviny bude splňováno díky aplikaci dvou hydraulických stolů. Důležité je dodržování krátké vzdálenosti přenosu a přenášené kusy by měly být ve stejné výšce. Na obr. 4-13 je sice dodrženo obojí, ale operátor se musí do obou palet shýbat. Proto je potřeba dodat, že trup může být ohýbán maximálně do úhlu 20°.



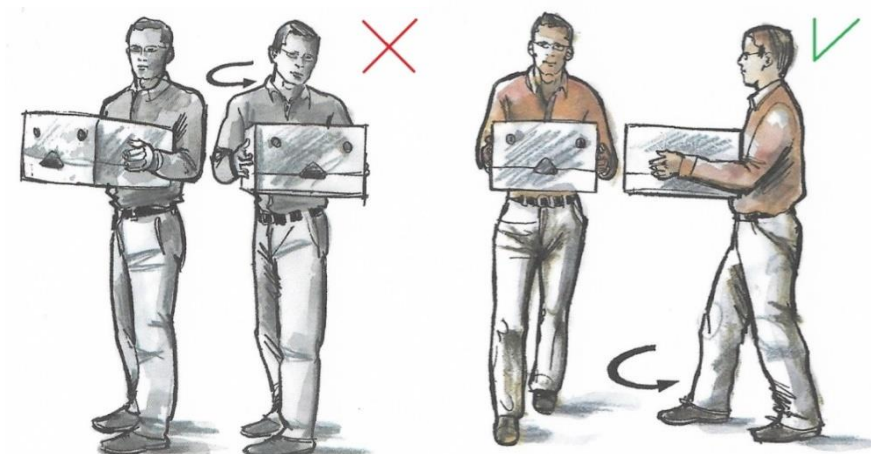


Obr. 4-13: Shýbání operátora do palety, zdroj: vlastní zpracování

Při takovéto práci je dobré mít správný úsudek ohledně toho, zda jsme schopni dané břemeno zvednout sami nebo s pomocí druhé osoby. Pokud je materiál příliš těžký, zavoláme na pomoc druhou osobu. Ještě před začátkem úkonu zkontrolujeme, jestli v trajektorii přenosu nejsou nějaké překážky.

Paže by měly být co nejbližší k tělu, aby nedošlo k námaze ramenních pletenců. Úchyt by měl být proveden pomocí celých dlaní a uchytit předmět tak, aby nedošlo k jeho vyklouznutí z rukou (pokud by byl materiál klzký). Manipulace by neměla probíhat, jak v oblasti pod kolena, tak i nad úroveň ramen. Také je potřeba použít ochranné rukavice, abychom zabránili, jak poranění se o hrany materiálu, tak i vyklouznutí z rukou.

Další zásadou je správné otočení s břemenem. Operátor by se měl otáčet pomocí přešlápnutí chodidel a ne otočením v trupu (viz Obr. 4-14). Znamená to sice větší vzdálenost, ale menší ohrožení trupu.



Obr. 4-14: Nesprávné a správné otáčení s břemenem (vypracováno s pomocí naučného plakátu od MUDr. Sylvie Gilbertové, CSc a Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc)

S tím souvisí i zbytečné nahýbání se do palety. Člověk by měl raději udělat krok navíc, než se předklánět do dálky a přenášet tak těžiště dopředu. Tento úkon jsem si mohla vyzkoušet i já sama, jak lze pozorovat na obrázku 4-15. Nejprve jsem materiál přenášela pomocí jednoho úkroku a natažení do palety (vlevo). Během minuty jsem cítila malé pnutí v oblasti ramen. Poté jsem zkusila udělat kroků více a díl dát do palety ze strany (vpravo – bok palety na obou obrázcích znázorněn žlutým pruhem). Sice mi celý úkon trval delší dobu, ale nepocítila jsem žádné pnutí. Je možné vyslovit názor, že tímto způsobem je možné snížit riziko ohrožení ramenních pletenců.

Uvedené praktiky a zásady je důležité dodržovat, aby operátoři na vybraném pracovišti snížili riziko ohrožení svého pohybového aparátu. Hlavní je ale spolupráce. Tím člověk může ušetřit nejen několik kroků, pokud se materiál podává, ale i vynaloženou sílu.



Obr. 4-15: Změna úkonu pomocí delší dráhy přenosu, zdroj: vlastní zpracování

## 5. Závěrečné zhodnocení

Úkolem této bakalářské práce bylo z pohledu ergonomických zásad popsat vybrané pracoviště a na základě skóre bodů aplikovaných ergonomických metod posoudit závažnost zdravotních rizik vyplývajících z pracovních činností operátorů na tomto pracovišti.

V úvodu bylo seznámeno s tím, co to vlastně ergonomie je, jak vznikl název této vědy, její disciplíny i základní oblasti. Poté bylo zaměřeno na pracovní polohy z hlediska ergonomie a definováno, co je ruční manipulace s břemeny, jelikož se jedná o hlavní činnost na vybraném pracovišti. Pak bylo upozorněno na možný vznik muskuloskeletálního onemocnění.

Dále byly uvedeny metody, které byly vybrány pro ergonomické hodnocení pracoviště a v čem tyto metody spočívají (metoda snímek operace, postupový diagram, RULA a checklist).

Bakalářská práce byla vypracována ve firmě EvoBus Česká republika s.r.o. a tato společnost byla v několika podkapitolách představena – historie, výrobní portfolio i specifikace výroby.

Poté již bylo představeno vybrané pracoviště. Bylo detailně popsáno jak samotné pracoviště, tak i činnost operátora. A pak již došlo k aplikaci jednotlivých metod. Největší riziko poškození bylo zjištěno v oblasti krku a trupu.

Díky zjištěným informacím z aplikace vybraných metod byla navržena nápravná opatření. Ty mají nejen technický charakter, ale jedná se i o navržení skupiny pomůcek a projekty podpory zdraví operátorů.

Je možné vyslovit názor, že uvedená firma respektuje ergonomii a její zásady a snaží se vycházet vstříc svým zaměstnancům. Tato snaha lze spatřit například i na organizaci speciálního dne s názvem Den zdraví, který firma pořádá každý rok. Projekt trvá dva dny a kromě využití služeb očního lékaře či kontroly krevního tlaku, je možné využít i rehabilitační cvičení s instruktorem. Toto cvičení se setkalo s velkým úspěchem, a proto se koná nejen během projektu, ale i několikrát do roka.

Po celkovém hodnocení mé práce se nabízí i jako jedna z krajních možností inovativních změn oddělení pracoviště od zbytku haly. Jelikož se vybrané pracoviště nachází na hale velké rozlohy, ve které se ve více jak polovině svaňuje, je zde horší kvalita ovzduší. V celém prostoru je sice několik odsavačů ale blízko tohoto místa nikoliv. Oddělením by se odstranila i povinnost nosit ochranné brýle a pomůcky ochrany sluchu, čím by narostla větší pohodlnost operátora při činnosti.

Pokud by tato varianta nebyla možná, bylo by přínosné alespoň vybudovat jednu odsávací jednotku i nad vybraným pracovištěm.

Nakonec bych ráda podotkla i fakt, že dva návrhy inovativního řešení se již ve firmě postupně aplikují do praxe, a těmi jsou hydraulický stůl na vybraném pracovišti a změna typu palet od dodavatele.

## Seznam použité literatury a další zdroje

- [1] ČSN EN 614–1. Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady navrhování – část 1: Terminologie a všeobecné zásady. Praha: český normalizační institut, 2006. 15s.
- [2] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [3] *Metody ergonomie pro použití v praxi*. Altaxo [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: <https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rady-pro-manazery/metody-ergonomie-pro-pouziti-v-praxi>
- [4] KRÁL, Miroslav. *Metody a techniky užití v ergonomii*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001.
- [5] VALEČKOVÁ, Alena. *Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik*. BOZPinfo.cz [online]. 2008 [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2008/nove\\_metody\\_valeckova.html](http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2008/nove_metody_valeckova.html)
- [6] MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 118 s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [7] Ergonomie a uplatnění jejích nástrojů a metod na pracovišti. *BOZP info* [online]. [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/ergonomie-uplatneni-jejich-nastroju-metod-na-pracovisti>
- [8] Zákon č. 262/2006 Sb. ze dne 21. dubna 2006, zákoník práce. In: Sběrka zákonů. 7. 6. 2006, částka 84. ISSN 1211-1244 (dále jen „ZPr“) Ve znění pozdějších předpisů
- [9] BOHATOVÁ, Bc. Kateřina. *Tvorba aplikace pro hodnocení pracovišť pomocí ergonomických analýz*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.
- [10] JANDOVÁ, Bc. Veronika. *Komplexní ergonomický audit vybraných montážních míst výrobní linky*. Plzeň, 2015. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Helena ZÍDKOVÁ, Ph.D.
- [11] MALÝ, Stanislav a kol. *Prevence pracovních rizik*, díly I až IV. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i. 2009. 443 s. ISBN 978-80-86973-76-0; ISBN 978-80-86973-88-3; ISBN 978-80-86973-82-1; ISBN 978-80-86973-79-1.
- [12] HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007 [cit. 2018-04-26]. ISBN 978-80-7071-289-4.

## Zdroje obrázků

- [13] [http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc\\_czechia\\_website/czng/home\\_mpc/bus.html](http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus.html)
- [14] <https://www.ebal.cz/Manipulacni-technika-3921/Zvedaci-stoly-a-stojany/Hydraulicke-zvedaci-stoly/Stacionarni-hydraulicke-stoly/Hydraulicky-zvedaci-stul-do-2-000-kg-deska-200-x-120-cm>
- [15] <http://www.nuzkove-plosiny.cz/prislusenstvi>
- [16] <http://www.safeart.cz/7174-kombinovane/87881-nigra-pracovni-rukavice/>
- [17] <http://www.abstore.cz/prumyslova-olejivzdorna-rohoz-1500-x-900-mm>
- [18] MATOUŠEK, Oldřich. *Pracovní místo a zdraví: ergonomické uspořádání a vybavení pracovního místa*[online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998 [cit. 2018-02-26]. ISBN 80-707-1098-5.
- [19] <http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/medicina/neurologie-nemoci-vysetreni/jak-zvedat-bremena-aby-zada-nebolela-spravne-a-nespravne-obrazky>
- [20] BUREŠ, M., Řízení a organizace práce - podklady k přednáškám (v příloze)

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Postupové diagramy

Příloha č. 2 – Tabulky hodnocení metody RULA

## **Příloha č. 1**

### **Postupové diagramy**

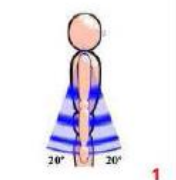
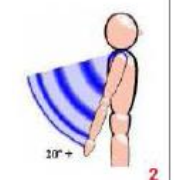
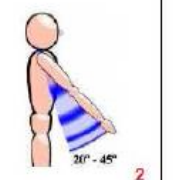
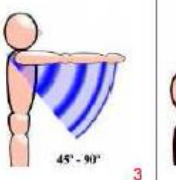
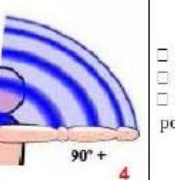


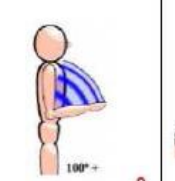
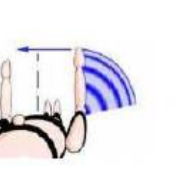
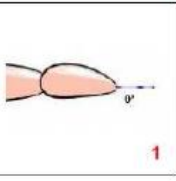
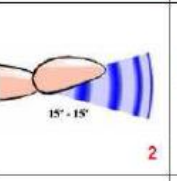
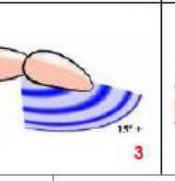
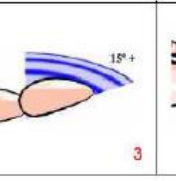
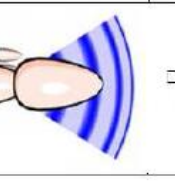
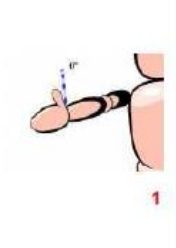
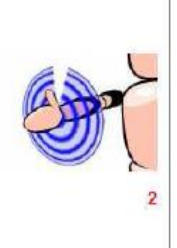
Název postupového diagramu:		EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově			Vypracovala: Štěpánka Šambergerová	
Příprava palet do linky PAOB					Datum: 20. 10. 2017	
Popis činnosti	Značka			Vzdálenost [m]	Čas činnosti [s]	Poznámky
	Činnost ○	Doprava →	Čekání Δ			
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	150	
2. Přípravení palety	○			1	30	
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			0,5	180	ohýbání, úkok i otočení v trupu (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			-	15	ohýbání
5. Označení materiálu	-	-	-	-	-	-
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	360	+ odpočinek (posazení)
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	120	
2. Přípravení palety	○			3	60	ztuhlá konstrukce - použití kladiva
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			1	200	ohýbání, úkok s otočením (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			-	10	
5. Označení materiálu	-	-	-	-	-	-
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	500	vytížený vysokozdvižný vozík
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	300	
2. Přípravení palety	○			8	130	přinesení hřebenů, 2 palety na sobě
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			5	660	4 druhy materiálu v jedné paletě (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			-	40	
5. Označení materiálu	○			6	70	sklonění ke stolu při popisování
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	600	vytížený vysokozdvižný vozík
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	50	
2. Přípravení palety	○			9	110	přinesení 4 velkých hřebenů, 2 palety na sobě
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			4	620	3 lidé
4. Upevnění palety	○			-	40	
5. Označení materiálu	-	-	-	-	-	-
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	230	



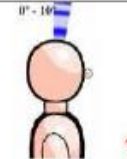
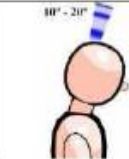
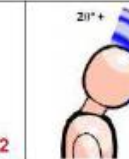
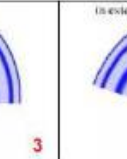




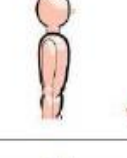
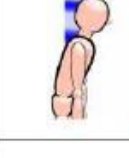
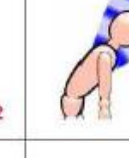
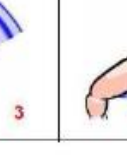


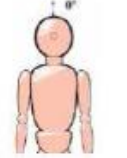


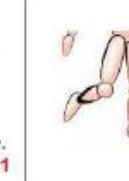
Název postupového diagram:		EvoBus Česká republika s.r.o. v Holýšově			Vypracovala: Štěpánka Šambergerová	
Příprava palet do linky PAOB					Datum: 3. 11. 2017	
Popis činnosti	Značka			Vzdálenost [m]	Čas činnosti [s]	Poznámky
	Činnost ○	Doprava →	Čekání Δ			
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	75	2 palety na sobě prázdné i s materiálem
2. Přípravení palety	○			-	-	již přivezená připravená
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			0,5	240	palety blízko u sebe a jen otáčení v trupu (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			2	40	
5. Označení materiálu	-	-	-	-	-	
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	260	
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	70	2 palety na sobě prázdné
2. Přípravení palety	○			-	-	již přivezená připravená
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			4	710	těžší díly a velká dávka (2 lidé)
4. Upevnění palety	○			3	7	
5. Označení materiálu	○			6	75	
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	210	
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	30	2 palety na sobě prázdné
2. Přípravení palety	○			1	5	
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			10	900	paletu obcházeli, aby se tolik nenahýbali do dálky (3 lidé)
4. Upevnění palety	○			4	10	
5. Označení materiálu	○			6	20	
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	590	
1. Přivezení materiálu a prázdné palety		→		-	45	
2. Přípravení palety	○			1	7	přivezená připravená + odklopení boční části
3. Přenesení dílů (+ kontrola)	○			1,5	66	ohýbání přes okraj
4. Upevnění palety	○			0,5	5	
5. Označení materiálu	-	-	-	-	-	
6. Čekání na odvezení plné a vybalené palety			Δ	-	230	

## **Příloha 2**

### **Tabulky hodnocení metody RULA**

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

Tabulka hodnocení metody RULA – pravá ruka (stejně i pro levou ruku) [20]

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

Tabulka hodnocení metody RULA – krk, trup a dolní končetiny [20]

