

Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště

Bc. Vendula Indráková

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vendula Indráková**
Osobní číslo: **M16572**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky z oblasti ergonomie.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav ergonomie vybraného pracoviště.
- Vyhodnoťte výsledky analýz vybraného pracoviště.
- Na základě vyhodnocených analýz navrhněte v rámci projektu vhodná opatření ke zlepšení ergonomického uspořádání vybraného pracoviště.

Závěr



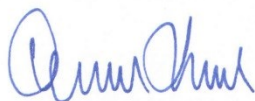
Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

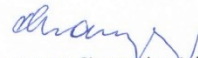
GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.
CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. ABC ergonomie. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010, 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.
MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
STANTON, Neville. Handbook of human factors and ergonomics methods. Boca Raton: CRC Press, c2005, 768 s. ISBN 0-415-28700-6.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 15. prosince 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 17. dubna 2018

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípuští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 17. 4. 2018

Jméno a příjmení: VENĎULA INDRÁKOVÁ

Indraková

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na ergonomické uspořádání vybraného pracoviště ve společnosti Avex Steel Products s.r.o. Práce je rozdělena na část teoretickou, praktickou a projektovou. V teoretické části byly definovány základní teoretické poznatky z oblasti ergonomie. Tyto poznatky byly následně implementovány k řešení daného problému v části praktické a zároveň byly provedeny analýzy aktuálního stavu na pracovištích, na základě kterých byla navržena opatření, jež vedla ke zlepšení uspořádání vybraného pracoviště.

Klíčová slova: ergonomie, pracoviště, pracovní polohy, rizikové faktory, RULA

ABSTRACT

The Master's thesis focuses on the ergonomic arrangement of the selected workplace in company Avex Steel Products s.r.o. The thesis is divided into a theoretical, practical and project part. In the theoretical part the basic theoretical knowledge from ergonomics defined. Outcoming results were than implemented in order to find solution and at the sometime there were performed analysis of actual working place situation. Based on results there were suggested measures heading to improvement of selected working place layout.

Keywords: Ergonomics, Workplace, Work positions, Risk factors, RULA

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD. za její čas a odborné rady, které mi poskytla. Také děkuji mistrům společnosti Avex Steel Products s.r.o. panu Petrovi Hradilovi a panu Milanu Mikulovi za jejich vstřícnost a ochotu při psaní diplomové práce.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ERGONOMIE	12
1.1 DEFINICE ERGONOMIE	12
1.2 HISTORIE ERGONOMIE	13
1.3 OBORY ZABÝVAJÍCÍ SE ČLOVĚKEM V PRACOVNÍM PROCESU	14
1.4 ZÁKLADNÍ OBLASTI ERGONOMIE	15
1.5 LEGISLATIVA.....	16
1.6 KATEGORIZACE PRÁCE	17
2 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	19
2.1 FYZICKÉ PARAMETRY ČLOVĚKA	19
2.2 ERGONOMICKÁ KRITÉRIA A PARAMETRY PRACOVNÍHO SYSTÉMU	21
3 RIZIKOVÉ FAKTORY	28
3.1 FYZICKÁ ZÁTĚŽ	28
3.2 CELKOVÁ FYZICKÁ ZÁTĚŽ	28
3.3 LOKÁLNÍ SVALOVÁ ZÁTĚŽ.....	30
3.4 RUČNÍ MANIPULACE S BŘEMENY	31
3.5 PRACOVNÍ POLOHA.....	32
3.5.1 Pohybový prostor	32
3.5.2 Práce vestoje.....	32
3.5.3 Práce vsedě.....	33
3.6 NEMOCI Z POVOLÁNÍ.....	34
3.6.1 Syndrom karpálního tunelu	35
4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	36
4.1 MĚŘENÍ PRÁCE	36
4.2 MODERNÍ METODY ANALÝZ - DIGITÁLNÍ MODELY ČLOVĚKA	38
4.3 ERGONOMICKÉ METODY	39
4.4 AUDIT	41
4.5 KONTROLNÍ LIST	42
4.6 METODA 5S.....	42
II PRAKTICKÁ ČÁST	44
5 AVEX STEEL PRODUCTS S.R.O.	45
5.1 POPIS FIRMY	46
5.2 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	48
5.3 FYZIKÁLNÍ FAKTORY	51
5.3.1 Osvětlení na pracovišti	51
5.3.2 Hluk na pracovišti	52
5.3.3 Teplota na pracovišti	53

5.4	AUDIT - ROZMĚRY PRACOVNÍHO STOLU A ŽIDLE.....	53
5.5	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	55
5.6	ERGONOMICKÉ METODY – RULA A OWAS.....	57
5.6.1	Pracovník číslo 1	57
5.6.2	Pracovník číslo 2	59
5.7	VÝPOČET BAZÁLNÍHO METABOLISMU	63
5.8	METODA PROFESIOGRAFIE	65
6	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	68
6.1	HARMONOGRAM	68
6.2	LOGICKÝ RÁMEC	69
6.3	RIPRAN ANALÝZA	69
6.4	SWOT ANALÝZA PROJEKTU	70
7	NÁVRHY NA OPATŘENÍ.....	71
7.1	ZMĚNA LAYOUTU.....	71
7.2	METODA 5S.....	76
7.3	DALŠÍ NÁVRHY.....	80
7.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	85
	ZÁVĚR	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	90
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94
	SEZNAM TABULEK.....	95
	SEZNAM GRAFŮ	96
	SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

V dnešním moderním uspěchaném světě se lidé nemají čas o sebe starat. To vše bývá často zapříčiněno pracovním nasazením. V práci člověk tráví většinu času, kde jsou na něho kladeny vysoké nároky na zodpovědnost, rychlost a přesnost. Jelikož se všechny technologie zlepšují, musí toho zaměstnanec zvládat čím dál více. Proto se stává, že lidé zapomínají na své zdraví.

Jedním z důvodů, proč jsem si vybrala psát tuto diplomovou práci je, že celkové pracovní prostředí, ve kterém člověk vykonává každodenní činnost, ovlivňuje rizikové faktory. Rizikové faktory, technologie a namáhavost dnešní požadované práce způsobuje to, že dochází často jak k psychickým, tak fyzickým zdravotním problémům. Ty mohou zapříčinit pracovní úraz a ještě hůř nemoci z povolání. Mezi nejčastější problémy patří bolesti hlavy, bolesti očí, zad a další. Avšak mezi jednu z nejčastějších nemocí z povolání můžeme zařadit syndrom karpálního tunelu, který trápí čím dál více lidí. V tomto případě se jedná spíše o nemoc, která se projevuje u sedavých zaměstnání a zaměstnanců, kteří pracují v kanceláři u počítačů. Práce vestoje má však také své nevýhody a může způsobit mnoho problémů od bolesti zad až po další nemoci.

Řada nemocí je také způsobena špatným uspořádáním a vybavením pracoviště. Zaměstnavatel by však měl ze zákona svému zaměstnanci poskytnout kvalitně vybavené pracoviště. Pokud je ještě pracoviště „ergonomické“, může tak zaměstnanci snížit či zcela eliminovat zdravotní potíže, zlepšit celkovou pracovní pohodu a komfort či zvýšit pracovní výkonnost. Všechna tato kladná zhodnocení může mít za následek ergonomie, která je čím dál více diskutovaným tématem ve firmách.

Tato diplomová práce bude řešit ergonomii. Její název zní „Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště“, kterou se tedy snažím vylepšit pracovní prostředí ve společnosti Avex Steel Products s.r.o.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tématem této diplomové práce je: Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště. Proto jejím cílem nebude nic jiného, než navrhnout zlepšené pracoviště s prvky ergonomie.

V teoretické části budou popsány základní poznatky z oblasti ergonomie. Dále se práce bude věnovat pracovnímu prostředí a legislativě z oboru ergonomie a dalším zákonům týkajících se této diplomové práce.

V praktické části budu spolupracovat s firmou Avex Steel Products s.r.o. z Otrokovic, která mi poskytne možnost pracovat na diplomové práci. Budu zde analyzovat současný stav pracoviště. Pomocí snímku pracovního dne, kontrolního listu v podobě profesiografie, auditu pracovního místa a dotazníku bude provedena analýza pracovníka a pracovního prostředí. Dalšími analýzami budou analýzy ergonomické: RULA a OWAS, kde zjistíme, jaké riziko pracovník podstupuje při práci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ERGONOMIE

Neustálý rozvoj vědy a technologií v dnešní době přináší vznik nových strojů, zařízení či metod práce. Tyto nové techniky či nové činnosti s nimi spojené mohou způsobit nepoměr mezi požadavky a nároky na schopnosti a dovednosti pracovníka, když je má vykonávat a obsluhovat. Následkem je poté přetížení pracovníka, což vede k jeho únavě či dokonce havárii systému s možným zdravotním poškozením člověka. Právě úlohou celé ergonomie je, aby změnila „mechanocentrický“ přístup k přístupu „antropometrickému“, který vychází z možností, schopností a dovedností člověka a hned při zahájení projektování techniky nebo pracoviště respektuje všechna omezení. (Chundela, 2013, s. 7)

1.1 Definice ergonomie

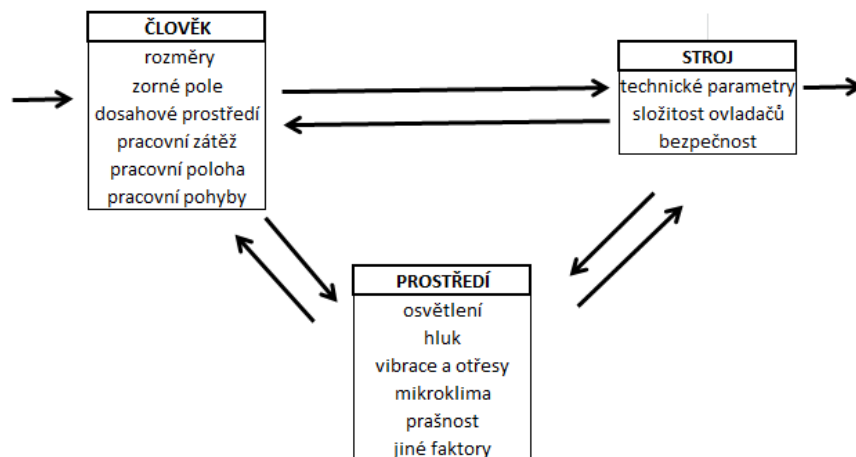
Základních definic ergonomie je mnoho, proto zde bude popsáno více jejich pojetí od různých autorů. Dle Chundeli je ergonomie (z řečtiny: ergon = práce, nomos = zákon) interdisciplinární vědní disciplína, která se zabývá činností člověka a jeho vazbou s technikou a pracovním prostředím, s cílem optimalizovat pracovníkovu psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti. (Chundela, 2013, s. 7)

Gilbertová ve své knize popisuje ergonomii tak, že byla uměle vytvořena a vznikla spojením dvou řeckých slov, jejíž hlavním důvodem k vytvoření tohoto označení byla snaha o syntetizující přístup, to znamená zdůraznění rovnocenné účasti všech disciplín na předmětu ergonomie. Vedle pojmu ergonomie se používá i několik synonymních názvů jako: Human Factors, Biotechnology, Human Engineering a další.

Ve starších publikacích Mezinárodního úřadu práce se nejčastěji uvádí o ergonomii: „Ergonomics = making work human“ neboli polidštění práce. V encyklopedii Industrial Health and Safety se ergonomie užívá jako pojem označující oblasti vědeckých a technických znalostí ve vztahu k člověku a jeho práci a dále jako ukazatel, jak jsou znalosti využívány k dosažení vyšší úrovně vzájemné adaptace mezi člověkem a jeho prací z humanitního nebo i z ekonomického hlediska. Známa je též definice od Grandjeana: „Ergonimics = fitting the task to the human“ (Ergonomie = přizpůsobení práce člověku).

I když se jednotliví autoři poněkud odlišují v charakteristice ergonomie, základní myšlenku mají všichni stejnou. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 15)

Oficiální definice byla přijata Mezinárodní ergonomickou asociací a ta zní: „*Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.*“ (Chundela, 2013, s. 8)



Obr. 1: Systém člověk – stroj – prostředí

(vlastní zpracování dle Kováče a Szombathyová, s. 17)

Ergonomií se zabývá celá řada institucí, organizací a vysokých škol. Mezi instituce v jednotlivých resortech se řadí například Výzkumný ústav bezpečnosti práce nebo Ministerstvo zdravotnictví, jednou z organizací je Auto Škoda Mladá Boleslav. V České republice ergonomii reprezentuje Česká ergonomická společnost v Praze a na mezinárodní úrovni již zmíněná Mezinárodní ergonomická asociace - International Ergonomics Association (dále jen IEA). (Chundela, 2013, s. 8)

1.2 Historie ergonomie

První poznatky o ergonomii se objevují už v souvislosti s vývojem pracovní činnosti člověka, jelikož každá úprava náradí a zbraní, ať volbou tvaru, hmotností či rozměrů znamená přizpůsobení techniky člověku. S vývojem se i úpravy náradí zlepšovaly a zkušenosti přecházely z otce na syna nebo z mistra na tovaryše.

V 16. a 17. století dochází k rozmachu průmyslu i výroby. A. Coulomb v roce 1785 řeší otázku pracovní doby a určuje její maximum na 8 hodin práce za den a zjišťuje, že průměrný člověk může unést 62,7 kg do vzdálenosti 17 km. Výroba postupem času přechází stále více od řemeslné k centralizované výrobě.

Koncem 17. století vznikají manufaktury a v 18. století dochází k přechodu od manufaktur k tovární výrobě. Tím také končí období, kdy si řemeslník vyrábí své nástroje sám a stroje přestávají být přizpůsobené individuálně každému člověku. Při velkých výrobních sériích dochází k univerzálnosti a tím zhoršujícím se vztahům mezi člověkem a strojem. Fyziolog Coulon měří lidskou sílu, studuje otázky únavy a rozložení přestávky. Další vědci se zabývají vhodnou dělbou práce.

Na konci 19. století je považován za zakladatele vědeckého rozboru práce F. W. Taylor. Jeho způsob analýzy práce, jako rozbor pracovních pohybů, uspořádání pracovního místa, pracovních metod, systémy evidence a kontroly byly v té době velkým přínosem. Taylorismus měl své stoupence především v USA. Teprve Taylorovi stoupcenci (Gilbert, Fayol a další) se snažili o řešení využívání psychofyziologických požadavků.

Období mezi válkami se stalo hlavním směrem psychologie práce a rozmach také zaznamenal řešení pracovních podmínek i organizace práce. Celý další vývoj se dá rozdělit do oblastí psychologie, inženýrské psychologie a sociální psychologie a sociologie. (Chundela, 2013, s. 8 – 9)

1.3 Obory zabývající se člověkem v pracovním procesu

Bez určitých znalostí a poznatků o vlastnostech a fungování lidského organismu při práci nemůžeme odstranit nebo snížit příčiny nepřiměřené pracovní zátěže, jako je tomu u oborů zabývajících se studiem člověka v pracovním procesu. Mezi tyto obory patří:

Užitá antropometrie a biomechanika

Užitá ať už statická nebo dynamická antropometrie a biochemie poskytuje informace o tělesných rozměrech populačních skupin, dále poskytuje údaje o fyzických parametrech pohybů těla a jeho částí, které by měly být brány v potaz při prostorovém uspořádání pracovních míst, výšek manipulačních rovin a dosahů dolních a horních končetin a dalších.

Fyziologie práce

Tento obor navazuje na poznatky z obecné fyziologie člověka a je doplněn o specifické informace ve vztahu k pracovní činnosti. Tento obor je velmi rozsáhlý, zahrnuje například tělesnou výkonovou kapacitu a zdatnost člověka, otázky pohlaví a věku s ohledem na pracovní způsobilost, režim práce a odpočinku nebo rotaci pracovních směn, noční směny atd.

Psychologie práce

Psychologie práce poskytuje údaje o psychologických nárocích na jednotlivé funkce, kterými jsou kapacita operativní a dlouhodobé paměti, kognitivní procesy jako poznávací a myšlenkové, řeší také vliv osobních rysů na výkonnost a spolehlivost. Další problematikou, kterou psychologie práce řeší, je sociální klima na pracovišti nebo motivace pracovníků.

K výše uvedeným oborům je možné zařadit také hygienu práce, pracovní lékařství a v neposlední řadě bezpečnost práce. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 14)

1.4 Základní oblasti ergonomie

Mezi tři základní oblasti ergonomie dle IEA patří:

Fyzická ergonomie je zaměřena na vliv pracovních podmínek a pracovního prostředí vůči lidskému zdraví. Uplatňuje poznatky z oblastí anatomie, antropometrie, fyziologie a dalších. Řeší například problematiku pracovních poloh, manipulaci s břemeny, profesionálně podmíněná onemocnění především pohybového aparátu, uspořádání pracoviště nebo bezpečnost práce.

Kognitivní ergonomie se zabývá psychologickými aspekty pracovní činnosti. Proto se jí také říká psychická ergonomie. Patří sem například psychická zátěž, procesy rozhodování, dovednosti, výkonnost a paměť nebo také pracovní stres a další.

Organizační psychologie se zaměřuje na optimalizaci sociotechnických systémů, včetně organizačních struktur, strategií a podobně. Zde patří řešení otázek lidského systému v komunikaci, týmová práce, sociální klima, režim práce a odpočinku apod.

Dalšími oblastmi ergonomie jsou **speciální oblasti**, kterými jsou:

Myoskeletární ergonomie je oblastí zaměřující se na prevenci profesionálně podmíněných onemocnění pohybového aparátu, jako například onemocnění páteře a horních končetin z přetížení. U této ergonomie se také často mluví o ergonomických onemocněních. To jsou taková onemocnění, která jsou charakterizována postupným začátkem a jejich relativní riziko se zvyšuje ergonomickou expozicí. Relativní proto, že na vzniku těchto onemocnění se mohou také podílet i faktory neprofesionální. Pro fyzioterapeuty nebo třeba rehabilitační lékaře je znalost této ergonomie velmi důležitá.

Psychosociální ergonomie se zabývá a řeší požadavky při práci a stresovými faktory. Stres je u pracovníka dán zejména psychologickými požadavky práce a stupněm rozhodování. Blíže souvisí s myoskeletární ergonomií, jelikož stres a další psychosociální faktory ovlivňují četnost onemocnění pohybového aparátu.

Mezi nejmladší oblastí ergonomie patří **participační (účastnická) ergonomie**, která vznikla v Japonsku. Podstatou je, že změny uspořádání pracoviště jsou navrhovány a realizovány za spolupráce samotných zaměstnanců, popřípadě i za spoluúčasti managementu či odborů dané organizace. V současné době je participační ergonomie široce uplatňována. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 14 – 17)

1.5 Legislativa

Mezi základní právní předpisy a zákony týkající se ergonomie patří:

- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci;
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce;
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci;
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací;
- Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků;
- Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí;
- Vyhláška č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Tyto zákony a právní předpisy však nejsou jediné, které nějakým způsobem definují ergonomii, dalšími jsou Normy EU – ČSN EN, ČSN ISO nebo ČSN EN ISO.

Normy týkající se ergonomie se zabývají těmito kategoriemi: Ergonomické zásady navrhování, tělesné rozměry, fyzickou výkonnost člověka, antropometrii, ergonomii tepelného a dalšího prostředí. Mezi jednu z nejpoužívanějších patří nově aktualizovaná:

- ČSN EN ISO 6385 – Ergonomické zásady navrhování pracovního systému

Příklady dalších norem jsou:

- ČSN EN 547-1 +A1 - Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry - Část 1: Zásady stanovení požadovaných rozměrů otvorů pro přístup celého těla ke strojnímu zařízení,
- ČSN EN 547-3 +A1 - Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry - Část 3: Antropometrické údaje (*Normy.biz*, © 2003 – 2018)

1.6 Kategorizace práce

Kategorizace práce umožňuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců faktory, které rozhodují o kvalitě pracovních podmínek ze zdravotního hlediska. Jsou také charakteristické pro danou práci na konkrétním pracovišti a v neposlední řadě pro míru zabezpečení ochrany zdraví pracovníků. Účelem je získat určité objektivní a srovnatelné podklady, zejména pro určení rizikových prací, optimalizaci pracovních podmínek a pro opatření k odstranění nedostatků v zabezpečení ochrany zdraví při práci.

Pro zařazení prací do jednotlivých kategorií, které jsou čtyři, jsou vypracovány metody měření jednotlivých faktorů a kritéria pro hodnocení získaných výsledků.

První kategorie není zvlášť vymezena, kategorie druhá a třetí jsou definovány rozpětím hygienických limitů, ve druhé kategorii však nesmí být překročen přípustný limit. Čtvrtá kategorie není definována u faktorů, jako jsou pracovní poloha, zátěž chladem nebo psychická a zraková zátěž. Práce spojená s expozicí několika faktorů dohromady je zařazena do kategorie odpovídající nejhůře hodnocenému faktoru. Zařazení práce či prací do druhé, třetí a následně i čtvrté kategorie je prováděno na návrh zaměstnavatele nebo z iniciativy orgánu hygienické služby. Všechny náměry koncentrací a intenzit faktorů pracovních podmínek musí být provedeny akreditovanou nebo autorizovanou osobou a musí odpovídat stavu pracovních podmínek v době podání návrhu.

Kategorizace vychází z identifikace nebezpečí pro zdraví pracovníka a také z hodnocení rizika onemocněním. U některých zátěží legislativa nestanovuje kategorie.

Stupně zátěže faktoru pracovního prostředí:**První stupeň zátěže – minimální zdravotní riziko**

Faktor se u prvního stupně zátěže při výkonu práce nevyskytuje nebo je zátěž (expozice) faktorem minimálním. Z hlediska expozice faktoru můžeme mluvit o optimálních pracovních podmínkách. Zdravotní riziko je minimální i pro handicapované osoby a vliv faktoru je ze zdravotního hlediska nevýznamným.

Druhý stupeň zátěže – únosná míra zdravotního rizika

Co se týká zdravotního hlediska, je v tomto případě míra zátěže únosná. Úroveň zátěže faktorem nepřekračují limity stanovené předpisy. Vliv faktoru je akceptovatelný pro zdravého člověka, nelze však vyloučit nepříznivé účinky faktoru na zdraví u vnímavějších a citlivějších jedinců. Orgán hygienické služby může rozhodnutím upravit zařazení prací náležející do této druhé kategorie.

Třetí stupeň zátěže – významná míra zdravotního rizika

Úroveň zátěže překračuje stanovené limitní hodnoty zátěže (expozice). Na pracovištích je nutné navrhnout a realizovat náhradní technické a organizační opatření. U těchto faktorů nelze vyloučit negativní vliv na zdraví pracovníků.

Čtvrtý stupeň zátěže – vysoká míra zdravotního rizika

Úroveň zátěže vysoce překračuje stanovené limitní hodnoty zátěže. Na pracovištích musí být dodržován soubor preventivních opatření. Dochází zde k častému profesionálnímu poškození zdraví. (Málek, 2014, s. 242 – 243)

2 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Pracovní prostředí tvoří fyzikální, chemické, biologické, fyziologické a socioekonomické prostředí, které působí na pracující osobu. Základním nástrojem pro hodnocení stavu pracovního prostředí z hlediska zdraví zaměstnanců jsou hygienické limity. Těmi mohou být vibrace, hluk, prach a další. Tyto existující hygienické limity pak porovnáváme se zjištěnými hodnotami rizikového faktoru s jeho limitem a tím získáme představu o závažnosti možného ohrožení zdraví člověka daným rizikovým faktorem. (Malý, Král, Hanáková, 2010, s. 203)

Základní pojmy dle Gilbertové a Matouška (2002, str. 19):

Pracovní systém – Tento pojem se skládá z osob a pracovního zařízení, kdy v rámci pracovního procesu je plněn pracovní úkol na pracovním místě v určitém pracovním prostředí.

Pracovní zařízení – Tím se myslí nástroje, stroje, dopravní prostředky a další technické vybavení používané v pracovním systému.

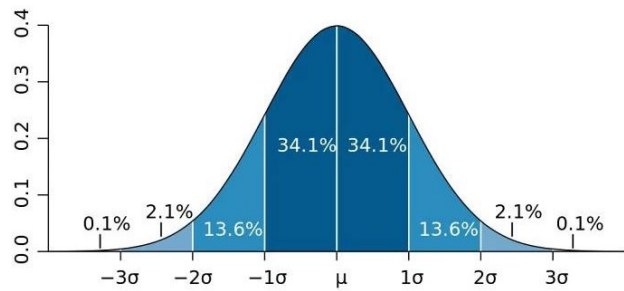
Pracovní místo – Je prostor, který je přidělený jedné nebo více osobám a je vybaven pracovním zařízením pro plnění dané činnosti pracovníkem.

2.1 Fyzické parametry člověka

Abychom mohli navrhnout (či zhodnotit) techniku a celkové pracovní prostředí, musíme prvotně znát fyzické parametry člověka.

Rozměrové

- Při antropocentrické optimalizaci techniky musíme vycházet z určitých rozměrů člověka. Nemůžeme však hodnotit průměrné rozměry člověka, ale musíme brát v potaz i větší a menší postavy.
- Vycházíme z normálního rozdělení a tzv. „percentilu“, kdy 5% percentil znamená, že populace má pouze menší rozměr, než je jeho hodnota a 95% percentil představuje hodnotu, pod níž je 95 % populace (pouze 5 % obyvatelstva má nižší rozměrové hodnoty). (Chundela, 2013, s. 26)



Graf 1: Normální rozdělení

(Zdroj: Matematika.cz, ©)

Pohybové

- Při projektování musíme dbát a respektovat pohyblivost částí lidského těla. Jednotlivé pohyby jsou převzaty především z latiny.
 - Flexe - ohýbání či zmenšování úhlu mezi dvěma částmi
 - Extenze – opak flexe, zvětšování úhlu mezi dvěma částmi
 - Rotace - otáčení kolem vlastní osy
 - Cirkumdukce – kroužení končetinou
 - Abdukce – odtažení části těla od osy souměrnosti
 - Addukce – opak abdukce
 - Pronace – stočení (předloktí dovnitř)
 - Supinace – opak pronace, vytočení (Chundela, 2013, s. 28)

Somatické

- Do části somatické se řadí **hmotnost**, **konstituce člověka**, **povrch těla**, závisí na hmotnosti a výšce člověka, **krev** (5-6 litrů u dospělého), **srdeční frekvence** (systolická frekvence kolem 70 a diastolická frekvence stoupá až k hodnotám 180 - 200 při tělesné práci), **dechový objem** (množství vzduchu, které vdechneme jedním dechem, jsou proměnlivá - v klidu 300 – 500 ml, při práci 2 – 4 litry), **vitální kapacita** (maximální množství vzduchu, které dokážeme vydechnout při největším nádechu – 4,5 litru pro muže a 3,5 pro ženy), **tělesná teplota** (průměrně 37 °C). (Chundela, 2013, s. 29 – 30)

Energetické

- V neposlední řadě je to energie, která udržuje tělesnou teplotu člověka, činnosti orgánů a práce.

2.2 Ergonomická kritéria a parametry pracovního systému

Následující přehled popíše nejdůležitější parametry ergonomického hodnocení pracovního systému.

Podlahová plocha

Při denním osvětlení je minimální nezastavěná podlahová plocha 2 m². Minimální nezastavěná plocha pro prostor jednoho pracovníka bez denního osvětlení s umělým ovzduším je 5 m². (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 22)

Světlá výška pracoviště

V tomto kritériu se myslí výška nad podlahou. Ta by měla mít parametry pro minimální světlou výšku **při denním osvětlení**:

- 2,5 m při ploše 50 m²,
- 2,7 m při ploše menší než 100 m²,
- 3,5 m při ploše menší než 2000 m²,
- 3,25 m při ploše větší než 2000 m².

Bez denního osvětlení s umělým ovzduším jsou parametry následující:

- 3,0 m při ploše menší než 100 m²,
- 3,5 m při ploše menší než 2000 m² a
- 4,5 m při ploše větší než 2000 m². (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 22)

Vzdušný prostor

Minimální vzdušný prostor při denním osvětlení je 12 m³ při práci vsedě a 15 m³ při práci ve stoje na jednoho pracovníka. V neposlední řadě 18 m³ je parametr pro pracovníka, který vykonává těžké tělesné práce. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je to 20 m³ při

práci vsedě, 25 m³ vstoje a 30 m³ při těžké tělesné práci. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 23)

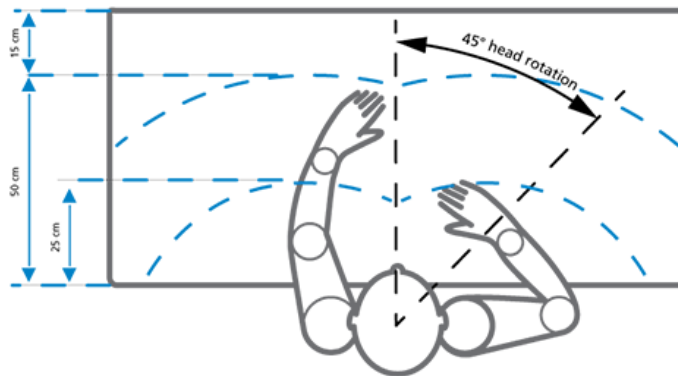
Pracovní prostor

Pracovní prostor je část nebo místo na pracovišti, které je vymezeno pro pracovníka nebo více pracovníků a které slouží k vykonání pracovního úkonu. (Malý, Král, Hanáková, 2010, s. 199)

Rozměry pracovního prostoru musí odpovídat tělesným rozměrům pracovníka s ohledem na přístup či únikovou cestu, základní pracovní polohu, vykonávané pohyby, typy a rozmístění ovladačů, rozměry a tvary používaných strojů a zařízení, vzdálenosti mezi používanými zařízeními, rozměry chodeb a další. To všechno musí umožňovat volný a bezpečný pohyb pro zaměstnance. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 22)

Pracovní rovina

„Výška pracovní roviny musí odpovídat tělesným rozměrům zaměstnance, základní pracovní poloze, hmotnosti předmětů a břemenům, se kterými je v rámci pracovní činnosti manipulováno, a zrakové náročnosti při práci.“ (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 49)



Obr. 2: Rozložení pracoviště

(Zdroj: Linak, © 2018)

Výška pracovní (manipulační) roviny nad podlahou při práci vsedě anebo vstoje by měla být zhruba stejná, jako je výška lokte nad podlahou. Pro naši českou populaci při práci vstoje je v závislosti na tělesné výšce pracovní rovina v rozpětí 95 – 120 cm, vsedě 20 – 35 cm nad sedadlem. Při práci vyžadující zvýšené nároky na zrak se zvětšuje výška roviny o 10 až 20 cm nad loktem, při práci s těžkými předměty se snižuje o 10 až 20 cm. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 23)

„Optimální výška pracovní roviny při práci muže a ženy vstojе se řídí jejich antropometrickými rozměry a zpravidla se stanoví mezi 800 až 1000 mm. Při práci vsedě je optimální výška pracovní roviny nad sedákem u mužů 220 až 310 mm, u žen 210 až 300 mm. Základní výška sedáku nad podlahou je 400 ± 50 mm.“ (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 49)

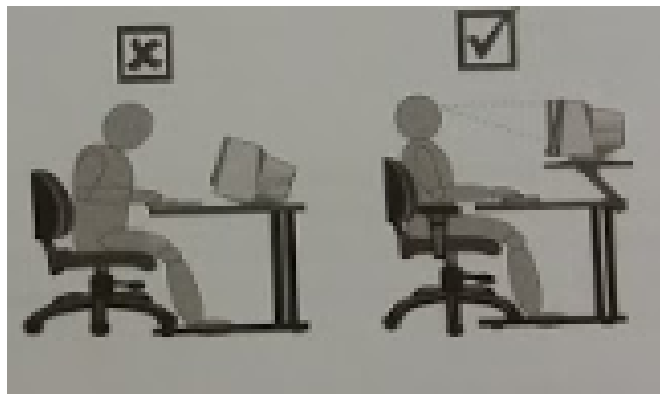
Prostor pro dolní končetiny

Prostor při práci vsedě by měl být dostatečně velký na to, aby umožňoval volný pohyb dolních končetin z hlediska jeho výšky, šířky a hloubky. Minimální výška prostoru je 60 cm nad podlahou, šířka je 50 cm a hloubka taktéž 50 cm. Optimální hloubka jak pro muže, tak pro ženy je 70 cm. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 23)

Dle zákona je dále specifikováno, že „optimální hloubka od přední hrany stolu či zařízení 700 mm“ a „nejmenší vzdálenost roviny sedadla od dolní plochy pracovního stolu 200 mm.“ (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 49)

Pracovní poloha

Fyziologicky nejvhodnější pracovní polohou je střídání sedu a stoje. Pokud je činnost spojena s nefyziologickou pracovní polohou, například v hlubokém předklonu, podřepu a podobně, je žádoucí, aby se střídaly tyto pracovní činnosti s fyziologicky přijatelnými polohami nebo se zavedením přestávek. Dále o pracovních polohách v kapitole 3.5.



Obr. 3: Ergonomická pracovní poloha

(Zdroj: Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 81)

Pracovní pohyby

Nejvhodnější je taková skladba pracovních pohybů, kde jsou střídavě zatěžovány různé svalové skupiny horních a dolních končetin, trupu a hlavy s velmi malým podílem statické

práce. Dráhy pohybů u horních končetin musí odpovídat přirozeným pohybovým stereotypům, to znamená, že musí probíhat převážně v drahách obloukových.

Dosahové oblasti při práci vsedě na vodorovné pracovní rovině jsou závislé na frekvenci pohybů, velikosti předmětů, s kterými je manipulováno, a maximálním dosahu ruky vpřed a do stran. Optimální dráhy při stoji jsou v rozmezí výšky mezi zápěstím a výšky ramene. Pohyby by měly být rozloženy rovnoměrně na obě končetiny. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 23 - 24)

Poměr statické a dynamické práce

Zásadní je poměr mezi prací statickou a dynamickou. Dynamickou prací se rozumí střídání svalových skupin (napětí a uvolnění). Oproti tomu statická práce je práce, kdy dochází k trvalému napětí svalu, jako je tomu u držení nástroje nebo předmětu. Dynamická práce musí převažovat nad statickou. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 24)

Fyzická namáhavost práce

Hodnotí se pomocí spotřeby energie, resp. energetickým výdejem. Dále viz kapitola 3.2.

Ovládací síly

Limity sil při používání ručních a nožních ovladačů jsou závislé na typu ovladače, jeho umístění, pracovní poloze pracovníka, frekvenci ovládní, směru pohybu a způsobu jeho uchopení.

Za ovladač je považováno zařízení, které slouží člověku k ovládní stroje. Pokud pracovníci manipulují s ovladači, zvyšuje se tak jejich zapojení svalů a sil. Jestliže se na pracovišti vyskytuje více ovladačů, je nejlepší variantou jejich odlišení dle barvy a tvarů. Nejčastěji se na pracovištích využívají páčky, kliky, kola nebo pedály. (Král, s. 70)

Limity sil u nejčastějších ovladačů:

- tlačítka na klávesnici: 0,25 – 1,5 N,
- tlačítka na stoje ovládaná jedním prstem: 1 – 8 N,
- tlačítko ovládané rukou: 4 – 16 N,
- nožní pedál: 30 – 100 N,
- klika ovládaná jednou rukou v závislosti na průměru: 0,6 – 80 Nm. (Gilbertová a Matoušek, s. 25)

Manipulace s břemen

Člověk se může s manipulací s břemeny setkat nejen při práci, ale i v soukromém životě, kdy často dochází k manipulaci s neúměrně těžkými či nadlimitními břemeny. Lidé si však neuvědomují, že manipulace s břemeny nadměrné hmotnosti, jsou vystaveni riziku poškození muskuloskeletálního systému, v horším případě k trvalému poškození zdraví. Nejvíce je zatížena bederní páteř nebo kolenní klouby. (Marek a Skřehot, 2009, s. 81)

Limity hmotnosti břemen při zvedání, přemísťování a přenášení jsou závislé na dráze břemene, vzdálenosti od těžiště těla, pracovní poloze, frekvenci manipulace, na úchopu břemene, vzdálenosti přenášení a také na věku a pohlaví pracovníka. Dále viz kapitola 3.4. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 25)

Zrakové podmínky

Osvětlení pracovního prostoru musí odpovídat zrakovým nárokům na provádění požadované pracovní činnosti. Na trvalém pracovišti nesmí být hodnoty osvětlení nižší než 200 lux a v místnostech bez denního osvětlení určené pro trvalou práci 300 lux. Na pracovišti s nevyššími nároky na osvětlení má být alespoň 10 % hodnoty osvětlenosti zajištěno celkovým osvětlením.

Prací se zřetelnou zátěží se rozumí trvalá práce:

- a) spojená s náročností na rozlišení detailů,*
- b) vykonávaná za zvláštních světelných podmínek,*
- c) spojená s používáním zvětšovacího přístroje, sledováním monitorů nebo se zobrazovacími jednotkami,*
- d) spojená s neodstranitelným oslňováním. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 34)*

V zorném poli pracovníka nesmí být žádné zdroje velkých jasů, jako svítidel, ani nežádoucích odrazů. Jestliže na pracovišti bez denního osvětlení převažují osoby starší než 40 let, je nutno zvýšit minimální hodnoty osvětlení. Pokud zřetelný úkol vyžaduje rozlišování barev, je nutno volit svítidla, která nezkrasí barvy. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 25)

Barevné řešení prostředí a technických zařízení a zrakové zdroje informací:

Při volbě barev a barevných odstínů je nutno uvažovat nad druhem činnosti, velikosti a tvaru prostoru, barvou zpracovávaných předmětů a dále. Barevné řešení musí odpovídat bezpečnostnímu významu barev.

Nejčastěji pozorovaná místa musí být v zorném poli pracovníka, kdy doporučeným zorným úhlem je $15 - 40^\circ$ pod horizontální rovinou očí. Zprostředkovatelé zdrojů informací jsou zrakové sdělovače. Z ergonomického hlediska se posuzují s ohledem na umístění (viditelnost ze základní pracovní polohy), vhodnost typu pro předpokládanou funkci (jaké údaje má poskytovat), způsob kódování informace (symboly, barva a další) a v neposlední řadě na bezpečnostní význam barev světelných sdělovačů. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 25)

Akustické podmínky

Hluk je každý nežádoucí nebo nepříjemný zvuk, který vyvolává nepříjemný nebo rušivý vjem anebo škodlivé účinky. (Kováč a Szombathyová, 2010, s. 83)

Nejvyšší přípustná hladina pro fyzickou práci s ohledem na škodlivý účinek sluchu je 85 dB. Tento limit se snižuje v závislosti na druhu pracovní činnosti, zejména podle podílu duševní práce. Při práci koncepční s převahou tvořivého myšlení je limit 40 dB, při duševní práci velmi náročné a složité je to 50 – 55 dB, při duševní práci s požadavkem snadného dorozumívání je limit 60 – 65 dB. Je-li hladina hluku v pozadí větší než 85 dB, je srozumitelnost komunikace nedostatečná. Při komunikaci s hladinou hluku 45 – 50 dB v pozadí je komunikace dobrá.

Při mimořádných či havarijních stavech musí být intenzita akustických informací (signálů) nejméně o 10 dB vyšší než hluk pozadí. Význam jednotlivých stavů musí být rozlišen kolísáním frekvence. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 26)

Mikroklimatické podmínky

Mikroklima pracovního prostředí znamená vzduch v uzavřeném prostoru a jeho fyzikální vlastnosti, které ovlivňují pracovní schopnosti pracovníka. Hlavními složkami mikroklimatického prostředí jsou:

- teplota vzduchu,
- vlhkost vzduchu,
- proudění vzduchu,

- tlak vzduchu,
- sálavé teplo. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 93)

Optimální teplota v letním období je 23 °C a neměla by překročit 26 °C, v zimě 20 – 24 °C. Při teplotě 27 °C u lehké práce klesá schopnost podávat plný výkon o 25 %, při 30 °C je to 50 % schopnosti.

Relativní vlhkost vzduchu je nejvhodnější v rozmezí 40 až 60 %. Doporučené hodnoty proudění vzduchu, pohybující se v rozmezí 0,1 – 0,3 m.s⁻¹, a teploty, jsou závislé na druhu činnosti a typu oděvu. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 26 - 27)

Psychosociální podmínky

Hodnotí se potenciační příčiny stresorů, které negativně ovlivňují pohodu na pracovišti, spokojenost a duševní rovnováhu u kompetencí pracovníka, časového tlaku, odpovědnosti, monotonie, pracovní směny a sociální aktivity či izolace to vše. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 27)

Psychická zátěž

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 31 vymezuje práci s psychickou zátěží jako zátěž spojenou:

- s monotónní prací,
- ve vnuceném pracovním tempu,
- v třísměnném provozu nebo nepřetržitém pracovním režimu,
- s prací vykonávanou pouze v nočních hodinách.

Za práci spojenou s **monotonií** se považuje taková práce, při níž je charakteristické opakování stejných pohybových nebo úkolových úkonů s omezenou možností, aby zasáhl zaměstnanec do jejich průběhu. Monotonii pohybovou se rozumí taková činnost, při které se opakují jednoduché pohybové manuální úkony stejného typu a monotonie úkolová je taková, při které se vyskytuje nízký počet a malá proměnlivost úkolů.

Při práci ve vnuceném tempu, která se taktéž považuje dle zákona jako psychická zátěž, se rozumí taková práce, při které si zaměstnanec nemůže volit sám své tempo práce a musí se podříditi rytmu strojového mechanismu nebo úkolu či rytmu jiného zaměstnance.

3 RIZIKOVÉ FAKTORY

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 2 pokládá za rizikové faktory pracovních podmínek:

- faktory mikroklimatických podmínek (příkladem jsou zátěž teplem a chladem),
- chemické faktory (příkladem jsou látky a směsi obecně, olovo, prach, karcinogeny, mutageny a další),
- biologické činitele,
- fyzickou zátěž:
 - celkovou fyzickou zátěž,
 - lokální svalovou zátěž,
 - pracovní polohy a
 - ruční manipulaci s břemeny.

Fyzikální faktory (příkladem jsou vibrace, hluk a další) dle nařízení vlády upravují zvláštní právní předpisy.

3.1 Fyzická zátěž

Velkou roli ve fyzických faktorech zahrnuje fyzická zátěž, která vzniká při práci. Pracovní zátěž jako taková je charakterizována jako míra vyváženosti mezi výkonovou kapacitou člověka a požadavky pracovní činnosti, nebo také podmínkami, za kterých se činnost vykonává. (Kováč a Szombathyová, 2010, s. 46)

Dále autoři Kováč a Szombathyová (s. 47) rozlišují dva druhy pracovní zátěže a to:

- nadlimitní – v případě, pokud požadavky na práci převyšují výkonovou kapacitu člověka a tím dochází k jeho přetížení
- sublimitní – zde se jedná o zatížení s flexibilní výkonovou kapacitou

3.2 Celková fyzická zátěž

Celková fyzická zátěž je zátěž, při které vykonáváme dynamické fyzické práce velkými svalovými skupinami a je při nich zatíženo více než 50 % svalové hmoty. Posuzuje se z hlediska energetické náročnosti práce pomocí hodnot energetického výdeje vyjádřených v hodnotách netto a také pomocí srdeční frekvence. „Energetickým výdejem (M) je výdej, vyjádřený v brutto hodnotách, kterými jsou hodnoty zahrnující i bazální metabolismus BM , přičemž jednotkou je 1 watt na 1 m² tělesného povrchu muže nebo ženy; energetický výdej

se stanoví měřením nebo orientačně pomocí tabelárních hodnot podle české technické normy o ergonomii tepelného prostředí.“ Průměrné a hygienické limity pro hodnoty energetického výdeje jsou upraveny dle pohlaví a věku. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 22, 23)

Bazální metabolismus

Organismus potřebuje na udržení funkce tělesných orgánů, i za klidových podmínek, část chemické energie uvolněné z živin. Těto základní přeměně říkáme bazální metabolismus. (BMR – z angličtiny *Basal Metabolic Rate*) (Málek, 2014, s. 30)

Schopnost pracovat při vysokém tempu je spojená s vysokou spotřebou kyslíku. Při každém 1 litru spotřebovaného kyslíku se uvolní přibližně 20 kJ energie. (Salvendy, c2012, s. 437)

Nejčastěji se pro výpočet bazálního metabolismu používá **Herris – Benedictoci rovnice**, což je rovnice udávající bazální metabolismus na celý den (24 hodin):

U žen: **BMR** = 655,0935 + (9,6 * hmotnost v kg) + (1,85 * výška v cm) – (4,7 * věk v letech)

U mužů: **BMR** = 66 + (13,7 * hmotnost v kg) + (5 * výška v cm) – (6,8 * věk v letech)

Výsledná hodnota vyjde v kcal. Pokud výslednou hodnotu vynásobíme 4,19, dostaneme hodnotu v kJ. (Málek, 2014, s. 31)

Tab. 1: Výpočet BMR (Zdroj: Chundela, 2013, s. 32)

muži	věk	Ženy
5335	1	5335
4955	5	4870
4430	10	4285
4200	15	3822
3890	20	3560
3780	25	3550
3715	30	3535
3675	35	3530
3655	40	3520
3635	45	3485
3610	50	3425
3570	55	3360
3530	60	3300
3465	65	3255
3400	70	3190
3340	75	3150

Pro další výpočty je důležité znát BMR, abychom dále mohli vypočítat **celosměnový energetický výdej netto**.

$$\text{Povrch těla BSA} = (\text{hmotnost}^{0.425} \times \text{výška}^{0.725}) \times 0.007184 = (\text{m}^2)$$

Mezivýpočty:

Celosměnový energetický výdej brutto = Celkový průměrný energetický výdej (M) brutto podle třídy práce ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) x povrch těla (m^2) = (W)

Celosměnový energetický výdej brutto = Celosměnový energetický výdej brutto (W) x 0,06 = ($\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1}$)

Celosměnový energetický výdej brutto = Celosměnový energetický výdej brutto ($\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1}$) x doba trvání směny (min) x 0,001 = (MJ)

Posledním výpočtem zjistíme celosměnový energetický výdej netto, tím je:

Celosměnový energetický výdej netto = Celosměnový energetický výdej brutto (MJ) – bazální metabolismus za směnu (MJ) = (MJ) (Hamplová, s. 32, 33)

3.3 Lokální svalová zátěž

Je zátěží malých svalových skupin při vykonání práce končetinami. U této zátěže se zjišťují a posuzují vynakládané svalové síly, počty pohybů a pracovní polohy končetin v závislosti na rozsahu dynamické složky a statické složky práce při práci při průměrné osmihodinové směně.

Hygienickými limity lokální svalové zátěže jsou hodnoty vynakládaných svalových sil a hodnoty směnových počtů pohybů ruky a předloktí k průměrům směnové časově vážené hodnotě svalových sil (F_{max} se rozumí maximální svalová síla – je to síla, kterou je schopen zaměstnanec dosáhnout při maximálním volním úsilí vynakládaném konkrétními svalovými skupinami v definované pracovní poloze.) a počtů pohybů ruky a předloktí.

Přípustný hygienický limit pro použitou svalovou sílu jako součást práce s převažující dynamickou silou je 70 % F_{max} . U práce se statickou složkou je to 45 % F_{max} . „*Statickou složkou se rozumí zátěž bez pohybu při svalovém stahu v délce trvání 3 sekund a více nebo jako zátěž spojená s pohybem svalových struktur bez odpočinkových časů.*“ Průměrný hygienický limit se nestanovuje. Hygienický limit průměrný pro průměrné minutové počty pohybů drobných svalů ruky a prstů jsou 3 % F_{max} , což je 110 pohybů za minutu a 6 % F_{max} pro 90 pohybů za minutu.

Tab. 2: Průměrné hygienické limity pro pohyby rukou a předloktí

(Zdroj: Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.)

% Fmax	Průměrný počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu	Průměrný minutový počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu
7	27600	58
8	24300	51
9	21800	44
10	19800	41
11	18100	37
12	16700	34
13	15500	32
14	14400	29
15	13500	29
16	12700	26
17	12000	25
18	11400	24
19	10900	23
20	10400	22

Práce překračující hygienické limity celkové fyzické zátěže a lokální svalové zátěže musí být přerušena bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách anebo musí být zajištěno střídání činností či zaměstnanců. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 24, 25)

3.4 Ruční manipulace s břemeny

Z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. vyplývá, že přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem při občasném zvedání a přenášení je 50 kg, při častém zvedání je to 30 kg a při práci vsedě je tento hygienický limit pro ruční manipulaci mužem 5 kg. Pro ženy jsou tyto limity sníženy. Při občasném zvedání a přenášení je tento limit stanoven na 20 kg, při častém zvedání a přenášení 15 kg a při práci vsedě je přípustný limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemena ženou 3 kg.

Přípustný limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen při osmihodinové směně u muže 10 000 kg a u ženy 6 500 kg. Jde-li o delší směnu než osmihodinovou, odpovídá hodnota navýšení průměrného hygienického limitu v procentech skutečné době výkonu práce. Při směně dvanáctihodinové nesmí být průměrný hygienický limit navýšen o více než 20 %. Procentuální navýšení limitu je posuzováno vždy v závislosti na konkrétní délce směny. Při osmihodinové směně každou hodinu navíc procentuální navýšení činí 5 %. (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 28, 29)

3.5 Pracovní poloha

Pracovní polohu výrazně ovlivňují rozměry techniky. V Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 26 můžeme vyčíst, že: *„Zdravotní riziko pracovní polohy se hodnotí při trvalé práci vykonávané zaměstnancem, zejména provádí-li opakující se pracovní úkony, při nichž si nemůže pracovní polohu volit sám, ale tato je přímo závislá na konstrukci stroje, uspořádání pracovního místa a pracoviště a charakteru prováděné práce.“*

Mezi nejčastější polohy patří sed a stoj. Nemůžeme ale vyloučit ostatní polohy jako klek, předklon, leh a další. Chůze jako taková je považována také jako základní pracovní poloha, kdy se do aktivit střídavě zapojují všechny svalové skupiny. (Chundela, 2013, s. 51)

3.5.1 Pohybový prostor

Pohybovým prostorem se rozumí prostor, ve kterém můžeme provádět pracovní činnosti. Rozeznáváme dva prostory a těmi jsou: manipulační prostor (ruční) a pedipulační (nožní).

Základní hodnotou, jak uvádí Chundela (2013, s. 52), je manipulační rovina, což je rovina proložená místem, k němuž lze vztáhnout nejčastěji vykonávané ruční pohyby, ve kterých se provádí většina úkonů při práci a její poloha je dána svislou vzdáleností od podlahy. Dále platí, že pro jakoukoliv práci lze najít její optimální výšku. Optimální výška je dána zákonem a můžeme ji rozdělit jak pro muže, tak pro ženu.

3.5.2 Práce vestoje

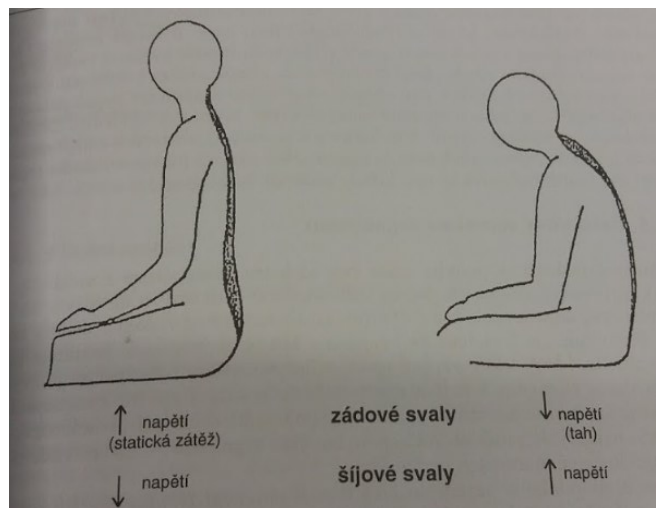
Stoj je poloha těla, kdy těžiště je relativně vysoko nad opornou plochou (ve výši prvních křížových obratlů), která je poměrně malá. Svislá těžnice spuštěná z bradavkového výběžku kosti spánkové by ve vzpřímeném stoji měla procházet, z bočního pohledu, body: těsně před kloubem ramenním, těsně za středem kloubu kyčelního, těsně před středem kloubu kolenního a přibližně 4 - 6 cm před středem kloubu hlezenního.

Typické pro práci ve stoje je kyfotické držení trupu (tzn. ohnuté). Postavení může být způsobeno postavením pánve nebo může být ovlivněno vlastní prováděnou činností (výškou či sklonem pracovní plochy, postavením hlavy a dalšími). Nejčastější je předklon v oblasti hrudní páteře (kulatá záda). U pracovní činnosti s nízkou pracovní plochou je ohnutí lokalizováno v oblasti bederní páteře, kdy v oblasti bederní páteře, která souvisí s předklonem pánve dopředu, dochází ke zvýšenému zatížení části meziobratlových plotének bederní páteře a též meziobratlových kloubů. U práce kladoucí nároky na jemnou

koordinaci pohybů a zraku je maximum předklonu v oblasti krční páteře. (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 107 – 126)

3.5.3 Práce vsedě

Při práci můžeme sedět různě, což je v zásadě správné, jelikož bychom měli při dlouhodobém sezení měnit občas polohu. Proto se klade velký důraz na ergonomické požadavky na správné pracovní sedadlo. Špatný sed může způsobit bolesti hlavy. Také dlouhodobé sezení s předklonem hlavy a zvýšenou hrudní kyfózou vede ke zvýšené tuhosti v oblasti střední části hrudní páteře včetně zvýšené citlivosti i hrudní kosti a mezižebních svalů v této oblasti, kdy negativním důsledkem je pak omezené dýchání, resp. jeho nesprávný stereotyp (tzv. horní typ dýchání) nebo můžeme mít problémy v oblasti kříže. Další vlivy sezení na organismus může vést k osteoporóze (řídnutí kostí – redukce hustoty kostní tkáně). Vlivem dlouhodobého sezení může docházet k omezení žilního návratu z dolních končetin a tím ke zvýšení rizika křečových žil. A v neposlední řadě může vést špatný sed k bolestem zad. (Gilbertová, 2002, s. 107 – 126)



Obr. 4: Správný a špatný sed

(Zdroj: Gilbertová s Matouškem, s. 125)

Z fyziologického hlediska je výhodnější sed před stojem, především proto, že je energeticky méně náročný a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy. Přesto má i stoj své výhody. Tyto výhody můžeme pozorovat v tabulce níže. (Chundela, 2013, s. 51)

Tab. 3: Výhody práce v sedu a ve stoje (Zdroj: vlastní zpracování dle Chundeli, s. 51)

Výhody práce v sedu	Výhody práce ve stoje
Menší energetická namáhavost	Možnost střídání poloh, pracovišť
Odlehčení nohou	Větší dosah končetin
Větší soustředění	Větší síla
Lepší práce s malými věcmi – přesnější pohyby	Větší bdělost

Hlavními nevýhodami stoje jsou zdravotní následky, jelikož lidské nohy nejsou dimenzovány na trvalé zatížení hmotnosti těla. Často proto dochází k prolomení nožní klenby (ploché nohy) i k dalším onemocněním nohou. (Chundela, 2013, s. 51)

3.6 Nemoci z povolání

Nemoci z povolání dle Nařízení vlády č. 290/1995 Sb. vznikají nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů. Také se nemocí z povolání rozumí akutní otrava vznikající působením chemických látek.

Seznam nemocí je rozdělen do šesti oblastí, které jsou dále členěny. Těmito oblastmi jsou:

- „Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami
- Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory
- Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice
- Nemoci z povolání kožní
- Nemoci z povolání přenosné a parazitní
- Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory a činiteli“

Každý zaměstnavatel by měl být schopen zajistit pro svého zaměstnance bezpečnost na pracovišti, zdravotní pomůcky a další. Za škodu při pracovních úrazech či nemocech zodpovídá ten zaměstnavatel, u něhož zaměstnanec pracoval naposledy před vznikem nemoci z povolání. Pro uznání nemoci z povolání musí být však prokázáno, že postižený pracoval za takových podmínek, při nichž daná nemoc z povolání vzniká. (Málek, 2014, s. 245 – 246)

Zdravotní legislativa

- Vyhláška č. 393/2006 Sb., o zdravotní způsobilosti

- Nařízení vlády č. 201/2010 Sb., o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu

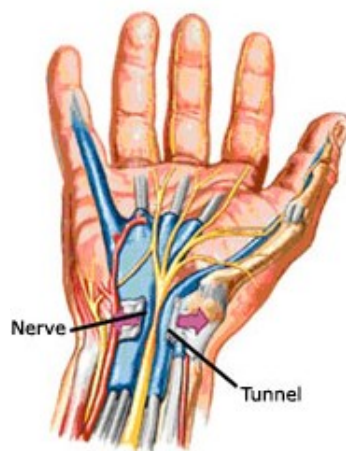
3.6.1 Syndrom karpálního tunelu

Jednou z nejčastějších nemocí z povolání je syndrom karpálního tunelu, kterým ročně v České republice trpí tisíce lidí.

Karpální tunel je úzká štěrbina v oblasti zápěstí, která je ze tří stran ohraničena zápěstními kůstkami a ze strany čtvrté pevným zápěstním vazem. Karpálním tunelem prochází do dlaně celkem devět šlach a mediální nerv přenášející vzruchy z mozku do ruky.

Pokud se tedy jedna ze šlach díky úrazu či otoku zvětší, zmenší tím prostor v tunelu a dojde k útlaku mediálního nervu. Příznaky této nemoci jsou bolesti zápěstí a dlaně, mravenčení a další příznaky. Svépomocí si můžeme ruku zafixovat a nezatěžovat, podávat studené obklady a vzít si protizánětlivé léky. Léčba je často zdlouhavá a bolestivá, proto není vhodné otálet s příznaky nemoci a navštívit lékaře. Závažnost poškození se zjišťuje vyšetřením nervů (EEG). Lékař může předepsat analgetika na uvolnění svalů, nebo může podat injekci kortikoidů do zápěstí. Při těžkých případech lze zakročit i operativně, ale příznaky se mohou opět projevit.

Bránit se před touto nemocí lze tak, že budeme používat všechny předepsané pracovní pomůcky a aplikovat správné pracovní postupy, abychom předešli tomuto onemocnění. Pomoci může protahování zápěstí, paže, ramene a krčních svalů a další jednoduché protahovací cviky. (Abecedazdravi.cz, © 2007)



Obr. 5: Řez ruky s karpálním tunelem

(Zdroj: Galek, © 2017)

4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Tyto dvě aktivity vedou k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti. Samotná analýza práce se zabývá studiem pracovních metod, jejichž cílem je identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti. Poté můžeme zjednodušit vykonávanou práci. Výstupem analýzy práce je nový a optimální pracovní postup. Ve druhé fázi, čímž se myslí měření práce, studujeme a určujeme spotřeby času dané činnosti. Mnohdy jde o detailní sledování pracovního postupu a neustálé kladení si otázek, zda danou činnosti vykonáváme tím nejlepším způsobem či můžeme nějaké úkony eliminovat nebo jinak zjednodušit. Z hlediska používaných metod se jedná o základní analytické nástroje, kterými jsou procesní analýzy, diagramy, špagetové diagramy nebo celkové mapování toku hodnot. První analýza by bez té druhé nemohla existovat a mnoho manažerů si to neuvědomuje. (Dlabač, © 2015)

4.1 Měření práce

Cílem měření práce je určit co nejobektivnější normu spotřeby času, jak může vyplývat z předchozího odstavce. Pokud pomineme techniky jako je hrubý odhad anebo využití historických údajů, patří mezi nejvíce používané metody: metody časových studií, které jsou realizovány za přítomnosti stopek. Druhou skupinou jsou tzv. systémy předem určených časů, kde je norma určena nepřímým způsobem. Jinak řečeno, vycházíme u druhé skupiny z předem určených časů, které byly již danému pohybu přiřazeny a tím pádem mluvíme o nepřímém měření. V metodách, kde použijeme stopky, mluvíme o formě přímého měření. (Dlabač, © 2015)

Přímá měření

U měření nemusí být použity jen stopky a potřebné formuláře, kde se časové údaje zapisují. Nově to mohou být specializovaná zařízení či softwary, které nahrazují stopky. Zatím však tyto softwary nejsou v České republice rozšířeny tak, jako je tomu v zahraničí.

Pokud při přímém měření práce pozorujeme a zaměřujeme se spíše na pracovníka, mluvíme o základním přístupu měření práce a to o **snímku pracovního dne**. Pokud se zaměřujeme spíše na operaci, mluvíme o chronometráži. U chronometráže se jedná o to, že měřené operace si rozdělíme do několika dílčích úseků a tyto dílčí úseky jsou jednotlivě zaznamenány do předem připraveného formuláře. U snímku pracovního dne nepřetržitě pozorujeme veškeré spotřeby času během směny. Cílem je získat komplexní přehled

o spotřebě času pracovníka, identifikovat plýtvání (například pohyby) či navrhnout novou formu organizace práce. Snímkováním můžeme zjistit také využitelnost jednotlivých pracovníků, jejich vytíženost a podobně. (Dlabač, © 2015)

Dle Chundely, s. 159 můžeme snímek pracovního dne rozdělit na:

- **snímek pracovního dne jednotlivce**, viz výše;
- **snímek pracovního dne čtyry**, kde získáváme přehled jak u jednoho, tak více pracovníků;
- **hromadný snímek pracovního dne**, řeší současný průzkum spotřeby času u několika pracovníků;
- **vlastní snímek pracovního dne**, kde jej nevykonává pozorovatel, ale sám pracovník;
- **dvoustranné pozorování**, spočívá v pozorování pracovníka a technického procesu;
- **momentové pozorování** je založeno na náhodném pozorování a záznamu toho, co se v daný okamžik provádí na sledovaných pracovištích.

Pan Chundela ve své knize neidentifikoval ještě momentkové pozorování, při něm se zaznamenávají činnosti po definovaný čas (například po dobu směny 6:00 – 14:00). (Pavelka, © 2018)

Nepřímá měření času

Nepřímé měření nebo také systému předem určených časů pracuje se stupněm výkonu 100 %. Tento systém může být použit pro stanovení budoucích operací nebo také pro racionalizaci pracovního postupu organizací a uspořádání pracoviště. (Dlabač, © 2015)

Systém předem určených časů nazývaný MOST (Maynard Operation Sequence Technique) umožnil značné zvýšení produktivity vykonávané analýzy při zachování vysoké přesnosti. Užívá se k analyzování, měření a následné optimalizaci práce. Vychází ze skutečnosti, že při jakýchkoliv činnostech dochází k přemísťování objektů ve výrobě. Tento systém je ve většině případů používán skoro ve všech odvětvích průmyslu (automobilový průmysl, strojírenský, elektronický a další) přímo pro výrobní operaci nebo jen pro podpůrné činnosti. MOST má tři, respektive čtyři základní rodiny, kterými jsou Mini MOST, Basic MOST, Maxi MOST a čtvrtým je Admin MOST). Mezi nejpoužívanější patří Basic MOST, který slouží k normování činnosti trvající několik desítek vteřin až minut. Tento systém pracuje s přesností setin vteřin. Mini MOST se

používá u činností s vysokou frekvencí opakovatelnosti trvající několik vteřin. Pro logistické činnosti či operace související s údržbou nebo přestavbou stroje trvající několik desítek minut se používá Maxi MOST. Admin MOST je nejmladší z rodiny a slouží k normování administrativních činností.

Basic MOST rozlišuje čtyři základní sekvence pohybů. Při tvorbě modelu nejprve zvolíme dle vykonaného pohybu operátora vhodnou sekvenci. Poté přiřadíme z tabulky indexů dle náročnosti pohybu vhodné indexy k jednotlivým parametrům a v neposlední řadě určíme potřebu času daného pracovníka.

MOST pracuje v jednotkách TMU (Time Measure Units), kde jedna jednotka TMU = 0,036 sekundy. Výsledná spotřeba času u aktivit se získá sečtením indexů a vynásobením hodnotou 10. (Dlabač, © 2015)

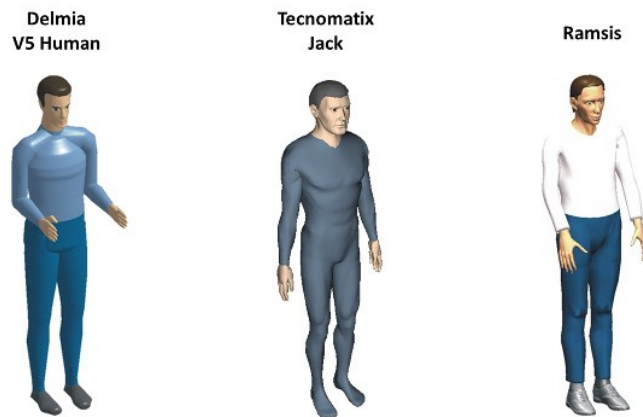
4.2 Moderní metody analýz - Digitální modely člověka

K naprojektování ergonomicky vhodného pracoviště pro pracovníka slouží i tzv. digitální modely člověka (z angličtiny: Digital Human Models). Ty jsou vhodné při prvotním plánování pracovišť, kdy je využit „proaktivní přístup“, což znamená, že pasivně nečekáme na problém, který může nastat. Snažíme se tím předcházet a eliminovat možná rizika. V rámci této diplomové práce nebude „digitální model člověka“ zpracován.

První náznaky digitalizace byly zaznamenány již v 60. letech 20. století a to dvojrozměrných tělesných šablon. V dnešní době jsou digitální modely člověka 3D, kde jsou zobrazena skutečná lidská těla. Mezi nejznámější a nejpoužívanější modely patří digitální modely člověka obsažené v softwarech Delmia V5 Human (vývojářem je společnost Dassault Systemes), **Tecnomatix Jack** (patřící společnosti Siemens PLM Software) a poslední Ramsis (společnosti Human Solutions).

Ač jiné softwary, jejich funkčnost modelu člověka je velmi podobná. Každý model se skládá ze 70 segmentů (částí). Ke každé části digitálního modelu člověka existují minimálně 2 až 3 stupně volnosti, které umožňují pohyb v různých směrech. Celkem se tedy dá pohybovat a manipulovat až se 140 stupni volnosti. Různými kombinacemi se tedy dá manipulovat s modelem člověka stejně jako s živým člověkem a jde tedy o velmi autentický model. Autentický model znamená i to, že si na začátku simulace můžeme zvolit pohlaví, tělesnou výšku a váhu, národnostní skupinu.

Při hodnocení pracoviště ve výrobě tedy existuje možnost si pracovníka nasimulovat a poté různě experimentovat v softwaru a navrhovat tak nové pracoviště bez rizika poškození zdraví pracovníka z výroby. (Bureš a Sekulová, ©)



Obr. 6: Digitální modely člověka

(Zdroj: Bureš a Sekulová, ©)

4.3 Ergonomické metody

V následující kapitole budou popsány ergonomické metody. Tyto metody se nazývají RULA, OWAS a NIOSH. Všechny metody pracují na podobném principu a to principu přiřazování indexů a vyhledávání indexů v tabulce, kromě metody NAOSH, kde se využívá vzoreček na výpočet váhy břemene.

RULA (Rapid Upper Limb Assesment)

Tato metoda se nejvíce používá při hodnocení opakující se práce. Hodnotí také míru potřeby nápravných opatření směřující ke snížení rizika vzniku CTD – kumulativní traumatické těžkosti horních končetin. Identifikuje svalové zatížení spojené s pracovní polohou, statickou a dynamickou prací a používání síly, kde tyto tři faktory mohou ovlivnit vznik svalové únavy. (Křišťak, © 2017)

Princip spočívá v pozorování několika pracovních cyklů, kde vybereme pracovní činnost nebo postoj, které jsou rozhodující pro posouzení zatížení. Následně provedeme hodnocení zatížení pomocí přiřazení bodů pro jednotlivé části těla, a to rukou a zápěstí a také krku, těla a nohy. Do tabulek se zohledňuje i vynaložená síla a repetitivnost. V neposlední řadě se v kombinované tabulce vyhledá výsledné skóre. (Stanton, s. 71, 81)

OWAS

Metoda OWAS byla vyvinuta v 70. letech v ocelárně Ovako. Vychází z jednoduché klasifikace pracovních poloh s pozorováním pracovních úkonů. Řeší skutečnost, že pracovníci by měli pracovat v takových podmínkách, aby nedocházelo k subjektivní pracovní nepohodě, namáháním svalů a nevhodnému zatížení těla. (Křišťak, © 2017)

NIOSH Lifting index

NIOSH je další metodou, která se zabývá fyzickou zátěží při cyklické manipulaci s břemeny, ale v rámci praktické části nebude použita. Bolesti zad patří mezi jednu z nejčastějších příčin pracovní absence a spotřebovává se při tom velké množství nákladů na nemocenskou. V roce 1981 NIOSH (National Institut of Occupational Safety and Health, v překladu Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví) publikoval doporučení pro správné zvedání břemene. O čtyři roky později v roce 1985 bylo doporučení přepracováno a rozšířeno pro více typů zvedání břemen. Následně Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví v roce 1993 přepracoval směrnice. Výsledkem směrnice je doporučený hmotností limit (dále jen RWL). Určuje se také míra relativního fyzického klidu tzv. zvedací index (dále jen LI), který je poměrem mezi zvedanou hmotností (dále jen L) a RWL. (Křišťak, © 2017)

Výpočet LI:

$$LI = \frac{L [kg]}{RWL [kg]}$$

Pokud:

- $LI < 1$ - riziko nehrozí,
- $LI > 1$ - zvýšené riziko,
- $LI > 3$ - velká pravděpodobnost rizika.

Výpočet RWL:

$$RWL [kg] = LC * HM * VM * DM * AM * CM * FM$$

kde:

- LC je hmotnostní konstanta (LC = 23 kg)
- HM je horizontální multiplikátor (HM = 25/H)
 - H ... horizontální vzdálenost od kotníků k těžišti břemene měřená při počátku zvedání břemene (minimum = 25 cm, maximum = 63 cm)

- VM je vertikální multiplikátor ($VM = 1 - 0,003 \cdot |V - 75|$)
 - V ... vertikální vzdálenost od podlahy k těžišti břemene měřená taktéž na počátku zvedání (maximum = 175 cm)
- DM je vzdálenostní multiplikátor ($DM = 0,82 + 4,5/D$),
 - D ... vertikální vzdálenost těžiště při zvedání břemene (25 až 175 cm),
- AM je asymetrický multiplikátor ($AM = 1 - 0,0032 \cdot A$),
 - A ... úhel natočení od roviny, měřený při zvedání břemene (od 0° až 135°),
- CM je multiplikátor spojení, který popisuje podmínky mezi rukama a předmětem,
- FM je frekvenční multiplikátor, který popisuje četnost zdvihacích úkonů v průběhu 1 minuty (minimum 0,2 zdvihu / minutu)

CM a FM zjistíme z tabulky. Tato tabulka se nachází v PŘÍLOHA X VII této diplomové práce.

Metoda NIOSH Lifting indexu je evropským standardem pro hodnocení limitu při manipulaci s břemen těžším než 5 kg během průměrné osmihodinové směny. (Svět produktivity, © 2012)

4.4 Audit

Audit se řadí mezi základní nástroje průmyslového inženýra. Informace získané díky jeho realizaci jsou cenným zdrojem informací pro další rozhodování. Audit lze realizovat za přítomnosti buďto interního nebo externího pracovníka. Úkolem obou typů je ověřit auditem skutečný stav vybraných parametrů. Velkou výhodou je fakt, že externí pracovník hodnotí z pohledu nezainteresované osoby. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 24)

V principu můžeme mluvit o třech klíčových typech komplexních auditů:

- ❖ firemní audit – komplexní analýza procesů v podniku,
- ❖ výrobní audit – analýza procesů výrobních a dále pomocných a obslužných procesů,
- ❖ audit administrativních procesů – analýza všech ostatních podpůrných procesů ve firmě.

Cílem auditu je poskytnout pohled z druhé strany s objektivním závěrem v propojení na analyzovaný proces či oblast firmy. Proto je na začátku velmi důležitá otevřená komunikace se zadavatelem auditu a co nejlepší pozorování a vnímání auditora. Na základě definovaného cíle je také možnost se vzájemně domluvit, které procesy či oblasti firmy

budou auditované. Tomu následně odpovídá rozsah auditu, který je daný vymezeným časovým úsekem, typem a pracností jednotlivých typů pozorování nebo například počtem auditorů na jeden audit. Ve formě konkrétních argumentů a závěrů je nutné prezentovat klíčové výstupy auditu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 24)

4.5 Kontrolní list

Kontrolní list nebo jinak tak zvaný checklist je vhodnou pomůckou pro orientační hodnocení pracovních míst z ergonomického hlediska. Jde o soubor kritérií, jež by měla být vzata v úvahu při pozorování s odpovídajícími legislativními opatřeními, jako vyhlášky, předpisy a normy. Většina ergonomických listů, jež jsou v různých publikacích označovány jako check-listy, jsou více či méně univerzální. Ve své podstatě jsou použitelné pro nejrozličnější pracovní místa, resp. technické prostředky. V důsledku toho obsahují značně velký počet kritérií a při hodnocení určitého místa některé položky nepřicházejí v úvahu (Gilbertová s Matouškem, 2002, s. 221)

Metoda profesiografie – kontrolní list

Pomocí metody profesiografie je posuzováno pracovní zatížení, náročnost práce a požadavky na fyzické, mentální a psychické výkony pracovníků. Abychom vyhodnotili metodu profesiografie, je nutné využít kontrolního listu, pomocí něhož hodnotíme a bodujeme předem definovaná kritéria. (Marek a Skřehot, 2009, s. 77)

4.6 Metoda 5S

Tato metoda patří mezi základní kameny štíhlé výroby. Je předpokladem pro další zavádění systémů zlepšování a zefektivnění výrobních i nevýrobních procesů. Jedná se o souhrn kroků k odstranění plýtvání na pracovišti.

Dle ní se vytváří a udržuje čisté, kvalitní a organizované prostředí. Jinak řečeno všechno má své místo a všechno je také na svém místě. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 42)

Metoda 5S vznikla v Japonsku. Počáteční písmena jednotlivých kroků metody symbolizují těchto 5S:

- Seiri – separovat
- Seiton – systematizovat
- Seiso – stále čistit
- Seiketsu – standardizovat

- Shitsuke – sebedisciplína

Zavádění metody 5S by mělo stát na počátku všech zlepšování. Úspěch jejího zavádění však závisí na přijetí této metody všemi zaměstnanci společnosti. Je proto velmi důležité seznámit všechny s účelem 5S a zapojit samotné pracovníky do zlepšování.

1. Krok – Seiri

Cílem prvního kroku je, aby na pracovišti zůstaly pouze potřebné položky v potřebném množství a odstranit zbytečný materiál, nástroje, zásoby nebo i pohyby a úkony pracovníků. Při třídění položek vycházíme z Paretovy klasifikace: denně používané, používané týdně, měsíčně nebo pouze výjimečně.

2. Krok – Seiton

Účelem druhého kroku je najít nejvhodnější místo pro umístění všech položek. Každá položka musí být umístěna tak, aby ji každý snadno našel, použil a vrátil na své místo.

Tímto krokem odstraníme plýtvání v podobě hledání položky a při jejím používání tak zamezíme zranění v důsledku nepořádku.

3. Krok – Seiso

Třetí krok je krok stálého čištění. V důsledku nečistého prostředí dochází ke zranění, zvyšuje se poruchovost stroje a počet nekvalitních výrobků. Postupujeme obvykle tak, že definujeme: co je potřeba čistit, kdo to bude čistit, kdy a jak často, jaké prostředky bude potřebovat a kolik času mu to zabere.

4. Krok – Seiketsu

Standard pracoviště je jasným cílem tohoto kroku. Podle něj budou všichni zaměstnanci vědět kdo, co a kdy má dělat.

5. Krok – Shitsuke

Účelem je udržování a zlepšování současného stavu – dodržování norem, provádění auditů a snaha o neustálé zlepšování. Trvá vždy nějaký čas, než nové standardy začnou zaměstnanci používat a dodržovat a stanou se pro ně samozřejmostí. Pomoci mohou školení a zapojení všech zaměstnanců. (Bejčková, © 2012)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 AVEX STEEL PRODUCTS S.R.O.

„Snažíme se pro vás vytvořit maximum“

Takto zní motto firmy Avex Steel Products s.r.o., která je malou ryze českou strojírenskou společností se sídlem v Otrokovicích. Již od roku 1996 se soustředí na vývoj a výrobu ocelových skladových a přepravních systémů. Základní kapitál této firmy byl 25 000 000,- Kč. V současné době společnost zaměstnává okolo 300 zaměstnanců.

Předmětem podnikání společnosti je:

- *silniční motorová doprava – nákladní vnitrostátní provozovaná vozidla o největší povolené hmotnosti do 3,5 tuny včetně,*
- *zámečnictví, nástrojářství,*
- *obráběčství,*
- *činnosti účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence,*
- *výroba, obchod a služby neuvedené v příloze 1 až 3 živnostenského zákoníku.*

(Veřejný rejstřík a Sbírka listin, © 2012 - 2015)

Firma vyrábí ocelové skladové a přepravní systémy. Těmi konkrétně jsou palety, kontejnery, vozíky, montážní ocelové plošiny a další. V automobilovém průmyslu se tato firma stala jedním ze stabilních dodavatelů certifikovaných přepravních skladových beden, palet, kontejnerů nebo ocelových konstrukcí. (Avexproducts.com, © 2017)

V posledních letech se společnost snaží co nejvíce inovovat. V roce 2016 vyhrála v soutěži Inovační firma Zlínského kraje 2016. Mezi nejnovější a nejmodernější technologie patří 2D a 3D laser pro vysokorychlostní dělení plechů (CNC laser) nebo na opracování a řezání trubek z oceli a olovové slitiny. Další využívanou technologií je robotizované svařování nebo prášková lakovna. Ve výrobě (především ve skladu) přestali využívat papírové dokumentace a nahradili ji iPady.

Zákazníci

Společnost má velmi vysoký export. Až 97 % produkce směřuje na export do zahraničí a své spokojené zákazníky má po celém světě. I to může být jedním z důvodů, že má firma 20 milionu eur ročního obratu.



Obr. 7: Zákazníci společnosti Avex Steel Products s.r.o.

(Zdroj: vlastní zpracování z interních materiálů)

5.1 Popis firmy

Společnost dříve sídlila v Napajedlích, poté se však přestěhovala do průmyslového areálu Toma, kde sídlí dodnes. Firma má celkem čtyři budovy, jedna z nich je administrativní a další budovy jsou v rámci výroby a skladování. Je tedy velmi složité se po firmě pohybovat a celková logistika materiálu je velmi složitá. Tři budovy, které se nacházejí v areálu Toma, jsou pojmenované čísly 14, 21 a 22.

V budově číslo 21 se provádí výzkumy a odehrává se tam celkový vývoj společně s testováním nových produktů pro zákazníky. Ať už to jsou produkty, které si navrhnou sami zákazníci, nebo je navrhnu technologové a konstruktéři společnosti. Firma totiž úzce spolupracuje na zákaznických vizích konceptu produktu, designu, technologii, povrchové úpravě či logistice.

Budova číslo 22 byla nedávno zmodernizovaná. Nachází se v ní nejnovější technologická zařízení, a to 2D a 3D lasery a lakovna. Sídlí zde také část administrativních kanceláří, zbylé vedení firmy sídlí mimo areál Toma v první budově od areálu. Firma v roce 2013

uvažovala o tom, že by kanceláře mimo areál přesunula do budovy 22, nakonec se tomu tak nestalo.

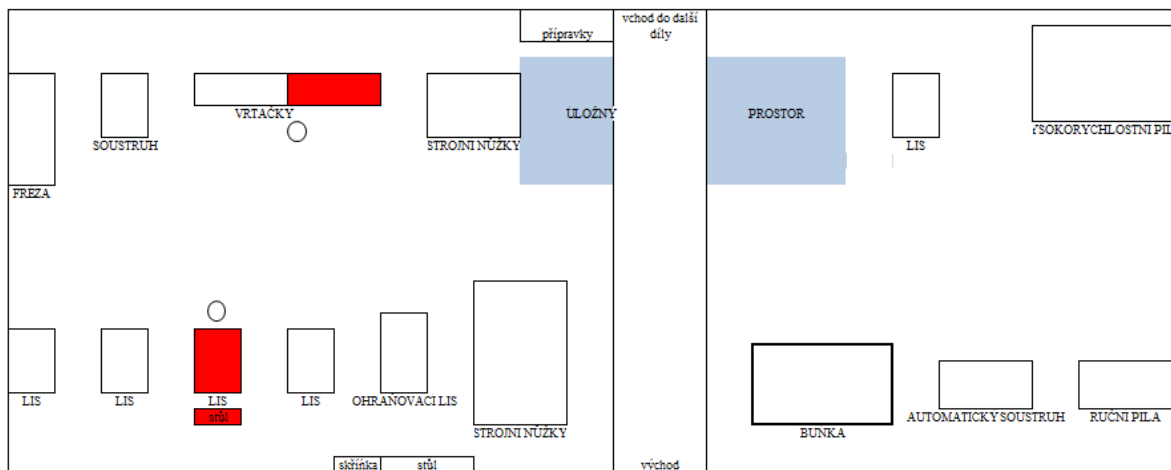
Zbytek výroby sídlí v budově číslo 14. V této části se nachází dělirna, ve které se odehrávají všechny analýzy a následné návrhy opatření pro diplomovou práci. V druhé části budovy číslo 14 se nachází robotické a ruční svařování. Tato budova je již na první pohled zastaralá a nebyly zde prováděny žádné modernizace a rekonstrukce.

Popis pracoviště dělirny:

Jak už bylo řečeno, tato diplomová práce se zabývá uspořádáním pracovního prostředí, které se nachází v budově číslo 14, a to v dělirně.

Rozměry haly jsou 70 x 19 x 9 metrů. Podlaha v dělirně je betonová. Stěny jsou zděné s okny, strop v místnosti je plechový a po celé délce uprostřed stropu je světlík. Okna i světlík zajišťují denní osvětlení, které doplňuje umělé osvětlení v podobě zářivek. U některých strojů se dokonce vyskytují lampy (př. lis).

Na obrázku č. 8 je vyobrazen layout dělirny, kde se pracovníci a hodnocená pracoviště nacházejí.



Obr. 8: Layout dělirny (Zdroj: vlastní zpracování)

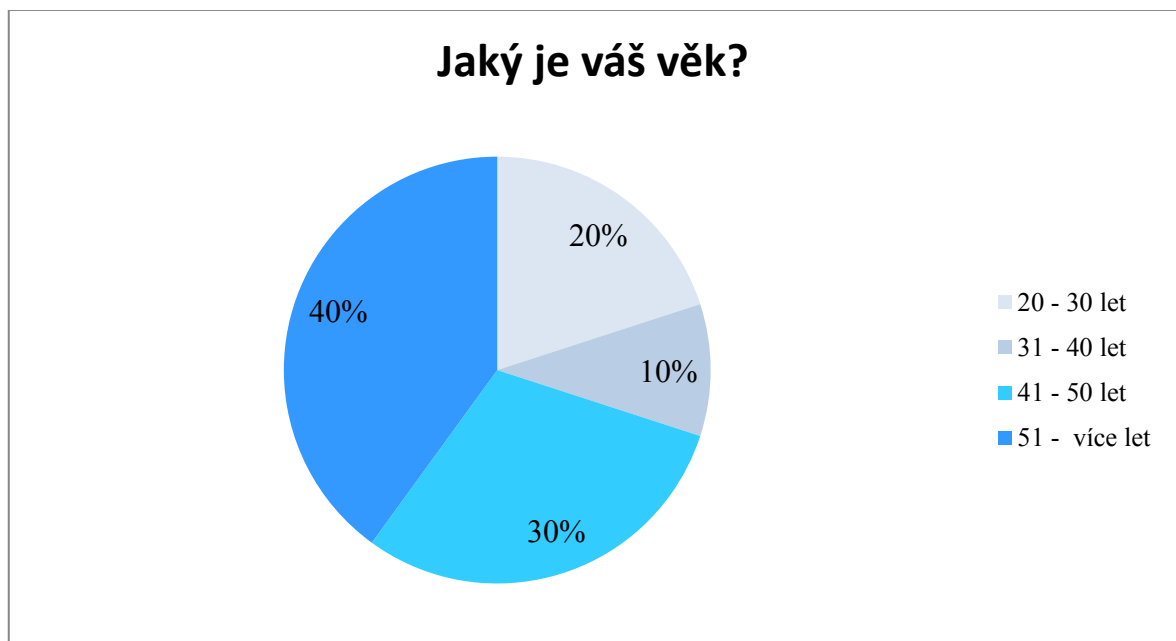
Je zde mnoho strojů jako lisy, ohranovací lisy, vrtačky, fréza, soustruh, ruční i vysokorychlostní pila. Všechny stroje upravují materiál, konkrétně opracovávají konstrukční ocel na její další použití a následně svařování pro kompletaci palet, jechlů a kulatin. Pro manipulaci se v hale využívá mostový jeřáb, který je ovládán ručně.

Pracuje zde celkem 22 pracovníků na pozici zámečnick, buďto na jednosměnný nebo dvousměnný provoz. V první směně pracuje 12 pracovníků a ve druhé směně 10 pracovníků. Ranní směna pracuje v čase 06:00 – 14:00 hod. Odpolední směna v čase 14:00 – 22:00 hod. Celkový čas práce je 7,5 hodiny a 0,5 hodiny přestávka. Přestávku pracovníci mají všichni ve stejný čas. Tento čas je vyhlášen rozhlasem. Při času přestávky se osvětlení v hale snižuje a stroje jsou vypnuty.

Všichni pracovníci v dělírně jsou muži. Tudíž i dotazníkové šetření je 100 % mužské.

5.2 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření proběhlo anonymně u pracovníků ranní směny.



Graf 2: Věk respondentů (Zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 4: Osvětlení na pracovišti (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak hodnotíte osvětlení na pracovišti od 1 do 5.				
1	2	3	4	5
0	0	2	7	1

Tab. 5: Teplota na pracovišti (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak hodnotíte teplotu na pracovišti od 1 do 5.				
1	2	3	4	5
0	3	6	1	0

Tab. 6: Hluk na pracovišti (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak hodnotíte hluk na pracovišti od 1 do 5.				
1	2	3	4	5
0	0	1	1	8

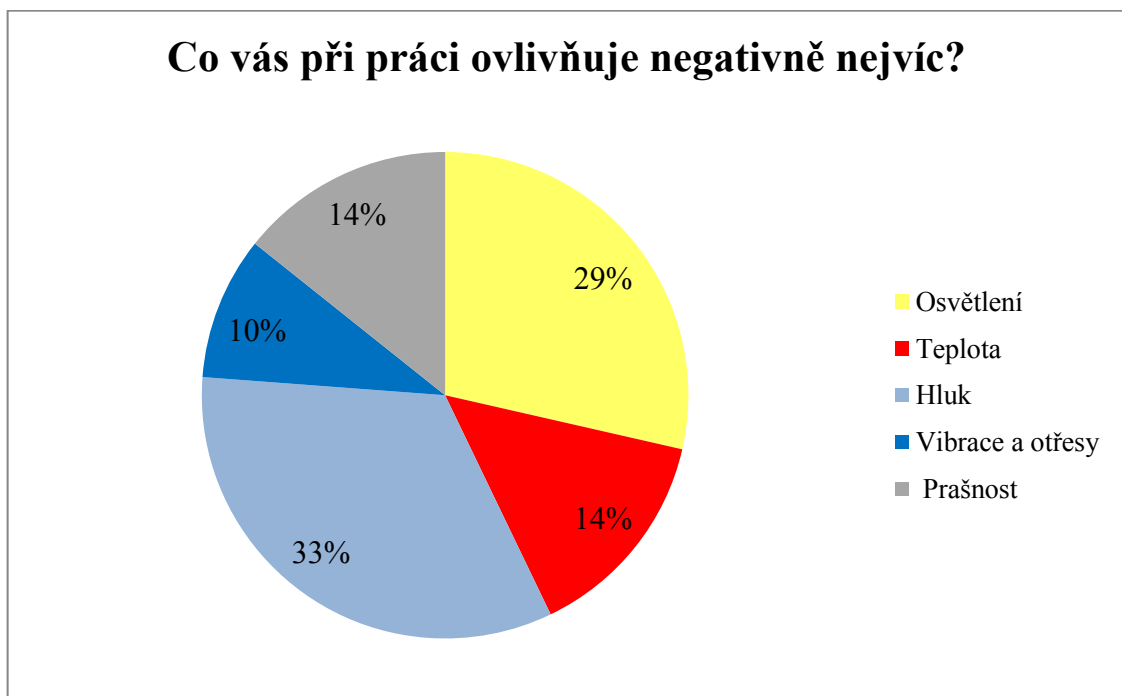
Tab. 7: Vibrace a otřesy na pracovišti (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak hodnotíte vibrace a otřesy na pracovišti od 1 do 5.				
1	2	3	4	5
1	1	5	2	1

Tab. 8: Prašnost na pracovišti (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak hodnotíte prašnost na pracovišti od 1 do 5.				
1	2	3	4	5
0	1	2	4	3

Jako nejzávažnější bych z dotazníku vyhodnotila hluk na pracovišti, na který si pracovníci stěžují nejvíce. Z druhé strany pracovníkům nejméně vadí vibrace a otřesy.

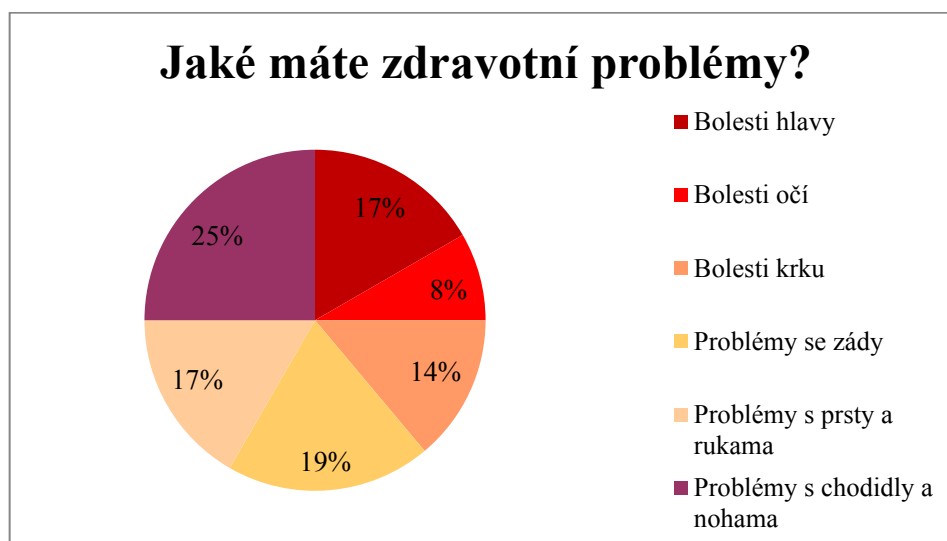


Graf 3: Faktory ovlivňující práci (Zdroj: vlastní zpracování)

Jak už vychází z hodnocení bodování fyzikálních faktorů, při otázce „Co vás při práci ovlivňuje negativně nejvíce?“, kdy si pracovníci mohli vybrat i více variant, vyšlo, že nejvíce pracovníky ovlivňuje hluk a hned vzápětí i osvětlení.



Graf 4: Zdravotní problémy respondentů (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 5: Nejčastější zdravotní problémy respondentů (Zdroj: vlastní zpracování)

Za nejčastější zranění, která se stávají při práci v dělírně, mistr dělírny uvedl většinou skříplé prsty a řezná poranění. Z dotazníku vyplývá, že až 70 % dotazovaných má zdravotní problémy. Z toho nejčastější problémy mají s chodidly a nohama nebo si také stěžují na časté bolesti hlavy.

5.3 Fyzikální faktory

Na pracovišti nesmíme opomenout na fyzikální faktory, které velmi ovlivňují pracovní výkon pracovníka. Proto i tyto faktory byly popsány a vytyčeny dle platných zákonů.

5.3.1 Osvětlení na pracovišti

Již při vstupu do haly lze pozorovat, že se zde pracuje se zrakovou zátěží. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., § 35 se na práci se zrakovou zátěží dívá tak, že musí být v zájmu omezení jejího nepříznivého vlivu na zdraví zaměstnance přerušována bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách od započetí pracovní činnosti nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců.

Jedním z důvodů špatné viditelnosti může být osvětlení v hale anebo také prach, který se zde vyskytuje. Tento prach vytváří mlžné šedivé prostředí. Škodlivé účinky prachu na člověka jsou velmi široké a záleží na původu, vlastnostech, velikosti prachu či jeho expozici. Ač se i na strojích v dělárně vytváří prach, není tak velký, aby překročoval limity. Hlavní podíl na prachu má vedlejší dílna, kde se svařuje. Prach se z této dílny dostává přes rozbitá okna (viz obr. 9) a tím se zvyšuje limit prašnosti.



Obr. 9: Prosklená zeď haly (Zdroj: vlastní zpracování)

5.3.2 Hluk na pracovišti

Při vstupu do haly lze slyšet, že je tu vyšší hluk, než by tu měl být. Pracovníci jsou za těchto podmínek ochotni nosit sluchátka a špunty do uší.

Dne 24. října 2017 byla v dělírně provedena zkouška pracovního hluku. Během měření se pracovalo s nůžkami, na pile, pásové pile a lisu. Hodnoty pro hladinu akustického tlaku jsou dle zákona takovéto:

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., § 3 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací říká, že: „Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na němž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$ se rovná 50 dB.“

Dále se také v zákoně uvádí, že přípustný expoziční limit ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,8h} = 85$ dB. A v rámci této hodnoty se také prostředí porovnávalo.

Tab. 9: Zkouška pracovního hluku (Zdroj: interní materiály společnosti)

Profese	Hygienický limit L_{Aeq} [dB]	Výsledná hodnota L_{Aeq} [dB]	Závěr
Zámečnick - obsluha nůžek na plech Safan	85	88,0	Výsledná hodnota prokazatelně nesplňuje hygienický limit.
Zámečnick - obsluha pily OMP	85	93,6	Výsledná hodnota prokazatelně nesplňuje hygienický limit.
Zámečnick - obsluha Lisu 100 t	85	83,5	Výsledná hodnota prokazatelně splňuje hygienický limit.
Zámečnick - obsluha pásové pily Bomar	85	85,1	Výsledná hodnota prokazatelně nesplňuje hygienický limit.

Při zkoušce bylo tedy zjištěno, že u tří ze čtyř strojů výsledné hodnoty nesplňují hygienické limity. Hygienický limit je v rámci možností splněn pouze o 2 dB na lisu 100 t.

U strojů, které tyto limity nespĺňují, se tedy výrazně doporučuje, aby zaměstnanci nosili vhodné chrániče sluchu.

5.3.3 Teplota na pracovišti

Teplota na dělírně je hodně závislá na okolní teplotě vzduchu. Je to dáno hlavně tím, že se dílce potřebné pro zpracování naváží a vyváží přes vstupní vrata. Navážením hutního materiálu tak dochází k průvanu a veškeré nahromaděné teplo uniká. Naopak je to v létě, kdy by se kalorifery, které se zde používají pro vyhřívání, daly použít k chlazení vzduchu, ale průvanem jde okolní teplo dovnitř do budovy. To znamená, že v zimě je teplota v dělírně dokonce u 9 °C a v létě je to okolo 30 °C.

5.4 AUDIT - Rozměry pracovního stolu a židle

Audit proběhl u stolů, kde pracovníci odpočívají či vyplňují a studují dokumentaci výrobků. Z fotografie si můžeme povšimnout, že stoly jsou původní.



Obr. 10: Stůl v dělírně (Zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 10: Audit pracovní roviny u stolu v dělírně (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
optimální výška pracovní roviny	800 - 1000 mm	600 mm	NE
rozmezí mezi židlí a stolem pro ženu	210 - 300 mm	180 mm	NE
rozmezí mezi židlí a stolem pro muže	220 - 310 mm	180 mm	NE

Tab. 11: Audit prostoru pro nohy u stolu v dělírňě (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
výška prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 600 mm	600 mm	ANO
šířka prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 500 mm	1180 mm	ANO
hloubka prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 500 mm, optimálně 700 mm	590 mm	ANO

Tab. 12: Audit židle v dělírňě (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
základní výška sedáku	400 ± 50 mm	470 mm	NE
šířka sedadla	380 - 420 mm	470 mm	NE
hloubka sedadla	350 - 500 mm	470 mm	ANO
výška opěrky	380 - 540 mm	370 mm	NE
úhel sklonu židle	0 - 5°	0°	ANO

Druhý audit proběhl na pracovišti vrtaček.



Obr. 11: Pracoviště vrtačky (Zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 13: Audit pracovní roviny na pracovišti vrtaček (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
optimální výška pracovní roviny	800 - 1000 mm	890 mm	ANO
rozmezí mezi židlí a stolem pro ženu	210 - 300 mm	150 mm	NE
rozmezí mezi židlí a stolem pro muže	220 - 310 mm	150 mm	NE

Tab. 14: Audit prostoru pro nohy na pracovišti vrtaček (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
výška prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 600 mm	740 mm	ANO
šířka prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 500 mm	neomezeně	ANO
hloubka prostoru pro nohy a chodidla pod stolem	min. 500 mm, optimálně 700 mm	110 mm	NE

Tab. 15: Audit židle na pracovišti vrtaček (Zdroj: vlastní zpracování)

měřené údaje	požadavky	skutečnost	vyhovující
základní výška sedáku	400 ± 50 mm	640 mm	NE
šířka sedadla	380 - 420 mm	470 mm	NE
hloubka sedadla	350 - 500 mm	470 mm	ANO
výška opěrky	380 - 540 mm	250 mm	NE
úhel sklonu židle	0 - 5°	0°	ANO

5.5 Snímek pracovního dne

Pro analýzu současného stavu byl vypracován snímek pracovního dne. Snímkování probíhalo opět v hale číslo 14, v dělárně, dne 23. 2. 2018 při ranní směně od 6:00 do 14:00. Pracovní směna trvá 8 hodin, z toho 7,5 hodiny pracovní činnosti a 0,5 hodiny zákonem daná přestávka na jídlo a odpočinek.

Pracovník tento den obsluhoval dva stroje, a to lis LEXN 100 C a vrtačku V 16. Pracovník měl v průběhu dne za úkol zpracovat plech (ustavující hrot s otvorem).

Pracovní činnost na lisu zahrnuje:

Dle technologického postupu na lisu LEXN 100 C, který pracuje na ruční spouštění, jsou činnosti pro lisování tvaru dílu ustavujícího hrotu následující.

- Stříhat plech 3 x 71 x 71
- Kontrolovat výlisky
- Spočítat a uložit do bedny
- Používat ruční spouštění lisu
- Lisovat tvar dílu ustavující hrot
- Používat ruční spouštění lisu
- Spočítat a uložit do bedny

- Ostříhnout tvar
- Použít ruční spouštění lisu
- Spočítat a uložit do bedny
- Kontrolovat dílce dle Technického postupu
- Vizuálně kontrolovat
- Označit kontrolovaný kus

Pracovník poté pokračoval s těmito kusy pro vrtání k vrtačce V 16.

Pracovní činnost na vrtačce zahrnuje:

- Vrtat otvor o průměru 5 mm dle výkresu
- Výrobek průběžně kontrolovat

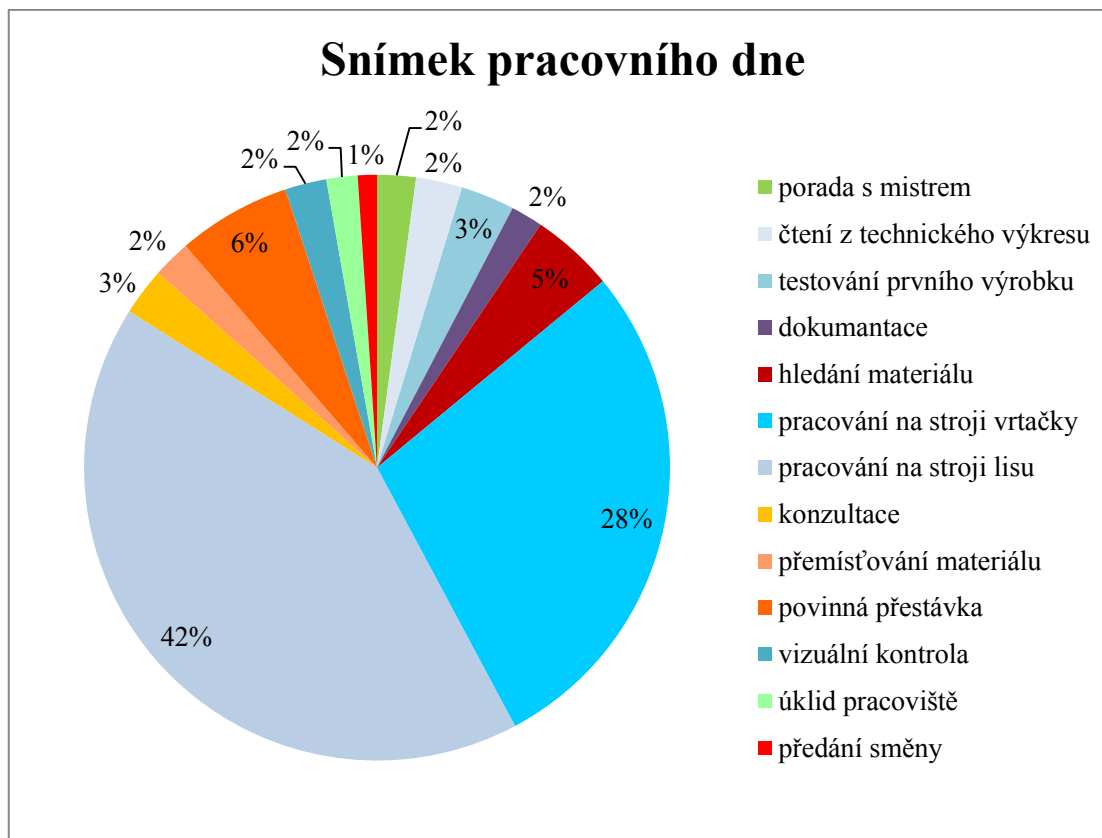
Po této činnosti následuje:

- Kontrola dílce dle technologického postupu
- Průběžná vizuální kontrola
- Označení kontrolovaných kusů

Pro kontrolování správnosti výrobku je důležitý svinovací metr 3 m. Pracovník musí za celý den splnit normy, které jsou definovány v technologickém postupu. V technologickém postupu je i určeno místo, kam se poté výrobek má přemístit (ke kterému stroji).

Při samotném snímkování se v tento den nevyskytly žádné poruchy, které by zkreslily celkový výsledek snímku pracovního dne a ovlivnily tak celý časový harmonogram.

Celkem bylo vytyčeno 13 činností, které pracovník provádí během své směny. Tyto hlavní činnosti byly poté stopovány. Cílem snímku pracovního dne bylo zjistit současný stav na pracovištích, porozumět chodu celkového procesu a stroje a zjistit činnosti pracovníka.



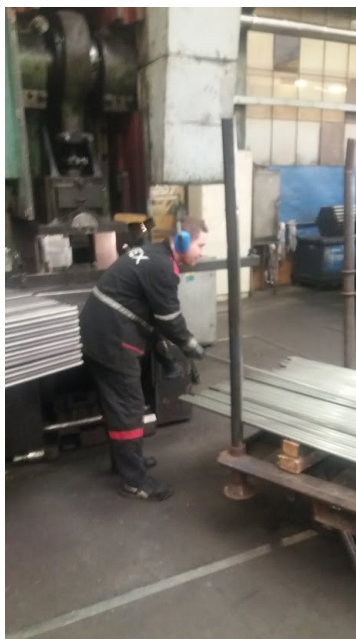
Graf 6: Snímek pracovního dne (Zdroj: vlastní zpracování)

Z grafu 6 je vidět procentuální podíl jednotlivých činností, které pracovník tento den vykonával.

5.6 Ergonomické metody – RULA A OWAS

5.6.1 Pracovník číslo 1

V následující podkapitole budou vyhodnoceny ergonomické metody RULA a OWAS. Tyto metody jsou vyhodnoceny dle fotografie pořízené z pracoviště u lisu. Pracovník se musí otočit a ohnout pro materiál, který se dále zpracovává na lisu a po vyjmutí z lisu se musí opět otočit a výrobek vložit do přepravních vozíků.



Obr. 12: Pracovník č. 1 (Zdroj: vlastní zpracování)

Analýza RULA:

Tab. 16: Analýza RULA u pracovníka č. 1 (Zdroj: vlastní zpracování)

Pravá ruka	Hodnota
Nadloktí	2
Zvednuté rameno	0
Předloktí	1
Zápěstí	2
Zápěstí otočené	2
Skóre A	3
Síla, zátěž	1
Užití svalů	0
Skóre C	4

Krk, trup a nohy	Hodnota
Krk	3
Otočený krk	0
Krk nakloněný na stranu	0
Trup	3
Trup otočený	0
Trup nakloněný na stranu	0
Dolní končetiny	1
Skóre B	4
Síla, zátěž	0
Užití svalů	0
Skóre D	4

V této části se analyzovala pravá ruka, krk, trup a nohy. Celkové skóre analýzy RULA pro pracovníka číslo 1 vyšlo 4. Což znamená, že je potřeba dalšího hodnocení a vyplývají z toho požadavky na změny.

Analýza OWAS:

Tab. 17: Analýza OWAS pro pracovníka č. 1

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pozice zad	2
Pozice rukou	1
Pozice nohou	2
Zatížení a síly	1
CELKOVÉ SKÓRE	2

Celkové skóre analýzy OWAS pro pracovníka vyšlo 2. To znamená, že nápravná opatření jsou nutná v blízké budoucnosti.

Obě tyto analýzy potvrdily, že pozice, v níž pracovník pracuje, není až tak kritická, ale je potřeba pracovníka dále pozorovat a navrhopat opatření, která mu budou práci zlehčovat.

5.6.2 Pracovník číslo 2

U pracovníka číslo dvě jsou také provedeny dvě ergonomické analýzy RULA a OWAS. Pracovník pracuje u vrtaček, nemá však žádný úložný prostor pro odkládání výrobků, které musí být opracovány. Pracovník se proto musí zvednout a předělat si určitý počet výrobků, které má zpracovat, do krabice, která je mu blíže. U tohoto pracovníka se budou dělat analýzy ze dvou fotografií.



Obr. 13: Pracovník č. 2 – první fotografie (Zdroj: vlastní zpracování)

Analýza RULA:

Tab. 18: Analýza RULA pro pracovníka č. 2 – první fotografie

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pravá ruka	Hodnota
Nadloktí	3
Zvednuté rameno	1
Předloktí	1
Zápěstí	3
Zápěstí otočené	2
Skóre A	5
Síla, zátěž	0
Užití svalů	1
Skóre C	6

Krk, trup a nohy	Hodnota
Krk	2
Otočený krk	0
Krk nakloněný na stranu	0
Trup	4
Trup otočený	0
Trup nakloněný na stranu	0
Dolní končetiny	1
Skóre B	4
Síla, zátěž	0
Užití svalů	1
Skóre D	5

Průběžná hodnocení Skóre A, B, C a D jsou vyšší než u předchozí analýzy RULA. Proto také celkové skóre analýzy RULA pro pracovníka číslo 2 vyšlo vyšší než u pracovníka č. 1, a to 6. Což znamená, že jsou urgentní požadavky na změny.

Analýza OWAS:

Tab. 19: Analýza OWAS pro pracovníka č. 2 – první fotografie

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pozice zad	2
Pozice rukou	1
Pozice nohou	5
Zatížení a síly	1
CELKOVÉ SKÓRE	3

Po vyhodnocení pozic zad, rukou, nohou a zatížení s použitou silou při práci vyšlo celkové skóre analýzy OWAS pro pracovníka číslo 2 s hodnotou 3. Tato hodnota znamená, že nápravná opatření jsou nutná co nejdříve.

U fotografie číslo dvě vidíme, jak pracovník vkládá přepočítaný materiál do druhé krabice. Krabici má pouze položenou na židli, jelikož nemá jiné místo na odkládání.



Obr. 14: Pracovník č. 2 – druhá fotografie (Zdroj: vlastní zpracování)

Analýza RULA:

Tab. 20: Analýza RULA pro pracovníka č. 2 – druhá fotografie

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pravá ruka	Hodnota	Krk, trup a nohy	Hodnota
Nadloktí	2	Krk	2
Zvednuté rameno	1	Otočený krk	1
Předloktí	2	Krk nakloněný na stranu	1
Zápěstí	1	Trup	2
Zápěstí otočené	1	Trup otočený	1
Skóre A	3	Trup nakloněný na stranu	1
Síla, zátěž	0	Dolní končetiny	2
Užití svalů	1	Skóre B	7
Skóre C	4	Síla, zátěž	0
		Užití svalů	1
		Skóre D	8

Z druhé fotografie celkové skóre analýzy RULA pro pracovníka číslo 2 vyšlo opět 6. To znamená, že jsou potřebné urgentní požadavky na změny. Znovu se potvrzuje, že tato pozice není pro pracovníka vhodná a je potřeba změnit a přizpůsobit pracoviště pracovníkovi.

Analýza OWAS:

Tab. 21: Analýza OWAS pro pracovníka č. 2 – druhá fotografie

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pozice zad	4
Pozice rukou	1
Pozice nohou	3
Zatížení a síly	1
CELKOVÉ SKÓRE	2

Celkové skóre analýzy OWAS pro pracovníka č. 2 vyšlo 2. Celkové skóre 2 znamená, že nápravná opatření jsou nutná v blízké budoucnosti.

U pracovníka číslo 2 tyto analýzy vyhodnotily, že práce v této poloze musí být akutně změněna, jak vyplývá z obou ergonomických analýz.

5.7 Výpočet bazálního metabolismu

V teoretické části bylo vysvětleno, co je to bazální metabolismus, v rámci něhož si vypočítáme i celosměnový energetický výdej netto.

Pro výpočet celosměnového energetického výdeje netto je důležité znát i třídu práce. V příloze č. 1 k Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., části A jsou uvedeny druhy práce, které jsou rozděleny do tříd práce. Třídy práce jsou poskládány dle celkového průměrného energetického výdeje (M) vyjádřeno v brutto hodnotách. Práce v dělírňě byla dle mého názoru zařazena do třídy práce IIIa a její hodnoty energetického výdeje jsou $M = 131$ až 160 ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$). Proto i v následujících mezivýpočtech jsem pracovala s hodnotou 131 ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$).

Doba směny v dělírňě je 7,5 hodiny (30 minut přestávka). Přepočítáno na minuty 450 min. I tyto hodnoty byly potřeba pro výpočet.

Pracovník číslo 1

Při výpočtu bazálního metabolismu je důležité pohlaví pracovníka a od něj se odvozuje celý vzorec, ve kterém potřebujeme znát věk, váhu a výšku zaměstnance. Zjištěné údaje jsou:

- Hmotnost pracovníka: 80 kg
- Výška pracovníka: 169 cm
- Věk pracovníka: 35 let

BMR (24 hodin) = 7412,11 kJ = 7,4 MJ

- $\text{BMR} = 66 + (13,7 * \text{hmotnost v kg}) + (5 * \text{výška v cm}) - (6,8 * \text{věk v letech})$
- $\text{BMR} = 66 + (13,7 * 80) + (5 * 169) - (6,8 * 35)$

Mezivýpočty pro celosměnový energetický výdej netto:

- **BMR (doba směny) = 2316,28 kJ = 2,3 MJ**
- **Povrch těla = 1,9 m²**
- **Celosměnový energetický výdej brutto = 248,9 W**

- Celosměnový energetický výdej brutto = $14,93 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$
- Celosměnový energetický výdej brutto = $6,72 \text{ MJ}$

Celosměnový energetický výdej netto = $4,42 \text{ MJ}$

Pracovník číslo 2

Výpočet bazálního metabolismu bude stejný, a to opět pro muže. Zjištěné informace pro jeho výpočet jsou následující:

- Hmotnost pracovníka: 98 kg
- Výška pracovníka: 176 cm
- Věk pracovníka: 62 let

BMR (24 hodin) = $7822,73 \text{ kJ} = 7,8 \text{ MJ}$

- $\text{BMR} = 66 + (13,7 * \text{hmotnost v kg}) + (5 * \text{výška v cm}) - (6,8 * \text{věk v letech})$
- $\text{BMR} = 66 + (13,7 * 98) + (5 * 176) - (6,8 * 62)$

Mezivýpočty pro celosměnový energetický výdej netto:

- **BMR (doba směny) = $2444,6 \text{ kJ} = 2,4 \text{ MJ}$**
- **Povrch těla = $2,14 \text{ m}^2$**
- **Celosměnový energetický výdej brutto = $280,34 \text{ W}$**
- **Celosměnový energetický výdej brutto = $16,82 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$**
- **Celosměnový energetický výdej brutto = $7,57 \text{ MJ}$**

Celosměnový energetický výdej netto = $5,17 \text{ MJ}$

Výsledné hodnoty pro oba pracovníky jsou $4,42 \text{ MJ}$ a $5,17 \text{ MJ}$.

Tab. 22: Energický výdej

(Zdroj: Nařízení vlády 361/2007 Sb. z Přílohy č. 5)

Energetický výdej	Jednotky	Muži	Ženy
Směnový průměrný	MJ	6,8	4,5
Směnový přípustný	MJ	8	5,4
Roční průměrný	MJ	1600	1060
Minutový přípustný	$\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1}$ w	34,5 575	23,7 395

Jak vyplývá z Tab. 22, Nařízení vlády 361/2007 Sb. z Přílohy č. 5, směnový průměrný limit energetického výdeje je 6,8 MJ pro muže. Tuto hodnotu oba pracovníci splňují. Nemusí se v tomto případě tedy přistupovat k žádným opatřením.

5.8 Metoda profesiografie

Základem metody profesiografie je sběr informací na pracovištích a jejich následný záznam do kontrolního listu. Sběr informací probíhal na dvou pracovištích, a to na pracovišti vrtačky a pracovišti lisu.

Při aplikaci této metody se hodnotí kritéria pomocí škály 1 až 5, přičemž 1 představuje nejmenší zatížení a 5 maximální zatížení. Kritéria nejsou striktní a lze je samozřejmě zpřesňovat dle požadavků hodnotitele či dle charakteru pracovního prostoru. Kritéria byla však zachována. (Marek a Skřehot, 2009, s. 77)

Tab. 23: Kontrolní list – profesiografie

(Zdroj: vlastní zpracování dle Marek a Skřehot, s. 114)

POLOŽKA	KRITÉRIA	VYHODNOCENÍ									
		práce na lisu					práce na vrtačce				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Fyzická zátěž			x					x		
2.	Namáhavost práce										
2.1	Prsty a ruce			x					x		
2.2	Chodidla a nohy			x				x			
2.3	Páteř				x				x		
2.4	Ramena			x					x		
3.	Pracovní místo										
3.1	Poloha vsedě	x							x		
3.2	Prostor pro nohy			x						x	
3.3	Dosah horních končetin		x				x				
4.	Požadavky na zrak				x					x	
5.	Požadavky na sluch		x					x			
6.	Postřeh, pozornost			x					x		
7.	Požadavky na proces myšlení			x					x		
8.	Požadavky na odpovědnost			x					x		
9.	Psychické nároky				x					x	
10.	Pracovní rytmus		x					x			
11.	Rychlost práce			x					x		
12.	Fyzikální činitele pracoviště										
12.1	Osvětlení		x						x		
12.2	Hluk				x					x	
12.3	Vibrace a otřesy				x					x	
12.4	Mikroklimatické podmínky			x					x		
12.5	Zápach	x					x				
13.	Působení chemických činitelů	x					x				
14.	Nebezpečí úrazu			x					x		
15.	Nebezpečí chorob z povolání				x					x	
16.	Celkové zhodnocení prostředí			x					x		
součet sloupců		3	4	12	6	0	3	3	13	6	0
součet sloupců * váhový koeficient		3	8	36	24	0	3	6	39	24	0
CELKEM		71 / 16 = 4,4					72 / 16 = 4,5				

Výsledné hodnoty pro obě pracoviště vyšly podobně. Stupeň náročnosti práce vyšel pro pracoviště lisu 4,4 a pro pracoviště vrtačky 4,5. V celkovém součtu řadíme tyto hodnoty do stupně náročnosti číslo 4, což znamená zvýšené pracovní zatížení a nároky na pracovištích dle Tab. 24.

Tab. 24: Tabulka pro hodnocení kontrolního listu – profesiografie

(Zdroj: Marek a Skřehot, s. 114)

Stupeň náročnosti práce	Rozpětí hodnot získaných hodnocením	Pracovní zatížení a nároky na pracovišti
1	1,0 - 1,5	Velmi malé
2	1,6 - 2,5	Malé
3	2,6 - 3,5	Střední
4	3,6 - 4,5	Zvýšené
5	4,6 - 5,0	Vysoké

V rámci hodnocených bodů si dovoluji okomentovat ty nejzásadnější kritéria, která byla vyzorována:

Fyzická zátěž:

Muži by měli za osmihodinovou směnu uzvednout 10000 kg. V tomto pracovním prostředí se však zvedá více než 10000 kg. Při rozhovorech bylo anonymně zjištěno, že někteří pracovníci za celou směnu manipulují až s 15000 - 18000 kg.

Namáhavost práce:

Při práci se vyskytují nefyziologické pracovní polohy trupu a hlavy. Pracovníci se neustále otáčejí a ohýbají pro materiál, jak jsme mohli vidět na fotkách u analýz RULA a OWAS.

Pracovní místo:

Stroje jsou staré, a proto se nedají přemísťovat ovladače ani páky. Stroje se nedají přizpůsobit ani výškově. Práce u strojů je tedy velmi subjektivní a každému pracovníkovi se u stroje pracuje jinak, s jinou zátěží. Stejně tak je tomu i u židlí, které se nedají výškově přizpůsobit.

V dělárně se z části nejedná o práci monotónní, jelikož se mistři snaží o rotaci pracovníků u strojů. Určitá monotónnost je však u pracovníka lisu, kterého často mistři nechávají na pracovišti lisu.

Fyzikální činitelé:

V rámci svých analýz jsem ve dnech strávených v dělárně jako nejhorší činitel ohodnotila vibrace a otřesy. Práce u lisu a vrtačky obsahuje činnosti - vložení materiálu do těchto strojů a v rámci možnosti je buďto pracovník drží, anebo je alespoň vloží do stroje a materiál přidržuje. Stroj poté při práci vibruje.

6 PROJEKTOVÁ ČÁST

Název projektu:

Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště

Projektový tým:

Bc. Vendula Indráková – diplomantka

Petr Hradil – mistr dělírný

Milan Mikula – mistr dělírný

Financování projektu

Rozpočet projektu nebyl stanoven

6.1 Harmonogram

Tab. 25: Harmonogram projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

	říjen 2017	listopad 2017	prosinec 2017	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018
Hledání firmy								
Studium odborné literatury								
Seznámení se s chodem firmy								
Analyzování prostředí								
Zpracování analýz								
Návrhy na opatření								
Prezentace návrhů								

6.2 Logický rámec

Abychom mohli vést projekt, musí být definovány základy pro řízení projektu. Proto jsme si v logickém rámci určili základní cíle projektu. Tyto cíle byly rozděleny na hlavní a projektový cíl. Následně jsou v logickém rámci popsány všechny aktivity, které se vykonávaly v průběhu vytváření diplomové práce.

Logický rámec je v PŘÍLOHA P X: LOGICKÝ RÁMEC.

6.3 RIPRAN analýza

RIPRAN analýza je metodou pro analýzu rizik celého projektu a měla by se dělat jako prvotní analýza. RIPRAN analýza je k nahlédnutí v PŘÍLOHA P X: RIPRAN ANALÝZA.

Všechna rizika a čísla v nich byla subjektivně ohodnocena. V tabulce jsou zobrazeny hrozby a jejich pravděpodobnost, že nastanou. Dále scénář, pravděpodobnost scénáře, celková pravděpodobnost, dopad, hodnota rizika a jejich následná opatření, která budou rizika eliminovat.

Hlavní rizika projektu:

- změna diplomové práce v důsledku nespolupráce firmy,
- ztráta dat.

Jako největší riziko se ukázala ztráta dat a tím následné neodevzdání diplomové práce v časovém harmonogramu.

6.4 SWOT analýza projektu

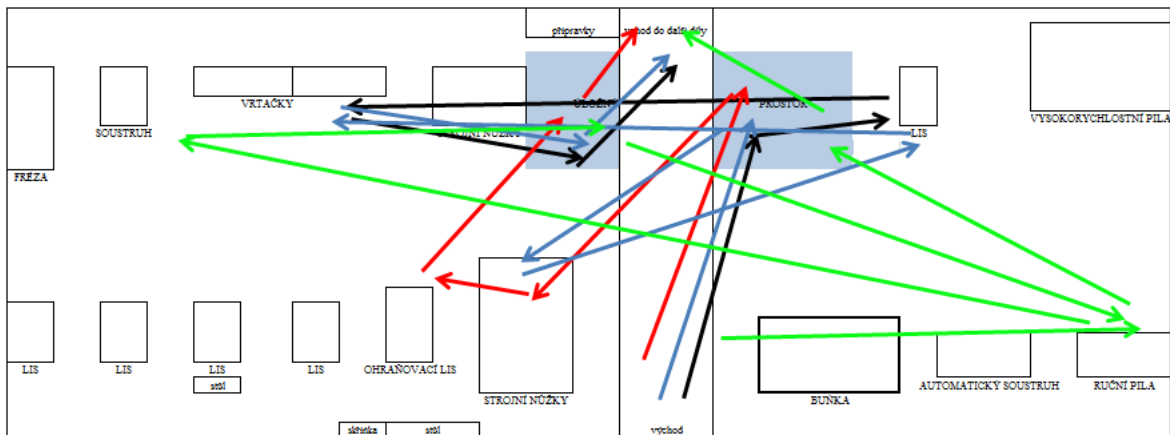
V tab. 26 můžeme vidět vypracovanou SWOT analýzu pro celý projekt. Byly popsány silné a slabé stránky, které ovlivňují projekt, příležitosti a hrozby projektu. Analýza byla subjektivně ohodnocena.

Tab. 26: SWOT analýza projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

SWOT analýza						
Interní vlivy	Silné stránky			Slabé stránky		
		D	H		D	H
	Inovace	0,2	4	Nevyspělé oddělení PI	0,4	1
	Podpora vedení firmy	0,7	2	Nezavedená ergonomie	0,4	2
				Současný layout	0,2	1
	Součet	2,2		Součet	1,4	
Externí vlivy	Příležitosti			Hrozby		
		D	H		D	H
	Změna layoutu	0,2	1	Nespolupráce zaměstnanců	0,2	2
	Nové stroje a pomůcky	0,3	2	Nedostatek financí	0,3	3
	Školení zaměstnanců	0,1	3	Nová legislativa	0,2	2
	Motivace zaměstnanců	0,4	3	Zdravotní problémy zaměstnanců	0,3	4
	Součet	2,3		Součet	2,9	

Jedním z důvodů proč byla tato diplomová práce napsána, je nevyspělé oddělení průmyslového inženýrství. Spíše místo nevyspělé by se hodilo nezavedené oddělení PI. Firma se snaží dělat základní činnosti, avšak nemá na to žádné zaměstnance, kteří by se tím zabývali a zlepšovali tak rychlost všech procesů a celkově zlepšili pracovní prostředí, zvláště v dělírně. To také dopadá na další fakt, a to, že je nezavedená i ergonomie.

Další možné varianty toku materiálu můžeme vidět na dalším obrázku. Tok jednoho materiálu je popsán šipkou stejné barvy.

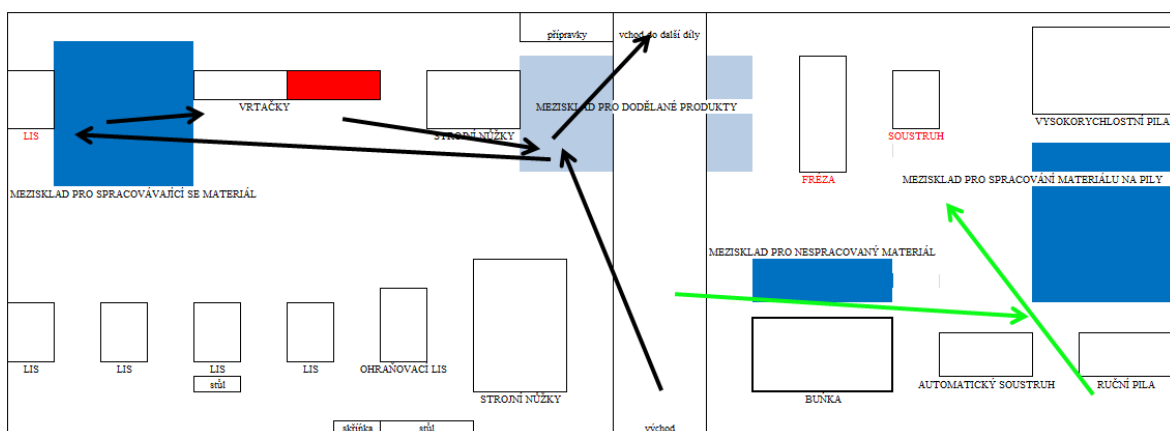


Obr. 16: Materiálové toky vícero výrobků (Zdroj: vlastní zpracování)

Návrh na nový layout

Nový layout byl navržen na úsporu času přemístování materiálu. V rámci toku materiálu (viz šipky) bylo navrženo přemístění strojů. Proto byly přemístěny stroje fréza a soustruh na pravou stranu a lis na levou stranu. Jak si můžeme všimnout, stroje jsou nyní uspořádány i dle druhů a společných technologických postupů.

V rámci nového layoutu byly navrženy i nové tři meziklady. Tyto meziklady by sloužily pro uskladnění materiálu pro určité druhy strojů. Je zde i meziklad pro materiál, který by byl teprve ze skladu dovezen do haly. Poslední meziklad, který nyní slouží pro celkové uskladňování, byl navrhnout jako meziklad pro materiál, který byl již zpracován a čekal by na převoz do druhé haly.



Obr. 17: Nový layout (Zdroj: vlastní zpracování)

Firma se snaží modernizovat, avšak stroje v hale číslo 14 jsou staré a zanedbané, tzn. původní. Je taky známo, že na těchto strojích probíhá mnoho oprav a jsou často mimo provoz. Jestliže by firma chtěla investovat, stálo by za zmínku tyto staré stroje vyměnit, a pokud by se uvažovalo například o navrhované změně layoutu a přehození strojů, navrhovala bych **stroje nové**.

Společnost Avex Steel Products s.r.o. má celkově problémy s logistikou. Je to také kvůli tomu, že materiál se skladuje na více místech a firma má také mnoho hal, z kterých se materiál a samotné výrobky převážejí. Jednou z možností jak tento problém vyřešit, je přesídlení firmy do jiných prostor.

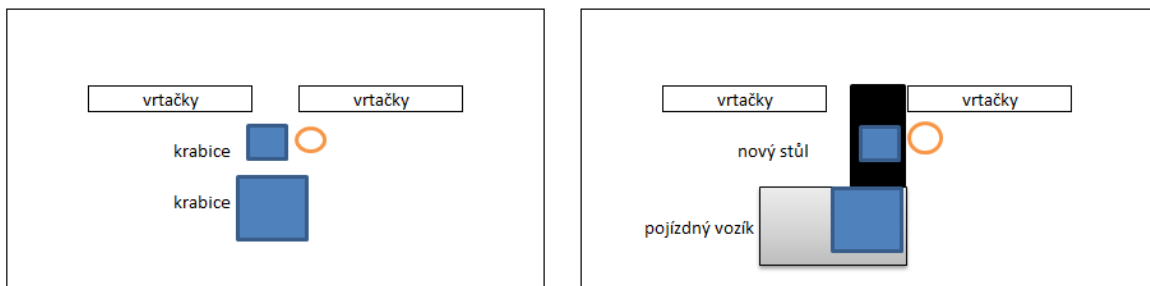
Jelikož se technologie vyvíjejí a firma bude také nucena vyvíjet a zlepšovat své výrobky, a bude rozšiřovat svůj sortiment portfolia, bude nejspíše nucena ke koupi **nových skladů**. Zvětšení prostor bude taktéž potřeba i kvůli navrhovaným novým strojům.

Návrh na nové pracoviště vrtačky



Obr. 18: Pracoviště vrtačky (Zdroj: vlastní zpracování)

Na fotografii si můžete všimnout, že pracovník má krabici, ze které si bere součástky, na stoličce, kterou si musí vždy podat.



Obr. 19: Návrh na nové pracoviště vrtačky (Zdroj: vlastní zpracování)

V rámci nového uspořádání pracoviště by bylo navrženo: přidat nový pojízdný stolek, ze kterého si pracovník bude brát součástky na vrtání a mohl by zde ukládat i další nářadí a přípravky, které využívá při své pracovní činnosti na vrtačce. Dále pojízdný zvedací vozík, ke kterému by se nemusel tolik sklánět, aby si přepočítal součástky a vložil je do krabice, která mu je blíže.

Do návrhu bych zařadila i novou ergonomickou židli, která by se dala implementovat i do více částí a pracovišť dělírní.

Ergonomické židle při práci vsedě

Nynější židle, které se nachází v hale, nesplňují z 50 % ergonomické parametry, jak jsme si mohli ověřit dle auditu pracovního prostředí. Z toho důvodu byly vybrány nové ergonomické židle.

Jelikož se pracuje v dílně, v náročném a špinavém prostředí, byla vybrána židle, která bude mít vyhovující parametry a bude dobře udržovatelná. Nová vysoká židle bude mít měkký sedák s opěradlem a s nastavitelnou hloubkou opěradla. Opěrný kruh na ní umožní opření nohou a tím poskytne dobrý opěrný bod pro nohy, a díky tomu si nohy uleví od zatížení. Výška tohoto kruhu je taktéž nastavitelná. Díky kluzáku bude židle stabilní a zajistí bezpečné sezení. Za výhodné považuji i to, že je nastavitelná výška sedáku pomocí plynového pístu. Díky tomu si mohou zaměstnanci, různých výškových parametrů, zvýšit či snížit židle dle potřeby.



Obr. 20: Nová židle (Zdroj: Ajprodukty.cz, © 2018)

V rámci změny pracoviště by se mělo i pracovníkovi lépe manipulovat s výrobky a zlepšit se celkové prostředí. Pokud bychom brali v potaz, že pracovník na obr. 13, str. 60 se musí ohýbat pro materiál do bedny, a nyní by byl ve vzpřímenější poloze, změnila by se tabulka OWAS z původní tab. 19 takto:

Tab. 27: Tabulka OWAS pro pracovníka č. 2 po nápravných opatřeních

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pozice zad	1
Pozice rukou	1
Pozice nohou	2
Zatížení a síly	1
CELKOVÉ SKÓRE	1

Pro pracovníka by to znamenalo zlepšení z celkového skóre 3 na celkové skóre 1. Z toho vyplývá, že už by nápravná opatření nebyla nutná.

7.2 Metoda 5S

Metoda 5S, tedy udržování pořádku na pracovišti, by byla jednou z vhodných metod pro zavedení do této haly. Jak můžeme vidět z obrázků níže, na pracovišti není zavedena metoda 5S.



Obr. 21: Buňka (Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 22: Materiál v dělímě (Zdroj: vlastní zpracování)

Metoda by byla vhodná i pro **seřazení přípravků v regále**. Přípravky by mohly být řazeny podle použitelnosti (některé přípravky jsou používány velmi málo), další rozdělení by mohlo být dle strojů (některé přípravky jsou vhodné jen pro určité druhy strojů). Touto

metodou by se zlepšilo uspořádání na pracovištích v celé hale. Vhodná by byla metoda zavedení přímo u **pracovního místa vrtačky**.

Školení metody 5S

Předtím než zahájíme zlepšení a před zavedením metody 5S je důležitá podpora od vrchního managementu. Jestliže máme podporu shora, můžeme přejít k zaměstnancům v dílně. Je velmi důležité seznámit zaměstnance s touto metodou. Vysvětlit jim, co to obnáší a proč by tuto metodu měli používat a jak se jimlepší pracovní činnost. V těchto momentech se rozhoduje o tom, zda zaměstnanec bude či nebude spolupracovat a zda se bude podílet na změnách. Pokud pracovníci mají již od začátku problém spolupracovat, je tuto metodu velice obtížné zavést. My však budeme uvažovat, že by zaměstnanci spolupracovali.

1. Krok - Seiri

Prvním krokem metody 5S je úklid a odstranění nepotřebných věcí. Jako první začneme rozdělovat na pracovišti potřebné a nepotřebné věci.



Obr. 23: Metoda 5S na pracovišti vrtaček (Zdroj: vlastní zpracování)

Na fotce si můžeme všimnout nevhodně odložené kšiltovky na vrtačce. Odložené přípravky na druhé vrtačce jsou taktéž nevhodně uloženy. Proto i v návrzích na nové pracoviště vrtačky byl doporučen nový stůl na odkládání krabice, kde by se dále také mohly ukládat používané přípravky.

2. Krok – Seiton

V rámci ukládání přípravků zpět na své místo do regálu slouží krok druhý. Každý zaměstnanec by měl vědět, kde a jaký přípravek najít. A kam ho poté odložit.

Pro uspořádání všech přípravků bude potřeba větší prostor a více místa na jejich uskladnění. Proto jsou pro uskladnění navrženy nové regály, jelikož nynější regály jsou přeplněny a přípravy v nich nejsou nijak uloženy.

Policový regál

Přípravky, které jsou používány pro různé druhy strojů, jsou nyní v malém regále a nejsou vůbec nijak tříděny, i proto je jedním z dalších návrhů zavedení metody 5S. Pro uspořádání všech přípravků bude potřeba větší prostor a více místa na jejich uskladnění. Proto jsou pro uskladnění navrženy nové regály.

Police by měly počítat s určitou váhovou nosností, vysokou stabilitou a pevností. Jelikož se rozšiřuje sortiment a jsou vytvářeny nové technologické postupy pro vytváření nových výrobků s jinými či novými přípravy, bylo by vhodné, kdyby se police daly v průběhu let výškově přestavit či dokoupit. Nynější regály jsou umístěny u vchodu do druhé haly. Nové by byly ke stávajícím přidány.



Obr. 24: Nový regál (Zdroj: Enprag, © 2013)

3. Krok – Seiso

Pracoviště by mělo být taktéž čisté a uklizené, proto by každý měl po vykonání své práce na určitém stroji okamžitě uklidit stroj a jeho okolí a připravit ho tak pro práci na další den či pro jiného zaměstnance. Při práci na vrtačce z ní vytéká emulzin, který vrtačku ochlazuje a brání tomu, aby se zavařila. Emulzin však vytéká na stůl, i proto by tedy měly být stůl s vrtačkou omyty. Na fotce je také vyobrazen kýbl, kterým se prostředí uklízí. Pro něj by bylo vhodné však najít jiné místo na uskladnění, jelikož zabírá nožní prostor pod stolem.

4. Krok – Seiketsu

Při čtvrtém kroku standardizace je potřeba definovat a sepsat určité normy čištění a stavu zásob. Je potřeba nadefinovat seznam a v tomto seznamu kontrolovat, zda se normy dodržují. Při standardizaci je také důležité využít vizuálního managementu, který pomáhá pracovníkům při správném užívání a dodržování metody 5S.

U každého standardu čištění by měly být definovány tyto údaje.

Tab. 28: Návrh na dokumentaci standardu čištění stroje (Zdroj: vlastní zpracování)

TYP STROJE	KDO stroj čistí	KDY jej čistí	KTERÉ ČÁSTI se čistí	ČÍM tyto části čistit	KDE najdu čisticí prostředky	ČAS na čištění

Ve většině případů by měl být stroj očištěn pracovníkem po každé směně a každý operátor by si měl za svůj stroj odpovídat. Dále by mělo být uvedeno, kdy a čeho by se měla týkat pravidelná údržba strojů

Co se týče podlahy, mělo by být jasné, kdy a kdo ji bude uklízet. Ve většině případů se o tuto činnosti stará externí firma.

5. Krok – Shitsuke

Pátý krok je snad tím nejdůležitějším. Cílem je všechny předešlé kroky dodržovat. Jestliže tyto kroky nebudeme dodržovat a zaměstnanci se je nenaučí, bylo celé zavádění metody 5S zcela zbytečné. Pokud se bude metoda 5S dodržovat, mohou se všechna opatření dále zlepšovat.

7.3 Další návrhy

V rámci dalších návrhů, které nebyly zahrnuty ani do layoutu a nebyly navrženy ani v metodě 5S, jsem v této kapitole popsala další opatření, která by zlepšila pracoviště a celkové prostředí v nich.

Ergonomický stůl

Dalším z návrhů je výstavba nového stolu, který by měl určité vyhovující parametry jak pro práci s dokumentací, tak pro odpočinek. Nynější stoly neodpovídají žádným zákonem daným parametrům, jak bylo zjištěno z auditu pracovního místa.



Obr. 25: Nový stůl (Zdroj: Jmk-system.cz, © 2017)

Součástí vybraného stolu by bylo osvětlení vhodné pro stávající podmínky pracoviště. Rozvod elektroinstalace, která není tak důležitá, ale přidává stolu určitou přidanou hodnotu nebo i uzamykatelná skříňka, která by byla vhodná místo stávajících zastaralých skříněk.

Ergonomické rohože

Podlaha v hale je betonová. Při celodenní práci vestoje na takto tvrdém podkladě je zatížena velká část těla, především nohou a chodidel. Navrženy jsou tedy tyto ergonomické rohože, které nabízejí zlepšení pro zaměstnance, kteří tráví většinu pracovní doby vestoje. Rohože jsou vyráběny z gumy, vinylu či jiných měkkých materiálů. Jejich důvod pro použití je jednoduchý, tlumí tvrdé dopady dolních končetin a ulehčuje tak svalům. Měkké materiály, z kterých jsou taktéž vyráběny, nutí člověka udržovat rovnováhu díky přešlapování. Podporují jemné pohyby končetin svalů, čímž zlepšují odtok krve z nohou směrem k srdci a naopak. Zlepšení průtoku krve napomáhá také k oddálení fyzické únavy a balancování navíc značně uleví napjatým zádovým svalům.



Obr. 26: Ergonomická rohož (Zdroj: ELSOLE, © 2010)

Motivace zaměstnanců

Jelikož zaměstnanci pracují v těžkých podmínkách, co se týče hluku, vibrací, osvětlení a dalších fyzikálních faktorů, je jednou z možností zaměstnance finančně nebo jinak motivovat. Jak bylo z rozhovorů zjištěno, pracovníci nedostávají žádné bonusy, včetně příplatků za práci přesčas, v nočních hodinách a už vůbec ne v těžkých podmínkách, proto také dochází k velké fluktuaci, která může být zapříčiněna nulovými benefity. Proto první motivací by bylo zavést příplatky za práci v těžkém prostředí. Kdy výše příplatku ke mzdě za práci ve ztíženém pracovním prostředí při rozdělení směny nebo výkonu práce činí nejméně 10 % základní hodinové sazby minimální mzdy stanovené za hodinu práce odpracovanou v rozdělené směně, jak je v Nařízení vlády č. 567/2006 Sb., § 7.

V první řadě by bylo vhodné provést anonymní dotazník, zda zaměstnanci vůbec chtějí nějakou pomoc. Vhodnými prostředky by byly například:

- stravenky,
- poukázky do lékáren,
- **poukázky na masáže.**

Z dotazníků a rozhovorů vyplynulo, že pracovníci trpí velkými zdravotními problémy a léčí se s řadou nemocí, proto nemají problém nosit ochranné pomůcky na uších či očích.

Školení a workshopy zaměstnanců

Ač tímto bodem se diplomová práce přímo nezaobírá, je důležité i školení zaměstnanců. Školení zaměstnanců musí probíhat každý rok. „*Zaměstnavatel je povinen zajistit zaměstnancům školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,*“ říká zákoník práce § 103, při nástupu do práce, při změně pracoviště, při přidělení nových pracovních úkonů, při zavádění nových technologií či postupů nebo v případě, že zaměstnanec přerušil z nějakého důvodu činnost na delší dobu.

Jelikož pracovníci při mých analýzách k diplomové práci vůbec nevěděli, co to ergonomie je a k čemu slouží, bylo by vhodné v rámci vzdělávání zaměstnance poučit o těchto základech a zavést tak **ergonomické školení**. Další by bylo školení metody 5S.

Zákonem povinné školení:

- Školení BOZP (bezpečnosti práce) – školení je nutné opakovat obvykle každé 2 roky
- Školení požární ochrany – školení je nutné opakovat každé 2, resp. 3 roky
- První pomoci – školení je nutné opakovat každé 2 roky
- Ochrana životního prostředí – školení je obvykle každé 2 roky
- Školení práce ve skladu – školení se obvykle opakuje každé 2 roky.

K těmto povinným školením bych přidala jedenkrát za 2 roky i školení o ergonomii a metodách 5S.

Workshop je další formou vzdělávání. Jeho velkou výhodou je to, že mezi sebou mohou komunikovat zaměstnanci s manažery. Všichni účastníci si z workshopu mohou odnést mnohé nové poznatky, a to například z témat ergonomie či 5S. Pracovníci dílny mohou vyslovit své návrhy a manažeři je buďto mohou nebo nemusí přijmout. Tato metoda je

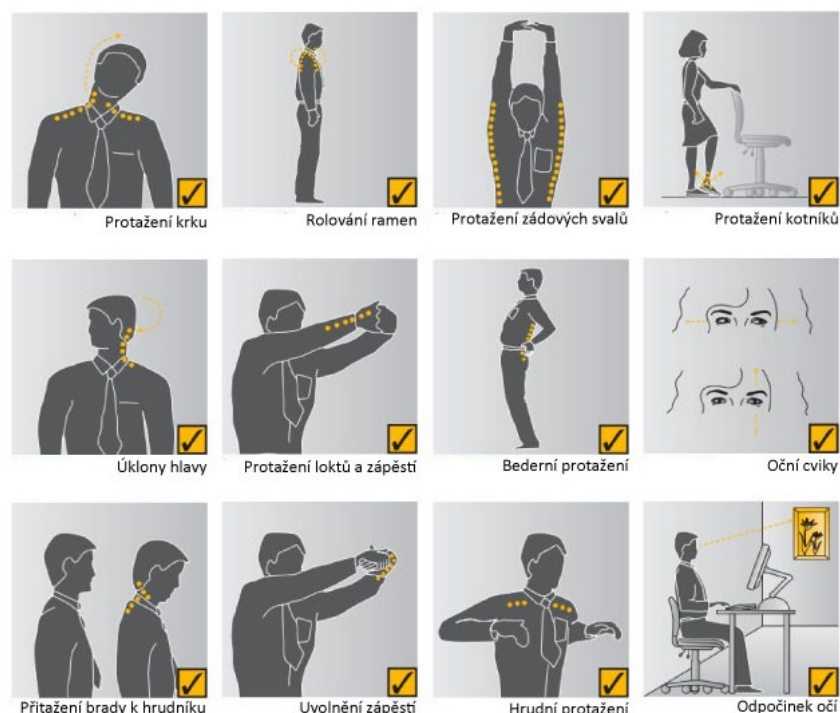
méně „bolestivější“ než školení zaměstnanců na téma ergonomie a utužuje se tak i tým a celý pracovní kolektiv.

V rámci těchto školení či workshopu by mohlo probíhat i téma o **ergonomickém cvičení**.

Ergonomické cvičení

Pro pracovníka je velmi důležité se protáhnout během práce. Při práci se snižuje pozornost, snižuje se fyzická i psychická aktivita, zaměstnanec může pocítit únavu či dokonce i jakoukoliv bolest. Proto je důležité jakékoliv protahování, cvičení či nepatrná změna střídání pracovních poloh ze sedu do stoje a naopak.

Inspirovat by se mohli zaměstnanci z obrázku níže, kde jsou popsány cviky, které jim pomohou od ztuhlosti. Jako první bychom měli protáhnout krk s následujícími úklony hlavy do stran a k hrudníku. Dalším bodem jsou paže a zápěstí. Následuje protažení celého těla v rámci úklonů trupu do stran či bederní protažení. I když v některých případech může zaměstnanec pracovat u stroje vsedě, nemělo by se zapomínat ani na protažení nohou. V tomto případě se doporučuje alespoň protažení a kroužení kotníky.



Obr. 27: Návrhy na cvičení (Zdroj: Officeyoga)

Do samostatné kategorie bych zařadila odpočinek a cviky očí. Opět je důležité protáhnout krk a kroužit či pohybovat hlavou ze strany na stranu a nahoru a dolů. Poté začneme s cviky očí. Budeme pohybovat ze strany na stranu, nahoru a dolů a můžeme s nimi

i kroužit. Následuje pohyb očí do čtverce. Pokud pracovník nechce tyto cviky podstoupit, je důležité pro jeho relaxaci, aby na chvíli zavřel oči a nechal je odpočinout.

Tato doporučená cvičení zaberou několik sekund a pomohou k malé relaxaci a větší pohodě při následující práci.

Přestávky

Jak už bylo jednou zmíněno, v analyzovaném prostředí je jednoznačné, že pracovníci pracují se zrakovou zátěží. Proto by bylo vhodné po každých dvou hodinách práce, aby zaměstnanci měli povolenou přestávku 5 – 10 minut, která je dána ze zákona.

Další přestávkou ze zákona je 30 minutová přestávka, která je definována zákonem č. 262/2006 Sb. zákoníku práce, § 88 a § 89, který říká, že: *„Zaměstnavatel je povinen poskytnout zaměstnanci nejdéle po 6 hodinách nepřetržité práce přestávku v práci na jídlo a oddech v trvání nejméně 30 minut; mladistvému zaměstnanci musí být tato přestávka poskytnuta nejdéle po 4,5 hodinách nepřetržité práce. Jde-li o práce, které nemohou být přerušeny, musí být zaměstnanci i bez přerušení provozu nebo práce zajištěna přiměřená doba na oddech a jídlo; tato doba se započítává do pracovní doby.“*

Přestávky by bylo vhodné i jinak rozdělit. Nynější půlhodinové přestávky jsou dané v rámci ranní směny od 10:30 hod do 11:00 hod a odpolední od 18:00 hod do 18:30. Dalo by se uvažovat nad tím, že by se přestávky rozdělily v rámci půlhodiny do dvou patnáctiminutových přestávek.

7.4 Ekonomické zhodnocení projektu

Součástí projektové části je i ekonomické zhodnocení. V tomto projektu bylo navrženo několik prostředků a návrhů, které slouží ke zlepšení pracoviště a ergonomicky vhodného prostředí a uspořádání pracoviště. Tyto náklady byly vepsány do tabulky níže. V nich je počet kusů navrhovaného materiálu a cena za 1 kus s DPH v Kč. Ceny v tabulce jsou pouze orientační a v rámci cenové analýzy byla na internetu vybrána spíše průměrná cena těchto navrhovaných opatření.

Tab. 29: Ekonomické zhodnocení projektu (Zdroj: vlastní zpracování)

	počet kusů	cena 1 kusu s DPH v Kč	ks * cena
rohože	10	800	8000
regál	3	1145	3435
přídavné police do regálu	4	145	580
dílenský odkládací vozík	1	3500	3500
nové židle	6	3300	19800
poukázka na masáže	22	200	4400
Školení ergonomie	2	4000	8000
5S značení	1	1470	1470
CELKEM			49185

Položka s nejmenšími náklady a také položka, která by byla jednou z nevhodnějších kandidátů na zavedení je poukázka na masáže. V rámci poukázek by bylo každým rokem přiděleno všem zaměstnancům dělíny 200 Kč na masáže. Tato hodnota není vysoká, ale pro začátek by byla příjemným bonusem v rámci nových opatření. Jako největší náklad by byly v rámci projektu rohože a židle. Opět jsou tyto položky ale velmi důležité v rámci zlepšení celého pracoviště.

Uvažovat by se také dalo nad koupí nových strojů. V rámci analýzy kupní ceny bych navrhla koupit alespoň lisy a vrtačky, jelikož stroje jsou zastaralé a často nefunkční.

Tab. 30: Ekonomické zhodnocení navrhovaných nových strojů (Zdroj: vlastní zpracování)

	počet kusů	cena 1 kusu s DPH v Kč	ks * cena
stolní vrtačka	2	24000	48000
lisy	3	93000	279000
CELKEM			327000

V rámci analýzy byly stroje odhadnuty na 327 000 Kč. Tyto stroje se však dají koupit za mnohem vyšší cenu, proto jsou ceny pouze orientačními.

ZÁVĚR

Závěrem bych chtěla shrnout všechny body diplomové práce a poukázat na návrhy, které byly stanoveny v projektové části. Diplomová práce má celkem tři části, a to teoretickou, praktickou a již zmíněnou projektovou část. Práce se zabývá „Návrhem ergonomického uspořádáním vybraného pracoviště“. Jejím hlavním cílem bylo navrhnout ergonomické uspořádání vybraného pracoviště.

V teoretické části byly využity jak knižní, tak internetové zdroje ke shrnutí všech důležitých poznatků o ergonomii, její legislativy a jejích analýz, které se k řešení této problematiky provádí. Za důležité považuji i seznámení s pracovním prostředím, jeho kritérii a parametry. Dalším z řešených bodů v teoretické části jsou rizikové faktory a následné nemoci z povolání. Jednou z nejznámějších nemocí z povolání je syndrom karpálního tunelu, který je v práci také popsán. Zde podotýkám, že právě zaměstnavatelé jsou zodpovědní za své zaměstnance. Zaměstnavatelé by si totiž měli uvědomit, v jakých podmínkách zaměstnanci pracují, jak to ovlivňuje jejich zdraví a měli by se tedy snažit vylepšovat uspořádání pracovního prostředí.

V části praktické jsou prováděny analýzy na pracovišti firmy Avex Steel Products s.r.o. se sídlem v Otrokovicích, ve které celá praktická a projektová část vznikala.

Jako první je charakterizována společnost a poté je popsáno pracoviště dělírně, na kterém byly analýzy provedeny. Těmito analýzami byly - dotazníkové šetření, snímek pracovního dne, audit pracovního místa, ergonomické analýzy RULA a OWAS a kontrolní list v podobě profesiografie. Po všech těchto analýzách byly stanoveny návrhy a opatření v projektové části.

V projektové části je vytyčen harmonogram projektu. V rámci projektu byla vytvořena SWOT analýza, logický rámec, který celý projekt popisuje, a také riziková analýza RIPRAN, kde jsou zmíněna největší rizika projektu. V návrzích byla doporučena opatření jako nové stoly a židle nebo protiúnavové rohože. Dalším opatřením bylo zavést metodu 5S, která by zlepšila celkové prostředí v dělárně. Za ty menší, ale také důležité podbody zlepšení práce, bylo mnou navrženo školení zaměstnanců v rámci ergonomie či motivace zaměstnanců v rámci poukazů na masáže. Finanční analýza nám projekt vyhodnotila na 49 185 Kč. Projektová část bude představena vedení firmy a bude pouze na nich, zda tyto návrhy vezme v potaz či nikoliv.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ČESKO. Nařízení vlády č. 272 ze dne 24. srpna 2011, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. *In: Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 97.

ČESKO. Nařízení vlády č. 290 ze dne 15. listopadu 1995, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. *In: Sbírka zákonů České republiky*. 1995, částka 76.

ČESKO. Nařízení vlády č. 361 ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. *In: Sbírka zákonů České republiky*. 2007, částka 111.

ČESKO. Zákon č. 262 ze dne 21. dubna 2006, zákoník práce. *In: Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 84.

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHUNDELA, Lubor. 2013. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.

KOVÁČ, Jozef a Edita SZOMBATHYOVÁ, 2010. *Ergonómia*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta. ISBN 9788055305387.

KRÁL, Miroslav, 1994. *Ergonomie a její užití v technické praxi*. 1. vyd. Ostrava: AKS. ISBN 8085798357.

MÁLEK, Bohuslav. 2014. *Hygiena práce*. Vyd. 2., aktualiz., (V Sobotáles 1.). Praha: Sobotáles, 279 s. ISBN 978-80-86817-46-0.

MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. 2010. *ABC ergonomie*. Praha: Professional Publishing, 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.

MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. 2009. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.

SALVENDY, Gavriel. c2012, *Handbook of human factors and ergonomics*. 4th ed. Hoboken: Wiley, 1732 s. ISBN 978-0-470-52838-9.

STANTON, Neville. c2005, Handbook of human factors and ergonomics methods. Boca Raton: CRC Press, 768 s. ISBN 0-415-28700-6.

SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- Abecedazdravi.cz: Syndrom karpálního tunelu* [online]. © 2007 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.abecedazdravi.cz/nemoci/syndrom-karpalniho-tunelu>
- Ajprodukty.cz* [online]. © 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.ajprodukty.cz/sklady-dilny-a-prumysl/dilensky-nabytek-a-vybaveni/dilenske-zidle/prumyslova-zidle/463626-19436408.wf?productId=19436477>
- Avexproducts.com: O nás* [online]. © 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.avexproducts.com/www/?intro=0>
- BEJČKOVÁ, Jana. *E-api.cz* [online]. © 2016 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>
- BUREŠ, Marek a Kateřina SEKULOVÁ. *CAD.cz* [online]. © 2009 - 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/6006-ergonomicka-rizika-opakovane-vyroby.html>
- České noviny* [online]. © 2015 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/ergonomicke-pomucky-ulevi-noham-i-zadum/1176786>
- DIVIŠOVÁ, Zuzana. 2016. *Ergonomická analýza montážního pracoviště ve společnosti Meopta optika, s.r.o.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 119 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/37898>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů.
- DLABAČ, Jaroslav. *E-api.cz: Analýza a měření práce* [online]. © 2015 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- ELSOLE* [online]. © 2010 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.else.sk/21,coba-elite-ergonomicka-rohoz.html>
- Enprag* [online]. © 2013 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.kovovynabytek.cz/pristavne-regaly-super-vyska-1576-hloubka-500-14-modelu-/p877850674/>
- GALEK, Lukáš. *Operace karpálního tunelu* [online]. © 2016 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.ortopedicka-ambulace.cz/operace-karpalniho-tunelu>
- HAMPLOVÁ, Barbora. 2014. *Implementace ergonomických zásad na konkrétní pracoviště ve společnosti Schlote-Automotive Czech s.r.o.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105

s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/28809>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů.

Jmk-system.cz [online]. © 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.jmk-system.cz/ergonomicky-stul-standard-jmk-system/>

KRIŠŤAK, Jozef. *IPA: NIOSH LIFTING INDEX* [online]. © 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/niosh-lifting-index>

KRIŠŤAK, Jozef. *IPA: OWAS* [online]. © 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/owas>

KRIŠŤAK, Jozef. *IPA: RULA* [online]. © 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/rula-rapid-upper-limb-assesment>

Linak: ERGONOMIE VE VÝROBĚ [online]. © 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.linak.cz/techline/?id2=5180>

Matematika: Rovnoměrné a normální rozložení četnosti [online]. © 2006—2014 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://matematika.cz/rovnomerne-normalni-rozlozeni>

Normy.biz [online]. © 2003 - 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/trida/8335>

Officeyoga [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.officeyoga.cz/chytre-typy-na-kancelarske-cviky/>

PIVODOVÁ, Pavlína, 2017. Seminář ergonomie. Prezentace v rámci předmětu Průmyslové inženýrství - metody I. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017.

PAVELKA, Marcel. *Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání* [online]. © 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani.html>

Skolenibozp.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.skolenibozp.cz/kurzy-testy/>

Svět produktivity [online]. © 2012 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/NIOSH-Lifting-Index.htm>

Veřejný rejstřík a Sběrka listin [online]. © 2012-2015 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=579820&typ=PLATNY>

Výdej energie [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z:
<http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-3/07.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Ad.	a další
BM	bazální metabolismus
BOZP	bezpečnost a ochrana zdravá při práci
cm	centimetr, jednotka pro měření délky
Čl.	článek
dB	decibel, jednotka pro měření hladiny intenzity zvuku
Fmax	maximální svalová jednotka
kg	kilogram je základní jednotka hmotnosti
lux	lux nebo také lx je jednotka intenzity osvětlení
Sb.	Sbírka zákonů
M	energetický výdej
MOST	Maynard Operation Sequence Technique – Systém předem určených časů
OWAS	Ovako Working Analysis System
RIPRAN	Analýza rizik
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
Tzn.	to znamená

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Systém člověk – stroj – prostředí	13
Obr. 2: Rozložení pracoviště	22
Obr. 3: Ergonomická pracovní poloha.....	23
Obr. 4: Správný a špatný sed	33
Obr. 5: Řez ruky s karpálním tunelem.....	35
Obr. 6: Digitální modely člověka	39
Obr. 7: Zákazníci společnosti Avex Steel Products s.r.o.....	46
Obr. 8: Layout dělírny	47
Obr. 9: Prosklená zeď haly	51
Obr. 10: Stůl v dělárně.....	53
Obr. 11: Pracoviště vrtačky	54
Obr. 12: Pracovník č. 1	58
Obr. 13: Pracovník č. 2 – první fotografie.....	60
Obr. 14: Pracovník č. 2 – druhá fotografie	61
Obr. 15: Layout s materiálovým tokem jednoho výrobku.....	71
Obr. 16: Materiálové toky vícero výrobků	72
Obr. 17: Nový layout	72
Obr. 18: Pracoviště vrtačky	73
Obr. 19: Návrh na nové pracoviště vrtačky	74
Obr. 20: Nová židle.....	75
Obr. 21: Buňka.....	76
Obr. 22: Materiál v dělárně	76
Obr. 23: Metoda 5S na pracovišti vrtaček	77
Obr. 24: Nový regál	78
Obr. 25: Nový stůl	80
Obr. 26: Ergonomická rohož	81
Obr. 27: Návrhy na cvičení.....	83

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Výpočet BMR.....	29
Tab. 2: Průměrné hygienické limity pro pohyby rukou a předloktí.....	31
Tab. 3: Výhody práce v sedu a ve stoje	34
Tab. 4: Osvětlení na pracovišti	48
Tab. 5: Teplota na pracovišti	48
Tab. 6: Hluk na pracovišti.....	49
Tab. 7: Vibrace a otřesy na pracovišti	49
Tab. 8: Prašnost na pracovišti	49
Tab. 9: Zkouška pracovního hluku	52
Tab. 10: Audit pracovní roviny u stolu v dělárně.....	53
Tab. 11: Audit prostoru pro nohy u stolu v dělárně	54
Tab. 12: Audit židle v dělárně	54
Tab. 13: Audit pracovní roviny na pracovišti vrtaček	54
Tab. 14: Audit prostoru pro nohy na pracovišti vrtaček.....	55
Tab. 15: Audit židle na pracovišti vrtaček.....	55
Tab. 16: Analýza RULA u pracovníka č. 1	58
Tab. 17: Analýza OWAS pro pracovníka č. 1	59
Tab. 18: Analýza RULA pro pracovníka č. 2 – první fotografie.....	60
Tab. 19: Analýza OWAS pro pracovníka č. 2 – první fotografie.....	61
Tab. 20: Analýza RULA pro pracovníka č. 2 – druhá fotografie	62
Tab. 21: Analýza OWAS pro pracovníka č. 2 – druhá fotografie	62
Tab. 22: Energický výdej.....	65
Tab. 23: Kontrolní list – profesiografie	66
Tab. 24: Tabulka pro hodnocení kontrolního listu – profesiografie	67
Tab. 25: Harmonogram projektu	68
Tab. 26: SWOT analýza projektu	70
Tab. 27: Tabulka OWAS pro pracovníka 2 po nápravných opatřeních.....	75
Tab. 28: Návrh na dokumentaci standardu čištění stroje.....	79
Tab. 29: Ekonomické zhodnocení projektu	85
Tab. 30: Ekonomické zhodnocení navrhovaných nových strojů	86

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Normální rozdělení.....	20
Graf 2: Věk respondentů.....	48
Graf 3: Faktory ovlivňující práci	49
Graf 4: Zdravotní problémy respondentů	50
Graf 5: Nejčastější zdravotní problémy respondentů	50
Graf 6: Snímek pracovního dne	57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: DOTAZNÍK

Příloha P II: SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE

Příloha P III: LOGICKÝ RÁMEC

Příloha P IV: RIPRAN ANALÝZA

Příloha P V: RULA

Příloha P VI: OWAS

Příloha P VII: NIOSH

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍK

Dobrý den,

jsem studentkou Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a zpracovávám diplomovou práci na téma Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště a ráda bych Vás tímto požádala o **vyplnění** malého **dotazníku** spokojenosti s pracovním prostředím.

Děkuji za vyplnění,

Vendula Indráková.

1. Jakého jste pohlaví?

- Žena
- Muž

2. Jaký je váš věk?

- 20 – 30 let
- 31 – 40 let
- 41 – 50 let
- 51 a více let

Hodnocení (1 – nejlepší, 5 – nejhorší)

3. Jak hodnotíte osvětlení na pracovišti od 1 do 5.

4. Jak hodnotíte teplotu na pracovišti od 1 do 5.

5. Jak hodnotíte hluk na pracovišti od 1 do 5.

6. Jak hodnotíte vibrace a otřesy na pracovišti od 1 do 5.

7. Jak hodnotíte prašnost na pracovišti od 1 do 5.

8. Co vás při práci ovlivňuje negativně nejvíc? (můžete zaškrtnout i více odpovědí)

- Osvětlení
- Teplota
- Hluk
- Vibrace a otřesy
- Prašnost
- Jiné

9. Máte zdravotní problémy?

- Ano
- Ne

10. Jaké máte zdravotní problémy? (můžete zaškrtnout i více odpovědí)

- Bolesti hlavy
- Bolesti očí
- Bolesti krku
- Problémy se zády
- Problémy s prsty a rukama
- Problémy s chodidly a nohama
- Jiné

11. Byl/a jste už kvůli těmto zdravotním problémům u lékaře?

- Ano
- Ne

PŘÍLOHA P II: SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE

Snímek pracovního dne		
dne:	23. 2. 2018	
počet hodin:	8:00:00	
stav hodin:	6:00:00	14:00:52
stav stopek:	0:00:00	8:00:52

ČINNOSTI	ČAS
porada s mistrem	0:10:25
čtení z technického výkresu	0:12:25
testování prvního výrobku	0:14:22
dokumentace	0:08:47
hledání materiálu	0:22:00
pracování na stroji vrtačky	2:15:00
pracování na stroji lisu	3:20:15
konzultace	0:12:56
přemíst'ování materiálu	0:10:00
povinná přestávka	0:30:00
vizuální kontrola	0:11:01
úklid pracoviště	0:08:25
předání směny	0:05:06

PŘÍLOHA P III: LOGICKÝ RÁMEC

Logický rámec			
Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Rizika
Hlavní cíl Návrh ergonomického uspořádání vybraného pracoviště	Zlepšení ergonomických podmínek o 10% na určitém pracovišti	Legislativa a normy Ergonomické analýzy	
Projektový cíl Zlepšení ergonomických podmínek na pracoviště	Zlepšení pracovního prostředí a uspořádání pracoviště	Projektová část DP	
Výstupy 1 Zpracována analýza současného stavu pracoviště 2 Vytvořeny návrhy pro opatření 3 Zhodnoceny návrhy	Snímek pracovního dne Ergonomické analýzy – RULA, OWAS Dotazníkové šetření Audit pracovního místa	Praktická část DP	Nespolupráce firmy Nespolupráce zaměstnanců
Aktivity	Prostředky	Časový ráme aktivit	
1.1 Studium odborné literatury 1.2 Seznámení s chodem firmy 1.3 Rozhovory se zaměstnanci (dotazníkové šetření) 1.4 Vytvořen snímek pracovního dne 1.5 Analyzovány ergonomické metody 1.6 Zpracovány analýzy 1.7 Formulace návrhů na opatření 1.8 Presentace návrhů	Fotoaparát, počítač, stopky Formulář na snímek pracovního dne Legislativní dokumenty Podklady k ergonomickým analýzám	1.1 říjen – prosinec 2017 1.2 prosinec 2017 – únor 2018 1.3 únor 2018 1.4 únor 2018 1.5 únor – březen 2018 1.6 březen 2018 1.7 březen – duben 2018 1.8 květen 2018	Ztráta dat Chyba v uskutečněných analýzách Nedostatečné teoretické a praktické znalosti

Předběžné podmínky

Spolupráce s firmou

Schválení projektu

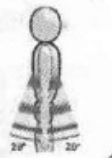















Schválení DP

PŘÍLOHA P IV: RIPRAN ANALÝZA

ID	Hrozba	P-st hrozby	ID	Scénář	P-st scénáře	Celková p-st		Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Nespolupráce firmy	30%	1.1.	Hledání nové firmy	40%	12%	MP	SD	MHR	Akceptace
			1.2.	Změna DP	70%	21%	SP	VD	VHR	Mít v záloze jinou firmu
2.	Nespolupráce zaměstnanců	50%	2.1.	Nezískání dat na analýzu	30%	15%	MP	SD	MHR	Akceptace
3.	Ztráta dat	60%	3.1.	Nedodržení časového harmonogramu odevzdání DP	60%	36%	SP	VD	VHR	Všechny analýzy si zálohovat a dělat vše načas
4.	Chyba v uskutečněných analýzách	20%	4.1.	Vyvození nesprávného závěru	40%	8%	MP	VD	SHR	Kontrola analýz, Konzultace DP s vedoucí práce
5.	Nedostatečné teoretické a praktické znalosti	30%	5.1.	Nedodržení zásad	20%	6%	MP	VD	SHR	Konzultace DP s vedoucí práce
			5.2.	Chybné použití analýz	50%	15%	MP	SD	MHR	Akceptace
			5.3.	Neschopnost pracovat samostatně	40%	12%	MP	MD	MHR	Akceptace

(Zdroj: vlastní zpracování)

PŘÍLOHA P V: RULA

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

		zápěstí							
		1		2		3		4	
		základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení
paže	předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Krk	1	2	3	4
Otočený krk	1	1		
Krk nakloněný na stranu	1	1		

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





(Zdroj: Pivodová, 2017)




trup													
		1		2		3		4		5		6	
		nohy		nohy		nohy		nohy		nohy		nohy	
krk		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

celkové skóre										
		Skóre D								
Skóre C		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1	2	3	3	4	5	5	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6	6	6
4		3	3	3	4	5	6	6	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7	7	7
8		5	5	6	7	7	7	7	7	7
9		5	5	6	7	7	7	7	7	7








(Zdroj: Pivodová, 2017)

PŘÍLOHA P VI: OWAS

Pozice zad		Číslice kódu pozice
Rovná		1
Ohnutá		2
Zkroucená		3
Ohnutá a zkroucená		4

Pozice rukou		Číslice kódu pozice
Obě ruce pod úrovní ramen		1
Jedna ruka nad úrovní ramen		2
Obě paže nad nebo na úrovni ramen		3

Zatížení a síly	Číslice kódu pozice
Méně než 10 kilogramů	1
Mezi 10 a 20 kilogramů	2
Nad 20 kg	3

Pozice nohou		Číslice kódu pozice
Sezení		1
Vzpřímené stání		2
Stání na jedné rovné noze		3
Stání nebo podřep s oběma ohnutými a rovnoměrně zatíženými koleny		4
Stání nebo podřep s oběma ohnutými a nerovnoměrně zatíženými koleny		5
Klečení		6
Chůze		7

		Nohy																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení		
Záda	Ruce	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

(Zdroj: Pivodová, 2017)

PŘÍLOHA P VII: NIOSH

ZDVIHACÍ INDEX jednoduchých úloh (dle ISO 11228-1 a EN 1005-2)

ÚLOHA

Referenční hmotnost (kg.)

	MUŽI	ŽENY	
18-45 let	25	20	<input type="text"/>
<18 a >45 let	20	15	<input type="text"/>

VÝŠKA RUKOU - POČÁTEČNÍ POLOHA

VÝŠKA (cm)	0	25	50	75	100	125	150	>175	VM	<input type="text"/>
MULTIPLIKÁTOR VM	0,77	0,85	0,93	1,00	0,93	0,85	0,78	0,00		

VERTIKÁLNÍ PŘEPRAVNÍ VZDÁLENOST

PŘEMÍSTĚNÍ (cm)	25	30	40	50	70	100	170	>175	DM	<input type="text"/>
MULTIPLIKÁTOR DM	1,00	0,97	0,93	0,91	0,88	0,87	0,86	0,00		

HORIZONTÁLNÍ VZDÁLENOST

HORIZ. VZDÁLENOST (cm)	25	30	40	50	55	60	>63	HM	<input type="text"/>
MULTIPLIKÁTOR HM	1,00	0,83	0,63	0,50	0,45	0,42	0,00		

HORIZONTÁLNÍ ÚHLOVÉ PŘEMÍSTĚNÍ- ASYMETRIE (STUPNĚ)

ÚHLOVÉ PŘEMÍSTĚNÍ	0	30°	60°	90°	120°	135°	>135°	AM	<input type="text"/>
MULTIPLIKÁTOR AM	1,00	0,90	0,81	0,71	0,52	0,57	0,00		

UCHOPENÍ

KLASIFIKACE	DOBŘE	ŠPATNĚ	CM	<input type="text"/>
MULTIPLIKÁTOR CM	1,00	0,90		

FREKVENČNÍ MULTIPLIKÁTOR (FM) V RELACI K DOBĚ TRVÁNÍ

FREKVENCE ZDVIHY/MIN.	TRVÁNÍ KONTINUÁLNÍHO ZVEDÁNÍ		
	≤ 8 HODIN (DLOUHÉ)	≤ 2 HODINY (STŘEDNÍ)	≤ 1 HODINA (KRÁTKÉ)
<0,2	1,00	1,00	1,00
0,2	0,85	0,95	1,00
0,5	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,00	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,00	0,41
12	0,00	0,00	0,37
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00

MULTIPLIKÁTORY PRO OBLASTI NIŽŠÍ NEŽ 75 CM

G JEDNORUČNÍ ZDVIHÁNÍ

NE	ANO	<input type="text"/>
1,00	0,60	

H ZDVIHÁNÍ DVĚMA ČI VÍCE OPERÁTORY

NE	ANO	<input type="text"/>
1,00	0,85	

Hmotnost aktuálně zvedaná (kg.)

Doporučený hmotnostní limit Kg.

ZDVIHANÁ HMOTNOST	ZDVIHACÍ INDEX
<input type="text"/>	<input type="text"/>
DOPORUČENÁ HMOTNOST	

(Zdroj: Pivodová, 2017)