

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ergonomické řešení pracovišť výroby a montáže nástaveb
nákladních vozidel

Autor: Václav Kalina

Studijní program: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kalina** Jméno: **Václav** Osobní číslo: **473609**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Ergonomické řešení pracovišť výroby a montáže nástaveb nákladních vozidel

Název bakalářské práce anglicky:

Ergonomic solution for production and assembly workplace of trucks superstructures

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod - zdůvodnění zadání a cíle práce.
2. Teoretická část - teorie ergonomie pracoviště.
3. Praktická část - analýza současného stavu pracoviště.
4. Návrhová část - ergonomické návrhy na zlepšení situace na pracovišti.
5. Závěr - celkové vyhodnocení práce.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Chundela, Lubor: Ergonomie. Vyd. 2. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2005, 173 s., ISBN 978-80-01-05173-3.
- [2] Chundela, Lubor: Strojirenská ergonomie: příklady. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2003, 119 s., ISBN 978-80-01-026793.
- [3] Rubínová, Dana: Ergonomie. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 62 s., ISBN 9788021433137.
- [4] Gilbertová, Sylva. a Matoušek, Oldřich: Ergonomie. Optimalizace lidské činnosti. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, 2002, 239 s., ISBN 80-247-0226-6.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

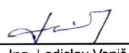
Ing. Ladislav Vaniš, ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **12.04.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31.07.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **01.03.2021**

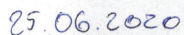

Ing. Ladislav Vaniš
podpis vedoucí(ho) práce

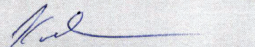

prof. Ing. František Freiberg, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.


25.06.2020
Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Ergonomické řešení pracovišť výroby a montáže nástaveb nákladních vozidel* vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Ladislava Vaniše a s využitím použité literatury uvedené ve zdrojích.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ladislavu Vanišovi za jeho ochotu, čas, trpělivost a vedení při vypracovávání bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Jiřímu Kynclovi, Ph.D. za nasměrování a rady v rámci praktické části práce a Janu Kalinovi a Janu Michalcovi za konzultace ze strany společnosti FUTURE-TECH spol. s.r.o.

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je analýza současného stavu montovny nástaveb firmy FUTURE-TECH spol. s.r.o., která se zabývá výrobou nástaveb na nákladní a užitkové vozy, a následným návrhem na ergonomické zlepšení. Teoretická část se zabývá vysvětlením pojmu *Ergonomie* v rámci strojně zaměřených výroben a základním popisem faktorů, které se u pracovišť analyzují. Praktická část je soustředěna kolem popisu firmy, procesu výroby a analýzy za pomoci checklistů. V návrhové části jsou aplikovány teoretické poznatky, na základě kterých byl proveden návrh konstrukce lešení a ovzduší ve svařovně, doplněné o ekonomické zhodnocení návrhu. V závěrečné části dochází k celkovému vyhodnocení a okomentování splnění úkolů z části úvodní.

Klíčová slova

Ergonomie, práce, pracoviště, bezpečnost práce, psychologie, anatomie, výroba, montáž, nástavba

Annotation

The subject of this bachelor thesis is the analysis of the current state of production of the company FUTURE-TECH spol. s.r.o., which deals with the production of superstructures for trucks and commercial vehicles, and the subsequent proposal for ergonomic improvement. The theoretical part deals with the explanation of the concept of ergonomics in machine-oriented production and a basic description of the factors that are analysed at workplaces. The analytical part is centered around the description of the company, the production process and analysis using checklists. In the design part, theoretical knowledge is applied, under which the design of the structure of scaffolding and air in the welding shop was made, supplemented by the economic evaluation of the design. In the final part there is an overall evaluation and comment on the fulfillment of tasks from the introductory part.

Keywords

Ergonomics, work, workplace, work safety, psychology, anatomy, production, assembly, superstructure

Obsah

1	Úvod	10
2	Teoretická část	12
2.1	Podstata ergonomie	12
2.2	Historie ergonomie a její důležitost.....	13
2.3	Teoretický přístup k analýze výrobního pracoviště.....	16
2.4	Výkonová kapacita člověka	16
2.4.1	Výkonnost.....	17
2.4.2	Různorodost a rozdíly ve výkonnosti.....	17
2.4.3	Fyzická zdatnost.....	17
2.4.4	Režim práce, odpočinek a únava	17
2.4.5	Tělesné rozměry a pohyby	18
2.4.5.1	Poloha vsedě	20
2.4.5.2	Poloha vstoje.....	20
2.4.5.3	Poloha ve výšce	21
2.4.6	Senzorická kapacita – smysly	21
2.4.6.1	Sluch	21
2.4.6.2	Zrak	21
2.4.6.3	Čich	22
2.4.6.4	Chuť.....	22
2.4.6.5	Hmat	22
2.5	Faktory ovlivňující pracoviště	22
2.5.1	Rozměry pracoviště	23
2.5.2	Uspořádání prostoru v oblasti pracovní činnosti.....	23
2.5.3	Klimatické podmínky	24

2.5.4	Teplota	24
2.5.5	Vlhkost, proudění a výměna vzduchu	24
2.5.6	Čistota vzduchu a ovzduší	24
2.5.7	Osvětlení	26
2.5.8	Hluk	26
2.5.9	Vibrace	26
2.5.10	Nářadí a stroje	27
2.5.11	Barevné řešení	27
2.6	Bezpečnost práce	28
2.7	Normování práce	29
3	Praktická část (Analytická část)	30
3.1	Future Tech spol. s.r.o.	30
3.2	Základní data o podniku	30
3.3	Historie	31
3.4	Služby a výroba (montáž) – od objednávky po předání	32
3.4.1	Objednávka	32
3.4.2	Příprava – přípravář	33
3.4.3	Naskladnění chybějících dílů	33
3.4.4	Samotná výroba/montáž	34
3.4.4.1	Rám	35
3.4.4.2	Skříň	36
3.5	Analýza pomocí checklistů	38
4	Návrhová část	40
4.1	Konstrukce lešení	40
4.1.1	Náklady	43
4.2	Ovzduší ve svařovně	43

4.2.1	Náklady	46
4.3	Celkové ekonomické zhodnocení	47
4.4	Zhodnocení optimalizace z pohledu ergonomie	47
5	Závěr	49
6	Seznamy	51
6.1	Seznam použité literatury	51
6.2	Seznam použitých symbolů (zkratek)	54
6.3	Seznam obrázků	55
6.4	Seznam tabulek	55
6.5	Seznam grafů	56
6.6	Seznam příloh	56

1 Úvod

Ergonomie, je v poslední době čím dál skloňovanějším pojmem. Odkazují na ní např. nové zákony, a firmy se ve vlastním zájmu, i v zájmu svých zaměstnanců, pokouší zlepšit podmínky z hlediska ergonomie a pohodlí při práci. Při volbě bakalářské práce jsem využil možnosti přímého přístupu k informacím ve společnosti FUTURE-TECH spol. s.r.o. a svou práci pomoci ke zlepšení výrobního procesu rodinného podniku.

Hlavním cílem bylo najít ergonomické nedostatky, popsat je, navrhnout řešení a následně vyhodnotit přínosy těchto změn. Po konzultaci s vedoucími pracovníky a vedoucím mé práce, jsem vybral dva specifické body, na které jsem se zaměřil.

První část pojednává o základní definici ergonomie, její historii, popisu kapacit člověka, faktorech, které ovlivňují celý pracovní prostor, a zejména vazbách, které se mezi těmito body nachází.

V části analytické jsem se orientoval na krátký popis probíraného podniku a postupného procesu nabízených služeb od objednání až po předání.

Návrhová část byla zaměřena na již zmíněné dva specifické body, kterými byl návrh nové konstrukce lešení a zlepšení ovzduší ve svařovně.

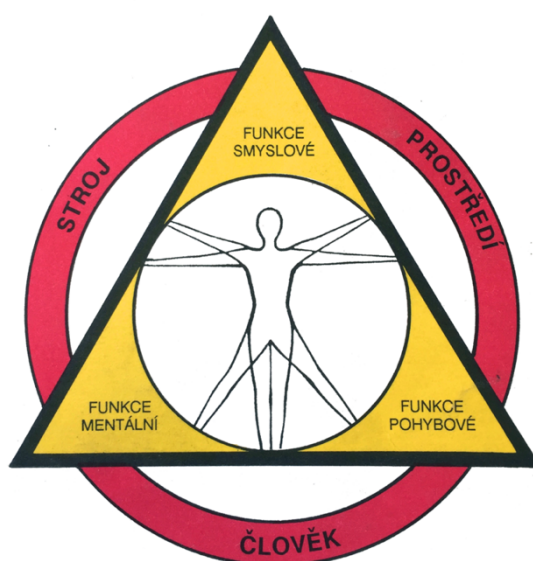
Závěrem této práce docházím jak k ergonomickému, tak i k ekonomickému vyhodnocení a komentuji splnění předem daných cílů.

2 Teoretická část

2.1 Podstata ergonomie

Ergonomie vychází ze dvou řeckých slov. *Ergon* – neboli práce, a *nomos* – tedy zákon. Je to vědecká disciplína zabývající se optimálními pracovními návody (zákony), zjednodušeně vztahem člověk – stroj – pracovní prostředí (popřípadě pracovní činnost). Definice mohou být rozmanité. Principiálně se ale ergonomie zaměřuje na pohodlí člověka, optimalizaci práce a na bezpečnost, u které jde především o prevenci vzniku jak úrazů, tak nemocí z povolání. [1; 2]

V rámci zlepšení ergonomických podmínek se vychází z různých limitů, které lidské tělo má, a to nejen fyzických, ale také psychických. Zaměření se dá rozdělit na 3 základní funkce, a to funkce smyslové, pohybové a mentální. Ergonomické problémy se nejčastěji vyskytují při fyzické zátěži, ale např. i při špatně osvětleném pracovním prostředí, nevyhovující pracovní době a vnučené nevhodné pracovní poloze. [3; 4]



Obrázek 1: Základní funkce v ergonomii [4]

2.2 Historie ergonomie a její důležitost

Počátky ergonomie bychom mohli zaznamenat už u pravěkých lidí. Jakákoliv úprava, ať už zbraně, nářadí nebo způsobu děláním určité pracovní činnosti, je v podstatě ergonomie. O vztahu zdraví a podmínek práce se hovořilo již ve starém Egyptě, i v řeckém nebo římském období. Nicméně tato věda, jak ji známe dnes, se začala rodit až v pozdním středověku, kde šlo o předávání zkušeností v rodině. Později se o tuto funkci postaraly mistrovské školy s uční a mistry. [1; 3; 5]

Mezi 16. a 17. stoletím se řada vědců, mezi které patřil i Leonardo da Vinci, zabývali různými měřeními a experimenty, které lépe vysvětlovaly vztah práce k člověku. Docházelo se i k takovým názorům, že v zimě může člověk pracovat jen sedm hodin, zatímco v létě deset. K tomuto objevu došel generál Markýz de Vauban. [1]

Koncem 18. století, v době průmyslové revoluce, se situace opět mění. Výroba se nesoustředila individuálně, nýbrž centrálně. Nářadí a stroje se nepřizpůsobovaly pracovníkovi, ba naopak. Ekonomický rozvoj způsobil konkurenční války a tím i touhu po levné a rychlé pracovní síle, aniž by přitom majitelé společnosti zajímalo zdraví svých zaměstnanců. [5]

Přestože byla na začátku 19. století pracovní síla lehce a levně dostupná, nezastavilo to vědecký pokrok ergonomie. Nebyli to pouze vědci, kterým docházela důležitost tohoto vědního oboru, ale i zákonodárci. Myšlení v řízení zaměstnanců se začalo měnit. Pracovní pohoda pracovníka začínala být klíčová. [5]

V roce 1886 na scénu vchází F. W. Taylor, který je mimo jiné označován za objevitele a průkopníka ve vedení práce poté, co objevil přelomový systém. Jeho funkčnost tkví v několika bodech:

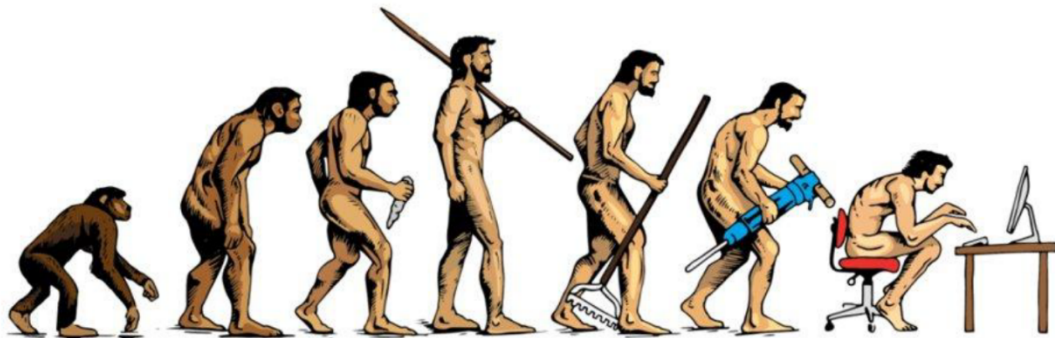
1. Situační analýza pracoviště
2. Na základě provedené analýzy pracoviště navrhnout co nejlepší způsob práce
3. Najít pracovníky, kteří jsou schopni se daný způsob naučit a jejich zaučení
4. Kontrolní měření výkonu pracovníků
5. Prostřednictvím regulace mzdy a bonusů upravovat výkon podle potřeby

Přínos této metody je nezpochybnitelný, přesto však měl tento řád nedostatky. Neopíral se o již tehdy známé psychologické a anatomické dopady na lidské tělo a nepočítal se zaměstnanci, kteří nebyli schopni aplikovat správný postup práce. Až jeho žákům a následovníkům se podařilo těmto chybám vyvarovat nebo je odstranit – mezi ně patřil např. F. B. Gilbreth, H. Fayol nebo H. Müstenberg. [1; 6]

Světové války se také zasloužily o progres ergonomie. V první světové válce můžeme sledovat konstrukční zaměření na letadla, kde se jedná hlavně o prvky ovládání a působení prostředí na pilota. Dokonce proběhl první aeromedicínský výzkum – cílem studia bylo chování letců. Těchto metod se chopil i známý pionýr automobilového průmyslu Henry Ford. [7]

Druhá světová válka už se od první vyznačovala značným technologickým pokrokem. Lépe vymyšlené zbraně, stroje a obecné vybavení. Poprvé v historii se začal brát ohled na lidské limity a specifika jednotlivců. [7]

Studená válka by se z ergonomického hlediska dala popsat jako válka vsedě. Probíhala řada výzkumů a průzkumů, ať už to byli vědci, kteří pracovali na vyslání prvního člověka do vesmíru, nebo vojáci, kteří měli na starost rakety s termonukleárními hlavicemi v sílech. Ti všichni většinu času seděli u obrazovek nebo u ovládacích středisek. Zde už můžeme pozorovat finální překročení přes informační éru až do moderní ergonomie. [7]



Obrázek 2: Evoluce člověka [9]

Pod pojmem moderní ergonomie si mnoho lidí představí pracovní židle na kolečkách s opěrkou, klávesnice a výškově nastavitelné stoly, ale jedná se o mnohem víc. Například ergonomické řešení pracovního místa nebo celé výroby, kde dochází k analýze počtu používaných nástrojů, pracovních rovin a pracovních rozdílů mezi lidmi, jako jsou fyzické parametry nebo pohlaví. Spolu s tím se v poslední době začalo hodně firem soustředit na psychickou pohodu svých zaměstnanců a začaly vznikat relaxační zóny. Tam si můžou zaměstnanci odpočinout. [8]

V neposlední řadě ergonomie není jen o práci – člověk se s ní setká, když si sedá v tramvaji, nebo přijde do přesvícené místnosti prodejny místního supermarketu. Proto je i pro laika důležité pochopit základy této vědy. [9]

2.3 Teoretický přístup k analýze výrobního pracoviště

Aby mohl být proveden návrh řešení určitého výrobního pracoviště nebo místa pracovní činnosti, musí nejdříve dojít k analýze prostorů. Taková analýza by měla být komplexní a zahrnovat např. tyto body:

1. Výrobní proces
2. Pracovní polohy a pracovní místo
3. Organizace práce
4. Režim práce a odpočinku
5. Charakteristika pracovníků
6. Rizikové faktory

Ke snadnějšímu získání dat a identifikaci potenciálních problémů se využívá tzv. checklistů. Jsou to listy s otázkami, které mají většinou odpovědi ano/ne. Například otázkou, zda-li má nástroj držadlo proti prokluzování, můžeme zjistit v jakém stavu jsou daná zařízení na pracovišti. [10]

2.4 Výkonová kapacita člověka

Veškeré parametry, které se týkají pokročilých analýz jak prostředí, tak činnosti, se odkazují na výkonovou kapacitu člověka. Ta se skládá z poznatků několika věd. Mezi ně patří např. fyziologie,

psychologie, anatomie, antropologie a biomechanika. Důvodem k takto komplexnímu pohledu je složitost a obsáhlost jednotlivých ukazatelů a podmínek. [2]

2.4.1 Výkonnost

Výkonnost je způsobilost přednést konkrétní výkony za určitou jednotku času. Dělí se na kvalitativní a kvantitativní. [2]

2.4.2 Různorodost a rozdíly ve výkonnosti

Rozdíly výkonnosti nemusí jednoznačně znamenat neschopnost zaměstnance provést daný úkon, ale většinou odraz jeho fyzické nebo psychické omezenosti vzhledem ke zdatnosti, věku, pohlaví nebo jeho etnicitě. [2]

2.4.3 Fyzická zdatnost

Předpoklad výkonu v určitých pracovních činnostech je ovlivněna lidskými systémy. Pro určitá zaměstnání není fyzická zdatnost podstatná, ale pokud ano, dá se určit za pomoci zátěžových testů. [2]

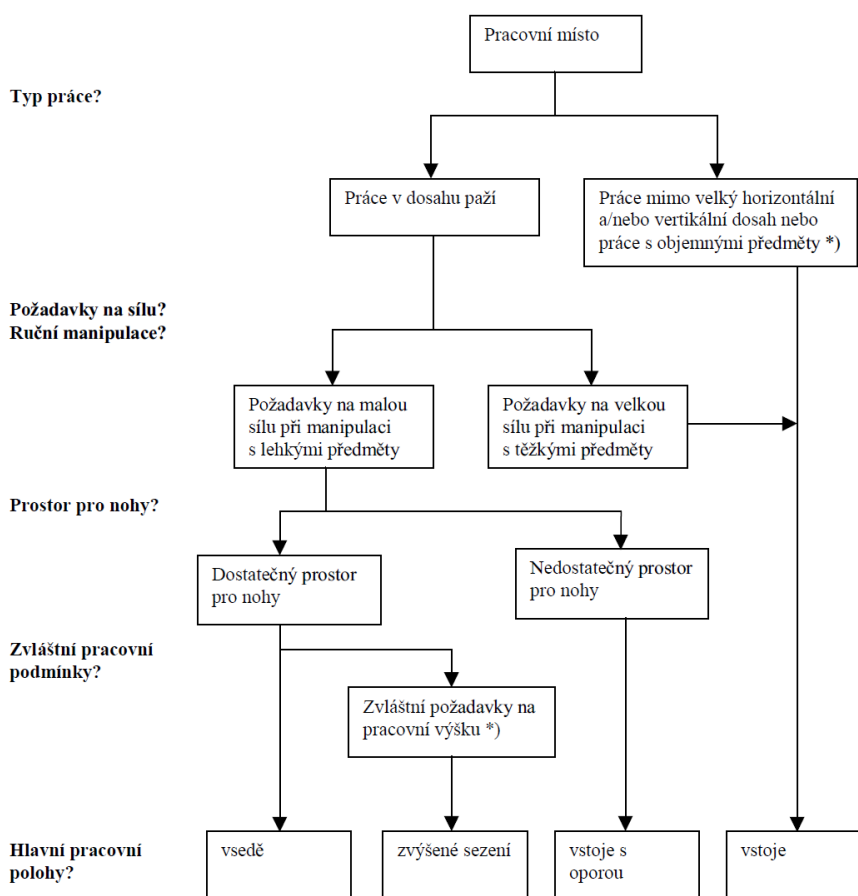
2.4.4 Režim práce, odpočinek a únava

Jako ukázka se dá použít směnový režim práce. Lidé se střídají buď po 8 nebo 12 hodinách. Dále pak např. kancelářské práce vyžadují krátké, ale časté přestávky. Odpočinek u práce za stolem s počítačem před sebou je důležitý z důvodu únavy, která vede ke kontraproduktivě a dalším zdravotním potížím. [2]

2.4.5 Tělesné rozměry a pohyby

Každý člověk je jiný, a to bez ohledu na to, jestli se jedná o stránku fyzickou nebo psychickou. Při návrhu strojních pracovišť se ale projektant zaměří spíše na fyzickou stránku. Musí vzít v úvahu rozměry lidského těla, které se s určitou pravděpodobností vyskytují v dané oblasti. Vychází se většinou ze souboru technik měření těla, neboli antropometrie. Jako hodnoty se používají rozměry 95. nebo 99. percentilu předpokládaných zaměstnanců. Výjimkou jsou nouzové cesty, v tomto případě se využívá 99. percentilu. [11]

Poté záleží na tom, jestli bude pracovník sedět nebo se na pracovišti hýbat. Ke správnému stanovení pracovní polohy může pomoci analytická metoda viz. Graf 1. [11]

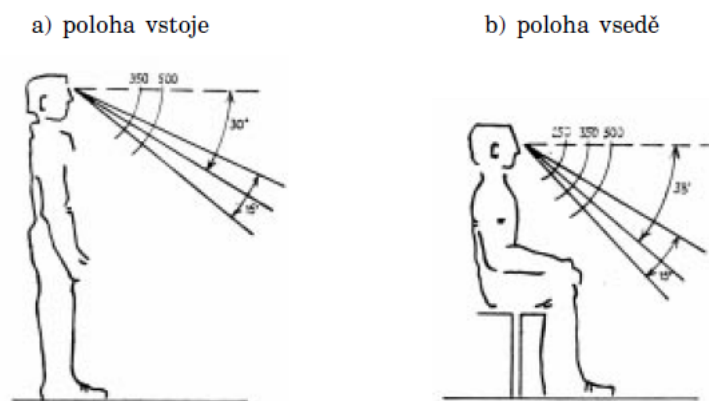


Graf 1: Analytická metoda výběru hlavní pracovní polohy [11]

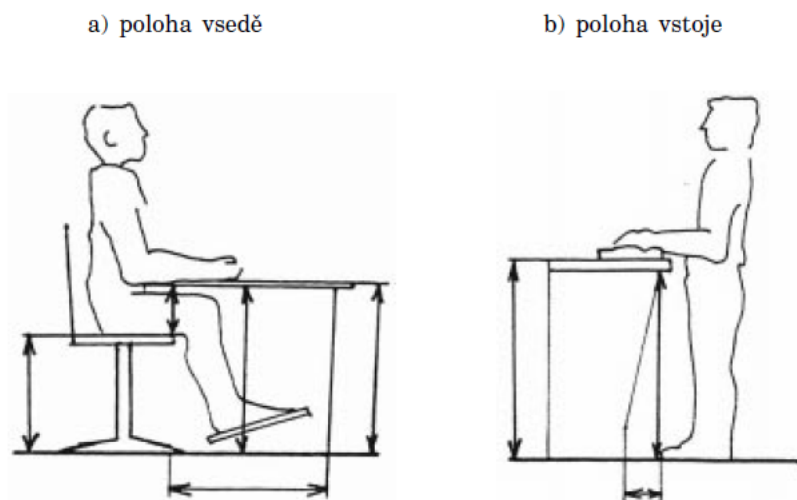
^{*)} U těchto bodů se musí zohlednit určité faktory – např. přídatky k výšce s ohledem k botám, požadavkům na sílu, použití pedálu nebo frekvence a trvání pohybů těla

U dílenských pracovišť se převážně jedná o práci vstojе, práci u stroje nebo např. přenášení těžkých břemen. Pracovník by měl mimo jiné dodržovat časté přestávky nebo nosit speciální obuv, aby se vyhnul negativním dopadům z dlouhodobého stání. Důležitým prvkem je také dodržení pracovních rovin tzn. aby zaměstnanec nepracoval se skloněnou hlavou, mohl mít narovnaná záda a lokty v úhlu 90°. [8; 11]

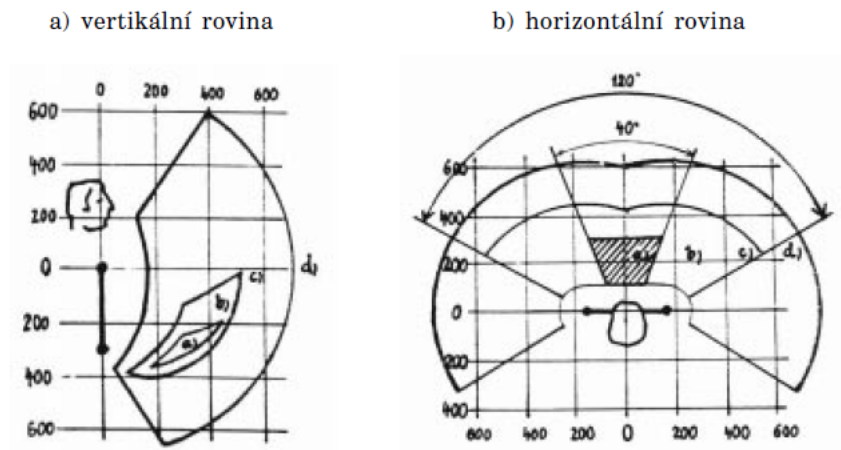
Vymezení poloh se soustřeďuje k pracovní funkci z důvodů manipulačního a pedipulačního prostoru a určení zorného pole. [11]



Obrázek 3: Zorné pole pracovníka [11]



Obrázek 4: Pedipulační prostor pracovníka [11]



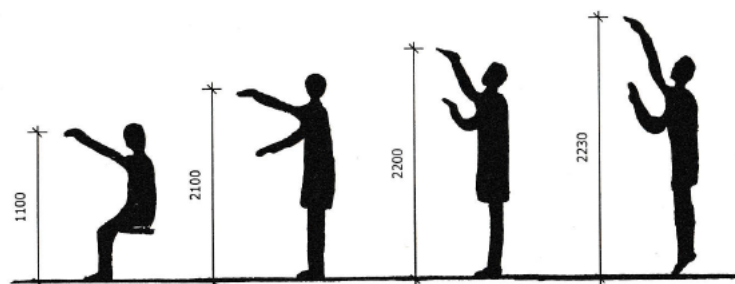
Obrázek 5: Manipulační prostor pracovníka [11]

2.4.5.1 Poloha vsedě

Mezi hlavní výhody práce vsedě řadíme možnost uvolnění svalů a následné nízké svalové námahy. Správná poloha je značně závislá na vhodném držení páteře a také závisí na správném nastavení výšky, náklonu a hloubky sedačky, včetně opěrek. Nevýhodou je nízká tělesná dynamika, které se dá střídáním sedu a stoje během krátkých přestávek zabránit. [11]

2.4.5.2 Poloha vstoje

Práce vstoje nabízí možnost volného pohybu osob a zvětšuje rozmezí pracovního prostoru. Nicméně dlouhodobé stání vede k bolesti zad a většímu zatížení nohou. [11]



Obrázek 6: Dosah muže průměrné výšky [13]

2.4.5.3 Poloha ve výšce

Na rozdíl od výše uvedených poloh je práce ve výškách mnohem víc ovlivněna bezpečností práce a správným zaškolením zaměstnanců, a to především kvůli nebezpečí pádu. Z fyziologického hlediska se snižují rozsahy jak manipulace, tak zorného pole, a při dlouhodobém natahování horních končetin dochází k přetížení svalů a k úrazům. Důležitým rozdílem je i prostředek, pomocí kterého se zaměstnanec do výšky dostane, ať už jsou to klasické štafle, kdy je pracovník nucen k většímu využívání svalů pro udržení, nebo lešení, kde bude primárně záležet na struktuře stavby a její stabilitě. [12; 13]

2.4.6 Senzorická kapacita – smysly

Jedná se o počet dokonale přijatých informací ze sensorických kanálů (sluch, zrak, čich, chuť a hmat). Reakční časy lze vidět v Tabulce 1. [14]

2.4.6.1 Sluch

Stimulem sluchu jsou zvukové vlny, které lze vnímat jako šumy nebo tóny. U tónu rozlišujeme výšku, sílu a barvu. Člověk je schopen rozpoznat frekvence zvuku v rozsahu kmitočtů od 18 do 18 000 $Hz \cdot s^{-1}$. S věkem se sluch zhoršuje a horní hranice slyšitelnosti se pohybuje kolem 7,3 kHz v 50 letech. [1; 2]

2.4.6.2 Zrak

U zraku je podstatná zraková ostrost, barvocit, a neméně důležitou je schopnost adaptace a akomodace. Z oblasti elektromagnetického záření je lidské oko limitované k viditelnosti v rozsahu 380 až 780 nm vlnových délek. Barvocit závisí na sítnici, která je světločivným orgánem. [1; 2]

2.4.6.3 Čich

Čichový analyzátor zaznamenává vůni nebo pach částic, které se vypařují nebo vyprchávají z povrchu hmot. K tomuto jevu dochází v sekretu sliznice. [1]

2.4.6.4 Chuť

Chuťové receptory jsou tělíška ve tvaru oválu o rozměrech 0,04 mm na šířku a 0,08 mm na délku. V ústní dutině se jich nachází okolo 2000. Podnětem chuti jsou látky, které se dostanou do kontaktu s těmito receptory. [1]

RECEPTOR	REAKČNÍ ČAS ČLOVĚKA (ms)
hmat	90–120
sluch	120–180
zrak	150–220
čich	310–390
bolest	130–890

Tabulka 1: Reakční čas člověka [14]

2.4.6.5 Hmat

K vnímání hmatu dochází v místech receptorů tlaku, kterým se také jinak říká Meissnerova tělíška. Na lidském tělese se nacházejí např. na bříškách prstů a na jazyku. [1]

2.5 Faktory ovlivňující pracoviště

Dalším z aspektů k analýze jsou faktory spojené s pracovištěm. Tyto faktory jsou dány charakteristikou budovy, vybavením pracoviště

a organizací práce. U dílenského nebo výrobního pracoviště se jedná zejména o používané zařízení, práci vstoje a různé zatěžování. Zaměstnavatel by se měl řídit technickými normami ČSN, ve kterých jsou obsáhle vysvětleny nejrůznější specifikace. [3]

2.5.1 Rozměry pracoviště

Rozměrové návrhy pracoviště jsou ovlivněny charakterem pracovní činnosti a pracovního systému. Dále je nutné vzít v potaz rozměrové charakteristiky obsluhy spolu s její antropometrií. Jedná se především o tyto body: [11]

1. Výška, ve které se bude provádět pracovní činnost musí náležitě korespondovat s rozměry pracovníka v závislosti na pracovní činnosti
2. Sedadlo zaměstnance musí být ergonomicky přizpůsobitelné jak fyziologickým, tak anatomickým požadavkům obsluhy
3. Prvky na ovládacích panelech musí být v optimálním dosahu končetin
4. Pohyb těla nesmí být prostorově limitován

2.5.2 Uspořádání prostoru v oblasti pracovní činnosti

Uspořádání pracovního prostoru se bude odvíjet od nejčastější pracovní polohy daného pracovníka. Jako příklad můžeme brát práci u soustruhu. Pokud má pracovník průměrnou výšku, nemá s obsluhou stroje problém, ale pokud je menší, musí si pomoci stupátkem, aby snadno dosáhl na ovládací prvky. [3]

2.5.3 Klimatické podmínky

Klima, a tedy i klimatické podmínky, jsou ovlivněny několika faktory. Kombinací teploty, vlhkosti, tlaku a čistoty vzduchu se určí kvalita ovzduší, ve kterém je prováděna pracovní činnost. Nekvalitní ovzduší může vést k narušení činnosti, snížení koncentrace i ohrožení na životě. [1]

2.5.4 Teplota

V případě teploty půjde zejména o tepelnou pohodu lidského organismu. Ta by se měla udržovat v rozmezí 36,2 – 37,8 °C. Teplota prostředí se bude významně lišit v rámci různých pracovních prostředí. V kancelářích se optimální teplota pohybuje okolo 22 °C. Vnímání tepla je ryze individuální záležitostí. Bylo ale vědecky prokázáno, že změna teploty prostředí může mít za následek snížení výkonu. [3]

2.5.5 Vlhkost, proudění a výměna vzduchu

Vlhkost se uvádí v procentech a udává nasycenost. Čím větší je teplota vzduchu, tím více vody může vzduch absorbovat. Optimální hodnota leží okolo 50 %. Problémem může být jak snížená vlhkost (šíření alergií a bakterií), tak i zvýšená vlhkost (plísně, a zhoršené dýchání). Při pravidelné výměně a plynulé cirkulaci vzduchu dochází k přívodu kyslíku a odstranění škodlivin z prostředí. [3]

2.5.6 Čistota vzduchu a ovzduší

Čistota ovzduší závisí na složení vzduchu. V okolí se nachází přesně 78,8 % dusíku, 20,7 % kyslíku, 0,47 % vodních par a 0,03 % kysličníku uhličitého. K jeho znečišťování dochází dvěma způsoby, a to buď plyny nebo aerosoly. Ty se objevují ve

dvou skupenství: kapalném – v případě mlhy, a pevném – jako kouř, dým nebo prach. Znečištění působí negativně na lidský organismus zejména toxickými, infekčními a alergickými prostředky a může vést ke špatnému fungování dýchacího ústrojí. [1]

Aby těmto jevům mohl zaměstnavatel zabránit, měla by se už při konstrukčním řešení pracoviště tato prevence projevit, tj. aby docházelo k dostatečné obměně vzduchu a k jeho pročišťování. Například u fyzické práce je hodnota optimálního objemu vyměňovaného vzduchu nad $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ na jednoho pracovníka.

Nicméně závisí i na velikosti nezastavěného prostoru, který by se měl pohybovat od min. 13 m^3 do 30 m^3 podle druhu práce. Dalším způsobem prevence může být změna technologického postupu. Až po vypočtení těchto možností bychom měli zefektivnit používání OOPP. [1]

Z následující tabulky můžeme vypočítat, že např. pro mechanické provozy je četnost výměny vzduchu 6 až 12 za hodinu^{*)}. [1]

Druh místností	výměna vzduchu (h^{-1})	Druh místností	výměna vzduchu (h^{-1})
Lakovny	10 - 20	Divadla a kina	5 - 8
Brusírny a leštírny	8 - 14	Dopravní prostředky	14 - 15
Čisté dílny	3 - 6	Kanceláře	3 - 10
Galvanizovny	15 - 20	Kuchyně	15 - 30
Hutní provozy	až 35	Obchodní domy	6 - 8
Kovárny, kalírny	až 25	Restaurace	8 - 12
Laboratoře	8 - 12	Školy	3 - 8
Mechanické provozy	6 - 12	Umývárny	2 - 5
Montážní haly	4 - 8	Záchody	8 - 10

Tabulka 2: Výměna vzduchu [1]

^{*)} Tabulka označuje, kolikrát za hodinu by se měl vzduch vyměnit, proto jednotka h^{-1} . Optimální objem vyznačuje, jaký objem vzduchu by se měl za hodinu vyměnit, proto $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$.

2.5.7 Osvětlení

Osvětlení se dá jednoduše rozdělit na dva druhy – přirozené a umělé. Lidské oko je schopné adaptace mezi různými intenzitami osvětlení. Problém nastává v přechodu mezi dvěma jinak osvětlenými prostředími. Adaptace po přechodu může trvat v řádku až několika minut. Za špatně osvětleného prostředí dochází k nadbytečnému zatěžování okohybných svalů k zaostřování. Pro lidské oko je nejlepší přirozené světlo, jenomže během dne se toto světlo mění a zároveň se nemusí, vzhledem k okolí a stavbě budovy, všude dostat. Doporučená intenzita osvětlení ve výrobních provozovnách je kolem 300 lx, v chodbách a uličkách 150-200 lx. [3]

2.5.8 Hluk

Pod pojmem hluk se skrývá škodlivý zvuk s negativním vlivem na lidské zdraví. Stejně jako u osvětlení se řeší hlavně intenzita, ale zde se jedná o hladinu akustického tlaku L_p , který se udává v jednotkách dB. Vnímání hluku je individuální, ale obecně při hluku nad 65 dB dochází ke vzniku zdravotních problémů. Při překročení hranice 80 dB u pracovního stroje má dokonce zaměstnavatel povinnost poskytnout zaměstnancům OOPP. Tato intenzita se dá přirovnat k hluku městského provozu. [5]

2.5.9 Vibrace

Vibrací se myslí chvění elastického tělesa, okolního prostředí nebo kmitání. Vzniká např. činností motorů a chodem strojů. Na člověka se dají přenášet přímo nebo přes nějaké těleso. Uvádí se jak v dB, tak v Hz. Pro osmi hodinovou směnu je přípustný limit 123 dB. Pokud by však došlo ke zvýšení tohoto čísla na 137 dB, hrozí poškození zdraví, které se týká primárně cév a kloubů. [3; 5]

2.5.10 Nářadí a stroje

Správným tvarováním a rozměrovým řešením nástrojů a nářadí lze předcházet puchýřům, otokům a mozolům. Těmito problémy se zabývá chirotechnika. S ohledem na větší produktivitu a kvalitu práce se také bere zřetel na hmotnost, materiál povrchu a estetičnost strojů a nástrojů. [1]

2.5.11 Barevné řešení

Barva může mít na člověka pozitivní i negativní vliv. Pomáhá k motivaci a duševnímu klidu pracovníka. Má schopnost ovlivnit jak výkon, tak bezpečnost prováděné činnosti. Mezi faktory, které se určují u barev, patří sytost, tón a světlost. Barvy působí jako vjemy, jejich význam je uveden v Tabulce 3. [1; 14]

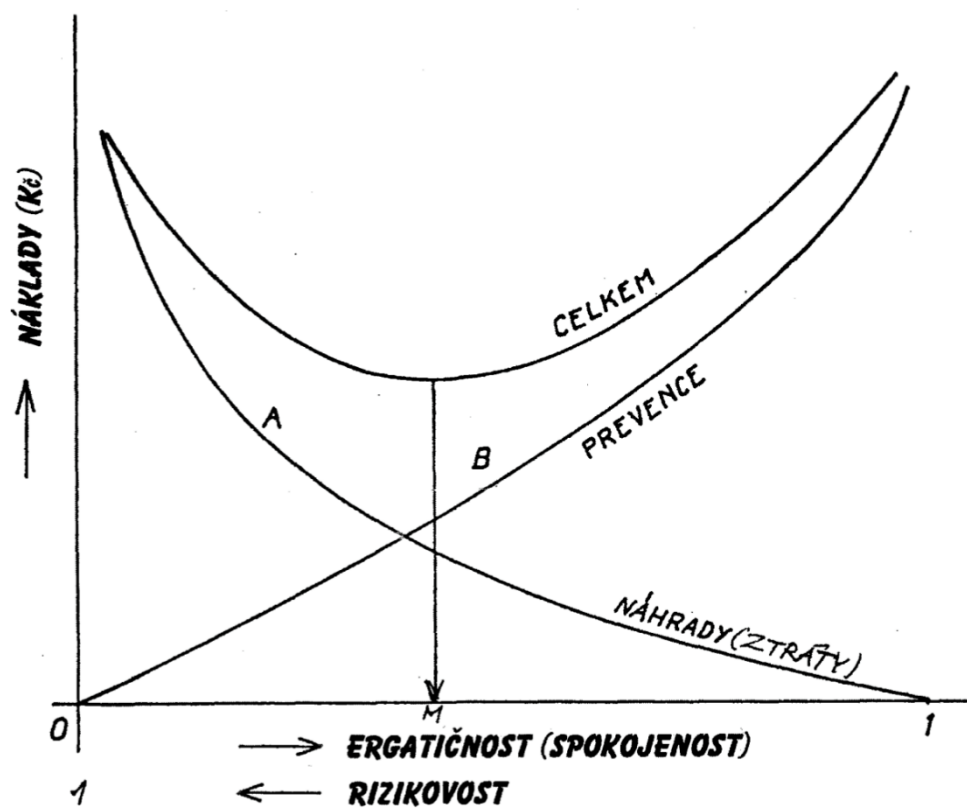
Barva	Citový	Psychologický	Fyziologický	Tradiční
bílá	jas, světlo, neurčitost, prázdnota	střízlivost, svoboda vztahů, ztráta viny	snížování hmotnosti, blízkost, monotónnost	čistota, věrnost, hygiena, řád, organizace
černá	temnota, noc, smrt, zánik, tajemství, síla	smutek, deprese, bída, konec	hmotnost, menší tvar, odpočinek	zlo, ničení, prázdnota, choroba, dokonalost, snobismus
šedá	šero, uvolnění, skrytost, únik	beznaděj, deprese, izolace	nečistota, nejistota, obavy	neurčitost, chudoba, průměrnost
červená	síla, vzrušení, krev, neštěstí	pohyb, aktivita, teplo, hlučnost	aktivizace, napětí, zvýšení tepu a dechu	životnost, činnost, boj, láska, vášně, revoluce
modrá	prostor, dálka, voda	touha, snění, vlhkost, studenost	pasivní, volnost, klid, koncentrace, snižuje hluk	mír, oddech, svoboda, moudrost, vážnost
žlutá	slunce, veselost	dráždivost, přitažlivost	povzbuzení, aktivita, zvyšuje hluk	štěstí, hojnost, moc, věda, opravdovost
zelená	příroda, mládí, naděje, pošetilost	rovnováha, jistota, osvěžení, bezpečí, klid	vyváženost, oddech, chlad	pasivita, trpělivost, naděje, růst
oranžová	oheň, žár, aktivita	výraznost, zářivost, teplo	zdraví, sdílnost, vzruch	ctižádost, boj, slunce, radost, bohatství, slavnost
hnědá	uzavřenost, houževnatost	vážnost, země, klid, pevnost, hmotnost	útlum, klid, noc	solidnost, realnost, domov
purpurová	tajemství, nádhera, vznešenost	melancholie, pohádka, řád, jemnost	uklidnění, ticho	vážnost, uspokojení, důstojnost
fialová	smutek, pasivita, nádhera	mystika, magika, hloubka	klid, rovnováha	smutek, trest, neděje, závist

Tabulka 3: Význam barev [1]

2.6 Bezpečnost práce

V případě bezpečnosti práce je potřeba si především definovat pojmy úraz a nemoc z povolání. Úrazem se rozumí pracovníkem neovlivnitelná škoda na zdraví nebo usmrcení z důvodů krátkého a násilného působení externích vlivů. Ale nemoc z povolání je onemocnění, které je zapříčiněno pracovními podmínkami a je tedy výsledkem působení určitého dlouhodobého negativního faktoru na lidské tělo zaměstnance. [1]

Podnikatelům, kteří řídí svojí vlastní firmu, vzniká vůči zaměstnancům povinnost zajistit provedení práce jak ergonomicky, tak bezpečně. K nápomoci by měly sloužit normy a předpisy. Podstatnými body jsou pravidelná školení, používání správného nářadí a strojů a přístup k sanitárním zařízením. [12]



Graf 2: Vztah mezi náklady, ergatičností a rizikovostí [1]

Ze zákona by mělo docházet ke kontrolám dodržování daných předpisů. Při práci ve výrobnách by se mělo brát v potaz zejména dodržování správné ruční manipulace, údržby strojních a zdvihacích zařízení, správné likvidace nebezpečných odpadů a požární bezpečnosti. [12]

Klíčovým bodem bezpečnosti je prevence. Hlavním úkolem je předejít vzniku úrazů a minimalizovat nebezpečnosti jak prostředí, tak pracovních činností. Podstatným bodem je ale ekonomičnost těchto opatření. Finanční náklady by v tomto případě neměly přicházet v úvahu, jelikož zdraví člověka je de facto nevyčíslitelné. Nicméně i tak je důležité uvážit ekonomické faktory a ukazatele. Obecný vztah mezi ergatičností, rizikovostí a zjednodušenými náklady je vyjádřeno na Grafu 2. Je vidět, že nejlepší volbou je preventivně pokrýt minimum celkových ztrát. [1]

2.7 Normování práce

Jako v konstruování nebo jiných technických oborech i v ergonomii je možné se setkat s normováním. Ať už jde o normování času, v podobě normohodin a normominut, nebo normování výkonu a množství. Děje se tak z důvodu snadnější analýzy, navrhování ergonomických racionalizací a řešení pracovišť. Spočítat lze produktivitu jednotlivých pracovníků a plnění norem. [1]

3 Praktická část (Analytická část)

3.1 Future Tech spol. s.r.o.

Společnost Future Tech spol. s.r.o. je jedním z prominentních výrobců nástaveb na užitková vozidla, a to nejen v České republice, ale i v zahraničí. Výrobní program firmy pokrývá výrobu od klasických skříňových a valníkových nástaveb až po speciální nástavby LAMBERET. Podnik se nezabývá jen výrobou, ale i servisem, opravou a poradenskou činností v oblasti nástaveb, pojízdných prodejen nebo hydraulických plošin.



Obrázek 7: Iveco EUROCARGO před brankou podniku [15]



Obrázek 8: Pojízdné prodejny [16]

3.2 Základní data o podniku

Sídlo společnosti: Antala Staška 1966, České Budějovice 7, 370 07
České Budějovice

Počet zaměstnanců: 15 pracovníků ve výrobě, 5 pracovníků v administrativě

Příklady zákazníků: Budweiser Budvar, Teplárna České Budějovice, Tesco, Siko koupelny, XXXLutz, Möbelix, Nicotrans, Milktrans (Madeta)

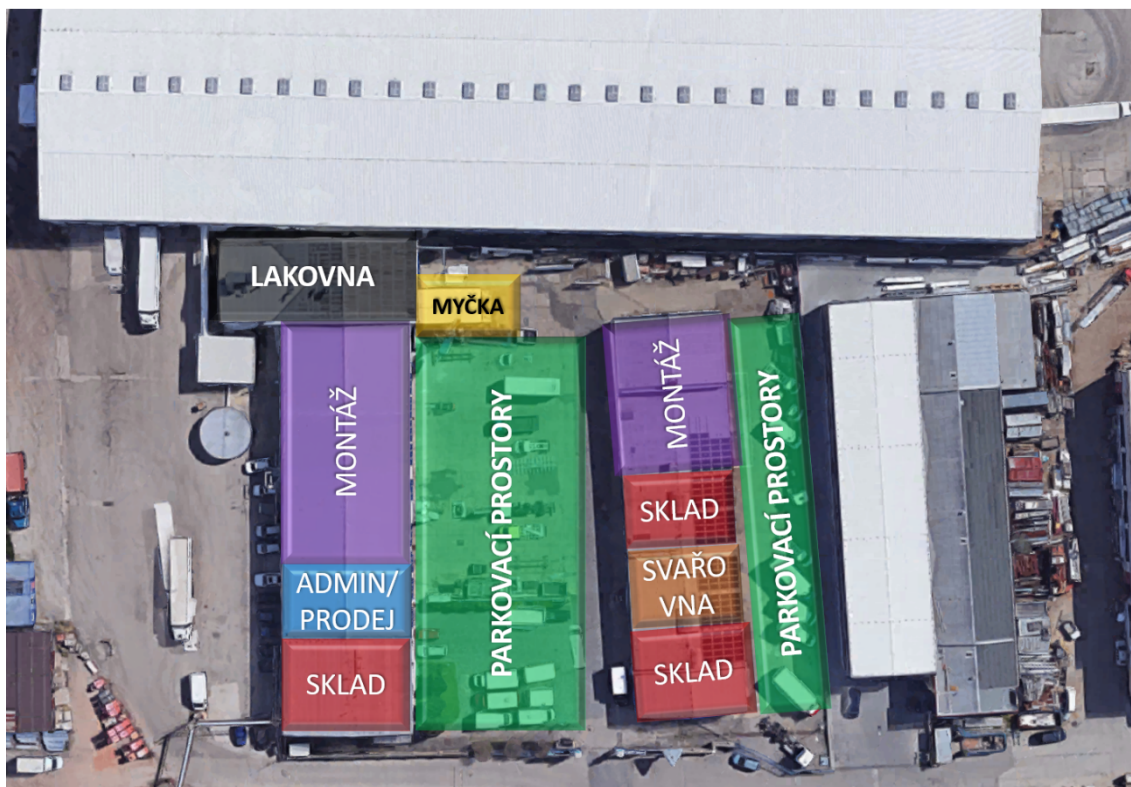
Dodavatelé: Aluvan, Trans-technic, Alu-SV

3.3 Historie

Firma byla založena Ing. Janem Kalinou v roce 1992 za účelem privatizace státního podniku Strojservis, který se zabýval opravou a servisem nákladních vozidel značky Avia, Tatra a Liaz. Po privatizaci došlo k rozšíření činností zejména na autorizaci k prodeji vozů Avia a následně k výrobě nástaveb. Později vznikla dceřiná společnost – Auto Future s.r.o., která se zaměřila na autorizovaný prodej a servis nákladních vozidel Iveco a osobních vozů značky Fiat.



Obrázek 9: Pohled na podnik z výšky ve 3D [17]



Obrázek 10: Rozložení podniku na střediska [Vlastní tvorba]

3.4 Služby a výroba (montáž) – od objednávky po předání

I přestože se firma soustředí na více odvětví a nabízí i jiné služby, chtěl bych se v této práci zaměřit zejména na výrobu a montáž nástaveb. Objednávky jsou velmi specifické, a proto dělané přímo na zakázku.

3.4.1 Objednávka

Prodejci se schází s odběrateli (zákazníky) většinou osobně, případně dostanou nabídku elektronicky/telefonicky. Zákazník musí definovat parametry jako:

1. Rozměry vozu
2. Rozměry skříně
3. Materiál podlahy (voděvzdorná překližka nebo litý epoxid)

4. Počet bočnic a jejich rozměry
5. Způsob a umístění dveří – portálové nebo z boku
6. Osvětlení
7. Speciální typy – chladírenské zařízení, skladovací systém – regály, maso ve visu nebo spací kabiny

3.4.2 Příprava – přípravář

Následně je objednávka s požadavky zákazníka předána na konstrukční a materiálové oddělení, kde jde hlavně o vybrání správného technického postupu a přípravu technické dokumentace. Díky tomu dělníci přesně vědí, jakým způsobem postupovat. Technologický postup se skládá z několika kroků.

1. Připravení vozidla
2. Výroba a nasazení rámu
3. Montáž skříně
4. Lakování/mytí
5. Dokončení nastavbového celku
6. Dodělání speciálních typů

3.4.3 Naskladnění chybějících dílů

Po tomto výběru jsou objednány potřebné díly, které jsou po dodání naskladněny. Sedmdesát procent nástaveb, zejména valníkových s plachtou nebo s prachotěsnými skříněmi, mají ministerstvem dopravy normovány maximální šířky valníku dle tonáže. To v praxi znamená, že se neobjednávají všechny díly, nýbrž jen chybějící. Mezi běžně skladované díly patří např. překližka, sloupky k bočnicím nebo lepidlo pro lepení panelů skříní nástavby.

3.4.4 Samotná výroba/montáž

V okamžiku přijetí zbytku materiálu, začíná na objednávce pracovat tým o max. 3 lidech, který byl vybrán vedoucím výroby. Výroba a následná montáž se může provádět buď přímo na voze, nebo na tzv. koze – konstrukce, ze které se po montáži pomocí jeřábu nasadí nástavba na rám.



Obrázek 11: Vozidlo na začátku procesu [Vlastní foto]



Obrázek 12: Vozidlo s hliníkovým rámem [Vlastní foto]

3.4.4.1 Rám

V prvním případě se musí na vůz nejdříve upevnit rám, který se skládá z profilů. Profily jsou buď z hliníku, který se z velké části montuje, ale má i části, které se svařují, nebo z korozi-vzdorné oceli, která se musí primárně svařovat. Hliníkový rám je lehčí, ale má nižší nosnost. Ocel se používá nejčastěji u větších nákladních automobilů.

Pro svařování jsou využívány dva stroje – Picomig 305 D3 puls TKG a CastoMIG 350 C. Výhodou prvního stroje je možnost využití jak při použití tavících elektrod v aktivním či inertním ochranném plynu (MIG/MAG), tak i využití netavící wolframové elektrody (TIG) pro svařování hliníku. Nicméně převod mezi těmito dvěma metodami vyžaduje přestavbu, která trvá přibližně 30 minut. Jako zdroj firma používá Vector Digital V1841 ACDC. Svařovací stroj CastoMIG nabízí svařování jen pomocí metod MIG a MAG.



Obrázek 13: CastoMIG 350 C [Vlastní foto]

3.4.4.2 Skříň

Základní konstrukce skříně je tvořena spojením profilů a panelů. Výběr skříně vychází z požadavků zákazníka. Obecné druhy skříní jsou:

1. Prachotěsná – např. na nábytek
2. Izolovaná – např. na květiny – lehká izolace, bez chlazení, ale udrží stálou teplotu po určitý čas
3. Chladírenská – např. na mléko (udržení 0° C)
4. Mrazírenská – např. na maso (dosáhnutí a udržování teplot kolem - 20° C)

Proces začíná konstrukcí nástavby z panelů skříně (viz. Obrázek 14). Nejdříve se smontují strany za pomoci pantů, šroubových spojů a nýtování. Při této práci musí týmy pracovat ve výškách. K dosažení vyšších příček skříně používají hliníkové štafle nebo konstrukce znázorněné na Obrázku 15.



Obrázek 14: Skříň před složením [Vlastní foto]



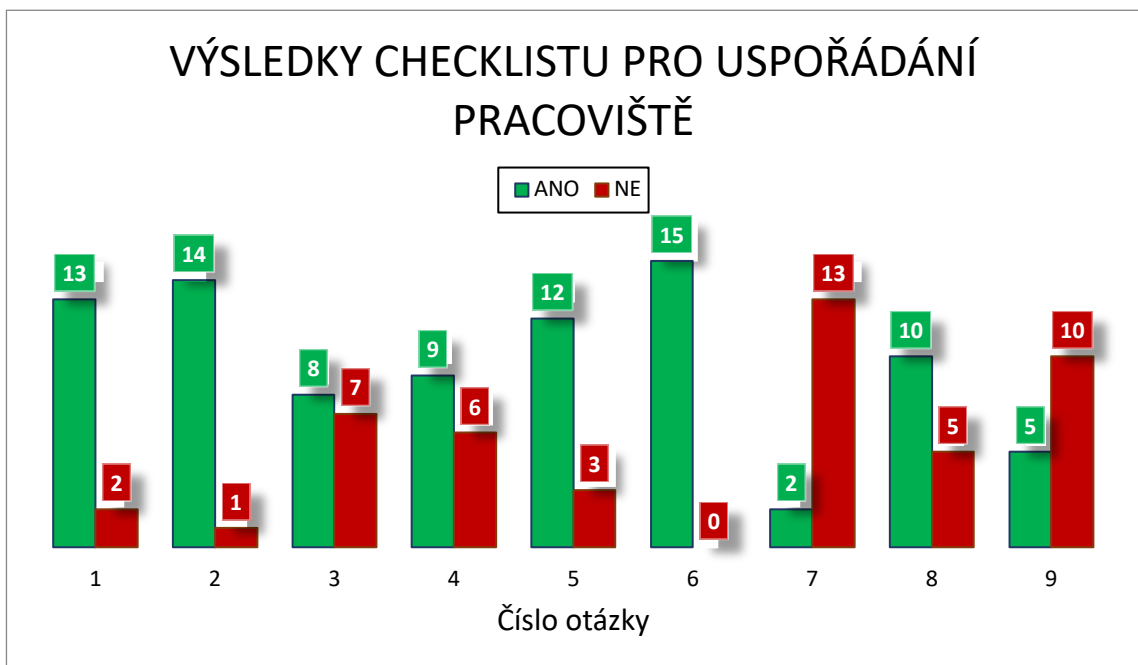
Obrázek 15: Stará konstrukce lešení [Vlastní foto]

Vnitřek skříně závisí na jejím druhu. Zatímco u prachotěsné skříně se bude řešit lepení překližky pomocí tmelících materiálů, jako jsou speciální silikony, u mrazírenských boxů se musí zohlednit i přidělení speciálních skladovacích přípravků. Například maso ve visu potřebuje výztuhu, jelikož se během jízdy pohybuje a mění se tím těžiště. Instalace chladícího zařízení se bude řešit až v následujícím kroku.

Finalizací skříně je přelakování, umytí v přistavěné myčce, a dodělání speciálních typů nástaveb, například s hydraulickou rukou nebo jako nosič kontejnerů. Kontejnery, ať už lanové nebo hydraulické, dodává Charvát CTS a.s. nebo HCS Centrum s.r.o. a FUTURE-TECH zajišťuje pouze montáž.

3.5 Analýza pomocí checklistů

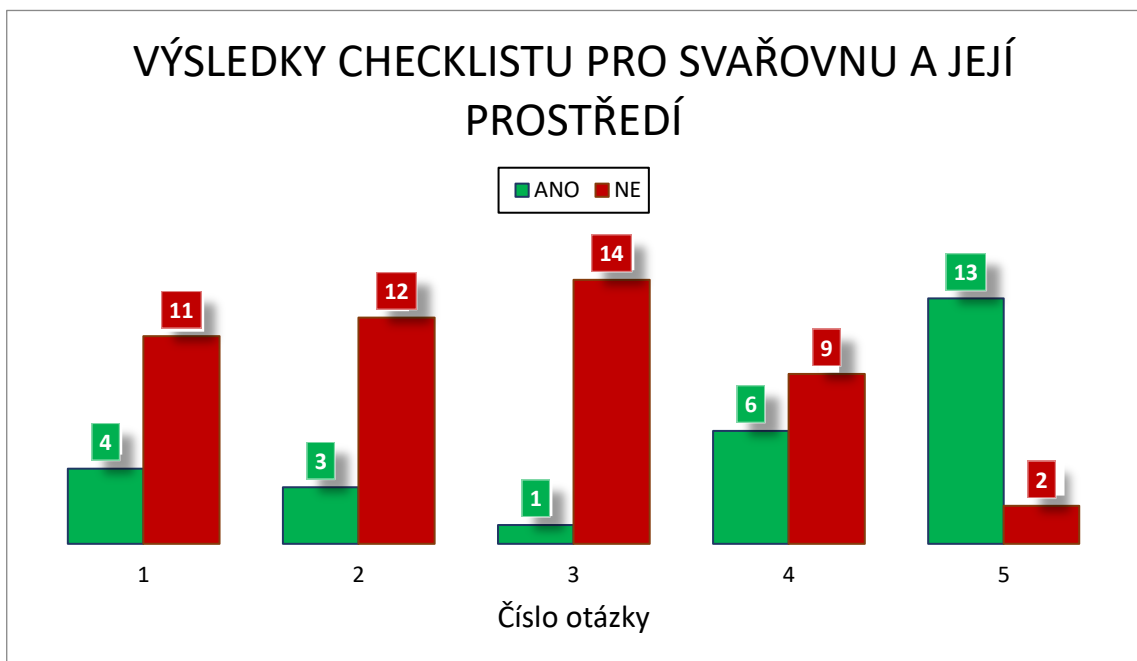
Na závěr analytické části jsem provedl analýzu za pomoci checklistů. Jedná se o běžně používanou metodu analýzy v ergonomii. Checklisty jsou v této práci označeny jako Příloha 1 a Příloha 2. Vyplňováním jsem zaúkoloval osoby, které nejlépe vědí, jak to ve výrobě funguje, a to samotné pracovníky montáže, přesněji 15 mužů ve věku 35-50 let a výšce od 175 do 185 cm. Výsledky lze vidět v Tabulkách 4 a 5.



Tabulka 4: Výsledky checklistu pro uspořádání pracoviště [Vlastní tvorba]

Z tabulky ohledně uspořádání pracoviště můžeme názorně vidět, že zaměstnanci jsou převážně spokojeni s uspořádáním i vzhledem k jejich výškovým rozdílům a nástroje pro práci jim vyhovují. U následujících otázek ohledně pracovní polohy a pracovního místa, převažují pozitivní odpovědi. Lze ovšem vidět, že část zaměstnanců je nespokojená.

Největších ergonomických chyb se dle dotazníku zaměstnavatelé dopouštějí u uspořádání při práci ve výšce, kdy dochází k extrémní poloze kloubů u horních končetin. Stejně významným faktorem je vliv prostředí, převážně ovzduší.



Tabulka 5: Výsledky checklistu pro svařovnu a její prostředí [Vlastní tvorba]

Ve výsledcích u druhé tabulky si můžeme povšimnout, že pokračují problémy s ovzduším a filtrací vzduchu, nicméně si pracovníci chválí přístup firmy k ochranným prostředkům.

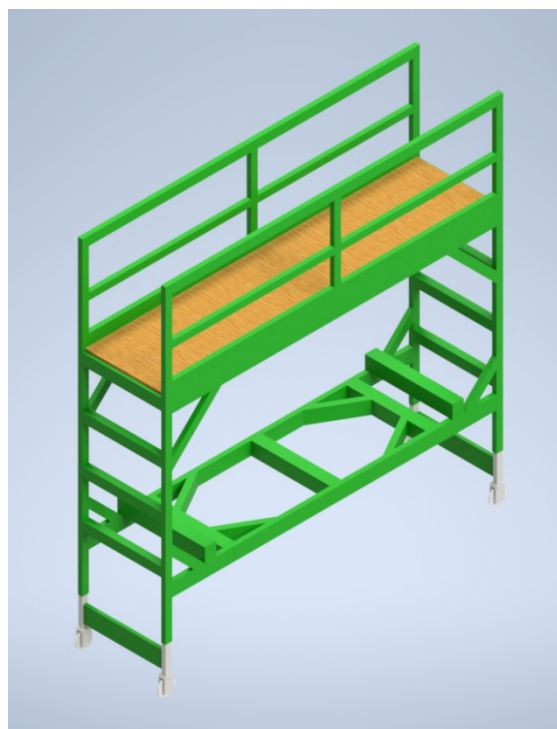
4 Návrhová část

Po použití ergonomických checklistů a poradě s vedoucími pracovníky podniku jsem se rozhodl zaměřit na návrh konstrukce lešení pro práci ve výškách a zlepšení filtrace ve svařovně.

4.1 Konstrukce lešení

S problémem práce ve výškách si firma nejprve poradila výměnou dřevěných štaflí za hliníkové a následně konstrukcí prvního lešení, které je vidět na Obrázku 15. Mým úkolem tedy bylo zlepšit tento návrh.

Při mém návrhu jsem se opíral také o zkušenosti vedoucího konstruktéra, s nímž proběhlo několik konzultací. I na základě nich jsem se následně rozhodl pro konstrukci z hliníkových jeklů, která by se mohla výškově nastavovat.



Obrázek 16: 3D model konstrukce [Vlastní foto]

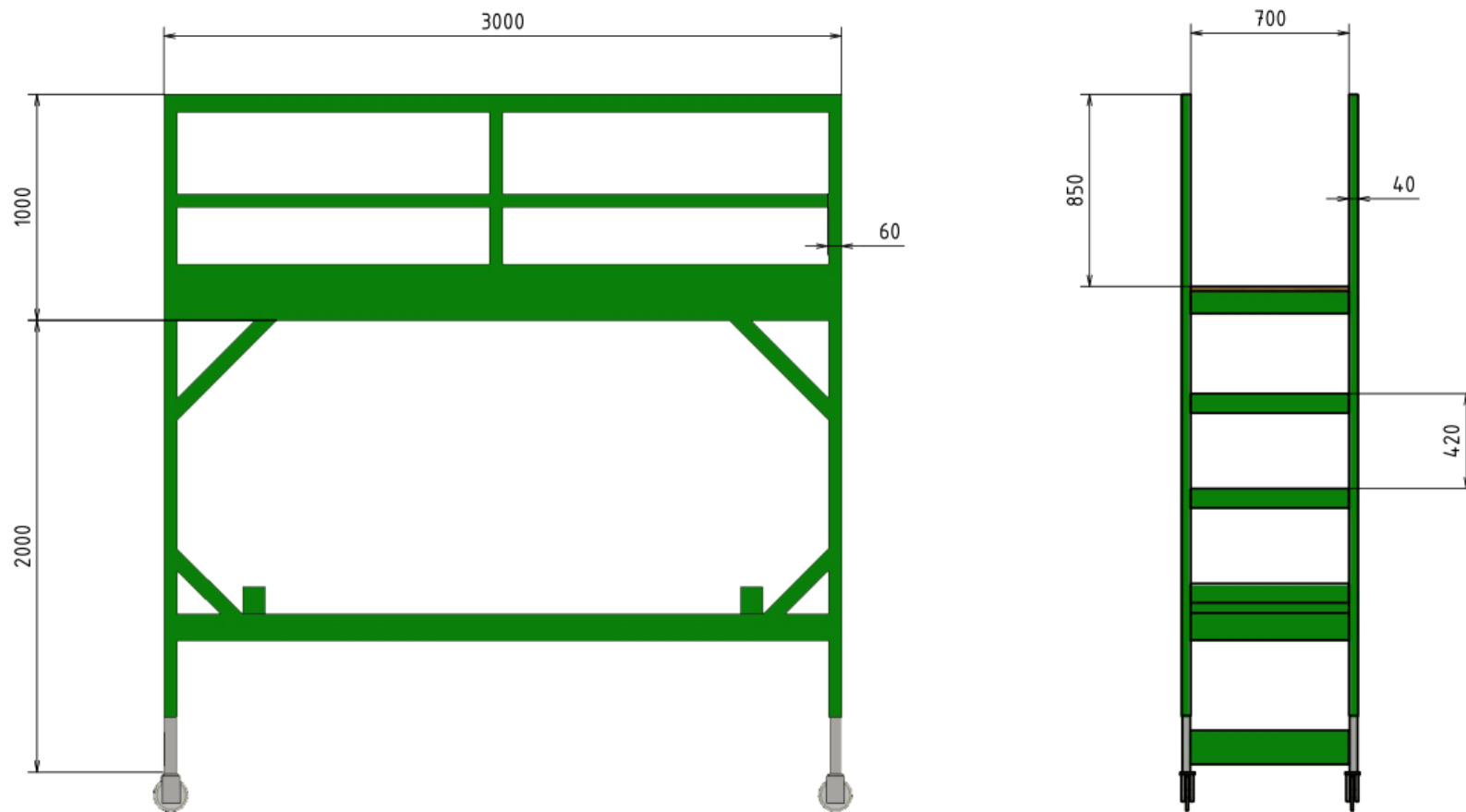


Obrázek 17: Konstrukce ve výrobní hale [Vlastní tvorba]

Jekly i překližka byly pořízené ve firmě ALU-SV CZ s.r.o., která sídlí v Praze 10. Následná montáž, včetně svařování, proběhla v podniku samotném.

V porovnání s předchozím řešením má tato konstrukce lépe vyřešené zamknutí koleček. Zároveň díky profilům na stranách a řetízku, který se nachází v horní části mezi stranami konstrukce, poskytuje lepší zabezpečení pracovníka. Pracovní poloha by měla být ideální, jelikož se při montáži ruce pracovníka nedostávají nad úroveň ramen.

Konstrukce se dá vyvýšit až do 3,5 metru – tedy o půl metrů výš, než je vidět na předchozích obrázcích. Díky tomu ji lze využít i u typově vyšších vozidel. Nosnost je 500 kg a tudíž by na ní měly pracovat pouze 3 osoby najednou.



Obrázek 18: Skica s rozměry konstrukce [Vlastní tvorba]

Po představení tohoto návrhu pracovníkům a následném používání v praxi se naskýtá možnost dalších úprav, jako je např. snížení prvního schůdku, aby byl nástup na platformu snazší.

4.1.1 Náklady

Jelikož byla celá objednávka vyřízena přes internet, podnik získal 2% slevu, kterou dodavatel při koupi online nabízí. Samotná objednávka stála 15 544,- Kč bez DPH. Práci a montáž podnik vyúčtoval na 2 300,- Kč. Celkově toto řešení stálo 17 844,- Kč.

Položka	Cena v Kč [bez DPH]
Objednávka jechlů a překližky	15 544,00 Kč
Svařování	1 500,00 Kč
Montáž	800,00 Kč
Celkem	17 844,00 Kč

Tabulka 6: Náklady pořízení a stavby konstrukce [Vlastní tvorba]

4.2 Ovzduší ve svařovně

Místnost svařovny je 16 metrů dlouhá, 11 metrů široká a 4 metry vysoká. Jedná se tedy o prostory s výměrou 704 m³. Musíme samozřejmě počítat s nezastavěnou plochou, která čítá kolem 600 m³. Dle Kapitoly 2.5.6 víme, že musí docházet k obměně vzduchu 6 až 12krát za hodinu o objemu minimálně 50 m³ čistého vzduchu.

Přestože rozměry pracoviště určené pro svařování by měly odpovídat normám, problém nastává při řešení filtrace. Prakticky totiž žádná neexistuje, a tedy k obměně vzduchu dochází jen přirozenou cestou.

Pracovníci si stěžovali, že při práci na obou svářecích strojích nastávají zrakové a dýchací obtíže, a to již po 20ti minutách. Musí se proto při práci střídat nebo svářečky přenášet do nezabezpečených prostor pro sváření.

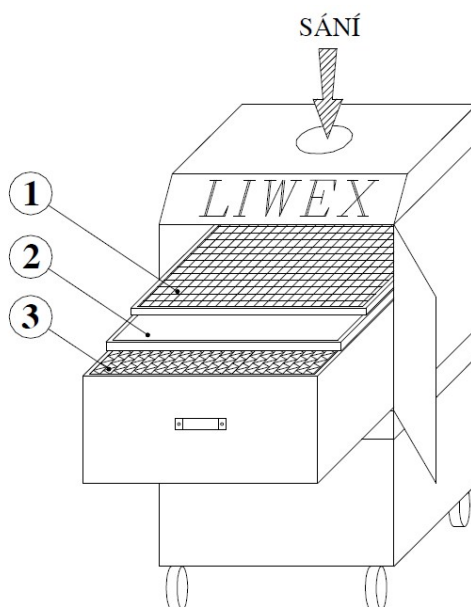
Jako ergonomickou optimalizaci bych navrhnul přenosný odsávač dýmu LIWEX 12 s jedním ramenem nebo dvěma rameny. Tento mobilní odsavač by měl být dodáván firmou Vzduchotechnik s.r.o. z Liberce, která se zaměřuje na prodej průmyslové filtrační techniky.



Obrázek 19: Liwex 12 s jedním ramenem [18]



Obrázek 20: Liwex 12 se dvěma rameny [18]



Obrázek 21: Systém filtrace [18]

Jak můžeme vidět na Obrázku 21, systém filtrace v tomto stroji se skládá ze tří filtrů. Jedná se o kovový předfiltr, filtr s náplní netkané textilie, a nakonec vysoce účinný mechanický filtr (od shora). Odsávané množství vzduchu je 1200 m³ za hodinu. Další technické údaje můžeme vidět v Tabulce 7.

PROVEDENÍ			LIWEX		LIWEX	
			9	9/2	12	12/2
Základní rozměry	půdorys	/mm/	655 x 655		655 x 655	
	výška	/mm/	1180		1180	
Odsávané množství vzduchu-jmenovité		/m ³ /hod/	900		1200	
Tlak na sání ventilátoru		/Pa/	1500		1600	
Příkon elektromotoru		/kW/	1,1		1,5	
Připojení na elektrickou síť			3 x 400/230V, 50 Hz		3 x 400/230V, 50 Hz	
Proud (při 400 V)		/A/	2,6		3,3	
Krytí elektromotoru			IP 54		IP 54	
Třída filtrace/účinnost - vložka WELFIL		/%/	EU 10/ > 99%		EU 10/ > 99%	
Filtreační plocha vložky WELFIL		/m ² /	21		21	
Hlučnost		/dB/	70		72	
Hmotnost odsavače		/kg/	130		130	

Tabulka 7: Základní technické údaje LIWEX [18]

Z důvodu koronavirové epidemie byla koupě tohoto zařízení odložena na letní měsíce. Nicméně oba z výše uvedených typů by měly situaci ve svařovně zlepšit na optimální úroveň.

4.2.1 Náklady

Tento stroj stojí 58 820,- Kč bez DPH. Pokud by se vedení firmy rozhodlo pro verzi s jedním ramenem, pak by celý komplet stál 71 100,- Kč. V případě rozhodnutí pro verzi se dvěma rameny, by byla cena 84 380,- Kč bez DPH.

Položka	Cena v Kč [bez DPH]
Stroj	58 820,00 Kč
Rameno	12 280,00 Kč
Celkem	71 100,00 Kč

Tabulka 8: Náklady spojené s pořízením stroje se jedním ramenem [Vlastní tvorba]

Položka	Cena v Kč [bez DPH]
Stroj	58 820,00 Kč
Nástavec pro dvě ramena	1 000,00 Kč
Dvě ramena	24 560,00 Kč
Celkem	84 380,00 Kč

Tabulka 9: Náklady spojené s pořízením stroje s dvěma rameny [Vlastní tvorba]

4.3 Celkové ekonomické zhodnocení

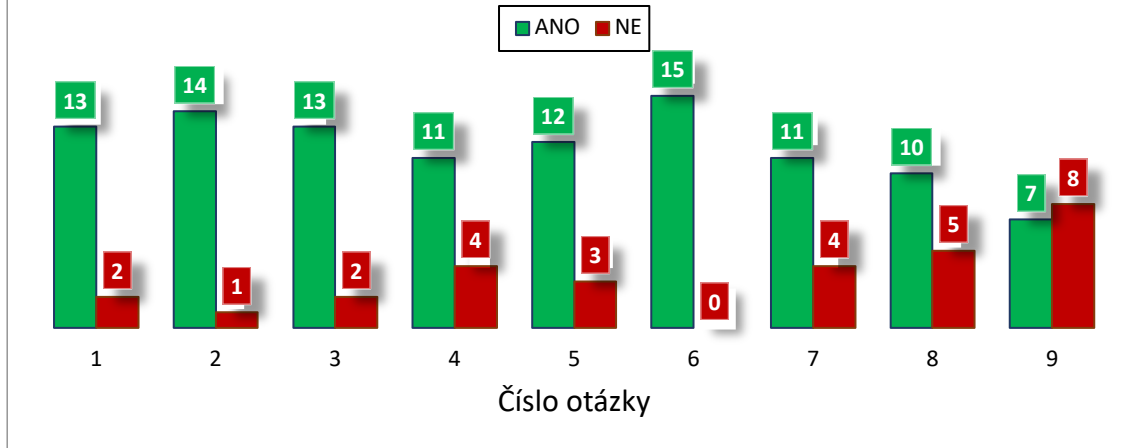
Ergonomické řešení je většinou složité ekonomicky vyhodnotit, jelikož nemusí existovat přímá ekonomická spojitost mezi investicí a zlepšením. Ideálním případem je, pokud jsme schopni najít např. kratší spotřebu času vzhledem k ergonomické racionalizaci. V tomto případě se kvantifikace spojitosti nedá vyjádřit přímo.

Nicméně chci podotknout, že v tomto ohledu je podstatné celkové zlepšení pohody pracovníků a jejich bezpečnosti. Můžeme tak k této optimalizaci nepřímo přiřadit např. snížení rizika úrazu. Navíc se jedná o dlouhodobé řešení.

4.4 Zhodnocení optimalizace z pohledu ergonomie

V následující tabulce můžeme vidět, že po ergonomické optimalizaci se změnil názor pracovníků ohledně práce ve výškách – jinými slovy, toto zlepšení pomohlo ke zvýšení pohodlí člověka na pracovišti.

VÝSLEDKY CHECKLISTU PRO USPOŘÁDÁNÍ PRACOVNÍHO MÍSTA PO ERGONOMICKÉ OPTIMALIZACI



Tabulka 10: Výsledky checklistu pro uspořádání pracovního místa po ergonomické optimalizaci [Vlastní tvorba]

Až budoucnost a praxe ukáže, jak moc se toto vylepšení vyplatilo, ale už teď můžu říci, že vedení společnosti bylo spokojeno s řešením prvního úkolu.

Co se týče úkolu druhého, týkající se svařovny, nemohu toto řešení zhodnotit, jelikož je v procesu realizace. Na základě výše uvedených zjištění jsem přesvědčen, že po koupi navrhovaného stroje se zvýší pohodlí svářečů a následně i takt svářečů obecně.

5 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo najít nedostatky z hlediska ergonomie, popsat je, navrhnout zlepšení a následně vyhodnotit přínosy těchto změn. Jednalo se zejména o dva specifické body.

K prvnímu bodu, který se týká nové konstrukce lešení, jsem došel za pomoci použití analýzy včetně osobních konzultací se samotnými pracovníky montáže – staré lešení muselo být obměněno. Návrh byl prokonzultován jak s hlavním konstruktérem podniku, tak s vedoucím směn. Myslím si, že změna je vidět na první pohled. Z ergonomické stránky je nová konstrukce pohodlnější, bezpečnější a snazší k užívání. Náklady byly pro podnik přijatelné a vedení bylo ochotné tyto peníze investovat vzhledem ke zlepšení celkových pracovních podmínek v hale.

Druhý bod byl vybrán na základě rozhovorů s pracovníky svařovny. Jednalo se zejména o zanalyzování pracovního prostoru a návrhu technického opatření. V tomto případě se jedná o koupi stroje Liwex 12 k filtraci vzduchu při svařování, ať už verze s jedním nebo dvěma rameny. Realizace tohoto bodu byla z důvodu omezení týkajících se viru COVID 19 odložena – neměl jsem tudíž možnost její přínos plně vyhodnotit. Po představení návrhu pracovníkům svařovny však pevně věřím, že toto řešení povede ke zlepšení jejich pracovní pohody.

Ergonomickým návrhem pracoviště se jistě zabývalo nespočet kolegů přede mnou. Avšak krásou tohoto vědního oboru, která je vlastně i trnem v oku, je praktická nemožnost univerzálních aplikací. V podstatě každé řešení musí být vyhledáváno s individuálním

přístupem, myšlením a ohledem na danou situaci. Doufám však, že tato práce může do budoucna poskytnout pomocný pohled na probíranou tematiku nejen studentům, ale i ostatním lidem v oboru ergonomie.

Závěrem bych chtěl říci, že tato práce mi umožnila vidět podnik jiným způsobem, než kterým se mi roky předtím prezentoval. Věřím, že uvedené cíle byly splněny a s analytickou i návrhovou částí je vedení společnosti spokojeno.

6 Seznamy

6.1 Seznam použité literatury

- [1] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 2. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. ISBN 978-80-01-03802-4.
- [2] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [3] MALÝ, Stanislav, Lenka SVOBODOVÁ, Jiří TILHON a Iveta MLEZIVOVÁ. *Ergonomické stresory pod kontrolou, aneb, Ergonomie - jak na to*. Vydání: druhé. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., 2019. ISBN 978-80-87676-15-8.
- [4] KRÁL, Miroslav. *Ergonomie a její využití v technické praxi II: Normativy lidského těla. Biomechanika a bioenergetika*. 1.vyd. Ostrava: Alexandr Vávra-Vava, 1998. ISBN isbn80-86168-04-2.
- [5] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [6] TAYLOR, Frederick Winslow. *The principles of scientific management*. Bellingham, WA: Enna Products Corp., 2007. ISBN 1897363893.
- [7] Historie ergonomie od starověkého Řecka a Egypta až po současnost. *Bezpečnost práce* [online]. b. r. [cit. 2019-11-03]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/ergonomie/historie-ergonomie/>

- [8] MATOUŠEK, Oldřich. *Pracovní místo a zdraví: ergonomické uspořádání a vybavení pracovního místa*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998. ISBN 80-7071-098-5.
- [9] FASSATI, Tomáš, ed. *Česká ergonomie 2015* [online]. Praha: ČESKÁ ERGONOMICKÁ SPOLEČNOST, 2015 [cit. 2019-11-04]. ISBN 978-80-87400-18-0. Dostupné z: <http://www.vubp.cz/ces/soubory/sbornik-ces-2015.pdf>
- [10] 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*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4.
- [11] SLÁMA, Otakar a Vladimír GLIVICKÝ. *Ergonomie na pracovištích* [online]. Praha: Akademie práce a zdraví ČR, 2004 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://mapis.vubp.cz/PR/Prehled/ClanekDetail.aspx?guid=4b51fa3f-b751-435f-a21c-7752401dc787>
- [12] *Bezpečnost a ochrana zdraví na pracovištích*. Vydání: druhé. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., 2016. ISBN 978-80-87676-20-2.
- [13] HÁJEK, Václav. *Ergonomie v bytě, v projektu a v praxi*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 2004. ISBN 80-86817-00-8.
- [14] MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. *ABC ergonomie*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-027-0.
- [15] Iveco před bránou podniku. In: *Future Tech* [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z: <http://future-tech.cz/>

- [16] Pojízdné prodejny. In: *Future Tech* [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z: http://future-tech.cz/?page_id=78
- [17] *Google Maps* [online]. Google, 2018 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/documentation/staticmaps/#StyledMaps>
- [18] Vzduchotechnik - produkty. In: *Vzduchotechnik* [online]. Liberec, 2020 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <http://www.vzduchotechnik.cz/vyrobky/mobilni-odsavace/odsavac-od-svarovani-liwex/>

6.2 Seznam použitých symbolů (zkratek)

Zkratka	Význam
např.	například
tzv.	tak zvaný
atd.	a tak dále
Hz	Hertz
kHz	kilohertz
nm	nanometr
mm	milimetr
ms	milisekunda
ČSN	česká technická norma
°C	stupně Celsia
lx	lux
OOPP	osobní ochranné pracovní prostředky
dB	decibel
tzn.	to znamená
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
spol. s.r.o.	společnost s ručením omezeným

6.3 Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní funkce v ergonomii [4].....	12
Obrázek 2: Evoluce člověka [9].....	15
Obrázek 3: Zorné pole pracovníka [11]	19
Obrázek 4: Pedipulační prostor pracovníka [11]	19
Obrázek 5: Manipulační prostor pracovníka [11].....	20
Obrázek 6: Dosah muže průměrné výšky [13].....	20
Obrázek 7: Iveco EUROCARGO před brankou podniku [15].....	30
Obrázek 8: Pojízdne prodejny [16].....	30
Obrázek 9: Pohled na podnik z výšky ve 3D [17]	31
Obrázek 10: Rozložení podniku na střediska [Vlastní tvorba]	32
Obrázek 11: Vozidlo na začátku procesu [Vlastní foto].....	34
Obrázek 12: Vozidlo s hliníkovým rámem [Vlastní foto]	34
Obrázek 13: CastoMIG 350 C [Vlastní foto]	35
Obrázek 14: Skříň před složením [Vlastní foto]	36
Obrázek 15: Stará konstrukce lešení [Vlastní foto].....	37
Obrázek 16: 3D model konstrukce [Vlastní foto].....	40
Obrázek 17: Konstrukce ve výrobní hale [Vlastní tvorba].....	41
Obrázek 18: Skica s rozměry konstrukce [Vlastní tvorba]	42
Obrázek 19: Liwex 12 s jedním rameny [18].....	44
Obrázek 20: Liwex 12 se dvěma rameny [18].....	45
Obrázek 21: Systém filtrace [18]	45

6.4 Seznam tabulek

Tabulka 1: Reakční čas člověka [14]	22
Tabulka 2: Výměna vzduchu [1].....	25
Tabulka 3: Význam barev [1].....	27
Tabulka 4: Výsledky checklistu pro uspořádání pracoviště [Vlastní tvorba].....	38
Tabulka 5: Výsledky checklistu pro svařovnu a její prostředí [Vlastní tvorba].....	39

Tabulka 6: Náklady pořízení a stavby konstrukce [Vlastní tvorba]	43
Tabulka 7: Základní technické údaje LIWEX [18]	46
Tabulka 8: Náklady spojené s pořízením stroje se jedním ramenem [Vlastní tvorba].....	46
Tabulka 9: Náklady spojené s pořízením stroje s dvěma rameny [Vlastní tvorba].....	47
Tabulka 10: Výsledky checklistu pro uspořádání pracoviště po ergonomické optimalizaci [Vlastní tvorba].....	48

6.5 Seznam grafů

Graf 1: Analytická metoda výběru hlavní pracovní polohy [11]	18
Graf 2: Vztah mezi náklady, ergatičností a rizikovostí [1].....	28

6.6 Seznam příloh

Příloha 1: Checklist pro uspořádání pracoviště [Vlastní tvorba]	57
Příloha 2: Checklist pro svařovnu a její prostředí [Vlastní tvorba].....	58

Checklist pro uspořádání pracoviště

1. Umožňuje pracovní místo individuální uspořádání pro výškově nižší i vyšší zaměstnance?
ano ne
2. Je materiál a nářadí umístěno před pracovníky, aby byly redukovány rotační pohyby trupu?
ano ne
3. Je Vám pohodlná pracovní poloha při práci?
ano ne
4. Poskytuje pracovní místo dostatek prostoru pro pohyb těla?
ano ne
5. Je využívána zemská přitažlivost při manipulaci s břemeny?
ano ne
6. Umožňuje pracovní místo oporu paží alespoň občasnou?
ano ne
7. Je práce uspořádána tak, aby byly eliminovány extrémní polohy kloubů horních končetin?
ano ne
8. Je vhodné umístění ovladačů, jejich snadná dostupnost a vynakládaná síla ke stisknutí?
ano ne
9. Jsou eliminovány na minimální možnou míru vlivy prostředí (hluk, mikroklima, chlad, osvětlení, ...)?
ano ne

Příloha 1: Checklist pro uspořádání pracoviště [Vlastní tvorba]

Checklist pro svařovnu a její prostředí

1. Lze ve svařovně pracovat ve více jak 2 lidech?

ano ne

2. Umožňují podmínky prostředí sváření dvou svářečů zároveň delší jak 20 minut?

ano ne

3. Je ve svařovně s největší mírou zabezpečení a pohodlí práce zařízené odsávání a filtrace vzduchu?

ano ne

4. Působí na vás negativně přestavování svářečky ze sváření pro hliník na sváření pro železo?

ano ne

5. Jsou Vám poskytovány dostatečné prostředky na ochranu pro všechny druhy svařování?

ano ne

Příloha 2: Checklist pro svařovnu a její prostředí [Vlastní tvorba]