



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

## MODERNÍ METODY PRO POSUZOVÁNÍ ERGONOMIE PRACOVIŠŤ

MODERN METHODS FOR ASSESSING WORKPLACE ERGONOMICS

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Pekařová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.

BRNO 2023



## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky  
Student: **Jana Pekařová**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojního inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.**  
Akademický rok: 2022/2023

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### MODERNÍ METODY PRO POSUZOVÁNÍ ERGONOMIE PRACOVÍŠŤ

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

V rámci bakalářské práce bude provedena rešeršní činnost v oblasti posuzování ergonomie. Na základě rešerše bude posouzena ergonomie vybraného pracoviště a vyvozeny závěry.

#### **Cíle bakalářské práce:**

Zhodnocení současného stavu poznání v oblasti ergonomie pracovišť.  
Zhodnocení vybraného pracoviště.  
Vlastní závěry a zhodnocení dosažených výsledků.  
Doporučení pro praxi.

#### **Seznam doporučené literatury:**

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.  
HIRANO, Hiroyuki, Makoto FURUYA a Norman BODEK. JIT is Flow: Practice and Principles of Lean Manufacturing: Practice and Principles of Lean Manufacturing. PCS Press, 2006. ISBN 9780971243613. Dostupné také z:  
<https://books.google.cz/books?id=zRRAAAAACAAJ>  
CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku  
2022/23

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce je zhodnocení současného stavu poznání v oblasti ergonomie pracovišť. Na základě teoretické části posoudit pracoviště na Masarykově onkologickém ústavu metodou RULA. Následuje vyhodnocení a doporučení pro praxi.

## **ABSTRACT**

The aim of the bachelor's thesis is an assessment of the current state of knowledge in the field of workplace ergonomics. Based on the theoretical part, the assessment of Masaryk Memorial Cancer Institute workplace using RULA method is processed. Evaluation and recommendations for practice follow.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ergonomie, metoda RULA, pracoviště, hodnocení rizik

## **KEYWORDS**

Ergonomics, RULA method, workplace, risk assessment



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

PEKAŘOVÁ, Jana. Moderní metody pro posuzování ergonomie pracovišť. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140268>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Zdeněk Tůma.





## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením Ing. Zdeňka Tůmy, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26.5.2023

.....  
Pekařová Jana



# OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ V OBLASTI ERGONOMIE PRACOVÍŠŤ .....</b>	<b>14</b>
2.1 Cíle ergonomie .....	14
2.2 Historie ergonomie .....	14
2.3 Přehled nejdůležitějších kritérií a parametrů ergonomického hodnocení pracovních systémů .....	15
2.4 Pracovní polohy .....	17
2.5 Používané metody v ergonomii .....	17
2.5.1 NIOSH Lifting .....	18
2.5.2 WISHA Lifting Calculator .....	18
2.5.3 RULA .....	19
2.5.4 REBA .....	20
2.5.5 OWAS .....	21
2.5.6 EAWS .....	23
2.5.7 Srovnání metod .....	24
2.6 Softwarová podpora ergonomie .....	24
2.6.1 Process Simulate Human .....	24
2.6.2 Jack .....	25
2.6.3 Mobilní aplikace .....	26
<b>3 POPIS PRACOVÍŠTĚ A VYHODNOCENÍ PRACOVNÍCH POLOH .....</b>	<b>27</b>
3.1 Neprůchozí místnost .....	27
3.1.1 Výhody pracoviště .....	28
3.1.2 Nevýhody pracoviště .....	29
3.2 Průchozí místnost .....	30
3.2.1 Výhody pracoviště .....	31
3.2.2 Nevýhody pracoviště .....	31
3.3 Vyhodnocování pracovních poloh .....	32
<b>4 DOPORUČENÍ PRO PRAXI .....</b>	<b>37</b>
4.1 Obecná doporučení pro pracovníky .....	37
4.1.1 Práce s počítačem .....	37
4.1.2 Nastavení židle .....	37
4.1.3 Nastavení výšky stolu .....	37
4.2 Doporučení pro snížení RULA skóre .....	38
4.3 Návrhy místností .....	39

4.3.1 Návrh neprůchozí místnosti .....	39
4.3.2 Návrh průchozí místnosti .....	39
4.4 Další návrhy .....	40
4.4.1 Nástěnný rám s vyklápěcími nádobami .....	40
4.4.2 Podložka ke stolu .....	40
4.4.3 Pracovní stoleček na kolečkách .....	40
<b>5 ZÁVĚR.....</b>	<b>41</b>
<b>6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>42</b>
<b>7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ .....</b>	<b>45</b>
7.1 Seznam obrázků.....	45
7.2 Seznam tabulek.....	45
7.3 Seznam grafů .....	46

# 1 ÚVOD

Ergonomie je interdisciplinární vědní obor, který se zabývá systémem člověka, techniky a prostředí za účelem optimalizovat pracovní podmínky. Využívá znalostí několika vědních oborů od medicíny, fyziologie člověka, psychologie, antropometrie, biomechaniky, konstruování až po statistiku.

Název vzniknul z řeckých slov ergon, což znamená práce, a nomos, v překladu zákon.

Oficiální definice ergonomie, přijatá Mezinárodní Ergonomickou Asociací (IEA) na 14. kongresu v San Diegu USA v roce 2001 zní:

„Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.“ [1]

## 2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ V OBLASTI ERGONOMIE PRACOVIŠŤ

### 2.1 Cíle ergonomie

Cílem je vytvořit efektivní pracovní místa a pomáhat předcházet zdravotním problémům souvisejícím s prací. Tento cíl naplňuje ergonomie úpravou pracovního místa a způsobu provádění práce. Tím umožní plně využít schopností, znalostí a dovednostní potenciál pracovníka, což optimalizuje a zefektivňuje požadovaný výstup. Aby bylo možno využít tohoto přínosu, musí se z pracovišť odstranit všechny zatěžující vlivy. [2]

### 2.2 Historie ergonomie

Základy ergonomie byly historicky položeny již ve starověkém Řecku. Velké množství důkazů naznačuje, že řecká civilizace v 5. století před naším letopočtem používala při navrhování nástrojů, pracovních míst a pracovišť ergonomické zásady.

Termín ergonomie vymyslel polský přírodovědec Wojciech Jastrzębowski v roce 1857, který také napsal první knihu o ergonomii.

První ergonomické pojmy se začaly historicky objevovat v roce 1900, kdy průmyslová revoluce požadovala stále větší nároky na fyzickou námahu zaměstnanců.

Před první světovou válkou se zkoumaly účinky osvětlení na produktivitu práce. Jedním z prvních experimentů byl právě vliv osvětlení na pracovníky. Výzkumníci též sledovali, jaké dopady bude mít odstranění fyzických překážek na pracovišti nebo dokonce celkové předělání pracovní plochy.

První moderní pojetí ergonomie přichází v období druhé světové války, kdy se začalo vyvíjet složitější vojenské vybavení, stroje, zbraně a letadla. Kokpity letadel byly přepracovány tak, aby se snadněji ovládaly a bylo více logické umístění řízení a seskupování podobných funkcí dohromady. Vědci totiž zjistili, že mnoho leteckých nehod bylo způsobeno kvůli nelogickým a špatně konstruovaným konceptům. Toto období bylo začátkem opravdového zkoumání lidských schopností a ergonomie jako takové.

Informační revoluce představovala od 60. let 20. století rozkvět počítačových systémů. V tomto období poprvé došlo k interakci člověka s počítačem. I to mělo svůj velký podíl na vývoji ergonomie. Čím více lidé seděli u počítače, tím více se projevovali zdravotní problémy, a to byl další impuls k řešení ergonomie práce.

Moderní ergonomie se během 90. let vyvinula v opravdovou a zcela nepostradatelnou disciplínu. Zahrnuje práci průmyslových inženýrů, praktických lékařů, bezpečnostních inženýrů a mnoha dalších. [3]

## 2.3 Přehled nejdůležitějších kritérií a parametrů ergonomického hodnocení pracovních systémů

### 1. Podlahová plocha pro jednoho pracovníka

Při denním osvětlení je minimální nezastavěná plocha 2 m<sup>2</sup>. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je minimální nezastavěná plocha 5 m<sup>2</sup>.

### 2. Světlá výška pracoviště (výška nad podlahou)

Minimální světlá výška při denním osvětlení je: 2,5 m při ploše menší 50 m<sup>2</sup>; 2,7 m při ploše menší 100 m<sup>2</sup>; 3,5 m při ploše menší 2000 m<sup>2</sup>; 3,25 m při ploše větší 2000 m<sup>2</sup>. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je 3,0 m při ploše menší než 100 m<sup>2</sup>; 3,5 m při ploše menší než 2000 m<sup>2</sup>; 4,5 m při ploše větší než 2000 m<sup>2</sup>.

### 3. Vzdušný prostor

Minimální vzdušný prostor na jednoho pracovníka při denním osvětlení je 12 m<sup>3</sup> při práci v sedě; 15 m<sup>3</sup> při práci v stoje; 18 m<sup>3</sup> při těžké tělesné práci. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je 20 m<sup>3</sup> při práci v sedě; 25 m<sup>3</sup> při práci v stoje; 30 m<sup>3</sup> při těžké tělesné práci.

### 4. Pracovní prostor

Rozměry pracovního místa musí odpovídat tělesným rozměrům pracovníka(ů). Vzdálenosti mezi používanými technickými zařízeními a stěnami, mezi jednotlivými pracovními místy, rozměry chodeb dveří apod. musí umožňovat volný a bezpečný pohyb.

### 5. Pracovní (manipulační) rovina

Výška pracovní roviny nad podlahou při práci vsedě a vstoje by měla být přibližně stejná, jako je výška lokte nad podlahou.

### 6. Prostor pro dolní končetiny

Prostor při práci v sedě, např. u pracovních stolů, musí být dostatečně velký, aby umožňoval volný pohyb dolních končetin z hlediska jeho výšky, šířky a hloubky.

### 7. Pracovní poloha

Fyziologicky nejvhodnější pracovní poloha je střídání sedu a stoje. Pokud je pracovní činnost spojena s nefyziologickou pracovní polohou, např. v hlubokém předklonu, v podřepu, vkleče apod., je žádoucí střídání s fyziologicky přijatelnou polohou či zavedení přestávek.

### 8. Pracovní pohyby

Fyziologicky nejvhodnější je taková skladba pracovních pohybů, kdy jsou střídavě zatěžovány různé svalové skupiny horních a dolních končetin, trupu a hlavy s velmi malým podílem statické práce.

### 9. Poměr statické a dynamické práce

Dynamická práce, tj. střídavá aktivace svalových skupin (napětí a uvolnění), musí převažovat nad prací statickou (trvalé napětí svalu), např. držení nástroje, předmětu apod.

## 10. Fyzická namáhavost práce

Hodnotí se pomocí spotřeby energie, resp. energetickým výdejem.

## 11. Ovládací síly

Limity sil při používání ručních a nožních ovladačů jsou závislé na typu ovladače, jeho umístění na technickém zařízení a tím na pracovní poloze, frekvenci ovládání, směru pohybu a způsobu uchopení (např. prsty, celou rukou, dolní končetinou).

## 12. Manipulace s břemeny

Limity hmotnosti břemen při jejich zvedání, přemístování a přenášení jsou závislé na dráze břemene, vzdálenosti od těžiště těla, pracovní poloze, frekvenci manipulace, na úchopových možnostech, vzdálenosti přenášení, dále na pohlaví a věku.

## 13. Zrakové podmínky

Celkové osvětlení pracovních prostorů musí odpovídat zrakovým nárokům při požadované činnosti.

## 14. Barevné řešení prostředí a technických zařízení

Při volbě barevných odstínů (stěn, stropu, konstrukcí atp.) je nutno uvážit tyto okolnosti: druh převládající činnosti, velikost a tvar prostoru, barvu zpracovávaných předmětů, barvu a intenzitu osvětlení a mikroklimatické podmínky.

## 15. Zrakové zdroje informací

Nejčastěji přímo pozorovaná místa musí být v zorném poli pracovníka. Zorná vzdálenost je závislá na zrakových nárocích.

## 16. Akustické podmínky

Nejvyšší přípustná hladina pro fyzickou práci s ohledem na škodlivý účinek na sluch je 85 dB. Tento limit se snižuje v závislosti na druhu činnosti, zejména podle podílu duševní práce.

## 17. Mikroklimatické podmínky

Ideální mikroklimatické podmínky jsou závislé na ročním období, druhu práce, energetickém výdeji a typu oděvu. Relativní vlhkost vzduchu je nejvhodnější v rozmezí mezi 40 a 60 %.

## 18. Psychosociální podmínky

Hodnotí se potenciální příčiny stresorů a mikrostressorů, které nepříznivě ovlivňují pracovní pohodu, spokojenost a duševní rovnováhu. [4]



## 2.4 Pracovní polohy

Jedním z důležitých kritérií při ergonomickém hodnocení pracovního místa je typ pracovní polohy. Rozumí se jí postavení těla, tj. trupu, hlavy (krku), horních i dolních končetin.

V této souvislosti se rozlišuje:

- základní pracovní poloha – poloha, v níž pracovník setrvává podstatnou část pracovní směny při výkonu hlavní činnosti;
- vedlejší pracovní poloha – poloha, kterou pracovník zaujímá při vedlejších či pomocných úkonech a operacích, převážně po kratší dobu (např. při seřizování či údržbě stroje).

Z hlediska vlivu pracovní polohy na kosterně-svalový systém lze rozlišit:

- fyziologicky vhodnou (přirozenou) polohu – taková poloha trupu a končetin, jež nevyžaduje statické úsilí a výrazné odchylky od neutrální polohy. Neutrální polohou se rozumí optimální postavení každého kloubu, které dovoluje vyvinutí nejvyšší síly, optimální kontrolu pohybu a jeho nejmenší zátěž. Svaly, které obklopují daný kloub, jsou v rovnovážném stavu a relaxované. Neutrální postavení kloubů bývá v blízkosti střední oblasti plného rozsahu pohyblivosti daného kloubu;
- fyziologicky nevhodnou polohu – poloha, která je charakterizována výraznou změnou polohy trupu (např. předklon, záklon, úklon, dřep, klek) a končetin (např. práce se zvednutýma rukama).

Za nejvýhodnější pracovní polohy se považuje sed a stoj, za optimální se považuje jejich střídání. Obě tyto polohy mají své výhody i nevýhody. Výhodou polohy vsedě oproti poloze vstoje je menší statické zatížení, menší energetický výdej, lepší koordinace pohybů a přesnější práce. Naproti tomu poloha vstoje umožňuje vyvinutí větší síly a pohybů ve větším rozsahu. [4]

## 2.5 Používané metody v ergonomii

Základním kritériem pro ergonomické hodnocení pracovních poloh je hodnocení úhlových parametrů sklonu trupu, hlavy a končetin od neutrální polohy. K tomuto účelu byla vypracována řada metodik a přístupů (observace, goniometrické hodnocení, fotografie, video, softwarové přístupy apod.). Jejich výběr záleží především na požadavku přesnosti sledovaných šetření. V praktických podmínkách obvykle vystačíme s přímým pozorováním (observací). Dalším kritériem, které určuje vhodnost pracovní polohy, je časové kritérium, resp. trvání dané polohy v čase. Pro přesnější hodnocení mohou být dále zohledněna i další hlediska, jako např. frekvence polohových změn, stabilita pracovní polohy, hmotnost a dráhy pohybů s břemeny apod. [4] Metody můžeme rozdělit do tří skupin. NIOSH Lifting a WISHA Lifting Calculator se používají při hodnocení manipulace s břemeny, metody RULA, REBA a OWAS při hodnocení zátěže v důsledku polohy těla nebo jeho částí a metoda EAWS pro komplexní hodnocení zátěže při práci včetně repetitivních činností.

## 2.5.1 NIOSH Lifting

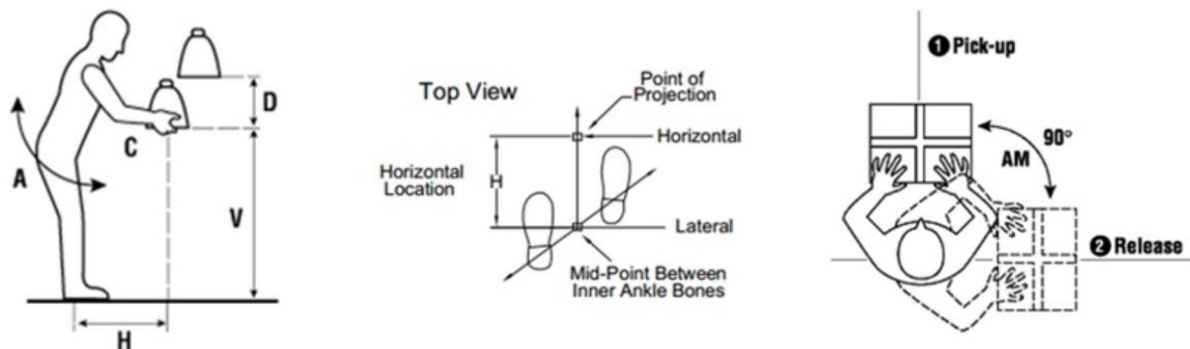
Tato metoda se řídí rovnicí pro určení doporučeného hmotnostního limitu (Recommended Weight Limit), která má tvar:

$$RWL = LC(51) \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

Tato rovnice určuje maximální přijatelnou zátěž, kterou zaměstnanci mohou zvedat během osmi hodinové směny. Rovnice počítá se zátěží 51 liber. [5]

Proměnné v rovnici:

- LC hmotnostní konstanta
- HM horizontální multiplikátor
- VM vertikální multiplikátor
- DM vzdálenostní multiplikátor
- AM asymetrický multiplikátor
- FM frekvenční multiplikátor (z tabulky)
- CM multiplikátor spojení (z tabulky) [6]



Obrázek 1 Příklad NIOSH Lifting metody [5]

## 2.5.2 WISHA Lifting Calculator

WISHA je zkratkou Washington industrial safety and health act. Vychází z metody NIOSH Lifting.

Výsledkem této metody je určení maximální přijatelné hmotnosti, kteří jsou zaměstnanci schopni během směny zvedat bez zdravotních následků. Proměnné metody WISHA jsou hmotnost, vertikální poloha rukou, horizontální poloha rukou, frekvence, doba trvání a kroucení.

Tato metoda počítá Lifting index (LI). Ten je vypočítán tak, aby poskytoval relativní odhad úrovně fyzického stresu a riziko muskuloskeletálních onemocnění spojené s vyhodnocenými úkoly ručního zvedání. Hodnota LI jedna nebo méně znamená minimální riziko pro zdravé zaměstnance. Lifting Index větší než 1 znamená, že úkol je vysoce rizikový. Se zvyšujícím se LI se zvyšuje úroveň rizika zranění. Cílem je navrhnout všechny zvedací práce tak, aby dosahovaly LI hodnoty jedna nebo nižší. [7]

**WISHA Lifting Calculator**

Actual Weight: 32

Vertical Hand Position: Below knee

Horizontal Hand Position: Extended (greater than 12 inches)

Frequency: 1 lift every minute

Duration: 2 hours or more

Twisting:  Less than 45 degrees  45 degrees or greater

**CALCULATE**

**RESULTS**

Risk: Risk Index: 1.22

Assessment Results

Unadjusted Weight Limit	35.00
Twisting Adjustment	1.00
Adjusted Weight Limit	35.00
Limit Reduction Multiplier	0.75
Weight Limit	26.25
Lifting Index	1.22

**SAVE** **CANCEL**

Obrázek 2 Příklad WISHA Lifting Calculator [6]

### 2.5.3 RULA

Název RULA je zkratkou The Rapid Upper Limb Assessment, což v překladu znamená rychlé hodnocení horních končetin.

Ergonomický hodnotící nástroj RULA zohledňuje požadavky na biomechanické a posturální zatížení pracovních úkolů/nároků na krk, trup a horní končetiny. [8]

U jednotlivých částí těla je popsána tzv. základní poloha (flexe, extenze) ke stanovení tzv. základního skóre, dále jsou uvedeny popisy poloh pro získání dodatečných bodů, tzv. proměnného skóre a maximální možné skóre, kterého je možné u jednotlivých částí dosáhnout. V hodnocení je rovněž zahrnuto skóre silové – zátěžové zohledňující sílu a zátěž vynakládanou při práci, popř. časové hledisko při práci se zobrazovací jednotkou, a skóre užívané u svalů zahrnující vliv převážně statické polohy při práci. [9]

Podle celkového skóre, které nabývá hodnot 1 až 7, se rozdělují 4 kategorie: [9]

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 potřebné další hodnocení a změny by měly být požadovány.
3. kategorie: Celkové skóre 5 nebo 6 ukazuje, že je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve.
4. kategorie: Celkové skóre 7 ukazuje, že změna v provádění práce je potřebná okamžitě.

## Omezení RULA metody: [8]

- 1) Nezohledňuje dobu trvání úkolu, dostupnou dobu zotavení nebo vibrace rukou a paží.
- 2) Pouze umožňuje hodnotiteli posoudit nejhorší případ jednoho zaměstnance v jednom okamžiku.
- 3) Vyžaduje samostatné posouzení pravé a levé strany těla.

**RULA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**

Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**

Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

**Step 4: Wrist Twist:**  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 8: Find Row in Table C**  
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**Scores**

Table A		Wrist Score						
		1	2	3	4			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist			
	1	1 2 1 2 1 2 1 2	1 2 2 2 2 3 3 3	2 2 2 2 2 3 3 3	2 2 2 2 2 3 3 3			
2	1	2 3 3 3 3 3 4 4	2 3 3 3 3 3 4 4	2 3 3 3 3 3 4 4	2 3 3 3 3 3 4 4			
	2	3 3 3 3 3 3 4 4	3 3 3 3 3 3 4 4	3 3 3 3 3 3 4 4	3 3 3 3 3 3 4 4			
3	1	3 3 4 4 4 4 5 5	3 3 4 4 4 4 5 5	3 3 4 4 4 4 5 5	3 3 4 4 4 4 5 5			
	2	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5			
4	1	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5	4 4 4 4 4 4 5 5			
	2	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6			
5	1	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6	5 5 5 5 5 5 6 6			
	2	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7			
6	1	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7	6 6 6 6 6 6 7 7			
	2	7 7 7 7 7 7 8 8	7 7 7 7 7 7 8 8	7 7 7 7 7 7 8 8	7 7 7 7 7 7 8 8			
Table C		Neck, Trunk, Leg Score						
		1	2	3	4	5	6	7+
Wrist / Arm Score	1	1 1 2 3 3 4 5 5	2 2 2 3 4 4 5 5	3 3 3 3 4 4 5 5	4 3 3 3 4 4 5 5	5 4 4 4 5 5 6 6	6 4 4 5 6 6 7 7	7 5 5 6 6 7 7 7 7
	2	4 3 3 3 4 4 5 5	5 4 4 4 5 5 6 6	6 4 4 5 6 6 7 7	7 5 5 6 6 7 7 7 7	8+ 5 5 6 7 7 7 7 7		

**Scoring: (final score from Table C)**  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**RULA Score**

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**

Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**

Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 11: Legs:**  
If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held >1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C**  
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Obrázek 3 Pracovní list metody RULA [7]

### 2.5.4 REBA

Název REBA je zkratkou pro Rapid Entire Body Assessment, což v překladu znamená rychlé posouzení celého těla. Tato metodika spočívá v komplexním hodnocení poloh, rozdělených do dvou skupin – A a B. U jednotlivých částí těla se hodnotí jednak základní polohy k určení základního skóre, jednak se přičítají dodatečné body, tzv. proměnné skóre. Ve skupině A, jejímž výsledkem je skóre A, je zahrnuto hodnocení trupu, krku, dolních končetin a hledisko manipulace s břemeny. Ve skupině B je obsaženo hodnocení paží, předloktí, zápěstí levé či pravé horní končetiny a hledisko techniky uchopení a výsledkem je skóre B. V hodnocení je zohledněna také úroveň činnosti – skóre činnosti, které tvoří spolu se skórem C (skóre A + skóre B dle odečtu z tabulky C) výsledné REBA skóre. [9]

Podle celkového skóre, které nabývá hodnot 1 až 15, se rozdělují 5 kategorií:

1. kategorie: Celkové skóre 1 ukazuje, že při pohybu je zanedbatelné riziko a není potřeba žádná změna.
2. kategorie: Celkové skóre nabývá hodnot 2 až 3. Riziko je nízké, změna je možná.
3. kategorie: Celkové skóre nabývá hodnot 4 až 7. Míra rizika je střední, potřebné je další hodnocení s následnými změnami.
4. kategorie: Celkové skóre nabývá hodnot 8 až 10. Míra rizika je vysoká a je potřebné další hodnocení, musí být provedeny změny.
5. kategorie: Celkové skóre je 11+. Riziko je velmi vysoké, musí být provedeny změny v provádění práce. [10]

**REBA Employee Assessment Worksheet**

*Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205*

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**  
  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1  
**Neck Score**

**Step 2: Locate Trunk Position**  
  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1  
**Trunk Score**

**Step 3: Legs**  
  
 Adjust: 30-60°: +1, 60°+: +2  
**Leg Score**

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1  
**Force/Load Score**

**Step 6: Score A, Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
 Find Row in Table C.

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

**SCORES**

Table A														
		1			2			3						
Legs		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk Posture Score		1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
		2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
		3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
		4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
		5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B								
		1		2				
Wrist		1	2	3	1	2	3	
Upper Arm Score		1	1	2	2	1	2	3
		2	1	2	3	2	3	4
		3	3	4	5	4	5	5
		4	4	5	5	5	6	7
		5	6	7	8	7	8	8
		6	7	8	8	8	9	9

Table C														
Score A (score from Table A plus force/load score)		Score B (table B value coupling score)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1		1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2		1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3		2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4		3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5		4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6		5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7		7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
8		8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11
9		9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10		10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11		11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
  
 Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1  
**Upper Arm Score**

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
  
**Lower Arm Score**

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
  
 Step 9a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1  
**Wrist Score**

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power: grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal: hand hold or coupling: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3  
**Coupling Score**

**Step 12: Score B, Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

**Final REBA Score**

Task name: \_\_\_\_\_ Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2004 Ergonomics Consulting, Inc. provided by Practical Ergonomics rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

Obrázek 4 Pracovní list metody REBA [9]

## 2.5.5 OWAS

Název OWAS je zkratkou pro Ovako Working Analysis System. Podstatou metody je průběžné sledování pracovních poloh v intervalech 30 sekund, které provádějí speciálním výcvikem proškolení odborníci.

Polohy jsou vymezeny takto:

- záda – vzpřímený stoj, předklon, otáčení, předklon a otáčení,

- paže – obě pod úrovní výšky ramen, jedna paže v úrovni či nad úrovní ramene, obě paže v úrovni či nad úrovní ramen,
- dolní končetiny – sed, stoj s nataženými dolními končetinami, stoj s přenosem hmotnosti na jednu nataženou dolní končetinu, stoj s pokrčenými dolními končetinami v kolenou, stoj s přenosem hmotnosti na jednu pokrčenou dolní končetinu, klek, přecházení,
- zátěž (úsilí) – nižší než 10 kg, 10-20 kg, vyšší než 20 kg,
- krk – uvolněná, předklon, úklon, záklon a rotace.

Postural risk group					
	Postures	Frequency	Percentage	Risk	
Back	Straight	2	50.00	1	●
	Bent	1	25.00	1	●
	With rotation	1	25.00	2	●
	Bent and rotated	0	0.00	0	
arms	Both arms below the shoulder	0	0.00	0	
	An arm above shoulder level	2	50.00	2	●
	Both arms above shoulder level	2	50.00	2	●
Body posture	Seated	0	0.00	0	
	Standing	2	50.00	1	●
	One-legged support, straight leg	0	0.00	0	
	Knees bent	0	0.00	0	
	One-legged support, leg bent	1	25.00	2	●
	Kneeling or squatting	1	25.00	2	●
	Walking	0	0	0	
strength / Load	strength / Load				
	<10 Kg	1	25.00		
	10 - 20 Kg	2	50.00		
	> 20 Kg	1	25.00		

Obrázek 5 Ukázka hodnocení metody OWAS [25]

Výsledky pozorování se zařadí do některé z těchto kategorií:

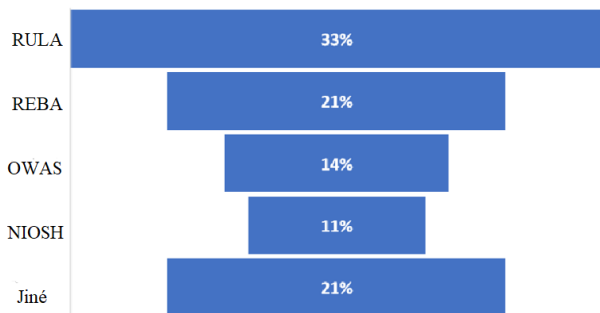
1. přirozená pracovní poloha, kdy nelze předpokládat poškození svalově-kosterního aparátu;
2. může se vyskytnout určitý nepříznivý vliv na svalově-kosterní aparát, není však nutný bezprostřední zásah, který by měl být uvažován v budoucím plánování;
3. v poloze lze zjistit zřetelné nepříznivé účinky na svalově-kosterní aparát, pracovní postup by měl být co nejdříve změněn;
4. pracovní poloha s extrémně škodlivými účinky na svalově-kosterní aparát; je nutno okamžitě tuto polohu zrušit.

Postup hodnocení pracovních poloh metodou OWAS je použitelný pro nejrůznější profese a v podstatě na jeho základě byly vypracovány další metody. [4]

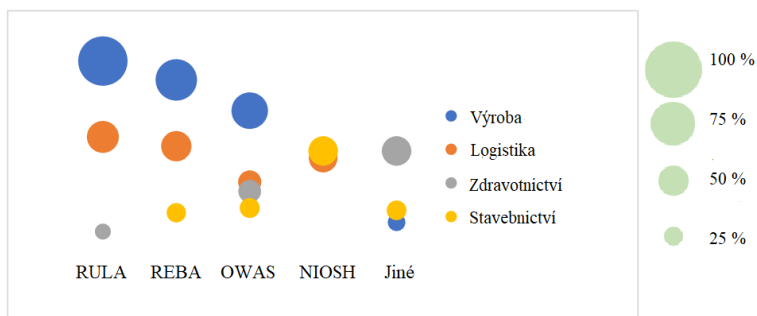


## 2.5.7 Srovnání metod

Na následujícím grafu (Graf 1) lze vidět procentuální zastoupení užití jednotlivých metod v praxi. Nicméně nejlepším přístupem pro dosažení nejpřesnějších výsledků je kombinace více metod. Na dalším grafu vidíme zastoupení ergonomických metod v různých odvětvích. Ve výrobě se nejvíce používají metody RULA, REBA, OWAS, v logistice RULA, REBA, NIOSH, ve zdravotnictví jiné metody než zobrazené v grafu a ve stavebnictví se nejvíce používá metoda NIOSH. [12]



Graf 1 Procentuální zastoupení metod podle použití v praxi [12]



Graf 2 Četnost použití metod podle odvětví [12]

Nelze jednoznačně říct, která z metod je nejlepší. Vždy je nutné metodu vybírat s ohledem na konkrétní případ. Metody RULA a REBA jsou si velmi podobné a při vyhodnocování rizik těmito metodami se dochází k vysoké shodě. Nicméně současné studie ukazují, že RULA mívá vyšší skóre a bývá bezpečnější. [13]

## 2.6 Softwarová podpora ergonomie

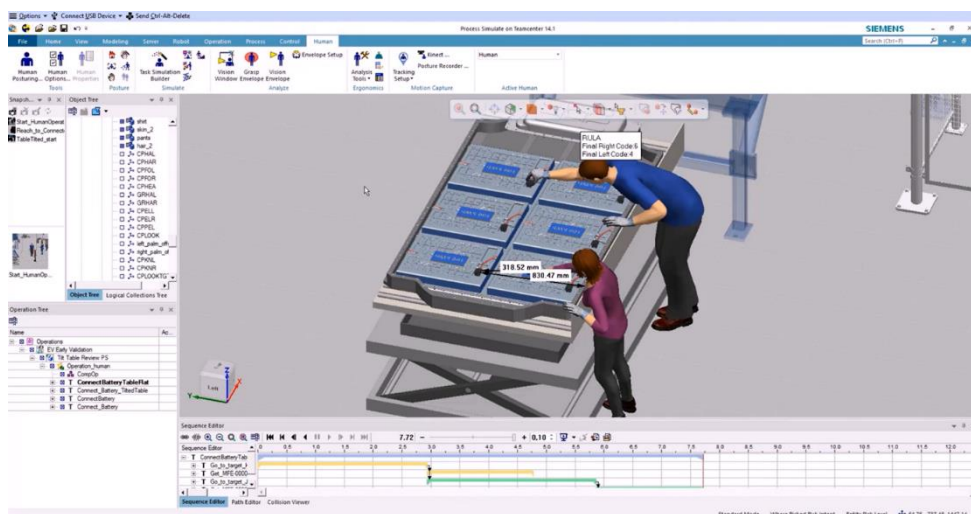
V dnešní době existuje již mnoho softwarových nástrojů pro provádění ergonomických analýz. Tyto programy nabízejí tvorbu modelu, nastavení poloh a pohybů a provedení ergonomické analýzy. Použití těchto softwarů šetří firmám čas a peníze, protože pomocí nich je možné nasimulovat reálné podmínky a odstranit nežádoucí vlivy a polohy již v počátečních fázích navrhování pracoviště.

### 2.6.1 Process Simulate Human

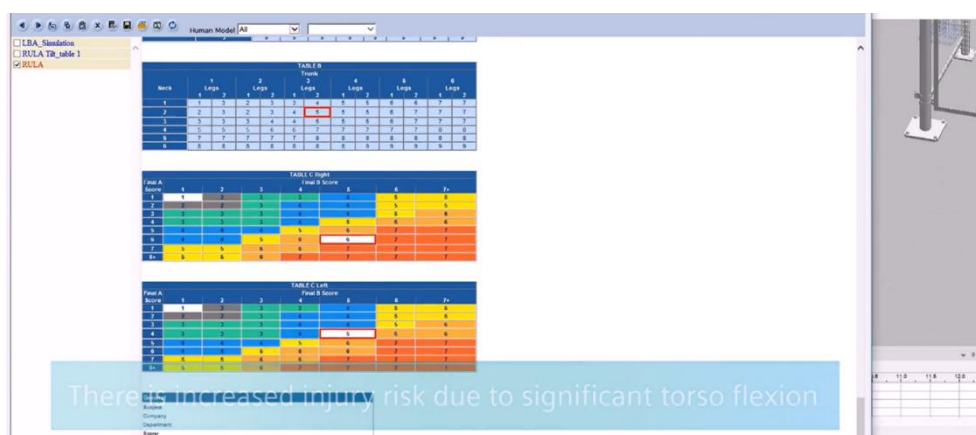
Tento software vyvinula firma Siemens. Nástroj slouží k modelování a simulacím sloužícím k vylepšení ergonomie ve virtuálním pracovním prostředí. V této verzi si uživatel může vytvořit postavy Jacka a Jill v závislosti na tělesném proporcím v dané populaci. Postavy odpovídají rozsahem pohybů kloubů a antropometrii reálnému člověku. Postavy se následně testují na různé rizikové faktory jako je zranění, hygienické limity atd. Software umožňuje pracovat s metodami EAWS, NIOSH, OWAS nebo RULA. Po výběru ergonomické metody



dostane uživatel skóre metody a okamžitě ví, zda je nutné zavést nápravná opatření či nikoliv. V této verzi je umožněno zobrazit, co přesně vidí daný pracovník. [14]



Obrázek 7 Process Simulate Human – ukázka pracovního prostředí [14]



Obrázek 8 Process Simulate Human – ukázka vyhodnocení pomocí metody RULA [14]

## 2.6.2 Jack

Další užívaný software pro podporu ergonomie na základě simulací. Na základě průměrného člověka v populaci je možné vybrat přímo z knihovny konkrétní typ postavy, výšku člověka, pohlaví atd. V dalším kroku uživatel umísťuje postavu do prostředí a vytváří simulaci pomocí přednastavených funkcí v programu, postava reaguje s okolím. Následně se analyzuje ergonomie pohybů pomocí ergonomických nástrojů. Software obsahuje několik nástrojů pro lepší představu interakce člověka s okolím. Tento software také nabízí rozhraní pro virtuální realitu. [15] Pomáhá vizualizovat možná řešení a najít nejlepší variantu. Tímto způsobem lze předcházet zbytečným krokům, které by se bez simulace objevily až později během vývoje. Umožňuje problémům předcházet místo řešení jejich následků. Simulace se provádí v 3D CAD modelu. Simulace pracovního úkonu můžeme provádět staticky ale i jako animace operací. Zobrazuje také zorné pole pracovníka. [16]

Výše popsané softwary jsou si velmi podobné. Process Simulate Human má větší možnosti v optimalizaci a vychází z Jack. Na druhou stranu Jack má knihovnu se základními objekty jako např. židle, stoly atd., u Process Simulate Human se knihovna musí stahovat zvlášť. [17]

### 2.6.3 Mobilní aplikace

Co se týče mobilních aplikací jsou určeny spíše pro širokou veřejnost než pro ergonomii ve firmách. Většina z nich jsou totiž velmi jednoduché a nepřesné. Mnoho z nich obsahuje pouze obecná doporučení nebo kompenzační cviky. Zajímavá aplikace je Ergonomic App – Ergo Kit, kde uživatel zadává úhly a aplikace už sama přiřazuje body a uživateli vrátí výsledné skóre. V této aplikaci má uživatel na výběr ze dvou ergonomických metod, a to mezi metodou RULA a REBA. Nicméně nevýhoda této aplikace je, že v ní není možné vložit obrázek postavy a odečíst úhly. Výsledek z této aplikace uživatel získá rychleji než při odečítání z checklistu.

if load <4,4 lbs (+0)

Neck Position

20+° (+3)

if neck is twisted (+1)

if neck is side bending (+1)

Trunk Position

21° - 60° (+3)

if trunk is twisted (+1)

if trunk is side bending (+1)

Legs

if leg and feet are supported (+1)

4

Further Investigation, Change May Be Needed

CALCULATE

*Obrázek 9 Ukázka mobilní aplikace Ergonomic App – Ergo Kit*

## 3 POPIS PRACOVIŠTĚ A VYHODNOCENÍ PRACOVNÍCH POLOH

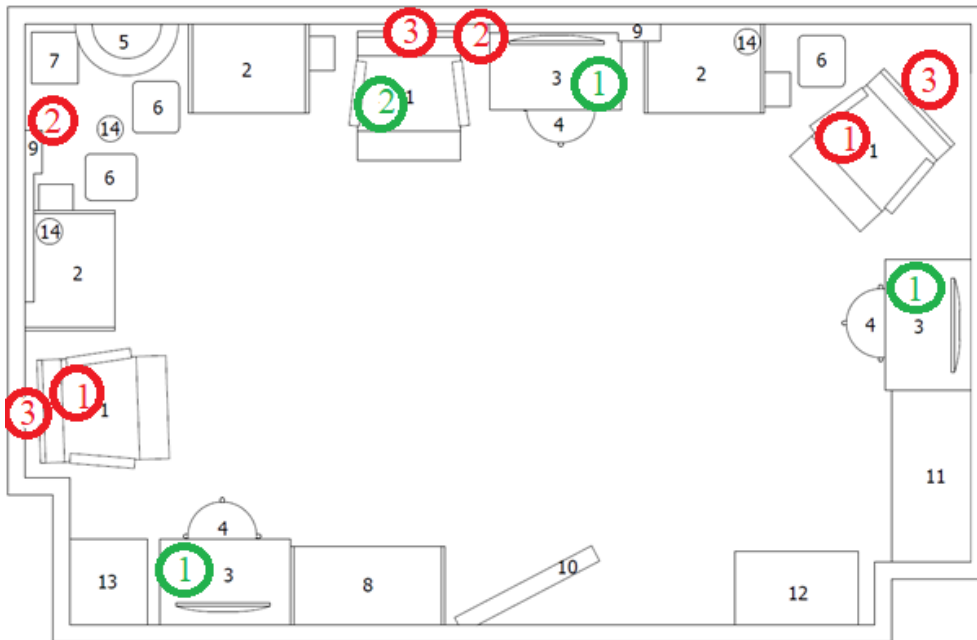
Bakalářská práce vznikla ve spolupráci s Masarykovým onkologickým ústavem. Masarykův onkologický ústav (MOÚ) je největší onkologické centrum v České republice. Na jednom místě jsou zde soustředěny zdravotnické služby, výzkum a vzdělávání v oblasti prevence, diagnostiky a léčby nádorů. MOÚ je řízenou organizací Ministerstva zdravotnictví ČR. Každoročně zahájí léčbu v MOÚ téměř 5 000 nově diagnostikovaných onkologických pacientů. [18] K posouzení byly vybrány dvě místnosti sloužící převážně k odběrům a jiným jednoduchým zákrokům. Informace o pracovišti byly získány pomocí rozhovorů se zdravotními sestrami.

### 3.1 Neprůchozí místnost

Místnost je o rozloze 19,25 m<sup>2</sup>. Nachází se v ní tři odběrová křesla, tři stoly s počítači, tři stolky se zdravotnickými potřebami, skříň se zásobami zdravotnického materiálu a dvě malé skříňky sloužící k uschování osobních věcí.

Tabulka 1 Přehled vybavení neprůchozí místnosti

Číslo	Objekt	Šířka [cm]	Výška [cm]	Hloubka [cm]
1	Odběrové křeslo	80	140	75
2	Vozík víceúčelový s košem	70	98	52
3	Stůl s počítačem	76	77	50
4	Pojízdná židle	40	53	40
5	Umyvadlo	60	80	50
6	Koš na infekční odpad	40	30	70
7	Odpadkový koš	30	40	27
8	Stolek se zdravotnickými potřebami	90	90	46
9	Závěs	-	-	-
10	Dveře	90	-	200
11	Skříň sloužící ke skladování zdravotnických a kancelářských potřeb	100	200	46
12	Skříň sloužící k odložení osobních věcí	72	79	43
13	Skříň sloužící k odložení osobních věcí	45	57	50
14	Koš na zdravotnický odpad	15	20	15



Obrázek 10 Layout neprůchozí místnosti s výrazněnými výhodami (zeleně) a nevýhodami pracoviště (červeně)

### 3.1.1 Výhody pracoviště

V plánu pracoviště (obr. 10) jsou zobrazeny zeleně.

1. Velikost stolků v této místnosti je dostačující, protože na počítači se pouze zaregistruje pacient a vytiskne se štítek, počítače nemají ani klávesnici.
2. Nejvhodnější pracoviště pro odběry bylo označeno pracoviště prostřední, z důvodu dostatku místa z obou stran odběrového křesla.
3. Střídání práce vsedě a vstoje.



Obrázek 11 Ukázka pracoviště s pohledem na nejvíce vyhovující pracoviště (vpravo) a méně vyhovující z důvodu nedostatku prostoru u levé ruku pacienta při odběru (vlevo)

### 3.1.2 Nevýhody pracoviště

V plánku pracoviště (obr. 10) jsou zobrazeny červeně.

1. Dvě křesla nacházející nejbližší dveří byla označena jako nevhodná z důvodu malého množství prostoru při zavádění injekčních stříkaček. U křesla nejbližší velké skříně je málo prostoru u zavádění injekční jehly do pravé ruky pacienta. U pracoviště vedle okýnka do chodby je opět málo místa pro sestru, pokud pacientovi chce dělat odběr z pravé ruky.
2. Další nevýhodou je špatné rozmístění závěsů mezi jednotlivými odběrovými místy.
3. Křesla se nacházejí blízko stěn, pokud chtějí sestry pacienta položit, je nutné křeslo vysunout a až poté položit.



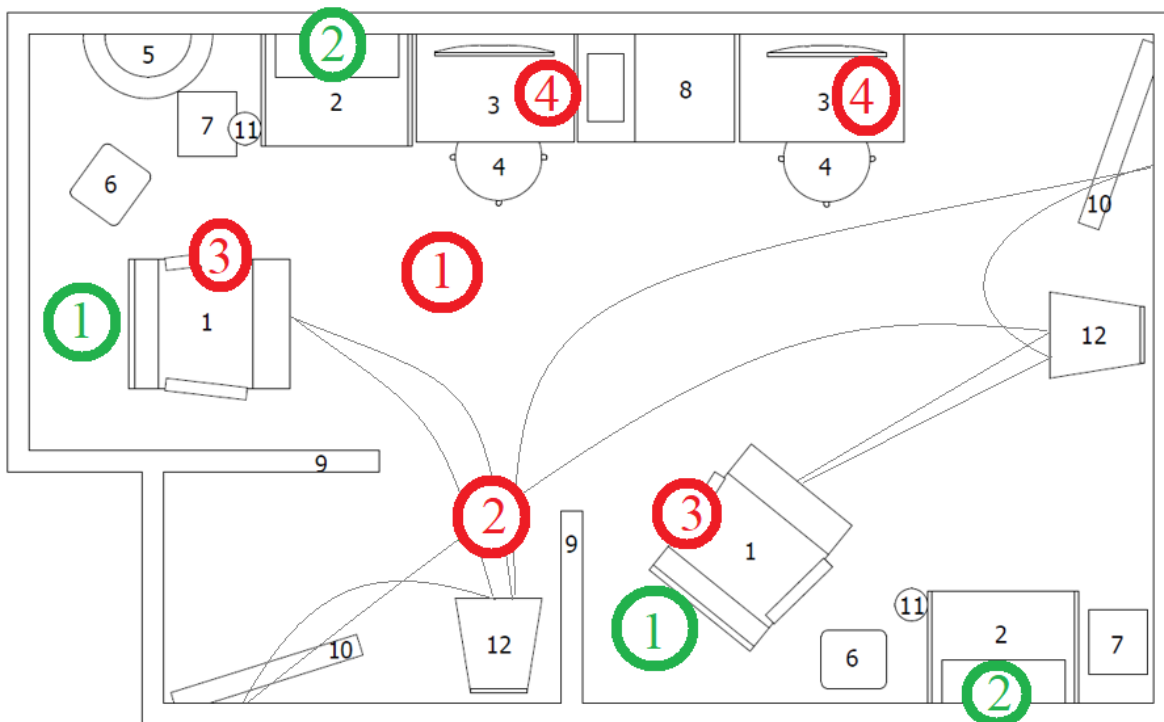
*Obrázek 12 Ukázka pracoviště*

### 3.2 Průchozí místnost

Místnost je o rozloze 16,12 m<sup>2</sup>. Nachází se v ní dvě odběrová křesla, dva stoly s počítači, dva stolky se zdravotnickými potřebami a další drobnější vybavení.

Tabulka 2 Přehled vybavení průchozí místnosti

Číslo	Objekt	Šířka [cm]	Výška [cm]	Hloubka [cm]
1	Odběrové křeslo	80	140	75
2	Vozík víceúčelový s policí	70	147	52
3	Stůl s počítačem	73	75	50
4	Pojízdná židle	40	53	40
5	Umyvadlo	60	80	50
6	Koš na infekční odpad	40	30	70
7	Odpadkový koš	30	40	27
8	Stolek se zdravotnickými potřebami	73	75	50
9	Závěs	-	-	-
10	Dveře	90	-	200
11	Koš na zdravotnický odpad	15	20	15
12	Židle na odkládání věcí	40	120	44



Obrázek 13 Layout průchozí místnosti s výrazněnými výhodami (zeleně) a nevýhodami (červeně) pracoviště

### 3.2.1 Výhody pracoviště

V plánu pracoviště (obr. 13) jsou zobrazeny zeleně.

1. Dostatek místa za odběrovými křesly k případnému položení pacienta.
2. Nástěnné rámy s vyklápěcími nádobami nacházející se nad pojízdným stolem s šuplíky (Obrázek 14).
3. Střídání práce vsedě a vstojе.

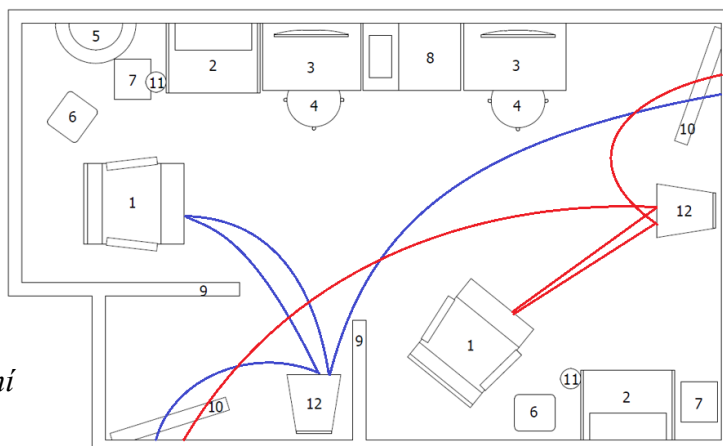


Obrázek 14 Ukázka pracoviště s momentálním řešením skladování lékařského materiálu ve vyklápěcích boxech

### 3.2.2 Nevýhody pracoviště

V plánu pracoviště (obr. 15) jsou zobrazeny červeně.

1. Malá rozloha pracoviště.
2. Nevhodné vedení průchodových proudnic. Na následujícím obrázku jsou zachyceny proudnice pacientů. Červená barva značí jednoho pacienta a modrá barva druhého pacienta. V původním rozestavění pacienti nejdříve vejdou vchodem nacházejícím se



Obrázek 15 Zobrazení proudnic pacientů

vlevo dole, následně si odloží věci na odkládací židli (v obrázku bod 12), jdou k odběrovému křeslu (v obrázku bod 1), po odběru zpátky ke svým věcem, a nakonec odchází dveřmi vpravo nahoře. Pokud přijde např. pacient s dlouhým rukávem, musí si vrchní část oděvu odložit. Pokud zrovna další pacient prochází kolem pacienta na křesle, dochází k narušování soukromí. Pokud do ordinace dorazí pacient na invalidním vozíku, zdravotní sestry musí posouvat nábytek, aby pacient mohl projet od vchodových dveří k východu.

3. Chybí odkládací prostor na položení misek s potřebami k odběru např. injekční stříkačky apod. Sestry buď musí stát a na židli mít položenou misku, nebo misku drží pacient.
4. Nevyhovující velikost stolku s počítačem (v obrázku bod 3). Pacienti nosí na odběry dokumenty o velikosti papíru A4, sestry z těchto karet dělají zápisy do počítače. Aby se vešla karta a klávesnice na stolek, musí posunout klávesnici až na stojan počítače.



*Obrázek 16 Ukázka pracoviště*

### **3.3 Vyhodnocování pracovních poloh**

Pracovní polohy byly posuzovány pomocí metody RULA. Metody WISHA, NIOSH a EAWS v tomto případě nejsou vhodné, protože se používají při zvedání břemen, k čemuž na tomto pracovišti nedochází. OWAS nezohledňuje statické hodnocení poloh. Z metod nám tedy zbývá RULA a REBA. Jak jsem již psala výše, z metody RULA získáváme vyšší skóre, proto více zabraňuje rizikům, a v praxi je nejrozšířenější. Pro vyhodnocování poloh volím tedy tuto metodu.



Na obrázku je zobrazena zdravotní sestra při odběru krve pacienta. Z fotky bylo odečítáno vychýlení od neutrální polohy. Pomocí pracovního listu bylo určeno skóre RULA a následně pomocí tabulek A, B a C určeno výsledné skóre.

Tabulka 3 Analýza metodou RULA při odběru krve na pracovišti u dveří

Poloha	Odběr krve na pracovišti u dveří
<b>A: Analýza rukou a zápěstí</b>	
Horní část paže	+2 (43°)
Dolní část paže	+1 (85°)
Zápěstí	+2 (12°), +1 (zkroucené zápěstí)
Skóre z tabulky C	3
<b>B: Analýza krku, trupu a nohou</b>	
Krk	+3 (27°)
Trup	+3 (45°)
Nohy	+1
Skóre z tabulky B	4
Výsledné skóre z tabulky C:	4



Obrázek 17 Odběr krve na pracovišti u dveří

**RULA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**

Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**

Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

**Step 4: Wrist Twist:**

Step 4a: Adjust...  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

**Step 6: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held >1 minute),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 8: Find Row in Table C**

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**Scores**

		Wrist Score			
		1	2	3	4
Upper Arm	Lower Arm	1	2	1	2
	1	1	2	2	2
	2	2	2	2	3
	3	2	3	3	4
	4	3	3	3	4
	5	3	4	4	4
Wrist / Arm Score	1	1	2	1	2
	2	2	2	2	3
	3	2	3	3	4
	4	3	3	3	4
	5	3	4	4	4
	6	3	4	4	5

**Table C: Neck, Trunk, Leg Score**

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

**Scoring (final score from Table C)**  
 2 = acceptable posture  
 3-4 = further investigation, change may be needed  
 5-6 = further investigation, change soon  
 7 = investigate and implement change

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**

Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**

Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 11: Legs:**

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

**Step 13: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held >1 minute),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C**

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**RULA Score**

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

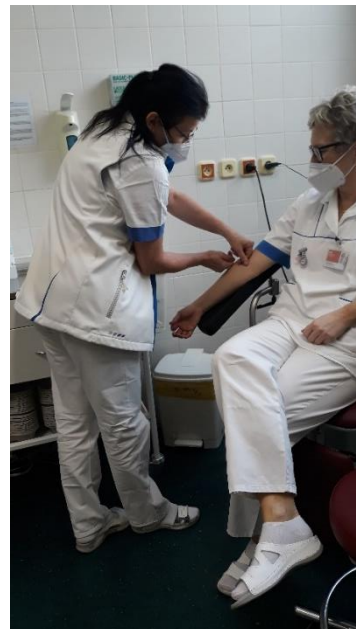
Obrázek 18 Příklad odečtu skóre metody RULA z tabulek

Výsledné skóre metody RULA pro následující polohu je 4. To značí, že je potřebné další hodnocení a měly by být požadovány změny.

Následuje přehled dalších poloh:

*Tabulka 4 Analýza metodou RULA při odběru v rohu místnosti ve stoje*

Poloha	Odběr v rohu místnosti ve stoje
<b>A: Analýza rukou a zápěstí</b>	
Horní část paže	+3
Dolní část paže	+1
Zápěstí	+2, zároveň je zápěstí zkroucené +1
Skóre z tabulky C	4
<b>B: Analýza krku, trupu a nohou</b>	
Krk	+3
Trup	+3
Nohy	+2
Skóre z tabulky B	5
Výsledné skóre z tabulky C:	5



*Obrázek 19 Odběr v rohu místnosti ve stoje*

*Tabulka 5 Analýza metodou RULA při odběru v rohu místnosti v sedě*

Poloha	Odběr v rohu místnosti v sedě
<b>A: Analýza rukou a zápěstí</b>	
Horní část paže	+2
Dolní část paže	+2
Zápěstí	+2, zároveň je zápěstí zkroucené +1
Skóre z tabulky C	3
<b>B: Analýza krku, trupu a nohou</b>	
Krk	+2
Trup	+1
Nohy	+1
Skóre z tabulky B	2
Výsledné skóre z tabulky C:	3



*Obrázek 20 Odběr v rohu místnosti v sedě*

Tabulka 6 Analýza metodou RULA při kontrole žil pacienta

Poloha	Kontrola žil pacienta
A: Analýza rukou a zápěstí	
Horní část paže	+2
Dolní část paže	+1
Zápěstí	+2, zároveň je zápěstí zkroucené +1
Skóre z tabulky C	3
B: Analýza krku, trupu a nohou	
Krk	+1, krk je zkroucený +1
Trup	+3, trup je zkroucený +1
Nohy	+1
Skóre z tabulky B	5
Výsledné skóre z tabulky C:	4



Obrázek 21 Kontrola žil pacienta

Tabulka 7 Analýza metodou RULA při odběru rukavic nad víceúčelovým vozíkem

Poloha	Odběr rukavic nad vozíkem
A: Analýza rukou a zápěstí	
Horní část paže	+3
Dolní část paže	+2
Zápěstí	+1, zároveň je zápěstí zkroucené +1
Skóre z tabulky C	3
B: Analýza krku, trupu a nohou	
Krk	+1
Trup	+1
Nohy	+1
Skóre z tabulky B	1
Výsledné skóre z tabulky C:	3



Obrázek 22 Odběr rukavic nad vozíkem

Tabulka 8 Analýza metodou RULA při odběru materiálu z vozíku

Poloha	Odběr materiálu z vozíku
A: Analýza rukou a zápěstí	
Horní část paže	+2
Dolní část paže	+1
Zápěstí	+2, zároveň je zápěstí zkroucené +1
Skóre z tabulky C	3
B: Analýza krku, trupu a nohou	
Krk	+3
Trup	+1
Nohy	+1
Skóre z tabulky B	3
Výsledné skóre z tabulky C:	3



Obrázek 23 Odběr materiálu z vozíku

Tabulka 9 Výsledky poloh podle metody RULA

Poloha	Skóre	Kategorie
Odběr krve na pracovišti u dveří	4	2
Odběr v rohu místnosti ve stoje	5	3
Odběr v rohu místnosti v sedě	3	2
Kontrola žil pacienta	4	2
Odběr rukavic nad vozíkem	3	2
Odběr materiálu z vozíku	3	2

Z tabulky 9 vidíme, že nejrizikovější je poloha při odběru v rohu místnosti ve stoje. Tato poloha má skóre 5 a spadá do kategorie 3, změna by měla být provedena co nejdříve. Ostatní polohy řadíme do kategorie 2, mělo by být provedeno další hodnocení a změny by měly být požadovány.

## 4 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

### 4.1 Obecná doporučení pro pracovníky

Nejprve bych zmínila několik obecných zásad, jak by měly jednotlivé polohy vypadat pro co nejlepší ergonomické výsledky. Mezi obecnými doporučeními jsou práce s počítačem, nastavení židle a nastavení výšky stolu.

#### 4.1.1 Práce s počítačem

Monitor by měl být umístěný přímo před pracovníkem, aby nedocházelo k rotaci krční páteře, ve vzdálenosti přibližně 45 až 70 cm. [19] Vrchní hrana monitoru by měla být ve výšce očí nebo lehce pod. Myš by měla být vedle klávesnice. Při psaní na klávesnici nebo používání myši by měla zápěstí být narovnaná, horní končetiny by měly být u trupu. [20]

#### 4.1.2 Nastavení židle

Nejprve se nastavuje výška židle. Plosky nohou by se měly být celou plochou na zemi a úhly ve všech kloubech dolních končetin jsou 90 až 100 stupňů. Na židli by se mělo sedět co nejvíce vzadu s nohama mírně od sebe a chodidly v plném kontaktu s podlahou. Stehna jsou výše než kolena. Úhel v kolenou má být větší než 90 stupňů, optimálně 90 až 100 stupňů, pak nedochází k přetěžování kloubů. [21]

#### 4.1.3 Nastavení výšky stolu

Výška stolu by se měla pro průměrně vysokého člověka pohybovat okolo 73 cm. Za průměrně vysokého člověka se považuje 160 až 195 cm vysoký jedinec. Výška pracovní plochy stolu by měla být taková, aby mezi stehnem a spodní stranou stolu bylo nejméně 10 cm. Po položení předloktí na stůl by měl být úhel v lokti 90 až 100 stupňů, ramena jsou volná a uvolněná. Pokud je správně nastavený stůl i židle a člověk nedosáhnete nohama na zem, lze použít podložku pod nohy tzv. kolébku, na kterou si nohy položí. Tato pomůcka je určená především pro osoby menšího vzrůstu, kterým standardní poloha stolu nevyhovuje, tedy do 160 cm výšky. [21]

## 4.2 Doporučení pro snížení RULA skóre

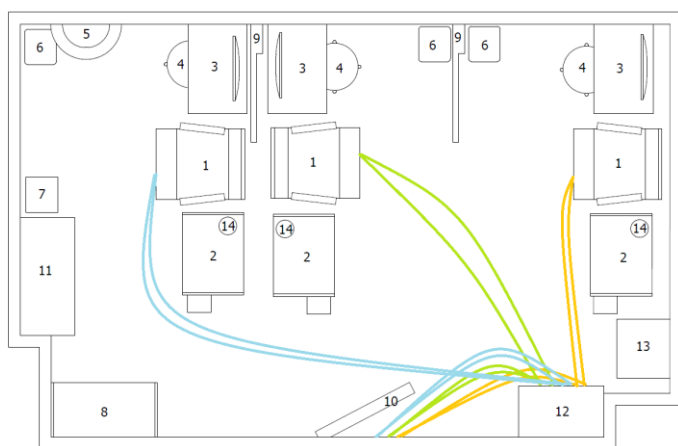
Tabulka 10 Doporučení pro snížení skóre

Poloha	Doporučení
Odběr krve na pracovišti u dveří	V této poloze získáváme nejvyšší skóre u polohy krku a trupu, v tomto případě to je skóre 3. Abychom se dostali na nižší hodnoty je potřeba krk i trup přiblížit k neutrální ose. Úhlová vzdálenost by měla být u krku 10–20° a u trupu 0–20°, abychom se dostali do nižší kategorie. Ideální by byla poloha v sedě na vyšší židli, aby docházelo k co nejmenšímu předklonu krku a trupu. V tomto případě budeme mít natažení ruky při nejlepším v rozmezí 20–45° vždy a ke zkroucení zápěstí dojde také vždy, takže nejlepší skóre z tabulky A bude 3. A tudíž i nejlepší celkové skóre z tabulky C bude taky 3, tím pádem budeme i tak v kategorii 2, skóre by se dalo snížit alespoň o jeden stupeň, a tak by byla poloha alespoň o něco méně problematická.
Odběr v rohu místnosti ve stoje	Poloha i její skóre jsou velmi podobné případu výše. Budou pro ni tedy platit podobná doporučení. V tomto případě je navíc nerovnoměrné rozložení váhy na nohou z důvodu nedostatku místa. Tento problém jsem se snažila vyřešit níže změnou uspořádání pracoviště. Při odstranění tohoto problému se hned v tabulce B dostaneme na skóre 4 a v tabulce C na skóre 4. Tímto se dostaneme do kategorie 2.
Odběr v rohu místnosti v sedě	Abychom zlepšili skóre této polohy, museli bychom se dostat ze skóre 3 na skóre 2 a tím bychom se dostali do 1. kategorie. Toho docílíme zlepšením postavení horních končetin. Nicméně ke zlepšení bychom potřebovali mít horní končetiny do 20° od trupu těla. Toho by bylo možné docílit pouze vyšší židlí, aby nedocházelo k takovému natahování rukou. Z tabulky B získáváme vyšší skóre kvůli náklonu krku, ten tam bude nejspíše vždy.
Kontrola pacienta žil	V tomto případě by bylo vhodné odstranit rotaci trupu. K tomu dochází pouze u pracoviště u dveří, kde je odběrové křeslo umístěno kolmo k pracovnímu stolu od zdravotní sestry. Pokud tedy změním rozmištění pracoviště je možné odstranit tento problém takto. Tímto bychom se dostali o kategorii níže v tabulce B, nicméně celkové skóre 4 by zůstalo stejné. Musel by se zmírnit odklon trupu od neutrální osy do rozmezí 0–20°. Čehož by se dalo docílit zvednutím odběrového křesla s pacientem. Jelikož ale celý zákrok trvá v řádu minut, bylo by časově zbytečné pacienta na křesle vždy zvedat.
Odběr rukavic nad vozíkem	Tato poloha má skóre 3, tudíž při snížení na hodnotu 2 by se nám podařilo se dostat do 1. kategorie. Nejjednodušším způsobem by bylo přemístění krabice s rukavicemi níže, aby se horní část paže pohybovala v rozmezí 20–40° a dolní část paže v rozmezí 60–100°, tím by se docílilo skóre 2 z tabulky A a celkového skóre 2. V tomto případě by se nám podařilo se dostat to 1. kategorie.
Odběr materiálu z vozíku	Opět se dostáváme na skóre 3. Abychom se dostali na hodnotu 2, je potřeba snížit na hodnotu 2 skóre z tabulky A i B. Toho by se dalo docílit odstraněním předklonu krku, řešením by bylo pořídit podobné vyklápěcí nádoby jako jsou v průchozí místnosti. Bylo by potřeba je umístit dostatečně nízko, abychom se vyhnuli zbytečnému natahování rukou.

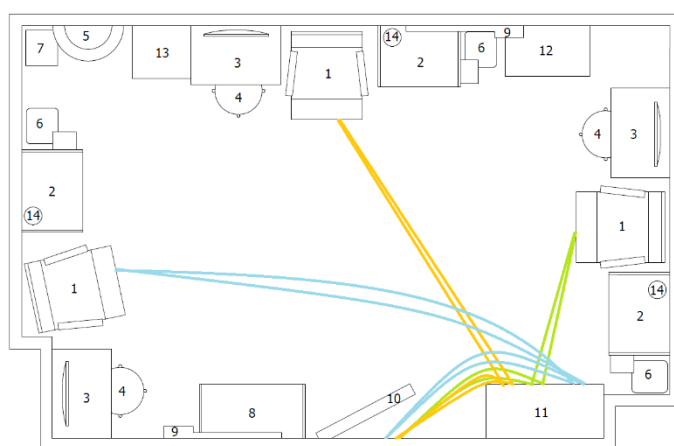
## 4.3 Návrhy místností

### 4.3.1 Návrh neprůchozí místnosti

První návrh rozděluje místnost na tři samostatná pracoviště. Odběrové křeslo se vždy nachází mezi stolem s počítačem a víceúčelovým vozíkem s košem. Tím by se měl vyřešit problém s nedostatkem odkládacího místa pro misku se zdravotnickým materiálem. Ani v jednom návrhu se nepodařilo místnost navrhnout tak, aby za odběrovými křesly byl dostatek místa v případě, že by pacient omdlel a zdravotní sestra by jej potřebovala položit. Ideální by bylo, kdyby v místnosti pouze dvě odběrová místa, což k množství pacientů není možné.



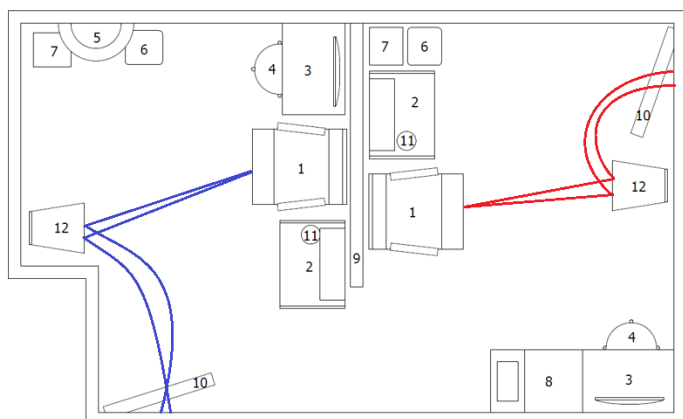
Obrázek 25 První návrh neprůchozí místnosti s proudnicemi pacientů



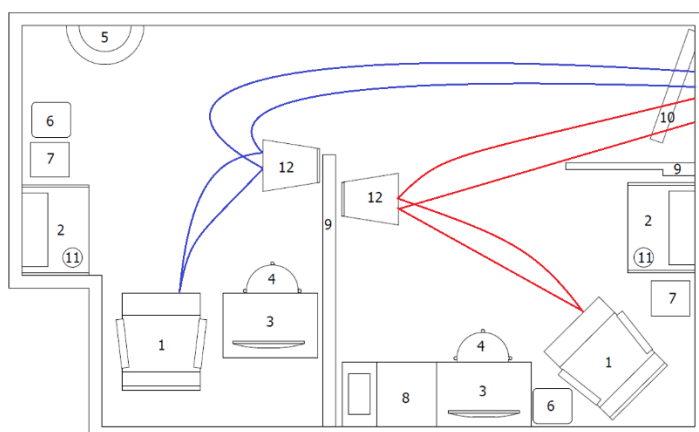
Obrázek 24 Druhý návrh neprůchozí místnosti s proudnicemi pacientů

### 4.3.2 Návrh průchozí místnosti

Průchozí místnost není ideální, bylo by vhodné ji rozdělit na dvě samostatná pracoviště s oddělenými vchody a východy. Dále bych doporučila dezinfekci připravit na zeď, aby nebyla zaskládána v rohu místnosti a byl k ní lepší přístup.



Obrázek 27 První návrh průchozí místnosti s proudnicemi pacientů



Obrázek 26 Druhý návrh průchozí místnosti s proudnicemi pacientů

## 4.4 Další návrhy

### 4.4.1 Nástěnný rám s vyklápěcími nádobami

Do neprůchozí místnosti bych dále doporučila nástěnný rám s vyklápěcími nádobami podobný jako se nachází v neprůchozí místnosti. Do těchto nádob bych umístila všechny předměty z horního šuplíku víceúčelového vozíku. Potřeby z ostatních šuplíků bych pak přemístila vždy o jeden šuplík nahoru. Na rozdíl od neprůchozí místnosti bych ale nádoby umístila níže, aby se zdravotní sestry nemusely natahovat do zbytečných výšek. Možné je použít například nástěnný rám s devíti nádobami od firmy Regaz. Výška rámu je 300 mm a šířka rámu 600 mm. Jeden kus stojí 1870,66 Kč (Obrázek 28). [22]



Obrázek 28 Nástěnný rám s vyklápěcími nádobami [22]

### 4.4.2 Podložka ke stolu

Dále bych doporučila do průchozí místnosti použít podložku ke stolu. V této místnosti je problémem nedostatečná velikost stolu. Pacienti si s sebou nosí karty o velikosti papíru A4. Řešením by bylo použít větší podložku pod paže. Tímto by se zvětšila plocha stolu. Je možné použít například IOE REST SYNCRO podložku pod obě paže. Cena jedné podložky je 2287 Kč. Lze snadno připevnit na jakoukoliv desku stolu a rozšiřuje hloubku. Podložka je bez montáže. Rozměry podložky jsou 665x230x25 mm (Obrázek 29). [23]



Obrázek 29 Podložka pod paže [23]

### 4.4.3 Pracovní stoleček na kolečkách

Do obou místností bych přidala pracovní stoleček na kolečkách, který by sloužil k odkládání misky se zdravotnickými potřebami během odběru. Možné je použít např. tento stolek za 1799 Kč. Výšku lze nastavit od 69 do 110 cm. Velikost pracovní plochy stolu je 45 x 33 cm (Obrázek 30). [24]



Obrázek 30 Pracovní stoleček na kolečkách [24]



## 5 ZÁVĚR

Ergonomie je disciplína, která se rozvíjí již od starověku. Více se ergonomie začala rozvíjet až v polovině minulého století. Jednotlivé metody popisovány v práci jsou používány až v posledních několika letech. V posledních letech se ergonomie rozvíjí a dostává se do podvědomí širší veřejnosti, nicméně spousta lidí pořád neví, co ergonomie vůbec je. Do budoucna očekávám, že se bude rozvíjet další počítačová nebo mobilní podpora ergonomie, která by byla přístupná širší veřejnosti. Taky očekávám vylepšení a rozvoj jednotlivých metod používaných v ergonomii, které budou vycházet z těch metod, které se již používají. Myslím si, že by se ergonomii mohlo věnovat více pozornosti hlavně z důvodu aktivní ochrany zdraví na pracovišti. Ideální by bylo, kdyby se ergonomické analýzy dělaly všude, a to hlavně na fyzicky náročných profesích. V ergonomii je také velký podíl na samotných pracovnících pracoviště. Ergonom může udělat návrh vhodného rozmístění, doporučit další ergonomické pomůcky, navrhnout pauzy a kompenzační cviky, problém je, že v tomto oboru záleží také dost na samotných pracovnících, zda jsou dostatečně motivováni, aby doporučení dodržovaly.

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit současný stav poznání v oblasti ergonomie pracovišť, zhodnotit vybrané pracoviště, vlastní závěry, zhodnocení dosažených výsledků a doporučení pro praxi.

Praktická část probíhala na Masarykově onkologickém ústavu v Brně. Většina z vyhodnocovaných poloh nebyla nijak závažná, největším problémem je malé pracoviště. Nevhodnost poloh lze odstranit. Vypracované návrhy byly zaslány staniční sestře onkologického ústavu k posouzení. Bylo poukázáno na nedostatek místa k vytočení pacientů na invalidním vozíku s doprovodem. Dále by mohlo být problémem nedostatek intimity pacienta. Byly oceněny nádobky na stěny, podložky atd. Při modernizaci prostor budou brány v úvahu. Nicméně největším problémem jsou malé prostory a nejvhodnější by bylo přemístit celé pracoviště do větších prostor. Fotografie osob a místností v této práci jsou použity se souhlasem.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [2] MALÝ, Stanislav, Lenka SVOBODOVÁ, Jiří TILHON a Iveta MLEZIVOVÁ. *Ergonomické stresory pod kontrolou, aneb, Ergonomie - jak na to*. Vydání: první. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., 2016. ISBN 978-80-87676-26-4.
- [3] *Historie ergonomie od starověkého Řecka a Egypta až po současnost* [online]. [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/ergonomie/historie-ergonomie/>
- [4] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [5] MIDDLESWORTH, Mark. *A Step-by-Step Guide to Using the NIOSH Lifting Equation for Single Tasks* [online]. [cit. 2022-03-19].
- [6] *NIOSH Lifting Index: Metoda hodnocení fyzického zatížení při cyklické manipulaci s břemeny*. [online]. [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/NIOSH-Lifting-Index.htm>
- [7] MIDDLESWORTH, Mark. *Step-by-Step Guide to the WISHA Lifting Calculator* [online]. [cit. 2022-03-19]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/wisha-lifting-calculator-guide/>
- [8] MIDDLESWORTH, Mark. *A Step-by-Step Guide to the RULA Assessment Tool* [online]. [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>
- [9] HLAVÁKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4.
- [10] MIDDLESWORTH, Mark. *A Step-by-Step Guide: Rapid Entire Body Assessment (REBA)* [online]. [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA-A-Step-by-Step-Guide.pdf>.
- [11] BAUMRUK, Martin. *EAWS – European Assembly Worksheet* [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/en\\_cz/Images/EAWS\\_tcm841-117267.pdf](https://www.plm.automation.siemens.com/en_cz/Images/EAWS_tcm841-117267.pdf)
- [12] RYBNIKÁR, Filip, Ilona KAČEROVÁ, Petr HOŘEJŠÍ a Michal ŠIMON. *Ergonomics Evaluation Using Motion Capture Technology - Literature Review*. 2023, 25.

- [13] CREMASCO, Margherita Micheletti, Ambra GIUSTETTO, Federica CAFFARO, Andrea COLANTONI, Eugenio CAVALLO a Stefano GRIGOLATO. *Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders in Forestry: A Comparison between RULA and REBA in the Manual Feeding of a Wood-Chipper* [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6427467/>
- [14] *Process Simulate Human* [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.dex.siemens.com/plm/tecnomatix/process-simulate-human>
- [15] *Jack* [online]. In: . [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/media/store/en\\_us/4917\\_tcm1023-4952\\_tcm29-1992.pdf](https://www.plm.automation.siemens.com/media/store/en_us/4917_tcm1023-4952_tcm29-1992.pdf)
- [16] BAUMRUK, Martin. *Tecnomatix Jack 7.0: Software pro ergonomii v praxi* [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/cz\\_cz/Images/Tecnomatix\\_Jack\\_7\\_tcm841-117308.pdf](https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/Images/Tecnomatix_Jack_7_tcm841-117308.pdf)
- [17] PEKARČÍKOVÁ, Miriam, Peter TREBUŇA, Radko POPOVIČ, Andrea PETRÍKOVÁ a Marek KLIMENT. *DIFFERENCES IN SIMULATION OF HUMAN OPERATIONS BETWEEN SIMULATION SOFTWARE PROCESS SIMULATE\_HUMAN AND TX JACK* [online]. [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: [https://www.actasimulatio.eu/issues/2016/I\\_2016\\_01\\_Pekarcikova\\_Trebuna\\_Petrikova\\_Popovic\\_Kliment.pdf](https://www.actasimulatio.eu/issues/2016/I_2016_01_Pekarcikova_Trebuna_Petrikova_Popovic_Kliment.pdf)
- [18] *Masarykův onkologický ústav: Výroční zpráva 2020*. Brno: Masarykův onkologický ústav, 2021. Dostupné také z: [https://static.mou.cz/d/mou.cz/files/5384.pdf/s-5308cc33a6a7?\\_ts=1643880307](https://static.mou.cz/d/mou.cz/files/5384.pdf/s-5308cc33a6a7?_ts=1643880307).
- [19] *Jak správně sedět u PC + zásady ergonomie sezení na kancelářské židli* [online]. [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.skolenibozp.cz/aktuality/jak-spravne-sedet-u-pc/>
- [20] MAYO CLINIC STAFF. *Office ergonomics: Your how-to guide* [online]. [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/adult-health/in-depth/office-ergonomics/art-20046169>
- [21] Ergonomie je všude. In: *ŠKODA Kariéra* [online]. [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://www.skoda-kariera.cz/blog/ergonomie-je-vsude>
- [22] *Nástěnný rám s vyklápěcími nádobami* [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: <https://www.regaz.cz/eshop-nastenny-ram-s-vyklapecimi-nadobami-237350.html>
- [23] *IOE REST SYNCRO podložka pod obě paže černá (100100)* [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: <https://www.ergo-product.cz/ergonomicka-podlozka-pod-obe-paze-cerna-100100/>

- [24] *Odkládací stoleček/podložka na kolečkách* [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: <https://www.fotoveci.cz/beauty-tattoo-studia-3/odkladaci-stolecek-podlozka-na-koleckach/>
- [25] *OWAS Method* [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://softwarergonomics.com/methodologies/owas/>
- [26] *The European Assembly Worksheet* [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2010/european-assembly-worksheet>

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### 7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Příklad NIOSH Lifting metody [5].....	18
Obrázek 2 Příklad WISHA Lifting Calculator [6] .....	19
Obrázek 3 Pracovní list metody RULA [7].....	20
Obrázek 4 Pracovní list metody REBA [9].....	21
Obrázek 5 Ukázka hodnocení metody OWAS [25] .....	22
Obrázek 6 Pracovní list metody EAWS [26] .....	23
Obrázek 7 Process Simulate Human – ukázka pracovního prostředí [14].....	25
Obrázek 8 Process Simulate Human – ukázka vyhodnocení pomocí metody RULA [14].....	25
Obrázek 9 Ukázka mobilní aplikace Ergonomic App – Ergo Kit.....	26
Obrázek 10 Layout neprůchozí místnosti s výraznými výhodami (zeleně) a nevýhodami pracoviště (červeně) .....	28
Obrázek 11 Ukázka pracoviště s pohledem na nejvíce vyhovující pracoviště (vpravo) a méně vyhovující z důvodu nedostatku prostoru u levé ruku pacienta při odběru (vlevo).....	28
Obrázek 12 Ukázka pracoviště.....	29
Obrázek 13 Layout průchozí místnosti s výraznými výhodami (zeleně) a nevýhodami (červeně) pracoviště .....	30
Obrázek 14 Ukázka pracoviště s momentálním řešením skladování lékařského materiálu ve vyklápěcích boxech .....	31
Obrázek 15 Zobrazení proudnic pacientů .....	31
Obrázek 16 Ukázka pracoviště.....	32
Obrázek 17 Odběr krve na pracovišti u dveří.....	33
Obrázek 18 Příklad odečtu skóre metody RULA z tabulek .....	33
Obrázek 19 Odběr v rohu místnosti ve stoje .....	34
Obrázek 20 Odběr v rohu místnosti v sedě .....	34
Obrázek 21 Kontrola žil pacienta.....	35
Obrázek 22 Odběr rukavic nad vozíkem.....	35
Obrázek 23 Odběr materiálu z vozíku.....	36
Obrázek 24 Druhý návrh neprůchozí místnosti s proudnicemi pacientů .....	39
Obrázek 25 První návrh neprůchozí místnosti s proudnicemi pacientů.....	39
Obrázek 26 Druhý návrh průchozí místnosti s proudnicemi pacientů .....	39
Obrázek 27 První návrh průchozí místnosti s proudnicemi pacientů.....	39
Obrázek 28 Nástěnný rám s vyklápěcími nádobami [22] .....	40
Obrázek 29 Podložka pod paže [23] .....	40
Obrázek 30 Pracovní stoleček na kolečkách [24] .....	40

### 7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled vybavení neprůchozí místnosti .....	27
Tabulka 2 Přehled vybavení průchozí místnosti .....	30
Tabulka 3 Analýza metodou RULA při odběru krve na pracovišti u dveří .....	33
Tabulka 4 Analýza metodou RULA při odběru v rohu místnosti ve stoje.....	34
Tabulka 5 Analýza metodou RULA při odběru v rohu místnosti v sedě.....	34

Tabulka 6 Analýza metodou RULA při kontrole žil pacienta .....	35
Tabulka 7 Analýza metodou RULA při odběru rukavic nad víceúčelovým vozíkem .....	35
Tabulka 8 Analýza metodou RULA při odběru materiálu z vozíku .....	36
Tabulka 9 Výsledky poloh podle metody RULA.....	36
Tabulka 10 Doporučení pro snížení skóre.....	38

### **7.3 Seznam grafů**

Graf 1 Procentuální zastoupení metod podle použití v praxi [12].....	24
Graf 2 Četnost použití metod podle odvětví [12].....	24