

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita
Ostrava**

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra bezpečnosti práce a procesů

**Ergonomická analýza vybraných pracovních
činností podniku**

Student: Filip Kmošek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivan Dluhoš, Ph.D.

Studijní obor: Bezpečnost práce a procesů

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. 04. 2016

Zadání bakalářské práce

Student: **Filip Kmošek**

Studijní program: B3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor: 3908R001 Bezpečnost práce a procesů

Téma: Ergonomická analýza vybraných pracovních činností podniku
Ergonomic Analysis of the Selected Work Activities in the Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vykonat ergonomickou analýzu pro potřebu studie vybraných pracovních činností v konkrétní výrobní společnosti.

Charakteristika práce:

V souladu s obsahem aktuálních teoretických přístupů v oblasti ergonomických zásad, posuzování a hodnocení pracovních podmínek a jejich vlivů na pracující osobu, vymezte roli a poslání bakalářské práce. Proveďte ergonomickou analýzu vybraných pracovních činností výrobní společnosti prostřednictvím SW Tecnomatix Jack. Na základě identifikovaných údajů navrhnete doporučení na zavedení změn stávajícího stavu v podniku a jejich zobecnění.

Seznam doporučené odborné literatury:

MALÝ, S., KRÁL, M., HANÁKOVÁ, E.: ABC ergonomie. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., Professional Publishing, 2010. 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.

SLAMKOVÁ, E., DULINA, Ľ., TABAKOVÁ, M.: Ergonómia v priemysle. Žilina: GEORG knižárstvo, tlačiareň Žilina, 2010. 262 s. ISBN 978-80-89401-09-1.

SMUTNÁ, M., DULINA, Ľ.: Metódy a softvérová podpora v priemyselnej ergonómii. Žilina:

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Dlugoš, Ph.D.**

Datum zadání: 22.06.2015

Datum odevzdání: 15.04.2016

prof. Dr. Ing. Aleš Bernatík
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Poledňák, PhD.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení:

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně.“

V Ostravě _____

Filip Kmošek

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl/a seznámen/a s tím, že na moji 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;
- beru na vědomí, že odevzdáním 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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (dále jen VŠB – TUO), dostupná k prezenčnímu nahlédnutí;
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít v souladu s § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má právo VŠB – TUO na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého VŠB – TUO nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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.

Jméno, příjmení

Adresa

Dne:

Podpis:.....

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Ivanu Dluhošovi, Ph.D. za podnětné připomínky, rady a vedení při zpracování bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval paní Šárce Berky Menšíkové za umožnění zpracovávat bakalářskou práci ve firmě Edwards. Nesmím opomenout poděkovat za poskytnutí materiálů a cenných rad.

ANOTACE

Předložená bakalářská práce se zabývá ergonomickou analýzou pracovních činností v reálném podniku. V první části je uvedena problematika ergonomie obecně, definuje několik pojmů s ergonomií spjatých. Rozebírá rizikové faktory pracovního prostředí a způsoby hodnocení pracovního prostředí. Seznamuje čtenáře se softwarem Tecnomatix Jack od firmy Siemens, který patří do platformy PLM. V další části v krátkosti představuje podnik Edwards a jeho historii. V části poslední řeší samotnou analýzu pomocí výše uvedeného softwaru a hodnotí získané údaje.

Klíčová slova: ergonomická analýza, pracovní prostředí, Tecnomatix Jack

SUMMARY

This bachelor thesis deals with the ergonomic analysis of working activities in a company. The first part shows ergonomics as a science and defines several ergonomic terms. The other parts analyse the risk factors of work environment in general and the way to rate them. It informs the reader about the software Tecnomatix Jack by Siemens, which is a part of the PLM platform. Then it introduces the Edwards company and its history as well. There are results of the ergonomic analysis made by Tecnomatix Jack in the last part of the thesis.

Key words: ergonomic analysis, work environment, Tecnomatix Jack

OBSAH

ÚVOD.....	1
TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	2
1 Ergonomie.....	2
1.1 Rozdělení ergonomie.....	2
1.2 Související oblasti s ergonomií.....	3
2 Rizikové faktory pracovního místa.....	5
2.1 Zařazení prací do kategorií	5
2.2 Fyzická zátěž	6
2.2.1 Působení fyzické zátěže na člověka	7
2.2.2 Fyzická pracovní zátěž	7
2.2.3 Prostorové uspořádání pracoviště a pracovního místa	8
2.2.4 Pracovní poloha.....	10
2.2.5 Pracovní pohyby.....	12
2.2.6 Manipulace s břemeny	13
2.3 Psychická zátěž.....	14
2.3.1 Monotónní pracovní činnost	14
2.3.2 Práce na směny.....	16
3 Hodnocení pracovního prostředí.....	17
3.1 Software Tecnomatix Jack (TxJ).....	18
3.1.1 Dimenzování a polohování pracovníka.....	19
3.2 Využití analýz.....	19
3.2.1 Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	19
ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU ČINNOSTÍ VE VYBRANÉM PODNIKU	20
4 Představení podniku Edwards.....	20

4.1	Historie podniku Edwards	20
4.2	Podnikatelská filozofie a hodnoty podniku Edwards	20
5	Softwarová analýza pracovních činností na lince RV	21
5.1	Analýza procesů a identifikace rizik	21
5.1.1	Používání elektrických vrtaček	22
5.1.2	Lisování u olejové nádrže	23
5.1.3	Montáž motoru na olejovou nádrž	24
5.1.4	Pokládání vakuové pumpy	25
5.1.5	Přenos vakuové pumpy na testovací vozík	27
5.1.6	Balení vakuové pumpy.....	28
5.2	Hodnocení a sumarizace analyzovaných činností	30
	ZÁVĚR	31
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	32
	SEZNAM OBRÁZKŮ	34
	SEZNAM TABULEK	35
	SEZNAM PŘÍLOH.....	36

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

IEA – International Ergonomics Association

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

OOPP – Osobní ochranné pracovní prostředky

TxJ – Tecnomatix Jack

RULA – Rapid Upper Limb Assessment

LMS – Learning Management System

CAD – Computer Aided Design

CAM – Computer Aided Manufacturing

CAE – Computer Aided Engineering

PLM – Product Lifecycle Management

NASA – National Aeronautics and Space Administration

BOC – Brin's Oxygen Company

RV – Rotary Vane

ÚVOD

Pracovní činnost se ve své podstatě uskutečňuje v součinnosti člověka, techniky a pracovních podmínek, resp. člověka a pracovního prostoru. Pracovní prostor lze chápat jako komplex faktorů a podmínek, které ovlivňují průběh a výsledky pracovní činnosti. Zahrnuje tedy pracovní prostředí vymezeny zejména technickými, ergonomickými, hygienickými a estetickými charakteristikami, také však širší podmínky, při kterém se práce provádí a to zejména organizační, sociální, psychologické a kulturní. Obecně je zřejmé, že čím je pracovní prostor lépe přizpůsoben práci člověka, tím je vyšší výkonnost, produktivita a kultura jeho práce.

Cílem bakalářské práce je provést ergonomickou analýzu vybraných pracovních činností pomocí softwaru Tecnomatix Jack od firmy Siemens. Práce vychází a je vázaná na teoretická východiska a zásady, které tvoří porovnávací parametr. Ergonomickou analýzu jsem provedl v reálném provozu firmy Edwards, s.r.o. v Lutíně.

V práci jsem rozlišil některé vlivy pracovního prostředí, které nás při práci obtěžují, vadí nám, narušují naši pozornost, případně způsobují stres. Tyto je možné pojmenovat a navrhnout opatření na jejich odstranění. Na druhou stranu působí některé vlivy skrytě a člověk si nemusí uvědomovat jejich nepříznivé účinky a následky. Příkladem je únava, pokles pozornosti, nervozita, zvýšený počet chyb a také bolest hlavy, očí, ramen nebo zad.

Z pohledu ekonomiky jsou náklady na ergonomické opatření zanedbatelné, v porovnání s přínosem spokojenosti pracovníků, jejich motivace a dlouhodobě i na jejich zdravotním stavu. Zdravotní stav je na první pohled zřetelný a nejpodstatnější, protože náklady na léčení pracovníků, popřípadě odškodnění nemoci z povolání a náklady způsobené fluktuací zaměstnanců, zanedbatelné nejsou.

Právě zlepšováním pracovních podmínek a vším co s nimi souvisí, se zabývá obor aplikovaná ergonomie. Aplikovaná ergonomie v sobě integruje mnoho vědních disciplín, které jsem v práci okomentoval. Jsou jimi poznatky z psychologie práce, fyziologie práce, pracovního lékařství, hygieny práce a BOZP.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1 Ergonomie

Pojem ergonomie je odvozen z anglického slova „ergonomics“, který vzniknul spojením řeckých slov ergon- práce a nomos- zákon nebo pravidlo. Definujeme jako vědní disciplínu, která studuje vztah člověka a pracovních podmínek a zabývá se jejich neustálým zlepšováním. Při tomto studiu uplatňujeme nejnovější poznatky biologických, technických a společenských věd, tak abychom zlepšili lidské zdraví, pohodu i výkonnost v pracovním procesu. Ergonomie přispívá k řešení designu a hodnocení práce, produktů, úkolů, prostředí a systému, aby byly kompatibilní se schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie zahrnuje mnoho relevantních faktorů jako fyzické, kognitivní, sociální, organizační a mnohé další a tím ve své podstatě pokrývá všechny aspekty lidské činnosti [4].

Cílem ergonomie je řešit a vytvořit optimální podmínky při práci s pozitivním vlivem na zdraví zaměstnanců. Zároveň musí zabezpečit ekonomickou efektivnost [12].

1.1 Rozdělení ergonomie

Ergonomii můžeme dělit do několika částí. Základní oblasti podle Mezinárodní ergonomické společnosti (IEA – International Ergonomics Association):

- Fyzická ergonomie se zabývá vlivem pracovních podmínek a pracovního prostředí na zdraví člověka (tzv. systém 3M man – machine – medium) a uplatňuje přitom mnoho dalších vědních disciplín jako antropometrie, fyziologie, anatomie, biomechanika a další. V této části ergonomie řešíme problémy pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakovaných pracovních činností, uspořádání pracovního místa a bezpečnost práce [12].
- Psychická ergonomie také označovaná jako kognitivní je zaměřená zejména na psychologii práce a psychologické aspekty pracovní činnosti, které jsou mnohem důležitějšími faktory poznání než fyzické faktory.

Zkoumá paměť, usuzování a interakci člověka například s počítačem nebo při pracovním stresu.

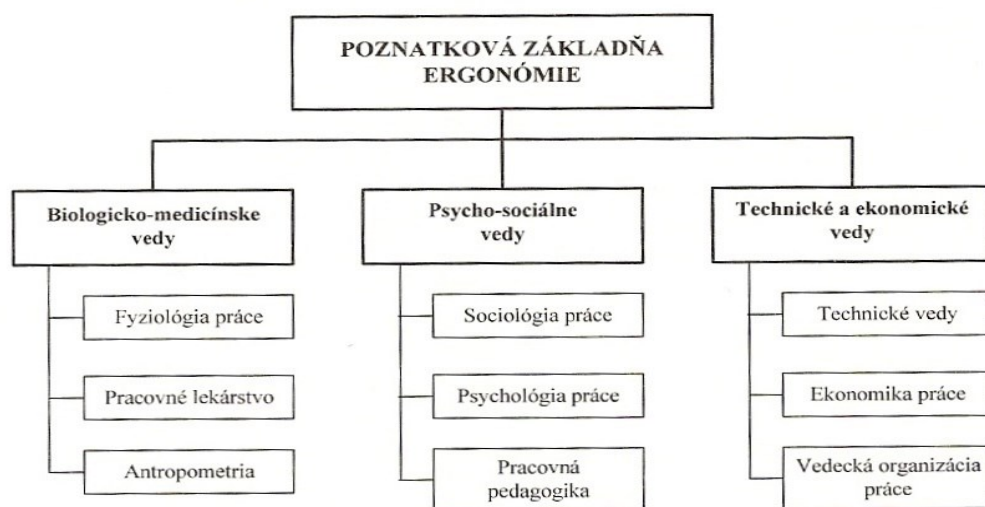
- Organizační ergonomie je zaměřená na sociologické aspekty organizačních struktur, postupů a strategií. Patří sem systém v komunikaci zaměstnanců, týmová práce a sociální klima [12].

Speciálními oblastmi ergonomie jsou:

- Myoskeletální ergonomie (mechanická) zkoumá vliv pracovních podmínek a prostředí na pohybový systém. Řeší nepřírozené pracovní polohy, nadměrné působení síly nebo jednotvárnost pracovní činnosti.
- Psycho – sociální ergonomie se významně podílí na výběru pracovníka do adekvátní pracovní pozice, protože zkoumá psychologické požadavky při práci a stresové faktory. Význam má sociologická problematika člověk – pracoviště – rodina – volný čas.
- Rehabilitační ergonomie pomocí, které se přizpůsobuje pracovní místo, nástroje, stroje a pracovní pomůcky tak, aby vyhovovali výkonové kapacitě handicapované osoby [12].

1.2 Související oblasti s ergonomií

Ergonomie jako věda využívá poznatky z mnoha vědeckých disciplín, které s ní úzce souvisí (viz. Obr. 1).



Obr. 1 Vědomostní základna ergonomie (upravené dle [12])

Základním obsahem vědních disciplín vědomostní základny ergonomie je:

- Antropometrie je systém měření a pozorování lidského těla a jeho částí. Podkladem pro tato měření je soustava antropometrických bodů, která byla stanovena mezinárodní dohodou [10].
- Fyziologie práce s antropometrií úzce souvisí a zabývá se činností jednotlivých orgánů a lidského organismu při práci vykonávané po určitou dobu v určitém pracovním prostředí. Pomocí fyziologie se řeší dlouhodobé udržení zdraví zaměstnance a zároveň co nejvyšší produktivita práce [12].
- Psychologie práce zkoumá vliv práce a pracovního prostředí na člověka. Vznikla na základě požadavků společenské praxe a z praktického hlediska má význam při úpravě podmínek práce, pracovních postupů a řešení organizace práce. Zároveň nesmíme opomenout ovlivňování mezilidských vztahů na pracovišti, výchovu, výběr, rozmístění a hodnocení zaměstnanců.
- Sociologie práce pomocí, které se zjišťuje jaký vliv má práce za určitých pracovních podmínek na sociální úlohu a postavení zaměstnance.
- Pracovní pedagogika se zaměřuje na problematiku osvojování teoretických poznatků a pracovních návyků.
- Ekonomika práce zahrnuje poznatky o způsobu a postupu dané pracovní činnosti s minimální spotřebou času a s co nejmenší námahou. Využívá se hlavně při řešení otázek efektivního vykonávání pracovní činnosti.
- Technické vědy se podílí na praktických návodech a návrzích strojů, zařízení a náradí.
- Pracovní lékařství představuje praktické metody a postupy při zjišťování změn funkce jednotlivých orgánů lidského organismu vlivem pracovní činnosti. Identifikuje tak nemoci z povolání a snaží se odstranit jejich následky [12].
- Vědecká organizace práce řeší optimální spojení a uspořádání prvků pracovního procesu. Cílem je dosáhnout maximální efektivity práce, a proto se zabývá otázkami výběru zaměstnanců na určité práce, jejich přípravou na vykonávání práce, efektivitou vynakládání s pracovní silou zaměstnanců, tvorbou optimálních pracovních podmínek, pracovních

postupů a pracovních míst, bezpečností práce a hygienou práce, zkoumání psychologických aspektů práce v kolektivu, vedením pracovního kolektivu [12].

2 Rizikové faktory pracovního místa

Mezi rizikové faktory práce a pracovního místa patří mnoho činitelů. Aplikovaná ergonomie se zabývá fyzikálními, chemickými, biologickými činiteli, prachem, fyzickou zátěží, zátěží teplem a chladem, psychickou a zrakovou zátěží a mnohými dalšími faktory, které mohou nebo mají vliv na zdraví zaměstnance [13].

2.1 Zařazení prací do kategorií

Hlavním smyslem zařazení prací do kategorií je rozpoznání rizik práce a na základě toho určit míru rizik (tzv. hodnocení rizik). Poté práce rozdělit do kategorií a zavést opatření v závislosti na výsledné kategorii. Kategorizace prací musí provést každý zaměstnavatel dle § 37, zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění. Dle předpisů platné legislativy České republiky rozlišujeme čtyři kategorie práce:

- Práce kategorie první jsou práce, při kterých je nepravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví zaměstnance.
- Práce kategorie druhé, kde lze očekávat nepříznivý vliv na zdraví zaměstnance jen výjimečně. Nepříznivý vliv působí především na vnímavé jedince. Jedná se tedy o práce nepřekračující hygienické limity faktorů stanovené předpisy a práce naplňující další kritéria pro jejich zařazení do kategorie druhé dle přílohy č. 1, vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, v platném znění [1].
- Práce kategorie třetí, při nichž jsou překračovány hygienické limity. Tato kategorie zároveň naplňuje další kritéria pro zařazení do třetí kategorie podle přílohy č. 1, vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických

expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, v platném znění. Expozice zaměstnanců, které práce vykonávají, není snížena technickými opatřeními na požadovanou hodnotu, a tak je nezbytné využívat OOPP, organizační a jiná ochranná opatření. Dále sem patří práce, kde se opakovaně vyskytují nemoci z povolání.

- Práce kategorie čtvrté vykazují velkou míru rizika a tak je u nich vysoké riziko ohrožení zdraví i při používání dostupných a použitelných ochranných opatření [1].

Do kategorií se práce zařazují z hlediska zhodnocení třinácti rizikových faktorů, kterými jsou:

- prach,
- chemické látky,
- hluk,
- vibrace,
- neionizující záření a elektromagnetické pole,
- fyzická zátěž,
- pracovní poloha,
- zátěž teplem,
- zátěž chladem,
- psychická zátěž,
- zraková zátěž,
- biologické činitele,
- práce ve zvýšeném tlaku vzduchu [1].

2.2 Fyzická zátěž

Fyzická zátěž označovaná také jako tělesná je ovlivňovaná především aktivací svalových skupin. Při každé tělesné práci jde o činnost svalů a s ní spojenou spotřebou energie, kterou organismus získává přeměnou živin. Tím myslíme metabolismus sacharidů, tuků a v případě jejich nedostatku přeměnou bílkovin [12].

2.2.1 Působení fyzické zátěže na člověka

Fyzická zátěž se z pohledu pohybů svalů dělí na statickou a dynamickou.

- Dynamická zátěž působí na svaly v době pohybu svalových skupin při zátěži (mění se délka svalu při stejném napětí). Příkladem dynamické práce je stlačení nebo natahování ocelové pružiny oběma rukama.
- Statická zátěž se v praxi vyskytuje při držení nástrojů a předmětů. Délka svalu zůstává stejná, ale mění se jeho napětí. Z časového hlediska se za statickou zátěž považují případy, kdy udržení polohy, zvýšení svalové síly nebo trvání svalového stahu trvá déle než 3 sekundy. Protože svaly nemají možnost se zotavit, považuje se statická zátěž za únavnější [12].

2.2.2 Fyzická pracovní zátěž

Každý jedinec reaguje na práci individuálně, ať se jedná o zatížení statické nebo dynamické, a proto je důležité v ergonomii rozlišovat pojmy zatížení a namáhání.

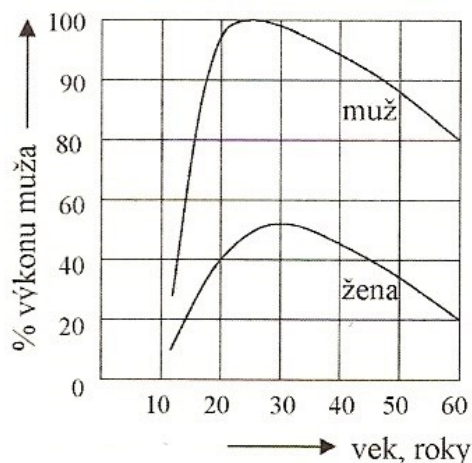
- Zatížení je objektivním stavem. Definujeme ho jako tlak na pracovníka při výkonu dané práce, který je určený nároky pracovních činností, ale i negativním vlivem faktorů pracovních činností a sociálního prostředí. Člověk jako jedinec to nemůže změnit, protože je to dané metodikou práce.
- Namáhání je stavem subjektivním. Jedná se o individuální reakci na pracovní činnost a je tím nižší, čím je vyšší předpoklad (potenciál) k zvládnutí dané práce [12].

S největší pravděpodobností bude stejná fyzická práce působit odlišně na dva lidi a budou se různě projevovat důsledky zatížení, buď ve formě únavy, nebo až přetížení. Zatížení můžeme objektivně měřit pomocí vykonané práce nebo hmotností břemen. Na druhou stranu vyčíslit namáhání je problematické. Nejčastěji se namáhavost práce hodnotí podle energetické přeměny a orientační hodnoty energetického výdeje uvádí literatura [2] (viz. Tab. 1) [12].

Tab. 1 Závislost energetické přeměny od druhu vykonané práce (upravené dle [2])

Druh práce	Počet tepů za minutu	Energetická přeměna	
		$\text{kJ}\cdot\text{min}^{-1}$	$\text{kJ}\cdot\text{změna}^{-1}$
velmi lehká	100	do 4	do 1200
lehká	110	4-12	1200-2400
mírná	120	12-20	2400-4000
střední	130	20-32	4000-6000
těžká	150	32-40	6000-8000
velmi těžká	170	40-60	8000-10000
nejtěžší	200	nad 60	nad 10000

Namáhavost fyzické práce je závislá na silových schopnostech člověka a tyto schopnosti se mění s věkem, pohlavím (viz. Obr. 2) a možnostmi regeneraci pracovní síly. Ženy mají v průměru asi o 1/3 menší svalovou schopnost než muži. Naproti tomu musí platit rovnost pro vykonávání prací pro všechny. Pokud se nejedná o specifickou práci, tak by měla být naprojektována tak, aby ji mohli vykonávat ženy i muži, aby jí osoby mohli vykonávat v celém období produktivního věku a aby ji mohli vykonávat praváci i leváci [12].



Obr. 2 Závislost silových schopností muže a ženy podle věku (upravené dle [12])

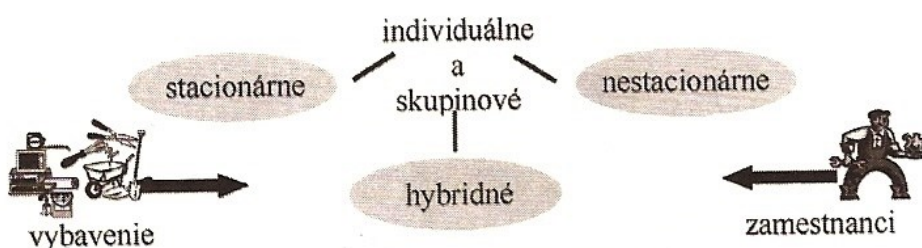
2.2.3 Prostorové uspořádání pracoviště a pracovního místa

Pracoviště je úsek prostředí, který obsluhuje zaměstnanec nebo pracovní skupina. Zpracovává se zde určitý pracovní předmět, a proto je zaměstnanec vybaven

pracovními prostředky. Pracoviště definujeme jako komplex výrobních prostředků, výrobních předmětů a výrobních sil, na kterém při vzájemném působení tří uvedených prvků probíhají technologické procesy v souladu s průběhem výrobního procesu. Pracoviště se dá členit do různých skupin.

Prvním aspektem členěním je umístění pracoviště (viz. Obr. 3):

- stacionární,
- nestacionární,
- hybridní [12].



Obr. 3 Aspekty členění pracovišť (upravené dle [12])

Druhým aspektem členění (viz. Obr. 3) je počet zaměstnanců, kde rozlišujeme pracoviště:

- individuální,
- skupinové [12].

Třetím a neméně důležitým aspektem členění pracoviště je jeho technické vybavení. Podle technického vybavení se pracoviště dělí na:

- ruční,
- mechanizované,
- automatizované [12].

Ergonomická organizace pracoviště znamená mít pro materiál a používané nářadí svoje stálé místo. Materiál a používané nářadí mají být umístěny v zóně normálního pracovního pohybu (viz. Obr. 4), v blízkosti a přímo před zaměstnancem. Tvar zásobníku na předměty musí umožňovat rychlé a jednoduché uchopení a vyndání předmětu a tam, kde to umožňují charakteristiky součástek (výrobků) použít skluzu namísto odkládacích ploch. Manipulace s ovládacími prvky jako jsou páky, tlačítka,

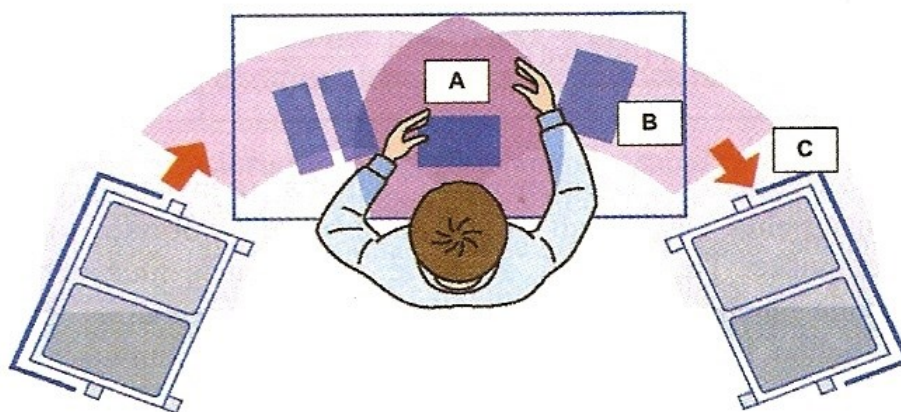
kolečka a jejich rozmístění musí být proveditelná v nejhodnější poloze těla a co nejjednoduššími pracovními pohyby [12].

Pohybový prostor pracoviště je prostor, kde dochází k vykonávání pracovní činnosti a rozdělujeme ho na:

- manipulační (prostor pro ruce), který je daný manipulační rovinou a je dosažitelný středem dlaně (viz. Obr. 4),
- pedipulační (prostor pro nohy), který je určován šířkou, výškou a hloubkou a měl by tak vyhovovat pohodlným polohám noh v průběhu pracovní směny bez výrazného statického zatížení těla a deformace páteře [12].

Z ergonomického hlediska rozeznáváme tři oblasti manipulačního prostoru (viz. Obr. 4):

- oblast A (optimální pohybový prostor pro obě ruce), kde umístíme často využívané předměty a zároveň obě dvě ruce pracují v zorném poli,
- oblast B (vhodný pracovní prostor pro obě ruce), který je vhodný pro umístění nástrojů a předmětů, na které sahá většinou jen jedna ruka,
- oblast C (nevhodný pracovní prostor pro obě ruce) [12].

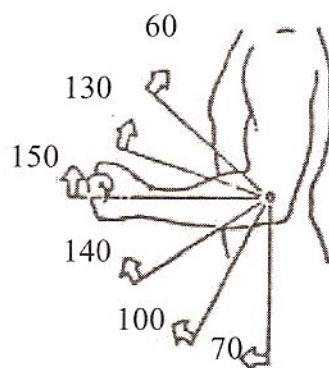


Obr. 4 Oblasti manipulačního prostoru (upravené dle [12])

2.2.4 Pracovní poloha

Pracovní poloha, v které se práce vykonává, přímo ovlivňuje fyzickou zátěž. To znamená, že stejná práce může vyvolat jinou reakci v podobě námahy člověka na její

vykonání. Proto se snažíme volit takové pracovní polohy, abychom zvýšili svalovou sílu. To jsou takové polohy, kdy svaly pracují s největším ramenem pák. Příkladem může být ohnutá noha, která má asi trojnásobně větší nášlapnou sílu než noha natažená, polootevřená ruka má větší sílu než ruka zavřená (viz. Obr. 5) [12].

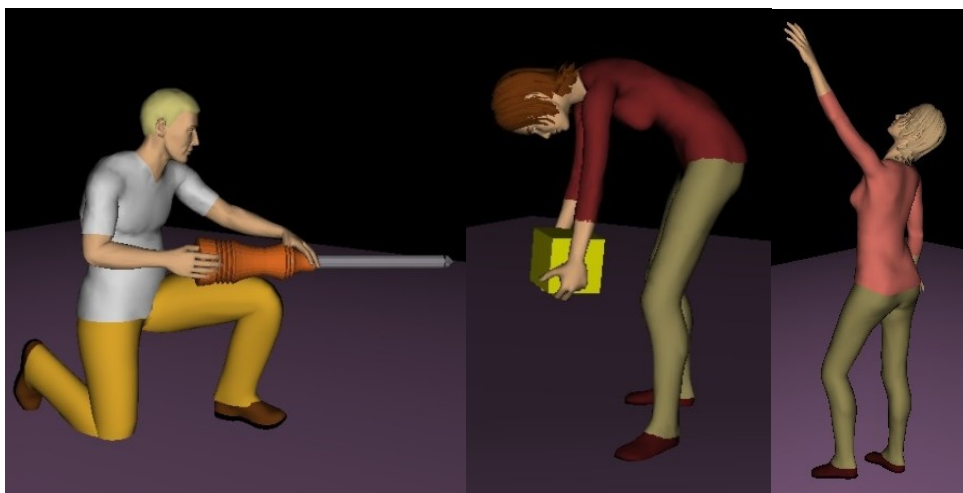


Obr. 5 Přiměřená statická síla ohnuté paže v N při různých stupních ohnutí (upravené dle [12])

V ergonomii jsou pracovní polohy stěžejní oblastí, protože nevhodnou pracovní polohou si může zaměstnanec způsobit vážné poškození zdraví. Polohy členíme na dvě oblasti podle toho, jestli je v nich vhodné pracovat nebo není. Fyziologické polohy jsou pro práci vhodné, nefyziologické nikoli [12].

Základní fyziologické polohy jsou sed a vzpřímený stoj a vzájemná kombinace těchto poloh. Jsou to polohy, při kterých trup a končetiny netrpí statickým namáháním a výraznými odchylkami od neutrální polohy. Neutrální polohou je ideální postavení každého kloubu, kdy nám klouby dovolují vyvinout největší sílu, optimální kontrolu pohybu a co nejmenší zátěž. Zaměstnanec by měl polohy během pracovní směny střídát, protože obě mají své výhody i nevýhody. V sedu lépe koordinujeme svoje pohyby a zvládneme přesnější (motoricky jemnou) práci. Práce ve stoje je energeticky více náročná, ale můžeme vyvinout větší sílu a máme větší rozsah pohyblivosti. Při práci v sedu musíme zaměstnance vybavit ergonomickou židlí s polohovatelnou výškou sedáku i bederní opěrky, popřípadě nechat dostatek místa pro opěrku dolních končetin. Výška pracovní plochy je pak odvozena od požadavků na pracovní místo při práci ve stoje. I při práci ve stoje nesmíme zapomenout na volný prostor pro nohy a jejich opěrku [7], [12].

Při práci v nefyziologických polohách (viz. Obr. 6) člověk spotřebuje větší množství energie a při takové práci dochází brzy k únavě. Patří sem práce v podřepu, kleku, předklonu, lehu, s rukama nad hlavou, kdy je výrazně změněná poloha trupu a končetin.



Obr. 6 Nefyziologické polohy (vlastní práce)

Při dlouhodobém využívání nefyziologické polohy hrozí riziko vážného poškození svalového a kosterního aparátu. Zaměstnanci nucení pracovat v nefyziologických polohách by měli mít delší a častější pracovní přestávky nebo zajištěné rotování (organizační opatření) na dalších pracovištích se zátěží jiných svalových skupin [6], [12].

2.2.5 Pracovní pohyby

Výsledek pracovní činnosti je závislý na kombinaci pracovních poloh a pracovních pohybů. Činnost člověka v pracovním procesu je vzájemně propojená do celistvé struktury, která se skládá z elementárních pohybů. Tato struktura se tvoří v procesu zácviku. Pracovní pohyby mají svůj účel a dělí se do tří skupin na:

- pracovní (výkonové) pohyby,
- gnostické pohyby – na poznání objektu a podmínek práce,
- přizpůsobovací pohyby – nastavovací, korigující a kompenzační pohyby [12].

Výkonovým (pracovním) pohybům se věnuje největší pozornost z pohledu produktivity práce a proto se při jejich vykonávání zaměřujeme na rychlost,

jednoduchost a účelnost. Některé gnostické pohyby, přizpůsobovací pohyby nebo zbytečné pohyby hodnotu nepřidávají, nicméně jsou někdy nutné k vykonání cílové práce. Tyto pohyby se neoptimalizují, ale snažíme se je z pracovní činnosti odstranit.

Fyziologicky nejvhodnější je střídavé zatěžování různých svalových skupin horních a dolních končetin, trupu a hlavy s co nejmenším podílem statického zatížení. Při práci ve vodorovné rovině (práce v sedu) by měly dráhy pohybu horních končetin probíhat převážně po obloukové dráze. Optimální dráhy pohybů při práci ve stoje jsou v rozmezí výšky zápěstí až po výšku ramen. Při koordinaci obou horních končetin naráz dbáme na rovnoměrné rozložení pohybů. Pohyby se zvýšenými požadavky na přesnost nesmí být náročné na vynaložení větší síly. V podstatě jde o eliminaci profesionálního onemocnění z dlouhodobé, nadměrné a jednostranné zátěže [12].

2.2.6 Manipulace s břemeny

Pro většinu pracovních činností je charakteristické manipulování s předměty. Přesto si lidé neuvědomují, že taková práce může znamenat riziko vzniku méně vážných i vážných zdravotních problémů. Za manipulaci s břemenem považujeme každou činnost, kdy dochází k zdvihání, ukládání, přenášení nebo držení předmětu. Jako například ruční manipulace s přepravkami, paletami, bednami nebo manipulace různých obrobků, dílu, polotovarů, které operátor upíná do stroje a pak je ukládá na určené místo. Dále manipulace se sypkými materiály, které operátor přemísťuje pomocí manipulačních prostředků a ruční manipulace s lahvemi (i tlakovými) na kapaliny, plyny popřípadě jiné látky. Nicméně práce s břemeny nevidáme pouze v průmyslu, ale například v sociálních službách, kdy práci s imobilním pacientem můžeme specifikovat jako manipulaci se specifickým břemenem [7].

Jakékoli břemeno a práci s ním ovlivňuje 7 faktorů:

1. *břemeno a jeho vlastnosti* – rozměry, těžiště, hmotnost, úchopové možnosti,
2. *způsob manipulace* – vzdálenost, vertikální/horizontální směr, frekvence zdvihání,
3. *pracovní poloha a pohyb* – v sedu, ve stoje, kombinace předešlých, výstup na plošiny, žebříky, schůdky,

4. *pomůcky a technické prostředky ulehčující manipulaci* – válečkové dopravníky, skluzné plochy, paletové vozíky, pracovní stoly s proměnlivou výškou manipulační roviny,
5. *pracovní prostředí* – vlastnost a velikost podlahy, rozměr manipulačního prostoru, osvětlení, mikroklima,
6. *rizikovitost břemena* – špatné úchopové možnosti, teplota břemena, ostré hrany, břemena umístěná ve výškách, láhve na stlačený plyn,
7. *individuální faktory zaměstnance* – pohlaví, věk, tělesná způsobilost, aktuální zdravotní stav, používání OOPP, znalost bezpečných zásad manipulace s břemeny [8].

2.3 Psychická zátěž

Psychická zátěž působí na organismus a vyžaduje psychickou aktivitu, zpracování a vyrovnání se s požadavky pracovního prostředí. Na druhé straně stojí psychické přetížení, kdy si zaměstnanec sám uvědomuje konflikt mezi kladenými nároky na jeho osobu nebo pracovní místo a jeho výkoností nebo schopností podat výkon.

Psychická pracovní zátěž je faktor, který zahrnuje všechny hodnotitelné vlivy práce, pracovních podmínek a pracovního prostředí. Tyto faktory působí na poznávací (kognitivní), senzorické a emociální procesy jednotlivce a vyvolávají stavy zvýšeného psychického napětí a zatížení psychofyziologických funkcí.

Všichni zaměstnanci jsou nějakým způsobem vystavení psychické složce zatížení. Toto zatížení se neprojevuje pouze během pracovní směny a soustředěním se na pracovní činnosti, ale i po ukončení směny jako pocit zodpovědnosti nebo obava před důležitými rozhodnutími. Psychické zatížení se jako fyzické zatížení nedá eliminovat a v dnešních dnech výrazně vystupuje do popředí díky rozvoji informačních technologií, nesprávné organizaci práce, změně životního stylu lidí, přibýváním pracovních míst s převládajícím psychickým zatížením a dalším faktorům [12].

2.3.1 Monotónní pracovní činnost

Fyziologickou podstatou monotonie je chudé spektrum podnětového pole. Zaměstnanec opakovaně dráždí stejné nervové oblasti a tím vzniká jejich útlum, jinak

řečeno předspánkový stav. Monotonie se postupně rozvíjí při dlouhodobé, jednotvárné a opakované činnosti. Dochází ke snížení tepové frekvence, krevního tlaku a tělesné teploty. Projevuje se především ospalostí, únavou, snížením a kolísáním výkonnosti, zhoršením adaptability a reaktivity. Důsledkem toho může docházet ke zvýšené úrazovosti a poklesu kvality práce [12].

Výrazné zhoršení zraku může nastat, pokud monotónní činnost vyžaduje neustálé vnímání zrakem. Zdravotní problémy pohybového aparátu jako například poškození šlach, bolesti kloubů, svalů nebo poškození nervů různých tunelových syndromů jsou důsledkem jednotvárnosti pohybových úkonů, fixace u jednoho pracovního místa, nevhodná pracovní poloha nebo jednostranná zátěž určitých svalových skupin. Psychologické účinky monotonie se mohou zvyšovat, pokud je zaměstnanec vystaven hlučnému prostředí, nevhodným mikroklimatickým podmínkám, vibracím nebo musí pracovat ve vynuceném pracovním tempu a v nočních směnách [12].

Tab. 2 Stupnice monotonie v závislosti na trvání cyklu (upravené dle [9])

Stupeň	Trvání jednoho cyklu [min]
1	>30
2	10 až 30
3	5 až 10
4	0,5 až 5
5	<0,5

Při určování stupně monotonie (viz. Tab. 2) při montáží, sestavování nebo balení výrobků musíme zohlednit další podmínky, ve kterých jsou tyto činnosti vykonávány. Jedná se jak o celkovou pracovní polohu, oblast pohybu břemen, trvalý předklon bez opory trupu, časté otáčení trupu do stran tak i o nevhodnou židli, trvalý stoj na jedné noze z důvodu nožního ovladače nebo častou manipulaci s břemeny.

V horizontu každých dvou hodin monotónní práce by měl mít zaměstnanec přestávku 5 až 10 minut. Je vhodné organizačními opatřeními zajistit rotaci zaměstnanců nebo možnost střídání pracovní činnosti [9].

2.3.2 Práce na směny

Již v antickém Řecku se zboží přepravovalo přes noc, aby se předešlo přehlcení dopravy. Nicméně po vynalezení žárovky Edisonem se práce na směny široce rozvinula v průmyslu a to z několika důvodů. Hodně moderních továren jako elektrické elektrárny nebo továrny na zpracování železa prostě nemůžou v noci zavřít. Další důvodem je bezpochyby ekonomický tlak na firmy. Zaměstnavatelé si nemohou dovolit nechat své stroje zahálet, protože je to stojí mnoho peněz. Jsou tu však i práce ve službách, kde jsou nutné práce na směny jako například zdravotní sestřičky, policisté, zaměstnanci v dopravě nebo zaměstnanci v gastronomických zařízeních [7].

Rozlišujeme dva typy práce na směny. Tím prvním je nepřetržitý provoz, ve většině případů na tři směny, a druhým práce zahrnující méně než 24 hodin. Nepřetržitá práce je nebezpečná zejména od půlnoci do čtyř hodin ráno, kde může působit problémy se zdravím, únavu a ztrátu produktivity. Hlavním problémem je 24 hodinový rytmus každého jedince, který se těžko mění. Musíme brát v úvahu činnost srdce, frekvenci dýchání, teplotu těla, vylučování hormonů a také vylučování moči a exkrementů. Jakmile pomocí pracovních směn v různé denní doby narušíme jedincův biorytmus, můžeme u něj pozorovat některé z výše uvedených problémů. Práce na směny má také negativní dopad na jedincovy sociální a volno časové aktivity (viz. Tab. 3) [7].

Tab. 3 Efekt práce na směny na sociální a volno časové aktivity zaměstnance (upravené dle [7])

Nedostatek času na	Zaměstnaní na směny [%]	Zaměstnaní na denní směnu [%]
kulturní akce	72	11
přátele	80	13
rodinu	72	11
koníčky	67	17

Někteří zaměstnanci budou mít s prací na směny velké potíže a jsou ze začátku v nevýhodě. Můžeme sledovat několik faktorů, které přizpůsobení směnnému provozu škodí. Manažeři by se o těchto faktorech měli informovat, aby si mohli udělat představu o tom, jak si jimi zaměstnaný jedinec povede.

Těmito znevýhodňujícími faktory jsou:

- život o samotě,
- zažívací a žaludeční potíže,
- problémy s usínáním a spánkem,
- věk přes 50 let,
- vstávání brzo ráno (tzv. skřivani),
- druhá práce nebo mnoho domácích povinností,
- a epilepsie [7].

3 Hodnocení pracovního prostředí

Cílem ergonomické analýzy pracovního prostředí je zjistit, která část pracovní činnosti ohrožuje zdravotní stav zaměstnanců. Díky vyhodnocení pracovního prostředí přistupujeme k zdokonalování, které se projeví ve zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců, zvýšením míry BOZP, snížením úrazovosti a fluktuace. Hodnocení pracovního prostředí se dělí na dvě hlavní části.

- Subjektivní hodnocení při těžko měřitelných faktorech, kde nám stačí informativní zjištění špatného stavu, díky kterému můžeme zajistit opatření na zlepšení. Ve většině případů k hodnocení používáme dotazníky se škálou pocitů zainteresovaných zaměstnanců. Pro eliminaci osobnostních rozdílů je vhodný minimální počet dvaceti zaměstnanců.
- Objektivní hodnocení cílí na měřitelné faktory pracovního prostředí a často ho používáme až při špatných výsledcích subjektivního hodnocení. Pomocí objektivního hodnocení získáme přesné údaje, které porovnááme s požadavky závazných předpisů platné legislativy a technickými normami [12].

Pracovní prostředí jsem analyzoval pomocí programu Tecnomatix Jack, který je součástí platformy PLM firmy Siemens. V překladu se jedná o „Řízení životního cyklu výrobku“. Informační strategie k vytvoření souvislé datové struktury prostřednictvím konsolidace systémů, tedy inovace na základě celopodnikového přístupu ke společnému úložišti informací o výrobcích a procesech [11].

Do této řady výrobků firmy Siemens dále patří Teamcenter, který je jakýmsi prostředníkem ostatních programů a propojuje tak pracovníky vývoje a výroby. NX nabízí nejširší portfolio průmyslových CAD / CAM / CAE aplikací. Jedinečné a komplexní postupy návrhů a výroby moderních kompozitních materiálů zajišťuje balíček programů Fibersim. Syncrofit je řadou specializovaných strojírenských produktů pro navrhování a výrobu složitých sestav a rozsáhlých leteckých konstrukcí. Pomáhá vytvářet a spravovat montážní rozhraní a stovky tisíc spojovacích prvků typických pro trup letadla. Seat Design Environment je software, který je plně integrován do komerčních 3D CAD systémů pro navrhování a výrobu inovativních systémů sedadel a interiérových komponent dopravních prostředků. Komplexní inženýrské výzvy spojené se systémovým navrhováním a modelem řízeného systémového inženýrství přináší portfolio LMS [11].

3.1 Software Tecnomatix Jack (TxJ)

Tento software je zaměřený na ergonomii pracovního prostředí a ergonomii člověka v tomto pracovním prostředí. Software vznikl během 80. let na University of Pennsylvania za podpory NASA a neustále se vyvíjí i v dnešní době. Do pracovního prostředí vkládáme biomechanický model člověka, u kterého poté sledujeme několik faktorů pomocí analýz. Model člověka pak odpovídá na jednoduché otázky, co vidí, kam dosáhne, jestli se cítí pohodlně nebo jestli je přetěžován.

I tento program má však některá úskalí a omezení. Model pracovního prostředí, stejně jako model člověka nemůže zobrazit a počítat se všemi faktory pracovního prostředí. Neumím pomocí TxJ modelovat hlučnost prostředí, vibrace na pracovišti, zátěž teplem, zátěž chladem či zrakovou zátěž. Dalším úskalím softwaru je zátěž psychická. Nikdy nebudu schopen do svého prostředí resp. modelu člověka zanést aktuální náladu, dlouhodobé vztahy mezi zaměstnanci na pracovišti nebo míru napětí mezi liniiovým a mezi vrcholovým managementem podniku.

Kromě modelování Jack a Jill, jak se nazývají mužský a ženský model tohoto softwaru, lze také využívat Tecnomatix Jack jako real-time simulační nástroj. Zadám Jackovi několik úkolů a můžu sledovat, které partie těla jsou přetěžovány v daný okamžik. Pro vytvoření dokonalého pracovního prostředí můžeme použít předměty z knihovny programu, také lze do programu importovat CAD grafiku a vytvářet tak

prostředí pracoviště nebo celé výroby. Pomocí jednoduchých objektů (koule, válce, krychle, kužely, ...) můžu spojovat tyto do komplexnějších objektů jako dopravní prostředky, složitější nástroje, schůdky a další [14].

3.1.1 Dimenzování a polohování pracovníka

Digitální člověk je biomechanicky přesný model člověka (různých velikostí, staří, rasy, váhy a pohlaví) s přirozenými pohyby, rozsahy kloubů a reálnými vlastnostmi. Model vychází ze studií NASA a skládá se z 69 segmentů a 69 kloubů, z nichž některé mají více os a více stupňů volnosti. Pomocí manipulace s těmito klouby nebo manipulací s celky (jako paže, trup, nohy, ...) inverzní kinematikou, nastavíme virtuálního člověka do pracovní pozice nebo můžeme využít přednastavených poloh z knihovny programu. Inverzní kinematikou myslíme kinematiku, kde všechno závisí na všem. Když pravou dlaň přiložíme na levé stehno člověka, automaticky se pohne i pravé rameno a ohnou se záda modelu [14].

3.2 Využití analýz

Při softwarovém zpracování zadaných činností jsem využíval analýzu RULA, která neoptimálněji zohledňuje řešenou problematiku a zadání podniku, taktéž vyhovuje z pohledu stanoveného rozsahu bakalářské práce [14].

3.2.1 Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Analýza, která hodnotí pracovní postoj v návaznosti na frekvenci jeho užívání, na hmotnosti břemena či podpoře rukou a nohou.

RULA analýza je předurčena k odhadu možných zdravotních rizik z pohledu míry poškození především horních končetin, konkrétně zápěstí, loktů a ramen, přičemž je v ní zahrnuto posouzení rizika poloh trupu, krku a dolních končetin. Každá z pojmenovaných částí lidského těla se přitom hodnotí podle stupnice, kdy je vždy stanovena neutrální (základní) poloha. Následně jsou uvedeny polohy další a to více nebo méně extrémní.

Po zhodnocení a obodování poloh jednotlivých částí těla se dosáhne celkového skóre (Grand Score), na které je vázáno doporučení změny aktuálně vykonávaných činností a tím eliminace poškození konkrétních částí horních končetin [14].

ANALÝZA AKTUÁLNÍHO STAVU ČINNOSTÍ VE VYBRANÉM PODNIKU

4 Představení podniku Edwards

Ergonomickou analýzu jsem provedl v podniku Edwards s.r.o. v Lutíně. V podniku se vyrábí vakuové pumpy různých výkonů a velikostí pro využití například ve farmacii, při výrobě mobilních zařízení, v laboratořích nebo těžkém průmyslu. Po celém světě se nachází 23 výrobních a servisních podniků, které zaměstnávají více než 4200 zaměstnanců s celkovým ročním příjmem přesahujícím 1 bilion dolarů (v roce 2015 příjem činil 1186 milionů dolarů). K takovým příjmům pomohlo více než 30 000 spokojených zákazníků [3].

4.1 Historie podniku Edwards

Edwards pracuje na inovacích v odvětví vakuové techniky více než 95 let. V roce 1968 byla firma koupena britským gigantem na zpracování plynu BOC, což vedlo k mezinárodní expanzi, především však do Japonska. V 70. letech se Edwards postupně stal jedním z vedoucích odvětví v poskytování vakuového vybavení, když dodával výrobky do více než 75 zemí. Pokrývali 8% světového trhu, 15% trhu evropského a závratných 70% trhu ve Spojeném království. V roce 1984 si nechali patentovat první suchou vakuovou pumpu (oil free pump), která snižovala riziko kontaminace. V roce 2015 se firma Edwards stala součástí světové společnosti Atlas Copco [3].

4.2 Podnikatelská filozofie a hodnoty podniku Edwards

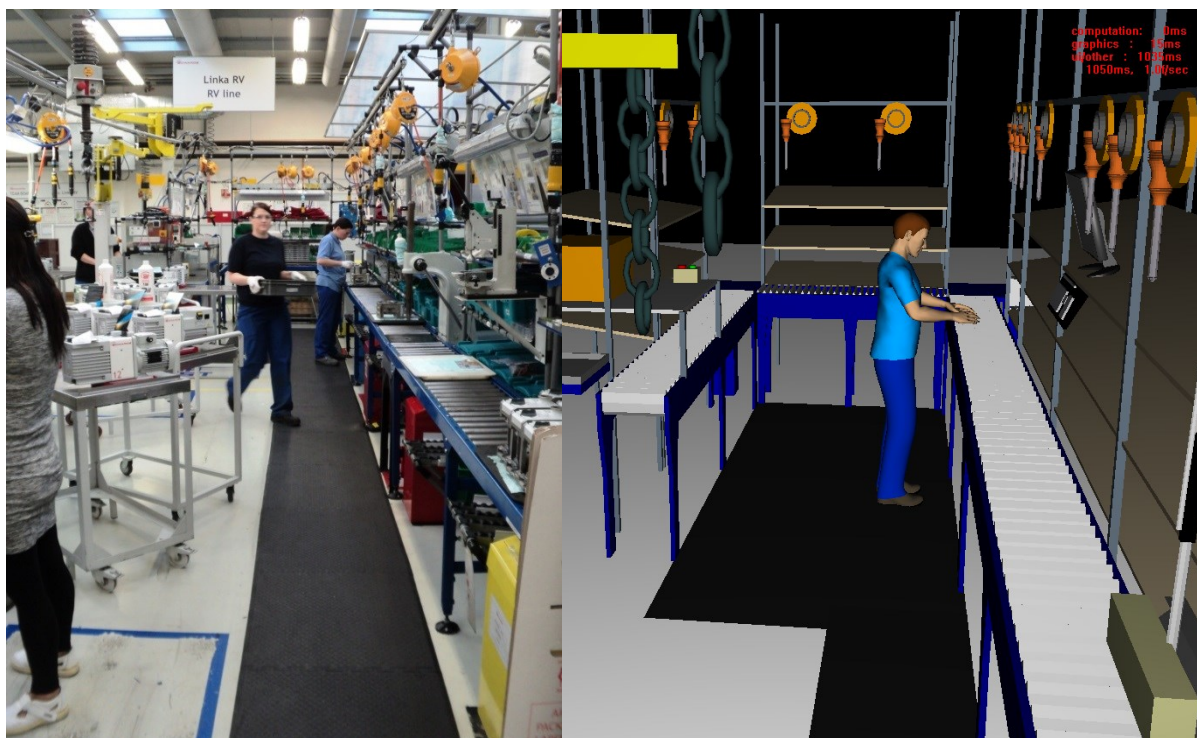
Usilují o nižší náklady, zvýšení produktivity a zlepšení kvality finálního produktu. Firma Edwards si zakládá na preciznosti výroby a osvědčených technologiích, které jsou podporovány celosvětovou sítí služeb [3].

Jednou z hodnot Edwards je, že jakým způsobem pracují je stejně důležité jako to co vyrábí. Což je příčinou, že při setkání s kýmkoli z Edwards najdete člověka, který exceluje v týmové práci. Neboť úspěch přichází ze spolupráce a z dostávání toho nejlepšího z každého pracovníka a z následné podpory každého jedince. Lidé v Edwards

pracují na inovacích každý den, jen díky tomu můžou být lepší a poskytovat zákazníkům stále lepší služby. Od malých změn až po velké. S tím souvisí důvěra mezi zákazníkem a podnikem. Edwards dodržuje sliby, je otevřený a upřímný ohledně své práce. Výše zmíněné by ovšem nešlo bez notné dávky preciznosti („Excellence always“ – dokonalost/preciznost na prvním místě). Tato preciznost se očekává od každého zaměstnance [3].

5 Softwarová analýza pracovních činností na lince RV

Pro začátek práce v softwaru TxJ jsem si musel namodelovat pracovní prostředí linky v měřítku 1:1 (viz. Obr. 7, Příloha č. 2, 3 a 4), aby hodnoty programem vypočítané měly smysl. Celé prostředí jsem modeloval pomocí předmětů z knihovny programu a tyto předměty jsem poté v různých osách zmenšoval nebo zvětšoval pro dosažení optimální velikosti.



Obr. 7 Pracovní prostředí v reálném světě a v TxJ (vlastní práce)

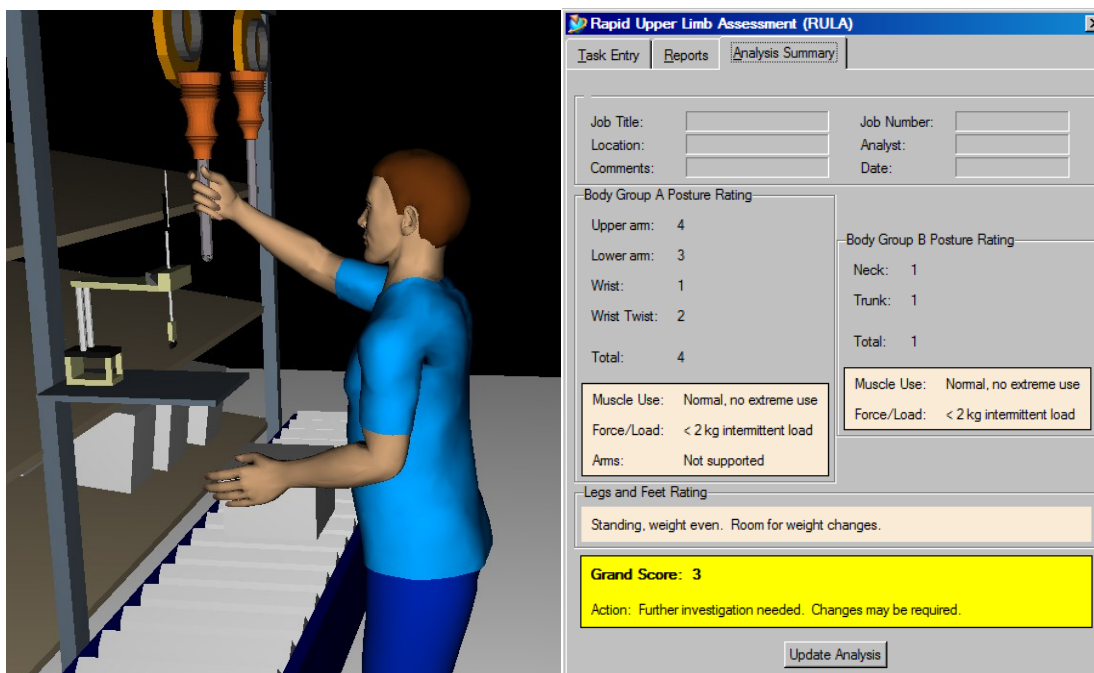
5.1 Analýza procesů a identifikace rizik

Na celé lince RV probíhá při sestavování vakuové pumpy mnoho činností. Pro účely bakalářské práce jsme společně s firmou Edwards vybrali činnosti, které jsou

z hlediska ergonomie nejnebezpečnější. Tyto činnosti, které níže analyzuji, jsem zanesl do půdorysu linky RV v příloze č. 1. S pověřeným zástupcem firmy jsme se dohodli na podmínkách, rozsahu, potřebách a očekáváních z ergonomické analýzy činností linky RV. U několika činností jsem analyzoval a hodnotil dva pracovní postupy. První ergonomicky přijatelný za pomoci pracovních zařízení, které mají v Edwards nainstalované. Druhý pro kontrast hodnocení, kdy model člověka vykonal danou činnost vlastními silami. Druhé hodnocení se může využít při periodickém školení zaměstnanců v rámci BOZP.

5.1.1 Používání elektrických vrtaček

Činnost, při které se zaměstnanec¹ natahuje pro elektrickou vrtačku umístěnou nad posuvným stolem. Elektrické vrtačky se dají posunovat ve směru toku materiálu a zároveň jsou uchyceny na rolovacím kotouči. Zaměstnanec se natáhne pro vrtačku (viz. Obr. 8), dotáhne potřebné šroubky a poté vrtačku pustí. Vrtačka se za pomoci srolovacího kotouče vytáhne nahoru a nepřekáží tak zaměstnancovi v další práci.



Obr. 8 Použití elektrické vrtačky – analýza RULA (vlastní práce)

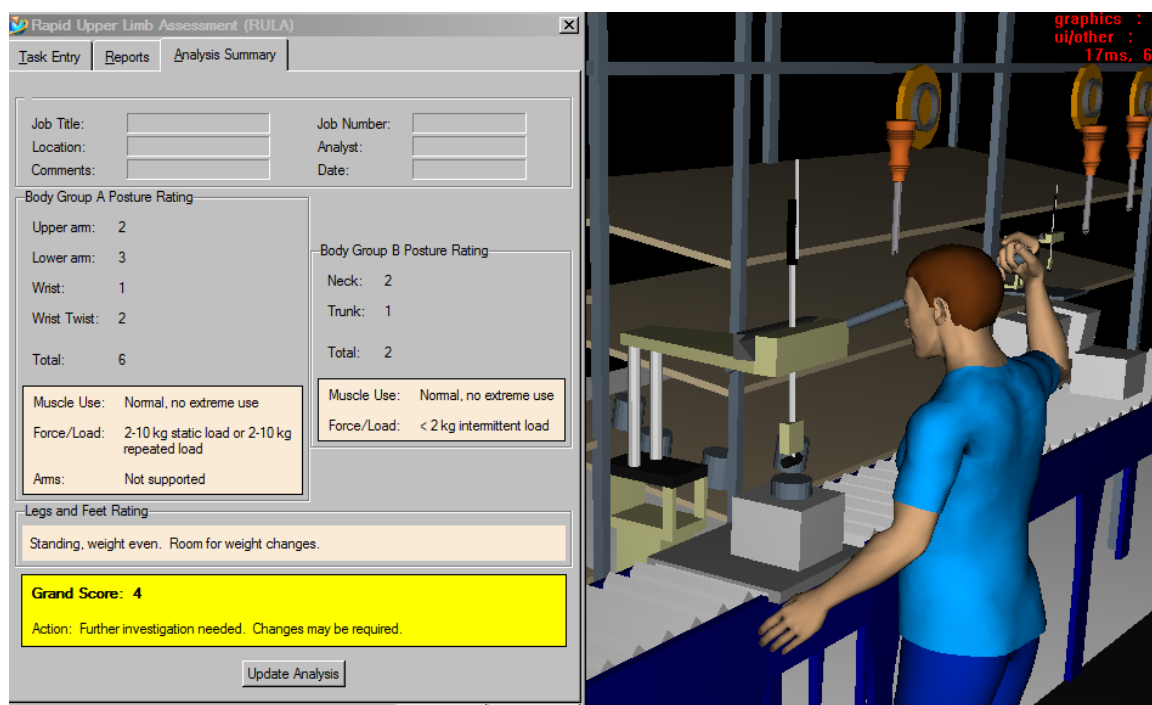
Výše popsaná činnost je pomocí analýzy RULA hodnocena skórem tři (viz. Obr. 8). To znamená, že poloha není ideální, nicméně stále přijatelná. V návaznosti

¹ zaměstnancem rozumíme operátora

na uvedené skutečnosti není potřeba přijímat organizační a už vůbec ne technické opatření na eliminaci zjištěného stavu, což vyplývá z počtu vyrobených kusů polotovárů za směnu (80 až 110 kusů).

5.1.2 Lisování u olejové nádrže

Další nebezpečnou činností nejen z ergonomického hlediska, ale i z hlediska způsobení mechanického poranění, je lisování ručním lisem. Páka lisu je cca 1 metr dlouhá a není na otočném kloubu pevně připevněná a to z důvodu úspory místa při jejím nevyužití. Zaměstnanec si při činnosti lisování nastaví část olejové nádrže pod lis, poté si připraví páku lisu a zalisuje danou součást do skeletu nádrže (viz. Obr. 9).



Obr. 9 Lisování – analýza RULA (vlastní práce)

Při činnosti má zaměstnanec ruku v ergonomicky nevhodné pozici a vynakládá značnou sílu. Analýza RULA ohodnotila tuto činnost skórem čtyři (viz. Obr. 9), což nám napovídá o nevhodnosti této polohy. Skóre se již blíží ke kritické hodnotě pět, a proto jsou nutná bezpečnostní opatření.

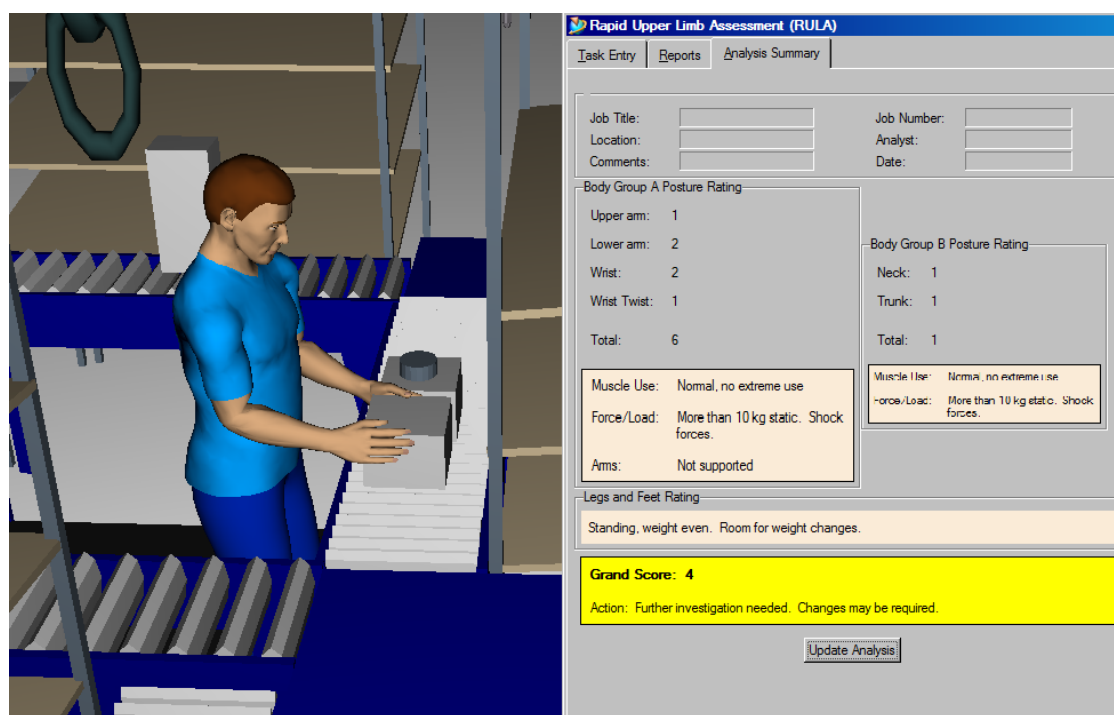
Opatření: použití elektrického lisu, resp. použití vhodného ručního lisu.

Elektrické lisy v řádech sta tisíc korun jsou pro podnik příliš náročnou investicí, nicméně jejich využití by takřka eliminovalo pravděpodobnost výskytu nebezpečí.

Zaměstnanec by nemusel využívat své síly k zalisování součásti a při dvouručním spouštění zamezíme mechanickému poškození myoskeletárního aparátu zaměstnance. Na základě výsledků analýzy jsem firmě navrhl zakoupit vhodnější ruční lis (řády desítek tisíc), který by byl instalován při reorganizaci zařízení linky RV.

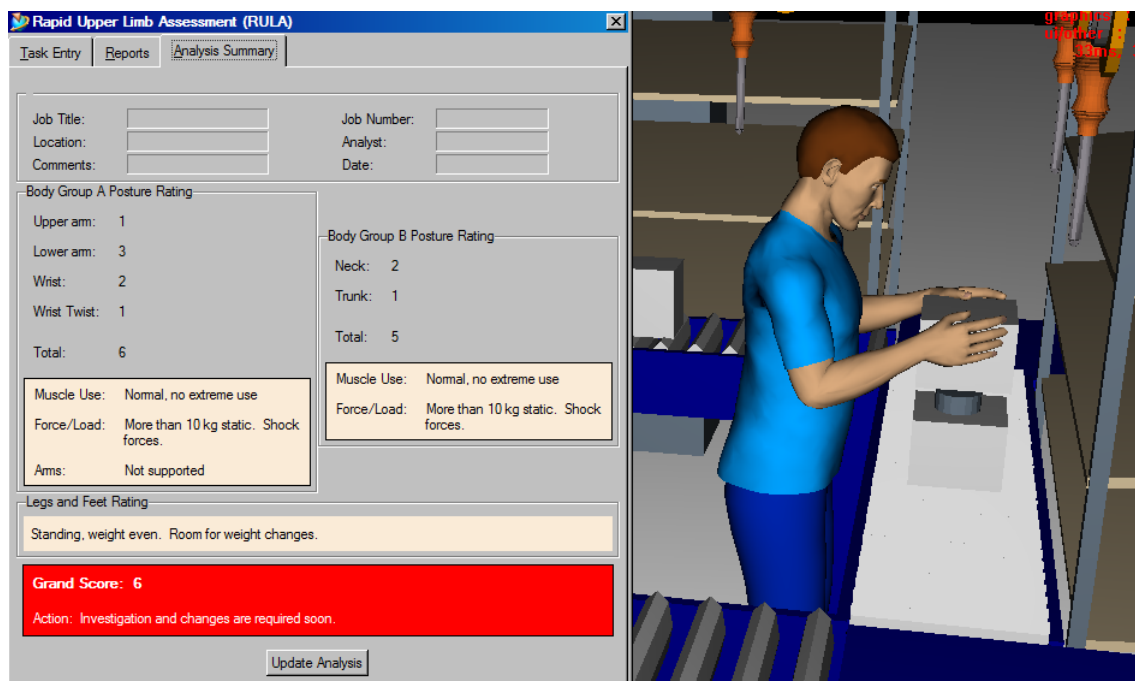
5.1.3 Montáž motoru na olejovou nádrž

Zaměstnanec zvedá břemeno o váze přibližně 15 kilogramů (podle typu vakuové pumpy) a pomocí šroubků připevňuje samotný motor k olejové nádrži. Tato činnost je velmi fyzicky náročná a kriticky namáhá pohybový aparát zaměstnance (viz. Obr. 10 a 11). První část činnosti, kdy zaměstnanec začíná zvedat motor, byla pomocí analýzy RULA ohodnocena skórem čtyři, tedy velmi nevhodná (viz. Obr. 10).



Obr. 10 Začátek zvedání motoru – analýza RULA (vlastní práce)

Druhá část činnosti se však dostala na skóre šest (viz. Obr. 11), tedy do červených čísel. Extrémně namáhanými částmi těla jsou předloktí, zápěstí a také bedra zaměstnance.



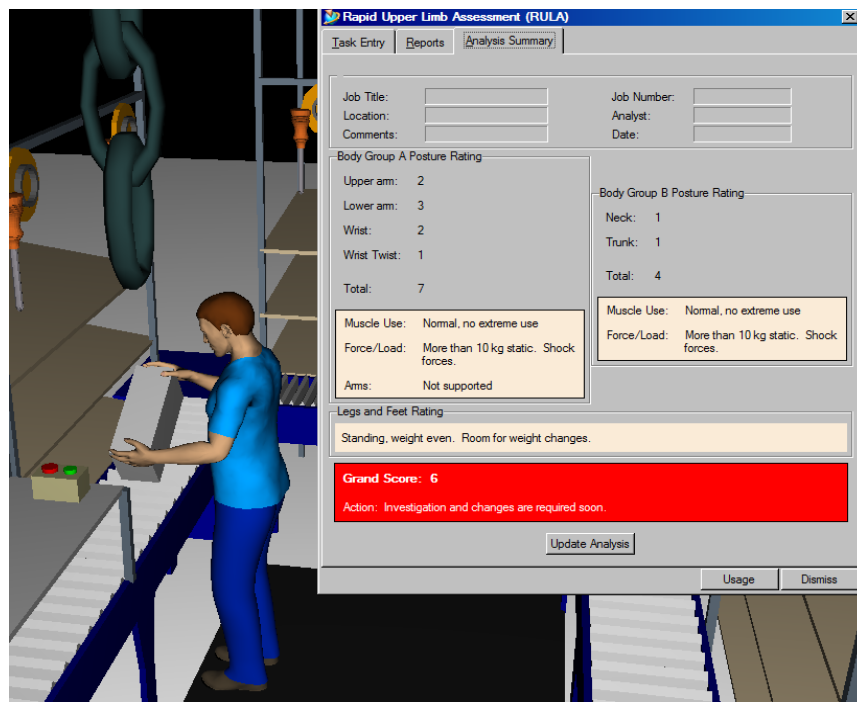
Obr. 11 Druhá část zvedání motoru – analýza RULA (vlastní práce)

Opatření: použití magnetického manipulátoru.

Pomocí magnetického manipulátoru se dosáhne nízké úrovně nebezpečí. Zaměstnanec nebude nucen zvedat těžká břemena a bude se tak předcházet pracovním úrazům, nemocím z povolání a fluktuaci v důsledku bolesti zad.

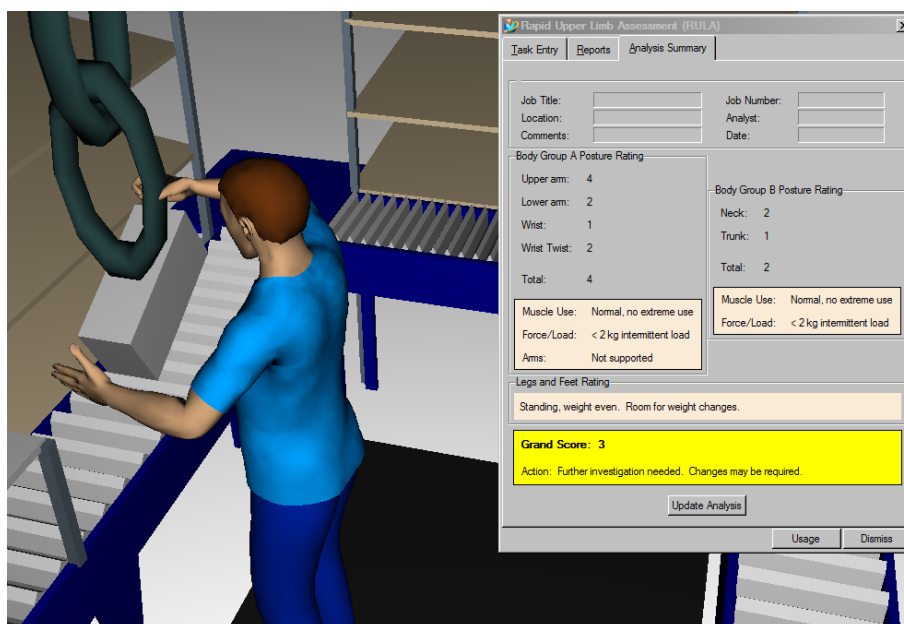
5.1.4 Pokládání vakuové pumpy

Další rizikovou činností po instalaci motoru je pokládání sestavené pumpy tzv. naležato. Pumpa v tuto chvíli váží 25 až 29 kilogramů podle typu a představuje tak značné riziko pro zaměstnance. Při této činnosti v minulosti vznikl pracovní úraz a v důsledku toho firma Edwards pořídila manipulační zařízení, které eliminovalo ergonomické nebezpečí na přijatelnou mez. V prvním případě (viz. Obr. 12) manipuluje model člověka s vakuovou pumpou ručně, za pomoci vlastních sil. Skóre šest analýzy RULA jasně ukazuje, že takovým způsobem provádět činnost nelze. Extrémně se namáhají především ramena, předloktí a zápěstí.



Obr. 12 Ruční pokládání vakuové pumpy – analýza RULA (vlastní práce)

V druhém případě model používá manipulační zařízení a na skóre tři analýzy RULA (viz. Obr. 13) vidíme značný rozdíl oproti předcházejícímu stavu. Více se zde namáhá především rameno zaměstnance.

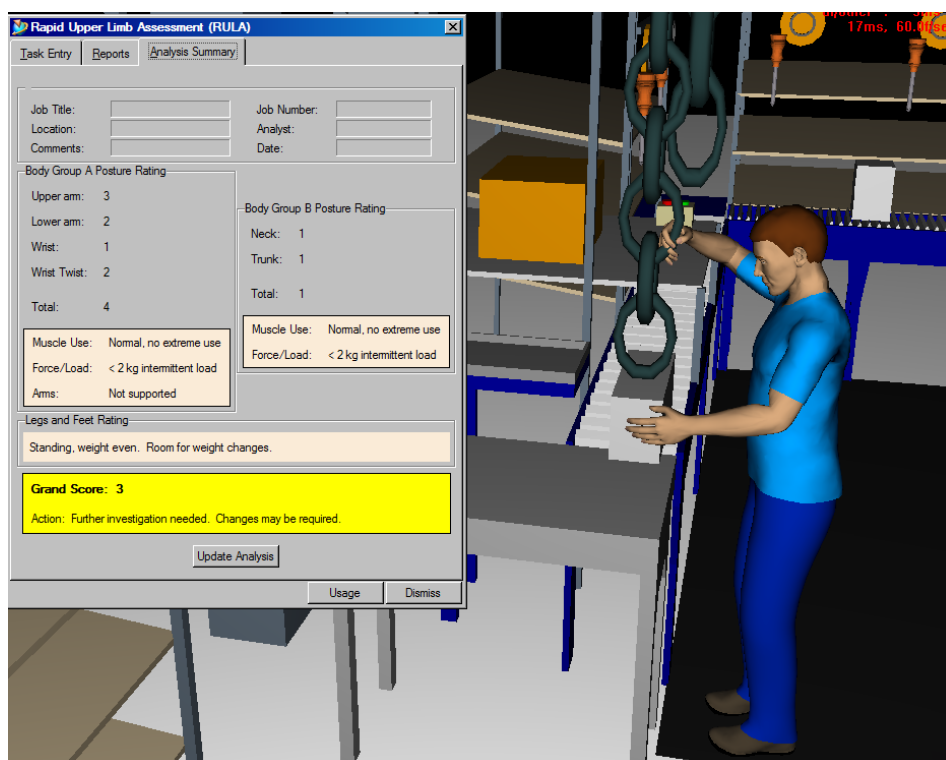


Obr. 13 Pokládání pumpy pomocí manipulátoru – analýza RULA (vlastní práce)

Opatření: zvýšená kontrolní činnosti používání manipulačního zařízení a taktéž zvýraznění předmětné skutečnosti v rámci periodických školení BOZP.

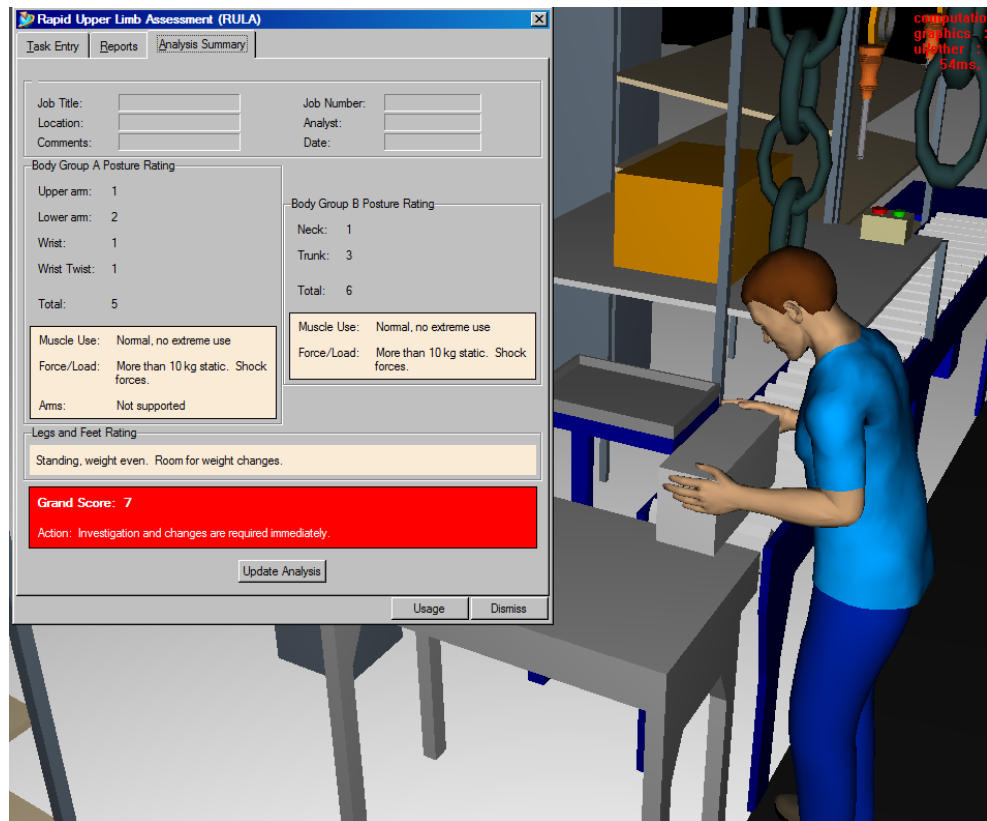
5.1.5 Přenos vakuové pumpy na testovací vozík

Činnost velmi podobná pokládání pumpy. Hotový výrobek se za pomoci manipulačního zařízení přemístí z posuvného stolu na testovací vozík. Na tento vozík se zpravidla umístí tři vakuové pumpy a poté putuje k testovacím přístrojům. Jako u předchozí činnosti se manipuluje s 25 až 29 kilogramů těžkým břemenem, které představuje velké nebezpečí. Při užití manipulačního zařízení (viz. Obr. 14) se skóre zastavilo na hodnotě tři. Tedy přijatelné riziko. Model člověka namáhá nejvíce rameno, o něco méně pak zápěstí a předloktí.



Obr. 14 Přemístění pumpy na testovací vozík – analýza RULA (vlastní práce)

Naopak, při ručním přemístění takto těžkého břemene sledujeme výrazné zhoršení výsledků analýzy RULA. Hodnota sedm (viz. Obr. 15) dává jasně najevo, že je takové provádění činnosti kritické, nepřijatelné a neakceptovatelné. Model člověka namáhá především bederní svalstvo a páteř. Dalším nadměrně namáhaným místem je předloktí.

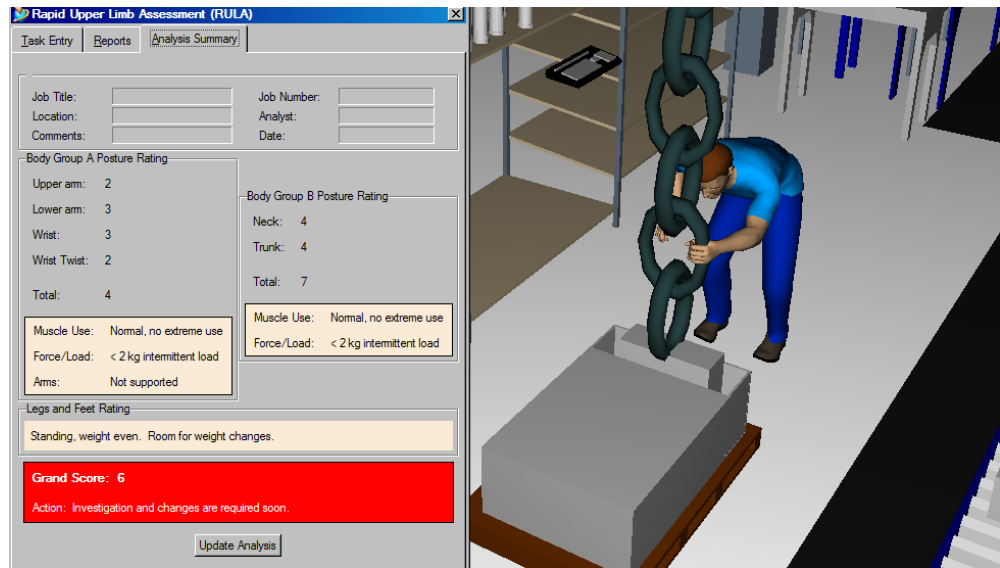


Obr. 15 Ruční přemístění pumpy na testovací vozík – analýza RULA (vlastní práce)

Opatření: zvýšená kontrolní činnosti používání manipulačního zařízení a taktéž zvýraznění předmětné skutečnosti v rámci periodických školení BOZP.

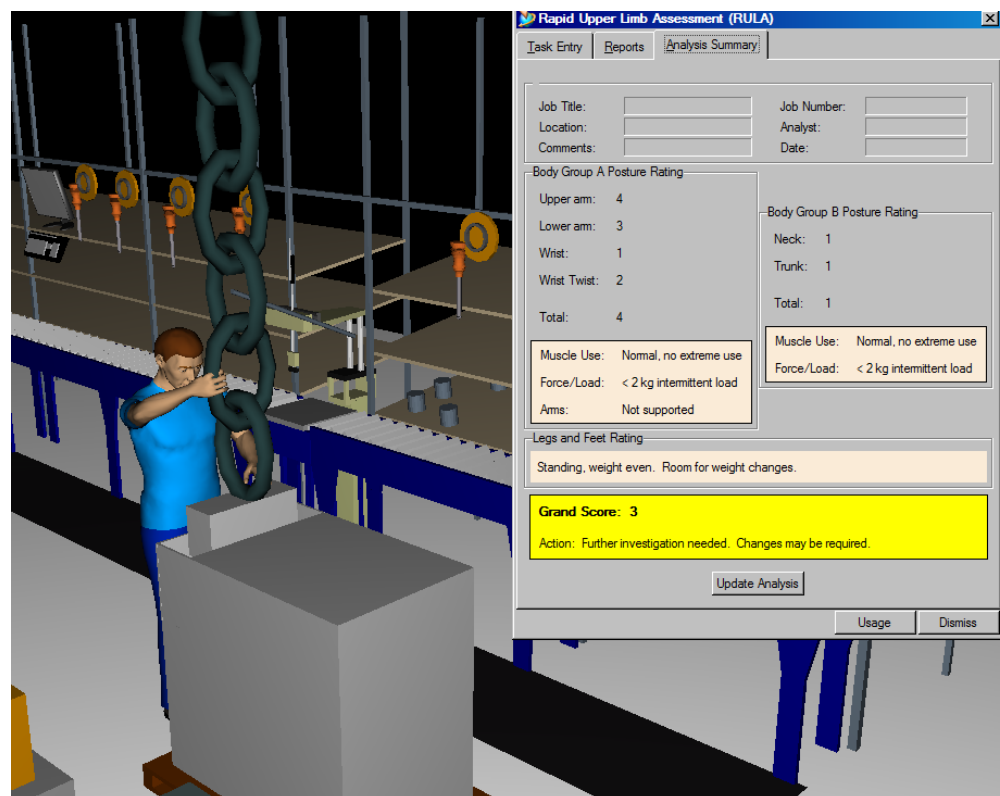
5.1.6 Balení vakuové pumpy

Na konci celého procesu sestavení a testování vakuové pumpy se nachází stanoviště balení. Pumpa se umísťuje pomocí manipulačního zařízení do vypolstrovaných krabic společně s mazacím olejem a návodem k obsluze. Na paletu se umísťuje šestnáct krabic (tři patra po pěti kusech plus jedna krabice navrch). I přes použití manipulačního zařízení se při této činnosti využívá nefyziologické polohy (viz. Obr. 16). Skóre šest analýzy RULA předchozí větu potvrzuje. Kriticky namáhány jsou především bedra a krk zaměstnance, nicméně rameno a zápěstí je taktéž namáháno nadměrně.



Obr. 16 Balení pumpy do spodního patra stohu – analýza RULA (vlastní práce)

Při umisťování pumpy do třetího patra stohu se skóre analýzy RULA rovná číslu tři (viz. Obr. 17). Zaměstnanec se nemusí tolik ohýbat a nezatěžuje nadměrně svůj pohybový aparát. Více namáhanou částí těla je rameno, předloktí a zápěstí.



Obr. 17 Balení pumpy do 3. patra stohu – analýza RULA (vlastní práce)

Opatření: technické řešení zvedání palety.

Při použití zvedacího zařízení palety docílíme toho, že krabice, do které zaměstnanec umísťuje pumpu, bude vždy v optimální výšce a kosterní aparát zaměstnance nebude přetěžován. Takové zařízení musí být navrženo s rozmyslem, protože jeho instalace se neobejde bez rozsáhlého stavebního zásahu do podlahy výrobní haly. V rámci reorganizace linky RV by bylo vhodné vykonat stavební a technické úpravy, kterými by se docílila eliminace nefyziologické polohy těla (hluboký předklon) při balení vakuové pumpy.

5.2 Hodnocení a sumarizace analyzovaných činností

Výše uvedené údaje jsem zpracoval do přehledné tabulky (viz. Tab. 4) rozdělené podle vykonávané činnosti, Grand Score analýzy RULA, namáhaných částí těla a opatření.

Tab. 4 Hodnocení analyzovaných činností linky RV (vlastní práce)

Činnost	Grand Score RULA	Namáhané části těla	Opatření
Používání elektrických vrtaček	3	rameno, předloktí	bez opatření
Lisování u olejové nádrže	4	rameno, předloktí, zápěstí	použití elektrického lisu, resp. použití vhodného ručního lisu
Montáž motoru na olejovou nádrž	6	předloktí, zápěstí, bedra	použití magnetického manipulátoru
Pokládání vakuové pumpy	3	rameno, předloktí, zápěstí	zvýšená kontrolní činnost používání manipulátoru, důraz na použití manipulátoru při školení BOZP
Přenos vakuové pumpy na vozík	3	rameno, předloktí	zvýšená kontrolní činnost používání manipulátoru, důraz na použití manipulátoru při školení BOZP
Balení vakuové pumpy	6	bedra, krk, předloktí, zápěstí, rameno	technické řešení zvedání palety

ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval teoretickými přístupy ergonomie z pohledu fyzické a psychické zátěže člověka v pracovním prostředí a v návaznosti na tyto přístupy, praktickým uplatněním ergonomie prostřednictvím ergonomické analýzy pracovních činností ve firmě Edwards za pomoci softwaru Tecnomatix Jack.

K analýze v softwaru Tecnomatix Jack jsem použil metodu Rapid Upper Limb Assessment. V práci navržená a deklarovaná výchovná, organizační a technická opatření mají za cíl eliminaci výskytu a přetrvávání nefyziologických poloh, a tím minimalizaci možného vzniku pracovního úrazu, nemoci z povolání a fluktuaci zaměstnanců. Výsledky analýzy poskytl firmě Edwards konkrétní postupy a návrhy opatření, které mohou využít prostřednictvím výchovného opatření (periodického školení zaměstnanců v oblasti BOZP) a taktéž formou organizačních a technických opatření, v rámci plánovaných modernizačních a investičních akcí v nejbližší i delší budoucnosti v souladu s finančním vývojem a rozvojem firmy.

Efektivní procesy nefungují bez efektivních, zdravých, motivovaných a loajálních zaměstnanců. Abychom zaměstnance ve společnosti udrželi, zvyšovali jejich výkon, vytvářeli trvalé příznivé a bezpečné pracovní prostředí je třeba je i efektivně zapojit do procesů a to nejen jako nositelé jednotlivých procesů a činností, ale taktéž abychom využili jejich potenciál a zároveň nabídli i další rozvoj a kariéru.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Bezpečnost práce Uherské Hradiště: Kategorizace prací* [online]. 2014 [cit. 2015-12-03]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpraceuh.cz/news/zarazeni-praci-do-kategorii-kategorizace-praci/>
- [2] BIENEK, H.J.: *Výskum BOZP v európskych súvislostiach*. In: *Bezpečná práca* č.4/2006
- [3] Edwards Vacuum [prezentace *.pdf]. *Edwards Corporate Presentation*. 2016. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: interní dokument.
- [4] *Ergonomie* [online]. 2004 [cit. 2015-11-24]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html
- [5] FIALA, Jindřich. *Ergonomie* [online]. 2005 [cit. 2015-11-24]. Dostupné z: www.ped.muni.cz/wsedu/zdroj_mat/stud_mat/terminy/ergonomie.doc
- [6] GILBERTOVÁ, S. – MATOUŠEK, O.: *Ergonomie – optimalizace lidské činnosti*. Grada Publishing Praha 2002. ISBN 80-247-0226-6
- [7] HELANDER, M.: *A Guide to the Ergonomics od Manufacturing*. Taylor & Francis Ltd. London 1995. ISBN 07484-0122-9
- [8] MATOUŠEK, O.: *Bezpečnost práce při manipulaci břemeny*. VÚBP a 3M Praha, 2006.
- [9] MATOUŠEK, O.: *Hodnocení psychické, fyzické a senzorické pracovní zátěže*. VÚBP a 3M Praha, 2004.
- [10] PASTUCHA, Emil. *Antropometrie* [online]. 2008 [cit. 2015-11-24]. Dostupné z: www.gym-bohumin.cz/biologie/soubory/antropometrie.doc
- [11] Siemens: PLM Software [online]. 2015. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/plm/index.shtml
- [12] SLAMKOVÁ, Eva – DULINA, Luboslav – TABAKOVÁ, Michaela: *Ergonómia v priemysle*. Žilina: GEORG, 2010. ISBN 978-80-89401-09-3.

[13] *Státní zdravotní ústav: Faktory pracovního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2015-12-03]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/factory-pracovniho-prostredi>

[14] Tecnomatix Jack [online]. 2011. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://digipod.zcu.cz/index.php/cs/oblasti-nasazeni/ergonomie/jack>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vědomostní základna ergonomie

Obr. 2 Závislost silových schopností muže a ženy podle věku

Obr. 3 Aspekty členění pracovišť

Obr. 4 Oblasti manipulačního prostoru

Obr. 5 Přiměřená statická síla ohnuté paže v N při různých stupních ohnutí

Obr. 6 Nefyziologické polohy

Obr. 7 Pracovní prostředí v reálném světě a v TxJ

Obr. 8 Použití elektrické vrtačky – analýza RULA

Obr. 9 Lisování – analýza RULA

Obr. 10 Začátek zvedání motoru – analýza RULA

Obr. 11 Druhá část zvedání motoru – analýza RULA

Obr. 12 Ruční pokládání vakuové pumpy – analýza RULA

Obr. 13 Pokládání pumpy pomocí manipulátoru – analýza RULA

Obr. 14 Přemístění pumpy na testovací vozík – analýza RULA

Obr. 15 Ruční přemístění pumpy na testovací vozík – analýza RULA

Obr. 16 Balení pumpy do spodního patra stohu – analýza RULA

Obr. 17 Balení pumpy do 3. patra stohu – analýza RULA

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Závislost energetické přeměny od druhu vykonané práce

Tab. 2 Stupnice monotonie v závislosti na trvání cyklu

Tab. 3 Efekt práce na směny na sociální a volno časové aktivity zaměstnance

Tab. 4 Hodnocení analyzovaných činností linky RV

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Půdorys linky RV s výrazněním analyzovaných činností

Příloha č. 2 Pracovní prostředí v reálném světě a v TxJ

Příloha č. 3 Pracovní prostředí linky RV v reálném světě

Příloha č. 4 Pracovní prostředí linky RV v TxJ