

Ergonomie logistického pracoviště

Sandra Sedláčková

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav logistiky

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Sandra Sedláčková
Osobní číslo: L21116
Studijní program: B1041P040003 Aplikovaná logistika
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Ergonomie logistického pracoviště

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši k zadanému tématu bakalářské práce.
2. Posudte současný stav zajištění ergonomických požadavků na vybraném logistickém pracovišti.
3. Na základě zjištění navrhněte opatření pro zlepšení stavu ergonomie na logistickém pracovišti.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
2. MUKHOPADHYAY, Prabir. *Ergonomics for the layman: applications in design*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis group, 2020. ISBN 978-0-367-33499-4.
3. SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar (ed.). *Handbook of human factors and ergonomics. Fifth edition*. Hoboken: Wiley, 2021. ISBN 978-1-119-63608-3.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Slavomíra Vargová, PhD.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- 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, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- 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.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 3.5.2024

Jméno a příjmení studenta: Sandra Sedláčková

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu ergonomických podmínek v logistickém prostředí se záměrem identifikovat klíčové faktory ovlivňující pracovní pohodu a efektivitu pracovníků. Teoretická část práce se zabývá definicí a principy ergonomie a aplikací těchto principů v logistickém kontextu. Praktická část obsahuje konkrétní analýzu ergonomických podmínek na montážní jednotce, kde byly identifikovány nedostatky a rizika. Na základě analýzy jsou navržena konkrétní opatření pro zlepšení ergonomie pracoviště, která mají za cíl snížit zdravotní rizika a zvýšit efektivitu práce. Implementace navržených opatření přispěje k lepší pohodě pracovníků a zvýšení výkonnosti logistického provozu.

Klíčová slova: ergonomie, ergonomické metody, logistické pracoviště, analýza, postoj

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on analyzing ergonomic conditions in a logistics environment to identify key factors affecting worker comfort and efficiency. The theoretical part of the work explores ergonomic definition and principles and their application in a logistics context. The practical part includes a specific analysis of ergonomic conditions in an assembly unit, where deficiencies and risks were identified. Based on the analysis, specific measures are proposed to improve workplace ergonomics, aimed at reducing health risks and enhancing work efficiency. The implementation of these proposed measures will contribute to better worker comfort and increased operational performance in logistics.

Keywords: ergonomics, ergonomic methods, logistic workplace, analysis, posture

Chtěla bych poděkovat Ing. Slavomíře Vargové Ph.D. za vedení mé bakalářské práce. Děkuji také firmě NTS Prometal Machining, s.r.o. za poskytnuté podklady, čas a ochotu při sbírání těchto podkladů. Poděkování patří i M.R. za ochotu a trpělivost.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ERGONOMIE	11
1.1 VÝVOJ ERGONOMIE	11
1.2 DRUHY ERGONOMIE	13
1.2.1 Fyzická ergonomie	14
1.2.2 Kognitivní ergonomie	14
1.2.3 Organizační ergonomie	16
2 ERGONOMICKÉ ANALÝZY A METODY	18
2.1 RULA	18
2.2 REBA	19
2.3 NIOSH – ZVEDACÍ INDEX.....	20
2.4 OWAS	21
2.5 CHECKLIST	22
3 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	24
3.1 OSVĚTLENÍ.....	24
3.2 ZÁŘENÍ.....	25
3.3 HLUK	26
3.4 CHVĚNÍ A OTŘESY	27
3.5 BAREVNÉ ŘEŠENÍ	28
4 LOGISTICKÉ PRACOVNÍ MÍSTĚ	29
4.1 VOLNÉ USPOŘÁDÁNÍ	29
4.2 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ	29
4.3 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ	29
4.4 MODULÁRNÍ USPOŘÁDÁNÍ.....	30
4.5 BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
5 FIRMA NTS PROMETAL MACHINING, S.R.O.	32
6 ANALÝZA PRACOVNÍHO MÍSTA	33
6.1 AKTUÁLNÍ STAV PRACOVNÍHO MÍSTA.....	33
6.2 TYP OSVĚTLENÍ PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ.....	34
6.3 KONTAKT PRACOVNÍKA SE ZÁŘENÍM, HLUKEM A NADMĚRNÝMI VIBRACEMI.....	35
6.4 BAREVNÉ ŘEŠENÍ PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ.....	35
6.5 INDIVIDUÁLNÍ USPOŘÁDÁNÍ PRO ROZDÍLNOU VÝŠKU PRACOVNÍKŮ	35

6.6	PROSTOR PRACOVNÍHO MÍSTA PRO POHYB TĚLA.....	35
6.7	DOSAHOVÁ VZDÁLENOST NÁŘADÍ.....	36
7	ANALÝZA POSTOJE PŘI PRÁCI	37
7.1	ZHODNOCENÍ POLOHY PŘI PRÁCI	37
7.1.1	Poloha pracovníka při výkonu práce.....	38
7.1.2	Manipulace s břemeny	38
7.1.3	Monotónnost práce.....	38
7.1.4	Vykonávání repetitivních pohybů	38
7.1.5	Ohýbání pracovníka při práci.....	39
7.2	APLIKACE METODY REBA PRO POSTOJ PŘI PRÁCI.....	39
8	NÁVRH NA ÚPRAVU PRACOVIŠTĚ	47
	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM TABULEK.....	55

ÚVOD

V dnešní době se logistika a efektivní řízení pracovních procesů stávají klíčovými faktory pro úspěšné fungování firem ve všech odvětvích. Jedním z důležitých aspektů, který ovlivňuje produktivitu, bezpečnost a pohodu pracovníků, je ergonomie pracovišť. Ergonomie se zabývá navrhováním prostředí a pracovních procesů tak, aby byly co nejvíce přizpůsobeny lidským schopnostem a potřebám.

Logistická pracoviště, jako jsou sklady, distribuční centra a výrobní linky, představují prostředí se specifickými požadavky na ergonomii. Pracovníci v těchto prostředích často manipulují s těžkými břemeny, provádějí opakované pohyby a pracují s různými typy technologií a zařízení. Nedostatečná ergonomie může vést k různým zdravotním problémům, jako jsou například bolesti zad, poruchy pohybového aparátu nebo únavové syndromy.

Cílem této bakalářské práce je prozkoumat a analyzovat problematiku ergonomie v logistickém prostředí a navrhnout opatření pro zlepšení ergonomických podmínek a zvýšení efektivity práce na konkrétním pracovišti.

Konkrétním pracovištěm je montážní jednotka, ve které bude analyzováno pracovní prostředí v návaznosti na teoretickou část práce. Budou identifikovány ergonomické faktory v podobě analýzy specifických aspektů pracovního prostředí, které ovlivňují ergonomické podmínky pracovníků.

Práce se zaměří také na posouzení rizik spojených s postojem při práci, konkrétně kompletační práce chladičů pro mikroskopy. Za pomoci zvolené metody bude posouzena míra rizika a identifikovány potřeby pro zlepšení pracovních podmínek.

Poslední částí je návrh konkrétních opatření a úprav prostředí či pracovních postupů s cílem zvýšit ergonomickou efektivitu a snížit rizika spojená se zdravím pracovníků.

Tato práce se opírá o relevantní teoretické poznatky z oblasti ergonomie, logistiky a pracovního prostředí a aplikuje je na konkrétním praktickém příkladu. Výsledkem bude komplexní návrh ergonomických opatření s ohledem na zlepšení efektivity a bezpečnosti logistického pracoviště.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ERGONOMIE

„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím s cílem optimalizovat jeho psychicko-fyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ (Chundela, 1981)

Zjednodušeně tedy můžeme říci, že ergonomie je věda zabývající se přizpůsobením pracovního místa pro člověka, a to v oblasti nejen fyziologické, ale také kognitivní. Člověka a jeho zdraví ovlivňují zejména vnější vlivy – teplota, hluk, vibrace atd., narušení určitého fyzického komfortu jedince následně ovlivňuje jeho psychickou stránku. Proto je potřeba zabezpečit takové prostředí, ve kterém se bude člověk cítit komfortně a bezpečně, a i k tomu slouží ergonomie. Jedním z primárních cílů ergonomie je tedy zejména přizpůsobení pracoviště tak, aby vyhovovalo pracovníkovi a jeho potřebám takovým způsobem, který by pracovníka co nejméně zatěžoval. Ergonomie využívá metody a analýzy pomocí kterých vyhodnocuje aktuální stav konkrétního místa a snaží se nalézt, minimalizovat a nejlépe eliminovat jednotlivá omezení. (Dylevský, 2022)

Ergonomie je konkrétně vztah mezi člověkem, produktem a prostředím ve kterém se člověk pohybuje. Dalším záměrem v ergonomii je přizpůsobení pracovního místa tak, aby došlo ke zvýšení produktivity práce. Aby pracovník dělal svoji práci co nejefektivněji musí být zdravý, musí používat vyhovující nářadí (produkt) a zároveň musí pracovat v takovém prostředí, které nemá negativní dopad na jeho produktivitu a zdraví. Vyjmenované aspekty jsou fyziologické, mezi kognitivní řadíme psychický stav člověka. V praxi to může vypadat tak, že jakmile onemocní dítě pracovníka, ovlivní to pracovníkovu psychiku a zároveň jeho produktivitu. (Mukhopadhyay, 2020)

Ergonomie je úzce spjatá s designem, produkty (nábytek, nářadí, pracoviště) se navrhují tak, aby co nejvíce vyhovovaly lidem a jejich potřebám. Trh se tak v dnešní době snaží uspokojovat čím dál širší spektrum zákazníků a to způsobem, kdy se produkt či služba stává osobitějším. (Mukhopadhyay, 2020)

1.1 Vývoj ergonomie

Ergonomie je poměrně novým vědním oborem, první zmínka o tomto oboru se však objevuje již ve starověkém Řecku v 5. století před naším letopočtem. V té době se ergonomických zásad využívalo zejména pro navrhování nástrojů, pracovních míst a pracovišť. Důkazem je text publikovaný Hippokratem, ve kterém je zmíněn návrh pracoviště pro chirurga, včetně

uspořádání nástrojů potřebných k jeho práci. Dalším důkazem o ergonomii z dob egyptské dynastie jsou archeologické záznamy o ilustrovaných ergonomických zásadách při používání pracovního nářadí nebo vybavení domácnosti. (Bezpečnostpráce.info, 2019)

Termín ergonomie se skládá ze dvou řeckých slov ergon (práce) a normos (přírodní zákony). Toto pojmenování vymyslel v roce 1857 polský přírodovědec Wojciech Jastrzębowski, ten je zároveň autorem první knihy o ergonomii: „Rys ergonomji czyli nauki o pracy, opartej na prawdach poczerpniętych z Nauki Przyrody“.

Historicky se ergonomie jako taková začala objevovat až v roce 1900 s příchodem průmyslové revoluce, která kladla neustále se zvyšující nároky na fyzickou námahu zaměstnanců. V tomto období se ergonomie stávala více populárnější, avšak ve světě nebyla tolik známá. Zlom nastal až v roce 1997, kdy byla kniha Wojciecha Jastrzębowskiho přeložena do angličtiny: „An outline of ergonomics, or the science of work based upon the truth drawn from the Science of Nature“.

V období před začátkem první světové války se letečtí konstruktéři začali aktivně zabývat ergonomií pilota. Později se díky válce přesunula pozornost k letadlu jako takovému, a to konstrukci jeho ovládacích prvků, displejů a vlivu nadmořské výšky a prostředí na pilota. Jelikož se pozornost postupně začala upínat na chování pilotů vznikl i první aeromedicínský výzkum v historii. Ukázalo se, že metody jsou velice efektivní a stále více potřebné, důkazem efektivity a potřeby těchto metod je jejich aplikace v automobilkách značky Ford, Henrym Fordem. (Bezpečnostpráce.info, 2019)

Druhá světová válka přinesla další inovace, zejména ve vztahu člověka a stroje, začalo se navrhovat tak, aby stroje odpovídaly lidským schopnostem a jejich omezením. Letadla se začínala konstruovat způsobem, který umožnil snadnější ovládání, také umístění řízení bylo logičtější a jednodušší.

Roku 1947 na začátku studené války došlo k významné expanzi výzkumných laboratoří financovaných armádou. Pracoviště vybudovaná během druhé světové války se rozvíjela a rozšiřovala, zároveň začalo vznikat mnoho nových laboratoří, ve kterých se prováděly výzkumy ergonomie.

Informační revoluce v 60. letech 20. století představovala rozvoj počítačových systémů, v této době započala interakce člověka s počítačem. V tomto období započal nový vývoj ergonomie, Spojené státy americké zkoumaly spíše psychologický vliv počítačů na člověka, kdežto v Evropě se zaměřovali spíše na fyziologii člověka spojenou s informační revolucí.

V současnosti hovoříme o moderní ergonomii jako o nepostradatelné disciplíně, jejíž počátek je v 90. letech. V dnešní době je výzkum ergonomie nezbytnou součástí mnoha povolání, studiem této vědy se zabývají lékaři i bezpečnostní a průmysloví inženýři. Moderní ergonomie propojuje kognitivní ergonomii (chování a rozhodování lidí) a zároveň průmyslovou ergonomii (fyzické aspekty pracoviště a fyzické schopnosti lidí), vývoj tedy propojil obě odvětví, které usnadňují a zlepšují práci v každodenním životě. (Bezpečnostpráce.info, 2019)

1.2 Druhy ergonomie

Mezinárodní ergonomická asociace (IEA, 2000) rozlišuje 3 základní druhy ergonomie:

- fyzická (physical),
- kognitivní (cognitive),
- organizační (organizational).

Znalost propojení těchto druhů ergonomie je nezbytnou součástí při vylepšování pracovního prostředí a při designování produktů a služeb. K reorganizaci a redesignu je nezbytné studium všech tří disciplín. Jedině za pomoci analýz a sledování pracovních postupů a procesů můžeme inovovat jednotlivé oblasti a přizpůsobit tak místo uživateli a jeho potřebám. Propojení ergonomie s kognitivními, fyzickými a organizačními faktory je vizualizováno na Obrázku 1.



Obrázek 1 Propojení ergonomických faktorů
(vlastní zpracování dle IEA, 2000)

1.2.1 Fyzická ergonomie

Mezinárodní ergonomická asociace (IEA, 2000) popisuje fyzickou ergonomii jako vědní disciplínu zabývající se lidskou anatomií a antropometrickými, fyziologickými a biomechanickými charakteristikami spojenými s fyzickou aktivitou. Konkrétně se fyzická ergonomie zabývá pracovními postoji, úchopem materiálů, opakujícími se pohyby, muskuloskeletálními poruchami spojených s prací, rozložením pracoviště a fyzickou bezpečností a zdravím.

Hlavními rizikovými faktory pro vznik muskuloskeletálního onemocnění v pracovním prostředí je síla, držení těla, opakované pohyby a únava. Únava souvisí s pracovní zátěží, délkou cyklů a organizací práce jako je rozložení směn a času na odpočinek. Vše se však dá za pomoci ergonomického designu upravit. (Bridger, 2018)

Pro vznik bolesti zad jsou v pracovním prostředí nejrizikovější tyto úlohy, které vyžadují následný redesign:

- Opakované zvedání těžkých břemen.
- Zvedání, tahání a posunování břemen nad 11 kg.
- Zvedání objektů ze země nevhodným postojem.
- Práce s vysokou fyzickou zátěží.
- Vystavení se vibracím celého těla.
- Sezení v práci, které trvá více než 95 % času. (Carter a Birrell, 2000)

Fyzická ergonomie je úzce spjatá s antropometrií, což je obor, který se zabývá měřením výšky těla, tvaru, síly, mobility, flexibility a pracovní kapacity. Údaje naměřené pomocí antropometrie jsou nezbytnou součástí pro designování zařízení, náradí a systémů pro uživatele. Pro fyzickou ergonomii je podstatné znát a rozumět odlišnostem fyzického rozpoložení lidí. (Salvendy a Karwowski, 2021)

1.2.2 Kognitivní ergonomie

Kognitivní ergonomie je spojena s dovednostmi lidského mozku interagovat se zpracováváním informací a následnou kvalitou výkonu osoby v daném systému. Tato subdisciplína se zabývá trénováním, rozhodováním a mentální pracovní zátěží.

Ergonomisté se podílejí na posouzení a doporučení týkajících se designu, použitelnosti a interakce mezi člověkem a strojem, dále analyzují chyby a zkoumají pracovní úrazy. Z pohledu produktu se kognitivní ergonomie zaměřuje na to, jak dobře se produkt shoduje s kognitivními schopnostmi uživatele. Shoda produktu s uživatelem zahrnuje porozumění tomu, jak mozek přirozeně reaguje na stimuly, jež jsou ovlivněny kulturními a evolučními faktory. (Werezak, 2021)

Zjednodušeně je tedy kognitivní ergonomie oblastí studia, která se zaměřuje na to, jak dobře produkt vyhovuje kognitivním schopnostem uživatele. Oblast vychází z poznatků o vnímání lidí, mentálních procesech a paměti. Více než disciplínou o designu je kognitivní ergonomie zdrojem poznatků pro designéry, kteří je využívají pro další zlepšení. (Middlesworth Matt, c2024)

Pro designování produktů a systémů jsou ergonomisté klíčovými lidmi. Během designování je důležité vzít v potaz jednotlivá omezení a možnosti uživatele, aby následný výsledek přinesl lepší uživatelský zážitek. (Werezak, 2021)

Produkty a systémy navrhované tak, aby vyhovovaly kognitivním schopnostem člověka, by měly být prosté, jasné a jednoduché na používání. (Middlesworth, c2024)

Kognitivní ergonomie se zabývá také chybami a „přešlapy“, které způsobuje člověk během toho, co se snaží dosáhnout daného cíle. Obecně se v angličtině nazývají jako „Human errors“ a jsou to chyby, které neúmyslně člověk zavini. Jedná se například o to, když člověk na něco zapomene nebo se špatně rozhodne. Existují tři modely, za pomoci, kterých je možné odhalit proč se stalo konkrétní pochybení. (Salvendy a Karwowski, 2021)

Jedním z nich je právě Rasmussenův model, jehož příklad lze vidět v Tabulce 1.

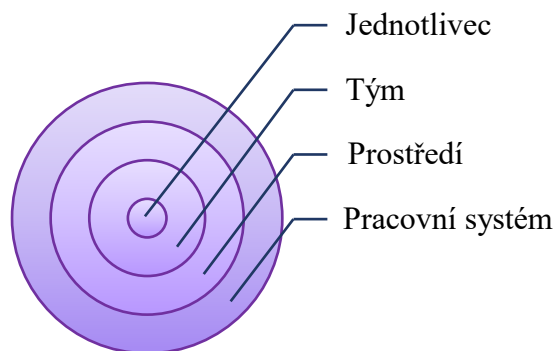
Tabulka 1 Rasmussenův model (vlastní zpracování dle Rasmussen, 1983)

Úroveň výkonu	"Proč se to stalo"
Chyba vzniklá na základě dovedností	Příliš časté používání
	Nepozornost
	Nadměrná pozornost
Chyba vzniklá na základě pravidel	Použití nevhodných pravidel
	Nesprávné použití vhodných pravidel
	Vysoké sebevědomí
Chyba vzniklá na základě vědomostí	Špatná volba (postupu)
	Nedostatečné pamatování si postupů
	Zaujaté hodnocení

1.2.3 Organizační ergonomie

Organizační ergonomie také označovaná jako makroergonomie, je spojená s optimalizací sociálně-technických systémů, zahrnující jejich organizační strukturu, politiku a procesy. Souvisejícími oblastmi ergonomie jsou také: komunikace, management, týmová práce, jakostní management atd. (IEA, 2000)

Makroergonomické metody závisí na celkovém pohledu a analýze pracovních systémů, které se odvíjí od klasického analytického modelu – vrstvy cibule. Modelem vrstev cibule se v organizační ergonomii vizualizuje princip toho, že se musí začínat od celého pracovního systému, až po jednotlivce, viz Obrázek 2.



Obrázek 2 Analytický model – vrstvy cibule
(vlastní zpracování dle Rebelo a Soares, 2018)

Dohromady existuje přes 16 metod, které pomáhají s analýzou organizace. Vyjmenované metody jsou vhodné zejména pro začínající podniky, které potřebují vytvořit organizační analýzu, byly tak vyvinuty zejména pro organizační ergonomii. Zároveň jsou metody určené pro podniky, kterým níže vyjmenované možnosti mohou pomoci v identifikaci problémů a výsledných řešeních (Parson, M.J. a Culligan, M.J, 1988).

Rebelo a Soares (2018) uvedli tyto konkrétní metody organizační ergonomie:

HITOP analýza

Analýza je vhodná pro začínající podniky, jelikož umožňuje zvýšení kvality technologií, designu a layoutu. Zároveň umožňuje rychlejší procesy a uvedení produktu na trh.

Top Modeler

Primárním účelem Top Modeleru je identifikace nezbytných změn v případech, kdy se zavádějí nové procesní technologie.

SAT (System Analysis Tool)

SAT je analytickou metodou, která umožňuje hlubší porozumění specifických mikro a makroergonomických aspektů.

MAS (Macroergonomic Analysis of Structure)

Aplikace Macroergonomic Analysis of Structure je vhodná pro analýzu startupů. Vhodná je zejména z toho důvodu, že poskytuje porozumění veškerých sociálně-technických prvků. Metoda zároveň nabízí návrhy na opravy, které jsou vhodné právě pro zvýšení efektivity začínajících podniků.

MEAD (Macroergonomic Analysis and Design)

Tento přístup pro organizační analýzu a design procesů v pracovním systému je složen z 10 fází, je tak časově velmi náročnou analýzou, a proto je MEAD vhodná zejména pro nezačínající podniky.

V Tabulce 2 jsou shrnuty vyjmenované metody organizační ergonomie, kde jsou ke každé metodě uvedeny jejich výhody a nevýhody.

Tabulka 2 Metody organizační ergonomie (vlastní zpracování dle Rebelo a Soares, 2018)

Metoda	Výhody	Nevýhody
HITOP analýza	Rychlejší uvedení produktu na trh	Vyplňování mnoha formulářů při jejichž špatném vyplnění dochází ke zkreslení výsledků
	Využití reálných a dostupných technologií	
Top Modeler	Identifikace mezer v organizačních změnách	Výsledek nepřináší rychlé řešení
	Stanovení priorit potřebných úprav	Metoda nedostatečně popisuje nutné změny
SAT	Porozumění příležitostných faktorů a rozvinutí mikro a makroergonomických alternativ	Složité pro získání multidisciplinární perspektivy
	Solidní analytická metoda	Nezbytný čas pro aplikaci metody
MAS	Porozumění sociálnětechnickým prvkům v organizaci, a tak určit ideální projekt	Nezbytná kvalifikace a zkušenost pro provádění organizační analýzy
	Zásoba instrukcí k opravám	
MEAD	Integrace organizační a ergonomické analýzy	Provedení metody je časově velmi náročné
	Metoda odkazuje na systematickou a komplexní metodu	Metoda by měla vézt k doplňkovému ověřenému testování

2 ERGONOMICKÉ ANALÝZY A METODY

Ergonomické analýzy a metody slouží ke zhodnocení aktuálního a požadovaného stavu konkrétního pracoviště. Cílem jednotlivých metod je usnadnění práce a snížení počtu pracovních úrazů a nemocí z povolání, zejména předcházení jejich vzniku. Výsledky veškerých analýz poté slouží ke vhodnějšímu uspořádání pracoviště a ke zlepšení stávajících pracovních podmínek. Je důležité, aby analytické údaje a data odpovídaly skutečnému stavu, v opačném případě by nápravná opatření neplnila svůj účel.

Veškeré analýzy a metody se rozdělují do kategorií podle toho, na jakou část těla se zaměřují – horní část těla, postoj, dolní končetiny atd. Další rozdělení je podle pracovních úkonů jako je například manipulace s břemeny. Příklad konkrétního rozdělení jednotlivých metod lze vidět v Tabulce 3.

Tabulka 3 Srovnání ergonomických metod (vlastní zpracování dle Berlin a Adams, 2017)

Metoda	Analýza postoje	Úkoly spojené s manipulací s břemenem	Další aspekty (čas, prostor, intenzita, rychlost, ...)
RULA	✓		
REBA	✓		
NIOSH		✓	
OWAS	✓		✓
Checklist	✓	✓	✓

2.1 RULA

Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) se zabývá zhodnocením jednotlivých rizik při vykonávání práce za pomoci horních končetin. Nezahrnuje však pouze hodnocení horních končetin, ale také krku, trupu a nohou. Hodnocení rizika je na základě skóre, kdy se výchozí skóre stanovuje pro jednotlivou část těla, které je vymezena základní poloha. (Wibovo a Mawadati, 2021)

První fází metody je zaznamenávání pracovních poloh pracovníka, a to za pomoci nahrávek a poznámek. Části těla se rozdělí do dvou skupin – A a B, do skupiny A se zařazují paže, předloktí a zápěstí, skupina B se pak skládá z krku, těla (zad) a nohou. Poté se v další fázi na základě nahrávek a údajů z tabulek pro skupiny A a B ohodnotí jednotlivé polohy a v poslední fázi se po výpočtu celkového skóre vyhodnotí hladina rizika podle kterého jsou navržena nápravná opatření, Tabulka 4. (McAtamney a Corlett, 1993)

Výpočet celkového skóre

Skóre A – hodnocení polohy horních končetin (paže, předloktí, zápěstí)

Skóre B – hodnocení postavení krku, trupu a dysplazie kyčelních kloubů

Skóre C = A + zátěžové skóre

Skóre D = B + zátěžové skóre

Celkové skóre = skóre C * skóre D (ALTAXO, c2019)

Tabulka 4 Vyhodnocení na základě vypočítaného skóre – RULA (ALTAXO, c2019)

Kategorie	Rozhodnutí	Skóre
1	Přijatelná práce, jestliže není prováděna po dlouhou dobu	1–2
2	Potřeba dalšího hodnocení, požadavky na změny	3–4
3	Naléhavé požadavky na změny	5–6
4	Ihned zastavit práci	7

2.2 REBA

REBA (Rapid Entire Body Assessment) zhodnocuje rizika pro stejnou oblast těla jako výše zmíněná metoda RULA – horní končetiny, jen s tím rozdílem, že REBA se zaměřuje na práci celého těla a zároveň pracuje s úchopem. Funguje však na stejném principu a to tak, že se určí základní poloha při práci, která je analyzována na základě skóre. (Berlin a Adams, 2017)

Postup výpočtu u metody REBA je podobný jako tomu bylo u metody RULA. První fáze tedy obsahuje sběr informací, a to v podobě videonahrávek a fotografií tak, aby byly zachyceny polohy při práci pracovníka. Druhá fáze spočívá v analýze získaných dat a výpočtů úhlů při jednotlivých pracovních pozicích. Části těla se opět rozdělí do dvou skupin A a B, skupina A obsahuje data o trupu, krku a nohou, skupina B je složena z nadloktí, předloktí a zápěstí. Ve třetí fázi se v závislosti na váze zvedaného objektu, propojení s aktivitami pracovníka a dalšími faktory vypočítá skóre pro jednotlivé segmenty. Ve finální fázi je spočítáno celkové skóre, podle nějž se poté určuje míra rizika, pomocí kterého se následně navrhnou nápravná opatření, viz Tabulka 5. (McAtamney a Hignett, 2004)

Tabulka 5 Vyhodnocení na základě vypočítaného skóre – REBA

(Wibovo a Mawadati 2021)

Kategorie	Riziko	Skóre
0	Zanedbatelné	1
1	Nízké	2–3
2	Střední	4–7
3	Vysoké	8–10
4	Velmi vysoké	11–15

2.3 NIOSH – zvedací index

NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), v překladu Národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví stojí za vývojem nástrojů označených pod tímto názvem. Institut tak vytvořil nástroj, který vyhodnocuje rizika spojené s manipulací materiálů a úkolů spojených s manipulací. Tato pomůcka by měla být jednoduchým ukazatelem rizika pro oblast spodní části zad. Vyhotovení analýzy je prosté a vyvinuto tak, aby ji mohlo využít co největší spektrum lidí bez pomoci složitého měření a analytického vybavení. (Salvendy a Karwowski, 2021)

Důkazem o jednoduchosti metody jsou i dostupné online kalkulačky, které po zadání potřebných údajů vyhodnotí míru rizika pro zvedání a manipulaci s břemeny.

Výpočet celkového skóre

$$RWL [kg] = LC * HM * VM * DM * AM * CM * FM \quad (1)$$

$$LI = \frac{L [kg]}{RWL [kg]} \quad (2)$$

RWL – doporučený váhový limit

LC – hmotnostní konstanta ($LC = 23 \text{ kg}$)

HM – horizontální multiplikátor ($HM = 25/H$)

- *H* – horizontální vzdálenost od kotníků k těžišti břemene měřená na začátku zvedání (25 cm min, 63 cm max)

VM – vertikální multiplikátor ($VM = 1 - 0,003 * |V-75|$)

- *V* – vertikální vzdálenost od podlahy k těžišti břemene měřená na začátku zvedání (175 cm max)

DM – vzdálenostní multiplikátor ($DM = 0,82 + 4,5/D$)

- *D* – vertikální vzdálenost těžiště při zvedání břemene (25–175 cm)

AM – asymetrický multiplikátor ($AM = 1 - 0,0032 * A$)

- *A* – úhel natočení od sagitální roviny měřený při zvedání břemene ($0^\circ - 135^\circ$)

CM – multiplikátor úchopu

- Popis vazebních podmínek mezi rukama a předmětem

FM – frekvenční multiplikátor

- Četnost zdvihacích úkonů během jedné minuty (min 0,2 zdvihy/minutu) (SVĚT PRODUKTIVITY, c2012)

Vynásobením všech proměnných získáme doporučený váhový limit RWL. Výsledkem je výpočet zvedacího indexu LI, což je podíl váhy zvedaného břemene a doporučeného váhového limitu. Výsledné skóre se porovná s hodnotami v Tabulce 6, ve které je uvedeno, zda výsledek splňuje limitní hodnoty a jak velkým je pro pracovníka rizikem. (Diego-Mas, 2023)

Tabulka 6 Vyhodnocení metody NIOSH (Diego-Mas, 2023)

Zvedací index LI	Rozhodnutí o riziku
≤ 1	Úloha může být vykonávána většinou pracovníků bez vzniku problémů
1-3	Úloha může některým pracovníkům zapříčinit problémy, je doporučena analýza pracoviště a případné úpravy
≥ 3	Úlohy budou pro pracovníky problematické, jsou nutné úpravy

2.4 OWAS

OWAS (Ovako Working posture Analysis System) je metodou pozorování, konkrétně spočívá v pozorování postojů pracovníka během plnění úkolů v pravidelných intervalech. Metoda klasifikuje pozice do 252 možných kombinací v závislosti na pozicích zad, rukou, nohou a zátěží se kterou pracovník manipuluje.

Aplikace metody probíhá sledováním pracovníka v průběhu plnění jeho úkolů. Jakmile pracovník vykonává více různých aktivit v různém čase je potřeba rozdělit činnosti do jednotlivých fází.

Délka sledování postojů se odvíjí od toho, o jaký typ vykonávaného úkolu se jedná. Pro práce, kde se jedná o opakující se činnosti je potřeba kratšího sledování. Naopak u vykonávané práce, která se skládá z několika různých úkolů je potřeba delší sledování. V průměru je nezbytný čas pro sledování 20 až 40 minut o frekvenci mezi 30 a 60 sekundami. Frekvence však závisí na tom, jak často pracovník mění postoj a kolik postojů během úkonu provede. (Diego-Mas, 2023)

Jakmile jsou definované fáze, délka sledování a frekvence, tak je potřeba zdokumentovat a zanalyzovat veškerý proces. Vhodnými nástroji pro dokumentaci a následnou analýzu

celého procesu může být rozbor vytvořených fotografií nebo videa na kterém jsou natočené činnosti. (Diego-Mas, 2023)

Posledním krokem je zjištění nápravných opatření podle Tabulky 7, která určuje, do jaké rizikové kategorie činnost spadá. Metoda se skládá ještě z dalších dvou obsáhlých tabulek, v první tabulce jsou určeny rizikové kategorie pro postoj a ve druhé jsou uvedeny rizikové kategorie pro manipulaci s břemenem.

Tabulka 7 Výsledné hodnocení – OWAS (Diego-Mas, 2023)

Kategorie	Vliv postoje	Nutné akce
1	Normální a přirozený postoj bez škodlivého dopadu na pohybový aparát	Nejsou potřeba žádná opatření
2	Postoj s pravděpodobností vzniku újmy na pohybový aparát	Nápravná opatření budou v blízké budoucnosti potřeba
3	Postoj se škodlivým účinkem na pohybový aparát	Nápravná opatření jsou vyžadována co nejdříve
4	Zátěž způsobená tímto postojem má mimořádně škodlivé účinky na pohybový aparát	Vyžadována okamžitá nápravná opatření

2.5 Checklist

Jedním ze základních nástrojů ergonomie jsou checklisty, ty se používají k posouzení návrhů určitých činností, pro které je checklist sepsán. Checklisty v základu nejsou ničím jiným, nežli pomocníkem pro zapamatování si a zkontrolování si konkrétních činností, položek, postupů apod.

Vzhledem ke specifickým regulacím, pravidlům a obecně rozdílnostem požadavků pro využití checklistů jich existuje hned několik. Tento nástroj tak nemá přesně danou strukturu jako je tomu například u metody RULA. Checklisty mohou být využity nejen v ergonomii, ale ve všech oblastech, pro které si je daný uživatel individuálně upraví. Konkrétně v ergonomii tedy checklist napomáhá k tomu, aby nebyl opomenut žádný ergonomický faktor. (Bridger, 2018)

Výchozí princip nástroje je jednoduchý, vytvoří se seznam požadavků, které potřebujeme například k posouzení toho, jak pracovníka ovlivňuje prostředí, ve kterém pracuje. Odpovědi na otázky mohou být ano/ne nebo volba odpovídající odpovědi z výběru, viz příklad na Obrázku 3.

Sedíte v práci déle než 95 % času?	Jak dlouho sedíte v práci?
<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> > 95 % času
<input checked="" type="checkbox"/> ne	<input checked="" type="checkbox"/> 50 % času
	<input type="checkbox"/> < 50 % času

Obrázek 3 Ukázka Checklistu (vlastní zpracování)

3 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Pracovní prostředí je obecně tvořeno fyzikálními, chemickými, biologickými, fyziologickými, psychologickými a socioekonomickými faktory, které na pracovníka působí. Základní nástroj pro zhodnocení stavu pracovního prostředí jsou hygienické limity, podle těch určujeme, zda je prostředí vhodné pro zdraví zaměstnance. Využití nástroje spočívá v porovnání hodnot hygienického limitu s naměřenými hodnotami pracoviště. Podle naměřených hodnot zjistíme, jestli a jak moc pracovní prostředí negativně ovlivňuje zdraví člověka. (ZSBOZP, c2016-2024)

Chundela (2013) vyjmenoval tyto faktory ovlivňující pracovní prostředí:

- Osvětlení,
- Záření,
- Hluk,
- Chvění a otřesy,
- Klimatické podmínky,
- Barevné řešení,
- Zátěž,
- Bezpečnost práce,
- Hygiena práce,
- Sociální podmínky,
- Životní prostředí.

3.1 Osvětlení

První základní podmínkou pro práci je vhodné osvětlení a to proto, že osoba pro výkon a následnou kontrolu činností využívá zejména zrak. Správné osvětlení tak přispívá nejen k zajištění výkonu práce, ale také ke zvýšení kvality, čistoty a bezpečnosti práce. Pro pracovníka je výhodou vhodného osvětlení snížení zrakové únavy a zlepšení psychické pohody. (Chundela, 2013)

Existují tři druhy osvětlení – denní (přirozené), umělé nebo sdružené což je kombinace přirozeného a umělého světla. Pro zaměstnavatele je výhodou přirozeného osvětlení zejména

cena, protože je zdroj zadarmo. Tento druh osvětlení však přináší mnoho nevýhod v podobě intenzity, barvy a tepelného záření. Intenzita světla se v průběhu dne a roku v závislosti na ročním období mění, proto je obtížné zajistit, aby pracovník pracoval po celou směnu ve stejných světelných podmínkách. Obdobný problém nastává i s barvou světla, která se podobně jako intenzita s průběhem dne mění. Další nevýhodou je tepelné záření, které hlavně v letních měsících zaměstnancům vytváří diskomfort na pracovišti. Umělé osvětlení je tak jediným způsobem, kterým lze vytvořit odpovídající a kontinuální světelné podmínky. Často se v praxi můžeme setkat s kombinací denního a umělého světla, ideální je proto automatický spouštěč umělého osvětlení, který se při poklesu intenzity denního světla zapne. (Chundela, 2013)

Hodnocení osvětlení se podle Chundely (2013) skládá z analýzy těchto kritérií:

- Intenzita,
- Směr,
- Rovnoměrnost,
- Stínivost,
- Stálost,
- Oslnivost,
- Barva,
- Estetičnost,
- Údržba
- Ekonomičnost.

3.2 Záření

Nové technologie, zdroje energie, měřicí a léčebné metody jsou zdrojem záření na pracovišti, ty na pracovníka můžou mít negativní vliv. Je proto nezbytná volba vhodných forem technické prevence, aby se zabránilo negativnímu působení na člověka. Záření se rozděluje na neionizující a ionizující.

S neionizujícím zářením se lze setkat na pracovištích, ve kterých se využívá například vysokofrekvenční ohřev nebo vysokofrekvenční záření určeno k čištění kovů nebo sváření umělých hmot. Mikrovlnné, infračervené nebo ultrafialové záření jsou zdroji nižší

frekvence. Zařízení fungující na bázi nízké frekvence mohou člověku zapříčinit vzrůst teploty nebo lokální popáleniny, nepříznivě ale působí hlavně na oči. Proto stroje, které jsou potencionálním zdrojem elektromagnetického záření musí za předepsaného používání splňovat hranici hygienicky únosných hodnot. (Chundela, 2013)

Oproti neionizujícímu záření je ionizující záření pro člověka mnohonásobně nebezpečnější. Zdrojem ionizujícího záření na konkrétních pracovištích mohou být práce u atomového reaktoru nebo na rentgenových pracovištích. U člověka vystaveného nadměrnému záření hrozí poškození tkání, odumírání kostní dřeně, leukémie nebo vznik nádorů. Příslušné předpisy určují hranici přístupných hodnot krátkodobého a dlouhodobého záření. Zároveň jsou pracovníkům předepsány speciální podmínky pro práci na těchto pracovištích, nedílnou součástí jsou pravidelné lékařské prohlídky. (Chundela, 2013)

3.3 Hluk

S rychlým rozvojem techniky, dopravy, expanzí mechanizace a automatizace přichází i dlouhodobý vzrůst hladiny hluku na pracovištích. Hluk je zvukový jev vyvolávající nepříjemný, rušivý nebo škodlivý sluchový vjem. U člověka nadměrná hladina hluku způsobuje zejména zhoršení sluchu dále poruchy vyšší nervové činnosti, zhoršení krevního oběhu, snížení zažívací činnosti atd. Všechny zmíněné symptomy zároveň ovlivňují pracovní pohodu, produktivitu a kvalitu vykonávané práce. (Chundela, 2013)

Hluk je možno podle Chundely (2013) hodnotit na základě těchto kritérií:

- Hlasitost,
- Výška,
- Barva,
- Časový průběh,
- Rytmičnost,
- Umístění zdroje,
- Vztah hluku.

Pro minimalizaci a případnou možnou eliminaci hluku je prvním krokem lokalizace zdroje hluku, nejlépe za pomoci hlukoměru. Dalším krokem je zjištění toho kde hluk vzniká, tedy

jeho příčina. Posledním krokem je návrh a následná realizace nápravných kroků ke snížení hladiny hluku, ty Chundela (2013) rozděluje podle typu opatření na:

- Konstrukční opatření – zásahy snižující hluk konstrukčními úpravami a změnami
 - Změna materiálu, ozubení, jiný typ ložisek, vyvážení součástí
- Technologická opatření
 - Změna technologie, dopravních rychlostí, řezných rychlostí
- Technicko-organizační opatření
 - Přemístění strojů, antivibrační nátěr desek, izolace stěn, kabiny
- Osobní ochranné prostředky – po vyčerpání předchozích možností nebo jejich kombinace
 - Ušní zátky, sluchátkové chrániče, ochranné protihlukové přilby

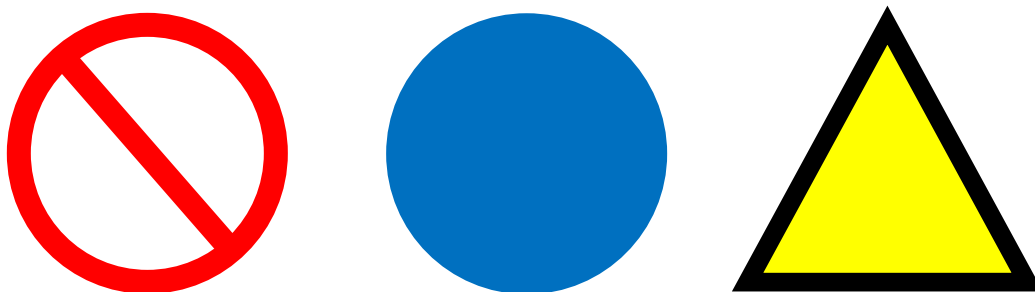
3.4 Chvění a otřesy

Během projektování a provozu techniky je důležité, aby zařízení a stavby, které při provozu a používání vytvářejí vibrace negativně neovlivňovaly člověka. Chvění (vibrace) je pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jejichž individuální body mechanicky kmitají. Otřesy jsou jednorázovým dějem, kdy se během krátkého času změni poloha mechanické soustavy. Vibrace a otřesy můžou vznikat od pohybujícího se ručního nástroje, přenášením ze stroje, na kterém pracovník pracuje nebo přenášením konstrukcí budovy od strojů. U člověka se negativně projevuje změnou funkcí nervů, vaziva šlachových pochev, kostí, kloubních a kostních chrupavkách a také zvýšenou fyzickou a psychickou únavou. (Chundela, 2013)

Nejúčinnějším preventivním opatřením je odstranění zdroje vibrací, pokud to však není možné je nutné oddálit člověka od tohoto zdroje. Jakmile není reálná ani tato možnost, je potřeba snížit frekvenci a vybírat vhodná antivibrační technická opatření (tlumiče, antivibrační podložky apod.). Poslední, avšak nejméně účinnou možností jsou osobní ochranné prostředky – antivibrační rukavice, rukojeti apod. V reálném provozu jsou však tyto prostředky velmi nepraktické. Vhodné jsou také organizační změny v podobě vystavení pracovníka vibracím jen po určitou dobu. (Chundela, 2013)

3.5 Barevné řešení

Poměrně velký význam v pracovním prostředí má i barevné řešení, které ovlivňuje duševní pohodu pracovníka a následně jeho kvalitu a výkon práce. Zároveň mají barvy bezpečnostní charakter, kdy můžeme pomocí barev rozlišit riziková místa. Dále jde o organizační charakter, čistotu práce, pořádek a kulturně-estetickou úroveň. Znaky, kterými se barva vyznačuje jako zrkový vjem je tón, sytost a světlost (jas). Mezi základní barvy se řadí červená, modrá a žlutá. Červená se vyznačuje aktivitou a teplem, modrá klidem a chladem a žlutá souladem a vyrovnaností. V rámci bezpečnostní významnosti barev červená značí zákaz/stát, modrá příkaz k zajištění bezpečí a žlutá pozor, viz Obrázek 4.



Obrázek 4 Bezpečnostní značky (vlastní)

Pokud se jedná o barevné řešení systému musí se vzít v potaz barva světla, výrobků, strojů, zařízení a barva interiéru. Při navrhování barevného schématu prostoru se do úvahy bere i mnoho proměnných, jako technologie, typ osvětlení, složení pracovníků (věk, pohlaví), rozložení prostředí atd. Finální návrh pracoviště by měl být ucelený a komplexní, je proto při navrhování a realizaci vhodné konzultovat veškerý postup se specialistou. (Chundela, 2013)

4 LOGISTICKÉ PRACOVISTĚ

„Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování tak, aby byly splněny požadavky na konečného zákazníka.“ (Gros, 2016, s. 25)

Pracoviště je místem, ve kterém dochází k vykonávání pracovní náplně pracovníkem. Konkrétně logistické pracoviště je tedy místo, ve kterém probíhají veškeré operace spojené s logistikou. Příkladem logistického pracoviště může být sklad, dílna, montážní linky, distribuční centra atd.

Rozmístění pracoviště orientující se na výrobu se odvíjí od druhu výrobku, výrobního postupu, materiálového toku atd. Mezi základní způsoby uspořádání pracoviště se řadí volné, technologické, předmětné, modulární a buňkové. (Jurová, 2016)

4.1 Volné uspořádání

Pracoviště typu volného uspořádání se už v dnešní době takřka nenavrhují, využití tohoto uspořádání je totiž neefektivní. Realizace spočívá v náhodném rozestavení strojů a zařízení bez jakýchkoliv pravidel, která by zefektivňovala výrobní proces.

4.2 Technologické uspořádání

Technologické uspořádání je orientováno na výrobní proces, což znamená, že se výrobní operace sjednotí podle podobnosti výrobního procesu. V praxi to může vypadat tak, že se stroje, které zajišťují stejnou technologickou operaci poskládají do jednoho místa. Toto uspořádání je univerzální a výhodné zejména při výrobě mnoha rozdílných součástí. (Jurová, 2016)

4.3 Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání spočívá v rozmístění výrobních strojů a zařízení podle výrobního postupu. Je tak orientováno primárně na výrobek a na tvorbu menších výrobních jednotek, které komplexněji zpracovávají součásti výrobků. Hlavním krokem při tvorbě tohoto uspořádání je analýza výrobního sortimentu včetně konstrukčních a technologických opatření. Výhodou předmětného uspořádání je decentralizace, zjednodušení řízení ve výrobě a vznik plynulých toků bez křížení. (Jurová, 2016)

4.4 Modulární uspořádání

Modulární uspořádání je principem, kdy je pracovní prostředí seskupeno do stejných technologických toků. Primární výhodou tohoto uspořádání je zejména zkrácení operačních časů a manipulačních drah.

4.5 Buňkové uspořádání

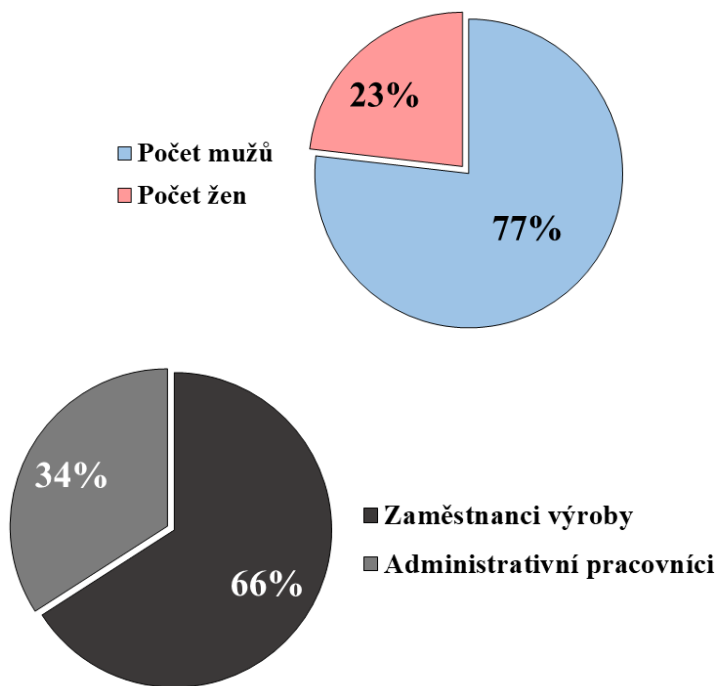
Buňkové uspořádání je kombinací výhod technologického a předmětného uspořádání. Jedná se o sjednocení strojů s rozdílnou technologií, které vytvářejí technologicky podobné komponenty. Využití nachází zejména u automatizovaného pracoviště, kdy určité části výrobního procesu mohou být bez přemísťování výrobku mezi jednotlivými operacemi uskutečňovány na jednom místě. (Jurová, 2016)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 FIRMA NTS PROMETAL MACHINING, S.R.O.

Firma NTS Prometal Machining, s.r.o. s 25letou tradicí sídlí ve Zlínském kraji ve městě Slavičín. NTS Prometal je součástí Holandské společnosti NTS Group, která je složena z 12 firem po celém světě. Dceřiné společnosti se nachází například v Nizozemsku, Číně nebo Singapuru. V České republice sídlí dva závody NTS Prometal Group, jeden se nachází v Brně a druhý již zmiňovaný ve Slavičíně. Závod Slavičín se zabývá vlastním engineeringem, výrobou a zpracováváním individuálních zakázek, jedná se tak o široké portfolio výrobků. Konkrétními výrobky jsou například vakuové komory pro elektronové mikroskopy nebo moduly dopravníkových systémů pro letiště a logistická centra. Mezi hlavní operace patří obrábění, lakování, montáž a tváření plechů (svařování, laser). Závod v Brně se orientuje na mechatronickou montáž, takže některé výrobky, které jsou vytvořeny ve Slavičíně a potřebují dodatečnou elektronickou či mechanickou součástku putují právě do Brna a poté ke konečnému zákazníkovi.

Ve Slavičíně je k datu 1.3.2024 zaměstnáno 220 zaměstnanců s věkovým průměrem 42 let a s roční fluktuací 9,6 %, v Brně pracuje 103 zaměstnanců. Z 220 zaměstnanců je 51 žen a 169 mužů, z toho je 75 administrativních pracovníků a 145 pracovníků ve výrobě. Vizualizace a procentuální podíl zaměstnanců je zobrazen na Obrázku 5.



Obrázek 5 Grafické znázornění počtu zaměstnanců (vlastní)

6 ANALÝZA PRACOVNÍHO MÍSTA

Konkrétní analyzované pracoviště je montážní jednotka, která je součástí haly, v té probíhá kompletace součástí. Kompletace výrobků závisí na individuální zakázce, a i to je jeden z hlavních důvodů proč je montážní hala často reorganizována a přestavována. Většina částí montážní haly proto nemá ustálený layout vyjma pár úseků haly jako je například konkrétní analyzovaná montážní jednotka. Primární uspořádání haly je typu modulárního, kdy je pracoviště seskupeno do stejných technologických toků.

Na montážní jednotce pracují dva stálí zaměstnanci – muž a žena s velmi rozdílnou výškou. Z tohoto důvodu je potřeba, aby pracoviště bylo navrženo takovým způsobem, který by za pomoci dostupných prostředků vyhovoval individuálním potřebám obou pracovníků.

6.1 Aktuální stav pracoviště

Stav pracoviště byl analyzován s použitím předem připraveného checklistu, viz Tabulka 8. Checklist byl za pomoci observace a rozhovoru s pracovníky montážní jednotky nejprve prodiskutován a poté vyplněn. Zvolené odpovědi jsou zvýrazněny tučným písmem a orámováním.

Tabulka 8 Checklist – hodnocení pracovního prostředí (vlastní zpracování)

Hodnocení pracovního prostředí			
Jaký typ osvětlení je při práci využíván?	a) denní	b) umělé	c) kombinace
Je zvolený typ osvětlení vhodný?	a) ano	b) ne	
Je při práci pracovník v kontaktu s neionizujícím zářením?	a) ano	b) ne	
Je při práci pracovník v kontaktu s ionizujícím zářením?	a) ano	b) ne	
Vzniká při práci nadměrný hluk?	a) ano	b) ne	
Je pracovník vystaven nadměrným vibracím?	a) ano	b) ne	
Je vhodné barevné řešení pracovního prostředí?	a) ano	b) ne	
Poskytuje pracovní místo dostatek prostoru pro pohyb těla?	a) ano	b) ne	
Lze pracoviště individuálně uspořádat pro odlišnou výšku pracovníků?	a) ano	b) ne	
Je potřebné nářadí v dosahové vzdálenosti k pracovní ploše?	a) ano	b) ne	

6.2 Typ osvětlení pracovního prostředí

Na pracovišti se využívá kombinace denního a umělého osvětlení, primárním zdrojem je však denní světlo. Okna jsou umístěna hodně nad výškou pracovníků na straně haly, kde je umístěna montáž. Světlo se díky tomuto rozmístění odráží od protější bílé stěny a vnitřních oken, které tak vytváří další umělý zdroj osvětlení. Dalším zdrojem denního osvětlení jsou střešní neprůhledná matná okna.



Obrázek 6 Střešní okna haly (vlastní)

Ze začátku z mé strany nastávaly obavy v případech, kdy by slunce v určitou hodinu svítilo pracovníkům do obličeje a vznikal by tak určitý diskomfort. To je však vyřešeno žaluziemi, které si pracovník může kdykoliv zastříti a využít jen umělého osvětlení, které je pořád v provozu. Umělé osvětlení je typu LED a rozmístěno je v pěti řadách po pěti kusech, čímž rovnoměrně osvětluje celou plochu haly.

Kvůli těmto důvodům bylo rozhodnuto o pravdivosti tvrzení, že je osvětlení pracoviště vhodné a není potřeba žádných dalších opatření.



Obrázek 7 Rozmístění oken v hale (vlastní)

6.3 Kontakt pracovníka se zářením, hlukem a nadměrnými vibracemi

Na konkrétní montážní jednotce a v hale, ve které je umístěná, se nenachází žádný zdroj ionizovaného nebo neionizovaného záření, proto není potřeba dalších opatření. Stejně je to i s absencí zdrojů hluku nebo vibrací, jelikož se jedná pouze o ruční kompletaci součástí.

6.4 Barevné řešení pracovního prostředí

Prostředí haly je laděno do příjemné kombinace modré, bílé a žluté barvy. Veškeré stroje, nábytek a zařízení jsou laděny do těchto barev což působí velmi komfortně, uceleně a komplexně, není proto potřeba žádných změn.

6.5 Individuální uspořádání pro rozdílnou výšku pracovníků

Na analyzované montážní jednotce pracují stálí dva zaměstnanci s poměrně hodně odlišnou výškou. Bohužel však pracoviště neobsahuje prvky, které by umožňovaly změnu v závislosti na výšce zaměstnance. Je proto potřeba navrhnout takové prvky, aby pracoviště vyhovovalo všem proporcím.

6.6 Prostor pracovního místa pro pohyb těla

Celkové rozložení pracovního místa je pro konkrétní počet pracovníků a jejich pohyby dostačující. Prostředí je poměrně prostorné a nedochází tak ke kolizím nebo blokacím mezi zaměstnanci. Místo na nohy pod stoly je volné a nepřekáží zde zbytečné krabice nebo

přebytečný materiál. Stejně je to i s podlahou, která je čistá, rovná bez vyvýšených míst nebo jiných nedostatků. Na pracovišti je tak udržovaný pořádek a jednotlivé skříně, koše a materiál je rozmístěn podél stěn tak, aby nepřekážel při pohybu. Vznik rizika by nastal při navýšení počtu zaměstnanců a s tím spojená omezení pro pohyb těla.

6.7 Dosahová vzdálenost nářadí

Veškeré nářadí potřebné ke kompletaci výrobků je uskladněno v pojízdných dílenských vozících. Tyto vozíky sice nejsou v dosahové vzdálenosti, ale pracovníkem bylo zodpovězeno, že všechno nářadí, které je pro daný okamžik potřeba si nachystá na pracovní stůl. Pracovní stůl disponuje velkou plochou, na kterou se potřebné nástroje pro dočasnou operaci odloží tak, aby byly v dosahové vzdálenosti a poté se odklidí zpět do pojízdného vozíku.



Obrázek 8 Pojízdný dílenský vozík (vlastní)

7 ANALÝZA POSTOJE PŘI PRÁCI

Výrobní proces začíná u výrobního plánu z vedení, podle kterého jsou ve skladu přichystány potřebné součástky, které jsou za pomoci vozíků nebo palet převezeny na montáž. Montáž se skládá z postupné kompletace malých součástek, ze kterých je na stejném pracovišti vytvořen finální výrobek. Nejčastějšími produkty jsou chladiče mikroskopů nebo různé connection boxy. Výrobek je po zhotovení opět za pomoci vozíků nebo palet převezen buďto na expedici, kde ho zabalí a odešlou ke koncovému zákazníkovi nebo ho zabalí přímo na montážní hale, ze které míří na expedici k odeslání, viz Obrázek 9.



Obrázek 9 Výrobní proces (vlastní zpracování)

Konkrétní postup pracovníka montáže začíná vychystáním si potřebných dílů, manuálu a náradí. Prvním krokem operace je ruční kompletace menších součástek, tato činnost je prováděna primárně vsedě. Sestavení finálního produktu spočívá v kompletaci dílů z předchozí činnosti. Jelikož je konečný produkt větších rozměrů je potřeba tuto kompletaci provádět vestoje. Pro tuto činnost byla zvolena analýza postoje, ta byla vykonávána na pracovníkovi mužského pohlaví s výškou 185 cm a analyzován byl konkrétně jeho postoj při dokončování kompletace chladiče na mikroskopy.

7.1 Zhodnocení polohy při práci

Prvním krokem pro zhodnocení polohy při práci bylo vyplnění předem připraveného checklistu opět s pomocí pracovníka montáže, viz Tabulka 9. Nejprve bylo potřeba zjistit v jakých polohách se pracovník pohybuje a podle toho vybrat vhodnou metodu pro posouzení konkrétní polohy při práci. Zvolené odpovědi jsou zvýrazněny tučným písmem a orámováním.

Tabulka 9 Checklist – hodnocení práce (vlastní zpracování)

Hodnocení práce			
	a) vstoj	b) vsedě	c) kombinace
V jaké poloze pracovník vykonává svou práci?			
Manipuluje pracovník s břemeny těžšími než 15 kg?	a) ano	b) ne	
Jedná se o monotónní práci?	a) ano	b) ne	
Jsou při práci vykonávány časté repetitivní pohyby?	a) ano	b) ne	
Musí se pracovník při práci často ohýbat?	a) ano	b) ne	
Je pracovník pravidelně vystaven nepřírodným pracovním polohám?	a) ano	b) ne	

7.1.1 Poloha pracovníka při výkonu práce

Poloha pracovníka závisí na jeho aktuálně vykonávané práci, proto se jedná o kombinaci a o střídání polohy vstojе a vsedě. Poloha vsedě je využívána při práci, kdy se kompletují menší součástky. Vstojе se po sestavení malých součástek kompletuje celá sestava, pro tuto činnost je potřeba komplexnější analýzy a návrh pro zlepšení.

7.1.2 Manipulace s břemeny

Ačkoliv bylo v checklistu zaznačeno, že pracovník manipuluje s břemeny těžšími než 15 kg, nejedná se však o pravidelnou manipulaci. Po kompletaci větších součástí je konkrétně chladič na mikroskopy přenesen na pojízdný vozík, který dále putuje do expedice nebo na balení. Nejedná se tak o pravidelnou zátěž, ta je ve své podstatě co nejvíce minimalizována a jedná se pouze o přesun na krátkou vzdálenost. Jelikož břemeno podle dostupných informací někdy i výrazně převyšuje 15 kg, tak tento přesun provádí pracovník mužského pohlaví, jelikož limit pro občasné břemeno u žen je 20 kg.



Obrázek 10 Vozíky pro převážení výrobků (vlastní)

7.1.3 Monotónnost práce

Po rozhovoru s pracovníkem montáže bylo zjištěno, že se monotónnost práce vyskytuje. Nejedná se o dlouhodobou monotónnost, práce bývá po splnění určité zakázky změněna, ale vesměs se jednotlivé operace opakují. Kvůli těmto skutečnostem je vznik rizika spojeného s monotónností práce pravděpodobný.

7.1.4 Vykonávání repetitivních pohybů

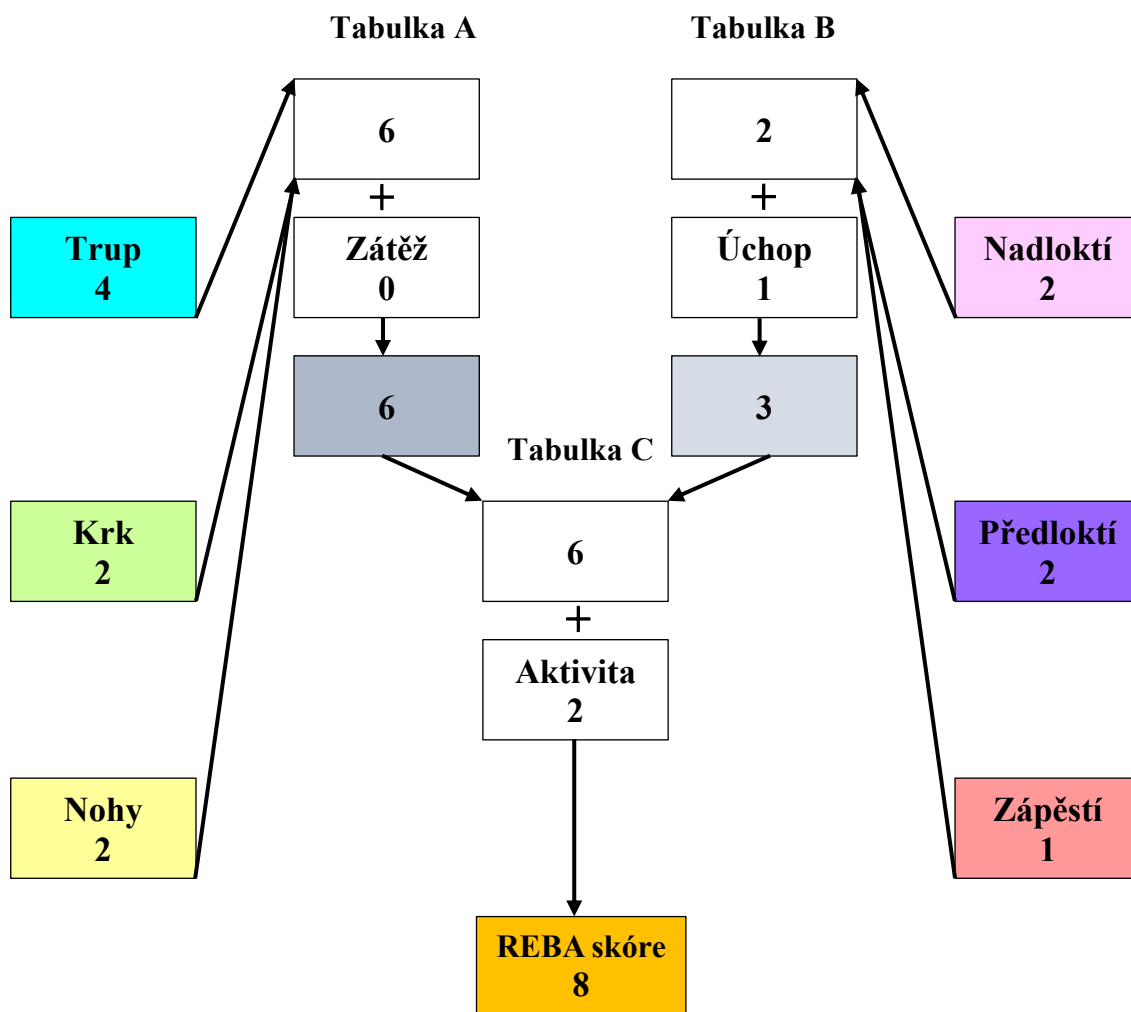
Jelikož se jedná o práci monotónního charakteru tak je s ní spojeno i vykonávání repetitivních pohybů. Zejména se jedná o přípravu součástí pro kompletaci a upevňování součástek v opakujících se pohybech.

7.1.5 Ohýbání pracovníka při práci

Uprostřed montážní jednotky se nachází regál s komponentami (matky, šrouby, těsnění atd.) a jednotlivé police obsahují jiný potřebný materiál. Kvůli výškovému rozdílu pracovníků jsou využívány police zejména na nižších příčkách. Dochází tak primárně u vyššího pracovníka k častému ohýbání při vychystávání komponent, při samotné práci na výrobku k ohýbání pracovníka nedochází.

7.2 Aplikace metody REBA pro postoj při práci

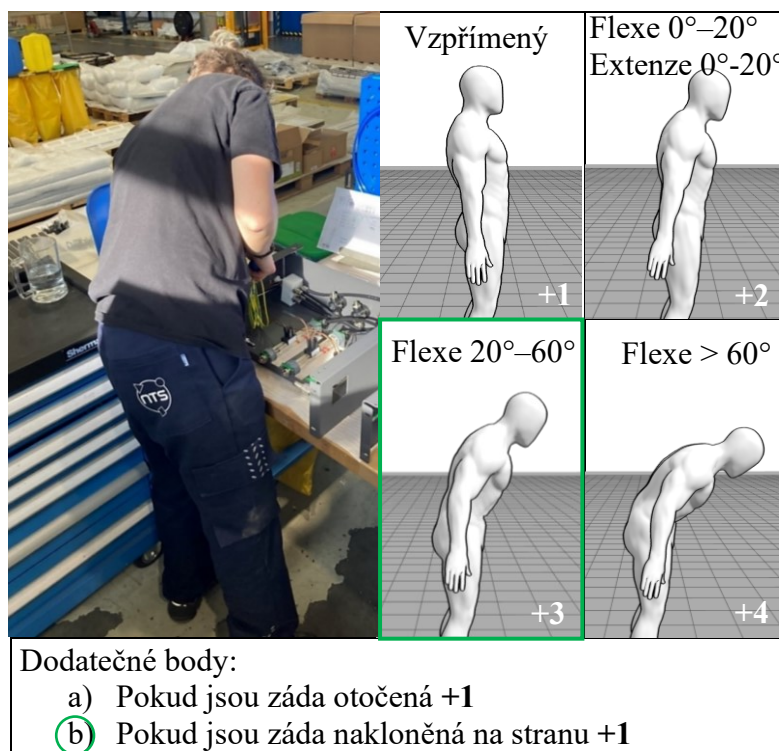
Jelikož je kompletační práce prováděná pracovníkem vestoje byla pro zhodnocení polohy po vyplnění checklistu zvolena metoda REBA. V první fázi byl prostřednictvím fotografií zdokumentován pracovníkův postoj při práci a v závislosti na těchto fotografiích byla vypočítána míra rizika. Výpočet je vyobrazen na Obrázku 11 a jednotlivý postup hodnocení je popsán níže.



Obrázek 11 REBA (vlastní zpracování)

Trup

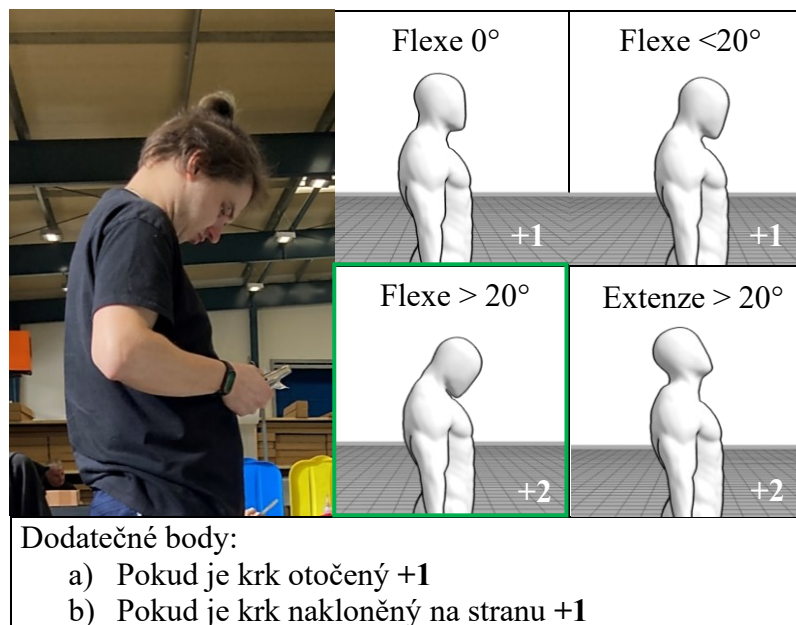
V prvním kroku byla analyzována poloha trupu. Porovnání fotografie pracovníka s typizovanými rozsahy úhlů vpravo ukázalo, že dochází k nepřirozenému ohybu trupu v rozmezí 20° - 60° , a proto bylo zvoleno hodnocení +3 (na Obrázku 12 - zeleně zvýrazněno). Zároveň u pracovníka dochází k naklánění na stranu, což znamená, že ke konečnému skóre byla podle dodatečného bodu b) přičtena +1. Výsledné skóre pro část trupu je tedy 4.



Obrázek 12 Poloha trupu pracovníka (vlastní)

Krk

Poloha krku pracovníka je výrazně předkloněná a značně převyšuje úhel flexe 20° . Podle zvýrazněné ukázkové postavy na Obrázku 13 je po srovnání s fotografií pracovníka zvoleno hodnocení +2. Toto skóre už nijak neovlivňují ani dodatečné body, protože krk se nijak nenaklání ani neotáčí do stran.



Obrázek 13 Poloha krku pracovníka (vlastní)

Nohy

Jelikož výška sledovaného pracovníka neumožňuje jiný postoj než přímý, byla základní poloha nohou ohodnocena skórem 1. Dochází však při práci k tomu, že pracovník stojí jednou nohou na špičkách, viz Obrázek 14, proto je součet těchto dvou postojů 2. Dodatečné body se ještě zabývají i flexí kolena, ke které ale v případě pracovníka nedochází a není tak třeba ke skóre nic přičítat.



Obrázek 14 Poloha nohou pracovníka (vlastní)

Zátěž

Hodnocení bylo zaměřeno zejména na finální kompletační práci a jelikož pracovník v této fázi nemanipuluje se zátěží, tak byla tato část ohodnocena skórem 0. Při zátěži větší než 5 kg a menší než 10 kg by se přičetla 1, při zátěži větší než 10 kg, ale menší než 20 kg +2.

Tabulka A

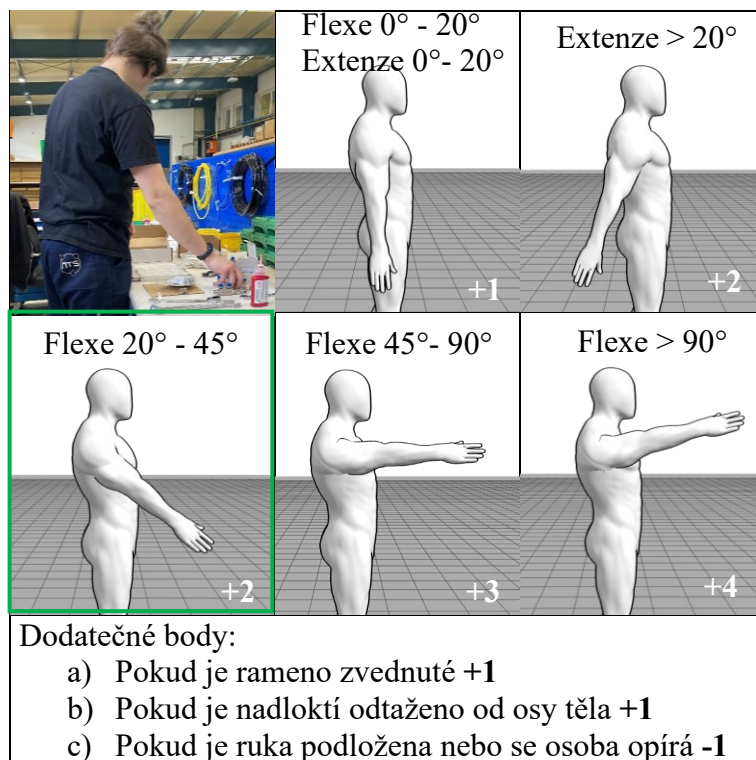
Tabulka 10 obsahuje číselné ohodnocení jednotlivých poloh krku, nohou a trupu, které byly získány v předchozích krocích. Dílčí skóre pro jednotlivé části těla se vyhledají v tabulce A, výsledné nalezené číslo je označeno jako **Skóre A**. Nejprve se v modré části tabulky vyhledá skóre trupu (4). V zeleně podbarvené části tabulky se zvolí sloupec pro skóre krku (2), který vymezuje část žlutého řádku, ve které se vyhledá skóre pro nohy (2). Protnutím řádku se sloupcem se získá buňka s výsledným **Skóre A** (6) ke kterému je v předposledním kroku metody přičteno skóre pro zátěž.

Tabulka 10 Tabulka A (vlastní zpracování dle Bridger, 2018)

Tabulka A	Krk												
	Nohy	1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Skóre trupu	1	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Nadloktí

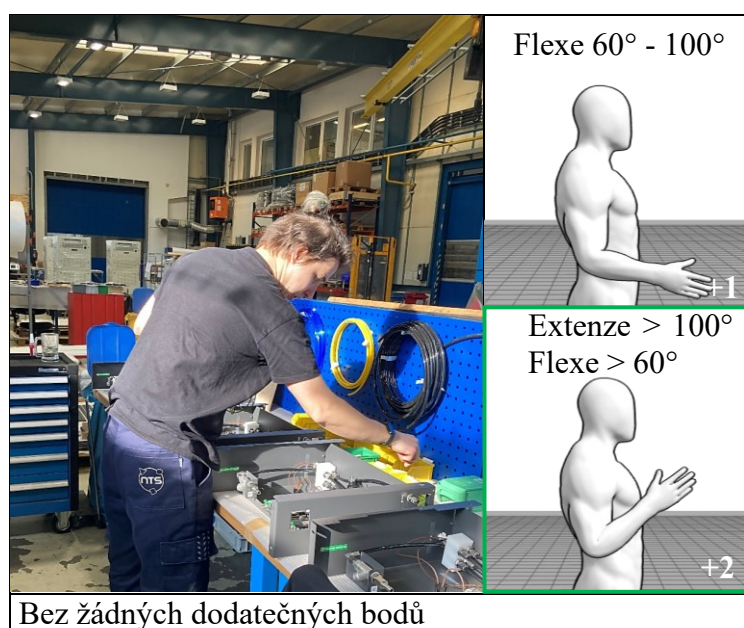
Oblast nadloktí byla ohodnocena skórem 2, protože se jedná o pohyb rukou v pozici flexe v rozmezí 20°- 40°. Tento úhel lze vidět na fotografii pracovníka na Obrázku 15. Rameno pracovníka není zvednuté, ani nedochází k tomu, že by jeho nadloktí byly odtaženy od osy těla, proto nebylo přičteno žádné skóre z dodatečných bodů. Zároveň není podložená ruka pracovníka nebo se osoba o nic neopírá a z těchto důvodů nebylo odečteno skóre -1 z dodatečných bodů.



Obrázek 15 Poloha nadloktí pracovníka (vlastní)

Předloktí

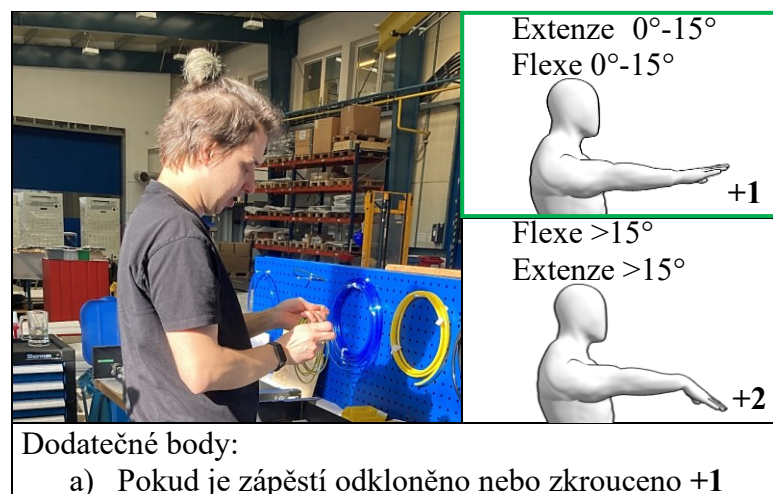
Předloktí se nijak neposuzuje dodatečnými body, hodnotí se pouze podle dvou typů flexe a extenze. Pro předloktí je přirozená a nejméně náročná poloha při práci v rozmezí $60^\circ - 100^\circ$, tzn. že pokud je předloktí nahnuto tak, že prsty směřují viditelně dolů, jedná se už o namáhavou flexi, která je hodnocena +2, ta je vidět na fotografii pracovníka na Obrázku 16.



Obrázek 16 Poloha předloktí pracovníka (vlastní)

Zápěstí

Zápěstí je zvláště náchylné k nepřírozeným pohybům. Při montážních pracích se ohýbá nepravidelně ve smyslu extenze i flexe, avšak v drtivé většině času ne více než 15° . Fotografie na Obrázku 17 zachycuje polohu zápěstí při mírné extenzi a pro hodnocení této části těla bylo zvoleno skóre +1. Dodatečný bod se dále zaměřuje na rotaci zápěstí v ose předloktí, kterou však pracovník při práci nevykazoval a k hodnocení tento bod nijak nepřispívá.



Obrázek 17 Poloha zápěstí pracovníka (vlastní)

Úchop

Zaměstnanec pracuje s úchopem, který je vyhovující a není nijak zvláště nevhodný nebo nebezpečný, proto byla tato oblast ohodnocena skórem 1. Skóre 0 by bylo v případě, kdy je úchop vhodný a využita střední síla k uchopení. Skóre 2 značí způsob nepřijatelného uchopení a skóre 3 je spojeno s nevhodným a nebezpečným sevřením případně se zapojením jiné části těla.

Tabulka B

Tabulka 11 obsahuje číselné ohodnocení jednotlivých poloh nadloktí, předloktí a zápěstí, které byly získány v předchozích krocích. Dílčí skóre pro jednotlivé části těla se vyhledají v tabulce B, výsledné nalezené číslo je označeno jako **Skóre B**. Nejprve se v růžové části tabulky vyhledá skóre nadloktí (2). Ve fialově podbarvené části tabulky se zvolí sloupec pro skóre předloktí (2), který vymezuje část červeného řádku, ve které se vyhledá skóre pro zápěstí (1). Protnutím řádku se sloupcem se získá buňka s výsledným **Skóre B** (2) ke kterému je v předposledním kroku metody přičteno skóre úchopu.

Tabulka 11 Tabulka B (vlastní zpracování dle Bridger, 2018)

Tabulka B	Předloktí							
		1			2			
	Zápěstí							
	1	2	3	1	2	3		
Skóre nadloktí	1	1	2	2	1	2	3	
	2	1	2	3	2	3	4	
	3	3	4	5	4	5	5	
	4	4	5	5	5	6	7	
	5	6	7	8	7	8	8	
	6	7	8	8	8	9	9	

Aktivita

Aktivita je spojena se změnou pracovních poloh a jejich délce provádění. Jelikož je většina popsaných poloh prováděná opakovaně a zároveň je poloha ve statické fázi po dobu kratší než 1 minuta, tak tato část byla ohodnocena skórem 2. Pokud by činnost vyžadovala rychlou změnu polohy v širokém rozsahu nebo by byl nestabilní základ, byla by ke skóre aktivity přičtena ještě 1.

Tabulka C

Tabulka 12 obsahuje číselné ohodnocení výsledného skóre A a skóre B. V tomto kroku byl sečten výsledek tabulky A se skóre zátěže a výsledkem je celkové Skóre A. Stejně je to v případě celkového skóre B, které bylo získáno součtem výsledného skóre tabulky B a skóre úchopu. V prvním tmavě šedém sloupci tabulky se vyhledá skóre A (6) a ve světle šedém řádku tabulky se zvolí sloupec pro skóre B (3). Protnutím řádku se sloupcem se získá buňka s výsledným Skóre C (6) ke kterému je v posledním kroku metody přičteno skóre aktivity (2).

Tabulka 12 Tabulka C (vlastní zpracování dle Bridger, 2018)

Skóre A (výsledné skóre tabulky A + skóre zátěže)	Tabulka C											
	Skóre B (výsledné skóre tabulky B + skóre úchopu)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

REBA skóre

Hodnota výsledného skóre je rovna 8, což je součet skóre C (6) a aktivity (2), to znamená, že riziko spojené s postojem při práci je vysoké. Výsledná hodnota signalizuje nutný návrh nápravného opatření, které by minimalizovalo vznik zdravotních problémů. Vysoké skóre zároveň značí, že je nezbytné změny aplikovat v co nejbližší době. Hodnoty výsledného REBA skóre lze najít v teoretické části práce v Tabulce 5.

8 NÁVRH NA ÚPRAVU PRACOVIŠTĚ

Po vyplnění checklistu, popisu jednotlivých částí a analýzy postoje při práci bylo zjištěno, že nejproblematičtější oblastí je individuální uspořádání pracoviště pro rozdílnou výšku pracovníků. Absence prvků upravujících pracovní plochu je úzce spojena s nevhodným postojem při práci. Návrh pracoviště je nezbytný vzhledem k výslednému vysokému skóre u metody REBA.

Návrhem pro úpravu pracoviště je zakoupení výškově nastavitelného pracovního stolu, viz Obrázek 18. Tento stůl se od původního pracovního stolu, viz Obrázek 19 tolik neliší, liší se pouze v elektrickém ovládní výšky a přidatném policovém regálu. Nové ovládní by znamenalo, že pracovník by si mohl automaticky nastavit stůl tak, aby vyhovoval nejen jeho výšce, ale také jeho aktuálně vykonávané práci. Znamenalo by to tedy také to, že pracovník by si mohl nastavit stůl na takovou výšku, která by mu umožňovala vykonávat analyzovanou kompletační práci také vsedě. Konkrétní zvolený stůl je ideální na montážní a balící práce, což je přesnou pracovní náplní pracovníků na montážní jednotce.



Obrázek 18 Výškově nastavitelný stůl (Aj, c2024)



Obrázek 19 Aktuálně používaný stůl (vlastní)

Dalším návrhem nápravného opatření je naklonění dílce tak, aby u pracovníka nedocházelo k tolik nepřírozenému předklonu krku a trupu. Návrh tohoto opatření je však spojen se vznikem manipulace s břemenem. V případě, kdy by se dílec umisťoval na místo, které by umožňovalo větší sklon, musel by pracovník manipulovat se zátěží, která se v průběhu práce mění a ve finále může překročit i mezní hodnotu 15 kg. Tento faktor by tak ovlivnil výsledné REBA skóre, které by po odečtu vysokých hodnot krku a trupu bylo po přičtení skóre zátěže ve stejných hodnotách a žádného zlepšení by se nedosáhlo. Zároveň by vzhledem k váze finálního výrobku tato úprava nejspíš ani nebyla možná.

Obdobný problém nastává i u změny pracoviště, a to konkrétně regálu s komponentami, kdy je problémem rozdílná výška. Pro tuto oblast nebylo nalezeno jiné opatření než to stávající. Jednotlivé komponenty pro danou sérii výrobků jsou vychystávány ve skladu, změna by musela nastat už tam nebo na konkrétní montážní jednotce. Změna by vypadala tak, že si pracovník vychystá počet součástek na aktuálně vykonávanou činnost do police v závislosti na jeho výšce. Toto řešení je však časově náročné a neefektivní co se produktivity práce týče. Aktuální pracoviště je v této době uzpůsobeno zejména prostoru v hale a na montážní jednotce. Není proto možné jiných změn než těch, které by narušovaly průchod pracovištěm nebo plynulost práce.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo prozkoumat problematiku ergonomie v logistickém prostředí a navrhnout konkrétní opatření pro zlepšení pracovních podmínek a zvýšení efektivity práce na vybraném pracovišti. Během analýzy byly identifikovány klíčové ergonomické faktory ovlivňující pohodu a bezpečnost pracovníků.

V průběhu práce byly za pomoci metody REBA a checklistu provedeny detailní analýzy pracovních procesů, rizikových faktorů a potřeb pracovníků. Jelikož bylo zjištěno, že je pracovní postoj nevhodný a pracoviště neobsahuje prvky, které by individuálně upravovaly pracoviště tak byla na základě zmiňovaných analýz navržena řada opatření zaměřených na optimalizaci ergonomických podmínek.

Mezi navržená opatření patří koupě nových výškově nastavitelných pracovních stolů v závislosti na výšce pracovníka a jeho aktuálně vykonávané práci. Nastavitelný stůl by tak snížil riziko vzniku muskuloskeletálního onemocnění spojeného s nevhodným postojem a opakovanými pohyby.

Dalším navrženým opatřením je změna sklonu dílce a uspořádání komponent v regálu. Nevýhody těchto dvou opatření však rozhodly o jejich nemožnosti využití v praxi, a to zejména kvůli prostorovému rozložení montážní jednotky.

Celkově však lze konstatovat, že správné řešení ergonomických problémů v logistickém prostředí přináší významné výhody pro firmu, včetně zvýšené produktivity, nižších nákladů na zaměstnanecké zdravotní problémy a lepší atmosféry na pracovišti. Doporučuje se nadále monitorovat ergonomické podmínky a provádět pravidelné aktualizace opatření s cílem udržovat vysokou úroveň pracovního prostředí.

Tato práce přispívá k pochopení důležitosti ergonomie v logistickém prostředí a poskytuje praktické návrhy pro zlepšení ergonomických podmínek na konkrétním pracovišti. Dále nabízí inspiraci pro další výzkum v oblasti optimalizace pracovních prostředí s ohledem na lidské faktory a efektivitu pracovních procesů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aj. *Výškově nastavitelný pracovní stůl VERVE*. Online. ©2024. Dostupné z: https://www.ajprodukty.cz/sklady-a-dilny/stoly-do-dilny/pracovni-stoly/pracovni-stoly-s-elektricky-nastavitelnou-vyskou/pracovni-stul-634482-634480?VAT=1&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=p-cz-shopping-push&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwlN6wBhCcARIsAKZvD5issWOipMWYb3jMo5D2LpwBcE-pnha7zcpxmBm2-06-ZeURZwPDqvEaAlcaEALw_wcB&gclsrc=aw.ds. [cit. 2024-04-15].
- ALTAXO. *Metody ergonomie pro použití v praxi*. Online. ©2019. Dostupné z: <https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rady-pro-manazery/metody-ergonomie-pro-pouziti-v-praxi>. [cit. 2023-12-12].
- Berlin, C. and Adams, C., 2017. *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. London: Ubiquity Press. ISBN 9781911529125.
- Bezpečnostpráce.info. *HISTORIE ERGONOMIE OD STAROVĚKÉHO ŘECKA A EGYPTA AŽ PO SOUČASNOST*. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/ergonomie/historie-ergonomie/>. [cit. 2024-02-09].
- BRIDGER, R. S., 2018. *Introduction to human factors and ergonomics. Fourth edition*. Taylor & Francis. ISBN 9781498795944.
- DIEGO-MAS, Jose Antonio. *Ergonomic Assessment of Load Lifting Using the NIOSH Equation*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Online. 2023. Dostupné z: https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app_en/land/index.html?method=niosh. [cit. 2024-02-26].
- DIEGO-MAS, Jose Antonio. *Postural Assessment Using The OWAS Method*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Online. 2023. Dostupné z: https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app_en/land/index.html?method=owas. [cit. 2024-02-27].
- DYLEVSKÝ, Ivan, 2022. *Biomedicínská ergonomie*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3600-1.
- CHUNDELA, Lubor, 2013. *Ergonomie. 3. vyd.* V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 9788001051733.

International Ergonomics Association. *What is ergonomics (HFE)?*. Online. Dostupné z: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. [cit. 2024-2-10].

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Grada. ISBN 978-80-247-5717-9. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/AccountSaml/SignIn/?idp=https://shibboleth.utb.cz/idp/shibboleth&returnUrl=/kniha/vyrobní-a-logisticke-procesy-v-podnikani-1511/>.

MCATAMNEY Lynn a CORLETT E. Nigel. *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. Applied Ergonomics, Volume 24, Issue 2. Pages 91-99. ISSN 0003-6870. Online. 1993. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S). [cit. 2023-12-14].

MCATAMNEY, Lynn a HIGNETT, Sue, 2004. Rapid Entire Body Assessment. In: STANTON, Neville Anthony; HEDGE, Alan; BROOKHUIS, Karel; SALAS, Eduardo a HENDRICK, Hal W. (ed.). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Boca Raton: CRC Press, s. 63-75. ISBN 9780429205712.

MIDDLESWORTH, Matt. *Cognitive Ergonomics 101: Definition, Applications, and Disciplines*. Online. ErgoPlus. ©2024. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/cognitive-ergonomics/>. [cit. 2024-02-20].

MUKHOPADHYAY, Prabir, 2020. *Ergonomics for the layman: applications in design*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis group. ISBN 978-0-367-33499-4.

REBELO, Francisco a SOARES, Marcelo (ed.), 2018. *Advances in ergonomics in design: proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Ergonomics in Design, July 17-21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA*. Cham: Springer. ISBN 9783319605821.

SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar (ed.), 2021. *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS. Fifth edition*. Wiley. ISBN 9781119636083.

SVĚT PRODUKTIVITY. *NIOSH Lifting Index*. Online. ©2012. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/NIOSH-Lifting-Index.htm>. [cit. 2024-02-12].

WEREZAK, Leona. *PHYSICAL, COGNITIVE, AND ORGANIZATIONAL ERGONOMICS*. Online. 2021. Dostupné z: <https://doubleblackimaging.com/2021/12/22/physical-cognitive-organizational-ergonomics/>. [cit. 2024-02-20].

WIBOWO, A. H. a MAWADATI, A. *The analysis of employees' work posture by using rapid entire body assessment (REBA) and rapid upper limb assessment (RULA)*. In: IOP conference series: earth and environmental science. IOP Publishing. Online. 2021. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/704/1/012022/meta>. [cit. 2024-12-18].

ZSBOZP. *PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ*. Online. ©2016-2024. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi>. [cit. 2024-02-09].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AM	Asymmetry Factor – asymetrický multiplikátor
cm	centimetr
CM	Grip Factor – multiplikátor úchopu
DM	Vertical Displacement Faktor – vzdálenostní multiplikátor
FM	Frequency Factor – frekvenční multiplikátor
HITOP	High Integration Of Technology, Organization, and People – vysoká integrace technologií, organizace a lidí
HM	Horizontal Distance Factor – horizontální multiplikátor
kg	kilogram
LC	Load Constatnt – hmotnostní konstanta
LI	Lifting Index – zvedací index
MAS	Macroergonomic Analysis of Structure – makroergonomická analýza struktury
MEAD	Macroergonomic Analysis and Design – makroergonomická analýza a design
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health – národní institut pracovní bezpečnosti a zdraví
OWAS	Ovako Working posture Analysis System – Ovakův analytický systém pracovních poloh
REBA	Rapid Entire Body Assesment – rychlé posouzení celého těla
RULA	Rapid Upper Limb Assesment – rychlé posouzení horních končetin
RWL	Recommended Weight Limit – doporučený váhový limit
SAT	System Analysis Tool – nástroj analýzy systému
VM	Vertical Distance Factor – vertikální multiplikátor

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Propojení ergonomických faktorů	13
Obrázek 2 Analytický model – vrstvy cibule	16
Obrázek 3 Ukázka Checklistu (vlastní zpracování).....	23
Obrázek 4 Bezpečnostní značky (vlastní).....	28
Obrázek 5 Grafické znázornění počtu zaměstnanců (vlastní)	32
Obrázek 6 Střešní okna haly (vlastní).....	34
Obrázek 7 Rozmístění oken v hale (vlastní).....	35
Obrázek 8 Pojízdný dílenský vozík (vlastní).....	36
Obrázek 9 Výrobní proces (vlastní zpracování)	37
Obrázek 10 Vozíky pro převážení výrobků (vlastní).....	38
Obrázek 11 REBA (vlastní zpracování)	39
Obrázek 12 Poloha trupu pracovníka (vlastní)	40
Obrázek 13 Poloha krku pracovníka (vlastní)	41
Obrázek 14 Poloha nohou pracovníka (vlastní).....	41
Obrázek 15 Poloha nadloktí pracovníka (vlastní).....	43
Obrázek 16 Poloha předloktí pracovníka (vlastní)	43
Obrázek 17 Poloha zápěstí pracovníka (vlastní).....	44
Obrázek 18 Výškově nastavitelný stůl (Aj, c2024)	47
Obrázek 19 Aktuálně používaný stůl (vlastní)	48

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rasmussenův model (vlastní zpracování dle Rasmussen, 1983).....	15
Tabulka 2 Metody organizační ergonomie (vlastní zpracování dle Rebelo a Soares, 2018)	17
Tabulka 3 Srovnání ergonomických metod (vlastní zpracování dle Berlin a Adams, 2017)	18
Tabulka 4 Vyhodnocení na základě vypočítaného skóre – RULA (ALTAXO, c2019).....	19
Tabulka 5 Vyhodnocení na základě vypočítaného skóre – REBA.....	19
Tabulka 6 Vyhodnocení metody NIOSH (Diego-Mas, 2023).....	21
Tabulka 7 Výsledné hodnocení – OWAS (Diego-Mas, 2023).....	22
Tabulka 8 Checklist – hodnocení pracovního prostředí (vlastní zpracování).....	33
Tabulka 9 Checklist – hodnocení práce (vlastní zpracování).....	37
Tabulka 10 Tabulka A (vlastní zpracování dle Bridger, 2018).....	42
Tabulka 11 Tabulka B (vlastní zpracování dle Bridger, 2018).....	45
Tabulka 12 Tabulka C (vlastní zpracování dle Bridger, 2018).....	46