

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství
Studijní specializace: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ergonomie pracoviště

Autor: Alena RUMLOVÁ
Vedoucí práce: Ing. Ilona KAČEROVÁ, Ph.D.

Akademický rok 2023/2024

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Alena RUMLOVÁ
Osobní číslo:	S22B0030P
Studijní program:	B0715A270013 Strojní inženýrství
Specializace:	Průmyslové inženýrství a management
Téma práce:	Ergonomie pracoviště
Zadávací katedra:	Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

- 1 Úvod do ergonomie
- 2 Analýza současného stavu
- 3 Identifikace rizik a návrh na úpravu pracoviště
- 4 Zhodnocení nápravných opatření
- 5 Závěr

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. CHUNDELA, Lubor. Ergonomie ISBN 978-80-01-05173-3. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. 173 s.
2. SKŘEHOT, Petr A. Organizační faktor v prevenci rizik na pracovištích. Bezpečnost a hygiena práce. Wolters Kluwer ČR, a.s., 2017. č. 3, 14-22. ISSN 0006-0453 SOARES, Marcelo, M. Ergonomics in design – methods and techniques. 2019. CRC Press, 2019. ISBN 9780367356903.
3. FILO, Petr. Nové metody v ergonomii ISBN 978-80-7375-870-7. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 2013. 104 s. BUREŠ, Marek. Tvorba a optimalizace pracoviště. ISBN: 978-80-87539-32-3. 1. vyd. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ilona Kačerová, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Pavel Vránek**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2024**

L.S.

Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Iloně Kačerové Ph.D. za její čas, odborné vedení a cenné připomínky, které mi při zpracování práce poskytla.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Rumlová	Jméno Alena	
STUDIJNÍ OBOR	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kačerová, Ph.D.	Jméno Ilona	
PRACOVISŤE	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Ergonomie pracoviště		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	61	TEXTOVÁ ČÁST	61	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS	Bakalářská práce na téma ergonomie pracoviště řeší racionalizaci pracoviště z hlediska ergonomie. První část práce je věnována teoretické rešerši především v oblasti ergonomie. V praktické části práce jsou provedeny vybrané ergonomické analýzy, navrženy úpravy daného pracoviště z hlediska zlepšení celkové fyzické zátěže. V poslední řadě bylo vytvořeno porovnávání původního pracoviště a finálního pracoviště.
KLÍČOVÁ SLOVA	ergonomie, lokální svalová zátěž, pracovní místo, NV 361/2007 Sb., NV 330/2023 Sb., prostorové uspořádání, nemoci z povolání, kategorizace práce

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Rumlová	Name Alena	
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kačerová, Ph.D.	Name Ilona	
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Workplace ergonomics		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	61	TEXT PART	61	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION	<p>The bachelor thesis on workplace ergonomics deals with the rationalisation of the workplace from an ergonomic point of view. The first part of the thesis is devoted to theoretical research mainly in the field of ergonomics. In the practical part of the thesis, selected ergonomic analyses are carried out and modifications of the workplace in terms of improving the overall physical load are proposed. Lastly, comparisons were made between the original workplace and the final workplace.</p>
KEY WORDS	<p>ergonomics, local muscle strain, workplace, RULA, NV 361/2007 Coll., NV 330/2023 Coll., spatial organisation, occupational diseases, categorisation of work</p>

Obsah

Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek.....	10
Seznam zkratk	11
Úvod.....	12
1 Úvod do ergonomie.....	14
1.1 Základní přehled legislativy	15
1.2 Definice ergonomie.....	16
1.3 Rozdělení ergonomie podle IEA	16
2 Systémové pojetí ergonomie	18
3 Ruční manipulace s břemeny	20
3.1 Hygienické limity pro ruční manipulaci s břemeny	20
3.2 Tažné a tlačné síly	21
3.3 Správná manipulace s břemenem.....	21
3.4 Nemoci z povolání	22
3.4.1 Muskuloskeletální onemocnění.....	23
3.4.2 Syndrom karpálního tunelu	24
3.4.3 Onemocnění bederní páteře	24
4 Kategorizace práce	25
5 Lokální svalová zátěž.....	26
5.1 Základní pojmy	26
5.2 Základní metody a hodnocení lokální svalové zátěže.....	27
5.2.1 Posuzování nadměrnosti a jednostrannosti	28
5.2.2 Rozbor pracovních podmínek	28
5.2.3 Osobní informace u hodnocení LSZ.....	28
5.3 Hygienické limity pro lokální svalovou zátěž	28
5.4 Metodický pokyn lokální svalové zátěže	32
6 Ergonomie pracovního místa.....	33
7 Popis pracoviště	35
7.1 Analýza pracoviště	35
7.2 Hodnocení analýzy současného stavu	37
7.2.1 Výsledky lokální svalové zátěže.....	37
7.2.2 Výsledky ergonomie pracovního místa současného stavu	39
7.2.3 Výsledky celkové fyzické zátěže současného stavu.....	40

8	Návrh na nápravná opatření.....	42
8.1	Analýza navrhovaného pracoviště.....	42
8.2	Hodnocení analýzy navrhovaného stavu	43
8.2.1	Výsledky lokální svalové zátěže.....	43
8.2.2	Výsledky ergonomie pracovního místa navrhovaného stavu	45
8.2.3	Výsledky celkové fyzické zátěže navrhovaného stavu.....	48
8.3	Další návrh na zlepšení.....	49
9	Porovnávání současného a navrhovaného stavu.....	51
9.1	Lokální svalová zátěž	51
9.2	Ergonomie pracovního místa.....	51
9.3	Celkové fyzická zátěž.....	52
10	Shrnutí konečných výsledků.....	54
	Závěr.....	57
	Seznam použité literatury	59

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1-1 VĚDECKÉ DISCIPLÍNY OVLIVŇUJÍCÍ ERGONOMII [2]	15
OBRÁZEK 2-1 ERGONOMICKÝ SYSTÉM [1].....	18
OBRÁZEK 3-1 ŠPATNÉ A SPRÁVNÉ ZVEDÁNÍ BŘEMENE [6]	21
OBRÁZEK 3-2 TĚŽKÁ BŘEMENA NUTNO ZVEDAT VE VÍCE OSOBÁCH [6].....	22
OBRÁZEK 3-3 TĚŽKÁ BŘEMENA NUTNO POKLÁDAT NA NIŽŠÍ POZICE [6]	22
OBRÁZEK 6-1 PRACOVNÍ POLOHY – TRUP [9]	34
OBRÁZEK 6-2 PRACOVNÍ POLOHY – HORNÍ KONČETINY [9].....	34
OBRÁZEK 6-3 PRACOVNÍ POLOHY – KRK A HLAVA [9]	34
OBRÁZEK 7-1 LAYOUT – SOUČASNÉ PRACOVIŠTĚ [AUTOR]	36
OBRÁZEK 7-2 ODEBÍRÁNÍ PLECHŮ Z PALETY [AUTOR]	40
OBRÁZEK 8-1 LAYOUT – NAVRHOVANÉ PRACOVIŠTĚ [AUTOR]	43
OBRÁZEK 8-2 ODEBÍRÁNÍ PLECHŮ Z PLOŠINY [AUTOR].....	45
OBRÁZEK 8-3 ZAKLÁDÁNÍ DO STROJE – 5TH PERCENTIL [AUTOR]	46
OBRÁZEK 8-4 ZAKLÁDÁNÍ DO STROJE – 50TH PERCENTIL [AUTOR]	47
OBRÁZEK 8-5 ZAKLÁDÁNÍ DO STROJE – 95TH PERCENTIL [AUTOR]	47
OBRÁZEK 8-6 OTOČNÝ SLOUPOVÝ JEŘÁB [30]	49
OBRÁZEK 8-7 MOBILNÍ VAKUOVÉ RAMENO [31]	50
OBRÁZEK 9-1 ERGONOMIE PRACOVNÍHO MÍSTA [AUTOR].....	52
OBRÁZEK 9-2 OBČASNÁ A ČASTÁ MANIPULACE S BŘEMENEM [AUTOR]	52
OBRÁZEK 9-3 KUMULATIVNÍ HMOTNOST MANIPULOVANÉHO BŘEMENE	53
OBRÁZEK 10-1 NAVRHOVANÉ PRACOVIŠTĚ [AUTOR].....	54

Seznam tabulek

TABULKA 5.1 PŘÍPUSTNÉ HYGIENICKÉ LIMITY PRO CELOSMĚNOVÉ PRŮMĚRNÉ HODNOTY VYNAKLÁDANÝCH SVALOVÝCH SIL [9]	29
TABULKA 5.2 PRŮMĚRNÉ HYGIENICKÉ LIMITY PRO PRŮMĚRNÉ SMĚNOVÉ POČTY POHYBŮ RUKY A PŘEDLOKTÍ [9].....	30
TABULKA 5.3 TABULKA KOEFICIENTŮ K PŘEPOČÍTÁNÍ HYGIENICKÝCH LIMITŮ [29].....	31
TABULKA 5.4 TABULKA KOEFICIENTŮ K PŘEPOČÍTÁNÍ HYGIENICKÝCH LIMITŮ [29].....	31
TABULKA 7.1 PRŮMĚRNÁ % F_{MAX} [AUTOR].....	37
TABULKA 7.2 POČET POHYBŮ [AUTOR].....	38
TABULKA 7.3 VÝSKYT VELKÝCH SVALOVÝCH SIL [AUTOR].....	38
TABULKA 7.4 VÝSKYT NADLIMITNÍCH SVALOVÝCH SIL [AUTOR]	38
TABULKA 8.1 PRŮMĚRNÁ % F_{MAX} [AUTOR].....	44
TABULKA 8.2 POČET POHYBŮ [AUTOR].....	44
TABULKA 8.3 VÝSKYT VELKÝCH SVALOVÝCH SIL [AUTOR].....	44
TABULKA 8.4 VÝSKYT NADLIMITNÍCH SVALOVÝCH SIL [AUTOR]	45

Seznam zkratk

% F_{\max}	Procento maximální svalové síly
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Č-T-P	Člověk technika prostředí
F_{\max}	Maximální svalová síla
IEA	Mezinárodní ergonomická společnost
IEMG	Integrovaná elektromyografie
LSZ	Lokální svalová zátěž
MSD	Muskuloskeletální porucha
NV	Nařízení vlády
NzP	Nemoc z povolání
OWAS	Ovako Working posture Analysis Systém
REBA	Rychlé hodnocení celého těla
R, O, N	Ranní, odpolední, noční směna
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
SZÚ	Státní zdravotní úřad
VZV	Vysokozdvihový vozík

Úvod

Ergonomie pracoviště se stává v dnešní době stále více důležitou problematikou, neboť se s ní setkáváme všude kolem sebe. Většina pracovníků tráví v práci mnoho hodin denně a během té doby jsou vystaveni fyzické zátěži, která může vést k různým zdravotním potížím. Proto je klíčové zajistit, aby pracovní prostředí bylo ergonomicky navrženo tak, aby minimalizovalo nebezpečí úrazů a zdravotních problémů způsobených prací.

Důležitost ergonomie na pracovišti spočívá v tom, že ergonomické problémy mohou způsobit mnoho zdravotních problémů, které mohou ovlivnit pracovní výkon a zdraví pracovníků. Tyto problémy mohou být akutní, jako jsou bolesti zad a svalů, ale také chronické, jako jsou například syndrom karpálního tunelu nebo špatné držení těla, což může vést např. k osteoporóze nebo artritidě.

Zhoršení zdravotního stavu zaměstnanců způsobené neergonomickým pracovištěm může také vést k častější absenci v práci, což může mít dopad na produktivitu a výkonnost celé firmy. Ergonomicky navržené pracoviště také může vést k lepší náladě a větší spokojenosti zaměstnanců, což může přispět k vyšší motivaci a výkonu v práci.

Důraz na ergonomii pracoviště se tedy nevztahuje jen na zdravotní a bezpečnostní aspekty, ale může také přispět ke zvýšení produktivity a výkonnosti pracovníků, což má přímý vliv na celkový úspěch firmy. Navíc správně navržené pracoviště může mít pozitivní dopad na firemní kulturu a společenskou odpovědnost, což může zlepšit pověst společnosti v očích veřejnosti a potenciálních zaměstnanců.

Vzhledem k tomu, že ergonomie pracoviště přináší mnoho výhod pro zaměstnance i zaměstnavatele, je důležité zajistit, aby byla řádně implementována do každodenního pracovního prostředí. To může zahrnovat výběr ergonomického nábytku, zařízení a pomůcek, ergonomické školení pro zaměstnance, pravidelné kontroly a úpravy pracoviště a také vytvoření politiky a postupů, které podporují ergonomii pracoviště jako nedílnou součást firemní kultury.

V závěru lze konstatovat, že ergonomie pracoviště je nezbytnou součástí moderního pracovního prostředí. Správně navržené pracoviště může pomoci minimalizovat fyzickou zátěž, zlepšit zdraví a spokojenost zaměstnanců, zvýšit produktivitu a výkonnost a přispět k lepší firemní kultuře. Proto by měla být ergonomie pracoviště věnována dostatečná pozornost a implementována jako nedílná součást každé organizace, aby se zajistilo zdravé, bezpečné a efektivní pracovní prostředí pro všechny zaměstnance.

Toto téma bakalářské práce bylo zvoleno na základě aktuálnosti dané problematiky.

Předkládaná bakalářská práce pojednává o počátcích, úvodu a historii ergonomie, popisuje postavení ergonomie ve světě a její vývoj. V začátku se práce věnuje definování pojmu ergonomie a jejího rozdělení. Je vysvětleno, co znamená systémové pojetí ergonomie a kde se vyskytuje.

V následující kapitole je popsána správná manipulace s břemen a důležité zásady, které je dobré dodržovat, aby se předešlo nemoci z povolání. Je definováno, co je nemoc z povolání, jaké jsou nejčastější nemoci z povolání a jaké byly statistiky v roce 2021. Také je vysvětleno, co je syndrom karpálního tunelu, v jakých oborech se vyskytuje a jak se mu dá předcházet. Dále je popsáno onemocnění bederní páteře a kdy se jedná o nemoc z povolání.

Kapitola, která se nachází v teoretické části s názvem Lokální svalová zátěž, je jedno z nejdůležitějších témat řešených v této práci. Je zde vysvětleno, co je lokální svalová zátěž, pomocí základních pojmů. Jaké jsou metody měření lokální svalové zátěže a jak se hodnotí. Jsou vypsány hygienické limity a co je kategorizace práce a její rozdělení. Dále je vysvětleno, co je ergonomie pracovního místa a také co a jak se hodnotí.

V kapitole Popis vybraného pracoviště je představena firma, pracoviště a pracovní pozice, kde se koná měření praktické části. Následně je analyzováno současné a navrhované pracoviště. Poté je provedeno ergonomické hodnocení současného a navrhovaného stavu. V rámci bakalářské práce jsou porovnány výsledky současného a navrhovaného stavu a shrnutí konečných výsledků.

Cílem této práce je racionalizace pracoviště operátor výroby, aby v důsledku této reorganizace práce došlo ke snížení kategorie práce, a to konkrétně ze 3. kategorie do 2. kategorie práce. To bude mít za následek snížení celkových nákladů na dané pracoviště a zabránění přetěžování zaměstnanců na pracovní pozici operátor výroby.

1 Úvod do ergonomie

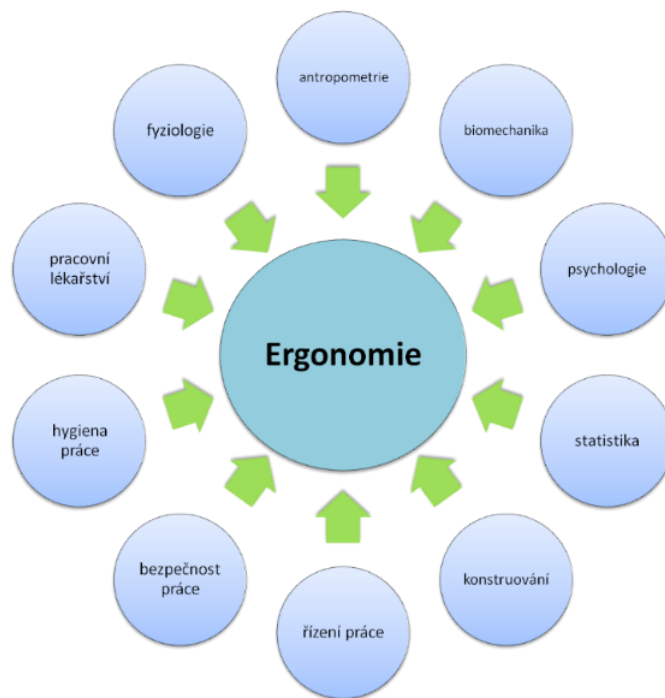
Ergonomie je vědní disciplína a jejím hlavním úkolem je zlepšovat podmínky člověka při jeho činnostech, zvyšování jeho produktivity, zlepšení pohody a přispívání k rozvoji osobnosti. Další důležitý úkol je navrhovat takové pracovní pomůcky, nářadí, stroje a jiné potřebné předměty, které budou co nejvíce napodobovat lidské pohyby, aby nezpůsobovaly žádné fyzické poškození těla. [1][3]

Ergonomie je jednou z nejmladším vědních disciplín, která se na světě objevila. Poprvé je zmiňována na konci 19. století. Ergonomie, jak ji známe dnes existuje od poloviny 20. století. Neustálý rozvoj vědy, nových technologií a metod prací, má za následek velkou nerovnováhu mezi nároky a požadavky na pracovníka. Na člověka jsou najednou kladeny nároky, na splnění norem a musí na jejich uskutečnění vynaložit velké úsilí. Výše zmíněné problémy mohou vést k únavě jak psychické, tak i fyzické, ale také k celkovému přetížení organismu a možným zdravotním potížím. [1]

Prof. Ing. Lubor Chundela, DrSc (2013, s. 7) je toho názoru, že lidé by měli opustit **mechanocentrický** přístup a přejít na **antropocentrický** přístup. Mechanocentrický přístup se jedná v případě, že je kladen důraz na návrh přístroje nebo celého pracoviště a nebere se žádný ohled na lidské limity. Oproti tomu antropocentrický přístup vychází ze schopností, dovedností a možností člověka. Respektuje všechna lidská omezení a počítá s nimi už při plánování pracoviště. [1]

Koncem 19. století, Frederic W. Taylor, který je považován za zakladatele vědeckého rozboru práce, má názor, že pro maximální pracovní výkon je nutné upravovat pracovní režimy a pracovní prostředí.[1][2]

Důležitost ergonomie spočívá právě v tom, že přichází se systémovým přístupem k řešení problematiky člověka ve výrobním procesu. Ergonomie je multidisciplinární obor, což znamená, že proniká do více oborů (viz obrázek č. 1-1) [4][3]



Obrázek 1-1 Vědecké disciplíny ovlivňující ergonomii [2]

1.1 Základní přehled legislativy

V České republice se vyskytují v rámci legislativy, a to vládní legislativa, jako zákony, nařízení vlády, vyhlášky atd., které jsou závazné a poté jsou ČSN normy, které jsou brány spíše jako doporučení. [2]

Z hlediska zákonů jsou nejdůležitější následující zákony, a to: zákon č. 258/2000 Sb., který se zabývá ochranou veřejného zdraví a zákony č. 262/2006 Sb., Zákoník práce., zákon č. 309/2007 Sb., tento zákon upravuje ochranu zdraví a další požadavky na bezpečnost při práci v pracovněprávních vztazích a také o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. [8]

Další právní normou odstupňovanou sestupně podle právní jsou nařízení vlády. Konkrétně je třeba zmínit nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Zmíněné nařízení se zabývá úpravou dalších požadavků bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti, ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. Dále je nutno zmínit nařízení vlády č. 330/2023 Sb., platné od 1.1. 2024, které upravuje hygienické limity nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [9] [29]

Po nařízeních následují dle právní síly v České legislativě vyhlášky. Mezi nejzásadnější vyhlášky z hlediska ergonomie patří vyhláška č. 107/2013 Sb. Předmětná vyhláška stanovuje podmínky a limity do zařazení kategorizace práce, limitní hodnoty ukazatelů biologických

expozičních testů. Tato vyhláška obsahuje vyhlášky zařazení do kategorizace práce pomocí např. fyzické zátěže, psychické zátěže, pracovní polohy, vibrace a hluk. [7]

Technické normy se zabírají např. ergonomií pracovního místa, ergonomií pracovních zařízení, pracovní prostředí, hodnocení fyzické a tepelné zátěže. Mezi nejzajímavější normy patří norma třídy 8335, např. ČSN EN 1005-5 Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonost člověka. [8][2]

1.2 Definice ergonomie

Pojem ergonomie je tvořeno dvěma řeckými slovy, a to „ergon“ tedy práce a „nomos“ tedy pravidlo nebo zákon. Hlavní důvod vymyšlení výše zmíněného slova byla snaha o syntetizující přístup. [4]

Ergonomie má mnoho definic mezi nejznámější patří například ta od Chundely (2013, s7), a to: *„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.“* [1]

Další definice existuje podle ČSN 614-1 2006 (83 3501), která zní: *„Ergonomie se zabývá studiem vzájemných vztahů mezi lidmi a dalšími prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady. Empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonost systému.“* [3]

Ergonomii definovala také mezinárodní ergonomická společnost (IEA) v roce 2016, a to takto: *„Ergonomie je vědecká disciplína zabývající se porozuměním interakcí mezi člověkem a jinými prvky systému a povoláním, které k navrhování používá teorii, principy, data a metody za účelem optimalizace lidské pohody a všech systémů činnosti.“* [5]

1.3 Rozdělení ergonomie podle IEA

Následující kapitola se zabývá rozdělením ergonomie na **základní** a **speciální**. Mezi základní spadá fyzická, kognitivní a organizační ergonomie. Do speciální ergonomie můžeme zařadit myoskeletální, psychosociální, participační a rehabilitační ergonomii. [4]

o Základní ergonomie

Fyzická ergonomie se zabývá tím, jaký vliv na lidské zdraví mají pracovní podmínky a pracovní prostředí. Čerpá své poznatky z anatomie, antropometrie, fyziologie, biomechaniky apod. Fyzická ergonomie řeší problematiku pracovních poloh, manipulace s břemeny, pracovní polohy, uspořádání pracovního místa a bezpečnost práce.

Kognitivní (psychická) ergonomie zkoumá psychologické hledisko pracovní činnosti, a to na percepci, paměti, usuzování apod. Součástí kognitivní ergonomii je zkoumání psychické zátěže, procesů rozhodování, dovedností a výkoností, pracovního stresu a také vzájemné působení člověk-počítač.

Organizační ergonomie se zabývá vylepšováním sociotechnických systémů. To zahrnuje i zlepšování organizační struktury, strategie a postupů. Do organizační ergonomie můžeme zařadit lidský systém, týmovou práci, vytváření pocitu komfortu, správného režimu práce a odpočinku. [4]

- **Speciální ergonomie**

Je to taková oblast ergonomie, která se zabývá již specifickými oblastmi ergonomie, viz níže.

Myoskeletální ergonomie se snaží předcházet profesně podmíněným onemocněním pohybového aparátu. Primárně řeší onemocnění páteře a horních končetin z důvodu přetížení. Pojem ergonomické onemocnění se myslí takové onemocnění, které není následkem úrazu, ale postupným, stálým vystavováním se špatnému vlivu prostředí. Zmíněná oblast je důležitá především pro rehabilitační lékaře, fyzioterapeuty a ergoterapeuty.

Psychosociální ergonomie se věnuje stresovým faktorům a psychologickým požadavkům, které se vyskytují při práci. Má za úkol eliminovat stresory. Psychosociální ergonomie je spjatá s myoskeletální ergonomií, a to z toho důvodu, že psychické problémy mohou vést k onemocnění pohybového aparátu.

Participační (účastnická) ergonomie má za úkol spoluúčasť a spolupráci zaměstnanců nebo také i managementu nebo odboru, při navrhování úpravy nového uspořádání pracoviště. Tento typ ergonomie vnikl relativně nedávno a je hojně využíván.

Rehabilitační ergonomie se zabývá technickými opatřeními, jako jsou například konstrukční změny pracovního místa, strojů, nástrojů, pracovních pomůcek. Současně musí být vhodné pro různé výkonnosti osob a musí být v harmonii s daným fyzickým a psychickým stavem. [4]

2 Systémové pojetí ergonomie

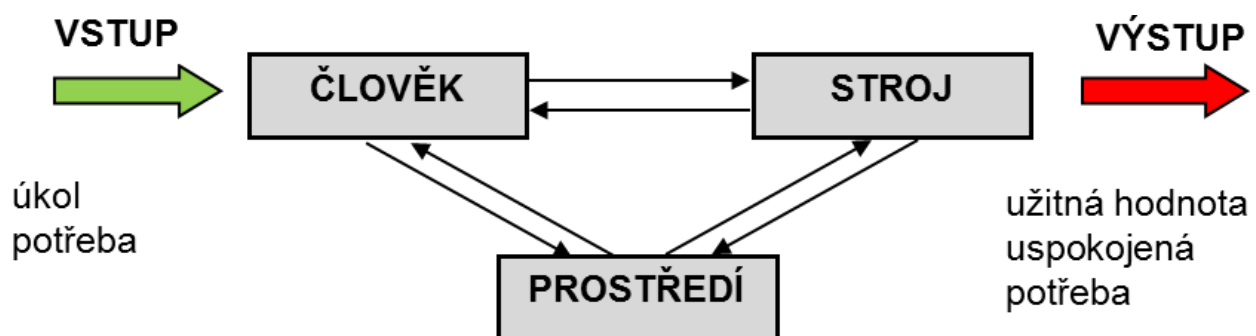
V uvedené kapitole je vysvětleno, proč je v současnosti ergonomie tak důležitá, co znamená systémové pojetí ergonomie, jaké úlohy systémová ergonomie řeší.

Jeden z hlavních důvodů, proč má ergonomie takový přínos pro společnost tkví v tom, že díky spojení člověka, techniky a prostředí se vytvoří vazby mezi nimi a vznikne zcela nový útvar s danými hodnotami a vlastnostmi, tzv. synergický efekt. [1][2]

Pro ergonomii je nutný systémový přístup k řešení. Systém můžeme definovat jako, „*Soubor několika prvků, složek, které jsou funkčně vzájemně propojeny a mezi nimi existují vazby, které umožňují, aby z daných vstupů byly dosaženy zamýšlené výstupy – výsledky, v rámci daných omezujících podmínek.*“ [1]

Ergonomický systém řeší čtyři základní typy úloh:

- **Ergonomická racionalizace** – je takový existující systém, kde známe jeho strukturu a chování. Má za úkol hledat parametry, kde je jeho chování nejvýhodnější.
- **Ergonomické modelování** – jedná se o systém, který existuje, ale neznáme jeho strukturu a na základě struktury hledáme jeho pravděpodobné chování.
- **Ergonomická analýza** – systém existuje, ale neznáme chování ani jeho strukturu. Díky experimentům zjišťujeme jeho chování a poté jeho strukturu.
- **Projekční ergonomie** – jeho systém neexistuje, ale má být tvořen tak, aby jeho struktura odpovídala požadovanému chování. [1]



Obrázek 2-1 Ergonomický systém [1]

Pro tento systém patří k nejdůležitějším vlastnostem stabilita a spolehlivost. Ergonomický systém ČTP se dá také nazvat jako dynamický, otevřený systém, kde je člověk chápán jako rozhodující, limitující složka systému. [1][2]

Je velmi žádoucí, aby při návrhu výrobního systému úzce spolupracovali pracovníci logistiky, technologové a ergonomové. A to především z důvodu vzniku nejlepšího možného uspořádání výrobního systému, který bere ohled na všechny důležité aspekty.[1]

3 Ruční manipulace s břemeny

Tato kapitola se bude zabývat ruční manipulací s břemeny. Vysvětlí, čeho se týká, jaké jsou hygienické limity. Správná manipulace s břemeny je velmi důležitá, a to zejména z důvodu zabránění vzniku rizika úrazů a nemoci z povolání. Charakterizuje nemoci z povolání, jejich příčiny, jaké příčiny jsou nejčastější a jak se jim dá částečně předcházet.

Ruční manipulací s břemeny upravuje Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a také Nařízení vlády č. 303/3023 Sb., kterým je dána ochrana zdraví při práci. Definici ruční manipulace obsahuje § 28, který zní: „*Ruční manipulací s břemenem se rozumí přepravování nebo nošení břemene jedním nebo současně více zaměstnanci včetně jeho zvedání, pokládání, strkání, tahání, posunování nebo přemisťování, při kterém v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek může dojít k poškození páteře zaměstnance nebo onemocnění z jednostranné nadměrné zátěže. Za ruční manipulaci s břemenem se pokládá též zvedání a přenášení živého břemene.*“ [11][20]

3.1 Hygienické limity pro ruční manipulaci s břemeny

V současnosti je ruční manipulace s břemeny jedno z nejvíce řešených témat ergonomické optimalizace pracovišť, a to z důvodu, že až 50 % poškození páteře má na svědomí nesprávná manipulace s břemeny. Hlavní důvod, proč firmy začaly řešit správnou manipulaci s břemeny je ten, že chtějí, aby zaměstnanci předcházeli riziku nemoci z povolání nebo pracovním úrazům.

Abychom zcela pochopili hmotnostní pojmy, musíme porozumět určitým termínům. **Občasné zvedání a přenášení břemen** se rozumí taková práce, která nesmí celkově překročit 30 min/směnu, práce musí být přerušovaná. **Časté zvedání a přenášení břemen** je práce, která se naopak musí vykonávat celkově kratší dobu než 30 min/směnu. **Kumulativní přípustná hmotnost** je taková hmotnost, kterou člověk nasbírání za celou směnu.

Pro muže je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemena, které je přenášené a občasné zvedané 50 kg, při častém zvedání a přenášení je to 30 kg a při práci v sedě je limit 5 kg. Celosměnová kumulativní přípustná hmotnost je 10 000 kg v době výkonu, která trvá 480 minut. Dobou výkonu je myšleno čistý čas práce + bezpečnostní přestávky.

Pro ženy je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemena, které je přenášené a občasné zvedané 20 kg, při častém zvedání a přenášení je to 15 kg a při práci v sedě je limit 3 kg. Celosměnová kumulativní hmotnost je 6 500 kg v době výkonu, která trvá 480 minut. [11]

3.2 Tažné a tlačné síly

V NV není jasně psáno, jak mohou být těžká břemena, které se převáží na vozíku. Při převážení těchto břemen velmi záleží na terénu, po kterém se vozík táhne nebo tlačí a také na podmínkách manipulace.

Dovolený hygienický limit pro tlačné a tažné síly s břemenem pomocí jednoduchého bezmotorového prostředku je následující:

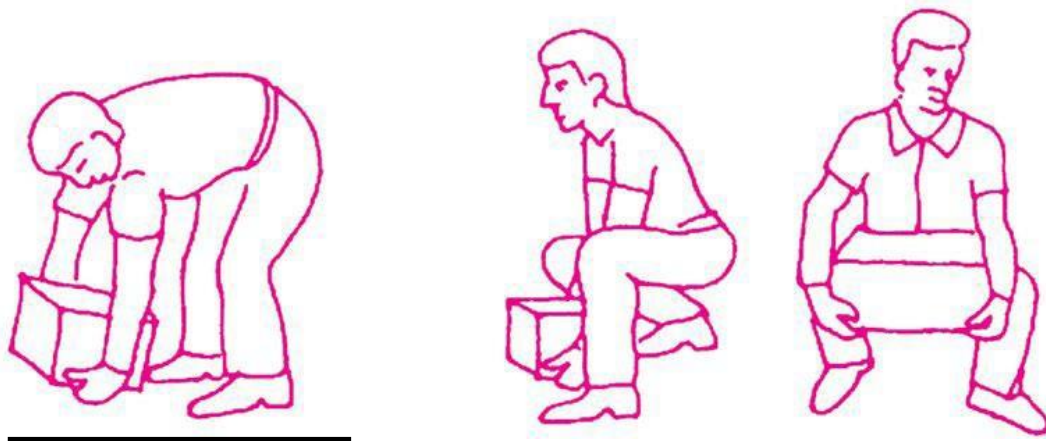
- Pro muže tlačné 310 N a tažné 280 N
- Pro ženy tlačné 250 N a tažné 220 N [11]

3.3 Správná manipulace s břemenem

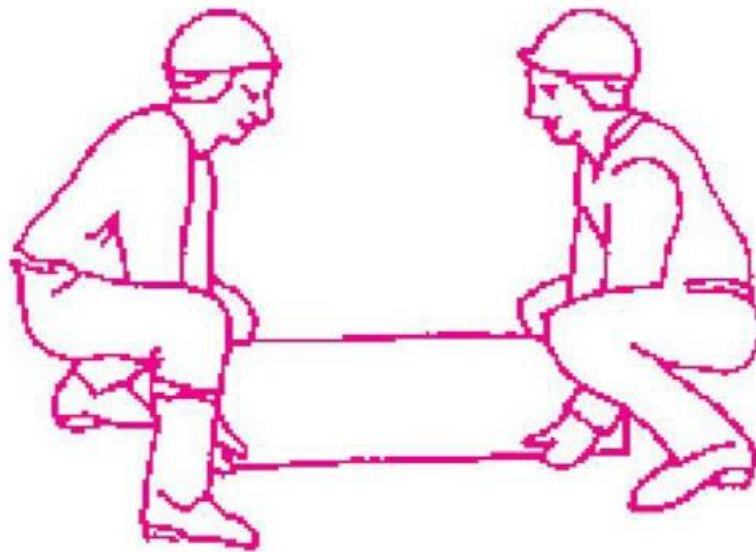
Správná manipulace je velmi důležitá z hlediska předcházení zdravotních problémů, jak již bylo výše zmíněno. Nejdůležitější zásady, jak správně manipulovat s břemeny jsou:

- způsob manipulace s břemenem musí být vždy upraven dle typu břemene,
- je nutné předem znát, jestli se bude břemeno zvedat, tahat, tlačit apod,
- znát správnou techniku při manipulaci s břemenem viz obrázky,
- dopředu vědět cestu, kudy se břemeno bude přepravovat,
- pokud je břemeno moc těžké, využít nějaký pomocný nástroj nebo dalšího pracovníka,
- předem si připravit prostor, kam se břemeno umístí. [20]

Viz níže příklady správné manipulace s břemeny:



Obrázek 3-1 Špatné a správné zvedání břemene [6]



Obrázek 3-2 Těžká břemena nutno zvedat ve více osobách [6]



Obrázek 3-3 Těžká břemena nutno pokládat na nižší pozice [6]

3.4 Nemoci z povolání

V současné době platí vládní nařízení č. 290/1995 Sb., které stanovuje seznam nemocí z povolání. Od 1. 1. 2023 nabývá v platnost nové vládní nařízení č. 506/2021 Sb. [16]

V novém vládním nařízení bude do seznamu nemocí z povolání spadat také těžké poškození bederní páteře. Takový typ onemocnění se vyskytuje nejvíce u pracovníků ve stavebnictví,

u transportu těžkých nákladů nebo u zdravotníků. Aby onemocnění bederní páteře bylo uznané, jako nemoc z povolání musí být splněná všechna kritéria. [22]

Těmito kritérii jsou: „*Nemoci z povolání jsou nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů, pokud vznikly za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání. Nemoci z povolání se rozumí též akutní otrava vznikající nepříznivým působením chemických látek.*“ (NV § 1 č. 290/1995) [14]

Je důležité se také zabývat otázkou příčin vzniku nemoci z povolání mezi nejčastější činitele, které mají za příčinu nemoc z povolání patří: nadměrné jednostranné přetěžování, vibrace, prach s obsahem volného krystalického oxidu křemičitého a biologické i chemické faktory, které mají na svědomí onemocnění kůže. [15]

Podle výše psaného vládního nařízení rozdělujeme nemoci z povolání takto:

- Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami,
- Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory,
- Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobříšnice,
- Nemoci z povolání kožní,
- Nemoci z povolání ostatní, způsobené ostatními faktory a činiteli. [17]

Podle statistiky z Národního registru nemocí z povolání se v České republice v roce 2021 vyskytla nemoc z povolání celkem u 5 890 pracovníků (1 249 mužů a 4 641 žen). Z toho bylo hlášeno celkem 6 043 profesních onemocnění, a z toho bylo 5991 nemocí z povolání a 52 ohrožení nemocí z povolání. Oproti předchozímu roku došlo k velkému nárůstu, a to z důvodu, výskytu epidemie COVID-19. Data dále ukazují, že u 141 osob bylo prokázána více než jedna nemoc z povolání. Nejčastěji se jednalo o kombinaci syndromu karpálního tunelu na pravé a levé ruce (48 případů). [23]

Nyní je nejčastější nemocí z povolání syndrom karpálního tunelu z přetěžování. Dá se očekávat, že v budoucnu se poměr nemocí bude měnit, a že se na přední příčky dostaneme i onemocnění bederní páteře vzniklé z přetěžování, které bude nově na seznamu nemocí z povolání od 1. ledna 2023. [23]

3.4.1 Muskuloskeletální onemocnění

Muskuloskeletální onemocnění neboli MSD znamená onemocnění podpůrně – pohybového aparátu. Výše zmíněné onemocnění vzniká z důvodu velkého přetěžování svalově – kosterní

soustavy. V dnešní době je právě MSD velice časté onemocnění z povolání, nejen v České republice ale i v celé Evropě. Více jak polovina MSD onemocnění je způsobena dlouhodobě nadměrným a jednostranným přetěžováním končetin. V České republice bylo v roce 2021 hlášeno celkem 349 nemocí z povolání způsobené fyzikálními faktory. Z toho bylo 103 případů nemocí z vibrací a 233 nemocí z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování.[3] [23]

Hlavní příznaky MSD jsou například svalová únava, brnění nebo znecitlivění prstů na nohou nebo rukou, omezený pohyb v hraničních polohách a bolesti zad v oblasti páteře. [3]

3.4.2 Syndrom karpálního tunelu

Jedná se o nejčastější nemoc z povolání v České republice a vzniká z důvodu přetěžování a vibrací. Je způsoben útlakem středového nervu, který se vyskytuje v zápěstí. V zápěstí se nachází karpální tunel, kterým prochází šlachy ohybačů a středový nerv. Působením nepřírodního tlaku může vzniknout zánět a poškození středového nervu. Syndrom karpálního tunelu se objevuje 3x častěji u žen než u mužů. Výše zmíněný syndrom se projevuje brněním nebo mravenčením ruky, bolestí v prstech, zhoršenou motorikou, ranními otoky nebo ztuhlostí. [18]

Syndrom karpálního tunelu vzniká u lidí, kteří vykonávají činnost vyžadující opakované používání prstů. Dochází k nadměrnému, dlouhodobému a stereotypnímu přetěžování ruky nebo zápěstí. [4]

Hovoří-li se o předmětné problematice, tak je důležité také se zabývat otázkou prevence onemocnění karpálního tunelu – snížení síly a uvolnění sevření, krátké a časté přestávky, lepší postoj těla, změna počítačové myši, fyzioterapie. [3][18]

3.4.3 Onemocnění bederní páteře

Výše zmíněné onemocnění platí od 1. 1. 2023. Týká se to především pracovníků, kteří při práci opakovaně a často zvedají břemena. Další faktorem ke zvýšenému riziku vzniku onemocnění bederní páteře patří pravidelné a časté zaujímání nepříjemných pracovních poloh. Jedná se o práce jak ve stavebnictví, tak také ve zdravotnictví, kdy dochází ke zvedání těžkého břemene. Kritéria pro uznání onemocnění bederní páteře, jako nemoc z povolání, jsou velmi přísná, předpokládá se, že se bude jednat o nízké desítky případů za rok. Přesto umístění výše zmíněné nemoci na seznam nemocí z povolání je velmi důležité, a to především kvůli preventivním opatřením. [28]

4 Kategorizace práce

V kapitole Kategorizace práce si vysvětlíme, podle jakých kritérií se rozdělují pracoviště do určitých kategorií. Kategorizace práce je hlavní pomůcka, k určování rizikovosti práce z hlediska zdraví zaměstnanců. Povinnost kategorizace je dána dle § 37, ze zákona č. 258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví a vyhlášky č. 432/2003 Sb., která nám udává podmínky pro zařazování prací do kategorií a další náležitosti. [14]

Vyhláška č. 432/2003 Sb., nám rozděluje práce do 4 kategorií, kritérium jsou rizikové faktory.

- **1. Kategorie** – je taková práce, při které se nevyskytuje žádný negativní vliv na zdraví. Patří sem většina administrativních zaměstnání.
- **2. Kategorie** – jedná se takové práce, při kterých se vyskytuje negativní vliv na zdraví jen ve výjimečných případech. Nesmí to být práce, ve kterých dochází k trvalému překročení hygienických limitů a další parametry, které definují zařazení do 2. kategorie.
- **3. Kategorie** – je taková práce, kde dochází ke stálým překročením hygienických limitů a také práce, kde jsou splněny další parametry pro zařazení do 3. kategorie. K ochraně zaměstnanců by se měla používat ochranná obuv a oděv, ochrana očí a sluchu, je-li potřeba a další ochranné pomůcky. Musí zde být zařazeny bezpečnostní přestávky a pracovně-lékařské prohlídky.
- **4. Kategorie** – je taková práce, kde je velké riziko ohrožení zdraví. Může dojít k ohrožení zdraví i za využívání ochranných a bezpečnostních pomůcek. [19]

5 Lokální svalová zátěž

Tato kapitola je důležitá hlediska zpracování bakalářské práce. Bude z ní čerpáno v praktické části, z toho důvodu je třeba vysvětlit legislativu a definovat hlavní pojmy. Bude řečeno, jaké metody k měření se mohou použít, a jaké jsou hygienické limity. Jak probíhá celé měření lokální svalové zátěže a jaké zařízení je potřeba.

Lokální svalová zátěž vychází z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které již bylo zmíněno dříve a zabývá se podmínkami ochrany zdraví při práci. Dále vychází z Nařízení vlády č. 330/2023 Sb., které mění hygienické limity Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [9] [29]

Lokální svalovou zátěž lze vysvětlit jako: zátěž malých svalových skupin, které se zatěžují při vykonávání práce končetinami. K přepínání malých svalových skupin končetin lokální svalovou zátěží dochází nejvíce při dlouhodobých stereotypních činnostech. Díl nebo výrobek má většinou malou hmotnost a z toho důvodu dochází k malému namáhání svalových sil. Z toho plyne, že na první pohled nemusí působit jako přetěžující zátěž. S tímto problémem se setkáváme velmi často například u výrobních linek montážních závodů. U montážních výrobních linek se často vykonávají stejné operace ve vynuceném intenzivním tempu, nutném ke splnění norem. Mezi další riziková zaměstnání patří například pokladní v supermarketech, kovoobráběči, svářeči, pracovníci cívkáren a další profese s velkým počtem opakování jednoduchých pohybů rukou. [9][12]

Ženy disponují o třetinu menší fyzickou silou než muži. Je vědecky dokázáno, že v 25 letech mají lidé největší fyzickou sílu. Poté se síla postupně snižuje, a to o 2,5 % každých pět let. To se děje až do 45 let věku, následně fyzická síla klesá o 5 % každých pět let. [12] [10]

5.1 Základní pojmy

- **Maximální svalová síla (F_{\max})** jedná se o maximální sílu, kterou je schopen jedinec dosáhnout při vyvinutí maximální snahy, a to v průběhu jedné kontrakce. Uvádí se ve fyzikálních jednotkách [N].
- **Procento maximální svalové síly ($\%F_{\max}$)** udává podíl vynaložené síly, kterou jedinec vynaloží k provedení určité činnosti, z celkové maximální svalové síly. F_{\max} odpovídá 100 %.
- **Průměrná svalová síla ($\%F_{\max}$)** je časově vázaná z průměru celé směny z $\%F_{\max}$.
- **Doba výkonu práce** je myšleno jako součet čistého času práce a bezpečnostních

přestávek.

- Při dynamické svalové práci dominuje isotonická kontrakce daných svalových skupin. Vynakládaná síla je kratší než 3 sekundy a poté musí být vystřídaná relaxací.
- Při statické svalové práci dominuje izometrická kontrakce daných svalových skupin, jedná se o kontrakce, které trvají déle než 3 sekundy.
- Kritérium dlouhodobosti je taková doba, která vylučuje poškození z důvodu úrazového mechanismu.
- Kritéria jednostrannosti a nadměrnosti musí být vždy hodnoceny dohromady a udávají nám podíl vynakládaných svalových sil k jejich celkovému časovému průběhu a z pohledu zátěže stejných anatomických struktur. [12][13] [29]

Je třeba se také zabývat srdeční frekvencí, jelikož u statické práce je vyšší než u dynamické. Proto by se při statické zátěži měly zařadit pravidelné přestávky. Tyto přestávky navrátí srdeční frekvenci na ustálenou úroveň. [12]

5.2 Základní metody a hodnocení lokální svalové zátěže

- **Tenzometrická a výpočtová metoda** – vychází z absolutních hodnot vynakládané svalové síly. Poté naměřené hodnoty porovnáme z tabulkovými hodnotami nebo naměřenou hodnotou maximální svalové síly (F_{max}), která je upravená na věk a pohlaví. Výsledkem je pak procento maximální svalové síly ($\%F_{max}$). [12]
- **Metoda integrované elektromyografie** – jedná se dosud o nejpřesnější metodu na měření lokální svalové zátěže. Výše zmíněná metoda je zaměřená na snímání elektrofyziologických potenciálů, které vytvářejí sledované svalové skupiny. Současně se provádí detailní časový snímek (hodnocení časových charakteristik práce) a video záznam k určení přesného počtu pohybů. [12]

V rámci vyhodnocování úrovně lokální svalové zátěže musíme sledovat řadu kritérií, které spolu vzájemně souvisejí. Nejdůležitější kritéria jsou nadměrnost, jednostrannost a dlouhodobost. Tyto kritéria jsou níže vysvětlena. [13]

Před každým měřením musí být předem známé osoby, které budou měřeny. Určení jedinci musí být zapracováni (práce na hodnocené pozici v délce minimálně 3 měsíce). Pro měření za účelem kategorizace práce je nutné provádět měření na 2 zapracovaných osobách. Jedinci musejí být stejného pohlaví a konstitučně podobní. Když se na pracovišti vyskytují muži a ženy, mělo by

se měření provádět na ženách. Pro šetření nemoci z povolání je měření prováděno na náhradní osobě, která konstitučně odpovídá šetřenému pacientovi. [12][13]

5.2.1 Posuzování nadměrnosti a jednostrannosti

Kritéria pro posouzení nadměrnosti a jednostrannosti jsou:

- velikost svalové síly,
- doba trvání práce,
- pracovní poloha těla, polohy končetin a rozsahu pohybů při vynakládání svalové síly v určitém směru, střídání pracovních pohybů při pracovních úkonech,
- operace z hlediska zatěžování stejných či různých svalových skupin,
- střídání pracovních operací v průběhu pracovní doby nebo v jednotlivých měsících během roku,
- četnost opakování pracovních pohybů se zapojení stejných svalových skupin v průběhu časové jednotky, pracovní doby. [9]

5.2.2 Rozbor pracovních podmínek

Hodnocení lokální svalové zátěže by vždy mělo obsahovat popis práce a sledování faktoru práce, režim práce a sledování odpočinku v průběhu vykonávání práce, rozbor režimu práce jednotlivých pracovních operací, délka trvání úkonů, doby odpočinku, hodnocení plnění norem, nárazovost práce, výskyt velké silové zátěže, poměr zátěže u sledovaných jednotlivých svalových skupin, zaujímání nefyziologických pracovních poloh, poloha ovládacích zařízení nebo náradí, používané pracovní nástroje a náradí, používaný materiál. [13][9][12]

5.2.3 Osobní informace u hodnocení LSZ

- Zda se v průběhu práce nepřesahují svalové síly krátkodobé limitní hodnoty (v F_{max}).
- Zda nepřekračuje limitní hodnoty pro celosměnový časově vážený průměr vynakládaných svalových sil. Celosměnová četnost pohybů v průměrné osmihodinové pracovní době v závislosti na průměrné směnové časově vázané hodnotě vynakládaných svalových sil nesmí přesáhnout určené limitní hodnoty. [9]

5.3 Hygienické limity pro lokální svalovou zátěž

„Hygienickými limity lokální svalové zátěže se rozumějí hodnoty vynakládaných svalových sil, hodnoty směnových počtů pohybů ruky a předloktí vztažené k průměrné směnové časově vážené hodnotě vynakládaných svalových sil a hodnoty průměrných minutových počtů pohybů

drobných svalů rukou a prstů v průměrné osmihodinové směně.“ (§ 25 odst. 2 NV č. 361/2007 Sb.) [9]

Přípustné hygienické limity určené pro průměrnou směnu časově vázané hodnoty vynakládaných svalových sil, které se udávají v procentech maximální svalové síly (% F_{max}) jsou napsány níže v Tabulce číslo 1. Statická a dynamická síla je vysvětlena výše v kapitole Lokální svalová zátěž – základní pojmy.

Práce, kde převažuje statické zatížení, je taková, kde se statické operace prováděly déle než 4 hodiny z průměrné osmihodinové směny. [12]

Tabulka 5.1 Přípustné hygienické limity pro celosměnové průměrné hodnoty vynakládaných svalových sil [9]

Přípustné hygienické limity pro celosměnové průměrné hodnoty vynakládaných svalových sil vyjádřené v % F_{max} pro muže a ženy s převahou:	
dynamické složky	statické složky
30%	10%
Přípustné hygienické limity pro použitou svalovou sílu vyjádřenou v % F_{max} jako pravidelnou součást výkonu práce při práci s převahou:	
dynamické složky	statické složky
70%	45%

Počet pohybů pro průměrný hygienický limit u vynakládaných svalových sil, které jsou v rozsahu 55 % - 70 % F_{max} , a kde je práce převážně dynamické části je 600krát za průměrnou osmihodinovou směnu.

Další velmi důležitá složka při hodnocení zátěže je četnost pohybů. Hygienický limit pro průměrné směnové počty pohybů ruky a předloktí v průměrné osmihodinové směně jsou dány v Tabulce číslo 2. Zmíněná tabulka také uvádí průměrný minutový počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu ve vztahu k určeným % F_{max} v rozmezí 7 % - 53 %. [12]

Tabulka 5.2 Průměrné hygienické limity pro průměrné směnové počty pohybů ruky a předloktí [9]

Průměrné hygienické limity pro průměrné směnové počty pohybů ruky a předloktí v průměrné osmihodinové směně vztažené na celosměnově průměrnou hodnotu % Fmax		
%	Průměrný počet pohybů za průměrnou 8hodinovou směnu	Průměrný minutový počet pohybů za průměrnou 8hodinovou směnu
Fmax		
7	27 600	58
8	24 300	51
9	21 800	44
10	19 800	41
11	18 100	37
12	16 700	34
13	15 200	32
14	14 400	29
15	13 500	29
16	12 700	26
17	12 000	25
18	11 400	24
19	10 900	23
20	10 400	22
21	10 000	21
22	9 600	20
23	9 300	19
24	9 000	19
25	8 700	18
26	8 400	18
27	8 100	17
28	7 800	17
29	7 500	16
30	7 200	15
31	6 900	15
32	6 600	14
33	6 300	14
34	6 000	13
35	5 800	12

Z výše zmíněné tabulky lze vyvodit, že hodnota limitů pro průměrný počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu klesá s růstem celosměnové průměrné hodnoty $\%F_{\max}$.

Jedná se o zkrácenou verzi tabulky z nařízení vlády 361/2007 Sbírky. [9]

Nově platné Nařízení vlády č. 330/2023 Sb., mění hygienické limity Nařízení vlády č. 360/2007 Sb., a to následujícím způsobem. Hygienické limity z předchozího nařízení vlády se nyní přepočítávají pomocí koeficientu. A nepočítá se s průměrnou pracovní směnou, ale s dobou výkonu práce, která jak již bylo výše zmíněno znamená součet čistého času práce a bezpečnostních přestávek. Tabulka koeficientů je znázorněna níže. [29]

Tabulka 5.3 Tabulka koeficientů k přepočítání hygienických limitů [29]

Doba výkonu práce [min]	Limitní hodnota [%]	Koeficient přepočtu
450-479	2,5	0,975
420-449	5	0,95
390-419	7,5	0,925
360-389	10	0,9
330-359	12,5	0,875
300-329	15	0,85
270-299	17,5	0,825
240-269	20	0,8

Tabulka 5.4 Tabulka koeficientů k přepočítání hygienických limitů [29]

Doba výkonu práce [min]	Limitní hodnota [%]	Koeficient přepočtu
481-509	2,5	1,025
510-539	5	1,05
540-569	7,5	1,075
570-599	10	1,1
600-629	12,5	1,125
630-659	15	1,15
660-689	17,5	1,175
>689	20	1,2

Hygienický limit pro delší než osmihodinovou směnu:

V práci, kde je směna delší než osmihodinová, odpovídá hodnota navýšení průměrného hygienického limitu v procentech reálné době výkonu práce. [9]

U dvanáctihodinové směny nesmí být průměrný celosměnový počet vynakládaných svalových sil v rozsahu 55 % - 70 % F_{\max} a průměrné směnové hodnoty počtu pohybů ruky a předloktí nesmí být větší o více než 20 %. Procentuální navýšení průměrného hygienického limitu je

5 % za každou hodinu nad osmihodinovou směnu. Navýšení je hodnoceno vždy podle konkrétní délky činnosti. [9]

5.4 Metodický pokyn lokální svalové zátěže

Celý metodický pokyn je zpracovaný ve věstníku ministerstva zdravotnictví [24], kde je dopodrobna a krok za krokem vysvětleno, jak se správně provádí měření lokální svalové zátěže. Je zapotřebí zmínit nejdůležitější body.

Podmínky měření – pro měření LSZ u práce, která je různorodá, se musí zvolit hlavní činnosti a činnosti, které jsou nejnáročnější z hlediska horních svalových končetin. Musíme znát procentuální a časové rozložení činností ve směně. Pokud se vyskytuje se na pracovišti rotace pracovníků, musí být změřeny a všechna stanoviště.

Standardní pracovní postup pro provádění měření – předloktí se musí odmastit pomocí abrazivní pasty, poté se na skupiny měřených svalů flexorů a extenzorů nalepí elektrody, vždy po dvou elektrodách. Poslední elektroda se používá k uzemnění a lepí se na loket nebo zápěstí.

Stanovení F_{max} – po zapnutí přístroje musíme určit maximální svalovou sílu svalových skupin flexorů a extenzorů na předloktí.

Průběh měření – začíná po naměření hodnot F_{max} a seřízení přístroje. V rámci měření si vedeme záznam pracovní činnosti a popis základních poloh. Dále je zapotřebí vést záznam o počtu pohybů rukou a předloktí. Protokol musí obsahovat počty pohybů jednotlivých operací.

Doba měření – u práce, kde jeden cyklus nepřesahuje 2 minuty, je doba měření LSZ 20 minut. Tam kde jeden cyklus přesahuje 2 minuty, a současně při provádění více činností, by měla být doba měření minimálně 40 minut.

Přepočet výsledků měření dle pohlaví – přepočet výsledků mezi mužem a ženou není možný z důvodu velmi rozdílné fyziologie.

Posuzování a interpretace výsledků – v rámci posuzování a interpretace výsledků nás zajímá, zda byly nebo nebyly překročeny hygienické limity pro lokální svalovou zátěž u jednotlivých sledovaných svalových skupin předloktí a rukou. Vycházíme z platné legislativy. Výsledky hodnotíme ke kategorizaci práce a jsou zaokrouhlovány na celá čísla. [24]

6 Ergonomie pracovního místa

V kapitole ergonomie pracovního místa si v rámci bakalářské práce popíšeme, o co se z hlediska legislativy a norem opírá. Co je ergonomie pracovního místa, jaké jsou hodnotící parametry.

Ergonomie pracovního místa vychází z:

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.,
- Nařízení vlády č. 330/2023 Sb.,
- ČSN EN 1005-4:2005 - Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů,
- ČSN EN 1005-5:2007 - Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 5: Posuzování rizika velmi opakované. [9]

V rámci hodnocení pracovní polohy a pohybů existují tři možné stupně hodnocení:

- **Přijatelné** – Nízké nebo zanedbatelné zdravotní riziko pro téměř všechny zdravé dospělé osoby. Není potřeba žádná úprava.
- **Podmíněně přijatelné** – Existuje zvýšené zdravotní riziko pro celou skupinu pracovníků nebo její část. Riziko, spolu se souvisejícími rizikovými faktory, se musí analyzovat a co nejdříve snížit, Není-li to možné, tak se musí přijmout jiná vhodná opatření. Například zajistit přijatelnost použití strojního zařízení odpovídajícími provozními pokyny.
- **Nepřijatelné** – Zdravotní riziko je nepřijatelné pro jakoukoliv skupinu pracovníků. Je nutná rekonstrukce návrhu vedoucí ke zlepšení pracovního prostoru. [9]

V nepřijatelné pracovní poloze může pracovník strávit maximálně **30 minut** za dobu výkonu práce, která trvá 480 minut. V podmíněně přijatelné pracovní poloze je maximální doba **160 minut** za dobu výkonu práce, která trvá 480 minut, kterou pracovník v této poloze může strávit. Doba trvání jednotlivých podmíněně přijatelných pracovních poloh nesmí být delší než 1-8 minut, v závislosti na typu polohy a frekvenci pohybů. Limity pro nepřijatelnou a podmíněně přijatelnou pracovní polohu se také přepočítávají podle koeficientu, který je výše znázorněn v tabulce.

Práce, která u podmíněně přijatelných nebo nepřijatelných poloh překračuje dané hygienické limity, musí obsahovat bezpečnostní přestávky, trvající 5 až 10 minut každé 2 hodiny. Další řešení, jak ulevit pracovníkům je, že pracovníkovi zajistí střídání činností nebo se zvýší počet zaměstnanců a může se na pracovišti rotovat zaměstnanců. Jiná činnost, ale musí být lehčího rázu a nesmí se zde vyskytovat pracovní polohy, které už u původní činnosti překračují hygienické

limity. [9] [29]

Rozdělení pracovních poloh na přijatelnou, podmíněně přijatelnou a nepřijatelnou podle daných úhlů u jednotlivých částech těla je znázorněna na obrázcích níže.

Část těla	Poloha	Přijatelná	Podmíněně přijatelná	Nepřijatelná
Trup	Předklon	0°- 40°	40°- 60°	60° a více
	Záklon			0° a méně
	Úklon	0°- 20°	20° a více	20° a více
	Otáčení	0°- 20°	20° a více	20° a více

Obrázek 6-1 Pracovní polohy – trup [9]

Část těla	Poloha	Přijatelná	Podmíněně přijatelná	Nepřijatelná
Ramena	Poloha paží - flexe	0°- 40°	40°- 60°	60° a více
				0° a méně - extenze
	Poloha paží - abdukce	0°- 40°	40°- 60°	60° a více
				0° a méně - abdukce

Obrázek 6-2 Pracovní polohy – horní končetiny [9]

Část těla	Poloha	Přijatelná	Podmíněně přijatelná	Nepřijatelná
Trup	Úklon	0°- 15°	15° a více	15° a více
	Rotace	0°- 15°	15° a více	15° a více
	Předklon	0°- 25°	25° - 40° a více	40° a více
	Záklon	0°	0° - 15°	0° - 15°

Obrázek 6-3 Pracovní polohy – krk a hlava [9]

Jedna z možností, jak v současné době změřit pracovní polohy, je pomocí biomechanické analýzy, která přináší sofistikovanější řešení dané problematiky a lze jej taktéž využít ve fázi vývoje pracoviště a pracovního procesu.

○ Ergonomický software Tecnomatic JACK

Jedná se software, který vyvinula firma Siemens. Výše zmíněný software představuje ergonomický pohled na lidskou práci. Tecnomatic Jack dokáže simulovat činnost pracovníka ve vámi navrženém pracovišti. Parametry Jacka si lze nastavit tak, aby odpovídaly reálnému pracovníkovi nebo je zde možné nasimulovat extrémní parametry pracovníků, aby se počítalo s pracovníky, kteří teprve můžou přijít. A díky tomu by bylo ergonomicky přizpůsobené i jim. Díky tomu můžeme vyhodnocovat pracovní polohy z hlediska ergonomie. Do programu Jack můžeme nahrát prvky i z jiných CAD systému a tím simulovat reálné pracoviště. V pracovním prostředí lze se všemi prvky pohybovat a vytvářet tak vhodnější pracovní prostředí z hlediska pracovních poloh. [25]

7 Popis pracoviště

Následující kapitola popisuje vybrané pracoviště, které bylo v rámci bakalářské práce analyzováno. Bakalářská práce se zaměřila na analýzu pracoviště před navrhovanými změnami a následně po zavedených změnách, které mají za účel vylepšení dané pracovní pozice z hlediska ergonomie pracovního místa. Následně bude popsána náplň práce pracovníka před a po zavedené racionalizaci.

V rámci bakalářské práce bylo prováděno měření ve firmě, která se zabývá výrobou, obráběním a dalším zpracováním hliníkových a nerezových plechů do automobilového, leteckého a zpracovatelského průmyslu.

V rámci bakalářské práce bylo prováděno měření v průmyslovém podniku ve středočeském kraji. Měřený pracovník byl na pozici operátor ohraňovacího lisu. Práce je vykonávána v třísměnném provozu (R, O, N). Pracovníci pracují v 8hodinových směnách. K dispozici mají 30minutovou přestávku na oběd a 3x15minutovou bezpečnostní přestávku z důvodu zařazení pracoviště do 3. kategorie práce. První bezpečnostní přestávka musí být po 2 hodinách od započetí práce a poslední musí být nejpozději 1 hodinu před ukončení pracovní směny. Pracovní směna trvá 480 minut, čistého času 405 minut. Na pracovní pozici operátor ohraňovacího lisu pracují pouze muži. Práce byla změřena na zapracovaném muži, který na pozici operátor výroby pracuje 8 let.

V následujících podkapitolách bude využíván ergonomický software Technomatic JACK, který byl popsán v kapitole, která se nachází v teoretické části. V rámci bakalářské práce byly vytvořeny varianty rozložení pracoviště, které se následně změřily a porovnaly. Pro ergonomickou analýzu stávajícího a navrhovaného stavu byl využit software Technomatic Jack, za účelem správného rozvržení pracoviště z hlediska ergonomie a bezpečnosti práce.

7.1 Analýza pracoviště

V rámci bakalářské práce se navštívila výše zmíněná firma, za účelem racionalizovat daného pracoviště z důvodu snížení rizika nemocí z povolání především kvůli onemocnění bederní páteře., které je od 1. 1. 2023 zařazeno do seznamu nemocí z povolání. V rámci projektu firma vyčlenila rozpočet 150 000 Kč na nákup nového vybavení na 1 pracoviště. [26]

Jedná se o velkou halu 100 x 50 metrů, kde se nachází 2 pracoviště ohraňovacích lisů. Pracovník se pohybuje po hale pomocí vysokozdvizného vozíku, dále jen VZV, který používá na zavážení materiálu. Mezi osobní ochranné pracovní prostředky patří pracovní obuv, rukavice, gumová zástěra a ochrana sluchu. K ohraňování plechů pracovník používá ohraňovací lis TruBend 5085.

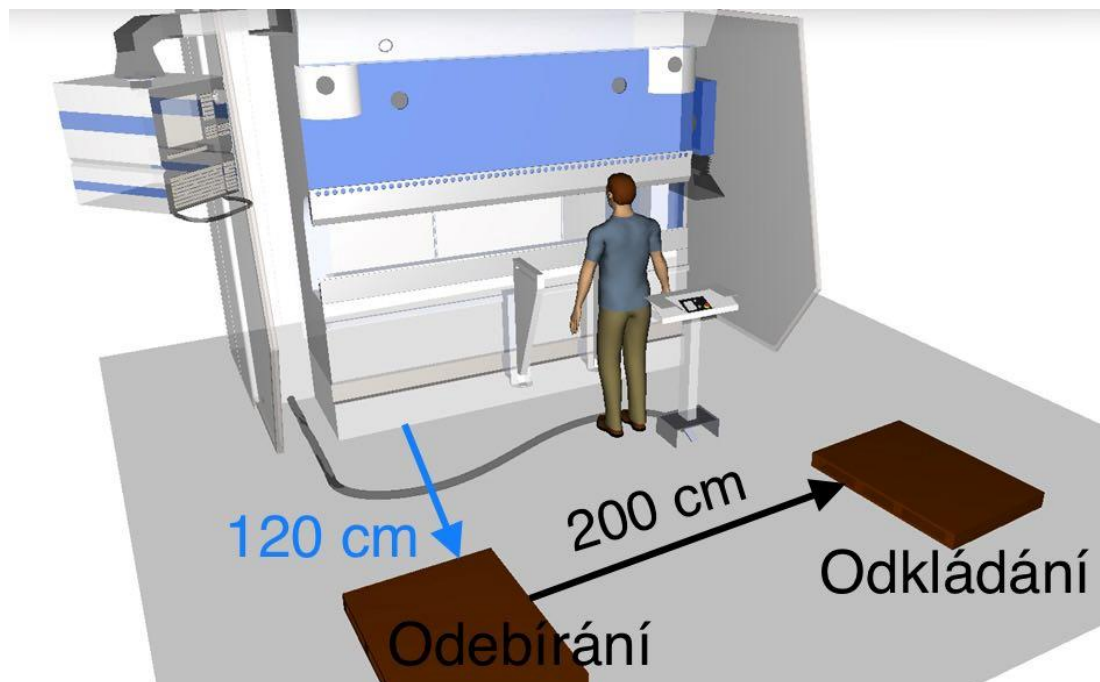
Na pracovišti se dále nachází koza, pomocí které narovnává křivé plechy.

Analýza současného stavu

Velikost plochy pracoviště je 3x3 metry. Současné pracoviště obsahovalo ohraňovací lis, koza, pomocí které pracovník narovnává křivé plechy, dále obsahuje 2 palety, které se nachází na úrovni země. Ovládací panely a obrazovku ohraňovacího lisu měli na pracovišti umístěnou cca 50 cm před strojem. Ovládací panely a obrazovka zabraňovala pracovníkům chodit s materiálem přímo, ale museli zařízení obcházet.

Pracovník podle výkresů ohýbá plechové formáty. Na ohraňovacím lisu provádí nastavení stroje a matrice dle specifikace pro konkrétní formát a provádí základní údržbu zařízení. Svou práci vykonává ve stoje s přecházením po pracovišti. Pracovník obsluhuje ohraňovací lis TruBend 5085, jehož manipulační rovina je ve výšce 108 cm. Pracovník odebírá materiál z palety, jejíž manipulační rovina je výška palety, a nachází se 150 cm od stroje. Pracovník zvedne materiál z palety a následně ho zasune do ohraňovacího lisu, kde jsou plechy ohraňeny a poté materiál přesune na druhou paletu, která se také nachází v manipulační rovině na úrovni výšky palety. Druhá paleta je určena pro finální výrobky a nachází se 120 cm od stroje, díky tomu musí pracovník s materiálem značně chodit. Poté, co je paleta naplněna, je odvezena pomocí VZV.

Vizualizace současného pracoviště je znázorněna na obrázku níže.



Obrázek 7-1 Layout – současné pracoviště [autor]

Průměrná norma:

- 200 výrobků za směnu (400 ks plechů),
- 50 % plechů je ohraňováno do tvaru L, 50 % je ohraňováno do tvaru U.

Průměrná váha 1 plechu se pohybuje od 5 kg -15 kg. Maximální váha 1 plechu je 20 kg, která se vyskytuje jednou za měsíc.

7.2 Hodnocení analýzy současného stavu

Měření lokální svalové zátěže, ergonomie pracovního místa a celkové fyzické zátěže probíhalo u současného stavu, přesně tak, jak zaměstnanci vykonávají svojí pracovní činnost. Doba výkonu práce je 450 minut, všechny hygienické limity jsou podle Nařízení vlády č. 330/2023 přepočítány pomocí koeficientu, který je 0,975. Výsledky měření u současného stavu jsou vyobrazeny níže v následujících kapitolách.

7.2.1 Výsledky lokální svalové zátěže

Práce operátora ohraňovacího lisu je staticko-dynamická s převahou dynamické složky práce. Následující podkapitoly obsahují výsledky jednotlivých variant.

Práce je staticko-dynamická s převahou dynamické složky práce.

Průměrná % F_{max} je znázorněna v tabulce níže.

Tabulka 7.1 Průměrná % F_{max} [autor]

Pracoviště		Současný stav
Průměr	PHK E	6,42
	PHK F	10,4
	LHK E	9,87
	LHK F	7,59

Limit pro překročení je v případě staticko-dynamické práce s převahou dynamické složky práce 30 % F_{max} . Průměrné % F_{max} nebylo překročeno u žádného měřeného pracoviště, u žádné sledované svalové skupiny horních končetin.

K průměrnému % F_{max} je v rámci hodnocení lokální svalové zátěže posuzován počet pohybů obou horních končetin – limit pro zatížení v hodnotě 10 % F_{max} je 19 305 pohybů za průměrnou dobu výkonu. Průměrný počet pohybů na dobu výkonu práce je pro měřená pracoviště v tabulce níže.

Tabulka 7.2 Počet pohybů [autor]

Pracoviště		Současný stav
Pohyby	PHK	2387
	LHK	2150
	%PHK	13%
	%LHK	11%

Limit pohybů není překročen.

Velké svalové síly nesmí v rámci průměrné doby výkonu překročit výskyt 585x za směnu u všech sledovaných svalových skupin obou horních končetin. Výskyt velkých svalových sil je v tabulce níže.

Tabulka 7.3 Výskyt velkých svalových sil [autor]

Pracoviště		Současný stav
F_{max}	55 - 70 %	
	Průměr	30
		83
		85
		55

V rámci měření nedošlo k překročení celosměnového počtu velkých svalových sil (55–70 % F_{max}) u žádné sledované horní končetiny.

Výskyt nadlimitních svalových sil (nad 70 % F_{max}) je zobrazen v tabulce níže.

Tabulka 7.4 Výskyt nadlimitních svalových sil [autor]

Pracoviště		Současný stav
F_{max}	nad 70 %	
	Průměr	2
		42
		15
		40

K výskytu nadlimitních svalových sil (nad 70 % F_{max}) nedocházelo.

K výskytu velkých sil docházelo při zapínání pásku, odebírání plechů, ukládání plechů a při zakládání plechů do ohranovacího stroje.

Z hlediska lokální svalové zátěže by bylo pracoviště zařazeno do kategorie práce č. 2.

7.2.2 Výsledky ergonomie pracovního místa současného stavu

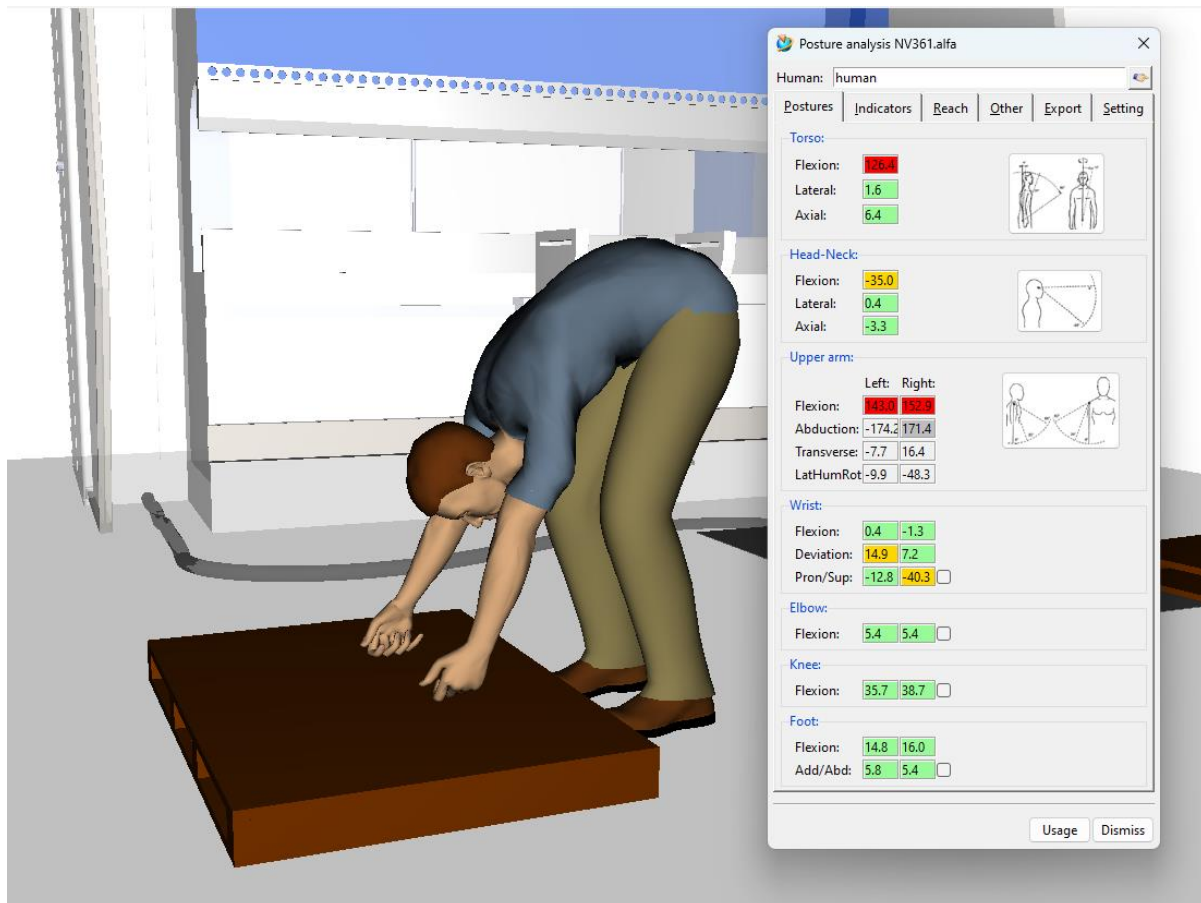
U všech posuzovaných variant docházelo při provádění práce k zaujímání těchto pracovních poloh:

- **Vzpažení paže 40° - 60°** – při frekvenci pohybů menší než 2/minutu – podmíněně přijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována pro **pravou horní končetinu na cca 79 minut a pro levou horní končetinu na cca 57 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Vzpažení paže nad 60°** – při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/minutu – nepřijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována pro **pravou horní končetinu na cca 42 minut a pro levou horní končetinu na cca 39 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Předklon trupu 40° - 60°** – podmíněně přijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována **na cca 41 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Předklon trupu nad 60°** – při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/minutu – nepřijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována **na cca 40 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Záklon trupu při frekvenci pohybů menší než 2/min** – podmíněně přijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována **na cca 18 minut** v průměrné pracovní směně.

V případě doby výkonu práce 450 minut, je hygienický limit pro podmíněně přijatelnou polohu 156 minut a pro nepřijatelnou polohu 29 minut.

Vzhledem k absenci výškově stavitelné plošině dochází k překračování limitů pro předklon trupu a polohy horních končetin, viz obrázek níže.

Jak je vidět na obrázku níže pracovník musel pro každý plech vykonávat hluboký předklon a horní končetiny byly pokaždé v nepřijatelné poloze z hlediska hygienických limitů.



Obrázek 7-2 Odebírání plechů z palety [autor]

Z hlediska hodnocení ergonomie pracovního místa by bylo pracoviště zařazeno do kategorie práce č. 3. Z důvodu překročení hygienických důvodů u vzpažení paží nad 60° u obou horních končetin a u předklonu trupu nad 60°.

7.2.3 Výsledky celkové fyzické zátěže současného stavu

Limit pro občasnou a častou manipulaci nebyl překročen, s materiálem a díly bylo manipulováno maximálně cca 20 minut za průměrnou pracovní směnu.

V případě delšího zatížení – tzn. delší manipulace s materiálem či díly dochází k rychlejší únavě horních končetin a k většímu zatížení, a to nejenom extenzorové a flexorové svalové skupiny, ale taktéž ramenních a pažních svalů. Vzhledem k velikosti dílů a jejich váze taktéž dochází k častějšímu záklonu páteře, ke kterému docházelo především při manipulaci s materiálem či výrobky.

Operátor s díly manipuluje v případě tvaru L 2x – odnos plechu z plošiny do stroje a následně odnos ohraněného plechu na paletu. V případě tvaru U s dílem manipuluje průměrně 3x – odnos plechu z plošiny do stroje, následně otočení ohraněného plechu a poté odnos již finálního plechu

na paletu. Zároveň je předpokládán větší energetický výdej a zvýšení srdeční tepové frekvence.

Kumulativní hmotnost manipulovaných břemen byla vypočtena na **12 250 kg**. Limit pro kumulativní zátěž je překročen o 2 500 kg. V případě doby výkonu práce 450 minut, je hygienický limit pro kumulativní hmotnost manipulovaných břemen 9 750 kg.

Z hlediska hodnocení celkové fyzické zátěže by mělo být pracoviště zařazeno do 3. kategorie.

Z důvodu překročení kumulativní hmotnosti manipulovaných břemen.

8 Návrh na nápravná opatření

Následující kapitola se bude zabývat hodnocením analýzy současného a navrhovaného stavu z hlediska lokální svalové zátěže, ergonomie pracovního místa a celkové fyzické zátěže.

8.1 Analýza navrhovaného pracoviště

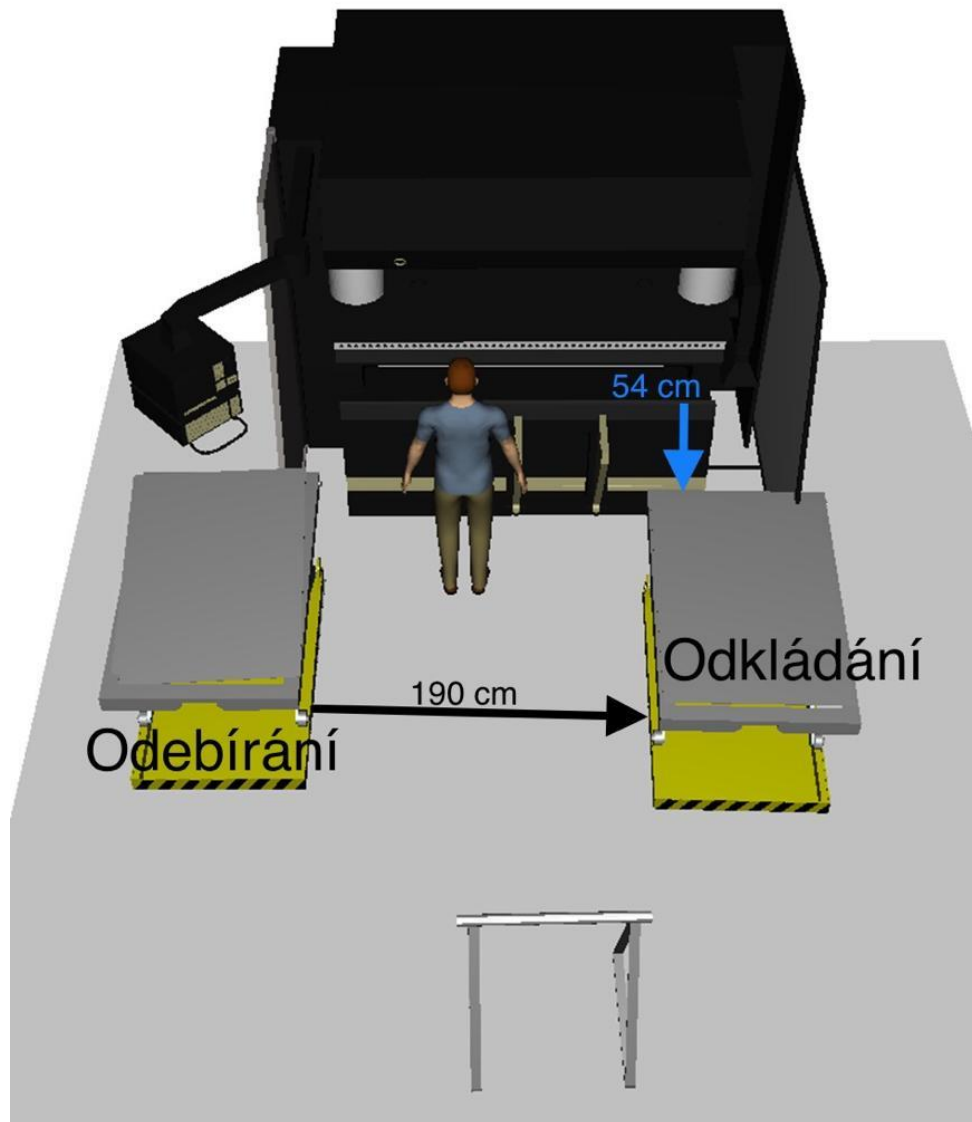
Pracovník podle výkresů ohýbá plechové formáty, které odebírá z jedné palety a ukládá je na jinou paletu pro další zpracování. Materiál si přiváží a odváží pomocí manipulační techniky (VZV). Na ohraňovacím lisu provádí nastavení stroje a matrice dle specifikace pro konkrétní formát a provádí základní údržbu zařízení.

Z důvodu omezení pohybu pracovníka na pracovišti se pracovní prostor zmenšil na rozměry 3x2 metry.

Pracovník obsluhuje ohraňovací lis TruBend 5085, jehož manipulační rovina je ve výšce 108 cm. Aby se zamezilo odebírání materiálu v hlubokého předklonu, je materiál odebírán z výškově stavitelné pracovní plošiny s elektro zdvihem, která je umístěná cca 54 cm od stroje. Následně jsou plechy ohraňeny na ohraňovacím lisu a poté odneseny na druhou výškově stavitelnou pracovní plošinu s elektro zdvihem, která je určena pro finální výrobky. Tato plošina je umístěna cca 54 cm od stroje a operátor díky tomu nemusí přenášet plechy na původní velkou vzdálenost. Po naplnění palety, která je položena na výškově stavitelné plošině je paleta s hotovými výrobky odvezeny pomocí VZV na určené místo.

Dále se v rámci bakalářské práce přesunulo ovládací zařízení stroje doleva a umístilo se ve vzduchu vedle stroje do výšky cca 150 cm, aby co nejméně překáželo pracovníkovi při manipulaci s plechem u ohraňovacího lisu.

Vizualizace navrhovaného pracoviště je znázorněna na obrázku níže.



Obrázek 8-1 Layout – navrhované pracoviště [autor]

8.2 Hodnocení analýzy navrhovaného stavu

U navrhovaného stavu se v rámci bakalářské práce uvažovalo o různém rozmístění výškově stavitelných stolů na pracovišti, které se po racionalizaci počáteční racionalizaci pracoviště zakoupily a následně bylo měření pracoviště prováděno s využitím výškově stavitelných stolů.

8.2.1 Výsledky lokální svalové zátěže

Práce operátora ohraňovacího lisu je staticko-dynamická s převahou dynamické složky práce. Následující podkapitoly obsahují výsledky jednotlivých variant.

Práce je staticko-dynamická s převahou dynamické složky práce.

Průměrná % F_{max} jsou znázorněny v tabulce níže.

Tabulka 8.1 Průměrná % F_{max} [autor]

Pracoviště		Navrhovaný stav
Průměr	PHK E	5,59
	PHK F	8,16
	LHK E	8,01
	LHK F	6,26

Limit pro překročení je v případě staticko-dynamické práce s převahou dynamické složky práce 30 % F_{max} . Průměrné % F_{max} nebylo překročeno u žádného měřeného pracoviště, u žádné sledované svalové skupiny horních končetin.

K průměrnému % F_{max} je v rámci hodnocení lokální svalové zátěže posuzován počet pohybů obou horních končetin – limit pro zatížení v hodnotě 8 % F_{max} je 23 693 pohybů za průměrnou dobu výkonu. Průměrný počet pohybů na průměrnou dobu výkonu práce je pro měřené pracoviště v tabulce níže.

Tabulka 8.2 Počet pohybů [autor]

Pracoviště		Navrhovaný stav
Pohyby	PHK	2380
	LHK	2108
	%PHK	10%
	%LHK	9%

Limit pohybů není překročen.

Velké svalové síly nesmí v rámci průměrné směny překročit výskyt 585x za směnu u všech sledovaných svalových skupin obou horních končetin. Výskyt velkých svalových sil je v tabulce níže.

Tabulka 8.3 Výskyt velkých svalových sil [autor]

Pracoviště		Navrhovaný stav
Fmax		55 - 70 %
	Průměr	26
		79
		79
		53

V rámci měření nedošlo k překročení celosměnového počtu velkých svalových sil (55–70 % F_{max})

u žádné sledované horní končetiny.

Výskyt nadlimitních svalových sil (nad 70 % F_{max}) je zobrazen v tabulce níže.

Tabulka 8.4 Výskyt nadlimitních svalových sil [autor]

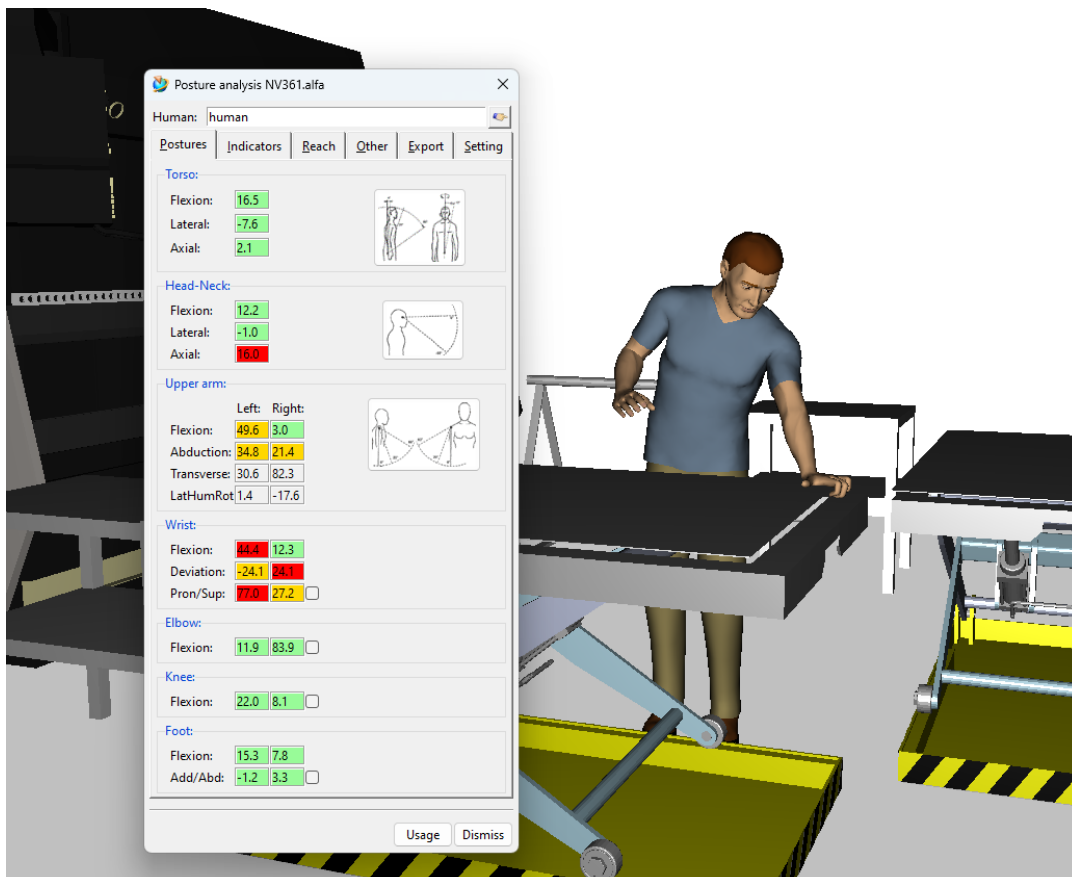
Pracoviště	Navrhovaný stav	
F_{max}	nad 70 %	
	Průměr	0
		39
		13
		40

K výskytu nadlimitních svalových sil (nad 70 % F_{max}) nedocházelo.

K výskytu velkých sil docházelo při zapínání pásku, odebírání plechů, ukládání plechů a při zakládání plechů do ohranovacího stroje.

Z hlediska lokální svalové zátěže by bylo pracoviště zařazeno do kategorie práce č. 2.

8.2.2 Výsledky ergonomie pracovního místa navrhovaného stavu

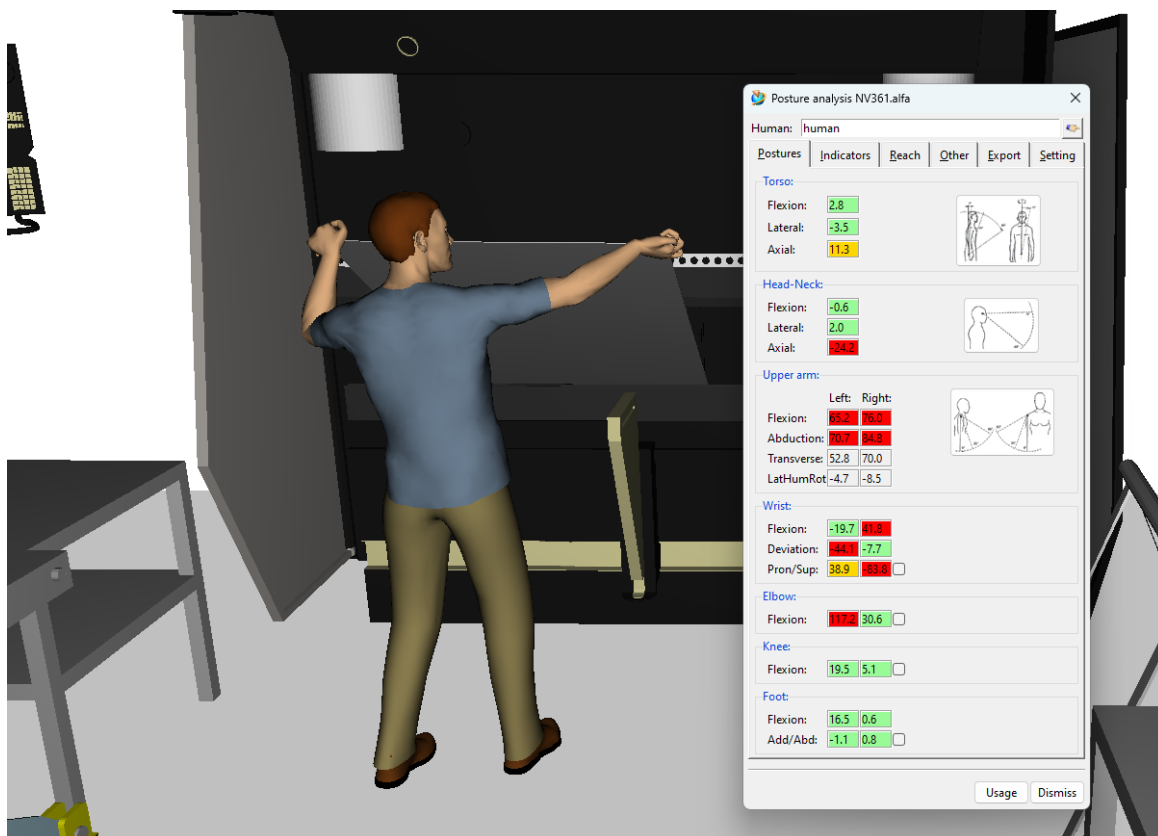


Obrázek 8-2 Odebírání plechů z plošiny [autor]

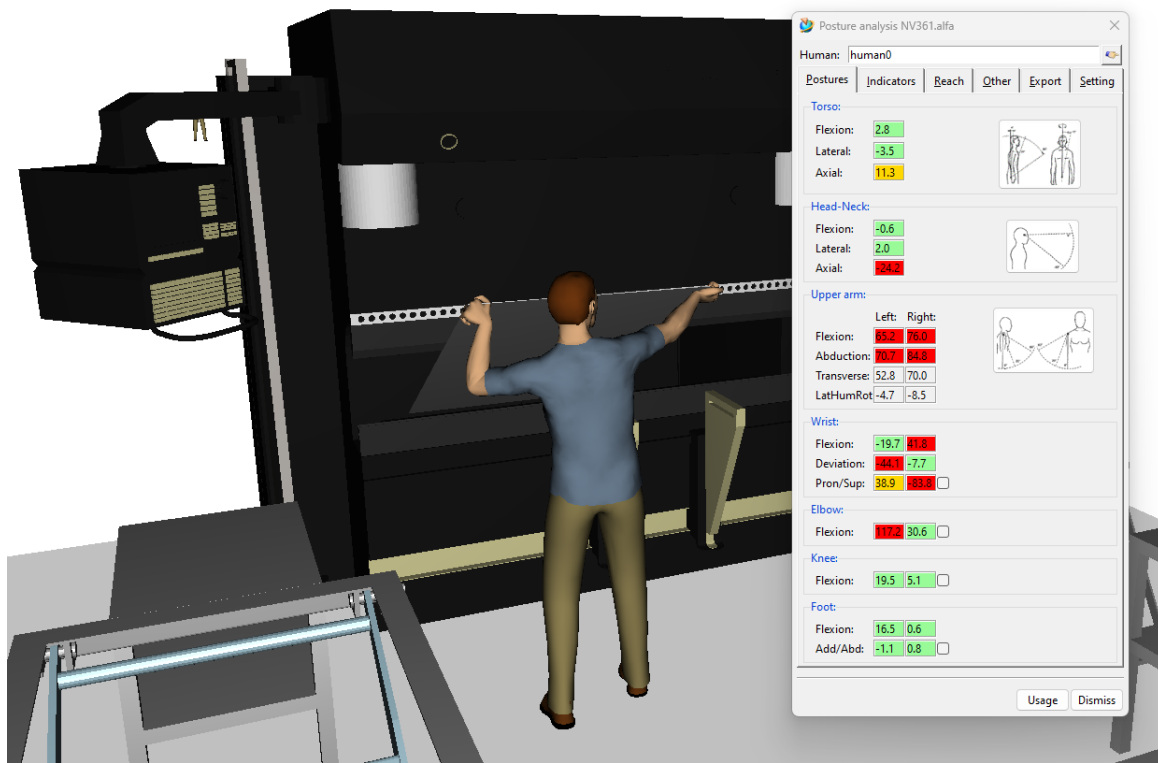
Díky zapojení výškově stavitelné plošiny s elektro zdvihem nedochází u žádné varianty k překračování limitů pro předklon trupu polohy horních končetin, viz obrázek výše.

Limit pro nepříjemnou pracovní polohu horních končetin byl tak vysoký z důvodu způsobu zakládání plechu do stroje a při jeho tvarování. Největší podíl na jeho hodnotu má, držení plechu pracovníkem na horním kraji při tvarování plechu strojem.

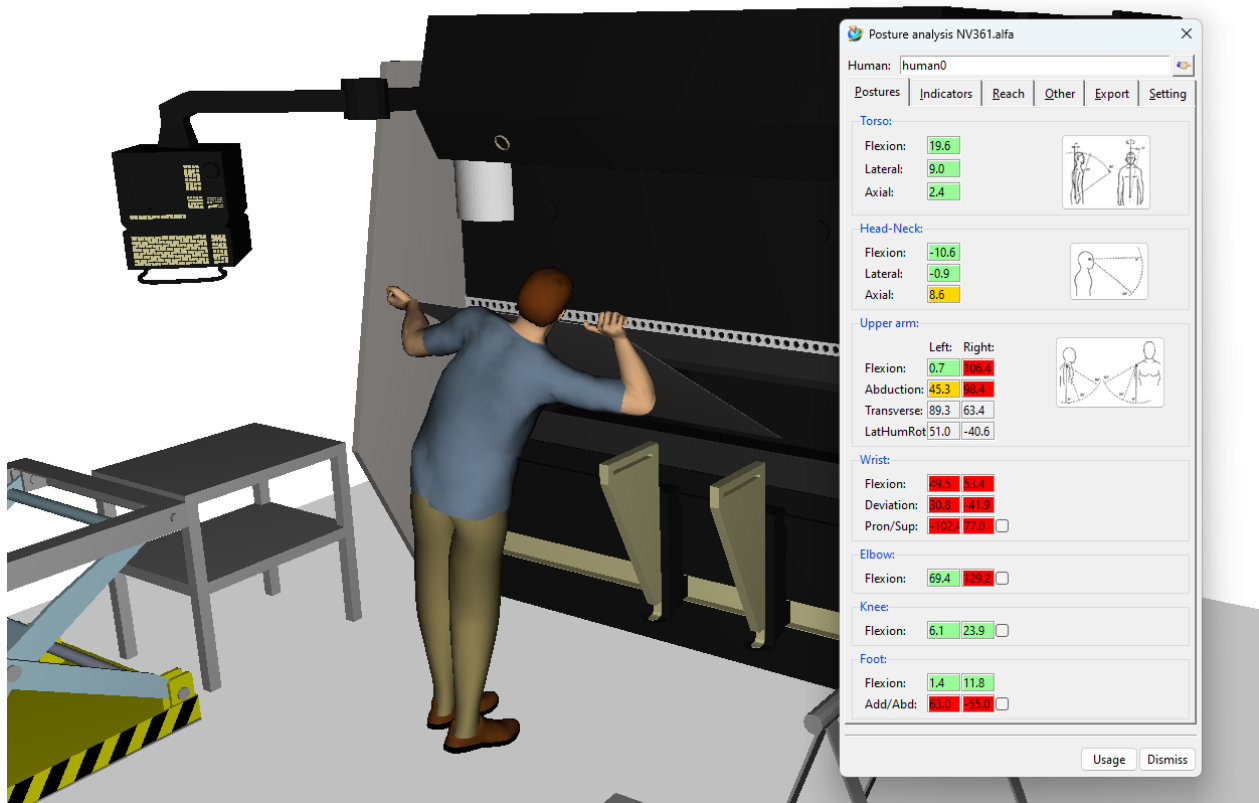
Výsledky jednotlivých percentilů, včetně úhlů, do kterých se během této činnosti jejich končetiny dostávají, jsou zobrazeny na obrázcích níže.



Obrázek 8-3 Zakládání do stroje – 5th percentil [autor]



Obrázek 8-4 Zakládání do stroje – 50th percentil [autor]



Obrázek 8-5 Zakládání do stroje – 95th percentil [autor]

Výsledky posuzovaných poloh jsou vypsány níže. U všech posuzovaných variant docházelo při provádění práce k zaujímání těchto pracovních poloh:

- **Vzpažení paže 40° - 60°** – při frekvenci pohybů menší než 2/minutu – podmíněně přijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována pro **pravou horní končetinu na cca 70 minut a pro levou horní končetinu na cca 51 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Vzpažení paže nad 60°** – při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/minutu – nepřijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována pro **pravou horní končetinu na cca 28 minut a pro levou horní končetinu na cca 20 minut** v průměrné pracovní směně.
- **Předklon trupu 40° - 60°** – podmíněně přijatelná pracovní poloha dynamická. **Celková doba práce** v této poloze byla kalkulována **na cca 29 minut** v průměrné pracovní směně.

V případě doby výkonu práce 450 minut, je hygienický limit pro podmíněně přijatelnou polohu 156 minut a pro nepřijatelnou polohu 29 minut.

Z hlediska hodnocení ergonomie pracovního místa by bylo pracoviště zařazeno do kategorie práce č. 2.

8.2.3 Výsledky celkové fyzické zátěže navrhovaného stavu

Limit pro občasnou a častou manipulaci nebyl překročen. S materiálem a díly bylo manipulováno maximálně cca **18 minut** za průměrnou pracovní směnu.

V případě delšího zatížení – tzn. delší manipulace s materiálem či díly dochází k rychlejší únavě horních končetin a k většímu zatížení, a to nejenom extenzorové a flexorové svalové skupiny, ale taktéž ramenních a pažních svalů. Vzhledem k velikosti dílů a jejich váze taktéž dochází k častějšímu záklonu páteře, ke kterému docházelo především při manipulaci s materiálem či výrobky. Operátor s díly manipuluje v případě tvaru L 2x – odnos plechu z plošiny do stroje a následně odnos ohraněného plechu na paletu. V případě tvaru U s dílem manipuluje průměrně 3x – odnos plechu z plošiny do stroje, následně otočení ohraněného plechu a poté odnos již finálního plechu na paletu. Zároveň je předpokládán větší energetický výdej a zvýšení srdeční tepové frekvence. Kumulativní hmotnost manipulovaných břemen pro průměrnou 8 hod. pracovní směnu byla vypočtena na **9 700 kg**. Limit pro kumulativní zátěž nebyl překročen, ale blíží se k horní hranici, která je 9 750 kg. Z toho důvodu se z hlediska celkové fyzické zátěže nedoporučuje zvýšit průměrnou normu, jelikož hrozí riziko překročení hygienických limitů pro

kumulativní hmotnost manipulovaných břemen. Dále je doporučeno pracoviště více automatizovat za účelem snížení celkové fyzické zátěže na pracovníka. Viz kapitola 8.3.

Z hlediska hodnocení celkové fyzické zátěže by mělo být pracoviště zařazeno do 2. kategorie.

8.3 Další návrh na zlepšení

Kvůli velmi vysoké kumulativní hmotnosti a k velkému riziku výskytu onemocnění bederní páteře bylo firmě doporučeno pořídit vakuové rameno. Použití vakuového ramene umožňuje snadnější manipulaci s těžkými předměty bez nutnosti opakovaného ohýbání a zdvihání. To má za následek snížení namáhání bederní páteře a minimalizovat riziko bolesti zad a jiných problémů spojených s páteří. Dále se sníží celková kumulativní zátěž za pracovní směnu, a to bude mít za následek snížení celkové fyzické zátěže na pracovníka. Jako další benefit bude snížení doby strávené u obou horních končetin v nepříjemných polohách.

Vhodný typ vakuového ramene je znázorněn na obrázku níže.



Obrázek 8-6 Otočný sloupový jeřáb [30]

Jako další varianta je možnost pořízení mobilního vakuového ramene. Mobilní vakuové rameno nám zajistí, že pracoviště může být částečně mobilní. Zmíněné vakuové rameno zabere i mnohem méně prostoru. Mobilní vakuové rameno je znázorněné na obrázku níže.



Obrázek 8-7 Mobilní vakuové rameno [31]

Z důvodu rozpočtu firmy na dané pracoviště, se vakuové rameno nemohlo opatřit při našem návrhu na racionalizace pracoviště, ale pokud se firma rozhodne více do pracoviště investovat, rozhodně to pracovníkům ulehčí práci z hlediska celkové fyzické zátěže. Při pořízení vakuového ramene by se mohla na pracovišti navýšit průměrná norma za směnu, z důvodu snížení nynější kumulativní hmotnosti za dobu výkonu práce, která se blíží k hornímu limitu pro 2. kategorii práce.

9 Porovnávání současného a navrhovaného stavu

Zhodnocení práce z hlediska faktoru fyzické zátěže – tedy lokální svalové zátěže, celkové fyzické zátěže a ergonomie pracovního místa postihlo pracovní činnost u pracovní pozice operátor výroby. Tyto výsledky byly zhodnoceny dle platné legislativy České republiky.

9.1 Lokální svalová zátěž

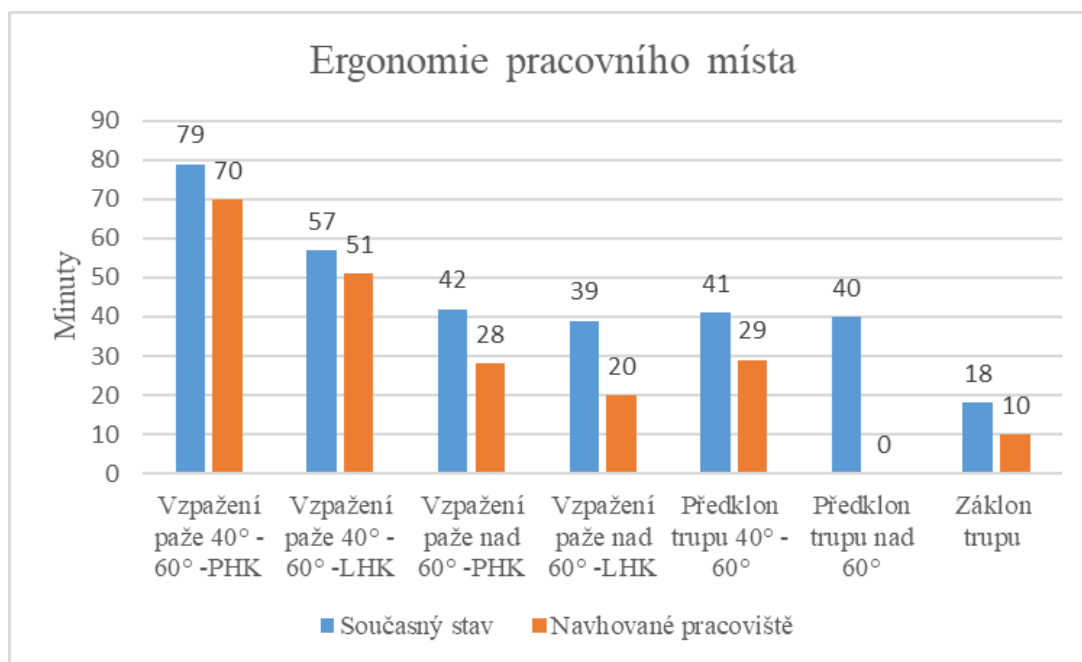
U lokální svalové zátěže vyšly obě varianty velmi podobně. Současná varianta vyšla s horšími hodnotami, a to především z důvodu, že pracovník neodebíral materiál z ideální roviny, kterou by zajistila výškově stavitelná plošina s elektro zdvihem. Kvůli tomu pracovník také s materiálem déle manipuloval a zbytečně přetěžoval horní končetiny. U žádné varianty, nedošlo k překročení hygienických limitů z hlediska lokální svalové zátěže.

9.2 Ergonomie pracovního místa

U ergonomie pracovního místa vyšla lépe navrhovaná varianta. Jak je vidět na obrázku níže, tak se u navrhovaného stavu vůbec nevyskytuje nepříjemný předklon (nad 60°), který u současné varianty překračuje daný hygienický limit. Hygienický limit překračuje u současné varianty také dominantní a submisivní horní končetiny, které se nachází v nepříjemné poloze (nad 60°). Časové rozdíly v případě záklonu trupu jsou způsobeny zkrácením doby přenosu materiálu (plechu) k ohraňovacímu lisu.

Všechny hodnoty, které se jsou porovnávány, tak jsou u navrhovaného stavu menší, a to z důvodu, že si pracovník nemusí materiál odebírat a odkládat ze země, nýbrž z výškově stavitelné plošiny s elektro zdvihem. Pracovník si výškově stavitelnou plošinu musí nastavit do své správné manipulační roviny. U navrhované varianty se pracovní pozice z hlediska ergonomie pracovního místa dostane do kategorie č. 2.

Porovnání jednotlivých výsledků je vyobrazeno na obrázku níže.

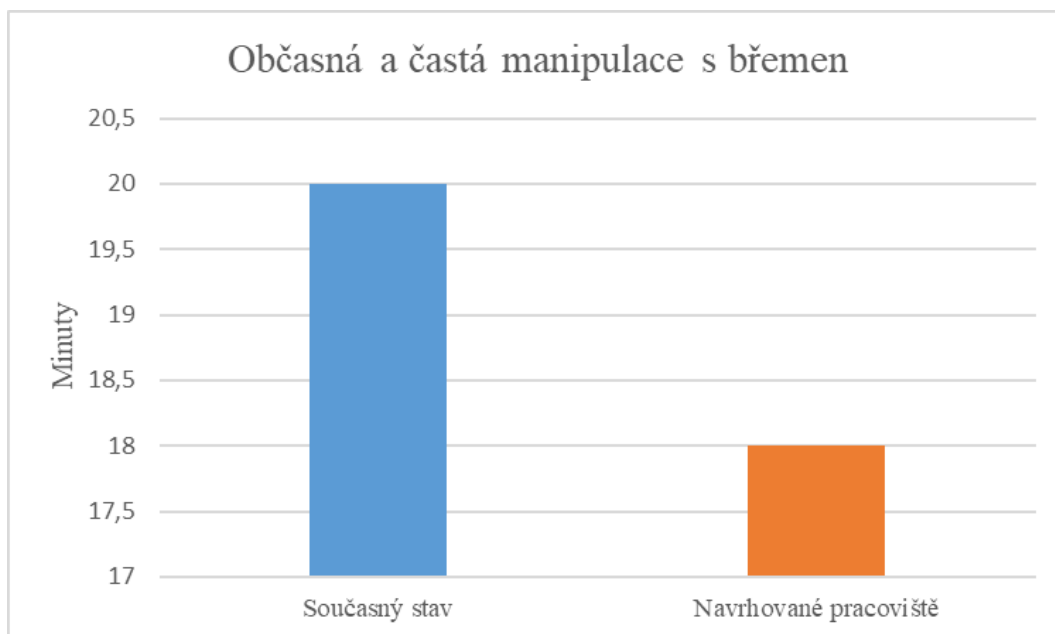


Obrázek 9-1 Ergonomie pracovního místa [autor]

9.3 Celkové fyzická zátěž

U celkové fyzické zátěže také vyšla lépe navrhovaná varianta, kde se pracovník pohyboval s břemen cca **18 minut**. Současný ani navrhovaný stav nepřekročil limity pro občasnou a častou manipulaci s břemenem. Rozdíl cca 4 minut je způsoben zmenšením pracovního prostoru a přesunu výškově stavitelných plošin blíže k ohráňovacímu lisu, z toho důvodu pracovník nemusí materiál přenášet na tak velkou vzdálenost.

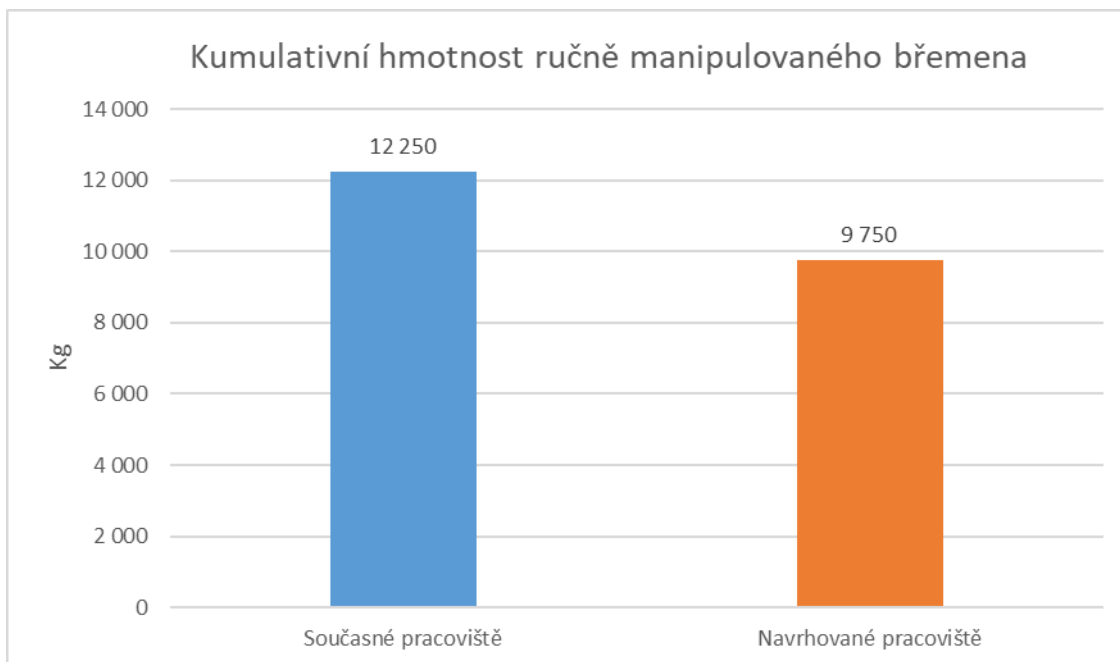
Porovnání jednotlivých výsledků je vyobrazeno na obrázku níže.



Obrázek 9-2 Občasná a častá manipulace s břemenem [autor]

Průměrná norma je ponížena o 50 beden z důvodu překročení kumulativní hmotnosti na jednoho pracovníka. U navrhované varianty se v rámci bakalářské práce podařilo snížit kumulativní hmotnost na 9 700 kg. Vzhledem k tomu, že maximální kumulativní hmotnost pro mužského pracovníka, aby byl zařazen do 2. kategorie práce činí 9 750 kg, a to se díky nově navrženému pracovišti dosáhlo.

Porovnání jednotlivých výsledků je vyobrazeno na obrázku níže.

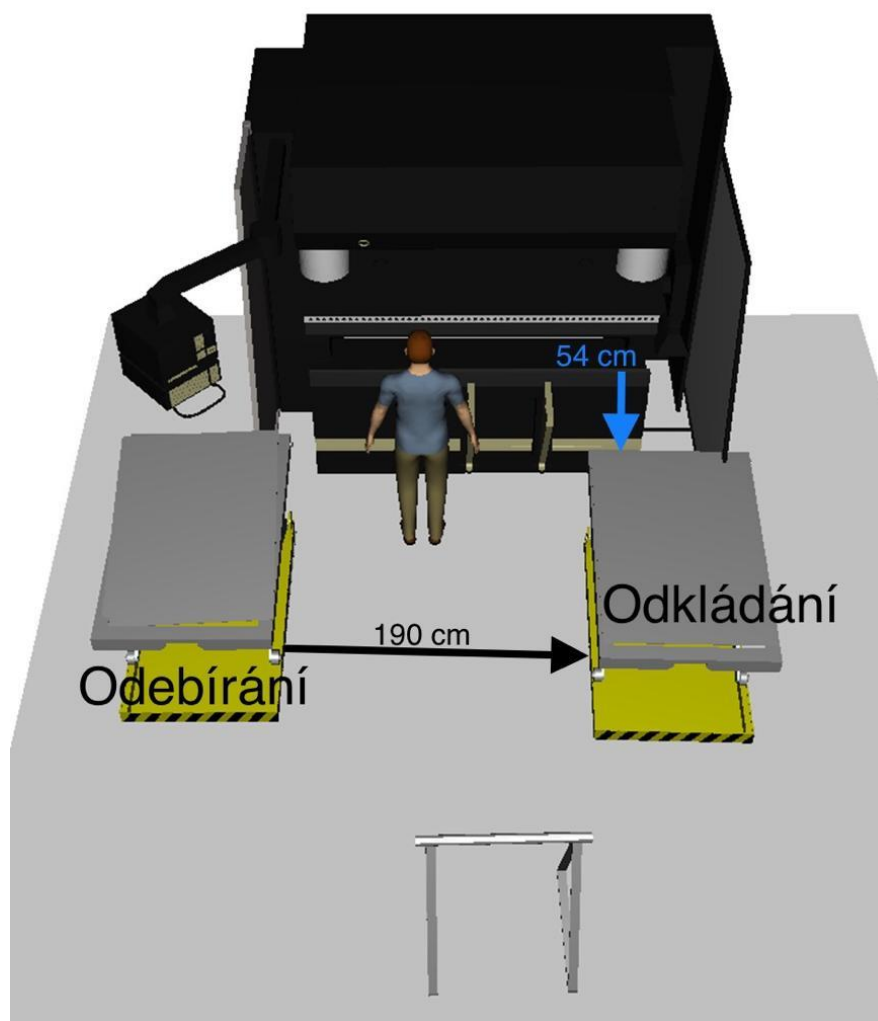


Obrázek 9-3 Kumulativní hmotnost manipulovaného břemene

10 Shrnutí konečných výsledků

Na základě ergonomického screeningu byla jako nejvhodnější varianta uspořádání pracoviště zvolena nově navrhovaná varianta, kdy dochází k nejkratšímu zatěžování horních končetin a zádových svalů. Zároveň zde bude nejmenší energetický výdej pracovníka a nejnižší srdeční tepová frekvence. Z hlediska lokální svalové zátěže jsou výsledky v limitu. Pracoviště, které bylo vybráno v rámci bakalářské, je vyobrazeno níže.

Do navrhovaného pracoviště byly vybrány výškové stavitelné zvedací plošiny značky Simple Lift, konkrétně model ZP100U. Díky výškově stavitelným plošinám se eliminuje nepříjemný předklon a u horních končetin se sníží doba strávená v nepříjemné poloze. Jedna výškově stavitelná plošina stojí 54 890 Kč. Vzhledem k rozpočtu na změnu jednoho pracoviště, která činí 150 000 Kč, tak je cena výše zmíněné výškově stavitelné plošiny v normě. [27]



Obrázek 10-1 Navrhované pracoviště [autor]

V rámci bakalářské práce bylo přiděleno 150 000 Kč na reorganizaci pracoviště. Pomocí software Tecnomatic Jack se vytvořily různé varianty rozložení pracoviště. Následně se u varianty, která vycházela v Tecnomatic Jack nejlépe, představila do reálného pracoviště a změřila se lokální svalová zátěž, ergonomie pracovního místa a kumulativní hmotnosti. Poté se výsledky u navrhovaného pracoviště porovnali s výsledkem současného pracoviště.

Fyzická zátěž navrženého pracoviště vyšla u pracovníka z hlediska lokální svalové zátěže, ergonomie pracovního místa a celkové fyzické zátěže do kategorie práce číslo 2. I po zavedení navrhovaného rozmístění pracoviště a implementaci výškově stavitelných plošin je čas, který pracovník stráví v podmíněně přijatelných a nepřijatelných polohách vysoký. Je to způsobeno především kvůli způsobu držení plechu pracovníkem, při ohýbání plechu pomocí ohraňovacího lisu. Daný způsob držení plechu při ohraňování není nutný, a proto se v rámci bakalářské práce doporučuje změnit způsob držení plechu. Pokud pracovník bude držet plech ze strany automaticky, tak se horní končetiny přesunou do podmíněně přijatelných pozic, ve kterých může pracovník strávit až 156 minut v průměrné pracovní směně (doba výkonu práce je 450 minut).

Z přesunu pracoviště z 3. kategorie práce do 2. kategorie práce plyne řada benefitů jako:

- Zaměstnanci nemusí mít bezpečnostní přestávky každé 2 hodiny na 5 až 10 minut.
- Nejsou povinné pracovní-lekářské prohlídky 1x za 2 roky se speciálním vyšetřením pro rizikový faktor, které jsou zde lokální svalová zátěž, ergonomie pracovního místa a celková fyzická zátěž.
- Firma se vyhne riziku vzniku nemocí z povolání a placení zaměstnancům odškodnění nebo pracovní neschopnost.
- Eliminace úrazu páteře.

Na začátku projektu byla nutná značná investice do výškově stavitelných plošin. Z dlouhodobého hlediska změna přinese benefity díky přesunutí předmětné práce z kategorie č. 3 do kategorie práce č. 2 a tím možnost zrušení bezpečnostních přestávek, zrušení pracovní-lekářské prohlídky. Z toho plynou celkově nižší náklady na určité pracoviště a menší finanční riziko pro zaměstnavatele. Pro zaměstnance je zde menší zdravotní riziko a větší motivace do práce.

Přesunutí pracoviště z kategorie 3. do kategorie 2. přineslo zaměstnavateli úspory v částce 141 189 Kč na jednoho pracovníka ročně. Zrušení bezpečnostních přestávek přineslo úsporu času 188 hodin na pracovníka ročně. Uspořilo se také za povinně pracovní-lekářské prohlídky a to

6 150 Kč na jednoho pracovníka ročně. Snížením fyzické náročnosti dané pracovní pozice se také odstranilo nebezpečí úrazu z přetěžování a celkově se zlepšilo komfort práce na pozici operátor ohraňovacího lisu.

Závěr

Zabývat se ergonomií na pracovišti je velmi důležité pro správné navržení pracovního prostředí, které může přinést řadu výhod pro zaměstnance i zaměstnavatele. Například zlepšením ergonomie na pracovišti lze snížit počet pracovních úrazů a neschopností, což může vést ke zvýšení produktivity a snížení nákladů na zdravotní péči. Dále správně navržené pracovní prostředí může pomoci uživatelům snížit fyzickou zátěž, což může vést k lepšímu duševnímu zdraví, zlepšení nálady a zvýšení celkové spokojenosti uživatele.

V neposlední řadě, řešení ergonomie na pracovišti ukazuje zodpovědnost zaměstnavatelů a snahu o vytvoření bezpečného, zdravého a příjemného pracovního prostředí pro své zaměstnance. Takové přístupy nejen pomáhají udržet dobré pracovní vztahy a zvyšovat loajalitu zaměstnanců, ale také mohou přilákat nové zaměstnance, kteří si kladou ergonomii jako kritérium při výběru práce.

V úvodu vytyčeným cílem této práce bylo zařazení pracoviště operátor výroby do 2. kategorie práce. Předložená bakalářská práce byla zpracována na téma „*Ergonomie pracoviště*“. S pomocí odborné literatury byl vysvětlen pojem ergonomie a představeno její systémové pojetí. Dále byla vysvětlena příslušná legislativa, způsob manipulace s břemenem a související nemoci z povolání. Detailně byla popsána lokální svalová zátěž a metodický pokyn k měření lokální svalové zátěže. Také se tato práce zaměřila na vysvětlení ergonomie pracovního místa a popsání ergonomického software Tecnomatic Jack. Na závěr teoretické části bylo popsáno pracoviště a činnost na pracovišti, kde docházelo k překročení hygienických limitů z hlediska nepříjemné polohy obou horních končetin, k nepříjemnému předklonu trupu a překročení kumulativní hmotnosti.

V praktické části se bakalářská práce zaměřila na racionalizaci výše zmíněného pracoviště. K tomu bylo využito měření lokální svalové zátěže, zhodnocení ergonomie pracovního místa a celková fyzická zátěž. V rámci této práce se porovnalý výsledky ze současného stavu a nově navrhovaného stavu. Bylo navrženo, aby byly palety nahrazeny výškově stavitelnými plošinami. Díky tomu se zabránilo výskytu nepříjemného předklonu trupu a došlo ke snížení počtu minut v nepříjemné poloze obou horních končetin. U navržené varianty nedochází k žádnému nepříjemnému předklonu trupu a díky tomu se eliminoval vznik pracovních úrazů, a to konkrétně úrazu páteře.

V důsledku výše popsaných úprav se podařilo přesunout práci na tomto pracovišti z kategorie práce č. 3 do kategorie práce č. 2 se všemi z toho vzniklými výše popsanými benefity. Jako například zrušení bezpečnostních přestávek, eliminace úrazu páteře, zrušení povinných

pracovně-lékařských prohlídek. Díky zrušení bezpečnostních přestávek a zrušení povinných pracovně-lékařských prohlídek firma ušetří 141 248 Kč ročně na jednoho pracovníka.

Danou reorganizací pracoviště se splnily všechny vytyčené cíle, které v rámci bakalářské práce vznikly, a to má za následek do budoucna více motivace a lepší zdraví zaměstnanců, vyšší produktivitu při práci a celkově lepší morálku na pracovišti.

Seznam použité literatury

- [1] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [2] BUREŠ, Marek. *Tvorba a optimalizace pracoviště*. 1. vyd. Plzeň: ISBN: 978-80-87539-32-3.
- [3] MAREK, J., SKŘEHOT, P. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6
- [4] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie – Optimalizace lidské činnosti*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0226-6
- [5] SHORROCK, S., WILLIAMS, C. *Human Factors and Ergonomics in Practise*. 1. vyd. a. CRC Press, 2017. ISBN 978-14-72-43925-3
- [6] Jak na břemena. 3. Jeruzalémská 9, Praha 1: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. ISBN 978-80-87676-17-2.
- [7] Vyhláška č. 107/2013 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2022-11-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-107>
- [8] Základní legislativa v EU a v ČR k problematice fyziologie práce a ergonomie. Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické a psychologické faktory práce [online]. [cit. 2022-11-09]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/kapitola_21zkladn_legislativa_v_eu_a_v_r_k_problematice_fyziologie_prce_a_ergonomie.html
- [9] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [10] Vznik kumulativního poškození pohybových struktur z práce. Posuzování lokální svalové zátěže [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/222_posuzovn_lokln_svalov_zte.html
- [11] Manipulace s břemeny. BOZPinfo [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/manipulace-s-bremeny>
- [12] 361/2007 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění účinném k 12.7.2027. MEDlprofi Databáze odborných textů pro zdravotnictví

- [online].[cit.20221114].Dostupnéz:https://www.mediprofi.cz/?law=361_2007%20Sb.&efficiency=
- [13] Posuzování lokální svalové zátěže. Hodnocení ergonomických rizik, fyziologické a psychologické faktory práce [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/222_posuzovn_lokln_svalov_zte.html
- [14] Nařízení vlády č. 290/1995 Sb. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2022-11-14].
- a. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-290>
- [15] Nemoci z povolání. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z:http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/nemoci-z-povolani-1?fbclid=IwAR0DhFLvol5vmhUY4wj2ke7ARwlA9_7gzilqa5oiBBFmwnPZIMhaOvVGcRk
- [16] Nařízení vlády č. 506/2021 Sb. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2022-11-14].
- a. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-506?text=290%2F1995>
- [17] Nemoci z povolání. Guard safety solution [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.guard7.cz/nemoci-z-povolani/>
- [18] Karpální tunel. Syndrom, příznaky, příčiny, prevence a cvičení. BOZP.cz bezpečnost práce [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/syndrom-karpalniho-tunelu/>
- [19] Kategorizace práce. Bezpečnost práce [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/dokumentace/kategorizace-praci/>
- [20] Jak správně zajistit práci s břemeny. Bezpečnost práce [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/dokumentace/jak-spravne-zajistit-praci-s-bremeny/>
- [21] Lumbago – bolesti dolní části páteře. HillVital být zdraví [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://blog.hillvitalshop.cz/lumbago-bolesti-dolni-casti-patere/>
- [22] Potíže s bederní páteří mohou nově vést až k uznání nemoci z povolání. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/potize-s-bederni-pateri-mohou-nove-vest-az-k-uznani-nemoci-z>
- [23] Nemoci z povolání v České republice v roce 2021. Státní zdravotní ústav, 2021,

a. 89. ISSN 1804-5960.

- [24] Věštník 06/2022. In: . Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2022, ročník 2022, číslo Dostupné také z: <https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-6-2022/>
- [25] Tecnomatix Jack. Digital Factory [online]. 2011, 2011 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/ergonomie/jack>
- [26] Potíže s bederní páteří mohou nově vést až k uznání nemoci z povolání. Státní zdravotní ústav [online]. 2022 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://szu.cz/centra/centrum-hygieny-prace-a-pracovniho-lekarstvi/potize-s-bederni-pateri/>
- [27] Elektrická zvedací plošina ZP100U [online]. [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://simplelift.cz/shop/zvedaci-plosiny-a-stoly/elektricka-zvedaci-plosina-zp100u/>
- [28] ONEMOCNĚNÍ BEDERNÍ PÁTEŘE JAKO NEMOC Z POVOLÁNÍ (od 1.1. 2023). Ministerstvo zdravotnictví Česká republiky [online]. 2023, 2 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/01/letak_lekari_pacienti.pdf
- [29] Zákony pro lidi. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-330>. [cit. 2024-05-05].
- [30] Otočné sloupové jeřáby. Marek Industrial a.s. [online]. [cit. 2024-04-08]. Dostupné z: <https://www.marek.eu/schmalz-vse-pro-vakuum/vakuove-manipulatory/crane-systems-and-jib-cranes/7785/otocne-sloupove-jeraby.html#&gid=1&pid=1>
- [31] ALBERTINA Handling. Online. Dostupné z: <https://www.albertina-handling.com/produkty/mobilni-manipulatory/tawi-easyreach/>. [cit. 2024-05-19].