

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zlepšení ergonomie na pracovišti

Autor: **Sára MUSILOVÁ**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Sára MUSILOVÁ
Osobní číslo:	S21B0415P
Studijní program:	B0715A270013 Strojní inženýrství
Specializace:	Průmyslové inženýrství a management
Téma práce:	Zlepšení ergonomie na pracovišti
Zadávající katedra:	Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

1. Pracoviště a jeho okolí
2. Racionalizace a zlepšování
3. Ergonomie pracoviště
4. Analýza současného stavu
5. Návrhy na zlepšení
6. Závěr a vyhodnocení

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. ŠENK, Zdeněk. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci prakticky a přehledně podle normy OHSAS*. 2. vydání. Olomouc: ANAG, 2012. ISBN 978-80-7263-737-9.
2. BUREŠ, Marek. *Toorba a optimalizace pracoviště*. 1. vyd. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-32-3.
3. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické V Praze, 2013. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
4. MÁČEK, Miloš, RADVANSKÝ, Jiří a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-726-2695-3.
5. SHORROCK, Steven. WILLIAMS, Claire. *Human Factors and Ergonomics in Practice*. 1. vydání. CRC Press, 2017. 422 s. ISBN 9781472439253.
6. MALÝ, Stanislav, SVOBODOVÁ, Lenka, TILHON, Jiří a Iveta MLEZIVOVÁ. *Ergonomické stresory pod kontrolou, aneb, Ergonomie – jak na to*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2016. ISBN 978-80-87676-27-1.
7. MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ilona Kačerová**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání bakalářské práce: **20. září 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

V Plzni dne 20. září 2021

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala především vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D., za jeho trpělivost, ochotu a odborné vedení. Mé poděkování patří též Ing. Iloně Kačerové, jež mi svou vstřícností, cennými radami a obětováním svého času pomohla dosáhnout úspěšného zakončení mé bakalářské práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Musilová	Jméno Sára	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zlepšení ergonomie na pracovišti		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	56	TEXTOVÁ ČÁST	42	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se věnuje ergonomii a následné racionalizaci pracoviště. Obsahuje teoretickou část, která přibližuje danou problematiku ergonomie pracoviště a racionalizace. Praktická část práce se dále věnuje analýze vybraného pracoviště. Po identifikaci problematických oblastí jsou navržena nápravná opatření.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">ergonomie, ergonomie pracoviště, racionalizace, analýza, RULA, NV 361/2007 Sb.</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Musilová	Name Sára	
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Improving ergonomics in the workplace		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	56	TEXT PART	42	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis deals with ergonomics and subsequent rationalization of the workplace. It contains a theoretical part, which approaches the issue of ergonomics and rationalization of the workplace. The practical part of the work is further devoted to the analysis of the selected workplace. After the identification of problem areas, corrective measures are proposed.
KEY WORDS	Ergonomics, workplace ergonomics, rationalization, analysis, RULA, NV 361/2007 Coll

Obsah

Úvod.....	11
1 Pracoviště a jeho okolí.....	12
1.1 Definice pracoviště	12
1.2 Pracovní podmínky (prostředí).....	12
1.2.1 Nepříznivé pracovní podmínky	13
1.2.2 Prostorové podmínky.....	13
1.2.3 Fyzické podmínky	14
1.2.4 Organizační podmínky	17
1.2.5 Sociálně-psychologické podmínky	17
1.3 Vliv pracovního prostředí na výkonnost pracovníka.....	18
1.3.1 Faktory ovlivňující výkonnost.....	18
1.3.2 Motivace pracovníků.....	18
2 Racionalizace a zlepšování	20
2.1 Podstata a cíle racionalizace.....	20
2.2 Kontinuální zlepšování	21
2.2.1 Nástroje kontinuálního zlepšování	22
2.2.2 Kaizen.....	22
2.3 Cíle zlepšování	23
3 Ergonomie	24
3.1 Ergonomie pracoviště	25
3.2 Způsob hodnocení ergonomických rizik	26
3.2.1 Metoda OWAS	27
3.2.2 Metoda RULA	27
3.2.3 Metoda REBA	27
3.2.4 Metoda NIOSH.....	28
3.2.5 Metoda podle NV 361	28
4 Představení společnosti	30
4.1 Popis pracoviště.....	31
4.2 Jednotlivé pracovní činnosti	32
5 Ergonomická analýza současného stavu	34
5.1 Analýza pomocí metody RULA	38
5.1.1 Poloha č. 1 a 4 – vyjmutí svazku a zpětné vložení.....	39
5.1.2 Poloha č. 2 – odstranění zbytků po střihání	40

5.1.3	Poloha č. 3 – proces krimpování	41
5.2	Analýza podle NV 361/2007 Sb.	42
5.2.1	Poloha č. 1 a 4 – vyjmutí svazku a zpětné vložení.....	43
5.2.2	Poloha č. 2 – odstranění zbytků po střihání	44
5.2.3	Poloha č. 3 – proces krimpování	45
5.3	Celkové zhodnocení současného stavu.....	46
6	Racionalizace současného stavu.....	47
6.1	Návrh na zlepšení – využitím podstavce	47
6.2	Návrh na zlepšení – snížením stojanu	49
6.3	Další návrhy.....	51
	Závěr.....	52
	Seznam použité literatury	53
	Seznam tabulek	55
	Seznam obrázků	55

Přehled použitých zkratk a symbolů

BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CAD	Počítačem podporované projektování
FST	Fakulta strojní
NIOSH	Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví
NV	Nařízení vlády
OWAS	System pracovní analýzy Ovako
REBA	Rychlé hodnocení celého těla
RULA	Rychlé hodnocení horních končetin
KPV	Katedra průmyslového inženýrství a managementu
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni

Úvod

V dnešní době je ve výrobních podnicích kladen velký důraz na optimalizaci pracovního prostředí, která současně zvyšuje produktivitu zaměstnanců. Díky vývoji vědy a techniky máme k dispozici stále nové postupy a možnosti, jak usnadnit práci člověku, který je nedílnou součástí každého výrobního podniku.

Bakalářská práce s názvem „Zlepšení ergonomie na pracovišti“ je zaměřena na ergonomickou analýzu pracoviště pomocí vybraných ergonomických metod. Cílem práce je pak identifikace nevhodných pozic a následná racionalizace pracovního místa tak, aby bylo nejen příjemné pro zaměstnance, ale také efektivní pro práci. Tento proces vyžaduje jak technické, tak i ergonomické znalosti.

Tato práce je rozdělena do dvou částí. V první části se práce zabývá charakteristikou pracovního prostředí, definuje pracoviště a podmínky, které by měly být dodrženy při tvorbě pracovního místa. Aspektů ovlivňujících pracoviště je mnoho, například je důležité zaměřit se na prostorové podmínky i fyzické podmínky pracovníka. Žádoucí je také eliminace nepříznivých a rušivých podnětů. Jedním z hlavních cílů podniků je konkurenceschopnost. Díky vhodnému přístupu a vyhovujícím pracovním podmínkám je zaměstnavatel schopen motivovat své zaměstnance a tím ovlivnit jejich výkonnost, která má vliv i na konkurenceschopnost celého podniku.

Další úlohou, úzce spjatou s návrhem pracoviště, je racionalizace a kontinuální zlepšování. Kromě definice těchto procesů jsou zde charakterizovány nástroje a postupy racionalizace, protože neustálé zlepšování má za následek postupné zdokonalování systémů.

Druhá část mé bakalářské práce se bude zabývat rozбором pracoviště krimpování především z ergonomického hlediska a vhodnou optimalizací. Pracoviště bude hodnoceno z pohledu fyzické zátěže a vynaložené síly při pracovním procesu. K analýze bude využita metoda RULA a proběhne hodnocení pracovních poloh dle NV 361/2007 Sb. Zásadní zde budou především jednotlivé polohy, které pracovník při své činnosti zaujímá a kolik pohybů vykoná, aby splnil hodinovou normu. Na tomto pracovišti pracují pouze ženy, proto se bude analýza soustředit na ženské pohlaví pro vybrané percentily populace. Po identifikaci nepřijatelných pracovních poloh následuje jejich eliminace.

1 Pracoviště a jeho okolí

V nynější době čelí podniky stále většímu tlaku ze strany konkurence. Není jednoduché udržet se na trhu a stále prosperovat. Jednou z možných konkurenčních výhod, které může podnik využít, je obstarat a zaručit, aby pracovní výkon jejich zaměstnanců byl co nejvyšší. Vysoce produktivní zaměstnanci jsou pro společnost značnou konkurenční výhodou. Efektivnosti pracovníků lze dosáhnout vytvořením vhodných pracovních podmínek, které budou na pracovníka působit pozitivně a budou je motivovat k vyššímu výkonu. V první části se zaměříme na definici pracoviště, vymezení jednotlivých činitelů, které v pracovním prostředí působí a ovlivňují následnou výkonnost.

1.1 Definice pracoviště

Obecná definice pracoviště říká, že je to místo, kde někdo pracuje. Jinými slovy, je to přidělený prostor, kde zaměstnanec nebo pracovní skupina plní podle pokynů zaměstnavatele své pracovní úkoly. Pracoviště dále rozlišujeme na stacionární, na kterém je pracovník trvale vázán, a nestacionární, kde se přemísťuje. [12]

Typ pracoviště se v různých průmyslových odvětvích liší, ale jednoznačně jej můžeme rozdělit dle umístění na vnitřní a venkovní. Vnitřní pracoviště se nachází (vyskytuje) uvnitř budovy, mohou to být například kanceláře, dílny nebo sklady. Za venkovní pracoviště můžeme považovat například práce v terénu nebo práce v objektu společnosti.

Nejproduktivnější pracoviště mají efektivní a pozitivní prostředí, ve kterém mají zaměstnanci nástroje, které potřebují. Porozumění toho, co je pracoviště a jak vytvořit produktivní prostředí, je rozhodujícím faktorem při budování vhodného pracovního místa. [12]

1.2 Pracovní podmínky (prostředí)

Pracovní prostředí může být pro zaměstnance stabilním zázemím, ale i nepřátelským územím, které v něm vyvolá nepříznivé pocity například stres, úzkost nebo frustrace. Pracovní podmínky pak hrají významnou roli ve vztahu k pracovnímu výkonu. [1]

Každý pracovník je při své práci ovlivňován velkým množstvím vnějších vlivů, jejichž působení si nemusí ani uvědomovat. Důležité je, aby si toto negativní působení uvědomili jejich zaměstnavatelé. Zejména pokud si přejí mít ve firmě efektivní jedince. Pracovní podmínky působí na zdravotní i psychický stav pracovníků, na jejich výkonost, spolehlivost a v neposlední řadě také na jejich spokojenost. Tyto podmínky můžeme rozdělit do několika oblastí:

- ✓ prostorové, estetické a funkční řešení pracoviště,
- ✓ fyzické podmínky práce,
- ✓ optimalizace techniky a pracovních prostředků,
- ✓ bezpečnost práce,
- ✓ organizační podmínky práce,
- ✓ hygienické podmínky,
- ✓ zdravotně-preventivní péče o pracovníky,
- ✓ sociálně-psychologické faktory. [8]

1.2.1 Nepříznivé pracovní podmínky

Pracovní podmínky, vyžadující podrobnější analýzu a následné řešení, jsou zejména ty, které nepříznivě ovlivňují působení člověka v pracovním procesu a působí negativně na jeho zdraví, výkon i spokojenost. Nepříznivé podmínky práce lze členit na základě míry důsledku jejich působení na člověka.

- **Nepříjemné pracovní podmínky** – nezpůsobují snížení pracovního výkonu, ale často mění postoj pracovníka k určité podnikové realitě. Například to může být změna subjektivního hodnocení určitého stavu od příjemného k nepříjemnému atd.
- **Rušivé pracovní podmínky** – mají za následek snížení pracovního výkonu zaměstnance. Mezi rušivé pracovní podmínky řadíme jednak fyzické faktory pracovního prostředí, například nedostatečné osvětlení místnosti, ale i nevhodné sociálně-psychologické faktory.
- **Škodlivé pracovní podmínky** – zapříčiňují poškození organismu, například zranění, nemoc z povolání, popálení. Mezi škodlivé pracovní podmínky patří extrémní hluk, vysoké teploty, oheň atd. [1]

Rozhodně je nutné zabývat se pracovními podmínkami i v případě, že neovlivňují pracovníky nepříznivě. Jejich koncepční řešení umožňuje vytvořit takové pracovní prostředí, pomocí kterého zajistíme nebo zvýšíme pohodu pracovníků při výkonu pracovní činnosti, jejich tzv. pracovní komfort.

1.2.2 Prostorové podmínky

Prostorové a funkční řešení pracoviště patří mezi velmi důležitá kritéria pracovního prostředí. Pro každého pracovníka je velmi důležité, jak vypadá jeho pracovní prostor a pracovní místo, které musí být řešeno funkčně. Od pracovníka je požadován dobrý pracovní výkon. Aby jej mohl pracovník podávat, je zapotřebí zajistit na pracovišti splnění několika podmínek. [2]

- Pracovní prostory by měly být vytvořeny s ohledem na antropometrické charakteristiky pracovníků.
- Pracovní místo musí být uspořádáno pro každého pracovníka tak, aby mohl účelně vykonávat patřičné pracovní pohyby.
- Technická zařízení, nářadí, nástroje a přístroje by měla být optimálních rozměrů i tvarů.
- Pracoviště by mělo být opatřeno nábytkem optimálních rozměrů.
- Vhodné rozmístění pomůcek a zpracovaného materiálu. [2]

Celkové uspořádání pracoviště by mělo poskytovat práci ve vhodné poloze vsedě či vestoje. Vzhledem k dlouhodobě podávanému výkonu je vhodnější práce vsedě, ale mělo by být zároveň umožněno střídání pracovních poloh.

Některé pracovní činnosti však vyžadují práci v nepřírodných polohách, například vleže nebo v předklonu. U těchto typů pracovních činností by měla být přijata opatření pro zmírnění fyzického zatížení pracovníků. Je proto třeba zvolit specifický režim a odpovídající podmínky.

1.2.3 Fyzické podmínky

Fyzické faktory, které působí na zaměstnance v pracovním prostředí, jsou různorodé. Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující pracovní prostředí jsou mikroklimatické podmínky, kterým je vystaven každý pracovník, ať dělá jakoukoliv práci. Mezi další faktory řadíme zvukové podmínky na pracovišti, organizace osvětlení i barevné řešení. Cílem je, aby pracovník pocíťoval fyzickou pohodu.

Mikroklimatické podmínky na pracovišti

Mezi mikroklimatické podmínky na pracovišti patří především teplota, vlhkost a proudění vzduchu, ale i různá znečištění vzduchu, prašnost nebo chemické výpary. Tyto podmínky jsou obvykle stanoveny normativně. Pokud jsou tyto faktory v extrémních hodnotách, mohou negativně ovlivnit výkonnost pracovníka.

Ideální teplota na pracovišti by se měla pohybovat v rozmezí 20 až 28 °C. Pokud je fyzická náročnost prováděné činnosti vyšší, měla by teplota prostředí být nižší a naopak. Ve výrobních halách, kde se pracovníci neustále pohybují, je ideální teplota pracoviště mezi 16–18 °C. Pokud se jedná o práci vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, jako jsou kancelářské a administrativní práce, neměla by maximální teplota místnosti přesáhnout hranici 27°C. [13]

Teplota může ovlivňovat nejen subjektivní pocity pracovníků, ale má vliv i na jejich výkonnost. Povinností zaměstnavatele je vytvořit pro pracovníka takové tepelné prostředí, ve kterém bude zajištěna jak jeho pracovní pohoda, tak i bezpečnost. Například pokud klesne teplota pracoviště pod 10 °C, musí zaměstnavatel zaměstnanci zajistit teplý pracovní oděv. Čím více teplota klesá, je potřeba učinit taková pravidla, kterými předejeme například úrazům pracovníka. Taková pravidla se mohou týkat například časové hranici výkonu práce. [13]

Nejvyšší povolená tepelná hranice na pracovišti je 34°C. Pokud je tato hranice překročena zvyšuje se riziko úrazu na pracovišti. V tomto případě je nutné uplatnit režim střídání práce a zároveň musí být poskytnuty bezpečnosti přestávky i ochranné nápoje.

Na výkonnost pracovníka má vliv i vlhkost pracovního prostředí, která se udává jako „relativní vlhkost vzduchu“. Přípustná hodnota se pohybuje v rozmezí od 30 % do 70 %, optimální hodnotou je tak vlhkost pohybující se okolo 50 %. Pokud je vzduch příliš suchý, může docházet k vysušování sliznice, a tak ke snižování minerálů v těle, které mají vliv na únavu pracovníka. Zároveň při zvyšování vlhkosti vzniká u člověka nadměrné pocení. Proto je na místě využívat zařízení k úpravě relativní vlhkosti vzduchu na pracovištích, například klimatizace nebo zvlhčovače. [13] [2]

Velmi negativně může také působit intenzivní proudění vzduchu (průvan). Proto je vhodné, aby byl pohyb vzduchu optimalizován v rozmezí 0,2 – 0,5 m/sec

Osvětlení na pracovišti

Převážnou většinu všech informací přijímá lidské tělo pomocí zraku. Proto je potřeba na pracovišti zajistit ty nejvhodnější podmínky vidění. Osvětlení velice ovlivňuje pracovní výkonnost a zároveň působí i na produktivitu a bezpečnost práce. Nedostatečná míra osvětlení může vést ke zhoršení soustředění, únavě, bolesti očí, depresi i úrazu.

Je známo, že lidské oko je přizpůsobeno dennímu světlu, tudíž je pro pracovní výkon nejvhodnější. Jeho nevýhodou je však proměnlivost během dne, díky které není možné zajistit jeho stálou intenzitu. Ne vždy je ale možné využití denního světla, a proto je třeba využít světlo umělé. Bohužel i umělé osvětlení má své nevýhody. Projevují se oslněním, velkými kontrasty i nerovnoměrným osvětlením. Je tedy nutné při zvolení umělého světla pomýšlet na správný výběr svítidel. [8]

Velice důležitá je také eliminace rušivého osvětlení, stínů, odlesků a odrazů. Zároveň nesmí být příčinou oslnování. U vyššího stupně oslnění je pro pracovníky obtížnější rozeznávat detaily, nastává u nich pocit nejistoty a únavy, klesá pracovní výkon. Často se pro zabránění rušivých a nepříjemných elementů používá takzvané sdružené osvětlení, které kloubí denní světlo s umělým. [14]

Osvětlení pracovišť denním, umělým, popřípadě sdruženým osvětlením musí odpovídat nárokům vykonávané práce na zrakovou činnost, pohodu vidění a bezpečnost zaměstnanců v souladu s konkrétními technickými požadavky obsaženými v příslušných českých technických normách. (např. ČSN EN 12464-1 (36 0450) Světlo a osvětlení – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory

Barevné řešení pracoviště

Při barevném řešení pracoviště musíme dbát na psychologické působení barev na člověka. Díky barvám se lidé často cítí lépe a radostněji, méně podléhají nudě a únavě. Barvy jsou na pracovišti využívány především k bezpečnosti, orientaci a plní i funkci estetickou. Mají velký vliv na efektivnost, jelikož barevnost předmětů umožňuje jejich rychlé a přesné rozlišení.

Barevně se rozlišuje například první či poslední schod, zúžený či snížený prostor. K takovému či podobnému označení se používá kontrastní barevná kombinace černé a žluté, které v přírodě signalizují nebezpečí (vosa, tygr). Když se řekne „semafor“, každý si vybaví jeho barevné složení. I v tomto případě bylo použito psychologického významu barev (tj. **červená – stůj**; **oranžová – pozor**; **zelená – jed**). [3]

Každá z barev, objevující se na pracovišti, má svůj význam. Například v praxi se červená barva používá pro výstražná značení, oranžová představuje nebezpečí, naopak modrá evokuje bezpečí a zelenou barvou jsou značeny únikové východy.

Barvy lze využívat také při úpravě prostor. Teplé barvy na stěnách prostor opticky zmenšují, studené barvy na člověka působí naopak. Světlá barva na stropě opticky zvyšuje místnost. Pokud se pracoviště nachází v chladném prostředí, upřednostňují se barvy teplé. V provozech s vysokými teplotami, se naopak využívají barvy studené, protože navozují pocit chladna. [14]

Zvukové podmínky pracoviště

Na každém pracovišti se vyskytují různé zvukové podněty, které působí na pracovníky rozdílnou intenzitou. Jedním z těchto podnětů je tzv. zvuková kulisa, kterou tvoří obvykle slabé akustické podněty, nebývá příliš intenzivní, aby nepůsobila rušivě. Takovým podnětem může být například potichu hrající rádio. Další zvukové podněty jsou ty, které využíváme ke komunikaci mezi lidmi. Patří sem zejména různé zvukové signály sloužící k dorozumívání, nepravidelný chod stroje a podobně.

Třetím případem zvukového podnětu, který může na pracovníka působit je hluk. Je to stimul s nadměrnou intenzitou, který může působit rušivě. Hluk má negativní vliv na lidský organismus. Znesnadňuje kvalitní výkon práce, komplikuje dorozumívání mezi lidmi při práci, způsobuje horší soustředění a urychluje vznik únavy. V neposlední řadě má účinek hluku nepříznivý vliv na zdraví pracovníka. Jeho intenzita je důležitým faktorem indikace možných onemocnění a poruch. Nejčastěji se s hlukem setkáváme ve výrobních halách. Zdrojem mohou být technologické procesy, chod strojů a technických zařízení. Zaměstnavatel je povinen příčiny hluku eliminovat, nebo alespoň minimalizovat. Ochrana může být řešena: [15]

- **technologicky** – úprava strojů a technických zařízení, změny technologického postupu;
- **snížením hluku jako takového** – izolace zvuku použitím proti-hlukových bariér, na které je vhodné použít materiál pohlcující zvuk (korek, skelná vata atd.);
- **osobní ochranné pomůcky** – mezi nejčastější ochranné pomůcky patří špunty do uší, proti-hluková sluchátka, ale mohou to být například i kapy nebo ušní vložky. [8]

Důležitá charakteristika zvuku je v této souvislosti hlasitost udávaná v decibelech. Při práci v kanceláři by neměl být přesažen limit meze 65 dB. Povinnost zaměstnance poskytovat ochranu nastává, pokud hladina zvuku a vibrace překročí hranici 80 dB. Následující přehled uvádí stupnici člověkem vnímaných zvuků: [16]

Tabulka 1.1 Příklady intenzity hluku [3]

Intenzita	Zdroj hluku
10 dB	počátky sluchového vnímání
20 dB	šelest listí
30 dB	tichý šepot
40 dB	hluk pronikající zvenčí do uzavřené místnosti
50 dB	tichý hovor, slabě hrající rádio
60 dB	normální rozhovor
70 dB	hra na klavír v místnosti, psací stroj
80 dB	silný dopravní hluk
90 dB	provoz na dálnici, vrtačka
95-100 dB	traktor, přelet letadla
100-110 dB	svařování, cirkulárka
120 dB	diskotéky při maximálním zesílení
130 dB	pneumatické kladivo
150 dB	stíhací letoun

1.2.4 Organizační podmínky

Organizační podmínky formují důležitý rámec pracovního prostředí, mají vliv nejen na výkonnost, ale také na spokojenost a celkovou atmosféru na pracovišti. Z hlediska organizace práce a pracoviště řadíme mezi organizační podmínky:

- ✓ **zajištění efektivního a bezporuchového výkonu pracovní činnosti**
- ✓ **racionální a efektivní koordinace pracovního úsilí** – tato organizační složka běžně spadá do kompetence příslušného vedoucího pracovníka;
- ✓ **organizační zajištění plynulosti práce** – je založena na plynulém přísunu pracovních úkolů, materiálu, lhůt a energie, při nedostatečném zajištění plynulosti práce hrozí riziko pracovního vypětí. [3]

1.2.5 Sociálně-psychologické podmínky

Zatímco mnoho zaměstnavatelů zastává názoru, že vztah zaměstnanců k práci je ovlivněn především materiálním prostředím, je tomu právě naopak. Mnohem významnější je pro zaměstnance kvalita mezilidských vztahů, které panují na pracovišti. Význam těchto vztahů je dán především tím, že dochází k uspokojení sociálních potřeb člověka. Důležitost sociálního kontaktu, potřeba poskytování i přijímání pomoci, potřeba někam patřit nebo být veden, to všechno je pro zaměstnance nezbytné.

Vztahy na pracovišti mohou být formálního nebo neformálního charakteru. Formální vztahy, vyplývající z organizační struktury a pracovního řádu podniku, by měl pracovník respektovat. Budováním neformálních vztahů na základě svých potřeb a subjektivních preferencí (sympatie, antipatie), uspokojuje zaměstnanec své sociální potřeby. O takzvané sociální klima na pracovišti by se měl starat každý jedinec v podniku. [8]

1.3 Vliv pracovního prostředí na výkonost pracovníka

Pracovní výkon lze chápat nejen jako označení kvality a kvantity práce, ale jako samotný přístup každého zaměstnance. Na pracovní výkon má bezpochyby vliv prostředí, ve kterém se pracovník nachází. Tento vliv může být jak pozitivní, tak i negativní. Výkon charakterizujeme jako výsledek určité pracovní činnosti člověka, kterého je dosaženo v daném čase a za daných podmínek. Výkoností pak rozumíme dlouhodobé vyjádření pracovního výkonu. [8]

1.3.1 Faktory ovlivňující výkonost

Na pracovní výkonost mají vliv vnější i vnitřní faktory. Některé vnější faktory spadají pod pracovní podmínky, které byly již charakterizovány v předchozím textu. Mimo pracovní podmínky ovlivňují výkonost i další faktory, které zahrnují:

- a) technické, ekonomické a organizační podmínky – vybavenost a celkové uspořádání pracoviště, delegování práce, pracovní doba a způsob odměňování,
- b) společenské podmínky – úroveň a kvalita vedení lidí, komunikace a vztahy mezi pracovníky,
- c) situační podmínky – politické a hospodářské události, změny ve firmě, inovace výroby, mimořádné události,
- d) osobnostní determinanty – tělesné a duševní předpoklady, kvalifikovanost, osobní vlastnosti nebo zdravotní stav pracovníka. [3]

Je důležité říci, že na výkonost pracovníka působí také jeho psychický stav, který je vyvolán vnějšími podmínkami. Pocit mírné úzkosti ovlivňuje výkonost zdravého pracovníka pozitivně, protože mu dává impuls k aktivitě, silná úzkost naopak negativně. Pokud je pracovník vystaven dlouhodobému stresu nebo jinému psychickému zatížení, jeho výkon se bude snižovat. Proto je vhodné najít ideální hranici mezi pozitivně a negativně ovlivňujícími faktory.

1.3.2 Motivace pracovníků

Motivace pracovníků je jednou z úloh a cílů vedoucích pracovníků. Bez ohledu na druh pracovní činnosti, je proces motivace důležitý pro jakoukoli. Motivace představuje soubor vnitřních faktorů, které podněcují člověka k činnosti a tím vedou k dosažení určitých cílů. Je žádoucí probudit u pracovníka jeho vnitřní hnací sílu, která ho určitým směrem zaměřuje, aktivizuje a vzniklou aktivitu udržuje. V podniku je motivace úzce spjata s výkoností pracovníků. To dokazuje i vzorec, který výkonost člověka zjišťuje. [3]

$$V = f(S \times M)$$

- V vyjadřuje úroveň pracovního výkonu
- S jsou schopnosti pracovníka
- M zastupuje motivaci [3]

Ze vzorce je tedy zřejmé, že pokud budou schopnosti nebo úroveň motivace rovné nule, bude výkon pracovníka rovněž nulový. Dle toho, odkud vychází, rozlišujeme motivaci vnitřní a vnější. [8]

a) Vnitřní motivace

Je to stav, kdy lidé vykonávají činnost za účelem vlastního uspokojení. Vychází proto přímo z potřeb člověka. Mezi faktory ovlivňující vnitřní motivaci mohou patřit základní životní potřeby, potřeba jistoty a bezpečí. Mohlo by se na první pohled zdát, že na vnitřní motivaci nemá zaměstnavatel vliv, ale není tomu tak. Jak zaměstnavatel, tak i vedoucí pracovník může podpořit vnitřní motivaci zaměstnance. Nejčastěji pochvalou nebo obecným oceněním dobře vykonané práce. Při motivaci našich zaměstnanců je důležité klást důraz především na komunikaci, pokud známe svého zaměstnance, je jednodušší jeho potřeby uspokojit. [17]

b) Vnější motivace

V případě vnější motivace se jedná naopak o stav, kdy člověk jedná pod vlivem vnějších činitelů. Tvůrcem vnější motivace bývá z pravidla zaměstnavatel. Nejčastější faktory mají obvykle formu odměn nebo trestů. Mnohdy zaměstnavatel své pracovníky motivuje skrze zvýšení mzdy, bonusů, povýšení, atraktivního pracovního prostředí, ale i naopak pomocí trestů, výhrůžek výpovědi a podobně. Proto lze motivaci dále rozdělit na pozitivní a negativní. V praxi je dokázáno, že pracovníci jsou více motivováni pomocí pozitivních stimulů, než když jsou vystaveni práci pod nátlakem. [18] [3]

Mnoho podniků se častěji zaměřuje na motivaci vnější. Spoléhá na využití klasických motivačních nástrojů. Nevýhodou vnější motivace je však její krátkodobost a finanční náklady. Člověk se v průběhu času tomuto systému přizpůsobí a tím motivace ztrácí účinek. Proto je z dlouhodobého hlediska efektivní zaměřit se na motivaci vnitřní. Dlouhodobě výkonní pracovníci jsou jen tehdy, když oni sami pocítují touhu dosahovat konkrétních cílů a tím uspokojují své potřeby. Z toho vyplývá, že i motivace je úzce spjata s pracovním prostředím. [18]

2 Racionalizace a zlepšování

Následující kapitola je věnována racionalizaci a kontinuálnímu zlepšování. Protože úspěch podniků v dnešní době je do velké míry ovlivněn také tím, jak dobře dokáže hledat nové a efektivnější způsoby pro řízení výrobních procesů, je tedy nutné neustále zlepšovat veškeré procesy za současného zapojení všech zaměstnanců.

2.1 Podstata a cíle racionalizace

V racionalizaci hraje hlavní úlohu především rozum, přemýšlení a uplatňování jednoduchých logických zásad. I proto toto označení vychází z latinského slova “rácio“, které v překladu znamená rozum. Mezi hlavní znaky řadíme univerzálnost, systematickosti a komplexnost.

Racionalizací rozumíme cílevědomou a systematickou činnost využívající všech znalostí a prostředků ke zvyšování výkonnosti a ekonomičnosti práce. Podstata racionalizace je založena na nepřetržitém zdokonalování výrobního procesu, především díky neustálému zvyšování produktivity práce, a s tím související zlepšování ekonomických výsledků. V neposlední řadě má racionalizace vliv i na konkurenceschopnost podniku. [9]

Zjednodušeně řečeno je nutné, aby se výrobní proces realizoval na stále vyšší úrovni technologie výroby, organizace práce, řízení a techniky. Zdokonalování ovšem nevyjadřuje výhradně jen zlepšování produktivity podniku, ale také eliminaci zbytečných ztrát, které též můžeme nazvat jako plýtvání. Zamezení plýtvání všech druhů výrobních zdrojů je jedním z hlavních cílů racionalizace. Pokud bychom se chtěli zaměřit na konkrétní postupy, které vedou k uspokojení těchto cílů, měl by se podnik zabývat těmito úlohami. [10]

- Usilovat o zkvalitnění všech činností logistického řetězce – snížit výrobní náklady, zkrátit dobu výroby, zlepšit pracovní prostředí atd.
- Soustředit se na místa, která jsou rozhodující pro produktivitu, kvalitu a tím i konkurenceschopnost.
- Optimalizovat systém informačních a materiálových toků – zamezit ztrátám, které mohou přetěžovat výrobu, nebo způsobit její nerovnoměrnost. [20]

Mezi základní nástroje racionalizace patří:

- Technologičnost konstrukce
- Technická úprava pracoviště – přípravky, držáky a mechanismy
- Ergonomické uspořádání pracoviště
- Optimalizace postupů při výrobním procesu

Základní postup racionalizace:

- 1) Analýza pracovního systému
- 2) Posouzení a zhodnocení současného stavu
- 3) Vytvoření základních racionalizačních metod
- 4) Realizace
- 5) Vyhodnocení efektivnosti [10]

Podnik by se měl zaměřit i na pravidla racionalizace, kterými jsou jednoznačně bezpečnost práce, optimální pracovní tempo, rytmická práce, dobrá pracovní atmosféra a vyloučení zbytečného přerušení v práci. V neposlední řadě je nutné si pamatovat, že napravovat škody a nedostatky je mnohdy dražší než jim předcházet, a dělat něco zbytečného se nevyplácí. [19]

2.2 Kontinuální zlepšování

Kontinuální neboli neustálé zlepšování představuje postupné a pořádek každodenní zdokonalování systémů, procesů i produktů. Zlepšování probíhá na základě porozumění kořenových příčin problémů, díky kterým dochází k dočasným nebo trvalým opatřením a jejich následnému řešení. Pomocí inovace jsou zásadním způsobem překonány a nahrazeny stávající technologie. Proces inovace klade důraz především na efektivnost řešení problémů, kdy po zjištění toho nejefektivnějšího je důkladně změněn stávající proces. [20]

Vyjma produktových a procesních inovací, jsou pro proces zlepšování významné i organizační inovace. Představují uvedení nové organizační metody do podnikových postupů, organizačních a vnějších vztahů, i pracovních míst. Jsou zaměřeny na zvýšení výkonnosti podniku.

Proces kontinuálního zlepšování má také své postupy a kroky, jimiž je nutné projít. Důležité je pomýšlet i na motivaci a zapojení všech zaměstnanců do procesu. Právě pracovníci jsou ti, kteří se v daném procesu pohybují a mohou na nedostatky upozornit. Způsobů, jak zapojit zaměstnance do inovací je mnoho, záleží na jednotlivých podnicích. Pokud se rozhodneme procesy systematicky „neustále zlepšovat“, měli bychom postupovat následovně v jednotlivých krocích. [10] [9]

- 1) Definujeme, o jaký proces se jedná a stanovíme jeho cílové parametry
- 2) Analyzujeme příčinu – zaměřujeme se na hlavní příčinu, která by měla vést ke zlepšování (vstup, výstup, obsah, činnosti a postupy, dokumentace atd.)
- 3) Navrhujeme opatření – centralizace, zjednodušení, zeštíhlení, změna postupů atd.
- 4) Aplikujeme a testujeme zvolená protiopatření
- 5) Kontrolujeme výsledky [9]

Základním a hlavním procesem, který předchází výše uvedeným krokům, je samotné uvědomění si, že je třeba něco zlepšit. Předpokladem k tomuto uvědomění je výborná znalost daného procesu. Nejsložitější částí celého postupu zlepšování, je přiznat si, že něco není v pořádku nebo to dokonce nefunguje. Lidé obecně nemají rádi změny a už vůbec ne, když se jedná o jejich zavedený pracovní proces. I tak bychom se měli snažit, aby nastavené změny a opatření v současném postupu byly pozitivně přijaty.

„Ve většině neúspěšných podniků se vytvořila podniková slepota k vlastním nedostatkům. Tyto organizace netrpí tím, že by nedokázaly vyřešit svoje problémy, ale tím, že je nevidí.“ (John Gardner)

2.2.1 Nástroje kontinuálního zlepšování

Nástrojů pro účely shromažďování, zajišťování a uspořádání dat, které vedou k následné analýze je mnoho. Pomocí těchto prostředků je možné provést analytický rozbor přispívající k řešení problému. Mezi tyto nástroje patří například. [10]

- Formulář pro sběr dat – slouží k zachycování údajů o sledované situaci
- Vývojový diagram – usnadňuje orientaci a pomáhá porozumět procesu
- Ishikawův diagram – známý také jako „diagram rybí kostry“
- Paretův diagram – přispívá k uspořádání sledovaných problémů dle jejich významu

2.2.2 Kaizen

Kaizen je obvykle nejpoužívanějším výrazem japonských managerů. Jedná se o přístup, který posouvá kupředu neustálé zlepšování v podniku. Metoda je založena na stálých pozitivních změnách, které mohou vést k většímu a významnému růstu. Kaizen je založen na komunikaci a spolupráci mezi členy organizace v rámci zlepšování štíhlých procesů. Oproti ostatním metodám se zaměřuje na výrobní proces, postupuje po malých krocích, bez velkých investic, s okamžitým uskutečněním, na kterém se podílí všichni zaměstnanci. Název kaizen pochází z japonštiny a ve volném překladu znamená „změna k lepšímu“. [20]

改

Kai – změna

善

Zen – dobrý

K dosažení stanovených cílů využívá metoda kaizen implementaci tří klíčových principů, z nichž jedním je realizace takzvaného nástroje 5S. Tyto kroky se týkají organizace pracoviště a tvoří pevný základ, na kterém je založena snaha o neustálé zlepšování. Jedná se

o jednoduchý nástroj zaměřený na plynutí ve výrobním procesu. Těchto pět kroků je následujících:

- **Pořádek** – cílem tohoto kroku je utřídit a rozeznat, které předměty na pracovišti jsou nepotřebné a zbytečné. Abychom toho dosáhli efektivně, musíme toto vybavení z pracoviště úplně odstranit. Tento krok je časově nejnáročnější.
- **Pořadí** – dalším krokem je uspořádání všech nástrojů, podle určitých způsobů a pravidel skladování. Ideálně tak, aby bylo možné všechny položky snadno najít, použít a také zpět odložit. Myšlenka této fáze spočívá v tom, aby vše, co je potřeba k činnosti bylo snadno dostupné a k dispozici.
- **Čistota** – další nedílnou součástí je úklid pracoviště. Kromě základního čištění zahrnuje také pravidelnou údržbu zařízení a strojů. Plánováním stálé údržby lze předejít poruchám stroje a zachytit tak problémy včas.
- **Standardizace** – pomocí tohoto kroku je nutno systematizovat vše, co se doposud stalo. Jde tedy o snahu proměnit jednorázové úsilí v trvalé zvyky. Standardizace přiděluje pravidelné úkoly, vytváří plány a zveřejňuje pokyny.
- **Disciplína** – nejdůležitějším krokem je proces udržování. Je nutné dodržovat zavedené standardní postupy a tím zajistit udržení hladkého chodu 5S. [21]

Podstatné je i stálé zapojení všech pracovníků podniku. Cílem není vytvoření krátkodobého projektu, ale vytvoření stálého a dlouhodobého programu, který se v ideálním případě stane součástí kultury podniku.

2.3 Cíle zlepšování

Jak už bylo zmíněno v předchozím textu, cílem neustálého zlepšování podniku je provádět v průběhu času růstové změny. Spíše než vývoj a opouštění procesů by měl podnik usilovat o stálé zlepšování kvality produkce. Stát se efektivnější a tím i konkurenceschopnější by mělo být hlavním cílem každého podniku.

3 Ergonomie

Ergonomie je věda, vycházející ze stále přítomné snahy lidí optimalizovat své úsilí k dosažení určitých cílů. Prolíná různé obory a setkáváme se s ní prakticky denně. Důležitou roli hraje také optimální návrh pracoviště s přihlédnutím k možnostem a omezením pracovníka. Tedy co nejlépe využít prostor a zajistit tak bezpečné pracovní prostředí bez ohrožení zdraví s cílem dosáhnout maximální efektivity práce. [3] [5]

Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakci člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. [22]

Ergonomie tvoří nedílnou součást všech činností a pracovního prostoru. Je úzce spjata s bezpečností práce, hygienou práce a ochranou zdraví. Ergonomii lze rozdělit do tří základních oblastí.

Fyzická ergonomie

Tato oblast se zabývá vlivem pracovního prostředí a pracovních podmínek na lidské zdraví. Zaměřuje se především na prevenci zranění pracovníků prostřednictvím návrhů a hodnocení pracovišť, včetně pozic a manuálních úkolů. Kromě eliminace zranění se fyzická ergonomie zaměřuje také na zvýšení produktivity práce, snižuje chybovost a zvyšuje kvalitu produktů. Zkoumá způsoby, jakými lidské tělo manipuluje s nástroji, které denně využívá k činnosti. [3]

Psychická ergonomie

Zaměřuje se na psychologické aspekty pracovní činnosti, mezi které můžeme řadit psychickou zátěž, interakce člověk-stroj, dovednosti, stres nebo výkonnost. Usiluje především o to, aby vykonávaná činnost nebyla příliš monotónní. [7] [3]

Organizační ergonomie

Zabývá se především optimalizací sociálně-technických systémů, včetně jejich organizačních struktur, postupů a strategií. Důležitou úlohou organizační ergonomie je také optimalizace práce v týmu, práce na směny i pracovního odpočinku. Zahrnuje lidský systém pro komunikaci, zajištění pracovního komfortu a sociální pohody. [7]

Kromě těchto základních oblastí se ergonomie věnuje i oblastem speciálním, které se konkrétně vztahují k určitému profesnímu zaměření v určitém pracovním systému. Jedná se o myoskeletární ergonomii zabývající se onemocněním pohybového aparátu. Psychosociální ergonomie řeší psychologické a sociální požadavky na pracovníka. Dále pak můžeme definovat rehabilitační a participační ergonomii jako oblast zabývající se úpravou pracoviště s ohledem na pracovníkův zdravotní stav. [6]

3.1 Ergonomie pracoviště

Při ergonomickém řešení pracovního místa se jej snažíme uspořádat a vybavit tak, aby co nejefektivněji přispívalo k pocitu pracovního komfortu. Je také důležité dbát na využití výkonnostní kapacity (schopností, znalostí a dovedností) zaměstnance a v rámci technických možností. Správně zvolenou ergonomií pracoviště usilujeme také o snížení či omezení zdravotně negativních a škodlivých působení faktorů na pracovníka. Při ergonomickém řešení pracoviště je třeba se zaměřit především na:

- ✓ pracovní prostředí (již vysvětleno v kapitole 2.2),
- ✓ pracovní a manipulační prostor (např. zóny dosahu),
- ✓ patřičné rozmístění oznamovacích a ovládacích prvků,
- ✓ ergonomii pracovních pohybů,
- ✓ vhodnou volbu pracovní polohy (práce v sedě, práce ve stoje, ...),
- ✓ výšku pracovní roviny,
- ✓ zorné podmínky při práci,
- ✓ rizikové ergonomické faktory. [23]

Jejich cílem je vytvořit a zajistit rovnováhu mezi požadavky a nároky, jež vyžaduje práce s technickým zařízením a výkonovou kapacitou pracovníka. Díky této rovnováze zajistíme vyšší produktivitu a spolehlivost pracovního systému, to je snížit pravděpodobnost chybovosti, lidského selhání i výskyt pracovních úrazů.

Souhrn ergonomických kritérií musí také obsahovat hlediska týkající se pracovního prostředí. Pokud ergonomická kritéria představují hlediska, která bychom při hodnocení neměli opomenout, pak ergonomické parametry stanovují jejich kvalitu pomocí měřitelných krajních mezí. Pokud řešíme ergonomii z hlediska pracovního místa, pak zkoumané a měřené parametry budou následující: minimální prostor či podlahová plocha, minimální vzdušný prostor, maximální hmotnost břemen, výška pracovních a manipulačních rovin, limity hluku, osvětlení a dalších faktorů prostředí. [2] [5]

Koncepce a konstrukční pojetí každého pracovního prostředku či nástroje má vždy určité důsledky pro naše pracovníky. Určuje například v jaké poloze bude činnost vykonávat, jak bude jeho konání fyzicky náročné, jaké pohyby bude vykonávat a zda bude vystaven nebezpečí úrazu. Tato hlediska determinují úlohu člověka. [4]

3.2 Způsob hodnocení ergonomických rizik

Hlavní zásadou pro tvorbu vhodného pracovního místa je tedy odstranění všech škodlivých, rušivých a obtěžujících vlivů. Pro nalezení těchto škodlivých vlivů využívá ergonomie několika metod. [24]

Z mezioborové povahy ergonomie však vyplývá, že podle účelového využití se bude lišit výběr metod i jejich souborů. Metody, přispívající k popisu a analýze pracovních systémů, lze rozlišovat a aplikovat oborově následovně.

- ✓ Metody určené ke sběru informací o pracovní činnosti – řízený rozhovor, časové a pohybové studie atd.
- ✓ Metody užívané při projektování a racionalizace
- ✓ Metody hodnotící pracovní prostředky – kontrolní listy, bodovací metody
- ✓ Metody hodnotící faktory pracovního prostředí [24]

Další ze způsobů hodnocení z pohledu ergonomie, je aplikace metod, které hodnotí zejména fyzickou zátěž při manipulaci s materiálem. Tyto metody využívají různé druhy tabulek a checklistů, které podle vhodně přiřazeného kritéria vybraného faktoru (např. pozice nohou či rukou pracovníka při práci) apelují na změnu nebo úpravu pracoviště.

3.2.1 Metoda OWAS

Tato metoda byla vyvinuta finskými pracovníky těžkého průmyslu. Následně byla zavedena jako jedna z metod, které jsou jednoduché a užitečné. Metoda je aplikována díky svým zlepšovacím návrhům.

„Hodnotí se relativní nepohodlí pracovní pozice na základě polohy zad, rukou a nohou a hladiny zatížení. Danému pracovnímu postoji se přiřadí hodnotící číslo, které označuje naléhavost provést korektivní měření. Korektivní měření se provádí pro snížení potencionálního nebezpečí zranění pracovníka.“ [25]

3.2.2 Metoda RULA

RULA (Rapid Upper Limb Assessment – Rychlé hodnocení horních končetin) je metoda zabývající se hodnocením postoje a pozicí horní poloviny těla, zejména horních končetin. Zaměřuje se především na polohové a biomechanické zatížení těchto oblastí.

Hodnocení se zaznamenává do pracovních listů, tzv. RULA Scoreboard. Hodnotí se jednotlivé parametry dle metodického postupu a výsledně je určeno skóre polohy. Hodnota tohoto skóre určuje následný postup. Výhodou této metody je jednoduchost a rychlost provedení. Nevýhodou pak, že nezohledňuje dolní končetiny.

Tabulka 3.1 RULA skóre a doporučení

Kategorie	RULA skóre	Vyhodnocení
1.	1 – 2	Žádné riziko, není potřeba úpravy
2.	3 – 4	Malé riziko, mohou být nutné změny
3.	5 – 6	Střední riziko, je nutná další analýza následná změna
4.	7	Velmi vysoké riziko, nutná okamžitá změna

3.2.3 Metoda REBA

Metoda REBA a RULA spolu úzce souvisí. Metoda REBA je využívána pro hodnocení ergonomických rizik při práci se zobrazovacími jednotkami a pro hodnocení rizik u zdravotnických pracovníků. V České republice se zatím tato metoda neshledala s takovým úspěchem jako je tomu v zahraničí, kde je hojně využívána. [11]

„Metoda je nástrojem posturální analýzy hodnotící biomechanické a polohové zatížení jednotlivých částí těla. Tělo je rozděleno na segmenty za účelem individuálního bodování ve vztahu k rovinám pohybů. Identifikace rizikových poloh je pro hodnocení velice důležitá. Může se jednat o pracovní polohy, které jsou z fyziologického hlediska nepříznivé, nebo které pracovník zaujímá po většinu pracovní směny.“ [11]

3.2.4 Metoda NIOSH

National Occupation Safety and Health, což v překladu znamená Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví je metoda zaměřená na analýzu zvedání břemen. Vychází z biomechanických, fyziologických a psychologických výzkumů.

Tato metoda je evropským standardem pro hodnocení ergonomie manipulace s břemeny a umožňuje komplexní analýzu rizik pro zvedací a spouštěcí úlohy. Hlavní úlohou této metody je zjistit doporučené povolené hmotnosti. Oproti metodě RULA je metoda NIOSH zaměřuje na oblast celého těla, včetně psychologických aspektů.

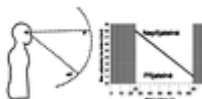
3.2.5 Metoda podle NV 361

Zde se jedná o ergonomickou analýzu dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Na základně stanovených limitů se pracovní polohy a pohyby zařadí do tří možných stupňů.

- ✓ **Přijatelné** – nízké zdravotní riziko, není zde potřeba žádná úprava.
- ✓ **Podmíněně přijatelné** – existuje zde zvýšené zdravotní riziko, proto je nutné riziko analyzovat a co nejdříve jej snížit.
- ✗ **Nepřijatelné** – zde je zdravotní riziko nepřijatelné pro jakéhokoli pracovníka, je nutná racionalizace pracovního prostoru. [26]

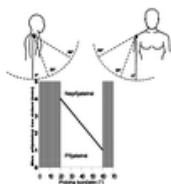
V podmíněně nepřijatelné pracovní poloze může pracovník strávit maximálně 160 minut za osmihodinovou směnu. Doba trvání této pracovní polohy nesmí být delší než 1 až 8 minut v závislosti na typu polohy a frekvenci jednotlivých pohybů. Pokud se jedná o nepřijatelnou pracovní polohu, v té nesmí pracovník setrvat déle jak 30 minut za celou osmihodinovou směnu. Pokud pracovník během své činnosti zaujímá podmíněně přijatelnou nebo nepřijatelnou pracovní polohu překračující stanovené hygienické limity, musí být tato poloha přerušována bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách práce. [26]

Jestliže se jedná o práci vykonávanou ve směně delší než osmihodinové, narůstá průměrný hygienický limit v procentech skutečné doby výkonu práce. U dvanáctihodinové směny nesmí být limit práce v podmíněně přijatelné a nepřijatelné poloze navýšen o více než 20 %. Procentuální navýšení průměrného hygienického limitu činí 5 % za každou hodnu práce nad osmihodinovou směnu. [26]



KROK 1:	
NEPŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Předklon hlavy větší než 25° bez podpory trupu. Záklon hlavy bez podpory celé hlavy. Úklon a rotace hlavy větší než 15°.
Dynamická poloha	Ukloň a rotace hlavy větší než 15° s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min. Předklon hlavy větší než 25° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min. Záklon hlavy s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Předklon hlavy 25 až 40° s podporou celého trupu (KROK 2 A).
Dynamická poloha	Předklon hlavy 25 až 40° při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B). Záklon hlavy do 15° při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B). Úklony a rotace hlavy do 15° s frekvencí menší než 2/min (KROK 2 B).
KROK 2:	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení. B) Nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

Obrázek 3.1 Hodnocení pracovní polohy krku [26]



KROK 1:	
NEPŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Nevhodná poloha paže (zpětné ohnutí paže, krajní zevní rotace paže, zvednuté rameno). Vzpažení paže větší než 60°. Extrémní polohy kloubů horních končetin, jejichž rozsah se blíží maximálnímu rozpětí.
Dynamická poloha	Vzpažení paže větší než 60° při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Zapažení při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Vzpažení paže 40 až 60°, jestliže paže není podepřena (KROK 2 A).
Dynamická poloha	Vzpažení paže 40 až 60° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min (KROK 2 2A). Zapažení při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B).a Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů menší než 2/min.
KROK 2:	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení. B) Nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

Obrázek 3.2 Hodnocení pracovní polohy horních končetin [26]

4 Představení společnosti

Bakalářská práce na téma ergonomické zlepšení pracoviště byla zpracována ve spolupráci se společností, která působí v Plzeňském kraji. Pracoviště, kterému se bakalářská práce věnuje se zabývá montáží kabelových svazků do automobilového průmyslu. V zásadě se jedná se o manuální činnost prováděnou převážně vsedě. Tuto pozici ve firmě vykonávají pouze ženy.

Tato společnost se řadí mezi jedny z předních výrobců kabelových propojek pro automobilový průmysl. Mezi jejich odběratele patří většina předních výrobců automobilů. Tato společnost je zastoupena v 9 zemích přes 3 kontinenty. Tato společnost již expandovala do celého světa a jejich závody je možné nalézt v zemích jako je Německo, Francie, USA, Mexiko dokonce i Čína, Jižní Korea a Japonsko. Tím si tato společnost vybudovala dobrou pozici na mezinárodním trhu.

Celkem zaměstnává přibližně 5 000 zaměstnanců po celém světě. V dnešní době se zaměřuje na budoucí trh přenosu dat ve vozidlech. Jejich hlavní kompetencí je rychlý, bezpečný a spolehlivý přenos dat ve vozidlech. Vývojový přístup této společnosti je založen na hlubokém porozumění celému systému – od čipu k čipu – a úzké spolupráci s výrobcí polovodičů.

4.1 Popis pracoviště

Pracoviště, vybrané k ergonomické analýze se věnuje operaci krimpování, která následuje po předchozím stříhání. Pracovník na této pozici vykonává práci v sedě. Pracoviště je vybaveno strojem na krimpování, posuvným držákem na odkládání kabelů, nožním pedálem a dvěma stojany.



Obrázek 4.1 Pracoviště krimpování

Krimpování je jednou z nedůležitějších operací v procesu výroby. Jedná se o nerozebíratelné elektrické spojení mezi vodičem a krimpovaným kontaktem libovolného tvaru. Krimpové kontakty, přesně sladěné na průřez vodiče, jsou pomocí stroje cíleně stlačeny tak, aby vznikl dobrý elektrický spoj. U procesu krimpování se mohou objevit i značná kvalitativní rizika. Krimpový spoj je v celku náročný na provedení a při nedodržení předepsaných parametrů může být ohrožena vodivost krimpů a tím i správná funkce finálního kabelu. Proto je tato operace velmi závislá na schopnostech operátora, neboť špatný spoj může být zapříčiněn např.:

- rychlým vysunutím vodiče
- nedostatečným nebo křivým zasunutím vodiče do stroje
- špatným seřízením stroje

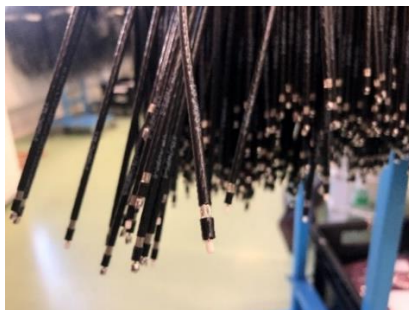
4.2 Jednotlivé pracovní činnosti

Pracovník si nejprve z levého stojanu vezme svazek kabelů (25kusů) a umístí jej na posuvný držák před strojem. Ideálně tyto svazky odebírá z nejbližší pozice na stojanu. Pokud je tato pozice již prázdná, pracovník si kabely přeskládá tak, aby se mu kabely lépe odebíraly.



Obrázek 4.2 Levý stojan a držák na odkládání kabelů

Poté je třeba ručně odstranit zbytky od předchozího stříhání. Levou rukou přitom pracovnice přidržuje kabely a pravou rukou sundává zbytky. Každé pracoviště je také vybaveno malým modrým boxem, který je určen na odpad.

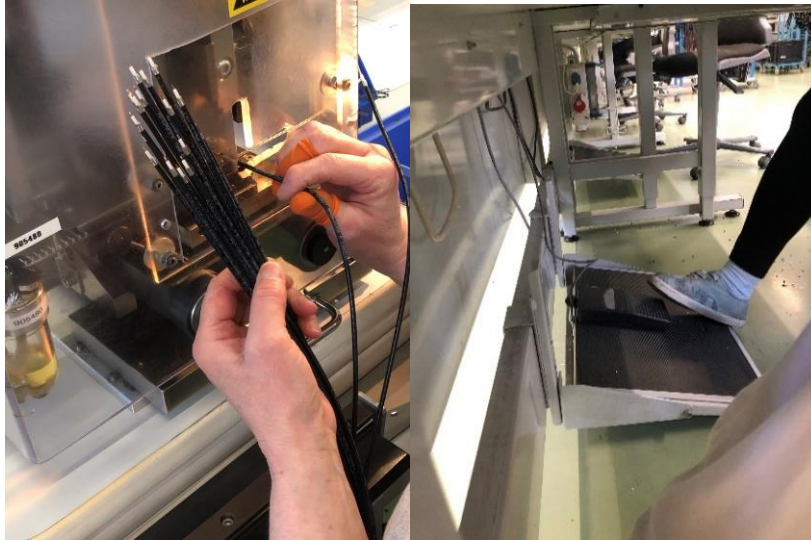


Obrázek 4.3 Kabel se zbytkem po stříhání



Obrázek 4.4 Proces odstraňování zbytků

Dále pracovník postupně vkládá jednotlivé kabely do stroje a nožním pedálem spouští proces krimpování. Současně musí být kladen důraz na správné a rovné zasouvání kabelu do krimpovacího stroje, aby se předešlo špatnému spoji.



Obrázek 4.5 Proces krimpování

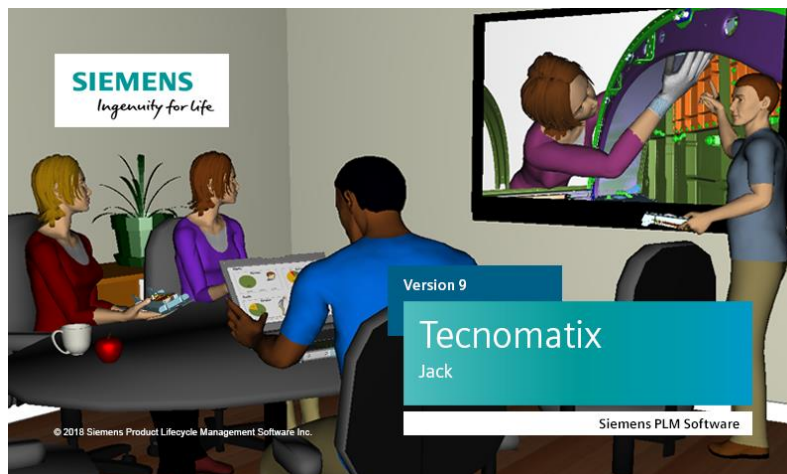
Jakmile má pracovník celý svazek kabelů nakrimpovaný, odloží jej na stojan, který má po pravé ruce. Stále se snaží odkládat svazky co nejpohodlněji.



Obrázek 4.6 Právý stojan na odkládání hotových kabelů

5 Ergonomická analýza současného stavu

V rámci této bakalářské práce byla provedena ergonomická analýza současného stavu. Jako hlavní nástroj pro analýzu pracoviště byl využit program Tecnomatix Jack. Jedná se o software, který dokáže vytvořit biomechanicky přesný digitální model člověka s reálným fyziologickým rozsahem pohybů celého těla. Díky němu lze simulovat a modelovat lidské tělo tak, jak se ve skutečnosti v daných polohách vyskytuje. Také proto je tento program řazen mezi moderní nástroje ergonomických analýz.



Obrázek 5.1 Program Tecnomatix Jack

V programu byl vytvořen digitální model pracoviště, kdy veškeré komponenty byly nakresleny a následně importovány z programu CAD. Pracoviště bylo rozděleno do čtyř úkonů, při kterých se pracovník nachází v různých pozicích. Podle těchto pozic byl poté vytvořen model postavy v dané poloze a s danou zátěží.

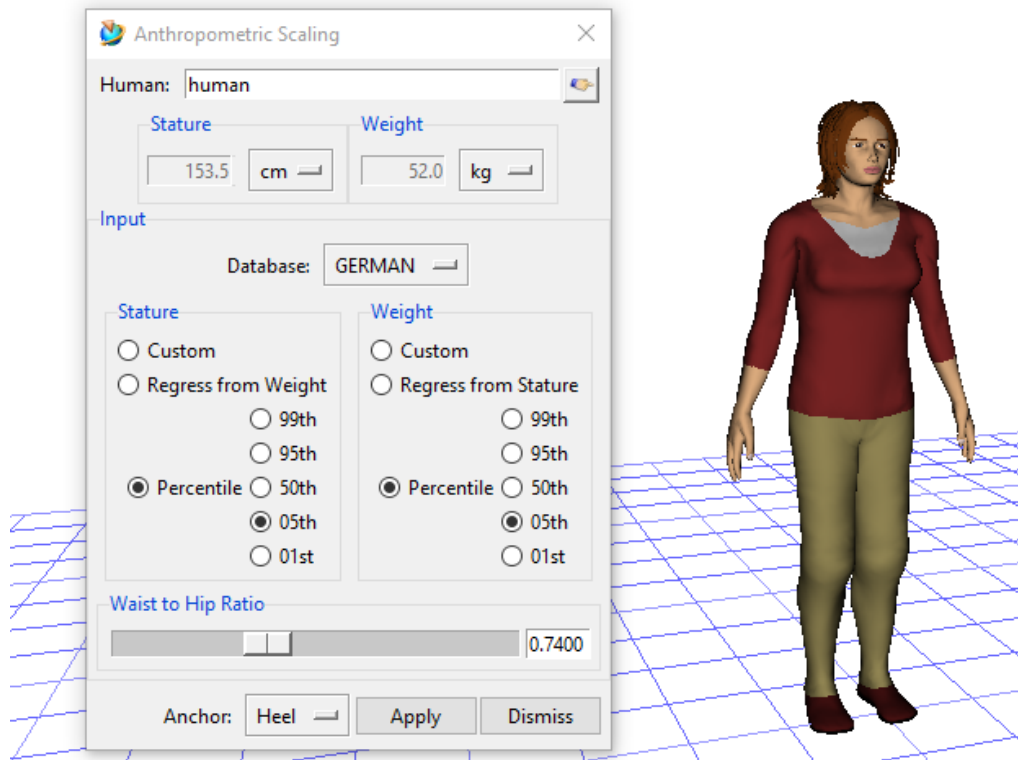
Jak již bylo zmíněno, pracoviště krimpování obsluhují především ženy, a proto bude pracoviště analyzováno pouze pro ženské pohlaví, a to pro tři různé percentily. Analýza byla zaměřena na ženy v 05th, 50th a 95th percentilu populace germánského původu.

Nejvhodnější analýzou pro zvolené pracoviště bude metoda RULA, která se zaměřuje především na horní končetiny, a protože se jedná o manuální pracoviště, bude tak optimální analýzou. Program Tecnomatix Jack je schopný tuto analýzu dle modelace provést a následně najít výslednou hodnotu tzv. RULA skóre. To vyjadřuje míru rizika a neodkladnost nápravy.

Metoda RULA je však v České republice poměrně málo používána, a proto jako druhá metoda bude zvolena dle české legislativy známá jako NV361, která stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci. Tato metoda vychází z naměřených úhlů, ve kterých se nachází jednotlivé části těla. Zároveň je u této analýzy důležitým faktorem také čas, po který je pracovník situovaný v dané poloze. Cílem analýzy je eliminace nebo úplné odstranění nepřijatelných poloh.

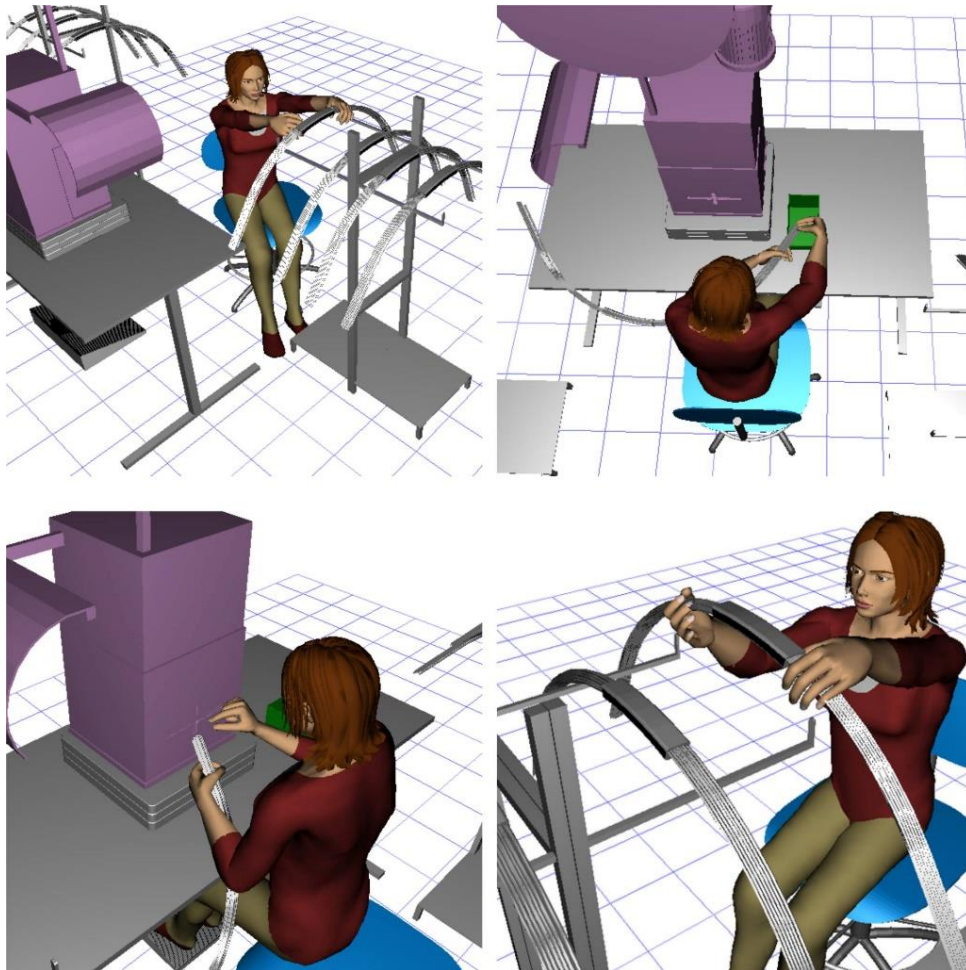
Tabulka 5.1 Přehled vybraných percentilů

Percentil populace	Výška	Váha
05th	153 cm	52 kg
50th	162,5 cm	66 kg
95th	172 cm	87 kg



Obrázek 5.2 Model 05th percentilu populace

Jak bylo již zmíněno, pracovní proces byl rozdělen do čtyř nejčastějších pozic, ve kterých se pracovník nachází. Modelace, které tyto pozice vystihují jsou zde uvedeny na obrázku 5.3.



Obrázek 5.3 Pracovní proces

Operátorka tohoto pracoviště by měla splnit hodinovou normu 800 kusů (32 svazků po 25 kusech). To znamená, že za celou směnu, která trvá 7,5 hodiny, by měla pracovnice nakrmpovat 6 000 kusů kabelů. Když si celý proces rozdělíme do čtyř základních kroků, které musí pracovnice splnit, můžeme si spočítat, jak dlouho ji jednotlivé činnosti trvají. V pracovním procesu operátorka střídá tyto čtyři hlavní pozice:

- 1) vyjme svazek z levého stojanu
- 2) ze všech kabelů jednotlivě odsraní zbytky z předchozího stříhání
- 3) vkládá jednotlivé kabely do krimpovacího stroje
- 4) uloží nakrmpovaný svazek na pravý stojan

Ze sledování bylo zjištěno, kolik času pracovnice stráví v jednotlivých pozicích. V první pozici jsou to 4 vteřiny, stejně tak v poloze čtvrté. Zhruba 20 vteřin ji zabere očištění kabelů a samotný proces krimpování trvá necelou minutu, přesněji 50 vteřin. Aby splnila hodinovou normu, měla by tyto po sobě jdoucí činnosti opakovat 32krát v průběhu hodiny. Můžeme si tedy spočítat, kolik času stráví pracovnice v jednotlivých pozicích za hodinu i za celou směnu.

Tabulka 5.2 Časy v jednotlivých pozicích

Pozice	Čas v pozici za hodinu	Čas v pozici za celou směnu
1)	2 min	15 min
2)	11 min	82 min
3)	27 min	202 min a 30 vteřin
4)	2 minu	15 min
Celkem	42 min	5 hod 14 min 30 vteřin

Dále můžeme vypočítat, kolik pohybů provede pravá a levá ruka. Vyjmutí svazku z levého stojanu obstarávají obě ruce a jsou to přesně 3 pohyby, které musí pracovnice vykonat. Zároveň tyto stejné pohyby dělá pracovnice, když svazky odkládá na pravý stojan. Následuje proces čištění, kdy levá ruka pouze přidržuje svazek, tudíž vykonává pouze 1 pohyb a pravá ruka očišťuje jednotlivé kabely, to by mělo být tedy 25 pohybů.

U krimpování stále levá ruka přidržuje svazek a posouvá kabely blíže ke stroji, také 25 pohybů. Pravá ruka však musí uchopit kabel vložit jej do krimpovacího stroje a poté ho vytáhnout, což zabere přesně 3 pohyby na každý kabel, takže dohromady 75 pohybů na celý svazek. A to vše opakuje 32krát za hodinu.

Tabulka 5.3 Počet pohybů pravé a levé ruky

Pozice	Počet pohybů za hodinu		Počet pohybů za celou směnu	
	Levá ruka	Pravá ruka	Levá ruka	Pravá ruka
1)	96	96	720	720
2)	32	800	240	6 000
3)	800	2 400	6 000	78 000
4)	96	96	720	720
Celkem	1 024	3 392	7 680	25 440

5.1 Analýza pomocí metody RULA

V této kapitole se zaměříme na analýzu pomocí metody RULA, která byla aplikována na všechny vybrané polohy pro námi zvolené percentily žen. U analýzy pomocí programu Tecnomatix Jack nejprve zvolíme model člověka, který chceme hodnotit. Následně pak musíme ručně nastavit jeho svalovou aktivitu. Nastavují se vstupní parametry pro dvě oblasti. Oblast A je zaměřena na paže a zápěstí a oblast B hodnotí krk a trup. V obou oblastech volíme četnost manipulace z těchto variant:

- normální, žádné extrémní využití
- především statické, manipulace delší než 1 minutu
- opakovaná manipulace více než 4krát za minutu

Dále je třeba zvolit hmotnost břemene:

- přerušovaného zvedání (<2 kg, do 2-10 kg)
- statické zatížení (2-10 kg)
- opakované zatížení (2-10 kg)
- rázové zatížení (>10 kg)

Je třeba také stanovit polohu nohou, kdy máme na výběr polohu vsedě, polohu ve stoje s rovnoměrně rozloženou váhou a s nerovnoměrně rozloženou váhou.

The screenshot shows the 'Analysis Summary' tab of the RULA software. The 'Human' dropdown is set to 'human'. Under 'Body Group A Loading (Arm, Wrist)', 'Muscle Use' has 'Normal, no extreme use' selected. 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected. 'Arm Support' is 'Arm Supported'. Under 'Legs and Feet', 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.' is selected. Under 'Body Group B Loading (Neck, Trunk)', 'Muscle Use' has 'Normal, no extreme use' selected and 'Forces and Loads' has '< 2 kg intermittent load' selected.

Obrázek 5.4 Analýza metodou RULA

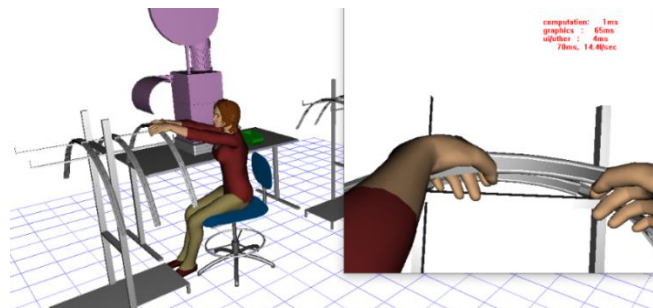
Výstupem této analýzy je určení vhodného skóre. Podle kterého lze zjistit aktuální stav, u kterého je důležité zajistit udržení, anebo je naopak nutné naplánovat zlepšení. Jednotlivé skóre pak spadá do určité kategorie. Toto skóre znázorňuje následující tabulka.

Tabulka 5.4 RULA skóre

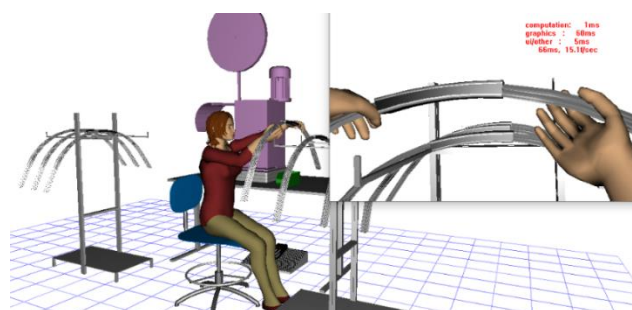
Kategorie	Skóre	Doporučení
Přijatelná	≤ 2	Žádné riziko, je důležité zajistit udržení stavu
Nízká	3 až 4	Malé riziko, naplánovat opatření ke zlepšení
Vysoká	5 až 6	Střední riziko, zajistit opatření ke zlepšení
Velmi vysoká	$7 \leq$	Velmi vysoké riziko, je nutné provést okamžitou změnu aktuálního stavu

5.1.1 Poloha č. 1 a 4 – vyjmutí svazku a zpětné vložení

Jako první byla vybrána poloha, při níž pracovnice vyjme svazek z levého stojanu. Při této poloze sedí na židli, obě ruce má natažené a zvedá je do výšky. Pracovnice tuto pozici zaujímá celkem 15 minut z celé směny. Poloha čtvrtá je totožná, jen s tím rozdílem, že pracovnice ukládá svazek zpět na stojan. Dohromady se tedy v této pozici nachází 30 minut.



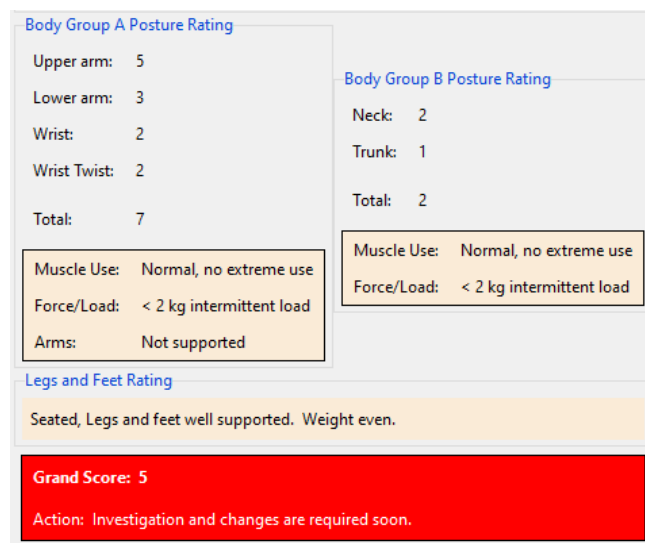
Obrázek 5.5.2 Simulace první polohy



Obrázek 5.6 Simulace čtvrté polohy

Ergonomické hodnocení polohy

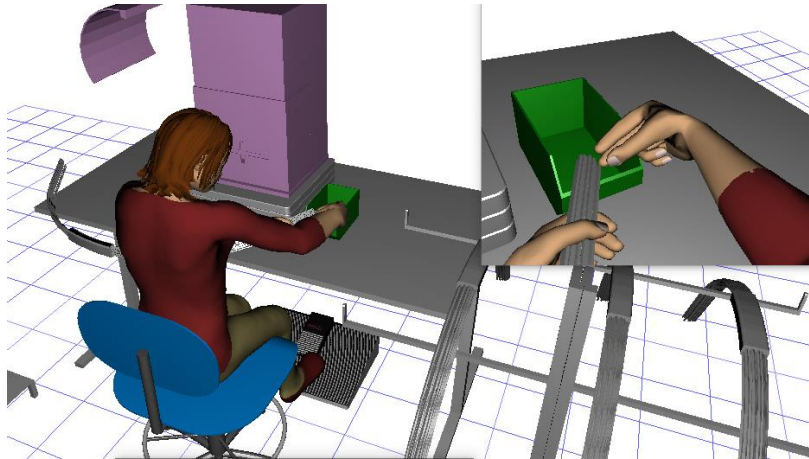
První analýza byla provedena pro 05th percentil ženské populace. V tomto případě je výsledná hodnota RULA skóre 3. Tabulkově tento výsledek spadá do druhé kategorie, kde riziko není tak výrazné, je však doporučeno danou pozici nadále sledovat. Stejně tak dopadla i analýza pro 50th percentil. Také zde vyšlo RULA skóre 3. Naopak hůře dopadla analýza prováděná pro 95th percentil. Tato poloha vyšla s výsledným skóre 5, kterým ji zařazuje do třetí kategorie s brzkým požadavkem na změnu. Mezi nejvíce namáhané končetiny patří předloktí se skóre 5 a paže se skóre 3.



Obrázek 5.7 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 95th percentil lidské populace

5.1.2 Poloha č. 2 – odstranění zbytků po střihání

Zde se jedná o polohu, kde se sledovaná osoba nachází v pozici vsedě. Levou rukou drží svazek kabelů a pravou rukou odstraňuje zbytky po střihání. Při této činnosti má ohnutý krk směrem dolů a pohled soustředěný na prvou ruku. V této pozici stráví přibližně 82 minut za směnu.



Obrázek 5.8 Simulace druhé polohy

Ergonomické hodnocení polohy

Stejně jako pro první polohu byly vytvořeny tři různé simulace, a to pro všechny tři již zmiňované percentily žen. Během zpracovávání byly dodrženy stejné podmínky. V této poloze sledování vyšlo výsledné skóre pro všechny tři sledované percentily lidské populace 5. Tím se výsledek řadí do třetí kategorie, která nám indikuje, že tato pozice by mohla být z hlediska ergonomie práce zlepšena.

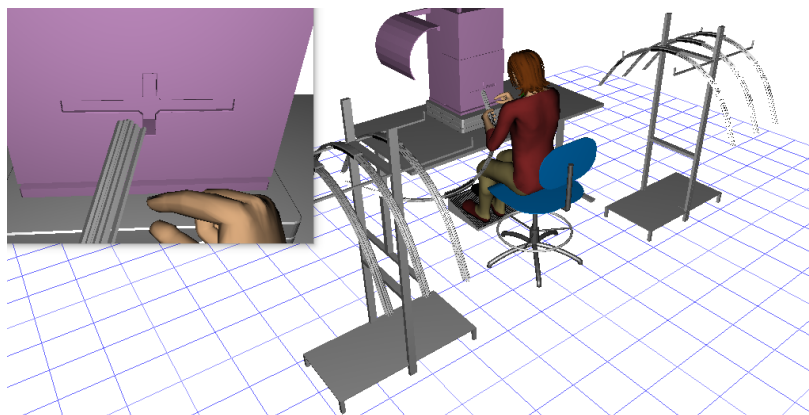
Hodnocena jako nejhůře namáhaná končetina, je zde oblast krku. Tato oblast získala v hodnocení skóre 4. Tím, že se v této pozici pracovnice nachází po dobu 82 minut za směnu, by bylo vhodné navrhnout taková opatření, které by celkové skóre vylepšila. Samozřejmě čím vyšší člověk bude na této pozici pracovat, tím více bude nucen krk této nepříjemné poloze vystavovat.

Body Group A Posture Rating		Body Group B Posture Rating	
Upper arm:	3	Neck:	4
Lower arm:	3	Trunk:	1
Wrist:	2	Total:	5
Wrist Twist:	1		
Total:	4		
Muscle Use:	Normal, no extreme use	Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	< 2 kg intermittent load	Force/Load:	< 2 kg intermittent load
Arms:	Not supported		
Legs and Feet Rating			
Seated, Legs and feet well supported. Weight even.			
Grand Score: 5			
Action: Investigation and changes are required soon.			

Obrázek 5.9 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 05th percentil lidské populace

5.1.3 Poloha č. 3 – proces krimpování

Ve třetí poloze pracovníce taktéž sedí. Pravou rukou vkládá opatrně vždy jeden kabel do stroje, levou rukou přidržuje svazek a vždy uvolňuje jednotlivé kabely. Celý proces krimpování zabere pracovníci necelých 203 minut z celé směny.



Obrázek 5.10 Simulace třetí polohy

Ergonomické hodnocení polohy

Na základě hodnocení podle metody RULA se tato třetí poloha nachází ve druhé kategorii s celkovým skóre 3, které naznačuje brzký požadavek na změnu. Tento výsledek je shodný pro všechny šetřené percentily lidské populace. Opakuje se zde nejvíce namáhaná část krku, která byla zhodnocena skóre 3 a stejně tak i oblast zápěstí. Poloha paží je ohodnocena skóre 2, ale tím, že si po celou dobu operace krimpování nemůže operátorka ruce opřít, tak bych i tuto polohu hodnotila jako nevyhovující.

Dle mého názoru není vhodné, aby za těchto podmínek strávila pracovníce v takové poloze necelých 203 minut pracovní doby. Kolik času by v této poloze mohla celkem strávit bude vysvětleno v následující kapitole, týkající se analýzy dle české legislativy.

Body Group A Posture Rating		Body Group B Posture Rating	
Upper arm:	1	Neck:	3
Lower arm:	2	Trunk:	1
Wrist:	3	Total:	3
Wrist Twist:	2		
Total:	3		
Muscle Use:	Normal, no extreme use	Muscle Use:	Normal, no extreme use
Force/Load:	< 2 kg intermittent load	Force/Load:	< 2 kg intermittent load
Arms:	Not supported		
Legs and Feet Rating			
Seated, Legs and feet well supported. Weight even.			
Grand Score: 3			
Action: Further investigation needed. Changes may be required.			

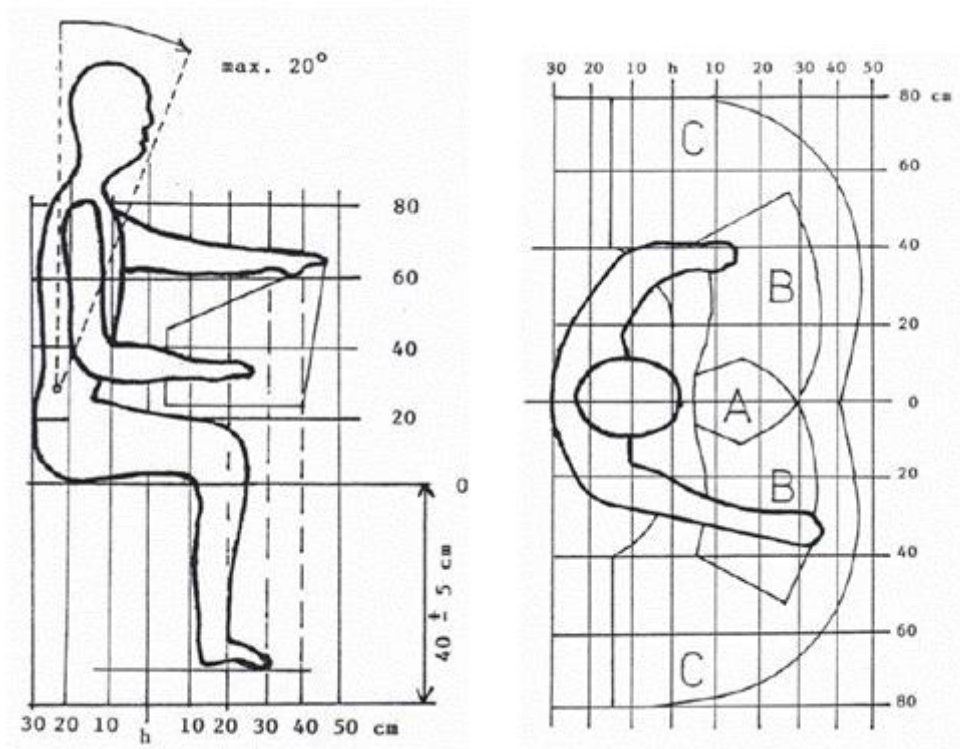
Obrázek 5.11 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 05th percentil lidské populace

5.2 Analýza podle NV 361/2007 Sb.

Stejně jako předchozí analýza, i tato byla vytvořena pomocí programu Tecnomatix Jack. Zde ale nemusíme nic nastavovat, pouze zvolíme objekt, který chceme, aby byl hodnocen a klasifikují se tyto části těla:

- Trup
- Hlava – krk
- Horní končetiny (ramena)
- Zápěstí
- Loket
- Dolní končetiny (kolena)
- Chodidlo

Předmětem naší analýzy budou pouze horní končetiny, přesněji hlava – krk a ramena. Výstupem jsou naměřené úhly v kloubech, které jsou následně porovnány a zařazeny do odpovídající skupiny podle přijatelnosti. Pokud je poloha přijatelná program ji vykreslí zeleně, pokud je podmíněně přijatelná oranžově a červeně polohu nepřijatelnou. Cílem této analýzy je odstranění nepřijatelných poloh.

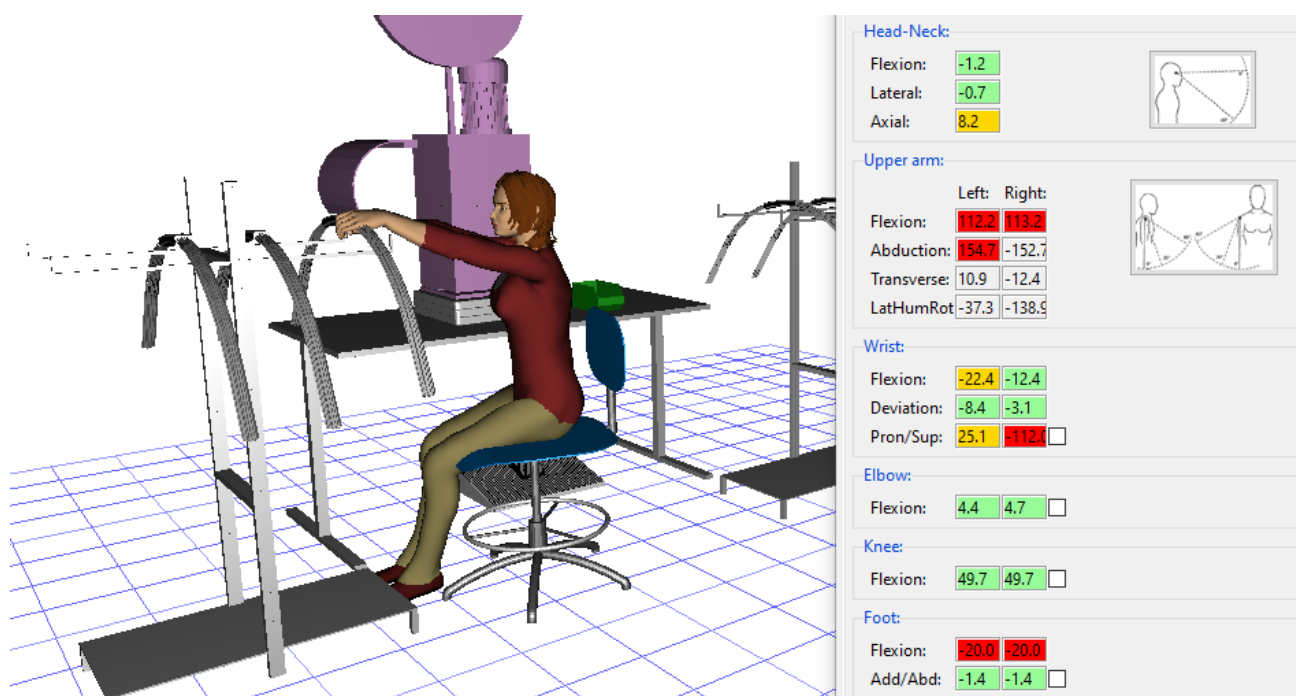


Obrázek 5.12 Dosahy horních končetin [26]

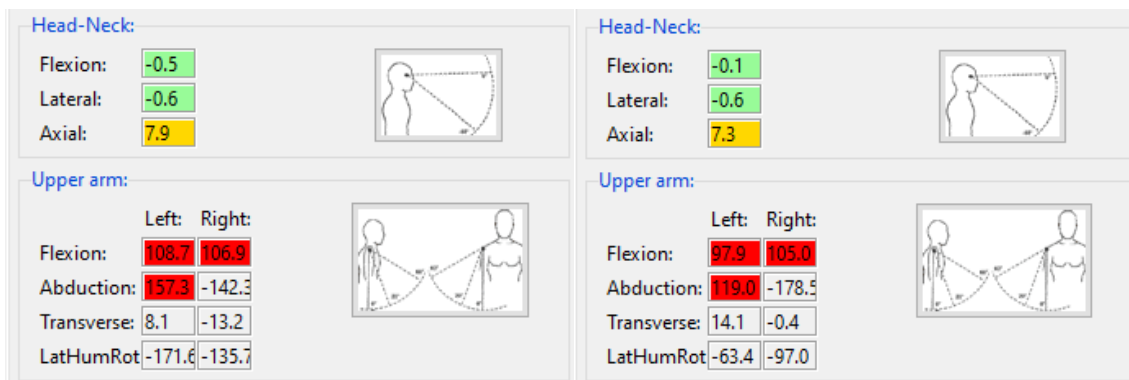
5.2.1 Poloha č. 1 a 4 – vyjmutí svazku a zpětné vložení

Z hodnocení poloh dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. vyplývá, že nejvíce zatíženou částí těla u první a čtvrté polohy jsou horní končetiny, přesněji v oblasti flexe (ohnutí). Tato pozice rukou je polohou spíše statickou, kde maximální hodnota u vzpažené paže pro nepřijatelnou polohu činí více než 60°.

Pro všechny sledované percentily žen se v této oblasti nachází paže v nepřijatelné poloze. Naznačují to červeně zbarvená pole s vyznačeným úhlem, který se pohybuje v hodnotách výrazně vyšších. Nejhuře na tom je žena nejmenšího vzrůstu, tudíž s percentilem 05th lidské populace. Naopak nejlépe se v nepřijatelné poloze nachází žena v 95th percentilu. Jak již bylo zmíněno, v nepřijatelné poloze zle strávit max. 30 minut za osmihodinovou směnu. Dle provedených výpočtů operátorka v této pozici stráví přesně těchto 30 minut v součtu za první a čtvrtou pracovní polohu. Primární snahou je odstranění červeně zbarvených oblastí. Naopak pozice hlavy a krku se zde nachází v poloze přijatelné.



Obrázek 5.13 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 1 a 4

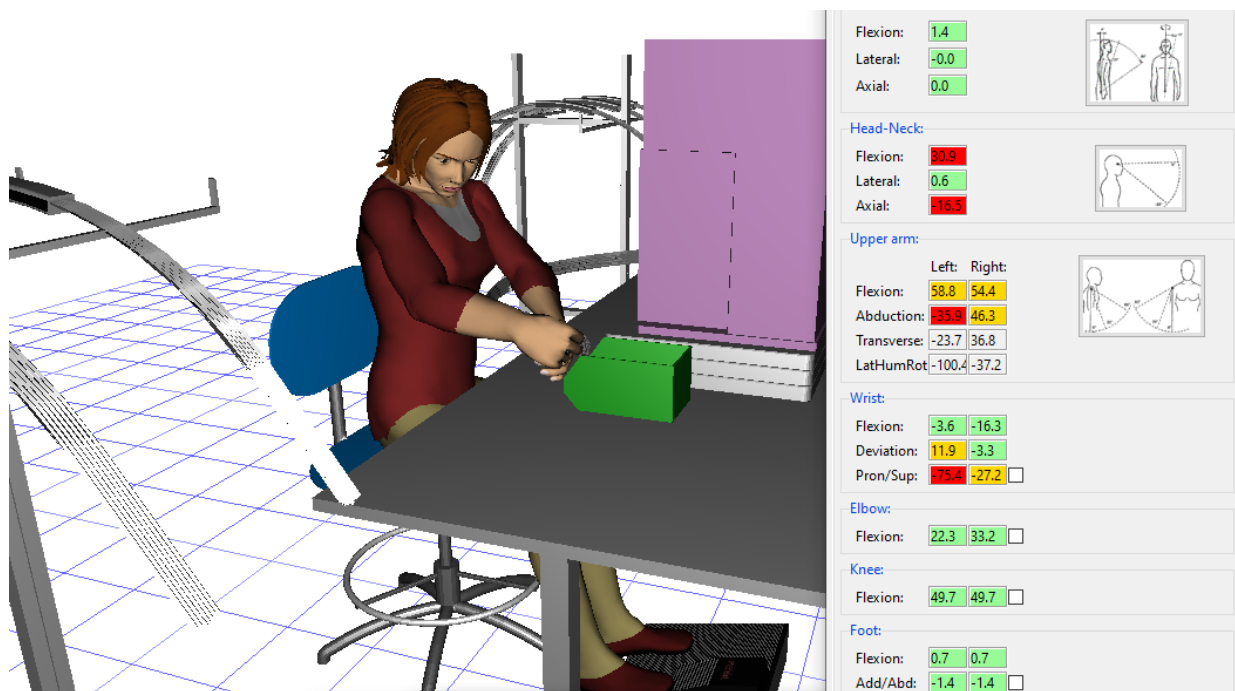


Obrázek 5.14 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)

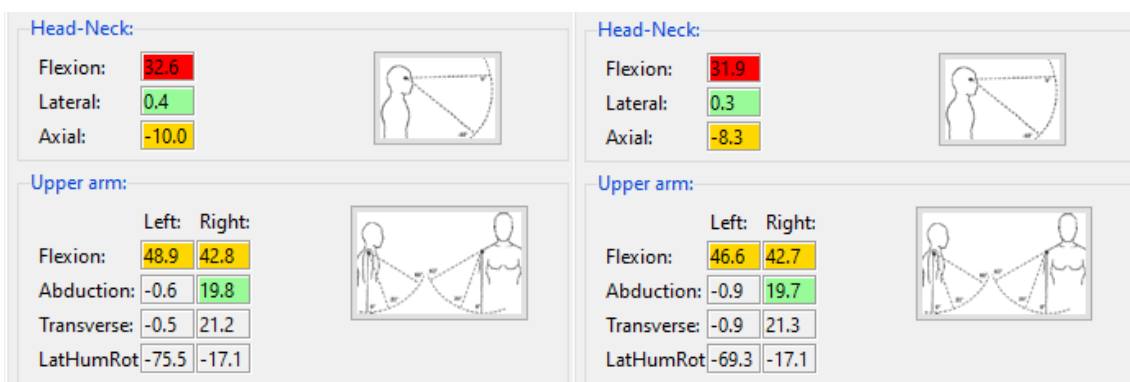
5.2.2 Poloha č. 2 – odstranění zbytků po stříhání

Poloha kdy sledovaná osoba odstraňuje zbytky od stříhání vyšla pro pozici krku nepříjemně v oblasti flexe, a to ve všech třech sledovaných percentilech. Z obrázků je zřejmé, že pozice krku se nachází vždy okolo hodnoty 32°. Hraničním úhlem pro statickou polohu je zde úhel vyšší než 25°. Celkový strávený čas v této poloze za osmihodinovou směnu činí 82 minut. Proto by měla následovat neodkladná ergonomická úprava pracoviště.

Co se týče horních končetin, zde je definována nejvyšší možná hodnota úhlu při podmíněně přijatelné poloze 60°. Přičemž pravá ruka vytváří výrazně dynamičtější činnost než ruka levá. Jak bylo již zmíněno, v podmíněně přijatelné poloze se pracovnice může nacházet po dobu své směny 160 minut. V rámci horních končetin je tak tento limit splněn.



Obrázek 5.15 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 2



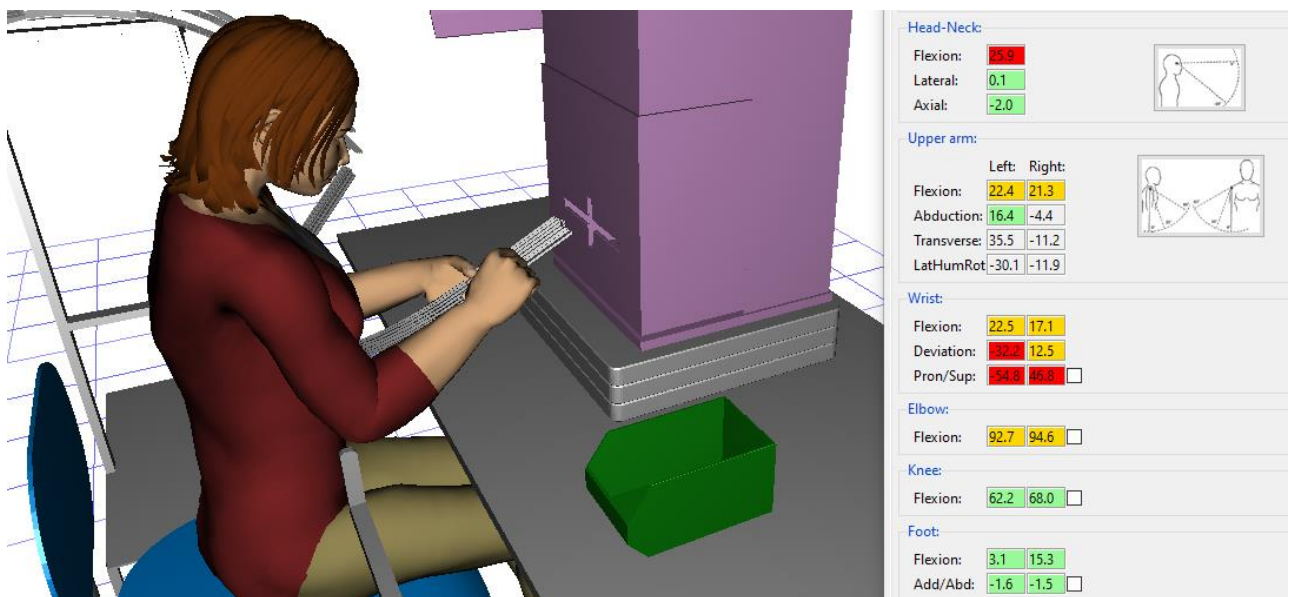
Obrázek 5.16 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)

5.2.3 Poloha č. 3 – proces krimpování

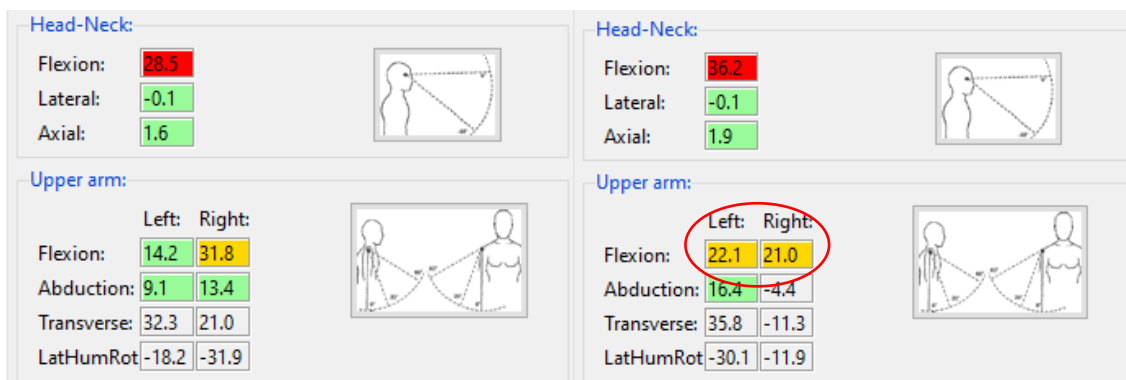
Podle RULA analýzy byla u třetí polohy nejvíce zatížená oblast krku, což nám potvrdila i analýza dle české legislativy. Z obrázků je patrné, že se pozice flexe krku nachází v nepříjemné poloze, taktéž jako u druhé polohy, pro všechny sledované osoby. I zde je překročena hraniční hodnota statické polohy krku.

Z výchozích hodnot týkajících se horních končetin, lze usoudit, že sledovaná osoba s 95th percentilem se nachází v poloze přijatelné, i přes to že program Tecnomatix Jack tuto polohu vyhodnotil jinak. Výsledek nedosahuje hodnot spodní hranice pro podmíněně přijatelnou dynamickou polohu, která je dána hranicí 25°. Stejně tak se v přijatelné poloze nachází i levá ruka pracovníce v 50th percentilu lidské populace. Naopak její pravá ruka, která opakovaně vkládá kabely do krimpovacího stroje se nachází v podmíněně přijatelné poloze. Dále je patrné, že pracovníce s nejmenší výškou se vyskytuje taktéž v poloze podmíněně přijatelné v oblasti pravé i levé ruky.

Třetí poloha je časově nejnáročnější. Za osmihodinovou směnu se v této pozici pracovníce nachází necelých 203 minut. Je tedy evidentní, že nebyl splněn limit 160 minut v oblasti krku, taktéž ani pro polohu horních končetin. Z výsledné analýzy lze tvrdit, že se jedná o nejhůře ergonomicky hodnocenou polohu a její náprava je nevyhnutelná.



Obrázek 5.17 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 3



Obrázek 5.18 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)

5.3 Celkové zhodnocení současného stavu

Z analýz, které byly provedeny v předchozích kapitolách, bylo zjištěno hned několik nedostatků v oblasti ergonomie zkoumaného pracoviště. Výsledné hodnoty ukazují, že současný stav představuje pro pracovníce zdravotní rizika, a proto by měly být nedostatky odstraněny.

V hodnocení časové náročnosti pozic vyšla jako nejnáročnější poloha třetí, při které je prováděno krimpování. Pracovnice v této pozici stráví necelých 203 minut za osmihodinovou směnu. Proto by bylo vhodné pozici vylepšit z hlediska ergonomie co nejdříve. Zároveň pravá ruka vykává výrazně více pohybů než ruka levá.

Hodnoty analýzy RULA se pohybují převážně ve třetí kategorii, která představuje pro pracovníka střední riziko. Vybrané polohy se pohybují v rozmezí 3 až 5 RULA skóre, lze tedy říci, že úroveň rizika zatížení krku a horních končetin je poměrně vysoká. Nejhůře v tomto hodnocení dopadla pracovní poloha první, totožná s polohou čtvrtá, a poloha druhá, která je náročná především v oblasti krku.

Analýza podle české legislativy tyto nedostatky potvrdila. Na základě stanovených limitů byla nejhůře hodnocena pozice třetí a taktéž pozice první. Bylo zjištěno, že ve všech pracovních pozicích pro všechny zkoumané percentily žen se oblast flexe krku nachází v poloze nepřijatelné. Druhou nejhůře hodnocenou oblastí je pozice horních končetin. V obou těchto případech je zde zdravotní riziko nepřijatelné pro jakéhokoli pracovníka a je nutná racionalizace pracovního prostoru.

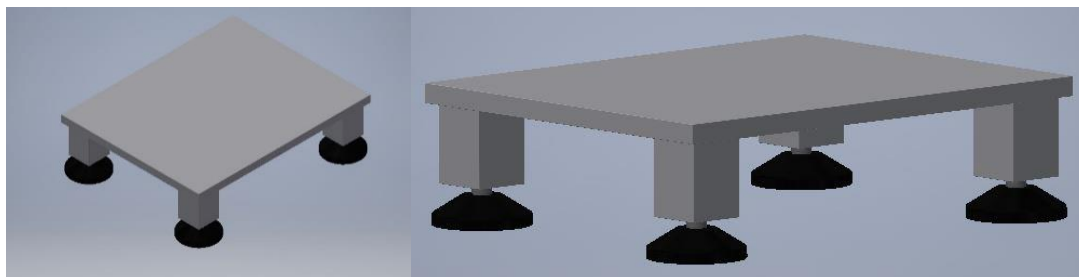
6 Racionalizace současného stavu

V této poslední kapitole se budeme věnovat racionalizaci pracoviště. Na základě provedených analýz a jejich výsledků je zřejmé, že aktuální ergonomický stav pracoviště není vyhovující a nachází se zde značné nedostatky. Není žádoucí, aby docházelo u pracovníků k fyzickému přetěžování nebo k jakémukoli zdravotnímu riziku. Proto je nutné navrhnout vhodné úpravy tak, aby došlo k brzkým nebo okamžitým změnám. Primárním cílem je zde proto odstranění nevyhovujících a červeně zbarvených oblastí označujících nepříjemné polohy. Obsahem této kapitoly budou dva návrhy na zlepšení ergonomie tohoto pracoviště, které byly navrženy na základně pozorování pracoviště. Tyto již zmíněné návrhy by měli vést k odstranění odhalených nedostatků a tím eliminovat nebo alespoň zmírnit negativní dopady na pracovníce.

6.1 Návrh na zlepšení – využitím podstavce

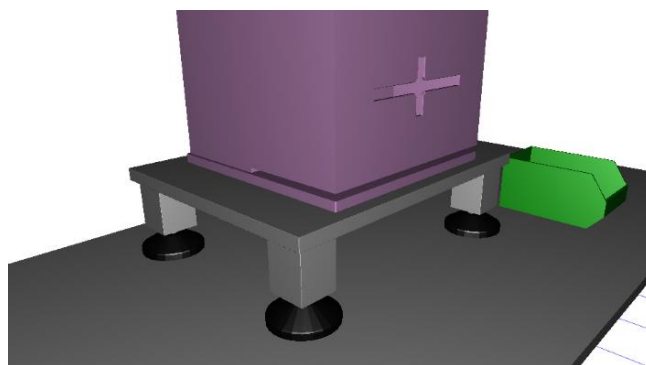
První varianta nápravného opatření spočívá ve využití podstavce, který by byl umístěn pod krimpovací stroj. Toto opatření bylo navrženo tak, aby zmírnilo zátěž pracovníků ve chvíli, kdy zaujímají třetí polohu pracovního procesu. Nejvíce zatížená část těla je zde oblast krku, jak vyplývá z analýzy.

Díky využití výškově nastavitelného podstavce, by bylo možné zajistit vyvýšení krimpovacího stroje. Pracovnice by se tak mohla mít větší pohodlí při práci. Jak již bylo zmíněno, podstavec byl navržen tak, aby jeho výšku bylo možno nastavit podle potřeby. Ideální výška podstavce, vhodná pro zlepšení polohy u všech sledovaných percentilů žen, je 14 centimetrů. Podstavec byl navržen s rozměry 50x40 cm, tento model je zobrazen na obrázku 30.3.



Obrázek 6.1 Model podstavce

Podstavec byl vymodelován ve 3D programu a následně umístěn do vizualizace pracoviště. S tímto nápravným zařízením byla znovu provedena analýza podle metody RULA a hodnocení poloh dle NV 361.



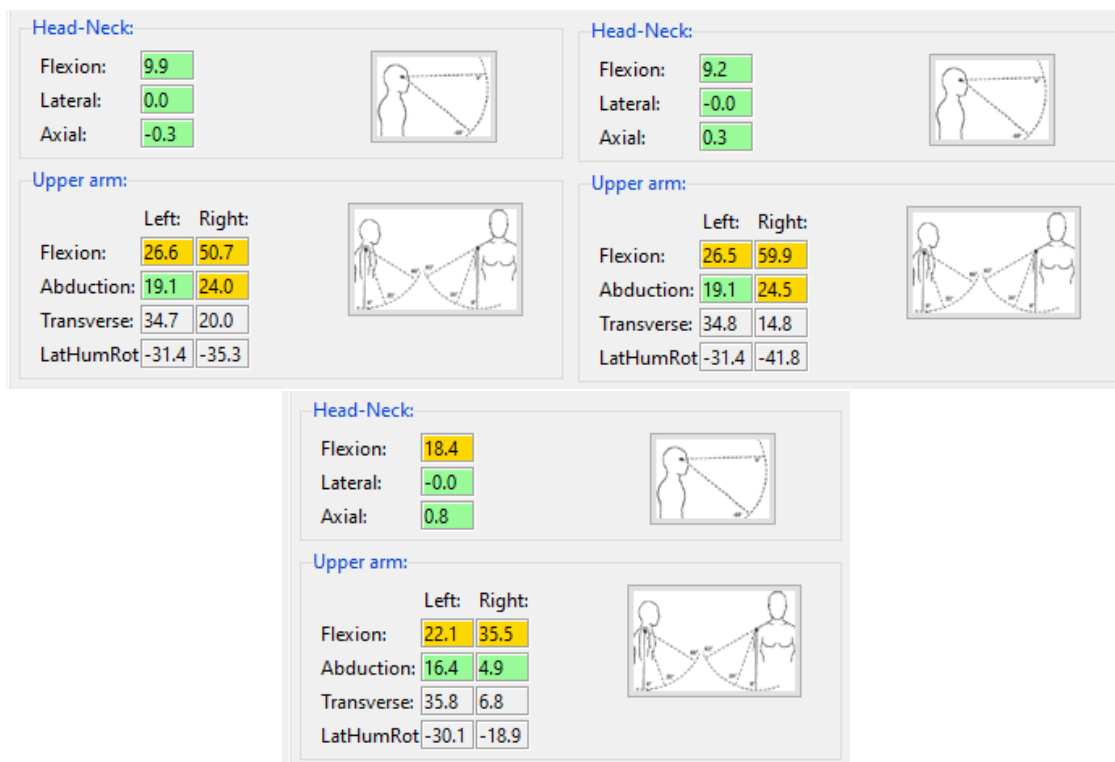
Obrázek 6.2 Model vložený do vizualizace pracoviště

Výsledné RULA skóre se od předchozí analýzy nezměnilo. Ale jak je zřejmé z výsledné analýzy, u hodnocení polohy krku došlo ke skokovému zlepšení. Hůře pak vyšly hodnoty pozice horních končetin. Vzhledem k vyvýšení stroje je automaticky počítáno s tím, že by pracovnice měla mít ruce ve vyšší pozici. Tento problém by bylo vhodné vyřešit pomocí využití pracovní židle s opěrkami pro ruce, které by si pak mohla operátorka komfortně opřít. Tím by mohli být vystaveny jen minimálnímu zatížení v této pozic. Díky tomuto návrhu jsme se dostali z nepříjemné polohy krku do polohy přijatelné.

Z analýzy dle české legislativy byly zjištěny hodnoty, které polohu krku řadí mezi přijatelné polohy. Pouze u 95th percentilu populace výsledky ukazují na podmíněně přijatelnou polohu. Oba výsledky tak potvrdily výrazné zlepšení této pozice. Lze tak tento návrh označit jako účinný.



Obrázek 6.3 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil

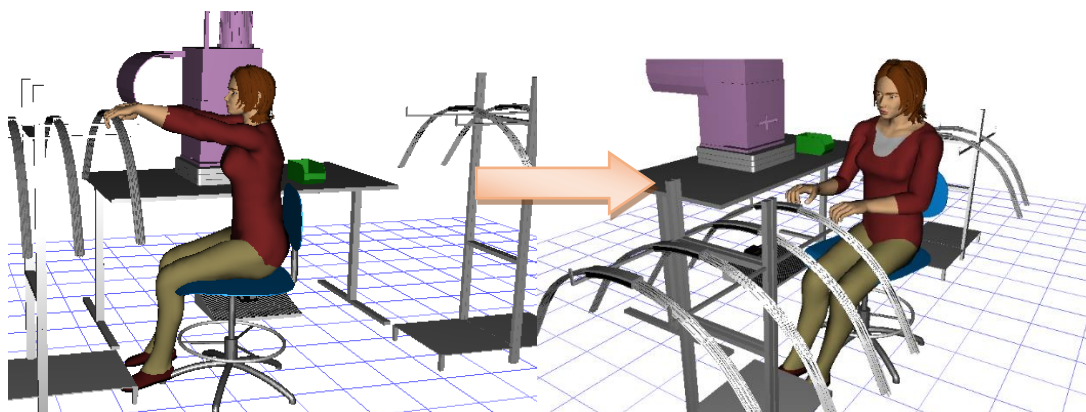


Obrázek 6.4 Výsledná analýzy NV 361 pro 05th, 50th a 95th percentil

6.2 Návrh na zlepšení – snížením stojanu

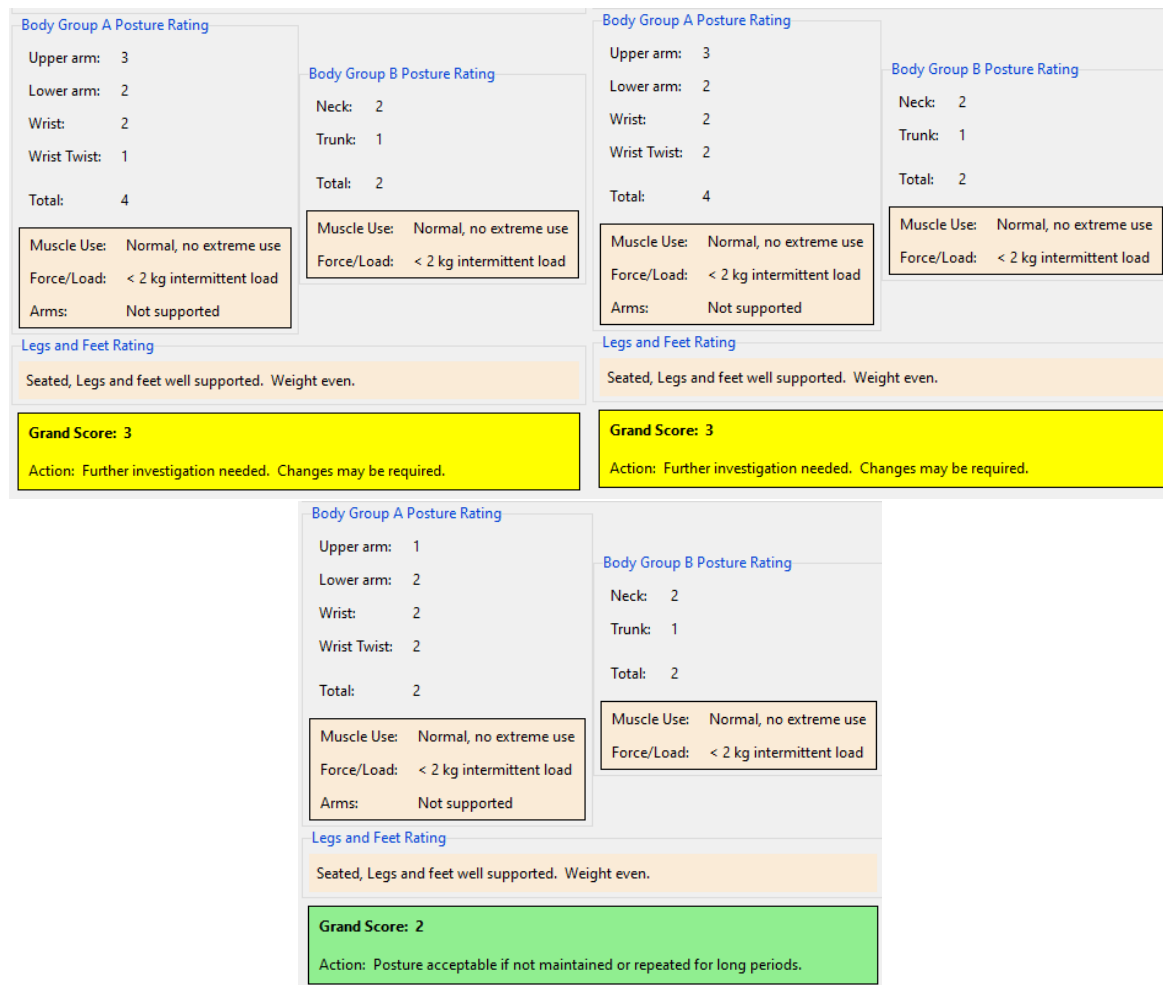
Druhým návrhem na zlepšení ergonomie pracoviště je snížení stojanů na odkládání kabelových svazků. Výšku stojanu by bylo vhodné změnit z původních 115 cm na pouhých 100 cm. Díky této úpravě by pracovnice nemusela zvedat ruce do nepříjemných poloh, a tím by pro ni bylo manipulování s kabely mnohem pohodlnější.

Návrh zmenšeného stojanu je znázorněn na obrázku 6.5.

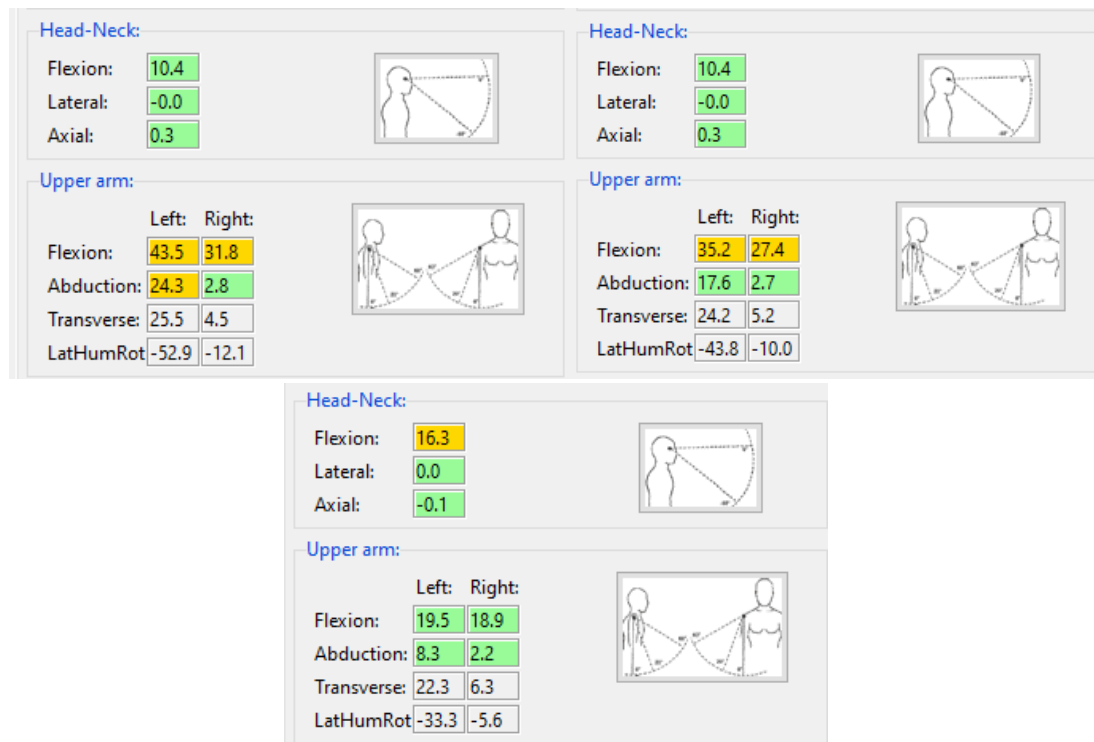


Obrázek 6.5 Změna výšky stojanu

Výsledné hodnoty RULA analýzy ukazují na výrazné zlepšení polohy horních končetin. Pro 95th percentil populace zde vyšlo dokonce skóre 2, které je řazeno do první kategorie. Výrazné vylepšení nám potvrdila i analýza dle NV 361, kde už se žádná oblast nevyskytuje v nepříjemné poloze, což bylo také cílem tohoto návrhu na zlepšení. Celkově bych tento návrh ohodnotila jako přínosný a aplikovatelný.



Obrázek 6.6 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil



Obrázek 6.7 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil

6.3 Další návrhy

Při analyzování současného procesu bylo zjištěno, že operaci krimpování předchází operace stříhání jednotlivých kabelů. Stroj, který je využíván na stříhání kabelů je zároveň schopen tento kabel odstříhnout bezezbytku. Tento zbytek je zde ponechán z důvodu ochrany kontaktů na konci kabelu při následném skladování a manipulaci. Pokud by se podařilo zajistit plynulou návaznost těchto pracovišť, bylo by možné tyto zbytky odstraňovat již na pracovišti, které předchází operaci krimpování. Díky této úpravě by pracovnice nemusela odstraňovat zbytky po stříhu ručně a dle předchozích výpočtů by se jednalo o časovou úsporu 82 minut za celou osmihodinovou směnu.

Bylo také zjištěno, že pracoviště, které se věnuje stříhání kabelů není časově normované z důvodu neplynulosti chodu stroje. Tato skutečnost ještě více podporuje myšlenku plynulé návaznosti mezi pracovišti, protože pracovník u stříhu kabelů není nucen splňovat žádné kusové normy za hodinu.

Dále je nutné upozornit na nevhodnost použitých pracovních židlí, které pracovnice při krimpování využívají. Tyto židle jsou na kolečkách a chybí jim opěrky pro ruce. Pokud by bylo možné zajistit židle s opěrkami, mohly by jej pracovnice využívat jako oporu pro ruce, které mají většinu času zdvižené. Tato opora by jim jistě vylepšila pracovní polohu a tím i usnadnila práci.

Závěr

Bakalářská práce byla zpracována na téma „Zlepšení ergonomie na pracovišti“. V teoretické části práce byla podrobně přiblížena problematika týkající se ergonomie. Byly postupně vysvětleny pojmy pracoviště, pracovní podmínky, ergonomie pracoviště a racionalizace. Dále byly jednotlivě popsány a vysvětleny ergonomické metody, které je možné využít k ergonomické analýze pracoviště, například metoda RULA, REBA nebo NIOSH. Zároveň bylo také přiblíženo nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které bylo následně použito v praktické části práce společně s metodou RULA. Dozvěděli jsme se, že pokud chce podnik prosperovat a být konkurenceschopný, musí se starat o své zaměstnance.

Cílem této bakalářské práce byla analýza pracoviště krimpování a jeho následná racionalizace. Návrhy na zlepšení byly navrženy na základě zjištěných problematických poloh pracovníků při práci.

Na základě pozorování a sběru dat byla vypracována praktická část bakalářské práce. Nejprve byla zpracována RULA analýza a posléze i analýza dle NV č. 361/2007 Sb. Díky těmto analýzám bylo shledáno hned několik nedostatků týkajících se ergonomie práce. Následně byla navržena nápravná opatření a výsledné hodnoty se poté porovnaly se stavem předchozím. Zásadou těchto opatření bylo zajištění, zlepšení pracovních pozic, a proto byly tyto návrhy shledány jako účinné.

Tato práce obsahuje také výpočet časové náročnosti jednotlivých pozic a také počet pohybů za osmihodinovou směnu. Bylo také zjištěno, že pravá ruka je mnohem více využívána než ruka levá, proto by bylo vhodné občas ruce vystřídat.

Navržená racionalizace by měla zlepšit pracovní místo a tím i pracovní podmínky pro zaměstnance, což by mělo pozitivní vliv na efektivitu výroby podniku.

Seznam použité literatury

Knížní zdroje

- [1] ŠENK, Zdeněk. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci prakticky a přehledně podle normy OHSAS. 2. vydání. Olomouc: ANAG, 2012. ISBN 078-80-7263-737-9.
- [2] BUREŠ, Marek. Tvorba a optimalizace pracoviště. 1. vyd. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-32-3.
- [3] CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické V Praze, 2013. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [4] MÁČEK, Miloš, RADVANSKÝ, Jiří a kol. Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-726-2695-3.
- [5] SHORROCK, Steven. WILLIAMS, Claire. Human Factors and Ergonomics in Practice. 1. vydání. CRC Press, 2017. 422 s. ISBN 9781472439253.
- [6] MALÝ, Stanislav, SVOBODOVÁ, Lenka, TILHON, Jiří a Iveta MLEZIVOVÁ. Ergonomické stresory pod kontrolou, aneb, Ergonomie – jak na to. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2016. ISBN 978-80-87676-27-1.
- [7] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [8] PAUKNEROVÁ, Daniela. Psychologie pro ekonomy a manažery. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha : Grada, 2012. Management (Grada). ISBN 978-80-247-3809-3.
- [9] KŘÍKAČ, Karel. Organizace a řízení výroby: metodická a studijní pomůcka. 2., rozš. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-616-5.
- [10] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. Praha : C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [11] STANTON, Neville et al. Handbook of human factors and ergonomics methods. Boca Raton : CRC Press, 2005. 1 sv. (v různém stránkování). ISBN 0-415-28700-6.

Internetové zdroje

- [12] HAVAAS, Henrikke Hammett. Management and strategies for reducing stress and burnout in the workplace. monami.hs-mittweida.de. [Online] 2015. [cit. 2021-12-03] Dostupné z: <https://monami.hs-mittweida.de/frontdoor/deliver/index/docId/5713/file/bachelorarbeit-henrikkehavaas.pdf>.
- [13] Jaká je minimální teplota na pracovišti? BusinessInfo.cz. [Online] [cit. 2021-12-03] Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/jaka-je-minimalni-teplota-na-pracovisti-a-jak-resit-kdyz-je-vam-v-praci-zima/>.
- [14] Osvětlení na pracovišti. BOZP.cz. [Online] [cit. 2021-12-03] Dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/osvetleni-pracoviste/>.

- [15] PaedDr. Jan Štáva, CSc. Klima pracoviště. is.muni.cz. [Online] 2006. [cit. 2021-12-03]
Dostupné z:
https://is.muni.cz/el/1441/podzim2006/SZ2MP_Pd20/klima_pracoviste.pdf.
- [16] PhDr. David Michalík, Ph.D. Co je potřeba pro optimální pracovní prostředí? mvcr.cz.
[Online] 2009. [cit. 2021-12-03] Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/soubor/optimalni-pracovni-prostredi-pdf.aspx>.
- [17] Úspěch vnější a vnitřní motivace. Žijúspěšně.cz. [Online] 2020. [cit. 2021-12-03]
Dostupné z: <https://zijuspesne.cz/uspech-prinasi-propojeni-vnejsi-a-vnitri-motivace/>.
- [18] Jak efektivně zvýšit motivaci zaměstnanců? Webrangers.cz. [Online] [cit. 2021-12-03]
Dostupné z: <https://www.webrangers.cz/motivace-zamestnancu/>.
- [19] NOVÁK, Josef. Racionalizace výroby. projekty.fs.vsb.cz. [Online] [cit. 2021-12-03]
Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>.
- [20] What is Kaizen Methodology? Kartalegal.com. [Online] 2017. [cit. 2021-12-03]
Dostupné z: <https://www.kartalegal.com/insight/what-is-kaizen-in-law-methodology>.
- [21] What is 5S? 5stoday.com. [Online] [cit. 2021-12-03] Dostupné z:
<https://www.5stoday.com/what-is-5s/>.
- [22] Co je to ergonomie. bozpinfo.cz. [Online] 2004. [cit. 2021-12-03] Dostupné z:
<https://www.bozpinfo.cz/co-je-ergonomie>.
- [23] DLABAČ, Jaroslav. Ergonomie práce. e-api.cz. [Online] 2015. [cit. 2021-12-03]
Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25771n-ergonomie-prace-v-administrative>.
- [24] Ergonomické checklisty. szu.cz. [Online] 2008. [cit. 2021-12-03] Dostupné z:
http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni_prostredi/Ergonomicke_checklisty_uno_r2008.pdf.
- [25] JÄÄSKELÄINEN, k. Workload exposure methods. Finish Institute of occupational health. [Online] 2011. [cit. 2021-12-03] Dostupné z:
WWW:http://www.ttl.fi/en/ergonomics/workload_exposure_methods/table_and_methods/Documents/OWAS.pdf.
- [26] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [Online] 2007 [cit. 2022-06-26] Dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>

Seznam tabulek

Tabulka 1.1 Příklady intenzity hluku [3]	16
Tabulka 3.1 RULA skóre a doporučení	27
Tabulka 5.1 Přehled vybraných percentilů.....	35
Tabulka 5.2 Časy v jednotlivých pozicích	37
Tabulka 5.3 Počet pohybů pravé a levé ruky	37
Tabulka 5.4 RULA skóre	38

Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Hodnocení pracovní polohy krku [26].....	29
Obrázek 3.2 Hodnocení pracovní polohy horních končetin [26]	29
Obrázek 4.1 Pracoviště krimpování	31
Obrázek 4.2 Levý stojan a držák na odkládání kabelů.....	32
Obrázek 4.3 Kabel se zbytkem po střihání.....	32
Obrázek 4.4 Proces odstraňování zbytků	32
Obrázek 4.5 Proces krimpování	33
Obrázek 4.6 Pravý stojan na odkládání hotových kabelů	33
Obrázek 5.1 Program Tecnomatix Jack	34
Obrázek 5.2 Model 05th percentilu populace	35
Obrázek 5.3 Pracovní proces.....	36
Obrázek 5.4 Analýza metodou RULA	38
Obrázek 5.5.2 Simulace první polohy	39
Obrázek 5.6 Simulace čtvrté polohy	39
Obrázek 5.7 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 95th percentil lidské populace	39
Obrázek 5.8 Simulace druhé polohy	40
Obrázek 5.9 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 05th percentil lidské populace	40
Obrázek 5.10 Simulace třetí polohy	41
Obrázek 5.11 Ukázka výsledné RULA analýzy pro 05th percentil lidské populace	41
Obrázek 5.12 Dosahy horních končetin [26]	42
Obrázek 5.13 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 1 a 4.....	43
Obrázek 5.14 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)	43
Obrázek 5.15 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 2.....	44
Obrázek 5.16 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)	44
Obrázek 5.17 Výsledná analýza dle české legislativy pro 05th percentil v poloze č. 3.....	45
Obrázek 5.18 Analýza pro 50th (vlevo) a 95th percentil (vpravo)	45

Obrázek 6.1 Model podstavce	47
Obrázek 6.2 Model vložený do vizualizace pracoviště.....	47
Obrázek 6.3 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil	48
Obrázek 6.4 Výsledná analýzy NV 361 pro 05th, 50th a 95th percentil.....	49
Obrázek 6.5 Změna výšky stojanu	49
Obrázek 6.6 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil	50
Obrázek 6.7 Výsledné RULA analýzy pro 05th, 50th a 95th percentil	50