

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**ERGONOMICKÁ STUDIE PRACOVNÍCH ČINNOSTÍ
Z HLEDISKA ZATÍŽENÍ POHYBOVÉHO APARÁTU**
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Tomáš Kotora
Pedagogika pohybové prevence

Vedoucí práce: Mgr. Daniela Benešová, Ph.D.

Plzeň2020

*Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.*

V Plzni, 31. července 2020

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat své vedoucí diplomové práce Mgr. Daniele Benešové, Ph.D. za vedení této práce. Dále bych chtěl poděkovat odborné konzultantce Ing. Kateřině Bícové, Ph.D. za odborné znalosti, vytvoření vhodného tématu, za pomoc a rady při zpracování praktické části této diplomové práce.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINÁL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

1	ÚVOD	3
1.1	CÍL	4
1.2	ÚKOLY.....	4
2	TEORETICKÝ ZÁKLAD.....	5
2.1	ERGONOMIE.....	5
2.1.1	Vývoj ergonomie	5
2.1.2	Definice ergonomie	5
2.1.3	Interdisciplinárnost ergonomie	6
2.1.4	Oblasti ergonomie	7
2.1.5	Ergonomické metody	9
2.1.5.1	Metoda RULA	9
2.1.5.2	Metoda REBA	12
2.2	ČLOVĚK A JEHO FYZIOLOGIE.....	13
2.2.1	Opěrná soustava.....	14
2.2.1.1	Kost	15
2.2.1.2	Spojení kostí	17
2.2.1.3	Nemoci a poranění opěrné soustavy	17
2.2.2	Pohybová soustava.....	20
2.2.2.1	Příčně pruhované svaly	20
2.2.2.2	Hladké svaly	23
2.2.2.3	Srdeční sval	23
2.2.2.4	Nemoci a poranění pohybové soustavy.....	24
2.2.3	Dýchací soustava	25
2.2.3.1	Dýchací trubice.....	26
2.2.3.2	Plíce.....	27
2.2.3.3	Nemoci dýchacího ústrojí.....	28
2.2.4	Oběhová soustava	29
2.2.4.1	Srdce.....	29
2.2.4.2	Krevní cévy	31
2.2.4.3	Poruchy a onemocnění oběhové soustavy.....	31
2.3	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO INTERAKCE S ČLOVĚKEM.....	32

2.4	FYZICKÁ ZÁTĚŽ.....	33
2.4.1	Svalové zatížení	33
2.4.2	Fyziologické změny vyvolané při svalovém zatížení	34
2.4.3	Fyziologický přístup k posuzování fyzické zátěže	35
2.4.4	Jiné přístupy v posuzování fyzické zátěže	36
2.5	ZDRAVOTNĚ-KOMPENZAČNÍ CVIČENÍ.....	36
2.5.1	Dělení zdravotně-kompenzačních cvičení.....	37
3	PRAKTICKÁ ČÁST	39
3.1	CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	39
3.2	ERGONOMICKÁ ANALÝZA VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ	39
3.2.1	Checklisty	40
3.2.2	Pracoviště č. 1	43
3.2.2.1	Vyhodnocení pomocí metody RULA	44
3.2.2.2	Vyhodnocení pomocí metody REBA	47
3.2.3	Pracoviště č. 2.....	49
3.2.3.1	Vyhodnocení pomocí metody RULA	50
3.2.3.2	Vyhodnocení pomocí metody REBA	52
3.2.4	Pracoviště č. 3.....	54
3.2.4.1	Vyhodnocení pomocí metody RULA	55
3.2.4.2	Vyhodnocení pomocí metody REBA	57
3.2.5	Pracoviště č. 4.....	59
3.2.5.1	Vyhodnocení pomocí metody RULA	60
3.2.5.2	Vyhodnocení pomocí metody REBA	62
3.2.6	Celkové zhodnocení analyzovaných činností.....	64
3.3	CVIČEBNÍ PLÁN	64
4	DISKUZE	69
5	ZÁVĚR	71
6	RESUMÉ.....	72
7	SUMMARY.....	73
8	SEZNAM LITERATURY	74
9	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	77

1 ÚVOD

V pracovním prostředí stráví člověk velkou část svého života. Je důležité, aby toto prostředí nemělo negativní vliv na zdravotní stav. Ergonomie je vědní obor, který řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím. V této práci se budu zabírat především fyzickou ergonomií, která se zabývá vlivem pracovních podmínek a pracovního prostředí na lidské zdraví. V posledních letech se klade stále větší důraz na zlepšování podmínek pracovního prostředí pro zaměstnance. Pro diplomovou práci jsem si vybral téma ergonomická studie pracovních činností z hlediska zatížení pohybového aparátu. Téma diplomové práce jsem si zvolil vzhledem k zaměření magisterského studia a také proto, že se zajímám o pohybové aktivity a o pohyb celkově. Po skončení studia je tento obor jednou z možností, kde uplatnit své vzdělání.

Cílem této diplomové práce je prozkoumat a zanalyzovat kritické pracovní činnosti v montážní hale č. 401 firmy ProMinent Systems spol. s r.o. se sídlem v Blovicích. Pro zajištění všech potřebných informací se využívá metoda pozorování a předem připravené ergonomické metody a checklisty. Analyzují se 4 pracoviště, které jsou hodnoceny jako skupina podobných montážních pracovišť.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí. První část je zaměřena na rozbor teoretického základu a druhá na praktickou část. V teoretické části bude definován vědní obor ergonomie, člověk a jeho fyziologie, pracovní prostředí a jeho interakce s člověkem a fyzická zátěž. V této části jsou použity knižní publikace. V druhé části této diplomové práce, v praktické části, jsou analyzovány kritické pracovní činnosti. Na základě této analýzy je vytvořen cvičební kompenzační plán, který má za úkol, napravit nejvíce zatížené části pohybového aparátu.

1.1 CÍL

Cílem diplomové práce je identifikovat a analyzovat pracovní činnosti, které jsou nejrizikovější z pohledu zatížení pohybového aparátu. Následně navrhnout kompenzační cvičení pro prevenci zdravotních problémů, či k nápravě zdravotních problémů, které se již dříve vyskytly.

1.2 ÚKOLY

Na základě výše zmíněného cíle jsou stanoveny následující úkoly:

1. Analýza současného stavu (checklisty, pozorování, časové a pohybové studie)
2. Zhodnocení rizikových pohybů a jejich vlivu na pohybový aparát (metoda RULA, REBA)
3. Vytvoření kompenzačního cvičebního plánu

2 TEORETICKÝ ZÁKLAD

2.1 ERGONOMIE

Pojem ergonomie byl vytvořen polským vědcem a vznikl spojením dvou řeckých výrazů ergon = práce a nomos = zákon, pravidlo (Jankovský, 2017; Rubínová, 2006; Boulaz, 2018; Gilbertová, 2002).

2.1.1 VÝVOJ ERGONOMIE

Ergonomii a její počátky můžeme najít už v pravěku, kdy si člověk přizpůsoboval předměty tak, aby mu zlehčovaly každodenní práci. Z 5. století před naším letopočtem v starověkém Řecku jsou již známé ergonomické zásady navrhování pracovních nástrojů, náradí a pracovišť tak, aby co nejlépe vyhovovala pracovníkům (Jankovský, 2017). Každá úprava náradí, nástrojů a zbraní, ať již volbou tvaru, hmotnosti, rozměrů držadla, znamená principiálně přizpůsobení člověku. S dalším rozvojem techniky, specializací a dělbou práce dochází k dalšímu postupnému zlepšování (Chundela, 2001). Rozvoj vědy a techniky však s sebou nesl i negativní jevy, které vedly k poškození zdraví. Především v období průmyslové revoluce. V této době byl navržen a následně i vyroben stroj, ke kterému až poté byl přiřazen člověk, který tento stroj obsluhoval. V tomto období se kladl důraz hlavně na stroj a o člověku se předpokládalo, že se stroji přizpůsobí (Rubínová, 2006). Kolem 30. let 20. století v Evropě začíná období uvědomělého uplatňování ergonomie, i když tento obor byl kompletován až o několik let později. Důležité rozhraní je v období ukončení války v roce 1945. Organizační základy ergonomie vznikají se založením Společnosti pro ergonomický výzkum a Mezinárodní ergonomické společnosti (Sláma, 1994). Význam člověka, jeho rozměrových proporcí a psychologických pochodů neustále roste. Je to hlavně díky tomu, že výrobní programy a technologie jsou stále složitější a náročné. V dnešní době je vše spojené s dodržování všech právních ustanovení EU. Postavení člověka v pracovním procesu, tedy zajišťování základních ergonomických zásad (Rubínová, 2006).

2.1.2 DEFINICE ERGONOMIE

O definování pojmu ergonomie se pokoušelo několik autorů. Většina z nich zdůrazňovala systémovost a interdisciplinárnost oboru.

Podle Jankovského (2017) je ergonomie věda, aplikující poznatky z různorodých oblastí (např. fyziologie, psychologie, biomechaniky, strojírenství, medicíny apod.) na

práci tak, aby pracovní prostředí, technika a technologie, se kterou pracovník pracuje, co nejvíce snížila negativní účinky práce na pracovníka a zároveň umožnila co nejvyšší produktivitu. Na základě této definice Jankovský (2017) definuje tři základní oblasti aplikace ergonomie:

- návrh strojů a zařízení,
- určení požadavků na zaměstnance vzhledem k vykonávané práci,
- návrh pracovního prostředí a návrh výrobních procesů.

Pan profesor Budík (1984) definuje ergonomii jako vědu zkoumající zákonitost lidské práce. Dosažení optimálního vztahu v systému ČLOVĚK-STROJ-PROSTŘEDÍ tak, aby nebyl při pracovním výkonu pracovník vystaven příliš velké námaze a negativním vlivům pracovního prostředí, nýbrž naopak aby pracoval v podmínkách tzv. pracovní pohody.

Mezinárodní ergonomická společnost v roce 2000 navrhla definici ergonomie a její základní oblasti uplatnění takto: „*Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalšími prvky systému a profesemi, které aplikují teorii, principy, data a metody k optimalizaci lidské pohody a všech systému činností.*“ (Rubínová, 2006).

2.1.3 INTERDISCIPLINÁRNOST ERGONOMIE

Interdisciplinárnost ergonomie se zakládá na tom, že tato věda využívá vědomosti celé řady jiných věd a vědních disciplín. Na jedné straně sem spadají humanitní vědy, jako antropometrie, psychologie, sociologie a fyziologie práce. Na druhé straně se sem řadí také technické vědy jako je statistika, kybernetika, řízení a konstruování (Chundela, 2001; Rubínová, 2006).

Statická a dynamická antropometrie a biomechanika poskytuje záznamy o tělesných rozměrech populačních skupin, informace o fyzických parametrech pohybů těla a jeho částí (dráhy, síly, přesnost, rozsahy), které by měly být zohledňovány při prostorovém uspořádání pracovních míst, výšek pracovních rovin, dosahů dolních i horních končetin a silových mezních hodnot při manipulaci s ovladači (Gilbertová, 2002, Sláma, 1994).

Fyziologie práce navazuje na poznatky a soustavu obecné fyziologie člověka a je doplňována specifickými informacemi ve vztahu k pracovní činnosti. Tento obor se zabývá rozsáhlou problematikou a zahrnuje například: zdatnost člověka a tělesnou výkonovou

kapacitu, změny ve vegetativních funkcích (trávicí, dýchací, termoregulační a oběhový systém) při práci a stanovení limitů, otázky věku a pohlaví s ohledem na pracovní způsobilost, odpočinku a režimu práce, rotace směn, noční práce, výkonnost, biorytmy (Gilbertová, 2002).

Psychologie práce dodává poznatky o psychických nárocích na jednotlivé funkce, jako je kapacita dlouhodobé a operativní paměti, o poznávacích a myšlenkových procesech, o vlivu rysů osobnosti na výkonnost, spolehlivost a přesnost. Dále se sem řadí problematika sociálního klimatu na pracovišti, přizpůsobivost na pracovní zátěž a motivace (Gilbertová, 2002, Sláma, 1994).

2.1.4 OBLASTI ERGONOMIE

Mezinárodní ergonomická společnost dělí ergonomické oblasti na tři základní: fyzická ergonomie, kognitivní (psychická) ergonomie a organizační ergonomie.

Fyzická ergonomie

Zabývá se dopadem pracovních podmínek a pracovního prostředí na lidské zdraví. Využívá při tom poznatky antropometrie, anatomie, biomechaniky a fyziologie. Řadí se sem například problematika pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakující se pracovní činnosti, profesionálně podmíněná onemocnění, zejména u pohybového aparátu, uspořádání pracovního místa a bezpečnost práce (Boulaz, 2018; Gilbertová, 2002).

Kognitivní (psychická) ergonomie

Zaměřuje se na psychologické aspekty pracovní činnosti, jako je například percepce, paměť a usuzování. Psychická zátěž, rozhodování a jeho procesy, dovednosti a výkonnost, pracovní stres, interakce člověk-počítač se řadí také do kognitivní ergonomie (Boulaz, 2018; Gilbertová, 2002).

Organizační ergonomie

Věnuje se optimalizaci sociotechnických systémů a jejich organizačních struktur, postupů a strategií. Do této oblasti patří lidský systém v komunikaci, zajištění komfortního pocitu, týmová práce, sociální klima, režim práce a odpočinku (Boulaz, 2018; Gilbertová, 2002).

V rámci rozdělení těchto tří základních oblastí, Gilbertová (2002) dělí ergonomii na vyhraněné speciální oblasti:

Myoskeletální ergonomie

Předmětem této speciální oblasti ergonomie je prevence onemocnění pohybového aparátu, které jsou profesně podmíněny. Jedná se především o onemocnění horních končetin a páteře z přetížení. Občas se v tomto duchu využívá pojem „ergonomická onemocnění“. Tím se rozumí onemocnění, která jsou charakterizována postupným začátkem (na rozdíl od úrazů) a jejichž relativní riziko se zvyšuje například nadměrným vynakládáním sil, vnucenou polohou, repetitivností pohybů. Relativní riziko, jelikož se na vzniku těchto onemocnění mohou podílet i neprofesní faktory (zánětlivé, metabolické). Terapie těchto onemocnění spočívá i v ergonomické intervenci, nejen v té klinické. Znalost myoskeletální ergonomie je důležitá pro fyzioterapeuty a rehabilitační lékaře (Gilbertová, 2002).

Psychosociální ergonomie

Tato oblast se zabývá stresovými faktory a psychologickými požadavky při práci. Hladina stresu je dána psychologickými požadavky práce a stupněm rozhodování pracovníka při řešení pracovní situace. Velký význam má při výběru pracovníka na adekvátní pracovní místo. S myoskeletální ergonomií má blízký vztah, jelikož stres a další psychologické a sociální faktory významně ovlivňují onemocnění pohybového aparátu (Gilbertová, 2002).

Participační ergonomie

Tato poměrně nová oblast ergonomie vznikla v Japonsku a je široce uplatňována. Smysl této oblasti spočívá v tom, že změny uspořádání pracoviště jsou navrhovány a realizovány společně za účasti samotných zaměstnanců, případně za účasti managementu nebo odborů dané organizace. Tento druh ergonomie umožňuje zaměstnancům posoudit rizikové faktory. Aktivní úloha zaměstnanců, pochopení souvislostí mezi jejich obtížemi zvyšuje motivaci k ergonomickým úpravám pracovního místa a podmínek (Gilbertová, 2002).

Rehabilitační ergonomie

Hlavním cílem této oblasti je profesní příprava handicapovaných osob, jednak na opatření technického charakteru (konstrukční úpravy pracovního místa, nástrojů, strojů, pracovních pomůcek a dílenského nábytku) tak, aby byly v souladu s daným tělesným a psychickým stavem. Zásadním faktorem jsou přitom osobnostní rysy, jako motivace, schopnost adaptace a vůle (Gilbertová, 2002).

2.1.5 ERGONOMICKÉ METODY

Způsobů jak dojít k výsledku ergonomického měření je hned několik, ať už se jedná o checklisty nebo o jednotlivé ergonomické metody. Checklistů je hned několik druhů. Orientační checklisty, které jsou pouze vodítkem pro vyhledávání jednotlivých rizikových faktorů práce, tak jsou i checklisty, které nám umožňují vyhodnocení jednotlivých parametrů pracovního místa a pracoviště podle daných hodnotících kritérií. Nejčastější formát checklistů vypadá tak, že se jedná o předpřipravené otázky, u kterých se jejich odpovědi vyplňují pomocí zaškrtování. Hodnotících metod, ze kterých se vychází při posuzování možného rizika poškození zdraví z práce, je o něco méně, než checklistů. Mezi ergonomické metody patří například: metoda RULA, metoda REBA, metoda OWAS, metoda NIOSH, metoda KIM (Hlávková, 2007). Detailně popíši pouze metody RULA a REBA, jelikož s těmito metodami je pracováno v této diplomové práci.

2.1.5.1 METODA RULA

Tato metoda je určena hlavně pro hodnocení rizika poškození horních končetin. V této metodě se však nejedná pouze o hodnocení poloh horních končetin (zápěstí, paže a předloktí), ale také poloh trupu, krku a nohou.

Jednotlivé části těla jsou popsány formou základní polohy (flexe, extenze), která stanoví základní skóre. Dále jsou uvedeny popisy poloh pro získání dodatečných bodů, proměnné skóre a maximální možné skóre, kterého je u jednotlivých částí možné dosáhnout. Do hodnocení se zahrnuje rovněž silové – zátěžové skóre, které zohledňuje sílu a zátěž vynakládanou při práci, a skóre užívané u svalů zahrnující vliv převážně statické polohy při práci.

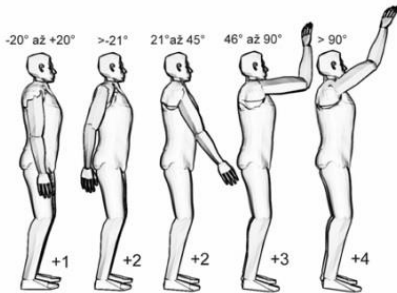
PAŽE

Čtyři základní polohy:

Poloha/rozsah	Skóre
Flexe 0–20°, extenze 0–20°	1
Flexe 21–45°, extenze > 21°	2
Flexe 46–90°	3
Flexe > 90°	4

Dodatečné body (proměnné skóre):

- +1 paže v odtažení
- 1 při opoře váhy paže
- +1 zvednutá ramena nebo nadměrné použití telefonu



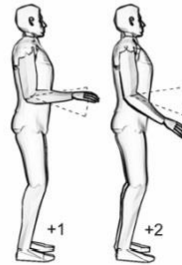
PŘEDLOKTÍ

Dvě základní polohy:

Poloha/rozsah	Skóre
Flexe 60–100°	1
Flexe 0–60°	1
Flexe a extenze > 100°	2

Dodatečné body (proměnné skóre):

- +1 paže křížicí střednici nebo ven na stranu
- 1 sezení s nízkou položenou klávesnicí A negativní naklonění



Maximální možné skóre předloktí = 3 body.

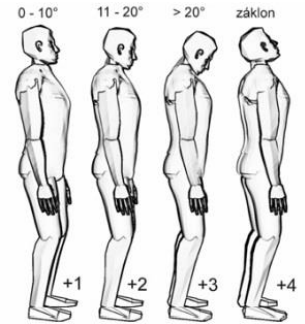
KRKY

Čtyři základní polohy

Poloha/rozsah	Skóre
Flexe 0–10°	1
Flexe 10–20°	2
Flexe > 20°	3
Extenze	4

Dodatečné body (proměnné skóre):

- +1 otočený krk
- +1 krk nakloněný na stranu



Maximální možné skóre krku = 6 bodů.

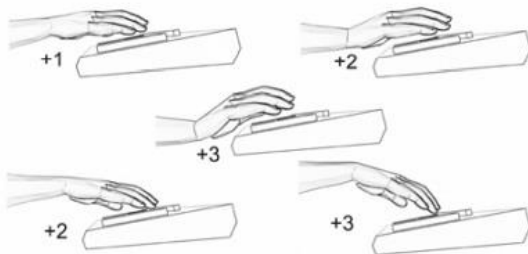
ZÁPĚSTÍ

Pět základních poloh:

Poloha/rozsah	Skóre
Neutrální poloha	1
Ohnuté zápěstí < + 15°	2
Ohnuté zápěstí < - 15°	2
Ohnuté zápěstí > + 15°	3
Ohnuté zápěstí > - 15°	3

Dodatečné body (proměnné skóre):

- +1 zápěstí odkloněno (ulnárně/radiálně)
- +1 zápěstí v neutrální poloze nebo stočené ve střední poloze
- +2 téměř krajní rotace zápěstí



Maximální možné skóre zápěstí = 6 bodů.

Skóre nohou

- +1 nohy a chodidla jsou při sedu dobře podepřeny, vyrovnané zatížení
- +1 stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla
- +2 nohy/chodidla nepodepřena nebo nerovnoměrně zatížena

Skóre užívané u svalů

- +1 převážně statická poloha u práce (např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.)
- +1 provádí-li práci ve statické poloze více než 2 hodiny

Poznámky:

Maximální možné skóre nohou = 2 body.
Maximální možné skóre užívané u svalů = 1 bod.

Silové – zátěžové skóre

Skóre zohledňuje sílu a zátěž vynakládanou při práci:

- +1 Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly
- +1 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly
- +1 2–10 kg statická zátěž
- +1 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla
- +1 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly
- +1 10 kg statická zátěž
- +1 10 kg opakovaná zátěž nebo síla
- +1 náraz nebo prudké zvyšování síly

Pro práci se zobrazovací jednotkou zahrnuje toto skóre časové hledisko:

- +1 ≥ 4 hodiny a ≤ 6 hodin
- +2 > 6 hodin/den

Poznámka:

Maximální možné silové – zátěžové skóre = 2 body.

Obrázek č. 1 Pracovní list metody RULA (Hlávková, 2007)

Výsledné hodnocení závisí na odečtu hodnoty celkového skóre, ve kterém jsou zahrnuty veškeré parametry, které jsou uspořádané do tří tabulek – A, B, C:

- Tabulka A – zahrnuje skóre polohy horní končetiny (zápěstí, paže a předloktí)
- Tabulka B – zahrnuje skóre postavení trupu, krku a nohou
- Skóre C = skóre tabulky A + skóre svalové + skóre silové – zátěžové
- Skóre D = skóre tabulky B + skóre svalové + skóre silové – zátěžové

- Tabulka C – znázorňuje celkové skóre = skóre C + skóre D

Tabulka A (Skóre polohy horní končetiny)

Skóre zápěstí		1		2		3		4	
		zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení
Paže	Předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Skóre tabulky A + používané u svalů + silové skóre → Skóre C

Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)

Krk	Skóre trupu											
	1		2		3		4		5		6	
	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	skóre nohou	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Skóre tabulky B + používané u svalů + silové skóre → Skóre D

Tabulka C (celkové skóre)

Skóre C*	Celkové skóre								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Obrázek č. 2 Tabulky hodnocení metody RULA (Hlávková, 2007)

Celkové skóre se následně rozřazuje do čtyř kategorií, které nám popisují, zdali je nutná změna při provádění práce nebo je práce přijatelná. Detailní popis kategorií dle Hlávkové (2007) zní:

1. kategorie:

Celkové skóre jedna nebo dva ukazuje, práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.

2. kategorie:

Celkové skóre tři nebo čtyři ukazuje, že je potřeba provést další hodnocení a změny by měly být požadovány.

3. kategorie:

Celkové skóre pět nebo šest ukazuje, že je potřeba provést změnu v provádění práce co nejdříve.

4. kategorie:

Celkové skóre sedm ukazuje, že změna v provádění práce je nutná okamžitě.

2.1.5.2 METODA REBA

Metoda REBA se zakládá na hodnocení poloh, které jsou rozděleny do dvou skupin A a B. U jednotlivých částí těla se hodnotí základní polohy k určení základního skóre a také se přičítají dodatečné body.

Ve skupině A, ze které vypočítáme skóre A, je zahrnuto hodnocení krku, trupu, dolních končetin a hledisko manipulace s břemeny – skóre zátěž – síla. Skupina B obsahuje hodnocení paží, předloktí, zápěstí a hledisko uchopení. Výsledkem je skóre B.

Skupina A				Skupina B			
Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově	Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body	Celkově
Trup				Paže			
Vzpřímený	1			Flexe: 0–20°	1	+1 je-li paže odtažena nebo rotuje	
Flexe: 0–20°	2	Jsou-li záda otočená nebo nakloněná na stranu: +1		Extenze: 0–20°		+1 jestliže jsou zvednutá ramena	
Flexe: 20–60°	3			Flexe: 20–45°	2	-1 při opoře váhy paže, či je-li poloha (tíže) jinak usnadněna	
Extenze: > 20°				Extenze: > 20°			
Flexe: > 60°	4			Flexe: 45–90°	3		
Krk				Předloktí			
Flexe: 0–20°	1	Je-li krk otočený nebo nakloněný na stranu: +1		Flexe: 60–100°	1		
Flexe: > 20°	2			Flexe: > 100°	2		
Extenze: > 20°				Extenze: > 100°			
Dolní končetiny				Zápěstí			
Oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení.	1	Koleno(a) flexe: 30–60° +1 (neplatí pro sed)		Flexe: 0–15°	1	+1 jestliže je zápěstí odkloněno nebo zkrouceno	
Jednostranné zatížení, pokrčení, nestabilní poloha.	2	Koleno(a) flexe: > 60° +2 (neplatí pro sed)		Extenze: 0–15°			
Zátěž/síla				Uchopení			
< 5 kg	0			Dobré (vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení)		0	
5–10 kg	1	Náraz nebo rychlá počáteční síla: +1		Přiměřené (rukojet' přijatelná, ale ne ideální, anebo k uchopení musí být zapojena jiná část těla)		1	
> 10 kg	2			Špatné (možné uchopení, ale nepřijatelné)		2	
				Nepřijatelné (nevhodné nebezpečné sevření, uchopení bez rukojeti, uchopení musí být zapojena jiná část těla)		3	
Skóre A : tabulka A + skóre zátěž/síla				Skóre B: tabulka B + skóre uchopení			

Skóre C (z tabulky C)

Skóre aktivity

Jedna nebo více částí těla jsou v klidu (statická fáze), trvání kratší než 1 min.	+1
Opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min. (nespojeno s přecházením)	+1
Činnost vyžadující rychlou změnu polohy v širokém rozsahu nebo nestabilní základ.	+1

REBA skóre: skóre C + skóre aktivity

Obrázek č. 3 Pracovní list metody REBA (Hlávková, 2007)

V hodnocení se počítá také s úrovní činnosti – skóre činnosti, které spolu se skórem C (skóre A + skóre B dle odečtu z tabulky C) výsledné REBA skóre. Určené REBA skóre v rozmezí 1-15 vyhodnocuje míru rizikovosti a naléhavosti příslušných opatření.

Tabulka A

Trup		1	2	3	4	5
Krk = 1	Dolní končetiny					
	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Krk = 2	Dolní končetiny					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	6	6	7	8	9
Krk = 3	Dolní končetiny					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	4	7	8	9	9

Tabulka C

		Skóre A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Skóre B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

Tabulka B

Paže		1	2	3	4	5	6
Předloktí = 1	Zápěstí						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
Předloktí = 2	Zápěstí						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

REBA – hodnocení rizika

Typ opatření	REBA skóre	Úroveň rizika	Opatření
0	1	Zanedbatelné	Není nutné
1	2–3	Malé	Může být nutné
2	4–7	Střední	Nutné
3	8–10	Vysoké	Nutné (co nejdříve)
4	11–15	Velmi vysoké	Nutné (okamžitě)

Obrázek č. 4 Tabulky hodnocení metody REBA (Hlávková, 2007)

2.2 ČLOVĚK A JEHO FYZIOLOGIE

Naše tělo je složitý systém, který se skládá z více soustav. Všechny soustavy na sebe navzájem reagují a vzájemně se doplňují, aby lidské tělo mohlo zůstat v homeostázi (rovnováha). Tělo řídí dvě soustavy – hormonální a nervová. Nervová soustava slouží hlavně k vyvolání okamžité reakce. Hormonální soustava nastupuje pomaleji, ale má hlubší efekt a v konečném důsledku řídí nervovou soustavu. Pro správné fungování je potřeba, aby všechny soustavy fungovaly bez problému (Jankovský, 2017).

Fungováním lidského organismu a fungováním jeho jednotlivých soustav se zabývá věda fyziologie. V souladu s tématem této diplomové práce zde rozepíši ty soustavy, které nejvíce vstupují do pracovního procesu. Jedná se o tyto soustavy:

- opěrná soustava – kostra, malé a velké kosti lidského těla, spojení kostí, jejich stavba a funkce,

- pohybová soustava – příčně pruhované svalstvo, hladké svalstvo vnitřních orgánů a srdeční sval,
- oběhová soustava – krev, její zásobování celého těla a odvádění metabolitů,
- dýchací soustava – plíce, které umožňují nezbytnou výměnu plynů.

Fyziologie práce nám umožňuje díky informacím, které se týkají fungování lidského organismu, správně navrhnout pracovní proces tak, aby riziko vzniku zranění pracovníků, bylo co nejmenší a aby byly vytvořeny optimální podmínky pro fungování lidského organismu (Jankovský, 2017). Jankovský (2017) definuje účely fyziologie práce takto:

- stanovit energetický výdej v průběhu pracovních směn
- prevence negativních zdravotních důsledků práce
- stanovit fyziologicky odůvodněné výkonové normy
- určit velikost pracovního zatížení k porovnání množství práce a odměňování
- poskytnout podklady pro změny organizace práce (režim práce a odpočinku, stanovit změny náplně práce)

2.2.1 OPĚRNÁ SOUSTAVA

Kosti jsou tvrdé a pevné orgány, které společně s chrupavkami a vazivem tvoří kostru, jež je oporou těla (Grim, Druga et al., 2019). Kostra člověka se svou důkladně propracovanou soustavou kloubů, je těsně spojena se svalovým systémem. Představuje opěrnou konstrukci z pevných pák a stabilních základů, které umožňují široký zásobník pohybů. Průměrná kostra má 206 kostí. Dvě hlavní části kosterního systému se nazývají axiální a apendikulární skelet. Z toho axiální skelet je tvořen lebkou, páteří, žebry a hrudní kostí. Apendikulární skelet se skládá z kostí ramene, paže, zápěstí, ruky a zároveň z kostí pánve, nohy, kotníku a chodidla. Z těchto 206 kostí jich patří 80 k axiálnímu skeletu, 64 je ke kostře horních končetin a 62 ke kostře dolních končetin (Parker, 2007).

Skelet plní hned několik základních funkcí. Podle Dylevského (2009) se funkce dělí na:

Oporná funkce kostry

Kostra je považována za flexibilní konstrukci, která nese všechny ostatní části a tkáně, které by se zhroutily, kdyby neměly její oporu (Parker, 2007).

Ochranná funkce

Tato funkce se uplatňuje pouze u některých kostí. Pánevní orgány nebo mozek jsou v podstatě uzavřeny v kostěné schránce a podobnou funkci mají i obratle ohraničující páteřní kanál (Dylevský, 2009).

Funkce pák

Funkce pák je plněna kostmi, které jsou spojené pohybovými klouby. Zjevné je toto uplatnění především na končetinách, kde dlouhé kosti představují ramena pák s opěrným bodem v ose kloubu. Za rameno síly se pak považuje vzdálenost úponu svalu od osy kloubu a na rameno břemena působí například hmotnost paže, ruky nebo příslušného článku těla. (Dylevský, 2009).

Funkce deposita minerálů

Tuto funkci organismu reprezentuje mezibuněčná hmota kosti, ve které je vázán hlavně fosforečnan vápenatý a uhličitán vápenatý. Hmotnost každé kosti tvoří asi z 67% minerální soli a z 37% kolagen. Kost má intenzivní látkovou výměnu a kostní minerály se značnou měrou podílejí na udržení homeostázy organismu (Dylevský, 2009).

Krvetvorná funkce

Krvetvorným orgánem kosti je červená kostní dřev, která produkuje nejen všechny typy krevních elementů, ale i osteoblasty a osteoklasty, tedy základní kostní buňky.

Energetická funkce

Energetický zdroj představuje žlutá kostní dřev, která je významným zdrojem chemické energie vázané v tukových buňkách.

2.2.1.1 Kost

Kost je velmi metabolicky aktivní orgán, který se skládá převážně s minerálu vápníku-fosfátu a kolagenu (Doherty, 2015). Kost je tvořena kostními buňkami a mezibuněčnou hmotou. Mezi kostní buňky patří: osteocyty (zralé kostní buňky), osteoblasty (nezralé kostní buňky, staví kost – produkují ossein) a na závěr osteoklasty (odbourávají kost) (Naňka, 2019). Dále je kost tvořena mezibuněčnou hmotou, která se skládá ze dvou složek. Složka organická neboli ossein, který dodává kosti pružnost, a

složka anorganická, která je složena ze sloučenin vápníku a fosforu. Poměr organické a anorganické složky se během života mění. Kost má schopnost regenerace (Pospíšilová, 2010).

Na povrchu kosti je okostice, což je tuhá vazivová blána pokrývající kost s výjimkou kloubních konců. Okostice je bohatě prokrvená a má důležitý význam pro výživu kosti. Dále je tady vrstva kompakty, která tvoří plášť kosti. Uvnitř kosti je spongióza a v centrální části dlouhých kostí je dřevná dutina. Dutina je spolu s prostory mezi trámci spongiózy vyplněna kostní dřeví (Fiala, 2015).

Podle typu dělí Pospíšilová (2010) kosti na kosti dlouhé, krátké, ploché, pneumatické, sezamské a nepravidelné.

Kosti dlouhé jsou výrazně delší, než širší. Na dlouhých kostech se popisuje diafýza, centrální část kosti, která je tvořena tlustým pláštěm kompakty obkružující centrální dřevnou dutinu, která obsahuje kostní dřev. Kloubní konce těchto kostí, epifýzy, jsou tvořeny spongiózní kostí krytou tenkou vrstvou kompakty. Metafýzou se označuje konec diafýzy se samostatnou cévní sítí, apofýzou se pak označuje část kosti se samostatným osifikačním centrem. Ty bývají zejména v místech úponu svalů (Fiala, 2015).

Kosti krátké výrazně nepřevažují svými rozměry. Jsou tvořeny tenkým pláštěm kompakty kryjícím spongiózu a kostní dřev (Fiala, 2015). Tvarově jde většinou o nepravidelné mnohostěny, proto jsou někdy označovány jako **nepravidelné kosti** (Pospíšilová, 2010).

Ploché kosti mají tvary ploten. Podílejí se na stavbě plotenců obou končetin (lopatka, kyčelní kost), skeletu hrudníku (hrudní kost) a lebeční klenby (temenní kosti, šupiny čelní, spánkové a týlní kosti). Na vnitřní a zevní ploše kosti je různě silná vrstva kompakty, která je tvořena plochými kostními lamelami. Mezi deskami kompakty je spongióza (Dylevský, 2009).

Pneumatické kosti mají ve svém nitru dutiny, vyplněné vzduchem a vystlané sliznicí. Patří k nim pět kostí lebky (Fiala, 2015).

Sezamské kosti jsou zvláštním typem krátkých kostí, které mají různou velikost. Tvarem připomínají sezamové semínko. Tyto kosti se vyvíjejí z vazivových uzlů ve šlachách svalu v místech, kde je šlacha mechanicky namáhána. Největší sezamskou kostí v těle je česka (Fiala, 2015).

2.2.1.2 SPOJENÍ KOSTÍ

V lidském těle jsou dva základní typy spojení kostí. Jedním z nich je pevné spojení kostí pomocí vaziva, chrupavky nebo kosti. Pohyblivost takto spojených kostí je malá nebo žádná. Druhým typem je pohyblivé spojení pomocí kloubu. Vzájemná pohyblivost takto spojených kostí je vždy větší než u pevného spojení kostí.

Pevné spojení kostí pomocí vaziva se vyskytuje jako šev. Spojení kostí pomocí chrupavky je za pomoci hyalinní chrupavky nebo pomocí vazivové chrupavky. Příkladem jsou meziobratlové destičky. Spojení za pomoci srůstu kostí vzniká na podkladě původního pevného spojení kostí pomocí vaziva nebo chrupavky. Příkladem je srůst křížových obratlů v kost křížovou (Pospíšilová, 2010).

Pohyblivé spojení kostí neboli kloubní spojení. Kloub je spojení dvou či více kostí dotykem. Kloub se skládá s několika součástí. Styčné plochy jsou většinou povlečeny hyalinní chrupavkou, obvykle jsou vytvarovány do kloubní hlavice a jamky a zařaty do kloubního pouzdra. Kloubní pouzdro se upíná při obvodu styčných ploch artikulujících kostí a je tvořeno dvěma vrstvami. Zevní vrstva kolagenního vaziva a vrstva vnitřní, kterou tvoří synoviální membrána, jejíž buňky produkují synoviální tekutinu. Synoviální tekutina se nazývá kloubní maz. Ten zvyšuje skluznost styčných ploch a má zásadní význam u výživy jinak bezcévných kloubních chrupavek. Součástí kloubu jsou i kloubní vazy, které jsou zpravidla zevně od kloubního pouzdra, s nimiž jsou pevně spojeny, ale mohou probíhat i uvnitř kloubu (Fiala, 2015). Dále je tu ještě dutina kloubní, což je štěrbinový prostor mezi kloubními konci kontaktujících kostí a kloubním pouzdrem. Obsahuje malé množství kloubního mazu (Pospíšilová, 2010).

2.2.1.3 NEMOCI A PORANĚNÍ OPĚRNÉ SOUSTAVY

Mezi nemoci a poranění kostí dle Perkerera (2007) patří:

Zlomenina

Zlomeninu může způsobit náhlý náraz, stlačení nebo opakovaný tlak. Když jsou zlomené kosti vytlačeny ze své normální polohy, jedná se o dislokovanou frakturu. Existují různé typy dislokovaných fraktur podle síly a úhlu nárazu. Když dojde k rozdrčení houbovité kosti, jedná se o kompresivní frakturu, například u obratlů. Zátěžové fraktury nastávají po opakovaném nebo dlouhotrvajícím přetěžování kosti. Pravděpodobnost fraktur může zvýšit nedostatečná nebo nevyvážená strava nebo některé chronické onemocnění. Pokud zlomené konce kosti proniknou kůží ven, jde o otevřenou frakturu a je zde jisté

nebezpečí, že do kostní tkáně proniknou nečistoty a vyvolají infekci. Jestliže zlomená kost zůstane pod kůží, označuje se jako zavřená fraktura a riziko infekce je nižší (Pokorný et al., 2002).

Poranění páteře

Menší poranění páteře většinou vzniknou následkem silného stlačení, přetočení či ohybu nad rozsah normálního pohybu páteře. Hodně poranění páteře je méně závažných a způsobují jen menší pohmoždění. Těžký pád nebo jiná nehoda však může přivodit vykloubení nebo frakturu jednoho či více obratlů. Když je poškozena mícha nebo nervy, zejména u krku, může dojít i k ochrnutí. Následky poranění páteře závisí na tom, zdali je fraktura stabilní, nebo zdali se úlomky kosti pohnou (Kočiš, Wendsche et al., 2012).

Hyperflexe a hyperextenze

Nepřirozeně náhlé ohnutí páteře vede k poranění krčních obratlů. Toto poranění je většinou následkem dopravní nehody. Při nárazu zezadu se hlava prudce zakloní a pak předkloní. Tento násilný pohyb má za výsledek natažení vazů připojených ke krčním obratlům, nebo částečné vykloubení obratle, nebo dokonce obojí (Parker, 2007).

Výhřez ploténky

Výhřez meziobratlové ploténky je posun měkkých pojivových tkání mezi obratli, které mají za úkol tlumit nárazy. Chrupavčité meziobratlové ploténky, které oddělují obratle od sebe, mají tvrdší vnější plášť a měkčí rosolovité jádro. Úrazem, opotřebením či nadměrnou námahou při neobratném zvedání břemene se může vnější vrstva porušit. To má za následek, že se část materiálu vytlačí zevnitř a vyhřezne ven. Tato vyhřezlá hmota může pak tlačit na kořen přilehlého míšního nervu. K příznakům vyhřezlé ploténky patří tupá bolest, ztuhlost, necitlivost a další (Parker, 2007).

Zakřivení páteře

Páteř má přirozeně dvě zakřivení. Vyklenutím hrudní páteře směrem dozadu se označuje jako kyfóza. Naopak vyklenutí hrudní páteře směrem dopředu je lordóza. Hyperkyfóza je větší zakřivení hrudní páteře, které vytváří kulatá záda či hrb. Hyperlordóza je zase nepřirozeně velké zakřivení bederní páteře, které vytváří prohlubeň v dolní části zad. Příčinou může být onemocnění kostí či kloubů, špatné držení těla nebo nadváha (Parker, 2007). Skoliotické držení těla je vychýlení páteře v čelní rovině, projevující se nestejnou výškou ramen, lopatek a boků. Příčinou mohou být nejčastěji

chybné návyky jako nevhodný sed, stoj s váhou přenesenou na jednu dolní končetinu, jednostranné zatěžování zádočných svalů (např. nošení těžkých břemen na rameni), nedostatečná pohybová aktivita (Levitová, Hošková, 2015).

Mezi nemoci a poranění kloubů dle Perkera (2007) patří:

Poranění vaziva

Vazy jsou pružné a pevné pásy vláknité tkáně, které jsou v kloubu a spojují konce kostí. Odtáhnou-li se kosti kloubu příliš daleko od sebe, mohou se vlákna vazů natáhnout nebo potřhat. Obvykle to má za následek otok, bolest a svalovou křeč. Dojde-li k natržení vazů, jedná se o takzvané podvrtnutí kloubu. Pokud podvrtnutí není závažné, stačí jako léčba klid, ledování nebo stažení. Pokud je zranění závažnější, může vést k nestabilitě kloubu, či vykloubení, což vyžaduje odbornou lékařskou péči (Parker, 2007).

Natržení chrupavky

Součástí kolenního kloubu jsou i dvě zakřivené chrupavčité ploténky, které se nazývají menisky. Menisky jsou tvořeny pevnou vláknitou chrupavkou. Jsou usazeny mezi spodním koncem femuru a horním koncem kosti holenní. Menisky mají za úkol stabilizovat kloub. Prudkým zkroucením kolena se meniskus může rozdrtit či potřhat. Je-li poškození vážně, může se poškozený kus chrupavky chirurgicky odstranit (Parker, 2007).

Zmrzlé rameno

Tento pojem označuje bolest a omezení pohyblivosti vyvolané zánětem kloubu. Příčiny adhezivní kapsulitidy souvisejí s poraněním nebo přetěžováním kloubu, případně po poranění kosti pažní nebo po mrtvici. Může dojít až k úplné ztrátě pohyblivosti ramene i paže (Parker, 2007; Pokorný et al., 2002).

Vykloubení kloubu

Velmi silné posunutí kloubní hlavice kostí z normální polohy se označuje jako vymknutí, vykloubení či luxace. Vykloubení je velmi bolestivé. Může být částečné, když se ze správné polohy posune jen část kosti, nebo může být úplně, třeba u vymknutí ramene, kde pažní kost úplně vypadne z kloubní jamky. Vykloubení vzniká následkem pádu nebo při sportu. Někdy se může stát, že se při vykloubení poškodí i nervy, přilehlé krevní cévy a další měkké tkáně (Pokorný et al., 2002).

2.2.2 POHYBOVÁ SOUSTAVA

Pohybovou soustavu tvoří příčně pruhované svaly, hladké svalstvo vnitřních orgánů a srdeční sval, který je specifický svou stavbou (Jankovský, 2017). Svalová tkáň je složena z buněk, které jsou schopny reagovat na podráždění změnou svojí délky nebo napětí (Rokyta et al., 2016). Má schopnost kontrakce a je zdrojem pohybu a síly (Hudák, Kachlík et al., 2013). Ve vlastním svalovém vlákně dochází při kontrakci k přeměně chemické energie (ATP) v energii kinetickou (mechanickou), doprovázenou určitými zákonitými ztrátami ve formě tepla (Mourek, 2012).

Jak již bylo řečeno, existuje několik typů svalů: svaly příčně pruhované (kosterní), hladké svaly a srdeční sval.

2.2.2.1 PŘÍČNĚ PRUHOVANÉ SVALY

S více než 600 jednotlivými svaly představuje kosterní svalstvo největší tkáňovou hmotu těla a je nezbytné pro pohyb a podporu. Kosterní svaly jsou odlišné od srdečních i hladkých svalů v tom, že mohou být dobrovolně řízeny organismem (Chal, Pourquié, 2017). Tento název příčně pruhovaný sval vznikl od skutečného strukturálního uspořádání. Příčně pruhované svaly jsou složeny ze svalových vláken tvořených svalovými buňkami válcového tvaru s velkým počtem jader.

Fyziologie příčně pruhovaného svalstva

Svalové vlákno je ohraničeno sarkolemou, membránou stejnou jako u jiných buněk. Sarkolema má na povrchu plášť tvořený vrstvou polysacharidů a kolagenních vláken, které přecházejí ve šlachy. Sarkolema místy tvoří transverzální tubul, který umožňuje rychlejší přenos akčního potenciálu. Kontraktilním aparátem jsou myofibrily, dlouhá vlákna tvořená aktinem a myozinem, kterých je ve svalové buňce velké množství. Uloženy jsou v sarkoplazmě, buněčné matrix, který svým složením odpovídá cytoplazmě ostatních buněk. V sarkoplazmě jsou dále v oblasti jader pod sarkolemou mitochondrie, což jsou orgány produkující energii. Funkční jednotkou je sarkomera, ohraničená dvěma Z-liniami. Z-linie je součástí dvou vedlejších sarkomer a je tvořena silnou vazivovou přepážkou, do které se ukotvují aktinová vlákna. Aktinové vlákno je tvořeno komplexem aktinu, tropomyozinu a troponinu. Aktin je dvojšroubovice s aktivními místy, krytými dvojšroubovicí tropomyozinu, která se otáčí mezi vlákny aktinu. Troponin je regulační bílkovina spojující aktinové a tropomyozinové vlákno. Myozin je bílkovina, jejíž molekuly mají kulovitou hlavu, ohebný krk a tyčinkové tělo. Myozinové vlákno tvoří myozinové

molekuly, které jsou jedna do druhé zapleteny. Sval má ale také schopnost vracet se do původní polohy, jelikož je pružný. Tuto funkci zajišťují bílkoviny titin a nebulin. Velice důležitou organelou je sarkoplazmatické retikulum. Jehož hlavní funkce je skladovat vápenaté ionty, nezbytné pro činnost svalu. Čím rychleji je schopno svalové vlákno reagovat, tím více sarkoplazmatického retikula má (Rokyta et al., 2016; Mourek, 2012).

Stavba příčně pruhovaného svalstva

Příčně pruhovanou svalovinu tvoří svalové bříško. Bříško k oběma koncům přechází ve šlachy, které jsou tvořeny tuhým kolagenním vazivem. Kraniálněji šlacha je méně pohyblivá a označuje se jako začátek. Úponová šlacha či úpon, leží obvykle distálně a je mnohem pohyblivější. Základní aktivní složka svalu je příčně pruhovaná svalovina. Příčně pruhovaná svalovina je tvořena různě dlouhými, mnohojadernými vlákny. Druhá významná složka je vazivo, které spojuje a obaluje svalová vlákna, jako svalová fascie obaluje celý sval a tvoří i šlachy. Nervy a cévy pronikají do svalu ve svalovém hilu, kde se pak bohatě větví (Fiala, 2015).

Typy příčně pruhovaných svalových vláken

Pomalá červená vlákna jsou poměrně tenká a mají méně myofibril, hodně mitochondrií a obsahují hodně myoglobinu, který jim dodává červenou barvu. Typické je pro ně, že mají velké množství krevních kapilár. Jsou vybavena na aerobní metabolismus (metabolismus probíhající v podmínkách dostatečného přívodu kyslíku), který je energeticky výhodnější než metabolismus anaerobní. Tyto vlákna tedy šetří energii a jejich výhodou je, že jsou málo unavitelná. Pracují pomalu, proto se vyskytují především ve svalech, které zajišťují statické, polohové funkce a pomalý pohyb (Rokyta et al., 2016; Pospíšilová, 2010).

Rychlá červená vlákna mají velký objem a málo kapilár, nižší obsah myoglobinu a nižší obsah oxidativních enzymů. Zdrojem energie je pro ně především anaerobní glykolýza (glykolýza za nepřítomnosti kyslíku). Není to moc efektivní způsob získávání energie (ze stejného množství substrátu získá až 16x méně ATP), ale probíhá až stokrát rychleji než aerobní glykolýza. Tato vlákna se díky silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu mohou rychle stahovat maximální silou. Nevýhodou je, že spotřebovávají velké množství energie a velice snadno se unaví, protože při anaerobním metabolismu vzniká vysoké množství kyseliny mléčné. Rychlá červená vlákna se zapojují při rychlostních a

silových výkonech, které jsou v maximální intenzitě (Rokyta et al., 2016; Pospíšilová, 2010).

Rychlá bílá vlákna mají více myofibril, málo myoglobinu a méně mitochondrií. Jejich sarkoplazmatické retikulum je však velmi bohaté a mají velké množství glykolytických enzymů. energii zajišťuje aerobní i anaerobní metabolismus a vlákna odolná proti únavě. Provádějí rychlý pohyb prováděný velkou silou po krátkou dobu (Rokyta et al., 2016; Pospíšilová, 2010).

Většina příčně pruhovaných svalů v těle je směsí červených a bílých vláken, některé svaly mají však výraznou převahu jednoho typu. Při svalové kontrakci se aktivují jednotlivé typy podle intenzity zatížení (Rokyta et al., 2016).

Funkční dělení příčně pruhovaných svalů

Funkčně se svaly (Jankovský, 2017) dělí dle druhů pohybu, který vykonávají:

- ohýbače (flexory),
- rozšiřovače (dilatátory),
- vystírací (extenzory),
- přitahovače (adduktory),
- svěrače (sfinktery),
- odtahovače (abduktory).

Sval, který provádí určitý pohyb v kloubu, se nazývá agonista tohoto pohybu. Svaly, které provádějí tentýž pohyb, jsou jeho synergisté a svaly, které provádějí opačný pohyb, jsou antagonisté (Pospíšilová, 2010).

Tonus svalů, svalová kontrakce

Každý sval má určité klidové napětí – svalový tonus (Pospíšilová, 2010). Rozlišujeme kontrakci izotonickou a izometrickou. Při izotonické kontrakci zůstává konstantní napětí ve svalu a mění se délka svalu. Při izometrické kontrakci pozorujeme změnu napětí uvnitř svalu, ovšem délka svalu zůstává nezměněna (Fiala, 2015; Grim, Druga et al., 2019).

2.2.2.2 HLADKÉ SVALY

Hladká svalovina tvoří stěny útroh všech cév s výjimkou kapilár. Jednotkou hladkého svalstva je vřetenovitá svalová buňka s jedním jádrem (Hudák, Kachlík et al., 2013).

Fyziologie hladkého svalstva

Sarkoplazma hladké svalové buňky je prostoupená aktinovými a myozinovými vlákny, které jsou uspořádané do prostorové sítě. Aktinová vlákna v buňce hladkého svalu postrádají troponin a jsou zakotvené do pevných aktinových tělísek, které nahrazují Z-proužky. Tato tělíska jsou buď volně rozptýlena v cytoplazmě, nebo se pojí se sarkolemou. Po aktivaci myozinu se myozinové hlavy navážou na místa aktinu, přitahují k sobě aktinová tělíska, a to uskutečňuje stah buňky. Povrchová membrána buněk hladkých svalů obsahuje množství receptoru, v jehož blízkosti se vyskytuje sarkoplazmatické retikulum (Rokyta et al., 2016; Mourek, 2012).

Typy hladkého svalu

Vícejednotkový hladký sval se skládá z několika na sobě vzájemně nezávislých buněk, které mají každá zvláštní intervenci a které se mohou kontrahovat každá zvlášť. Tento vícejednotkový sval se vyskytuje tam, kde je třeba jemný a cílený pohyb. Tyto svaly jsou vůlí neovlivnitelné, nemají automacii a mohou být řízeny jen vegetativním nervovým systémem (Rokyta et al., 2016).

Útrobní hladký sval je oproti tomu tvořen až miliony buněk, které jsou velmi těsně spojeny a chovají se jako jeden celek. Nazývají se syncytium. Vzájemná spojení umožňují elektrickou vazbu buněčných membrán a tím přenos depolarizace z jedné buňky na druhou. To se hlavně týká trávicího ústrojí a dutých orgánů. Syncytium má schopnost automacie. Kromě vegetativního systému může být syncytium řízeno hormonálně (hlavně adrenalinem a noradrenalinem), látkovými vlivy a reflexně (Rokyta et al., 2016).

2.2.2.3 SRDEČNÍ SVAL

Myokard, specializovaná příčně pruhovaná svalová tkáň se skládá z kardiomyocytů. Kardiomyocyty jsou na konci rozvětvené, protáhlé buňky. Kontraktilní kardiomyocyty se svými konci řadí lineárně za sebou. Vytvářejí tenká vlákna, spirálně probíhající od srdeční báze k hrotu. Buňky jsou ovinuté jemnou vrstvou řídkého vaziva, ve kterém se nachází velké množství kapilár. Uspořádání aktinových a myozinových vláken je

velice podobné jako u příčně pruhovaných svalů. Pracovní kardiomyocyty tvoří střední vrstvu stěny myokardu. Tyto buňky nemají schopnost regenerace, jsou-li poškozeny nebo zničeny, jsou nahrazeny vazivem (jizvy na myokardu). Součástí myokardu jsou i vzrušivé kardiomyocyty, které mají za schopnost, spontánně vytvářet impulzy a rozvádět je. Tento převodní systém je tvořen sinusovým a síňokomorovým uzlíkem, Hisovým svazkem, který je rozdělený na pravé a levé raménko Tawarovo a Purkyňovými vlákny. Srdeční svalovina se podobá příčně pruhované, ale její regulace je podobná svalovině hladké. Je řízena vegetativním systémem a některými hormony, jako je adrenalin a noradrenalin (Rokyta et al., 2016; Hudák, Kachlík et al., 2013).

2.2.2.4 NEMOCI A PORANĚNÍ POHYBOVÉ SOUSTAVY

Poranění svalů a šlachových úponů jsou následkem fyzické námahy při každodenních činnostech nebo náhlých pohybu. Také jednostranně opakovaná zátěž, které jsou svaly a šlachy vystaveny, třeba v rámci zaměstnání, je může po nějakém čase poškodit.

Mezi nemoci a poranění pohybové soustavy dle Perkera (2007) patří:

Namožení a natržení svalu

Namožení či natažení svalu se obvykle označuje menší míra poškození měkké tkáně a svalových vláken. Je to způsobené zpravidla náhlými pohyby. Krvácení dovnitř svalu vyvolává otok a bolestivost na dotek. Závažnější poranění, které zasahuje větší počet prasklých či zpřetrhaných svalových vláken se označuje jako natržení svalu. Natržený sval silně otéká a bolí. Zřídka se stává, že je sval těžce přetrhaný a je nutno ho chirurgicky opravit. Riziko namožení či natržení svalu lze snížit vhodným rozcvičením (Parker, 2007).

Zánět šlach a šlachové pochvy

K zánětu šlach dojde, když se usilovným nebo opakovaným pohybem vytváří tření mezi vnějším povrchem šlachy a přilehlou kostí. Zánět šlachové pochvy může být důsledkem příliš namáhavého nebo opakovaného pohybu, který postihne výstelku ochranné pochvy, která obklopuje a promazává některé klouby. Mezi nejčastěji postižené části patří rameno, loket, zápěstí, prsty ruky, koleno. Příznakem je ztuhlost, otok a bolest (Pokorný et al., 2002).

Přetržená šlacha

Sportování nebo zvedání těžkých břemen, na něž nejsou svaly zvyklé, může mít za následek rupturu šlachy. V těžkých případech se může šlacha odtrhnout od kosti. K příznakům patří náhlá bolest s pocitem prasknutí či píchnutí, omezení pohyblivosti a otok (Pokorný et al., 2002).

Tenisový loket

Ve většině případů je zasažena společná šlacha extenzorů, kde je několik svalů předloktí, které se podílí na pohybech zápěstí a ruky. Opakované prudké pohyby, vedené proti odporu, způsobují ve šlaše drobné trhlinky, což vede k citlivosti a bolesti na vnější straně lokte (Parker, 2007).

Syndrom karpálního tunelu

Karpální tunel je úzký průchod, který je tvořený vazivovým pruhem na vnitřní straně zápěstí a hlouběji uloženými zápěstními kůstkami. Tímto kanálem probíhají dlouhé šlachy od svalů na předloktí. Karpálním tunelem také probíhá středový nerv, který ovládá svaly na ruce a předává smyslové informace z prstů. Při tomto syndromu je zde středový nerv utlačen otokem. Příčinou může být cukrovka, těhotenství, poranění zápěstí a často opakované pohyby. Stlačení nervu vyvolá necitlivost a bolest, zejména na vnitřní straně palce a jedné straně prsteníku (Parker, 2007).

2.2.3 DÝCHACÍ SOUSTAVA

Lidský organismus potřebuje pro svůj život kyslík (Jankovský, 2017). Dýchací systém slouží především k výměně dýchacích plynů. Zajišťuje výměnu plynů mezi vnějším a vnitřním prostředím a plícemi, a také výměnu mezi vnitřním prostředím a tkáněmi. Dýchací cesty slouží též jako fonační aparát. K zajištění těchto funkcí a k ochraně před vniknutím cizího tělesa slouží obranné reflexy. Dýchání probíhá rytmicky a automaticky. V klidovém stavu není potřeba volního úsilí, ale kdykoliv je můžeme volným úsilím dočasně zastavit, modifikovat jeho frekvenci a hloubku (Naňka, 2019).

Fyziologie dýchání

Procesy, které umožňují výměnu plynů mezi plicními sklípky a zevním prostředím, nazýváme respirace (Homolka, 2001). Cílem respirace je zajištění výměny kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a tkáněmi a tím udržet metabolické pochody. Respirace dle Rokyty (2016) zahrnuje následující děje:

- ventilace – výměna dýchacích plynů mezi plícemi a atmosférou (zevní dýchání), umožňují ji dýchací svaly;
- difúze – přestup dýchacích plynů přes alveolo-kapilární membránu do krve;
- transport – transport dýchacích plynů krví, v plazmě a v erytrocytech;
- difúze – přestup dýchacích plynů z krve do tkáně, buněk a jejich organel (mitochondrií).

Obranné dýchací reflexy

Obranné reflexní děje mají velký význam pro ochranu a očistu horních dýchacích cest a tracheobronchiálního stromu. Nejznámější reflexy jsou kašel a kýchání. Kašel tvoří nejpřirozenější a zároveň nejvydatnější ochranu dýchacích cest před vdechnutím cizího tělesa. Kýchání chrání horní cesty dýchací. Vyvolává se podrážděním nosní sliznice. Pojí se s prudkým výdechem, který má odstranit příčinu, která ho vyvolala (Rokyta et al., 2016).

Dýchací soustava se skládá ze dvou základních funkčních částí:

1. dýchací trubice
2. plíce

2.2.3.1 DÝCHACÍ TRUBICE

Základ dýchací trubice tvoří chrupavčitý skelet, který zabraňuje zúžení dýchacích cest. Na chrupavčitých základech se nachází podsliznicové vazivo, které obsahuje uzlíky mizních buněk a je silně prokrvené. Vnitřní povrch dýchací trubice je vystlán sliznicí mukózy, která je pokryta řasinkovým epitelem. Sliznice tvoří velké množství hlenu, který zachycuje nečistoty vdechovaného vzduchu. Dýchací trubici tvoří nosní dutiny, nosohltan, hrtan a průdušnice.

Nosní dutina

Je rozdělena přepážkou na dvě poloviny. Nosní dutina je spojena s vedlejšími nosními dutinami, které jsou umístěné v čelní, čichové a klínové kosti. Nosní dutina je vystlána sliznicí. V horní části je čichové pole, které tvoří čichové buňky. Vzduch se přes tuto dutinu ohřívá, zvlhčuje a zbavuje prachu (Dylevský, 2009).

Nosohltan

Je to oddíl hltanu, do kterého ústí chaony (otvory spojující nos s hltanem) nosní dutiny. Do nosohltanu z obou stran ústí Eustachova trubice, která ho spojuje s dutinou středního ucha. Při vyústění Eustachovy trubice jsou uloženy nosohltanové mandle, které jsou tvořeny z mízní tkáně (Jankovský, 2017).

Hrtan

Hrtan má tvar hranolu o hraně asi 5 cm (Pospíšilová, 2010). Je tvořen souborem hranových chrupavek. Od hltanu je oddělen hrtanovou příklopkou (chrupavkou), která se při polykání překlápí přes vchod do hrtanu a zabraňuje tak vniknutí potravy nebo tekutin do dalších částí dýchací soustavy. Dutina hrtanu je uprostřed zúžená. V místě zúžení jsou uloženy hlasivkové vazy (Fiala, 2015).

Průdušnice

Je to trubice délky 10-12 cm, šířky 13-22mm, probíhající z části na krku a z části v mediastinu. Stěnu průdušnice vpředu a po stranách tvoří asi 20 podkovitých chrupavek navzájem spojených vazy, zadní stěnu tvoří vazivová membrána se snopci hladké svaloviny. Sliznice je kryta řasinkovým epitelem. Větví se na dvě hlavní průdušky (Fiala, 2015).

2.2.3.2 PLÍCE

Jsou to párové orgány, které mají tvar komolého kužele. Velikost plic závisí na velikosti hrudníku. Výška se pohybuje mezi 25-30 cm, předozadní rozměr je 15-20 cm a transverzální je 8-12 cm. Levá plíce je menší než pravá plíce. Plíce se skládají z laloků. Pravá plíce je složena celkově ze tří laloků. Jedná se o lalok horní, střední a dolní. Levá plíce je složena ze dvou laloků, které se nazývají horní a dolní lalok. Každý plicní lalok se dále dělí na menší plicní segmenty, které jsou základní stavební i funkční jednotkou plic. Plicní segment je část plicního laloku, která je ventilována jedním bronchem a vyživována plicní tepnou. Povrch plic pokrývá poplicnice (Dylevský, 2009; Jankovský, 2017).

Plicní objemy

Množství vzduchu, které prodýcháme za klidových podmínek za 1 minutu, nazýváme minutová ventilace. Její objem je zhruba 7,5 litru (klidový dechový objem x dechová frekvence). Může se výrazně zvětšit zrychlením dechové frekvence nebo prohloubením dechu. Klidová dechová frekvence je 12-15 dechů/minutu. Při klidovém dýchání se proventiluje objem 500 ml (klidový dechový objem). Po ukončení klidového

výdechu můžeme ještě vydechnout maximálně objem asi 1,1 l, kterému se říká expirační rezervní objem. Stejně tak můžeme pokračovat po klidném vdechu, kdy se maximálním nádechem dostane do plic ještě objem inspiračního rezervního objemu kolem 2-3 litrů. Tyto tři objemy dávají dohromady vitální kapacitu plic. Její fyziologická norma závisí na věku, pohlaví a životním stylu. Po maximální expiraci nejsou plíce stále prázdné, obsahují reziduální objem, který činí 1,2 litry (Mourek, 2012).

2.2.3.3 NEMOCI DÝCHACÍHO ÚSTROJÍ

Mezi nemoci dýchacího ústrojí dle Perkera (2007) patří:

Nachlazení

Nachlazení je jedním z nejčastějších a nejméně závažných onemocnění. Příčinou může být až 200 nakažlivých typů virů. Ty se šíří vzduchem i při blízkém kontaktu osob, jako je například podávání rukou. Projevuje se častým kýčáním, smrkáním, bolestí hlavy a lehce zvýšenou teplotou (Parker, 2007).

Chřipka

Chřipka je infekcí horních cest dýchacích, ale projevuje se i celkovými příznaky. Mezi příznaky patří zvýšená teplota, pocení, zimnice, bolest svalů a vyčerpání. Viry chřipky se označují A, B, C a jsou velmi nakažlivé. Epidemie chřipky typu A se pravidelně opakuje. Chřipka typu B se vyskytuje na místech, kde dochází k většímu shromažďování lidí. Chřipka typu C se většinou neprojevuje s vážnými příznaky (Parker, 2007).

Infekce horních cest dýchacích

Horní cesty dýchací jsou neustále vystaveny přílivu mikrobů. Škodlivým mikrobům se může podařit prolomit obranné mechanismy a vznikne infekce. Příznaky infekce se liší podle místa. Zánět postihuje v různé míře hltan, krční mandle a hrtan (Homolka, 2001).

Průduškové astma

Astma je jedno z nejčastějších plicních onemocnění. Někteří lidé mají jen občasné lehké obtíže, jiné postihuje těžká dušnost, která je může ohrozit na životě. Svalovina se ve stěně průdušek stahuje křečovitě, takže se stěna průdušek zúží, což vede k dušnosti. Většinou se nemoc objevuje v dětství (Parker, 2007).

Nemoci z povolání

Plicní nemoci z povolání se rozvíjejí nejčastěji u lidí vystavených v práci po mnoho let vdechování škodlivých látek. Jedná se třeba o horníky a dělníky v lomu. Při plicních nemocech z povolání se postupně ztlušťuje plicní tkáň, což nakonec vede k nevratnému zjizvení. Dušnost a kašel se rozvíjejí většinou pomalu, ale mohou se zhoršovat i poté, co člověk opustil rizikové pracoviště. Ve vyspělých zemích jsou tyto nemoci vzácné, jelikož pracovníci používají ochranné prostředky. Mezi plicní nemoci z povolání patří silikóza a azbestóza (Homolka, 2001).

2.2.4 OBĚHOVÁ SOUSTAVA

Tato soustava zajišťuje zásobování buněk všech částí těla živinami a odvádění metabolitů. Je to uzavřený trubicovitý systém sloužící k oběhu krve. Oběhovou soustavu dle Jankovského (2017) tvoří:

- srdce – centrální orgán oběhové soustavy
- krevní cévy – tepny, žíly a vlasečnice, které tvoří periferní systém trubek

2.2.4.1 SRDCE

Srdce je svalová pumpa umožňující oběh krve. Hmotnost mužského srdce je průměrně kolem 300 g. Ženské srdce je oproti mužskému o 50 g lehčí. Srdce je uloženo v mezihrudí nad bránicí. Vnitřní výstelku tvoří endokard. To je tenká blána, ze které jsou tvořeny i chlopně mezi síněmi a komorami. Vnější povrch srdce je pokryt vazivem epikardu. Celé srdce je uloženo v blanitém vaku (Jankovský, 2017; Fiala, 2015).

Srdce má dvě předsíně a dvě komory. Mezi pravou a levou předsíní je přepážka, stejně jako mezi pravou a levou komorou. Tyto přepážky rozdělují anatomicky i funkčně srdce na pravou a levou část. Mezi pravou předsíní a pravou komorou je trojcípá chlopeč. Mezi levou předsíní a komorou je chlopeč dvojcípá. Srdce se neustále rytmicky smršťuje a ochabuje. Stah srdeční svaloviny, vypuzující krev z jednoho oddílu do dalšího nebo ven ze srdce, se nazývá systola, povolení svaloviny, umožňující naplnění srdce krví se nazývá diastola. Při systole se uzavřou chlopně, které zabraňují návratu krve z komor do předsíní. Jedná se, o první ozvu srdeční. Při diastole se uzavírají chlopně aorty a plicnice, které zabraňují návratu krve z aorty a plicnice do komor. Tím vzniká druhá odezva srdce. Podněty pro srdeční akci vycházejí z autonomního systému (Fiala, 2015).

Objemy

Za minutu přečerpá srdce asi pět litrů krve. To je téměř všechna krev, kterou v těle člověk má. Začátkem diastoly, to znamená po skončení systoly, je v komorách zbytkový reziduální objem (asi 50 ml). Systola komory vypudí systolický objem, zvaný též tepový objem. Tento objem činí kolem 70 ml. Pro tkáň je důležitá hodnota srdečního výdeje. Jedná se o objem krve vypuzený za jednu minutu (minutový srdeční výdej). Ten se počítá jako součin systolického objemu a srdeční frekvence (Rokyta et al., 2016). Při tělesném klidu má zdravý dospělý člověk průměrně 60-70 tepů za minutu. Při tělesné práci, v teple, při horečce, při rozčilení se činnost srdce i tepu zrychluje. Množství přečerpané krve se může podle potřeb zvýšit. Nejsilnějším podnětem pro zvýšení minutového srdečního objemu je svalová práce. Při ní stoupají nároky na přívod kyslíku a živin, na prokrvení, ale také na odvod metabolitů tkáň. Při velmi náročných tělesných výkonech se může objem zvýšit až na 30-40 l (Jankovský, 2017).

Krevní tlak

Každou systolou vrhá srdce ve velmi krátkém čase do velkých tepen určitý objem krve. Pojmeme krevní tlak označujeme u člověka tlak v ramenní tepně. Tento tlak se měří pomocí tlakoměru. U zdravého dospělého člověka jsou hodnoty systolického krevního tlaku 100-120 mm Hg a diastolického krevního tlaku 60-80 mm Hg. Tlak krve se mění vlivem mnoha činitelů. Především je to tělesná práce a věk. Tlak se zvyšuje s věkem. Zejména ve stáří, kdy se zmenšuje pružnost tepen a zvyšuje se tak jejich odpor. Muži mají tlak o něco vyšší než ženy (Rokyta et al., 2016; Jankovský, 2017).

Krevní oběh

Krevní oběh rozdělujeme na:

- malý (plicní) oběh,
- velký (tělní) oběh.

Malý oběh začíná v pravé komoře, odkud se krev při systole vypudí plicnicovým kmenem do plicních tepen a jimi do plic. Zde dojde k okysličení krve. Na rozhraní mezi pravou komorou a plicnicovým kmenem je půlměsíková chlopeň. Tato chlopeň zabraňuje zpětnému proudění krve do pravé komory. Z plic se krev vrací plicními žilami do levé síně (Jankovský, 2017).

Velký oběh začíná v levé komoře, odkud je systolou vypuzena krev přes aortu do celého těla. Krev se z těla vrací horní a dolní dutou žílou do pravé síně. Součástí velkého

krevního oběhu je vrátnicový oběh. Svým charakterem je to žilní oběh. Začíná v síti kapilár v nepárových orgánech dutiny břišní, které se spojují do mohutné žíly. Ta vstupuje do jater. Tímto způsobem se dostávají do jater ke zpracování živiny, které jsou vstřebávány do krve z trávicích orgánů (Jankovský, 2017).

Srdce má vlastní krevní oběh. Jsou to věnčité tepny, které vystupují přímo z aorty a svými větvemi přivádějí krev do vlásečnic, které protkávají srdeční sval.

2.2.4.2 KREVNÍ CÉVY

Krevní cévy představují uzavřený systém, kterým proudí po těle krev. Dle Jankovského (2017) se dělí na 3 skupiny:

Tepny vedou okysličenou krev ze srdce k cílovým tkáním. Výjimku tvoří plicní tepna, která vede odkysličenou krev do plic na okysličení. Hlavní tepna velkého oběhu je aorta, která vychází z levé srdeční komory. Z oblouku aorty vycházejí tři silné větve pro horní končetiny, hlavu a krk (Mates et al., 2016; Jankovský, 2017).

Žíly vedou okysličenou krev z tkání do srdce, výjimkou jsou opět plicní žíly, které vedou okysličenou krev z plic do srdce. K největším žilám patří horní a dolní dutá žíla. Jelikož tlak v žilách je menší než v tepnách, některé žíly, zejména dolních končetin, jsou vybaveny chlopněmi, které zabraňují zpětnému toku krve (Jankovský, 2017).

Vlásečnice nejsou tvořeny svalovou ani vnější vazivovou vrstvou. Jejich úkolem je výměna dýchacích plynů v tkáních a přívod živin a odvod metabolitů z tkání. Jejich plocha dosahuje více než 600 m² (Jankovský, 2017).

2.2.4.3 PORUCHY A ONEMOCNĚNÍ OBĚHOVÉ SOUSTAVY

Ateroskleróza

Zpočátku se vyvíjí na základě značně zvýšené hladiny cholesterolu v krvi. Může k tomu dojít v kterékoliv tepně, které zásobují mozek kyslíkem. V takovém případě může dojít k cévní mozkové příhodě. Hlavními rizikovými faktory aterosklerózy jsou kouření, strava s vysokým obsahem nasycených tuků, nedostatek pohybu a nadváha (Mates et al., 2016).

Angina pectoris

Tato bolest na hrudi je vyvolána dočasně nedostatečným zásobením srdeční svaloviny krví, většinou po zúžení tepen způsobené aterosklerózou. Tato bolest se objevuje

nejčastěji při zvýšené zátěži srdce, jako je například cvičení. Dále tyto záchvaty může vyvolat stres, chladné počasí nebo přejedení. Tento záchvat začíná těžkou svíravou bolestí za hrudní kostí, může také vystřelovat do krku, hlavně do levé strany. Bolest po 10 až 15 minutách ustává (Parker, 2007).

Srdeční infarkt

Srdeční infarkt vzniká v důsledku aterosklerózy a následné tvorby krevní sraženiny neboli trombu. Když se vytvoří trombus, může se zcela přerušit tok krve některé části srdeční svaloviny a nakonec působit její odumření. K infarktu myokardu dochází často náhle, bez varování. Bolest na hrudi připomíná anginu pectoris, která je krutější a nemusí být vyvolána tělesnou námahou. Při infarktu může docházet k pocení, dušnosti, pocitu na zvracení a bezvědomí (Parker, 2007).

Embolie

Embolus je čas tkáně, která se odloupla ze svého původního místa. Emboly mohou putovat krevním oběhem, dokud se nezaklíní v nějaké cévě. Embolem můžou být krystaly cholesterolu, tuk z kostní dřeně uvolněný po zlomenině kosti, vzduchová bublina nebo plodová voda. Embolus se většinou zachytí v místě zúžení nebo větvení cévy. Tkáň zásobená touto cévou trpí nedostatkem kyslíku. Embolus v tepně zásobující mozek může být příčinou mrtvice (Parker, 2007).

Arytmie

Poruchy tepové frekvence neboli rytmu jsou způsobeny poškozením převodního systému srdečního, který určuje způsob, jakým se srdce stahuje. Při arytmií se srdeční frekvence neobvykle zpomaluje nebo zrychluje (Pirk et al.).

2.3 PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO INTERAKCE S ČLOVĚKEM

Pracovní prostředí je soubor všech podmínek, v kterých se vykonává práce. Tvořeno je pracovníky a faktory, jež se na pracovišti vyskytují nebo s prací souvisí a mohou ovlivňovat zdraví a pohodu pracovníka. Při práci je člověk vystaven mnoha škodlivým vlivům, které se navzájem ovlivňují a často zde dochází k synergickým efektům, respektive se mohou tyto faktory doplňovat. Faktory jsou rozdílné podle charakteru. Na základě toho se dělí na podsystémy:

- fyzikální,

- chemické,
- biologické,
- psychosociální,
- ekonomické.

Mezi faktory, kterými se autoři nejčastěji zabývají a mají vliv na pracovní prostředí, jsou:

- fyzická zátěž,
- osvětlení,
- hluk,
- vibrace,
- mikroklima,
- prašnost,
- psychická zátěž,
- biologické faktory.

(Jankovský, 2017)

2.4 FYZICKÁ ZÁTĚŽ

2.4.1 SVALOVÉ ZATÍŽENÍ

Aby člověk mohl uskutečňovat jakýkoliv pohyb, musí zapojit více soustav. Hlavně se jedná o soustavu pohybovou a opornou. Ke změnám dochází však i v jiných soustavách, například v dýchací a oběhové soustavě. Oporná soustava je důležitou pasivní složkou pohybu. Kosti jsou spojené buď pohyblivě v kloubech, nebo pevně vytvářejí páky, okolo kterých jsou svaly napojené šlachami. Svaly pomocí kontrakce mohou vykonat pohyb. Synchronizací kontrakcí a extenzí svalů, potom člověk dosahuje pohybu končetin a části těla. I jednoduché pohyby vyžadují zapojení celých svalových skupin. Svaly se mohou využívat různorodě a v jakékoliv profesi. V pracovní úloze se jedná o mix jednotlivých složek. Svalovou činnost tedy můžeme rozdělit do tří skupin: **silová, vytrvalostní a rychlostní práce**. Při každé této práci můžeme vykonat stejné množství mechanické práce, tedy spotřebovat stejné množství energie. Z ergonomického hlediska by měly práce být navrženy tak, aby každou práci vykonávaly jiné svalové skupiny (Jankovský, 2017).

Silová práce vyžaduje velký výkon, a proto dochází k rychlému vyčerpání pracovníka. Nejvhodnější je navrhovat pracovní úlohy tak, aby u pracovníka docházelo ke kombinovanému využívání svalů. Tyto práce mohou zahrnovat zvedání nebo přenášení těžkých břemen (Rónay a Sláma, 1989).

Vytrvalostní práce opačná oproti silové. Jedná se o to, aby pracovník byl schopný konat svoje úkoly dlouhodobě a bez přerušení. Práce musí být navržena tak, aby byly v co nejmenší míře zapojeny menší svaly a velké svalové skupiny by měly zůstat v klidu. Zapojení velkých svalových skupin by znamenalo, že se pracovník vyčerpá příliš rychle (Jankovský, 2017).

Rychlostní práce vyžaduje kombinaci malých a velkých svalů s převahou práce malých svalů, jelikož velké svaly nejsou schopny tak přesné kontrakce jako svaly malé (Rónay a Sláma, 1989).

Dynamická zátěž střídá intenzity a uplatňuje i další pohybové schopnosti. Svaly při dynamickém zatížení fungují jako pumpa, jsou tedy dobře prokrvené. Dynamická práce, ačkoliv může vyžadovat stejný výkon jako statická, je méně únavná (Rónay a Sláma, 1989).

Statická zátěž se vyjadřuje většinou jako maximálně volná kontrakce. Statická zátěž je podmíněna izometrickou svalovou kontrakcí spojenou s růstem svalového napětí při nezměněné délce svalového vlákna a nulové mechanické práci. Statická práce je spojována s udržováním polohy oproti opačně působícím silám (držení břemena ve výšce). Při statické práci jsou zapojené svaly v neustálé kontrakci. Nedostává se mu dostatek kyslíku ani živin a metabolitů. Kyselina mléčná tak nemůže být odtransportována. Sval se unaví rychleji a regenerace trvá déle (Dobšák et al., 2009; Jankovský, 2017).

2.4.2 FYZIOLOGICKÉ ZMĚNY VYVOLANÉ PŘI SVALOVÉM ZATÍŽENÍ

Svalové zatížení vyvolává v lidském organismu reakce, kterými se tělo přizpůsobuje podmínkám a připravuje se na plnění energetických potřeb pohybové soustavy. Největšími změnami procházejí hlavně oběhová a dýchací soustava, ale reagují také i jiné soustavy (trávicí, hormonální...).

Oběhová soustava reaguje na zvýšení energetické potřeby zvýšením srdeční činnosti a roztáhnutí cév, tím dochází k rychlejší cirkulaci krve v těle a lepšímu prokrvení tkání. Srdce pumpuje více krve rychlejšími a mohutnějšími stahy, takže se zvyšuje krevní tlak i tepová frekvence. Tepová frekvence se zvyšuje při zatížení přímo úměrně intenzitě

zatížení až do určité hodnoty. Tepová frekvence se zvyšuje spolu se systolickým objemem až do optimální frekvence (asi 120-130 tepů za minutu), poté tepová frekvence dále stoupá, ale systolický objem se už tak výrazně nezvyšuje. Kritická tepová frekvence odpovídá 170-180 tepů za minutu (Bartuňková, 2006).

Zvýšená činnost oběhové soustavy by neměla žádný smysl a představovala by jen dodatečnou zátěž, pokud by ji nepodpořila **dýchací soustava**. Se zvyšující se intenzitou zatížení roste potřeba tkání získávat kyslík, proto dochází k nárůstu jednotlivých ventilačních parametrů. Zrychlením a prohloubením dýchání se v dýchací soustavě zabezpečuje dostatečný přísun kyslíku. Intenzivnější výměna plynu v plicích spolu s lepším prokrvením alveol umožňuje dostatečné okysličení krve. Při prohloubeném a zrychleném dýchání se v plicích může vyměnit až 150 l vzduchu za minutu. Je to maximální minutový dechový objem. Dýchání se nesmí moc zrychlit, protože potom se stává povrchním a ventilace plic a zhoršuje. S růstem fyzického zatížení roste i ventilace a spotřeba kyslíku (Jankovský, 2017; Bartuňková, 2006).

2.4.3 FYZIOLOGICKÝ PŘÍSTUP K POSUZOVÁNÍ FYZICKÉ ZÁTĚŽE

Při fyzické práci dochází k přeměně energie, která je prostřednictvím stravy dodána tělu. Množství energie, které člověk za den spotřebuje, se nazývá denní energetický výdej. Měří se v kilojoulech nebo v kilokaloriích. Denní energetický výdej se skládá z denního bazálního metabolismu, spotřeba energie při jakýchkoliv denních činnostech (Bartuňková, 2006).

Bazální metabolismus má na lidský organismus stejné nároky, i když není vystavený žádnému fyzickému vypětí. Člověk, který leží a nehýbe se, rovněž nedělá žádnou práci, ale jeho tělo je potřeba udržet v homeostázi, proto musí vydat stejnou energii například na produkci tepla, aby nedošlo k podchlazení. Tento výdej energie se nazývá bazální metabolismus. Bazální metabolismus závisí u zdravých lidí zejména na jejich výšce, hmotnosti, věku a pohlaví. Bazální metabolismus se však mění v závislosti od pracovního zatížení člověka: při lehké práci od cca 1300 až 2600 kJ za 24 hodin, při středně těžké práci o cca 3000 až 4500 kJ za 24 hodin, při těžké práci o 5000 až 6000 kJ za 24 hodin, při velmi těžké práci o 7000 až 9000 kJ za 24 hodin. Každá činnost člověka, která je nad rámec nehybného ležení potom představuje dodatečný energetický nárok, který člověk musí vykrýt zvýšením příjmu energie v potravě (Jankovský, 2017).

2.4.4 JINÉ PŘÍSTUPY V POSUZOVÁNÍ FYZICKÉ ZÁTĚŽE

Existují i jiné přístupy, než fyziologický přístup k hodnocení fyzické zátěže. Těmito přístupy je možné hodnotit namáhavost a náročnost fyzické práce. Mezi nejrozšířenější přístupy patří psychofyzický a biomechanický.

Psychofyzický přístup se zakládá na návrhu pracovních úloh takovým způsobem, aby byly přijatelné pro většinu pracovníků. Využití tohoto přístupu je rozšířené, hlavně při výpočtech týkajících se zvedání a pokládání břemen. Hlavní problém tohoto přístupu je jeho subjektivnost, jelikož pracuje s objektivními pocity pracovníků. Limitujícím faktorem je, že hodnocení se vykonává krátkodobě, nemusí tedy korespondovat se zatížením, kterému jsou pracovníci vystavováni v reálné dlouhodobé zátěži. **Biomechanický** přístup využívá jako hodnotící kritérium tlak, který je vyvíjen na páteř a moment, kterému jsou vystavené jednotlivé končetiny během zátěže (Jankovský, 2017).

2.5 ZDRAVOTNĚ-KOMPENZAČNÍ CVIČENÍ

Zdravotně-kompenzační cvičení definujeme jako soubor cviků, které se zaměřují na jednotlivé oblasti pohybového systému a tím cíleně působí na zlepšení zdravotního stavu. Zdravotně-kompenzační cvičení jsou individuálně zvolené cviky v konkrétních cvičebních polohách. Cviky se můžou cíleně obměňovat s ohledem na aktuální stav pohybového systému. Zdravotně-kompenzační cvičení mají velký význam nejen při cíleném sportovním rozvoji, ale i v běžném životě (Levitová, Hošková, 2015).

Dle Levitové a Hoškové (2015) je zdravotně-kompenzační cvičení vhodné zařadit v těchto situacích:

- **Při hypokinezi.** V této době se častěji objevuje sedavý způsob života, který je spojen s vyššími nároky na udržování statických poloh, které obvykle nejsou kompenzovány. Významný vliv na tyto obtíže má rozvoj techniky.
- **Jako prevenci poruch pohybového systému.** S přibývajícím věkem může docházet díky nezdravému způsobu života k nevhodným pohybovým stereotypům, vzniku svalové nerovnováhy a nevhodného držení těla.
- **Při jednostranném či nadměrném zatížení,** kdy dochází k přetěžování některých složek pohybového systému.
- **Po delší rekonvalescenci,** například po úrazu či dlouhodobé nemoci, kdy dochází k ochabnutí svalů důležitých pro stabilitu stoje a chůze.

Cílem zdravotně-kompenzačního cvičení je preventivně působit proti vzniku poruch pohybového systému nebo se snažit již vzniklé obtíže pohybového systému odstranit. Dle Levitové a Hoškové (2015) se zdravotně-kompenzační cvičení zaměřuje na:

- **Prevenci vzniku svalové nerovnováhy.** Protahování svalů s tendencí ke zkrácení a posílení svalů s tendencí k ochabnutí za účelem korekce svalové nerovnováhy.
- **Vytvoření správných pohybových stereotypů.** Udržení nebo zvýšení pohyblivosti kloubů a jednotlivých úseků páteře. Využíváním uvolňovacích cvičení zaměřených na uvolnění kloubních struktur a protahování zkrácených svalů.
- **Snížení a odstranění svalového napětí.** Například po namáhavé činnosti uplatňujeme protahovací cvičení společně se správně provedeným dýcháním.
- **Prevenci zranění pohybového systému.** Protahování svalů s tendencí ke zkrácení a posílení svalů v oblasti trupu, které podporují stabilitu páteře, která se pak stává odolnější vůči námaze a úrazům.
- **Prevenci bolesti v oblasti páteře a kloubů.** Edukací se naučíme cvičit v domácím a pracovním prostředí. Dlouhodobý sed před počítačem, který vede k bolesti svalů v oblasti krční a hrudní páteře. Ze začátku se při každé změně polohy bolest vytratí, avšak v případě každodenního dlouhodobého sezení s kulatými zády je bolest trvalá.

2.5.1 DĚLENÍ ZDRAVOTNĚ-KOMPENZAČNÍCH CVIČENÍ

Zdravotně-kompenzační cvičení mají největší efekt, pokud se provádí pravidelně, správným způsobem a volbou optimálních cviků. Podle specifického zaměření rozdělujeme zdravotně-kompenzační cvičení na **uvolňovací, protahovací a posilovací**. Podmínkou efektivního výsledku je dodržování posloupnosti jednotlivých cvičení. Na prvním místě se zařazují protahovací cvičení po důkladném uvolnění a poté posilovací cvičení (Levitová, Hošková, 2015; Bursová, 2005).

Cílem **uvolňovacích cvičení** je připravit kloubní struktury v oblasti protahování svalů ve smyslu rozhybání a obnovení funkčnosti kloubů. Využívají se pohyby kyvadlové a krouživé, které jsou nejprve pozvolné v malém kloubním rozsahu, následně s jeho

postupným zvyšováním. Při uvolňování dochází ke střídání tlaku kloubu na kostní spojení, což vede k prohrátí kloubů. Pohyby v kloubech podporují tvorbu synoviální tekutiny, která usnadňuje tření v kloubech. Uvolňovací cvičení navíc nepřímo působí na svaly okolo kloubu, dochází k reflexnímu uvolnění (Levitová, Hošková, 2015; Bursová, 2005).

Před **protahovacím cvičením** by se měly svalové skupiny zahřát a uvolnit. Protahujeme svaly hyperaktivní s tendencí ke zkrácení. V rámci zdravotně-kompenzační cvičení se nejvíce uplatňuje protahování statické, a to buď pasivní, nebo aktivní. Cílem statického protahování je odstranit nadbytečné napětí svalů, zachovat nebo zvýšit pohyblivost kloubů, připravit pohybový systém na zátěž. Při pravidelném provádění protahovacích cvičení, jsou tato cvičení účinná jako prevence poranění pohybového systému. Statické protahování probíhá tak, že ze základní polohy za současného dlouhého výdechu se dostaneme až do konečné polohy. V této poloze je vydrž asi 10 až 30 sekund. Nesmí být cítit bolest. Každý cvik se opakuje třikrát. Při protahování se doporučuje dodržovat následující zásady: svalové skupiny se protahují vždy po dokonalém zahřátí, protahovací cvičení nesmí být nikdy bolestivé, účinek protahování se podporuje optimálním dýcháním, protahovací cvičení se cvičí pravidelně, pohyb provádíme pomalu a cíleně pod vědomou kontrolou (Levitová, Hošková, 2015; Bursová, 2005).

Před samotným **posilovacím cvičením** protáhneme antagonistické svalové skupiny. Posilujeme svaly s tendencí k ochabnutí. V rámci zdravotní-kompenzačního cvičení se uplatňuje posilování pro zdraví, jehož cílem je zvýšit funkční zdatnost oslabených svalových skupin, ovlivnit držení těla a zvýšit klidové napětí. Upřednostňuje se posilování s hmotností vlastního těla. Před vlastním posilováním je důležité zpevnit oblast pánve a hlubokých svalů páteře. Mezi základní pravidla posilovacích cvičení patří: před posilováním vždy uvolnit kloubní struktury a protáhnout svaly, zachování správného držení těla po celou dobu cvičení, soustředit se na přesné zapojování svalových skupin (Levitová, Hošková, 2015; Bursová, 2005).

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

Výzkumný soubor tvořila čtyři pracovní místa v montážní hale č. 401 firmy ProMinent Systems spol. s r.o. se sídlem v Blovicích. ProMinent Systems vyrábí pro zákazníky z celého světa komponenty i kompletní zařízení, která jsou určena k čištění vod (např. v plaveckých bazénech nebo ve zdravotnictví). Firma je úspěšný závod s jednotlivými výrobními odděleními jako výroba plastových nádrží, svařování plastů, svařování nerez oceli, moření a pasivace výrobků z nerez oceli, montážní a zkušební pracoviště, elektromontáže a konstrukce. Do výzkumného souboru byla vybrána hala č. 401, která patří do kategorie montážní a zkušební pracoviště.



Obrázek č. 5 Montážní a zkušební hala č. 401

3.2 ERGONOMICKÁ ANALÝZA VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ

V praktické části byly vybrány čtyři pracoviště v hale č. 401. Všechny tyto pracoviště byly hodnoceny pomocí ergonomických analýz. Jedná se o pracoviště, kde jsou montovány a zkoušeny dávkovací systémy. Prvním krokem bylo obecné zhodnocení všech pracovních činností pomocí ergonomických checklistů a průběžného pozorování. Díky tomuto prvotnímu zhodnocení pracovních činností se následně určily kritické pracovní

činnosti. Tyto kritické pracovní činnosti jsou následně detailněji analyzovány pomocí ergonomických metod RULA a REBA.

3.2.1 CHECKLISTY

Checklistů je hned několik druhů. Na základě prvotního pozorování pracovních činností byly vybrány tři ergonomické checklisty a to „Checklist pro základní ergonomická rizika“, „Checklist pro identifikaci rizik související s lokální svalovou zátěží“ a „Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu“. Checklisty jsou aplikovány na všechny čtyři pracoviště jako na jeden celek, jelikož se jedná o skupinu podobných montážních pracovišť.

Tabulka č. 1 Checklist pro základní ergonomická rizika

Checklist pro základní ergonomická rizika			
	ANO	NE	POZNÁMKA
1. Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?	ANO	NE	
2. Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?	ANO	NE	
3. Jsou dosahové vzdálenosti odpovídající?	ANO	NE	
4. Je celkový design pracovního úkolu vyhovující?	ANO	NE	
5. Je umístění ovladačů a sdělovačů vyhovující?	ANO	NE	
6. Jsou používané nástroje a nářadí vyhovující?	ANO	NE	
7. Jsou splněna kritéria pro ruční manipulaci s břemeny?	ANO	NE	
8. Vyskytující se při provádění práce opakovaně nefyziologické pracovní polohy trupu a hlavy?	ANO	NE	
9. Je při provádění práce vysoký podíl statické zátěže?	ANO	NE	
10. Vyskytují se při práci opakovaně nefyziologické pracovní polohy horních končetin?	ANO	NE	
11. Je práce prováděna trvale v rukavicích?	ANO	NE	

12. Jsou používané OOPP vhodné?	ANO	NE	
13. Jsou při práci vynakládány velké nebo nadlimitní svalové síly?	ANO	NE	
14. Jsou při práci vynakládány vysoké počty repetitivních pohybů?	ANO	NE	
15. Vyskytují se při práci další rizikové faktory (chlad, teplo, vibrace)?	ANO	NE	
16. Dochází při práci k ruční manipulaci s jednoduchými bezmotorovými prostředky?	ANO	NE	
17. Jsou při práci dlouhodobě utlačovány určité pohybové struktury?	ANO	NE	
18. Je při práci používána ruka jako kladivo?	ANO	NE	
19. Jedná se o práci monotónní?	ANO	NE	
20. Je práce prováděna ve vnuceném tempu?	ANO	NE	
21. Vyskytuje se při práci zraková zátěž?	ANO	NE	
22. Je vhodný režim práce a odpočinku?	ANO	NE	
23. Jsou pracovníci dostatečně zacvičení a proškolení?	ANO	NE	
24. Jsou dána kritéria pro pracovníky s ohledem na věk a zdravotní způsobilost?	ANO	NE	

Tabulka č. 2 Checklist pro identifikaci rizik související s lokální svalovou zátěží

Checklist pro identifikaci rizik související s lokální svalovou zátěží		
Sekce 1: Rozložení práce		
Dlouhá pracovní doba	ano	ne
Častá a dlouhodobá přesčasové práce	ano	ne
Dlouhý efektivní pracovní čas	ano	ne
Nedostatek dnů volna	ano	ne
Nerovnoměrné rozložení práce ve dnech, týdnech, měsících a roku	ano	ne
Nestejněměrné rozložení práce mezi pracovníky	ano	ne
Sekce 2: Typ práce		
Vyskytují se v práci některé z těchto skutečností?		

Zvedání a nošení těžkých předmětů	ano	ne
Práce vyžadující velkou fyzickou sílu	ano	ne
Opakující se monotónní práce	ano	ne
Práce vyžadující četné pohyby prstů nebo rukou	ano	ne
Práce s vibrujícími nástroji	ano	ne
Trvalá práce s klávesnicí nebo jiným zařízením na vkládání dat	ano	ne
Přesná práce nebo práce spojené s vysokou psychickou zátěží	ano	ne
Sekce 3: Pracovní polohy a pohyby		
Vyskytují se v práci následující pracovní polohy a pohyby?		
Nevhodné pracovní polohy a pozice	ano	ne
Nepřetržitě nebo velmi četné změny v postavení kloubů	ano	ne
Dlouhotrvající vnucené pracovní polohy	ano	ne
Dlouhotrvající chůze nebo chůze na dlouhé vzdálenosti	ano	ne
Časté stoupání po schodech	ano	ne
Sekce 4: Charakteristika pracovního místa a manipulovaných předmětů		
Souvisí pracovní místo a používané předměty s následujícími situacemi?		
Pracovní místo je tak nedostatečné, že pracovníci jsou nuceni zaujímat nepřijatelné polohy anebo je jejich pohyb omezen.	ano	ne
Uspořádání pracovního místa nebo manipulovaných předmětů je nevhodné, pracovníci jsou nuceni provádět nadměrné pohyby a zaujímat nepřijatelné pracovní polohy.	ano	ne
Rozměry pracovního místa jsou nedostatečné pro provádění práce.	ano	ne
Manipulované předměty jsou umístěny nad rameny nebo pod kolena.	ano	ne
Práce je prováděna ve stále stejné (statické) pracovní poloze.	ano	ne
Manipulované předměty jsou těžké nebo manipulace vyžaduje značnou sílu.	ano	ne
Manipulovaný předmět se obtížně drží nebo je kluzký.	ano	ne
Chladné pracovní prostředí nebo manipulované předměty.	ano	ne
Sekce 5: Prostory		
Jsou pro prostor charakteristická některá tvrzení?		
Povrch podlahy je kluzký nebo nestejněměrný.	ano	ne
Pracovní prostředí je hlučné nebo jsou na pracovišti zdroje hluku.	ano	ne
Pracovníci jsou exponováni celotělovým vibracím nebo vibracím přenášeným na ruce.	ano	ne

Tabulka č. 3 Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu

Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu		
1. Redukuje nebo eliminuje uspořádání pracovního místa		
ohýbání a rotaci trupu	ano	ne
úklony trupu	ano	ne
dlouhodobé držení horních končetin	ano	ne

statickou svalovou zátěž	ano	ne
krouživé pohyby rukou	ano	ne
držení rukou ve špetce	ano	ne
2. Je používána mechanizace, je-li to možné?	ano	ne
3. Umožňuje práce střídání obou rukou?	ano	ne
4. Může být úkol prováděn souběžně oběma rukama?	ano	ne
5. Jsou minimalizovány tlačné a tažné síly?	ano	ne
6. Jsou vynakládány síly akceptovatelné?	ano	ne
7. Je používaný materiál		
možné držet bez prokluzování	ano	ne
je zajištěno snadné držení bez vynakládání velkých sil	ano	ne
neobsahuje ostré hrany?	ano	ne
8. Jsou používány vhodné kontejnery pro ukládání?	ano	ne
9. Je zajištěna fixace materiálu, držáky apod., je-li třeba?	ano	ne
10. Jsou používány vhodné rukavice, je-li třeba?	ano	ne
11. Je zabráněno kontaktu rukou s ostrými hranami, popř. dlouhodobému útlaku?	ano	ne
12. Je vhodné umístění ovladačů a sdělovačů?	ano	ne
13. Jsou při práci dostatečné odpočinkové časy?	ano	ne
14. Jsou vynakládány vysoké počty pohybů při práci omezovány rotací pracovníků, bezpečnostními přestávkami, výběrem pracovníků dle obratnosti?	ano	ne
15. Jsou zaměstnanci řádně zaškolení - vhodný zácvik, používání zařízení, individuální přizpůsobení zařízení, slib signalizace výskytu subjektivních obtíží aj.?	ano	ne

Odpovědi jsou barevně označeny. Faktory v checklistech označené červenou barvou jsou faktory, které by měly být předmětem dalšího hodnocení. Z výsledků všech tří zpracovaných checklistů je vidět, že hlavním ergonomickým problémem, který spojuje všechna čtyři pracoviště, je:

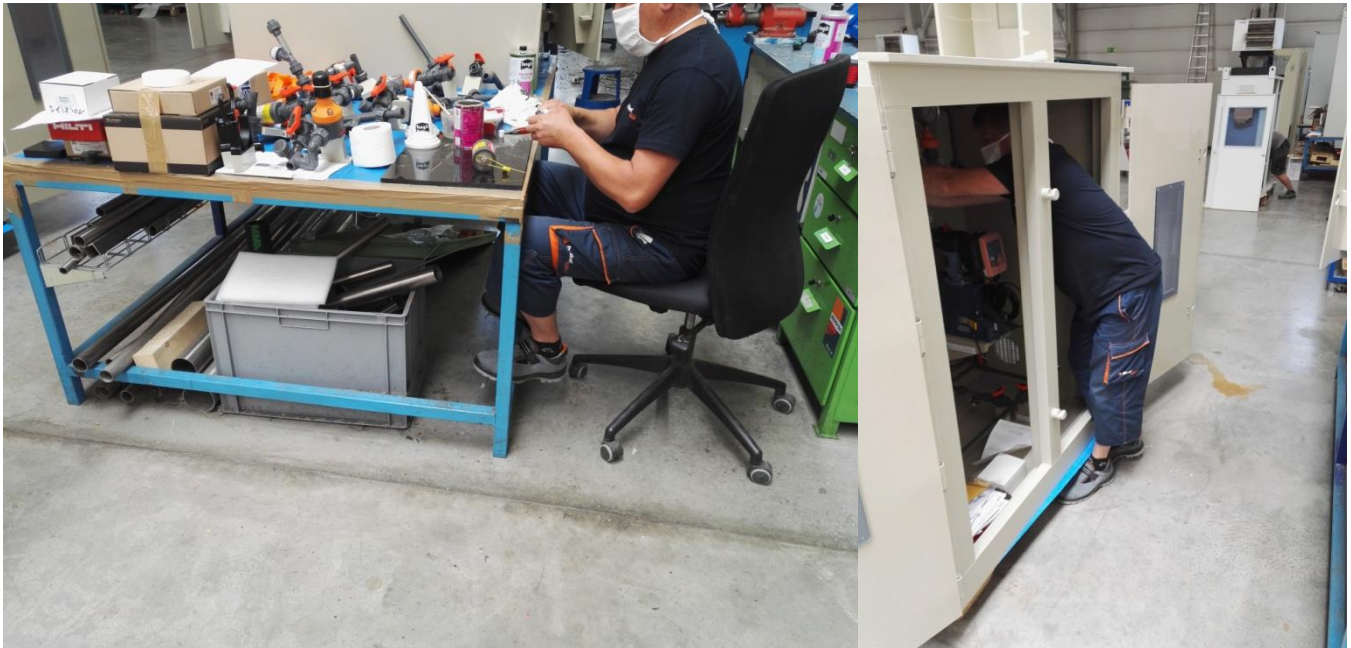
- pracovní místo
- manipulace s předměty
- pracovní polohy a pohyby

V návaznosti na tyto výsledky jsou pracoviště podrobena dalším ergonomickým metodám.

3.2.2 PRACOVIŠTĚ Č. 1

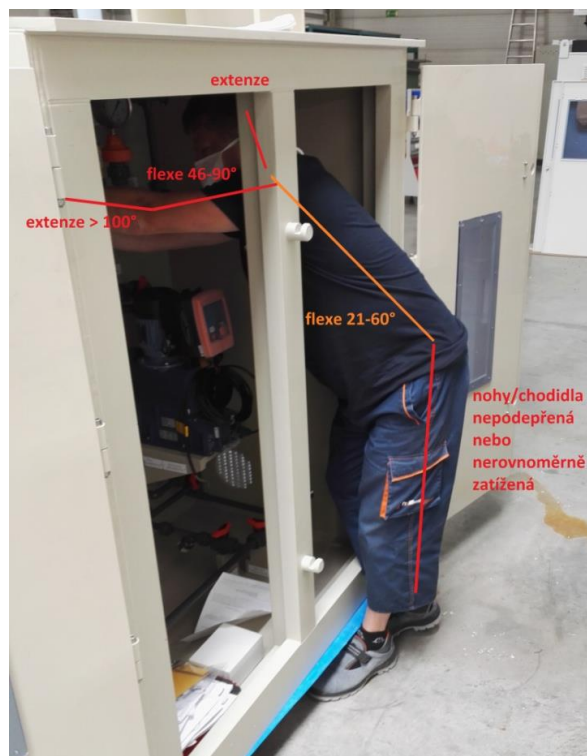
Na tomto pracovišti probíhá příprava pro instalaci a instalace armatur, fittingů, lepení a montování plastového nerezového potrubí. Příprava hlavních komponentů pro dávkovací stanice a rezervní osmózy.

Montážní pracoviště budu zhodnocovat za pomoci dvou ergonomických metod, které jsou vhodné pro posuzování pracovních poloh a pracovního postoje. Použité ergonomické metody jsou metoda RULA a REBA.



Obrázek č. 6 Pracoviště č. 1 (vpravo, kritická pracovní pozice)

3.2.2.1 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY RULA



Obrázek č. 7 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA

Pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 1, pomocí metody RULA, jsem vyhodnotil následovně: pravá paže (flexe > 90°), pravé předloktí (flexe a extenze > 100°), pravé zápěstí (ohnuté zápěstí < + 15°), levá paže (flexe > 90°), levé předloktí (flexe a extenze > 100°), levé zápěstí (ohnuté zápěstí < + 15°), krk (extenze), trup (flexe 21-60°, trup otočený na stranu), skóre nohou (stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla), skóre užívané u svalů (převážně statická poloha u práce např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.), silové – zátěžové skóre (žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly). V tabulce č. 4 jsou ohodnoceny jednotlivé polohy.

Tabulka č. 4 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 1 metodou RULA

Měřená část - celkové body	Poloha/rozsah	Skóre
Pravá paže - +3	Flexe > 90°	3
Pravé předloktí - +2	Flexe a extenze > 100°	2
Pravé zápěstí - +2	Ohnuté zápěstí < + 15°	2
Levá paže - +3	Flexe > 90°	3
Levá předloktí - +2	Flexe a extenze > 100°	2
Levá zápěstí - +2	Ohnuté zápěstí < + 15°	2
Krk - +4	Extenze	4
Trup - +4	Flexe 21—60°	3
	Trup otočený na stranu	1
Skóre nohou - +2	Nohy/chodidla nepodepřená nebo nerovnoměrně zatížená	2
Skóre užívané u svalů - +1	Převážně statická poloha u práce (např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.)	1
Silové - zátěžové skóre - +1	Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly	1

Na základě celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 5, vyplývá, že podle metody RULA pracoviště na přípravu a instalaci armatur, fittingů, lepení a montování plastového nerezového potrubí spadá do kategorie číslo 4. Rozdělení kategorií je následující:

1. kategorie:

Celkové skóre 1 nebo 2 ukazuje, práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.

2. kategorie:

Celkové skóre 3 nebo 4 ukazuje, že je potřeba provést další hodnocení a změny by měly být požadovány.

3. kategorie:

Celkové skóre 5 nebo 6 ukazuje, že je potřeba provést změnu v provádění práce co nejdříve.

4. kategorie:

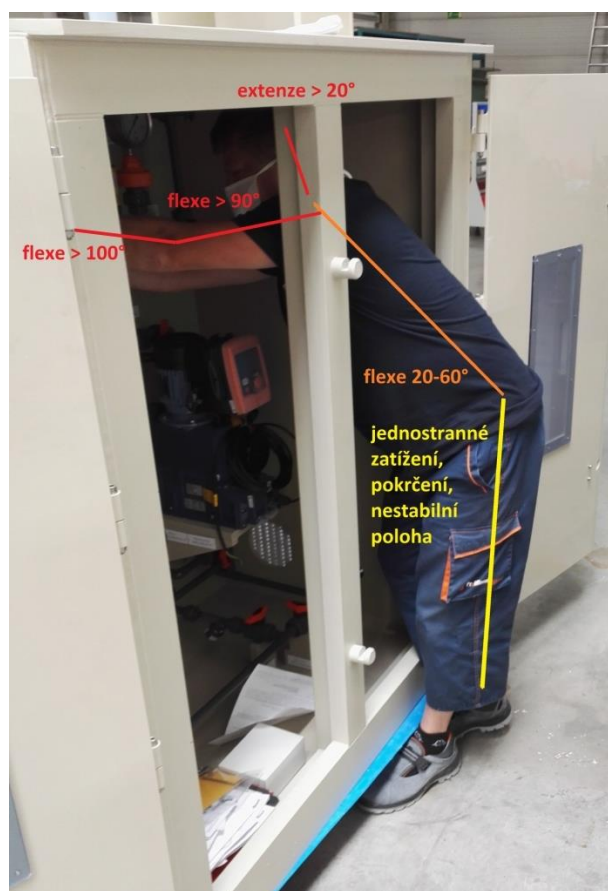
Celkové skóre 7 ukazuje, že změna v provádění práce je nutná okamžitě.

Kategorie pro toto pracoviště říká, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě. Následně z výsledků je vidět, že nejvíce zatěžovanou částí pohybového aparátu jsou paže, trup a krk.

Tabulka č. 5 Vyhodnocení pracoviště č. 1 metodou RULA

Vyhodnocení	
Tabulka A (skóre polohy horní končetiny)	4
Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)	7
Tabulka C (celkové skóre)	7

3.2.2.2 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY REBA



Obrázek č. 8 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA

Pomocí metody REBA jsem pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 1 vyhodnotil následovně: trup (flexe: 20-60°), krk (extenze: > 20°), dolní končetiny (oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení), zátěž/síla (<5 kg), paže (flexe: > 90°), předloktí (flexe: > 100°), zápěstí (flexe: 0-15°), uchopení (dobré, vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení), skóre aktivity (opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min., nespojeno s přecházením). Jednotlivé polohy jsou ohodnoceny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 1 metodou REBA

Hodnocená oblast	Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově
Skupina A				
Trup				
	Flexe: 20—60°	3	Jsou-li záda otočená nebo nakloněná na stranu +1	4
Krk				
	Extenze: > 20°	2		2
Dolní končetiny				
	Jednostranné zatížení, pokrčení, nestabilní poloha	2		2
Zátěž/síla				
	<5 kg	0		0
Skupina B				
Paže				
	Flexe: > 90°	4		4
Předloktí				
	Flexe: > 100°	2		2
Zápěstí				
	Flexe: 0—15°	1		1
Uchopení				
	Dobré (vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení)	0		0
Skupina C				
Skóre aktivity				
	Opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min. (nespojeno s přecházením)	1		1

Z celkového hodnocení tohoto pracovního listu, které je znázorněno v tabulce č. 7 vyplývá, že podle metody REBA pracoviště na přípravu a instalaci armatur, fittingů, lepení a montování plastového nerezového potrubí se řadí do kategorie 4. Rozřazení jednotlivých kategorií je:

- 1. kategorie** – REBA skóre 1. Úroveň rizika je zanedbatelná. Opatření není nutné.
- 2. kategorie** - REBA skóre 2-3. Úroveň rizika je malá. Opatření může být nutné.
- 3. kategorie** - REBA skóre 4-7. Úroveň rizika je střední. Opatření je nutné.
- 4. kategorie** - REBA skóre 8-10. Úroveň rizika je vysoká. Opatření je nutné (co nejdříve).

5. kategorie - REBA skóre 11-15. Úroveň rizika je velmi vysoká. Opatření je nutné (okamžitě).

To znamená, že úroveň rizika je vysoká, opatření je nutné (co nejdříve). Z výsledků je také vidět, že nejvíce zatíženou oblastí je trup, krk a paže.

Tabulka č. 7 Vyhodnocení pracoviště č. 1 metodou REBA

Vyhodnocení	
Skóre A	6
Skóre B	5
Skóre C	6
REBA skóre	8

3.2.3 PRACOVNÍŠTĚ Č. 2

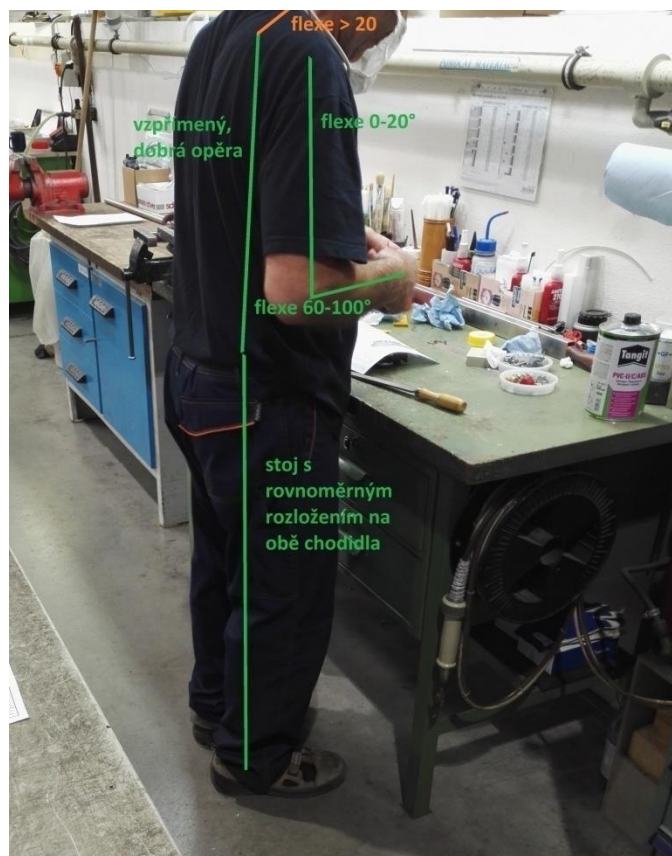
Přípravné pracoviště pro montáž měřících panelů za pomoci pH a ORP sond. Provádí se zde mechanická úprava panelů, svařování PP a PE desek a kompletace dle modelu.

Přípravné pracoviště budu zhodnocovat za pomoci dvou ergonomických metod, které jsou vhodné pro posuzování pracovních poloh a pracovního postoje. Použité ergonomické metody jsou metoda RULA a REBA.



Obrázek č. 9 Pracoviště č. 2

3.2.3.1 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY RULA



Obrázek č. 10 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA

Pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 2, pomocí metody RULA, jsem vyhodnotil následovně: pravá paže (flexe 0-20°, extenze 0-20°), pravé předloktí (Flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), pravé zápěstí (neutrální poloha), levá paže (flexe 0-20°, extenze 0-20°), levé předloktí (flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), levé zápěstí (neutrální poloha) krk (flexe > 20°), trup (vzpřímený, dobrá opěra), skóre nohou (stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla), skóre užívané u svalů (převážně statická poloha u práce např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.), silové – zátěžové skóre (žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly). V tabulce č. 8 jsou ohodnoceny jednotlivé polohy.

Tabulka č. 8 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 2 metodou RULA

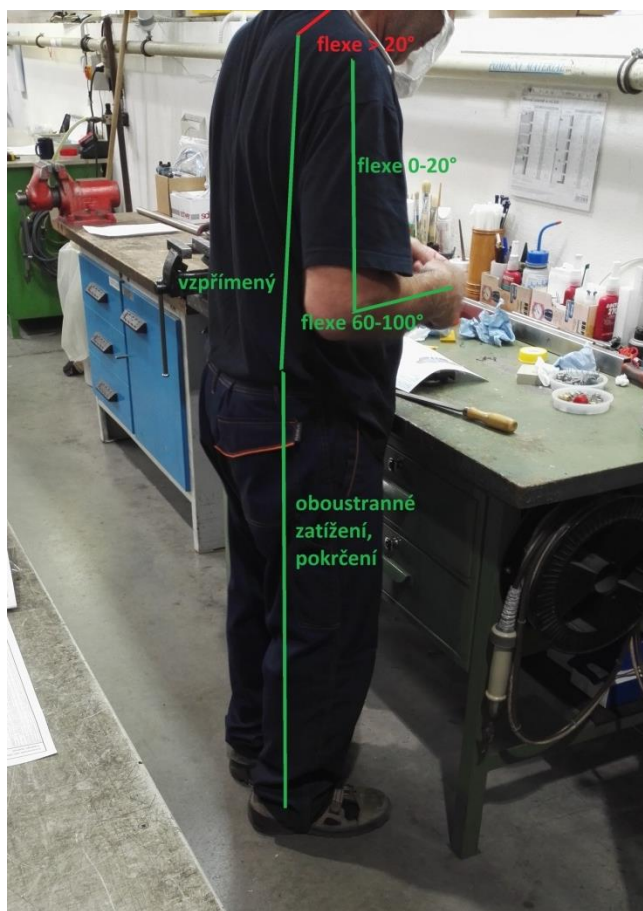
Měřená část - celkové body	Poloha/rozsah	Skóre
Pravá paže - +1	Flexe 0-20°, extenze 0—20°	1
Pravé předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Pravé zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Levá paže - +1	Flexe 0-20°, extenze 0—20°	1
Levá předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Levá zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Krk - +3	Flexe > 20°	3
Trup - +1	Vzpřímený, dobrá opěra	1
Skóre nohou - +1	Stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla	1
Skóre užívané u svalů - +1	Převážně statická poloha u práce (např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.)	1
Silové - zátěžové skóre - +1	Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly	1

Na základě celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 9, vyplývá, že podle metody RULA přípravné pracoviště pro montáž měřících panelů za pomoci pH a ORP sond spadá do kategorie číslo 3. Tato kategorie říká, že je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve. Následně z výsledků je vidět, že nejvíce zatěžovanou částí pohybového aparátu je trup a krk.

Tabulka č. 9 Vyhodnocení pracoviště č. 2 metodou RULA

Vyhodnocení	
Tabulka A (skóre polohy horní končetiny)	2
Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)	3
Tabulka C (celkové skóre)	5

3.2.3.2 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY REBA



Obrázek č. 11 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA

Pomocí metody REBA jsem pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 2 vyhodnotil následovně: trup (vzpřímený), krk (flexe: $> 20^\circ$), dolní končetiny (oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení), zátěž/síla (< 5 kg), paže (flexe: $0-20^\circ$), předloktí (flexe: $60-100^\circ$), zápěstí (flexe: $0-15^\circ$), uchopení (dobré, vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení), skóre aktivity (opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min., nespojeno s přecházením). Jednotlivé polohy jsou ohodnoceny v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 2 metodou REBA

Hodnocená oblast	Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově
Skupina A				
Trup				
	Vzpřímený	1		1
Krk				
	Flexe: > 20°	2		2
Dolní končetiny				
	Oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení.	1		1
Zátěž/síla				
	<5 kg	0		0
Skupina B				
Paže				
	Flexe: 0-20°	1		1
Předloktí				
	Flexe: 60—100°	1		1
Zápěstí				
	Flexe: 0—15°	1		1
Uchopení				
	Dobré (vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení)	0		0
Skupina C				
Skóre aktivity				
	Opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min. (nespojeno s přecházením)	1		1

Z celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 11, vyplývá, že podle metody REBA se přípravné pracoviště pro montáž měřících panelů za pomoci pH a ORP sond řadí do kategorie 2. To znamená, že úroveň rizika je malá, opatření může být nutné. Z výsledků je také vidět, že nejvíce zatíženou oblastí je krk.

Tabulka č. 11 Vyhodnocení pracoviště č. 2 metodou REBA

Vyhodnocení	
Skóre A	1
Skóre B	1
Skóre C	1
REBA skóre	2

3.2.4 PRACOVNÍŠTĚ Č. 3

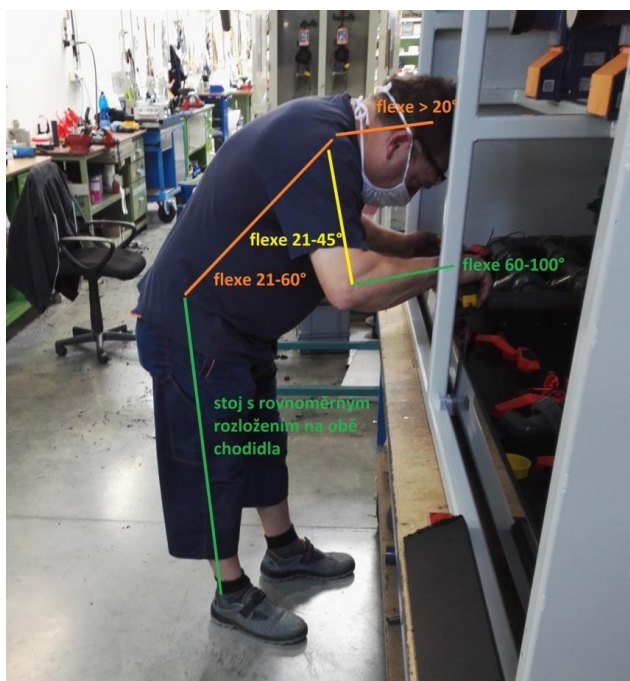
Zde probíhá montáž a kompletace potrubních dílů, které se postupně montují do skříně z černé oceli. Lepení PVC-U/EPDM materiálu, spojování s armaturami a kompletní propojení s dávkovacími čerpadly, napájení na pulzací tlumiče, připojování manometrů a protitlakých ventilů pro regulaci tlaku.

Montážní pracoviště budu zhodnocovat za pomoci dvou ergonomických metod, které jsou vhodné pro posuzování pracovních poloh a pracovního postoje. Použité ergonomické metody jsou metoda RULA a REBA.



Obrázek č. 12 Pracoviště č. 3 (vpravo, kritická pracovní pozice)

3.2.4.1 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY RULA



Obrázek č. 13 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA

Pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 3, pomocí metody RULA, jsem vyhodnotil následovně: pravá paže (flexe 21-45°), pravé předloktí (flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), pravé zápěstí (neutrální poloha), levá paže (flexe 21-45°), levé předloktí (flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), levé zápěstí (neutrální poloha), krk (flexe > 20°), trup (flexe 21-60°), skóre nohou (stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla), skóre užívané u svalů (převážně statická poloha u práce např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.), silové – zátěžové skóre (žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly). V tabulce č. 12 jsou ohodnoceny jednotlivé polohy.

Tabulka č. 12 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 3 metodou RULA

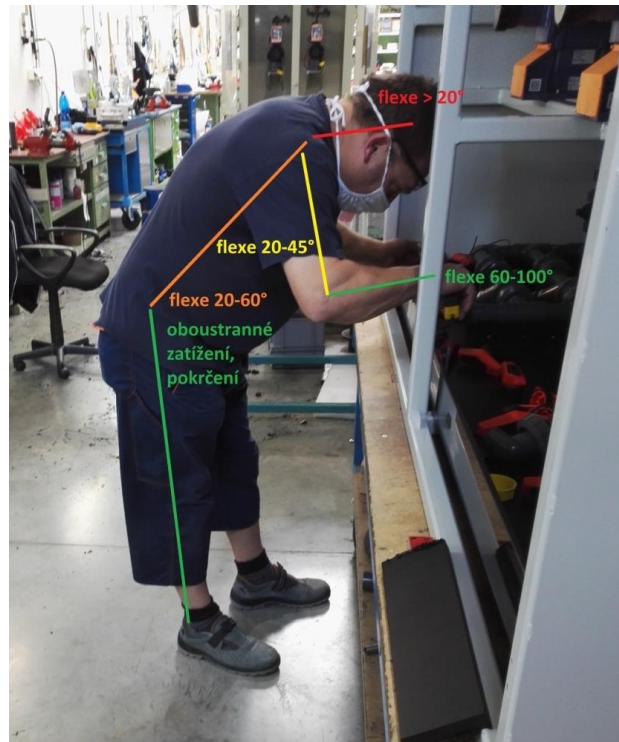
Měřená část - celkové body	Poloha/rozsah	Skóre
Pravá paže - +2	Flexe 21—45°	2
Pravé předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Pravé zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Levá paže - +2	Flexe 21—45°	2
Levá předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Levá zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Krk - +3	Flexe > 20°	3
Trup - +3	Flexe 21—60°	3
Skóre nohou - +1	Stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla	1
Skóre užívané u svalů - +1	Převážně statická poloha u práce (např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.)	1
Silové - zátěžové skóre - +1	Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly	1

Na základě celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 13, vyplývá, že podle metody RULA pracoviště pro montáž a kompletaci potrubních dílů, které se postupně montují do skříně z černé oceli, spadá do kategorie číslo 4. Tato kategorie říká, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě. Následně z výsledků je vidět, že nejvíce zatěžovanou částí pohybového aparátu je trup a krk.

Tabulka č. 13 Vyhodnocení pracoviště č. 3 metodou RULA

Vyhodnocení	
Tabulka A (skóre polohy horní končetiny)	3
Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)	4
Tabulka C (celkové skóre)	7

3.2.4.2 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY REBA



Obrázek č. 14 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA

Pomocí metody REBA jsem pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 3 vyhodnotil následovně: trup (flexe: 20-60°), krk (flexe: > 20°), dolní končetiny (oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení), zátěž/síla (<5 kg), paže (flexe: 20-45°), předloktí (flexe: 60-100°), zápěstí (flexe: 0-15°), uchopení (dobré, vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení), skóre aktivity (opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min., nespojeno s přecházením). Jednotlivé polohy jsou ohodnoceny v tabulce č. 14.

Tabulka č. 14 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 3 metodou REBA

Hodnocená oblast	Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově
Skupina A				
Trup				
	Flexe: 20—60°	3		3
Krk				
	Flexe: > 20°	2		2
Dolní končetiny				
	Oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení.	1		1
Zátěž/síla				
	<5 kg	0		0
Skupina B				
Paže				
	Flexe: 20-45°	2		2
Předloktí				
	Flexe: 60—100°	1		1
Zápěstí				
	Flexe: 0—15°	1		1
Uchopení				
	Dobré (vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení)	0		0
Skupina C				
Skóre aktivity				
	Opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min. (nespojeno s přecházením)	1		1

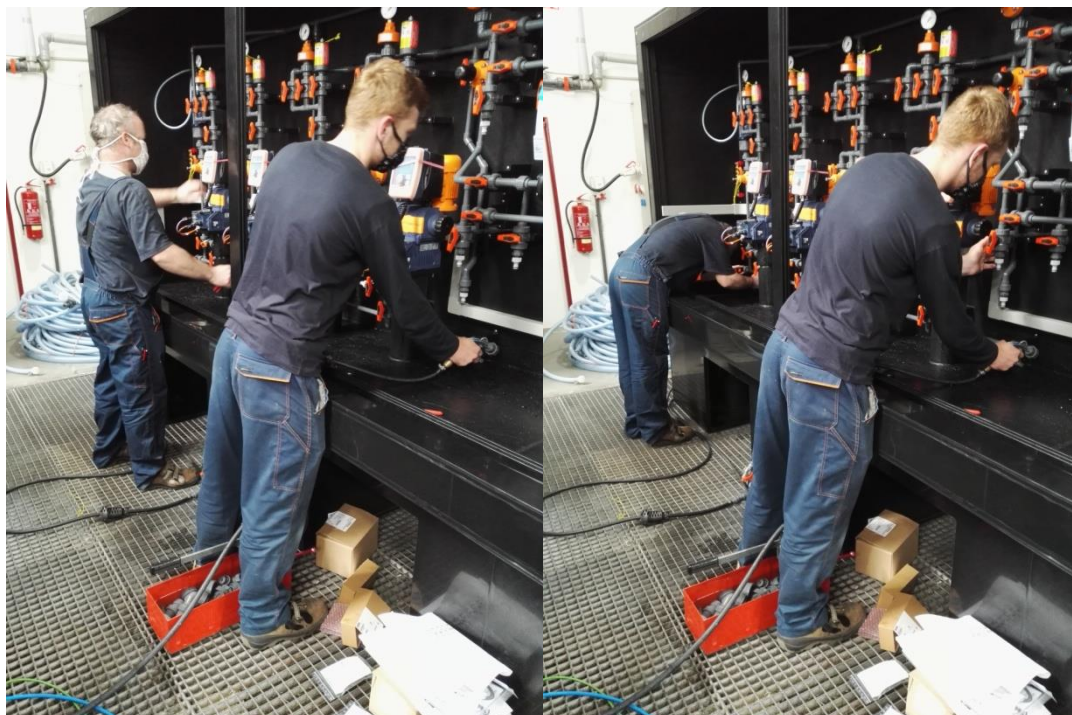
Z celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 15, vyplývá, že podle metody REBA se pracoviště pro montáž a kompletaci potrubních dílů, které se postupně montují do skříně z černé oceli, řadí do kategorie 3. To znamená, že úroveň rizika je střední, opatření je nutné. Z výsledků je také vidět, že nejvíce zatíženou oblastí je trup.

Tabulka č. 15 Vyhodnocení pracoviště č. 3 metodou REBA

Vyhodnocení	
Skóre A	4
Skóre B	1
Skóre C	3
REBA skóre	4

3.2.5 PRACOVISTĚ Č. 4

Zkušební pracoviště, kde pracovník má na starost to, že zařízení opustí halu otestované a funkční. Dochází zde k hydrostatickému testu, kde je potrubí naplněno médiem (městskou vodou), následně natlačováno 10% nad provozní tlak a sledují se změny tlaku v potrubí. Zkoušení funkce čerpadel, dávkování, přečerpání, těsnost celého systému, nastavení pojistných a protitlakových ventilů. Zkouška hlavních komponent jako jsou hladinové sondy, průtokoměr a manometrů.



Obrázek č. 15 Pracoviště č. 4 (vpravo, kritická pracovní pozice)

3.2.5.1 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY RULA



Obrázek č. 16 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA

Pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 4, pomocí metody RULA, jsem vyhodnotil následovně: pravá paže (flexe 46-90°), pravé předloktí (flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), pravé zápěstí (neutrální poloha), levá paže (flexe 46-90°), levé předloktí (flexe 60-100°, paže křížící střednici nebo ven na stranu), levé zápěstí (neutrální poloha), krk (flexe 10-20°, otočený krk, krk nakloněný na stranu), trup (flexe > 60°), skóre nohou (stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla), skóre užívané u svalů (převážně statická poloha u práce např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.), silové – zátěžové skóre (žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly). V tabulce č. 16 jsou ohodnoceny jednotlivé polohy.

Tabulka č. 16 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 4 metodou RULA

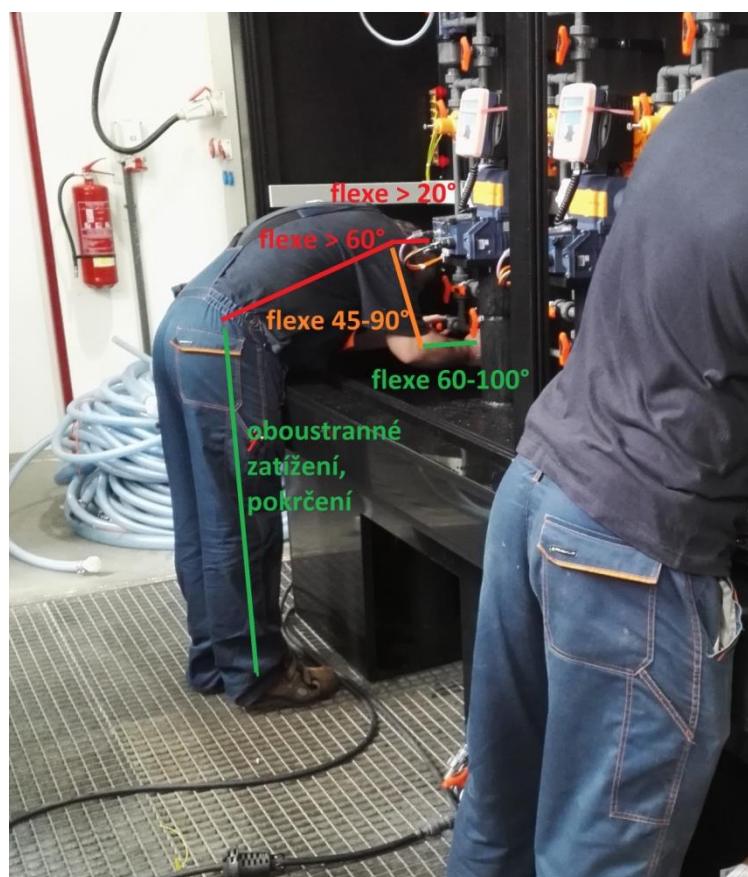
Měřená část - celkové body	Poloha/rozsah	Skóre
Pravá paže - +3	Flexe 46—90°	3
Pravé předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Pravé zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Levá paže - +3	Flexe 46—90°	3
Levá předloktí - +2	Flexe 60—100°	1
	Paže křížící střednici nebo ven na stranu	1
Levá zápěstí - +1	Neutrální poloha	1
Krk - +4	Flexe 10—20°	2
	Otočený krk	1
	Krk nakloněný na stranu	1
Trup - +4	Flexe > 60°	4
Skóre nohou - +1	Stoj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla	1
Skóre užívané u svalů - +1	Převážně statická poloha u práce (např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.)	1
Silové - zátěžové skóre - +1	Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly	1

Na základě celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 17, vyplývá, že podle metody RULA zkušební pracoviště, kde dochází k hydrostatickému testu, spadá do kategorie číslo 4. Tato kategorie říká, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě. Následně z výsledků je vidět, že nejvíce zatěžovanou částí pohybového aparátu je trup a krk.

Tabulka č. 17 Vyhodnocení pracoviště č. 4 metodou RULA

Vyhodnocení	
Tabulka A (skóre polohy horní končetiny)	3
Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)	7
Tabulka C (celkové skóre)	7

3.2.5.2 VYHODNOCENÍ POMOCÍ METODY REBA



Obrázek č. 17 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA

Pomocí metody REBA jsem pracovní postoj pracovníka v kritické poloze na pracovišti č. 4 vyhodnotil následovně: trup (flexe: $> 60^\circ$), krk (flexe: $> 20^\circ$), dolní končetiny (oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení), zátěž/síla (< 5 kg), paže (flexe: $45-90^\circ$), předloktí (flexe: $60-100^\circ$), zápěstí (flexe: $0-15^\circ$), uchopení (dobré, vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení), skóre aktivity (opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min., nespojeno s přecházením). Jednotlivé polohy jsou ohodnoceny v tabulce č. 18.

Tabulka č. 18 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 4 metodou REBA

Hodnocená oblast	Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově
Skupina A				
Trup				
	Flexe: > 60°	4		4
Krk				
	Flexe: > 20°	2	Je-li krk otočený nebo nakloněný na stranu: +1	3
Dolní končetiny				
	Oboustranné zatížení, přecházení, pokrčení nebo sezení.	1		1
Zátěž/síla				
	<5 kg	0		0
Skupina B				
Paže				
	Flexe: 45—90°	3		3
Předloktí				
	Flexe: 60—100°	1		1
Zápěstí				
	Flexe: 0—15°	1		1
Uchopení				
	Dobré (vhodné rukojeti, střední síla nutná k uchopení)	0		0
Skupina C				
Skóre aktivity				
	Opakující se činnost malého rozsahu více než 4 za min. (nespojeno s přecházením)	1		1

Z celkového hodnocení tohoto pracovního listu, znázorněného v tabulce č. 19, vyplývá, že podle metody REBA se zkušební pracoviště, kde dochází k hydrostatickému testu, řadí do kategorie 3. To znamená, že úroveň rizika je střední, opatření je nutné. Z výsledků je také vidět, že nejvíce zatíženou oblastí je trup a krk.

Tabulka č. 19 Vyhodnocení pracoviště č. 4 metodou REBA

Vyhodnocení	
Skóre A	6
Skóre B	3
Skóre C	6
REBA skóre	7

3.2.6 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ ANALYZOVANÝCH ČINNOSTÍ

Z tabulky č. 20, kde je znázorněné celkové zhodnocení analyzovaných činností, lze vyčíst, jaké polohy jsou z hlediska zatížení pohybového aparátu nejrizikovější.

Tabulka č. 20 Celkové zhodnocení analyzovaných činností

Celkové zhodnocení analyzovaných činností				
	Pracoviště č. 1	Pracoviště č. 2	Pracoviště č. 3	Pracoviště č. 4
Metoda RULA				
Tabulka A (skóre polohy horní končetiny)	4	2	3	3
Tabulka B (skóre postavení krku, trupu a nohou)	7	3	4	7
Tabulka C (celkové skóre)	7	5	7	7
Metoda REBA				
Skóre A	6	1	4	6
Skóre B	5	1	1	3
Skóre C	6	1	3	6
REBA skóre	8	2	4	7

Dle metody RULA, v tabulce C, která znázorňuje celkové skóre, je vidět, že všechna pracoviště jsou riziková. Nejvyšší hodnota se u všech pracovišť vyskytuje v tabulce B, což znamená, že největší zatížení je v postavení krku, trupu a nohou. Po jednotlivém zhodnocení všech pracovních listů metody RULA lze zjistit, že na všech pracovištích je nejvíce zatížený krk a trup.

Dle metody REBA, a jejího REBA skóre lze vidět, že tři ze čtyř pracovišť vyžadují nutně opatření, jelikož úroveň rizika je střední až vysoká. Nejvyšší hodnoty se vyskytují ve skóre A. To znamená, že nejvíce zatížené části jsou trup, krk a dolní končetiny. Následně ze zhodnocení jednotlivých pracovních listů metody REBA vyplývá, že všechna pracoviště mají nejvíce zatížený trup.

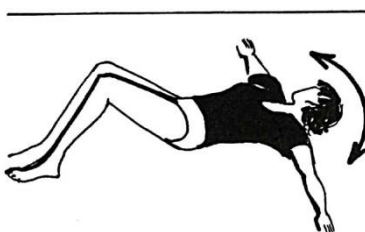
3.3 CVIČEBNÍ PLÁN

Na základě výsledků z ergonomického hodnocení činností jednotlivých pracovišť, ze kterého vyplývá, že na všech čtyřech pracovištích je nejvíce zatížené trup a krk, bude kompenzační cvičební plán zaměřen na uvolnění a protažení krčního a zádového svalstva. Cvičební plán se bude skládat s následujícími cviky:

Cvik č. 1

Základní poloha: lež pokrčmo, upažit

V lehu otočit hlavu vlevo do krajní polohy. Během rotace nesmí být současně prováděn úklon nebo záklon hlavy. Při zvětšené bederní lordóze je vhodné pokrčit dolní končetiny a chodidla opřít o podložku. Rotace se provádí vpravo i vlevo.



Obrázek č. 18 Cvik č. 1 (Levitová, Hošková, 2015)

Cvik č. 2

Základní poloha: lež pokrčmo, ruce v týl

Provést předklon hlavy, lokty směřují vpřed, brada směřuje do hrdelní jamky. Předklon je nutno provést tak, že brada opisuje oblouk a přibližuje se k hrdelní jamce. Nesmí docházet takzvanému přesunu brady, při kterém je pohyb zahájen vysunutím brady vpřed. Cvikem se rovněž protahují svaly v oblasti šíje.



Obrázek č. 19 Cvik č. 2 (Levitová, Hošková, 2015)

Cvik č. 3

Základní poloha: lež, skrčit vzpažmo pravou, pravou dlaní na levý spánek

V lehu položit pravou ruku k levému spánku a mírným tahem uklánět hlavu vpravo. Během úklonu nesmí docházet k záklonu ani rotaci hlavy. Musí být proveden velmi pomalu a nesmí bolet. Cvik se provádí symetricky i na opačnou stranu.

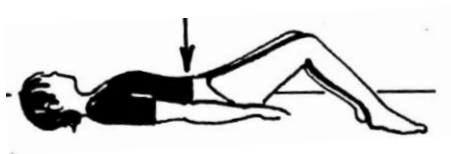


Obrázek č. 20 Cvik č. 3 (Levitová, Hošková, 2015)

Cvik č. 4

Základní poloha: lež pokrčmo, připažit

V lehu pokrčmo s aktivním stahem hýždí ve výdechu podsadit pánev a tlačit bedra k podložce. S nádechem uvolnit.



Obrázek č. 21 Cvik č. 4 (Levitová, Hošková, 2015)

Cvik č. 5

Základní poloha: sed mírně roznožný pokrčmo, pokrčit před pažemi (lokty dolů)

V mírně rozloženém sedu s výdechem provést rovný předklon a zároveň tlačit lokty k podložce. S nádechem dochází k uvolnění a vrácení do základní polohy.



Obrázek č. 22 Cvik č. 5 (Levitová, Hošková, 2015)

Cvik č. 6

Základní poloha: vzpor klečmo (hlava v prodloužení trupu)

Ve vzporu klečmo, provést spor klečmo ohnutě. Pohyb zahájit podsazení pánve a stažení hýžd'ových svalů, dále pak ohnutě obratel po obratli. Brada směřuje do hrdelní jamky. Cviky ukončen vytažením z ramen. Návrat do základní polohy opět rolováním obratle po obratli. V základní poloze nezaklánět hlavu, neprohýbat v bedrech a nepropadat mezi lopatkami.



Obrázek č. 23 Cvik č. 6 (Levitová, Hošková, 2015)

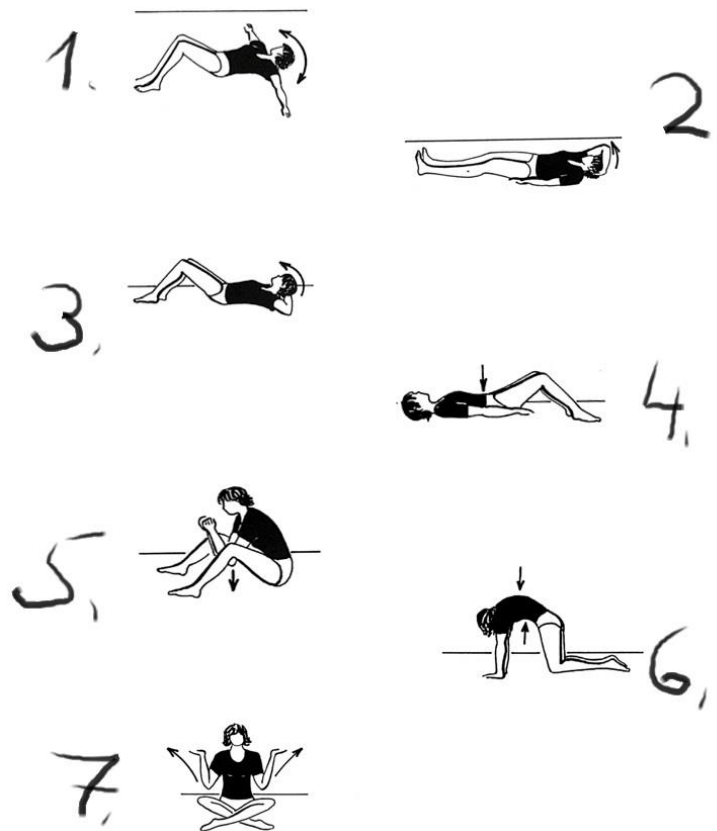
Cvik č. 7

Základní poloha: sed zkřížený skrěmo, pokrčit upažmo, předloktí vzhůru, dlaně vzhůru

S výdechem dochází ke stahu lopatek k sobě a dolů. Následně s nádechem dojde k uvolnění a vrácení do základní polohy.



Obrázek č. 24 Cvik č. 7 (Levitová, Hošková, 2015)



Cvik č. 1

Základní poloha: lež pokrčmo, upažit

V lehu otočit hlavu vlevo do krajní polohy. Během rotace nesmí být současně prováděn úklon nebo zklon hlavy. Při zvláště bederní lordóze je vhodné pokrčít dolní končetiny a chodidla opřít o podložku. Rotace se provádí vpravo i vlevo.

Cvik č. 2

Základní poloha: lež pokrčmo, ruce v tyči

Provést předklon hlavy, lokty směřují vprádo, brada směřuje do hrdeční jamky. Předklon je nutno provést tak, že brada opisuje oblouk a přibližuje se k hrdeční jamce. Nesmí docházet takzvanému přesunu brady, při kterém je pohyb zahájen vyvnutím brady vprádo. Cvikem se rovněž protahují svaly v oblasti šíje.

Cvik č. 3

Základní poloha: lež, skřížít vzpažmo pravou, pravou dlaní na levý spánek

V lehu položit pravou ruku k levému spánku a mírným tahem ukládat hlavu vpravo. Během úklonu nesmí docházet k zklonu ani rotaci hlavy. Měl by být proveden velmi pomalu a nesmí bolet. Cvik se provádí symetricky i na opačnou stranu.

Cvik č. 4

Základní poloha: lež pokrčmo, připažit

V lehu pokrčmo a aktivním vztahem hýždí ve výdechu podsatit pánev a tlačit bedra k podložce. S nádechem uvolnit.

Cvik č. 5

Základní poloha: sed mírně roznožný pokrčmo, pokrčít před pažemi (lokty dolů)

V mírně rozloženém sedu s výdechem provést rovný předklon a zároveň tlačit lokty k podložce. S nádechem dochází k uvolnění a vrácení do základní polohy.

Cvik č. 6

Základní poloha: vzpor klečmo (hlava v prodloužení trupu)

Ve vzporu klečmo, provést spor klečmo ohnutí. Pohyb zahájit podsatím pánve a stažení mzdových svalů. Dále pak ohnuté obrátit po obrátí. Brada směřuje do hrdeční jamky. Cviky ukončen vytažením z ramen. Návrat do základní polohy opět rolováním obrátit po obrátí. V základní poloze ne zaklánět hlavu, ne protýbat v bedrech a nepropadat mezi lopatkami.

Cvik č. 7

Základní poloha: zklíněný skřížmo, pokrčít upažmo, předlokti vzhůru, dlaně vzhůru

S výdechem dochází ke vztahu lopatek k sobě a dolů. Následně s nádechem dojde k uvolnění a vrácení do základní polohy.

Poznámky k cvičení:

S výdechem se dostáváme do konečné polohy.

V této poloze vydržíme 10-30 sekund.

Při cvičení nesmíme nikdy cítit bolest.

Každý cvik je prováděn 3x.

Obrázek č. 25 Cvičební plán pro zaměstnance

4 DISKUZE

Cílem diplomové práce bylo identifikovat a analyzovat za pomoci ergonomické analýzy pracovní činnosti, které jsou nejrizikovější z hlediska zatížení pohybového aparátu. Jelikož je obor ergonomie pro mě oborem novým, bylo nutné za pomoci odborné literatury, která byla vypůjčena ze Studijní a vědecké knihovny Plzeňského kraje, a komunikace s odbornou asistentkou mé diplomové práce, zlepšit můj přehled o dané problematice. Ergonomie v sobě ukrývá široké spektrum zaměření. Je úzce spjata s prevencí, proto je vhodným tématem pro diplomovou práci na oboru Pedagogika pohybové prevence.

Je důležité si uvědomit, že výzkum byl prováděn v hale s konkrétním zaměřením a na konkrétních pracovních činnostech. Nelze tedy výsledky aplikovat na jakoukoliv montážní práci. Jedná se o "měření na míru". V reakci na výsledky tohoto měření, je vytvořený kompenzační cvičební plán. Výzkum probíhal v montážní hale číslo 401 firmy Prominent Systems, která se nachází v Blovicích. Jednalo se o čtyři pracovní místa, která byla podrobena ergonomické analýze. Jako metody byly vybrány tři ergonomické checklisty a ergonomické metody RULA a REBA. Z široké škály ergonomických checklistů byly vybrány „Checklist pro základní ergonomická rizika“, „Checklist pro identifikace rizik související s lokální svalovou zátěží“ a „Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu“. Tyto konkrétní tři checklisty byly vybrány záměrně, jelikož na základě pozorování se vyloučily zaměření ostatních checklistů. Nebyl tedy například využit checklist pro design pracovního nástroje, jelikož to nevede k cíli a úkolům diplomové práce. Výsledky těchto checklistů ukázaly, že analyzovaná pracovní místa mají několik společných problémů. Jedná se o problémy s manipulací s předměty a hlavně o problémy pracovních poloh a pohybu. Následně byly vybrány metody RULA a REBA. Mohlo se využít více metod nebo úplně jiné metody. Avšak tyto metody se jeví jako nejlepší varianta, jelikož jsou si velmi podobné, dostaneme tedy 2 výsledky na jednu stejnou měřenou oblast. To vede k detailnější analýze jednotlivých činností. Výsledky těchto metod ukázaly, že pracovní činnosti vykonávané na vybraných pracovních místech mají negativní vliv a měly by být změněny. Toto doporučení může vedení firmy využít, ke změně pracovních činností na hale číslo 401. Výsledky také ukázaly, že nejvíce zatížená část pohybového aparátu na všech čtyřech pracovištích je trup a krk. Z tohoto důvodu je vytvořený kompenzační cvičební plán zaměřený na protažení a uvolnění krčních a zádových svalů. Jelikož tato hala

pracuje na projektech, které jsou tvořeny dle požadavků zákazníků, je možné, že kompenzační cvičební plán, který byl vytvořen na projekt v době měření pro diplomovou práci, nebude za čtvrt roku tak užitečný. Jelikož v hale bude nový projekt, s novým zásobníkem pracovních činností, které musí zaměstnanci vykonávat. Tato práce by se dala případně využít k porovnání zatížení pohybového aparátu na různých projektech v této hale.

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo identifikovat a analyzovat pracovní činnosti, které jsou nejrizikovější z pohledu zatížení pohybového aparátu. Analýza pracovních činností byla prováděna pomocí ekonomických metod RULA a REBA. Následně byl navrhnout kompenzační cvičební plán pro prevenci zdravotních problémů, či k nápravě zdravotních problémů, které se již dříve vyskytly.

Analýza byla prováděna ve firmě ProMinent Systems spol. s r. o. V rámci analýzy byla analyzována čtyři pracovní místa v montážní a zkušební hale. Jednalo se o halu číslo 401. Pracovní místa byla podrobena hned několika ergonomickým analýzám. Využity byly ergonomické checklisty a ergonomické metody RULA a REBA.

Na hale proběhlo celkové pozorování všech pracovních míst. Na základě tohoto pozorování byla vybrána čtyři pracovní místa, která byla podrobena ergonomickým analýzám. Využity byly tři ergonomické checklisty, „Checklist pro základní ergonomická rizika“, „Checklist pro identifikace rizik související s lokální svalovou zátěží“ a „Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu“. Z výsledku těchto checklistů bylo zřejmé, že všechna pracovní místa mají společný ergonomický problém. Tímto problémem byly pracovní polohy a pohyby. V reakci na tyto výsledky byla místa opět pozorována a identifikovala se kritická pracovní činnost na každém z těchto míst. Tato činnost byla následně analyzována pomocí ergonomických metod RULA a REBA. Výsledky analýz ukázaly, že činnost na pracovních místech by měla být změněna, jelikož má negativní vliv na pohybový aparát zaměstnanců. Nejvíce zatíženou částí pohybového aparátu na všech čtyřech pracovních místech byl trup a krk. Byl tady vytvořen kompenzační cvičební plán na uvolnění a protažení těchto nejvíce zatížených částí.

Cíl a úkoly práce byly splněny. Kompenzační cvičební plán, mohou využít všichni zaměstnanci na hale číslo 401. Tento plán jim může pomoci v prevenci, či v odstranění problémů s pohybovým aparátem. Dále z výsledků této analýzy může samotná firma učinit změny pracovních míst a činností. Touto analýzou jsem si prohloubil své znalosti v odvětví, na které je tento studijní obor vytvořen. Bylo zajímavé vidět a zjistit, jakým podmínkám musí být zaměstnanci vystaveni. Dá se říct, že pracovních činností je neomezené množství, jelikož zaměstnanci vykonávají spoustu pracovních aktivit za různých pracovních podmínek.

6 RESUMÉ

Diplomová práce je zaměřena na identifikaci a analýzu pracovních činností, které jsou nejrizikovější z pohledu zatížení pohybového aparátu. Výzkumný soubor tvořila čtyři pracovní místa ve firmě ProMinent Systems spol. s r. o. V hale proběhlo celkové pozorování činností, na základě tohoto pozorování byla vybrána čtyři pracovní místa. Na pracovní místa byly aplikovány ergonomické checklisty. V reakci na výsledky z ergonomických checklistů byly stanoveny kritické činnosti na každém pracovním místě. Kritická činnost na každém pracovišti byla podrobena analýze pomocí ergonomické metody RULA a REBA. Výsledky ukázaly, že všechny analyzované pracovní činnosti mají negativní vliv na zaměstnance a jejich pohybový aparát. Nejvíce ovlivněna část pohybového aparátu je trup a krk. Následně byl vytvořen kompenzační cvičební plán, který je zaměřen právě na nejvíce poškozené části pohybového aparátu.

7 SUMMARY

This Diploma Thesis is focused at identifying and analysing the work activities that are most risky from the perspective of the motion apparatus load. The research included four working places at ProMinent Systems. There was a total observation of all activities in the hall and four working places have been selected based on this. Ergonomic checklists were applied to the working posts. In response to the results from the ergonomic checklists, critical activities at each work site were determined. Critical activity in each workplace was analysed using the RULA and REBA ergonomic method. The results showed that all analysed work activities have a negative effect on employees and their mobility apparatus. Most affected part of the motion apparatus are torso and neck. A compensatory exercise plan was subsequently created, targeting precisely the most damaged parts of the mobility apparatus.

8 SEZNAM LITERATURY

Bartůňková, S. (2006). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: Učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum.

Boulaz, I. (2018). *Ergonomics and space*. Brno: Mendel University in Brno.

Budík, J., & Halaxa, V. (1984). *Ergonomie ve strojírenství: Určeno pro posl. fak. strojní*. Praha: SNTL.

Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení: Uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada.

Dobšák, P. (2009). *Klinická fyziologie tělesné zátěže: Vybrané kapitoly pro bakalářské studium fyzioterapie*. Brno: Masarykova univerzita.

Doherty, A. H., Ghalambor, C. K., & Donahue, S. W. (2015). Evolutionary Physiology of Bone: Bone Metabolism in Changing Environments. *Physiology*, 30(1), 17-29.

doi:10.1152/physiol.00022.2014

Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.

Fiala, P., Valenta, J., & Eberlová, L. (2015). *Stručná anatomie člověka*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.

Gilbertová, S., & Matoušek, O. (2002). *Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada.

Grim, M., & Druga, R. (2019). *Základy anatomie, 1. obecná anatomie a pohybový systém*. Praha: Galén.

Hlávková, J., & Valečková, A. (2007). *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: Metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav.

Homolka, J. (2001). *Pneumologie*. Praha: Galén.

- Hudák, R., Kachlík, D., Balko, J., & Zavázalová, Š. (2017). *Memorix anatomie*. Praha: Triton.
- Chal, J., & Pourquié, O. (2017). *Making muscle: skeletal myogenesis in vivo and in vivo*. *Development* (Cambridge, England), 144(12), 2104-2122.
- Chundela, L. (1984). *Ergonomie v praxi*. Praha: Práce.
- Jankovský, M., Ferenčík, M., Allman, M., & Dvořák, J. (2017). *Ergonomie a hygiena práce v lesnictví*. V Praze: Česká zemědělská univerzita.
- Kočíš, J. (2012). *Poranění páteře*. Praha: Galén.
- Levitová, A., & Hošková, B. (2015). *Zdravotně-kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing.
- Mates, M., Kala, P., & Červinka, P. (2016). *Koronární cirkulace*. Praha: Maxdorf.
- Mourek, J. (2012). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů* (2. dopl. vyd). Praha: Grada.
- Naňka, O., & Elišková, M. (2015). *Přehled anatomie*. Praha: Galén.
- Parker, S., & Winston, R. M. (2007). *Lidské tělo*. V Praze: Euromedia Group - Knižní klub.
- Pirk, J. (2019). *Kardiochirurgie*. Praha: Maxdorf.
- Pokorný, V. (2002). *Traumatologie*. Praha: Triton.
- Pospíšilová, B., & Procházková, O. (2010). *Anatomie pro bakaláře I: Obecná anatomie, systémy pohybové a orgánové*. Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- Rokyta, R. (2016). *Fyziologie*. Praha: Galén.
- Rónay, E., & Sláma, O. (1989). *Ergonómia a bezpečnosť pri práci v lesnom hospodárstve*. Bratislava: Príroda.
- Rubínová, D. (2006). *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM.

Sláma, O. (1994). *Obecná a školská ergonomie: Určeno pro posl. Pedag. fakulty Univ. Palackého*. Olomouc: Univerzita Palackého.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č. 1 Pracovní list metody RULA (Hlávková, 2007)	10
Obrázek č. 2 Tabulky hodnocení metody RULA (Hlávková, 2007)	11
Obrázek č. 3 Pracovní list metody REBA (Hlávková, 2007).....	12
Obrázek č. 4 Tabulky hodnocení metody REBA (Hlávková, 2007)	13
Obrázek č. 5 Montážní a zkušební hala č. 401	39
Obrázek č. 6 Pracoviště č. 1 (vpravo, kritická pracovní pozice)	44
Obrázek č. 7 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA	44
Obrázek č. 8 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA	47
Obrázek č. 9 Pracoviště č. 2	49
Obrázek č. 10 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA	50
Obrázek č. 11 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA	52
Obrázek č. 12 Pracoviště č. 3 (vpravo, kritická pracovní pozice)	54
Obrázek č. 13 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA	55
Obrázek č. 14 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA	57
Obrázek č. 15 Pracoviště č. 4 (vpravo, kritická pracovní pozice)	59
Obrázek č. 16 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody RULA	60
Obrázek č. 17 Hodnocení pracovní pozice pomocí metody REBA	62
Obrázek č. 18 Cvik č. 1 (Levitová, Hošková, 2015)	65
Obrázek č. 19 Cvik č. 2 (Levitová, Hošková, 2015)	65
Obrázek č. 20 Cvik č. 3 (Levitová, Hošková, 2015)	66
Obrázek č. 21 Cvik č. 4 (Levitová, Hošková, 2015)	66
Obrázek č. 22 Cvik č. 5 (Levitová, Hošková, 2015)	66
Obrázek č. 23 Cvik č. 6 (Levitová, Hošková, 2015)	67
Obrázek č. 24 Cvik č. 7 (Levitová, Hošková, 2015)	67
Obrázek č. 25 Cvičební plán pro zaměstnance.....	68
Tabulka č. 1 Checklist pro základní ergonomická rizika	40
Tabulka č. 2 Checklist pro identifikaci rizik související s lokální svalovou zátěží.....	41
Tabulka č. 3 Checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa s ohledem na onemocnění pohybového aparátu.....	42
Tabulka č. 4 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 1 metodou RULA.....	45

Tabulka č. 5 Vyhodnocení pracoviště č. 1 metodou RULA	46
Tabulka č. 6 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 1 metodou REBA	48
Tabulka č. 7 Vyhodnocení pracoviště č. 1 metodou REBA.....	49
Tabulka č. 8 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 2 metodou RULA.....	51
Tabulka č. 9 Vyhodnocení pracoviště č. 2 metodou RULA	51
Tabulka č. 10 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 2 metodou REBA	53
Tabulka č. 11 Vyhodnocení pracoviště č. 2 metodou REBA.....	53
Tabulka č. 12 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 3 metodou RULA.....	56
Tabulka č. 13 Vyhodnocení pracoviště č. 3 metodou RULA	56
Tabulka č. 14 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 3 metodou REBA	58
Tabulka č. 15 Vyhodnocení pracoviště č. 3 metodou REBA.....	58
Tabulka č. 16 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 4 metodou RULA.....	61
Tabulka č. 17 Vyhodnocení pracoviště č. 4 metodou RULA	61
Tabulka č. 18 Vyplněné hodnoty pracovního listu pro pracoviště č. 4 metodou REBA	63
Tabulka č. 19 Vyhodnocení pracoviště č. 4 metodou REBA.....	63
Tabulka č. 20 Celkové zhodnocení analyzovaných činností.....	64