

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ergonomie montážních a výrobních linek

Autor: **Bc. Michaela LOHROVÁ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D**

Akademický rok 2012/2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela LOHROVÁ**
Osobní číslo: **S11N0023P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Ergonomie montážních a výrobních linek**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

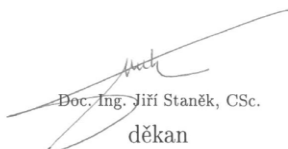
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Ergonomie montážních a výrobních linek
2. Ergonomie ve společnosti Robert Bosch, spol. s r.o.
3. Software pro ergonomické analýzy IGEL a TECHNOMATIC Jack
4. Analýza linek
5. Vyhodnocení analýz a doporučení
6. Závěr


Rozsah grafických prací: 2 - 5 výkresů
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

1. NĚMEJC J. *Metodika zpracování a úprava diplomových prací*. Plzeň: Západočeská univerzita Plzeň, 2000.
2. HLÁVKOVÁ, J., VALEČKOVÁ, A. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4
3. ČSN EN ISO 6385. *Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů*. Praha: Český normalizační institut, 2004.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: **Petr Valenta**
Robert Bosch, spol. s r. o., České Budějovice
Datum zadání diplomové práce: **24. září 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 24. září 2012

Prohlášení o autorství

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

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala 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

Ráda bych poděkovala všem pedagogickým pracovníkům Západočeské univerzity v Plzni, kteří mě během studia vedli a předávali mi své znalosti a zkušenosti. V této diplomové práci byly použity výsledky z projektu OP VK č. CZ.1.07/2.3.00/09.0163. Dále bych ráda poděkovala firmě Robert Bosch, spol. s r. o. v Českých Budějovicích za možnost zpracování diplomové práce a za poskytnuté informace a podklady.

Poděkování patří především vedoucímu a konzultantovi diplomové práce:

Doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D, ZČU Plzeň, FST-KPV

Petrovi Valentovi, Robert Bosch spol. s r.o, České Budějovice – TEF16

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Lohrová	Jméno Michaela	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 – „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Ergonomie montážních a výrobních linek		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	131	TEXTOVÁ ČÁST	79	GRAFICKÁ ČÁST	52
---------------	-----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Cílem této diplomové práce je zanalyzování linek s ohledem na ergonomii pracovníků. V diplomové práci je popsána ergonomie ve společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. v Českých Budějovicích. Hlavním přínosem práce jsou navrhovaná opatření, která mají zlepšit pohyb pracovníků a namáhání určitých částí pracovníků obsluhujících pracoviště.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>Ergonomie, pracoviště, pracovník, čas cyklu, ergonomický software, Milkrun</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Lohrová	Name Michaela
FIELD OF STUDY	N2301 – „Industrial Engineering and Management“	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Ergonomics of assembly and production lines	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	131	TEXT PART	79	GRAPHICAL PART	52
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The aim of this thesis is analyzing lines with regard to ergonomics for workers. The thesis also describes the ergonomics of Robert Bosch, spol. s r.o. in České Budějovice. The main contribution of the thesis is proposed measures to improve workers movement and stress certain parts of the workers serving the workplace.
KEY WORDS	Ergonomics, workplace, worker, cycle time, ergonomic software, Milkrun

OBSAH

Seznam obrázků, tabulek a grafů	9
Seznam použitých zkratk	12
Úvod	13
1. Ergonomie montážních a výrobních linek	14
1.1 Pracovní místo	15
1.1.1 Pracovní poloha	17
1.1.2 Pracovní rovina	18
1.1.3 Checklisty pro hodnocení pracovního místa	18
1.1.4 Manipulace s břemeny	18
1.1.5 Zdravotní potíže a nemoci z povolání	20
1.2 Mikroklima	21
1.2.1 Teplota	21
1.2.2 Vlhkost vzduchu	22
1.2.3 Proudění vzduchu	23
1.2.4 Tlak vzduchu	24
1.3 Osvětlení	24
1.4 Hluk	27
2. Ergonomie ve společnosti Robert Bosch, spol. s r.o.	29
3. Software pro ergonomické analýzy IGEL a TECNOMATIX Jack	34
3.1 IGEL	34
3.2 TECNOMATIX Jack	37
4. Analýza linek	40
4.1 Steh-geh analýza	40
4.1.1 Linka PM5.x na oddělení MOE32 – současný stav	44
4.1.2 Linka SM5.x na oddělení MOE32 – současný stav	47
4.1.3 Linka TEV7 na oddělení MOE24 – současný stav	50
4.1.4 Linka XLM CO4 na oddělení MOE16 – současný stav	53
4.2 Zakládací místo pracoviště – současný stav	56
4.3 Analýza pohybu logistické obsluhy linek	60
5. Vyhodnocení analýz a doporučení	66
5.1 Steh-geh analýza – doporučení	66
5.1.1 Linka PM5.x na oddělení MOE32 – doporučení	66
5.1.2 Linka SM5.x na oddělení MOE32 – doporučení	68
5.1.3 Linka TEV7 na oddělení MOE24 – doporučení	69
5.1.4 Linka XLM CO4 na oddělení MOE16 – doporučení	70

5.2 Zakládací místo pracoviště - doporučení	73
5.3 Ekonomické a mimoekonomické zhodnocení	76
6. Závěr	77
Použitá literatura	78
Přílohy k diplomové práci	80
PŘÍLOHA 1 – Design pracovního nástroje a výběrová kritéria	
PŘÍLOHA 2 – Rozměrová kritéria pro pracovní polohu vstoje	
PŘÍLOHA 3 – Checklist – pracovní poloha	
PŘÍLOHA 4 – Checklist: Základní principy uspořádání pracovního místa	
PŘÍLOHA 5 – Rozměry pracovišť	
PŘÍLOHA 6 – Plochy pro pohyb a rozměry pro přístup	
PŘÍLOHA 7 – Vidění a osvětlení	
PŘÍLOHA 8 – Ruční manipulace s břemeny	
PŘÍLOHA 9 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky PM5.x	
PŘÍLOHA 10 - Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky SM5.x	
PŘÍLOHA 11 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky TEV7	
PŘÍLOHA 12 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky XLM CO4	
PŘÍLOHA 13 – Zjištěné hodnoty týkající se výšky a pohlaví pracovníků	
PŘÍLOHA 14 – Nakládání vlaku ve skladu	
PŘÍLOHA 15 – Vykládání v 1. zastávce	
PŘÍLOHA 16 – Vykládání v 2. Zastávce	
PŘÍLOHA 17 – Vykládání v 3. Zastávce	
PŘÍLOHA 18 – Vykládání v 4. Zastávce	
PŘÍLOHA 19 – Vykládání v 5. Zastávce	
PŘÍLOHA 20 – Vykládání v 6. Zastávce	
PŘÍLOHA 21 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky PM5.x – doporučení	
PŘÍLOHA 22 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky SM5.x – doporučení	
PŘÍLOHA 23 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky TEV7 – doporučení	
PŘÍLOHA 24 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky XLM CO4 – doporučení	
PŘÍLOHA 24 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky XLM CO4 – doporučení	

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků:

Obr. 1 Systémové pojetí ergonomie	14
Obr. 2 Normální rozdělení	15
Obr. 3 Hodnoty pedipulačního prostoru	16
Obr. 4 Hmotnosti břemen	19
Obr. 5 Infra teploměr	21
Obr. 6 Závislost teploty a vlhkosti pro vnímání pohody	23
Obr. 7 Vlhkoměry	23
Obr. 8 Žárový termoanemometr	24
Obr. 9 Hodnocení osvětlení	25
Obr. 10 Doporučení hodnoty osvětlení	26
Obr. 11 Luxmetr	26
Obr. 12 Účinky hluku na člověka	27
Obr. 13 Hladiny hluku pro jednotlivé činnosti nebo prostředí	28
Obr. 14 Hlukoměr	28
Obr. 15 Hodnocení pracoviště z hlediska výšky pracovníka	29
Obr. 16 Checklist ergonomie v pracovních systémech	30
Obr. 17 Štítek s odpovídající známkou	31
Obr. 18 Rozložení zatížení	31
Obr. 19 Pole dosahu	32
Obr. 20 Intenzita osvětlení na pracovišti	33
Obr. 21 Řešení metody NIOSH v softwaru IGEL	35
Obr. 22 Antropometrické měřítko	37
Obr. 23 Modely s určitou výškou a hmotností	38
Obr. 24 Část 1- Rozhodovací matice	40
Obr. 25 Část 2 – Kalkulace analýzy - výpočet	41
Obr. 26 Část 2 – Kalkulace analýzy – výsledek	42
Obr. 27 Část 3 – Pohyb jednoho pracovníka	42
Obr. 28 Layout linky PM5.x	44
Obr. 29 Produkt linky PM5.x	45
Obr. 30 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky PM5.x	45
Obr. 31 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky PM5.x	46
Obr. 32 Layout linky SM5.x pro rok 2013	47
Obr. 33 Produkt linky SM5.x	48
Obr. 34 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky SM5.x	48
Obr. 35 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky SM5.x	49
Obr. 36 Layout linky TEV7	50
Obr. 37 Produkt linky TEV7	50

Obr. 38 Část linky TEV7	51
Obr. 39 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky TEV7	51
Obr. 40 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky TEV7	52
Obr. 41 Layout linky XLM CO4	53
Obr. 42 Produkt linky XLM CO4	53
Obr. 43 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky XLM CO4	54
Obr. 44 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky XLM CO4	55
Obr. 45 Vzorové pracoviště	56
Obr. 46 Zadání metody BOSCH	60
Obr. 47 Výsledné vyhodnocení naložení vlaku ve skladu	61
Obr. 48 Výsledné vyhodnocení 1. zastávky	62
Obr. 49 Výsledné vyhodnocení 2. zastávky	62
Obr. 50 Výsledné vyhodnocení 3. zastávky	63
Obr. 51 Výsledné vyhodnocení 4. zastávky	63
Obr. 52 Výsledné vyhodnocení 5. zastávky	64
Obr. 53 Výsledné vyhodnocení 6. zastávky	64
Obr. 54 Celkové výsledné vyhodnocení pracovníka	65
Obr. 55 Rozmístění pracovníků linky PM5.x - první varianta	67
Obr. 56 Rozmístění pracovníků linky PM5.x- druhá varianta	67
Obr. 57 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky PM5.x	68
Obr. 58 Rozmístění pracovníků linky SM5.x - navržená varianta	68
Obr. 59 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky SM5.x	69
Obr. 60 Layout linky TEV7 varianty se dvěma pracovníky	69
Obr. 61 Layout linky TEV7 varianty s jedním pracovníkem	70
Obr. 62 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky TEV7	70
Obr. 63 Layout linky XLM CO4 s deseti pracovníky	71
Obr. 64 Layout linky XLM CO4 pro devět pracovníků	71
Obr. 65 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky XLM CO4	72
Obr. 66 Analýza RULA pro ženu a výšku zakládacího místa 1150 mm	74
Obr. 67 Analýza RULA pro ženu a výšku zakládacího místa 1100 mm	74
Obr. 68 Analýza RULA pro muže a výšku zakládacího místa 1250 mm	75
Obr. 69 Analýza RULA pro muže a výšku zakládacího místa 1180 mm	75

Seznam tabulek:

Tab. 1 Hmotnostní limity	19
Tab. 2 Doporučené tepelné hodnoty	22
Tab. 3 Význam barev	27
Tab. 4 Intenzita osvětlení	33
Tab. 5 Multiplikátor spojení	35
Tab. 6 Zdravotní riziko	36
Tab. 7 Hodnocení Steh-geh analýzy	44
Tab. 8 Data pohybu Milkrun	61

Seznam grafů:

Graf 1 Procentuální zastoupení mužů a žen	57
Graf 2 Rozptyl výšek žen	58
Graf 3 Rozptyl výšek mužů	58
Graf 4 Výskyt jednotlivých výšek u žen	59
Graf 5 Výskyt jednotlivých výšek u mužů	59
Graf 6 Gaussova křivka normálního rozdělení výšek pro muže a ženy	73

Seznam použitých zkratk

aj.	a jiné
AM	asymetrický multiplikátor
AP	Arbeitsplatz – pracoviště
atd.	a tak dále
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BPS	Bosch Product System – výrobní systém Bosch
cm	centimetr
CM	multiplikátor spojení
č.	číslo
ČSN EN ISO	Česká technická norma/Evropská norma/Mezinárodní organizace pro normalizaci
dB	decibel
DIN	Deutsche Industrie-Norm – Německá národní norma
DM	vzdálenostní multiplikátor
EMG	elektromyografie
FM	frekvenční multiplikátor
HM	horizontální multiplikátor
Hz	hertz
IAD	Ústav průmyslového inženýrství
kg	kilogram
kHz	kilohertz
layout	dispoziční řešení
LC	hmotnostní konstanta
LI	zvedací index
LOG	oddělení logistiky
lx	lux
m	metr
m/s	metr za sekundu
m ²	metr čtvereční
m ³	metr krychlový
MAE	Maschinen, Anlagen, Einrichtungen – stroje, zařízení a přípravky
max.	maximální
mm	milimetr
MOE	Manufacturing Operations and Engineering – výrobní oddělení
MPa	megapascal
např.	například
NIOSH	Americký národní institut pro ochranu zdraví pracujících
NO _x	oxid dusíku
Obr.	obrázek
OCRA	Hodnocení expozice horních končetin pracovním opakujícím se činností
OWAS	Ovako Working Posture Analysing System
PC	personal computer – osobní počítač
PM5.x	Pump Module 5.x – čerpadlový modul
RBCB	Robert Bosch České Budějovice
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
RWL	Recommended Weight Limit – doporučený hmotnostní limit
Sb.	sbírky
SM5.x	Supply Module 5.x – plnicí modul
SOP	Start of production – začátek sériové výroby
Tab.	tabulka
TEV7	TankEntlüftungsVentil - ventil pro odvodu palivové nádrže
Tzv.	takzvaný
VM	vertikální multiplikátor

Úvod

Pojem ergonomie je v posledních letech čím dál tím více diskutovaným tématem. Ergonomie pracovního prostředí je oblast, kterou by se měl zabývat každý podnik, který zaměstnává pracovníky. Cílem ergonomicky řešeného pracovního místa je vytvořit takové pracovní podmínky, aby nedocházelo k nepřiměřené pracovní zátěži. Je potřeba přizpůsobit pracovní místo člověku, nikoli naopak. Veškeré vzdálenosti, výšky a úhly musí být nastaveny tak, aby odpovídaly antropometrickým a biomechanickým požadavkům příslušného uživatele.

V diplomové práci bude zaměřena pozornost jen na ergonomii montážních a výrobních linek. Nejprve bude podkryta teorie týkající se ergonomie linek a následně bude řešena praktická část. V této části budou zahrnuty tři různé analýzy. První se týká rozmístění pracovníků v lince, další je analýza výšky základacího místa pracoviště a nakonec je řešena analýza pohybu logistické obsluhy linek. Všechny tyto analýzy mají společné faktory, kvůli kterým se analýzy budou provádět. Tyto faktory souvisí s pohybem pracovníků a zatížením těch částí těla, které jsou k vykonávání úkonu potřebné.

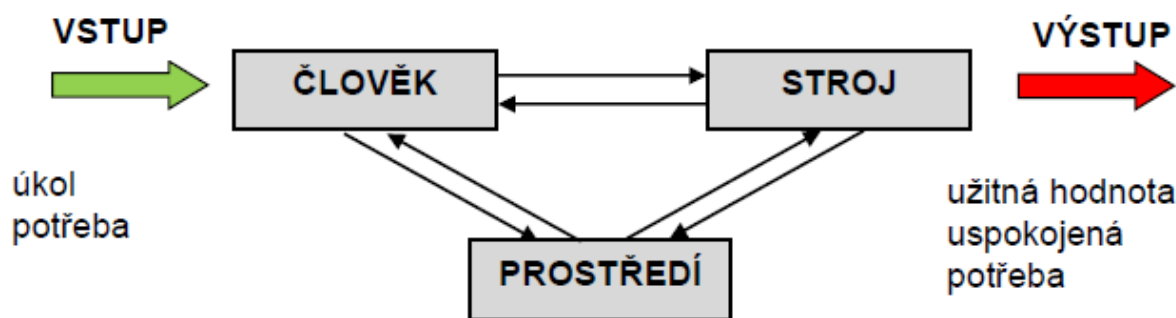
Pro získání praktických zkušeností a informací, které budu pro zpracování této diplomové práce potřebovat, byl požádán o spolupráci vedoucího skupiny TEF16 – pracovní a časové hospodářství společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. v Českých Budějovicích, které se zabývá ergonomií v této společnosti.

Cílem práce je zjistit, zda se pracovníci v linkách pohybují tak, aby to co nejméně zatěžovalo jejich muskulaturu, jestli je potřeba snížit výšku základacího místa s ohledem na pracovníky, kteří na linkách pracují a u poslední analýzy zjistit, zda pracovník logistické obsluhy není příliš zatížen. K získávání informací v průběhu tvorby diplomové práce bude zapotřebí spolupráce s výrobními odděleními, dotazníková metoda ke zjištění výšky pracovníků a spolupráce s oddělením logistiky.

1. Ergonomie montážních a výrobních linek

Ergonomie je věda zabývající se vztahem mezi člověkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky. Pomocí ergonomie se snažíme zmírnit fyzickou i psychickou zátěž člověka a snížit výskyt nemocí z povolání. Použití ergonomie se neřídí jenom dobrou vůlí zaměstnavatele, ale řada principů a doporučení vychází přímo ze zákona, norem, vyhlášek či vládních nařízení. Technické aspekty bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích jsou zahrnuty v zákoně č. 309/2006 Sb. Podmínky ochrany zdraví při práci a ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací jsou dány nařízením vlády. Doporučené ergonomické zásady navrhování pracovních systémů jsou v normě ČSN EN ISO 6385 platné od roku 2004.

V ergonomii se užívají dva přístupy: mechanocentrický přístup a antropometrický přístup. Mechanocentrický přístup považuje člověka za součást technického systému a objekt technického řízení. U antropometrického přístupu okolí respektuje člověka a jeho rozměry s fyzickými možnostmi. Na ergonomii lze nahlížet ze systémového pohledu, kde systém je možné obecně definovat jako soubor několika prvků, složek, které jsou funkčně vzájemně propojeny a mezi nimiž existují vazby, které umožňují, aby z daných vstupů byly dosaženy požadované výstupy. Základem ergonomie je řešení systému 3M: Man – Machine – Medium (člověk – stroj – prostředí). Na Obr. 1 je tento systém znázorněn. [1]

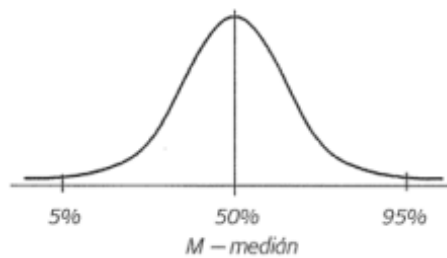


Obr. 1 Systémové pojetí ergonomie

Základním ukazatelem při navrhování pracoviště jsou rozměry člověka. Jedná se o výšku postavy, stavbu těla, délku paží či velikost dlaně. Díky těmto anatomickým rozdílům je jasné, že jeden typ pracovních židlí nemůže vyhovovat všem pracovníkům. Stejně tak při práci vsedě se musí počítat jak s lidmi malého vzrůstu, tak s vysokými jedinci. U výšky pracovní roviny je opět nutno počítat s výškou pracovníků. Pokud bude výška nevyhovující, může pracovníkům způsobit zdravotní potíže. Dále je potřeba při navrhování pracoviště respektovat i pracovní pomůcky jako jsou ochranné potřeby, oblečení nebo obuv.

Dalším důležitým ukazatelem může být percentil tělesné výšky. 5. percentil znamená, že 5% populace má menší rozměr než je udávaná hodnota a naopak 95. percentil udává, že pouze 5% populace má větší rozměr než udaná hodnota. Pro výpočet percentilu je potřeba znát vlastní tělesnou výšku a hodnoty odečtené z normovacích tabulek. A to střední hodnota tělesné výšky, standardní odchylka tělesné výšky a hodnota z tabulky pro normální rozdělení. [1] Znázornění percentilů pomocí Gaussovy křivky je na Obr. 2. [2]

Rozložení antropometrických údajů vyjádřené Gaussovou křivkou



Obr. 2 Normální rozdělení

1.1 Pracovní místo

Ergonomie pracovního místa souvisí s pracovním prostředím a potřebami pracovníka, vykonávajícího zde danou práci. V souvislosti s pracovním místem je potřeba se zaměřit nejen na předměty, které tvoří vybavení pracoviště (např. pracovní nářadí, nábytek, osvětlení atd.), ale také na individuální fyzické a duševní vlastnosti pracovníka. Pohodu pracovníka na pracovišti ovlivňují [3]:

- mikroklimatické podmínky pracovního prostředí,
- pracovní prostor,
- vybavení pracoviště,
- doba, po kterou je práce vykonávána,
- pracovní poloha a pohyby,
- zdravotní stav
- fyziologické vlastnosti.

Mikroklimatické podmínky pracovního prostředí jsou podrobněji probrány v kapitole 1.2.

Pracovní prostor je takový prostor, kde má pracovník možnost vykonávat příslušnou činnost. Každý pracovník má volnou podlahovou plochu při denním osvětlení minimálně 2 m² a bez denního osvětlení s umělým ovzduším minimálně 5 m². Minimální vzdušný prostor na jednoho pracovníka při denním osvětlení je 12 m³ při práci vsedě, 15 m³ při práci ve stoje a 18 m³ při těžké tělesné práci. Bez denního osvětlení s umělým ovzduším je to pak 20 m³ při práci vsedě, 25 m³ při práci ve stoje a 30 m³ při těžké tělesné práci. Nejčastěji jsou využívány prostory zorný, manipulační a pedipulační. Zorný prostor je pro dobré zrakové vnímání, protože více jak 80 % informací dostáváme pomocí zraku. Manipulační prostor se rozděluje do tří základních kategorií:

- optimální – manipulační prostor omezený dosahem předloktí, pohyby jsou zde časté s velkou přesností, rychlostí, silou a malou únavou,
– do tohoto prostoru se umísťují často používané předměty,
- normální – manipulační prostor omezený dosahem středu dlaně natažené paže,
– do tohoto prostoru se umísťují málo používané a těžší předměty,
- maximální – manipulační prostor omezený dosahem konečků prstů natažené paže s mírným náklonem těla do 15°,
– do tohoto prostoru se umísťují předměty vyžadující zvýšenou pozornost z hlediska zdravotního poškození a bezpečnosti.

Pedipulační prostor je potřeba řešit při práci vsedě. Musí být dostatečně veliký, aby umožňoval volný pohyb dolních končetin. Minimální a optimální hodnoty jednotlivých rozměrů jsou uvedeny na Obr. 3 a měly by vyhovovat osobám až do 181 cm. [4]

Optimální hodnoty pedipulačního prostoru pro muže i ženy [cm]	
minimální výška nad podlahou	60
optimální výška nad podlahou	65-70
minimální šířka	50
optimální šířka	100
minimální hloubka (od hrany stolu)	50
optimální hloubka	70

Obr. 3 Hodnoty pedipulačního prostoru

Vybavení pracoviště hraje také svoji roli při ergonomickém navrhování pracoviště. Vybavení pracoviště tvoří např. nářadí, pomůcky, sedadla nebo židle. Nářadí a pomůcky musí být na pracovním místě rozloženy přehledně, v dosahu a v náležitém pořádku. Při ergonomickém navrhování ručního nářadí a pomůcek se musí zvláště dbát na řešení jejich:

- tvarů a rozměrů – je nutné respektovat rozměry, síly, anatomii, kinematiku a fyziologii té části těla (nejčastěji ruky), která s předmětem pracuje. Při řešení tvarů a rozměrů je důležitou otázkou řešení úchopových částí, hmatníků a držadel.
- hmotnosti – je nutné minimalizovat hmotnost předmětů (zvláště u žen), umísťovat jejich těžiště co nejblíže těla a umožňovat zapojení silných svalů těla.
- bezpečnosti a hygieny – nesmí být zdrojem úrazů ani příčinou onemocnění.
- materiálu a jakosti povrchu – musí být vhodné pro manipulaci, ale současně i pro údržbu a čištění.
- estetického působení.

Sedadla mohou být rozdělena do dvou základních skupin a to na odpočinková a pracovní. Faktory určující typ a tvar pracovního sedadla jsou situace u stroje, druh práce, pracovní poloha, hlavní pracovní pohyby, nároky na střídání polohy a změna polohy v sedu. Dále je třeba se zaměřit na celkovou tuhost sedadla, jeho výšku, velikost sedáku, sklon sedáku, materiál sedáku, bederní opěrky, loketní opěrky a podnožky. [4]

Pracovní poloha je blíže definovaná v bodě 1.1.1.

Zdravotní stav je další důležitý pojem v oblasti ergonomie. Duševní pohodu je dobré udržovat. Pracovník tak vydává lepší výkon při jeho práci. Také má vliv na absence z důvodu nemoci nebo předčasné odchody do důchodu. Stres má negativní vliv na duševní pohodu a tím snižuje i výkon pracovníka a také má vliv na nervovou soustavu pracovníka.

Fyziologické vlastnosti jsou jedním z ukazatelů pro ergonomické navrhování pracovišť. Mezi základní ukazatele patří rozměry člověka. Lidé se postavami liší. Všem nemůže vyhovovat jeden typ pracovní židle nebo výšky pracovní roviny. Pracoviště by mělo odpovídat pracovníkům, pro které je pracoviště navrhováno. Při navrhování je nutné respektovat oblečení, obuv a ochranné pomůcky. Samozřejmě svou roli hraje i pohlaví pracovníka. Ženy bývají menší a drobnější, takže by neměly obsluhovat pracoviště, které je stavěné na vysoké muže. V takovém případě by po čase vznikly zdravotní potíže.

Hlavní zásadou je dosažení co největšího pracovního pohodlí. Toho lze dosáhnout odstraněním všech škodlivých, rušivých a obtěžujících vlivů. Pracovní místo lze charakterizovat pomocí faktorů, na které je potřeba se při prohlídce a hodnocení pracoviště zaměřit.

Těmito faktory jsou [3]:

- zorné podmínky,
- pracovní poloha,
- pracovní pohyby,
- pracovní rovina,
- rozmístění ovladačů a hmatníků,
- rozmístění sdělovačů,
- pracovní sedadlo a pracovní stůl,
- všeobecné pracovní podmínky.

Zorné podmínky pracovníka závisí na druhu vykonávané práce, kde je práce spojena s používáním zvětšovacíh přístrojů, práce s PC a sledováním monitorů, práce spojená s náročností na rozlišení detailů (např. zlatník, hodinář, mikroelektronik atd.) nebo práce spojená s neodstranitelným oslňováním (např. svařování, práce ve slévárnách aj.). Dále závisí zorné podmínky na uspořádání pracovního místa. Na pracovišti by měl mít pracovník na dohled všechny potřebné předměty, pomůcky, materiál, nářadí atd. Poslední podmínkou je zdravotní stav pracovníka z hlediska zrakových vad. [3]

1.1.1 Pracovní poloha

Pracovní polohou se rozumí určitá poloha lidského těla při práci. Správná pracovní poloha je taková, která statické svalové zatížení omezuje na nejmenší míru, má příznivý vliv na zdraví a pracovní výkon. Umožňuje, podle vlastní úvahy pracovníka, měnit libovolnou pracovní polohu za nejvhodnější. Mezi základní pracovní polohy patří práce vsedě, vstoje nebo jejich kombinace. Netypické pracovní polohy jsou pak klek, předklon, leh, dřep, stoj na jedné noze aj. Volba pracovní polohy je ovlivněna charakterem a druhem vykonávané práce (je-li potřeba přesnost, síla na vykonávání práce atd.), rozměr pracovního prostoru či uspořádání pracovních předmětů a prostředků na pracovním místě. Mezi nevhodné a nesprávné pracovní polohy se řadí např. [5]:

- trvalý stoj na místě bez pohybu,
- trvalý nebo častý předklon, úklon, hluboké ohyby nebo ve dřepu,
- častý stoj na jedné noze (např. při ovládání stroje jednostrannou nožní pákou),
- déletrvající práce s nataženými nebo vzpaženými pažemi (práce nad hlavou),
- jakákoliv fyziologicky nepřírozená, nepříznivá, trvalá a strnulá poloha těla při práci; trpí tím dýchací systém, krevní oběh a další orgány lidského těla.

Poloha vsedě i vstoje má své výhody i nevýhody. Výhodou u práce vsedě je menší svalová námaha na udržení stability těla, lepší možnost zapojení nohou, lépe se vykonává jemná a přesná práce. Také je vhodnější z hlediska zdravotního, kdy snižuje zátěž dolních končetin. Nevýhodou je to, že není jednoduché střídání pracovních poloh, je omezeno vykonávání silově náročnější práce a je omezen širší rozsah pracovních pohybů. U práce vstoje je možné střídání pracovních poloh a uplatnit větší ovládací síly spolu s širším rozsahem pracovních pohybů. Mezi nevýhody práce vstoje se řadí obtížnost při ovládání pedálů nebo při konání prací jemných a přesných. Dále také větší svalová námaha a tedy i větší tělesná únava. [5]

Podle ČSN ISO 6385 je všeobecně stanoveno: Poloha těla, uplatňování síly a pohyb těla by měly být ve vzájemné harmonii. Stanovené požadavky jsou následující [6]:

- a) pracovník by měl mít možnost střídát polohu stoj a sed.
Jestliže musí být zvolena pouze jedna poloha, pak má přednost obvykle sed před stojem. Poloha stoj však může být vynucena povahou pracovní činnosti.
- b) je-li požadováno vyvíjení velké svalové síly, pak umožněním zaujímání vhodných poloh těla a poskytnutím přiměřených podpor by mělo být dosaženo co nejkratšího a nejjednoduššího řetězce vektorů síly nebo krouticího momentu v tělesných segmentech.
- c) poloha těla by neměla způsobit tělesnou únavu z dlouhého statického napětí svalů. Musí být umožněno alternativní měnění polohy těla.

1.1.2 Pracovní rovina

Pracovní rovina je rovina proložená místem, k němuž lze vztáhnout nejčastěji vykonávané ruční pohyby a ve kterém se provádí většina úkonů. Konstrukce pracovní roviny by měly odpovídat pracím, které jsou na nich vykonávány, používaným technologiím, pracovnímu prostředí a především samotnému pracovníkovi vykonávajícímu na ní činnost. Z hlediska charakteru vykonávané práce se doporučuje výška pracovní plochy [3]:

- obecně 5-10 cm pod úroveň loktů,
- pro vykonávání jemných prací 5-10 cm nad úroveň loktů,
- pro manuální práce 10-15 cm pod úroveň loktů,
- pro vykonávání těžkých prací 15-40 cm pod úroveň loktů.

Při manipulaci s drobnými předměty nebo součástkami, kde je vyžadována zvýšená náročnost na zrak se výška pracovní roviny zvětšuje o 10 až 20 cm. Při práci, při níž se manipuluje s předměty o hmotnosti větší než 2 kg při práci převážně vstoje, se manipulační rovina snižuje o 10 až 20 cm. Obecné doporučení stanovení výšky pracovní roviny je podle výšky postavy pracovníka. Pro práci vsedě pro člověka s výškou postavy 155 cm se doporučuje výška pracovní plochy 60 cm, pro člověka 170 cm vysokého 65 cm a pro člověka 185 cm výšky pak 70 cm. Pro práci ve stoje se doporučuje zpravidla výška pracovní roviny mezi 80 – 100 cm. [3]

1.1.3 Checklisty pro hodnocení pracovního místa

Při hodnocení ergonomických rizik pracovního místa můžeme vycházet z checklistů vydaných Státním zdravotním ústavem. Pro hodnocení pracovních nástrojů může být použit checklist Design pracovního nástroje a výběr kritéria viz Příloha 1. Pro hodnocení pracovní polohy vstoje pak Rozměrová kritéria pro pracovní polohu vstoje viz Příloha 2. Pro hodnocení pracovních poloh Checklist – pracovní poloha viz Příloha 3. Pro hodnocení uspořádání pracovního místa lze použít Checklist: Základní principy uspořádání pracovního místa viz Příloha 4. [7]

1.1.4 Manipulace s břemeny

Manipulace s břemeny je stále téma ergonomické optimalizace pracovišť. Manipulace s břemeny v sobě zahrnuje každou činnost, která vyžaduje použití lidské síly k jeho zvedání, ukládání, přenášení, držení, tlačení nebo táhnutí. K nejvíce zatěžovaným částem lidského těla patří bederní páteř a kolenní klouby. Pro snížení rizika vzniku poškození muskuloskeletálního systému byly právními předpisy stanoveny maximální přípustné hodnoty ručně přenášených břemen. Tyto přípustné hodnoty jsou v Tab. 1. [8]

	Občasná manipulace	Častá manipulace
muži	30-50 kg	15-30 kg
ženy	15-20 kg	5-15 kg

Tab. 1 Hmotnostní limity

U občasných manipulací je práce vykonávána přerušovaně po dobu celkově kratší než 30 minut za směnu. U častého zvedání a přenášení břemen je pak práce vykonávána po dobu celkově delší než 30 minut za směnu. Existují však i další omezující podmínky, kterými jsou [8]:

- maximální doporučená hmotnost 10 kg je při frekvenci osmkrát za minutu,
- maximální počet zdvihů za minutu je možný při hmotnosti menší než 7 kg,
- při pracovní poloze vsedě nesmí být hmotnost břemene větší než 5 kg u mužů a 3 kg u žen,
- maximální vzdálenost při přenášení břemen ženami při dobrých úchopových možnostech je při hmotnosti břemene 15 kg 10 metrů, při 10 kg 15 metrů a při 5 kg 20 metrů.

Pokud pracovník manipuluje s břemeny nesprávně, ohrožuje své zdraví. Při manipulaci s břemenem jsou důležité jak vlastnosti pracovníka, tak vlastnosti samotného břemene a pracovního prostředí. Orientační hodnoty hmotnosti břemen a sil, které vedou ke zvýšení rizika poškození meziobratlových plotének bederní páteře, je na Obr. 4. [3]

Pracovní úkol	Ženy	Muži
Zvedání oběma rukama	10 kg	20 kg
Zvedání jednou rukou	5 kg	10 kg
Posun oběma rukama	5 kg	10 kg
Posun jednou rukou	5 kg	10 kg
Nesení břemene oběma rukama vedle těla, na zádech či na ramenech	20 kg	30 kg
Nesení břemene před tělem, nebo vedle těla	15 kg	25 kg
Tažení břemene	250 N	350 N
Tlačení břemene	300 N	450 N

Obr. 4 Hmotnosti břemen

Aby nedocházelo k přetížení, úrazům či zátěži, je možné dodržovat preventivní opatření. Je však nutné ukázat pracovníkům, jak správně manipulovat s břemeny prostřednictvím školení. Součástí školení o BOZP na pracovištích by mělo být zdůraznění níže uvedených základních pokynů nutných pro bezpečnou manipulaci s břemeny [3]:

- přednostně využíváme silových svalů dolních končetin a zaujetí správné polohy dolních končetin,
- vždy se snažme udržovat rovnou páteř,
- při manipulaci zaujímáme správné polohy,
- rovnoměrně rozkládáme hmotnost břemene,
- využíváme pohyb vlastního těla,
- přimkneme břemeno co nejbližší k tělu pro zlepšení vlastní stability,
- využíváme pomocných technických prostředků,
- volíme co nejkratší vzdálenost úchopu břemen před tělem,

- přemísťování je nutno provádět v optimální výšce,
- před manipulací zajistíme pracoviště a porůzné (manipulační) roviny tak, aby byla umožněna plynulá manipulace s břemenem,
- přemísťované břemeno nesmí bránit dobrému vidění – nebezpečí zakopnutí a pádu,
- břemena s hmotností nad přípustný limit nikdy nepřenášíme sami, ale ve spolupráci s kolegou anebo za využití mechanizačních prostředků,
- při častém přenosu břemen na větší vzdálenosti používáme vhodný typ transportních zařízení.

1.1.5 Zdravotní potíže a nemoci z povolání

Nemoci z povolání jsou pořád jedním z hlavních témat, které je potřeba řešit. Nemoci z povolání lze definovat jako nemoci, které vznikají dlouhodobým nepříznivým působením rizikových faktorů, tedy chemických, fyzikálních, biologických a jiných škodlivých vlivů. Jedním z nejzávažnějších problémů v současnosti je muskuloskeletální onemocnění neboli onemocnění podpůrně-pohybového aparátu. Toto onemocnění se objevuje nejčastěji u pracovníků v administrativě. V současnosti tento typ poškození zdraví patří k častým nemocem z povolání nejen v České republice, ale i v Evropě. Počátek muskuloskeletárního onemocnění je postupný a symptomy se mohou objevit nepozorovaně. Příznaky onemocnění mohou být např. [3]:

- svalová únava,
- znecitlivění nebo brnění prstů na nohou nebo rukou,
- bolest rukou/ramenou nebo ztuhlost,
- bolest při pohybech do krajních poloh,
- omezený pohyb do krajních poloh,
- bolesti zad v oblasti páteře apod.

Do seznamu nemocí z povolání jsou zařazeny i následující nemoci, vznikající v souvislosti s poškozením muskuloskeletálního systému [3]:

- nemoci šlach, šlachových pochev nebo úponů nebo svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování,
- nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetížení nebo z tlaku, tahu nebo torze, s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše,
- nemoci tíhových váčků,
- poškození menisku.

Nejčastějšími nemocemi z povolání jsou v České republice [1]:

- syndrom karpálního tunelu,
- kontaktní alergický ekzém,
- astma,
- epikondylitida pažní kosti radikální,
- sekundární Raynaudův syndrom z vibrací,
- skákavý prst,
- alergická rýma,
- silikóza plic prostá,
- percepční porucha sluchu z hluku atd.

1.2 Mikroklima

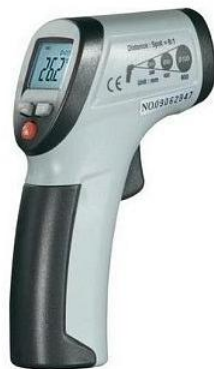
Mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí pracovišť jsou označovány jako tepelně vlhkostní podmínky prostředí, které jsou vyjádřeny teplotami, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Když se změní jedna z těchto podmínek, má to za následek změnu ostatních podmínek. Všechny podmínky jsou na sobě velmi závislé. Tyto mikroklimatické podmínky jsou upraveny nařízením vlády č. 361/2007 Sb., které bylo novelizováno nařízením vlády č. 68/2010 Sb. a č. 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [9]

1.2.1 Teplota

Teplota vzduchu je jednou z veličin rozhodujících o výměně tepla mezi člověkem a prostředím. Teplota pracovního prostředí musí odpovídat tepelné bilanci lidského těla. Tepelná bilance člověka je závislá na pohlaví, stáří, hmotnosti, výšce, oblečení, namáhavosti práce, vnějším klimatu (léto, zima), kvalitě budovy atd. Produkce tepla člověka je závislá na druhu práce, kterou vykonává. Práce může být fyzicky namáhavá nebo nemusí. Záleží také na tom, kde pracovník svoji práci vykonává. Rozdílná teplota bude v kancelářích pro technicko-hospodářské pracovníky a pro pracovníky, kteří se pohybují v prostorech, kde se např. svařuje, slévá nebo pro pracovníky, kteří vykonávají práci s těžkými břemeny. Další aspekt, který ovlivňuje teplotu prostředí, je stav budovy, ve které se pracovník nachází. U starších budov je problém v létě se snižováním vnitřní teploty a v zimě naopak se zvyšováním vnitřní teploty. Zdroj tepla lze omezit např. vzduchovou sprchou, ochranným oděvem, větráním nebo clonami. Pomoci mohou také režimová opatření jako je střídání práce, odpočinek či dostatečný příjem tekutin.

Přesné určení teploty vzduchu pro pracovní prostředí se odvozuje na základě energetického výdeje pracovníka vzhledem k druhu činnosti a typu oděvu. Pro duševní práci je optimální teplota vzduchu od 20 do 25 °C, pro lehkou fyzickou práci 17-21 °C a pro těžkou fyzickou práci 12-17 °C. Důležitost dodržování těchto optimálních teplot v místnosti je patrné na pracovní výkonnosti zaměstnanců. Už při teplotě 27 °C klesá schopnost podávat plný výkon o 25 %, při teplotě 30 °C se dosahuje pouze 50 % z optimálního výkonu. Pocit tepelné pohody v určitém prostředí závisí také na věku a pohlaví pracovníků. Ženám a starším lidem vyhovuje teplota asi o 2 °C vyšší než mladším pracovníkům a mužům. [10]

Teplota se měří na místech, kde pracovník nejčastěji pracuje. Měří se ve výšce hlavy stojícího nebo sedícího pracovníka, ve výšce břicha a ve výšce kotníků. Chceme-li dosáhnout přesnějšího měření, měří se teplota po celou dobu práce. Při orientačním měření se teplota měří pouze po dobu operace. Současně s teplotou je třeba měřit i vlhkost a proudění vzduchu. K měření se používají různé druhy teploměrů. Může to být klasický kapalinový, bimetalický, termoelektrický, odporový, kontrolní, infra-teploměr atd. Pistolový infra-teploměr je zobrazen na Obr. 5. [11]



Obr. 5 Infra teploměr

Doporučené tepelné hodnoty jsou v následující tabulce. [10]

Druh prostoru, Druh činnosti	Teplota [°C]
Sprchy, umývárny, ošetřovny	24±1
Optimum pro lehkou práci vsedě, kancelářská práce	21±1
Lehká práce ve stoje, kontrola, šatny	19±1
Obráběcí dílny (soustružení, broušení, frézování)	18±1
Montážní dílny jemné, zámečnické dílny, lehká práce v zimě	17±1
Středně těžká práce ve stoje nebo pohybu, břemena do 15 kg	16±1
Kritická a nepříjemná teplota pro práci vsedě	16
Práce těžká v létě	15
Chodby, záchody, kuřárny	min. 14
Montážní dílny hrubé, břemena do 50 kg	14±1
Práce těžká a velmi těžká, břemena nad 50 kg	12±1
Slévárny, kovárny	11±1

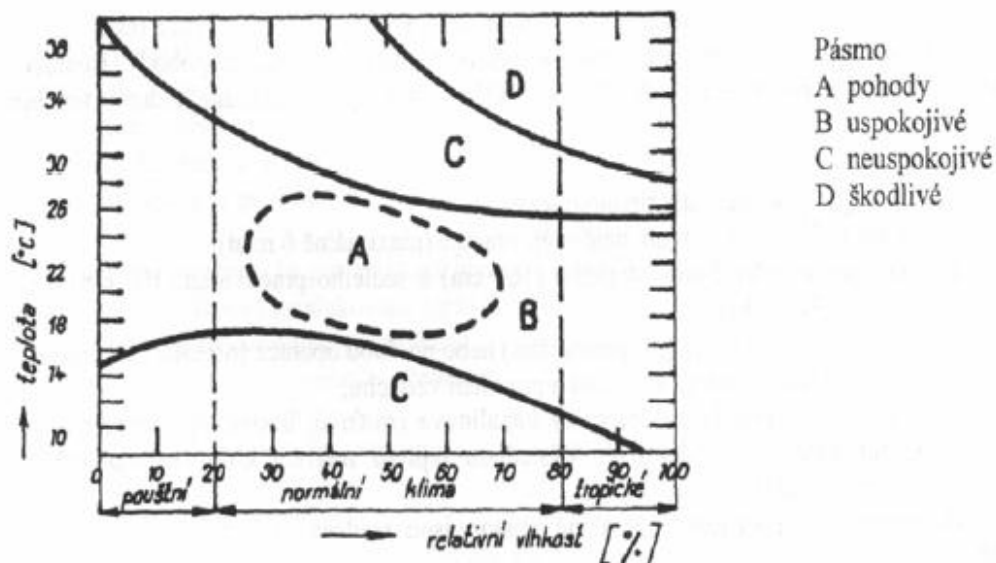
Tab. 2 Doporučené tepelné hodnoty

1.2.2 Vlhkost vzduchu

Vlhkost je základní vlastnost vzduchu. Vlhkost vzduchu udává, jaké množství vody v plynném stavu obsahuje dané množství vzduchu. Mezi charakteristiky, vyjadřující množství vodních par ve vzduchu slouží relativní vlhkost vzduchu. Relativní vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení udávat. Nejčastěji se udává v procentech. [12]

Relativní vlhkost vzduchu je nejvhodnější v rozmezí mezi 40 a 60 % pro teploty 18-22 %. Při nižších i vyšších hodnotách se zhoršuje pracovní výkon. Pokud se hodnoty dostanou pod 20 % relativní vlhkosti, říká se tomu pouštní klima. Člověk pociťuje výrazné vysychání sliznic. Pokud se hodnoty dostanou nad 80 % relativní vlhkosti, je to tropické klima. Člověk se velmi potí a pot se z těla neodpařuje. [10]

Že jsou mikroklimatické podmínky na sobě závislé, je ukázáno na Obr. 6, kde je zobrazena závislost teploty a vlhkosti pro vnímání pohody. [2] Vysoká teplota a velké procentuální zastoupení relativní vlhkosti může být dokonce člověku zdraví škodlivé.



Obr. 6 Závislost teploty a vlhkosti pro vnímání pohody

Vlhkost vzduchu se dá měřit vlhkoměry neboli hygrometry. Existuje vlasový vlhkoměr, psychrometr, elektrolytický vlhkoměr, digitální vlhkoměr atd. Příklady vlhkoměrů jsou na Obr. 7. [13]



Obr. 7 Vlhkoměry

1.2.3 Proudění vzduchu

Tepelná pohoda člověka je ovlivněna rovněž rychlostí proudění vzduchu. Vysoké proudění vzduchu může být zdrojem pocitu nepohody pro člověka. Zvýšení proudění vzduchu sice zlepšuje tepelnou pohodu při vyšších teplotách, ale zároveň může vést až ke zdravotním potížím. Doporučované rychlosti vzduchu pro pracovní prostředí jsou celoročně v rozmezí od 0,1-0,3 m/s v závislosti na druhu činnosti a použitém oděvu. Pro administrativní budovy, drobné provozovny a jiné je pro zimní období doporučena hodnota nejvýše 0,15 m/s, pro letní období nejvýše 0,25 m/s. [14]

Proudění vzduchu je umělé nebo přirozené. Umělé proudění vzduchu je způsobeno např. pohybem osob, klimatizacemi či odsáváním škodlivin. Přirozené proudění způsobuje např. průvan nebo vítr. Ne vždy je přirozené proudění příjemné a žádoucí. Pracovníkovi může být při průvanu zima, nebo se mohou dostavit zdravotní potíže v podobě bolesti v krku, hlavy, kloubů či kašle. Zdravotní potíže mohou nastat i při umělém proudění v podobě klimatizace.

Ke zjištění rychlosti proudění vzduchu slouží anemometry. Existují mechanické, aerodynamické, zchlazovací, značkové, žárové anemometry atd. Příklady mechanických anemometrů jsou miskové anemometry, lopatkové anemometry (tzv. větrníky), anemometry s výkyvnou deskou atd. Mechanické anemometry jsou určeny pro měření rychlosti nad 2 m/s.

Přesnější anemometry jsou žárové. Ukázku jednoho žárového termoanemometru pro měření rychlosti vzduchu a okolní teploty je na Obr. 8. [15]



Obr. 8 Žárový termoanemometr

1.2.4 Tlak vzduchu

Regulace tlaku vzduchu není na běžném pracovišti nutná. Tělesný organismus se menšími změnami přizpůsobuje sám. Tlak vzduchu bývá na pracovišti ovlivněn zejména počasím nebo technologickými podmínkami. Normální atmosférický tlak je 0,1 MPa (= 1 bar) a je způsoben tíhou ovzduší. Podtlak bývá nejčastěji při pracích ve vyšších nadmořských výškách. Ze zdravotního hlediska je práce v podtlaku pod 0,043 MPa a v přetlaku nad 0,35 MPa zakázána. Atmosférický tlak se měří pomocí manometrů. [10]

1.3 Osvětlení

Jelikož člověk většinu činností při práci kontroluje zrakem, je osvětlení velmi důležitou součástí pracoviště. Světlo umístěné na pracovišti nebo v okolí má velký vliv na psychiku pracovníka, jeho osobnost a pracovní výkonnost. Cílem osvětlení je snaha dosáhnout zrakové pohody, zabránit únavě zraku a tím ovlivňovat produktivitu pracovníka. Pokud je na pracovišti nedostatečné osvětlení, vede to k pocitům nepohody, deprese a poklesu pracovního výkonu.

Důležitými pojmy, které souvisí s osvětlením a zrakem, je kritický detail, zorná vzdálenost a osa pohledu. Kritický detail je velikost, kterou musíme přesně identifikovat, abychom mohli přijmout „čtenou“ informaci. Je to např. vzdálenost rysek na stupnici, poloha hran obrobku, vzdálenost čar u písmene nebo velikost otvoru u montáže. Zorná vzdálenost je vzdálenost mezi pozorovaným detailem a okem. Optimální zorná vzdálenost závisí na velikosti kritického detailu, který musíme rozeznat a kvalitě zraku. Tato zorná vzdálenost je také jedním z určujících parametrů pro výšku pracovní roviny. Osa pohledu je polopřímka, vycházející z oka při přirozené poloze hlavy a oční bulvy. Svírá s horizontálou, vedenou okem, úhel. Tento úhel pohledu závisí na poloze krční páteře a je proto různý ve stoji a v sedu. Hodnota pro sed je asi 40° a pro stoj 30°. Respektování osy pohledu je podmínkou dosažení ergonomicky správné polohy. [10]

Osvětlení je možné podle zdrojů rozdělit na denní, které je přirozené, a umělé. Denní osvětlení má několik výhod. Z pohledu zdravotního je zdravější než světlo umělé. Z ekonomického pohledu nevzniknou za denní světlo žádné náklady. Z hlediska ekologického je denní světlo přímým využitím sluneční energie bez její přeměny a akumulace a bez zatížení prostředí odpady. Nevýhodou je pak kolísání intenzity v průběhu dne, roku a díky počasí. Dále je pak nežádoucí tepelné záření při vyšších venkovních teplotách. Velmi často bývá

použito kombinace denního osvětlení s umělým. Při poklesu intenzity denního světla není v místnosti způsoben takový rozdíl, jako by byl bez umělého osvětlení. Mezi zdroje umělého osvětlení patří žárovky, které jsou nejrozšířenějším zdrojem, ale nejméně hospodárné. Dále pak halogenové žárovky, které mají větší životnost i měrný výkon. V neposlední řadě to jsou zářivky. Ty jsou označovány za studené zdroje, protože nevyzařují teplo. Nevýhodou zářivek je stroboskopický jev, který patří mezi optické klamy o zpomalení pohybu. Lze jej tedy pozorovat za situace, kdy je pohled na jistý děj zprostředkován prostřednictvím konečného a vhodného počtu vzorků tak, že se frekvence pozorovaného periodického pohybu přiblíží frekvenci zprostředkujícího vzorkování nebo jejímu celočíselnému násobku. [16]

I osvětlení má svůj vliv na zdraví člověka. Oční svaly se i jako jiné svaly unavují díky nedostatku osvětlení nebo oslňování. Únava očí se projevuje např. pálením očí, bolestmi hlavy a očí, zarudlé spojivky nebo dvojitým viděním. Pokud jsou oči vystavovány stálému unavování, mohou nastat problémy s viděním.

Při hodnocení osvětlení záleží na mnoha faktorech. Nejhlavnějšími jsou intenzita, směr, rovnoměrnost, stínivost, stálost, oslnivost, barva, bezpečnost, údržba a ekonomičnost. Intenzita osvětlení se měří v luxech (lx) a má významný vliv na zrakový vjem. Požadovaná hodnota intenzity je určována především druhem a jemností vykonávané práce. Snažíme se volit, pokud to jde, přirozené osvětlení nebo kombinace přirozeného a umělého osvětlení s ohledem na dodržení doporučených hodnot. Hodnocení osvětlení je zobrazeno na Obr. 9 a doporučené hodnoty osvětlení na Obr. 10. Normy hodnotící osvětlení jsou ČSN EN 12 464-1 Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory, ČSN 36 0011-2 Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 2: Měření denního osvětlení nebo ČSN 36 0011-3 Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 3: Měření umělého osvětlení. [10]

třída	požadavky na osvětlení	velikost kritického detailu ze vzdálenosti 35 cm	osvětlení
I	mimořádné	0,1	nad 5000 lx
II	velmi vysoké	0,1 - 0,2	2000 - 5000 lx
III	vysoké	0,2 - 0,4	600 - 2000 lx
IV	průměrné	0,4 - 0,8	250 - 600 lx
V	malé	0,8 - 1,5	100 - 250 lx
VI	velmi malé	1,5 - 3,0	25 - 100 lx

Obr. 9 Hodnocení osvětlení

Druh prostoru, Druh činnosti	Osvětlení [lx]
Vedlejší prostory	
Schody, nakládací rampy	150
Šatny, umývárny, toalety	200
Ošetřovny	500
Sklady	50
Kontrolní stanoviště ve skladech	150
Výrobní prostory	
Zápustkové kování	300
Svařování	300
Hrubé a středně přesné obrábění	500
Výroba nářadí	750
Hrubá montáž	200
Střední montáž	300
Velmi jemná montáž	750
Příprava povrchů a barvení	750
Výroba automobilů	
Výroba karosérií a montáž	500
Stříkání, opravy laku, výstupní kontrola	1000

Obr. 10 Doporučení hodnoty osvětlení

S osvětlením také souvisí zorná vzdálenost. Druhy využívané zorné vzdálenosti podle velikosti kritického detailu jsou [10]:

1. minimální vzdálenost 12 - 25 cm – nejjemnější pracovní činnosti, vysoké nároky na zrak,
2. vzdálenost 25 - 35 cm - práce, kde rozeznáváme detaily kolem 1 mm,
3. vzdálenost 35 - 50 cm – většina prací při montáži a administrativě,
4. vzdálenost 50 - více cm – činnosti, kde není třeba rozeznávat detaily menší než 1 cm, manipulace s materiálem, hrubá montáž, chůze.

Měření osvětlení se provádí na pracovní ploše nebo v tzv. srovnávací rovině, což je rovina obvykle 0,85 m nad podlahou. Měříme průměrné osvětlení, při čemž měření se provádí na několika místech a spočítá se aritmetický průměr. Pokud je pracoviště osvětleno kombinací umělého a denního osvětlení, musí se měřit každé samostatně. Umělé osvětlení se měří večer nebo v noci. Pro měření osvětlení se používají luxmetry (fotometry). Ukázka digitálního luxmetru je na Obr. 11. [17]



Obr. 11 Luxmetr

Uplatnění barev ve výrobním prostoru má velký význam. Tzv. colorterapie předpokládá, že barvy mohou ovlivnit i zdravotní stav člověka, výkon práce a kvalitu a především bezpečnost

na pracovišti. Vlivem historického vývoje, zkušeností a tradic se vytvořily určité vazby mezi vjemem barvy a pocity. Pro zajištění bezpečnosti, snadnou orientaci a jednoznačnost informace jsou normami uvedeny požadavky na používání barev. Základní barvy a jejich význam je v níže uvedené Tab. 3. [2]

Barva	Význam
žlutá	nebezpečí, výstraha
červená	zákaz, stůj
modrá	příkazová, informační
zelená	bezpečí, volno
bílá	optické zvýraznění

Tab. 3 Význam barev

1.4 Hluk

Hluk je z biologického hlediska zvuk, škodlivý svou nadměrnou intenzitou. Účinek hluku je subjektivní (obtěžující, rušící soustředění a psychickou pohodu) a objektivní (měřitelné poškození sluchu). Hluk může mít charakter neperiodického zvuku. Periodický hluk (nadměrný zvuk tónového charakteru) typicky způsobuje poškození v místě hlemýžďe zpracovávajícím příslušné frekvence [18]. Od 1. listopadu 2011 platí nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. [19]

Od zdroje se hluk šíří buď vzduchem, nebo je přenášen různými konstrukcemi a poté teprve vzduchem. Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby hluk na pracovišti nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem. Pokud není žádná jiná možnost toto dodržet, pak musí zaměstnanec užívat ochranné pomůcky v podobě ušních zátek (max. do 100 dB), sluchátek (max. do 120 dB) nebo protihlukové přilby (nad 120 dB), aby nedošlo k poškození sluchu. Jedná-li se o automatický stroj, který je příliš hlučný, je nutné ho dát do odhlučnění místnosti.

Základními charakteristikami hluku je jeho hladina, fyzikálně vyjádřená v decibelech (dB) a kmitočet, vyjádřený v hertzích (Hz). Hluk stejné hladiny s vysokým kmitočtem je rušivější než hluk s nízkým kmitočtem, proto se obě tyto hodnoty posuzují současně. Člověk slyší v rozsahu 16 Hz až 20 kHz a maximální přípustná hladina hluku je 85 dB. Nejnižší hodnoty hladiny hluku jsou předepsány pro koncepční práci s převahou tvořivého myšlení, což je 45 dB. Nejvyšší hodnoty jsou přípustné u fyzické práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání. Účinky hluku na člověka jsou znázorněny na Obr. 12. [10]

intenzita [dB]	druh hluku	charakteristika
do 30	normální hluk	přírozené prostředí, hluk v přírodě
30 - 65	relativní hluk	s obtěžujícími účinky při duševní práci
65 - 95	absolutní hluk	s rušivými a škodlivými účinky, působí nervové podráždění, ruší soustředění a snižuje kvalitu práce
95 - 130	škodlivý hluk	s nebezpečím poškození sluchových orgánů a vegetativních funkcí
nad 130	bolestivý hluk	rychlé poškození sluchu, prudké bolesti, nenapravitelné škody sluchu a celého organismu

Obr. 12 Účinky hluku na člověka

Pokud je člověk vystaven při práci dlouhodobě expozici nadměrného hluku, kdy hladiny hluku jsou vyšší než 85 dB, dochází k trvalému posunu sluchového prahu, což znamená vznik

profesionální nedoslýchavosti. Ovlivnění zdravotního stavu vlivem nadměrného hluku se může projevit až za delší dobu, kterou může být klidně i 10-15 let. Hluk nemusí mít vliv pouze na zdravotní stav z hlediska fyzického, ale především z psychického. Pracovníka může nadměrný hluk při práci stresovat a působit na nervovou soustavu. Účinky hluku tedy mohou být rušivé a překážkou v práci. Mohou působit obtěžování a sluchovou únavu. Dále nezvratné zhoršení sluchu a hluchotu, vznik některých stresem podmíněných chronických poruch a chorob. Také díky hluku může dojít k úrazům na pracovišti. Pokud nejsou slyšet výstražná znamení, nebo pohyb vozíků s nákladem, mohou následky být i tragické.

Ustálené hladiny hluku pro jednotlivé činnosti nebo prostředí jsou na Obr. 13. [10]

Hladina akust. výkonu [dB]	Příklady ustálených hladin hluku
190	raketový letoun
170	proudový letoun
130	orchestr, varhany, sbíječka, okružní pila
110	hlučící rádio, válcovny, ventilátory
100	slévárny
90	křičící člověk, obráběcí stroje - hoblovky, vysavač
80	městské centrum, obráběcí stroje
70	běžně mluvící člověk
60	prodejny, kanceláře
50	venkovní prostory, sídliště
40	učebny, posluchárny, byty
30	velmi tichý šepot, studovny, operační sály

Obr. 13 Hladiny hluku pro jednotlivé činnosti nebo prostředí

Hluk se měří pomocí hlukoměrů (zvukoměrů). Přesnost měření se provádí ve 3 třídách:

- I. přesnost $\pm 0,5$ dB – přesné měření,
- II. přesnost ± 2 dB – běžné měření,
- III. přesnost ± 5 dB – přehledové měření.

Místa, na kterých se bude měření provádět, se volí tak, aby odpovídala poloze hlavy pracovníků, ve vzdálenosti 20 cm od ucha na straně bližší ke zdroji hluku. Pokud pracovník není přítomen, měří se ve výšce 150 cm nad podlahou při práci ve stoje nebo 90 cm nad středem roviny sezení při práci vsedě. V pracovním prostoru se zvolí rovnoměrně 5-10 měřících míst tak, aby vystihovala nejčastější místa pracovní činnosti. [3] Ukázka hlukoměru je na Obr. 14. [20]



Obr. 14 Hlukoměr

2. Ergonomie ve společnosti Robert Bosch, spol. s r.o.

Společnost Robert Bosch, spol. s r.o. v Českých Budějovicích (dále jen RBCB), ve které je zpracována tato diplomová práce, patří k největším výrobcům dílců pro automobilový průmysl v České republice. Hlavní výrobní program tvoří nádržové čerpadlové moduly, rozvaděče paliva/zpětné vedení paliva, plynové pedály, sací moduly, multifunkční pohony, škrtkové klapky, víka hlav válců a moduly pro redukci NO_x. Odběrateli jsou téměř všechny významné evropské, některé japonské, asijské a jihoamerické automobilky. [21]

V RBCB se ergonomie řídí např. podle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci nebo DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen, která má i své vydání v České republice jako ČSN EN ISO 6385: Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů. Další normou je DIN 33 406: Arbeitsplatzmasse im Produktionsbereich (pracoviště v oblasti hromadné výroby). Společnost RBCB má také své firemní normy a ergonomie se řídí podle Bosch Normy N62A 3.3. [22]



Bosch Norma N62A 3.3 zahrnuje Síto otázek pro utváření pracovišť pro obstarání strojů, zařízení a přípravků (MAE), tabulku s rozměry pracovišť viz Příloha 5, tabulku s orientačními hodnotami pro výšky pracovišť H₁ a H₂ v závislosti na pracovní požadavky a výšku postavy pro ženy a muže, která je na Obr. 15, plochy pro pohyb a rozměry pro přístup viz Příloha 6 nebo podmínky pro vidění a osvětlení viz Příloha 7.

Orientační hodnoty pro výšky pracovišť H₁ und H₂ v závislosti na pracovní požadavky a výšku postavy (5. a 95. percentil) pro ženy (Z) a muže (M)

Pracovní požadavky	Příklady	Pracovní výška (cm)							
		H ₁ (sedící) percentil				H ₂ (stojící) percentil			
		5.		95.		5.		95.	
		Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M
Vysoké požadavky na: – vizuální kontrolu – jemnou motorickou koordinaci pohybů	Jemné nastavování, vizuální kontrola, Montáž nejmenších součástí, připojování kabelů	400	450	500	550	1100	1200	1250	1350
Střední požadavky na: – vizuální kontrolu – jemnou motorickou koordinaci pohybů	Montáž malých dílů s malou námahou	300	350	400	450	1000	1100	1150	1250
Nepatrné požadavky na vizuální kontrolu Vysoké požadavky na volnost pohybu rukou	Třídící práce, balící práce, Montáž těžkých obrobků se zvýšeným nárokem na sílu	250		350		900	1000	1050	1150

Obr. 15 Hodnocení pracoviště z hlediska výšky pracovníka

Nevhodné zatížení, či dokonce přetížení pracovníků vede k únavě, ke snížení koncentrace a tím i k větší pravděpodobnosti výskytu vyrobených zmetků. Nezbytnost průběžného zlepšování ergonomického uspořádání manuálních pracovišť ve výrobě je rovněž v souladu s Bosch filosofií „Respektu k lidem“ a výsledky Ergo-Checku jsou zohledňovány v BPS (Bosch Product System – Výrobní systém Bosch) auditech. Ergo-Check list je ergonomický check list zahrnut v Bosch Normě N62A 3.3. Ergonomické audity se musí provádět na každém z manuálních pracovišť a to 1 x za dva roky. U nově tvořeného pracoviště se používá tzv. filtr otázek z Bosch normy N62A. Audit pracovišť probíhá dle „Checklistu Ergonomie v pracovních systémech“ na Obr. 16. [22]

	Checklist Ergonomie v pracovních systémech	
Systém/linka:		Závod:
Pracoviště:		Dílňa:
Zpracovatel:	Odd:	Datum:

Minimálně na 70% relevantních otázek musí být odpověď "ano", maximálně na 10% otázek může být odpověď "ne".

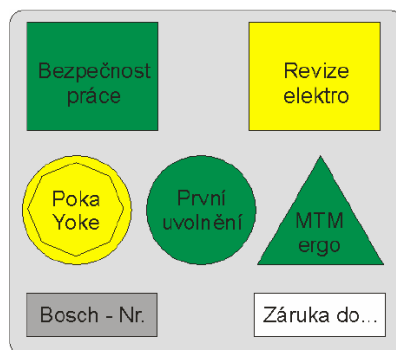
	ano	část.	ne
1. Držení těla a pracovní výška			
1.1 Zaujímá pracovník na pracovišti fyziologicky správné pracovní polohy? Kritéria: žádné velké předklony horní části těla a pootáčení trupu, zabránění extrémnímu předklánění a otáčení hlavy	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
1.2* Může pracovník pracovat vsedě?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
1.3* Je na pracovišti k sezení prostor na nohy, stehna a výškově nastavitelná podložka na nohy (viz. také "modrá karta")?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
1.4** Může pracovník na pracovišti k stání také chodit, aby se vyvaroval dlouhodobému stání?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
1.5 Pracuje pracovník v optimální pracovní výšce (doporučení na "modré kartě" nebo DIN 33 406)?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
* Otázka je relevantní jen tehdy, pokud je pracoviště k sezení z hlediska organizace, techniky výroby a metodiky práce možné.			
** Pouze pro linky s možností stání - chozeníjsou dodržena kritéria pro stání - chození?			
2. Prostor pro uchopení a zorné pole			
2.1 Dosáhne pracovník dobře na všechny cyklicky používané zásobníky, nástroje, dílce, měřidla a.j.?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
2.2 Nacházejí se pravidelně používané přípravky a místa vkládání v pracovním prostoru?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
2.3 Vidí pracovník na místo své činnosti?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
2.4 Je pracoviště dostatečně a vhodně osvětleno?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
2.5 Nedochází k oslnění pracovníka?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
3. Prostor pro pohyb a přístupnost			
3.1 Má pracovník na pracovišti dostatek místa k pohybu?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
3.2 Je okolo stroje dostatek místa na údržbu a přeseřizení?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
3.3 Může pracovník na pracovišti doplňovat zásobníky, magazíny nebo vibrační dopravníky bez častého ohýbání, sklánění nebo natahování?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
4. Zobrazovací jednotky a ovládací prvky			
4.1 Je řídicí pult (ovladače a sdělovače) během práce nebo seřízení viditelný a dosažitelný?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
4.2 Je řídicí pult umístěn v optimální obslužné výšce?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
4.3 Umístění často (>100x/směnu) odcítaných sdělovačů a ovladačů - ne nad úroveň hlavy (max. do výšky 1500 mm) - co nejbližší k pracovní pozici?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
4.4 Jsou všechny sdělovače a ovladače (≤100x/směnu odcítané) umístěny do výšky 1800 mm?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
4.5 Jsou často sledované sdělovače v centrálním zorném poli?	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>	- <input type="checkbox"/>
5. Manipulace se zátěžemi			
5.1 Jsou dodržovány při ručních činnostech stanovené limity zatížení? (vypočteno IGEL-em)	- <input type="checkbox"/>	-	- <input type="checkbox"/>
6. Posouzení nebezpečí			
6.1 Hrozí zde nebezpečí?	- <input type="checkbox"/>	-	- <input type="checkbox"/>

C/MPS3 10.2010



Obr. 16 Checklist ergonomie v pracovních systémech

Minimálně na 70 % relevantních otázek z Checklistu musí být odpověděno „ano“ (zelená – stroj je uvolněn). Maximálně na 10 % otázek může být odpověděno „ne“ (červená – stroj není uvolněn). Jako důkaz toho, že byl Ergo-audit proveden, je na pracovišti vylepen štítek s odpovídající známkou. Tyto odpovídající známky jsou na Obr. 17.



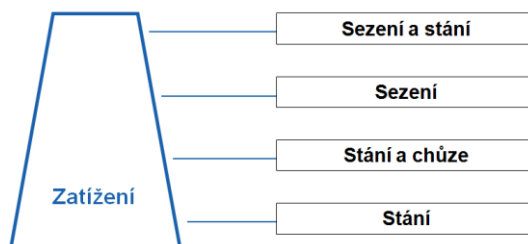
Obr. 17 Štítek s odpovídající známkou

Společnost RBCB pro zohlednění pracovně právních poznatků vychází ze Zákona o organizaci vztahů v podniku, Zákona zajišťující bezpečnost práce, Podnikových ustanovení a směrnic, Bezpečnosti práce, Předpisů pro úrazovou prevenci a DIN-/EN-Norem. V Nařízení vlády 361/2007 Sb. je o ploše volného pohybu na pracovišti řečeno:

- Pro jednoho zaměstnance musí být v prostoru určeném pro trvalou práci volná podlahová plocha nejméně 2 m², mimo stabilní provozní zařízení a spojovací cesty. Šíře volné plochy pro pohyb nesmí být stabilním zařízením v žádném místě zúžena pod 1 m.

Stroje na pracovištích ve společnosti RBCB jsou konstruovány pouze pro práci vestoje. Pracoviště pro práci vsedě jsou konstruovány pro činnosti vyžadující jemné montážní práce, např. letování nebo pájení. Pro takové pracoviště jsou stroje konstruovány výškově stavitelné. Stejně jsou stroje stavěny pro zrakové kontroly. Každý pracovník obsluhuje min. dvě pracoviště i z důvodu flexibility linek. Pracoviště jsou konstruovány na max. šířku 600 mm a výšku 1600 mm. Důvodem této výšky je pohled na pracovníka zvenku a také výhled pracovníka z linky. Dalším důvodem je vytváření a zlepšování standardů, které by měly zpříjemňovat pocit pracovníka při práci. Ideální konstrukce je bez potřeby použití ochranných prvků, jako jsou padací kryty a světelné závory. Pro snadnější manipulaci s dílem by měl mít stroj otevřené boky. Zásobníky nebo místo odběru je potřeba umístit co nejbližší místu spotřeby do tzv. best point (max. 150 mm od základního místa). Dále je potřeba dodržet ergonomické požadavky na optimální pracovní výšku, kde se jedná o výšku pracovního místa. V současné době je výška pracovního místa konstruována na 95. percentil muže, což je maximálně 1250 cm.

Při určování konceptu pracoviště by měla být upřednostňována vhodná a přirozená držení těla. Přitom každá změna držení těla snižuje zatížení. Rozložení zatížení při různých typech držení těla je na Obr. 18. [22]

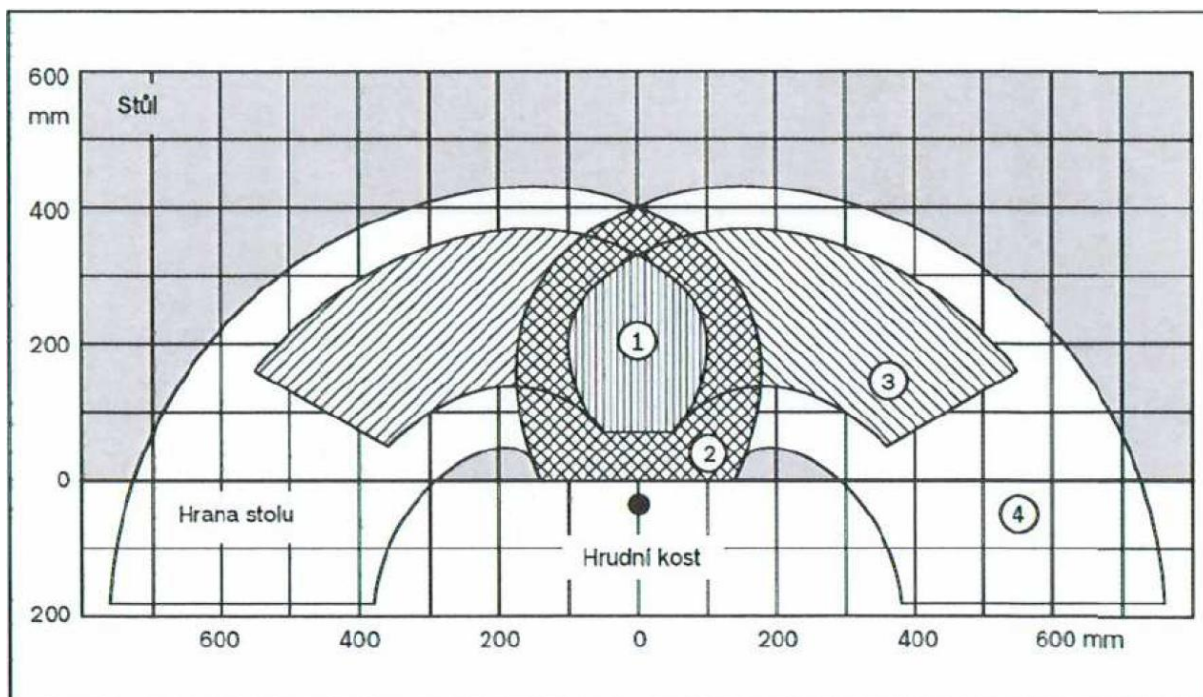


Obr. 18 Rozložení zatížení

Uspořádání pracoviště a ideální tok materiálu přispěje ke snížení počtu zbytečných pohybů a k optimalizaci výkonů. Pro konstrukci supermarketů platí, že zásobníky s nejčastěji používanými díly musí být vždy lehce dostupné a dosažitelné minimálním počtem pohybů (krátké cesty pro uchopení). Těžké díly musí být uloženy ve spodních zásobnících na pracovní ploše. Důvodem je méně náročné vyjmutí dílu ze zásobníku pohybem souběžným s pracovní plochou než snímat těžké díly z horních zásobníků. Pro úsporu času je dobré při práci využít obě ruce.

Na pracovišti se rozlišují tři pole dosahu, které jsou zobrazené na Obr. 19:

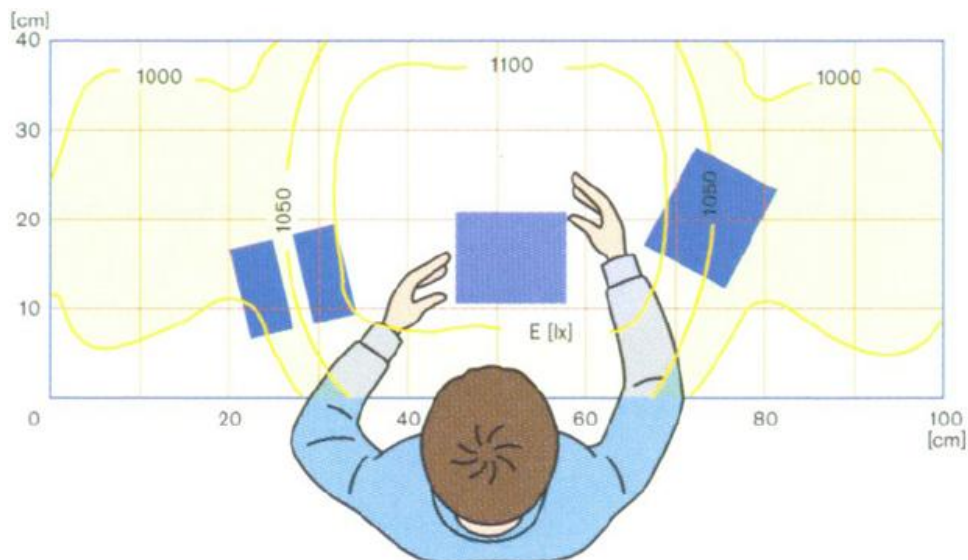
1. optimální pracovní prostor,
2. rozšířený pracovní prostor,
3. vhodný prostor jedné ruky,
4. rozšířená zóna jedné ruky.



Obr. 19 Pole dosahu

Oblast C: obě ruce pracují přímo v zorném poli, proto je dobré soustředit se na všechny přípravky a zásobníky s nejčastěji používanými díly právě v tomto prostoru. Oblast B: do tohoto prostoru jsou situovány díly a nástroje, které jsou často uchopeny jednou rukou. Oblast A: zásobníky se neumísťují mimo tuto nejzazší užitkovou zónu. Obecně platí, že díly, nástroje a veškeré příslušenství se musí nacházet v dosahu pracovníka. Díky lehké dosažitelnosti dílů se pracovník nemusí natáčet tělem či pažemi, nebo natáčet a ohýbat zápěstím při uchopení dílů. Odstraněním extrémních jednostranných a opakovaných pohybů mimo pole úchopu se snižuje počet zbytečných zatížení a zranění.

Správné osvětlení je nadmíru důležité, snižuje počet chyb a zvyšuje výkon pracovníka. Pro zvláštní pracovní operace s vizuální kontrolou je nezbytná intenzita osvětlení 1000-1500 Lux. Pro většinu pracovních operací je standardní intenzita osvětlení 500 Lux. Aby se zamezilo únavě očí, je dobré přizpůsobit pracovníkům osvětlení podle jejich pracovních úkolů. Intenzita osvětlení na pracovišti je na Obr. 20. [22]



Obr. 20 Intenzita osvětlení na pracovišti

V DIN 5035 části 2: Umělé osvětlení; doporučené hodnoty pro osvětlení parametrů pro vnitřní a venkovní pracovní prostory jsou dány hodnoty v následující tabulce:

Druh interiéru nebo činnost	Nominální intenzita osvětlení [lx]
Hrubá a středně strojová práce jako je soustružení, frézování, hoblování	300
Přesné obrábění	500
Značení a kontrolní místa, testery	750
Montáž: hrubá, např. předmontáž topení a větrání	200
Montáž: středně jemná, např. vinutí cívky a armatury se silným drátem	300
Montáž: jemná, např. montáž telefonů, malé motory, vinutí cívky a armatury s tenkým drátem	500
Montáž jemného zařízení: jemné drátěné cívky, výroba pojistek, seřizování	1000
Montáž nejjemnějších částí, elektronických součástek, tištěných spojů	1500

Tab. 4 Intenzita osvětlení

Hodnoty ruční manipulace s břemeny, které se doporučují ve společnosti RBCB jsou vyhodnocovány pomocí softwaru IGEL a dle Karty výpočtu doporučených hraničních hodnot viz Příloha 8. [22]

Téma manipulace s břemenem a všeobecně ergonomie se s ohledem na vzrůstající průměrný věk pracovníků ve výrobě stává jedním z nejdůležitějších hledisek při konstrukci linek, strojů a přípravků ve společnosti RBCB.

3. Software pro ergonomické analýzy IGEL a TECNOMATIX Jack

Tlak na kvalitu a nízké náklady je stále vyšší. Proto má virtuální svět v dnešní době takové uplatnění. Finance vložené do softwaru, ať už na konstrukci, plánování výroby, pro ergonomické analýzy atd., se firmám vrátí v podobě zkrácení pracovního času a snížením finančních nákladů na výrobní etapu výrobku. Software pro ergonomické analýzy je vhodný pro konstrukci stroje s ohledem na pracovníka, který bude stroj obsluhovat. Jedná se například o manipulaci s výrobkem s ohledem na zatížení končetin nebo zvedání břemen s ohledem na tíhu břemen a ohýbání pohybového ústrojí. V další části budou popsány dva softwary a to IGEL, který je používán společností RBCB a TECNOMATIX Jack, který je používán na Západočeské univerzitě v Plzni na Fakultě strojní.

3.1 IGEL

Software IGEL je počítačový soupis metod, vyvinutý pro ergonomické hodnocení fyzického zatížení zaměstnanců při ruční manipulaci. Integrační hranice výpočtu zatížení je stanovení kritických zátěží pro různé případy zatížení dle typu práce, ale také pro různé typy fyzikálních zatížení jako jsou – zdvihání, nošení, tahání, tlačení, opakované činnosti v krátkých intervalech nebo v dlouhých intervalech.

IGEL je speciálně vyvinutá metoda od IAD (Ústavu průmyslového inženýrství) pro integrativní výpočet limitu zatížení a zahrnuje národní a mezinárodní metody jako je NIOSH (Americký národní institut pro ochranu zdraví pracujících), OCRA (Hodnocení expozice horních končetin pracovním opakujícím se činnostem), EN 1005-2, ISO 11228-1 a ISO 11228-2 pro posouzení fyzické aktivity s ohledem na příslušný rozsah činností. Také zahrnuje vlastní metodu pro RBCB a to metodu BOSCH, která je zaměřena na výpočet zatížení pro logistickou obsluhu linek (tzv. Milkrun).

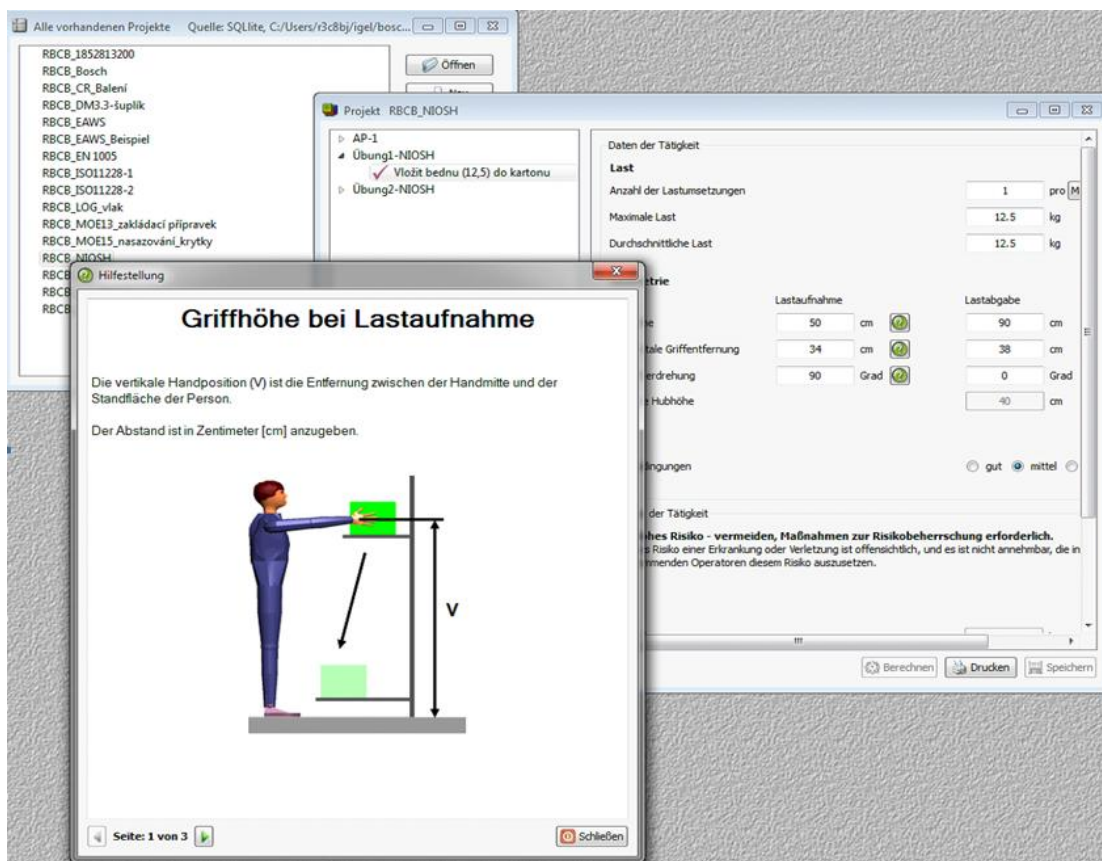
Koncepční struktura softwaru:

- vytvoření projektu,
- vybrání způsobu,
- zadání parametrů,
- hodnocení,
- posouzení ergonomie a organizace na pracovišti, pokud je odvozeno nějaké vhodné opatření – provést změny.

Výsledky:

- ergonomická analýza úzkého místa,
- optimalizace rutinní práce,
- zlepšení ergonomického designu stávajících nebo plánovaných pracovních míst a aktivit

Pohled na projekt v softwaru IGEL je vidět na Obr. 21.



Obr. 21 Řešení metody NIOSH v softwaru IGEL

Metoda NIOSH se používá k plánování při obouruční manipulaci s břemeny o hmotnosti větší než 3 kg. Pohyby při manipulaci s břemenem musí být plynulé, nesmí být náhlé nebo trhavé a do manipulace nezasahují žádné závažné nežádoucí činnosti. Pracovník se při měření nesmí zastavit ani provádět tlačné a tažné pohyby. [22] Výsledkem této metody je doporučený hmotnostní limit (RWL - Recommended Weight Limit) vypočtený násobením hmotnostní konstanty (23 kg) různými koeficienty. RWL představuje maximální hmotnost břemene, které může být zvedáno nebo pokládáno minimálně 75% ženských pracovníků a až 90% mužských pracovníků. Pracovní směna je 8 hodin nebo kratší.

$$RWL[kg] = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot CM \cdot FM$$

kde: LC...hmotnostní konstanta (23 kg)

HM...horizontální multiplikátor ($HM = 25/H$, kde H je horizontální vzdálenost od kotníků k těžišti břemene měřená na počátku zvedání – min. 25 cm max. 63 cm)

VM...vertikální multiplikátor ($VM = 1 - 0,003 \cdot |V - 75|$, kde V je vertikální vzdálenost od podlahy k těžišti břemene měřená na počátku zvedání (max. 175 cm)

DM...vzdálenostní multiplikátor ($DM = 0,82 + 4,5/D$, kde D je vertikální vzdálenost těžiště při zvedání břemene (25 až 175 cm)

AM...asymetrický multiplikátor ($AM = 1 - 0,0032 \cdot A$, kde A je úhel natočení od sagitální roviny měřený při zvedání břemene (0° až 135°)

CM...multiplikátor spojení (viz Tab. 5) – popisuje vazebné podmínky mezi rukama a předmětem

	CM	
kvalita úchopu	V<75 cm	V≥75 cm
dobrá	1,00	1,00
průměrná	0,95	1,00
špatná	0,90	0,90

Tab. 5 Multiplikátor spojení

FM...frekvenční multiplikátor – četnost zdvihacích úkonů v rámci jedné minuty

NIOSH kalkulace rovněž určuje míru relativního fyzického stresu nazývaného zvedací index (LI – Lifting Index), který je poměrem mezi zdvihanou hmotností (L – Lifting) a RWL. [23]

$$LI = \frac{L[kg]}{RWL[kg]}$$

Zdvihač index obecně popisuje množství fyzické zátěže způsobené manipulací s břemeny. Na základě tohoto indexu se odhaduje možné zdravotní riziko, které je uvedeno v Tab. 6. [22]

Zdvihač index	Riziko	Význam	Barva
<1	Žádné riziko	Doporučené, nevyžaduje opatření. Riziko nemoci nebo zranění je zanedbatelné nebo přijatelné.	Zelená
1-3	Možné riziko	Vyžaduje se přijetí opatření ke kontrole možných rizik.	Žlutá
>3	Vysoké riziko	Nepřijatelné, vyžaduje zabránění rizikům. Riziko nemoci nebo zranění je evidentní.	Červená

Tab. 6 Zdravotní riziko

Metoda OCRA se užívá při pohybu horních končetin a manipulací s břemeny o hmotnosti nižší nebo rovno 3 kg. Jedná se o tlačení, tažení nebo stisknutí tlačítka. Používá se pro opakovanou manipulaci při vysokých frekvencích. Zabývá se samostatně levou i pravou rukou. Výsledkem je bodová hodnota každé činnosti v rámci šetření, která se zjistí součtem jednotlivých tabulkových skóre odpočinku, frekvence, síly, postoje a dodatečných faktorů. Metoda může být použita i pro pracovní směnu delší než 8 hodin, například 12 hodin. [22]

Metoda EN 1005-2 se plánuje při přecházení, které je kratší než 2 m (tj. 2-3 kroky) pro manipulaci s břemeny o hmotnosti větší než 3 kg. Tato metoda vychází z metody NIOSH s variabilním referenčním zatížením (například může být zohledněn věk pracovníka). Kromě podmínek metody NIOSH jsou zahrnuty i další okrajové podmínky. První okrajovou podmínkou je práce samostatně nebo ve dvou, další jsou závažné nežádoucí činnosti, se kterými se nepočítá a poslední je obouruční nebo jednoruční práce. Pracovní směna je 8 hodin nebo kratší. [22]

Metoda ISO 11228-1 se používá při manipulaci s břemeny o hmotnosti větší než 3 kg. Pracovník se nesmí s břemenem zastavit, ani ho tlačít či tahat. Opět vychází z podmínek metody NIOSH spolu s dalšími okrajovými podmínkami. Metoda neumožňuje hodnocení soustavy ruka-paže, nepočítá s žádnými závažnými nežádoucími činnostmi, pouze obouruční práce a žádné prudké pohyby. Pracovní směna je 8 hodin nebo kratší. [22]

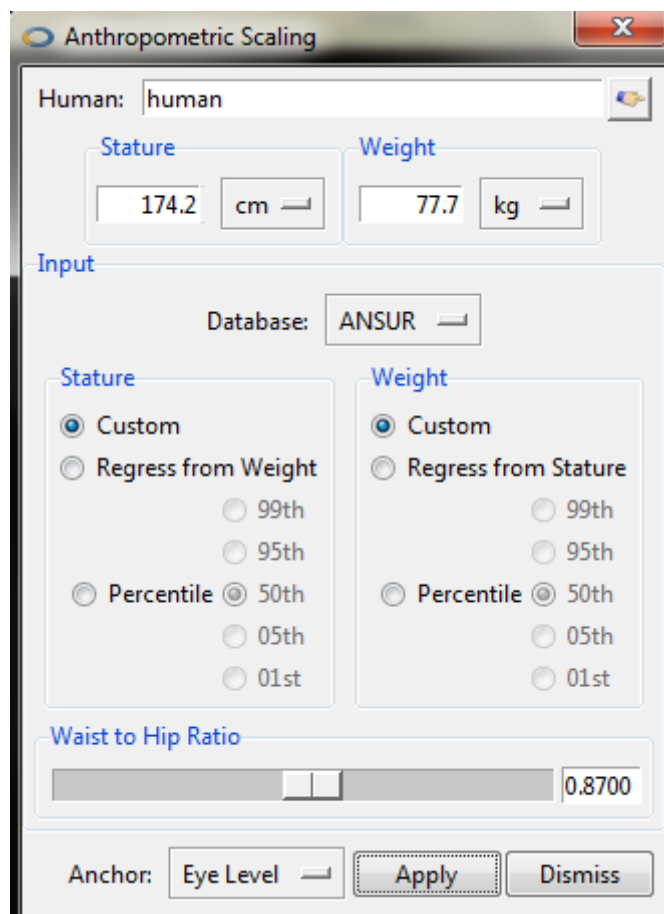
Metoda ISO 11228-2 je použita při tahání nebo tlačení břemena na krátké vzdálenosti (menší než 5 metrů) a dlouhé vzdálenosti (delší než 5 metrů). Je možné ji použít pro různé tělesné velikosti, pro ženy i muže a také pro různé výšky. Platí zde podmínky, kterými jsou: tělo v plné síle (např. stání nebo chůze, nikoli sezení), pracuje pouze jeden pracovník, jedná se o obouruční práci, objekty se musí pohybovat pomalu, žádné trhavé a nekontrolované pohyby a žádná pomoc od jiného pracovníka. Výpočet je možné použít i na směnu delší než 8 hodin, například 12 hodin. [22]

Metoda BOSCH se používá pro výpočet zatížení pro logistickou obsluhu linek (tzv. Milkrun), kde se jedná převážně o přesouvání, zvedání, spouštění, tažení, tlačení, držení a nošení. Výpočet lze provádět i pro pracovní směnu delší než 8 hodin, například 12 hodin. [22]

3.2 TECNOMATIX Jack

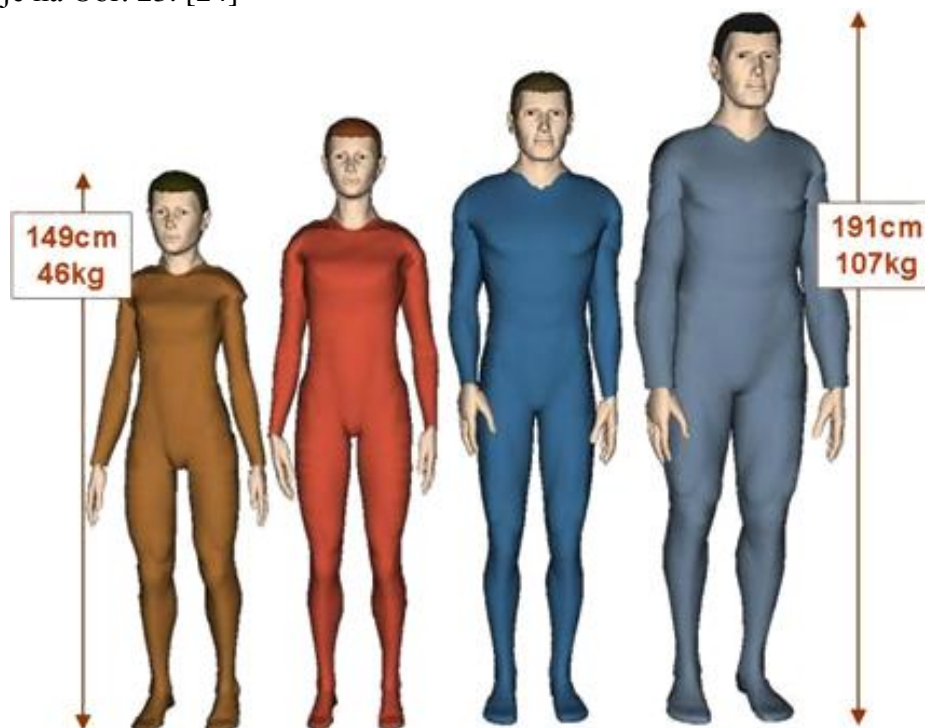
V současné době jsou na trhu se softwarovými nástroji podporující ergonomické studie produkty pouze od dvou velkých firem. Tyto firmy nabízí komplexní softwarová řešení. Jedná se o společnosti Dassault Systèmes a Siemens, které jsou logicky i největšími vzájemnými konkurenty. TECNOMATIX Jack je od společnosti Siemens. Produkt Tecnomatix je nabízen pro oblast digitálního plánování, kde je pro provádění ergonomických studií využíván modul Jack. Společnostmi, které využívají software TECNOMATIX Jack, jsou například FIAT, LAND-ROVER, VOLVO, Ford, Pratt&Whitney, NASA, BOEING, NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), NISSAN nebo JOHN DEER.

Model Jack využívá pro své analýzy tzv. digitální modely člověka. Tyto modely jsou trojrozměrná modelová zobrazení reality. Každý z digitálních modelů člověka se skládá z velkého množství linek, elips a segmentů. Ke každému z cca 70 segmentů (částí) digitálního modelu člověka existují minimálně 2-3 stupně volnosti. Celkem je tedy možno manipulovat až se 140 stupni volnosti. Kombinací všech těchto prvků získáváme možnost manipulovat s digitálními modely úplně stejně jako s živým člověkem. Při definování postavy je možno určit, zda pracovník je muž či žena, jaký je percentil postavy či k jaké národnostní skupině připadá. Nechybí ani možnost definování konkrétních rozměrů jednotlivých tělesných částí. Na Obr. 22 je antropometrické měřítko přímo ze softwaru Jack, kde je možno zadat konkrétní výšku a váhu pracovníka. Dále je také možno vybrat národnost, jako např. japonská, čínská, asijská, nebo německá. Pokud není potřeba nastavovat konkrétní hodnoty, je zde možnost nastavit percentil jak výšky pracovníka, tak jeho váha. Nakonec lze nastavit poměr pasu k bokům.



Obr. 22 Antropometrické měřítko

Při hodnocení pracoviště je pak možnost vytvoření obrazu fyziologicky zcela stejného pracovníka, jaký je ve výrobě. Ukázka možných digitálních modelů s rozdílnou výškou a hmotností je na Obr. 23. [24]



Obr. 23 Modely s určitou výškou a hmotností [3]

V modelu TECNOMATIX Jack lze provádět ergonomické analýzy RULA (Rapid Upper Limb Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analysing System), NIOSH, Manual Handling Limits nebo Lower Back Analysis.

Metoda RULA je vyvinutá pro ergonomické analýzy pracovišť, kde se vyskytuje zatížení horních končetin. Metoda začíná pozorováním a výběrem postoje k hodnocení. Poté se hodnotí a zaznamenávají postoje, kde je nutné rozhodnout, zda se bude hodnotit levá končetina, pravá končetina nebo obě horní končetiny a vypočítat skóre postoje pro jednotlivé části těla. Nakonec je finální vyhodnocení, kde se vypočte celkové skóre dle tabulek a následuje přiřazení do příslušné kategorie. Výsledné hodnocení je rozděleno do 4 kategorií, které indikují úroveň potřeby provedení změn. [23]

- 1. kategorie = skóre 1-2,
 - přijatelná práce, jestliže není prováděna po dlouhou dobu,
- 2. kategorie = skóre 3-4,
 - potřeba dalšího hodnocení, možné požadavky na změny,
- 3. kategorie = skóre 5-6,
 - brzké požadavky na změny,
- 4. kategorie = skóre 7,
 - okamžité požadavky na změny.

Metoda OWAS se zabývá hodnocením pracovního postoje. Hodnotí se pozice zad (čtyři pozice), pozice rukou (tři pozice), pozice dolních končetin (sedm pozic), váha zvedaného břemene (tři kategorie). Nejdříve se musí určit, zda bude pozorována pouze jedna pozice, nebo bude pozorování rozděleno do několika etap. Dále se stanoví celkový čas pozorování úkolu a délka jednotlivých intervalů pozorování. V průběhu sledování je třeba určit pozici

zad, paží, nohou a zvedané břemeno. Pozorované pozice se ohodnotí číslicí dle tabulek. Podle číslic lze určit rizikovou kategorii, za účelem identifikace kritických míst, nebo vyššího rizika pro pracovníka. [23]

- 1. kategorie – poloha, která nemá škodlivé účinky na pohybový aparát,
 - není vyžadována žádná akce,
- 2. kategorie – pozice s potenciálem způsobit poškození muskuloskeletální soustavy,
 - nápravná opatření jsou nutná v blízké budoucnosti,
- 3. kategorie – pozice se škodlivými účinky na pohybový aparát,
 - nápravná opatření jsou nutná co nejdříve,
- 4. kategorie – způsobená zátěž má extrémně škodlivé účinky na pohybový aparát,
 - je třeba okamžitých nápravných opatření.

Analýza Manual Handling Limits je vhodná pro analýzu úkolů spojených s manipulací s materiálem. Konkrétně se jedná o zvedání, pokládání, tažení, tlačení a přenášení. Jedním z prvních parametrů pro nastavení je výběr jedné z těchto situací, spolu s výběrem pohlaví. [23]

Analýza Lower Back Analysis zjišťuje, jaké síly působí na bederní část zad člověka během nastavených zátěžových podmínek při práci. Analýza rovněž vyhodnocuje míru nebezpečí poranění zad pro konkrétní pracovní úkony a různé pracovníky z populace. Výsledky jsou porovnávány s doporučeními NIOSH nebo podnikovými standardy. Vypočítávána je tlaková a smyková síla působící mezi obratli L4 a L5, sagitální, laterální a axiální momenty a napětí ve svalech pěti skupin zádových svalů. [23]

4. Analýza linek

Tato část Diplomové práce bude věnována analýze montážních a výrobních linek. Společnosti RBCB byly zadány tři různé analýzy k řešení. Jeden bod je věnován Steh-geh analýze na vybraných linkách. Druhý je zaměřen na výšku zakládacího místa pracoviště. Poslední bod této diplomové práce se věnuje studii pohybu logistické obsluhy linek (tzv. Milkrun). Veškeré použité informace v této části diplomové práce vycházejí z interní dokumentace společnosti RBCB. [22]

4.1 Steh-geh analýza


Steh-geh analýza je prováděna ve společnosti RBCB jako součást řešení ergonomie linek. Zabývá se pohyby pracovníka (úrok, chůze a otáčení těla) mezi jednotlivými pracovišti, která obsluhuje. Jedná se o zjištění poměrů mezi úkroky, chůzí a stáním. Dále určuje počet otočení těla za minutu během obsluhy určených pracovišť. Pro tuto analýzu existuje formulář, který je používán. Formulář je možno používat v německém, anglickém, francouzském a španělském jazyce. Základní forma tohoto formuláře je ukázána na následujících obrázcích v jednotlivých částech. Popsána bude anglická verze formuláře.

Stand and walk criteria - Decision matrix		
Department/Shopfloor	Work system	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Name	Date	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<p>If all criteria are answered with YES, then it's necessary to calculate the stand and walk criteria If one question is answered with NO, then the calculation of the stand and walk criteria is not necessary.</p>		
General conditions	Yes	No
The work place is ergonomically well designed, IGEL limits are kept.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="text"/>	
Further conditions	Yes	No
1. Associate is working while standing and walking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. cyclic and cycle-dependent repetitive manual tasks at flexible production lines (Chaku-Chaku-Lines)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. SOP of the line after 01.01.2010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calculation of the stand and walk criteria necessary	<input type="checkbox"/>	
Comments		

Obr. 24 Část 1- Rozhodovací matice

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor						Work system					
Target Cycle Time [s]						Number of loops					
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1										
Loop 2	1										
Loop 3	1										
Loop 4	1										
Loop 5	1										
Loop 6	1										
Loop 7	1										
Loop 8	1										
Loop 9	1										
Loop 10	1										
Loop 11	1										
Loop 12	1										
Loop 13	1										
Loop 14	1										
Loop 15	1										
Measures:											

Obr. 25 Část 2 – Kalkulace analýzy - výpočet

Analysis method (L=100%)			
Name			
State / Date			
Calculation			
Ground time without turn body	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
Exceptional authorization through TEF6/HSE:			
<input type="checkbox"/> approved unlimited <input type="checkbox"/> approved till _____			
Date _____		Signature _____	

Obr. 26 Část 2 – Kalkulace analýzy – výsledek

Department/Shopfloor				Work system				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							0,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		0,0		$\Sigma W-$ [s]	0,0	$\Sigma SS-$ [s]	0,0	0
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity

Obr. 27 Část 3 – Pohyb jednoho pracovníka

V první části, kterou je rozhodovací matice je nutné vyplnit základní údaje. Těmito údaji jsou:

- oddělení – pro které je linka určena,
- název linky,
- jméno odpovědného technologa,
- datum provedení analýzy.

Pod těmito údaji, které je potřeba zadat se nachází dvě věty, které znamenají:

- Pokud je ANO odpověď na všechny kritéria, je nutné pokračovat v analýze a vyplnit zbylou část.
- Pokud je alespoň jedna odpověď NE, pak výpočty nejsou nutné a není potřeba pokračovat dále ve vyplňování.

Pak je potřeba vyplnit dané podmínky, která mají svá kritéria:

Obecné podmínky – pracovní místo je ergonomicky dobře navrženo a limity softwaru IGEL jsou dodrženy (každá metoda, která je v tomto softwaru, má svoje limity, které mohou být rozdílné).

Další podmínky:

1. Pracovník by měl pracovat během chůze a ve stoje.
2. Cyklické opakující se manuální úkony v pružných výrobních linkách (tzv. Chaku-Chaku-lines, což jsou linky do tvaru „U“).
3. Datum SOP (Start of Production – začátek sériové výroby) je až po 1. 1. 2010 (pro linky vyrobené před tímto datem není analýza povinná).

Když jsou tedy všechny odpovědi na jednotlivá kritéria ANO, pokračuje se vyplněním kalkulačního listu. Na tomto listu se dají vyplnit pouze bílá pole, modrá se vyplňují automaticky. Vyplňuje se zde cílová doba cyklu a počet pracovníků na lince. Pro vyplnění listu určeného pracovníkům (označené jako Loop) platí to samé, co pro kalkulační list. Opět se vyplňují pouze bílá pole. Zde je nutné vyplnit celkový pracovní čas pracovníka při obsluze jemu přidělených pracovišť. Další bílá pole, která je možno vyplnit jsou u jednotlivých sloupců. V prvním sloupci se vyplňuje do sloupečku s čas práce pracovníka na přiděleném pracovišti v sekundách. Druhý sloupec se týká chůze k následujícímu pracovišti. Třetí sloupec je pro úkrok mezi pracovišti. Poslední sloupec je věnován otočení těla pracovníka. Zadána může být buď chůze mezi pracovišti s následným otočením těla, nebo úkrok k dalšímu pracovišti.

Výsledek Steh-geh analýzy, který se nachází na kalkulačním listě, je založen na následujících výpočtech:

$$\text{Stání} \geq 4 \text{ s v } \% = \frac{\sum \text{Stání} \geq 4 \text{ s}}{\text{Základní čas bez otočení těla}} \times 100\%$$

$$\text{Chůze v } \% = \frac{\sum \text{Chůze}}{\text{Chůze a úkrok}} \times 100\%$$

$$\text{Otočení těla za min.} = \frac{\text{Počet otočení těla}}{\text{Čas cyklu pracovníka}} \times 60 \frac{\text{s.}}{\text{min.}}$$

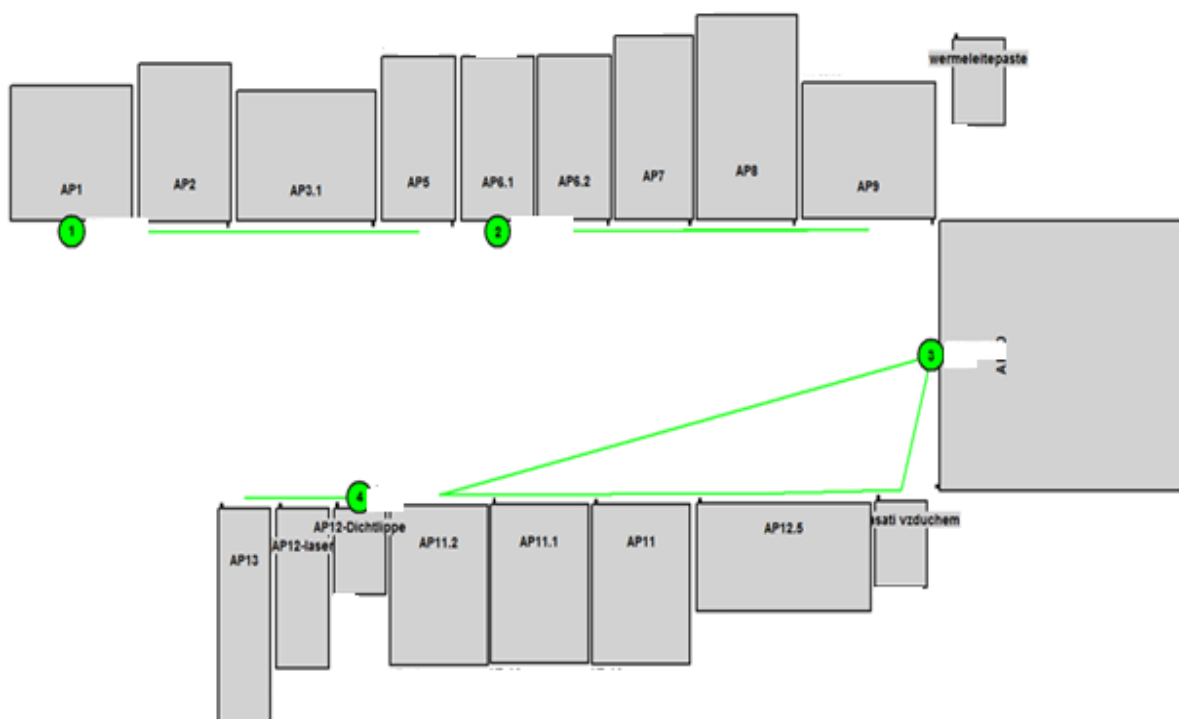
Výsledky se hodnotí podle následující tabulky. Všechna kritéria musí být zelené barvy. Žlutou barvu lze také dočasně akceptovat, záleží na situaci a posouzení ergonomu. Červená barva je nepřijatelná.

Kritéria	Poměr	
Vztah mezi "Stáním (≥ 4 s)" a "Základním časem bez otáčení těla"	- < 45% nebo 95%	základního času bez otáčení těla
	45% - 55% nebo 85% - 95%	
	+ $\geq 55\%$ a $\leq 85\%$	
Vztah mezi "chůzí" a "chůzí a úkroky"	- < 45%	chůze a úkroku
	45% - 55%	
	+ $\geq 55\%$	
Otáčení těla	- > 8	čas / min.
	+ ≤ 8	

Tab. 7 Hodnocení Steh-geh analýzy

4.1.1 Linka PM5.x na oddělení MOE32 – současný stav



Linka nese název po produktu, který vyrábí. Produktem je PM - pump modul (čerpadlový modul), který je zobrazen na Obr. 29. Jedná se o linku, která je pro rok 2013 sestavena z 12 strojů do tvaru „U“. AP13 je označení pro vizuální kontrolu a balení. Na Obr. 28 je aktuální layout linky. Jednotlivé stroje jsou označeny jako AP s příslušným pořadovým číslem v lince. Označení AP znamená Arbeitsplatz (pracoviště). Linka je obsluhována čtyřmi pracovníky. Tento údaj je důležitý pro Steh-geh analýzu. Stejně tak je důležitý i čas cyklu, který je 50 s. První pracovník obsluhuje pracoviště AP1, AP2, AP3.1 a AP5. Druhý pracovník obsluhuje AP6.1, AP6.2, AP7, AP8 a AP9. Třetí pracovník obsluhuje AP10, AP11, pracoviště Odsátí vzduchem, AP12.5, AP11, AP11.1 a AP11.2. Poslední pracovník obsluhuje pracoviště AP12-Dichtlippe, AP12-laser a AP13. Časy pohybů těchto pracovníků jsou v Příloze 9. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy a posouzení kritérií jsou na Obr. 30 a Obr. 31.



Obr. 28 Layout linky PM5.x



Obr. 29 Produkt linky PM5.x

Analysis method (L=100%)				BOSCH
Name	Lohrová			
State / Date	17.2.2013			
Calculation				
Ground time without turn body	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute	
39,0	69%	50%	2	
40,0	60%	50%	2	
32,0	53%	67%	3	
44,0	84%	43%	2	

Obr. 30 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky PM5.x

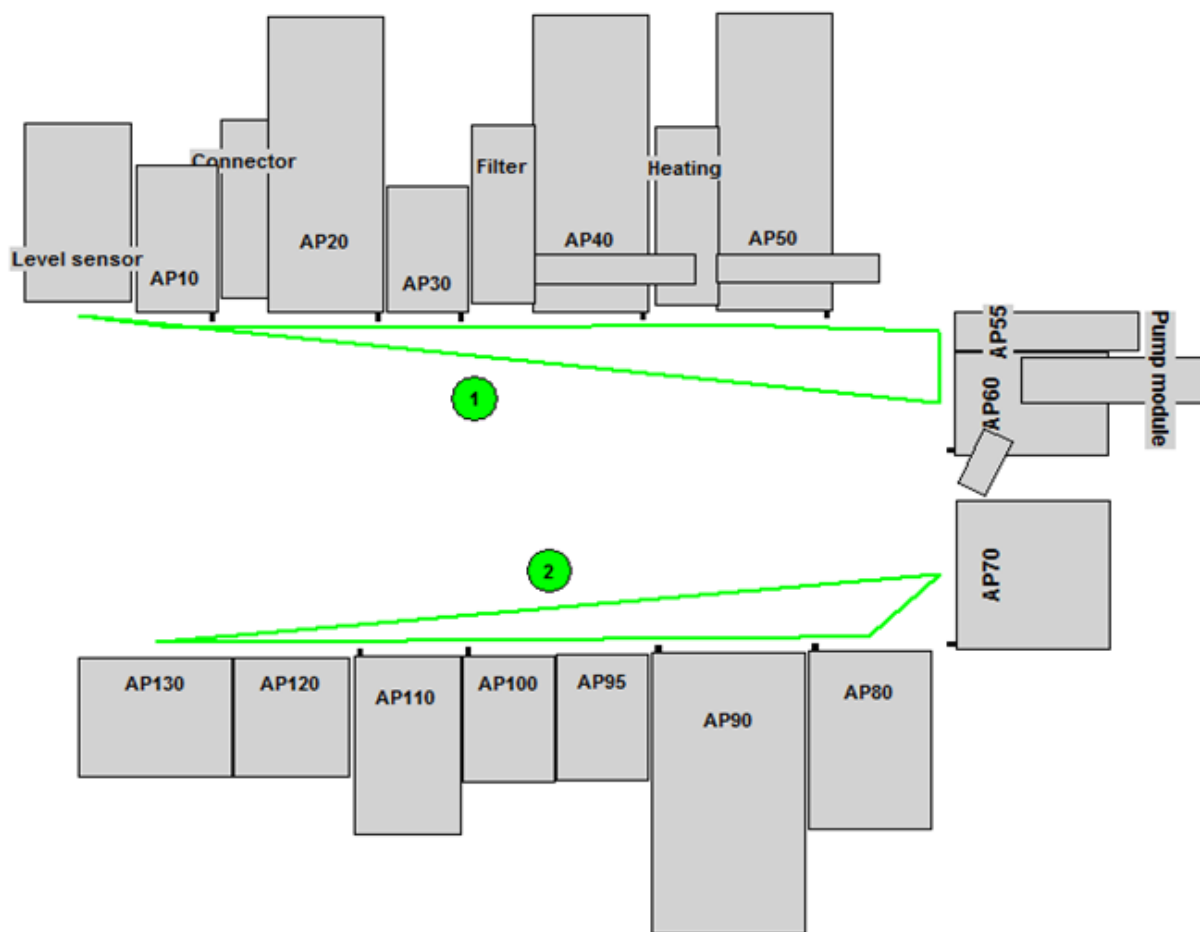
Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE32				Work system		DNOX PM5.x			
Target Cycle Time [s]		50,0				Number of loops		4			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	27,0		10,0	27,0	6,0	6,0		12,0	27,0	27,0
Loop 2	1	24,0		13,0	24,0	8,0	8,0	1,0	16,0	24,0	24,0
Loop 3	1	17,0		20,0	17,0	10,0	5,0	2,0	15,0	17,0	17,0
Loop 4	1	37,0			37,0	3,0	4,0	1,0	7,0	37,0	37,0

Obr. 31 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky PM5.x

Na výsledném hodnocení (Obr. 30) je vidět, že kromě jednoho pole jsou všechna zelená. Znamená to, že tato kritéria jsou dle tabulky hodnocení Steh-geh analýzy (Tab. 7) vyhovující a nevyžadují žádné změny ani zásahy ergonomů. V této analýze vyšlo i červené pole, které je nepřijatelné pro pohyb obsluhujícího pracovníka. Toto pole udává poměr „chůze“/„chůze a úkrok“. Pracovník v tomto případě stráví více času úkroky než chůzí, což pro něho není vhodné. Je jasné, že pohyb tohoto pracovníka vyžaduje návrh na zlepšení. Ve výpočtech na Obr. 31 je tmavě označen nejvyšší pracovní čas jednoho pracovníka.

4.1.2 Linka SM5.x na oddělení MOE32 – současný stav



Linka má název po produktu, který je zde vyráběn. Produktem je SM - supply module (plnicí modul), který je na Obr. 33. Součástí tohoto produktu je Pump module z linky PM5.x zmíněný v kapitole 4.1.1. Na Obr. 33 je pod německým názvem Fördermodul (FM). Linka SM5.x je pro rok 2013 sestavena ze 14 strojů do tvaru „U“. AP130 je označení pro balení. Aktuální layout linky je na Obr. 32. Jednotlivé stroje jsou také označeny jako AP s příslušným pořadovým číslem v lince. Linka je obsluhována dvěma pracovníky. První pracovník obsluhuje pracoviště AP10, AP20, AP30, AP40, AP50, AP55 a AP60. Druhý pracovník má na starosti pracoviště AP70, AP80, AP90, AP95, AP100, AP110, AP120 a AP130. Čas cyklu je 77 s. Časy pohybů jednotlivých pracovníků jsou v Příloze 10. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy a posouzení kritérií jsou na Obr. 34 a Obr. 35.



Obr. 32 Layout linky SM5.x pro rok 2013



Obr. 33 Produkt linky SM5.x

Analysis method (L=100%)				 BOSCH
Name	Lohrová			
State / Date	8.1.2013			
Calculation				
Ground time without turn body	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute	
75,0	76%	50%	2	
80,0	78%	39%	1	

Obr. 34 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky SM5.x

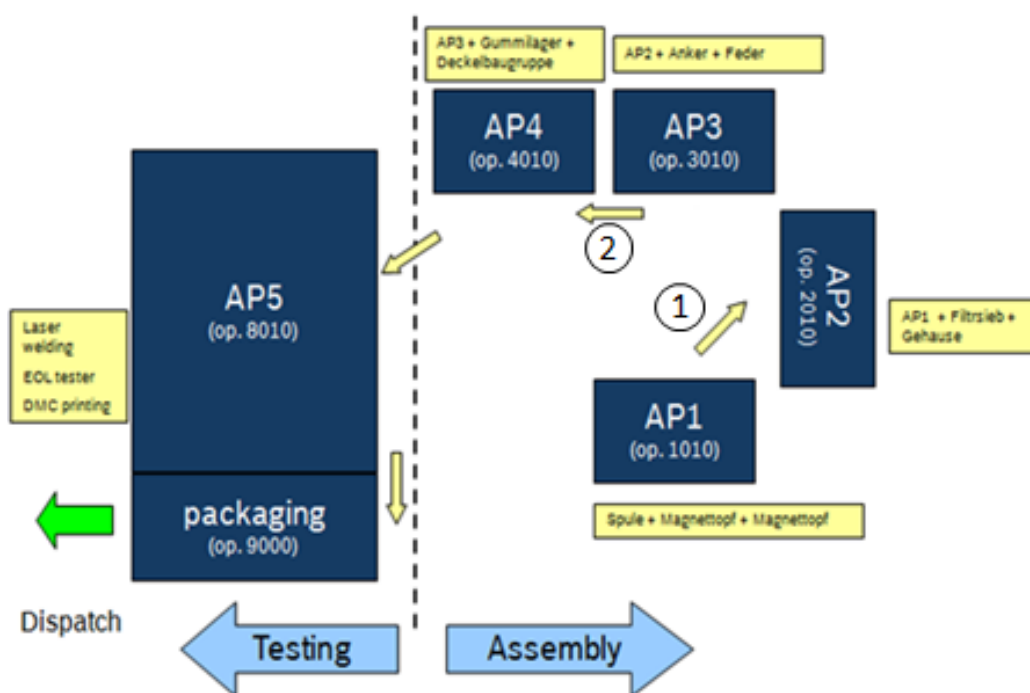
Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE32				Work system		DNOX SM5.x - linka 2			
Target Cycle Time [s]		77,0				Number of loops		2			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	57,0		5,0	57,0	9,0	9,0	2,0	18,0	57,0	57,0
Loop 2	1	62,0			62,0	7,0	11,0	1,0	18,0	62,0	62,0

Obr. 35 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky SM5.x

Hodnocení pro linku SM5.x (Obr. 34) je podobné jako pro předchozí linku PM5.x. Všechna pole kromě jednoho jsou zelená. Zelená pole nevyžadují žádné změny či zásahy ergonomu. Červené pole u druhého pracovníka znamená nesplnění kritérií hodnocení Steh-geh analýzy a je potřeba zásah se změnou pohybu pracovníka. Toto pole udává poměr „chůze“/„chůze a úkrok“. Stejně jako u předchozí linky, tak i u této tento pracovník stráví více času úkroky než chůzí. Dokonce se druhý pracovník nevejde ani do času cyklu linky o 3 sekundy. Ve výpočtech na Obr. 35 je tmavě označen nejvyšší pracovní čas jednoho pracovníka linky SM5.x.

4.1.3 Linka TEV7 na oddělení MOE24 – současný stav

Název linky je opět odvozen od produktu, který je zde vyráběn. Produktem je TEV7 – TankEntlüftungsVentil (ventil pro odvodušnění palivové nádrže), který je zobrazen na Obr. 37. Jedná se o linku, která je pro rok 2013 sestavena z 5 strojů do tvaru „U“. Poslední v řadě je balení. Layout linky pro rok 2013 je na Obr. 36, kde jsou jednotlivé stroje označeny také jako AP s příslušným pořadovým číslem v lince. Linka je obsluhována dvěma pracovníky. První pracovník obsluhuje pracoviště AP1 a AP2. Druhý pracovník obsluhuje pracoviště AP3 a AP4. Pracoviště AP5 a balení jsou automatickou částí této linky. Čas cyklu je 27 s. Čas pohybů jednotlivých pracovníků je v Příloze 11. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy a posouzení kritérií jsou na Obr. 39 a Obr. 40.



Obr. 36 Layout linky TEV7





Obr. 37 Produkt linky TEV7



Obr. 38 Část linky TEV7

Na Obr. 38 je ukázka linky TEV7. Nejedná se o celou linku, ale pouze 4 pracoviště (AP1-4).

Analysis method (L=100%)				 BOSCH
Name	Lohrová			
State / Date	12. 3. 2013			
Calculation				
Ground time without turn body	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute	
16,7	82%	0%	0	
17,0	82%	0%	0	

Obr. 39 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky TEV7

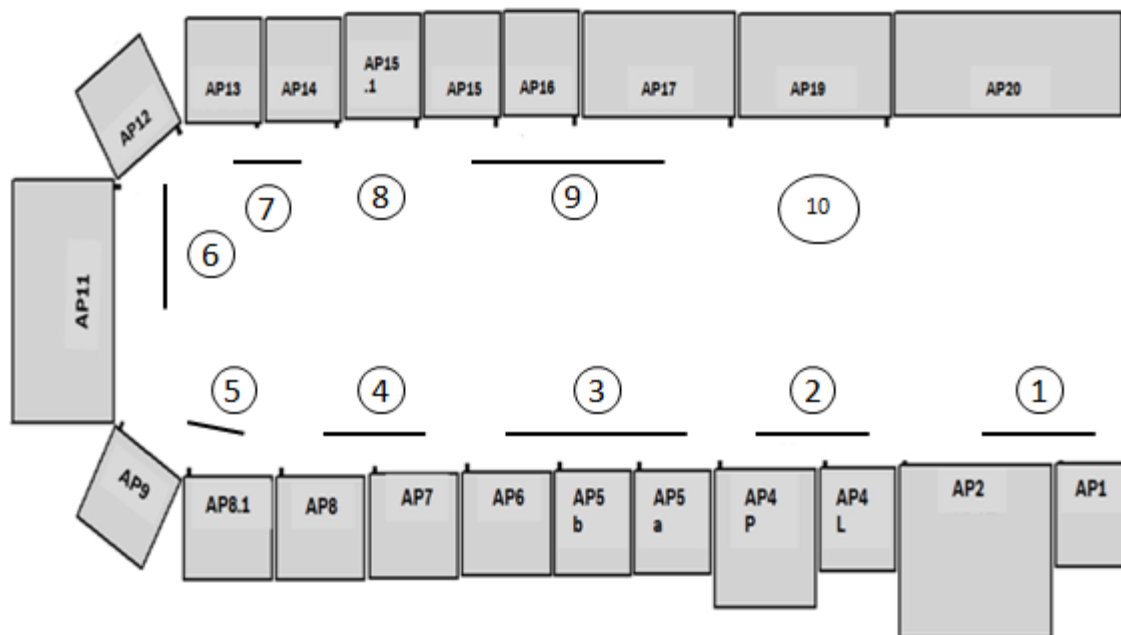
Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE24				Work system		Linka TEV7			
Target Cycle Time [s]		27,0				Number of loops		2			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	13,7		0,3	13,7				3,0	13,7	13,7
Loop 2	1	14,0			14,0				3,0	14,0	14,0

Obr. 40 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky TEV7

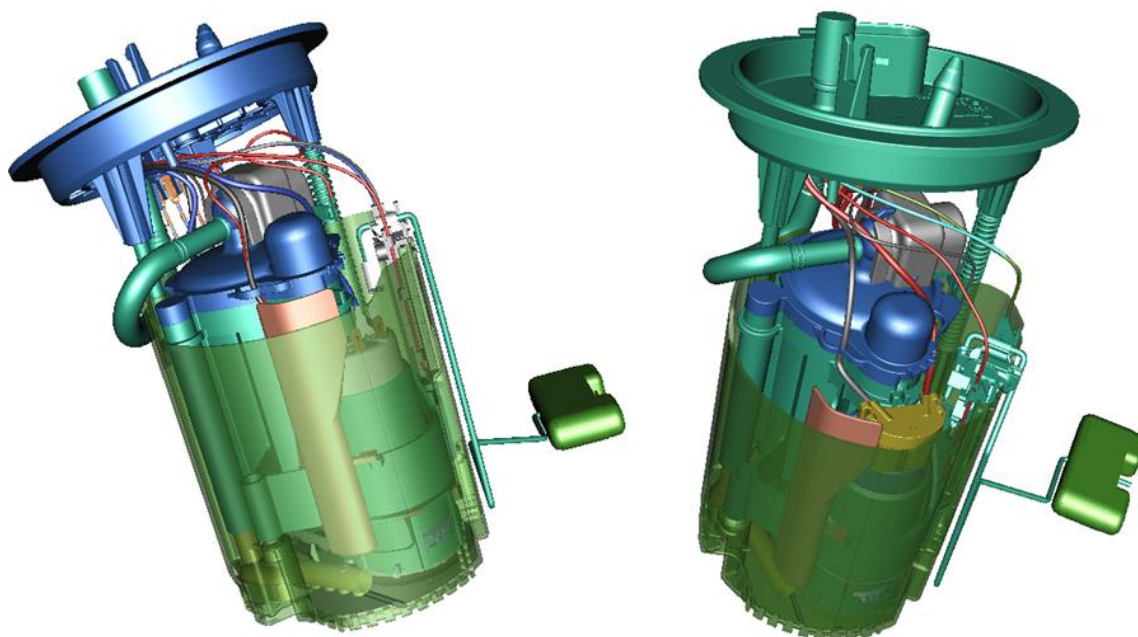
Tato linka je v nevýhodě díky malému počtu pracovišť a nízkému času cyklu. Každý pracovník má na starosti pouze dvě pracoviště. Mezi pracovišti nechodí, vykonávají pouze úkrok. Podle kritérií pro hodnocení Steh-geh analýzy vychází červeně poměr „chůze“/„chůze a úkrok“ stejně jako v předchozích případech s tím, že oba pracovníci vykonávají pouze úkrok a žádnou chůzi. Je tedy potřeba navrhnout změnu. Ostatní kritéria jsou v zelené barvě. Tato kritéria nevyžadují zásah nebo změnu pohybu pracovníka. Nejvyšší pracovní čas jednoho pracovníka této linky je na Obr. 40 vyznačeno tmavou barvou.

4.1.4 Linka XLM CO4 na oddělení MOE16 – současný stav


Linka má také název po svém produktu. Produkt, kterým je nádržový modul, je na Obr. 42. Linka XLM CO4 je sestavena z 21 strojů do tvaru „U“. Layout této linky je na Obr. 41. Zde jsou jednotlivé stroje opět označeny zkratkou AP. Linku obsluhuje 10 pracovníků. První pracovník obsluhuje pracoviště AP1 a AP2, druhý pracovník má na starosti AP4 L a AP4 P, třetí pracovník pak AP5a, AP5b a AP6, čtvrtý pracovník má AP7 a AP8, pátý pracovník má AP8.1 a AP9, šestý pracovník má AP11 a AP12, sedmý pracovník má AP13 a AP14, osmý pracovník má AP15.1, devátý pracovník má AP15, AP16 a AP17 a poslední pracovník obsluhuje AP19. Pracoviště AP20 je konstruován pro balení. Toto pracoviště obsluhuje vedoucí směny. Čas cyklu je 27 s. Čas pohybů jednotlivých pracovníků je v Příloze 12. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy a posouzení kritérií jsou na Obr. 43 a Obr. 44.



Obr. 41 Layout linky XLM CO4



Obr. 42 Produkt linky XLM CO4

Analysis method (L=100%)			
Name	Lohrová		
State / Date	13.12.2013		
Calculation			
Ground time without turn body	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
17,5	77%	100%	6
13,7	78%	100%	6
19,8	80%	100%	9
12,4	58%	100%	6
17,7	89%	100%	6
22,0	86%	100%	6
21,0	90%	100%	6
18,0	100%	#DIV/0!	0
22,9	81%	100%	9
19,0	100%	#DIV/0!	0

Obr. 43 Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy linky XLM CO4

Linka XLM CO4 má jak hodně pracovišť, tak i dostatečné množství obsluhujících pracovníků. Na Obr. 43 jsou vidět čtyři červená pole, která si zaslouží pozornost. Oproti předchozím linkám má linka XLM CO4 problém s prvním a třetím sloupcem výsledného hodnocení. V prvním sloupci je kritériem vztah mezi "Stáním (≥ 4 s)" a "Základním časem bez otáčení těla", které vyšlo červeně u osmého a desátého pracovníka. U těchto pracovníků je to dáno tím, že obsluhují pouze jedno pracoviště a stojí tedy na místě. I proto není vyhodnocen druhý sloupec, který se týká chůze a úkroku. Zavedení změny pro tyto pracovníky je dle hodnocení nutné. Ve třetím sloupci je kritériem otáčení těla. U tohoto kritéria je dáno, že více jak 8 otočení za minutu je pro pracovníka nevhodné. Díky tomuto kritériu je hodnocení třetího a devátého pracovníka červené a je tedy potřeba provést změny ve snížení otáčení mezi přechody k pracovištím. Na Obr. 44 jsou tmavě označeny nejvyšší pracovní časy pracovníka.

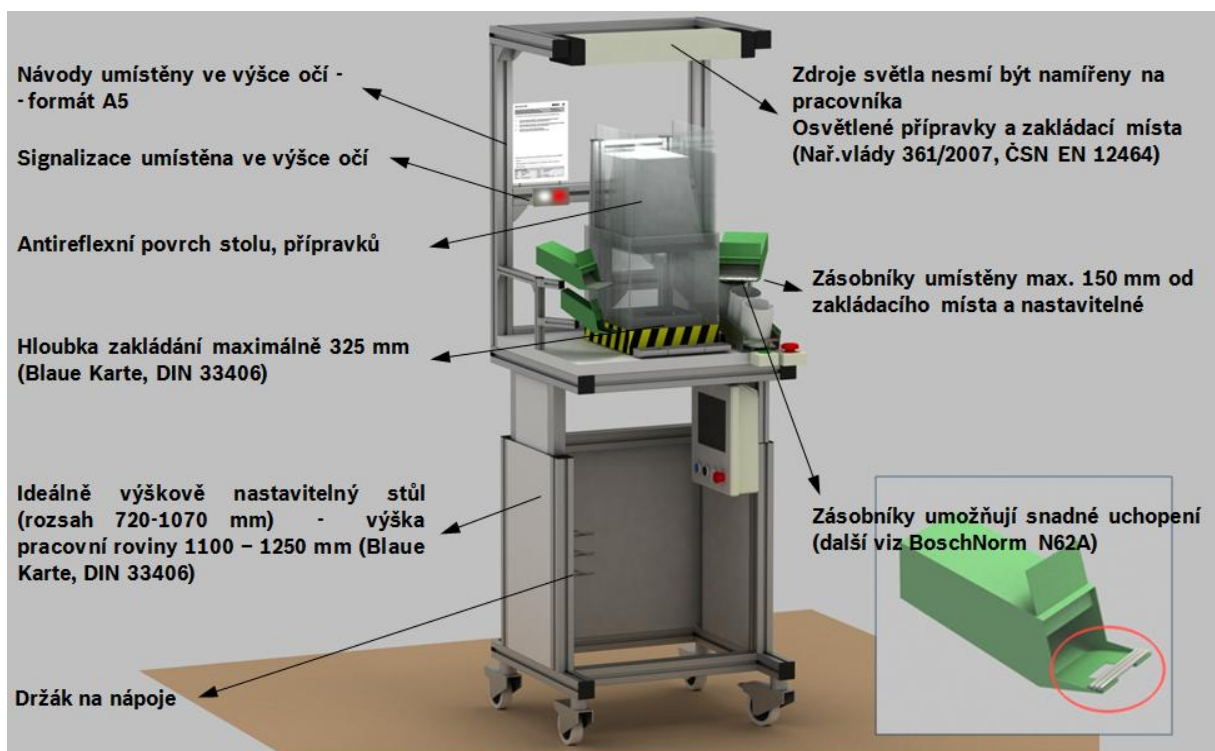
Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Target Cycle Time [s]		27,0				Number of loops		10			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	13,5		5,5	13,5	4,0		2,0	4,0	13,5	13,5
Loop 2	1	10,7		8,3	10,7	3,0		2,0	3,0	10,7	10,7
Loop 3	1	15,8		3,2	15,8	4,0		3,0	4,0	15,8	15,8
Loop 4	1	7,2	3,2	8,6	10,4	2,0		2,0	2,0	10,4	10,4
Loop 5	1	15,7		3,3	15,7	2,0		2,0	2,0	15,7	15,7
Loop 6	1	19,0			19,0	3,0		2,0	3,0	19,0	19,0
Loop 7	1	19,0			19,0	2,0		2,0	2,0	19,0	19,0
Loop 8	1	18,0		1,0	18,0					18,0	18,0
Loop 9	1	18,9		0,1	18,9	4,0		3,0	4,0	18,9	18,9
Loop 10	1	19,0			19,0					19,0	19,0

Obr. 44 Výpočty pro hodnocení Steh-geh analýzy linky XLM CO4

4.2 Zakládací místo pracoviště – současný stav

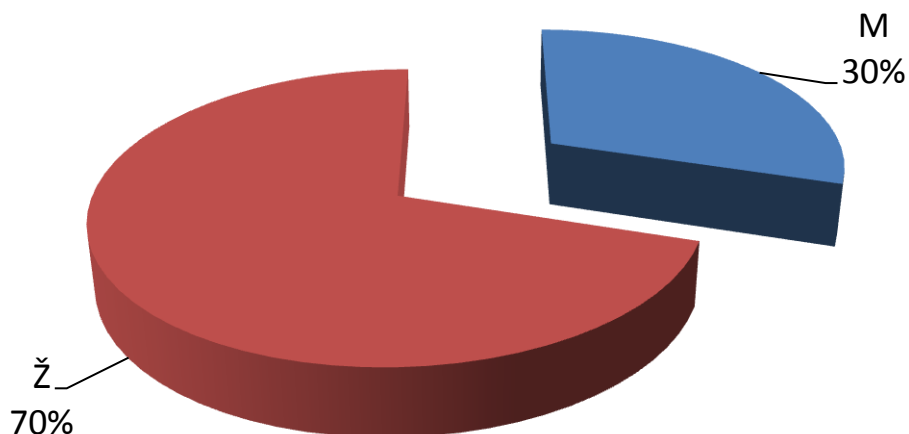
V souvislosti se zakládacím místem pracoviště bude v tomto bodě zaměřena pozornost na jeho výšku. V RBCB je stanovena norma pro výšku zakládacího místa pracoviště v závislosti na druhu práce a výšky pracovníka dle Obr. 15 v kapitole 2. Rozmezí výšky pro ženu pracující ve stoje je podle normy 1000 cm až 1150 cm a pro muže 1100 cm až 1250 cm.

V současné době se veškeré nově objednané nebo objednávané stroje pro stojící obsluhu konstruují na střední pracovní požadavky se zakládací výškou 1150 cm. V některých případech i se zakládací výškou 1250 cm. Výška 1150 cm je dimenzována pro ženy vysoké 172 cm. Výška 1250 cm je dimenzována pro muže vysoké 185,5 cm. Jedná se o nejvyšší možnou výšku stanovenou normou. Vzorové pracoviště, na kterém je vidět pracovní rovina a její výška daná normou spolu s ostatními vzdálenostmi a náležitostmi, které by měly na pracovišti být umístěny, jsou na následujícím obrázku.



Obr. 45 Vzorové pracoviště

Vzorové pracoviště na Obr. 45 má výškově nastavitelný stůl a výškově nastavitelné a otočné zásobníky. Je umístěno v laboratoři a slouží pro simulaci optimálního uspořádání pracoviště. Po provedení průzkumu bylo zjištěno, že se na linkách mnoho takových žen ani mužů, kteří mají tak vysoký percentil, nevyskytuje. Převážně na linkách pracují ženy i muži, kteří jsou menší. Průzkum byl proveden ve třech výrobních halách. Celkem bylo dotázáno 218 pracovníků. Z toho bylo 65 mužů a 153 žen. Předmětem průzkumu bylo zjistit výšku pracovníků spolu s příslušným pohlavím. Všechny tyto zjištěné hodnoty se nacházejí v Příloze 13. Zjištěné výšky jsou udány v centimetrech. V Grafu 1 je znázorněn pohled na procentuální zastoupení mužů a žen pracujících na linkách. Pohlaví rodu mužského je označeno písmenem M a rodu ženského označeno písmenem Ž. Hned na tomto prvním grafu je vidět, že mnohem větší zastoupení mají ženy.

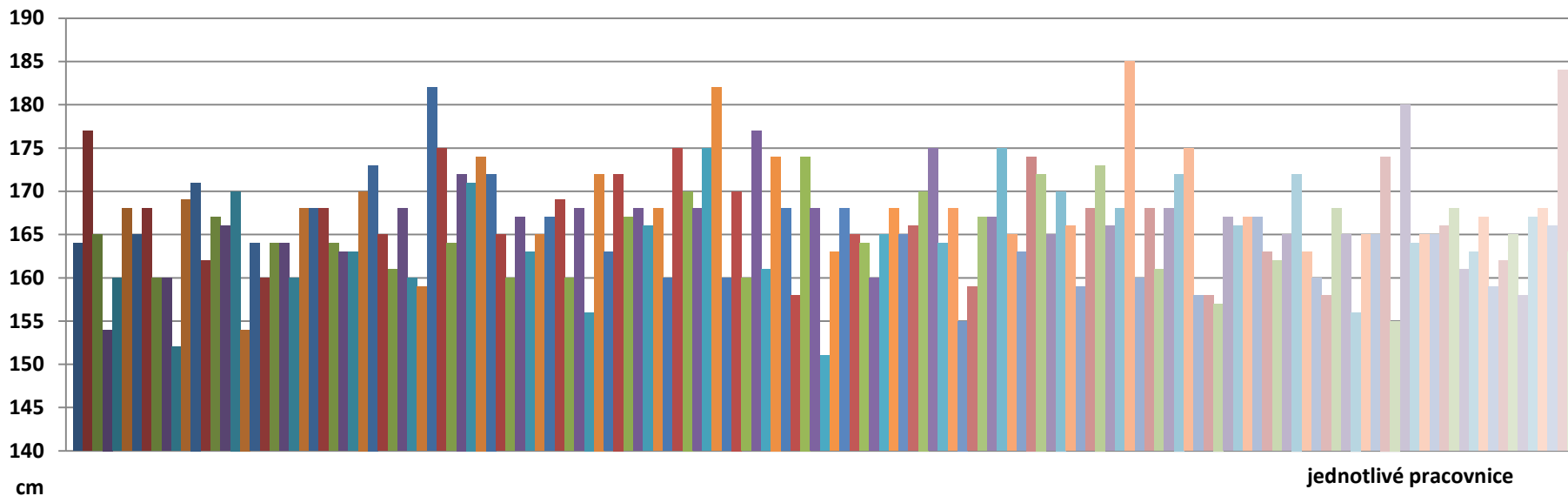


Graf 1 Procentuální zastoupení mužů a žen

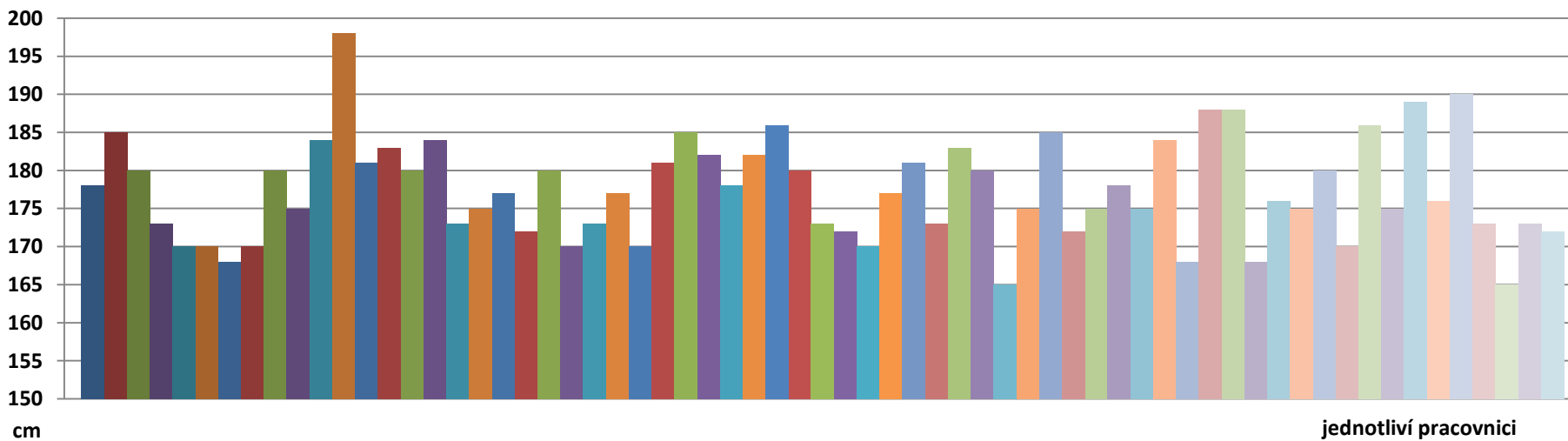
Zjištěné výšky byly řešeny zvlášť pro muže a zvlášť pro ženy s ohledem na rozdílnou výšku základacího místa pro stejný percentil u mužů a u žen. Výšky pracovníků byly velmi různorodé. U žen byla nejmenší žena 151 cm a nejvyšší 185 cm. U mužů nejmenší muž měřil 165 cm a nejvyšší 198 cm. Průměrná výška u žen je 166,0 cm a u mužů 177,4 cm.

Rozptyl zjištěných hodnot je zobrazen ve sloupcovém grafu. Pro ženy je rozptyl výšek na Grafu 2 a pro muže na Grafu 3. Jak je vidět na Grafu 2, tak 95. percentilu (172 cm) na které jsou linky stavěny, moc žen nedosahuje. Rovných 172 cm dosahuje pouze 7 žen ze 153 dotazovaných. Žen, které se svojí výškou pohybují v rozmezí ± 2 cm, je 15. Pohlédne-li se na zbytek výšek, tak méně než 170 cm má 118 žen a 175 cm a více má 13 žen. U mužů záleží na tom, k jakému percentilu se hodnoty přirovnají. Vztáhnou-li se zjištěné hodnoty k 95. percentilu muže (185,5 cm), na které jsou také linky v RBCB stavěny, dosahují výšky 185 cm 3 muži a výšky 186 cm pak muži 2. Vztáhnou-li se hodnoty k 95. percentilu ženy, pak této výšky dosahují 4 muži. Pouze 5 mužů svojí výškou přesahuje 188 cm. V rozmezí od 184 cm – 173 cm se pohybuje 39 mužů a menší než 172 cm je 12 mužů.

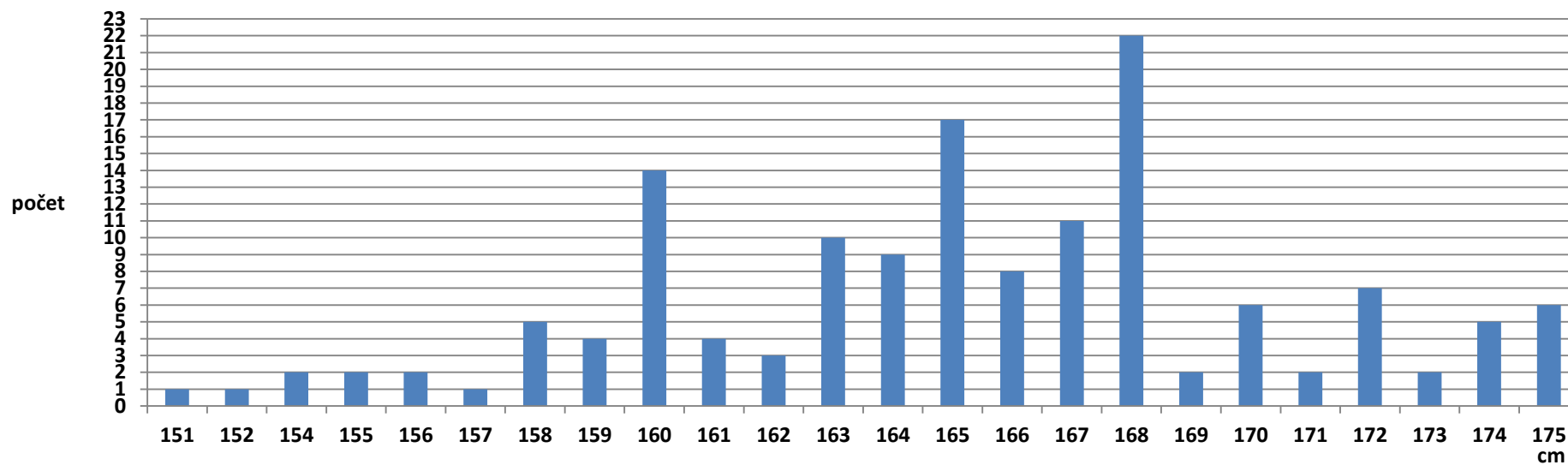
Četnost výskytu jednotlivých výšek je zobrazena na dvou grafech následujících po rozptylu výšek. Na Grafu 4 je tento výskyt zobrazen pro ženy a na Grafu 5 je zobrazen pro muže. Na ose x je zobrazena výška v cm a na ose y je vidět, kolikrát se tato hodnota objevila. U žen je vidět, že největší množství žen je v rozmezí 160 cm až 168 cm. U mužů se pak největší koncentrace výšek pohybuje v rozmezí 170 cm až 180 cm.



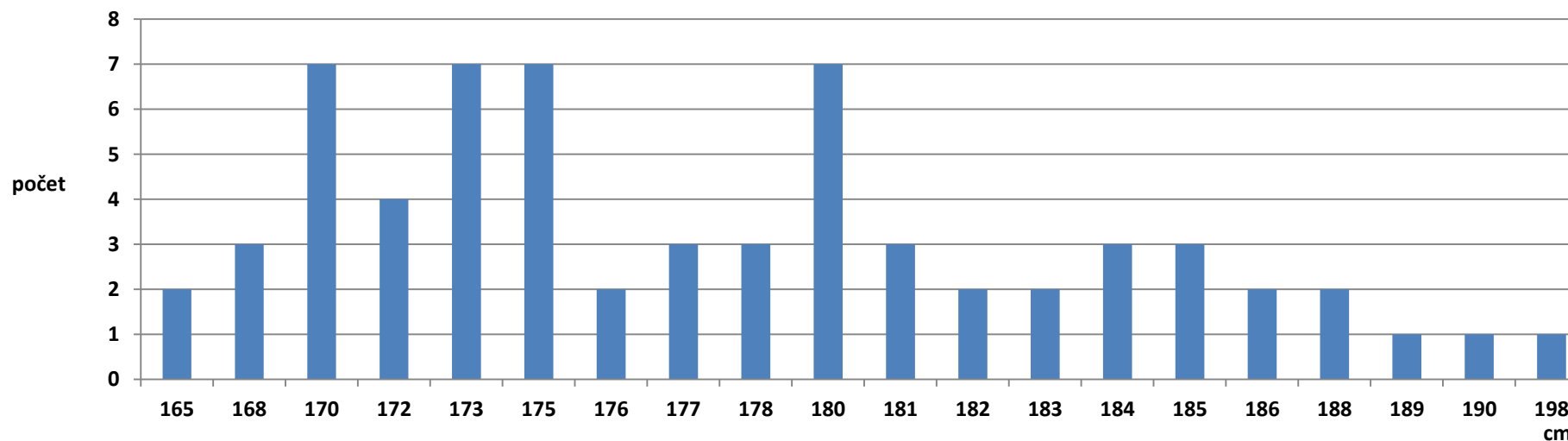
Graf 2 Rozptyl výšek žen



Graf 3 Rozptyl výšek mužů



Graf 4 Výskyt jednotlivých výšek u žen



Graf 5 Výskyt jednotlivých výšek u mužů

4.3 Analýza pohybu logistické obsluhy linek

Pod tímto bodem se ukrývá studie pohybu tzv. Milkrun (zásobovač linek) mezi linkami. Jedná se o zásobování linek potřebnými součástkami ve správném čase. Na základě žádosti centrály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. bylo nutné provést analýzu zatížení zásobovačů s ohledem na vzrůstající nemocnost v oddělení logistiky a nebezpečí vzniku nemoci z povolání. Vybrán byl Milkrun s nejobtížnějším zásobovacím cyklem. Doposud tento problém nebyl monitorován. Požadavek byl vypracován ve spolupráci s oddělením LOG (oddělení logistiky).

Pracovníci ve společnosti RBCB mají pro sledování Milkrun ergonomický software, který používají. Jedná se o software IGEL. Konkrétně se používá metoda BOSCH, která je přímo zaměřena na výpočet zatížení pro logistickou obsluhu linek. Pohyb vybraného pracovníka je brán od skladu, kde naloží součástky uložené v příslušných obalech, přes 1. až po 6. zastávku a cestu zpět do skladu, kterou musí absolvovat. K vyhodnocení této metody je potřeba znát určitá data. Při zadávání dat na úvodní stránce, která je ukázána na Obr. 46, jsou nutná osobní data pracovníka jako tělesná váha, výška, věk a pohlaví, dále pracovní doba, která je v tomto případě 450 minut (povinná přestávka 30 minut není zahrnuta) a v neposlední řadě také hraniční hodnoty, které jsou dány nařízením vlády č. 361/2007 Sb. Za povšimnutí na Obr. 46 také stojí celkový čas činnosti pracovníka, který je po zadání veškerých hodnot 445,4 min, tudíž má ještě po absolvování své směny 4,6 minuty na odpočinek.

Pracoviště: Vlak č.1 -

Umístění:	České Budějovice
Závod:	RBCB
Budova:	
Výrobní oblast:	LOG
Dílna:	
Datum:	21.02.2013
Analytik:	Lohrová M.
Popis:	

Souhrnná data analýzy

Čas

Pracovní doba	450 Min
Celkový čas činnosti	445.4 Min
Využitý čas činnosti	445.4 Min

Hraniční hodnoty

Kumulovaná zátěž za směnu	10000 kg Limit
výdeje energie pro ženy	23.7 kJ/min Limit
výdeje energie pro muže	34.5 kJ/min

Osobní data

Váha těla	70 kg
Výška těla	175 cm
Věk	30 let
Pohlaví	Muž

Obr. 46 Zadání metody BOSCH

Další data, která určují zatížení pracovníka, jsou vidět v Tab. 8. Pracovník tuto stejnou cestu absolvuje 20x za směnu.

Místo	Čas nakládání (vykládání) celkový	Ohýbá se?	Celkově naloženo (vyloženo) (kg)	Nejnižší výška odběru (cm)	Nejvyšší výška odložení (cm)	Čas strávený na cestě (na vozíku)	Kolikrát za směnu?
Sklad-naložení			224				20
1. zastávka	2,42	Ano	43	30	120	46	
2. zastávka	1,39	Ano	26,5	60	60	150	
3. zastávka	1,49	Ano	29,62	17	17	10	
4. zastávka	1,2	Ano	12,06	17	17	11	
5. zastávka	1,14	Ano	30,86	150	17	9	
6. zastávka	2,36	Ano	82,28	30	150	10	

Tab. 8 Data pohybu Milkrun

Zjištěné a naměřené hodnoty byly postupně zadány do softwaru IGEL. Výsledné vyhodnocení naložení vlaku ve skladu je na Obr. 47. Vyhodnocení zahrnuje i cestu na 1. zastávku. Zatížení pracovníka jednotlivými obaly, které byly ve skladu naloženy spolu s cestou, se nachází v Příloze 14. Celkové hodnocení této činnosti je v zelené barvě, což znamená nízké riziko. Potřeba na změnu není požadovaná.

Činnost: 0-Naložení vlaku ve skladu

Datum: 21.02.2013

Analytik: Lohrová M.

Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činností



Nízké riziko - doporučeno.

Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	0	0 Fmax
Využití energie celkem	14.22	34.35 kJ/činnost
Využití energie kJ/min		4.91 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 47 Výsledné vyhodnocení naložení vlaku ve skladu

Po naložení vlaku ve skladu následovala cesta pracovníka k 1. zastávce na trase. Zde pracovník vyložil tři obaly na svá místa. Na Obr. 48 je vyhodnocení této zastávky spolu s cestou na 2. zastávku. Cesta a působení zatížení těchto tří obalů na pracovníka se nachází v Příloze 15. Hodnocení 1. zastávky se nachází opět v zelené barvě. Tudíž není potřeba žádná změna.

Činnost: 1-1.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činností



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	0	0 Fmax
Využití energie celkem	10.94	13.1 kJ/činnost
Využití energie kJ/min		3.78 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 48 Výsledné vyhodnocení 1. zastávky

Na následující 2. zastávce pracovník vyložil také tři obaly na svá místa. Na Obr. 49 je vyhodnocení vykládání na zastávce a cesta k zastávce 3. V Příloze 16 je působení zatížení vyložených obalů na pracovníka a cesta k další zastávce. Tato zastávka má také zelené vyhodnocení s nízkým rizikem a bez potřeby náprav.

Činnost: 2-2.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činností



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	0	0 Fmax
Využití energie celkem	7.85	11.24 kJ/činnost
Využití energie kJ/min		2.71 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 49 Výsledné vyhodnocení 2. zastávky

Další zastávkou je 3. zastávka. Pracovník při tomto zastavení vyloží opět tři obaly. Zatížení jejich působením na pracovníka spolu s cestou na další zastávku je v Příloze 17. Vyhodnocení vykládání je na Obr. 50. Nízké riziko a zelená barva znamená pro tuto zastávku dobré vyhodnocení. Nápravy nejsou potřeba.

Činnost: 3-3.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činností



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	34.25	1.37 Fmax
Využití energie celkem	11.93	8.15 kJ/činnost
Využití energie kJ/min		4.12 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 50 Výsledné vyhodnocení 3. zastávky

Po vyložení obalů na 3. zastávce následuje 4. zastávka, kde jsou vyloženy další tři obaly na svá místa. Výsledné vyhodnocení zastávky a cesty na následující zastávku je na Obr. 51. Působení obalů na pracovníka při této zastávce je v Příloze 18. Vyhodnocení 4. zastávky je rovněž zelené bez potřeby náprav.

Činnost 4-4.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činností



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	28	1.12 Fmax
Využití energie celkem	12.75	6.64 kJ/činnost
Využití energie kJ/min		4.4 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 51 Výsledné vyhodnocení 4. zastávky

Předposlední 5. zastávka vyžaduje stejně jako předchozí zastávky vyložení tří obalů. Na Obr. 52 je výsledné vyhodnocení 5. zastávky. Zjišťované zatížení pracovníka spolu s cestou na poslední zastávku je v Příloze 19. Zhodnocení této zastávky se nachází opět v zelené barvě.

Činnost: 5-5.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činnosti



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	0	0 Fmax
Využití energie celkem	22.38	10.58 kJ/Cinnost
Využití energie kJ/min		7.72 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 52 Výsledné vyhodnocení 5. zastávky

U poslední 6. zastávky je potřeba vyložit pět obalů. V Příloze 20 se nachází zatížení pracovníky vykládanými obaly s cestou zpět do skladu pro naložení dalších obalů. Vyhodnocení poslední zastávky je na Obr. 53. I poslední hodnocení vyšlo zcela v pořádku v zelené barvě.

Činnost: 6-6.zastávka

Datum: 21.02.2013
Analytik: Lohrová M.
Popis:

Data činnosti

Počet činností za směnu 20

Analýza činnosti



Nízké riziko - doporučeno.
Maximální zatížení je nižší než 85%.

	Zatížení v %	
Zatížení páteře	0	0 Fmax
Využití energie celkem	20.59	19.82 kJ/Cinnost
Využití energie kJ/min		7.1 kJ/min
Odpočinek		0 Min

Obr. 53 Výsledné vyhodnocení 6. zastávky

Jednotlivá hodnocení každé vykonané zastávky byla vyhodnocena jako nízké riziko. Jedná se ovšem o trasu, která byla vykonána pouze jednou. Pracovník tuto trasu absolvuje během směny celkem 20x. Nejdůležitější je závěrečné hodnocení celé směny pracovníka. Zde se počítá kumulovaná zátěž pracovníka během celé jeho směny. Pokud je maximální zatížení pod 85 %, pak je hodnocení pracovníka zelené s nízkým rizikem a doporučeno. Jestliže maximální zatížení leží mezi 85 % a 100 %, je zátěž vyhodnocena s možným rizikem, které je nedoporučováno a na zvážení ergonomů. Maximální zatížení, které je nad 100 %, je nepřijatelné. Celkové vyhodnocení pracovníka je na Obr. 54. Kumulovaná zátěž pracovníka je 88,2 %. Analýza pohybu vybraného pracovníka vyšla ve žluté barvě, protože maximální zatížení lehce přesáhlo hranici 85 % a je tedy na zvážení ergonomů, jestli budou zavedeny nějaké změny pro zlepšení.

Analýza činností



Možné riziko – nedoporučeno.
Maximální zatížení leží mezi 85% a 100%.

	Zatížení v %	
Kumulovaná zátěž	88.2	8820 kg
Zatížení páteře	34.25	1.37 Fmax
Využití energie celkem	13.44	2087.03
Využití energie kJ/min		4.64 kJ/min
Kompenzační čas		0 Min

Počet za směnu	Činnost	Využití energie v kJ/činnost	Využití energie v	Zatížení páteře	Kompenzační čas
20	0-Naložení vlaku ve skladu	34.35	687	0	0
20	1-1.zastávka	13.1	262	0	0
20	2-2.zastávka	11.24	224.8	0	0
20	3-3.zastávka	8.15	163	1	0
20	4-4.zastávka	6.64	132.8	1	0
20	5-5.zastávka	10.58	211.6	0	0
20	6-6.zastávka	19.82	396.4	0	0

Obr. 54 Celkové výsledné vyhodnocení pracovníka

5. Vyhodnocení analýz a doporučení

Po provedení analýz bylo zjištěno, že návrhy na zlepšení jsou nezbytné. U Steh-geh analýzy je potřeba provést návrhy pohybů pracovníků, u kterých byla dle analýzy červená pole. Pro linku PM5.x, SM5.x a TEV7 je nutno zlepšit poměr „chůze“/„chůze a úkrok“ u jednoho z obsluhujících pracovníků a u linky XLM CO4 je potřeba u dvou pracovníků zlepšit vztah mezi "Stáním (≥ 4 s)" a "Základním časem bez otáčení těla". Bude nutno jim přidělit práci i na jiných pracovištích, aby se tento ukazatel zlepšil. Ještě u této linky byl problém pro dva pracovníky s množstvím otočení těla. Tento ukazatel je potřeba snížit minimálně o jedno otočení pro oba pracovníky.

Pokud se jedná o výšku zakládacího místa pracoviště, bylo dle průzkumu zjištěno, že výšky, na kterou jsou pracoviště v současné době konstruovány, moc pracovníků nedosahuje. U žen je největší koncentrace výšek v rozmezí 160 cm až 168 cm a u mužů se největší koncentrace pohybuje v rozmezí 170 cm až 180 cm. Současná výška zakládacího místa je vyhovující spíše pro muže než pro ženy, kterých na linkách pracuje více.

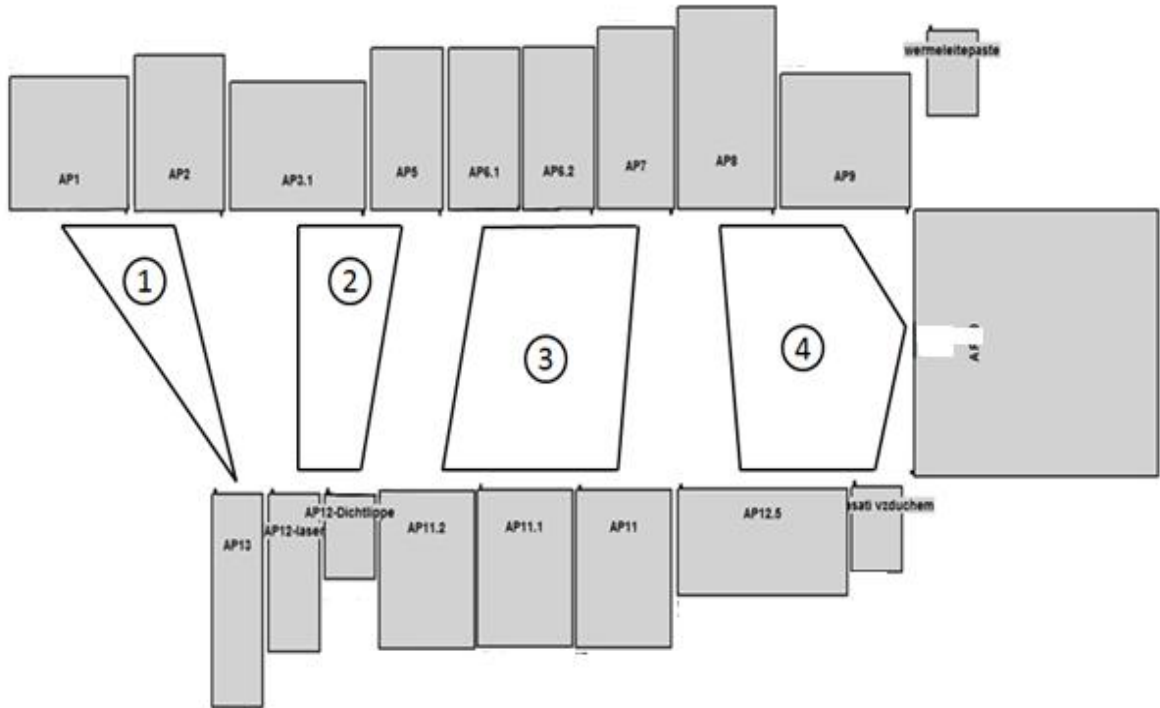
Výsledné hodnocení analýzy pohybu logistické obsluhy podle ergonomického softwaru IGEL vyšlo ve žluté barvě s možným rizikem. Kumulovaná zátěž pracovníka během jeho směny je 8820 kg, což je 88,2 %. Hranice mezi nízkým a možným rizikem je 85 %. Zjištěná zátěž přesahuje hranici o 3,2 %. Dle vyjádření ergonomů není potřeba změna.

5.1 Steh-geh analýza – doporučení

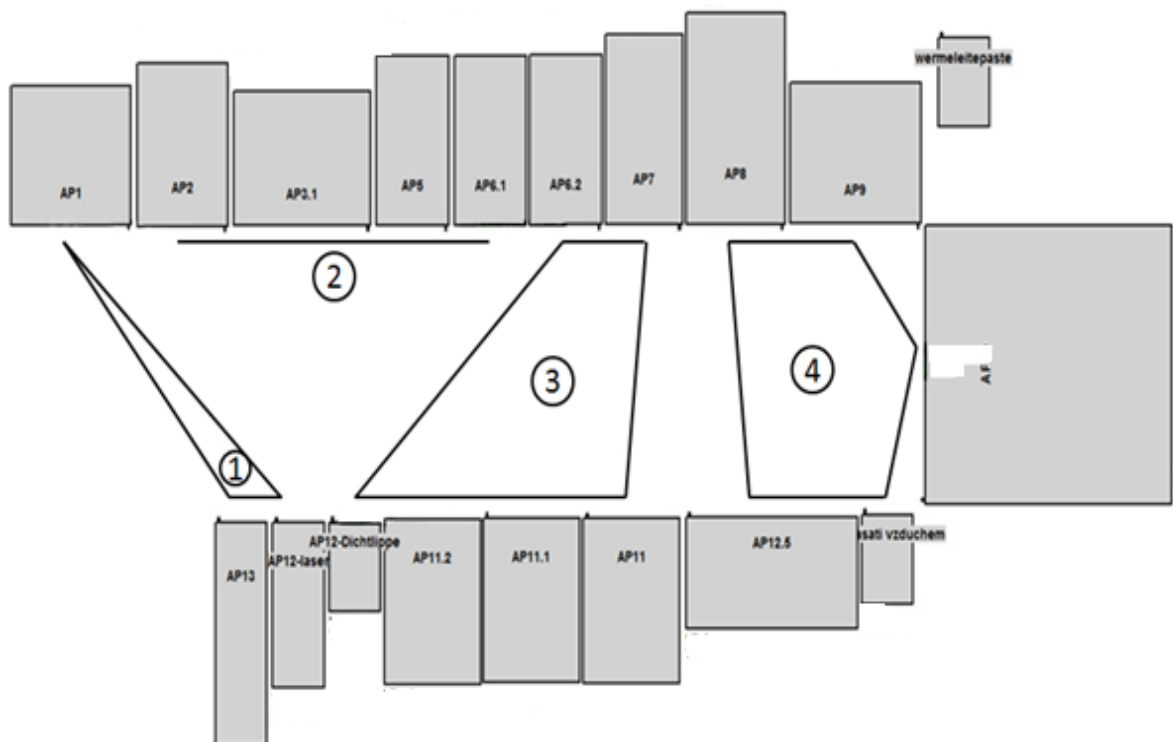
Jelikož analýza všech vybraných linek ukázala, že je potřeba navrhnout opatření, aby se pohyb pracovníků mezi jednotlivými pracovišti vyrovnal, zlepšil a co nejvíce jim pohybově vyhovoval, je nutno provést opatření a navrhnout změny. Tyto změny se týkají rozmístění pracovníků nebo změny layoutu linky. Díky změně pohybu pracovníků by se měl zlepšit jejich zdravotní stav. Neměl by se tudíž vyskytovat tak často problém se zády či nohama. Změna layoutu je finančně nenáročná. Jelikož jsou stroje stavěny na kolečkách, pouze se změni jejich pozice.

5.1.1 Linka PM5.x na oddělení MOE32 – doporučení

Z provedených analýz u této linky bylo zjištěno, že poslední pracovník má nevyhovující poměr chůze a úkroku. Ve všech variantách byla provedena změna rozmístění pracovníků. Z těchto navržených variant byly vybrány dvě. Pro obsluhu jim byla přidělena jiná pracoviště. Navržené varianty vyšly zeleně, tudíž není žádný problém s chůzí, úkroky či otáčením těla. Rozdíl ve variantách je takový, že v první variantě mají pracovníci vyvážený čas, kdy čekají, až dopracují stroje a ve druhé variantě mají pracovníci vyvážené časy obsluhy přidělených strojů. Nově navržený pohyb pracovníků pro první variantu je na Obr. 55 a pro druhou variantu na Obr. 56, kde pracoviště AP11, AP11.1 a AP11.2 se bere jako jedno pracoviště se šesti hnízdy, která jsou obsluhována pouze tehdy, když jsou prázdná, nikoli všechna postupně najednou. Srovnání dvou navržených variant a současné varianty spolu s celkovým časem, který obsluha přidělených pracovišť pracovníkům zabere, je na Obr. 57. V prvním sloupci se nachází čas pracovníka, který stráví obsluhou přidělených pracovišť. Ve druhém sloupci pak je celkový čas pracovníka strávený prací i přesunem mezi jednotlivými pracovišti. Zbylé sloupce jsou hodnocení podle již zmíněných kritérií. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy spolu s pohyby jednotlivých pracovníků jsou v Příloze 21.



Obr. 55 Rozmístění pracovníků linky PM5.x - první varianta



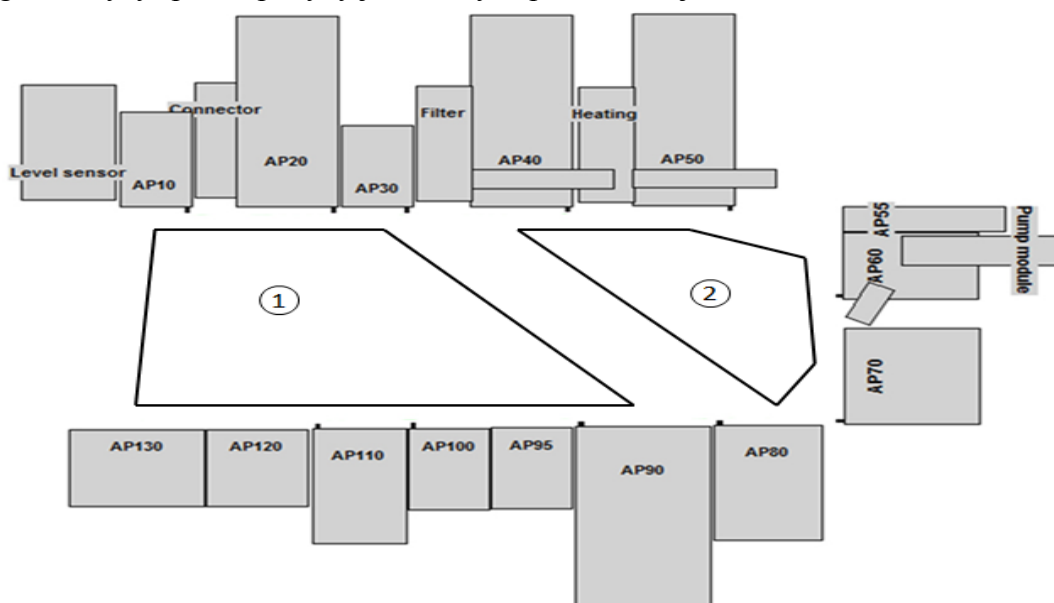
Obr. 56 Rozmístění pracovníků linky PM5.x- druhá varianta

Calculation – the current version				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing \geq 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
27,0	39,0	69%	50%	2
24,0	40,0	60%	50%	2
17,0	32,0	53%	67%	3
37,0	44,0	84%	43%	2
Calculation – the first variant				
36,0	44,5	81%	76%	3
28,0	37,5	75%	63%	3
19,0	28,5	67%	68%	3
22,0	33,0	67%	82%	7
Calculation – the second variant				
32,0	41,0	78%	83%	4
25,0	34,5	72%	84%	6
26,0	36,5	71%	86%	6
22,0	33,0	67%	82%	8

Obr. 57 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky PM5.x

5.1.2 Linka SM5.x na oddělení MOE32 – doporučení

Linka SM5.x má pouze dva obsluhující pracovníky a 13 strojů k obsluze. V současném stavu má druhý pracovník červené pole, kvůli kterému se navrhuje jiné rozložení pracovníků na této lince. Z mnoha vytvořených variant vyšla pouze jedna jako vyhovující. Je to dáno počtem obsluhujících pracovníků, počtem strojů a strojními časy. Při zkoumání ostatních variant vyšlo vždy alespoň jedno pole jako nevyhovující. Navržená varianta zahrnuje pouze změnu obsluhujících pracovišť, které mají pracovníci na starosti. Layout nové varianty je na Obr. 58. Následné srovnání navržené varianty se současnou ukazuje Obr. 59. Výsledné hodnocení Steh-geh analýzy spolu s pohyby jednotlivých pracovníků jsou v Příloze 22.



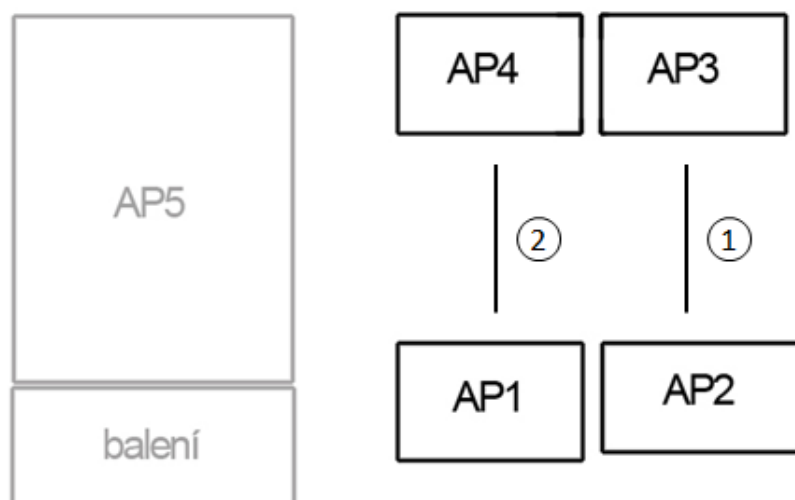
Obr. 58 Rozmístění pracovníků linky SM5.x - navržená varianta

Calculation – the current version				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing \geq 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
57,0	75,0	76%	50%	2
62,0	80,0	78%	39%	1
Calculation – proposed variant				
58,0	76,0	76%	50%	3
61,0	72,5	84%	87%	4

Obr. 59 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky SM5.x

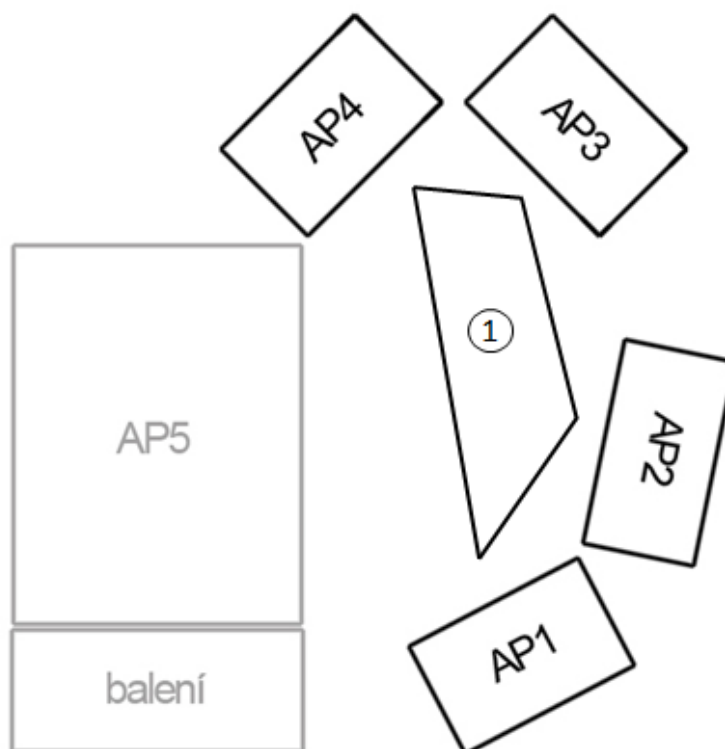
5.1.3 Linka TEV7 na oddělení MOE24 – doporučení

Tato linka je na tom obdobně jako předchozí linka SM5.x. Také má dva pracovníky, ale pro změnu má málo pracovišť. Jelikož má tato linka málo pracovišť, tak se nabízela změna layoutu. Dle současně vytvořeného layoutu pracovníci vykonávali pouze úkroky, což je nevyhovující. Při rozmisťování pracovišť se také musel brát ohled na plochu, která je pro toto pracoviště vymezena. Plocha pro linku TEV 7 včetně supermarketů (mezisklad součástí u linky) je 125 m². Plocha, kterou zabírají pracoviště je cca 50 m². Po vytváření možných variant se podařilo dát dohromady alespoň dvě varianty. Při obou byl pozměněn layout. První varianta je pro dva pracovníky, kteří se vejdu do času cyklu linky. Layout první varianty je na Obr. 60.



Obr. 60 Layout linky TEV7 varianty se dvěma pracovníky

Druhá varianta byla navržena pro jednoho pracovníka, který obsluhuje všechny pracoviště. Layout této varianty je na Obr. 61. Steh-geh analýza sice vyšla jako vyhovující, ale bohužel se tato varianta nevešla do času cyklu. Čas cyklu pro jednoho pracovníka je 36,7 a je tedy přesážen o 9,7 s. Je tedy na uvážení příslušného technologa, zda chce potřebný objem produkce vyrobit se dvěma pracovníky během jedné směny, nebo využít pracovníka jednoho, který by požadované množství vyrobil za 1,3 směny (0,3 směny = 2 hodiny a 15 minut). Při použití jednoho pracovníka by na ročních nákladech za mzdu bylo ušetřeno 321 300 Kč. Pro určení této částky se vycházelo z potřebného objemu produkce a ročních nákladů na pracovníka. Současná varianta srovnaná se dvěma navrženými variantami je na Obr. 62. Následné výsledné hodnocení Steh-geh analýzy s pohyby jednotlivých pracovníků jsou v Příloze 23.



Obr. 61 Layout linky TEV7 varianty s jedním pracovníkem

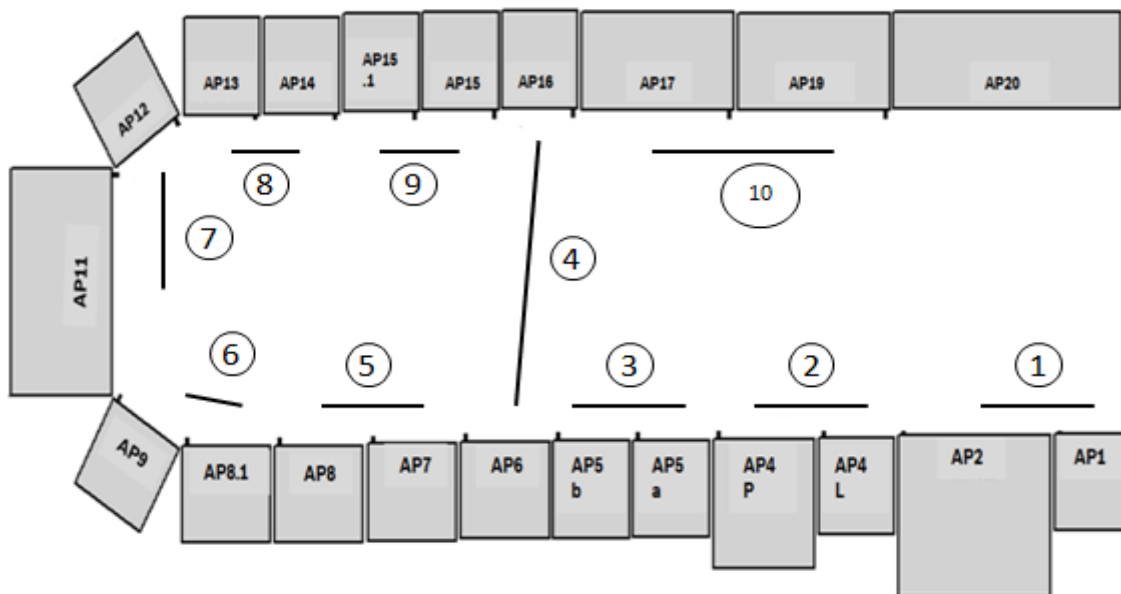
Calculation – the current version				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing \geq 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
13,7	16,7	82%	0%	0
14,0	17,0	82%	0%	0
Calculation – the first variant				
12,0	16,0	75%	100%	8
15,7	19,7	80%	100%	8
Calculation – the second variant				
27,7	36,7	75%	67%	4

Obr. 62 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky TEV7

5.1.4 Linka XLM CO4 na oddělení MOE16 – doporučení

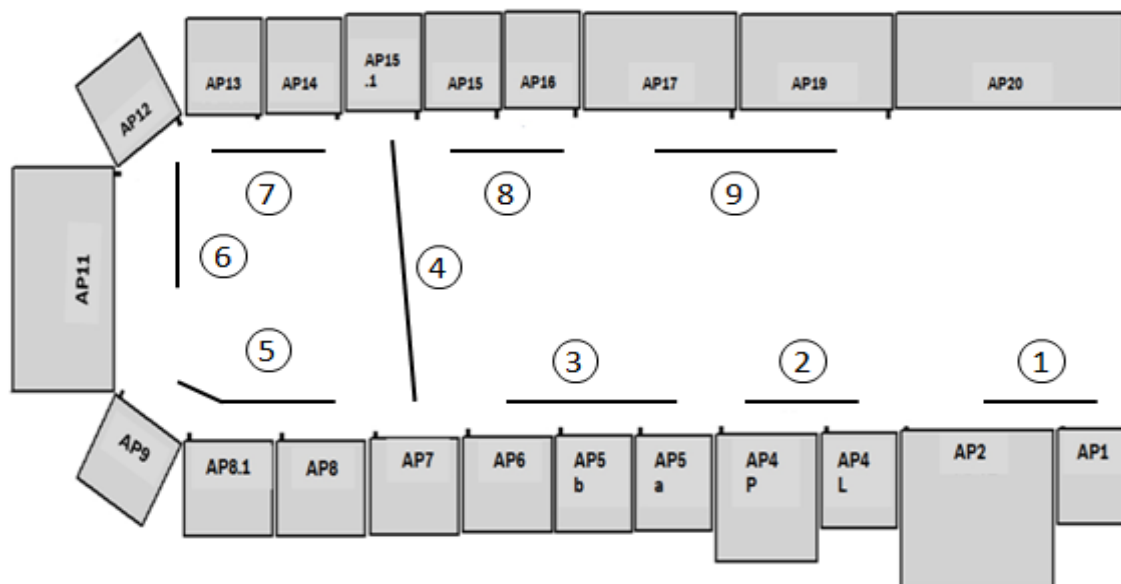
Po provedení analýzy současného stavu měla tato linka největší počet pracovníků, u kterých je jejich pohyb nevyhovující. Dva pracovníci mají vysoký počet otočení, který vykonají za minutu a dva pracovníci díky stání u jednoho pracoviště mají špatný poměr "Stáním (\geq 4 s)" a "Základním časem bez otáčení těla". Vzhledem k velkému počtu pracovišť nebylo možné změnit layout. Rozmístění pracovníků se nabízela jako jediná možnost. Zlepšení Steh-geh analýzy bylo díky vyšším strojním časům u některých pracovišť obtížné. V současném stavu mají dva pracovníci přiděleno jedno pracoviště, u kterého pouze stojí. Další dva pracovníci otočí svým tělem 9x a podle Steh-geh analýzy je možné otočení max. 8x, aby byla obsluha pro pracovníka bez rizika. Při navrhování variant sehrály roli strojní časy, jak již bylo

zmíněno. Vybrána byla varianta, která sice vyšla jako vyhovující, ale nevešla se do času cyklu. Pracovník obsluhující AP15.1 a AP 15 překročil svým časem obsluhy pracoviště a potřebnými pohyby čas cyklu o 1 s. Tato varianta má nejvyšší překročení času cyklu. Layout této varianty je na Obr. 63.



Obr. 63 Layout linky XLM CO4 s deseti pracovníky

Druhá navrhovaná varianta je pro devět pracovníků. Varianta vyšla také jako vyhovující, ale opět byl překročen čas cyklu. Tentokrát pouze o 0,2 s. Tato varianta ušetří jednoho pracovníka, což znamená pro oddělení 400 000 Kč za rok. Rozmístění pracovníků je na Obr. 64. Shrnutí navrhovaných variant se současnou variantou je na Obr. 65. Výsledné vyhodnocení s pohyby jednotlivých pracovníků jsou v Příloze 24.



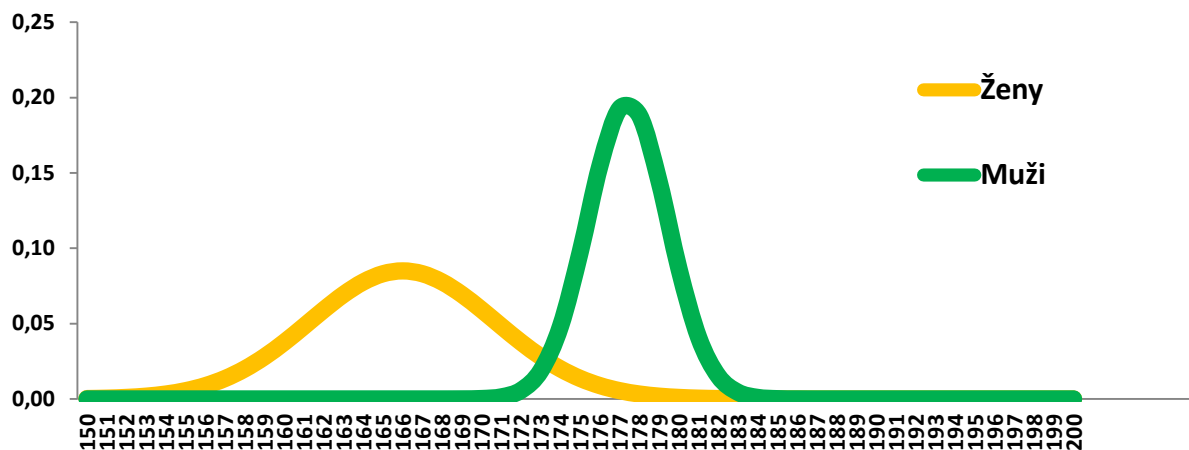
Obr. 64 Layout linky XLM CO4 pro devět pracovníků

Calculation – the current version				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
13,5	17,5	77%	100%	6
10,7	13,7	78%	100%	6
15,8	19,8	80%	100%	9
10,4	12,4	58%	100%	6
15,7	17,7	89%	100%	6
19,0	22,0	86%	100%	6
19,0	21,0	90%	100%	6
18,0	18,0	100%	#DIV/0!	0
17,0	21,0	81%	100%	9
19,0	19,0	100%	#DIV/0!	0
Calculation – the first variant				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
13,5	17,5	77%	100%	5
10,7	13,7	78%	100%	5
10,6	12,6	84%	100%	5
11,2	18,2	62%	100%	5
10,4	13,4	54%	100%	5
15,7	18,7	84%	100%	5
19,0	22,0	86%	100%	5
19,0	21,0	90%	100%	5
25,0	28,0	89%	100%	5
23,0	27,0	85%	100%	5
Calculation – the second variant				
Working time of worker	Working time of worker with movements	Proportion of "Standing ≥ 4 s" to "Ground time without turn body"	Proportion "Walking" to "Walking and side step"	Quantity of turn body per minute
13,5	17,5	77%	100%	5
10,7	13,7	78%	100%	5
15,8	20,8	76%	100%	8
21,2	27,2	66%	100%	5
22,9	25,9	88%	100%	5
19,0	22,0	86%	100%	5
19,0	21,0	90%	100%	5
13,0	15,0	87%	100%	5
23,0	27,0	85%	100%	5

Obr. 65 Srovnání navržených variant s celkovým časem obsluhy pracovišť linky XLM CO4

5.2 Zakládací místo pracoviště - doporučení

Ze zjištěných hodnot pomocí průzkumu pracovníků na linkách byla vytvořena Gaussova křivka pro ženy i pro muže. Tyto křivky jsou na Grafu 6. Žlutá křivka ukazuje normální rozdělení výšek žen a zelená výšek mužů. Z grafu lze také vyčíst rozptýlenost hodnot. U mužů je vidět, že mají stabilnější výšku bez většího rozptýlení. U žen je rozptýlenost těchto výšek větší - ženy mají vyšší i nižší výšku vzdálenější od průměrné výšky.

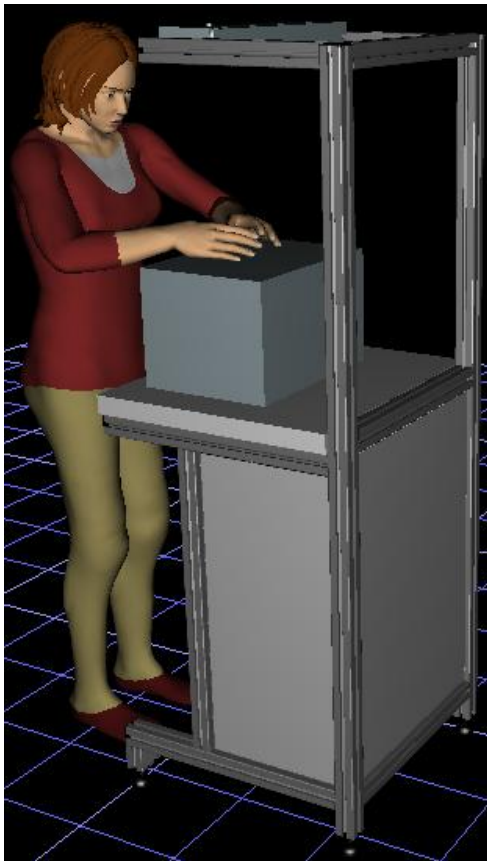


Graf 6 Gaussova křivka normálního rozdělení výšek pro muže a ženy

U této analýzy jsou navržena dvě doporučení. Jedním z nich je požadavek na výškově nastavitelný stůl při zadávání konstrukce dodavatelům. Tento stůl stojí 30 000 Kč a unese max. 300 kg. Druhou možností je snížení výšky zakládacího místa oproti současné. Pro ženy je navrženo snížení výšky na 1100 mm z 1150 mm a pro muže 1180 mm z 1250 mm. Pomocí ergonomického softwaru Jack byla provedena analýza RULA pro zatížení horních končetin zvlášť pro muže a zvlášť pro ženy jak se stávající výškou, tak s výškou navrženou. Analýza se zaměřuje na dvě části. Držení těla skupina A a skupina B. Do skupiny A patří hodnocení nadloktí (upper arm), spodního ramene (lower arm), zápěstí (wrist) a kroucení zápěstí (wrist twist). Druhá skupina B zahrnuje krk (neck), trup (trunk). Každá skupina má své skóre. Celkové vyhodnocení analýzy je výsledek sloučení skóre skupiny A a skupiny B.

Analýza RULA pro průměrnou výšku ženy 166 cm a současnou výšku zakládacího místa 1150 cm je na Obr. 66. Analýza RULA pro průměrnou výšku ženy 166 cm a navrženou výšku zakládacího místa 1100 mm je na Obr. 67. Výška zakládacího místa byla snížena o 50 mm s ohledem na interní předpisy a zjištěný rozptyl výšek pracovníků, které pracují na linkách. Celkové vyhodnocení pro obě varianty vyšlo stejně. Výsledkem je hodnocení skórem 3, které patří do 2. kategorie vyhodnocení. Tato kategorie určuje další možné požadavky na změny. Oproti současné variantě se podařilo snížit zatížení nadloktí o jedno skóre ze 4 na 3. Čím nižší skóre, tím je menší riziko a nižší požadavky na změnu.

U průměrného muže 177,4 cm a současné výšky zakládacího místa 1250 mm je provedena analýza RULA na Obr. 68. Navržená snížená výška zakládacího místa 1180 mm pro stejně vysokého muže je na Obr. 69. Navržené snížení je o 70 mm také s ohledem na interní předpisy a zjištěné výšky pracovníků. V tomto případě vyšlo celkové vyhodnocení také stejné pro obě varianty. Tak jako u žen, i u mužů vyšlo celkové hodnocení skórem 3 a tím i umístěním ve 2. kategorii. U navržené varianty se podařilo snížit zatížení zápěstí o jedno skóre ze 2 na 1, čímž se snížilo celkové hodnocení skupiny A ze skóre 4 na skóre 3. Na celkovém vyhodnocení analýzy RULA se stejně jako u žen nemění.



Job Title:	Žena, stůl 1150 mm	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	

Body Group A Posture Rating

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

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Body Group B Posture Rating

Neck:	1
Trunk:	1
Total:	1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

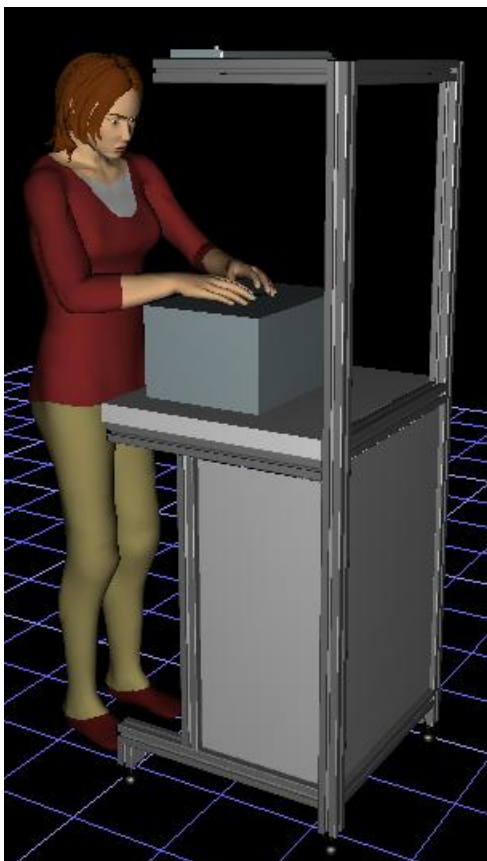
Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Obr. 66 Analýza RULA pro ženu a výšku zakládacího místa 1150 mm



Job Title:	Žena, stůl 1100 mm	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	

Body Group A Posture Rating

Upper arm:	3
Lower arm:	2
Wrist:	2
Wrist Twist:	1
Total:	4

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Body Group B Posture Rating

Neck:	1
Trunk:	1
Total:	1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

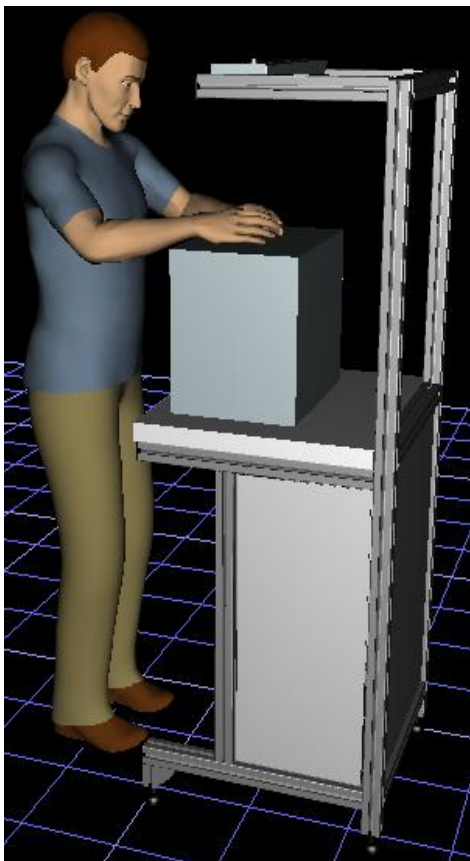
Legs and Feet Rating

Seated, Legs and feet well supported. Weight even.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Obr. 67 Analýza RULA pro ženu a výšku zakládacího místa 1100 mm



Job Title:	Muž, stůl 1250 mm	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 3
Lower arm: 2
Wrist: 2
Wrist Twist: 1
Total: 4

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
Trunk: 1
Total: 1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

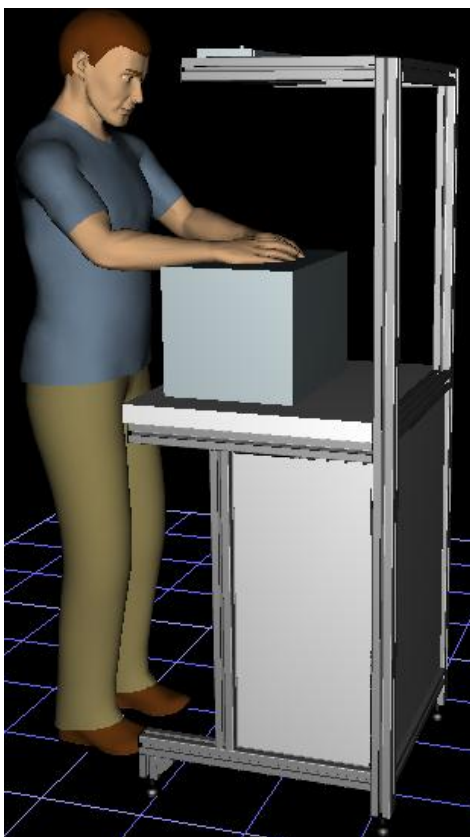
Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Obr. 68 Analýza RULA pro muže a výšku zakládacího místa 1250 mm



Job Title:	Muž, stůl 1180 mm	Job Number:	
Location:		Analyst:	
Comments:		Date:	

Body Group A Posture Rating

Upper arm: 3
Lower arm: 2
Wrist: 1
Wrist Twist: 1
Total: 3

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load
Arms: Not supported

Body Group B Posture Rating

Neck: 1
Trunk: 1
Total: 1

Muscle Use: Normal, no extreme use
Force/Load: < 2 kg intermittent load

Legs and Feet Rating

Standing, weight even. Room for weight changes.

Grand Score: 3

Action: Further investigation needed. Changes may be required.

Obr. 69 Analýza RULA pro muže a výšku zakládacího místa 1180 mm

5.3 Ekonomické a mimoekonomické zhodnocení

Zaměření této diplomové práce je na ergonomii montážních a výrobních linek. Ekonomické zhodnocení proto nelze provést ze všech provedených analýz.

U Steh-geh analýzy pro linky PM5.x a SM5.x byla provedena jen změna pohybu obsluhujících pracovníků. Tato změna nepřinese ekonomické zhodnocení. Cílem bylo zlepšit poměr „chůze“/„chůze a úkrok“. Tento cíl byl splněn a pracovník by tak měl mít menší zdravotní potíže týkající se jeho nohou a zad. U linky TEV7 se jednalo o problém se stejným poměrem. Při jedné variantě byla navržena změna layoutu, která není finančně nákladná a také změna pohybu pracovníků. Druhá varianta byla navržena pro jednoho pracovníka. S jedním pracovníkem by byl splněn stejný objem výroby jako při dvou během 1 směny, 2 hodin a 15 minut. Na tomto pracovníkovi by oddělení za rok ušetřilo 321 300 Kč. Linka XLM CO4 má také dvě varianty s jiným počtem pracovníků. První varianta tvořená pro deset pracovníků je zlepšena pouze změnou pohybu pracovníků. U druhé varianty byl odebrán jeden pracovník, na kterém by oddělení za rok ušetřilo 400 000 Kč.

Při řešení výšky zakládacího místa bylo navrženo snížení této výšky pro nově konstruované pracoviště. Těmito navrženými výškami zakládacího místa se alespoň částečně sníží zatížení některých částí těla obsluhujících pracovníků. Další možností je dávat při konstrukci požadavek na výškově nastavitelný stůl. Tento stůl stojí 30 000 Kč, ale unese pouze omezenou váhu, kterou je 300 kg.

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo popsání a analyzování ergonomie montážních a výrobních linek. V prvních dvou kapitolách byl popsán teoretický základ této problematiky spolu se současným stavem ve společnosti RBCB, kde byla tato práce vypracována. Ve společnosti se problematika ergonomie bere velmi vážně.

Společnost mi zadala provedení tří různých analýz ergonomie montážních a výrobních linek. První analýzou byla Steh-geh analýza, která se zabývá pohybem pracovníků mezi pracovišti, která jim jsou přidělena. Pro tuto analýzu byly vybrány čtyři linky – linka PM5.x na oddělení MOE32, linka SM5.x na oddělení MOE32, linka TEV7 na oddělení MOE24 a linka XLM CO4 na oddělení MOE16. Po zanalyzování současného stavu jsem zjistila, že je potřeba navrhnout opatření pro všechny linky, jelikož v každé lince byl minimálně jeden pracovník, který měl nevyhovující jedno z požadovaných kritérií. Pro linku PM5.x jsem navrhla dvě varianty řešení. U každé jsem navrhla jiné rozmístění pracovníků a přidělila jim jiná pracoviště. Jednu navrženou variantu, která vyšla jako vyhovující, jsem navrhla pro linku SM5.x. Varianta je založena opět na změně rozmístění pracovníků. Linka TEV7 měla nevyhovující jedno z požadovaných kritérií u obou pracovníků, kteří tuto linku obsluhují. Jelikož má tato linka málo pracovišť, navrhla jsem změnu layoutu. První varianta byla se zachováním dvou pracovníků. U druhé varianty jsem opět pozměnila layout a ubrala jednoho pracovníka. Za tohoto pracovníka oddělení MOE24 ušetří za rok 321 300 Kč. Poslední linka XLM CO4 měla nejvíce pracovníků, kteří měli nevyhovující jedno ze tří kritérií. Z důvodu velkého počtu pracovišť nebyla změna layoutu možná, proto jsem změnila rozmístění pracovníků. Jedna z variant byla založena na současných deseti pracovnících a u té druhé byl snížen počet o jednoho pracovníka na devět. Za tohoto jednoho pracovníka oddělení MOE16 ušetří za rok 400 000 Kč. Všechny navržené varianty byly vyhovující.

Druhá analýza byla věnována výšce zakládacího místa. U této analýzy jsem udělala průzkum mezi pracovníky na linkách ve třech pracovních halách během jedné směny. Z hodnot jsem zjistila, že současná výška je pro pracovníky, pracující v současné době na lince, příliš vysoko. Navrhla jsem snížení zakládací výšky u mužů z 1250 mm na 1180 mm a u žen z 1150 mm na 1100 mm. U všech těchto výšek jsem provedla analýzu RULA v ergonomickém softwaru Jack od společnosti Siemens. Podle této metody se snížení výšky zlepšilo zatížení alespoň jedné části těla u mužů i u žen, které bylo hodnoceno. Další možnosti, kterou se dá tento problém řešit, je výškově nastavitelný stůl, který stojí 30 000 Kč. Tento stůl má nosnost 300 kg.

Poslední zadanou analýzu jsem řešila ve spolupráci s oddělením logistiky. Jednalo se o analýzu pohybu logistické obsluhy linek. Tuto analýzu jsem vyhodnotila pomocí ergonomického softwaru IGEL, který je používán ve společnosti RBCB. Pomocí softwaru jsem provedla analýzu poté, co jsem zadala veškeré potřebné hodnoty a zjištěné informace. Hodnocení průběžné cesty této obsluhy mi vyšla jako vyhovující s nízkým rizikem, ale celkový pohled na cestu, kterou pracovník obsluhuje, mi vyšla s možným rizikem.

Hlavní cíl této diplomové práce byl splněn. Po provedení analýz jsem navrhla potřebná opatření a návrhy na zlepšení. Tyto návrhy by měly pomoci pracovníkům ke zmírnění zatížení některých částí těla a zlepšení jejich pohybu.

Použitá literatura

1. Publikace na internetu

- [1] BUREŠ, M.: Ergonomie, přednáška k předmětu ŘOP, 2012
- [2] POKORNÁ, V.: Výběr z přednášek, přednášky k předmětu EE, 2012
- [4] BUREŠ, M.: Ergonomie pracovišť, přednáška k předmětu ŘOP, 2012
- [8] BUREŠ, M.: Manipulace s břemeny, přednáška k předmětu ŘOP, 2012
- [9] Www.eazk.cz. Mikroklimatické podmínky na pracovištích [online]. 22.6.2012 [cit. 2012-11-05]. Dostupné z: <http://www.eazk.cz/mikroklima-na-pracovisti/>
- [10] BUREŠ, M.: Ergonomie - prostředí, přednáška k předmětu ŘOP, 2012
- [11] Www.meteostanice.cz. *Bezkontaktní infra teploměr - pistolový* [online]. 2012 [cit. 2012-11-06]. Dostupné z: <http://www.meteostanice.cz/zbozi/3993/Bezkontaktni-infra-teplomer---pistolovy.htm>
- [12] Cs.wikipedia.org. *Vlhkost vzduchu - Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-11-06]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhkost_vzduchu
- [13] Www.e-pristroje.cz. *Digitální vlhkoměry kontrolní* [online]. 2012 [cit. 2012-11-06]. Dostupné z: <http://www.e-pristroje.cz/vlhkomery-kontrolni.html>
- [14] Www.szu.cz. *Mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí pracovišť, SZÚ* [online]. 14.11.2007 [cit. 2012-11-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/mikroklimaticke-podminky-vnitriho-prostredi-pracovist>
- [15] Www.jps.cz. *Žárové termoanemometry* [online]. 2012 [cit. 2012-11-07]. Dostupné z: <http://www.jsp.cz/cz/sortiment/kimo/vt-100-zarove-termoanemometry.html>
- [16] Cs.wikipedia.org. *Stroboskopický jev - Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-11-09]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Stroboskopick%C3%BD_jev
- [17] Www.ges.cz. *Digitální luxmetr MS-1300* [online]. 2012 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: <http://www.ges.cz/cz/digitalni-luxmetr-ms-1300-GES07313152.html>
- [18] Cs.wikipedia.org. *Hluk - Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hluk>
- [19] Www.osunios.cz. *Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* [online]. 15.12.2011 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: <http://www.osunios.cz/ochrana-zdravi-pred-nepriznivymi-ucinky-hluku-a-vibraci.html>
- [20] Www.tipa.eu. *Hlukoměr SL-50* [online]. 2012 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: <http://www.tipa.eu/cz/hlukomer-sl-50/d-117349/>
- [21] O firmě Bosch v Česku. Robert Bosch České Budějovice [online]. 2010 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://www.bosch.cz/content/language1/html/2977.htm>
- [23] BUREŠ, M.: Ergonomické metody a analýzy, přednáška k předmětu ŘOP, 2012
- [24] Tvorba a optimalizace pracoviště – cvičení, Ing. Marek Bureš, PhD., Plzeň 2012

2. Knižní publikace

- [3] MAREK, Ing. Jakub a RNDr. Mgr. Petr SKŘEHOT. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6
- [5] KRÁL, Ing. Miroslav. *Ergonomie a její využití v technické praxi II*. Ostrava: Alexandr Vávra - VAVA, 1998. ISBN 80-86168-04-2
- [6] ČSN EN ISO 6385. *Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů*. Praha: Český normalizační institut, 2004
- [7] HLÁVKOVÁ, MUDr. Jana a Mgr. Alena VALEČKOVÁ. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha: Národní referenční pracoviště, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4
- [22] INTERNÍ DOKUMENTACE společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. České Budějovice
- [25] M.ŠIMON, A.Miller, L.Čechová, Z.Černý. *Logistika a DP*. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-13-2

Přílohy k diplomové práci

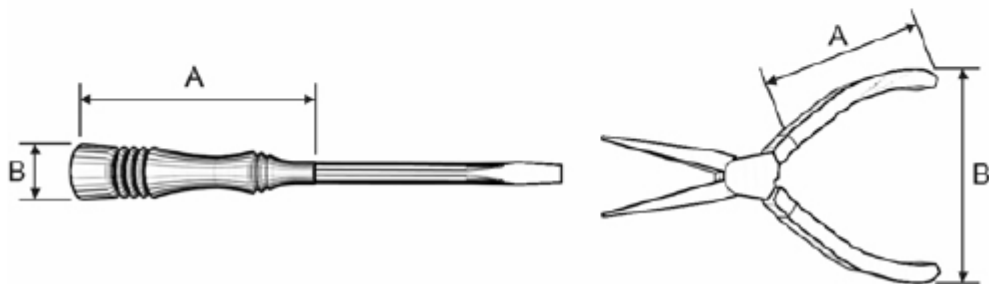
PŘÍLOHA 1 – Design pracovního nástroje a výběrová kritéria

Název práce: _____

Datum: _____ Identifikace pracovního místa: _____

Stanoviště: _____ Směnnost: _____

Kritéria	Rozsah	Změřeno	Přijatelný
A. Délka držadla			
Holý	dop. 13 cm min. 10 cm	_____	ano – ne
Navléknutý	dop. 14 cm min. 11 cm	_____	ano – ne
B. Rozměr držadla			
Silný úchop	dop. 3,8 cm min. 3 cm max. 4,6 cm	_____	ano – ne
Jemný úchop	dop. 1 cm min. 0,8 cm max. 1,3 cm	_____	ano – ne
C. Rozpětí držadla			
	dop. 7,6 cm min. 5,1 cm max. 10 cm	_____	ano – ne
E. Hmotnost nástroje			
Silný úchop	dop. 1,1 kg	_____	ano – ne
Jemný úchop	dop. 0,45 kg	_____	ano – ne



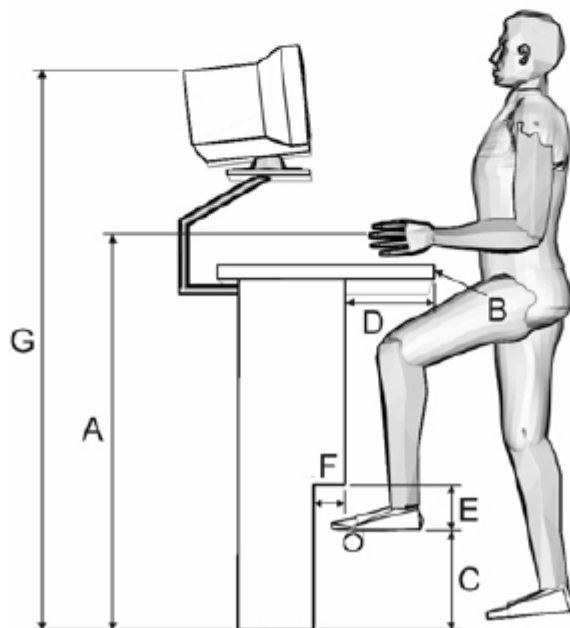
PŘÍLOHA 2 – Rozměrová kritéria pro pracovní polohu vstoje

Název práce: _____

Datum: _____ Identifikace pracovního místa: _____

Stanoviště: _____ Směnnost: _____

Kritéria	Doporuč. rozměry	Výsledky měření	Přijatelné
A. Výška rukou			
přesná práce	94–127 cm	_____	ano – ne
lehká montáž	84–107 cm	_____	ano – ne
těžká práce	71–107 cm	_____	ano – ne
B. Zaoblené hrany			
pracovní desky	2 mm poloměr	_____	ano – ne
C. Výška nožní podpěry			
	15 cm	_____	ano – ne
D. Prostor pro kolena			
	13 cm	_____	ano – ne
E. Výška mezery pro nohy			
	15 cm	_____	ano – ne
F. Hloubka mezery pro nohy			
	15 cm	_____	ano – ne
G. Výška horní hrany			
displeje	fixní 137 cm	_____	ano – ne

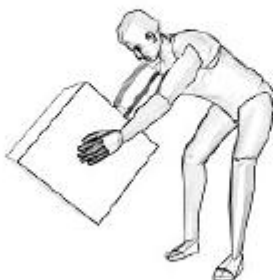


PŘÍLOHA 3 – Checklist – pracovní poloha

Trup

Je práce prováděna s trupem:

- | | | |
|----------------------------------|-----|----|
| • v předklonu | ano | ne |
| • v rotaci | ano | ne |
| • v kombinaci předklonu a rotace | ano | ne |



Hlava a krk

Je práce prováděna s hlavou a krkem:

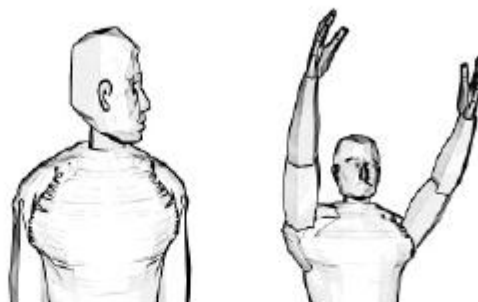
- | | | |
|------------------------|-----|----|
| • v předklonu | ano | ne |
| • v záklonu | ano | ne |
| • v úklonu | ano | ne |
| • v rotaci | ano | ne |
| • v předklonu a rotaci | ano | ne |



Paže a ramena

Je práce prováděna:

- | | | |
|-----------------------------|-----|----|
| • bez podpory paží | ano | ne |
| • s pažemi nad výškou ramen | ano | ne |
| • s vybočením lokte | ano | ne |
| • v zapažení | ano | ne |



Lokty a ramena

Jsou při práci vykonávány:

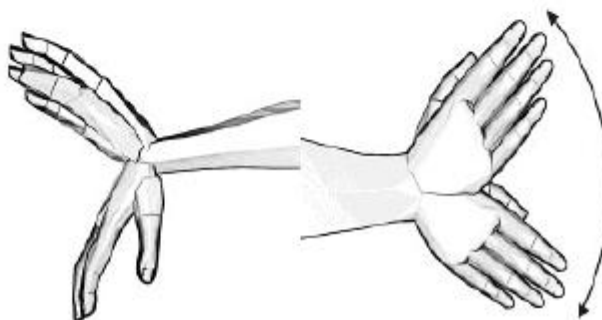
- | | | |
|-------------------------------------|-----|----|
| • rotační pohyby v lokti | ano | ne |
| • rotační pohyby s ohnutým zápěstím | ano | ne |



Zápěstí a ruka

Je práce spojena s:

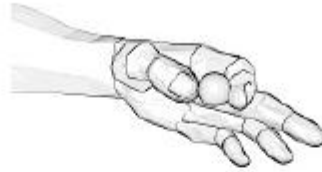
- | | | |
|---|-----|----|
| • flexí a extenzí zápěstí | ano | ne |
| • ulnární nebo radiální dukcí | ano | ne |
| • nataženými prsty spojenými s flexí nebo extenzí zápěstí | ano | ne |



Ruka a prsty

Je při práci potřebné používat

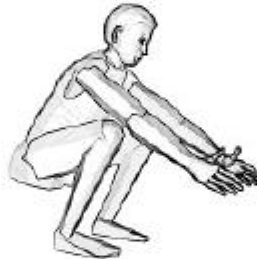
- | | | |
|-------------------------|-----|----|
| • špetku | ano | ne |
| • velké rozevření dlaně | ano | ne |



Dolní končetiny a nohy

Jsou tyto polohy opakovaně zaujímány:

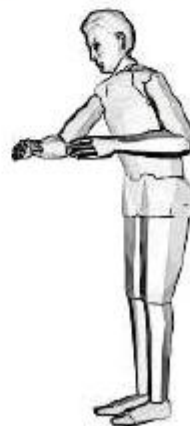
- | | | |
|--|-----|----|
| • Trvalý klek nebo dřep | ano | ne |
| • Skákání | ano | ne |
| • Pěchování (silové sešlapávání) | ano | ne |
| • Používání nožního pedálu při poloze vstoje | ano | ne |



Ostatní polohy

Je při práci dlouhodobě aplikován:

- | | | |
|---|-----|----|
| • Dlouhodobý statický stoj | ano | ne |
| • Statická poloha vsedě | ano | ne |
| • Statická poloha vsedě bez opěry zad a nožní opěry | ano | ne |

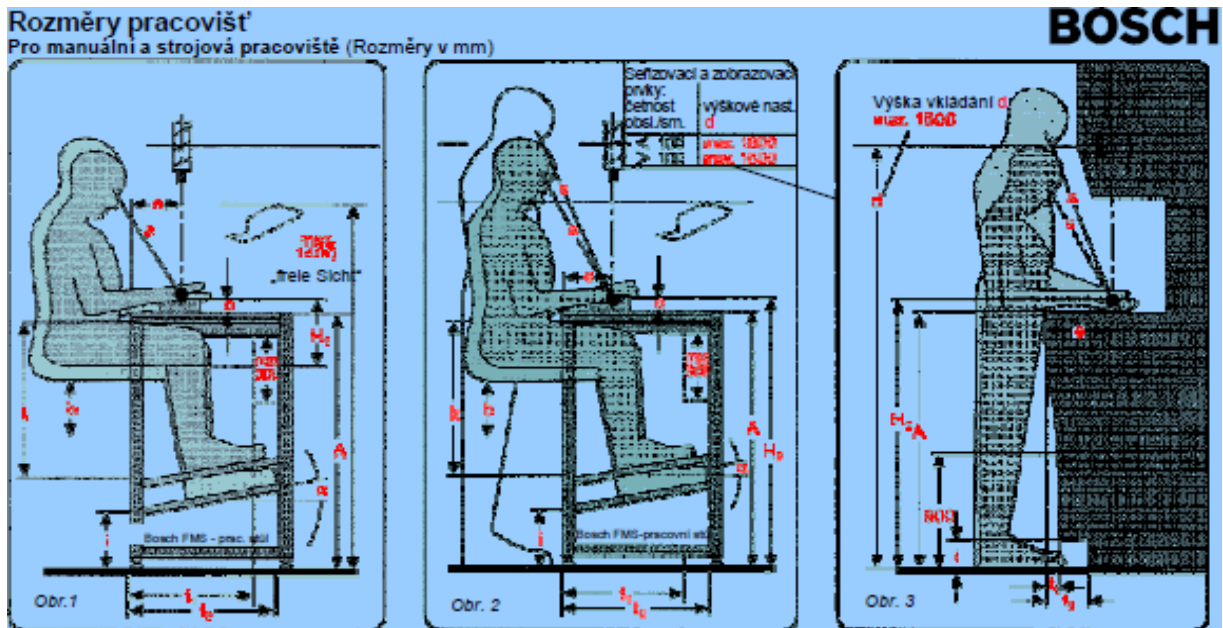


PŘÍLOHA 4 – Checklist: Základní principy uspořádání pracovního místa

(odpověď ne značí problém)

- a) Umožňuje pracovní místo individuální uspořádání pro malé i velké zaměstnance?
ano ne
- b) Je materiál a nářadí umístěno před pracovníky, aby byly redukovány rotační pohyby trupu?
ano ne
- c) Poskytuje pracovní místo dostatek prostoru pro pohyb těla?
ano ne
- d) Je na maximální možnou míru omezena statická zátěž, fixní pracovní poloha, úkoly, při kterých musí pracovník dlouho nebo dlouhou dobu:
- provádět hluboké předklony nebo úklony trupu
 - dlouhodobě držet horní končetiny ve výrazné flexi nebo extenzi
 - předklánět hlavu více než 15°
 - stát na jedné končetině
 - provádět práce ve výšce nebo nad výškou ramen?
- ano ne
- e) Je individuálně nastavitelné pracovní sedadlo (výška, bederní opěra), je židle stabilní?
ano ne
- f) Je vhodná pracovní poloha při práci?
ano ne
- g) Je podlaha opatřena koberci při dlouhodobém statickém stoji?
ano ne
- h) Umožňuje pracovní místo oporu paží alespoň občasnou?
ano ne
- i) Je využívána zemská přitažlivost při manipulaci s břemeny?
ano ne
- j) Jsou pohyby paží vhodně uspořádány (souběžné pohyby v obloukových drahách, vyhnutí se trhavým pohybům)?
ano ne
- k) Je práce uspořádána tak, aby byly eliminovány extrémní polohy kloubů horních končetin?
ano ne
- l) Je vhodné umístění sdělovačů a ovladačů, jejich snadná dostupnost, vynakládané síly?
ano ne
- m) Jsou eliminovány na maximální možnou míru vlivy prostředí (hluk, mikroklima, chlad, osvětlení, ...)?
ano ne

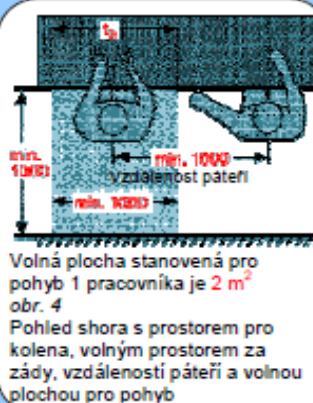
PŘÍLOHA 5 – Rozměry pracovišť



Název	Pracoviště v sedě obr. 1)	Pracoviště vsedě/vstoje obr. 2)	Pracoviště vstoje obr. 3)
Vzdálenost od místa práce	e 0 až 325 Usiluj o minimální vzdálenost od přední hrany		Vliv na: Držení rukou Vzdálenost od očí Sklon hlavy
Pracovní výška	H₁ Dbej pokynů pro rozměr c		
	H₂ –	Dodržuj hodnoty pro pracovní výšku (určující je dosah pracujících prstů) viz obr. 5 a tab. 1	
Výška pracovní plochy	A min. 900 od A = 950 je možné k = 520 až 750 mm	900 bis 1080 Závisí na: Výšce postavy Výšce přípravku Výšce obrobku	Vliv na: Držení paží Vzdálenost od očí Sklon hlavy
Pracovní výška od pracovní plochy	c Udržovat pokud možno malou, větší vzdálenosti způsobují nepříznivé držení paží (při práci s úchopem). Kompromis mezi vzdáleností od očí a držením paží (srovnej obr. 5 a tab. 1)		
Hloubka prostoru pro nohy	t₁ min. 350		min. 80
Hl. prostoru pro chodidla	t₂ min. 550 (volnost pohybu)		min. 150
Šíře prostoru pro nohy	t₃ min. 800, možnost vstát musí být umožněna pootočením židle		min. 600
Opěra chodidel Volný prostor pro kolena Sklon	k Vestavěná do pracoviště (plocha pro chodidla až k zadní stěně) 520 až 750 (nastavitelná výška), při A=900 je možno k=520 až 700 alpha 5° bis 10°		
Prostor pro chodidla: světla výška	i Platí také pro opěrou konzoli pro nohy u židle min. 120		
Výška plochy sezení (výška sezení)	b Rozsah pro přenastavení min. 250, snaha je o 300mm, přizpůsobitelná k výšce pracovní plochy		
Vzdálenost od očí ¹	s s je při sezení téměř nezávislé na výšce postavy a může být nastaveno pomocí výšky plochy sezení.	s s je při stání závislé na výšce postavy a může být ovlivněno pomocí pracovní výšky (viz orientační hodnoty obr. 5).	

¹ Vzdálenost od očí závisí na více ovlivňujících veličinách. Orientační hodnoty je možné zjistit porovnáváním s podobnými pracovišti nebo pokusy. Následující faktory musí být srovnatelné:

- Velikost a tvar rozeznávaných detailů
- Druh činnosti
- Kontrast (objekt/pozadí)
- Intenzita osvětlení
- Individuální zrakové schopnosti



Odchytky od uvedených hodnot musí být v jednotlivých případech prověřeny (např. pomocí výkresových šablon ve vztahu k průmyslovému vybavení Bosch, rozměry viz také DIN 33406)

© 2007 Robert Bosch s.r.o. zodpovědnost MSB

PŘÍLOHA 6 – Plochy pro pohyb a rozměry pro přístup

Plochy pro pohyb a rozměry pro přístup pro pracoviště a pracovní systémy



Plochy pro pohyb

„(1) Volná nezahrazená plocha na pracovišti musí být stanovena tak, aby se zaměstnanci mohli při jejich činnostech pohybovat bez překážek.“

/Podnikové nařízení (ArbStättV)
z 12.srpna 2004, BGBL I, S. 2179/

Rozměry pro přístup do pracovních systémů ve tvaru U

Předpoklady:

- Platné pouze pro pracoviště vstoje a vsedě
- Vyloučit ohrožení bezpečnosti a zdraví
- Zásobování materiálem z vnějšku linky
- Nepřevážet materiál uvnitř U linky, jakož i nevytvářet žádné odstavné plochy pro materiál uvnitř U linky
- Prázdné obaly zevnitř ven

V BOSCH byl stanoven minimální rozměr pro pohybovou plochu u pracovišť vstoje:



Tvar layoutu a obsazení operátory	Minimální rozměr x	Rámcové podmínky
	1,80 m x	pracoviště uspořádaná pro stání a přecházení (u pracovišť pro sezení a stání: 2,60 m), pracovníci stojí zády k sobě
	1,20 m x	pracovníci stojí odsazení minimálně o 80 cm, pevně uspořádání pracovišť
	1,20 m x	pracovník přechází od pracoviště k pracovišti, cesty se nekříží
	0,80 m x	pouze 1 pracovník v pracovním systému, pracovník přechází od pracoviště k pracovišti, chůze s manuálním transportem dílů, žádné předklánění nebo ohýbání

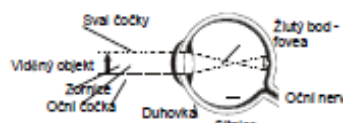
Odchytky od uvedených hodnot musí být v jednotlivých případech prověřeny.
Národní předpisy mají přednost před doporučenými hodnotami.

© 2006 Robert Bosch GmbH
zodpovědnost C/MPS (IE) a C/PS

PŘÍLOHA 7 – Vidění a osvětlení

Lidské oko

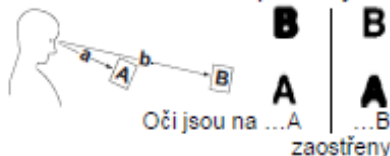
Vidění je koordinovaná činnost očních svalů, nervů a centrálního nervového systému.



! Přes 80% našich smyslových podnětů
! přijímáme očima.

Ostření (Akomodace) = Nastavení oka na rozdílně vzdálené předměty

Rozdílně vzdálené objekty jsou ostře zobrazeny na sítnici pomocí různě silného zakřivení oční čočky (změna optické mohutnosti).



Rozdíl mezi pozorovacími vzdálenostmi (a, b) by měl být udržován co nejmenší, zvláště při častém přesunu pohledu a pracích náročných na zrak.

Přizpůsobení (Adaptace) = Přizpůsobení oka rozdílným jasům

Rozdílné jasy vyžadují:

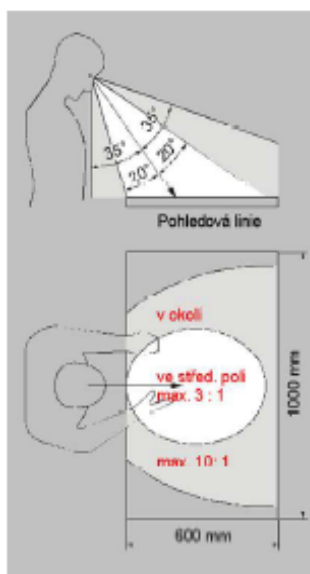
- přizpůsobení světločivných očních buněk

- změnu otvoru zornice pomocí duhovkových svalů.

Světlé a tmavé plochy (kontrasty jasů) v oblasti zorného pole* způsobují tzv. "smíšenou adaptaci", nastavení oka, které není optimální ani pro světlou, ani pro tmavou část.



* Zorné pole = viditelný výřez okolí bez pohybu hlavou a očí



Všeobecně by mělo být usilováno o následující rozdíly v jasů (kontrastu) mezi

	Příklady
o Viděný objekt	černé písmo
o Bezprostřední pozadí	bílý papír
o Středové pole (užší zorné pole)	papír a psací podložka
o Okolí (okrajové části zorného pole)	psací podložka a plocha stolu
	Rozdíl v jasů
Viděný objekt vzhledem k bezprostřednímu pozadí	Pokud možno velký
Ve středovém poli	max. 3:1
V okolí	max. 10:1

Při jemných úkolech pro oči by měly být jasy všech velkých ploch a předmětů v zorném poli pokud možno ve stejném rozmezí. (např. papír, podložka, plocha stolu)

Síla osvětlení, stupeň odrazu, jas



① **Síla osvětlení E** je míra pro dopadající světlo na určitou plochu.

- Měrná jednotka: Lux (lx)
- Měření: luxmetrem
- Směrné hodnoty pro jmenovitou sílu osvětlení viz str.2

② **Stupeň odrazu p** je poměr mezi odraženým světlem a dopadnutým světlem.

- Měrná jednotka: %
- Měření: přístrojem na měření stupně odrazu tabulka stupně odrazu (platí pouze pro matné povrchy)

③ **Jas L** (subjektivní světlost) je míra pro odražené světlo.

- Měrná jednotka: kandela na m² (cd/m²)
- Měření: Optický denzimetr (jasoměr)
- Pro matné povrchy platí:

$$L \sim p \times E$$

Jas L (světlost) je možné měnit jak Sílou osvětlení E, tak i Stupněm odrazu p.

Oslnění na pracovišti

= Příliš velký rozdíl v jasů v oblasti zorného pole

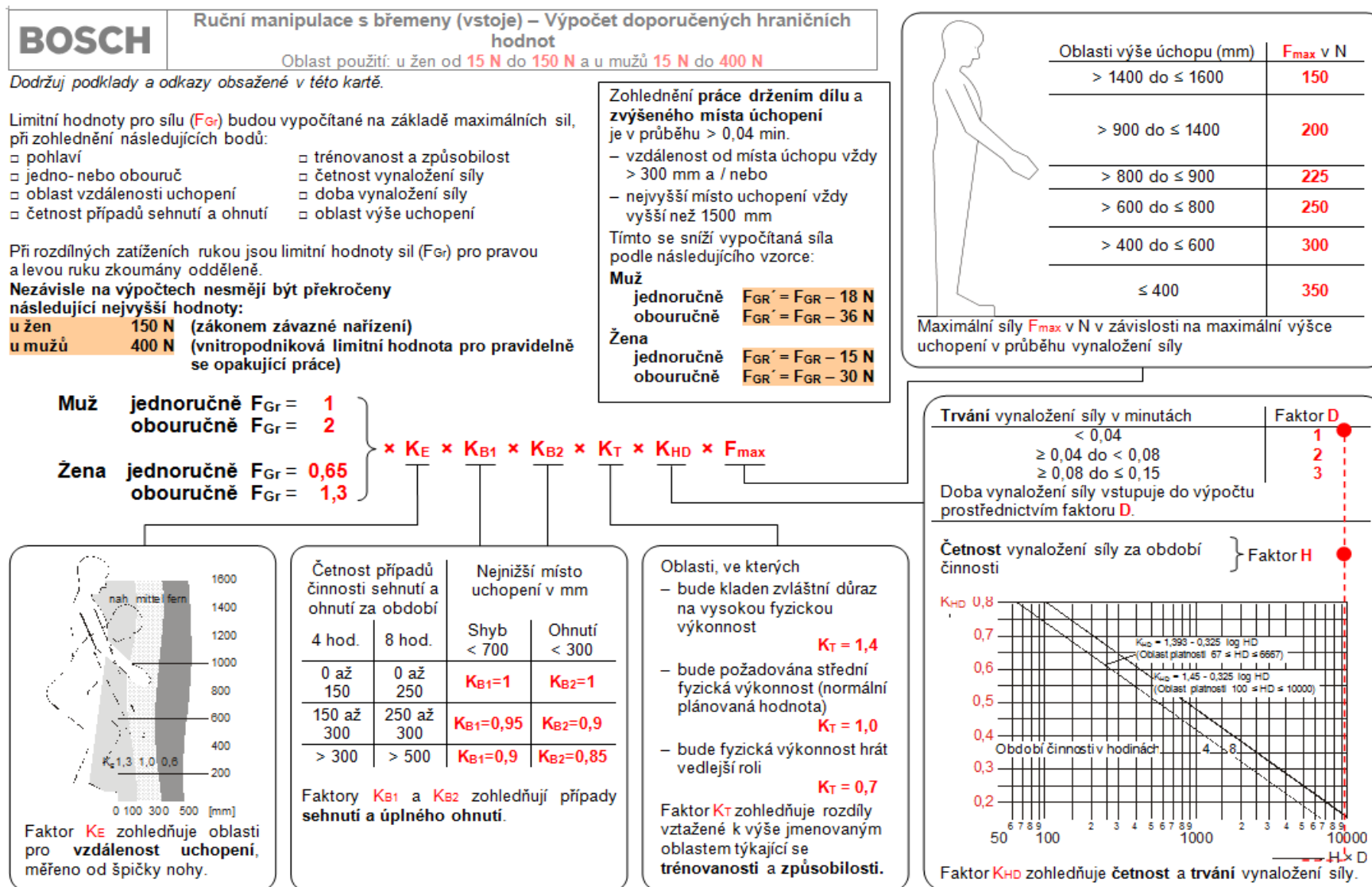
Účinky oslnění:

výkonnost vidění je snížena. Jemné struktury nebo slabé kontrasty nejsou vnímány nebo pouze obtížně. Vliv oslnujícího zdroje slábne od středu směrem k okrajovým částem zorného pole.

Druhy oslnění:

- o Nezaslíněné zdroje světla v zorném poli (lampy, svítidla, okna)
Opatření: jiné uspořádání svítidel, mřížky, lamely, odrazové reflektory
- viz také strana 2 „Omezení přímého oslnění“
- o Příliš ostré stíny
Opatření: změněný směr dopadu světla, velkoplošné difusní osvětlení.
- o Zrcadlící se povrchy, odrážející proud paprsků ze světelného zdroje přímo do oka
Opatření: matné plochy, velkoplošné difusní osvětlení, změnit sklon zrcadlící se plochy, dopad světla ze strany
- o Příliš velké rozdíly stupně odrazu v oblasti zorného pole
Opatření: zmenšit rozdíly ve stupni odrazu (pomocí tabulky v stupně odrazu)

PŘÍLOHA 8 – Ruční manipulace s břemeny



PŘÍLOHA 9 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky PM5.x

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							27,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							10,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							39,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		27,0		Σ W- [s]	6,0	Σ SS- [s]	6,0	1
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0					2,0	
	9	9,0					2,0	
	5	5,0					2,0	
	6	6,0			6,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							24,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							13,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							40,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		24,0		Σ W- [s]	8,0	Σ SS- [s]	8,0	1
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					2,0	
	5	5,0					2,0	
	5	5,0					2,0	
	4	4,0					2,0	
	5	5,0			8,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 3								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								17,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								20,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								32,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		17,0		Σ W- [s]	10,0	Σ SS- [s]	5,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	4	4,0					3,0	
	4	4,0					2,0	
	5	5,0			4,0			1
	4	4,0			6,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 4								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								37,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								44,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		37,0		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	4,0	1
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	12	12,0					2,0	
	5	5,0					2,0	
	20	20,0			3,0			1

PŘÍLOHA 10 - Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky SM5.x

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX SM5.x - linka 2				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							57,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							5,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							75,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		57,0		Σ W- [s]	9,0	Σ SS- [s]	9,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					2,5	
	7	7,0					1,5	
	5	5,0					2,5	
	8	8,0					2,5	
	8	8,0			2,0			1
	24	24,0			7,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX SM5.x - linka 2				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							62,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							80,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		62,0		Σ W- [s]	7,0	Σ SS- [s]	11,0	1
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	15	15,0					1,5	
	6	6,0					2,0	
	8	8,0					1,5	
	4	4,0					1,5	
	5	5,0					1,5	
	5	5,0					1,5	
	12	12,0					1,5	
	7	7,0			7,0			1

PŘÍLOHA 11 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky TEV7

Department/Shopfloor MOE24				Work system Linka TEV7				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								13,70
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,3
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								16,7
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		13,7		Σ W- [s]	0,0	Σ SS- [s]	3,0	0
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					1,5	
	8,7	8,7					1,5	

Department/Shopfloor MOE24				Work system Linka TEV7				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								14,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								17,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		14,0		Σ W- [s]	0,0	Σ SS- [s]	3,0	0
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0					1,5	
	7	7,0					1,5	

PŘÍLOHA 12 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze linky XLM CO4

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							13,50	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							5,5	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							17,5	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		13,5		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	6,3	6,3			2,0			1
	7,2	7,2			2,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							10,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							8,3	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							13,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		10,7		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5,8	5,8			1,5			1
	4,9	4,9			1,5			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 3								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							15,80	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							3,2	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							19,8	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		15,8		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	3
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5,1	5,1			1,0			1
	5,5	5,5			1,0			1
	5,2	5,2			2,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 4								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							10,40	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							8,6	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							12,4	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		7,2		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		3,2						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	3,2	3,2			1,0			1
	7,2	7,2			1,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 5								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							15,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							3,3	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							17,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		15,7		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7,7	7,7			1,0			1
	8	8,0			1,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 6								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							19,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							22,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	11,1	11,1			1,5			1
	7,9	7,9			1,5			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 7								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							19,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							21,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0			1,0			1
	12	12,0			1,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 8								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							18,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							1,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							18,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		18,0		Σ W- [s]	0,0	Σ SS- [s]	0,0	0
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	18	18,0						0

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 9								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							17,0	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							2,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							21,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		17,0		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	3
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0			1,0			1
	6	6,0			1,0			1
	4	4,0			2,0			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 10								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							19,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							19,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	0,0	Σ SS- [s]	0,0	0
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	19	19,0						0

PŘÍLOHA 13 – Zjištěné hodnoty týkající se výšky a pohlaví pracovníků

Pohlaví	Výška [cm]	Pohlaví	Výška [cm]	Pohlaví	Výška [cm]
Ž	164	M	178	Ž	185
Ž	177	Ž	166	Ž	160
Ž	165	Ž	168	Ž	168
Ž	154	Ž	160	Ž	161
Ž	160	Ž	175	Ž	168
Ž	168	Ž	170	M	178
Ž	165	Ž	168	Ž	172
Ž	168	Ž	175	Ž	175
Ž	160	Ž	182	Ž	158
Ž	160	Ž	160	Ž	158
M	178	M	182	M	175
Ž	152	M	186	Ž	157
M	185	Ž	170	Ž	167
M	180	Ž	160	Ž	166
Ž	169	Ž	177	Ž	167
Ž	171	Ž	161	M	184
Ž	162	Ž	174	M	168
M	173	Ž	168	Ž	167
Ž	167	Ž	158	Ž	163
Ž	166	Ž	174	Ž	162
Ž	170	M	180	Ž	165
Ž	154	M	173	Ž	172
M	170	M	172	Ž	163
M	170	M	170	Ž	160
M	168	Ž	168	Ž	158
Ž	164	Ž	151	M	188
M	170	M	177	M	188
M	180	Ž	163	M	168
M	175	Ž	168	M	176
Ž	160	M	181	M	175
M	184	Ž	165	M	180

M	198	Ž	164	M	170
M	181	Ž	160	Ž	168
Ž	164	M	173	Ž	165
Ž	164	M	183	Ž	156
Ž	160	M	180	M	186
Ž	168	Ž	165	M	175
M	183	Ž	168	Ž	165
M	180	Ž	165	Ž	165
M	184	Ž	166	Ž	174
M	173	M	165	Ž	155
M	175	Ž	170	Ž	180
M	177	Ž	175	Ž	164
Ž	168	Ž	164	Ž	165
Ž	168	Ž	168	Ž	165
Ž	164	Ž	155	M	189
M	172	Ž	159	Ž	166
M	180	Ž	167	Ž	168
Ž	163	M	175	Ž	161
Ž	163	Ž	167	Ž	163
Ž	170	M	185	Ž	167
Ž	173	Ž	175	Ž	159
M	170	Ž	165	M	176
Ž	165	M	172	M	190
Ž	161	M	175	Ž	162
Ž	168	Ž	163	M	173
Ž	160	Ž	174	Ž	165
Ž	159	Ž	172	Ž	158
Ž	182	Ž	165	M	165
Ž	175	Ž	170	Ž	167
Ž	164	Ž	166	M	173
Ž	172	Ž	159	Ž	168
Ž	171	Ž	168	Ž	166
Ž	174	Ž	173	Ž	184
Ž	172	Ž	166	Ž	163

M	173	Ž	168	M	172
M	177	M	182	Ž	167
Ž	165	Ž	156	Ž	169
Ž	160	Ž	172	M	181
Ž	167	Ž	163	Ž	160
Ž	163	Ž	172	Ž	168
M	170	Ž	167	M	185
Ž	165	Ž	168		

PŘÍLOHA 14 – Nakládání vlaku ve skladu

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	1.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.8
Využití energie v kJ/činnost	1.8
Trvání případu	20
Váha	8 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	2.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.85
Využití energie v kJ/činnost	1.85
Trvání případu	20
Váha	13 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	3.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.78
Využití energie v kJ/činnost	1.78
Trvání případu	20
Váha	6 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	4.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.82
Využití energie v kJ/činnost	1.82
Trvání případu	20
Váha	10 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	5.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.87
Využití energie v kJ/činnost	1.87
Trvání případu	20
Váha	15 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	6.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.87
Využití energie v kJ/činnost	1.87
Trvání případu	20
Váha	15 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	7.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.83
Využití energie v kJ/činnost	1.83
Trvání případu	20
Váha	11 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	8.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.76
Využití energie v kJ/činnost	1.76
Trvání případu	20
Váha	3,5 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	9.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.76
Využití energie v kJ/činnost	1.76
Trvání případu	20
Váha	3,5 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	10.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.89
Využití energie v kJ/činnost	1.89
Trvání případu	20
Váha	18 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	11.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.77
Využití energie v kJ/činnost	1.77
Trvání případu	20
Váha	4,5 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	17 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	12.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.52
Využití energie v kJ/činnost	1.52
Trvání případu	20
Váha	11 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	13.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.52
Využití energie v kJ/činnost	1.52
Trvání případu	20
Váha	11 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	14.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.52
Využití energie v kJ/činnost	1.52
Trvání případu	20
Váha	9,5 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	14.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.54
Využití energie v kJ/činnost	1.54
Trvání případu	20
Váha	15 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	16.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.53
Využití energie v kJ/činnost	1.53
Trvání případu	20
Váha	14 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnáání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	17.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.53
Využití energie v kJ/činnost	1.53
Trvání případu	20
Váha	13 kg
Výška odběru	50 cm
Vška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnáání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	18.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.51
Využití energie v kJ/činnost	1.51
Trvání případu	20
Váha	6.5 kg
Výška odběru	50 cm
Vška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnáání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	19.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.54
Využití energie v kJ/činnost	1.54
Trvání případu	20
Váha	15 kg
Výška odběru	50 cm
Vška odložení	40 cm

Případ	Sehnutí a narovnáání se "ohnutá záda", obouručně
Popis	20.bedýnka
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.55
Využití energie v kJ/činnost	1.55
Trvání případu	20
Váha	19 kg
Výška odběru	50 cm
Vška odložení	40 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi skladem a 1.zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.32
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.59
Využití energie v kJ/činnost	1.59
Trvání případu	20

PŘÍLOHA 15 – Vykládání v 1. zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	4.33
Využití energie v kJ/činnost	4.33
Trvání případu	54
Váha	15 kg
Výška odběru	40 cm
Výška odložení	120 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.98
Využití energie v kJ/činnost	3.98
Trvání případu	54
Váha	15 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	50 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.43
Využití energie v kJ/činnost	3.43
Trvání případu	54
Váha	13 kg
Výška odběru	40 cm
Výška odložení	50 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 1. a 2.zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.76
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	1.36
Využití energie v kJ/činnost	1.36
Trvání případu	46

PŘÍLOHA 16 – Vykládání v 2. Zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.11
Využití energie v kJ/činnost	2.11
Trvání případu	33
Váha	6 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	49 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.14
Využití energie v kJ/činnost	2.14
Trvání případu	33
Váha	6.5 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	60 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.56
Využití energie v kJ/činnost	2.56
Trvání případu	33
Váha	14 kg
Výška odběru	40 cm
Výška odložení	70 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 2. a 3. zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-2.49
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	4.43
Využití energie v kJ/činnost	4.43
Trvání případu	150

PŘÍLOHA 17 – Vykládání v 3. Zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.6
Využití energie v kJ/činnost	2.6
Trvání případu	36
Váha	10 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, jednoručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	1.37
Využití energie v kJ/případ	2.63
Využití energie v kJ/činnost	2.63
Trvání případu	36.3
Váha	11 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas in min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.62
Využití energie v kJ/činnost	2.62
Trvání případu	36.3
Váha	8 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 3. a 4. zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.16
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	0.3
Využití energie v kJ/činnost	0.3
Trvání případu	10

PŘÍLOHA 18 – Vykládání v 4. Zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, jednoručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	1.1
Využití energie v kJ/případ	2.1
Využití energie v kJ/činnost	2.1
Trvání případu	26.5
Váha	3.5 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, jednoručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	1.1
Využití energie v kJ/případ	2.11
Využití energie v kJ/činnost	2.11
Trvání případu	26.6
Váha	3.5 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, jednoručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	1.12
Využití energie v kJ/případ	2.11
Využití energie v kJ/činnost	2.11
Trvání případu	26.6
Váha	4.5 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	16 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 4. a 5. zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.17
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	0.32
Využití energie v kJ/činnost	0.32
Trvání případu	11

PŘÍLOHA 19 – Vykládání v 5. Zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.47
Využití energie v kJ/činnost	3.47
Trvání případu	24.6
Váha	10 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	150 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.63
Využití energie v kJ/činnost	3.63
Trvání případu	24.5
Váha	11 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	150 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.21
Využití energie v kJ/činnost	3.21
Trvání případu	24
Váha	9.5 kg
Výška odběru	17 cm
Výška odložení	140 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 5. a 6. zastávkou
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.14
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	0.27
Využití energie v kJ/činnost	0.27
Trvání případu	9

PŘÍLOHA 20 – Vykládání v 6. Zastávce

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	4.87
Využití energie v kJ/činnost	4.87
Trvání případu	31.3
Váha	19 kg
Výška odběru	30 cm
Výška odložení	150 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	4.29
Využití energie v kJ/činnost	4.29
Trvání případu	32
Váha	15 kg
Výška odběru	30 cm
Výška odložení	150 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	4.47
Využití energie v kJ/činnost	4.47
Trvání případu	32
Váha	18 kg
Výška odběru	30 cm
Výška odložení	140 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	3.08
Využití energie v kJ/činnost	3.08
Trvání případu	32
Váha	15 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	120 cm

Případ	Sehnutí a narovnání se „ohnutá záda“, obouručně
Popis	Vyložit díly
Počet zatížení při činnosti	1
Kompenzační čas v min	0
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	2.81
Využití energie v kJ/činnost	2.81
Trvání případu	30
Váha	13 kg
Výška odběru	50 cm
Výška odložení	120 cm

Případ	Pauza (sedící)
Popis	Jízda mezi 6. zastávkou a skladem
Počet zatížení v činnosti	1
Kompenzační čas v min	-0.16
Zatížení páteře v kN	0
Využití energie v kJ/případ	0.3
Využití energie v kJ/činnost	0.3
Trvání případu	10

PŘÍLOHA 21 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky PM5.x – doporučení

1. varianta

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								36,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								44,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		36,0		Σ W- [s]	6,5	Σ SS- [s]	2,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0					2,0	
	9	9,0			3,0			1
	20	20,0			3,5			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								28,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								8,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								37,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		28,0		Σ W- [s]	6,0	Σ SS- [s]	3,5	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					2,0	
	6	6,0			3,0			1
	12	12,0					1,5	
	5	5,0			3,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 3								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								19,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								17,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								28,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	6,5	Σ SS- [s]	3,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					1,5	
	5	5,0					1,5	
	5	5,0			3,0			1
	4	4,0			3,5			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 4								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								22,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								14,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								33,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		22,0		Σ W- [s]	9,0	Σ SS- [s]	2,0	4
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	4	4,0					2,0	
	5	5,0			2,0			1
	4	4,0			2,0			1
	4	4,0			2,0			1
	5	5,0			3,0			1

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE32				Work system		DNOX PM5.x			
Target Cycle Time [s]		50,0				Number of loops		4			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	36,0			36,0	6,5	2,0	2,0	8,5	36,0	36,0
Loop 2	1	28,0		8,0	28,0	6,0	3,5	2,0	9,5	28,0	28,0
Loop 3	1	19,0		17,0	19,0	6,5	3,0	2,0	9,5	19,0	19,0
Loop 4	1	22,0		14,0	22,0	9,0	2,0	4,0	11,0	22,0	22,0

2. varianta

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								32,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								41,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		32,0		Σ W- [s]	7,5	Σ SS- [s]	1,5	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0			4,0			1
	5	5,0					1,5	
	20	20,0			3,5			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								25,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								7,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								34,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		25,0		Σ W- [s]	8,0	Σ SS- [s]	1,5	3
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	9	9,0			2,0			1
	5	5,0			2,0			1
	6	6,0					1,5	
	5	5,0			4,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 3								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								26,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								6,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								36,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		26,0		Σ W- [s]	9,0	Σ SS- [s]	1,5	3
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0					1,5	
	5	5,0			3,5			1
	4	4,0			2,0			1
	12	12,0			3,5			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX PM5.x				
Data Loop 4								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								22,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								10,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								33,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		22,0		Σ W- [s]	9,0	Σ SS- [s]	2,0	4
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	4	4,0					2,0	
	5	5,0			2,0			1
	4	4,0			2,0			1
	4	4,0			2,0			1
	5	5,0			3,0			1

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE32				Work system		DNOX PM5.x			
Target Cycle Time [s]		50,0				Number of loops		4			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	32,0			32,0	7,5	1,5	2,0	9,0	32,0	32,0
Loop 2	1	25,0		7,0	25,0	8,0	1,5	3,0	9,5	25,0	25,0
Loop 3	1	26,0		6,0	26,0	9,0	1,5	3,0	10,5	26,0	26,0
Loop 4	1	22,0		10,0	22,0	9,0	2,0	4,0	11,0	22,0	22,0

PŘÍLOHA 22 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky SM5.x – doporučení

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX SM5.x - linka 2				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								58,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								3,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								76,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		58,0		Σ W- [s]	9,0	Σ SS- [s]	9,0	3
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0			2,0			1
	7	7,0					1,5	
	5	5,0			4,0			1
	8	8,0					1,5	
	4	4,0					1,5	
	5	5,0					1,5	
	5	5,0					1,5	
	12	12,0					1,5	
	7	7,0			3,0			1

Department/Shopfloor MOE32				Work system DNOX SM5.x - linka 2				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								61,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								72,5
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		61,0		Σ W- [s]	10,0	Σ SS- [s]	1,5	4
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	8	8,0			2,0			1
	8	8,0			2,0			1
	24	24,0			2,0			1
	15	15,0					1,5	
	6	6,0			4,0			1

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE32				Work system		DNOX SM5.x - linka 2			
Target Cycle Time [s]		77,0				Number of loops		2			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	58,0		3,0	58,0	9,0	9,0	3,0	18,0	58,0	58,0
Loop 2	1	61,0			61,0	10,0	1,5	4,0	11,5	61,0	61,0

PŘÍLOHA 23 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky TEV7 – doporučení

1. varianta

Department/Shopfloor MOE24				Work system Linka TEV7				
Data Loop 1								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							12,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							3,7	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							16,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		12,0		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5	5,0			2,0			1
	7	7,0			2,0			1

Department/Shopfloor MOE24				Work system Linka TEV7				
Data Loop 2								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							15,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							19,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		15,7		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	8,7	8,7			2,0			1
	7	7,0			2,0			1

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE24				Work system		Linka TEV7			
Target Cycle Time [s]		27,0				Number of loops		2			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	12,0		3,7	12,0	4,0		2,0	4,0	12,0	12,0
Loop 2	1	15,7			15,7	4,0		2,0	4,0	15,7	15,7

2. varianta

Department/Shopfloor				MOE24				Work system				Linka TEV7			
Data Loop 1															
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)												27,70			
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)												0,0			
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)												36,7			
Standing				Walk W-				Side step SS-				Turn Body TBC-			
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		27,7		$\Sigma W-$ [s]		6,0		$\Sigma SS-$ [s]		3,0		2			
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0													
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s					Quantity			
	5	5,0					1,5								
	8,7	8,7			2,0							1			
	7	7,0					1,5								
	7	7,0			4,0							1			

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor			MOE24			Work system			Linka TEV7		
Target Cycle Time [s]			27,0			Number of loops			1		
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
Loop 1	1	27,7			27,7	6,0	3,0	2,0	9,0	27,7	27,7

PŘÍLOHA 24 – Hodnocení pracovníků při Steh-geh analýze a výsledné hodnocení linky XLM CO4 – doporučení

1. varianta

Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 1									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								13,50	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								11,5	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								17,5	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		13,5		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	6,3	6,3			2,0			1	
	7,2	7,2			2,0			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 2									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								10,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								14,3	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								13,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		10,7		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	5,8	5,8			1,5			1	
	4,9	4,9			1,5			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 3									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								10,60	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								14,4	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								12,6	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		10,6		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	5,1	5,1			1,0			1	
	5,5	5,5			1,0			1	

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 4								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							11,20	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							13,8	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							18,2	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		11,2		Σ W- [s]	7,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	5,2	5,2			3,5			1
	6	6,0			3,5			1
Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 5								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							10,40	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							14,6	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							13,4	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		7,2		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		3,2						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	3,2	3,2			1,5			1
	7,2	7,2			1,5			1
Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 6								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							15,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							9,3	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							18,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		15,7		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7,7	7,7			1,5			1
	8	8,0			1,5			1

Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 7								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							19,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							6,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							22,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	11,1	11,1			1,5			1
	7,9	7,9			1,5			1
Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 8								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							19,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							6,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							21,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	7	7,0			1,0			1
	12	12,0			1,0			1
Department/Shopfloor MOE16				Work system Linka XLM CO4				
Data Loop 9								
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)							25,00	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)							0,0	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)							28,0	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		25,0		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0						
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity
	18	18,0			1,5			1
	7	7,0			1,5			1

Department/Shopfloor		MOE16		Work system		Linka XLM CO4							
Data Loop 10													
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								23,00					
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								2,0					
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								27,0					
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-					
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		23,0		Σ W- [s]		4,0		Σ SS- [s]		0,0		2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0											
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity					
	4	4,0			2,0			1					
	19	19,0			2,0			1					
Stand and walk criteria - Calculation													
Department/Shopfloor		MOE16				Work system		Linka XLM CO4					
Target Cycle Time [s]		27,0				Number of loops		10					
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]			
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]		
Loop 1	1	13,5		11,5	13,5	4,0		2,0	4,0	13,5	13,5		
Loop 2	1	10,7		14,3	10,7	3,0		2,0	3,0	10,7	10,7		
Loop 3	1	10,6		14,4	10,6	2,0		2,0	2,0	10,6	10,6		
Loop 4	1	11,2		13,8	11,2	7,0		2,0	7,0	11,2	11,2		
Loop 5	1	7,2	3,2	14,6	10,4	3,0		2,0	3,0	10,4	10,4		
Loop 6	1	15,7		9,3	15,7	3,0		2,0	3,0	15,7	15,7		
Loop 7	1	19,0		6,0	19,0	3,0		2,0	3,0	19,0	19,0		
Loop 8	1	19,0		6,0	19,0	2,0		2,0	2,0	19,0	19,0		
Loop 9	1	25,0			25,0	3,0		2,0	3,0	25,0	25,0		
Loop 10	1	23,0		2,0	23,0	4,0		2,0	4,0	23,0	23,0		

2. varianta

Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 1									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								13,50	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								9,5	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								17,5	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		13,5		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	6,3	6,3			2,0			1	
	7,2	7,2			2,0			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 2									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								10,70	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								12,3	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								13,7	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		10,7		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	5,8	5,8			1,5			1	
	4,9	4,9			1,5			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 3									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)								15,80	
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)								7,2	
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)								20,8	
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		15,8		Σ W- [s]	5,0	Σ SS- [s]	0,0	3	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	5,1	5,1			1,0			1	
	5,5	5,5			1,5			1	
	5,2	5,2			2,5			1	

Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 4									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									21,20
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									1,8
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									27,2
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		18,0		Σ W- [s]	6,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		3,2							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	3,2	3,2			3,0			1	
	18	18,0			3,0			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 5									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									22,90
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									0,1
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									25,9
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		22,9		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	7,2	7,2			1,0			1	
	7,7	7,7			1,0			1	
	8	8,0			1,0				
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 6									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									19,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									4,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									22,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	3,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	11,1	11,1			1,5			1	
	7,9	7,9			1,5			1	

Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 7									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									19,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									4,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									21,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		19,0		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	7	7,0			1,0			1	
	12	12,0			1,0			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 8									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									13,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									10,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									15,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		13,0		Σ W- [s]	2,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	7	7,0			1,0			1	
	6	6,0			1,0			1	
Department/Shopfloor MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Data Loop 9									
TG of Loop from CAPP [s] using L=100% (please input)									23,00
Calculated waiting time [s] (Difference to bottle neck)									0,0
Ground time without turn body of loop [s] (Sum Standing+Walking+Side step)									27,0
Standing				Walk W-		Side step SS-		Turn Body TBC-	
$\Sigma \geq 4$ Sek. [s]		23,0		Σ W- [s]	4,0	Σ SS- [s]	0,0	2	
$\Sigma < 4$ Sek. [s]		0,0							
TMU	s	Time value	Add waiting time here [x]	TMU	s	TMU	s	Quantity	
	4	4,0			2,0			1	
	19	19,0			2,0			1	

Stand and walk criteria - Calculation											
Department/Shopfloor		MOE16				Work system		Linka XLM CO4			
Target Cycle Time [s]		27,0				Number of loops		9			
	"Number of associate per loop" or "Parts simultan."	Standing [s]				Walking [s]				Data from CAPP [s]	
		≥ 4 s	< 4 s	Difference to bottle neck [s]	Standing time total [s]	Walking	Side step	Quantity body turn	Walk and side step	TG [s/pce]	TG [s/loop]
<u>Loop 1</u>	1	13,5		9,5	13,5	4,0		2,0	4,0	13,5	13,5
<u>Loop 2</u>	1	10,7		12,3	10,7	3,0		2,0	3,0	10,7	10,7
<u>Loop 3</u>	1	15,8		7,2	15,8	5,0		3,0	5,0	15,8	15,8
<u>Loop 4</u>	1	18,0	3,2	1,8	21,2	6,0		2,0	6,0	21,2	21,2
<u>Loop 5</u>	1	22,9		0,1	22,9	3,0		2,0	3,0	22,9	22,9
<u>Loop 6</u>	1	19,0		4,0	19,0	3,0		2,0	3,0	19,0	19,0
<u>Loop 7</u>	1	19,0		4,0	19,0	2,0		2,0	2,0	19,0	19,0
<u>Loop 8</u>	1	13,0		10,0	13,0	2,0		2,0	2,0	13,0	13,0
<u>Loop 9</u>	1	23,0			23,0	4,0		2,0	4,0	23,0	23,0