

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Racionalizace vybraných pracovišť ve ŠKODA POWER s.r.o.

Autor: **Bc. Filip Hodr**

Vedoucí práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**

Akademický rok 2012/2013

Prohlášení o autorství

Tímto předkládám k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování za pomoc při zpracování diplomové práce

Poděkování patří především vedoucímu diplomové práce Ing. Marku Burešovi, PhD., konzultantovi Marku Pechmanovi a dále mistrům Jiřímu Kříšťálovi a Petru Duchoňovi ze společnosti ŠKODA POWER s.r.o. za pomoc při psaní diplomové práce, za věnovaný čas a za poskytnuté informace a podklady.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Hodr	Jméno Filip	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Racionalizace vybraných pracovišť ve ŠKODA POWER s.r.o.		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	68	TEXTOVÁ ČÁST	60	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje úvod do problematiky racionalizace, ergonomie a rizikové kategorizaci práce. Dále je charakterizována společnost ŠKODA POWER s.r.o., kategorizace práce ve společnosti a vybraná pracoviště. Po analýze jednotlivých pracovišť jsou navržena nápravná opatření, která jsou v závěru ekonomicky zhodnocena.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Racionalizace, ergonomie, ergonomické hodnocení pracovního místa, kategorizace práce, rizikové kategorie, rizikový faktor, vybraná pracoviště, nápravná opatření

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Hodr	Name Filip	
FIELD OF STUDY	2301T007 Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Rationalisation of selected workplaces in ŠKODA POWER Ltd.		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2013
----------------	---------------------------	-------------------	--	-------------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	68	TEXT PART	60	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	---------------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis contains an introduction to the problems of rationalization, ergonomics and risk categorization work. There is a description of the ŠKODA POWER Ltd., categorization work and selected workplaces. After analyzing individual workplaces are proposed corrective measures and at the end is an economic evaluation.
KEY WORDS	Rationalization, ergonomics, ergonomic evaluation of workplaces, categorization work, risk categories, risk factor, selected workplaces, corrective measures.

Obsah

Obsah	5
Seznam obrázků	6
Seznam tabulek	7
Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
1. Úvod do řešené problematiky	10
1.1. Racionalizace.....	10
1.2. Ergonomie.....	11
1.3. Ergonomické hodnocení pracovního místa.....	13
1.4. Kategorizace práce.....	14
2. Charakteristika výrobního systému	16
2.1. Portfolio produktů a služeb.....	17
2.2. Kategorizace práce ve společnosti ŠKODA POWER.....	18
2.3. Statistika úrazů ve společnosti ŠKODA POWER s.r.o.....	20
2.4. Charakteristika výroby.....	23
2.5. Vybraná pracoviště.....	24
2.5.1. Pracoviště montáž lopatek.....	25
2.5.2. Pracoviště Leštění lopatek.....	27
3. Analýza procesů na vybraných pracovištích	29
3.1. Pracoviště Montáž lopatek.....	29
3.2. Pracoviště Leštění lopatek.....	34
4. Návrh řešení	42
4.1. Návrh řešení pro pracoviště Montáž lopatek.....	42
4.2. Návrh řešení pro pracoviště Leštění lopatek.....	48
5. Ekonomické zhodnocení	60
5.1. Ekonomické zhodnocení na pracovišti Montáž lopatek.....	60
5.2. Ekonomické zhodnocení na pracovišti Leštění lopatek.....	62
Závěr	65
Seznam použité literatury	66

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Racionalizace [1]	11
Obrázek 1-2 Systém Člověk – Stroj – Prostředí [1]	12
Obrázek 2-1 Ing. Emil Škoda a první parní turbína [10]	16
Obrázek 2-2 Logo společnosti [10]	16
Obrázek 2-3 Organizační schéma společnosti Doosan Heavy Industries&Construction [10].	17
Obrázek 2-4 Znázornění úrazů za rok 2012 [12].....	22
Obrázek 2-5 Layout haly s vyznačenými pracovišti [10]	24
Obrázek 2-6 Montáž lopatek	25
Obrázek 2-7 Lopatka a bandáž	26
Obrázek 2-8 Nýtování.....	26
Obrázek 2-9 NC bruska pro leštění lopatek	27
Obrázek 2-10 Pracoviště pro ruční leštění lopatek na hale	27
Obrázek 2-11 Stojanová kotoučová bruska v prostoru leštičkárny	28
Obrázek 2-12 Pásové brusky v prostoru leštičkárny	28
Obrázek 3-1 Nýtování lopatek.....	29
Obrázek 3-2 Optimální pracovní polohy – ramena [15]	30
Obrázek 3-3 Optimální pracovní polohy – loket [15].....	30
Obrázek 3-4 Antivibrační ochranná rukavice.....	31
Obrázek 3-5 Manipulace s lopatkami	32
Obrázek 3-6 Ruční montáž lopatek	32
Obrázek 3-7 Výběr a skládání lopatek	33
Obrázek 3-8 Optimální pracovní polohy – trup [15]	33
Obrázek 3-9 Pracovní rovina [16]	34
Obrázek 3-10 Lopatka s vyznačenými místy broušení	35
Obrázek 3-11 NC bruska IBS	35
Obrázek 3-12 Porovnání lopatek	35
Obrázek 3-13 Strojní bruska.....	36
Obrázek 3-14 Detail pozice brusiče během broušení	36
Obrázek 3-15 Broušení lopatky	37
Obrázek 3-16 Úhel ohnutí trupu.....	37
Obrázek 3-17 Úhel ohnutí hlavy.....	38
Obrázek 3-18 Optimální pracovní polohy – hlava a krk [15]	38
Obrázek 3-19 Detail brusičské lavice	39
Obrázek 3-20 Přípravek pro uchycení lopatky na vyvažovací kladku	40
Obrázek 3-21 Výsledek měření a hodnocení hluku [19]	41
Obrázek 3-22 Odsávač částeček a prachu při broušení.....	41
Obrázek 4-1 Zdvihací stůl [22].....	42
Obrázek 4-2 Paletový vozík [21]	43
Obrázek 4-3 Pojízdny stojan na materiál [23]	43
Obrázek 4-4 Antivibrační kladivo [24].....	44
Obrázek 4-5 Protihluková kabina [25].....	44
Obrázek 4-6 Protihlukové stěny [26].....	45
Obrázek 4-7 Protihlukové přepážky [27]	45
Obrázek 4-8 Akustické absorbery [28]	46
Obrázek 4-9 Manipulátor [29].....	46
Obrázek 4-10 Přípravek pro uchopení lopatky.....	47
Obrázek 4-11 Současné uložení lopatek	47

Obrázek 4-12 Balancér [30]	48
Obrázek 4-13 Systém na stavení kladky s protizávažím.....	49
Obrázek 4-14 Opěrný stolek – varianta 1.....	49
Obrázek 4-15 Opěrný stolek – varianta 2.....	50
Obrázek 4-16 Model současného stavu broušení	50
Obrázek 4-17 Model současného stavu broušení II.....	51
Obrázek 4-18 Nastavení hodnot pro daný model broušení.....	51
Obrázek 4-19 Nastavení hodnot	52
Obrázek 4-20 Výsledek metody RULA pro daný model broušení.....	52
Obrázek 4-21 Výsledek ergonomické analýzy RULA	53
Obrázek 4-22 Model broušení s opěrným stolkem.....	54
Obrázek 4-23 Model broušení s opěrným stolkem II	54
Obrázek 4-24 Model broušení s opěrným stolkem III.....	55
Obrázek 4-25 Nastavení hodnot pro model broušení s opěrným stolkem	55
Obrázek 4-26 Nastavení hodnot	56
Obrázek 4-27 Výsledek metody RULA pro broušení s opěrným stolkem	56
Obrázek 4-28 Výsledek ergonomické analýzy RULA	57
Obrázek 4-29 Zvuková izolace [31]	57
Obrázek 4-30 Zvuková izolace samolepící [32].....	58
Obrázek 4-31 Zvukové izolační desky [33]	58
Obrázek 4-32 Akustická textilie [34].....	58
Obrázek 4-33 Nástěnná klimatizace [35].....	59
Obrázek 4-34 Mobilní klimatizace [36].....	59

Seznam tabulek

Tabulka 1-1 Rizikové faktory.....	14
Tabulka 2-1 Rizikové faktory ve ŠKODA POWER [11]	18
Tabulka 2-2 Rizikové faktory v Experimentální hale [11]	19
Tabulka 2-3 Příčiny pracovních úrazů [12].....	20
Tabulka 2-4 Počet hlášených úrazů za rok 2011 a 2012 [13]	20
Tabulka 2-5 Počet hlášených úrazů za rok 2012 dle pracovišť [13].....	21
Tabulka 3-1 Tabulka rizik na pracovišti Montáž lopatek [11].....	29
Tabulka 3-2 Tabulka rizik na pracovišti Leštění lopatek [11]	34
Tabulka 4-1 Rizika a návrhy opatření na pracovišti Montáž lopatek	42
Tabulka 4-2 Rizika a návrhy opatření na pracovišti Leštění lopatek	48
Tabulka 4-3 Vyhodnocení metody RULA	53
Tabulka 5-1 Porovnání manipulací.....	60
Tabulka 5-2 Doba návratnosti manipulátoru.....	61
Tabulka 5-3 Doba návratnosti Paletového vozíku a Zdvhacího stolu	61
Tabulka 5-4 Doba návratnosti protihlukových opatření	62
Tabulka 5-5 Roční úspory spojené s nápravnými opatřeními	63
Tabulka 5-6 Doba návratnosti zvukové izolace	63
Tabulka 5-7 Doba návratnosti jednotlivých nápravných opatření.....	63

Seznam použitých zkratek

- Sb. - sbírka
- BOZP - bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- EN - evropská norma
- OOPP - osobní ochranné pracovní prostředky
- NC - Numerical Control
- F_{\max} - maximální svalová síla
- $L_{ahv,8h}$ - průměrná souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací v 8h pracovní době
- ČSN - české technické normy
- ISO - International Organization for Standardization
- RULA - Rapid Upper Limb Assessment
- SW - software

Úvod

Tato diplomová práce bude zaměřena na racionalizaci vybraných pracovišť ve společnosti ŠKODA POWER s.r.o. Racionalizace, jejíž snahou je neustálé zvyšování produktivity práce při současném snižování investic, přináší jak zlepšování ekonomických výsledků, tak zvyšování konkurenceschopnosti. Se zvyšováním produktivity práce úzce souvisí ergonomie a ergonomické hodnocení pracovního místa. Budeme se zabývat problémy, které mohou na pracovištích vznikat, jelikož ergonomie a kvalitní, bezpečné pracoviště významně ovlivňuje samotný výkon pracovníka. Ergonomie v současné době zahrnuje snahy o integrovaný přístup k řešení ochrany a zdraví člověka, vytvoření pracovního komfortu a přizpůsobení práce schopnostem člověka tak, aby umožnily optimální využití pracovní kapacity. Rizikovými faktory, které během pracovního výkonu působí na pracovníky, se zabývá kategorizace práce. Ta podle vlivu působení rizikových faktorů rozděluje jednotlivé pracovní činnosti do 4 skupin. Tato problematika bude řešena v první části diplomové práce.

Ve druhé části bude představena společnost, ve které bude diplomová práce zpracovávána. Tato kapitola se bude zabývat charakteristikou výrobního systému, specifiky kusové výroby a popisem vybraných pracovišť.

Další část bude obsahovat analýzu procesů na jednotlivých vybraných pracovištích, kde se budeme snažit odhalit případné ergonomické nedostatky s ohledem na rizikové faktory a kategorizaci práce.

Po odhalení případných nedostatků, jak ergonomických, tak nedostatků způsobených vysokou hladinou rizikových faktorů, se pokusíme navrhnout takové řešení, které by vliv těchto nedostatků snížilo nebo dokonce úplně odstranilo.

V poslední části diplomové práce bude provedeno zhodnocení, přínosy a ekonomické hledisko jednotlivých navržených nápravných opatření.

1. Úvod do řešení problematiky

V průmyslových podnicích působí na pracovníky celá řada vlivů a rizikových faktorů, které více či méně ovlivňují výkonovou kapacitu člověka, jeho zdraví, bezpečnost, pracovní pohodu atd. Výkonová kapacita zaměstnanců přímo ovlivňuje výkon celého podniku, a proto by mělo být snahou racionalizovat výrobní systém. Nástrojem racionalizace poté může být ergonomie, která řeší systém – člověk – technika – prostředí s cílem zajistit pohodu člověka

1.1. Racionalizace

Soubor technicko-organizačních a psychologických metod, postupů a opatření, vedoucích ke zvýšení produktivity práce na takovou úroveň, která při stávajících podmínkách není ani představitelná. Cílem racionalizace je maximální zvýšení produktivity práce za minimálních investic. [1]

Podstatou racionalizace je neustálé zdokonalování výrobního systému. V zájmu zlepšování ekonomických výsledků i zvyšování konkurenceschopnosti systému by se podnikatelské subjekty měly snažit o neustálé zvyšování produktivity práce. V podstatě se jedná o to, aby se výrobní proces uskutečňoval na stále vyšší úrovni techniky, technologie, organizace práce, výroby i řízení. Základním stavebním kamenem je využití všech existujících rezerv a zároveň vyloučení plýtvání, které zvyšuje náklady výrobku nebo služby, aniž by zvyšovalo jejich hodnotu. Můžeme sem zařadit například komplikovanou přepravu, nadvýrobu, zbytečnou manipulaci, čekání na materiál, hledání nástrojů, poruchy atd.

Racionalizace směřuje k rentabilitě a hospodárnosti. Ve všech případech je podložena ekonomickou kalkulací a důležitým rysem je její praktické zaměření. Racionalizace je tedy nástrojem nejen dalšího rozvoje poznávání, nýbrž nástrojem k ověření a aplikování všech praktických změn. Hranice dosaženého zvýšení produktivity práce jsou jen těžko stanovitelné, jedná se totiž o proces neustálého zlepšování. [2]

Základní nástroje racionalizace:

- Optimalizace provádění pracovních operací
- Ergonomie pracoviště
- Technické úpravy pracovišť - přípravky, držáky, mechanismy
- Technologičnost konstrukce
- Uspořádání pracovišť [1]



Obrázek 1-1 Racionalizace [1]

Základní postup racionalizace:

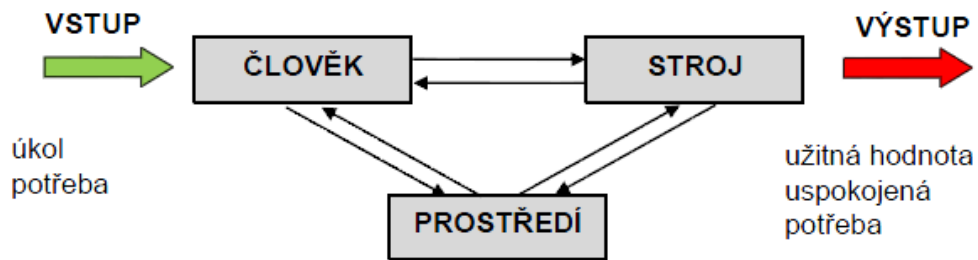
- Poznání (analýza) pracovního systému
- Posouzení funkce současného pracovního systému
- Generování racionalizačních opatření
- Realizace opatření
- Vyhodnocení přínosů [2]

1.2.Ergonomie

Pojem ergonomie je převzat z anglického „ergonomics“, který vznikl spojením řeckých slov ergo - práce, nomos – zákon, pravidlo. Ekvivalentními pojmy jsou: biotechnologie, human engineering, human factors.

Podle Mezinárodní ergonometické asociace z roku 2000 je ergonomie definována jako vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. [3]

Systém člověk – technika – prostředí je předmětem zájmu celé řady disciplin. Nejen zmiňované ergonomie, ale také hygieny práce, bezpečnosti práce, ekologie, technické estetiky, organizace práce a mnoho dalších. Pro zachování komplexnosti a efektivního systémového řešení je potřeba vytvořit soubor, který by zároveň řešil i mnohonásobné překrytí těchto disciplin.



Obrázek 1-2 Systém Člověk – Stroj – Prostředí [1]

Vědní obor, který optimalizuje systém – člověk – technika – prostředí s cílem zajistit pohodu člověka a zabránit ohrožení zdraví člověka úrazem či nemocí se nazývá ergatika. Jak vyplývá z definice ergatiky nesmí docházet k jakémukoli ohrožení zdraví a pracovní pohody člověka. Pracovní pohoda člověka je stav zajišťující optimální psychofyzickou zátěž a jsou vytvořeny podmínky pro rozvoj jeho osobnosti.

Poškození zdraví může být dvojího druhu:

- Úraz – náhlé poškození zdraví či úmrtí způsobené nezávisle na vůli pracovníka krátkodobým, náhlým a násilným působením vnějších vlivů
- Nemoc – pozvolné působení škodlivého, nebezpečného jevu [4]

Neustálý rozvoj vědy a techniky přináší nové technologie, stroje, zařízení a metody práce. To může zapříčinit kolizi a nevyrovnanost mezi nároky, které tyto nové činnosti a nová technika přinášejí, a požadavky na schopnosti pracovníka. Následkem může být přetížení člověka, které vede k jeho únavě, selhání, zranění či dokonce havárii nebo úmrtí.

Zde je právě úloha ergonomie, aby změnila tento mechanocentrický přístup, tzn. navržení techniky bez přihlídnutí ke schopnostem pracovníka, k přístupu antropocentrickému, kde se vychází z dovedností, možností a schopností člověka již při projektování techniky (pracoviště) a bere se ohled na všechna jeho omezení:

- Fyzické parametry člověka
- Smyslové parametry
- Mentální parametry
- Spolehlivost lidského činitele
- Rozměrové řešení
- Pracovní místo
- Estetické hledisko
- Osvětlení
- Záření
- Hluk
- Chvění a otřesy
- Klimatické podmínky
- Barevné řešení
- Zátěž [4]

1.3. Ergonomické hodnocení pracovního místa

Ergonomické hodnocení pracovního místa je takové uspořádání a vybavení pracovního místa, které přispívá k pocitu pracovního komfortu, k využití výkonnostní kapacity (schopností, znalostí a dovedností) zaměstnance a v rámci technických možností snižuje či omezuje zdravotně negativní působení technologických zařízení i škodlivých faktorů pracovního prostředí.

Při hodnocení pracovních systémů, jejichž součástí jsou technické pracovní prostředky, tj. různé stroje, nástroje a pomůcky, jsou obvykle používána různá hodnotící hlediska. Je to například novost, či původnost, určité zlepšení až principiálně nové, netradiční pojetí, použitý materiál, opotřebitelnost, hlediska ekonomická, estetická a další.

Koncepce či konstrukční pojetí každého pracovního prostředku, má vždy určité důsledky pro jeho uživatele. Určuje, např. v jaké poloze bude pracovat, jak bude jeho činnost fyzicky namáhavá, jaké pohyby bude vykonávat, zda bude vystaven určitým nebezpečím či ohrožení zdraví, zda nebude docházet k nepřiměřené fyzické zátěži, zda funkce pracovního prostředku nebude příčinou zhoršení pracovního prostředí atd. Tato hlediska determinují úlohu člověka a jsou při hodnocení pracovních prostředků označována jako ergonomická kritéria. Jejich cílem je vytvořit a zajistit rovnováhu mezi výkonovou kapacitou člověka a požadavky a nároky, jež vyžaduje práce s technickým zařízením, zvýšit produktivitu a spolehlivost pracovního systému, tj. snížit pravděpodobnost lidských chyb a selhání, výskyt pracovních úrazů a především odstranit všechna potenciální rizika poškození zdraví.

Soubor ergonomických kritérií musí též obsahovat hlediska týkající se pracovního prostředí. Jestliže ergonomická kritéria představují aspekty, které by při hodnocení neměly být opomenuty, pak ergonomické parametry určují jejich kvalitu prostřednictvím měřitelných limitů. Např. u kritéria pracovní místo je to: minimální podlahová plocha, minimální vzdušný prostor, maximální energetický výdej, maximální hmotnost ručně zvedaných a přenášených břemen, výšky pracovních a manipulačních rovin a prostorů s ohledem na pracovní polohy a pohyby, limity hluku, osvětlení a dalších faktorů prostředí se zřetelem na příjem sluchových a zrakových informací apod.

Nejdůležitější kritéria pro hodnocení pracovního místa jsou:

- **Rozměry** – minimální nezastavěná podlahová plocha, minimální světlá výška, minimální vzdušný prostor, přístupové a únikové cesty, výška pracovních a manipulačních rovin, oblasti dosahů horních i dolních končetin a jejich závislosti na základní pracovní poloze (vsedě, ve stoje, střídání obou poloh)
- **Pracovní poloha hlavní a vedlejší** – zda odpovídá vykonávaným pohybům, rozměrům a hmotnosti předmětů při manipulaci s nimi, zda ovládací prvky jsou v dosahu, zda přímo sledovaná místa a umístění sdělovačů jsou dobře viditelné ze základní (hlavní) pracovní polohy a zda nedochází k fyziologicky nežádoucí pracovní poloze, jako je např. nutnost trvalejšího předklonu a výponu trupu, jeho otáčení do stran o více než 60 ° apod.
- **Pracovní pohyby** – zda jsou střídavě aktivovány různé svalové skupiny a nedochází k jejich dlouhodobému a jednostrannému přetížení, zda dráhy pohybů odpovídají pohybovým stereotypům
- **Fyzická namáhavost** – zda manipulace s břemeny jako jsou obrobky, dílce, vyměnitelné součásti stroje apod. nepřekračují přípustné limity, tj. jejich hmotnost, frekvence zvedání a

přenášení, přípustné dráhy a vzdálenosti. Zda je pracovní místo vybaveno mechanizačním zařízením pro přenášení těžkých břemen či je využíváno jiných technických prostředků

- **Technická vybavenost a uspořádání** – zda jsou k dispozici skříňky na nástroje a pomůcky, zda rozmístění technologických prostředků sestavy strojů a dalších technických zařízení je přehledné, snadno přístupné i při vykonávání oprav, seřizování apod. Zda součástí pracovního místa je sedadlo a zda vyhovuje
- **Riziko působení škodlivin** – jak je zamezeno úniku škodlivin např. prachu, chemických látek do ovzduší, přenosu vibrací, záření a dalších faktorů negativně ovlivňujících zdraví [5]

1.4. Kategorizace práce

Kategorizace prací vyjadřuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců factory rozhodujícími ze zdravotního hlediska o kvalitě pracovních podmínek. Provádí se na základě zhodnocení výskytu a rizikovitosti faktorů, které mohou ovlivnit zdraví zaměstnanců. Při hodnocení zdravotních rizik, které je základním podkladem pro zařazení prací do kategorií, se ve smyslu vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, posuzuje výskyt a míra působení 13 faktorů pracovních podmínek: [6]

Rizikový faktor
Prach
Chemické látky
Hluk
Vibrace
Neionizující záření a elektromagnetické pole
Fyzická zátěž
Pracovní poloha
Zátěž teplem
Zátěž chladem
Psychická zátěž
Zraková zátěž
Biologické činitele
Práce ve zvýšeném tlaku vzduchu

Tabulka 1-1 Rizikové faktory

Výsledky kategorizace prací slouží jako objektivní podklad pro stanovení opatření k ochraně zdraví při práci a k omezení rizik možného poškození zdraví. Jedná se především o stanovení minimální náplně a četnosti preventivních lékařských prohlídek v rámci závodní preventivní péče a zajištění průběžného sledování expozice zaměstnanců jednotlivým rizikovým faktorům pracovních podmínek měřením. V neposlední řadě slouží hodnocení zdravotních rizik provedené v rámci kategorizace prací taktéž ke stanovení dalších opatření k ochraně zdraví při práci – technická, organizační a náhradní (určení vhodných osobních ochranných pracovních prostředků) [6]

- **První stupeň zátěže** - minimální zdravotní riziko
Faktor se při výkonu práce nevyskytuje nebo je zátěž (expozice) faktorem minimálním, z hlediska expozice faktoru se jedná o optimální pracovní podmínky (zdravotní riziko je minimální i pro handicapované osoby, vliv faktoru je ze zdravotního hlediska nevýznamný).
- **Druhý stupeň zátěže** - únosná míra zdravotního rizika
Ze zdravotního hlediska je v tomto případě míra zátěže faktorem únosná, úroveň zátěže a faktorů nepřekračují limity stanovené předpisy (vliv faktoru je akceptovatelný pro zdravého člověka, nelze vyloučit nepříznivý účinek faktoru na zdraví u vnímavých jedinců).
- **Třetí stupeň zátěže** - významná míra zdravotního rizika
Úroveň zátěže překračuje stanovené limitní hodnoty zátěže (expozice), na pracovištích je nutná realizace náhradních technických a organizačních opatření (nelze vyloučit negativní vliv na zdraví pracovníků).
- **Čtvrtý stupeň zátěže** - vysoká míra zdravotního rizika
Úroveň zátěže vysoce překračuje stanovené limitní hodnoty expozice, na pracovištích musí být dodržován soubor preventivních opatření (častěji dochází k profesionálnímu poškození zdraví). [7]

V případě, že jde o práci, při níž se vyskytuje několik faktorů, se stanovuje **výsledná kategorie**. Výsledná kategorie je rovna kategorii nejvýše hodnoceného faktoru (např. máme-li práci, při níž se vyskytuje prach v kategorii 3 a hluk v kategorii 4, pak výsledná kategorie bude 4). [8]

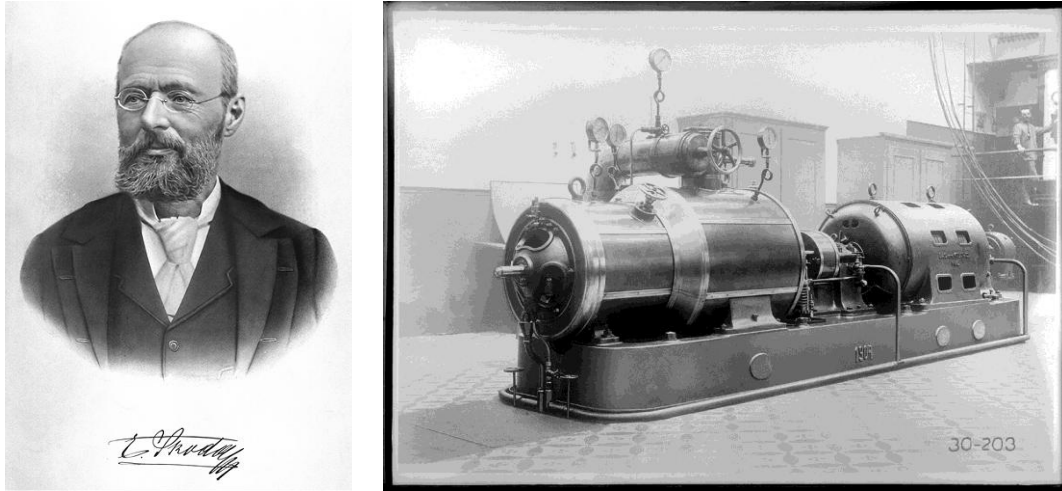
Rizikovou prací, kterou se pro účely tohoto zákona rozumí práce, při níž je nebezpečí vzniku nemoci z povolání nebo jiné nemoci související s prací, je práce zařazená do kategorie třetí a čtvrté a dále práce zařazená do kategorie druhé, o níž takto rozhodne příslušný orgán ochrany veřejného zdraví nebo tak stanoví zvláštní právní předpis.

Zaměstnavatel, na jehož pracovištích jsou vykonávány rizikové práce, je povinen:

- Zabezpečit neprodleně mimořádná měření faktorů pracovních podmínek, pokud o ně požádá zařízení vykonávající pracovně-lékařské služby nebo pokud tak stanoví rozhodnutím příslušný orgán ochrany veřejného zdraví,
- Zjistit příčinu překročení limitních hodnot ukazatelů biologických expozičních testů a zabezpečit její odstranění; neprodleně informovat o těchto skutečnostech zaměstnance [9]

2. Charakteristika výrobního systému

ŠKODA POWER s.r.o. (dále jen ŠKODA POWER) patří dlouhodobě mezi významné dodavatele zařízení pro energetiku. Historie parních turbín ŠKODA se datuje od roku 1904, kdy byla vyrobena první parní turbína ve Škodových závodech. Od roku 1911 až do současnosti je používán vlastní design turbín ŠKODA bez využití jakékoliv licence či know-how ostatních výrobců.



Obrázek 2-1 Ing. Emil Škoda a první parní turbína [10]

ŠKODA POWER se profiluje jako dodavatel turbosoustrojí, turbínového ostrova nebo celé strojovny pro fosilní elektrárny, paroplynové elektrárny, jaderné elektrárny a spalovny komunálního odpadu a biomasy. V uvedeném rozsahu dodávky poskytuje veškeré služby od projektu po montáž, uvedení do provozu a zaškolení personálu zákazníka. Rovněž poskytuje servisní služby v rozsahu své dodávky, včetně dlouhodobých servisních smluv. Specifickou oblastí jsou i rekonstrukce a modernizace dříve dodaných zařízení při využití nejmodernějších prvků vývoje nových turbín.

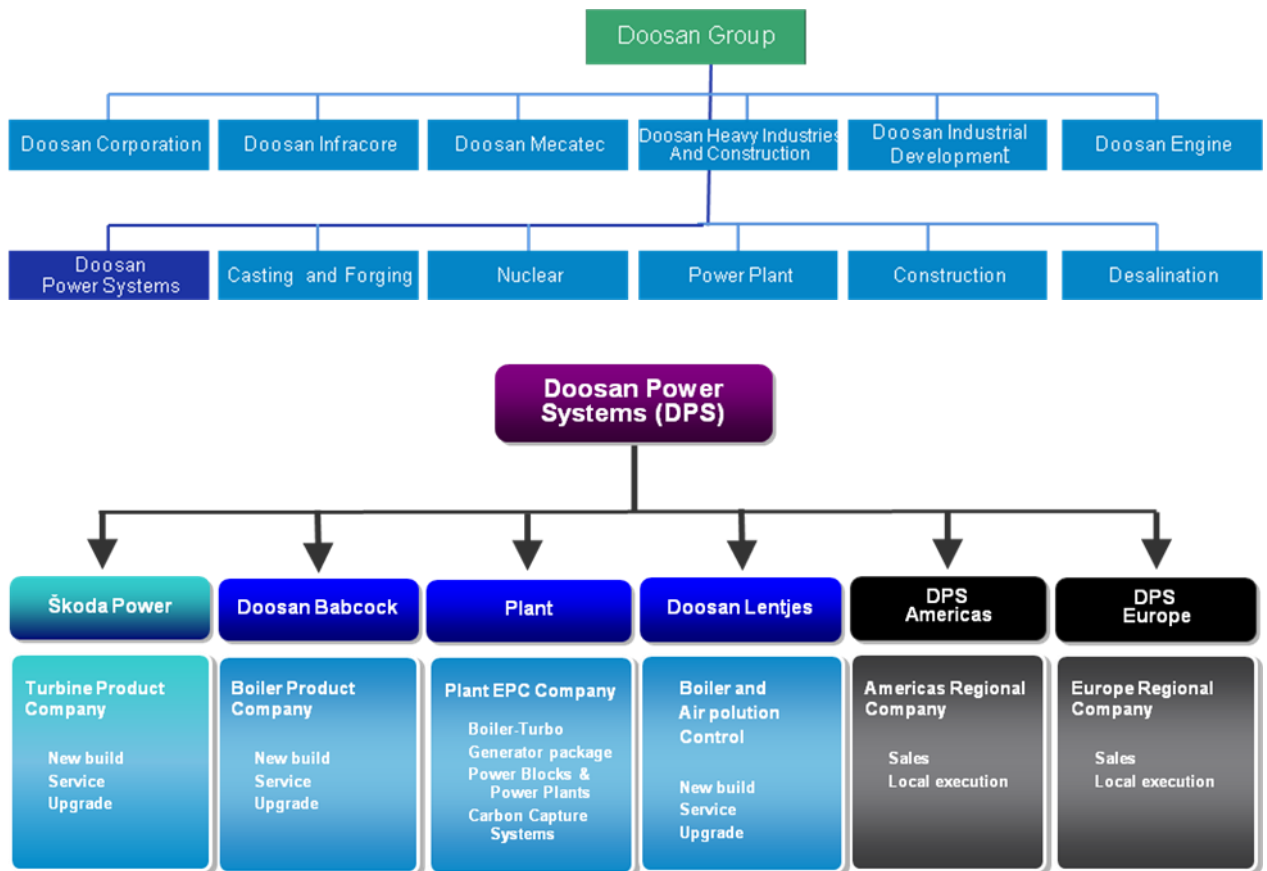
Parní turbíny ŠKODA o výkonovém rozsahu od 5 MW do 1250 MW jsou aplikovány ve všech typech elektráren pracujících na bázi parního cyklu. Vysoká technická úroveň turbín ŠKODA je zlepšována díky vlastnímu výzkumu a vývoji, který spolupracuje s tuzemskými i se zahraničními partnery. Výzkum a vývoj je zaměřen na účinnost turbín, provozní pružnost a spolehlivost, na vývoj turbín pro ultrasuperkritické parametry páry s teplotami 600°C – 620°C a v neposlední řadě na modernizace současných a výstavbu nových jaderných elektráren.

V průběhu více než stoleté historie byly parní turbíny ŠKODA instalovány ve více než šedesáti zemích Asie, Afriky, Ameriky a Evropy.



Obrázek 2-2 Logo společnosti [10]

Od roku 2009 je ŠKODA POWER součástí skupiny Doosan Power Systems, kdy Doosan Heavy Industries & Construction dokončila akvizici ŠKODA POWER a založila ŠKODA POWER, a Doosan company. [10]



Obrázek 2-3 Organizační schéma společnosti Doosan Heavy Industries&Construction [10]

2.1.Portfolio produktů a služeb

Produkty

- Parní turbíny pro paroplynové cykly do 400 MW
- Průmyslové turbíny do 250 MW
- Parní turbíny pro fosilní elektrárny do 1,000 MW
- Parní turbíny pro obnovitelné zdroje do 400 MW
- Parní turbíny pro jaderné elektrárny do 1,250 MW
- Výměníky tepla – kondenzátory a ohříváky

Servisní činnosti

- Dodávky náhradních dílů
- Odborné služby s využitím pokrokových diagnostických metod
- Generální opravy turbín a běžná údržba
- Servis „HOTLINE“, linka pro nouzové případy
- Dlouhodobá údržba
- Retrofit / Modernizace [10]

2.2. Kategorizace práce ve společnosti ŠKODA POWER

Středisko	Pracovní pozice	Rizikový faktor	Kategorie	Výsledná kategorie
331303	Zámečnick - montáž rozváděcích kol	Vibrace	3	3
		Hluk	3	
331301	Zámečnick 6.pole - lopatkování	Lokální svalová zátěž	3	3
		Hluk	3	
331103	NC obsluha - Leštič	Vibrace	3	3
		Hluk	3	
331120	Brusič kovů - Leštič	Lokální svalová zátěž	3	
		Pracovní poloha	3	
331121	Zámečnick 1.pole - Brusič otřepů	Vibrace	3	3
331400	Zámečnick 12. a 13. pole	Vibrace	4	4
		Hluk	3	
		Prach - svářečské dýmy	3	
331400	Svářeč	Hluk	3	3
		Prach - svářečské dýmy	3	
334113	Ostříč nástrojů	Hluk	3	3
334112	Strojní obráběč - přístrojárna	Hluk	3	3
331403	Operátor svařovacího centra	Prach - svářečské dýmy	2	4
		Elektromagnetické a mag. pole	2	
		Psychická zátěž	2	
		Ultrafialové záření	3	
		Hluk	3	
		Zátěž teplem	3	
		Prach - umělá minerální vlákna skleněná	4	
331300	Zámečnick montáž regulace	Vibrace	3	3
		Hluk	3	
331302	Mechanik strojů a zařízení - Vyvažovací tunel	Hluk	3	3
332800	Kontrolor 5., 12. a 13 pole	Hluk	2	2

Tabulka 2-1 Rizikové faktory ve ŠKODA POWER [11]

Ve společnosti ŠKODA POWER se vyskytuje 9 ze 13 rizikových faktorů a to:

- Prach
- Hluk
- Vibrace
- Neionizující záření a elektromagnetické pole
- Fyzická zátěž
- Pracovní poloha
- Zátěž teplem
- Psychická zátěž

Nejvíce postiženou pracovní pozicí je Operátor svařovacího centra, kde je zaměstnanec vystaven 7 rizikovým faktorům.

Kromě pracovišť ve výrobním provozu se ve společnosti ŠKODA POWER vyskytují rizikové faktory i v Experimentální laboratoři, kde dochází ke zkoušení a testování nově navržených parních turbín, těles a parních potrubí. Tyto rizikové faktory ukazuje tabulka 2-2.

Středisko	Pracovní pozice	Rizikový faktor	Kategorie	Výsledná kategorie
Experimentální hala	Elektromechanik	Hluk	3	3
		Psychická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
	Elektrotechnik	Hluk - standart	3	3
		Psychická zátěž	2	
	Strojní zámečnick	Celková fyzická zátěž	2	3
		Hluk	3	
		Psychická zátěž	2	
		Pracovní poloha	2	
	Technik	Psychická zátěž	2	3
		Zraková zátěž	2	
		Hluk - standart	3	
	Výzkumný pracovník	Hluk - standart	3	3
		Psychická zátěž	2	

Tabulka 2-2 Rizikové faktory v Experimentální hale [11]

2.3. Statistika úrazů ve společnosti ŠKODA POWER s.r.o.

Statistiky pracovních úrazů jsou nasbírané za roky 2011 a 2012. Příčiny pracovních úrazů jsou uvedeny v tabulce 2-3.

Příčiny úrazů	2011	2012
Ruční manipulace	20 úrazů	17 úrazů
Výrobní procese	0 úrazů	1 úraz
Uklouznutí, zakopnutí	9 úrazů	4 úrazy
Kontakt s pevným předmětem	5 úrazů	0 úrazů
Zasažení letícím předmětem	4 úrazy	2 úrazy

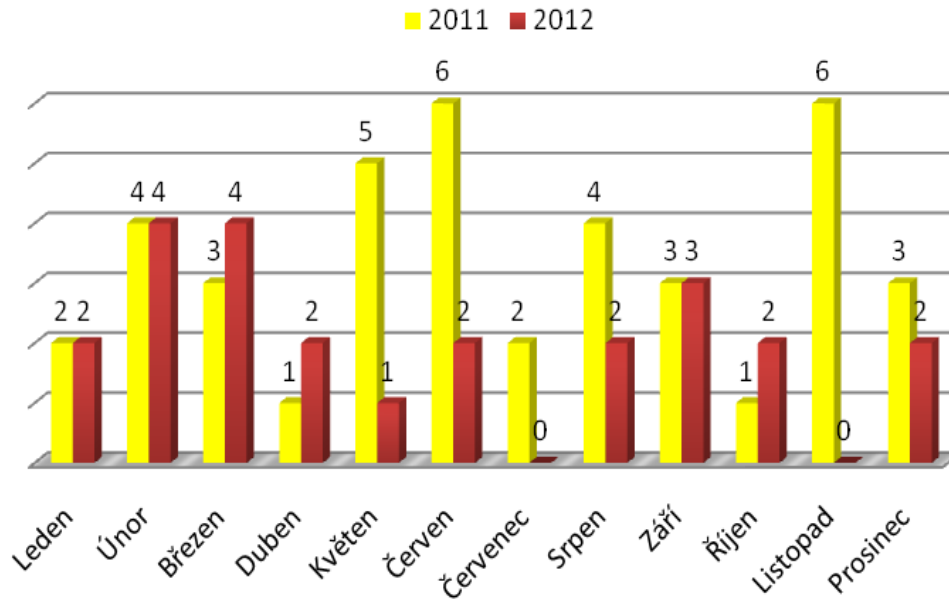
Tabulka 2-3 Příčiny pracovních úrazů [12]

Tabulka 2-4 ukazuje počet úrazů, které se staly v jednotlivých měsících v letech 2011 a 2012.

	2011	2012
Leden	2	2
Únor	4	4
Březen	3	4
Duben	1	2
Květen	5	1
Červen	6	2
Červenec	2	0
Srpen	4	2
Září	3	3
Říjen	1	2
Listopad	6	0
Prosinec	3	2
Celkem	40	24

Tabulka 2-4 Počet hlášených úrazů za rok 2011 a 2012 [13]

V grafu 2-1 je srovnání počtu úrazů mezi roky 2011 a 2012. Z tohoto grafu i tabulky 2-4 je vidět nižší počet úrazů v roce 2012 oproti roku 2011 a to především v měsíci květnu a červnu, kdy byl rozdíl počtu úrazů největší.



Graf 2-1 Počet hlášených úrazů za rok 2011 a 2012 [13]

Z tabulky 2-5 je jasně patrné rozdělení úrazů dle pracovišť, kde k jednotlivým úrazům došlo. Nejvíce úrazů samozřejmě vzniká ve výrobním provozu, kde je riziko úrazu zvýšeno manipulací s těžkými břemeny, používáním jeřábu, montáží atd.

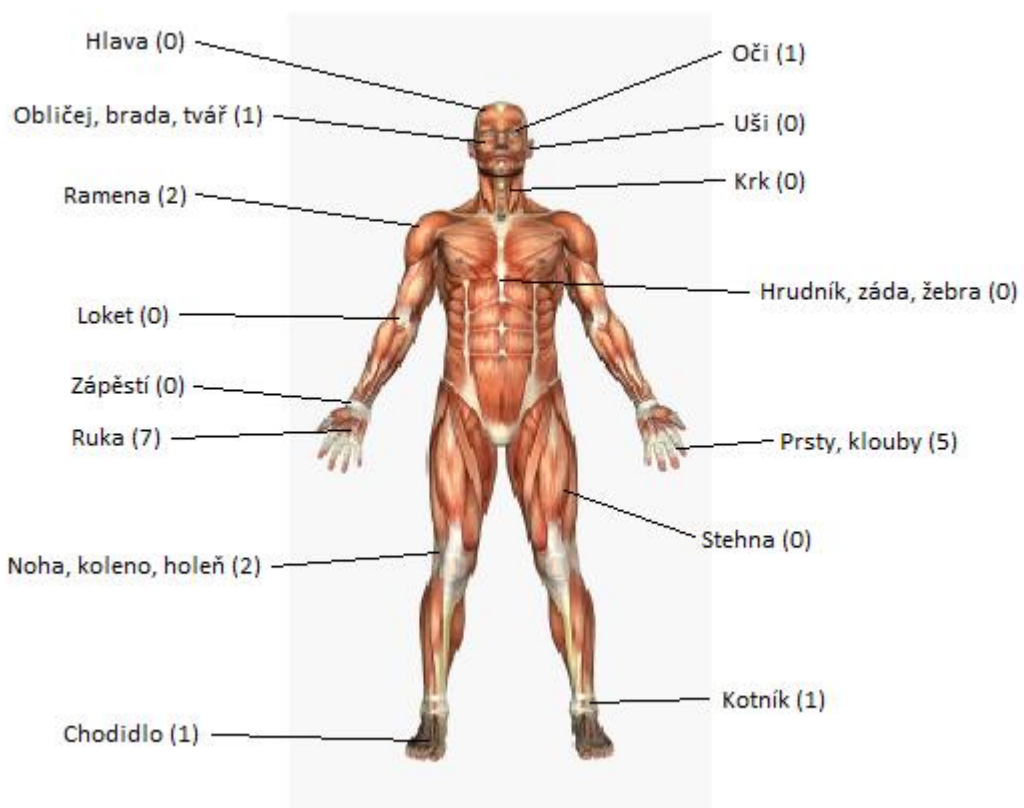
Místo nehody	Počet	Pracovní neschopnost > 3dny	Lékařské ošetření	První pomoc	Preventivní lékařská prohlídka	Zničené zařízení
Pole č.1	1	1	1			
Pole č.2						
Pole č.3						
Pole č.4						
Pole č.5	2			1	1	
Pole č.6	5	1	2	2		
Pole č.7	5	1		2	2	
Pole č.12	1	1		1		
Pole č.13	5	1	1	2	1	
Administrativní budova	2				2	
Sklady	1					1
Vyvažovací tunel						
Starý vyvažovací tunel, budova č. 482						
Experimentální zk., budova č.321						
Stavby						
Celkem	24	5	4	8	6	1

Tabulka 2-5 Počet hlášených úrazů za rok 2012 dle pracovišť [13]



Graf 2-2 Procentuální vyjádření druhů úrazů [14]

Na obrázku 2-3 jsou označeny části těla, které byly postiženy úrazem. Číslo v závorce udává, kolik úrazů postihlo danou tělesnou část. Nejvíce úrazů se týká horních končetin, především ramen, ruky, prstů a kloubů v oblasti dlaně, což je spojeno s vysokým procentem ruční práce ve výrobě.



Obrázek 2-4 Znázornění úrazů za rok 2012 [12]

Dále jsou uvedeny důvody, z jakých vznikají pracovní úrazy ve společnosti ŠKODA POWER:

- a) Neznalost, chybějící pracovní pokyny.
- b) Nejsou identifikovaná rizika pro všechny činnosti.
- c) Nejsou důsledně prováděné prohlídky pracovišť.
- d) Nevhodné nebo nepoužívané OOPP.
- e) Špatná spolupráce mezi jednotlivými odbory.
- f) Nejsou dostatečně využívány skoronehody a opatření z nich. BOZP není vnímána jako součást pracovního procesu. [12]

2.4. Charakteristika výroby

Ve společnosti ŠKODA POWER se setkáváme především s kusovou výrobou - za tuto výrobu je označován individuální produkt zpravidla na základě individuální zákaznické zakázky. Ve výrobě je využíváno vyšší procento ruční práce (svařování, montáž lopatek atd.), to je dáno specifickými požadavky kusové výroby.

Výrobní zařízení vykazuje vysoký stupeň flexibility. Problémem řízení výroby je především malá možnost předpovědi požadavků, dlouhé dodací lhůty, pokud nejsou na skladě k dispozici díly a sestavy jako výsledek stavebnicovosti.

V případě kusové výroby jsou pracoviště uspořádána podle technologické příbuznosti (svařovna, soustruhy, frézky, montáž atd.).

Výhody technologického uspořádání jsou:

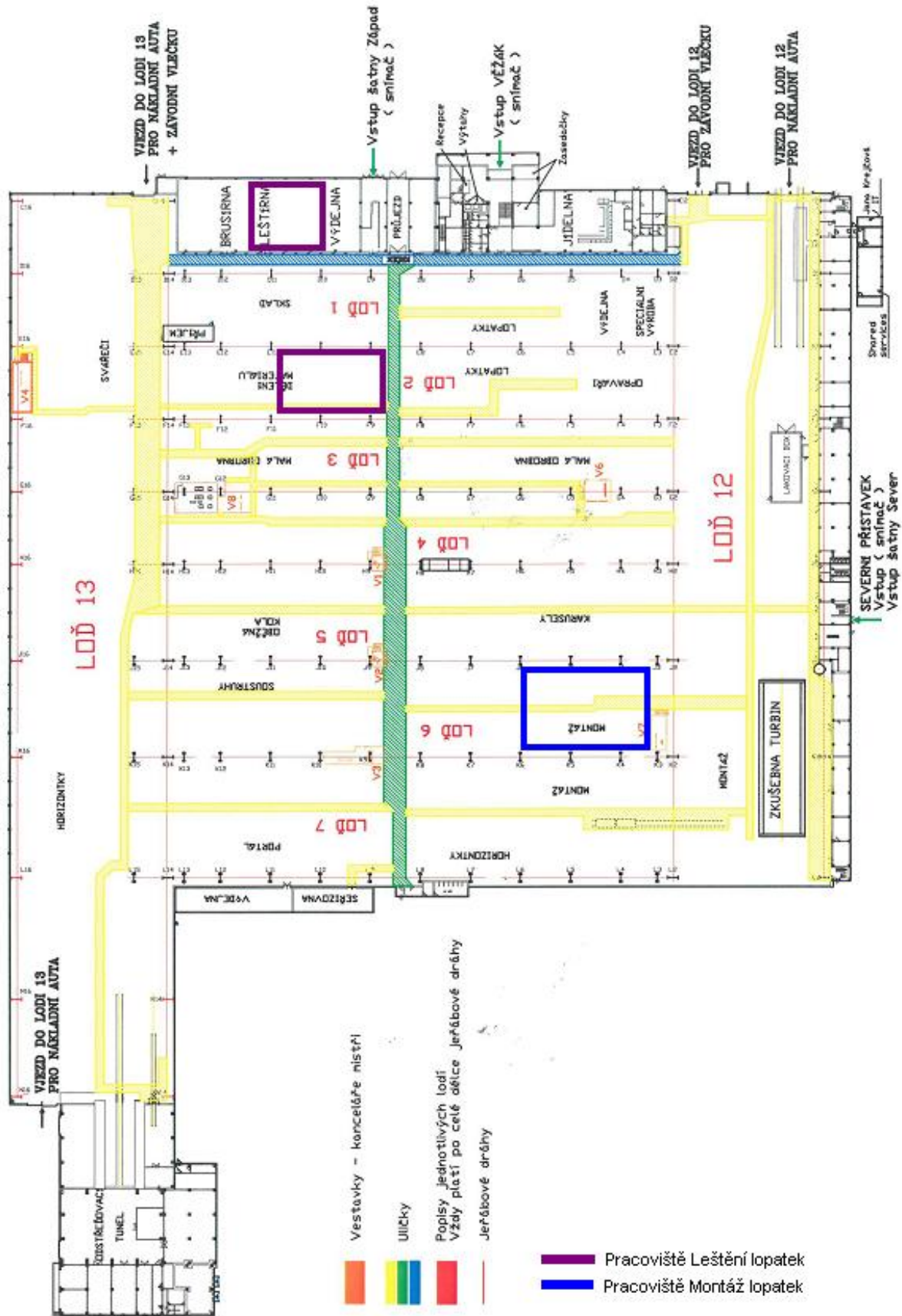
- Možnost vícestrojové obsluhy, zejména NC strojů a automatů
- Snadná zaměnitelnost pracovišť a odolnost při poruchách strojů, absenci obsluh
- Lepší kapacitní využití
- Snadnější údržba
- Snazší změny výrobního programu
- Podpora růstu kvalifikace pracovníků

Nevýhodami jsou:

- Složitější řízení výroby
- Dlouhé dopravné trasy
- Vyšší rozpracovaná výroba
- Prodloužení průběžných dob výroby
- Vyšší nároky na plochy
- Vyšší nároky na mezisklady.

Z hlediska ergonomie můžou být problémem ve výrobě mikroklimatické podmínky ve výrobní hale. Především v létě, kdy v důsledku chybějící klimatizace dochází ke zvýšení vnitřní teploty. Toto je nutné řešit např. ochrannými nápoji. Dále mohou vznikat ergonomické nedostatky při ruční manipulaci, kdy může docházet (např. vlivem těžkých kovových součástí) k nevhodným pracovním pozicím. Na některých pracovištích se mohou vyskytovat monotónní podmínky práce, tj. činnosti, operace a úkony, které se cyklicky opakují (např. nýtování lopatek). Zde jsou nutná režimová opatření, tj. systém krátkodobých přestávek v průběhu směny. Další možností je volit a vytvořit takovou skladbu či obsah práce, kdy pohybové funkce a stereotypy jsou střídány a jsou zapojovány různé svalové funkce.

2.5. Vybraná pracoviště



Obrázek 2-5 Layout haly s vyznačenými pracovišti [10]

Pracoviště byla vybrána dle potřeb společnosti ŠKODA POWER s ohledem na skladbu práce a rizikovými faktory, které se na jednotlivých pracovištích vyskytují.

2.5.1. Pracoviště montáž lopatek

Toto pracoviště se nachází v 6. poli viz obrázek 2-4. Na pracovišti dochází k montáži lopatek do těla rotoru. Montáž je realizována v těchto 4 krocích:

Mezistrojní zámečnické operace na jednotlivých součástech

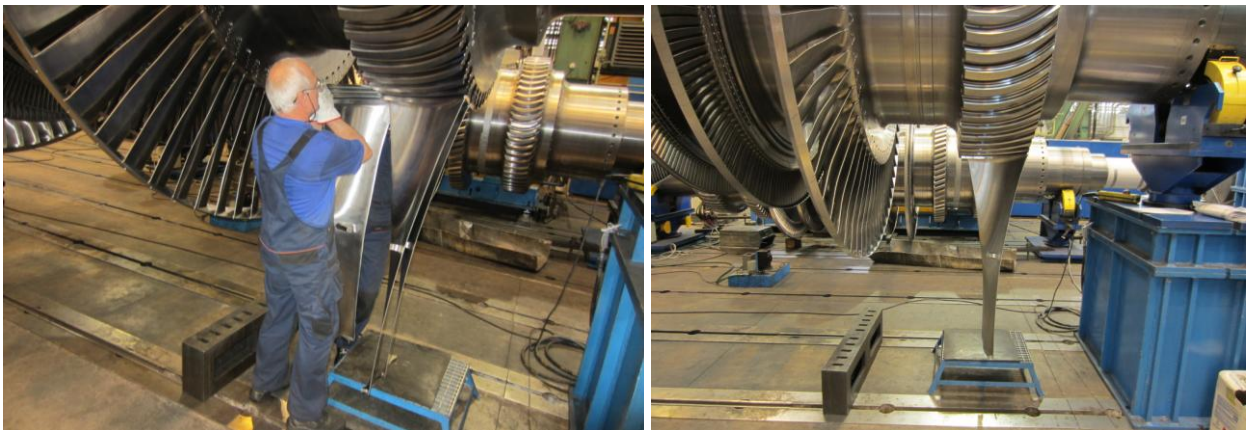
- Na bandážích dochází ke sražení ostří, rovnání, broušení a leštění
- U kolíků se sráží ostří a brousí plošky pro kontrolu

Montáž oběžných lopatek do rotoru

Při montáži lopatek dochází k těmto operacím:

- Příprava pracoviště, usazení a očištění rotoru
- Dolícování zámků a závěrných lopatek
- Nasouvání, narážení (podbíjení) oběžných lopatek
- Naměrování a následné frézování + dolícování oběžných lopatek
- Stříhání a nabrušování podbíjecích plíšků
- Uvolnění oběžných lopatek pilováním.

Pracovníci (práce je prováděna ve dvojici) postupně vloží několik kusů lopatek na „volno“ a poté se usazuje do drážek kola rotoru ocelový plech pomocí ručního kladiva a sekáče. Některé lopatky je třeba před usazením upravit, tak aby se daly dobře narazit. Po usazení určité počtu lopatek se pootáčí kolem rotoru a usazují se další lopatky.



Obrázek 2-6 Montáž lopatek

Příprava rotoru a bandáží pro nýtování

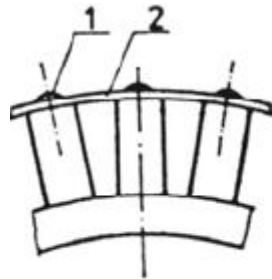
Rotor:

- Začištění jednotlivých čípků oběžných lopatek po soustruhu
- Podřezávání krajních lopatek svazků.

Bandáže:

- Narýsování středových os a počátků na všech bandážích
- Přenesení roztečí čípků na bandáže
- Seznačení bandáží s rotorem
- Očíslování a důlčikování

- Předvrtání pro frézku
- Dokončení horních záhlubů a zaleštění všech přechodových rádius
- Dofrézování všech konců bandáží a zkoušení na rotor
- Promačkání bandáží pod lisem a naražení na rotor



1 - roznýtovaný konec
lopatky; 2 - bandáž

Obrázek 2-7 Lopatka a bandáž

Nýtování – temování čípků oběžných lopatek

Temování čípků oběžných lopatek se provádí v několika fázích pomocí ručního kladiva

1. fáze – základní roztemování rovným „temrem“
2. fáze – tvarování hlavy nýtu na požadovaný rozměr
3. fáze – dotemování opět rovným temrem
4. fáze – kontrola dosednutí, popř. dotažení bandáže.

Temování se zahájí uprostřed svazku a pokračuje se střídavým roztemováním čípku na obě strany. Přitažení bandáže kontroluje pracovník vymezovacími měrkami 0,1 - 0,05mm. V další fázi se hlava nýtu vytvaruje podle normy na konečný tvar. Při nýtování je třeba dbát na rovnoměrné sražení, povrchovou drsnost bez ostrých hran a vrypů.



Obrázek 2-8 Nýtování

Mimo výše uvedené činnosti pracovníci obsluhují vrtací stroje, nebo při různých opravách demontují staré oběžné lopatky (vyrážení kladivem).

2.5.2. Pracoviště Leštění lopatek

Leštění lopatek se provádí na dvou místech spadajících pod pracoviště Leštění lopatek (viz obrázek 2-4):

- Pracoviště v 1. poli výrobní haly
- Oddělené pracoviště tzv. „leštičkárna“

Na pracovišti nacházejícím se v 1. poli probíhá leštění dvěma způsoby:

- Jednotlivé lopatky se leští pomocí NC brusky IBS
- Ruční leštění na strojní brusce



Obrázek 2-9 NC bruska pro leštění lopatek

Před vlastním leštěním NC bruskou IBS se provádí leštění ručně na strojní brusce ULS-S. Toto ruční leštění se provádí, protože na lopatce jsou místa, kam se leštící pás NC brusky nedostane. Tato problematická místa jsou především přechodový rádius mezi listem lopatky a upínacím zařízením (závěsem lopatky) a přechod mezi listem lopatky a bandáží (záleží na typu lopatky).



Obrázek 2-10 Pracoviště pro ruční leštění lopatek na hale

Většina lopatek se však brousí v odděleném prostoru leštičkárny. Toto pracoviště je vybaveno stojanovými kotoučovými bruskami a pásovými bruskami. I na tomto pracovišti probíhá broušení jednak jako přípravná operace před samotným NC broušením, ale brusíci zde brousí i menší lopatky načisto, jako konečnou operaci.



Obrázek 2-11 Stojanová kotoučová bruska v prostoru leštičkárny



Obrázek 2-12 Pásové brusky v prostoru leštičkárny

3. Analýza procesů na vybraných pracovištích

V této kapitole se budeme zabývat analýzou procesů na jednotlivých vybraných pracovištích, kde se budeme snažit odhalit případné nedostatky, které jsou způsobené rizikovými faktory, nerespektováním zásad ergonomie a nevhodným ergonomickým uspořádáním pracoviště.

3.1. Pracoviště Montáž lopatek

Toto pracoviště je klasifikováno hodnotou 3 výsledné rizikové kategorie. Vyskytují se zde rizikové faktory Lokální svalová zátěž a Hluk.

Středisko	Pracovní pozice	Rizikový faktor	Kategorie	Výsledná kategorie
331301	Zámečnick 6.pole - lopatkování	Lokální svalová zátěž	3	3
		Hluk	3	

Tabulka 3-1 Tabulka rizik na pracovišti Montáž lopatek [11]

Tyto rizikové faktory působí na zámečníky jak při provádění nýtování čípků oběžných lopatek, které se provádí ručně, tak i u pracovníků montáže lopatek do těla rotoru.

Rizikový faktor hluk byl na tomto pracovišti zařazen do kategorie 3. Při měření byly zjištěny hodnoty, které překračují povolené hygienické limity:

- Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ [dB] = 85 dB
- Vysokofrekvenční hluk $L_{teq,T}$ [dB] = 75 dB
- Nízkofrekvenční hluk $L_{teq,T}$ [dB] = 105 dB [20]

Pracovní činnost zámečníka při nýtování je vykonávána ve stoje. Při práci jsou zapojeny svalové skupiny horních končetin a rovněž i svalstvo trupu a zad. Dochází zde k nepříjemným pracovním pozicím, kdy je nutno pracovní činnost vykonávat v předklonu a horní končetiny spolu s kladivem jsou zvedány až na úroveň ramena. Od úderů kladivem dochází ke zpětným rázům, které se přenáší do ruky, jelikož musí být vyvinuta dost velká síla, aby byl dřík správně roznýtován. Nepříznivě rovněž působí tlak používaných nástrojů do dlaní pracovníka.

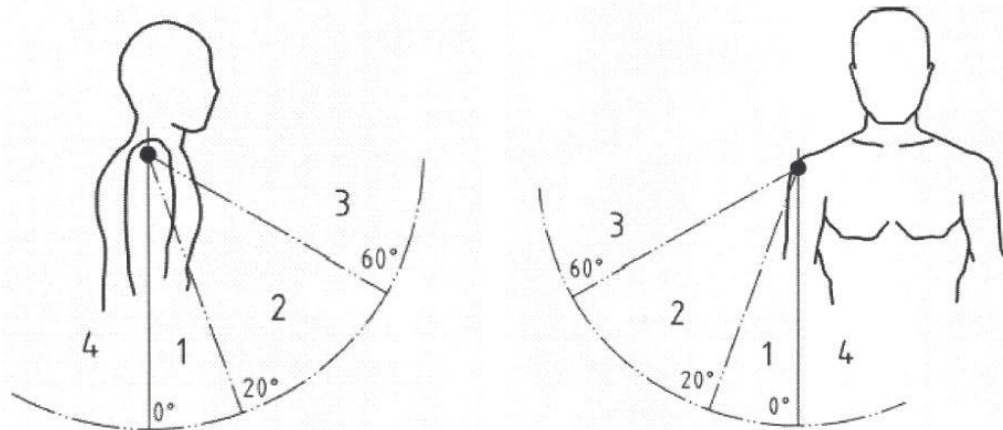


Obrázek 3-1 Nýtování lopatek

Úhlové postavení horních končetin je následující:

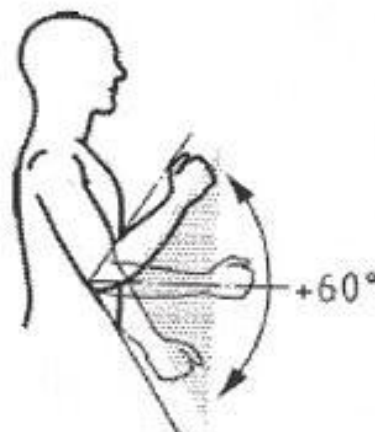
- Úhel α (úhel v ramenním kloubu) se pohybuje v rozmezí -30° až 30°
- Úhel β (úhel, který svírá paže s trupem) se pohybuje v rozmezí 0° až 90°
- Úhel γ (úhel v loketním kloubu) v rozmezí 45° až 170° [17]

Z obrázku 3-2 a 3-3 tedy vyplývá, že výše zmíněné úhly spadají do kategorií podmíněčně přijatelných (pro úhel α) a nepříjemných pracovních pozic (úhel β a γ). Je tedy nutno zařazovat přestávky na odpočinek a regeneraci, které by měly alespoň částečně zmírnit vliv této pracovní polohy na pracovníka.



část těla	poloha	přijatelná	podmíněně přijatelná	nepřijatelná
rameno	předloktí	$0^\circ - 20^\circ$ (1)	$20^\circ - 60^\circ$ (2)	60° a více (3) 0° a méně (4)

Obrázek 3-2 Optimální pracovní polohy – ramena [15]



část těla	poloha	přijatelná	podmíněně přijatelná	nepřijatelná
loket	flexe - extenze	$0^\circ - 60^\circ$		60° a více

Obrázek 3-3 Optimální pracovní polohy – loket [15]

U nýtování se zkoušela změna technologického postupu použitím elektrických a pneumatických nástrojů, ale nýty praskaly nebo naopak nebyly dostatečně roznýtované. V takovém případě se musela měnit celá lopatka, jelikož dřív pro roznýtování je součástí lopatky. To by samozřejmě prodlužovalo dobu montáže a jsou zde i ekonomická hlediska.

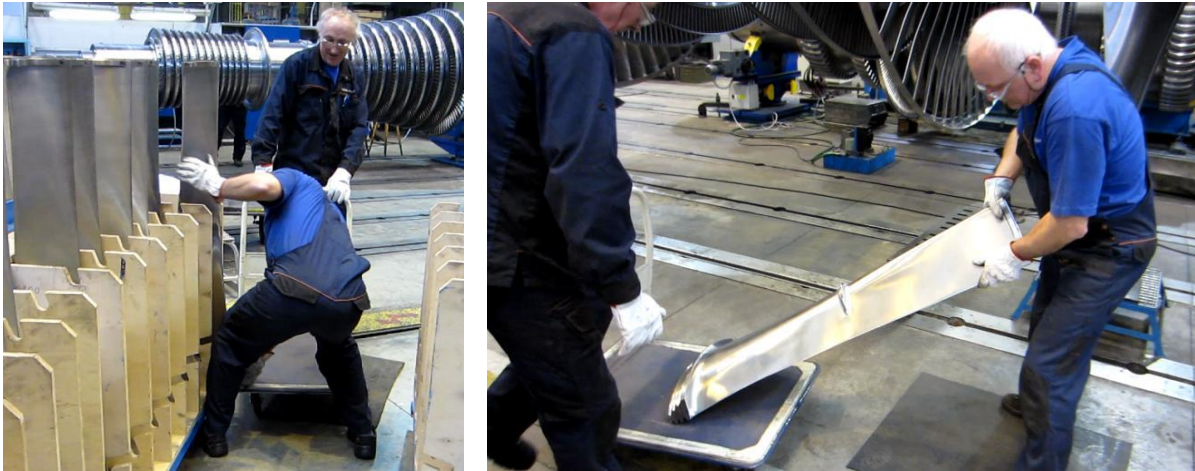
Proto je v této operaci zachována ruční práce, kdy je nutný časem získaný cit a um, který např. pneumatické kladivo nezajistí. S tím je ale spojena nutnost zvýšené koncentrace (mohli bychom zde mluvit zvýšené psychické námaze) kdy se pracovník musí velice soustředit na každý úder. Stav koncentrace je však rušen hlukem z okolních pracovišť. Je nutno používat ochranné pracovní prostředky (např. ochranné brýle, chrániče sluchu apod.). Při použití antivibračních rukavic, prý pracovník ale nemá dostatečný cit v ruce.



Obrázek 3-4 Antivibrační ochranná rukavice

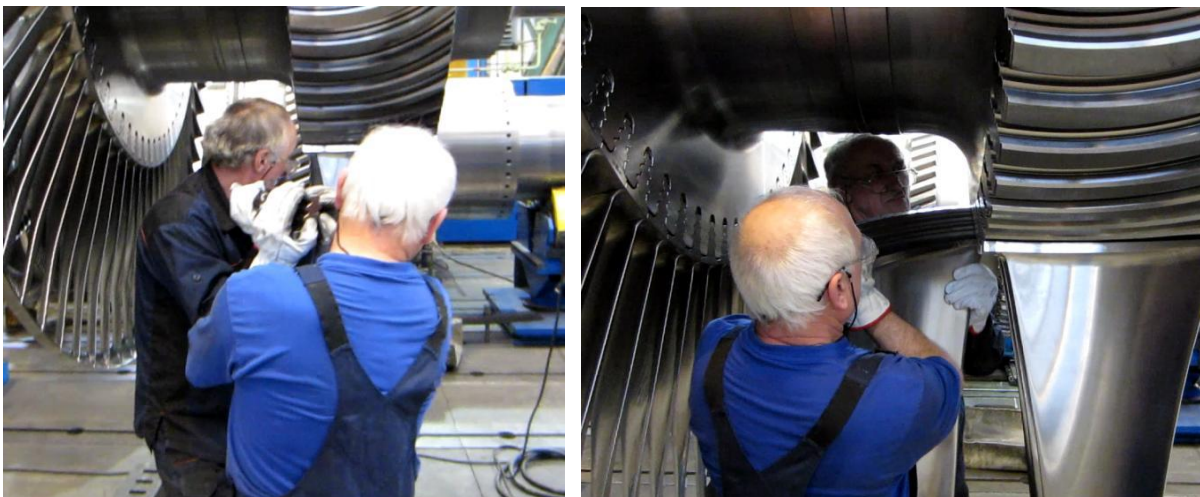
Pokud je při trvalé práci, zařazené do rizikové kategorie podle zákona o ochraně veřejného zdraví, nezbytné nepřetržité používání osobních ochranných pracovních prostředků k omezení působení rizikového faktoru, musí být v průběhu směny zařazeny bezpečnostní přestávky, při nichž si je může zaměstnanec odložit. První přestávka při trvalé práci zařazené jako riziková se zařazuje nejpozději po 2 hodinách od započetí výkonu práce v trvání nejméně 15 minut. Následné přestávky se zařazují nejpozději po každých dalších 2 hodinách od ukončení předchozí přestávky v trvání nejméně 10 minut. Poslední přestávka v trvání nejméně 10 minut se zařazuje nejpozději 1 hodinu před ukončením směny. Po dobu trvání bezpečnostních přestávek nesmí být zaměstnanec v žádném úseku směny exponován rizikovému faktoru překračujícímu hygienický limit [15].

Při montáži lopatek, která celá probíhá ručně (pouze za pomoci přepravního vozíku), jsou pracovníci nuceni manipulovat s lopatkami o hmotnosti až 40kg. Těchto největších lopatek vloží do rotoru za 8 hodinovou směnu přibližně 54. Kumulativní hmotnost, se kterou se musejí pracovníci během 8 hodinové směny je tedy 2160kg (tato hodnota je brána jako průměrná, u středně velké turbíny – může se tedy lišit dle velikosti turbíny). Pracovní činnost pracovníka při montáži je vykonávána ve stoje s přecházením. Dochází zde k nepříjemným pracovním pozicím v předklonu při přemísťování lopatky na přepravní vozík. Při montáži do rotoru a jsou horní končetiny zvedány až na úroveň ramen. K montáži je zapotřebí 2 pracovníků, takže se hmotnost lopatky rozdělí mezi tyto 2 pracovníky, čímž by nemělo docházet k překročení hmotnostních limitů. I přesto je tato práce velice fyzicky náročná.



Obrázek 3-5 Manipulace s lopatkami

Dle legislativy by častá manipulace (zvedání a přenášení břemen – práce vykonávaná po dobu celkově delší než 30 min./směnu) neměla přesáhnout hmotnost 30kg a hodnotu kumulativní hmotnosti 10 000kg (kumulativní přípustná hmotnost za celý den, je za předpokladu, že vzdálenost přenášení je menší než 1 metr a převažují příznivé podmínky). Pro ženy jsou tyto hmotnosti nižší, a to 15kg pro častou manipulaci a 6 500Kg pro kumulativní hmotnost [15].



Obrázek 3-6 Ruční montáž lopatek

Na základě výsledků měření lokální svalové zátěže, které provedl Zdravotní ústav Plzeň, je konstatováno, že při pracovní činnosti zámečníka při lopatkování (platí jak nýtování, tak i montáž lopatek) jsou překročeny přípustné hygienické limity pro hodnocení lokální zátěže dané nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a tedy i limity pro 2. kategorii dané vyhláškou č. 432/2003 Sb., a to z hlediska opakovaného výskytu svalových sil přesahujících 70% F_{max} (maximální svalová síla – síla, kterou je schopen člověk dosáhnout při maximálním volném úsilí) a dále z hlediska překročení limitních hodnot směnového průměru vynakládaných svalových sil pro práci s převahou statické složky [17].

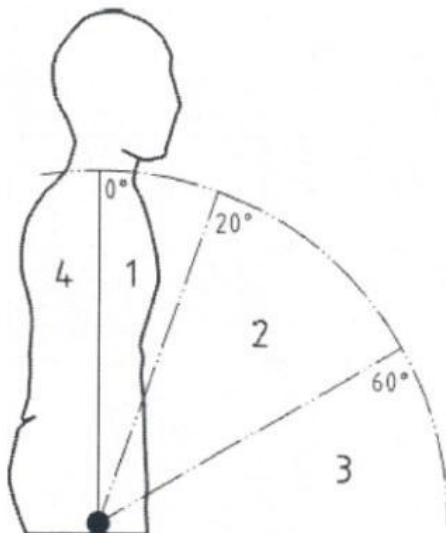
S dalším nedostatkem, se kterým se zde setkáváme, je nevhodná pracovní rovina a z toho vyplývající nevhodné pracovní pozice při manipulaci s lopatkami. Lopatky jsou skladovány v přepravních kovových bednách přímo na zemi. Jednotlivé lopatky se vyndávají z přepravních beden a skládají se na stůl podle čísel, kterými jsou označeny, pro nadcházející

montáž. Zde dochází k předklonu do přepravní bedny, kde se navíc manipuluje s poměrně těžkými lopatkami viz. obrázek 3-6.



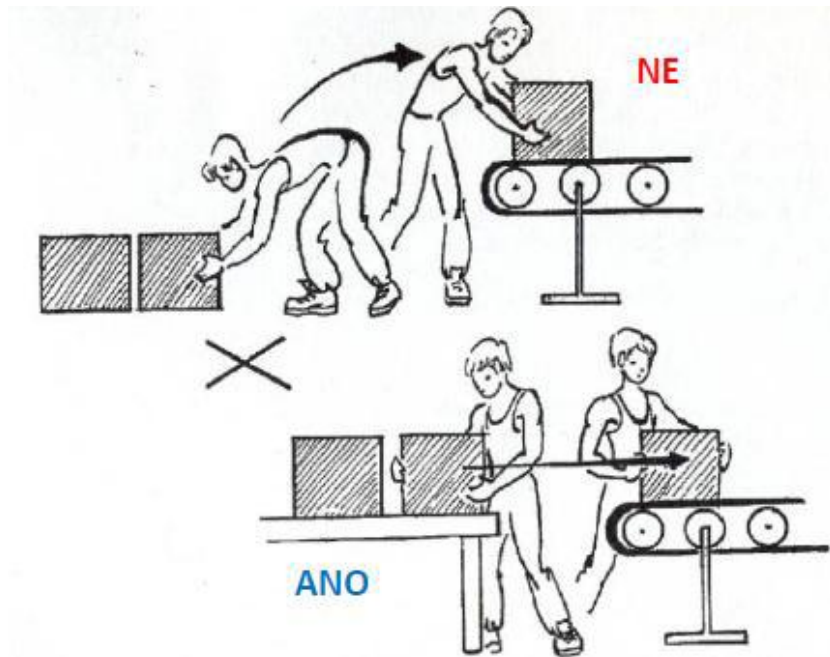
Obrázek 3-7 Výběr a skládání lopatek

Pracovník by se neměl dostávat do pozice 3 viz. obrázek 3-7, kde předklon více jak 60° znamená nepříjemnou pracovní polohu.



část těla	poloha	příjemná	podmíněně příjemná	nepříjemná
trup	předklon/záklon	0° - 20° (1)	20° - 60° (2)	60° a více (3) 0° a méně (4)

Obrázek 3-8 Optimální pracovní polohy – trup [15]



Obrázek 3-9 Pracovní rovina [16]

Dalším problémem jsou klimatické podmínky, které především v letním období nejsou ideální. Práce se provádí ve velké starší výrobní hale, kde není odpovídající vzduchotechnika, která by zajišťovala vhodné mikroklima. Pracovníci proto využívají tzv. ochranné nápoje, které mají za úkol doplnit ztrátu tekutin a minerálních látek, avšak nijak nepřispívají k pocitu pohody.

3.2. Pracoviště Leštění lopatek

Pracoviště Leštění lopatek je klasifikováno hodnotou 3 výsledné rizikové kategorie. Vyskytují se zde rizikové faktory Vibrace, Hluk, Lokální svalová zátěž a Pracovní poloha.

Středisko	Pracovní pozice	Rizikový faktor	Kategorie	Výsledná kategorie
331120	Brusič kovů - Leštič	Vibrace	3	3
		Hluk	3	
		Lokální svalová zátěž	3	
		Pracovní poloha	3	

Tabulka 3-2 Tabulka rizik na pracovišti Leštění lopatek [11]

Leštění lopatek se provádí na NC brusce IBS. Před vlastním leštěním na této brusce se jednotlivé lopatky leští ručně na strojní brusce ULS-S, protože na lopatce jsou místa, kam se leštící pás NC brusky nedostane - přechodové radiusy mezi listem lopatky a závěsem lopatky a přechod mezi listem lopatky a bandáží.



Obrázek 3-10 Lopatka s vyznačenými místy broušení



Obrázek 3-11 NC bruska IBS

U menších lopatek se provádí pouze ruční broušení, kdy se celá lopatka brousí na strojních bruskách. Na obrázku 3-12 je vidět porovnání lopatky po broušení s lopatkou neobroušenou.



Obrázek 3-12 Porovnání lopatek

Pracovní činnost leštiče lopatek je vykonávána v dvousměnném provozu, kdy délka pracovní směny je 8 hodin. Do délky pracovní doby se započítává i 65 min. přestávek (30 min. na oběd, 2x10 min a 15 min. bezpečnostních přestávek). Leštění lopatek může probíhat buď na hale (2. pole), kde je 1 strojní bruska nebo v oddělených prostorách leštičárny. Pracovní činnost i vybavení je na obou pracovištích obdobné.



Obrázek 3-13 Strojní bruska

Při práci na strojní brusce pracovník před bruskou sedí, výrobek drží oběma rukama a v případě větších lopatek ji současně ho podpírá i koleno. Protože si během práce lopatku brusič podpírá koleno, je nucen při broušení pohybovat dolními končetinami i chodidly a zvedat paty.



Obrázek 3-14 Detail pozice brusiče během broušení

Vzhledem k nutnosti stále sledovat průběh broušení má pracovník převážnou část pracovní činnosti hlavu skloněnou k brusnému kotouči. Proto se během leštění lopatky se u pracovníka vyskytuje pracovní poloha s předklonem hlavy bez opory trupu větším než 40° , dále pracovní poloha vsedě s předklonem trupu $40^\circ - 60^\circ$.



Obrázek 3-15 Broušení lopatky

Úhel ohnutí trupu i hlavy byl odměřen pomocí přímek, kterými byl proložen obrázek získaný ze záznamu pracovní operace. Hodnotila se pracovní pozice, ve které pracovník setrvává nejdelší dobu během pracovní operace. Po celou dobu operace je v podstatě ve stejné poloze, pouze rotuje trupem při posouvání lopatky po brusném kotouči. Zjišťovaly se pouze hodnoty úhlů pro trup a hlavu, protože si pracovníci stěžovali zejména na únavu, bolesti a ztuhlosti šíje a zad během broušení vyplývající z této pracovní pozice.

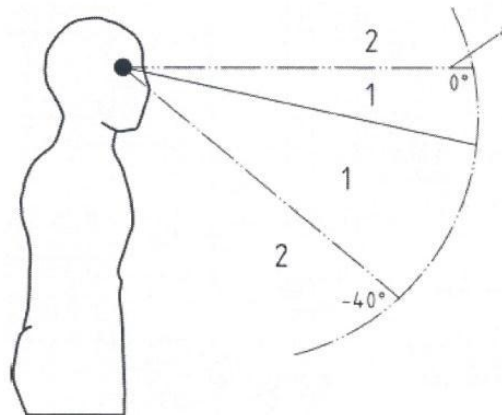


Obrázek 3-16 Úhel ohnutí trupu



Obrázek 3-17 Úhel ohnutí hlavy

Dle vyhodnocení z obrázku 3-18 vyplývá, že poloha hlavy během broušení je hodnocena jako nepřijatelná. Poloha trupu je hodnocena dle obrázku 3-5 jako podmíněně přijatelná.



část těla	poloha	přijatelná	podmíněně přijatelná	nepřijatelná
hlava a krk	směr pohledu	0° - (-40°) (1)	-40° a více (2)	-40° a více (2)

Obrázek 3-18 Optimální pracovní polohy – hlava a krk [15]

Dřevěné lavice používané na obou pracovištích byly vyrobené podle požadavků samotných pracovníků. Na pracovišti jsou kromě celodřevěných i svařované kovové lavice, které umožňují nastavení výšky lavice podle příslušného pracovníka.



Obrázek 3-19 Detail brusičské lavice

Za jednu osmihodinovou směnu provede brusič opracování 15 až 16 lopatek. Hmotnosti lopatek se mohou pohybovat v rozmezí:

- 0,3 – 15 kg - pouze ruční manipulace
- 15 – 30 kg - manipulace pomocí kladky s protizávažím

Práce i manipulace s lopatkou jsou tedy poměrně namáhavé. Pro snadnější manipulaci a odlehčení lopatky při broušení je každé bruska vybavena kladkou s protizávažím. Lopatka je s kladkou spojená na jedné straně pomocí přípravku (v místě závěsu lopatky), druhý konec lopatky je volný. Dle zkušeností brusičů se však stává, že pokud je třeba brousit volný konec lopatky, musí se druhý konec se závěsem vyklonit mimo osu brusky. Tím však protizávaží přestane plnit svojí funkci a pracovník musí vlastní silou překonat i hmotnost protizávaží (poté se zde sčítá vlastní hmotnost lopatky a určitá část hmotnosti protizávaží). Mimo vlastní broušení lopatek pracovník provádí i výměnu jednotlivých brusných kotoučů.



Obrázek 3-20 Přípravek pro uchycení lopatky na vyvažovací kladku

Od strojní brusky jsou na horní končetiny brusiče přenášeny vibrace. Hodnota vibrací byla měřena Zdravotním ústavem Plzeň. Průměrná souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací přenášných na ruce v 8h pracovní době $L_{ahv,8h}$ [dB] stanovená z naměřených hodnot pro pravou a levou ruku a pro uvedenou dobu expozice vibracím vyšla $128,4 \pm 2,0$ dB. Tato hodnota byla stanovena podle normy ČSN EN ISO 5349-2 Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášným na ruce [19]. Do 3. kategorie se řadí práce, při nichž jsou osoby exponovány vibracím přenášným na ruce nebo celkovým vertikálním a horizontálním vibracím, jejichž průměrná souhrnná vážená hladina zrychlení $L_{ahv,8h}$ překračuje přípustný expoziční limit 128,0 dB, avšak o méně než 6 dB [9].

Pro zmírnění a odstranění vibrací se zkoušel se změnit technologický postup a strojní brusku nahradit bruskou ruční. Při tomto postupu však nevyhovoval výsledný povrch. Vyskytovaly se také potíže s brusným kotoučem a vznikaly rázy, které byly následně přenášeny do rukou brusičů.

Druhým rizikovým faktorem, který byl na tomto pracovišti měřen, je hluk. Zdravotním ústavem se sídlem v Plzni provedeno měření a hodnocení hluku podle ČSN ISO 9612 Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí. Podle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací jsou hygienické limity stanoveny takto:

- Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ [dB] = 85 dB
- Vysokofrekvenční hluk $L_{teq,T}$ [dB] = 75 dB
- Nízkofrekvenční hluk $L_{teq,T}$ [dB] = 105 dB [20]

Pracoviště: ŠKODA POWER s.r.o., pracoviště LLESS brusky v 2. poli, strojní bruska				
Profese: NC obsluha – brusič, broušení oběžné lopatky kotoučem 210 mm				
Druh činnosti	Celkem min ve směně	$L_{Aeq,T}$ [dB]	$L_{teq,T}$ [dB] Vysokofrekvenční hluk	$L_{teq,T}$ [dB] Nízkofrekvenční hluk
Obsluha strojní brusky (120 mm)	160	87,4	75,3	67,5
Obsluha strojní brusky (210 mm)	160	94,2	86,1	68,4
Vkládání lopatek do NC stroje, příprava a manipulace s materiálem	130	75,6	49,5	61,2
Přestávka	30	-	-	-
Celkem min ve směně:	480	480	480	480
Výsledná $L_{Aeq,8h}$ [dB]:		90,3 ± 1,6	81,7 ± 1,6	66,6 ± 1,6
Hygienický limit $L_{Aeq,8h}$ [dB]:		85,0	75,0	105,0

ŠKODA POWER s.r.o., Tylova 1/57, Plzeň, středisko lopatky, strojní bruska, broušení lopatky oběma kotouči	
NC obsluha - brusič $L_{Aeq,8h} = 90,3 \pm 1,6$ dB	Hygienický limit hluku pro pracovní prostředí $L_{Aeq,8h} = 85$ dB byl prokazatelně překročen.
$L_{teq,8h} = 81,7 \pm 1,6$ dB	Hygienický limit vysokofrekvenčního hluku $L_{teq,8h} = 75$ dB byl prokazatelně překročen.
$L_{teq,8h} = 66,6 \pm 1,6$ dB	Hygienický limit nízkofrekvenčního hluku $L_{teq,8h} = 105$ dB byl prokazatelně dodržen.
Návrh kategorie práce:	Třetí

Obrázek 3-21 Výsledek měření a hodnocení hluku [19]

Z obrázku 3-21 jsou vidět hodnoty jednotlivých měření a z toho vyplývající překročení povolených hygienických limitů. Dle výsledků měření bylo navrženo zařazení pracoviště do 3. kategorie. Výpočet a hodnocení celosměnové ekvivalentní hladiny akustického tlaku byl proveden pro osmihodinovou pracovní dobu.

Dalším problémem jsou klimatické podmínky. V místnosti leštičárny je nedostatečná vzduchotechnika. V létě je zde vinou chybějící klimatizace vyšší teplota vzduchu. V zimě je zde také poměrně teplo, jelikož se místnost nachází přímo pod prostory šatny, kde se v zimě topí. Pokud se však otevře okno, vzniká zde průvan, který způsobuje odsávání prachu, které je nainstalováno u každé brusky. Vhodné a komfortní klimatické podmínky zde nejsou v podstatě v žádném ročním období.



Obrázek 3-22 Odsávač částecek a prachu při broušení

4. Návrh řešení

Tato kapitola by měla nabídnout řešení pro nedostatky a problémy, které byly odhaleny a popsány v kapitole 3. Cílem bude co nejvíce eliminovat nedostatky pomocí navržených zlepšení a zmírnit tak vliv na pracovníky na daném pracovišti. Např. snížení rizikové kategorie sebou ponese snížení finančních nákladů na výplatu finančních kompenzací daným pracovníkům (v současné době jsou zaměstnancům pracujícím na pracovištích s rizikovými faktory vypláceny finanční odměny jako kompenzace za případné zdravotní potíže způsobené působením rizikových faktorů).

4.1. Návrh řešení pro pracoviště Montáž lopatek

Odhalené riziko	Návrh opatření
Pracovní pozice během vykládávání lopatek	Vyrovnání pracovní roviny pomocí zdvihacího stolu nebo paletového vozíku
Rázy při nýtování lopatek	Použití antivibračního kladiva
Hluk	Odstínění hluku využitím protihlukové kabiny nebo protihlukových zábran. Použití absorberů hluku
Manipulace s lopatkami	Využití manipulátoru

Tabulka 4-1 Rizika a návrhy opatření na pracovišti Montáž lopatek

Pracovní pozice během vykládávání lopatek

Pro vyrovnání manipulační roviny během skládání lopatek na stůl, pro následnou montáž do rotoru, bylo navrženo použití zdvihacích stolů nebo paletových vozíků. Ty umožňují zvednutí požadovaného materiálu do ergonomicky vyhovující polohy. Odstraní pohyby a pracovní pozice, kdy se pracovník musí ohýbat do bedny pro lopatky. Dále umožňuje přímou manipulaci s přepravní bednou dle potřeby bez nutnosti dalšího využití jiného přepravního (či zdvihacího) prostředku. Jejich výhodou je široké rozpětí nosností a výšky zdvihu.



Obrázek 4-1 Zdvihací stůl [22]

Oproti paletovému vozíku, bude u zdvihacího stolu nevýhodou naložení kovové přepravní bedny na ložnou plochu stolu. Bude nutné využít jiné zvedací zařízení např. jeřáb, protože hmotnost naložené bedny neumožní ruční naložení.



Obrázek 4-2 Paletový vozík [21]

Mohly by také zajišťovat mezioperační přepravu mezi jednotlivými pracovišti, kdy by se přepravní bedna nemusela v podstatě na žádném pracovišti sundávat a dala by se operativně měnit výška zdvihu dle požadavků daného pracoviště. To by samozřejmě znamenalo určité finanční náklady, spojené s nákupem určitého množství této manipulační techniky.

Mobilita těchto prostředků by vyhovovala též požadavkům kusové výroby, kde není přesně určené využití dané plochy pracoviště. To je ovlivněno při každé zakázce velikostí rotoru, počtem lopatek apod., a proto se uspořádání pracoviště může měnit. Statické prostředky, které by vyrovnávaly manipulační roviny, jsou proto nevyhovující a mohly by na pracovišti překážet.

Další možností by bylo použití pojízdného stojanu na materiál. Jeho výhodou jsou nižší pořizovací náklady oproti výše zmíněným návrhům. Jasnou nevýhodou je však omezená nosnost (150kg). Tento stojan také neumožňuje změnu výšky pod zatížením, nastavení výšky je nutné provést před naložením bedny. Pro změnu výšky je nutné ze stojanu břemeno sundat, výšku přenastavit a opět břemeno na stojan umístit.



Obrázek 4-3 Pojízdný stojan na materiál [23]

Rázy při nýtování lopatek

Při nýtování lopatek by z hlediska pracovníků bylo nejvhodnější použití elektrických nebo pneumatických nástrojů. To by pomohlo odstranit nepříjemné pracovní polohy horních končetin, kdy je potřeba pro vyvinutí potřebné síly zvedat ruku s kladivem do úrovně ramene. Vzhledem k tomu, že nýty však při použití těchto nástrojů neměly patřičné parametry a praskaly, je tedy nezbytné zachovat ruční práci i náradí. Bylo by však vhodné použití antivibračních kladiv.



Obrázek 4-4 Antivibrační kladivo [24]

Toto kladivo má topůrko s grafitovým jádrem, které by mělo pohlcovat 5x více vibrací než běžné dřevěné topůrko.

Hluk

Dále by bylo vhodné pracovníka při nýtování „izolovat“ od vnějšího prostředí výrobní haly a zlepšit mu tak vhodnější podmínky pro práci a koncentraci. Na celém pracovišti montáže by se tak dala snížit hladina hluku vznikající od rázů při nýtování.

Možným řešením by byla:

- Odhlučňená kabina, případně vestavek. Výhoda tohoto řešení je možnost použití klimatizace. V případě potřeby by se dala odklidit a vzniklé místo by se dalo využít jiným způsobem. Pro případ manipulace s rotorem (umístění těla rotoru do kabiny) pomocí jeřábu je nutné, aby protihluková kabina měla odnímatelnou střechu, kdy by se pomocí jeřábu dala dovnitř



Obrázek 4-5 Protihluková kabina [25]

- Protihlukové stěny – z jednotlivých protihlukových panelů je možné vytvořit pracovní místo chráněné proti hluku. Efektivita tlumení je až 34dB. Stěna je složena z plechu a minerální vlny. Plech je perforován z důvodů snížení ozvěn.



Obrázek 4-6 Protihlukové stěny [26]

- Protihlukové přepážky – mobilní a levné řešení s možností uspořádání dle potřeby.



Obrázek 4-7 Protihlukové přepážky [27]

Poslední dvě možnosti řešení však nijak nevyřeší zlepšení klimatických podmínek na pracovišti.

Pro snížení produkovaného hluku by bylo možné využít akustických absorbérů, které jsou určeny pro snižování hluku v průmyslu v případech, kdy jsou vyčerpány všechny možnosti aktivního snížení hluku přímo na zdrojích, nebo s ohledem na typ provozu zde nejsou možné. Absorbéry se zavěšují pod strop na předem připravenou hliníkovou konstrukci. Jejich funkce spočívá ve zvýšení akustické pohltivosti prostoru a následném snížení hluku v poli odražených vln. Musely by se však instalovat tak aby nepřekáželi jeřábové dráze.



Obrázek 4-8 Akustické absorbéry [28]

Manipulace s lopatkami

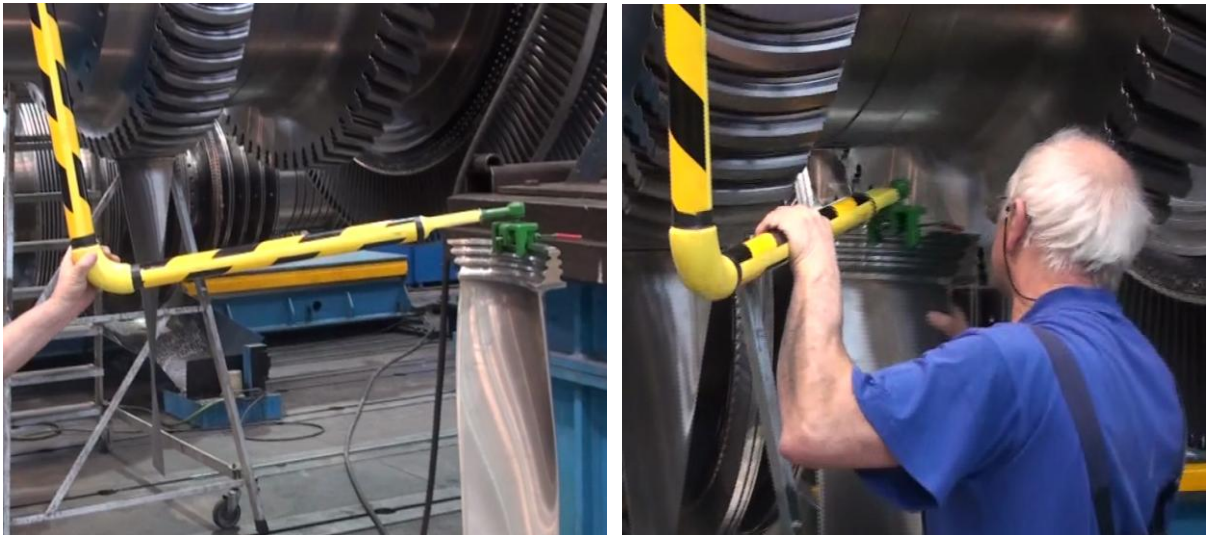
U montáže lopatek do rotoru by bylo vhodné použití manipulátoru. Nahradilo by to nyní, výhradně ruční práci, na které se musí podílet dva pracovníci. Z důvodu velké hmotnosti lopatek je tato práce velmi fyzicky náročná. Snížilo by se také riziko úrazu (poranění o část lopatky, zranění pádem lopatky, poranění svalů související s manipulací lopatky apod.) i případné poškození lopatky.



Obrázek 4-9 Manipulátor [29]

Manipulátory disponují rozpoznáním hmotnosti přenášeného břemene. Následná manipulace je poté snazší, rychlejší a dovoluje dělat přesnější pohyby. Manipulátory lze vybavit celou řadou mechanických a magnetických prostředků pro uchopení břemena nebo prostředků pracujících na bázi vakua.

Momentálně se již s pořízením manipulátoru počítá a je ve fázi poptávkového řízení a investičního schvalování. Pro uchopení lopatky již však byl vyroben a vyzkoušen přípravek viz obrázek 4-10. Je to velice jednoduché a levné řešení, které sám navrhl a vyrobil pracovník, který provádí montáž lopatek. Nebylo by tedy nutné pořizovat prostředek pro uchopení lopatky.



Obrázek 4-10 Přípravek pro uchopení lopatky

Při použití tohoto přípravku by bylo vhodné zvážit uložení lopatek v přepravních vozících. Lopatka v přepravním vozíku stojí na závěsu. Aby bylo možné lopatku do přípravku pohodlně upnout, bez nutnosti přetáčení lopatky (bylo by opět nutné, aby se pracovník ohýbal a s lopatkou manipuloval), lopatka by měla být v přepravním vozíku umístěna opačně.



Obrázek 4-11 Současné uložení lopatek

Při přetočení lopatky by však mohlo dojít k poškození částí lopatky, jelikož v podstatě nejtenčí část lopatky by nesla celou svou váhu (nyní lopatka stojí na masivní kusu kovu - závěsu). Další možností by bylo využití vakuového uchopovacího prostředku, který by umožňoval, zachování stávajícího uložení lopatek v přepravním vozíku. To by však přineslo další finanční nároky.

4.2.Návrh řešení pro pracoviště Leštění lopatek

Odhalené riziko	Návrh opatření
Pracovní pozice během broušení lopatek	Využití balancéru pro velké lopatky a opěrného stolku pro ruce při broušení malých lopatek
Hluk	Zvuková izolace prostoru leštičárny a použití absorbérů hluku
Klimatické podmínky	Zavedení klimatizace

Tabulka 4-2 Rizika a návrhy opatření na pracovišti Leštění lopatek

Pracovní pozice během broušení lopatek

Vyvažovače a balancéry snižují namáhavost práce, eliminují prostoje, pomáhají zlepšit kvalitu práce a zabránit úrazům na pracovišti. Jsou vhodné jak pro práci vestoje, tak i vsedě u stolu, lze na ně zavěsit celou řadu nástrojů, od menšího ručního nářadí až po průmyslové bodovací kleště či jiné nástroje.

Balancéry mají nosnost v rozmezí 2 - 180 Kg. Lana jsou dlouhá 1,6 - 3 m. U balancéru je možné zablokovat jeho cívku a mít tak břemeno pevně zavěšené v nastavené výšce. Nastavením předpětí pružiny dovolují zvolit sílu, jakou má být břemeno nadlehčováno a jeho přizvednutím či přitažením k zemi lze měnit výšku jeho zavěšení podle potřeby. U většiny typů lze doplnit balancér ovládáním řetízkem, které umožňuje nastavovat balancér ze země. Na přání je možné dodat i různá speciální provedení.



Obrázek 4-12 Balancér [30]

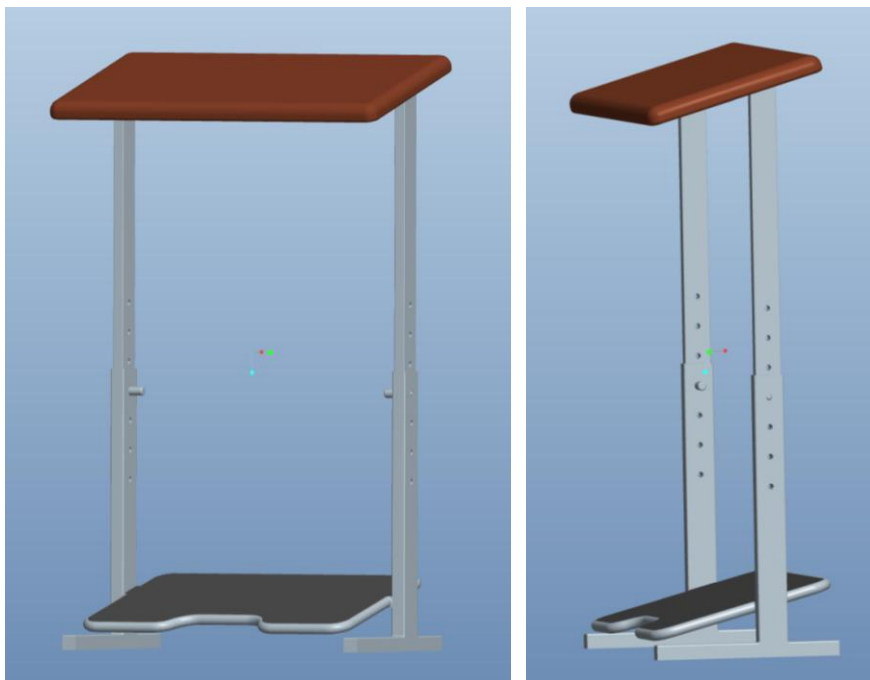
Balancér by byl vhodnou alternativou za stávající systém zavěšení lopatky na kladku s protizávažím. U tohoto systému se hmotnost závaží i výška v jaké bude lopatka nadlehčována nastavuje pomocí kolíku viz. obrázek 4-13. Nevýhodou je, že lze nastavit

hmotnost a délku lanka pouze ve dvou stupních (pro velké těžké lopatky a menší lehčí), nelze měnit plynule ani v určitém rozmezí dle potřeby.



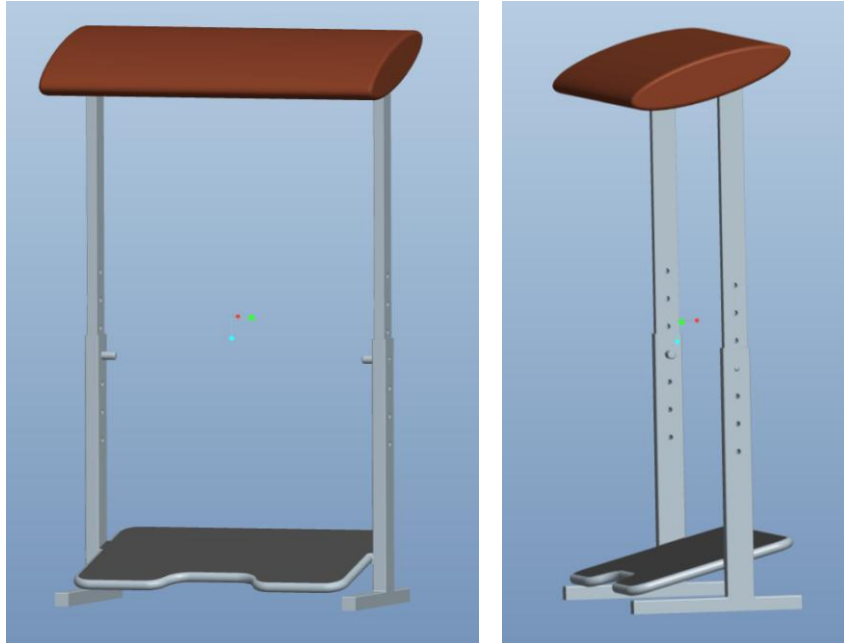
Obrázek 4-13 Systém na stavení kladky s protizávažím

Změnou brusičské lavice a využitím stolku před bruskou by bylo možné zlepšit pracovní pozici během broušení menších lopatek. Brusič by seděl o něco níže a ruce by měl opřené ve vhodné výšce manipulační roviny. Změnou výšky posedu by se snížil úhel předklonu jak zad, tak i hlavy. Opěrný stolek by byl výškově nastavitelný, aby si každý zaměstnanec mohl nastavit vhodnou výšku pracovní roviny.



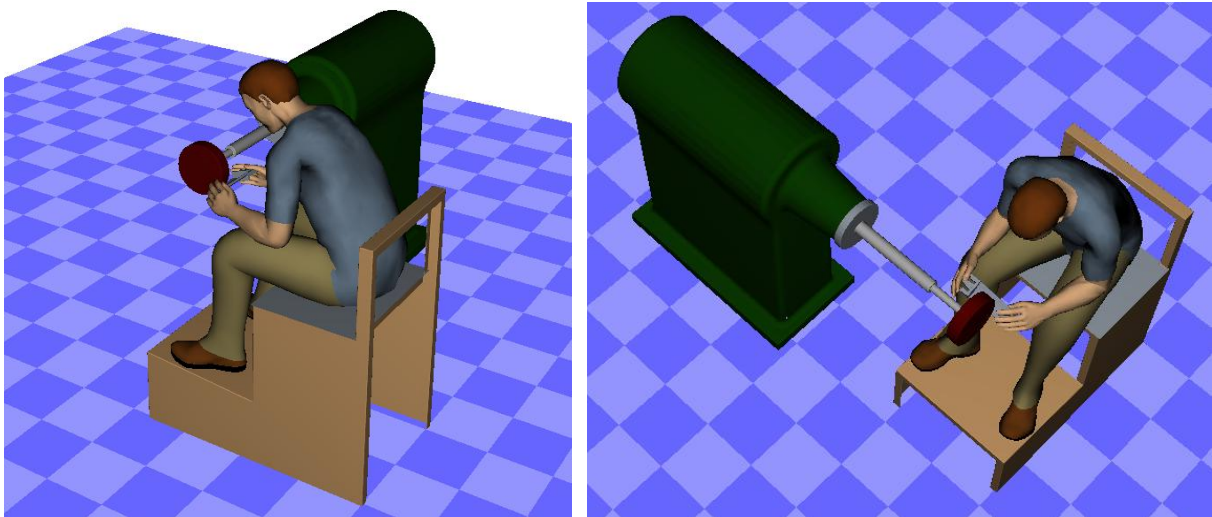
Obrázek 4-14 Opěrný stolek – varianta 1

Opěrná deska je zkosená a má zaoblené hrany z důvodu minimalizace tzv. tlakových bodů, které negativně působí na šlachy, nervy, cévy a tepny. Kompresí cév dochází k snížení průtoku a tím k omezení přísunu krve a živin do přilehlých tkání. Varianta 2 má desku zaoblenou k úplnému odstranění tlakových bodů.



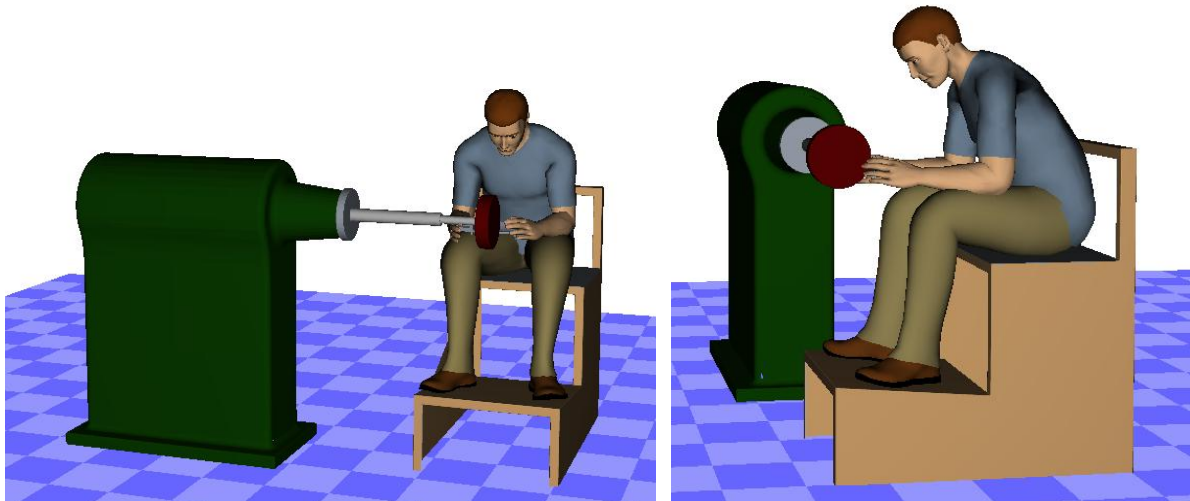
Obrázek 4-15 Opěrný stolek – varianta 2

Vhodnost nápravného opatření bylo ověřeno pomocí ergonomického hodnocení RULA (Rapid Upper Limb Assessment) - snímkovací nástroj pro hodnocení biomechanických a polohových zátěží na celém těle, se speciálním důrazem na krk, trup a horní končetiny.



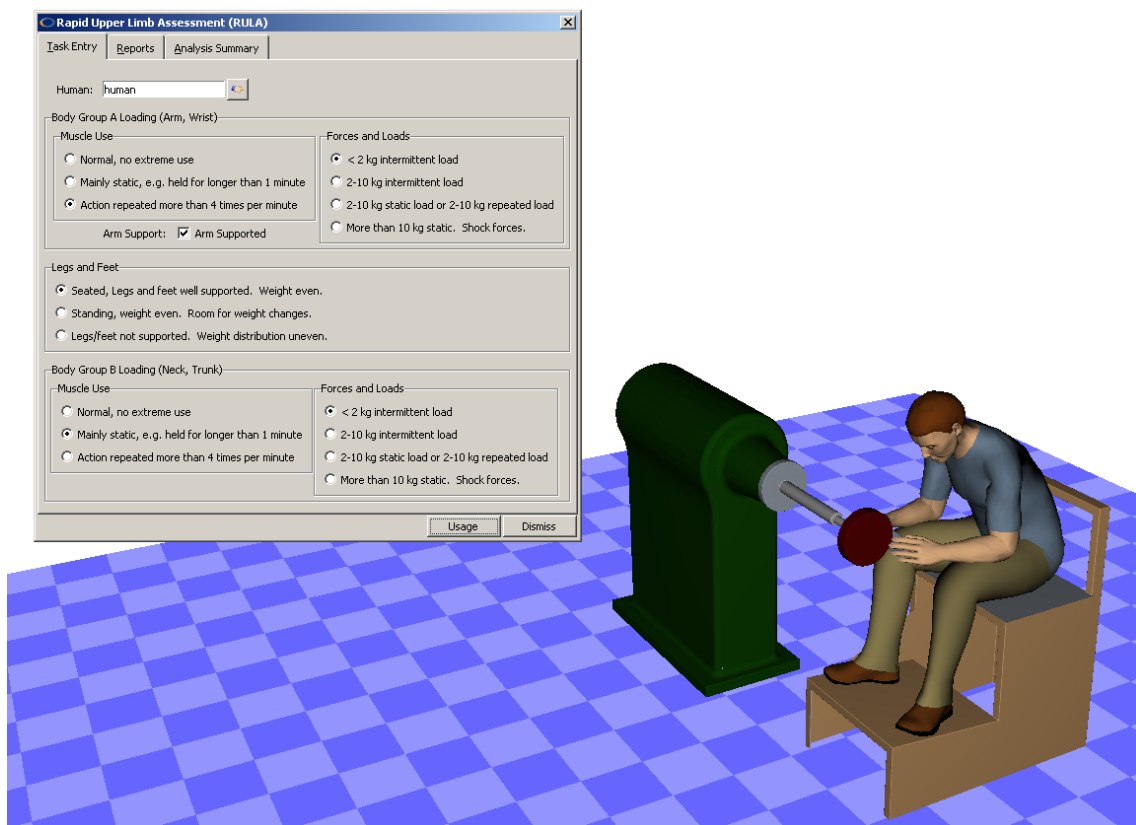
Obrázek 4-16 Model současného stavu broušení

Nejprve se jednotlivé části pracoviště namodelovaly pomocí softwaru Pro Engineer a poté se celé pracoviště složilo v softwaru Tecnomatix Jack. Dále se v tomto programu vložil model pracovníka a nastavila se pracovní pozice.



Obrázek 4-17 Model současného stavu broušení II

Pro tuto pozici, která je nejčastější pro proces broušení lopatky, se nastavily podmínky metody RULA viz. obrázek 4-19. Jedná se především o statickou pozici, kdy dochází pouze k pohybu dlaně a zápěstí, pozice zad, krku a hlavy je v podstatě neměnná.



Obrázek 4-18 Nastavení hodnot pro daný model broušení

Svalové skupiny ruky a zápěstí jsou používány více jak 4x za minutu, použití svalových skupin trupu a krku je převážně statické, obě ruce jsou podepřené, síla a hmotnost lopatky je menší než 2kg, pracovní pozice je vykonávána vsedě, nohy jsou opřené.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Human: human

Body Group A Loading (Arm, Wrist)

Muscle Use:

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Forces and Loads:

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Arm Support: Arm Supported

Legs and Feet

- Seated, Legs and feet well supported. Weight even.
- Standing, weight even. Room for weight changes.
- Legs/feet not supported. Weight distribution uneven.

Body Group B Loading (Neck, Trunk)

Muscle Use:

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Forces and Loads:

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Usage Dismiss

Obrázek 4-19 Nastavení hodnot

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Brusič Job Number:
Location: Analyst:
Comments: Date: 26.3.2013

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 2
Lower arm: 2
Wrist: 1
Wrist Twist: 1
Total: 4

Body Group B Posture Rating

Neck: 2
Trunk: 3
Total: 5

Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Supported

Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Grand Score: 5
Action: Investigation and changes are required soon.

Update Analysis Usage Dismiss

Obrázek 4-20 Výsledek metody RULA pro daný model broušení

Výsledné skóre této pracovní pozice je 5. To znamená, že podle metody RULA je zařazena do 3. kategorie a jsou nutné brzké požadavky na změny a vylepšení dané pracovní pozice.

Kategorie	Skóre	Hodnocení pracovní pozice
1. kategorie	1 - 2	Přijatelná práce, jestliže není prováděna po dlouhou dobu
2. kategorie	3 - 4	Potřeba dalšího hodnocení, možné požadavky na změny
3. kategorie	5 - 6	Brzké požadavky na změny
4. kategorie	7	Okamžité požadavky na změny

Tabulka 4-3 Vyhodnocení metody RULA

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software interface. It includes a title bar, navigation tabs (Task Entry, Reports, Analysis Summary), and a form with the following data:

- Job Title: Brusič
- Job Number: [empty]
- Location: [empty]
- Analyst: [empty]
- Comments: [empty]
- Date: 26.3.2013

Body Group A Posture Rating:

- Upper arm: 2
- Lower arm: 2
- Wrist: 1
- Wrist Twist: 1
- Total: 4

Body Group B Posture Rating:

- Neck: 2
- Trunk: 3
- Total: 5

Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute

Force/Load: < 2 kg intermittent load

Arms: Supported

Legs and Feet Rating: Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

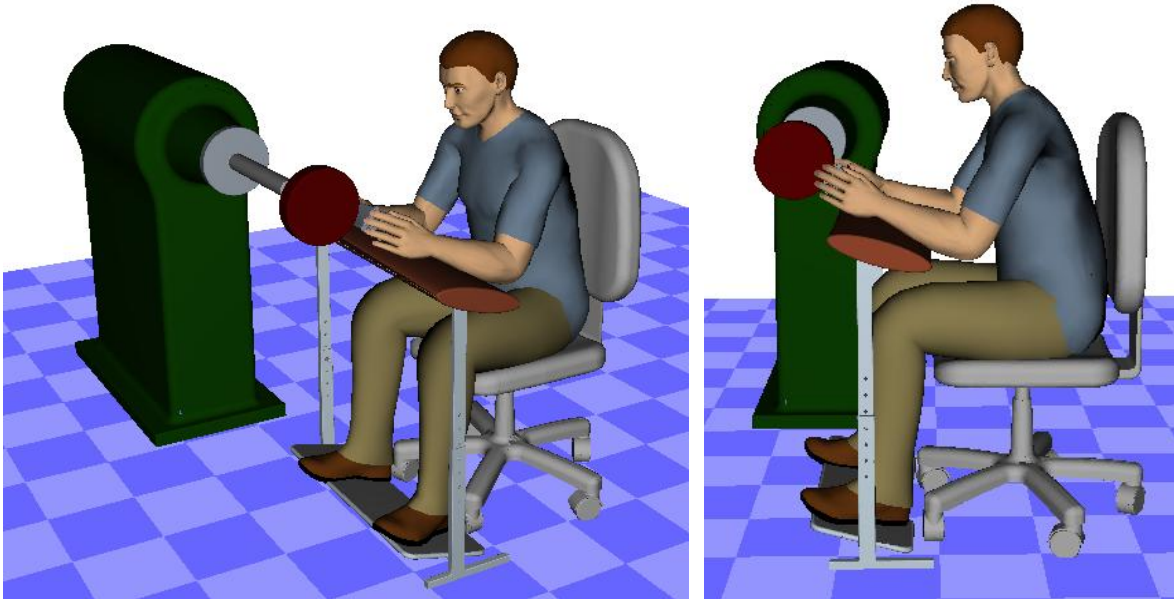
Grand Score: 5

Action: Investigation and changes are required soon.

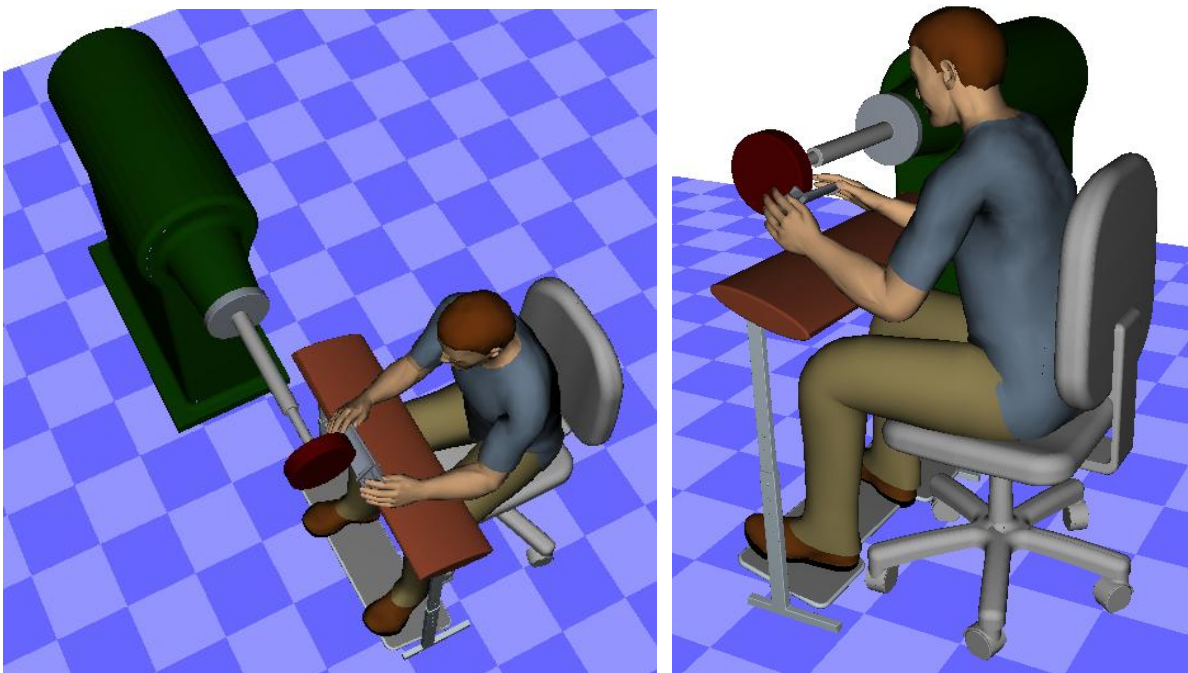
Buttons: Update Analysis, Usage, Dismiss

Obrázek 4-21 Výsledek ergonomické analýzy RULA

Stejným způsobem se pokračovalo i v případě pracoviště s aplikovaným nápravným opatřením a to záměnou brusičské lavice za klasickou výškově nastavitelnou židli a přidáním opěrného stolku. Cílem bylo ověřit vhodnost navrženého nápravného opatření.

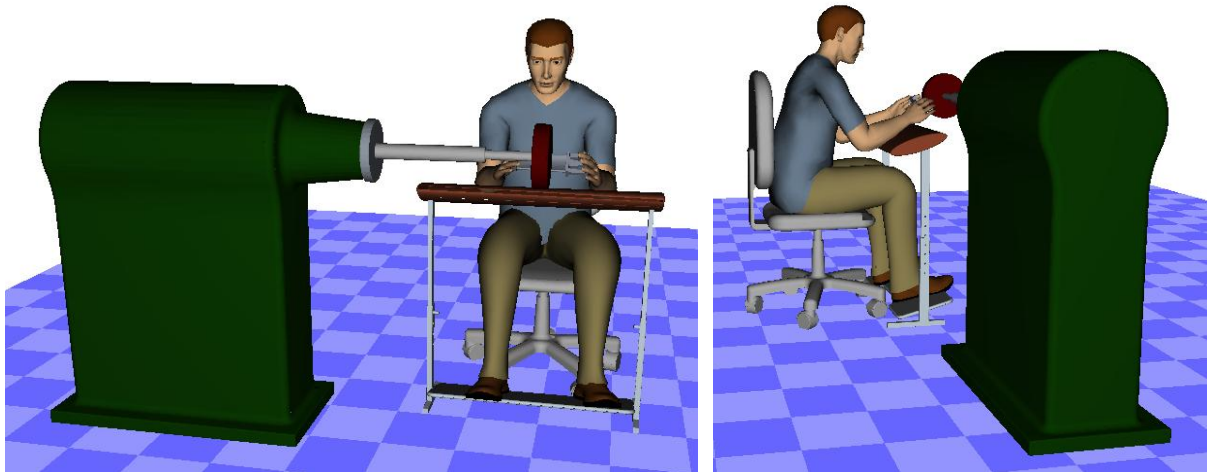


Obrázek 4-22 Model broušení s opěrným stolkem



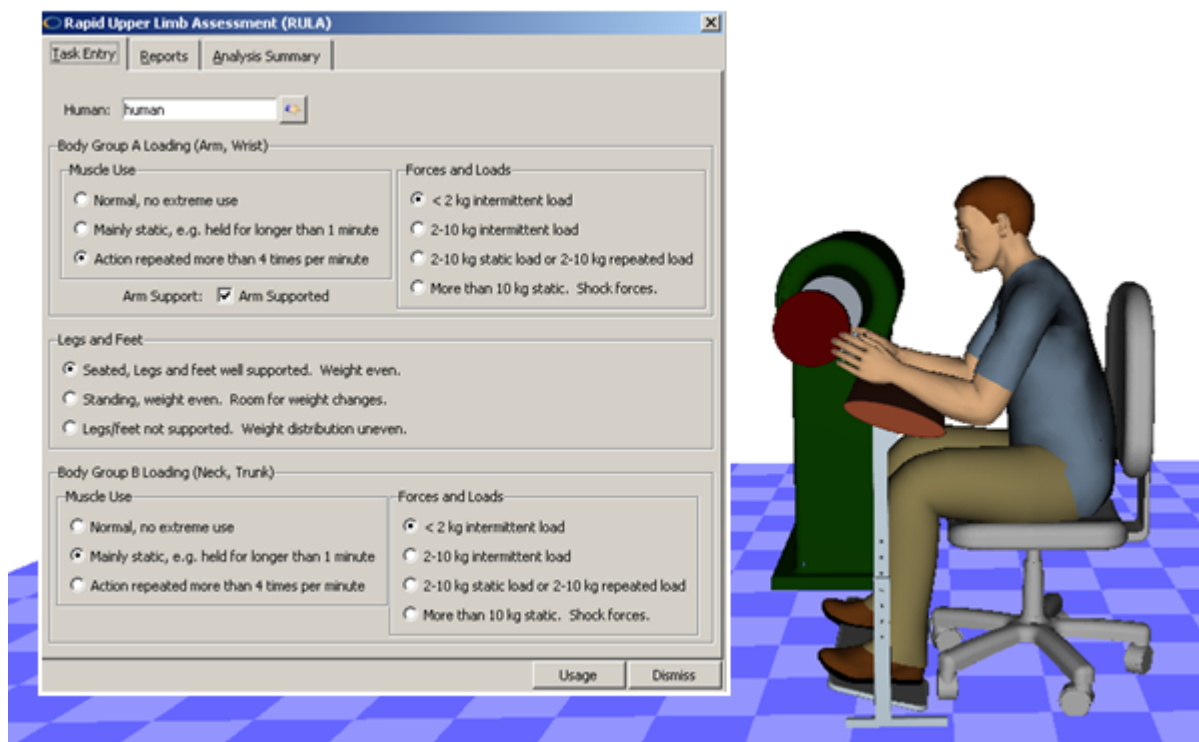
Obrázek 4-23 Model broušení s opěrným stolkem II

Z obrázků je vidět, že pracovník má mnohem méně ohnutá jak záda, tak i krk spolu s hlavou. To bylo docíleno změnou výšky sedu, brusič sedí o něco níže a ruce má opřené ve vhodné výšce manipulační roviny.



Obrázek 4-24 Model broušení s opěrným stolem III

Pracovní proces se výrazně nezmění, stále se bude jednat o statickou pozici, kdy bude docházet převážně k pohybu dlaně a zápěstí. Nastavení podmínek metody RULA je obdobné jako v předchozím případě, viz. obrázek 4-26.



Obrázek 4-25 Nastavení hodnot pro model broušení s opěrným stolem

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Human: human

Body Group A Loading (Arm, Wrist)

Muscle Use

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Forces and Loads

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Arm Support: Arm Supported

Legs and Feet

- Seated, Legs and feet well supported. Weight even.
- Standing, weight even. Room for weight changes.
- Legs/feet not supported. Weight distribution uneven.

Body Group B Loading (Neck, Trunk)

Muscle Use

- Normal, no extreme use
- Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
- Action repeated more than 4 times per minute

Forces and Loads

- < 2 kg intermittent load
- 2-10 kg intermittent load
- 2-10 kg static load or 2-10 kg repeated load
- More than 10 kg static. Shock forces.

Usage | Dismiss

Obrázek 4-26 Nastavení hodnot

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Task Entry | Reports | Analysis Summary

Job Title: Brusik | Job Number: |
Location: | Analyst: |
Comments: | Date: 26.3.2013

Body Group A Posture Rating

Upper arm:	2
Lower arm:	2
Wrist:	1
Wrist Twist:	1
Total:	4

Muscle Use: Action repeated more than 4 times per minute
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Supported

Body Group B Posture Rating

Neck:	2
Trunk:	2
Total:	3

Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Update Analysis | Usage | Dismiss

Obrázek 4-27 Výsledek metody RULA pro broušení s opěrným stolem

Pomocí tohoto zlepšovacího návrhu bylo dosaženo zlepšení skóre 5 na hodnotu skóre 3, tedy snížení o 2 body a přesun pracovní pozice ze 3. kategorie do kategorie 2.

The screenshot shows the 'Rapid Upper Limb Assessment (RULA)' software window. It has three tabs: 'Task Entry', 'Reports', and 'Analysis Summary'. The 'Analysis Summary' tab is active. The interface includes several input fields for job details: Job Title (Brsič), Job Number, Location, Analyst, Comments, and Date (26.3.2013). Below these are two posture rating sections: 'Body Group A Posture Rating' and 'Body Group B Posture Rating'. Body Group A includes ratings for Upper arm (2), Lower arm (2), Wrist (1), Wrist Twist (1), and a Total of 4. Body Group B includes ratings for Neck (2), Trunk (2), and a Total of 3. There are also boxes for 'Muscle Use' and 'Force/Load'. The 'Muscle Use' box indicates 'Action repeated more than 4 times per minute' and 'Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute'. The 'Force/Load' box indicates '< 2 kg intermittent load' and '< 2 kg intermittent load'. The 'Arms' are listed as 'Supported'. A 'Legs and Feet Rating' section contains the text 'Seated, Legs and feet well supported. Weight even.'. A prominent yellow box displays the 'Grand Score: 3' and the action 'Further investigation needed. Changes may be required.'. At the bottom, there are buttons for 'Update Analysis', 'Usage', and 'Dismiss'.

Obrázek 4-28 Výsledek ergonomické analýzy RULA

Hluk

Podobně jako na pracovišti Montáž lopatek by bylo vhodné použití akustických absorbérů, pro snížení produkovaného hluku na pracovišti. Jelikož je v prostoru leštičárny nižší strop, oproti prostoru výrobní haly, daly by se absorbéry zavěsit přímo pod strop na předem připravenou hliníkovou konstrukci. Prostorové akustické absorbéry jsou velmi účinné při snižování doby dozvuku a tím i zlepšování akustické pohody v interiéru. Prostorové akustické absorbéry mají velkou zvukovou pohltivost, variabilní rozměry a barvy. Velkou výhodou je také možnost jednoduché demontáže a opětovné montáže.

Společně s využitím akustických absorbérů by stěny daly obložit zvukovou izolací. Ta by pohlcovala a snižovala hluk jak uvnitř prostoru leštičárny, tak by se snížilo hlukové zatížení okolních prostorů. Zvuková izolace může mít různé podoby:

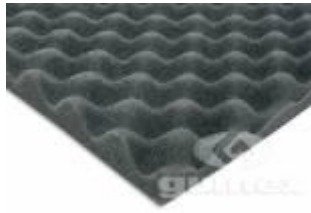
- Zvuková izolace – molitan

Akusticko-absorpční materiál pro prostory s kompresory, zvukotěsné kabiny, motorové prostory apod. Pružný zpěněný polyuretan na bázi polyesteru. Samozhášivost dle normy UL 94 HF1.



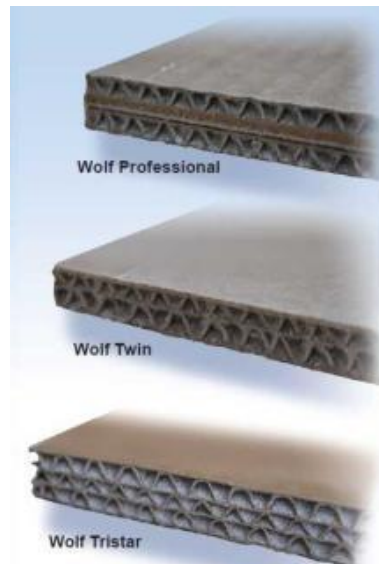
Obrázek 4-29 Zvuková izolace [31]

Varianta je samolepící izolace, kde je rubová strana opatřena samolepící vrstvou.



Obrázek 4-30 Zvuková izolace samolepící [32]

- Zvukově izolační desky
Ve speciálně konstruovaném kartonu na principu překližky je integrován pálený, křemičitý písek. Pomocí desek WOLF lze dosáhnout útlumu zvuku až o 36 dB. Desky jsou vhodné pro použití ve strojovnách či při modulární výstavbě.



Obrázek 4-31 Zvukové izolační desky [33]

- Akustická textilie
Netkaný materiál, který nabízí až 97% zvukové pohltivosti pro jakýkoli zdroj zvuku. Tyto vlastnosti poskytují jedinečnou zvukovou pohltivost. Materiál má vlastnosti textilu a snadno se zpracovává: lepením, sešíváním, sponkováním, svařováním a řezáním. Při manipulaci není potřeba nosit obličejové masky a rukavice.



Obrázek 4-32 Akustická textilie [34]

Klimatické podmínky

Vhodným řešením by bylo zavedení klimatizace v prostorách leštičárny. To by mělo vést ke zlepšení klimatických podmínek a tudíž i pracovní pohody zaměstnanců. Klimatizace by měla udržovat stálou vhodnou teplotu a vlhkost vzduchu během každého ročního období. To by mohlo mít přímý vliv na zefektivnění práce leštičů.



Obrázek 4-33 Nástěnná klimatizace [35]

Možným řešením by bylo i použití mobilní klimatizace. Kompaktní klimatizace, které nepotřebují odbornou montáž a jsou určeny především pro okamžité řešení požadavku ochlazení.



Obrázek 4-34 Mobilní klimatizace [36]

Nevýhodou však je potřeba odvodu ohřátého odpadního vzduchu. A to buď připraveným otvorem ve zdi (110 – 140 mm), případně vyříznutým otvorem ve skle okna nebo pootvřeným oknem. Tato poslední možnost se však příliš nedoporučuje, neboť otevřeným oknem vstupuje do místnosti teplý venkovní vzduch.

5. Ekonomické zhodnocení

Tato kapitola se bude zabývat ekonomickými hledisky jednotlivých nápravných opatření. V rámci racionalizace vybraných pracovišť se bude jednat především o náklady spojené s investicemi do případného pořízení některého zlepšovacího návrhu. Největším přínosem by však mělo být zlepšení pracovního prostředí a snížení vlivu rizikových faktorů na zdraví jednotlivých pracovníků vystavených těmto vlivům. Nápravná opatření by měla usnadnit práci, zvýšit pocit pracovní pohody a zlepšit koncentraci pracovníků, což může snížit riziko případných poranění a úrazů. Spokojený pracovník ve vhodném pracovním prostředí bude kvalitně vykonávat svojí práci, což povede ke zvýšení efektivity, na druhé straně ke snížení ztrátových časů způsobených zmetky a snížení nákladů spojených se zraněním pracovníka.

5.1. Ekonomické zhodnocení na pracovišti Montáž lopatek

Pro výpočet doby návratnosti jsou použity roční náklady vztahující se ke zranění jednoho pracovníka ve výrobě. Tyto hodnoty byly získány společností IOSH (jedna z největších světových organizací zabývající ochranou zdraví při práci) průzkumem napříč jednotlivými společnostmi patřícími do skupiny Doosan Power Systems. Proto musíme brát tyto hodnoty pouze orientačně a samozřejmě se mohou lišit dle závažnosti zranění.

Manipulátor

U manipulátoru se uvažují 2 možné varianty:

- Manipulátor s přípravkem pro uchycení lopatky (navržen a vyroben pracovníkem montáže lopatek)
- Manipulátor s pneumatickým uchycením lopatky

Tyto dva návrhy se níže porovnávají se stávající výhradně ruční manipulací.

	Sazba za hodinu [Kč]	Počet manipulací za rok	Počet zaměstnanců potřebných pro manipulaci	Doba manipulace [min]	Celková doba manipulace [hod]	Celkové roční náklady na manipulaci [Kč]	Cena nového manipulátoru [Kč]
Stávající manipulace	815	700	2	2	23,3	38 033	-
Manipulátor s přípravkem pro uchycení lopatky	815	700	1	1,5	17,5	14 263	450 000
Roční úspory spojené s nákupem manipulátoru [Kč]						23770	
Manipulátor s pneumatickým uchycením	815	700	1	0,75	8,8	7 131	1 150 000
Roční úspory spojené s nákupem manipulátoru [Kč]						30 902	

Tabulka 5-1 Porovnání manipulací

Pro počet manipulací za rok se uvažuje pouze manipulace s nejtěžšími lopatkami, kterými se rotor osazuje (40kg) a kde je největší riziko porušení hygienických limitů.

Kromě úspory časové by se pořízením manipulátoru ušetřil i 1 pracovník, který je při stávající manipulaci potřebný. Nově by pro osazení rotoru stačil pouze 1 pracovník.

Případné náklady vynaložené na pracovní úraz (dle průzkumu v roce 2010)		Doba návratnosti - manipulátor s přípravkem pro uchycení lopatky [rok]	Doba návratnosti - manipulátor s pneumatickým uchycením lopatky [rok]
Zranění pracovníka	270 000	450 000 / (1 213 000 + 23 770)	1150000 / (1 213 000 + 30 902)
Náhradní pracovník	190 000		
Ztráta času vedoucího pracovníka	110 000		
Výrobní ztráty a potřebná nápravná opatření	220 000		
Práce přesčas na pokrytí výrobních ztrát	83 000		
Náklady na právní ochranu	80 000		
Soudní poplatky a pokuty	110 000		
Zvýšené pojištění odpovědnosti	150 000		
Celkem	1 213 000	0,4	0,9

Tabulka 5-2 Doba návratnosti manipulátoru

Paletový vozík

V závislosti na typu a velikosti turbíny může být i 15 druhů lopatek, které jsou uloženy v přepravních bednách. V jeden časový okamžik se však na pracovišti nesejde celkový počet jednotlivých druhů, proto není potřeba uvažovat nákup stejného počtu paletových vozíků. Vyskládání lopatek na stůl, pro následnou montáž do rotoru, provádí pouze jeden pracovník a tak by stačil 1 paletový vozík, ale pro případné další potřeby bude počítáno s pořízením 2 paletových vozíků. Paletový vozík je velice flexibilní a tak nebude problém s jeho případným přemísťováním.

Zdvihací stůl

Vzhledem k podmínkám kusové výroby není přesně daný počet jednotlivých typů lopatek a tedy i počet přepravních beden. Je tedy obtížné zvolit přesný počet potřebných zdvihacích stolů. V tomto případě je počítáno s 5 vozíky, protože není jako v případě paletového vozíku snadné naložení bedny na ložnou plochu vozíku a neustálým přendáváním beden by docházelo ke ztrátovým časům. V případě osvědčení a potřeby by se pořídil zbývající potřebný počet zdvihacích stolů.

Druhy nápravných opatření	Celková cena	Případné náklady vynaložené na pracovní úraz (dle průzkumu v roce 2010)	Doba návratnosti [rok]	
Paletový vozík	26 136	1 213 000	26 136/1 213 000	0,02
Zdvihací stůl	63 225		63 225/1 213 00	0,05

Tabulka 5-3 Doba návratnosti Paletového vozíku a Zdvihacího stolu

U protihlukových nápravných opatření bude doba návratnosti počítána z roční úspory při snížení jednoho rizikového kritéria o 1 bod (předpoklad snížení rizika Hluk z kategorie 3 na kategorii 2). Roční úspora je počítána z předpokládané úspory příplatků za práci v riziku.

Druhy nápravných opatření	Celková cena	Celkové roční úspory při snížení rizikové kategorie Hluk o 1 bod	Doba návratnosti [rok]	
Protihluková kabina	630 000	79 380	630 000/79 380	7,94
Protihluková stěna	468 000		468 000/79 380	5,90
Protihluková přepážka	297 500		297 500/79 380	3,75

Tabulka 5-4 Doba návratnosti protihlukových opatření

Protihluková kabina

Cena protihlukového krytu (byla stanovena na základě odhadu z již zhotovených nabídek) do vnitřních podmínek o rozměrech 10x6x5 m s vnitřní perforací (aby nedocházelo k ozvěnám uvnitř krytu), včetně montáže by byla přibližně 580 000 Kč. Útlum tohoto panelu je 34 dB, dveře jsou rovněž protihlukové. Cena klimatizaci + elektroinstalace a osvětlení se pohybuje kolem 50 000 Kč. Klimatizace by pomohla ke zlepšení klimatických podmínek, pracovní pohody a tím ke zvýšení koncentrace, která je při nýtování potřebná.

Protihluková stěna

Rozměr jedné protihlukové desky: šířka 1000 mm, výška 3000 mm a tloušťka 100 mm. Je zde počítáno se 40 kusy, aby se dle potřeby dala obestavět potřebná plocha.

Protihluková přepážka

Rozměr jedné protihlukové přepážky: délka 1340 mm a výška 1940 mm. Zde je počítáno se 35 kusy, počítá se s podobnou obestavenou plochou jako v případě protihlukové stěny.

Antivibrační kladivo

U antivibračního kladiva, kde je pořizovací cena 350 Kč, jsou náklady spojené s pořízením (i při nákupu více kusů) tak nízké, že nebude prováděn výpočet doby návratnosti.

Zvukový absorbér

U zvukových absorbérů se nepodařilo zjistit pořizovací cenu, z toho důvodu ani u nich nebude počítána doba návratnosti.

5.2. Ekonomické zhodnocení na pracovišti Leštění lopatek

Při práci v riziku jsou každému zaměstnanci, za každý rizikový faktor, vypláceny příplatky k hodinové mzdě. V případě, že by nápravné opatření snížilo daný rizikový faktor o jeden bod, by se daly ušetřit mzdové náklady spojené s výplatou příplatku. Roční úspora je tedy počítána z předpokládané úspory příplatků, při snížení rizikového faktoru (aplikací určitého nápravného opatření) pro všechny zaměstnance na daném pracovišti.

	Nápravná opatření	Vibrace	Hluk	Lokální svalová zátěž	Pracovní poloha	Celkové roční náklady za rizikové příplatky
I.	Stávající situace	3	3	3	3	476 280
II.	Zvuková izolace	3	2	3	3	396 900
Roční úspora						79 380
III.	Opěrný stolek + balancér	3	3	2	2	343 980
Roční úspora						132 300
IV.	II. + III.	3	2	2	2	291 060
Roční úspora						185 220

Tabulka 5-5 Roční úspory spojené s nápravnými opatřeními

Snížení rizika lokální svalové práce a pracovní poloha se předpokládá pouze v případě, že se bude aplikovat nápravné opatření Opěrný stolek a Balancér společně. Nelze přesně určit, které opatření by ovlivnilo určitý rizikový faktor.

Doba návratnosti bude počítána z roční úspory při snížení jednoho rizikového kritéria o 1 bod. V případě aplikace více nápravných opatření najednou by se doba návratnosti samozřejmě snižovala (v závislosti na vyšších ročních úsporách)

Druhy zvukové izolace	Cena za m ² [Kč]	Celková cena [Kč]	Celkové roční úspory při snížení rizikové kategorie o 1 bod	Doba návratnosti [rok]	
Molitanová izolace samolepící	555	146 520	79 380	146 520/79 380	1,85
Molitanová izolace	349	92 136		92 136/79 380	1,16
Zvukově izolační desky WOLF	445	117 480		117 480/79 380	1,48
Akustická textilie	272	71 880		71 880/79 380	0,91

Tabulka 5-6 Doba návratnosti zvukové izolace

Celková plocha stěn a stropu leštičárny, která by bylo nutné obložit zvukovou izolací je přibližně 265 m².

Druhy nápravných opatření	Celková cena [Kč]	Celkové roční úspory při snížení rizikové kategorie o 1 bod	Doba návratnosti [rok]	
Balancér	57 560	79 380	57 560/79 380	0,73
Opěrný stolek	11 475		11 475/79 380	0,14
Klimatizace	21 659		21 659/79 380	0,27
Mobilní klimatizace	47 996		47 996/79 380	0,60

Tabulka 5-7 Doba návratnosti jednotlivých nápravných opatření

Balancér

U balancéru je cena 14 400Kč. Celkově jsou potřebné 4 balancéry (3 do leštičárny a 1 do haly)

Opěrný stolek

Cena opěrného stolku je počítána pouze z ceny materiálu (je uvažován hliníkový profil), jelikož je předpoklad, že by bylo možné opěrný stolek ve společnosti vyrobit svépomocí. K ceně materiálu je připočtena cena nastavitelné podnožky, která se pohybuje kolem 1000Kč.

Mobilní klimatizace

Mobilní klimatizace jsou schopné cirkulace v průměru 450m³ vzduchu za 1h. Prostor leštičárny má objem přibližně 1750 m³. Aby byla zajištěna efektivní cirkulace a dostatečné ochlazení vzduchu, je počítáno s pořízením alespoň 4 mobilních klimatizací.

Závěr

Cílem diplomové práce byla racionalizace vybraných pracovišť ve společnosti ŠKODA POWER. Pro hodnocení byla vybrána 2 pracoviště – Montáž lopatek a Leštění lopatek. Pracoviště byla dále popsána a byla zde provedena analýza jednotlivých pracovních činností s cílem odhalit nedostatky na daných pracovištích

Na základě rizik a nedostatků, které byly přímo naměřeny a klasifikovány Krajskou hygienickou stanicí nebo odhaleny při analýze jednotlivých vybraných pracovišť byla navržena nápravná opatření s cílem vliv těchto nedostatků snížit, nejlépe úplně odstranit. Nepodařilo se však navrhnout opatření na odstranění všech zjištěných nedostatků. Např. riziko vibrací se při stávající technologii ručního broušení na stojanové brusce těžko odstraní a změna technologie je z důvodu zachování drsností a kvality povrchů nevhodná. Pro ověření vhodnosti nápravného opatření opěrného stolku ke stojanové brusce na pracovišti Leštění lopatek byla použita ergonomická analýza RULA v SW nástroji Tecnomatix Jack.

V poslední části byla ekonomicky zhodnocena navržená nápravná opatření. Pro hodnocení se použil výpočet doby návratnosti. U nápravných opatření, která mohou eliminovat případná zranění, se pro výpočet uvažovaly náklady spojené se zraněním pracovníka. U nápravných opatření, jejichž použitím by se daly snížit rizikové kategorie, se doba návratnosti počítala pomocí úspor za rizikové příplatky.

Stejně jako k ekonomickým kritériím by však mělo přihlídnout i ke kritériím sociálním. Jsou to kritéria, která posuzují např. monotónnost práce, pracovní pozice, vliv na zdraví člověka, apod. Tyto kritéria posuzující výhodnost výrobních investic z pohledu dopadu na pracovníky. Proto se výsledky hodnocení dle sociálních kritérií někdy mohou křížit s výsledky podle kritérií ekonomických. Sociální kritéria v posledních letech dosáhly v podnikové praxi velkého významu a často nenaplnění těchto kritérií rozhoduje o neuskutečnění investice.

Byly tedy dány podněty k racionalizaci pracovišť a dále již záleží na společnosti ŠKODA POWER, zda bude ochotna investovat a aplikovat (popřípadě upravit) navržená nápravná opatření.

Seznam použité literatury

- [1] BUREŠ, Marek. Ergonomie - Úvod. Plzeň, 2012. Přednáška z předmětu ŘOP. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV
- [2] NOVÁK, Josef; ŠLAMPOVÁ, Pavlína. Racionalizace výroby: učební text [online]. Ostrava: [s. n.], 2007 [cit. 2012-11-13]. Dostupné z WWW: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- [3] MATĚJKA, Jan. Ergonomie: Antropometrické údaje, návrh pracovní činnosti. Plzeň, 200. 24 s. Přednáška. Západočeská univerzita, FST, Katedra KTO
- [4] CHUNDELA, L...: Ergonomie, ČVUT, Praha, 2005, 173 s., ISBN 80-01-02301-X
- [5] Ergonomické hodnocení pracovního místa. BOZPinfo [online]. 10.5.2004 [cit. 2012-12-01]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/knihovnabozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie2.html
- [6] Kategorizace prací – informace pro zaměstnavatele. Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě [online]. 2011 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: http://www.khsova.cz/01_aktuality/files/kategorizace_praci_2011.pdf?datum=2011-02-17
- [7] Systém kategorizace prací v ČR. BOZPinfo [online]. 2012 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/rizika/kategorizace_praci.html
- [8] Kategorizace prací. Státní zdravotní ústav [online]. 2007 [cit. 2012-10-18]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/kategorizace-praci>
- [9] Česká republika. Vyhláška 432/2003. In: Sbirka zákonů. 2003. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&fulltext=&nr=432~2F2003&part=&name=&rpp=15#seznam>
- [10] ŠKODA POWER, a Doosan company. Brožura pro nové nástupy. Plzeň, 2010.
- [11] KRAJSKÁ HYGIENICKÁ STANICE PLZEŇSKÉHO KRAJE SE SÍDLEM V PLZNI. Rozhodnutí o zařazení prací do kategorií. Plzeň, 2012.
- [12] ŠKODA POWER, a Doosan company. Pracovní úrazy 2012. Plzeň, 9.10.2012
- [13] ŠKODA POWER, a Doosan company. Safety Noticeboard. Plzeň, 2012.
- [14] ŠKODA POWER, a Doosan company. HEALTH AND SAFETY. Plzeň, 2012.

- [15] Česká republika. Nařízení vlády 361/2007. In: Sběrka zákonů. 2007. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonStruct.jsp?page=2&idBiblio=65267&nr=361~2F2007&rpp=15#local-content>
- [16] Manipulace s břemeny. IPA [online]. 2012 [cit. 2013-02-26]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/manipulace-s-bremený>
- [17] ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V PLZNI - LABORATOŘ FYZIOLOGIE PRÁCE. Měření a hodnocení lokální svalové zátěže. Plzeň, Květen 2011.
- [18] ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V PLZNI - ODDĚLENÍ FAKTORŮ PROSTŘEDÍ. Měření hluku v pracovním prostředí: Profese: NC obsluha - brusič. Plzeň, Březen 2012.
- [19] ZDRAVOTNÍ ÚSTAV SE SÍDLEM V PLZNI - ODDĚLENÍ FAKTORŮ PROSTŘEDÍ. Měření vibrační přenášených na ruce: Profese: NC obsluha - brusič. Plzeň, Březen 2012.
- [20] Česká republika. Nařízení vlády 272/2011. In: Sběrka zákonů. 2011. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&fulltext=&nr=272~2F2011&part=&name=&rpp=15#seznam>
- [21] Paletový vozík. Eulift - Obchod s manipulační technikou [online]. 2010 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.eulift.cz/paletove-voziky/279-paletovy-vozik-jf3.html>
- [22] Zdvihací stůl. Eulift - Obchod s manipulační technikou [online]. 2010 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.eulift.cz/zdvihaci-plosiny-a-stoly/253-zdvihaci-stul-spt500.html>
- [23] Pojízdny stojan na materiál, pevný, výška 500 - 770 mm. Emporo [online]. 2010 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.emporo.cz/pojizdny-stojan-na-material-pevny-vyska-500-770-mm/d-74417-c-1457/>
- [24] Kladivo zámečnické 800g Graphite STANLEY 1-54-913. STANLEY [online]. 2011 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.stanley-tona.cz/?action=detail&id=ID263&catg=278>
- [25] Kategorie: Protihlukové kryty. Projektová, inženýrská a stavební společnost [online]. 2011 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.orgatex-nachod.cz/akustika/reference?pouziti=2>
- [26] Protihlukové stěny. Svařovací technika, automatizace [online]. 2011 [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: http://www.hadyna.cz/products/protihlukove_steny/protihlukove.htm
- [27] Protihlukové přepážky. AJ produkty [online]. 2010 - 2012 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ajprodukty.cz/uklid-a-bezpecnost-provozu/protihlukove-a-svarecske-zasteny/protihlukove-prepazky/463557-58616.wf>

- [28] Stavební akustika. Greif-akustika s.r.o. nezávislá společnost snižující hluk [online]. 2009 [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.greif.cz/vyrobkky/akusticke-zasteny/ga--akusticke-absorbery.html>
- [29] Série Liftronic®. INDEVA - Intelligent Devices For Handling [online]. 2007 [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.indevagroup.cz/cs-CZ/elektronicke-manipulatory.html>
- [30] Balancéry, vyvažovače. Svařování.cz - nabízíme vše pro svařování z jednoho místa: [online]. 2010 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.svarovani.cz/balancery-vy vazovace.php>
- [31] Protihluková deska. Gumex [online]. 2009 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.gumex.cz/protihlukova-deska-typ-505-bosaz-15129.html>
- [32] Vlnky 4,5 cm samozhášivé. Akustická pěna, akustická izolace [online]. 2009 - 2012 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.akusticka-pena.cz/zbozi-ceny/vlnky-4-5-samozhasive>
- [33] Katalog - akustické desky WOLF®. WOLF Professional [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.akustickaizolace.cz/soubor/zobrazit/katalog-akusticke-desky-wolf>
- [34] FIBER Acoustic - akustická textilie. JFP trade [online]. 2011 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.jfptrade.cz/FIBER-Acoustic-akusticka-textilie-65200>
- [35] Nástěnné klimatizace. AZ Chlazení [online]. 2012 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://www.klimatizace.net/nastenne-klimatizace>
- [36] Mobilní klimatizace. AB Klimatizace [online]. 1992-2013 [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://www.abklimatizace.cz/mobilni-klimatizace/>