

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

**Studijní program:** B0715A270013 Strojní inženýrství  
**Studijní specializace:** Strojírenská technologie – technologie  
obrábění

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Ergonomická analýza pracoviště montáže ve vybrané společnosti**

**Autor:** Lukáš TESAŘ  
**Vedoucí práce:** Ing. Václava POKORNÁ

Akademický rok 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Lukáš TESAŘ**  
Osobní číslo: **S20B0328P**  
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**  
Téma práce: **Ergonomická analýza pracoviště montáže ve vybrané společnosti**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

### Zásady pro vypracování

1. Ergonomie v současné technické praxi
2. Představení společnosti
3. Aplikace vhodných ergonomických metod a jejich vyhodnocení
4. Návrh inovačních řešení
5. Závěr

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

- GILBERTOVÁ, Sylva; MATOUŠEK, Oldřich. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. 240 s. ISBN 80-247-0226-6.
- SENČÍK, Josef. Vybrané aspekty ergonomie při kancelářské práci. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2015, roč. 8, č. 2-3. [cit. 2019-10-25]. Dostupný z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-02-03-2015/ergonomie-kancelare.html>. ISSN 1803-3687.
- TŮMOVÁ, Štěpánka; WATT, Andrea. Uplatnění poznatků z ergonomie při práci s počítačem: čas na cvičení a malou pauzičku! *Ikaros* [online], 2011, roč. 15, č. 9 [citace 2019-11-17]. ISSN 1212-5075. Dostupné z: <http://www.ikaros.cz/uplatneni-poznatku-z-ergonomie-pri-praci-s-pocitacem>.
- ČSN EN ISO 9241 Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**  
Katedra technologie obrábění

Konzultant bakalářské práce: **Alice Fišerová**  
Shape Corp. Czech Republic, s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2021**

L.S.

---

**Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval paní Ing. Václavě Pokorné za její pomoc a cenné rady při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě CINK Hydro-energy k.s. v Lesově za možnost zde zpracovávat práci a využívat veškerá potřebná data.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Tesař	Jméno Lukáš		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	B0715A270013 Strojní inženýrství			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST – KTO			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>		Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Ergonomická analýza pracoviště montáže ve vybrané společnosti			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	44	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	39	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Bakalářská práce obsahuje technicko-ergonomický návrh pracoviště, zabývající se kompletací přepravní bedny pro export, podložený výsledky, které byly získány ze tří ergonomických metod: RULA, OWAS, komplexní checklist. Jednotlivé metody byly použity na činnost, která se dělí do tří operací: uložení komponentů do přepravní bedny, rozložení a úprava komponentů v bedně a závěrečná kompletace.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Ergonomie, muskuloskeletální nemoci, RULA, OWAS, komplexní checklist, nápravná opatření</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Tesař	<b>Name</b> Lukáš	
<b>STUDY PROGRAMME</b>	B0715A270013 Mechanical Engineering		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Pokorná.	<b>Name</b> Václava	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Ergonomic analysis of the assembly workplace in a selected company		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2021
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	44	<b>TEXT PART</b>	39	<b>GRAPHICAL PART</b>	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The bachelor's thesis contains a technical-ergonomic design of the workplace, dealing with the completion of the transport box for export, based on the results obtained from three ergonomic methods: RULA, OWAS, comprehensive checklist. The individual methods were used for the activity, which is divided into three operations: storage of components in a transport box, disassembly and modification of components in the box, and final assembly.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, musculoskeletal disorders, RULA, OWAS, complex checklist, corrective measures.

## Obsah

Zadání BP .....	2
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	9
Seznam obrázků .....	10
Seznam tabulek .....	11
Úvod.....	12
1 Ergonomie v současné technické praxi .....	13
1.1 Ergonomie .....	13
1.2 Důsledky nerespektování ergonomie v praxi .....	15
1.2.1 Manipulace s břemeny .....	16
1.2.2 Vybrané hygienické faktory při práci.....	17
2 Představení společnosti .....	18
2.1 Popis kompletace turbíny .....	19
2.2 Montážní postup s časovou hodnotou .....	20
2.3 Ergonomický pohled na vybrané úseky montáže turbíny .....	21
3 Aplikace vhodných ergonomických metod a jejich vyhodnocení .....	22
3.1 Časový snímek operátora.....	22
3.2 RULA .....	23
3.3 Praktická aplikace metody RULA pro vybrané operace .....	26
3.3.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny.....	26
3.3.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně .....	29
3.3.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny .....	31
3.4 OWAS .....	33
3.5 Praktická aplikace metody OWAS pro vybrané operace .....	34
3.5.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny.....	34
3.5.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně .....	36
3.5.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny .....	37
3.6 Checklist .....	38
3.6.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny.....	39
3.6.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně .....	39
3.6.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny .....	40
4 Návrh inovativních řešení .....	42
4.1 Variabilní nastavení výšky manipulační roviny pro operátora.....	42
4.2 Návrh nového uspořádání komponent při ukládání do bedny .....	44
4.3 Ergonomické opatření při dlouhodobém stání na tvrdé podlaze .....	44



4.4	Bezpečná technika při manipulaci s břemenem .....	45
5	Závěr.....	46
	Seznam použité literatury a dalších zdrojů .....	47
	Příloha č. 1.....	i
	Příloha č. 2.....	ii
	Příloha č. 3.....	v

## **Přehled použitých zkratk a symbolů**

IEA	- mezinárodní ergonomická asociace
BOZP	- bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CNS	- centrální nervová soustava
ČSN	- česká soustava norem
EN	- evropská norma
ISO	- International Organization for Standardization = mezinárodní organizace pro normalizaci
MUDr.	- doktor medicíny
k. s.	- komanditní společnost
RULA	- Rapid Upper Limb Assessment = rychlé hodnocení horních končetin
OWAS	- Ovako Working posture Analysis System = systém analýzy pracovní polohy
OSB	- Oriented Strand Board = různě orientované vrstvy dřeva
MSD	- Muskuloskeletální onemocnění

## Seznam obrázků

Obr. 1-1 Systém člověk - stroj – prostředí [17].....	13
Obr. 1-2 Horní zkřížený syndrom [18].....	15
Obr. 1-3 Dolní zkřížený syndrom [19].....	16
Obr. 2-1 Společnost CINK Hydro – Energy [12].....	18
Obr. 2-2 Model turbíny Pelton [12] .....	19
Obr. 2-3 Montáž Peltonovy turbíny [vlastní zdroj].....	20
Obr. 2-4 Příprava komponentů pro export [vlastní zdroj].....	21
Obr. 3-1 Uložení komponentů do bedny [vlastní zdroj] .....	27
Obr. 3-2 Urovnání komponentů v bedně [vlastní zdroj] .....	29
Obr. 3-3 Kompletace bedny [vlastní zdroj].....	31
Obr. 3-4 Komplexní checklist operace uložení komponentů do přepravní bedny.....	39
Obr. 3-5 Komplexní checklist operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně ...	40
Obr. 3-6 Komplexní checklist operace závěrečná kompletace přepravní bedny .....	40
Obr. 4-1 Ukázka přepravní bedny [vlastní zdroj] .....	42
Obr. 4-2 Příklad Hydraulického zdvihací stůl [20] .....	43
Obr. 4-3 Naklápěcí stůl - pohled z boku [21].....	43
Obr. 4-4 Žluto černá protiskluzová gumová rohož [22].....	44

## Seznam tabulek

Tab. 3-1 Časový snímek operátora.....	23
Tab. 3-2 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	28
Tab. 3-3 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	28
Tab. 3-4 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	29
Tab. 3-5 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	30
Tab. 3-6 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	30
Tab. 3-7 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	31
Tab. 3-8 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	32
Tab. 3-9 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	32
Tab. 3-10 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové] .....	33
Tab. 3-11 Akční indexy OWAS .....	35
Tab. 3-12 Časové vlivy pracovních postojů .....	35
Tab. 3-13 Akční indexy OWAS .....	36
Tab. 3-14 Časové vlivy pracovních postojů .....	37
Tab. 3-15 Akční indexy OWAS .....	37
Tab. 3-16 Časové vlivy pracovních postojů .....	38

## Úvod

Předložená bakalářská práce řeší téma z oblasti ergonomie, aplikovanou v praxi a zaměřenou na prevenci zdravotních rizik a optimalizaci pracovních podmínek. Téma práce zní: Ergonomická analýza pracoviště montáže ve vybrané společnosti. Práce je rozdělena do dvou částí. První část, teoretická, je zaměřena na celkové poznání ergonomie a její poslání v současné technické praxi.

Druhá část, praktická, je vypracována ve firmě CINK Hydro – Energy k.s. se sídlem v Sadově. Téma bakalářské práce jsem si vybral na základě mé spolupráce s firmou a zkušeností zde získaných.

Cílem bakalářské práce bude popsat současný stav úrovně základních ergonomických zásad a prevence zdravotních rizik. Po zmapování situace na konkrétním pracovišti a pomocí vhodných metod navrhnout nápravná opatření. V závěru bude zhodnoceno splnění cíle této bakalářské práce a budou rovněž zhodnoceny přínosy zavedených návrhů pro zvýšení komfortu při práci.

# 1 Ergonomie v současné technické praxi

Konkurenceschopnost, prestiž, kvalita produktů, kvalita podniku, spokojený zákazník. Tato fakta a mnoho dalších aspektů je nedílnou součástí moderního podniku. Všechny tyto argumenty se vztahují k zaměstnanci a jeho „pohody“ ve firmě. Aby člověk dokázal správně vykonávat svoji práci, musí mít vytvořené vyhovující pracovní podmínky. To je jedna z oblastí, kterou se zabývá ergonomie.

V dnešní době jsme svědky, že se technologie neustále rozvíjí, to přináší nové stroje, prostředí a nové metody. S tím souvisí také rozvoj lidí. Na člověka jsou v některých případech kladeny značné nároky. Je třeba, aby rozšiřoval své schopnosti, dovednosti. Pokud firma chce být konkurenceschopná tak by měla nepřetržitě rozvíjet svůj podnik. Člověk, jako součást podniku se musí zdokonalovat a rozvíjet, aby dokázal obsluhovat nová zařízení. Nevyváženost uvedených požadavků může vést k dlouhodobým zdravotním problémům.

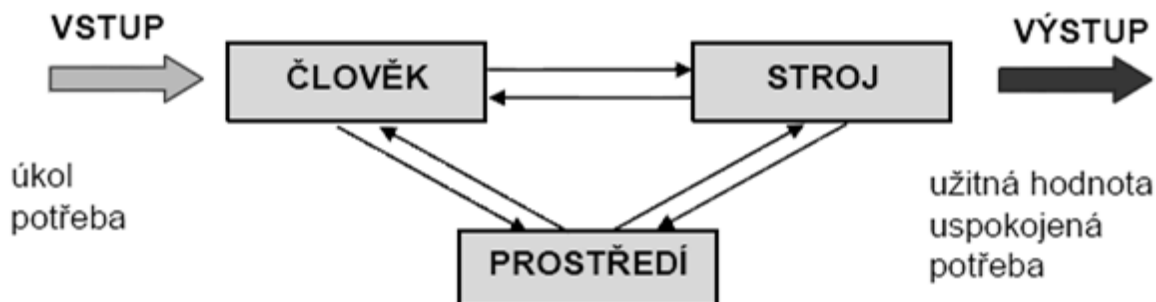
Firmy se zabývají ergonomií často z pohledu ekonomického. Na vhodně navrženém ergonomickém pracovišti dokáže zaměstnanec vytvořit kvalitní produkt, je minimalizována jeho únava a dokáže se tím zkrátit výrobní čas. Na druhou stranu je třeba brát v úvahu i fakt, že lidská populace stárne. S tímto poznatkem je třeba počítat především u firem, kde převažuje manuální práce. [8]

## 1.1 Ergonomie

Definice ergonomie podle Mezinárodní Ergonomické Asociace (IEA) 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.“ [4]

Ergo znamená práce a nomos je v překladu zákon. Pojem ergonomie vznikl spojením těchto dvou řeckých slov. Úlohou ergonomie, je změnit mechanocentrický přístup, tzn. navržení techniky bez ohledu na omezení člověka, k antropocentrickému přístupu, který vychází z limitů člověka, tedy z jeho schopností, možností a dovedností, a již při navrhování techniky respektuje jeho limity. [4]

Určitým obdobím, kdy se mechanocentrický přístup dostal do popředí, byla průmyslová revoluce. Člověk jakož to lidský faktor byl vedlejší, musel se přizpůsobovat danému zařízení. K významným osobnostem tohoto a pozdějšího období patří např.: F.B.Gilberth, Fayol, Ford. Ovšem stále více se důležitost a nezanedbatelnost lidského elementu v pracovním procesu dostávala do popředí. Až II. Světová válka, která byla svázaná s rozvojem vojenské techniky, ukázala potřebu ergonomie ve smyslu antropocentrického zaměření. Ukázala se nedostatečná spolehlivost člověka při využívání tehdejší novodobé techniky. [2] Ergonomický zjednodušený modul principu je znázorněn na obr. č. 1-1.



Obr. 1-1 Systém člověk - stroj – prostředí [17]

Základní oblasti ergonomie podle IEA jsou:

### **Fyzická ergonomie**

Souvisí s lidským zdravím, tím pádem se zaměřuje na vliv pracovních podmínek a pracovního prostředí. Zaměřuje se na problematiku pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakovatelné pracovní činnosti, profesionálně podmíněné onemocnění, uspořádání pracovního místa, či BOZP. S touto problematikou pomáhají poznatky z anatomie, antropometrie, fyziologie, nebo biomechaniky. [2]

### **Kognitivní (psychická) ergonomie**

Tato oblast řeší psychickou zátěž pracovníka, procesy rozhodování, dovednosti a výkonnost, interakce člověk – počítač, pracovní stres apod. Zkrátka je zaměřena na psychologické aspekty pracovní činnosti. [2]

### **Organizační ergonomie**

Do této oblasti spadá hlavně týmová práce, pocit komfortu, režim práce a odpočinku, sociální klima. Dalo by se říct, že tyto aspekty spadají do tzv. kultury podniku. S tím také souvisí styly řízení podniku, ochrana zdraví, normy, nebo podnikové klima. [2]

Ergonomie se také může dělit podle speciální oblasti, kam spadá:

### **Myoskeletální ergonomie**

Úkolem této oblasti je prevence profesionálně podmíněných onemocnění pohybového aparátu, které má za následek především onemocnění páteře a horních končetin z přetížení. Na rozdíl od úrazu jsou tato tzv. ergonomická onemocnění způsobena postupným zatížením a únavou svalového systému, které vede k degradaci funkčnosti pohybového aparátu. [2] Zdravotní potíže se ukáží až časem. Zda došlo k přetížení pracovníka, řeší bezpečnostní technik ve spolupráci s hygieniky, či odborníky na ergonomické metody. [6]

### **Psychologická ergonomie**

*„Zabývá se psychologickými požadavky při práci a stresovými faktory. Úroveň stresu je dána psychologickými požadavky práce a stupněm rozhodování (či kontroly) pracovníka při řešení pracovní situace.“* [2] Stres a psychologické a sociální faktory ovlivňují onemocnění pohybového aparátu, s tím souvisí myoskeletální ergonomie. [2]

### **Participační (účastnická) ergonomie**

Jedná se o navržení pracoviště za spoluúčasti a spolupráce samotných zaměstnanců, managementu, či odborů dané organizace. Zaměstnanec může vyslovit svůj argument k navržení pracoviště a být součástí optimalizace pracoviště. [7]

### **Rehabilitační ergonomie**

Jedná se o poskytování a přípravu vhodných pracovišť pro pracovníky s handicapem. Zaměřuje se na technická opatření, jako je např. konstrukční úprava pracovního místa pro osoby se změnou pracovní způsobilosti, které jsou schopny v rámci možností vykonávat danou činnost. [2]

Tyto jednotlivé oblasti mají společný cíl. Snaží se maximálně přizpůsobit pracovní místo pro zaměstnance bez jakéhokoliv vlivu na zdraví a bezpečí člověka. Důležitými limity se zabývají tato legislativní opatření:

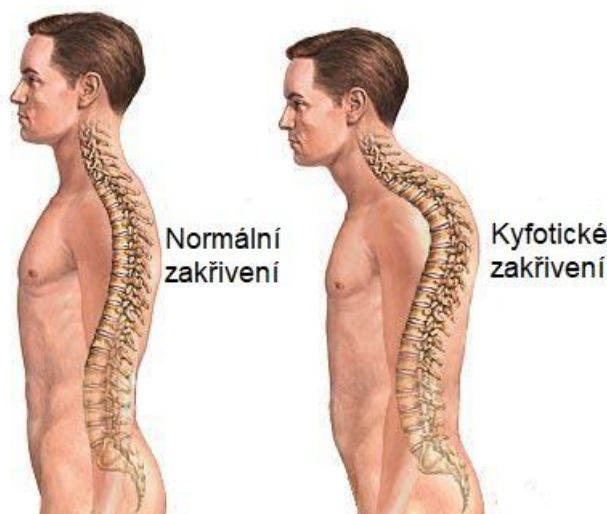
- ČSN EN ISO 9241 Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály
- ČSN ISO 6385 Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů
- ČSN ISO 01 2725 Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí
- ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení
- ČSN 91 0221 Zkoušení židlí a pracovních sedadel
- ČSN 91 0601 Židle a pracovní sedadla (technické požadavky)
- ČSN 91 0630 Pracovní sedadla (rozměry)
- Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců [6]

## 1.2 Důsledky nerespektování ergonomie v praxi

Práce ve výrobě, jak již bylo zmíněno výše, je namáhavý způsob života provázený častými stresy, které mohou vyvrcholit v duševní přepětí a silně přispívat k přetížení jednotlivých svalových skupin z oblasti beder, hrudníku a krční páteře. Například: zvedání ramen a paží při práci nad hlavou nebo hrbení se k nízké pracovní desce. [1] Přílišné statické zatížení, které není kompenzované, postupně vede k ochabování svalstva a následným strukturálním oslabením pohybového aparátu (strukturální oslabení je takové oslabení, u kterého dochází k trvalé deformitě reliéfu páteře) k tzv. muskuloskeletálním poruchám. [3] Tyto poruchy jsou nejčastěji uváděny v souvislosti s nerespektováním ergonomie v praxi.

### Muskuloskeletální poruchy

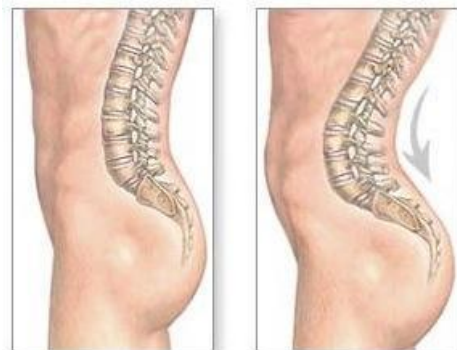
Nejčastěji se jedná o nadměrné zakřivení hrudní páteře konvexně dozadu. Je způsobené ochabnutím svalstva v oblasti zad zejména vzpřimovače páteře a dolních fixátorů lopatek, které plní základní funkci vzpřímeného držení těla. [3] Postupem času je tento stav kompenzován předsunutím hlavy a jejím mírným záklonem. Tuto kombinaci vad nazýváme horní zkřížený syndrom. [1] Pokud se tyto stavy nezačnou včas řešit, mohou se rozvinout v mnohem závažnější choroby jako je: Scheuermannova či Bechtěrevova choroba [3]



Obr. 1-2 Horní zkřížený syndrom [18]



Dalším případem je dvojité esovité zakřivení páteře buďto v bederní, nebo v krční oblasti. Oproti předchozímu stavu se jedná o nadměrné zakřivení páteře konvexně vpřed. Dochází k vyklenutí břišní stěny a posunutí těžiště těla vpřed. Základní příčinou tohoto oslabení je ochabnutí hýžd'ových a břišních svalů a zkrácení svalů v oblasti beder a kyčelního kloubu. [3] Závažnější stav v oblasti bederní páteře označujeme jako dolní zkřížený syndrom. [1]



Obr. 1-3 Dolní zkřížený syndrom [19]

### Vertebrogenní potíže

„Bolesti zad jsou ve většině případů (téměř v 97%) důsledkem dočasných funkčních poruch v oblasti nejvíce přetěžovaných úseků páteře – krční a bederní části.“ [3] Je důležité rozlišovat vertebrogenní potíže způsobené dlouhodobým statickým zatížením např. nepřizpůsobením pracovního prostředí od bolestí zad, která doprovázejí jiná závažná onemocnění. Vertebrogenní potíže se nejčastěji projevují lokalizovanou bolestí v různých úsecích páteře, migrénami, změnami v držení těla a zhoršenou motorickou funkcí. [3] Příčiny všech vyjmenovaných obtíží jsou v častých případech důsledkem nepříznivých pracovních podmínek ve smyslu: špatného uspořádání pracoviště, nevhodných pracovních pozic a také špatné postupy při manipulaci s materiálem. Nejen postupy, ale také jeho hmotnost a frekvence manipulace může být důsledkem zmíněných obtíží.

#### 1.2.1 Manipulace s břemeny

Mezi nejvýznamnější zkoumanou oblast je ruční manipulace s břemeny. Tato problematika je upravena v ustanoveních § 28 až § 30 nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterými se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Ruční manipulací s břemenem se rozumí přesouvání, zvedání, spouštění, přenášení a další pohyby prováděné jedním nebo více pracovníky. [9] V dnešní době je snaha nahradit a přesunout těžkou práci na roboty a stroje, ale v určité chvíli se bez lidské přítomnosti neobejdeme. Jak víme, člověk není stroj, velmi snadno se opotřebuje a unaví. Proto je třeba dbát na jeho pohodu a zdraví. Pokud tomu tak není, dochází k nepříznivým zdravotním důsledkům, které se projevují zejména v oblasti bederní páteře, jsou zatěžovány svaly, vazy, klouby, ale i systém cév a nervů.

Nepříznivý účinek manipulace s břemeny je dán tím, že hmotnost těla pracovníka a břemene se sčítá. Zvýšený působící tlak na páteř a klouby vede k poškození jemné chrupavčité výstelky kloubních plošek. [2] Tyto kloubní plošky patří mezi kosterní svaly, které jsou aktivním orgánem pohybové činnosti a společně s kostrou, s její tzv. pasivní částí podpůrné pohybové soustavy (chrupavky, vazy a klouby) tvoří nedílný celek. Schopnost funkce pohybu zajišťuje inervace (ovládání CNS) pomocí jednotlivých svalových vláken, které patří mezi základní jednotku kosterního svalu. [1]

Aby k těmto následkům poškození páteře a dalších důležitých systému těla nedocházelo, je třeba dodržovat bezpečné techniky manipulace s břemenem. Znalost bezpečné techniky

manipulace s břemenem je jedním ze základních předpokladů ochrany pohybového systému. Existují dva základní způsoby zvedání břemen. První je tzv. klekový mechanismus, který spočívá ve zvedání z podřepu s rovnými zády. Druhý mechanismus je na způsob zvedání s nataženými dolními končetinami a ohnutým trupem, jde o tzv. předklonový či zádový mechanismus. [2]

Jednotlivé hygienické limity pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem či ženou při občasném nebo častém zvedání, přenášení je uveden podle výše zmíněného nařízení vlády. S danou problematikou souvisí manipulace s ručním paletovým vozíkem, při které dochází taktéž k zvedání, spouštění, přenášení, tažení, tlačení a dalším pohybům.

### 1.2.2 Vybrané hygienické faktory při práci

Klima, stejně jako hluk a osvětlení patří mezi fyzikální faktory. Společně s hygienickými, sociálními a bezpečnostními faktory spadají do celku, které působí na člověka s technikou. Vykonanou činnost člověk většinou kontroluje zrakem, proto mezi jednu ze základních podmínek práce je osvětlení. Správným osvětlením lze zajistit nejen vykonávání práce, ale i zvýšit kvalitu, čistotu, bezpečnost a snížit zrakovou únavu i zlepšit psychickou pohodu. Mezi významné faktory, které ovlivní správné osvětlení, patří rovnoměrnost, stálost, barva, jas, intenzita atd. [4] Osvětlení musí být nastaveno tak, aby nedocházelo k oslňování pracovníka. To může mít za následek bolest hlavy, pálení očí, nesoustředěnost a v konečném důsledku může ohrožovat bezpečnost práce. Všeobecným problémem pro oslňování jsou okenní otvory, kterými proudí denní světlo. Na jednu stranu je výhodné využívat přírodní světlo namísto umělého, ovšem právě toto světlo výrazně zvyšuje intenzitu osvětlení. Tento proud slunečních paprsků rozdílně osvětluje povrch v místech u oken a v místech odlehlých. [10] Proto jsou výrobní haly stavěny pouze s menšími průzory, či s okny orientovanými na sever. Velikost okna a osvětlení jsou v přímé úměře. Čím je okno větší, tím jsou světelné rozdíly také větší.

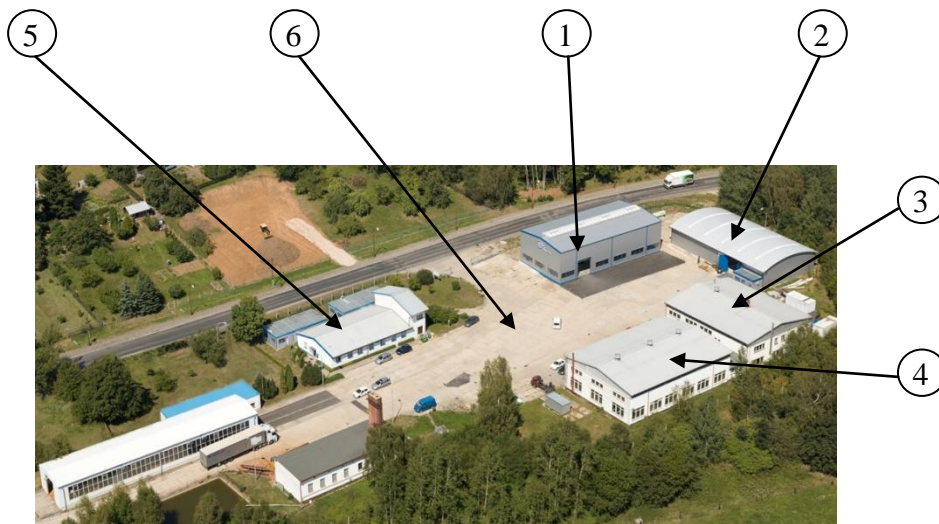
Jako významný faktor zajišťující kvalitní práci jsou klimatické podmínky na pracovišti. Stejně jako v kanceláři, tak především ve výrobní hale jsou teplotní rozdíly dány s ročním obdobím. Konkrétními podmínkami pro ochranu zdraví při práci, kde se vyskytují rizikové faktory mikroklimatických podmínek, se zabývá nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [11] Teplota prostředí je dána druhem práce. Ve výrobní hale se může nacházet více druhů práce, začínající od lehké, což je například zámečnická nebo kontrola, až po těžkou, kde dochází k manipulaci s břemeny až do 50 kg. Teplota prostředí závisí na vyprodukované energii pracovníků při vykonávání jejich specializované činnosti. Např. teplota na pracovišti zámečnicka by měla být  $19 \pm 1$  °C, kdežto při práci s těžkými břemeny člověk vyprodukuje více energie, tím pádem nepotřebuje ještě více energie dodávané pracovištěm. Při těžké práci se teplota prostředí pohybuje okolo  $14 \pm 2$  °C. Namáhavost práce je jednou z mnoha teplotních situací, podle kterých se určuje teplota haly. Závisí také na pohlaví člověka, věku, hmotnosti, výšce, oblečení, kvalitě budovy, ale i tepelné produkci stroje a technologie. [4] Je třeba počítat s vlhkostí vzduchu, rychlostí proudění, čistotou a tlakem vzduchu a mnoha dalšími faktory.

Kapitola odkazuje na aspekt, který se výrazně projevuje především v prostorných místech, jako jsou výrobní haly, a tím je hluk. Jestliže je tento negativní faktor nedostatečně ošetřen, lze očekávat trvalé poškození fyzického i psychického stavu zaměstnanců a snížení soustředěnosti a výkonnosti při práci.

## 2 Představení společnosti

Již v úvodu je zmíněno, že praktická část bakalářské práce bude řešena ve společnosti CINK Hydro – Energy k.s. se sídlem v Sadově u Karlových Varů. Firma byla založena slavným československým vynálezcem Ing. Miroslavem Cinkem jako malá soukromá továrna pro výrobu vodních turbín. Jeho první malou vodní turbínu s výkonem do 10 MW vyrobil v roce 1983 vycházející z principu Banki-Crossflow. Tímto úspěchem byl motivován do výroby dalších turbín a začal je dodávat po Čechách a na Slovensku. Po založení společnosti CINK – vodní elektrárny, a.s. v roce 1990 se distribuce rozšířila do ostatních zemí. O 15 let později Ing. Cink odešel do důchodu a došlo k modernizaci a přejmenování firmy na CINK Hydro – Energy k.s. Výrobní program se zaměřuje na návrh a montáž turbín Crossflow, Kaplan, Pelton, Francis a na stroje čistící česle. Od roku 2005 došlo k výrobě, dodání a zprovoznění více než 340 turbín do 47 různých zemí světa. Podnik se může chlubit vlastnictvím certifikátů ČSN EN ISO 9001:2016, ČSN EN ISO 14001:2016. [12]

Závod se specializuje na kompletní vývoj, návrh, výrobu, dopravu, montáž, zprovoznění malých vodních turbín na míru podle požadavků zákazníka. Veškerá činnost od vývoje až po výrobu se realizuje v areálu disponující administrativní budovou s kanceláři a jídelnou (5), ohromným prostranstvím pro dopravu a manipulaci (6) ohraničující čtyři budovy – montážní hala (1), sklad konstrukcí a turbín (2), vnitřní sklad chemikálií a elektrotechniky (3) a výrobní hala (4). [12]

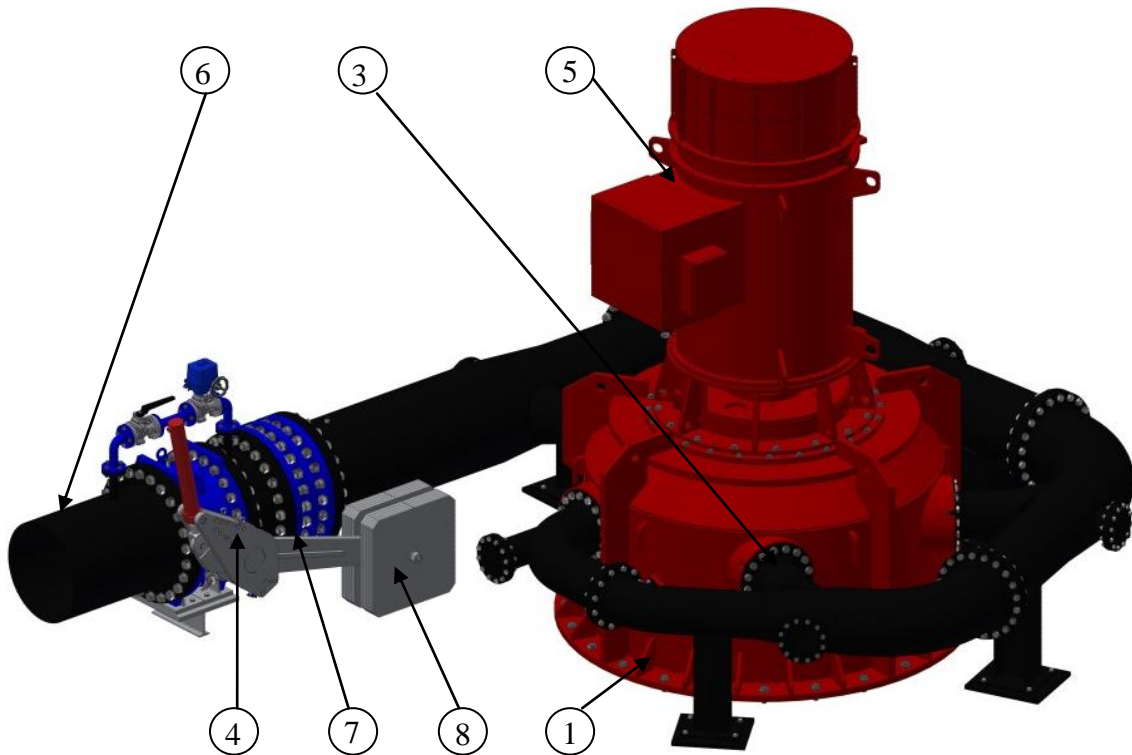


Obr. 2-1 Společnost CINK Hydro – Energy [12]

## 2.1 Popis kompletace turbíny

Z předchozí kapitoly „Představení společnosti“ je zřejmé, že se jedná především o kusovou výrobu vodních turbín. Do montážní haly, ve které bude vybráno pracoviště pro hodnocení ergonomie, jsou dopraveny jednotlivé nahrubo zhotovené profily a části turbíny Pelton z výrobní haly.

Peltonova turbína se skládá z několika hlavních částí – základní rám / skříň turbíny (1), oběžné kolo (uvnitř skříně turbíny) (2), dýza (uvnitř skříně turbíny) (3), uzavírací klapka (4), generátor (5), přívodní potrubí (6), rameno uzavírací klapky (7), závaží pro nouzové uzavření (8). (viz Obr. 2-2)



Obr. 2-2 Model turbíny Pelton [12]

Při kompletaci komponentů turbíny dochází k manipulaci s těžkými a robustními ocelovými žebry, jekly, plechy, hřídeli, atd. Montáž jednotlivých částí se provádí na příslušných pracovních stolech (viz Obr. 2-3).

Dochází k přesnému usazení a upevnění pomocí bodového svaru podle výkresu, následuje doprava zpět do výrobní haly, kde se kompletace dokončí. Dalším krokem je dokončení povrchové úpravy a následné lakování. Tento postup je proveden na každé hlavní části turbíny. Poté se veškeré komponenty a hlavní části dopraví zpět do montážní haly, kde za pomoci mostového jeřábu dochází k usazení základového rámu na přesnou pracovní desku, od které se odměřuje nulový bod pro přesné usazení zbylých částí. Každá část turbíny má rozměry v řádech metrů a hmotnost v řádech sta kilogramů až tun.

Po ustálení základového rámu se postupně sestavují a montují další části dle technologického postupu opět za pomoci jeřábu. Již při usazování např. skříně turbíny se pracovník pohybuje po žebříku s plošinou ve výšce 1,5 m, jedná se tedy o práci ve výškách.

## 2.2 Montážní postup s časovou hodnotou

Celková sestava turbíny je nahrubo smontována a svařena v montážní hale, aby se ověřila správná funkce a manipulace. Po celkové kompletaci je turbína demontována a exportována pomocí těžké techniky do lakovny a následně transportována k zákazníkovi.

Celková montáž turbíny trvá řádově několik dní.



Obr. 2-3 Montáž Peltonovy turbíny [vlastní zdroj]

Na pracovní základovou desku, která slouží jako nulový bod pro přesné odměřování a zároveň představuje základovou desku ve strojně vodní elektrárny, je uložen základový rám, ke kterému byly navařeny žebra pro kompletaci se skříní turbíny. Tato celková sestava základu turbíny váží okolo 6 tun. Veškerá manipulace je za pomoci mostových jeřábů.

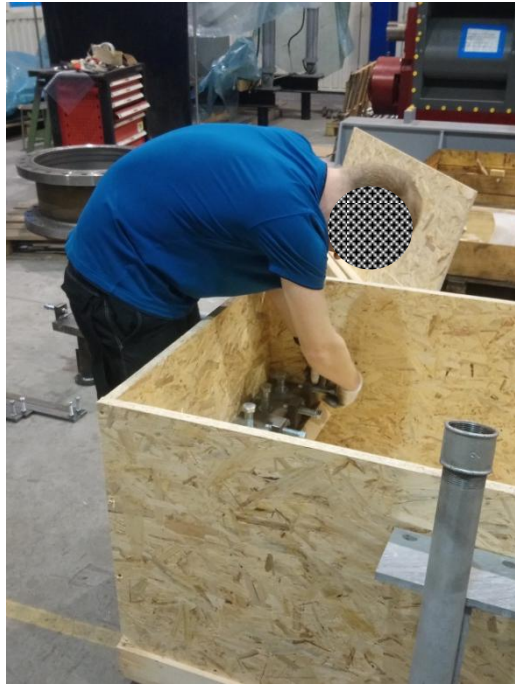
Ve skříní turbíny je 5 otvorů pro umístění dýz, které zajistí požadované otáčky a výkon oběžného kola pro výrobu elektrické energie (viz Příloze č. 1). Montáž dýz je přesná práce ve stoje u pracovního stolu, kde nedochází k závažným pracovním polohám, které by si vyžadovaly ergonomický zásah do pracovního postupu. Veškeré sestavení jedné dýzy trvá průměrně 5 hodin čistého času. Celková hmotnost dýzy je v řádech sta kilogramů. Pro přesné usazení do otvorů skříně se používá mostový jeřáb.

K dýzám jsou připevněny nátoky se zužujícím se profilem ve tvaru trysky pro urychlení proudu vody do dýzy (viz Obr. 2-3). Před upevněním je zapotřebí otvory nátoky obrousit do tvaru V/2 kvůli předepsanému svaru. Tato činnost se provádí na pracovním stole za pomoci úhlové brusky. Celková úprava na jednom nátoku z pěti trvala průměrně 15 minut. Dochází zde k ruční manipulaci při natáčení nátoku do vhodné pracovní polohy s 50 kg tělesem. Všechny 5 nátoků je k sobě svařeno trubkami o různých délkách, které se taktéž upravují úhlovou bruskou pro umístění svaru (viz příloze č. 1).

V přívodním potrubí jsou v místech u každé dýzy nahlížecí otvory těsněné víkem s přírubovým spojem z důvodu revizní kontroly. Víko váží okolo 30 kg a je zapotřebí jej do průzoru usadit ručně, protože hák jeřábu nedokáže víko nasměrovat do horizontální polohy.

### 2.3 Ergonomický pohled na vybrané úseky montáže turbíny

Během výroby turbíny docházelo k vedlejším činnostem, jako je např.: příprava kompresoru oleje pro expedici, příprava provozních kapalin, ventilů, pojistek, uložení ložisek a ložisek samotných pro expedici apod. Již z pozorování bylo zřejmé, že ergonomické riziko představují činnosti, které se týkají přípravy pro expedici. Dochází zde k opakovatelnému předklonu, kvůli uložení a zabezpečení předmětů do bedny pro transport (viz Obr.2-4).



Obr. 2-4 Příprava komponentů pro export  
[vlastní zdroj]

Postup práce operátora při přípravě exportujících komponentů:

1. Přivezení bedny ze skladu konstrukcí a turbín (viz Obr. 2-1 budova (2)) za pomoci vysokozdvizného vozíku do montážní haly
2. Ustálení bedny na zem
3. Přivezení palety provozních kapalin z vnitřního skladu (viz Obr. 2-1 budova (3)) za pomoci vysokozdvizného vozíku do montážní haly
4. Ustálení palety na zem
5. Postupné uchopení komponentu turbíny či provozní kapaliny a systematické uložení do bedny
6. Vložení prken mezi komponenty a kanystry proti samovolnému pohybu během dopravy
7. Spojení prken vruty s bednou kvůli pevnému zajištění
8. Uchopení víka bedny, položení víka a přidělení k bedně

### 3 Aplikace vhodných ergonomických metod a jejich vyhodnocení

Aby bylo možné aplikovat a následně posoudit objektivně zmíněná ergonomická rizika, je nutné postupovat v následných krocích:

Nejprve bude vyhotoven časový snímek operátora pro vybranou operaci: Příprava komponentů pro export. V tomto formuláři budou uvedeny všechny úkony, které operátor musí během této práce učinit. A kromě již zmíněného definování jednotlivých pohybů, bude přiřazena hodnota času, frekvence a popis pracovní pozice. Tento formulář je vstupním souhrnem dat, potřebných pro aplikaci metody RULA. Pro přesnější srovnání a objektivní posouzení dané činnosti bude vybrán patřičný checklist. Jejich souhrn pro obvyklé pracovní činnosti je publikován v literatuře [13]: Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik, vydané Státním zdravotním ústavem v Praze. Z tohoto materiálu byl vybrán checklist, který se cíleně zaměřuje na hodnocení zátěže pracovníka při manipulaci s materiálem. Odpovědi byly zaznamenány a slouží jako další informace pro přesnější analýzu ergonomických rizik při práci, kterou je příprava komponentů pro export.


#### 3.1 Časový snímek operátora

Časový snímek je formulář, který udává pracovní čas od kdy, do kdy operátor konal danou činnost. Ta je dále stručně popsána, k jakým úkonům docházelo. Je to forma nepřetržitého měření, ze které jsou získány detailní informace o průběhu práce. Slouží jako vstupní data pro ergonomickou analýzu. Ze snímku je zřejmé, jaké činnosti byly prováděny opakovaně a jak dlouho operátor strávil čas při daném úkonu. Pro ergonomickou analýzu a následnou ergonomickou inovaci jsou podstatné právě časově náročné a často opakované činnosti.

Ze snímku pracovního dne operátora [Tab. 3-1] je zřejmé, že nejvíce času strávil výpomocí na jiném pracovišti. Pokud by pozorovaný věnoval pozornost pouze své práci, pak nejvíce času a opakování stráví při manuální činnosti, kde ukládá komponenty a kanystry s provozními kapalinami do bedny. Následně komponenty zajistí a bednu zkompletuje. V daný den docházelo ke třem totálním kompletacím bedny během pracovní doby.

Na obrázku 2-4 (viz kapitola 2.3) je jasně vidět k jakému zdravotnímu riziku dochází. Operátor ukládal 16 dílů do bedny. Musel komponenty zvednout ze země, kde byly uloženy, přenesl je k bedně a následně uložil. Pracovník se vystavuje tomuto riziku předklonu přibližně 14 krát než uloží veškeré komponenty do bedny. Následně předměty musí zajistit proti samovolnému pohybu během dopravy, kde dochází k dalším 10 předklonům, aby mezi komponenty vložil prkna a ještě předměty vhodně urovnal. Nakonec 3 vložená prkna musí přimontovat k bedně vruty, tzn., že následuje dalších 6 předklonů (každé prkno přišroubuje 4 vruty, při jednom předklonu přišroubuje 2 vruty). Operátor tedy provede přibližně 30 předklonů, aby byla bedna zcela připravena k exportu. Celková montáž a příprava bedny trvala průměrně 28 minut. Z pozorování a měření času, pracovník v této nepřírozané poloze (viz Obr. 2-4) během jednoho uložení dílu do bedny setrvává průměrně 25 sekund. Což je 12,5 minuty strávených v nepřírozané poloze během celkové kompletace bedny. Export komponentů proběhne 3 krát až 6 krát za den, dle velikosti nákladu a náročnosti termínu dodání celkové turbíny k zákazníkovi, tj. přibližně 40 minut strávených v nepřírozané poloze. Během většího exportu to znamená, že operátor je nevhodně zatížen více jak hodinu za směnu a to je důvod, proč použít některou z ergonomických metod.

Tab. 3-1 Časový snímek operátora

	Datum: 15.12.2020	POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.
	Změna:		Pozoroval: TESAŘ Lukáš
	Od 7:00 do 15:30		Pozorovaný: -
Pracoviště: Příprava komponentů pro export			

Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis:
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:20:00	0:20:00	MP	Mimo pracoviště - ranní příprava, oblékání se do pracovního oděvu
0:20:00	0:20:00	0:55:00	0:35:00	MP	Mimo pracoviště - zkontrolování emailu
0:55:00	0:55:00	1:15:00	0:20:00	MP	Mimo pracoviště - zkontrolování dostatku materiálu
1:15:00	1:15:00	1:28:00	0:13:00	PVP	Práce - zavezení materiálu na montážní halu
1:28:00	1:28:00	1:44:00	0:16:00	PVP	Práce - ukládání komponentů do bedny
1:44:00	1:44:00	2:00:00	0:16:00	PVP	Práce - kompletace bedny
2:00:00	2:00:00	2:42:00	0:42:00	PCP	Práce - pomoc na jiném pracovišti
2:42:00	2:42:00	3:05:00	0:23:00	DOK	Dokumentace
3:05:00	3:05:00	3:20:00	0:15:00	MP	Mimo pracoviště
3:20:00	3:20:00	3:44:00	0:24:00	PVP	Práce - příprava a zavezení materiálu na montážní halu
3:44:00	3:44:00	4:01:00	0:17:00	PVP	Práce - zavezení provozních kapalin na montážní halu
4:01:00	4:01:00	4:30:00	0:29:00	O	Oběd
4:30:00	4:30:00	4:59:00	0:29:00	MP	Mimo pracoviště - zkontrolování emailu
4:59:00	4:59:00	5:36:00	0:37:00	PCP	Práce - pomoc na jiném pracovišti
5:36:00	5:36:00	5:50:00	0:14:00	PVP	Práce - ukládání komponentů do bedny
5:50:00	5:50:00	6:00:00	0:10:00	PVP	Práce - kompletace bedny
6:00:00	6:00:00	6:41:00	0:41:00	DOK	Dokumentace
6:41:00	6:41:00	7:02:00	0:21:00	PCP	Práce - pomoc na jiném pracovišti
7:02:00	7:02:00	7:24:00	0:22:00	PVP	Práce - zavezení materiálu na montážní halu
7:24:00	7:24:00	7:46:00	0:22:00	PVP	Práce - ukládání komponentů do bedny
7:46:00	7:46:00	7:53:00	0:07:00	PVP	Práce - kompletace bedny
7:53:00	7:53:00	8:12:00	0:19:00	DOK	Dokumentace
8:12:00	8:12:00	8:30:00	0:18:00	MP	Mimo pracoviště - příprava na odchod

## 3.2 RULA

Pro analyzování pracoviště byla použita metoda RULA (z anglického názvu Rapid Upper Limb Assessment). Již z názvu vyplývá, že se jedná o rychlé hodnocení horních končetin. Konkrétně se zaměřuje na polohy paží, předloktí a zápěstí, současně se zaobírá pozicemi krku, trupu a nohou. [13]

Metoda RULA má předem stanovené 3 tabulky skóre pojmenované A, B, C. Tabulka A se zaměřuje na analyzování paží, předloktí a zápěstí. Tabulka B udává skóre krku, trupu a nohou. Třetí tabulka C je celkové hodnocení skóre, kde se berou v potaz vyhodnocené body z tab. A a B. Do hodnocení se započítává „Silové – zátěžové skóre“ beroucí ohled na sílu a zátěž vynakládanou při práci, a „Skóre užívané u svalů“, které bere v úvahu statické polohy při práci. Veškeré skóre se určují podle grafického vyobrazení rizikových pozic podle Hlávkové uvedené v příloze č. 2.

Celkové vyhodnocení je rozděleno do 4 kategorií podle Hlávkové [13]:

1. kategorie: celkové skóre jedna nebo dvě ukazuje, práce je přijatelná, pokud není prováděna po dlouhou dobu.
2. kategorie: celkové skóre tři nebo čtyři ukazuje, že je potřebné další hodnocení a změny by měly být požadovány
3. kategorie: celkové skóre pět nebo šest ukazuje, že je potřebné provést změnu v provádění práce co nejdříve.
4. kategorie: celkové skóre sedm ukazuje, že změna provádění práce je potřebná okamžitě.



## Hodnocení poloh [13]:

### Paže

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:

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

Maximální možné skóre paží = 6 bodů.

### Předloktí

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

Dodatečné body:

- + 1 b. paže křížící střednici nebo ven na stranu
- 1 b. sezení s nízko položenou klávesnicí a negativní naklonění

Maximální možné skóre předloktí = 3 body.

### Zápěstí

Poloha/rozsah	Skóre:
Neutrální poloha	1
Ohnuté zápěstí < + 15°	2
Ohnuté zápěstí < - 15°	2
Ohnuté zápěstí > + 15°	3
Ohnuté zápěstí > - 15°	4

Dodatečné body:

- + 1 b. zápěstí odkloněno
- + 1 b. zápěstí v neutrální poloze nebo stočené ve střední poloze
- + 2 b. téměř krajní rotace zápěstí

Maximální možné skóre zápěstí = 6 bodů.

### **Krk**

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

Dodatečné body:

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

Maximální možné skóre krku = 6 bodů.

### **Trup**

<b>Poloha/rozsah</b>	<b>Skóre:</b>
Vzpřímený, dobrá opěra, úhel kyčel – trup $\geq 90^\circ$	1
Flexe 11 – 20°	2
Flexe 21 – 60°	3
Flexe > 60°	4

Dodatečné body:

- + 1 b. trup otočený na stranu
- + 1 b. trup nakloněný na stranu

Maximální možné skóre trupu = 6 bodů.

### **Skóre nohou**

- + 1 b. nohy a chodidla jsou při sedu dobře podepřeny, vyrovnané zatížení
- + 1 b. stroj s rovnoměrným rozložením na obě chodidla
- + 2 b. nohy/chodidla nepodepřená nebo nerovnoměrně zatížená

Maximální možné skóre nohou = 2 body.

### **Skóre užívané u svalů**

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

Maximální možné skóre používané u svalů = 1 bod.

### **Silové – zátěžové skóre**

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

Pro práci se zobrazovací jednotkou zahrnuje toto skóre časové hledisko:

- + 1 b.  $\geq 4$  hodiny a  $\leq 6$  hodin
- + 2 b.  $> 6$  hodin/den

Maximální možné silové – zátěžové skóre = 2 body.

### **3.3 Praktická aplikace metody RULA pro vybrané operace**

V kapitole 2.3 je popsáno, do jakých operací se rozděluje činnost operátora při přípravě komponentů pro export a kompletace bedny. Metoda RULA byla aplikována právě na tyto operace. Jedná se o uchopení dílu, přenesení k bedně, uložení komponentu do bedny, zajištění a urovnání dílu a pevné smontování bedny. Dané úkony, které byly uvedeny s nejčastějším výskytem a časovou různorodostí, závisující na typu zboží, v časovém snímku operátora, jsou nadále analyzovány a zkoumány. Vždy se jedná o rizikové pozice těla operátora, což je demonstrováno na obrázcích 3-1; 3-2; 3-3. Při pozorování byl specifikován poznatek, že během uchopení a uložení dílu docházelo k téměř totožným pohybům. Z tohoto důvodu bude provedena studie pouze pro uložení komponentů do bedny. Při přenášení dílu nedocházelo k vážným ergonomickým rizikům. Pohyb byl shodný s předepsaným pohybem dle hygienického limitu při ruční manipulaci s břemenem určeným BOZP [14]. Pohyb byl vyhodnocen jako pohyb s minimálním rizikem a je přijatelný, pokud nebude prováděn po dlouhou dobu. Metoda RULA byla tedy použita v následujících případech:

#### **3.3.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny**

První operací je uchopení respektive uložení komponentů do bedny. Již nyní před samotným analyzováním operace je zřejmé ze snímku 3-1, že poloha, při které operátor provádí daný úkon, je namáhavá. Žáda do oblouku, nepřirozená pozice hlavy. Již pouhý pohled napovídá, že dlouhodobá a opakovaná pozice operátora je riziková.



Obr. 3-1 Uložení komponentů do bedny [vlastní zdroj]

Následuje rozbor této činnosti pomocí RULA a uvedení hodnot získaných při analyzování první operace. Při popsání každé operace budou uvedeny 3 tabulky A (hodnocení paží, předloktí a zápěstí), B (hodnocení krku, trupu a nohou), C (celkové hodnocení) v tomto pořadí.

V tabulce A jsou hodnoceny pozice paží, předloktí a zápěstí. Operátor má v dané pozici paže, ve srovnání se vzorovým grafickým znázorněním, pod větším úhlem než je  $90^\circ$  vůči poloze páteře, proto je odečteno skóre 4. Předloktí se pohybuje v poli od  $0^\circ$  po  $60^\circ$ , tedy má skóre 2. Pro zápěstí byly vyhodnoceny 3 body z důvodu většího ohnutí než  $15^\circ$  v kladném směru (tedy do předklonu). Při ukládání nedocházelo k natáčení zápěstí. (viz Tab. 3-2)

Tab. 3-2 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

		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

Při přičtení silového skóre 1 bodu za přerušovanou zátěž s manipulací nad 10 kg tělesa je celkové skóre pro tabulku A rovno 5 bodům. Daný výsledek je vstupní údaj pro celkové hodnocení jako skóre C.

Pracovník musí uložit komponenty do hluboké bedny, která stojí na podlaze, jediné tak, že vykoná nepřirozený předklon dosahující až 75°, nedochází však k otáčení či náklonu do stran. Při porovnání s tabulkou pro hodnocení rizik poškození horních končetin, bylo udáno skóre pro trup 4. Nepřirozený předklon je doprovázen konvexním zakřivením páteře dozadu. S touto polohou je spojen záklon hlavy, aby operátor lépe viděl na uložení dílů. Skóre krku činí 4 body, opět však nedochází k otáčení či náklonu do stran, proto dodatečné body nejsou zahrnuty. Operátor při provádění dané operace stojí rovnoměrně a váha je tedy rozložena do obou nohou stejně, a proto bylo zaznamenáno skóre 1. (viz Tab. 3-3)

Tab. 3-3 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

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

Z tabulky bylo vyčteno vysoké skóre 7. K výsledku nebyly přičteny dodatečné body za skóre užívané u svalů, protože pracovník danou činnost neopakoval více jak 4 krát do minuty. Daný výsledek je vstupní údaj pro celkové hodnocení jako skóre D.

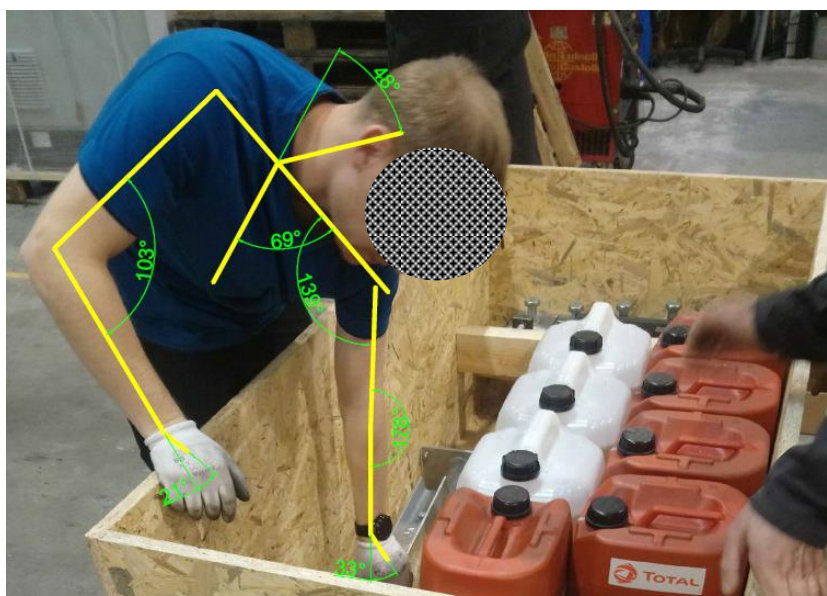
Tab. 3-4 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

Celkové skóre									
	Skóre D								
Skóre C	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

Po doplnění jednotlivých bodů do tabulky vyšlo skóre 7, které se řadí do 4. kategorie a je nutné provést okamžité změny v provádění práce.

### 3.3.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně

Jako druhá operace je rozložení komponentů v přepravní bedně. Správné a účelové složení komponentů v bedně je důležité z hlediska rozložení váhy, zamezení poškození jednotlivých dílů a je i součástí kontroly jejich počtu. Stejně jako při první operaci je i nyní před samotnou aplikací metody jasné, že výsledné skóre bude i v tomto případě velmi vysoké.



Obr. 3-2 Urovnání komponentů v bedně [vlastní zdroj]

V této operaci je hodnocena pozice levé ruky. Operátor má v dané pozici paži v mezích úhlu mezi  $46^\circ$  –  $90^\circ$ , proto je odečteno skóre 3. Předloktí je v poloze vůči paži téměř v rovině  $0^\circ$  respektive  $180^\circ$ . Pohybuje se podle vzorového grafického znázornění v poli od  $0^\circ$  po  $60^\circ$ , tedy má skóre 2. Pro zápěstí byly vyhodnoceny 3 body z důvodu většího ohnutí než  $15^\circ$  v záporném směru (tedy do záklonu). Při ukládání nedocházelo k stočení zápěstí. (viz Tab. 3-5)

Tab. 3-5 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

		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

K výsledku je přičten 1 bod za přerušovanou zátěž s manipulací nad 10 kg tělesa. Celkové skóre pro tabulku A je rovno 6 bodům.

Při urovnávání opět dochází k hlubokému předklonu přesahující 60°. Dochází i k otáčení či náklonu do stran, proto bylo vyhodnoceno pro trup skóre 4. Krk je v předklonu, je natočen i nakloněn na stranu. Skóre krku činí 5 bodů. Kvůli náklonu na stranu operátorův stoj není rovnoměrně rozložen do obou nohou, a proto bylo zaznamenáno skóre 2. (viz Tab. 3-6)

Tab. 3-6 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

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

K výsledku byl přičten 1 dodatečný bod. Činnost byla opakována více jak 4x za minutu. Celkové skóre pro tabulku A je rovno 9 bodům.

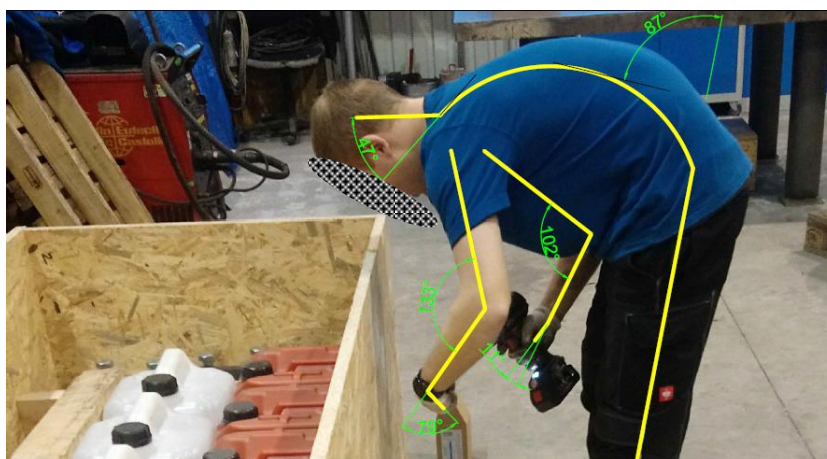
Tab. 3-7 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

Celkové skóre									
	Skóre D								
Skóre C	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

V tomto případě se potvrdilo vysoké bodové skóre, které je řazené do 4. kategorie a je doporučena okamžitá změna v provedení operace.

### 3.3.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny

Činnost při závěrečné kompletaci bedny (viz Obr. 3-3) je podobná jako ukládání jednotlivých komponentů. Pozice operátora je analogická, ale s ohledem na použití ručního náradí i zde bylo nutné detailněji posoudit rizikovost prováděné činnosti operátora.



Obr. 3-3 Kompletace bedny [vlastní zdroj]

Během montování se operátorova paže pohybuje mezi 46 až 90°. Podle vzorového grafického znázornění tato poloha předloktí spadá pod 3. skóre. Pro zápěstí byly vyhodnoceny 3 body z důvodu ohnutí než  $\pm 15^\circ$ . Při ukládání nedocházelo k stočení zápěstí. (viz Tab. 3-8)



Tab. 3-8 Tabulka A: Hodnocení skóre paží, předloktí a zápěstí [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

		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

K výsledku je přičten 1 bod za přerušovanou zátěž s manipulací méně než 2 kg tělesa. Celkové skóre pro tabulku A je rovno 5 bodům.

Jak tomu bylo při ukládání komponentu do bedny, tak stejně je tomu i při kompletaci bedny. Dochází k nepřirozenému předklon přesahující 60° bez jakéhokoli otáčení či náklonu do stran. S touto polohou je spojen záklon hlavy. Operátorova váha je rovnoměrně rozložena na obě nohy. (viz Tab. 3-9)

Tab. 3-9 Tabulka B: Hodnocení skóre krku, trupu a nohou [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

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

Dodatečné body nejsou zahrnuty. Celkové skóre pro tabulku A je rovno 7 bodům.

Tab. 3-10 Tabulka C: Celkové hodnocení [zpracováno dle vzoru od MUDr. Hlávkové]

Celkové skóre									
	Skóre D								
Skóre C	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

I v této operaci je skóre nepříjemně vysoké a jsou nutná okamžitá nápravná opatření.

### Závěr

U všech vybraných operací, u nichž byla aplikována metoda RULA, bylo v závěru zjištěno vysoké bodové skóre. Výše skóre značí, že uvedené operace jsou pro operátora vysoce rizikové ze zdravotních důvodů. S ohledem na délku trvání všech tří operací, jejich opakovanost během celé pracovní směny a při minimální možnosti použít nějaký způsob automatizace při balení a expedici produktu, je pravděpodobné, že při tomto způsobu provádění práce by u zaměstnance mohlo dojít k ohrožení zdraví. Rizikem jsou muskuloskeletální onemocnění. Už tato analýza činností operátora by byla dostatečnou pro argumentaci návrhu změn na tomto pracovišti. Ale pro úplnost a nepochybné splnění cíle této bakalářské práce byly na vybrané operace aplikovány ještě metody OWAS a v závěru je uveden i checklist. Jejich výsledek bude podpořením předpokladu, že vybrané studované činnosti operátora jsou vysoce rizikové a je důležité se zamyslet nad možností změn, které sníží zdravotní riziko pro zaměstnance.

### 3.4 OWAS

OWAS je metoda, při které dochází k hodnocení pracovní polohy operátora. Zahrnuje i pracovní polohy při manipulaci s břemenem. Základem aplikace metody je pozorování činností operátora v pravidelných časových intervalech. K vyhodnocení dat se používají hodnotící tabulky a předem stanovené indexy. Metodika operuje i s vlivem sil, které operátor musí při dané činnosti vynaložit. Hodnocení je také ovlivněno časovými intervaly, tedy statickou nebo dynamickou náročností. Výsledkem jsou doporučené návrhy, zda je nutné přeorganizování dané činnosti. Metoda nevyhodnotí, jak mají být změny provedeny, pouze jsou doporučeny oblasti pracovních poloh (záda, páteř, ruce, nohy), na které je třeba brát zřetel, a na které jsou kladeny přílišné zátěže. [15]

Výsledné hodnoty jsou přiřazeny jednotlivým kategoriím od jedné do čtyř, kde význam těchto hodnot je následující (dle výzkumného ústavu bezpečnosti práce [15]):

1. kategorie: žádná nápravná opatření
2. kategorie: nápravná opatření v blízké budoucnosti
3. kategorie: nápravná opatření, co nejdříve
4. kategorie: okamžitá nápravná opatření

Výsledné indexy představují úvahu při vyčtení správné polohy z předem stanovených rizikových poloh:

#### **Záda – páteř:**

- Index:** 1      přímá  
          2      ohnutá dopředu nebo dozadu  
          3      stočená nebo ohnutá bokem  
          4      ohnutá a stočená nebo ohnutá dopředu a stranou

#### **Ruce:**

- Index:** 1      obě ruce jsou pod úrovní ramen  
          2      jedna ruka je na nebo nad úrovní ramen  
          3      obě ruce jsou na nebo nad úrovní ramen

#### **Nohy:**

- Index:** 1      sezení  
          2      stání s nataženýma nohama  
          3      stání s váhou na jedné natažené noze  
          4      stání nebo pokrčení s oběma ohnutými koleny  
          5      stání nebo pokrčení s jedním ohnutým kolenem  
          6      klečení na jedné nebo obou kolenou  
          7      chození nebo přesouvání

#### **Použití síly:**

- Index:** 1      hmotnost nebo potřebná síla je 10 kg a méně  
          2      hmotnost nebo potřebná síla přesahuje 10 kg, ale je méně než 20 kg  
          3      hmotnost nebo potřebná síla přesahuje 20 kg

### **3.5 Praktická aplikace metody OWAS pro vybrané operace**

Před zahájením pozorování a aplikací metody OWAS byl předem stanoven interval 30 sekund, při kterém bylo vždy zapsáno, v jaké pracovní poloze se pohybují ruce, nohy a záda operátora a s jakou silou bylo operováno během reprezentativní periody. Reprezentativní perioda byla stanovena 20 minut, tento čas je roven průměrné délce trvání jedné operace. Zároveň se zaznamenává, jak dlouho operátor stráví v dané poloze.

Stejně jako při aplikaci metod RULA, tak i zde se hodnotí již mnohokrát zmíněné operace vyobrazené na obrázcích 3-1, 3-2, 3-3.

#### **3.5.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny**

Oproti metodě RULA, kde se body získávaly na základě pozorování, v jakých mezních úhlech se daná část těla nachází, tak OWAS pracuje pouze s očividnými polohami. Pro získání celkového indexu je zapotřebí postupné doplňování a odčítání z tabulky. Při operaci dochází k ohnuté páteři, proto index 2. Ruce jsou na úrovni ramen. Obě nohy přenášejí rovnoměrně váhu těla a jsou natažené. Pracovník vynakládá sílu při manipulaci s více jak 10kg tělesem, ale hmotnost předmětu nepřesáhne 20 kg, z tohoto důvodu je index 2. Při odečtení z tabulky vychází akční index 2.

V časovém snímku operátora je uvedeno, že pracovník danou polohu provádí přibližně 14 krát, při uchopí a položení komponentů do bedny. Podle dat z časového snímku je dáno, že v dané poloze setrvává průměrně 25 sekund. Z toho vyplývá, že poloha má přibližně 30% obsazenost za dobu reprezentativní periody.

Tab. 3-11 Akční indexy OWAS

Záda- páteř	Ruce	Nohy																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Síla			Síla			Síla			Síla			Síla			Síla					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Tab. 3-12 Časové vlivy pracovních postojů

Záda- páteř	1 - přímá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - ohnutá	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	3 - stočená	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4 - ohnutá a stočená	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ruce	1 - obě ruce pod úroveň ramen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - jedna ruka na nebo nad úroveň ramen	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	3 - obě ruce na nebo nad úroveň ramen	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nohy	1 - sezení	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2 - stání s nataženýma nohama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3 - stání s jednou nataženou nohou	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4 - obě kolena ohnuta	1-2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5 - jedno ohnuté koleno	1-2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	6 - klečení	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	7 - chození	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Procento prac. doby během reprezen. periody		0	20	40	60	80																

Ze získaných indexů je udělán průměr, který se blíží kritériu 2. Metoda OWAS doporučuje danou činnost v blízké budoucnosti podrobit nápravným opatřením.

### 3.5.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně

Dle porovnávání jsou záda operátora ohnutá a stočená. Ruce jsou na úrovni ramen. V této poloze má operátor jednu nohu nataženou a druhou pokrčenou. K jednotlivým těmto poznatkům byly přiřazeny určité indexy. Pro celkové vyhodnocení je odečten také index zahrnující sílu vynaloženou na manipulaci s předmětem o hmotnosti mezi 10 a 20 kg. Celkový akční index je roven 3.

Tab, 3-13 Akční indexy OWAS

Záda-páteř	Ruce	Nohy																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Síla			Síla			Síla			Síla			Síla			Síla			Síla		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

V následující tabulce jsou opět dané polohy přiřazeny hodnotě času, kolik procent je daná poloha obsažena v dané pracovní době. Polohu ohnutých a stočených zad, obou rukou na úrovni ramen a stání na jedné natažené noze provádí operátor 10 krát. Z toho vyplývá, že poloha má přibližně 21% obsazenost za dobu reprezentativní periody.

Tab. 3-14 Časové vlivy pracovních postojů

Záda- páteř	1 - přímá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - ohnutá	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3 - stočená	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	4 - ohnutá a stočená	1	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Ruce	1 - obě ruce pod úrovní ramen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - jedna ruka na nebo nad úrovní ramen	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	3 - obě ruce na nebo nad úrovní ramen	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Nohy	1 - sezení	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	2 - stání s nataženýma nohama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	3 - stání s jednou nataženou nohou	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	4 - obě kolena ohnuta	1-2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	5 - jedno ohnuté koleno	1-2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	6 - klečení	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	7 - chození	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Procento prac. doby během reprezen. periody		0	20	40	60	80								

Vyhodnocené číslo indexu přiřazuje tuto polohu do kritéria 3, podle které jsou nápravná opatření doporučena uskutečnit co nejdříve.

### 3.5.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny

I následující tabulka, stejně jako předchozí, je vyplněna podle provedení poloh, které operátor vykonával: záda ohnutá v předklonu, obě ruce na úrovni ramen, obě nohy natažené, síla vynaložená při manipulaci s akuvrtačkou je pod úrovní 100 N. Akční index je roven 2.

Tab. 3-15 Akční indexy OWAS

Záda- páteř	Ruce	Nohy																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla	Síla			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

Operátor kompletuje bednu přišroubováním distančních prken proti pohybu komponentů v bedně při transportu. Danou polohu provádí přibližně 6 krát u každé bedny připravenou pro export. Poloha má 12,5 % obsazenost v časové reprezentativní periodě.

Při aritmetizaci indexů se dostáváme do kategorie 2. Stejně jako při operaci uložení komponentů do přepravní bedny, tak i zde jsou navržena nápravná opatření v blízké budoucnosti.

Tab. 3-16 Časové vlivy pracovních postojů

Záda- páteř	1 - přímá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - ohnutá	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 - stočená	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4 - ohnutá a stočená	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Ruce	1 - obě ruce pod úrovní ramen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 - jedna ruka na nebo nad úrovní ramen	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	3 - obě ruce na nebo nad úrovní ramen	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Nohy	1 - sezení	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2 - stání s nataženýma nohama	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
	3 - stání s jednou nataženou nohou	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4 - obě kolena ohnuta	1-2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5 - jedno ohnuté koleno	1-2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6 - klečení	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7 - chození	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Procento prac. doby během reprezen. periody		0	20	40	60	80					

## Závěr

Při aplikaci metody RULA bylo zjištěno dle vyhodnocených tabulek, že nápravná opatření jsou potřebná zcela okamžitě, to ovšem nelze říct při aplikaci metody OWAS. Překvapivé je, že výsledné kategorie, při aplikaci metodiky OWAS, u jednotlivých operací sice doporučují nápravná opatření, před výskytem zdravotního rizika, ale až v blízké budoucnosti, či nejbližší době, nikoli však okamžitě.

Pro argumentaci včasného zavedení nápravných opatření na daném pracovišti byl aplikován checklist, který byl zaměřen na konkrétní činnost zaměstnance. Tento formulář může být použit tak, že jej vyplní sám zaměstnanec. Nebo jej může vyplnit i člověk, který je na pracovišti v roli pozorovatele a s danou činností má dostatečné zkušenosti. V tomto případě jsem checklist vyplnil sám na základě odpovědí daného zaměstnance.

## 3.6 Checklist

Checklist je formulář, ve kterém se odpovídá na určité otázky. Pro dané vyhodnocení rizikovitosti poloh byl vybrán všestranný respektive komplexní checklist pro hodnocení ergonomického rizika. Vyplnění checklistu je rozděleno do 4 kroků. V prvním kroku jsou vyplněny vstupní informace. Dále se určují, jaké polohy jednotlivých částí těla se vyskytují během dané operace a jaká síla, zda vůbec nějaká, působí na vybranou část. Ve 4. kroku je rizikovitosti přiřazena opakovatelnost a časová náročnost. Každému zakřížkovanému políčku je

připočten 1 bod. V celkovém hodnocení dané části těla se jednotlivé body sečtou a vyhodnotí se ergonomické riziko. Bodové skóre 0 až 1 vyjadřuje nízké riziko. Skóre 2 udává střední riziko. A interval 3 až 4 přiřazuje dané činnosti vysoké ergonomické riziko.

Tento checklist byl použit na všechny tři operace zvlášť, aby bylo možné získat posouzení a porovnatelnost mezi jednotlivými metodami a dojít tak k celkovému vyhodnocení zda je daná operace velice riziková a je třeba učinit okamžitá nápravná opatření či méně riziková a daná opatření se mohou realizovat až v blízké budoucnosti.

### 3.6.1 Operace uložení komponentů do přepravní bedny

Již dle výše zmíněného popisu pozice uvedeného na obrázku 3-1 byly vyplněny jednotlivé otázky a kroky pro udělení celkového hodnocení. Operace je dle checklistu vysoce riziková. Veliké zátěži a později i zdravotním následkům jsou vystaveny předloktí a lokty, ramena, krk, a také především trup, respektive záda a páteř z důvodu ukládání těžkých předmětů v předklonu. Na základě těchto četností vysokého rizika je celkové hodnocení operace stanoveno jako velmi rizikové a jsou doporučena okamžitá nápravná opatření.

Hodnocení ergonomického rizika													
Krok 1		Typ práce: ..... Pracoviště: Montážní hala											
Vstupní informace		Pracovní místo: CINK Hydro - Energy			Typ směnnosti: Jednosměnný provoz			Datum: .....					
Krok 2		Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup		D. končetiny	
Určení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh dané kategorie vyskytuje, ohodnoťte ji v krocích 3 a 4 body (každé zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť levé a pravé													
		Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Záklon	Rotace ? 20°	Rotace	Sed bez opory	Extenze	Bez opory
Krok 3		Poloha (1 bod)		X	X	X	X	X	X	X	X		Poloha (1 bod)
Zaškrtněte políčka, pokud se riziková poloha vyskytuje, popřípadě překračuje limity síly		Úchop "špetka", "tlak prsty" ? 1 Kg (10 N), nebo "silný stisk" ? 4,5 Kg (45 N)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	Síla (1 bod)
				?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Krok 4		Doba trvání (1 bod)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	Doba trvání (1 bod)
Zaškrtněte políčka, pokud jsou překročeny limity doby trvání a frekvence rizikové polohy		?		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Frekvence (1 bod)		?	?	?	?	?	?	?	?	?	Frekvence (1 bod)
		?		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Skóre		Součet bodů (1-4)		2	3	3	3	3	3	3	3		
		.....		2	3	3	3	3	3	3	3		
Riziko		3-4 body: Vysoké 2 body: Střední 0-1 bod: Nízké		S	V	V	V	V	V	V	V	V	

Obr. 3-4 Komplexní checklist operace uložení komponentů do přepravní bedny

### 3.6.2 Operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně

Uspořádání předmětů není z pozorovatelova hlediska nijak zcela náročná operace, avšak z důvodu opakovaného předklánění, zdvihání předmětů jsou jednotlivé části těla vystaveny silám a vysokým frekvencím opakování. Tento aspekt a také opírání o bednu, které způsobí tlak na zápěstí, vytáčení páteře, nerovnoměrné rozložení váhy těla na nohy a kroucení krku, vystavují celkově operátora vysokým rizikům. Nastává tím rychlá únava těla, z které vyplývá neefektivnost a časté odpočívání.



Krok 2		Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup		D. končetiny			
Určení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh dané kategorie vyskytuje, ohodnoťte ji v krocích 3 a 4 body (každé zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť levé a pravé															
		Flexe ? 45°	Ulnární deviace	Rotace předloktí		Zvednutá paže ? 45°	Zapažení	Zvednutá ramena	Předklon ? 30°	Úklon	Flexe ? 20°	Úklon	Klek		
		Extenze ? 45°	Radiální deviace	Extenze		Zapažení	Zvednutá ramena		Záklon	Rotace ? 20°	Rotace	Sed bez opory	Extenze	Podfep	
		Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Záklon	Rotace ? 20°	Rotace	Sed bez opory	Extenze	Bez opory
<b>Krok 3</b>	Poloha (1 bod)		X	X		X	X		X		X				Poloha (1 bod)
	Síla (1 bod)	Úchop "špetka", "tlak prsty" ? 1 Kg (10 N), nebo "silný stisk" ? 4,5 Kg (45 N)		? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)		? 1 Kg (10 N)		? 10 Kg (100 N)		Pedál ? 4,5 Kg (45 N)		Síla (1 bod)
<b>Krok 4</b>	Doba trvání (1 bod)	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.		? 10 sek.		? 10 sek.		? 30% dne		Doba trvání (1 bod)
	Frekvence (1 bod)	? 30/min.	? 30/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.		? 2/min.		? 2/min.		? 2/min.		Frekvence (1 bod)
<b>Skóre</b>	Součet bodů (1-4)	.....	3	3	.....	3	3	.....	3	.....	3	.....	.....	.....	
<b>Riziko</b>	3-4 body: Vysoké 2 body: Střední 0-1 bod: Nízké		V	V		V	V		V		V				

Obr. 3-5 Komplexní checklist operace rozložení a úprava komponentů v přepravní bedně

### 3.6.3 Operace závěrečná kompletace přepravní bedny

Během operace montáže bedny jsou ruce a zápěstí vystaveny riziku. Dochází zde k držení vrtačky pravou rukou. Zápěstí je v radiální deviaci kvůli náklonu vrtačky, aby byla vodorovně a bit správně dolehl do drážek vrutu. V levé ruce jsou prsty drženy vruty pro přesné polohování. V tomto hodnocení je riziko nízké. Naopak k velkému riziku se dostáváme opět během polohy paží, krku a trupu.

Krok 2		Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup		D. končetiny			
Určení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh dané kategorie vyskytuje, ohodnoťte ji v krocích 3 a 4 body (každé zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť levé a pravé															
		Flexe ? 45°	Ulnární deviace	Rotace předloktí		Zvednutá paže ? 45°	Zapažení	Zvednutá ramena	Předklon ? 30°	Úklon	Flexe ? 20°	Úklon	Klek		
		Extenze ? 45°	Radiální deviace	Extenze		Zapažení	Zvednutá ramena		Záklon	Rotace ? 20°	Rotace	Sed bez opory	Extenze	Podfep	
		Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Záklon	Rotace ? 20°	Rotace	Sed bez opory	Extenze	Bez opory
<b>Krok 3</b>	Poloha (1 bod)	X	X			X	X		X		X				Poloha (1 bod)
	Síla (1 bod)	Úchop "špetka", "tlak prsty" ? 1 Kg (10 N), nebo "silný stisk" ? 4,5 Kg (45 N)		? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)	? 4,5 Kg (45 N)		? 1 Kg (10 N)		? 10 Kg (100 N)		Pedál ? 4,5 Kg (45 N)		Síla (1 bod)
<b>Krok 4</b>	Doba trvání (1 bod)	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.		? 10 sek.		? 10 sek.		? 30% dne		Doba trvání (1 bod)
	Frekvence (1 bod)	? 30/min.	? 30/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.	? 2/min.		? 2/min.		? 2/min.		? 2/min.		Frekvence (1 bod)
<b>Skóre</b>	Součet bodů (1-4)	1	1	.....	.....	3	3	.....	3	.....	3	.....	.....	.....	
<b>Riziko</b>	3-4 body: Vysoké 2 body: Střední 0-1 bod: Nízké	N	N			V	V		V		V				

Obr. 3-6 Komplexní checklist operace závěrečná kompletace přepravní bedny

## **Závěr**

Všechny tři aplikované metody pro hodnocení ergonomie na pracovišti jednoznačně poukazují na vysoké zdravotní riziko pro zaměstnance. Důvodem je převaha nepřirozených pracovních pozic operátora a jejich opakovatelnost při závěrečné kompletaci komponentů do přepravní bedny. Celkový čas, který během pracovní doby operátor stráví v hlubokém předklonu je cca 40 minut. Což už je důvod, proč se zamyslet nad možnostmi úpravy pracoviště v duchu ergonomických zásad a tím také snížit rizikovost práce. Zejména z důvodu onemocnění MSD, což je dnes jeden z nejčastějších důvodů dlouhodobé pracovní neschopnosti zaměstnanců.

## 4 Návrh inovativních řešení

Pro celkové zhodnocení činnosti přípravy komponentů pro export, rozdělené na tři různé operace, které byly následně podrobeny analýze, bylo použito několik ergonomických metod. Na základě hodnocení bylo zjištěno, že zásadní problém z pohledu rizika poškození krční a bederní páteře představuje uložení komponentů do přepravní bedny, přerovnání komponentů a závěrečná kompletace přepravní bedny představuje poškození krční a hrudní páteře.

Z důvodu vyhodnocení vysoce negativních ergonomických rizik pracovní činnosti „Příprava komponentů pro export“ je nutné provést některá nápravná opatření. Ta rozdělít do skupin, které lze okamžitě zavést a operátorům tak výrazně ulehčí práci a samozřejmě se tím sníží i riziko poškození páteře z důvodu nevhodné pracovní pozice. Tyto návrhy lze obecně nazvat technicko-ekonomická opatření. A druhou skupinou návrhů, které operátorům výrazně pomohou při samotném postupu ukládání komponentů do bedny, jsou změny týkající se samotného procesu ukládání materiálu.

V následujících podkapitolách budou tato opatření postupně představena.

### 4.1 Variabilní nastavení výšky manipulační roviny pro operátora

Tato kapitola se zaměří na návrh nastavení manipulační roviny pro daného operátora a současně upravení pracovního prostoru uvnitř bedny. Přepravní bedna o velikosti 625 x 1000 x 2000 mm (viz Obr. 4-1) je tvořena čtyřmi stěnami a dna z OSB desek o tloušťce 25 mm. Ke dnu jsou přidělané 3 trámy podél – 2 na krajích a 1 uprostřed a 2 trámy napříč přes zmíněné trámy, z důvodu zpevnění dna a vytvoření prostoru pro přepravu vysokozdvíhacím vozíkem.



Obr. 4-1 Ukázka přepravní bedny [vlastní zdroj]

Aby bylo možné zabránit nevhodné pracovní pozici operátora při ukládání komponentů do bedny, je třeba ji zvednout na vyhovující vzdálenost od země. K tomu slouží výškově nastavitelný stůl (viz Obr. 4-2). Pracovní stůl musí být elektro-mechanicky, pneumaticky, či hydraulicky výškově nastavitelný. Bedna sama o sobě má velkou hmotnost, pracovní stůl také, a proto nepřichází v úvahu, že by operátor stůl zvedal ručně. Aplikace manuálního zdvihacího mechanismu je možno pouze v případě, že usnadní nastavení převodů a páky pro lehčí zdvih.



Obr. 4-2 Příklad Hydraulického zdvihací stůl [20]

Pro optimální nastavení stolu poslouží přimontování naklápěcího mechanismu, který je navíc opatřen pracovní deskou (viz Obr. 4-3). Docílíme tak akce, kdy se operátor nemusí naklánět do bedny, ale může při práci stát v přirozené pozici.



Obr. 4-3 Naklápěcí stůl - pohled z boku [21]

Na naklápěcí mechanismus je přidělena pracovní deska, která musí být opatřena zarážkou na tu stranu, kam se stůl bude naklápět, aby přepravní bedna nesklouzla na zem. Zarážka nesmí být po celé délce hrany (viz vyznačení na Obr. 4-3), zabránila by tím možnost nabrání bedny na vidle vysokozdvizného vozíku. Proto jsou navrženy pouze rohové zarážky. Jsou rozměrově navrženy tak, aby prostor mezi nimi nebyl příliš velký a bedna by tak mohla proklouznout mezi nimi. Při kombinaci zdvihacího stolu a naklápěcí desky by bylo ideální pohony těchto mechanismů opatřit elektromotory, aby si operátor dokázal pracovní stůl nastavovat dle potřeby a to pouze jedním ovladačem. Je to pro něj komfortní řešení.

Patrně tyto stoly firma nebude sama vyrábět. Ale s ohledem na potřebnou variabilitu stolu by tento typ vyhovoval pro posuzovanou činnost operátora. Modifikace a různé typy těchto stolů

se již dají pořídit. Pro názornost byly vybrány tyto 2 typy pracovního stolu na obr. 4-2 a 4-3. Konstrukce stolu a naklápacího mechanismu nemusí být takto robustní. Zdvih stolu je potřeba mít od minimální výrobní výšky po výšku až 1,2 m, dle velikosti pracovníka a nosnost se pohybuje v řádu sta kilogramů.

Je potřeba, aby byl okolo stolu prostor. Operátor musí mít možnost okolo stolu chodit z důvodu přišroubování pojistných prken v bedně a kompletace bedny.

## 4.2 Návrh nového uspořádání komponent při ukládání do bedny

Operátor přiveze paletu chemikálií a provozních kapalin na montážní halu. Umístí ji nejlépe na vyvýšené předem stanovené místo. Dále přiveze přepravní bednu a položí ji na pracovní stůl. V případě použití variabilně nastavitelného stolu si operátor nastaví výšku a náklon stolu, tak jak mu vyhovuje. Na základě daného pracovního postupu přenáší jednotlivě kanystry provozní kapaliny a komponenty z úložného místa do přepravní bedny. Nevýhodou náklonu bedny je to, že se materiály hromadí na jednu stranu a svojí váhou se přimačkávají k sousednímu předmětu, mohlo by dojít k poškození jednotlivých komponentů. Při použití naklápací roviny bylo nutné se zamyslet nad novým postupem uspořádání jednotlivých komponent do bedny. Některé komponenty se nachází v přepravních obalech (např.: provozní kapaliny apod.), jiné jsou bez obalu. Z hlediska velikost jsou různé a různá je i jejich tvarová složitost. Proto musí být vytvořen přesný postup ukládání do bedny, aby nedocházelo k jejich poškození nejen při manipulaci a ukládání, ale také i při transportu k zákazníkovi. V bedně proto byly vytvořeny sektory, do kterých se jednotlivé díly umístily. Návrh vyžadoval určitou zkušenost a znalost. Zejména proto, aby byla účelně využita kapacita přepravní bedny, ale zároveň nedocházelo k chaosu jednotlivých dílů.

Na druhou stranu při použití této modifikace pracovník v jednom kroku zvládne uložit díl a zároveň jej už nemusí víceméně přerovnávat. Operátor bez větších problémů a natahování či předklánění dosáhne i na předměty uložené uprostřed bedny.

Prázdné místo pracovník vyplní vatou, molitanem, bublinkovou fólií, či dalším měkkým materiálem a předměty zajistí proti posunu prkny. Až budou všechny komponenty na svém místě, pak operátor náklon stolu srovná do vodorovné polohy a stěny a distanční prkna přišroubuje k sobě. Vše probíhá s rovnými zády a s minimální náročností.

## 4.3 Ergonomické opatření při dlouhodobém stání na tvrdé podlaze

Pro odlehčení nohou a snížení zátěže a bolesti nohou při dlouhodobém stání slouží gumové rohože. Rohy rohože budou přišroubovány k podlaze z toho důvodu, aby se rohož neposouvala a nedocházelo k ohýbání a nadzvedání rohů rohože. Hrozil by úraz zakopnutím. Pro lepší přehlednost budou označeny okraje bezpečnostními barvami.



Obr. 4-4 Žluto černá protiskluzová gumová rohož [22]

#### **4.4 Bezpečná technika při manipulaci s břemenem**

V rámci povinného školení zaměstnanců z BOZP, probíhá ve firmě i školení s tematikou manipulace s materiálem. Aby měli pracovníci školení zajímavější a získali více informací, by bylo možné požádat o návštěvu na pracovišti zkušeného fyzioterapeuta. Ten by mohl zaměstnancům vysvětlit zdravotní rizika, plynoucí z nesprávné manipulace s materiálem, a zároveň je naučit správným pohybovým návykům a držení těla. Tato nápravná opatření významně pomáhají v jiných firmách snižovat nemocnost pracovníků. Zejména v těch provozech, které jsou charakterizovány tím, že většina činností operátorů je právě o manipulaci s břemeny, nebo ruční montáží.

Jako další možnost využití návštěvy fyzioterapeuta na pracovišti je možnost, kdy jim ukáže některé protahovací cviky, zaměřené na páteř a paže. Tyto cviky jsou určitým preventivním opatřením v duchu vyváženosti zatížení určitých svalových skupin a při jejich správném provedení dochází k uvolnění páteře a snížení pocitu únavy a námahy.

## 5 Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo na základě vybraných ergonomických metod provést analýzu na vybraném pracovišti ve firmě, která se zabývá výrobou a kompletací malých vodních turbín na míru. Téma práce a celá studie měla za úkol odhalit úroveň prevence zdravotních rizik ve firmě a na základě výsledků z pozorování se soustředit na nejrizikovější pracoviště a v něm navrhnout a realizovat možná nápravná opatření.

V úvodu se práce zaměřila na popis základních informací, které jsou spojeny s ergonomií. Bylo vysvětleno, co to ergonomie je a jakou má úlohu v technické praxi. Dále byly ve stručnosti představeny jednotlivé oblasti ergonomie. Práce se pak zaměřovala na důsledky, nerespektování ergonomie v praxi. S touto částí práce souvisí zaměření se na problematiku manipulace s břemeny a to z důvodu, že je to nejčastěji se vyskytující činnost během výroby a kompletace dílů malých vodních turbín ve firmě CINK Hydro-energy k.s.

V následující kapitole byla představena firma CINK Hydro-energy k.s., kde byla bakalářská práce vypracována. Kapitola obsahuje celkový popis dispozičního řešení firmy a je zejména zaměřena na popis montážních operací, které souvisí s výrobou a expedicí turbín. Průběžným sledováním postupu montáže turbíny se došlo poznání, že největší ergonomické riziko se vyskytuje během přípravy přepravní bedny pro export. Tato vybraná pracovní činnost byla následně detailněji pozorována a analyzována.

Pro lepší analyzování a sběr dat byl vytvořen časový snímek operátora, aby se zjistilo, kolik času stráví pracovník danou operací. Z dat bylo zjištěno, že operátor kompletací bedny stráví většinu času své pracovní doby a často se jednotlivé úkony odehrávají v nepřírozené pracovní pozici. Byly postupně popisovány a aplikovány ergonomické metody, pomocí kterých byly vyhodnoceny nejrizikovější pozice operátora při této činnosti.

Získaná data z aplikovaných metod pomohla při rozhodování, jaká nápravná opatření doporučit a v jakém čase by mohla být zavedena do praxe. Mohou to být technická řešení, kterým je zamýšleno využití výškově nastavitelného stolu, na který se umístí přepravní bedna. Toto zařízení výrazně sníží riziko nevhodných pracovních pozic operátora při manipulaci s materiálem a navíc i značně zjednoduší celý proces ukládání komponentů do bedny. Návrh byl popsán v kapitole 4.1.

Další možností bylo soustředit se na větší osvětu a znalosti operátorů z oblasti správné manipulace s břemeny. I zde existují návrhy, které by bylo možné v krátké době uskutečnit.

S firmou nadále spolupracuji a mohu vyslovit závěr, že po komunikaci s hlavním konstruktérem firmy je navrženo, že realizace pracovního stolu pro expedici komponentů je výhledově plánovaná. To považuji za výrazný úspěch v souvislosti se zadáním a zpracováním této bakalářské práce. Z vlastní zkušenosti bych dále apeloval i na zavedení mého druhého návrhu, kterým je celková osvěta z oblasti správné manipulace s břemeny. Během praxe ve firmě na pozici skladníka jsem podstoupil pouze krátké školení ohledně BOZP. O manipulaci s materiálem se příliš nehovořilo a zaměstnanci tak nemají téměř žádné povědomí o principech správného pohybového návyku a obecně o ergonomii v praxi.

## Seznam použité literatury a dalších zdrojů

- [1] BURSOVÁ, Marta. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada, 2005. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0948-1.
- [2] GILBERTOVÁ, Sylva; MATOUŠEK, Oldřich. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. 240 s. ISBN 80-247-0226-6.
- [3] HOŠKOVÁ, Blanka. *Vademecum: zdravotní tělesná výchova (druhy oslabení)*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-21371.
- [4] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 978-80-01-05173-3
- [5] KAPOUNOVÁ, Jana; KAPOUN, Pavel. *Bakalářská a diplomová práce: od zadání po obhajobu*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0079-8.
- [6] PROKEŠNÁ, Lucie. *Návrh pracoviště sekretariátu z hlediska ergonomických požadavků*. Plzeň, 2017. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta strojní. Katedra technologie obrábění.
- [7] ŠAMBERGEROVÁ, Štěpánka. *Ergonomická analýza vybraných pracovišť*. Plzeň, 2018. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta strojní. Katedra technologie obrábění.
- [8] DLABAČ, Jaroslav. *Ergonomie a pohybová ekonomie*. e-api.cz [online]. 2017 [citace: 2019-10-04] dostupné z: <https://www.e-api.cz/25855n-ergonomie-a-pohybova-ekonomie>
- [9] DANDOVÁ, Eva. *Manipulace s předměty pomocí ručního paletového vozíku*. bozpinfo.cz [online.] 13.10.2010 [citace: 2019-11-15] dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/manipulace-s-predmety-pomoci-rucniho-paletoveho-voziku>
- [10] STŘEHOT, Petr. *Praktické aspekty ergonomie pracovišť*. bozpinfo.cz [online] 9.5.2013 [citace: 2019-11-15] dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/prakticke-aspekty-ergonomie-pracovist>
- [11] *Maximální a minimální povolená teplota na pracovišti podle zákona*. bezpecnostprace.info [online] [citace: 2019-11-15] dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/povinnosti/maximalni-a-minimalni-povolena-teplota-na-pracovisti/>
- [12] *CINK Hydro – Energy*. cink-hydro-erergy.com [online]. [citace 2020-11-16] dostupné z: <https://www.cink-hydro-energy.com/cs/>
- [13] HLÁVKOVÁ, Jana; VALEČKOVÁ, Alena. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik* [online]. Státní zdravotní ústav. Praha, 2007 [cit. 2021-02-08]. ISBN 978-80-771-289-4. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni\\_prostredi/Ergonomicke\\_checklisty\\_unor2\\_008.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni_prostredi/Ergonomicke_checklisty_unor2_008.pdf)
- [14] *Manipulace s břemeny*. bozpinfo.cz [online]. [citace 2021-04-07] dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/manipulace-s-bremen>

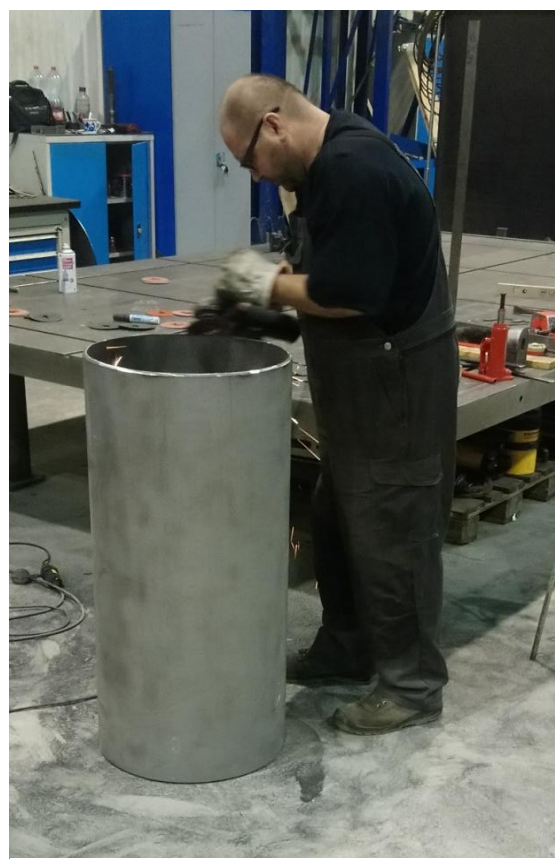


- [15] *Objektivní vlivy a subjektivní projevy nesprávných pracovních poloh, z pohledu zdravotních problémů a onemocnění MSD.* bozpinfo.cz [online]. [citace 2021-04-07] dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/objektivni-vlivy-subjektivni-projevy-nespravnych-pracovnich-poloh-z-pohledu-zdravotnich>
- [16] Komplexní hodnocení ergonomického rizika. zsbozp.cubp.cz [online]. [citace 2021-04-07] dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/checklisty-ergonomie/255-komplexni-hodnoceni-ergonomickeho-rizika>
- [17] HODR, Filip. *Racionalizace vybraných pracovišť ve ŠKODA POWER s.r.o.* Plzeň, 2013. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta strojní. Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [18] *Jak na zvětšenou kyfózu: co je kyfóza, rozdělení, příčiny, co cvičit a čemu se vyhnout.* coretraining.cz [online]. [citace 2019-11-17] dostupné z: <http://www.coretraining.cz/2014/02/jak-na-zvetsenu-kyfozu-co-je-kyfoza-rozdeleni-priciny-co-cvicit-a-cemu-se-vyhnout/>
- [19] *Lordóza a hyperlordóza.* naseinfo.cz [online]. [citace 2019-11-17] dostupné z: <https://www.naseinfo.cz/clanky/cviceni-a-sport/nemoci-a-sport/lordoza-a-hyperlordoza>
- [20] *Manutan.* manutan.cz [online]. [citace 2021-04-07] dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/hydraulicky-zvedaci-stul-do-500-kg-120-x-80-cm>
- [21] *Nůžkové plošiny.* nuzkove-plosiny.cz [online]. [citace 2021-04-07] dostupné z: <http://www.nuzkove-plosiny.cz/nase-reseni/168/eslf-65>
- [22] *Luxo koupelny.* luxo-koupelny.cz [online]. [citace 2021-04-22] dostupné z: <https://www.luxo-koupelny.cz/verno-zluta-gumova-protiskluzova-protiunavova-prumyslova-rohoz-90-x-60-x-0-9-cm-1>
- [23] SENČÍK, Josef. *Vybrané aspekty ergonomie při kancelářské práci.* Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti [online], 2015, roč. 8, č. 2-3. [cit. 2019-10-25]. Dostupný z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-02-03-2015/ergonomie-kancelare.html>. ISSN 1803-3687
- [24] TŮMOVÁ, Štěpánka; WATT, Andrea. *Uplatnění poznatků z ergonomie při práci s počítačem: čas na cvičení a malou pauzičku!* Ikaros [online], 2011, roč. 15, č. 9 [citace 2019-11-17]. ISSN 1212-5075. Dostupné z: <http://www.ikaros.cz/uplatneni-poznatku-z-ergonomie-pri-praci-s-pocitacem>
- [25] ČSN EN ISO 9241 Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály.

## Příloha č. 1







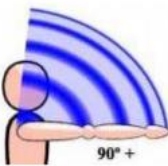






Vstup dýzy [vlastní zdroj]


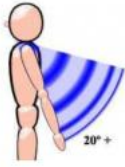


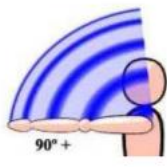













Nátokové potrubí [vlastní zdroj]

## Příloha č. 2

### Hodnocení rizik poškození horních končetin

Hodnocení rizika poškození horních končetin						
Pracovník:			Datum/čas:		Provedl:	
Pravá strana:						
Pravá HK						<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <input type="checkbox"/> HK v abdukci <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže
Pravá HK					<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu	
Pravé zápěstí otočené			Síla & Zátěž pro pravou ruku	<b>VYBERTE JEDNU Z NABIZENYCH MOZNOSTI:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10 kg opakovaná zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> náraz nebo prudké zvyšování síly		
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.					

Levá strana:						
Levá KH						<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <input type="checkbox"/> HK v abdukci <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže
Levá KH						<input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu
Levé zápěstí						<input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici <small>Select if wrist is bent away from midline</small>
Levé zápěstí otočené			<b>Síla &amp; Zátěž pro levou ruku</b> <b>VYBERTE JEDNU Z NABIZENÝCH MOZNOSTI:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10 kg opakovaná zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> náraz nebo prudké zvyšování síly			
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.					

Krk					
Otočený krk					
Krk nakloněný na stranu					
Trup					
Trup otočený					
Trup nakloněn na stranu					
Dolní končetiny		DK a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrně vyvážené poloze.		DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené.	
Síla & Zátěž pro krk, trup a dolní končetiny	<b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOZNOSTÍ:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2–10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2–10 kg opakující se zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10 kg opakovaná zátěž nebo síla <input type="checkbox"/> náraz nebo prudké zvyšování síly				
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min.				

## Příloha č. 3

### Komplexní hodnocení ergonomického rizika [8]

Hodnocení ergonomického rizika																
<b>Krok 1</b>			Typ práce: .....		Pracoviště: .....		Pracovní místo: .....		Typ směrnosti: .....		Datum: .....					
Vstupní informace			CINIK Hydro - Energy		Montážní hala		Jednosměrný provoz									
<b>Krok 2</b>			Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup		D. končetiny			
Učení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh objeví v kategorii 3 a 4 body (každě zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť levé a pravé			Flexe ? 45° 		Rotace předloktí 		Zvednutí paže ? 45° 		Předklon ? 30° 		Flexe ? 20° 		Klek 			
			Extenze ? 45° 		Extenze 		Zapažení 		Zvednutí ramenna 		Záklon 		Rotace bez opory 		Podleť 	
<b>Krok 3</b>			Vlevo		Vpravo		Vlevo		Vpravo		Rotace ? 20°		Sed bez opory		Poloha (1 bod)	
Zaškrtněte políčka, pokud se riziková poloha vyskytuje, popřípadě překračuje limity síly			? 10 sek. ? 4,5 Kg (45 N) ? 10 Kg (100 N)		? 10 sek. ? 4,5 Kg (45 N) ? 10 Kg (100 N)		? 4,5 Kg (45 N) ? 10 sek.		? 4,5 Kg (45 N) ? 10 sek.		? 1 Kg (10 N) ? 2/min.		? 10 Kg (100 N) ? 2/min.		Pedál ? 4,5 Kg (45 N) ? 30% dne	
<b>Krok 4</b>			Doba trvání		Frekvence		Skořete bodů (1-4)		Skořete bodů (1-4)		Skořete bodů (1-4)		Skořete bodů (1-4)		Skořete bodů (1-4)	
Zaškrtněte políčka, pokud jsou překročeny limity doby trvání a frekvence rizikové polohy			? 10 sek. ? 30/min.		? 10 sek. ? 2/min.		? 10 sek. ? 2/min.		? 10 sek. ? 2/min.		? 10 sek. ? 2/min.		? 10 sek. ? 2/min.		? 2/min. ? 2/min.	
<b>Riziko</b>			VSN		VSN		VSN		VSN		VSN		VSN		VSN	
			???		???		???		???		???		???		???	
			???		???		???		???		???		???		???	
			Nizké		Nizké		Nizké		Nizké		Nizké		Nizké		Nizké	