

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Posouzení pracoviště montáže na základě ergonomické analýzy

Autor: **Tomáš PIPEK**

Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš PIPEK**
Osobní číslo: **S15B0286P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Název tématu: **Posouzení pracoviště montáže na základě ergonomické analýzy**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Charakteristika průmyslové výroby v ČR
2. Představení společnosti a výběr montážních pracovišť
3. Vybrané metody ergonomie
4. Aplikace vybrané ergonomické analýzy
5. Návrh nápravných opatření

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:


- **KRÁL, M.:** Pět kroků chronologického postupu ergonomického zkoumání a hodnocení v rámci pracovního systému, VÚBP, Praha, 2002, 27 s.
- **GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.:** Ergonomie - Optimalizace lidské činnosti, GRADA PUBLISHING a.s., Praha, 2002, 237 s., ISBN 80-247-0226-6
- **HANÁKOVÁ, E.:** Identifikace a hodnocení rizik ve výrobních podnicích, VÚBP, Praha, 2005, 52 s., ISBN 80-903604-5-9
- **ČSN EN ISO 6385:2004 - Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů**

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

Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2016**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




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

V Plzni dne 20. října 2015

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí práce Ing. Václavě Pokorné za cenné rady a pomoc při zpracování této práce. Rád bych také poděkoval firmě JTEKT Automotive Czech Plzeň s.r.o. za zadání reálného problému a vstřícný přístup při jeho řešení a v neposlední řadě panu Romanu Juhovi za odbornou pomoc a praktické zkušenosti při aplikování vybrané ergonomické metody.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pipek	Jméno Tomáš		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Posouzení pracoviště montáže na základě ergonomické analýzy			

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	58	TEXTOVÁ ČÁST	45	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato bakalářská práce se zabývá hodnocením vybraného pracoviště montáže ve firmě JTEKT pomocí ergonomické analýzy. Pro hodnocení dané problematiky na pracovišti byla vybrána optimální ergonomická metoda OWAS, která byla navíc vyhodnocena na základě časové studie vytvořené pomocí software Chrondata. Na základě zjištěných poznatků byla navržena nápravná opatření.
KLÍČOVÁ SLOVA	Ergonomie, ergonomická analýza, OWAS, chronometráž, ChronData, ErgoFellow

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Pipek	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	2301R016 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Assessment of assembly department based on ergonomic analysis		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	58	TEXT PART	45	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This bachelor thesis deals with evaluation of the assembly workplaces with ergonomic analyzes in the company JTEKT. For the evaluation of the given issue in the workplace has been selected optimal ergonomic method OWAS, which was also evaluated based on the time studies created using software Chrondata. Based on the findings was proposed corrective measures.
KEY WORDS	Ergonomics, ergonomic analysis, OWAS, chronometry, ChronData, ErgoFellow

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	9
Úvod.....	10
1. Charakteristika průmyslové výroby v ČR.....	11
1.1. Hutnický průmysl.....	11
1.2. Energetický průmysl.....	12
1.3. Chemický průmysl.....	12
1.4. Strojírenský průmysl.....	13
1.4.1. Automobilový průmysl.....	13
2. Představení společnosti a výběr montážních pracovišť.....	14
2.1. Výrobní program.....	14
2.2. Politika jakosti.....	16
2.3. BOZP politika.....	17
2.4. Environmentální politika.....	18
2.5. Výběr montážních pracovišť.....	19
3. Vybrané metody ergonomie.....	20
3.1. OWAS (Ovako working posture Assessment System).....	21
3.1.1. Způsob aplikace analýzy OWAS.....	22
3.1.2. Způsob pozorování a zaznamenávání dat.....	24
3.1.3. Vyhodnocení analýzy.....	24
3.2. Popis podpůrných počítačových programů.....	26
3.2.1. ErgoFellow.....	26
3.2.2. ChronData.....	27
3.2.3. Windows Movie Maker.....	28
4. Aplikace vybrané ergonomické analýzy.....	29
4.1. Aplikace základní metody OWAS.....	30
4.1.1. Vyhodnocení dat podle základní metody OWAS.....	31

4.2.	Aplikace rozšířené metody OWAS	32
4.2.1.	Vyhodnocení dat podle rozšířené metody OWAS	33
4.3.	Porovnání základní a rozšířené metody OWAS	36
4.4.	Vyhodnocení na základě časové studie	36
5.	Návrh nápravných opatření	37
5.1.	Základní metoda OWAS	37
5.2.	Rozšířená metoda OWAS.....	39
5.3.	Časová studie.....	40
	Závěr.....	41
	Seznam použité literatury	42
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	45
	Seznam příloh.....	45

Přehled použitých zkratk a symbolů

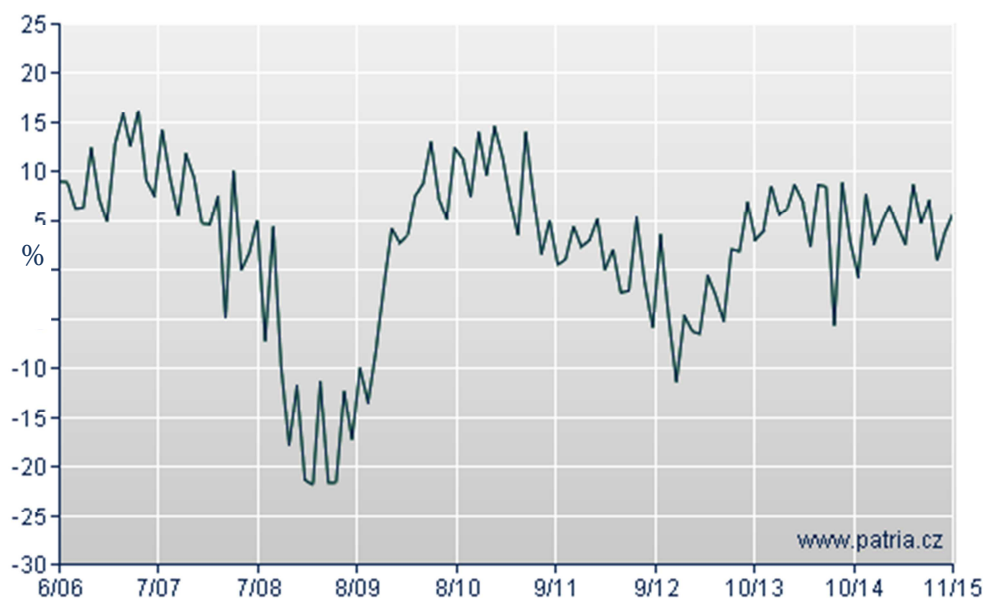
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
C	Excentrická spona (<i>Cam Slide</i>)
CAD	Počítačem podporované projektování (<i>Computer-aided design</i>)
C-EPS	Řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem (<i>Column electric power steering systém</i>)
CO2	Oxid uhličitý
Corp.	Korporace (<i>Corporation</i>)
ČSN	Česká technická norma (<i>dříve: československá státní norma</i>)
ERP	Plánování podnikových zdrojů (<i>Enterprise Resource Planning</i>)
FIN	Finální podsestava (<i>FINAL</i>)
FP	Třecí destička (<i>Friction Plate</i>)
HMMC	Hyundai Motor Manufacturing Czech
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (<i>International Organization for Standardization</i>)
MS	Manuální hřebenové řízení (<i>Manual steering systém</i>)
NOISH	Národní institut pro bezpečnost a ochranu zdraví (<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>)
OHSAS	Ochrana zdraví při práci a specifika posuzování bezpečnosti (<i>Occupational Health and Safety Assessment Specification</i>)
OWAS	Hodnocení pracovního postoje (<i>Ovako working posture Assessment System</i>)
P-EPS	Řízení s elektrickým pastorkovým posilovačem (<i>Pinion electric power steering systém</i>)
REBA	Hodnocení pracovních poloh celého těla (<i>Rapid Entire Body Assessment</i>)
RULA	Hodnocení pracovních poloh horních končetin (<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>)
TA	Vstupní sestava (<i>Tube Assy</i>)
TPCA	Toyota Peugeot Citroen Automotive
US	Vrchní osička (<i>Upper Shaft</i>)
USD	Americký dolar (<i>United States dollar</i>)
W	Třecí podložka (<i>Washer Friction</i>)

Úvod

Tato práce se zabývá aplikací ergonomické analýzy na vybraném pracovišti montáže. Práce vznikla na základě požadavku společnosti JTEKT, která vyrábí řídicí systémy pro automobilový průmysl. Cílem bylo odhalit slabá místa na výrobní lince, která prošla v nedávné době značnými změnami. Na tomto pracovišti byly realizovány konstrukční úpravy a změny v návaznosti operací. Ty vedly ke snížení taktu z původních 26 sekund na požadovaných 21 sekund. Snížení požadovaného času jednoho výrobního cyklu se podařilo, ale po zavedení těchto změn není proces zcela vyvážen. V této společnosti se používá pro hodnocení pracovišť pouze metoda SHOUMI-RITSU, pomocí které se analyzují časy výrobních operací a rozdělují se do skupin, podle charakteru vykonávané operace. Zmíněná metoda však nezohledňuje ergonomické aspekty. Proto bylo hlavním požadavkem aplikovat analýzu, která je zohlední. Po představení metod, které by připadaly v úvahu, byla vybrána metoda OWAS. Hlavním důvodem pro její volbu byl fakt, že je možné ergonomické aspekty vyhodnotit na základě časové studie. V české literatuře bylo velice málo informací popisujících přesný postup pro aplikaci této metody. Bylo tedy nutné přeložit materiály z cizojazyčných zdrojů a logicky je propojit mezi sebou. Pro hodnocení procesu byly využity software ChronData, ErgoFellow a Windows Movie Maker. Na základě provedených analýz byla stanovena kritická místa procesu, zhodnocena jejich závažnost a navrhnutá možná nápravná opatření.

1. Charakteristika průmyslové výroby v ČR

Průmyslová výroba je velice významné odvětví českého hospodářství, které je například součástí hutnického, energetického, chemického a strojírenského průmyslu. Naplňuje materiální funkci, je nositelem inovačních procesů a produkuje nové technologie pro ostatní odvětví národního hospodářství. [20]



Obrázek 1 - Meziroční reálný růst průmyslové výroby[19]

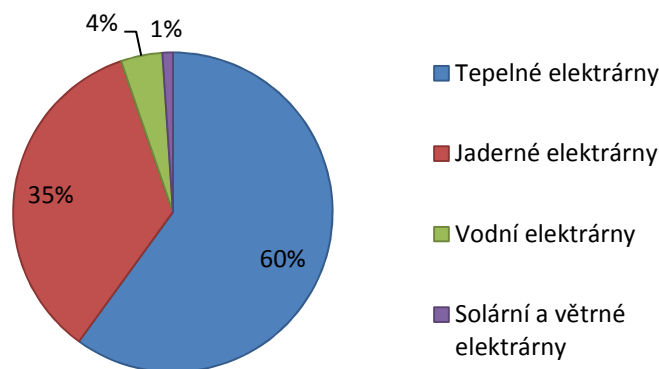
Růst průmyslové výroby je závislý na mnoha faktorech, nemá pravidelný a předvídatelný průběh. K velkému poklesu průmyslové výroby došlo mezi lety 2008 a 2009, během celosvětové ekonomické krize.

1.1. Hutnický průmysl

Hutnický průmysl má v České republice značné zastoupení. V současnosti je toto odvětví nejvíce zaměřeno na oblast těžby potřebných surovin, mezi které patří černé uhlí a vápenec. Tyto závody se vyskytují převážně na Ostravsku. Menší hutní závody se též vyskytují u velkých strojírenských firem. [22] V hutním průmyslu se vyrábí především plechy, dráty, traverzy, kolejnice nebo tzv. ingoty, které slouží k dalšímu zpracování. Tyto výrobky se poté využívají v dalších průmyslových odvětvích.

1.2. Energetický průmysl

Energetický průmysl v České republice zahrnuje především získávání a distribuci všech forem energie. Nejdůležitější postavení, v rámci energetického průmyslu, zaujímá výroba a rozvod elektrické energie. Největší podíl na výrobě elektrické energie v České republice mají tepelné elektrárny (57 %), které se většinou nacházejí v oblastech těžby uhlí a v blízkosti vodních toků. Jaderné elektrárny jsou na našem území pouze dvě, i přes to jsou tak výkonné, že se podílejí 33 % na celkové tuzemské produkci elektrické energie. Vodní elektrárny vyrábí zhruba 4 % elektřiny. Solární a větrné elektrárny mají podíl na celkové výrobě elektrické energie pouze necelé 1 %. Hlavní postavení má v tuzemském energetickém průmyslu společnost ČEZ, a.s., která produkuje zhruba 75 % z celkové výroby elektrické energie v naší zemi. [23]



Obrázek 2 - Podíl na výrobě elektrické energie

1.3. Chemický průmysl

Pro výrobu v chemickém průmyslu je potřeba dostatek kvalifikovaných pracovníků, nerostných surovin a elektrické energie. Z toho důvodu je úroveň chemického průmyslu daného státu považována za měřítko hospodářské vyspělosti. Výroba bývá nebezpečná a požaduje tedy mnoho bezpečnostních opatření. V případě havárie v chemickém závodě by bylo ohroženo nejen zdraví zaměstnanců, ale také by mohlo být částečně poškozeno životní prostředí. Chemický průmysl se dělí na několik odvětví. Prvním je petrochemie, v závodech tohoto odvětví se zpracovává ropa. Druhým odvětvím je základní chemie, ve kterém se zpracovávají organické i anorganická látky. Mimo jiné sem patří gumárenský, plastikářský, farmaceutický a kosmetický průmysl. Většina těchto závodů bývá koncentrována do velkých výrobních komplexů v blízkosti potřebných zdrojů. [22]

1.4. Strojírenský průmysl

V České republice patří strojírenský průmysl k nejtradičnějším odvětvím národního hospodářství. Strojírenské závody jsou rozmístěny po celém území státu a zaměstnávají největší počet zaměstnanců na našem území. K nejvíce prosperujícím odvětvím strojírenství patří výroba dopravních prostředků a elektroniky. Tuzemská výroba dopravních prostředků silně podporuje společnosti, které vyrábějí součásti pro automobilový průmysl.

Strojírenský průmysl se dělí na několik dílčích odvětví. Prvním je těžké strojírenství, kam spadá například výroba těžebních zařízení, nebo částí velkých lodí a letadel. Druhým odvětvím je lehké strojírenství, do kterého spadá výroba dopravních prostředků, obráběcích strojů a jiných zařízení. Výroba optických přístrojů, zbraní nebo měřicí techniky se zařazuje do odvětví přesného strojírenství. Jako čtvrté samostatné odvětví lze považovat elektrotechnický průmysl. [22]

1.4.1. Automobilový průmysl

Významné postavení v oblasti strojírenského průmyslu má průmysl automobilový, se kterým je úzce spjata tato bakalářská práce. Ve zmíněném odvětví působí nejen výrobci automobilů, ale také dodavatelé dílčích součástí. Mezi nejvýznamnější výrobce patří Škoda Auto, které je od roku 1991 součástí koncernu Volkswagen Group, dále společnost Toyota Peugeot Citroen Automotive (TPCA) a společnost Hyundai Motor Manufacturing Czech (HMMC). Tyto závody využívají rozsáhlou českou dodavatelskou síť, zastoupenou například společnostmi TRW Automotive, Bosch, Denso, Continental, JTEKT nebo WITTE Automotive.

Firmy, které vyrábí automobily a dodávají součástky pro automobilový průmysl, dosáhly v roce 2014 celkové tržby 991 miliard korun, což byl nárůst o 14,7 % oproti předešlému roku. Ke konci roku 2014 zaměstnával automobilový průmysl zhruba 155 500 osob. Průměrná mzda v automobilovém průmyslu byla vypočtena na 31 515 Kč. Podíl na celkovém exportu činil 23,4 %. [21]

2. Představení společnosti a výběr montážních pracovišť

Společnost, která mi vyšla vstříc při zadání a realizaci mé bakalářské práce, se oficiálně jmenuje JTEKT Automotive Czech Plzeň s.r.o. se sídlem v Plzni na Borských polích. Tato firma se zaměřuje na výrobu systémů pro řízení automobilů světových značek, která je součástí koncernu JTEKT Corp. s hlavním sídlem v japonském městě Nagoya.[14] Díky dlouholetým zkušenostem, kvalitní práci a vyspělé technologii získali důvěru renomovaných výrobců automobilů, jako je například Toyota, Renault, PSA Peugeot Citroën, Mercedes, Dacia, Nissan a vozy koncernu Volkswagen Group, mezi které patří samotný Volkswagen a dále vozy značky Škoda, Seat a Audi.



Obrázek 3 - Zákazníci společnosti JTEKT [13]

JTEKT v Plzni vznikl dne 1. 2. 2006 jako nástupce společnosti Koyo Steering Systems Czech s.r.o., která zde fungovala již od roku 2002. V České republice jsou další dva závody, které spadají do koncernu JTEKT Corp. a to v Olomouci a v Pardubicích. V současné době má plzeňský závod přes 750 zaměstnanců a jejich počet je do budoucna plánováno rozšiřovat. Zájemcům o práci nabízí uplatnění na pozicích, které jsou v mnoha směrech unikátní a nabízí příležitosti pro kvalitní profesní růst, propracovaný systém pro individuální rozvoj a širokou škálu zaměstnaneckých benefitů.

2.1. Výrobní program

V oblasti automobilového průmyslu a především v oblasti pro řízení automobilů je kladen velký důraz na špičkovou kvalitu dílů a jejich perfektní zpracování. Aby bylo možné tyto požadavky plnit a obstát ve velké konkurenci, je nutné neustále inovovat technické vybavení a zlepšovat výrobní procesy, což se zde daří a společnost využívá technické vybavení, které odpovídá nejnovějším normám. Za těchto předpokladů je tedy společnost schopná dodávat řídicí systémy tak, aby odpovídaly vysokým technickým požadavkům ze strany zákazníka a zároveň zákonným požadavkům pro automobilový průmysl.

Samotného výrobního procesu se účastní 320 operátorů výroby. To je zhruba 43% celkového počtu zaměstnanců. Převážná většina výrobního programu spočívá v ruční montáži na jednotlivých montážních linkách.

Doba stanoveného taktu závisí na požadovaném objemu výroby a reálných možnostech zvládnutí daných úkonů ve stanoveném čase. Výjimku tvoří specializovaná pracoviště, na kterých se vytvářejí a upravují přípravky pro usnadnění výroby. Ve společnosti funguje třísměnný provoz, který začíná v neděli od 22:00 hodin a končí v pátek ve 14:00 hodin. Výrazné prostoje, zpoždění výroby, nebo nedodržování výrobního taktu je tedy možné kompenzovat až na konci pracovního týdne.

- Manuální hřebenové řízení - **MS** (manual steering system)



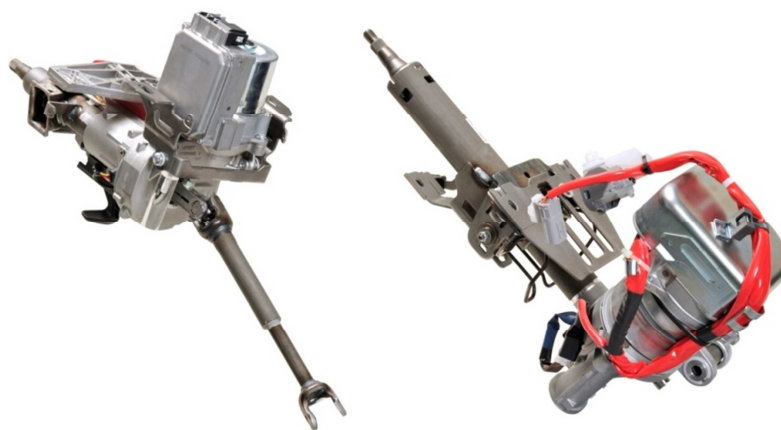
Obrázek 4 - Manuální hřebenové řízení [13]

- Řízení s elektrickým pastorkovým posilovačem - **P-EPS** (pinion electric power steering system)



Obrázek 5 - Řízení s elektrickým pastorkovým posilovačem [13]

- Řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem - **C-EPS** (column electric power steering system)



Obrázek 6 - Řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem [13]

2.2. Politika jakosti

Skupina JTEKT Europe Group, jejíž součástí je také plzeňská společnost, zakládá politiku jakosti na čtyřech strategických bodech. Tato opatření jsou stanovena v zájmu uspokojování očekávání zákazníků, posílení důvěry akcionářů a zaměstnanců a v neposlední řadě ochrany životního prostředí.

Bezpečnost

Musí být zaručena vysoká úroveň ochrany pracovních podmínek tak, aby byla zajištěna bezpečnost zaměstnanců. Velký důraz je kladen na bezpečí koncových zákazníků, proto finální výrobky jsou konstruovány tak, aby zajišťovaly vysokou spolehlivost a zároveň splňovaly požadovanou odolnost. Tyto parametry jsou kontrolovány jak během výroby, tak v konečné fázi před přípravou k expedici.

Kvalita

Jedním z hlavních předpokladů kvality je zajištění vysoké úrovně shody výrobků odpovídající závazkům a požadavkům. Požadavky, které je nutno plnit jsou stanoveny ze strany zákazníka, ale zároveň musí být splněny zákonné požadavky. Pro splnění zákonných požadavků je velice důležité určit cílovou oblast, do které se bude daný produkt dodávat. Základní zákonné požadavky týkající se automobilového průmyslu jsou pro všechny země stejné, objevují se však specifika, o která jsou tyto požadavky v některých zemích rozšířené. Typické rozdíly se objevují při exportu do Ameriky nebo do asijských zemí.

Lidské zdroje

K dosažení kvalitních výsledků a bezproblémového chodu společnosti je nutná ohleduplnost k zaměstnancům a umožnění osobního rozvoje jednotlivců. Společnost JTEKT nabízí zaměstnancům rozvoj ve svých odborných i jazykových dovednostech a zároveň se snaží každého jedince k tomuto rozvoji motivovat. Dalším cílem je budování pozitivních vztahů mezi zaměstnanci, čehož se daří dosahovat pořádanými společenskými akcemi a teambuildingy. Mezi další cíle této politiky patří podpora inovativního myšlení

Obchod a zisk

V této oblasti je klíčové vytvořit podmínky pro trvalý rozvoj společnosti, zdokonalování služeb zákazníků a budoucí růst. Pro vytvoření těchto podmínek je nutné nejen udržet krok s konkurencí, ale přicházet s inovativními nápady a následně je realizovat. [13]

2.3. BOZP politika

Politika bezpečnosti a ochrany zdraví při práci byla vytvořena vedením společnosti JTEKT Automotive Czech Plzeň s.r.o. Jedná se o vyjádření postoje vedení společnosti a zaměstnanců k chování a opatřením, která vedou k bezpečnému provozu v podniku. K nejvyšším prioritám společnosti JTEKT patří vytváření bezpečných a zdravých pracovních podmínek pro zaměstnance, které se snaží trvale zlepšovat a tím předcházet vzniku nemocí z povolání. Při trvalém zlepšování bezpečnosti práce se řídí normou OHSAS 18001.

Norma ČSN OHSAS 18001:2008 posuzuje velmi důležitý požadavek, a tím je prevence, především prevence vzniku úrazů a poškození zdraví, a to je zásadní nástavba nad minimální požadavky stanovené pro oblast BOZP právními předpisy. Současně norma OHSAS velice důmyslně vnáší do BOZP určitý řád, a tím je systémový přístup. [3]

Ke splnění těchto předpokladů se vedení společnosti zavazuje k naplňování následujících zásad.

Mezi první zásadu patří uvědomovat si, že základním požadavkem pro vedení společnosti je dosažení co nejlepší bezpečnosti práce a ochrana zdraví zaměstnanců. Vedení podporuje aktivity managementu, které směřují ke zmíněné ochraně zdraví zaměstnanců a k zajištění jejich bezpečnosti.

Dále se vedení společnosti zavazuje ke sledování a posuzování rizik zákonů, vyhlášek a nařízení o bezpečnosti a ochraně zdraví a na tyto aspekty přiměřeně reagovat v rámci pravidel společnosti. Na základě těchto aktivit se zavazuje vyhledat a omezit rizikové faktory, vyloučit nehody pomocí standardizace a opatřeními, která vedou k usnadnění těžkých prací.

Další zásadou je zvýšit povědomí o bezpečnosti, vytvořit a nastolit kulturu bezpečnosti, čehož se snaží dosáhnout podporováním a vytvářením denních bezpečnostních aktivit. K dosažení uvedených cílů se snaží zavádět a zlepšovat opatření vedoucí k vyloučení pracovních a dopravních nehod v podniku, vytváření komfortního pracovního prostředí, zlepšení výcviku v oblasti BOZP a v oblasti požární prevence. V neposlední řadě se společnost zavazuje k propagaci zdravé duše a těla.

Čtvrtým závazkem je podporovat zlepšovací návrhy a využívat náměty zaměstnanců při rozhodování záležitostí spjatých s bezpečným fungováním společnosti. [13]

2.4.Environmentální politika

Postoj vedení společnosti a zaměstnanců k životnímu prostředí je vyjádřen na základě environmentální politiky, která byla, stejně jako BOZP politika, vytvořena samotným vedením společnosti JTEKT. Nástrojem pro trvalé zlepšování životního prostředí v rámci činnosti společnosti je norma ISO 14001.

Norma ISO 14001 pojednává o environmentálním managementu, tj. managementu „týkající se životního prostředí“. Společnost, která se rozhodla získat Certifikát osvědčující soulad s požadavky této normy, musí vytvořit, dokumentovat, uplatňovat a udržovat systém environmentálního managementu a neustále zlepšovat jeho efektivnost.[8]

Ochrana a tvorba životního prostředí, vytváření bezpečných a zdravých pracovních podmínek pro své zaměstnance a jejich trvalé zlepšování, včetně prevence znečišťování, patří k nejvyšším prioritám společnosti JTEKT Automotive Czech Plzeň s.r.o. Pro jejich splnění se vedení společnosti zavazuje k naplňování následujících zásad. Mezi první patří plnit environmentální předpisy a další požadavky, které jsou na společnost aplikovatelné. Dále se JTEKT zavazuje k minimalizaci dopadů na životní prostředí. Toho se snaží docílit snížením množství používaných nebezpečných látek, emise CO₂ a množství vypouštěných škodlivin do odpadních vod. Dlouhodobou snahou je trvalé snižování spotřeby energií, vstupních surovin a materiálů. Při plánování výroby a zavádění nových technologií jsou hodnoceny jejich dopady na životní prostředí. Od dodavatele se také očekává dodržování těchto stanovených pravidel a požadavků. Stěžejní je plán havarijní připravenosti, ve kterém je zahrnuta prevence vzniku havarijních situací a případná minimalizace dopadů na životní prostředí při jejím vzniku. Neméně důležité je vzdělávání zaměstnanců v této oblasti a motivace k šetření přírodními zdroji a ochraně životního prostředí. Zaměstnanci jsou zapojováni do komunikace s ostatními zainteresovanými stranami o dopadu prováděných činností na životní prostředí. [13]

2.5. Výběr montážních pracovišť

Požadavkem společnosti JTEKT bylo provést ergonomické hodnocení na montážní lince X98. Na tomto pracovišti probíhá montáž tělesa pro řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem. Do celého procesu vstupuje 43 součástí, které jsou postupně poskládány v jednu konečnou sestavu. Součástí této linky je sedm samostatných pracovišť, která na sebe navazují a jsou rozmístěna tak, aby výsledný tvar linky vypadal jako písmeno „U“. Tvar této linky je výhodný z hlediska využití místa v hale. Velice výhodné je také, že vstupní a výstupní část procesu se nachází ve stejné úrovni, jen tři metry od sebe. To velice usnadňuje zásobování novými komponenty a odvoz hotových sestav, který je díky tomuto uspořádání možný realizovat současně. Na výrobní lince současně pracuje sedm operátorů. Ti jsou proškoleni tak, aby se mohli navzájem zastupovat na jakémkoliv stanovišti. Z důvodu eliminace dlouhodobé monotónní práce se každé dvě hodiny operátoři na stanovištích střídají.

V nedávné době prošlo celé pracoviště značnými úpravami. Tyto úpravy byly spojeny se snížením výrobního taktu z původních 26 sekund na 21 sekund. Důvodem ke snížení taktu byl požadavek ze strany zákazníka na zvýšení objemu produkce o 20% oproti původním požadavkům. Ekonomicky nejvýhodnější byla úprava pracoviště, zřízení nové linky by bylo neefektivní vzhledem k jejímu nízkému využití. Na všech stanovištích proběhly konstrukční úpravy a modifikace pracovních postupů. Podařilo se dosáhnout snížení taktu, ale zvládnutí úkolů po těchto změnách nebylo zcela vyvážené. Pro následnou ergonomickou analýzu byl vybrán nejproblematictější úsek JKT 050. Operátor zde musí během 21 sekund sestavit ze tří součástí jednu podsestavu, kterou předá na následující pracoviště JKT 060 a dále musí ze zbylých čtyř součástí poskládat další podsestavu, jednotlivé součásti se do sebe musí zalisovat, následně vložit do mazacího přípravku a předat také na další pracoviště. Velkou nevýhodou této montážní linky je, že jednotlivá pracoviště na sebe přímo navazují, jakékoliv zdržení způsobuje čekání následujících operátorů a tím zpoždění celého cyklu montáže.



Obrázek 7 - Pracoviště JKT 050

3. Vybrané metody ergonomie

Pojem ergonomie se objevil poprvé v časopise *Przyroda i Przemysł*, kde v roce 1857 publikoval profesor Wojciech Jastrzębowski svůj článek, jehož název je možno přeložit jako *Ergonomie ve stručnosti, neboli teorie práce založená na zákonech odvozených z přírody*. [10] Jako silný základ pro současnou podobu ergonomie je možné vnímat vznik *Institutt for Samfunnsforskning og Arbeidslære*, který založil norský inženýr Ewald Bosse roku 1937 v Oslu. Tento název se dá přeložit jako Institut pro sociální výzkum a vědu o práci. Bosse pracoval již od roku 1920 na vývoji nové společenské vědy, kterou pojmenoval *Arbeidslære*. Význam tohoto norského slova lze přeložit jako věda o práci a svou podstatou lze přirovnat k dnešnímu výkladu slova ergonomie. [12]

Pojem ergonomie byl uměle vytvořen a vznikl spojením dvou řeckých slov – ergon = práce an omos = zákon, pravidlo. Vedle pojmu ergonomie se také užívá i několik synonymních výrazů, jako např. Human Factors, Biotechnology, Human Engineering apod. [6]

Definice podle Mezinárodní ergonomické asociace:

Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek v 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 tedy systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického (celostního) přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. [9]

Cílem ergonomie je navrhovat nebo upravovat již existující techniku tak, aby nezpůsobovala přetěžování lidského těla, které by vedlo k jeho únavě, selhání či dokonce k havárii celého systému. Je tedy nutné respektovat aspekty, které zohledňují možnosti, schopnosti a dovednosti člověka. [1]

Metody ergonomie slouží například k navrhování nových pracovišť nebo nástrojů tak, aby byly v rovnováze s biomechanickými, energetickými a mentálními dispozicemi člověka. [2] Dále mohou napomáhat k odhalení slabých článků již existujících výrobních procesů, klasifikaci závažnosti problémů a možnosti zavedení nápravných opatření. Cílem zavedení a dodržování ergonomických metod ve výrobním prostředí by mělo být uspořádání pracoviště tak, aby vyhovovalo požadavkům na zdraví a bezpečnost a zabránění přetěžování pracovníků.

Mezi nepoužívanější metody ergonomie patří například Checklisty, které slouží převážně k hodnocení již existujících pracovních míst. Obsahují předem stanovená kritéria, u kterých se uvádí, zda jsou na konkrétním místě splněna, či nikoliv. Další metodou jsou Dotazníky, které vyplňují přímo zúčastnění pracovníci. Tímto způsobem lze získat informace, které by nemusely být pozorovateli zřejmé. Mezi metody, které jsou zaměřené na určité činnosti, patří například NOISH, která hodnotí zvedací úkony. Aplikace této metody je vhodná při činnostech, kdy dochází k časté manipulaci s těžšími břemeny. Další metodou je Monotonie, která zkoumá rozmanitost pracovní činnosti a počet vyrobených kusů. Monotónní práce je nevhodná z hlediska motivace zaměstnanců a zatěžování stejných svalů. Mezi metody hodnotící pohyby a pozice těla pracovníka patří například RULA, která hodnotí především oblast krku a horních končetin, REBA, která se v zahraničí používá především pro hodnocení personálu ve zdravotnictví a metoda OWAS, která hodnotí rizikové faktory v závislosti na poloze částí těla. Mezi moderní metody patří například software Tecnomatix Jack nebo Delmia V5 Human, která je nadstavbou CAD systému Catia V5.

3.1.OWAS (Ovako working posture Assessment System)

Tato metoda byla vyvinuta pracovníky těžkého průmyslu v roce 1970 ve Finsku. Ke vzniku vedla potřeba identifikovat a vyhodnotit práci v nepřirozených a namáhavých pozicích. Tyto problémy vedly k rostoucímu počtu pracovních neschopností a předčasným odchodům do důchodu. Na základě studie ve finské ocelárně bylo pořízeno 680 fotografií různých pracovních pozic. Jejich rozborem výzkumníci identifikovali 84 typických kombinací držení těla. Tyto typické pracovní polohy byly kombinací čtyř možných poloh zad, tří poloh, které zaujímají při výkonu práce ruce a sedm možných poloh, ve kterých se mohou nacházet dolní končetiny pracovníka. Mimo těchto tří faktorů se také zohledňovalo, s jak těžkým břemenem je manipulováno. Použití metody je velice jednoduché a užitečné pro zavádění zlepšovacích návrhů. Na základě četných pokusů bylo s vysokou spolehlivostí stanoveno, jaká kombinace poloh těla a tíhy břemene má vliv na zdravotní stav dělníka od mírných krátkodobých nevolností až k dlouhodobému poškození pohybového aparátu. [4]

OWAS se používá při zkoumání rizikových faktorů práce týkajících se svalů a kostí a hodnocení zatížení pracovníka statickou prací. Vychází z předpokladu, že pracovníci by měli pracovat v takových polohách, aby nedošlo k subjektivní pracovní nepohodě, neefektivnímu namáhání svalů, nevhodnému zatížení těla.[11]

3.1.1. Způsob aplikace analýzy OWAS

Každý klasifikovaný postoj pracovníka je na základě metody OWAS určen čtyřmístným kódem. Číslice v tomto kódu označují, jakou pozici v danou chvíli zaujímá poloha zad, horních a dolních končetin a poslední číslice udává, s jak velkou zátěží je manipulováno. [1]

Pozice zad – čtyři kategorie

První číslice ve čtyřmístném indexu udává, v jaké pozici se nachází ve zkoumaný okamžik záda. Na výběr je ze čtyř základních poloh. Do protokolu se vyplní podle odpovídající číslice podle následující tabulky.

Tabulka 1- Pozice zad - OWAS

Kód první pozice	Pozice zad
1	Rovná
2	Ohnutá
3	Zkroucená
4	Ohnutá a zkroucená

Pozice horních končetin – tři kategorie

Druhá číslice udává, jakou pozici zaujímají horní končetiny. Na druhé místo se do protokolu vyplní číslo odpovídající poloze rukou z následující tabulky.

Tabulka 2 - Pozice horních končetin - OWAS

Kód druhé pozice	Pozice horních končetin
1	Obě paže pod úrovní ramen
2	Jedna paže nad úrovní ramen
3	Obě paže nad úrovní ramen

Pozice dolních končetin – sedm kategorií

Třetí číslicí se označuje, v jaké poloze jsou dolní končetiny. Na odpovídající pozici v protokolu se zaznamená, která ze sedmi kategorií, popsaných v následující tabulce, nejvíce odpovídá pozorovanému stavu držení těla pracovníka.

Tabulka 3 - Pozice dolních končetin - OWAS

Kód třetí pozice	Pozice dolních končetin
1	Sezení
2	Vzpřímené stání
3	Stání na jedné napnuté noze
4	Stání nebo podřep s oběma ohnutými a rovnoměrně zatíženými koleny
5	Stání nebo podřep s oběma ohnutými a nerovnoměrně zatíženými koleny
6	Klečení
7	Chůze

Váha manipulovaného břemene – tři kategorie

Čtvrtá číslice je určena k zaznamenání váhy břemene, s kterým pracovník v daném okamžiku manipuluje. Váhy břemene jsou rozděleny do tří kategorií podle níže uvedené tabulky.

Tabulka 4 - Váha manipulovaného břemene - OWAS

Kód čtvrté pozice	Váha manipulovaného břemene
1	Méně než 10 kilogramů
2	Rozmezí 10 až 20 kilogramů
3	Více než 20 kilogramů

Pracovní fáze - doplňková číslice

Tento čtyřmístný index může být pro snazší orientaci ve výstupních datech doplněn o pátý údaj, ten tvoří dvojčíslí, které nemá vliv na vyhodnocování, ale pouze označuje, ve které fázi pracovního úkonu tato situace nastala. [4] Analýza se poté musí doplnit odpovídající legendou, kde se číselně stanoví tyto údaje. Číslice se mohou přiřadit například na základě pracovního, či montážního postupu na daném pracovišti.

3.1.2. Způsob pozorování a zaznamenávání dat

Pozorování a zaznamenávání dat může být náročné, vzhledem k rychlé manipulaci a montáži výrobků. Pro tento účel může být vhodné zaznamenávání činnosti do předem připraveného formuláře. Tento dotazník může být v papírové podobě, je ale také řada software na podporu této metody. Mezi zástupce těchto programů patří například program OWASCO [4] nebo aplikace vytvořená na finské univerzitě Tampere University of Technology. [5] V případech, kdy není kvůli rychlému tempu možné spolehlivě zaznamenávat odpovídající polohu těla pracovníka v daném okamžiku, by mohlo být řešením využití videozáznamu a zaznamenání požadovaných informací zpětně z tohoto záznamu, který lze zpomalit nebo zastavit.

V případě, že by byla analýza prováděna externí firmou či osobou, tak by nemuselo být možné využít videozáznam. V tomto případě by nebyla zaznamenávána poloha při každé změně pozice těla pracovníka, ale stanovil by se interval pro pozorování a zaznamenání, např. 30 nebo 60 sekund. Doba pozorování by měla být vyšší než 40 minut, aby se zaznamenávání dat provádělo v náhodných fázích procesu a tím byla zaručena vysoká spolehlivost výsledku. Po ukončení měření se stanoví průměrná hodnota dílčích výsledků, která vyjadřuje náročnost pro pohybové ústrojí při daném procesu a nutnost aplikování nápravných opatření. [4]

3.1.3. Vyhodnocení analýzy

Vyhodnocení analýzy a tím i náročnosti pracovní pozice v daném okamžiku pracovního úkonu se vytvoří pomocí křížového pravidla, v níže přiloženém obrázku, na základě údajů získaných ze stanoveného indexu. Poté se všechny dílčí výsledky náročnosti rozložení pohybového aparátu zprůměrují a tím vznikne výsledná hodnota naléhavosti zavedení nápravných opatření pro daný proces. Způsob vyhodnocení dané situace znázorním v následujícím příkladu použití této metody pro jednu operaci v montážním procesu.

b	a	r	m	s	1			2			3			4			5			6			7			legs	use of force	
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1			
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1			
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2			
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3				
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4					
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4				
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1					
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1					
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1				
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4					
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4				
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4				

Obrázek 8- Schéma pro vyhodnocení analýzy OWAS [4]

Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření

Analýza odhalí kategorii naléhavosti zavedení nápravných opatření pro zlepšení pracovních podmínek. Rozmezí naléhavosti se pohybuje v rozmezí 1 až 4, přičemž kategorie 1 nám označuje správně navržený a prováděný proces bez nutnosti úprav. Kategorie 4 signalizuje nevhodné pracoviště a poukazuje na nutnost okamžitého zavedení nápravných opatření, která budou mít pozitivní vliv na výkon a prevenci zdraví pracovníka. Nápravná opatření ve formě změny rozvržení pracoviště by měla být bezpodmínečně přijata, pokud pracovník tráví více než 70% pracovního času s ohnutými a zkroucenými zády (*Tabulka 1, bod 4*), nebo s ohnutými kolena (*Tabulka 3, bod 4, 5, 6*). [5]

Tabulka 5 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření

Kategorie naléhavosti	Popis naléhavosti
1	Nápravná opatření nejsou potřeba
2	Nápravná opatření zavést brzy
3	Nápravná opatření zavést co nejdříve
4	Nápravná opatření zavést okamžitě

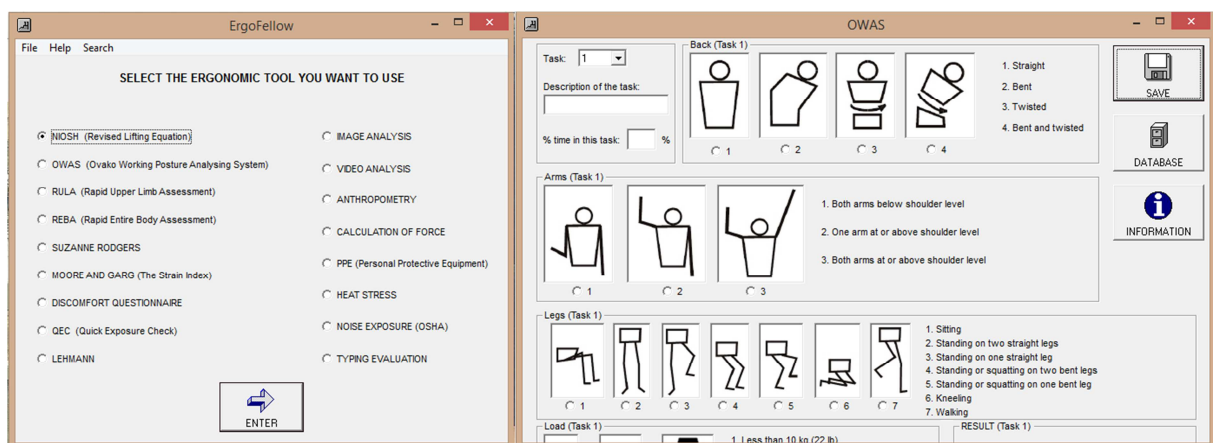
3.2. Popis podpůrných počítačových programů

Pro aplikaci ergonomických metod je vhodné použít počítačové programy, které mohou zjednodušit práci, zpřesnit výsledky, a nabídnout rozšířené možnosti hodnocení vybraných procesů. Mnoho počítačových programů je nabízeno s licencí freeware. Takovéto programy je možné stáhnout a bezplatně využívat. Tyto programy většinou nebývají tolik propracované, jako software s licencí shareware, který je možné také stáhnout, ale pro jejich užívání je nutné zaplatit jednorázový nebo pravidelný poplatek. Užitečnou formou licence může být takzvané demo. Tento typ licence nabízí funkčně nebo časově omezenou možnost využívání daného programu. Pro možnost plného využití, nebo využití po uplynutí zkušební doby u demo programů je nutné zaplatit a tím získat licenci shareware.

3.2.1. ErgoFellow

Program ErgoFellow slouží k jednoduchému vyhodnocení sedmnácti různých ergonomických analýz a nástrojů, které slouží k odhalení rizikových faktorů na pracovišti a zvýšení produktivity práce. V tomto programu je možné vyhodnotit například ergonomické metody NIOSH, OWAS, RULA, REBA, analyzovat obrázky a videa, stanovit přípustnou dobu setrvání pracovníků v hlučném prostředí nebo spočítat potřebnou sílu pro manipulaci s břemenem. Výsledky je možné uložit do interní databáze pro pozdější použití a archivaci.

Tento software je možné stáhnout z oficiálních stránek společnosti FBF Sistemas, která program vytvořila. Licence tohoto programu je ve formě shareware a její cena je 289 USD. Je možné využít demo verzi, která po dobu třiceti dnů nabízí plný rozsah využívání a po uplynutí této doby je nutné licenci zakoupit. V opačném případě je možné využívat pouze nástroj pro hodnocení metody NIOSH. [15] Prostředí programu je pouze anglickým jazyce a nenabízí žádnou jinou jazykovou mutaci.

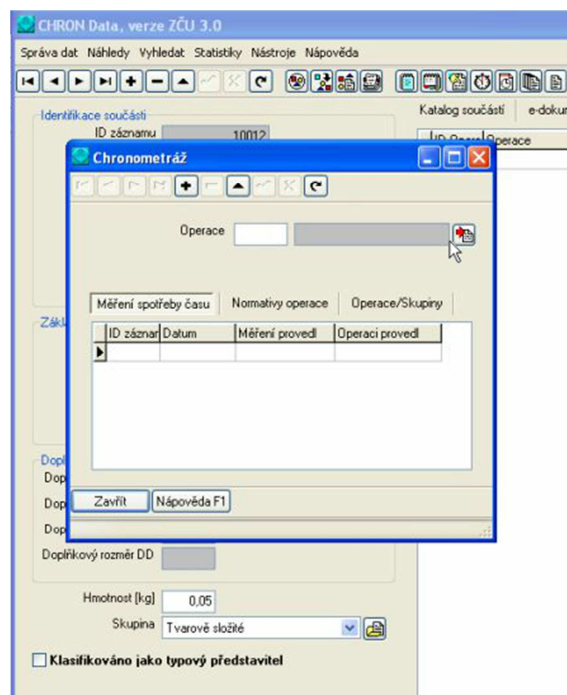


Obrázek 9 - Prostředí programu ErgoFellow

3.2.2. ChronData

Program ChronData je databázový nástroj pro řízení chronometrážních měření. Nabízí možnost statistického vyhodnocení časové náročnosti prováděných operací, umožňuje tvorbu postupových listů, normování výrobních operací a následnou tvorbu normativů. Navíc umožňuje také vedení některých dokumentů technické přípravy výroby a správu dalších externích dokumentů jako jsou výkresy, zprávy nebo CAD data. Vygenerované dokumenty nemusí sloužit jen pro vlastní využití při chronometráži, ale je možné jejich zařazení do vyšších celků, například do ERP systémů, které používají firmy pro zprávu dat, řízení a organizování všech oblastí své činnosti. [16] Výhodou využití programu je možnost přímého exportování dokumentů, vyhodnocených výsledků měření a grafů, které byly vytvořeny na základě chronometrážních měření, nevýhodou je neintuitivní ovládání a systémové problémy při nedodržení daného postupu. Postupy pro nastavení, samotné měření a generování výsledků jsou přehledně znázorněny ve videích, která jsou umístěna na stránkách autora.

Program vytvořil Ing. Jaroslav Halva na Západočeské univerzitě v Plzni. Prostředí programu je zpracováno kompletně v českém jazyce. Software nejlépe pracuje v systému Windows XP, v novějších verzích operačních systémů nastávají potíže s kompatibilitou.

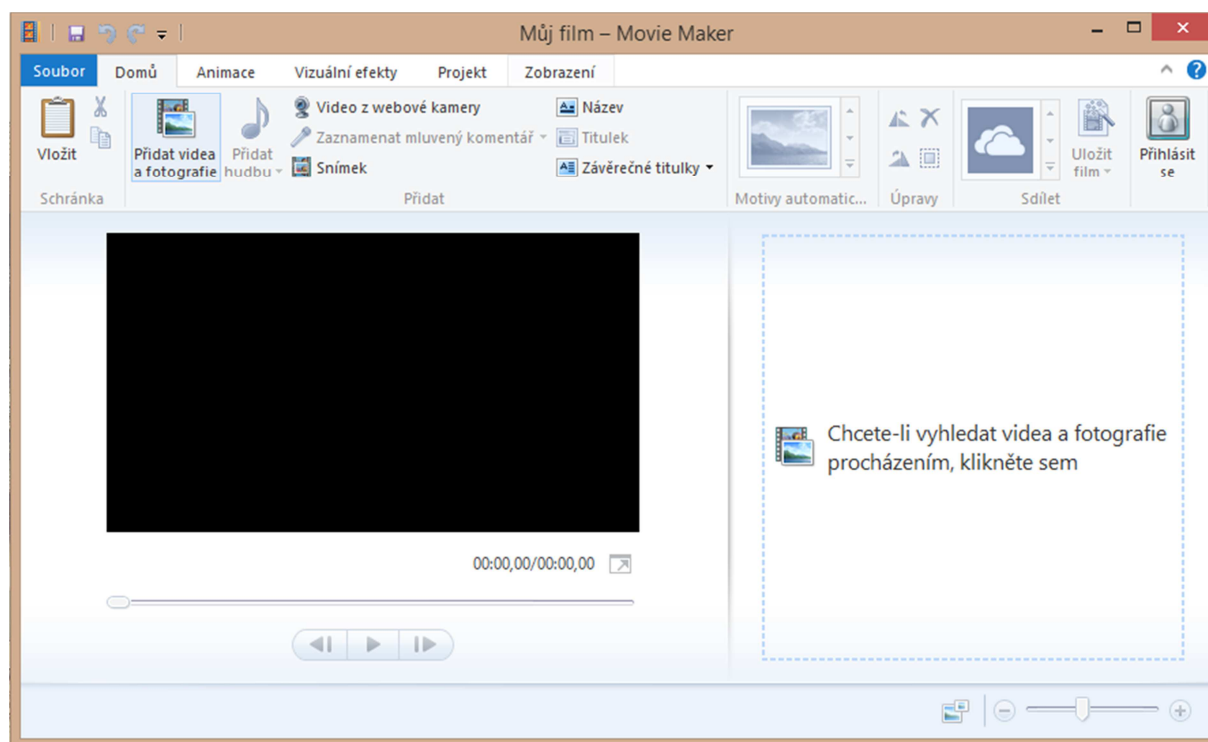


Obrázek 10 - Prostředí programu ErgoFellow

3.2.3. Windows Movie Maker

Užitečným nástrojem pro zpracování vstupních dat pro ergonomické metody, při kterých je potřeba zjišťovat přesný čas trvání operací může sloužit například program Windows Movie Maker. Jedná se o efektivní nástroj pro práci s videi. Umožňuje editaci obrazu i zvuku, přidání speciálních efektů a publikování videa na internetové servery a datová média. Pro účely časového rozboru videa je vhodný především tím, že se dá snadno zjistit doba trvání operace s přesností 0,02 sekundy. Po takto krátkých časových intervalech je možné video posunovat a tím určit začátek a konec operace.

Program byl zpracován společností Microsoft. Bývá součástí některých druhů operačních systémů Windows. Pokud operační systém tento nástroj neobsahuje, je možné jeho volné stažení z oficiálních webových stránek Microsoft a jeho bezplatné užívání s licencí freeware. Program má kompletní české menu a je možné ho využívat v mnoha světových jazycích.



Obrázek 11 - Prostředí programu Windows Movie Maker

4. Aplikace vybrané ergonomické analýzy

Požadavkem společnosti JTEKT bylo provést ergonomické hodnocení výrobní linky X98, na které probíhala montáž tělesa pro řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem. Ve společnosti JTEKT se používala pouze metoda SHOUMI-RITSU, pomocí které se analyzovaly jen časy výrobních operací. Zmíněná metoda však nezohledňovala ergonomické aspekty. Po představení ergonomických metod byla mým konzultantem ze společnosti vybrána výše popisovaná metoda OWAS. Pro její použití bylo rozhodnuto hlavně s ohledem na komplexnost a snadnou aplikovatelnost analýzy na jiná pracoviště. Dalším důvodem byla možnost rozšíření této metody tak, aby posuzovala pracoviště na základě ergonomického rozvržení s ohledem na dobu setrvávání těla operátora v jednotlivých polohách, což je u jiných ergonomických metod buď nereálné, nebo velice obtížné.

Pro aplikaci analýzy OWAS bylo potřeba získat vstupní data. Vzhledem k velice rychlému pracovnímu taktu a návaznosti jednotlivých operací na pracovišti JKT 050 bylo nutné nahrát výrobní proces na digitální fotoaparát. Po pořízení dostatečně dlouhého záznamu byla data stažena do notebooku. Celá analýza musela být vyhodnocena ve společnosti. Kvůli interním směrnicím nebylo možné, aby bylo video nahráno do vlastního notebooku, nebo aby bylo přeneseno na jakékoliv datové úložiště a následně zpracováno jinde. Notebook pro přehrání videa byl proto poskytnut společností. Pracovní postup montáže také nebyl poskytnut v originální podobě, ale bylo možné zaznamenat jednotlivé operace podle pořízeného videa a užít při jejím popisu oficiální názvy dílů. Pro tento účel byl vytvořen v programu ChronData postupový list. Celá jeho podoba je vložena níže jako Příloha č. 1.

Skladba úkonů operace - popis		
Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
1	Vezmi pravou rukou TUBE ASSY z boxu a uvolni šroub tak, aby nebyl v zafixované poloze a odlož jej na držák.	Zahájení úkonu 2
2	Vezmi pravou rukou CAM SLIDE a usad' ho správně do přípravku. Vezmi pravou rukou PLATE FRICTION ze zásobníku a nasad' ho na CAM SLIDE tak, že otvor zapadne na kolík přípravku. Vezmi levou rukou WASHER FRICTION a silou ho nasad' na CAM SLIDE až zapadne do zámku.	Zahájení úkonu 3
3	Odlož hotovou sestavu C+W+FP na vozík dopravníku.	Zahájení úkonu 4
4	Vezmi pravou rukou UPPER SHAFT z boxu a vythni z něj MIDDLE SHAFT a poté odlož MS do odkládacího místa.	Zahájení úkonu 5
5	Odlož namazaný FINAL na dopravník.	Zahájení úkonu 6
6	Vyjmi pravou rukou FINAL ze stroje, odlož ho do maznice a přitáhni páčku směrem k sobě. Založ pravou rukou US do stroje.	Zahájení úkonu 7
7	Nasad' TA na US založený ve stroji a pravou rukou spust stroj.	Zahájení úkonu 1

Obrázek 12 – Výstřižek z postupového listu pro pracoviště JKT 050

Pro zaznamenávání pozice těla pracovníka v jednotlivých polohách mnou byl vytvořen protokol, který je přiložen jako příloha č. 2. Protokol byl vytvořen tak, aby do něj bylo možné přehledně zapisovat jednotlivé údaje, jak při samotném pozorování ve výrobní hale, tak při podrobném rozboru pracovních úkonů z pořízeného videa a také, aby byl použitelný pro případné následné aplikování této metody ve společnosti.

4.1. Aplikace základní metody OWAS

Po přípravě záznamového protokolu, postupového listu a pořízení videa montážní operace bylo možné zahájit samotnou analýzu podle ergonomické metody OWAS. Při rozboru videa byly do protokolu zapisovány indexy odpovídající skutečné poloze těla operátora v daném okamžiku. Každému pracovnímu úkonu popsanému v postupovém listu odpovídá jeden záznam pozice těla operátora v následující tabulce. Následujícím postupem bylo nutné analyzovat všechny úkony popsané v postupovém listu. Při prvním úkonu „Vezmi TA“ se pracovník musí ohnout k přepravce, kde jsou připraveny součástky k montáži. Při tomto úkonu jsou záda pracovníka ohnutá a tomu odpovídá, podle metody OWAS, index „2“ pro pozici zad. Při tomto úkonu jsou obě horní končetiny pod úrovní ramen, což lze popsat indexem „1“ pro pozici horních končetin. Během tohoto úkonu stojí dělník vzpřímeně, takovýto druh postoje je charakterizován pozicí dolních končetin a odpovídající index je „2“. Při zvedání součásti manipuluje dělník s břemenem, které váží méně, než 10 kg, tomu odpovídá index „1“. Při tomto úkonu tedy vyjde celkový index metody OWAS ve tvaru 2121. Pokud bychom označili činnost „Vezmi TA“ jako úkon číslo 01, mohl by se pro snazší orientaci v získaných datech rozšířit index o doplňkovou číslici. Výsledek by tedy byl ve tvaru 2121 01.

Tabulka 6 - Indexy pozic těla pro jednotlivé úkony

Krok	Úkon	Pozice zad	Pozice HK	Pozice DK	Břemeno
1	Vezmi TA	2	1	2	1
2	Sestav C+W+FP	3	1	2	1
3	Odlož sestavu	3	1	7	1
4	Vezmi US	1	1	2	1
5	Odlož FIN	3	1	3	1
6	Vyjmi FIN	3	1	2	1
7	Nasad' TA	2	2	3	1

4.1.1. Vyhodnocení dat podle základní metody OWAS

Po získání odpovídajících indexů polohy těla operátora během všech úkonů, mohlo začít samotné vyhodnocování. K tomu byla použita tabulka, ve které se vyhledá, podle těchto jednotlivých indexů, odpovídající kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření. Tyto kategorie jsou 1 až 4, přičemž kategorie 1 označuje vhodné pracoviště a další indexy ukazují, jak nutné je zavést nápravná opatření.

b a r m k s		1			2			3			4			5			6			7			legs use of force
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Obrázek 13 - Příklad vyhodnocení analýzy OWAS pro úkon „Vezmi TA“

Podle výše uvedeného obrázku, vyšla pro první úkon druhá kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření. Z toho vyplývá, že je nutné zavést nápravná opatření v brzké době. Bylo by tedy vhodné odhalit příčinu neergonomické pozice těla operátora při tomto úkonu a pokusit se ji eliminovat. Stejným postupem byly stanoveny kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření u zbývajících úkonů.

Tabulka 7 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření – základní OWAS

Krok	Úkon	Kategorie naléhavosti	Popis naléhavosti
1	Vezmi TA	2	Nápravná opatření zavést brzy
2	Sestav C+W+FP	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
3	Odlož sestavu	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
4	Vezmi US	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
5	Odlož FIN	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
6	Vyjmi FIN	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
7	Nasaď TA	2	Nápravná opatření zavést brzy

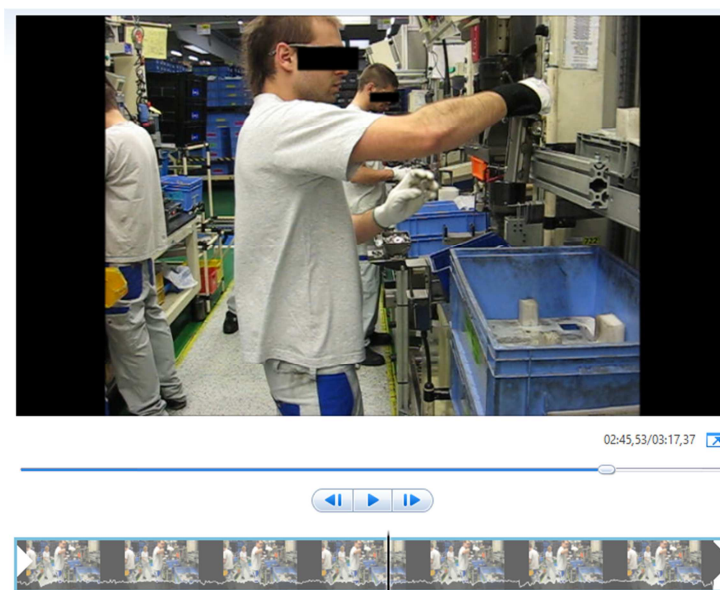
4.2. Aplikace rozšířené metody OWAS

Základní metoda OWAS hodnotí pouze pozice těla operátora během výrobní operace. Naším cílem bylo tuto metodu rozšířit tak, aby bylo možné posuzovat ergonomické aspekty na základě času, po který setrvává operátor v dané pozici. Pro zpřesnění výsledků a možnost jejich zohlednění podle časové studie byly použity počítačové programy, které byly popsány v teoretické části.

Pro toto hodnocení bylo také nutné mít předem připravený záznamový protokol, postupový list a natočeno video montážní operace. Poté bylo možné zahájit rozšířenou analýzu OWAS podle námi vymyšleného postupu s použitím vybraných podpůrných počítačových programů.

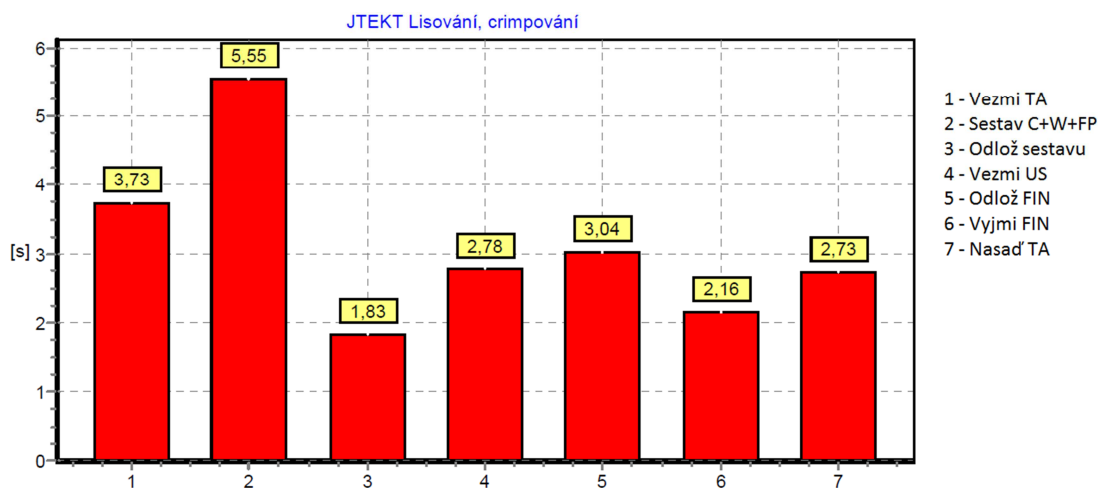
Při rozboru videa byly do protokolu zapisovány indexy odpovídající skutečné poloze těla operátora v daném okamžiku. Každému pracovnímu úkonu popsanému v postupovém listu odpovídá jeden záznam pozice těla operátora. Tyto indexy jsou pro všechny operace stejné jako při aplikaci základní metody OWAS a jsou uvedeny v Tabulce 6.

K určení časových intervalů jednotlivých operací posloužil rozbor získaného videa v programu Windows Movie Maker. Do tohoto programu byl nahrán záznam několika po sobě jdoucích výrobních operací. Pro zpřesnění rozboru bylo nutné nastavit časovou osu v programu na nejvyšší přiblížení. Pohybem kurzoru po této ose bylo posouváno video po snímcích a bylo tedy možné s velkou přesností stanovit čas počátku a konce vykonávaného úkonu. Tímto postupem bylo analyzováno šest po sobě jdoucích operací.



Obrázek 14 - Časové intervaly - Windows Movie Maker

Pro stanovení průměrných časů jednotlivých úkonů, které posloužily k vyhodnocení rozšířené metody OWAS, byla vytvořena časová studie v programu ChronData. V databázi programu již byly zaznamenány jednotlivé úkony hodnoceného procesu, na základě kterých vznikl zmiňovaný postupový list. Pro získání časové studie bylo potřeba doplnit k jednotlivým úkonům časy jejich trvání, určené předchozím rozborem videa. V tomto programu byly vyhodnoceny také další aspekty popsané v následující kapitole.

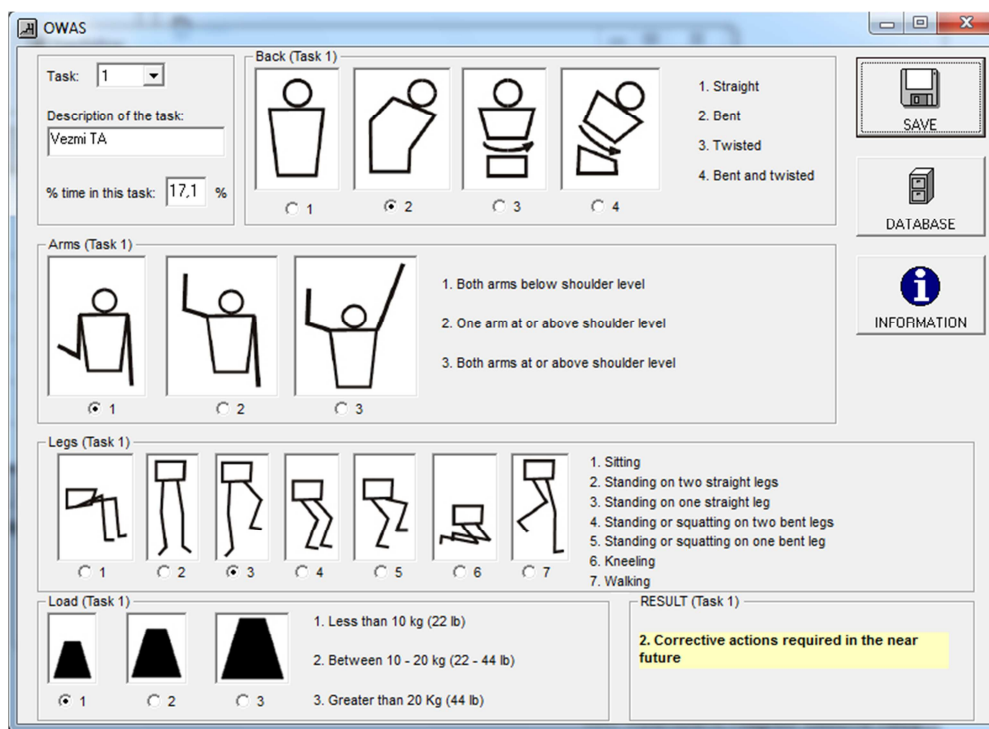


Obrázek 15 - Průměrné časy jednotlivých úkonů stanovené programem ChronData

Ve zdrojích, ze kterých bylo čerpáno pro pochopení a popsání analýzy, byla zmínka o programu OWASCO, který měl sloužit k hodnocení metody OWAS. Byl zde ale nefunkční odkaz a nebylo zde uvedeno, jak funguje a jaká kritéria hodnotí. Na internetu se podařilo vyhledat jiný program, ErgoFellow. V něm bylo možné zpracovat vstupní data metodou OWAS a zároveň dokázal posuzovat jednotlivé úkony nejen z hlediska polohy těla operátora, ale také s ohledem na čas, po který v dané poloze setrvává.

4.2.1. Vyhodnocení dat podle rozšířené metody OWAS

Po získání hodnot průměrných časů a odpovídajících indexů polohy těla operátora během jednotlivých úkonů bylo známo vše potřebné pro zadání dat do software ErgoFellow, pomocí kterého byla vyhodnocena rozšířená metoda OWAS. Na následujícím obrázku je zobrazeno prostředí programu ErgoFellow s vyplněnými údaji pro první úkon „Vezmi TA“.



Obrázek 16 - Prostředí programu ErgoFellow

Do grafického prostředí ve zmiňovaném programu byly zadány předem zaznamenané polohy těla operátora z protokolu. Pro přehlednost se vyplnil název prováděného úkonu a zaznamenal se procentuální podíl trvání dané operace zjištěný pomocí programů Windows Movie Maker a ChronData. Program rozdělil na základě vstupních dat jednotlivé úkony do kategorií nutnosti zavedení nápravných opatření. Výsledky se shodují s vyhodnocením podle základní metody OWAS.

Tabulka 8 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření - rozšířená OWAS

Krok	Úkon	Kategorie naléhavosti	Popis naléhavosti
1	Vezmi TA	2	Nápravná opatření zavést brzy
2	Sestav C+W+FP	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
3	Odlož sestavu	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
4	Vezmi US	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
5	Odlož FIN	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
6	Vyjmi FIN	1	Nápravná opatření nejsou potřeba
7	Nasaď TA	2	Nápravná opatření zavést brzy

4.3. Porovnání základní a rozšířené metody OWAS

Po vyhodnocení základní metody OWAS spadaly nejproblematictější operace do druhé kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření. Při zhodnocení času setrvání pracovníka v pracovních pozicích rozšířenou metodou OWAS se objevuje již vážnější třetí kategorii naléhavosti zavedení nápravných opatření. Tato kategorie nás upozorňuje, že je potřeba zavést nápravná opatření tak brzy, jak to bude možné. Příčinou je dlouhá doba (57,6%), po kterou pracovník setrvává v pozici se zkroucenými zády.

Z rozporných výsledků jednotlivých druhů analýz plyne, že pokud se metoda OWAS používá pro záznam jednotlivých operací, je velice důležité současné hodnocení s časovou studií operace. Pokud by se záznam vstupních dat pro metodu OWAS prováděl v předem stanovených intervalech, po dostatečně dlouhou dobu, jak je popisováno v teoretické části, nebyla by časová studie potřeba. Tato metoda sběru dat je ale vhodná především pro celkové hodnocení operace, na rozdíl od provedené metody, která se zaměřuje přímo na dané úkony, což bylo cílem této práce.

4.4. Vyhodnocení na základě časové studie

Vzhledem k nedávným modifikacím vybraného pracoviště X98 a snižování taktu z původních 26 sekund na 21 sekund bylo velice vhodné vyhodnotit vyváženost operací na základě získaných časových údajů pomocí chronometráže. K této analýze nám opět posloužil software ChronData, který dokázal vyhodnotit výběrovou chybu průměru zjištěných časů. Přípustná chyba, která je akceptována při analýze SHOUMI-RITSU, pomocí které hodnotí svá pracoviště ve společnosti JTEKT, je stanovena na 5%.

V programu ChronData byly již zadány všechny potřebné vstupy, které dříve posloužily k získání průměrných časů trvání jednotlivých úkonů, pro rozšířenou metodu OWAS. Pro získání protokolu vyjadřujícího chybu průměru trvání úkonů, bylo nutné nastavit přípustnou chybu, která byla zadána podle standardů společnosti s již zmíněnou hodnotou 5%.

Dle přílohy č. 5 nevyhověly dva úkony stanovenému požadavku. Úkon „Vezmi TA“ měl výběrovou chybu průměru 6,1% a úkon „Odlož FIN“ dosáhl nejhorší výběrové chyby průměru 7,89%. Příčinou nesplnění kritéria je velký rozptyl minimálního a maximálního času pozorovaných úkonů.

5. Návrh nápravných opatření

Na základě vyhodnocení pracoviště JKT 050 pomocí základní ergonomické analýzy OWAS, námi rozšířené analýzy OWAS a pomocí časové studie bylo odhaleno několik nedostatků. Vyhodnocením podle ergonomických analýz byly stanoveny také kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření, z kterých je zřejmé, o jak závažné problémy se jedná a v jakém časovém horizontu je nutné zavést nápravná opatření. Na základě časové studie bylo odhaleno, které úkony výrobní operace nespĺňují přípustné odchylky od průměrného času provedení úkonu.

5.1. Základní metoda OWAS

Vyhodnocením podle základní metody OWAS byla odhalena neergonomická poloha těla při prvním úkonu „Vezmi TA“ a sedmém úkonu „Nasad' TA“. Oba tyto nedostatky spadají do druhé kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření, což znamená, že tato opatření je nutné aplikovat v brzké době.

Během úkonu „Vezmi TA“ musel operátor vyjmout velmi nepřírodným způsobem součást z přepravky. Během tohoto úkonu se staral o to, aby odstranil ochranné plato a mohl odebírat součásti ze spodní části přepravky. Poté, co byla přepravka prázdná, odstranil přepravku a až poté mohl zahájit operaci. Při těchto úkonech bylo nadměrně zatěžováno tělo pracovníka.



Obrázek 18 – Neergonomický úkon "Vezmi TA"

Jako optimální nápravné opatření bylo doporučeno zvážit možnost instalace dopravníku, na kterém by byly součásti připravené a operátor je mohl snadno a rychle odebírat. Doplňování součástí na dopravník by měl na starost pracovník, který se stará o plynulé zásobování této výrobní linky přepravkami se součástmi. Jedinou změnou by pro něj tedy bylo, že by musel naskládat díly z přepravky na dopravník, místo současného doplňování celých přepravek.

Během úkonu „Nasad' TA“ musel operátor uchopit připravenou součást a nasadit ji do přípravku, během tohoto úkonu se vždy ohýbal pro jinou součást, kterou si připravoval pro další montáž. Během tohoto úkonu zaujímal neergonomickou polohu s ohnutými zády, měl jednu horní končetinu nad úrovní ramen a stál na jedné napnuté noze.



Obrázek 19 - Neergonomický úkon "Nasad' TA"

Tento problém by se dalo odstranit stejným způsobem, jako v předchozím případě. Pokud by byl na tomto pracovišti nainstalován dopravník, na kterém by byly součásti již předpřipravené, nemusel by operátor dělat navíc úkon, kterým si součást připravoval na držák. Vhodným výškovým umístěním dopravníku by se odstranila neergonomická pozice těla, při které měl pracovník pravou horní končetinu nad úrovní ramen.



Obrázek 20 - Dopravník - nápravné opatření [17]

5.2. Rozšířená metoda OWAS

Vyhodnocením rozšířené metody OWAS byla také odhalena neergonomická poloha těla při prvním úkonu „Vezmi TA“ a sedmém úkonu „Nasad' TA“. Oba problémy spadaly do druhé kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření. Z toho vyplývá, že tato opatření je nutné zavést brzy a dají se odstranit výše zmíněnými nápravnými opatřeními.

Vyhodnocení námi rozšířené metody OWAS navíc upozornilo na skutečnost, že operátor setrval v pozici s ohnutými zády 57,6 % času výrobního cyklu. Takto dlouhý časový úsek při dané pozici těla spadal do třetí kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření. Ta je tedy nutné zavést tak brzy, jak to bude možné. Řešením by mohl být polohovatelný pracovní prostor, který by umožnil nastavení optimální výšky pro všechny pracovníky. Vzhledem k velkému počtu přípravků a návaznosti této operace na další pracoviště, se jevílo optimálním návrhem nápravných opatření upravit stávající pracoviště tak, aby bylo možné při práci sedět na polohovatelné židli. Tato úprava by zajistila výškovou nastavitelnost a tím možnost pohodlí při práci pro výškově rozdílné pracovníky. Byly by ale nutné rapidní úpravy rozvržení pracoviště tak, aby byly všechny přípravky a zásobníky v optimální vzdálenosti dosahu horních končetin. Tím by se vyřešil také druhý problém, kterým bylo setrvání pracovníka v pozici, kdy stál na jedné napnuté noze. Tuto pozici zaujímal tělo operátora 43,5% času z celého výrobního cyklu.



Obrázek 21 – Pracovní židle – nápravné opatření [18]

5.3. Časová studie

Z výsledků časové studie zpracované v programu ChronData bylo zjištěno, že dva úkony kontrolované operace přesahují povolenou výběrovou chybu průměru. Ta je ve společnosti JTEKT stanovena na 5%. Dle přílohy č. 5 vyšla u prvního úkonu „Vezmi TA“ výběrová chyba průměru s hodnotou 6,1%. Pátý úkon „Odlož FIN“ dosáhl nejhorší výběrové chyby průměru 7,89%. Příčinou nesplnění kritéria je velký rozptyl minimálního a maximálního času pozorovaných úkonů.

U prvního úkonu „Vezmi TA“ způsobuje velké časové rozdíly během jednotlivých cyklů převážně nutnost přesouvání přepravek s díly, manipulace s ochrannými platy, která jsou mezi díly a nutnost otáčení některých dílů podle toho, jak jsou v přepravce umístěny. Tento problém by šlo vyřešit stejně, jako bylo popisováno v předchozí kapitole, tedy úpravou pracoviště a přidáním dopravníku, na kterém by součásti byly připravené.

Dalším problematickým místem z hlediska časové nevyváženosti je pátý úkon „Odlož FIN“. Zde byl velký rozptyl časů způsoben čekáním operátora na dokončení operace mazacího přípravku. Bylo doporučeno zkontrolovat mazací přípravek, případně upravit technologii mazání, nebo samotný přípravek tak, aby byl vždy díl namazaný dříve, než bude zahájen tento úkon operátora a nedocházelo k těmto prodlevám.



Obrázek 22 - Problematický úkon "Odlož FIN"

Závěr

Pro vytvoření této práce bylo nutné nastudovat informace týkající se ergonomie a samotných ergonomických metod. Pro zvolenou metodu OWAS nebyl nalezen dostatek informací v českém jazyce a tak bylo nutné čerpat převážně z cizojazyčných zdrojů. Na vybrané pracoviště montáže byla aplikována zvolená metoda, která byla následně rozšířena tak, aby za pomoci konkrétních počítačových programů analyzovala pracoviště z hlediska ergonomie, a zároveň zohledňovala skutečný čas setrvání pracovníka v jednotlivých polohách. Pro tento účel byl vytvořen záznamový protokol, který by mohl posloužit k dalším analýzám ve společnosti.

Po důkladné ergonomické analýze celého procesu montáže na pracovišti JKT 050 bylo nalezeno několik nedostatků. Jednalo se o neergonomickou polohu těla při prvním úkonu „Vezmi TA“ a při sedmém úkonu „Nasad' TA“. Tyto problémy by bylo možné vyřešit například konstrukční úpravou konkrétní části pracoviště. V tomto případě bylo navrženo přidat na pracoviště dopravník, na kterém by byly připraveny součásti. Tím by se vyřešil stávající problém s manipulací přepravek a ochranných prvků mezi jednotlivými díly, které musel operátor během výroby odstraňovat.

Při hodnocení procesu na základě doby setrvávání operátora v jednotlivých polohách vyšlo najevo, že operátor setrval v pozici s ohnutými zády 57,6 % času výrobního cyklu. Takto dlouhý časový úsek spadá do třetí kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření, což znamená, že je nutné aplikovat tato opatření tak brzy, jak to bude jen možné. Jako nápravné opatření bylo doporučeno upravit stávající pracoviště tak, aby bylo možné při práci sedět na polohovatelné židli a tím by se vyřešil problém, kdy se musejí vyšší pracovníci ohýbat. Pro zajištění dosahové vzdálenosti horních končetin by bylo nutné změnit rozmístění přípravků a zásobníků.

Na základě časové studie zpracované v programu ChronData bylo zjištěno, že úkon „Vezmi TA“ a úkon „Odlož FIN“ přesahují povolenou výběrovou chybu průměru, ta byla ve společnosti JTEKT stanovena na 5%. První problém by bylo také možné vyřešit přidáním dopravníku se součástmi na pracoviště. Nevyváženosti operací při úkonu „Odlož FIN“ by se dalo předcházet seřízením mazacího přípravku, na který musí operátor čekat. Další možností by mohla být změna mazací technologie.

Seznam použité literatury

- [1] CHUNDELA, L.: ERGONOMIE, České vysoké učení technické v Praze, Praha, 2007, ISBN 978-80-01-03802-4
- [2] MALÝ, M., KRÁL, M., HANÁKOVÁ, E., ABC ERGONOMIE, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha, 2010, ISBN 978-80-7431-027-0
- [3] ŠENK, Z.: Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, ANAG, Jihlava, 2009, ISBN 978-80-7263-551-1
- [4] KARWOWSKI, W., MARRAS, S., W.: The Occupational Ergonomics Handbook, CRC Press, Ohio, 1999, ISBN 978-0849326417
- [5] HELANER, M.: A Guide to Human Factors and Ergonomics, Bristol, London, 1995, ISBN 0-415-28248-9
- [6] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.: Ergonomie – optimalizace lidské činnosti, GRADA, Praha, 2002, ISBN 80-247-0226-6
- [7] Monozukuri pod taktovkou Okumy. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing, 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.cnckonstrukce.cz/clanek-118/monozukuri-pod-taktovkou-okumy.html>
- [8] ISO - certifikace systémů řízení - ISO 9000 - ISO 14001. *ISO 14000* [online]. Powercom, 2008 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.iso.cz/iso14000.html>
- [9] Ergonomie | RNDr. Vladimír Šedivý, CSc. *Ergonomie* [online]. Černovice: AEE Šedivý, 2010 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: <http://www.aee-sedivy.cz/ergonomie/>
- [10] Co je to ergonomie? Co je to ergonomie? - Ergonomie - Profim [online]. 2014 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://www.profim.cz/ergonomie/co-je-to-ergonomie>
- [11] OWAS. OWAS - IPA Slovník - IPA Czech [online]. Žilina: Jozef Krišťák, 2007 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/owas>
- [12] Ewald Bosse. Ewald Bosse – Norsk biografisk leksiko [online]. Norsko: Ragnvald Kallenberg, 2009 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: https://nbl.snl.no/Ewald_Bosse
- [13] JTEKT. JTEKT Automotive Czech Plzen s.r.o. [online]. Plzeň, 2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://www.jtekt.cz/cs/>

- [14] JTEKT. JTEKT CORPORATION [online]. 2015 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z:
<http://www.jtekt.co.jp/e/>
- [15] Software Ergonomics. *FBF Sistemas* [online]. Brazil: FBF Sistemas, 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.fbfsistemas.com/ergonomics.html>
- [16] ChronData. *CHRONDATA* [online]. Halva, 2011 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z:
<http://www.jaroslavhalva.cz/ChronData.html>
- [17] TECHNOPACK-SLOVAKIA - Baliace stroje s.r.o. Dopravníky. *TECHNOPACK-SLOVAKIA - Baliace stroje, s.r.o.* [online]. Zvolen: WSC, 2008 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://gastro-info.sk/firmy/zariadenia/28/?zobrazenie=&idfirmy=28&zapisat=nie&nazov1=467&prezentaciaklienta=>
- [18] Průmyslová a personální hygiena - Pracovní židle. *LORIKA CZ s.r.o.* [online]. Olomouc: Lorika, 2013 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z:
http://www.lorika.cz/84/pracovni-zidle?utm_source=topkontakt-partner&utm_medium=topkontakt
- [19] Ekonomické ukazatele - Průmyslová výroba. *Patria Online* [online]. Patria Online, 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z:
<http://www.patria.cz/ekonomika/ukazatel/prumysl.html>
- [20] Charakteristika průmyslové výroby ve světě. *Hospodářská geografie* [online]. TOPlist, 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z:
http://hgr.topsid.com/index.php?war=charakteristika_prumyslove_vyroby_ve_svete
- [21] Základní přehledy | autosap.cz. *Auto SAP* [online]. SAP, 2013 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/>
- [22] Zpracovatelský průmysl I ČR | Geografický web. *Geografický web* [online]. Praha: Hejduch, 2010 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z:
<http://www.hajduch.net/cesko/zpracovatelsky-prumysl-1>
- [23] Energetický průmysl ČR. *Podnikani* [online]. Praha: Ministerstvo zahraničí, 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.czech.cz/cz/Podnikani/Ekonomicka-fakta/Energeticky-prumysl-CR>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Meziroční reálný růst průmyslové výroby	11
Obrázek 2 - Podíl na výrobě elektrické energie	12
Obrázek 3 - Zákazníci společnosti JTEKT	14
Obrázek 4 - Manuální hřebenové řízení	15
Obrázek 5 - Řízení s elektrickým pastorkovým posilovačem	15
Obrázek 6 - Řízení s elektrickým sloupkovým posilovačem	15
Obrázek 7 - Pracoviště JKT 050	19
Obrázek 8- Schéma pro vyhodnocení analýzy OWAS	25
Obrázek 9 - Prostředí programu ErgoFellow	26
Obrázek 10 - Prostředí programu ErgoFellow	27
Obrázek 11 - Prostředí programu Windows Movie Maker	28
Obrázek 12 – Výstřižek z postupového listu pro pracoviště JKT 050	29
Obrázek 13 - Příklad vyhodnocení analýzy OWAS pro úkon „Vezmi TA“	31
Obrázek 14 - Časové intervaly - Windows Movie Maker	32
Obrázek 15 - Průměrné časy jednotlivých úkonů stanovené programem ChronData	33
Obrázek 16 - Prostředí programu ErgoFellow	34
Obrázek 17 - Hodnocení podle času setrvání v určitých polohách	35
Obrázek 18 – Neergonomický úkon "Vezmi TA"	37
Obrázek 19 - Neergonomický úkon "Nasad' TA"	38
Obrázek 20 - Dopravník - nápravné opatření	38
Obrázek 21 – Pracovní židle – nápravné opatření	39
Obrázek 22 - Problematický úkon "Odlož FIN"	40

Seznam tabulek

Tabulka 1- Pozice zad - OWAS	22
Tabulka 2 - Pozice horních končetin - OWAS.....	22
Tabulka 3 - Pozice dolních končetin - OWAS	23
Tabulka 4 - Váha manipulovaného břemene - OWAS	23
Tabulka 5 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření	25
Tabulka 6 - Indexy pozic těla pro jednotlivé úkony.....	30
Tabulka 7 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření – základní OWAS	31
Tabulka 8 - Kategorie naléhavosti zavedení nápravných opatření - rozšířená OWAS.....	34

Seznam příloh

- Příloha č. 1 - Postupový list pro pracoviště JKT 050
- Příloha č. 2 - Vytvořený protokol analýzy OWAS
- Příloha č. 3 - Protokol analýzy OWAS pro konkrétní pozorování
- Příloha č. 4 - Přehled naměřených časů trvání jednotlivých úkonů
- Příloha č. 5 - Výsledky stanovené na základě časové studie

Příloha č. 1

Postupový list pro pracoviště JKT 050

ID 10015: (JTEKT) Lisování, crimpování

Hlavní rozměry

A ---
B ---
C ---
D ---
E ---

Specifikace jednotky

Jednotka: [kus]

Pořadí	Popis úkonu	Typ spotřeby času	Typ času	Zdroj	Název
1	Vezmi TA	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
2	Sestav C+W+FP	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
3	Odlož sestavu	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
4	Vezmi US	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
5	Odlož FIN	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
6	Vyjmi FIN	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce
7	Nasad' TA	Práce	Ta - jednotkový čas	10013	Ruční práce

Skladba úkonů operace - popis

Pořadí	Popis úkonu	Mezní bod
1	Vezmi pravou rukou TUBE ASSY z boxu a uvolni šroub tak, aby nebyl v zafixované poloze a odlož jej na držák.	Zahájení úkonu 2
2	Vezmi pravou rukou CAM SLIDE a usaď ho správně do přípravku. Vezmi pravou rukou PLATE FRICTION ze zásobníku a nasad' ho na CAM SLIDE tak, že otvor zapadne na kolík přípravku. Vezmi levou rukou WASHER FRICTION a silou ho nasad' na CAM SLIDE až zapadne do zámku.	Zahájení úkonu 3
3	Odlož hotovou sestavu C+W+FP na vozík dopravníku.	Zahájení úkonu 4
4	Vezmi pravou rukou UPPER SHAFT z boxu a vythni z něj MIDDLE SHAFT a poté odlož MS do odkládacího místa.	Zahájení úkonu 5
5	Odlož namazaný FINAL na dopravník.	Zahájení úkonu 6
6	Vyjmi pravou rukou FINAL ze stroje, odlož ho do maznice a přitáhni páčku směrem k sobě. Založ pravou rukou US do stroje.	Zahájení úkonu 7
7	Nasad' TA na US založený ve stroji a pravou rukou spust stroj.	Zahájení úkonu 1

Konec dokumentu

Příloha č. 2

Vytvořený protokol analýzy OWAS

Protokol analýzy OWAS

Lokace
Linka
Projekt
Proces

Datum
Pracovník
Měřil
Schválil

Krok	Úkon	Pozice zad	Pozice HK	Pozice DK	Břemeno	Výsledek
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Průměr:

Pozice zad	
1	Rovná
2	Ohnutá
3	Zkroucená
4	Ohnutá a zkroucená

Pozice horních končetin (HK)	
1	Obě paže pod úrovní ramen
2	Jedna paže nad úrovní ramen
3	Obě paže nad úrovní ramen

Váha břemene	
1	Méně než 10 kg
2	Rozmezí 10 kg až 20 kg
3	Více než 20 kg





Pozice dolních končetin (DK)	
1	Sezení
2	Vzpřímené stání
3	Stání na jedné napnuté noze
4	Stání nebo podřep (kolena rovnoměrně)
5	Stání nebo podřep (kolena nerovnoměrně)
6	Klečení
7	Chůze


Názorné vyobrazení pozice těla na straně 2



Vždy přiložit kopii pracovního postupu!

Protokol analýzy OWAS

Pozice zad		
1	Rovná	
2	Ohnutá	
3	Zkroucená	
4	Ohnutá a zkroucená	

Pozice horních končetin (HK)		
1	Obě paže pod úrovní ramen	
2	Jedna paže nad úrovní ramen	
3	Obě paže nad úrovní ramen	

Doplnit odpovídající index na stranu 1

Pozice dolních končetin (DK)		
1	Sezení	
2	Vzpřímené stání	
3	Stání na jedné napnuté noze	
4	Stání nebo podřep (kolena rovnoměrně)	
5	Stání nebo podřep (kolena nerovnoměrně)	
6	Klečení	
7	Chůze	

Váha břemene	
1	Méně než 10 kg
2	10 kg až 20 kg
3	Více než 20 kg

Vždy přiložit kopii pracovního postupu!

Příloha č. 3

Protokol analýzy OWAS pro konkrétní pozorování

Protokol analýzy OWAS

Lokace **JTEKT PLZEŇ**
 Linka **X98**
 Projekt **JAPL-GQ-P-001**
 Proces **JKT 040**

Datum **19.3.2016**
 Pracovník **TESTOVANÝ OPERÁTOR**
 Měřil **TOMÁŠ PIPEK**
 Schválil **ROMAN JUHA**

Krok	Úkon	Pozice zad	Pozice HK	Pozice DK	Břemeno	Výsledek
1	VEZMI TA	2	1	2	1	2
2	SESTAV C+K+FP	3	1	2	1	1
3	ODLOŽ SESTAVU	3	1	7	1	1
4	VEZMI UŠ	1	1	2	1	1
5	ODLOŽ FIN	3	1	3	1	1
6	VYJMI FIN	3	1	2	1	1
7	NASAĎ TA	2	2	3	1	2
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Průměr: **1,3**

Pozice zad	
1	Rovná
2	Ohnutá
3	Zkroucená
4	Ohnutá a zkroucená

Pozice horních končetin (HK)	
1	Obě paže pod úrovní ramen
2	Jedna paže nad úrovní ramen
3	Obě paže nad úrovní ramen

Váha břemene	
1	Méně než 10 kg
2	Rozmezí 10 kg až 20 kg
3	Více než 20 kg





Pozice dolních končetin (DK)	
1	Sezení
2	Vzpřímené stání
3	Stání na jedné napnuté noze
4	Stání nebo podřep (kolena rovnoměrně)
5	Stání nebo podřep (kolena nerovnoměrně)
6	Klečení
7	Chůze




Názorné vyobrazení pozice těla na straně 2










Vždy přiložit kopii pracovního postupu!

Protokol analýzy OWAS

Pozice zad		
1	Rovná	
2	Ohnutá	
3	Zkroucená	
4	Ohnutá a zkroucená	

Pozice horních končetin (HK)		
1	Obě paže pod úrovní ramen	
2	Jedna paže nad úrovní ramen	
3	Obě paže nad úrovní ramen	

Doplnit odpovídající index na stranu 1

Pozice dolních končetin (DK)		
1	Sezení	
2	Vzpřímené stání	
3	Stání na jedné napnuté noze	
4	Stání nebo podřep (kolena rovnoměrně)	
5	Stání nebo podřep (kolena nerovnoměrně)	
6	Klečení	
7	Chůze	

Váha břemene	
1	Méně než 10 kg
2	10 kg až 20 kg
3	Více než 20 kg

Vždy přiložit kopii pracovního postupu!

Příloha č. 4

Přehled naměřených časů trvání jednotlivých úkonů

ID 10015: (JTEKT) Lisování, crimpování

ID 10014	Produkt (představitel)	Parametrizace
Popis součásti: X98		A ---
		B ---
Specifikace jednotky		C ---
Jednotka: [kus]		D ---
		E ---

1	Vezmi TA	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		3,24	0,00	3,24	kto	operátor
		5,88	0,00	5,88	kto	operátor
		4,16	0,00	4,16	kto	operátor
		3,14	0,00	3,14	kto	operátor
		3,08	0,00	3,08	kto	operátor
		2,92	0,00	2,92	kto	operátor
2	Sestav C+W+FP	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		5,52	0,00	5,52	kto	operátor
		5,68	0,00	5,68	kto	operátor
		5,88	0,00	5,88	kto	operátor
		5,64	0,00	5,64	kto	operátor
		4,96	0,00	4,96	kto	operátor
		5,66	0,00	5,66	kto	operátor
3	Odlož sestavu	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		2,20	0,00	2,20	kto	operátor
		1,54	0,00	1,54	kto	operátor
		1,44	0,00	1,44	kto	operátor
		1,44	0,00	1,44	kto	operátor
		1,92	0,00	1,92	kto	operátor
		2,44	0,00	2,44	kto	operátor
4	Vezmi US	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		3,16	0,00	3,16	kto	operátor
		2,14	0,00	2,14	kto	operátor
		2,08	0,00	2,08	kto	operátor
		3,36	0,00	3,36	kto	operátor
		2,76	0,00	2,76	kto	operátor
		3,18	0,00	3,18	kto	operátor
5	Odlož FIN	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		2,12	0,00	2,12	kto	operátor
		2,40	0,00	2,40	kto	operátor
		3,06	0,00	3,06	kto	operátor
		2,80	0,00	2,80	kto	operátor
		5,40	0,00	5,40	kto	operátor
		2,48	0,00	2,48	kto	operátor
6	Vyjmi FIN	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		2,20	0,00	2,20	kto	operátor

ID 10015: (JTEKT) Lisování, crimpování

	2,12	0,00	2,12	kto	operátor
	2,34	0,00	2,34	kto	operátor
	2,20	0,00	2,20	kto	operátor
	1,92	0,00	1,92	kto	operátor
	2,18	0,00	2,18	kto	operátor

7	Nasad' TA	T-jedn. [s]	STOP [s]	DIFF [s]	Měřil	Provedl
		2,48	0,00	2,48	kto	operátor
		3,08	0,00	3,08	kto	operátor
		3,02	0,00	3,02	kto	operátor
		2,52	0,00	2,52	kto	operátor
		2,76	0,00	2,76	kto	operátor
		2,56	0,00	2,56	kto	operátor

Konec dokumentu

Příloha č. 5

Výsledky stanovené na základě časové studie

ID 10015: (JTEKT) Lisování, crimpování

ID 10014	Produkt (představitel)	Parametrizace
Popis součásti: X98		A --- B --- C --- D --- E ---
	Specifikace jednotky	
Jednotka: [kus]		

Pořadí	Popis úkonu	MAX	MIN	AVG	SUM	DIFF	KR	VK	VCH
1	(!) Vezmi TA	5,88	2,92	3,73	6	1,14	2,01	30,51	6,10
2	Sestav C+W+FP	5,88	4,96	5,55	6	0,31	1,19	5,67	1,13
3	Odlož sestavu	2,44	1,44	1,83	6	0,43	1,69	23,25	4,65
4	Vezmi US	3,36	2,08	2,78	6	0,56	1,62	19,97	3,99
5	(!) Odlož FIN	5,40	2,12	3,04	6	1,20	2,55	39,47	7,89
6	Vyjmi FIN	2,34	1,92	2,16	6	0,14	1,22	6,39	1,28
7	Nasad' TA	3,08	2,48	2,73	6	0,26	1,24	9,59	1,92

**Měření nevyhovuje zadaným přípustným chybám. (viz. úkony označené (!))
Zkontrolujte hodnoty přípustných chyb a měření opakujte!**

LEGENDA

MAX: Maximální hodnota časové řady [s]

MIN: Minimální hodnota časové řady [s]

AVG: Průměrná hodnota časové řady [s]

SUM: Počet měření

DIFF: Směrodatná odchylka [s]

KR: Koeficient rozpětí časové řady

VK: Variační koeficient [%]

VCH: Výběrová chyba průměru [%]

Konec dokumentu