

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



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrhy na ergonomickou racionalizaci pracovišť
Designs for ergonomic workplace rationalization

AUTOR: David Koupil
STUDIJNÍ PROGRAM: Výroba a ekonomika ve strojírenství
VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2023



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Koupil** Jméno: **David** Osobní číslo: **492711**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací 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:

Návrhy ergonomických racionalizací pracovišť

Název bakalářské práce anglicky:

Designs for ergonomic workplaces rationalization

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod - motivace a cíl práce.
2. Teoretická část - ergonomické zásady na pracovišti.
3. Praktická část - analýza současného stavu společnosti Haar CZ, s.r.o a návrhy pro zlepšení.
4. Ekonomická část - vyhodnocení navrhovaných opatření.
5. Závěr- zhodnocení práce

Seznam doporučené literatury:

- [1] CHUNDELA, Lubor a Strojní fakulta. Ergonomie. 3.vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
[2] MAROŮŠEK, O., BAUMRUK, J. Pracovní místo a zdraví. Ergonomické uspořádání a vybavení pracovního místa. Vyd. 1. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998. ISBN 80-7071-098-5.
[3] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Vyd. 1. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973- 58-6.

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: **04.04.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21.07.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **29.02.2024**

Ing. Ladislav Vaniš
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
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.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a v seznamu uvedl veškerou použitou literaturu.

Svým podpisem stvrzuji, že odevzdaná elektronická podoba práce je identická s její tištěnou verzí, a jsem seznámen se skutečností, že se práce bude archivovat v knihovně ČVUT a dále bude zpřístupněna třetím osobám prostřednictvím interní databáze elektronických vysokoškolských prací.

V Praze dne:

.....
Podpis

PODĚKOVANÍ

Děkuji Ing. Ladislavu Vanišovi, který mě prací provázel a poskytoval mi cenné rady. Poděkování patří dále také Ing. Martinovi Kynclovi za odborná doporučení. Nakonec děkuji vedoucímu výroby Petrovi Chvojkovi a všem ostatním zaměstnancům společnosti Haar CZ s.r.o., jež se mnou konzultovali všechny návrhy.

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku ergonomie ve strojírenství. Teoretická část tak obsahuje popis a vysvětlení základů ergonomie spolu s projektováním pracovišť. Nachází se zde následně i metody pro vhodný výběr doporučených doplňků pro zlepšení pracovních podmínek. Praktická část je zaměřená na analýzu vybraných prostorů uvnitř společnosti a dále pak na návrhy pro zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců v podniku. Na závěr jsou v ekonomické části shrnuta veškerá navržená opatření a je zde vyhodnocen jejich celkový přínos pro budoucnost podniku.

Klíčová slova

Ergonomie, pracoviště, zaměstnanec, výroba, produkt, montáž, rozhodování

Annotation

The bachelor's thesis is focused on the issue of ergonomics in engineering. The theoretical part thus includes a description and explanation of the basics of ergonomics together with the design of workplaces. Subsequently, there are also methods for the appropriate selection of recommended supplements to improve working conditions. The practical part is focused on the analysis of selected spaces within the company and then on proposals for improving the working conditions of employees in the company. Finally, in the economic part, all proposed measures are summarized and their overall contribution to the future of the company is evaluated.

Key words:

Ergonomics, workplace, employee, production, product, assembly, decision making

OBSAH

| | |
|--|----|
| OBSAH..... | 1 |
| Úvod..... | 3 |
| 1. Ergonomie..... | 5 |
| 1.1 Ergonomické uspořádání a vybavení pracoviště | 6 |
| 1.1.1 Parametry člověka..... | 6 |
| 1.1.2 Pracovní podmínky ve výrobě | 7 |
| 1.1.3 Pracovní podmínky ve skladu..... | 9 |
| 1.1.4 Pracovní podmínky v kanceláři | 11 |
| 1.2 Nemoci z povolání..... | 13 |
| 1.2.1 Nejčastější diagnózy | 13 |
| 1.2.2 Prevence nemocí | 15 |
| 1.2.3 Statistika nemocí v ČR | 16 |
| 1.3 Moderní přístupy k ergonomii..... | 17 |
| 1.3.1 Motion Capture oblek | 17 |
| 1.3.2 Kolaborativní robot..... | 18 |
| 1.3.3 Podpora v rozvoji zaměstnanců | 19 |
| 2. Rozhodovací procesy..... | 20 |
| 2.1 Metoda párového srovnávání..... | 20 |
| 2.2 Metoda bazická..... | 21 |
| 3. Analýza a návrhy ve vybraném podniku | 22 |
| 3.1 Popis firmy Haar CZ, s.r.o..... | 22 |
| 3.2 Základní popis celé budovy..... | 23 |
| 3.3 Montovna hadicových navijáků..... | 23 |
| 3.3.1 Analýza pracoviště..... | 24 |
| 3.3.2 Rozbor problematiky a návrhy na úpravy..... | 25 |
| 3.4 Pracoviště OTK | 27 |
| 3.4.1 Analýza pracoviště..... | 27 |
| 3.4.2 Problematika a návrhy na úpravu pracoviště | 28 |
| 3.5 Svařovna | 29 |
| 3.5.1 Analýza pracoviště..... | 29 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.5.2 | Problematika a návrhy na úpravy pracoviště | 30 |
| 3.5.3 | Výběr kolaborativního robotu pomocí vícekritériální analýzy | 32 |
| 3.6 | Montovna armatur | 36 |
| 3.6.1 | Analýza pracoviště | 37 |
| 3.6.2 | Problematika a návrhy na úpravy pracoviště | 37 |
| 3.7 | Skladové prostory | 39 |
| 3.7.1 | Analýza pracoviště | 39 |
| 3.7.2 | Problematika a návrhy na úpravu pracoviště | 40 |
| 3.8 | Další návrhy pro zlepšení pracovních podmínek | 42 |
| 3.8.1 | Gravírovací stroje | 42 |
| 3.8.2 | Přístřešek k vstupním vratům | 42 |
| 3.8.3 | Motion capture oblek | 43 |
| 4. | Ekonomické vyhodnocení navrhovaných opatření | 44 |
| 4.1 | Výdaje za navržená opatření | 44 |
| 4.2 | Ekonomické přínosy navržených opatření | 45 |
| | ZÁVĚR | 47 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 48 |
| | Seznam zkratk | 51 |
| | Seznam tabulek | 53 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 54 |
| Příloha A | Tabulka nemocí z povolání za roky 2012-2021 | 1 |
| Příloha B | Nejčastější nemoci z povolání za rok 2021 (mimo COVID-19) | 2 |

Úvod

Snahou každého zaměstnance je mimo odvedení dobrého výkonu vždy i co nejsnadnější cesta k jeho realizaci. Díky tomu se vytvářejí nové pracovní metody, jejichž cílem je zvyšující se produktivita práce a její kvalita. Mimo to se však nesmí zapomínat na samotný lidský faktor, který je stále v celé pracovním procesu tím nejdůležitějším prvkem.

Téma ergonomie se rozvíjí od pradávna a vzhledem k rostoucím pracovním nárokům je neustále aktuální. Zrychlující se vývoj však přináší na člověka obrovský tlak, který s sebou nese dopad na jeho zdravotní stav. Člověk v lepším případě pouze ztratí motivaci k práci, v tom horším si odnese trvalé následky, které mohou být fyzického i psychického rázu. Tento jev je nežádoucí pro všechny strany pracovního procesu, protože zaměstnanec má v budoucnu horší šance pro uplatnění na pracovním trhu a pro zaměstnavatele klesne prestiž jeho firmy, případně může být povinen vyplácet vysoké odškodné za pracovní újmu na zdraví. Z tohoto důvodu by tak snahou všech společností mělo být nalézání nových způsobů práce a také zlepšení celkových podmínek v pracovním prostředí.

S progresivními nápady ke zlepšení pracovních podmínek přicházejí převážně velké společnosti podnikající v IT službách, které se pokoušejí dopřát svým zaměstnancům maximálního komfortu a odreagování se přímo na pracovišti. Nemusí se však vždy jednat jen o vysoké investice do nejmodernějších inovací. V posledních letech k novým trendům v ergonomii výrazně přispěla pandemie nemoci COVID-19, kdy se mimo jiné ukázalo, že člověk může být velmi produktivní i při práci z domova a dodržování přesné pracovní doby se tak stalo pro mnoho zaměstnavatelů přežitkem. Lidé již proto často mají možnost přizpůsobit si práci svým potřebám nebo dalším povinnostem, díky čemuž s větším klidem a rozvahou vykonají zadaný úkol.

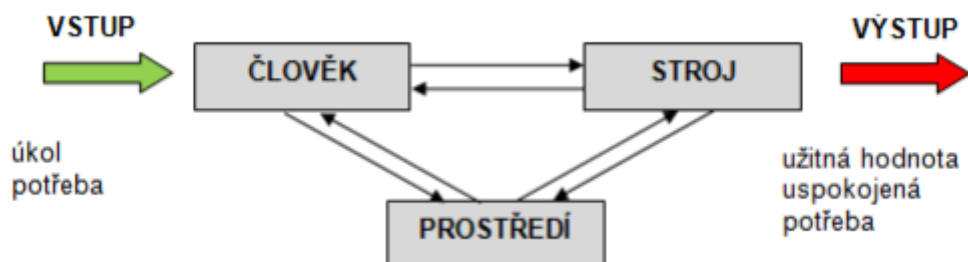
Tématika bezpečnosti práce, hygieny práce, ale zejména ergonomie mne zaujala z důvodu, že se jí v České republice (ČR) ve srovnání s jinými státy EU nebo USA nevěnuje přílišná pozornost, a tak jsem se na příkladu podniku Haar CZ, s.r.o. rozhodl realizovat úpravy pracovišť vedoucí ke zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců. Hlavním cílem práce tak je snížení úrazovosti, zatěžování organismu a spolu s tím i zvýšení produktivity práce, avšak nikoli intenzity práce.

V teoretické části bakalářské práce tak budu popisovat problematiku ergonomie při projektování pracovišť a jaká jsou případná zdravotní rizika při horších pracovních podmínkách. Představím také způsoby, které přispívají k lepší pracovní pohodě a udržují člověka v dobré kondici i při pravidelné fyzické zátěži nebo sedavému zaměstnání. Následně pak i ukážu metody, pomocí kterých budu vybírat vhodnou výbavu na pracoviště. V praktické části rozeberu současný stav řešené problematiky ve společnosti Haar CZ s.r.o., kde budu analyzovat výrobní, skladová i kancelářská pracoviště zmíněné společnosti a navrhnou vhodná opatření pro zlepšení pracovních podmínek a eliminaci potenciálních problémů. Na závěr pak finančně vyjádřím své návrhy a zhodnotím jejich celkový přínos pro současné i budoucí fungování podniku.

1. Ergonomie

Ergonomie využívá znalostí celé řady vědních oborů, díky čemuž během každé lidské činnosti proti sobě stojí humanitní vědy s technickými. Člověk tak pro vytvoření užitných hodnot či uspokojení potřeb téměř v každém případě používá soubor nástrojů, současně je však ovlivňován faktory vycházejícími z okolního prostředí. Tím pádem je pro vybudování pracovní pohody, zlepšení lidského zdraví a zároveň i výkonnosti nutné najít vhodnou hranici pro optimalizaci psychické a fyzické zátěže. [1]

První známky ergonomie lze vypočítat již z doby kamenné, kdy si tehdejší lidé vytvářeli a upravovali jednoduché nástroje k lovu či zemědělské činnosti tak, aby si danou techniku přizpůsobili co nejúčinněji. Největší její rozvoj však šel společně s rozmachem zpracovatelského průmyslu, dopravy nebo stavitelství v 16. a 17. století. Postupně tak lidstvo začalo smýšlet o pojmech jako vhodná délka pracovní doby a maximální výkon. Dalším podstatným milníkem v ergonomii byl přechod k industriální výrobě v 18. a 19. století. Přestože se výkonnost práce v tomto období výrazně zrychlila, musel se již pracovník přizpůsobovat strojům a nikoliv obráceně, čímž došlo k výraznému zhoršení vztahu mezi člověkem a technikou. Důležitou postavou pro rozmach vědecké organizace práce byl F. W. Taylor (1856-1915), který se neustále snažil o překračování stávajících výkonů pomocí analýz pohybů nebo uspořádáním pracoviště. Přes nepochybný růst výkonnosti však nebyly v tomto období respektovány již známé anatomické a psychologické vlastnosti člověka, což mělo za následek negativní dopady na zdraví pracovníků. Prvky vědeckého řízení výroby s ergonomií se tak definitivně povedlo spojit až v časech první světové války a začínaly se již řešit i okolní faktory jako hluk či mikroklima. Následující vývoj postupně dosáhl bodu, že na pracovišti již bylo možné dosáhnout maximálního využívání dostupné techniky společně s důstojnými pracovními podmínkami a vzájemnými dobrými vztahy pracovníků mezi sebou. [3]



Obrázek 1 – Schéma člověk – stroj – prostředí [1]

Hlavní přínos ergonomie tak je v komplexním přístupu k individuálním vlastnostem člověka. Ten je chápán jako rozhodující prvek systému člověk-technika-prostředí (viz Obrázek 1), jenž slouží k dosažení zamýšlených výsledků v rámci omezujících vstupních podmínek. Podstatnými vlastnostmi tohoto systému je pak stabilita a spolehlivost, jelikož pro získání požadovaného efektu je nutné předvést potřebnou kvalitu za požadovaný čas. [1]

1.1 Ergonomické uspořádání a vybavení pracoviště

Pro svou činnost má každý zaměstnanec vymezenou oblast, na které ji v určitém čase může vykonávat. Obvykle je pak jejím obsahem náradí, přístroj, stroj nebo jiné technické zařízení, se kterým výsledek jeho práce úzce souvisí. Tyto prostředky nakonec určují nároky na pracovníka z hlediska jeho pohybů, pracovní polohy nebo vnímání.

Při tvorbě pracovního místa je nezbytné co nejvíce eliminovat nadměrné zatěžování svalově-kosterního aparátu, pocity diskomfortu či únavy. Důležité je také respektovat zrakovou a sluchovou zátěž. Z těchto důvodů je nutné se nejprve seznámit s typem hlavní fyzické i psychické aktivity a určit tak základní a vedlejší polohy při jejím výkonu. Vhodné pracovní podmínky nakonec mohou přispět k lepší výkonnosti, zdravotní prevenci, snížení fluktuace zaměstnanců a prodloužit jejich produktivní věk. Zároveň nemusí být zdokonalování pracovních podmínek vzhledem k přínosu příliš ekonomicky nákladné. [2]

1.1.1 Parametry člověka

Pro správný návrh příslušného pracovního místa je klíčové poznat typ hlavní fyzické a psychické aktivity. V úvahu je potřebné brát i další faktory jako jsou fyzická náročnost práce a požadavky na sluch, zrak, pozornost nebo myšlení. Podstatným faktorem jsou pak samotné dispozice jednotlivého pracovníka. Ty se liší z hlediska pohlaví, věku, nebo tělesné zdatnosti. Podle těchto parametrů je také každý člověk různě adaptabilní na požadavky práce a svou roli díky tomu hraje i jeho zručnost, praxe či zkušenosti. Právě dlouholetá praxe ve stejné činnosti může však mít v konečném důsledku negativní dopad na zdraví jedince, jelikož při svém výkonu mnohdy opakuje nezdravé stereotypy. [1]

Tabulka 1 – Základní tělesné rozměry člověka [1]

| Základní hodnoty tělesných rozměrů pro střední Evropu (předpokládaný stav pro rok 2000) | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Rozměry (v mm) | Muži | | | Ženy | | |
| | 5% | 50% | 95% | 5% | 50% | 95% |
| 1 Výška vstojce | 1670 | 1770 | 1860 | 1550 | 1660 | 1750 |
| 2 Délka předpažení (úchop) | 800 | 850 | 890 | 740 | 800 | 840 |
| 3 Šířka ramen (akromion) | 365 | 400 | 430 | 340 | 365 | 405 |
| 4 Šířka boků vstojce | 310 | 350 | 375 | 315 | 360 | 410 |
| 5 Výška vsedě | 880 | 940 | 980 | 820 | 880 | 930 |
| 6 Výška očí vsedě | 740 | 800 | 850 | 700 | 750 | 810 |
| 7 Výška kolena vsedě | 495 | 550 | 595 | 460 | 500 | 540 |
| 8 Délka podkolení | 420 | 465 | 500 | 390 | 425 | 460 |
| 9 Vzdálenost loket - úchop | 330 | 360 | 390 | 300 | 325 | 370 |
| 10 Vzdálenost býždě - koleno | 550 | 610 | 660 | 530 | 580 | 630 |
| 11 Vzdálenost býždě - chodidlo | 985 | 1070 | 1150 | 930 | 1000 | 1080 |
| 12 Šířka boků vsedě | 310 | 365 | 390 | 330 | 400 | 440 |
| 13 Šířka ramen | 420 | 460 | 490 | 365 | 420 | 465 |
| 14 Šířka ruky | 80 | 90 | 95 | 70 | 75 | 85 |
| 15 Délka ruky | 175 | 190 | 205 | 160 | 175 | 190 |
| 16 Délka nohy | 240 | 265 | 285 | 220 | 240 | 260 |
| 17 Délka hlavy | 180 | 190 | 200 | 170 | 180 | 200 |
| 18 Obvod hlavy | 540 | 575 | 600 | 520 | 550 | 590 |
| 19 Šířka hlavy | 145 | 155 | 165 | 135 | 145 | 155 |

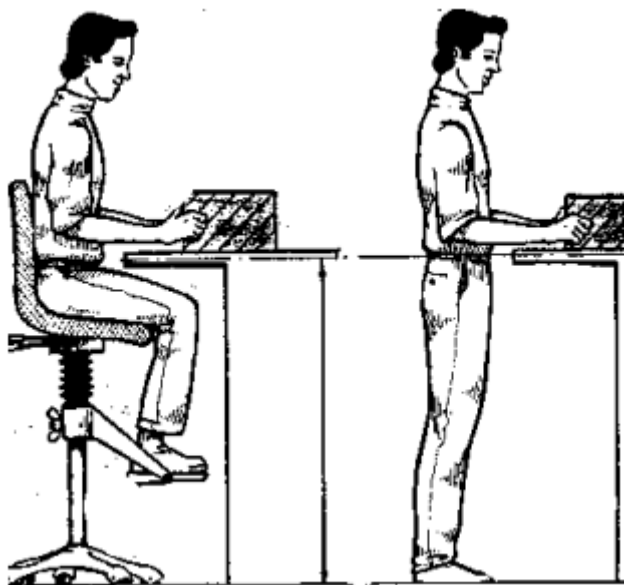
Při návrhu pracoviště se obvykle vychází ze znalosti o standardním člověku, tj. člověk, jenž odpovídá průměrným tělesným rozměrům a antropometrickým znakům. Pro respektování odlišností se však není možné spokojit pouze s průměrnými rozměry, a tak se používají tzv. percentily, které znázorňují, že 5 % populace má menší rozměr, od 5 % do 95 % má populace průměrné rozměry a zbývajících 5 % má rozměry vyšší (viz Tabulka 1). Následující limity pro určení fyzické náročnosti opět vycházejí podle standardního člověka a přihlížejí k věku a pohlaví jedince. Další individuální přizpůsobování již je s ohledem na konstrukční řešení daného místa, kdy se např. nastaví vhodná výška nebo sklon křesla či pracovního stolu apod. Ohledy pro úpravu pracoviště se musí brát i na výjimečné případy, kterými jsou např. těhotné ženy. [2]

1.1.2 Pracovní podmínky ve výrobě

Vhodné naplánování prostorů pro výrobní činnost spočívá ve specifikaci druhu práce a dále pak základní polohy, ve které pracovník působí většinu své pracovní doby. K ní se určuje poloha vedlejší, při níž jsou vykonávány práce jen po krátkou dobu, např. opravy stroje nebo úklid pracoviště. Posoudit by se měl i podíl statického a dynamického výkonu a skladbu pohybů s ohledem na jejich fyzickou námahu.

Ideální pracovní polohou ve výrobě je práce v sedě, případně kombinace střídání sezení i stání (viz Obrázek 2). Méně vhodné je již pozice trvale ve stoje a pro zdraví nepřijatelné

jsou pracovní polohy v hlubokém předklonu, kleče nebo podřepu. Vyvarovat by se také mělo častým pohybům horních končetin ve výšce nad rameny nebo dlouhodobému sklonu hlavy a trupu. Pokud u specifických činností není možné zajistit snížení zátěže na pracovníky, musí se u složitých poloh lidé více střídat a doporučen je také větší počet přestávek.



Obrázek 2 – Kombinace práce ve stoje a v sedě [5]

Výška pracovní roviny by měla dle nařízení vlády č.361/2007 Sb. odpovídat výšce loktů pracovníka při vodorovné poloze předloktí. To je závislé na výšce pracovníka a také jeho tělesné výšce nad sedákem. Při práci s těžšími předměty se tato výška snižuje cca. o 10 až 20 cm. Jsou-li však předměty menších rozměrů, a tedy i náročnější na zrak, je vhodné tuto výšku naopak o 10 až 20 cm zvýšit. U sedavé práce by měly mít dolní končetiny zajištěný prostor pro volný pohyb a být podepřeny. Pro dlouhodobou práci v sedě je dokonalé sedadlo s regulovatelnou výškou sedáku a polohovatelnou zádovou opěrkou.

Pracoviště pro výkon hlavní činnosti zaměstnanců musí být vždy snadno přístupné a mít zajištěn rychlý a bezpečný únik z místa ve výjimečných případech. Nutností také je, aby pro bezpečí pracovníků byla vzdálenost stroje od stěny minimálně 80 cm. Každý zaměstnanec musí mít dostatečně velký pracovní prostor s vhodnou výškou stropu, která je odvozena od celkové plochy celé místnosti. Dbát je potřeba i na akustické podmínky, kde je u fyzické práce stanoven limit na 80 dB, u tvůrčí pak 40 dB. Možná je i kombinace obou aspektů, zde je limit 60-65 dB. Zajištěna musí být i vhodná teplota na pracovišti, která je stanovena podle třídy práce z nařízení vlády 361/2007 Sb. (viz Tabulka 2). [2;4;5]

Tabulka 2 – Teplota na pracovišti [5]

| Třída práce | Operativní teplota (°C) | | |
|---|-------------------------|-----------|-----------|
| | Minimální | Optimální | Maximální |
| I (administrativní práce, práce na PC, laboratorní práce) | 20 | 22±2 | 28 |
| IIa (řidiči, pokladní, montáž malých lehkých kusů) | 18 | 20±2 | 27 |
| IIb (mechanici, montáž středně těžkých dílů, svařování, břemena do 10 kg) | 14 | 16±2 | 26 |
| IIIa (údržba strojů, montážní linky v automotive, břemena do 15 kg) | 10+ | 12±2+ | 26+ |
| IIIb (příprava forem na 15 – 50 kg odlitky, obsluha gumař, lisů, zemědělské práce) | 10++ | 12±2++ | 26++ |

▪ **Vysvětlivky:**

- » + z hlediska energetického výdaje není celosměnově únosná pro ženy.
- » ++ z hlediska energetického výdaje není celosměnově únosná pro muže.

Každý stroj by také měl obsahovat vhodnou skříňku s nářadím a jeho vyměnitelnými částmi. Pro ruční práci je vždy velmi žádoucí nástroj s dlouhou rukojetí, která brání tlaku na dlaň a nedochází u ní k sevření prstů. Elektrické nástroje by měly mít ovládající tlačítko dosažitelné beze změny polohy ruky. Pro montážní práce jsou praktické elektrické utahováky zavěšené na pérovém závěsu, čímž se snižuje jednostranná pohybová zátěž ruky. Při rizikových pracovních činnostech nebo prostorách je samozřejmostí výbava pro ochranu pracovníka, kterou zaměstnavatel musí zajistit dle vyhlášky č.204/1994 Sb. [2;6]

1.1.3 Pracovní podmínky ve skladu

Pracovníci vykonávají manipulační činnost zpravidla na mechanicko-manuální bázi, takže práce s těžšími břemeny je usnadněna manipulační technikou. Nicméně je však mnoho dalších kroků během pracovního procesu, které je nutné vykonávat ručně a tím pádem je vzhledem k častému ohýbání a zvedání nákladu práce ve skladu fyzicky velmi náročná. Spojením tlaku na výkonnost při manipulaci s těžkým nebo drahým nákladem, a zároveň i vnějším vlivům jako hluk či horší organizace skladového prostoru, je práce náročná také psychicky. [3]

Pro těžší manipulační techniku, jako jsou jeřáby nebo vysokozdvížené vozíky, je pro pracovníka zcela zásadní dobrý výhled z kabiny. Velmi praktická je možnost otáčení celého stanoviště řidiče, čímž lze tento výhled v případě couvání ještě více zlepšit. Ovládání pracovních funkcí těchto strojů by mělo být co nejjednodušší, v současné době je ideální pomocí joysticků. Samozřejmostí by měla být nastavitelná a pneumaticky

odpružená sedačka s podpěrou loktů. Pozornost se také musí věnovat omezení přenosů vibrací mezi jízdni dráhou a naloženým zbožím, kterého lze dosáhnout technikou se zabudovanými gumovými tlumiči v pouzdrech přední hnací nápravy. [7]

U činností, jako je např. příprava nebo vychystávání zboží, je zapotřebí eliminovat opakující se nepřírozené pohyby. Toho lze docílit zvednutím nejnižšího patra v regálovém skladu do úrovně loktů ve vodorovné poloze pracovníka nebo používáním nastavitelných stolů (viz Obrázek 3).



Obrázek 3 – Hydraulický zvedací stůl od společnosti Čížek & Ptašek s.r.o.

Pro manipulaci těžších břemen je vhodné doplnit sklad o menší portálové jeřáby nebo jiné manipulátory. Maximální váha pro ručně zvedaná břemena je stanovena nařízením vlády č. 361/2007 Sb. (viz Tabulka 3). [4;7]

Tabulka 3 – Hmotnost pro ručně zvedaná břemena [5]

| | Limit pro hmotnost ručně zvedaného břemene (kg) | | Vsedě | Kumulace za směnu |
|------|---|---------|-------|-------------------|
| | Často | Občasně | | |
| Muž | 30 | 50 | 5 | 10 000 |
| Žena | 15 | 20 | 3 | 6 500 |

Podle nařízení vlády č.101/2005 Sb. musí být pro každou manipulaci s břemeny vytvořen pracovní postup. Každý zaměstnanec skladu také musí být dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. řádně proškolen o správných zásadách při manipulaci s břemeny. Nutný je i dobrý zdravotní stav pracovníků obsluhujících elektrické vozíky

a tím pádem tak jsou povinni dle vyhlášky č. 79/2013 Sb. absolvovat alespoň jednou za 4 roky lékařskou prohlídku. U pracovníků staších 50 let věku je tato prohlídka potřebná jednou za 2 roky. [4;8;9]

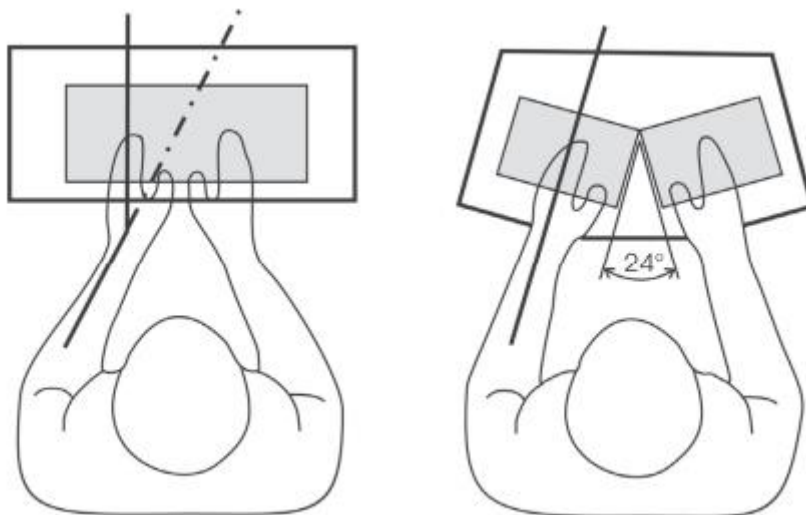
Pro manipulační práce musí být také podle normy ČSN 26 9030 vymezen dostatečně velký prostor. Šířka uličky tak je stanovena na rozměr o 0,4 metru větší, než je největší šířka manipulační techniky nebo převáženého materiálu. Tyto prostory musí obsahovat jasné označení, které zakazuje vstupu nepovoleným osobám. Je nutné však i dodržet prostor pro pěší, jehož minimální šířka je stanovena na 1,1 metru. [10]

1.1.4 Pracovní podmínky v kanceláři

Pro pracovníky zabývající se převážně administrativní činností je typickým pracovním prostředím kancelář a pracovním nástrojem poté počítač. Přestože jejich práce není fyzicky náročná, hrozí při nesprávných návycích široká škála možných druhů onemocnění svalově-kosterního aparátu. Škodlivou může být především poloha vsedě, ve které daní zaměstnanci tráví až 87 % své pracovní doby. Pro vybudování uspokojivého pracovního místa pak hraje důležitou roli kvalitní uspořádání kanceláře a její nábytek, který by měl být uzpůsoben na míru podle individuálních fyzických parametrů každého pracovníka. [11]

Zcela zásadní výbavou pro práci v kanceláři je pracovní stůl, jenž by měl mít vhodnou velikost pro snadnou změnu uspořádání pracovních komponent jako např. klávesnice, monitor, držák na dokumenty apod., ideální rozměry se pohybují kolem hodnot 1,2x0,65 m. Pro parametry stolu pak je důležitou součástí i jeho výška, u které je ideální, pokud při sedu svírá loket s předloktím úhel 90°. Toho však lze s jistotou docílit pouze v případě, že je stůl nastavitelný, nicméně je obecně ideální výška stolu stanovena na 65 cm až 75 cm. Dodržen by také měl být i dostatečný prostor pro nohy. Důležité je pak také vybrat správnou ergonomickou židli, která musí být pevná a stabilní a měla by mít i nastavitelnou výšku sedáku a sklon opěrky. Mělo by tak být dosaženo, aby člověk při sedu držel pevná záda a jeho tělo spolu se stehny a lýtky svíraly úhel 90° nebo 120°. Nakonec pak je nutné zajistit, aby obrazovka monitoru byla přímo v úrovni očí pracovníka a nedocházelo tak k předklonům nebo záklonům hlavy. Vzdálenost očí od obrazovky by měla být 50 cm až 70 cm. Žádoucí také není, aby na obrazovku dopadalo přímé světlo. Nejvhodnějším umístěním monitoru je takové místo, v jehož pozadí je co nejméně kontrastních barev, které snižují pracovníkům soustředění. [11;12]

Pro práci na počítače je vhodným pomocníkem pro přirozenější polohu zápěstí gelová podložka. Klávesnice by měla být lomová, protože je pro ruku také přirozenější více než pokud je její tvar rovný (viz Obrázek 4). Stejně tak by se měla volit myš s ergonomickým designem, protože lépe kopíruje přirozenou polohu ruky.



Obrázek 4 – Zaujímání úhlů v zápěstí při používání klasické a lomené klávesnice podle [3]

Nábytek, stěny a vybavení kanceláře by spolu měly navzájem barevně sladit. Doporučuje se však kombinace maximálně tří barev a jejich odstínů, vhodnými jsou zelená, žlutá, bílá, hnědá a modrá. Nevhodná jsou černá a červená. Dobré je také volit pro nábytek spíše matnější odstíny. Pro pocit bezpečí je pak příznivé, pokud má zaměstnanec možnost výhledu z okna, ideálně na nebe a zeleň. Případně jsou příjemným doplňkem kanceláře květiny.

Pro práci v kanceláři je samozřejmostí zajištění dostatečného a vhodného zdroje osvětlení. Ideálním zdrojem jsou zářivky, které vyzařují teplé žluté světlo, případně bílé. Úroveň osvětlení je pak závislá hlavně na věku osoby, každopádně by pro žádnou osobu neměla být pod 300 luxy a u strašících pracovníků se doporučuje minimálně 1000 luxů. Příliš vhodná pak nejsou LED světla či diody, protože jsou při vyšší intenzitě toxické pro kožní buňky a zcela nevhodná je práce pod stolní lampou. Pro pracovní pohodu je naopak velmi příznivé, pokud je na pracovišti dostatek přirozeného světla.

Teplota v kancelářském prostředí by měla být minimálně 20°C, vždy však záleží převážně na pocitech samotných zaměstnanců. Velmi důležitý je pak i přísun čerstvého vzduchu a kontrolovat se pak musí jeho proudění (ideálně 0,15 m/s) a vlhkost (40-60 %).

Zvýšenou pozornost je nutné především dbát v místnostech, kde jsou instalována klimatizační zařízení, protože vlivem jejich nesprávného nastavení či používání mohou být zaměstnanci častěji nemocní. [3;11]

1.2 Nemoci z povolání

Míra vzniku nemocí z povolání je výrazným ukazatelem pracovních podmínek daného zaměstnavatele. Riziko ohrožení úzce souvisí s typem pracovní činnosti a fyziologickými dispozicemi pracovníka. Jedná se o nemoci, které byly způsobeny působením chemických, fyzikálních, nebo dalších jiných škodlivých vlivů v souvislosti s výkonem povolání a zapříčinily zaměstnanci dočasné nebo trvalé zdravotní následky. V případě trvalých zdravotních obtíží zaměstnanci hrozí, že již nebude moci svou profesi nadále vykonávat. Uznání nemoci z povolání vykonává poskytovatel zdravotních služeb, který je oprávněn vydáním lékařského posudku a musí se také jednat o nemoc, která je zaznamenána v seznamu nemocí z povolání. [13]

1.2.1 Nejčastější diagnózy

Za rok 2021 bylo jako nejvíce vyskytující se onemocnění z povolání uznáno COVID-19, které se vyskytlo ve více než 5000 případech. Dalšími nemocemi, jež se za rok vyskytly nejčastěji a týkají se převážně pracovníků vykonávající fyzicky náročnou práci, byly tyto nemoci:

- **Syndrom karpálních tunelů** – Jedná se o poškození periferních nervů při jejich průchodu anatomickým kanálem nebo tunelem. Důvodem je časté přetěžování zápěstí, případně práce s vibračními nástroji a dochází tak ke stlačování nebo mikrotraumatizaci nervu. Projevuje se stále častějším brněním nebo mravenčením v prstech. [28]
- **Epikondylitida pažní kosti** – Jde o bolestivý úpon svalů na kost vlivem přetížení. Může se vyskytovat jak u manuálně pracujících lidí, tak i u pracujících na PC. Bolest se projevuje v oblasti předloktí, paže nebo ramenní kloubu při zvedání těžších předmětů, v pozdějším stádiu i při menší námaze. [29]
- **Artróza palce u ruky** – Toto degenerativní onemocnění postihuje spojení palcové záprstní kosti s další příslušnou kostí na zápěstí. Postihuje především manuálně pracující lidi. Jedná se o poměrně bolestivé onemocnění, které výrazně omezuje pohyb rukou až postupně znemožňuje uchopení předmětů. [30]

- **Syndrom ramenního kloubu** – Jedná se o onemocnění šlach a vazů ve funkční části ramenního kloubu. Nemoc je způsobena opakovaným a nepřiměřeným zatěžováním svalů v oblasti ramene a také vlivem nevhodného držení těla. Problémy vedou zpočátku k omezení pohyblivosti ramene, postupem času i k bolestem v klidovém režimu. Onemocnění se týká lidí se sedavým typem zaměstnání, často řídících automobil nebo manuálně pracujících. [31]
- **Chronická obstrukční plicní nemoc** – Jde o respirační onemocnění vyvolané inhalací anorganických prachů a postihuje zdravé proudění vzduchu v průduškách. To následně způsobuje zánět, který se projevuje dráždivou reakcí na vdechované látky. Ten ovlivňuje dolní dýchací cesty, periferní průdušky a plicní cévy. Chorobě jsou nejvíce vystaveni lidé, kteří pracují v prašném a nečistém prostředí. [32]
- **Percepční kochleární vada sluchu** – Vlivem intenzivního hluku dochází ke zničení vlasových buněk, kvůli čemuž je posunut sluchový práh. Nemoc způsobuje pracovní prostředí s hlučností přesahující 80 dB nebo frekvenčně nevyvážený akustický tlak přes 200 Pa po celou směnu. [26]
- **Chronické onemocnění bederní páteře** – Nemoc vzniká degenerativními změnami v meziobratlových ploténkách, kloubech nebo vazech a bolest je způsobena útlakem nervů, které vystupují z páteře. Příčinou nemoci bývá práce spojená s nefyziologickými pracovními polohami, ruční manipulací s břemeny nebo vykládáním ručních a tažných sil. Aby však mohlo být dané onemocnění uznáno jako nemoc z povolání, musí poškozený zaměstnanec vykonávat činnost spojenou s kompresním tlakem, překračujících limit na ploténky, alespoň 3 roky s počtem nejméně 60 směn za každý rok. [21]
- **Raynaudův syndrom** – Typickým projevem této nemoci je změna barvy prstů horních končetin, které zbledají a postižený v nich cítí chlad a ztrácí citlivost. Onemocnění způsobuje pravidelná činnost s ručně ovládanými vibračními nástroji a pneumatickým nářadím. [20]

1.2.2 Prevence nemocí

Jakákoliv pracovní činnost vyžaduje zaujímat určitou pracovní polohu a držení celého těla. To dále souvisí převážně s množstvím vynaložené síly a frekvencemi pohybů, které jsou k vykonání činnosti nezbytné. Každý pracovník si pak během pracovní doby nachází svou optimální polohu, jaká je pro něj a k jeho činnosti nejpohodlnější. Obecně tak lze konstatovat, že ideální pracovní polohou je střídání sedu a práce ve stoje, nicméně jediná správná neexistuje. Stejně tak není možné jedno správné držení těla aplikovat po celou pracovní dobu a celkově je fixace na jednu polohu zdravotně nevhodná. Z tohoto důvodu je pro lidský organismus vždy nejvíce příznivé, pokud člověk svou pozici mění každých 20 minut.

Největší rizika sedavé práce jsou především muskuloskeletálního rázu. V první řadě je tak důležité, aby byla správně nastavena zvolená výška područek, výška sedáku a také případně výška klávesnice PC. Dále je podstatné, aby bylo zachováno správné prohnutí páteře. Toho lze dosáhnout tím, že záda budou aktivně vzpřímená a pánev bude lehce sklopená dopředu. Příznivé je občasné sezení na balančním míči, jenž přispívá k aktivaci svalů na přední i zadní straně trupu a také hlubokých zádočných svalů. Velikost balančního míče by se pak měla rovnat velikosti postavy mínus sto. Další možností pro zajištění zdravého sedu je používání tzv. klekaček, které zajišťují ideální sklopení pánve a udržují tak celou páteř v dobré kondici. Velmi vhodné je během pracovní doby občasné protahování převážně přetížených a zkrácených svalů, zad i horních končetin.

Ještě více problémů sebou přináší práce, jejíž charakter je především v pozici ve stoje. Dochází k přetěžování kloubů, což má za následek degenerativní změny v kyčlích a kolenech. Dále jsou zatíženy cévy dolních končetin, protože je omezen zpětný návrat krve do srdce a také páteř. Všechny tyto potíže vedou mimo jiné i k nadváze.

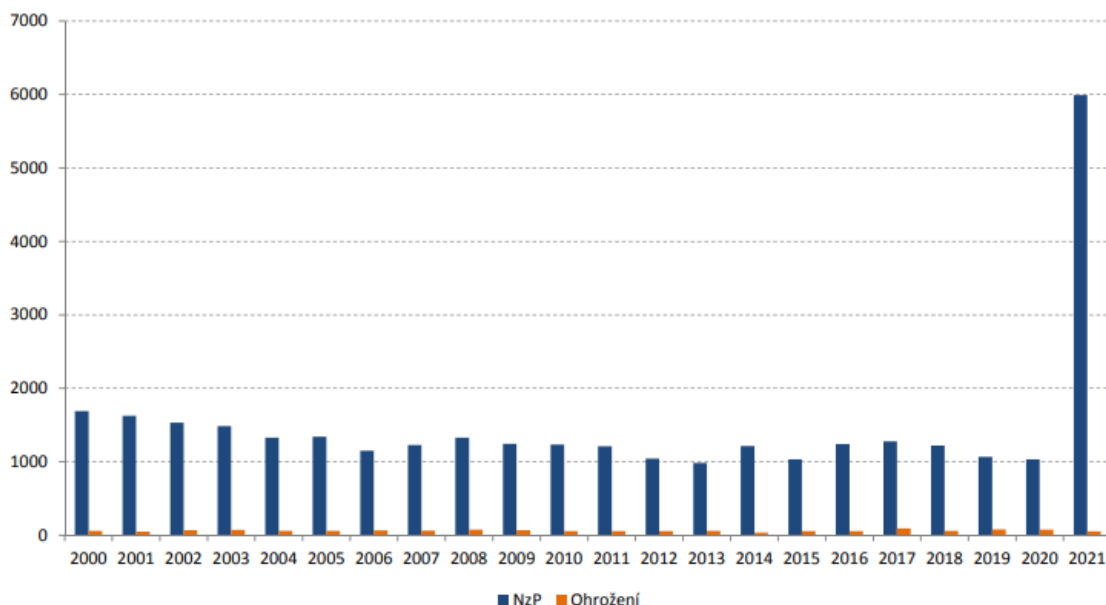
Z těchto důvodů je proto nutností co nejvíce minimalizovat pohyby, které jsou charakteristické předklonem trupu a tlakem na meziobratlové ploténky. Pokud je předklon trupu občas nutný, je vhodné mít u něj jednu nohu nakročenou vpřed. Dalším krokem je pak správně nastavit výšku pracovní či manipulační plochy tak, aby byla spíše lehce pod úroveň loktů pracovníka. Zde však velmi záleží na typu činnosti, kterou zaměstnanec vykonává. Ideální je pak držet vzpřímenou polohu těla, u kterého je typické zvýšené bederní prohnutí, pánev nakloněna směrem dopředu a předsunutá hlava. Pro polohu ve stoje je i důležité, aby byla držena rovnováha, čehož lze dosáhnout větším rozkročením nohou. Pravidelně by se také mělo měnit, na které noze bude primární zatížení. Přínosné jsou protahovací a uvolňovací

cviky na zatěžované svaly zad nebo dolních končetin společně s relaxací vsedě. Dobrou prevencí může být i provozování rekreačních sportů mimo pracovní dobu, jako je např. plavání nebo cyklistika. Základem pak je i vhodně zvolená pracovní obuv, která by měla být spíše volná, mít elastickou podešvu, nízký podpatek a kopírovat tvar nohy.

Při tvorbě pracoviště by tak mělo vždy být zásadou, aby měly sedadla, stoly, i další pracovní pomůcky nastavitelnou výšku. Nikdy však není příznivé, pokud mají všichni pracovníci stejné pracovní zařízení. Zajistit by se nakonec pro každého zaměstnance měla možnost pravidelných změn pracovní polohy během jeho výkonu práce. [14]

1.2.3 Statistika nemocí v ČR

Ze statistického pohledu byl rok 2021 silně ovlivněn pandemií COVID-19, což způsobilo ve srovnání s předchozími roky výrazný nárůst v počtu hlášených nemocí z povolání. Ve srovnání s rokem tak 2020 vzrostl počet hlášených nemocí z povolání o 443 %, což činí více o 4931 případů (viz Obrázek 5). Touto virovou, a také dalšími jinými přenosnými nebo parazitními nemocemi, jsou obecně nejvíce ohroženi zaměstnanci ve zdravotnictví a sociálních službách. Vlivem celosvětové pandemie pak často u jiných profesí docházelo ke kombinaci covidu s dalšími jinými obtížemi.



Obrázek 5 – Vývoj počtu případů v letech 2000-2021 [13]

Z tabulky nemocí z povolání v letech 2012–2021 (viz příloha A) je patrné, že hned za přenosnými a parazitními nemocemi jsou nejčastěji vyskytující se choroby způsobené fyziologickými faktory. Těchto nemocí, jejichž důsledkem je přetěžování končetin, bylo za rok 2021 dohromady 349, což je však o 131 případů méně než v předchozím roce. Dále následovaly zdravotní potíže spojené s dýchacími cestami, kterých bylo nahlášeno 80.

Nemocemi způsobenými fyziologickými faktory jsou nejvíce ohroženi pracovníci spadající podle klasifikace zaměstnání do zaměstnanecké třídy 8 (Obsluha strojů a zařízení) a dále do třídy 7 (Řemeslníci a kvalifikovaní výrobci, zpracovatelé, opraváři). Příčinou opět zůstává působení vibrací či přetěžování horních končetin.

Dle tabulky nejčastějších diagnóz nemocí z povolání (viz příloha B) 5 byla mimo COVID-19 nejčastější nemoc z povolání syndrom karpálních tunelů, jehož příčinou bylo nejčastěji právě přetěžování horních končetin, případně pak práce s vibračními nástroji. Pro pracovníky spadající do kategorie práce 4 (nižší administrativní pracovníci), 7, nebo 8, pak bylo dále časté poškození periferních nervů horních končetin, onemocnění kostí a kloubů, či nemoci šlach apod. Další občasnou vyskytující se nemocí bylo onemocnění dýchacích cest nebo poškození sluchu. [13]

1.3 Moderní přístupy k ergonomii

Neustále rozvíjející se technologie mají výrazný vliv na pracovní svět a jeho kulturu. Vedoucí pracovníci tak musí stále nacházet inovativní možnosti, kterými by mohli motivovat své zaměstnance a zlepšovat jejich pracovní podmínky. V současné době mají také dostupné možnosti, jakými mohou pracovníkům zkvalitnit i zjednodušit jejich každodenní činnost a tím přispět k jejich spokojenosti a dobré fyzické kondici. [15;16]

1.3.1 Motion Capture oblek

K dokonalému zaznamenání všech poloh pracovníka ve výrobním procesu stále více podniků využívá Motion Capture obleku (viz Obrázek 6), který měl v nedávné době hlavní využití převážně v profesionálním sportu nebo ve zdravotnictví. Tento oblek je vybaven mnoha senzory, díky čemuž je schopen zachytit a zpracovat data o individuálních pohybech každého zaměstnance. Oblek je v současné době také již zcela bezdrátový, takže lidský pohyb je při jeho aplikaci zcela přirozený. Na tomto základě je následně možné optimalizovat pracoviště zaměstnanců a vyloučit pro ně zbytečnou zátěž. Získaná data lze i využít pro tvorbu nových standardů pracovní činnosti a případně i jako podklad při školení zaměstnanců. [17;18]



Obrázek 6 – Motion Capture oblek firmy Animazoo [19]

1.3.2 Kolaborativní robot

Stále více i v ČR roste trend implementace robotů do velkosériové výroby. Avšak to je zatím ekonomicky výhodné převážně právě pro velké společnosti s nepřetržitým provozem. Vhodnou alternativou pro menší výrobní podniky však může být využití kolaborativních robotů (kobot). Jedná se o levnější, jednodušší a dostupnější variantu tradičních průmyslových robotů. Součástí těchto strojů jsou také bezpečnostní funkce či senzory, které hlídají přítomnost pracovníka, takže k nim není nutná instalace dalších zábran a mohou být použity jak pro rutinní montážní nebo svařecí práce, tak i pro vychystávání, nakládání nebo třídění zboží. Zároveň jsou poměrně jednoduše programovatelné, protože nabízejí možnost ručního navádění ramene a pracovat s nimi tak může i běžně zaškolený operátor výroby.

Na rozdíl od klasických robotů mají tyto stroje nižší rychlost pohybu, která se obecně pohybuje v rozmezí od 1 do 6,2 m/s. Zpravidla pak mají veškeré typy 6 až 7 stupňů volnosti ramene. Nejčastější typy kobotů využívají jednoho ramene, některé typy mají však i dvě tyto ramena. Jejich velikost je pak rozděluje podle délky ramene; u menších typů je délka ramene kolem 500 mm, střední typy mají rameno dlouhé kolem 900 mm a u velkých typů může být tato velikost až 1750 mm. Nosnost těchto strojů je pak řádově od 2 do 20 kg. Při zavedení svařovacího kobotu do výroby je nutné mít k dispozici také vhodný svařovací zdroj (viz Obrázek 7).

Využití těchto jednodušších robotických strojů přispívá převážně k nahrazení pracovníků vykonávajících rutinní a opakující se činnosti, čímž se v první řadě minimalizují

chyby a zvyšuje se tak i kvalita práce. Přejít na tyto stroje zároveň nemusí znamenat riziko vyšší nezaměstnanosti, protože se tím vytvářejí pozice pro jejich obsluhu, kontrolu kvality výroby a v neposlední řadě také údržbu. Lidé se díky nim mohou soustředit na kreativnější a různorodější úkoly, což vede k jejich lepšímu pocitu z práce a snižuje se tak i fyzická zátěž na pracovníka. [22;23]



Obrázek 7 – Svařovací kobot [22]

1.3.3 Podpora v rozvoji zaměstnanců

Důležitým prvkem v pracovním prostředí je pak i samotná vnitřní motivace pracovníků pro jejich další růst a rozvoj. Výrazný vliv na současný pracovní svět má využívání umělé inteligence, čímž se lidská síla přesouvá z výrobního prostředí na nové pozice, pro které jsou primární převážně znalosti. Díky tomu se tak snižuje nutnost výkonu práce na místě a je častěji možné více pracovat na dálku a bez fyzické zátěže. Roste tak i poptávka po pracovnících s vysokoškolskou kvalifikací a nutností je stále více počítačová gramotnost.

Pro zavádění nových technologií je však velmi podstatné také samotné vzdělávání a rekvalifikace pracovníků, kterou by jim měl vždy zaměstnavatel umožnit či přímo zajistit. Vhodné je i zkvalitnění pracovního prostředí tak, aby v případě potřeby měl každý se zaměstnanců možnost soukromí nebo odpočinku. Přínosná bývá i podpora na mimopracovní aktivity, které udrží zaměstnance v zdravém životním stylu jako jsou např. wellness pobyty, multi-sport karty nebo poukázky na zdravou výživu. [15;16]

2. Rozhodovací procesy

Pro výběr správné varianty ergonomických pomůcek za účelem zmírnění fyzické pracovní zátěže budu ve své práci využívat metod spojených s vícekritériálními analýzami. V této kapitole tak představím metodu párového srovnávání spolu s následnou shodou expertů a dále pak bazickou metodu pro určení konečného pořadí variant.

2.1 Metoda párového srovnávání

Jednou z technik používaných pro porovnání navrhovaných možností k řešení nějakého problému je metoda párového porovnání. Tato metoda se obecně používá k objektivnímu porovnání požadavků, potřeb, představ a cílů organizace. Postupně se u ní vybírají všechna podstatná kritéria, pomocí kterých se řešení posuzuje. Veškerá tato kritéria se vždy seřadí a každé s každým se porovnají. Toto porovnání provádějí tzv. experti. Bodování kritérií může být takové, že vítězné kritérium obdrží od každého z expertů dva body a druhé nula bodů a pokud jsou kritéria srovnatelná obdrží od experta obě kritéria po jednom bodu. Dále je také možná varianta, že vždy jedno kritérium vyhraje a druhé prohraje, v tomto případě bude mít vítěz od experta jeden bod, zatímco poražený žádný bod neobdrží. Experti však vždy musejí hodnocení provádět stejnou variantou. Nakonec se body po všech porovnání sečtou a vytvoří se objektivní pořadí důležitostí všech navržených kritérií. [24;25]

Na závěr této metody je nutný výpočet koeficientu shody expertů (viz vzorec 1), který otestuje jejich spolehlivost pro hodnocení jednotlivých kritérií. Výsledná hodnota koeficientu W by měla být vyšší než 0,5. Pokud takto výsledek nevyjde, doporučuje se provést diskuzi ke kritériím a opětovné přehodnocení daných kritérií.

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2(m^3 - m)} \quad (1)$$

- m – počet kritérií
- p – počet expertů
- α_{kj} – číslo pořadí přiřazené k -tým expertem j -tému kritériu [24;25]

2.2 Metoda bazická

Bazická metoda slouží k výběru nejlepší varianty, a to agregací dílčích rozhodnutí podle jednotlivých kritérií. Agregace pak spočívá v přenásobení dílčích hodnot jednotlivých variant rozhodování váhou důležitosti příslušného kritéria. Vlastní bazická metoda se chápe jako metoda, kde se přidá určitá fiktivní varianta, která nabývá pro jednotlivá kritéria předem určených hodnot. Tyto hodnoty se mohou stanovit např. průměrem (pro jednotlivá kritéria) ze všech stanovených variant, zvolením nejlepších hodnot kritérií ze souboru variant atd. Základem je srovnání bazické varianty s ostatními variantami. Berou se zde také v ohled výnosová a nákladová kritéria. U kritéria výnosového typu se stanoví hodnota ostatních variant podle následujícího vzorce:

$$h_i^j = \frac{x_i^j}{x_i^b} \quad (2)$$

- h_i^j – dílčí hodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu
- x_i^j – hodnota i-tého kritéria u j-té varianty
- x_i^b – hodnota i-tého kritéria u bazické varianty

Pro nákladová kritéria se ve zlomku pouze přehodí čítec a jmenovatel:

$$h_i^j = \frac{x_i^b}{x_i^j} \quad (3)$$

Využití bazické metody je převážně u souboru kritérií, ve kterých převažují kvantitativní kritéria. [24;25]

3. Analýza a návrhy ve vybraném podniku

V této části se budu zabývat analýzou prostředí společnosti Haar CZ, s.r.o. Popíšu její hlavní strukturu, činnost a pracovní náplň jednotlivých útvarů či pracovišť. Rozeberu následně také dosavadní problémy související s ergonomií a bezpečností práce, se kterými se firma stále potýká. Na základě toho zhodnotím jednotlivá pracovní místa, jejich hlavní nedostatky z ergonomického pohledu a navrhnu opatření k možnému zlepšení.

3.1 Popis firmy Haar CZ, s.r.o.

Firma Haar CZ, s.r.o. je součástí koncernu Alfons Haar Maschinenbau GmbH & Co KG se sídlem v Hamburgu, který byl založen panem Alfonsem Haarem v roce 1949. Specializací této společnosti jsou technická řešení logistických strojů pro přepravu paliv, zkapalněných plynů nebo chemikálií. Společnost byla založena jako malý rodinný podnik, nicméně vzhledem k mezeře na trhu s danými produkty se rozrostla v jednoho z hlavních globálních hráčů. V současnosti má tak pro svůj obchod nebo výrobu mimo ČR pobočku téměř v každé se zemi evropské unie, v USA, Austrálii či Jihoafrické Republice. [27]

V české pobočce je aktuálně zaměstnáno dohromady 22 lidí. Jedná se tak o malou firmu, ve kterém spolu mnoho činností velmi úzce souvisí a každý se zaměstnanců je schopen zastoupení i mimo svoji hlavní pracovní náplň. Budova společnosti HAAR CZ, s.r.o. se nachází v průmyslové zóně v Horních Počernicích, která dříve sloužila jako vojenský areál a samotný objekt byl postaven za účelem vojenských kasáren. Nyní se v budově společnosti nacházejí jak kancelářské, tak i výrobní a skladové prostory a dále také šatny, kuchyňské kouty, jídelny a prostory pro osobní hygienu.

Obecně je hlavní náplní firmy montáž komponentů pro petrochemický průmysl jako jsou např. hadicové navijáky (HN), armaturní ventily, ovládací systémy nebo deflagrační svodiče, které jsou součástí cisternových vozů. Tyto výrobky jsou před expedicí v podniku vždy odzkoušeny a otestovány tlakovými zkouškami dle platných předpisů. Základní díly, jež jsou ve výrobě pro dané montáže používány, jsou z větší části objednávány u dodavatelů či kooperantů, nicméně se i přímo v podniku nachází svářečské a obráběcí oddělení. Materiálem montážních, obráběných nebo svařovaných dílů jsou nejčastěji hliníkové slitiny, plechy či profily a dále také plasty nebo nerezová ocel. Důležitým prvkem pro hospodaření společnosti je pak i samotný obchod a přeprava produktů nebo celých strojů, jako jsou kompresory, čerpadla nebo filtrační systémy.

Práce pracovníků probíhá pouze v jednosměnném provozu. Pracovní doba dílenských pracovníků je zpravidla od 6:00 do 14:30, pro pracovníky v kancelářích platí doba od 8:00 do 16:30 a v případě potřeby mají možnost občasně práce z domova.

3.2 Základní popis celé budovy

Jak již bylo zmíněno, firma se aktuálně zabývá převážně výrobní a montážní činností, nicméně byla založena původně jako servisní oddělení německého koncernu a celá stavba sloužila nejprve vojenským účelům. Z těchto důvodů tak mají pracoviště v budově mnoho specifik, která jsou pro výrobní halu netypická.

Celá budova má pouze přízemí. V přední části budovy se nacházejí kanceláře a sociální prostory jako zasedací místnost, kuchyňky, jídelna, toalety, šatny a vše je navázáno na centrální chodbu. Všechny kanceláře jsou neprůchozí a mají v nich své pracovní místo maximálně dva zaměstnanci.

V další části budovy se nacházejí výrobní prostory, jejichž největší část zabírá skladová plocha. Tou se následně prochází k jednotlivým dílenským pracovištím. Většina z těchto pracovišť jsou průchozí. Součástí této části budovy je také kancelář pro mistra výroby a kancelář spojená s místností pro měřicí přístroje pro pracovníky odborně technické kontroly (OTK).

Do budovy je možné se dostat celkově pěti vchody. V přední části je vchod vyhrazen pro kancelářské pracovníky a pro zákazníky. Jeden z bočních vchodů slouží dílenským pracovníkům. Další tři vchody jsou určeny pracovníkům skladu pro převoz materiálu, nebo případně pro vjezd přepravních vozů. Z bezpečnostních důvodů si společnost nepřeje zveřejňovat grafický plán svých prostorů.

3.3 Montovna hadicových navijáků

Na této dílně se nacházejí celkem 3 zaměstnanci, jejichž hlavní pracovní náplní je zde ruční sériová montáž a následné odzkoušení funkčnosti HN. Montážní činnost je zde prováděna stacionárním způsobem, takže pracovník má na dílně v regálech všechen spojovací materiál. Další potřebné díly k montáži celé zakázky, jako jsou nejčastěji plechy, motory, svařovaná loukoťová kola a již smontované průtokové sestavy mu obstarávají pracovníci skladu, kteří mu je před začátkem činnosti přivážejí v přepravní paletě. Z té si je poté montážníci vytahují dle potřeby a postupně tak podle předepsaného pracovního

postupu a výkresové dokumentace zhotovují každý produkt. Již během montáže se testuje funkce motoru a jeho ovládacího zařízení. Nakonec pracovníci ručně sundávají ze své pracovní roviny celý naviják a pomocí tlakové zkoušky ve vaně s olejem otestují jeho těsnost. Veškerá činnost tak zde probíhá vestoje.

3.3.1 Analýza pracoviště

Pracovníci této dílny používají pro montážní činnost převážně vzduchový utahovák zavěšený na pružinovém závěsu. K jejich výbavě pak nechybí pracovní skříňky s dalším potřebným nářadím jako jsou momentové klíče, aku vrtačky, kleště, nebo kladiva. Pracovní stůl (viz Obrázek 8) má přizpůsobenou plochu pro kola navijáku, ale je u něj možná pouze jedna pracovní výška. Pro svou práci mají zaměstnanci na pracovišti také společný počítač, na kterém si mohou kdykoliv najít elektronické výkresy, technologické postupy nebo fotografie produktů z dřívějších zakázek. Praktická je také nástěnka s často vyráběnými navijáky a upozorněním na případné výrobní změny. K dispozici mají zaměstnanci i dvě židle, takže mohou vykonávat fyziologicky jednodušší činnost v sedě.



Obrázek 8 – Aktuální montážní stoly [vlastní fotografie]

V přední části této dílny se ještě nalézají gravírovací stroje, které jsou však používány jinými zaměstnanci ke gravírování ventilů a štítků pro všechny produkty firmy.

Vzhledem k hluku, jenž vychází z utahování šroubů, občasného vrtání a většinu času z gravírování, mají zaměstnanci k dispozici protihluková sluchátka.

Na dílně se dále nachází klimatizační zařízení, které má k dispozici i mód pro vytápění a je zde také nainstalováno potrubí ústředního topení. Na celé stěně je i několik oken se žaluziemi. Z těchto důvodů se tak v této místnosti poměrně dobře reguluje kvalita i teplota vzduchu, která je v zimních měsících mezi 16°C až 19°C a v létě mezi 20°C až 24°C. Po celé místnosti jsou také rozmístěny zářivky k osvětlení.

3.3.2 Rozbor problematiky a návrhy na úpravy

Nejvýraznější fyzickou zátěží pracovníků na dané dílně je pravidelné zvedání těžších průtokových sestav a následně pak i manipulace s celými smontovanými hadicovými navijáky. Problémová pak může být pro pracovníky s nestandardními výškovými parametry i pracovní rovina, která má pouze jednu možnou výšku. Všechny tyto vyjmenované problémy s sebou mohou nést rizika spojená např. s bederním onemocněním páteře nebo epikontidylitu pažní kosti, což lze klasifikovat jako nemoc z povolání. Příznivě pak nepůsobí na psychickou pohodu pracovníků ani blízká přítomnost gravírovacích strojů na dané dílně. Přestože si mohou před vzniklým hlukem zavčas chránit svůj sluch, je pro ně práce v těchto podmínkách značně nepohodlná a může mít také negativní vliv na jejich soustředěnost.

Vzhledem k problematice pravidelného ručního zvedání břemen by pracovníkům montujícím hadicové navijáky velmi prospělo manipulační zařízení, díky kterému by jim při jejich práci ubyla fyzická námaha. Na pracoviště tak navrhuji umístit portálový jeřáb VETTER Ergo Line na dvou kolejnicích (viz Obrázek 9) s nosností 125 kg, délkou jeřábové plochy 4 m a šířkou 3,5 m.

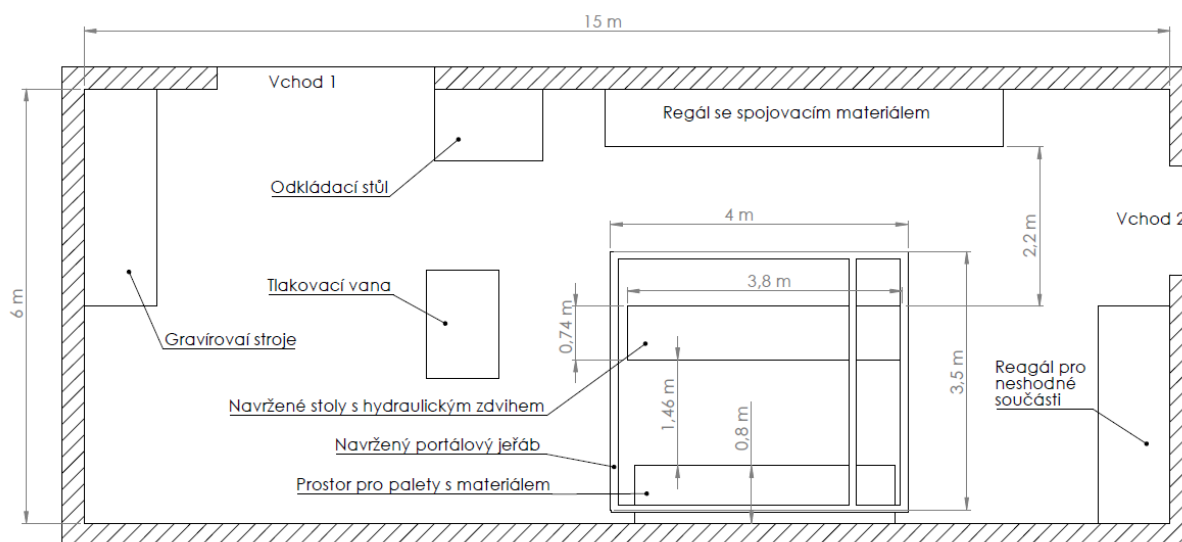


Obrázek 9 – Portálový jeřáb ErgoLine od společnosti Kaiser+Kraft

Dalším mým návrhem pro tuto dílnu je umístění dvou montážních stolů HS-300 gross s nastavitelnou výškou (viz Obrázek 10), jejichž montážní plocha je také přizpůsobena kolům hadicových navijáků, čímž by tak bylo možné nastavit každému pracovníkovi pracovní rovinu dle jeho fyziologických parametrů. Nosnost tohoto stolu je až 300 kg a jeho délka je 1,9 m. Výhodou tohoto zařízení je vysoká stabilita a také plynulé nastavení výšky pomocí hydrauliky. Pracoviště s novými doplňky je schematicky znázorněno na Obrázku 11.



Obrázek 10 – Montážní stůl HS-900 gross od společnosti R.Beck Maschinenbau



Obrázek 11 – Schematický návrh pracoviště pro montáž HN [vlastní tvorba v programu Solidworks]

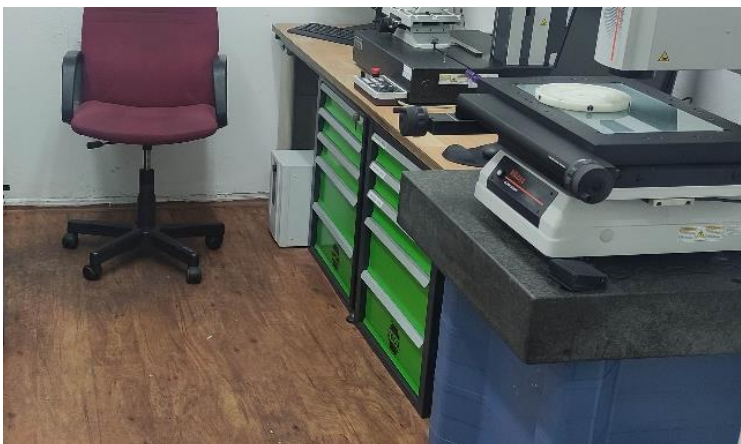
3.4 Pracoviště OTK

Místnost pro pracovníka OTK se skládá z kancelářské i měřicí části a slouží pracovníkovi, který má na starosti jakost a kvalitu produktů. Tento zaměstnanec tráví část pracovní doby na dílnách, kde kontroluje podle výkresové dokumentace správnost hotových výrobků a jejich funkčnost. Přímo v místnosti pak v sedě za pomoci měřidel provádí vstupní a mezioperační kontrolu dílů určených pro následnou montáž. K jeho práci patří i administrativní činnost na počítači a zodpovědnost má také za zakládání nebo vystavování certifikací k některým z vyráběných produktů. Pracovník také každoročně absolvuje školení na práci s měřicími stroji nebo o řízení jakosti.

3.4.1 Analýza pracoviště

V přední části místnosti se nachází ergonomická židle, kancelářský stůl a na něm počítač připojený k síti s tiskárnou. Kancelářský stůl má nastavitelnou výšku a nástavbové horní police pro dokumenty. K dispozici má pak pracovník i menší uzamykatelnou skříňku, kde archivuje veškeré dokumenty potřebné k auditům a také odkládací stůl. V zadní části místnosti jsou pak další tři počítače, pomocí kterých se ovládá optický měřicí přístroj, manuální 3D měřicí stroj a stroj k měření kontury a drsnosti povrchů součástí. Tyto stroje jsou umístěny na stolech a pod těmito stoly se nalézají skříňky s kalibrovanými měřidly (viz Obrázek 12). Na stěnách má pak pracovník k dispozici předpisy k správným technikám měření. Místnost je také průchozí ze dvou směrů.

Celé pracoviště je klimatizované, protože se zde musí vzhledem k přítomnosti měřidel během celého roku udržovat konstantní teplota pohybující se kolem 20°C. Nachází se zde také okno se žaluziemi a všechny dveře jsou prosklené. Celá místnost je osvětlena pomocí zářivek.



Obrázek 12 – Stůl se skříňkami [vlastní fotografie]

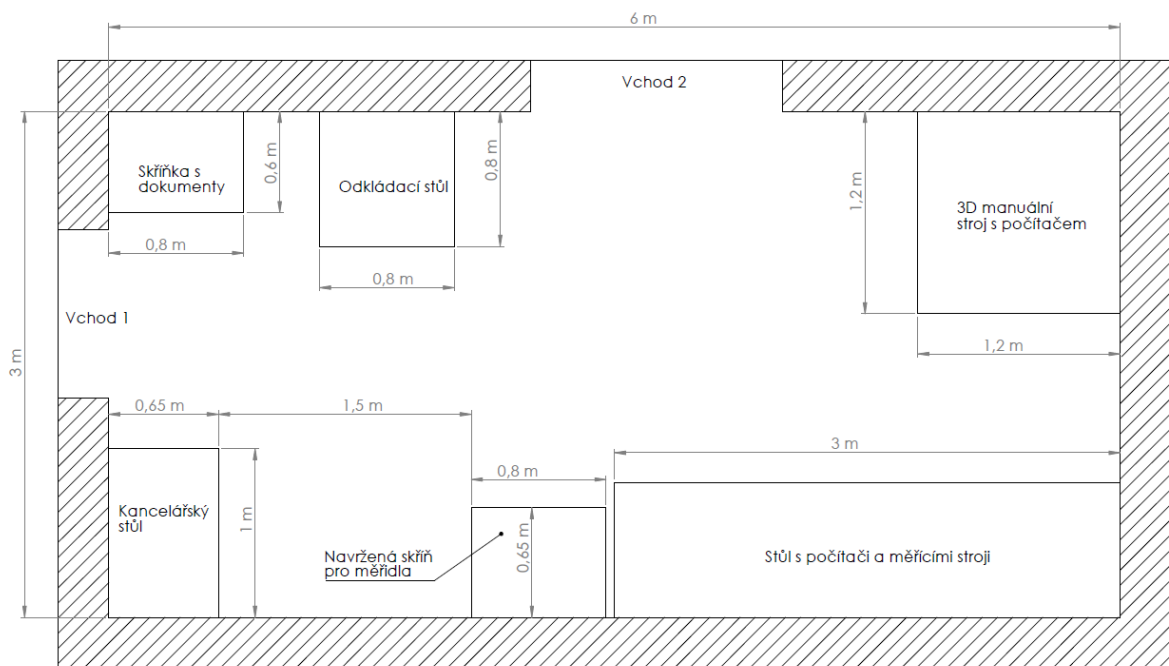
3.4.2 Problematika a návrhy na úpravu pracoviště

Dané pracoviště je vybaveno poměrně kvalitní technikou. Přesto však pro pracovníky OTK vzniká při kontrolní činnosti nepohodlí, protože jim u stolu s měřicími přístroji chybí prostor pro přirozenou polohu nohou.

Vhodnou úpravou pracoviště v zadní místnosti by tak bylo lepší uspořádání nábytku. Malé skříňky pod stoly proto navrhuji nahradit jednou skříní Bott SL-86 (viz Obrázek 13) o výšce 160 cm, šířce 80 cm a hloubce 65 cm, do které by bylo možné umístit veškerá měřidla a díky tomu by tak pro pracovníky vznikl při měření nebo práci na měřících strojích prostor pro nohy. Umístění vybrané skřínky na pracoviště je zobrazeno na Obrázku 14. Dále navrhuji pro vylepšení pracovních podmínek na daném pracovišti doplnit ke všem počítačům ergonomickou myš a klávesnici.



Obrázek 13 – Dílenská zásuvková skříň Bott SL-86 ze společnosti Manutan Group



Obrázek 14 – Schematický návrh pracoviště OTK [vlastní tvorba v programu Solidworks]

3.5 Svařovna

V místnosti svařovny pracuje pouze jeden pracovník, jehož hlavní činností je svařování sestav jako jsou plamenojistky, loukoťová kola nebo rámy pro hadicové navijáky. Dalšími výrobky, které ručně vytváří, jsou i podle požadavků jednotlivé přípravky, které mají využití přímo ve výrobě společnosti. Materiálem svařovaných dílů jsou ve většině případů hliníkové slitiny. Dále k jeho práci patří také vychystávání a příprava materiálu jako je řezání nebo ohýbání tyčí k následné produkci svařenců. Tyto práce však vykonává v jiných prostorách výrobní haly. Veškerou práci provádí daný zaměstnanec ve stoje.

3.5.1 Analýza pracoviště

Svařovací dílnou je průchozí místnost, nicméně z důvodu klidu pro práci svářeče je prostor pro jeho činnost oddělen pomocí závěsu. Ten zároveň slouží i pro ochranu očí ostatních zaměstnanců, kteří potřebují daným místem procházet. Součástí tohoto pracoviště jsou dvě svařovací plotny s nastavitelnou pracovní rovinou, kombinovaná svářečka, aku vrtačka, sada svěrek a další potřebné nářadí k výkonu práce. Pro práci ještě pracovník využívá mnoha přípravků nutných k sestavení vyráběných svařenců. Většina vybavení je přizpůsobeno podle požadavků a parametrů pracovníka, pouze přípravek pro svařování loukoťových kol má jen jednu možnou pracovní rovinu. Samozřejmou výbavou jsou pak svařovací kukly a jiné

ochranné pomůcky. Pro odvod škodlivých látek, které se při svařování zpravidla hliníkového materiálu vytvářejí, je na dílně nainstalován odsávací systém. Zaměstnanec má k dispozici i magnetickou tabuli, na kterou si může v případě potřeby připnout výkres k aktuálnímu projektu a také šuplíkový regál pro založení dalších potřebných dokumentů ke své práci.

Teplota na pracovišti je v zimních měsících udržována pomocí ústředního topení. V letních měsících zase lze pomocí velkého okna a větráku udržovat nižší teploty, přesto zde však jsou teploty vzhledem ke svařovací činnosti často nad 25°C, což je pro daný typ práce fyzicky velmi náročné. Celá místnost je pak osvětlena pomocí klasických žárovkových světel.

3.5.2 Problematika a návrhy na úpravy pracoviště

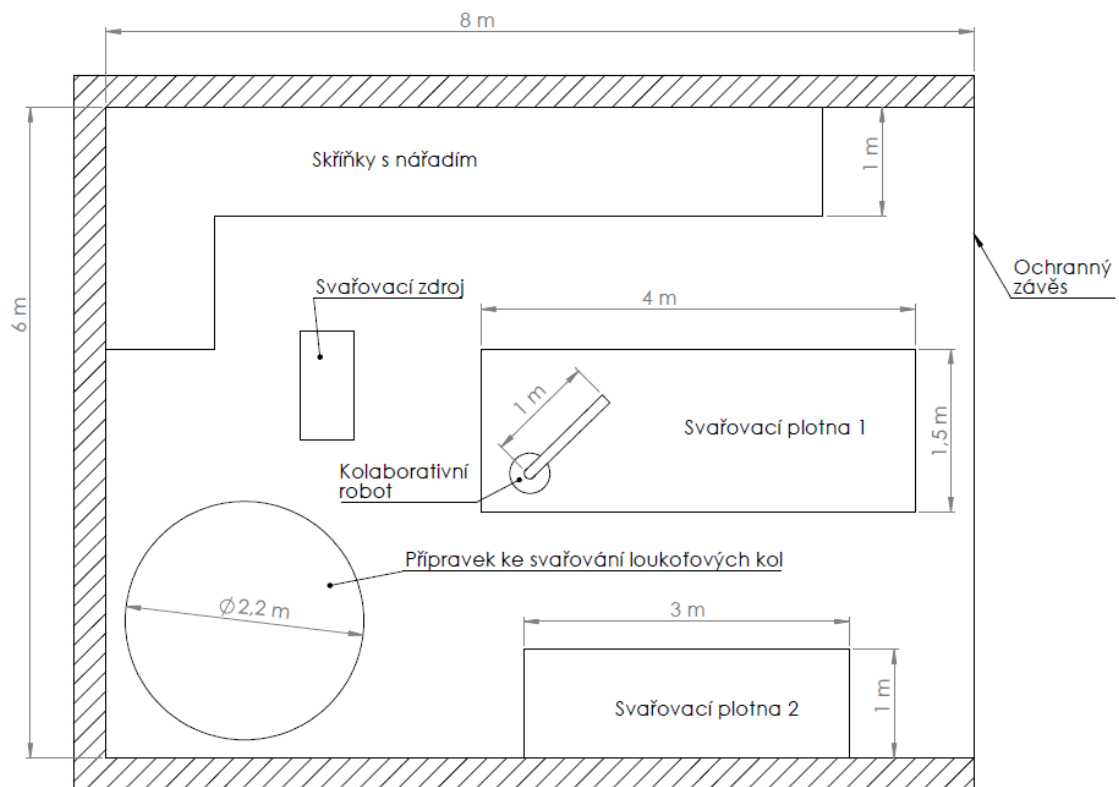
Svařovací činnost je obecně náročnou prací jak po fyzické, tak i po psychické stránce, protože vyžaduje maximálního soustředění a klidu během výkonu práce. Vzhledem k možnému popálení nebo ozáření očí se zároveň jedná o vysoce rizikové pracoviště. Dále má pak také negativní vliv na lidské zdraví vzhledem k výparům, které pracovníkovi mohou způsobit dlouhodobé plicní potíže.

Obrovským přínosem pro dané pracoviště by tak pro společnost bylo pořízení kobotu, který by za pracovníka vykonával veškerou možnou svářecí činnost. Částečně by se tak vyřešil problém s vysokými teplotami v místnosti během letních měsíců, protože by zde pracovník celkově mohl trávit pouze omezené a nezbytně nutné množství času. Eliminována by byla i rizika spojená s onemocněním dýchacích cest. Dále by i došlo k omezení fyzicky náročné a rutinní svářecí činnosti, kterou by již vykonával převážně kobot. Pracovník by byl i nadále vzhledem ke svým zkušenostem využit pro případnou kontrolu zhotovených svařenců a zůstala by mu i práce spojená s přípravou materiálu. Konkrétní výběr kobotu bude vzhledem k faktu, že se jedná o nejdražší přístroj navržený v této práci, zdůvodněn v podkapitole 2.5.3 části pomocí vícekritériální analýzy. Umístění kobotu na pracovišti je ukázáno na Obrázku 16.

Kobot by nicméně nebylo možné použít ke svařování všech produktů, převážně pak loukoťových kol vzhledem k jejich rozměrnějším velikostem. Proto by tak bylo vhodné přípravek pro tyto výrobky upravit na míru svářeče, který musí pro činnost na daném přípravku nepřirozeně ohýbat záda (viz Obrázek 15).



Obrázek 15 – Škodlivá poloha pracovníka při svařování způsobena nízkým přípravkem [vlastní fotografie]



Obrázek 16 – Schematický návrh svařovny [vlastní tvorba v programu Solidworks]

3.5.3 Výběr kolaborativního robotu pomocí vícekritériální analýzy

Pro vhodnou volbu investice do kobotu na svařovací pracoviště použiji pro vícekritériální analýzu metodu párového srovnávání a bazickou metodu, protože veškerá rozhodovací kritéria jsou kvantitativního charakteru. Vybírat budu mezi 5 typy kobotů od různých výrobců (viz Tabulka 4). Důležité je respektovat rozměry prostorů na pracovišti, díky kterým je pro tento případ nejvhodnější rozsah ramene do 1000 mm, což spadá do kategorie kolaborativních robotů o středních velikostech. Obecně je u robotů důležitým parametrem počet stupňů volnosti, který je u cobotů zpravidla 6 až 7. Všechny mnou navržené typy mají 6 stupňů volnosti. Dalšími kritérii potřebnými k vhodnému výběru jsou nosnost, rychlost pohybů ramene a cena (viz Tabulka 5). Jejich porovnání budou provádět vedoucí zaměstnanci společnosti – ředitel, vedoucí výroby, mistr výroby a ekonom (viz Tabulky 6-9).

Tabulka 4 – Označení variant podle výrobce a typu kobota

| Varianta | Výrobce | Typ |
|----------|------------------|----------------|
| V1 | ABB | GoFa CRB 15000 |
| V2 | Universal Robots | UR 16/e |
| V3 | Hennlich | HRC – 5A |
| V4 | Fanuc | CRx 5iA |
| V5 | Omron | TM5 – 900 |

Tabulka 5 – Označení kritérií

| | Kritérium |
|----|-----------------------|
| K1 | Rozsah ramene [mm] |
| K2 | Nosnost [kg] |
| K3 | Rychlost pohybů [m/s] |
| K4 | Cena [Kč] |

Každému vedoucímu pracovníkům jsem udělil tzv. „experta“. Všichni experti následně srovnali dvě kritéria a vybrali z nich to důležitější. Tomuto kritériu přidělili 1 bod.

Tabulka 6 – Porovnání kritérií expertem 1

| E1 | K1 | K2 | K3 | K4 |
|----|----|----|----|----|
| K1 | | 1 | 1 | 0 |
| K2 | 0 | | 0 | 0 |
| K3 | 0 | 1 | | 0 |
| K4 | 1 | 1 | 1 | |

Tabulka 7 – Porovnání kritérií expertem 2

| E2 | K1 | K2 | K3 | K4 |
|----|----|----|----|----|
| K1 | | 1 | 1 | 0 |
| K2 | 0 | | 1 | 0 |
| K3 | 0 | 0 | | 0 |
| K4 | 1 | 1 | 1 | |

Tabulka 8 – Porovnání kritérií expertem 3

| E3 | K1 | K2 | K3 | K4 |
|----|----|----|----|----|
| K1 | | 1 | 1 | 1 |
| K2 | 0 | | 1 | 1 |
| K3 | 0 | 0 | | 0 |
| K4 | 0 | 0 | 1 | |

Tabulka 9 – Porovnání kritérií expertem 4

| E4 | K1 | K2 | K3 | K4 |
|----|----|----|----|----|
| K1 | | 0 | 1 | 0 |
| K2 | 1 | | 1 | 0 |
| K3 | 0 | 0 | | 0 |
| K4 | 1 | 1 | 1 | |

Nyní v Tabulce 10 sečtu u každého kritéria, kolikrát u něj expert dal, že je důležitější než jiné kritérium. V každém řádku udělám celkovou sumu za každé kritérium a ten pak vydělím celkovým počtem všech bodů, z čehož získám váhu důležitosti kritéria.

Tabulka 10 – Výpočet vah důležitosti kritérií

| | $\Sigma E1$ | $\Sigma E2$ | $\Sigma E3$ | $\Sigma E4$ | ΣE | Váha důležitosti kritéria |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------------------|
| K1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 8 | 0,33 |
| K2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0,21 |
| K3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,04 |
| K4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | 0,42 |
| | | | | | 24 | 1,00 |

Dále v Tabulce 11 přiřadím ke všem kritériím počet bodů a výsledné pořadí podle důležitosti od každého expert. Tyto hodnoty následně vložím do Vzorce 1 z podkapitoly 2.1 a vypočtu koeficient shody expertů.

Tabulka 11 – Pořadí kritérií dle jednotlivých expertů

| Experti | Číslo pořadí | K1 | | K2 | | K3 | | K4 | |
|----------------------|---------------|----|---|----|----|----|----|----|---|
| E1 | α_{1j} | 2 | 2 | 0 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| E2 | α_{2j} | 2 | 2 | 1 | 3 | 0 | 4 | 3 | 1 |
| E3 | α_{3j} | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 4 | 1 | 3 |
| E4 | α_{4j} | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 4 | 3 | 1 |
| Součet pořadí | | × | 8 | × | 11 | × | 15 | × | 6 |

$$W=0,574$$

Koeficient shody expertů W by měl mít hodnotu vyšší než 0,5, takže se v mém případě experti shodli.

Dále provedu bazickou metodu pro konečné pořadí navržených variant. Na počátku si tak zvolím bázi, což bude v mém případě varianta 1. Zvolená báze bude podtržena v tabulce 12, ve které budou uvedeny hodnoty jednotlivých kritérií pro všechny varianty. Dále v případě výnosové funkce vydělím bázi příslušnou variantou, v případě nákladové funkce to bude obráceně (viz Vzorce 2-3 v podkapitole 2.2).

Tabulka 12 – Hodnoty kritérií jednotlivých navržených variant

| Varianta | K1 | K2 | K3 | K4 |
|-----------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| V1 | <u>950</u> | <u>5</u> | <u>2,2</u> | <u>702 000</u> |
| V2 | 900 | 16 | 1 | 1 185 000 |
| V3 | 915 | 5 | 1,5 | 690 000 |
| V4 | 994 | 5 | 1 | 1 094 000 |
| V5 | 900 | 4 | 1,5 | 633 000 |

Nyní určím, které z kritérií v tabulce je výnosné, a které nákladové:

- K1 (rozsah ramene) – výnosové
- K2 (nosnost) – výnosové
- K3 (rychlost pohybů) – výnosové
- K4 (cena) – nákladové

Nyní vytvořím Tabulku 13, ve které budou vypočtené hodnoty pro ostatní báze. Zvolená báze má vždy hodnoty 1.

Tabulka 13 – Hodnoty jednotlivých bází

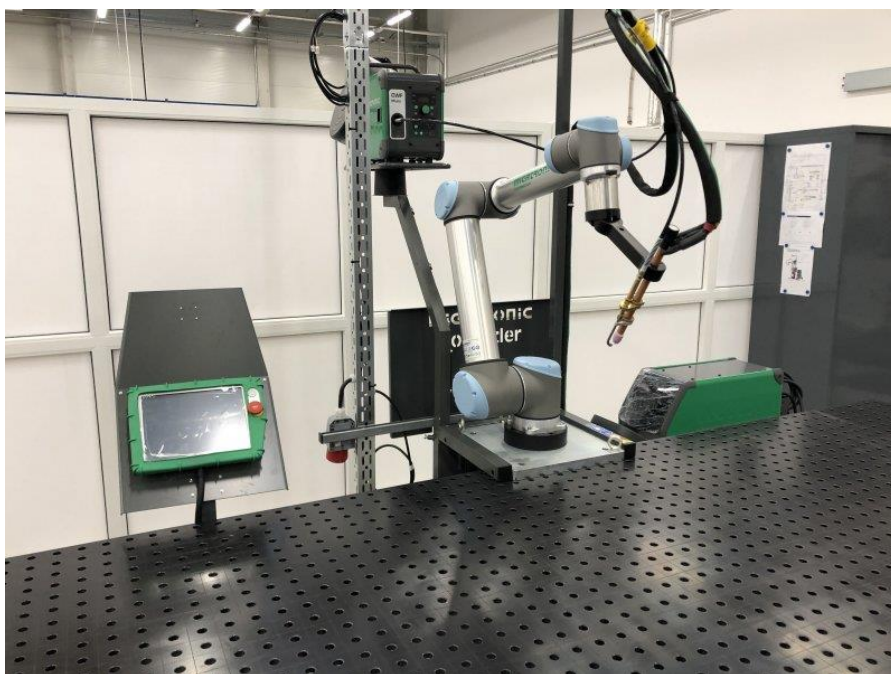
| Varianta | K1 | K2 | K3 | K4 |
|----------|------|-----|------|------|
| V1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| V2 | 0,95 | 3,2 | 0,45 | 0,59 |
| V3 | 0,96 | 1 | 0,68 | 1,02 |
| V4 | 1,05 | 1 | 0,45 | 0,64 |
| V5 | 0,95 | 0,8 | 0,68 | 1,1 |

Body každého kritéria nyní vynásobím váhou jeho důležitosti, která byla vypočtena podle hodnocení expertů (viz Tabulka 10). Následně všechna dílčí rozhodnutí z každé varianty sečtu a varianty seřadím od nejvyšší počtu bodů po nejnižší (viz Tabulka 14).

Tabulka 14 – Výsledné pořadí variant

| Varianta | % K1 | % K2 | % K3 | % K4 | \sum % | Pořadí |
|----------|------|------|------|------|----------|--------|
| V1 | 0,33 | 0,21 | 0,04 | 0,42 | 1 | 2 |
| V2 | 0,31 | 0,67 | 0,02 | 0,25 | 1,25 | 1 |
| V3 | 0,32 | 0,21 | 0,03 | 0,43 | 0,99 | 3 |
| V4 | 0,35 | 0,21 | 0,02 | 0,27 | 0,85 | 5 |
| V5 | 0,31 | 0,17 | 0,03 | 0,46 | 0,97 | 4 |

Z vícekritériální analýzy vytvořené podle bazické metody vyplývá, že pro společnost je nejvýhodnější nákup kolaborativního robotu od firmy Universal Robots typ UR 16/e.



Obrázek 17 – Vybraná varianta svařovacího kobotu [23]

3.6 Montovna armatur

Dílnu dohromady sdílejí tři pracovníci, jejichž hlavní činností je ruční sériová montáž motorů, průtokových sestav HN, několika typů ventilů a ovládacích pák k daným ventilům i jiným komponentům vyráběných uvnitř společnosti. Po montáži jsou stejnými pracovníky motory a ovládací komponenty odzkoušeny na jejich funkčnost, u ventilů je nutné zkoušky provést v nádobě s vodou jejich tlakováním podle stanovených předpisů na jejich těsnost.

K těmto zkouškám nakonec pracovník vždy vypisuje protokoly, kterými potvrzuje provedení těchto testů a tím i bezpečnost daných komponentů v provozu.

3.6.1 Analýza pracoviště

Přímo na dílně mají pracovníci k dispozici spojovací materiál, ostatní díly jim přivážejí v přepravních paletách zaměstnanci skladu. Z těch si poté podle potřeby ručně tyto díly vytahují. I zde se tak jedná o stacionární montáž. Každý se zaměstnanců provádí svou práci v pozici převážně ve stoje, u některých z činností však může i sedět.

Všechna z pracovišť dané dílny jsou tvořena sedadly a pracovními stoly, u kterých lze regulovat pracovní výšku, a dále také regály se spojovacím materiálem a vzduchovými pistolemi zavěšenými na pružině. K dispozici má pak také každý zaměstnanec skříňku pro další potřebné nářadí, jako jsou kleště, kladívka, montážní klíče a šroubováky. Součástí těchto skříněk jsou i šuplíky pro protokoly k prováděným zkouškám, výkresovou dokumentaci a pracovní postupy vyráběných komponentů. Uprostřed místnosti pak stojí odkládací stůl, který mohou pracovníci používat pro zabalení některých výrobků nebo pro vypsání potřebných dokumentů. Součástí pracoviště je i regál pro vadné díly, které si následně přebírá pracovník OTK.

Kolem stěn se v obou místnostech nalézají radiátory, takže je zde v zimních měsících zajištěna teplota kolem 18° C. V letních měsících je v místnosti možné větrání okny a pomocí elektrických větráků. Celá místnost je osvětlena pomocí zářivek.

3.6.2 Problematika a návrhy na úpravy pracoviště

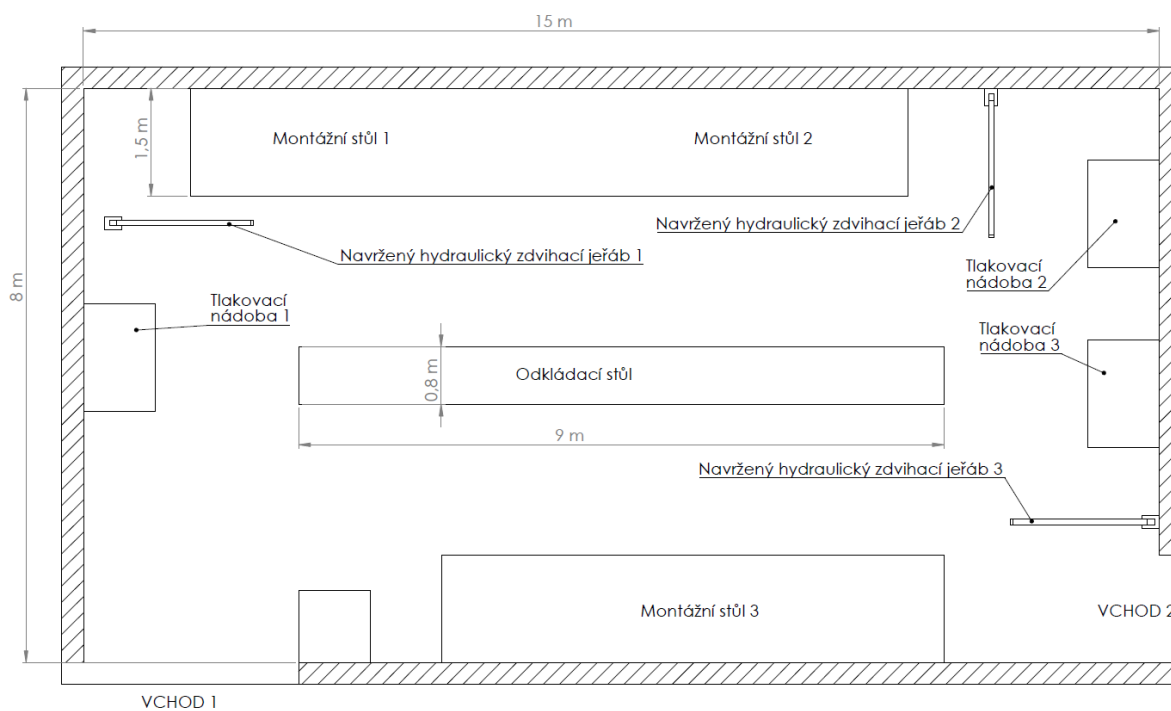
Přestože má na této dílně každý z pracovníků pro montáž uzpůsobené pracoviště podle svých výškových parametrů, je pro její přípravu potřeba častých ostrých předklonů pro vychystání dílů z palet. Dalším problémem pak je i následná manipulace se smontovanými sestavami. Jedná se o poměrně těžká a složitě uchopitelná břemena, díky čemuž je při jejich manipulaci namáháno hlavně zápěstí, což může vést v kombinaci s pravidelnými vibracemi způsobenou prací s elektrickými utahovými karpálními tunelů. Příliš hygienické není ani provádění zkoušek těsnosti hotových komponent v nádobě s vodou, která je kvůli používání olejů nebo jiných maziv pro montáž vždy znečištěná a v ní si tak musí pracovník během procesu namáčet ruce.

Z uvedených důvodů by tak i zde pro všechna pracoviště bylo přínosné pořízení manipulačních zařízení. S jeho pomocí by se eliminovaly složité a nepřírozené pohyby rukou spojené se zvedáním těžších břemen z palet, čímž by bylo možné předcházet potenciálním

problémům s pohybovým aparátem. Následně by se tato zařízení dala využít i pro vykonání tlakových zkoušek s hotovými výrobky, díky čemuž by již pracovníci nemuseli být v přímém kontaktu se znečištěnou vodou. Na pracoviště proto navrhuji umístit tři hydraulické zvedací zdvihací jeřáby GEKO G02085 s nosností 225 kg a možností otočení o 360° (viz Obrázek 18). Umístění navržených zdvihacích jeřábu na dílnu je znázorněno na Obrázku 19.



Obrázek 18 – Hydraulický zdvihací jeřáb od společnosti Svářečky-obchod.cz



Obrázek 19 – Schematicky navržené pracoviště pro montáž armatur [vlastní tvorba v programu Solidworks]

3.7 Skladové prostory

Prostory skladu mají na starosti dva zaměstnanci. Jejich hlavní pracovní činností je příjem výrobního materiálu pro společnost a jeho následné zaskladnění, vychystávání komponentů pro montáž či export hotových výrobků. Součástí těchto prací je také balení zboží, přemísťování palet a přeskládávání kusů pro dodržování systému FIFO. Pro snadnější sledování stavu o počtu materiálu má společnost ve skladu zaveden systém čteček a čárových kódů. Při příjmu materiálu tak mají zaměstnanci povinnost nejprve ověřit počet dodaných dílů a následně jej nasnímat čtečkou a zapsat jejich skutečný počet. Práce pracovníků skladu probíhá na vysokozdvizném vozíku, ve stoje, mírném předklonu a občas je nutné po schodech vynášet krabice s menšími díly do regálových pater. Skladníci jsou také každý rok proškolení na správnou manipulaci s břemeny a obsluhu vysokozdvizných vozíků.

3.7.1 Analýza pracoviště

Pracovní činnost probíhá převážně ve skladových prostorech, ve kterých se nachází většina hmotného materiálu společnosti. Další díly se však nacházejí i přímo na montážních pracovištích a podle jejich objemu a velikosti s ním pak skladníci ostatním pracovníkům pomáhají.

K dispozici pro svou práci mají vysokozdvizné vozíky ovládané pomocí joysticků a s pneumaticky odpruženou a polohovatelnou sedačkou. K dispozici jsou i manuální vozíky a jednodušší nástroje určené pro konečné zabalení exportovaných palet. S přepočtem drobnějších dílů a určení přibližného počtu pomáhá zaměstnancům elektrická váha s funkcí počítadla, větší kusy pak musejí pracovníci jednotlivě přepočítat. Dále pracovníci používají ke své práci počítač, pomocí kterého mají možnost zkontrolovat objednávky během jejich příjmu, nebo zakázky při exportu. Převoz materiálu či zboží probíhá přes velká rolovací vrata, která jsou součástí hlavního vstupu do výrobní haly.

Skladové prostory jsou vytápěné pomocí horkého vzduchu vyzařovaného ze stropních ventilátorů, nicméně je na tomto pracovišti velmi složité udržet v zimních měsících konstantní teplotu, protože je nutné často během pracovní doby otevírat zmíněná rolovací vrata. Teplota tak zde může během zimního období klesnout i na pouhých 10 °C.

3.7.2 Problematika a návrhy na úpravu pracoviště

Práce ve skladu je obecně velmi náročnou činností. Pracovníci vykonávající danou činnost pravidelně provádějí fyzicky náročné pohyby spojené s manipulací kusů a k tomu mají zodpovědnost za celkový stav materiálu a jeho počty.

Jedním z problémů daného pracoviště tak je občasné zaskladňování krabic s materiálem do skladového patra (viz Obrázek 20), který se nachází na jedné z dílen. Vzhledem k jejím prostorům není možné do ní vjet s materiálem na vysokozdvizném vozíku a ani s menší ruční paletovou zdviží. U této činnosti tak hrozí především úraz způsobený pádem ze schodů, pomocí kterých je nutné se do těchto prostorů dostat. Dále je pak také tento způsob manipulace se zbožím obecně náročný na záda a v poslední řadě i časově zdlouhavý. Pravidelná ruční manipulace s těžšími břemeny pak může mít za následek chronické onemocnění bederní páteře. V poslední řadě je poměrně nekomfortní časté kolísání teploty a případný průvan ve skladových prostorech způsobené pravidelným otevíráním rolovacích vrat hlavního vstupu, což může způsobovat respirační onemocnění pracovníků.



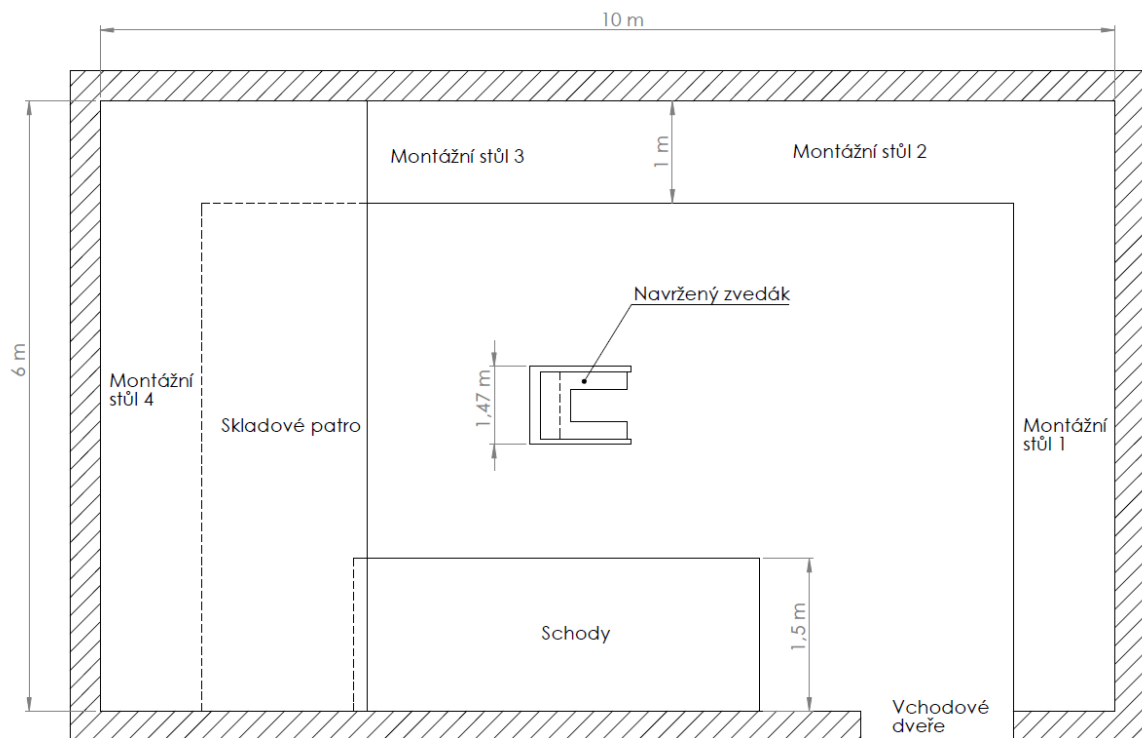
Obrázek 20 – Skladové patro na montážním pracovišti [vlastní fotografie]

Pro řešení problému s ruční manipulací se zbožím na schodech na jedné z dílen proto navrhuji trvalé umístění zvedáku TORO B-202 PLUS (viz Obrázek 21), kterým je možné horizontálního i vertikálního pohybu. Pracovníci by tak ke zdviži přistavěli pomocí ručního paletového vozíku paletu s materiálem a následně by si zdviž danou paletu nabrala a zvedla její do výšky regálového patra. Tam by pracovník vyšel po schodech a krabice s materiálem by

přebral ve své potřebné výšce. Na skladovém patře také navrhuji uzpůsobení a úpravu zábradlí tak, aby jej bylo možné během procesu vždy odsunout a zvýšit tím bezpečnost a pohodlí pracovního procesu. Umístění navrženého zvedáku je znázorněno na Obrázku 22.



Obrázek 21 – Zvedák TORO B-202 Plus ze společnosti GUIL, s.l.



Obrázek 22 – Schematický návrh dílny se skladovým patrem [vlastní tvorba v programu Solidworks]

3.8 Další návrhy pro zlepšení pracovních podmínek

V předchozích podkapitolách jsem zanalyzoval jednotlivá pracoviště a navrhl opatření, která by eliminovala možný pracovní diskomfort, nemoci z povolání, nebo pracovní úrazy. Byly však také zmíněny další aspekty, jež mohou potenciálně způsobovat nepohodlí během pracovní doby a na které by se měl podnik v budoucnu zaměřit. Vzhledem k jejich těžko vyčíslitelným nákladům je ve své práci uvedu pouze jako doporučení.

3.8.1 Gravírovací stroje

Jedním z těchto faktorů jsou gravírovací stroje umístěné na pracovišti montáže hadicových navijáků. Přestože jsou tyto stroje v provozu pouze menší část pracovní doby a zaměstnanci na dané dílně mají k dispozici protihluková sluchátka, je jejich hluk velmi rušivý a během činnosti nežádoucí. Pracovníkům tak během práce může zhoršovat soustředění a jsou tím pak i více náchylní k chybám během montáže. Při nesprávném používání ochrany sluchu může tento zvuk následně také trvale poškodit sluch.

Z výše uvedených důvodů proto doporučuji přesunutí gravírovacích strojů do jiných prostorů výrobní haly, ve kterých není stálé pracoviště pro jiné zaměstnance a vzniklý hluk by tak nikoho pravidelně neovlivňoval. Další možností pak je izolovat tento hluk na tomto či jiném pracovišti pomocí protihlukové stěny, avšak za předpokladu, že nadále zůstane prostor k těmto strojům přístupný pro ruční paletový vozík.

3.8.2 Přístřešek k vstupním vratům

Dalším zmíněným problémem na pracovišti v probíraném podniku je nestálá teplota ve skladových prostorách, přestože jsou tato místa i během zimních měsíců intenzivně vytápěna. Ta je způsobena častým otevíráním vstupních vrat do výrobní haly při příjmu materiálu nebo exportu hotových výrobků, protože jsou tyto činnosti vykonávány skladovými pracovníky na vysokozdvizných vozících. U těchto vrat se již sice nachází průhledný závěs, který by částečně měl izolovat vnitřní prostory, přesto však není toto opatření příliš dostatečné. Občasný průvan nebo nižší teplota na pracovišti pak může zaměstnancům způsobovat převážně v zimních měsících častější respirační onemocnění. Tento problém pak neprospívá ani podnikovým financím, protože je nutné výraznějšího vytápění těchto prostorů, přičemž mnohdy teplo okamžitě uniká.

K lepší udržitelnosti stálé teploty ve skladových prostorách proto doporučuji instalaci přístřešku s plechovými vraty před rolovací dveře, který by pracoviště izoloval od venkovního

prostředí a zabránilo by se tak i výraznějšímu průvanu. V případě vyšších teplot na pracovišti během letních měsíců, kdy je naopak občasný průvan žádoucí, by zůstaly všechny dveře během pracovní doby otevřené, takže by větrání bylo zachováno.

3.8.3 Motion capture oblek

Při tvorbě pracovišti nebo vývoji nového produktu ve společnosti si danou činnost vždy nejprve zkusil některý z vedoucích pracovníků, který se na tvorbě daného výrobního procesu nejvíce podílel. Pracoviště nebo pracovní pomůcky pak byly přizpůsobeny této činnosti na základě jeho zkušenosti, případně pak i v průběhu procesu podle požadavků pracovníka, který se již danou činností zabýval nastálo. I na základě těchto snah však mnohdy dochází při výrobním procesu v podniku k velkému plýtvání s materiály, chybovosti, nebo zdravotním problémům spojeným s danou prací. Následná snaha o výrobní změny a eliminaci těchto problémů pak sebou již nese vysoké finanční náklady a také i horší přizpůsobení se novým pracovním navýkům samotných zaměstnanců.

Pro lepší návrh pracovních míst nebo pomůcek pro výrobu nových produktů proto doporučuji využití motion capture obleku, jenž by dokázal již v ranné fázi vývoje odhalit nedostatky s vyšší fyzickou zátěží ve vztahu k pracovním polohám. Na základě získaných dat při použití tohoto obleku by bylo možné ještě před začátkem procesu vhodně přizpůsobit pracoviště a reálně také stanovit kategorii práce, která definuje možný nepříznivý vliv na zdraví.

4. Ekonomické vyhodnocení navrhovaných opatření

V části ekonomického vyhodnocení ukážu spojitost mezi ergonomií a ekonomickým zhodnocením. Nejprve do tabulek uvedu konkrétní sumy za opatření na každém z pracovišť. Dále pak rozeberu jejich celkové přínosy jak pro samotné pracovníky, tak i pro lepší fungování a rozvoj celé společnosti.

4.1 Výdaje za navržená opatření

Ceny za navržená opatření byla mnou získána z katalogů či webů od prodejců daného vybavení. V případě, že se jednalo o položku, u které není cena přesně stanovená, byla po poradě s vedením společnosti odhadnuta na maximální možnou výši.

Tabulka 15 – Výdaje na optimalizaci pracoviště montáže hadicových navijáků (viz podkapitola 3.3.2)

| Položka | Počet kusů | Cena za kus [Kč] | Celková cena [Kč] |
|---|------------|------------------|-------------------|
| Portálový jeřáb VETTER ErgoLine na dvou kolejnicích | 1 | 369 898 | 369 898 |
| Výškově nastavitelný stůl HS 300 – gross | 2 | 58 252 | 116 504 |
| Celkové výdaje | × | × | 486 402 |

Tabulka 16 – Výdaje na optimalizaci pracoviště OTK (viz podkapitola 3.4.2)

| Položka | Počet kusů | Cena za kus [Kč] | Celková cena [Kč] |
|-------------------------------------|------------|------------------|-------------------|
| Dílenská zásuvková skříň Bott SL-86 | 1 | 61 641 | 61 641 |
| Ergonomická klávesnice s myší | 4 | 2 320 | 8 920 |
| Celkové výdaje | × | × | 70 921 |

Tabulka 17 – Výdaje na optimalizaci svařovacího pracoviště (viz podkapitoly 3.5.2 a 3.5.3)

| Položka | Počet kusů | Cena za kus [Kč] | Celková cena [Kč] |
|------------------------------|------------|------------------|-------------------|
| Kolaborativní robot UR 16/e. | 1 | 1 185 000 | 1 185 000 |
| Úprava svařovacího přípravku | 1 | Cca. 10 000 | Cca. 10 000 |
| Celkové výdaje | × | × | 1 195 000 |

Tabulka 18 – Výdaje na úpravu pracoviště montáže armatur (viz podkapitola 3.6.2)

| Položka | Počet kusů | Cena za kus [Kč] | Celková cena [Kč] |
|--|------------|------------------|-------------------|
| Hydraulický zdvihací jeřáb GEKO G02085 | 3 | 6 156 | 18 468 |
| Celkové výdaje | × | × | 18 468 |

Tabulka 19 – Výdaje na optimalizaci skladu (viz podkapitola 3.7.2)

| Položka | Počet kusů | Cena za kus [Kč] | Celková cena [Kč] |
|------------------------|------------|------------------|-------------------|
| Zvedák Toro B-202 Plus | 1 | 78 078 | 78 078 |
| Úprava zábradlí | 1 | Cca. 10 000 | Cca. 10 000 |
| Celkové výdaje | × | × | 88 078 |

Za všechna opatření navržená za účel zvýšení efektivity práce, lepších pracovních podmínek a snížení rizika úrazu, vychází celková suma na 1,8 mil. Kč. Vzhledem k častým investicím, které ve společnosti v posledních letech probíhají, není tato částka příliš vysoká. Navrhovaná opatření také navrhuji vzhledem k potřebnému proškolení a novým pracovním návykům na vzniklé změny v pracovních postupech provádět postupně, ideálně v horizontu dvou let.

4.2 Ekonomické přínosy navržených opatření

Jak již bylo několikrát řečeno, hlavním přínosem navržených opatření má v této práci být převážně zlepšení pohody a zdravotního stavu zaměstnanců. Přesto však nelze ignorovat ani finanční stránku, kdy tato opatření musí mít alespoň částečný ekonomický význam.

Hlavním přínosem je obecně snížení rizika pracovní neschopnosti. Ta v podniku u zaměstnanců běžně nastávají z důvodů bolestí pohybového aparátu. To má za následek, že daný pracovník pak musí být na určitou dobu nahrazen jiným pracovníkem, což vede ke snížení výrobních kapacit a zpoždění zakázek. Pro podnik pak nemůže být ani výhodné, pokud musí platit i pouze část mzdy pracovníkovi, který je v pracovní neschopnosti. Pokud se navíc prokáže, že pracovník utrpěl újmu na zdraví vlivem špatných pracovních podmínek, je firma povinna vyplatit svému zaměstnanci odškodné, které může být mnohdy finančně náročnější než samotné opatření eliminující zdravotní problémy.

Dalším z přínosů pak v případě vhodného používání nového vybavení v podniku může být menší potřeba lidského faktoru při některých z činností. To se projeví převážně na pracovišti montovny hadicových navijáků, kde během směny musejí být vždy minimálně dva zaměstnanci z důvodu zvedání a sundávání hotových produktů z montážních stolů, protože jsou tyto výrobky pro jednoho člověka příliš těžké a porušovalo by to tak i bezpečnost práce. Přestože bylo řečeno, že jsou nyní na pracovišti pravidelně tři zaměstnanci, nastává běžně situace, kdy např. jeden ze zaměstnanců čerpá pracovní dovolenou a druhý onemocní. Poté si musí vedení společnosti určit priority a rozhodnout, zda bude lepší pro zbylého pracovníka vykonat pouze přípravnou činnost pro montáž, přesunout jej na jiné pracoviště, nebo k němu přesunout dalšího zaměstnance a omezit tak činnost na jiném výrobním místě. Pořízením navrženého portálového jeřábu by toto dilema odpadlo, protože na danou fyzickou aktivitu již bude stačit pouze jeden pracovník.

Poslední motivací k investici do těchto opatření může pro podnik být i potenciální navýšení svých výrobních kapacit. Jednalo by se především o svařovací pracoviště, kde má veškerou činnost spojenou s přípravou materiálu či kontroly a zkoušek těsnosti svárů, na starosti pouze jeden pracovník. Chybějící nebo větší počet dílů spojených s technologií svařování, které firma následně potřebuje k montáži do svých hotových produktů, musí řešit objednávaním u kooperantů za vyšší ceny, než by byla sama schopna vyrobit. Vzhledem k situaci na trhu práce, kde je v posledních letech velký nedostatek kandidátů pro práce spojené se svařováním, pak není pro podnik ani příliš komfortní přijmout na toto pracoviště dalšího zaměstnance. Z těchto důvodů tak je logickou investicí kolaborativní robot, který by mohl vykonávat opakovatelnou svářecí činnost během celé pracovní doby a pracovník by se staral převážně o přípravu pracoviště, kontrolu kvality a svařoval pouze produkty, na které přístroj nedosahuje svými parametry.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce byla analýza pracovišť a činností ve společnosti HAAR CZ. Na základě této analýzy jsem následně popsal nedostatky z ergonomického hlediska. Dále jsem navrhl prostředky, která by zmíněné nedostatky eliminovala a v konečném výsledku také pomohla k dalšímu vývoji dané společnosti. Veškeré své návrhy jsem nakonec v ekonomické části práce vyjádřil finančně a zhodnotil jejich celkové přínosy jak pro současnost, tak i pro budoucnost.

Několik nedostatků bylo nalezeno na montážních pracovištích, kde jsem navrhl především doplnění těchto prostorů o manipulační zařízení, jež by pracovníkům ulevila od fyzicky náročného zvedání dílů a zároveň by šetřila potřebu lidských zdrojů. Na pracovišti OTK, které je určeno převážně pro měřicí a administrativní činnost, jsem navrhl možnost pro zlepšení pracovní polohy v sedu, která by zpříjemnila činnost spojenou s prací na počítači. Dalším analýzovaným pracovištěm byla svařovna, kde jsem objevil nedostatky spojené s výškou pracovní roviny svařovacího přípravku při jedné z činností pracovníka a dále také vysokými teplotami nebo zhoršeným ovzduším na pracovišti. Na základě těchto problémů jsem doporučil úpravu tohoto přípravku, nákup kolaborativního robota a pomocí vícekritériální analýzy i vybral jeho přesný typ. Posledním analyzovaným pracovištěm pak byl sklad, kde jsem navrhl zjednodušení činnosti se zaskladňováním materiálu do hůře dostupných míst ve výrobní hale. Zjištěny byly na některých místech i problémy s hlukem nebo teplotou, pro což jsem doporučil přestěhování gravírovacích strojů, respektive instalaci montovatelného přístřešku. Nakonec jsem i přidal doporučení pro budoucí plánování pracovišť ve společnosti.

Cena za všechna tato navrhovaná opatření vychází předběžně na 1,8 mil. Kč. Přestože je jejich primárním přínosem zlepšení pracovních podmínek ve společnosti, své opodstatnění by tato investice měla i ve finanční oblasti. Práce tak podle mého názoru splnila všechny vytyčené cíle a pro společnost Haar CZ s.r.o., může v budoucnu sloužit jako inspirace nebo podklad pro její další rozvoj.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. CHUNDELA, L. *Ergonomie*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02301-X.
2. MATOUŠEK, O.; BAUMRUK, J. *Pracovní místo a zdraví, Ergonomické uspořádání a vybavení pracovního místa*. Vyd. 1. Praha: Státní zdravotní ústav, 1998. ISBN 80-7071-098-5.
3. MAREK, J; SKŘEHOT, P. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973- 58-6.4.
4. ČESKO. *Narižení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci* [online]. 2007 [cit. 2023-01-05].
Dostupný z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>>.
5. DLABAČ, J. *Ergonomie a pohybová ekonomie*. [online]. 2005 [cit.2023-01-06].
Dostupný z WWW: <http://www.sci.muni.cz/uk/uk_new/vyuka/Bibliografickacitace.pdf>
6. ČESKO. *Vyhláška č. 204/1994 Sb., kterou se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků a mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků* [online]. 2007 [cit. 2023-01-25].
Dostupný z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-204>>.
7. TOMAN, P. *Bezpečná manipulace ve skladech je komplexní úkol. Klíčem jsou školení zaměstnanců a zavádění automatizace* [online]. 2020 [cit. 2023-02-15]. Ekonom Logistika.
Dostupný z WWW:<<https://logistika.ekonom.cz/c1-66843320-bezpecna-manipulace-je-komplexni-ukol>>.
8. ČESKO. *Narižení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí* [online]. 2005 [cit. 2023-01-05].
Dostupný z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-101>>.
9. ČESKO. *Vyhláška č. 79/2013 Sb., o provedení některých ustanovení zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, (vyhláška o pracovnílékařských službách a některých druzích posudkové péče)* [online]. 2013 [cit. 2023-01-02].
Dostupný z WWW: < <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-79>>.
10. ČESKO. ČSN 26 9030. *Manipulační jednotky - Zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování*. Praha: Český normalizační institut.
11. ZSBOZP. *Ergonomie. Hlavní rizika práce v kanceláři* [online]. rok neznámý [cit. 2023-01-07]. Dostupný z WWW: <<https://zsbozp.vubp.cz/hlavni-rizika-prace-v-kancelari>>.
- 12.MPSV. *Nepodceňujmerizika práce v kanceláři* [online]. 2011 [cit. 2023-06-03].
Dostupný z WWW:
<https://www.mpsv.cz/documents/20142/954420/BOZP_2012_Rizika.pdf/69dcf7a7-579f-c886-4e1c-338ab5f8b100>.

13. STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. *Nemoci z povolání v České republice 2021* [online]. 2021 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW:
<http://www.szu.cz/uploads/NZP/Hlaseni_odhlaseni_2021.pdf>.
- 14 . SENČIK, J, NECHVÁTAL, M. *I v práci správně sedět, správně stát* [online]. 2022 [cit. 2023-01-09] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., ve spolupráci s Ministerstvem práce a sociálních věcí. Dostupný z WWW: <<i-v-praci-spravne-sedet-spravne-stat.pdf>>.
15. SAP. *Jaká je budoucnost práce?* [online]. 2022 [cit. 2023-02-08].
Dostupný z WWW: <<https://www.sap.com/cz/products/hcm/what-is-future-of-work.html>>.
16. LEPIČOVÁ, J. *Bakalářská práce. Vliv zaměstnaneckých benefitů na motivaci zaměstnanců MPSV ČR* [online]. 2021 [cit. 2023-03-05]. VŠ AMBIS.
Dostupný z WWW:
<[file:///C:/Users/David/Downloads/Bakalarska_prace_Jana_Lepicova_UCO_34613_Archive%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/David/Downloads/Bakalarska_prace_Jana_Lepicova_UCO_34613_Archive%20(2).pdf)>.
17. KVASNIČKA, T. *Diplomová práce. Možnosti využití systémů Motion Capture* [online]. 2021 [cit. 2023-04-01]. Technická univerzita v Liberci. Dostupný z WWW:
<<https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/166637/DP.pdf?sequence=1>>.
18. GÖRNER, T; KURKIN, O; POLÁŠEK, P. *Možnosti ergonomických analýz pracovních poloh s využitím reálného pohybu člověka v digitálním prostředí* [online]. 2013 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW: <<https://www.bozpinfo.cz/josra/moznosti-ergonomicky-ch-analyz-pracovnich-poloh-s-vyuzitim-realneho-pohybu-cloveka-v-digitalnim>>.
19. PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM. *Digitální továrna a ergonomické analýzy v automobilovém průmyslu* [online]. 2017 [cit. 2023-03-10]. Dostupný z WWW:
<<https://www.mmspektrum.com/clanek/digitalni-tovarna-a-ergonomicke-analyzy-v-automobilovem-prumyslu>>.
20. BRHEL, P.. *Raynaudův syndrom způsobený aynaudův syndrom způsobený prací s vibrujícími nástroji.* [online]. 2007 [cit. 2023-03-11]. Dostupný z WWW:
<<https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2007/10/06.pdf>>.
<<https://www.dvaptaci.cz/zvedaci-stoly/hydraulicky-zvedaci-stul-hd40-nosnost-4000-kg-zdvih-2050-mm-rozmer-1700x1200mm/p8462>>.
21. ADVOKÁTNÍ KANCELÁŘE CIKR. *Chronické onemocnění bederní páteře jako nemoc z povolání* [online]. 2023 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW:
<<https://www.cikr.cz/chronicke-onemocneni-bederni-patere-jako-nemoc-z-povolani>>.
22. ART-WELD. *Co je cobot? A jak ho využít ve svařování?* [online]. 2019 [cit. 2023-04-07]. Dostupný z WWW: <<https://artweld.cz/co-je-cobot-a-jak-ho-vyuzit-ve-svarovani/#>>
23. UNIVERSAL ROBOTS. *Rozhýbejte své podnikání s Universal robots!* [online].

Copyright @ Universal Robots 2023 [cit. 2023-04-18]. Dostupný z WWW: <<https://www.universal-robots.com/cs/>>.

24. ŽÁČEK, V. *Rozhodování v managementu: Teorie, příklady, řešení*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05804-6.

25. BRABCOVÁ, M. *Bakalařská práce. Metody vícekritériálního hodnocení variant* [online]. 2020 [cit. 2023-04-25]. Dostupný z WWW: <https://theses.cz/id/8rezdo/Bakalarska_prace.pdf>.

26. ROTTENBERG, J. *Diagnostika a terapie nedoslýchavosti* [online]. 2008 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW: <<https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2008/10/08.pdf>>.

27. HAAR.CZ. *O společnosti Alfons Haar* [online]. Copyright @ Haar.cz 2023 [cit. 2023-04-29]. Dostupný z WWW: <<https://www.alfons-haar.cz/o-spolecnosti.html>>.

28. VALA, J. *Syndrom karpálního tunelu z přetěžování a vibrací jako nejčastější nemoc z povolání* [online]. 2021 [cit. 2023-02-05]. Dostupný z WWW: <<https://www.aspi.cz/products/lawText/7/299277/1/2>>.

29. MICHALÍČEK, L.; VACEK, J.. *Rameno v kostce – II. část* [online]. 2014 [cit. 2023-02-05]. Dostupný z WWW: <<https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2014-4/rameno-v-kostce-ii-cast-50647>>.

30. FYZIOKLINIKA. *Rhizartróza – artróza palce u ruky* [online]. Copyright © 2023 FYZIOklinika s.r.o. [cit. 2023-02-05]. Dostupný z WWW: <<https://fyzioklinika.cz/poradna/clanky-o-zdravi/171-rhizartróza-artroza-palce-u-ruky>>.

31. LEVITAS, FYZIOTRAPIE. *Impingement syndrom ramenního kloubu* [online]. 2018 [cit. 2023-02-06]. Dostupný z WWW: <<https://www.levitas.cz/2018/02/impingement-syndrom-ramenniho-kloubu>>.

32. ČEŠKA, R. *Interna. 1. vydání*. Praha: Triton, 2010. 855 s. s. 461. ISBN 978-80-7387-423-0.

Seznam zkratek

| | |
|-------|----------------------------|
| ČR | Česká republika |
| HN | Hadicový naviják |
| Kč | Koruna česká |
| kg | Kilogram |
| Kobot | Kolaborativní robot |
| m | Metr |
| mm | Milimetr |
| m/s | Metr za sekundu |
| OTK | Odborná technická kontrola |
| °C | Stupeň Celsia |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 – Schéma člověk – stroj – prostředí | 5 |
| Obrázek 2 – Kombinace práce ve stoje a v sedě | 8 |
| Obrázek 3 – Hydraulický zvedací stůl od společnosti Čížek & Ptašek s.r.o. | 10 |
| Obrázek 4 – Zaujímání úhlů v zápěstí při používání klasické a lomené klávesnice podle | 12 |
| Obrázek 5 – Vývoj počtu případů v letech 2000-2021 | 16 |
| Obrázek 6 – Motion Capture oblek firmy Animazoo | 18 |
| Obrázek 7 - Kolaborativní svařovací robot | 19 |
| Obrázek 8 – Aktuální montážní stoly..... | 24 |
| Obrázek 9 – Portálový jeřáb ErgoLine od společnosti Kaiser+Kraft | 25 |
| Obrázek 10 – Montážní stůl HS-900 gross od společnosti R.Beck Maschinenbau | 26 |
| Obrázek 11 – Schématický návrh pracoviště pro montáž hadicových navijáků..... | 26 |
| Obrázek 12 – Stůl se skříňkami | 27 |
| Obrázek 13 – Dílenská zásuvková skříň Bott SL-86 | 28 |
| Obrázek 14 – Schématický návrh pracoviště OTK..... | 29 |
| Obrázek 15 – Škodlivá poloha pracovníka při svařování způsobena nízkým přípravkem | 31 |
| Obrázek 16 – Návrh svařovny..... | 31 |
| Obrázek 17 – Vybraná varianta svařovacího cobotu | 36 |
| Obrázek 18 – Hydraulický zdvihací jeřáb od společnosti Svářečky-obchod.cz | 38 |
| Obrázek 19 – Schématicky navržené pracoviště pro montáž armatur | 38 |
| Obrázek 20 – Skladové patro na montážním pracovišti..... | 40 |
| Obrázek 21 – Zvedák TORO B-202 Plus | 41 |
| Obrázek 22 – Schématický návrh dílny se skladovým patrem | 41 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 – Základní tělesné rozměry člověka..... | 7 |
| Tabulka 2 – Teplota na pracovišti | 9 |
| Tabulka 3 – Hmotnost pro ručně zvedaná břemena | 10 |
| Tabulka 4 – Označení variant podle výrobce a typu kobota | 32 |
| Tabulka 5 – Označení kritérií..... | 32 |
| Tabulka 6 – Porovnání kritérií expertem 1..... | 33 |
| Tabulka 7 – Porovnání kritérií expertem 2..... | 33 |
| Tabulka 8 – Porovnání kritérií expertem 3..... | 33 |
| Tabulka 9 – Porovnání kritérií expertem 4..... | 33 |
| Tabulka 10 – Výpočet vah důležitosti kritérií..... | 34 |
| Tabulka 11 – Pořadí kritérií dle jednotlivých expertů..... | 34 |
| Tabulka 12 – Hodnoty kritérií jednotlivých navržených variant | 35 |
| Tabulka 13 – Hodnoty jednotlivýchází | 35 |
| Tabulka 14 – Výsledné pořadí variant | 36 |
| Tabulka 15 – Výdaje na optimalizaci pracoviště montáže hadicových navijáků | 44 |
| Tabulka 16 – Výdaje na optimalizaci pracoviště OTK..... | 44 |
| Tabulka 17 – Výdaje na optimalizaci svařovacího pracoviště..... | 45 |
| Tabulka 18 – Výdaje na úpravu pracoviště montáže armatur..... | 45 |
| Tabulka 19 – Výdaje na optimalizaci skladu | 45 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Tabulka nemocí z povolání za roky 2012-2021

Příloha B Nejčastější nemoci z povolání za rok 2021 (mimo COVID-19)

PŘÍLOHY

Příloha A Tabulka nemocí z povolání za roky 2012-2021 [13]

| Kapitola | Položka | Nemoc z povolání | 2021 | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 |
|----------|---------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| I. | | NzP způsobené chemickými látkami | 2 | 5 | 6 | 9 | 7 | 6 | 6 | 9 | 9 | 12 |
| II. | | NzP způsobené fyzikálními faktory | 349 | 480 | 527 | 695 | 767 | 665 | 547 | 520 | 461 | 528 |
| | II.4 | percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem | 4 | 8 | 12 | 19 | 10 | 14 | 11 | 17 | 13 | 11 |
| | II.6 – II.8 | nemoci z vibrací | 103 | 145 | 155 | 178 | 217 | 199 | 155 | 154 | 151 | 196 |
| | II.9 – II.10 ¹ | nemoci z DNJZ | 233 | 316 | 346 | 483 | 535 | 445 | 374 | 341 | 290 | 312 |
| | | ostatní NzP | 9 | 11 | 14 | 15 | 5 | 7 | 7 | 8 | 7 | 9 |
| III. | | NzP týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice | 84 | 125 | 172 | 199 | 155 | 184 | 214 | 273 | 216 | 221 |
| | III.1 | pneumokoniózy způsobené SiO ₂ | 49 | 64 | 78 | 82 | 64 | 94 | 111 | 166 | 127 | 109 |
| | III.2 | nemoci plic, pohrudnice nebo pobřišnice způsobené azbestem | 7 | 17 | 12 | 23 | 12 | 17 | 22 | 23 | 16 | 24 |
| | III.6 | rakovina plic z radioaktivních látek | - | - | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 8 | 8 | 9 |
| | III.10 | asthma bronchiale včetně alergických onemocnění dýchacích cest | 20 | 36 | 75 | 81 | 67 | 62 | 67 | 56 | 45 | 58 |
| | | ostatní NzP | 8 | 8 | 6 | 11 | 11 | 9 | 12 | 20 | 20 | 21 |
| IV. | | NzP kožní | 80 | 131 | 168 | 166 | 177 | 181 | 149 | 179 | 160 | 128 |
| V. | | NzP přenosné a parazitární | 5473 | 294 | 193 | 153 | 171 | 205 | 117 | 230 | 137 | 153 |
| | V.1 | nemoci přenosné a parazitární s přenosem z člověka na člověka | 5422 | 264 | 154 | 124 | 135 | 162 | 88 | 179 | 99 | 112 |
| | V.2 | nemoci přenosné ze zvířat na člověka | 15 | 14 | 27 | 14 | 28 | 24 | 16 | 22 | 24 | 27 |
| | V.3 | nemoci přenosné a parazitární vzniklé v zahraničí | 36 | 16 | 12 | 15 | 8 | 19 | 13 | 29 | 14 | 14 |
| VI. | | NzP způsobené ostatními faktory | 3 | - | 1 | - | 1 | 1 | 2 | 3 | - | - |
| | | Nemoci z povolání | 5991 | 1035 | 1067 | 1222 | 1278 | 1242 | 1035 | 1214 | 983 | 1042 |
| | | Ohrožení nemocí z povolání | 52 | 77 | 78 | 60 | 92 | 55 | 57 | 36 | 59 | 57 |
| | | Úhrnem | 6043 | 1112 | 1145 | 1282 | 1370 | 1297 | 1092 | 1250 | 1042 | 1099 |
| | | Počet osob s hlášeným onemocněním | 5890 | 952 | 951 | 1034 | 1117 | 1051 | 911 | 1065 | 876 | 911 |

Příloha B Nejčastější nemoci z povolání za rok 2021 (mimo COVID) [13]

