



**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**  
**Fakulta managementu a ekonomiky**

Disertační práce

**Design pracovního prostředí a jeho vliv na výkonnost  
pracovníka**

**The work environment design and its effect on worker efficiency**

Autor: **Ing. Veronika Šišková**  
Studijní program: **P 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **6208V038 Management a ekonomika**  
Školitel: **doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**  
Konzultant: **Ing. Martin Juříčka Ph.D.**  
Oponenti:

2014

## PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří mému školiteli, panu doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za cenné připomínky k disertační práci a podporu během studia. Dále bych chtěla poděkovat svému konzultantovi, panu Ing. Martinovi Juříčkovi, Ph.D. za odborné rady z oblasti měření fyzikální faktorů a podporu během sběru dat.

Děkuji Fakultě managementu a ekonomiky a ústavu průmyslového inženýrství a informačních technologií za možnost zveřejnění částečných výsledků disertační práce na odborných konferencích, možnost publikování v odborných publikacích, spolupráci na projektech a účast na tuzemských i mezinárodních konferencích.

Děkuji i své rodině za trpělivost a podporu po celou dobu studia.

## **ABSTRAKT**

Disertační práce řeší vztahy mezi fyzikálními faktory na pracovišti a jejich vliv na výkonnost pracovníka. Hlavním cílem práce je nalezení vhodných kritérií fyzikálních faktorů pro hodnocení pracoviště a vytvoření modelu pro výpočet výkonnosti pracovníka. Výsledný model v sobě bude také zahrnovat zákonné ergonomické požadavky na pracoviště a finanční ohodnocení v závislosti na výsledné výkonnosti pracovníka.

První kapitola vychází z rešerše zahraniční a domácí literatury, uvádí zákonné požadavky na fyzikální faktory pracovního prostředí a jejich vliv na výkonnost pracovníka. Jsou zde uvedeny aktuální statistická data popisující poškození zdraví vyplývající z nevhodného designu pracovního prostředí. Na základě stanovení hlavního cíle práce a hypotéz byly vybrány metody zpracování disertační práce. Z výsledků kvantitativního a kvalitativního výzkumu, kde součástí byly statistické výpočty, byl sestaven model, který je schopen vyčíslit výkonnost pracovníka. Závěrečná část práce je věnována přínosům práce pro vědu, praxi a možnostem rozšíření modelu.

## **ABSTRACT**

The dissertation solves the relationship between physical factors in the workplace and assesses their impact on employee performance. The main goal is to find suitable criteria of physical factors for evaluating the workplace and develop a model for calculating the performance of the worker. The resulting model will incorporate ergonomic statutory requirements on the workplace and financial evaluation in dependence on final performance of the worker.

The first section is based on foreign and domestic literature search, features the legal requirements for physical work environment factors and their influence on employee performance. It indicates actual statistic data describing the health harm arising from improper design of the working environment. By identifying the main aim and hypotheses were chosen methods of dissertation work. From results of quantitative and qualitative research which included statistical calculations was assembled the model that is able to quantify the performance of the worker. The final part is devoted to the benefits of dissertation for science, practice, and possibilities the model extending.

# OBSAH

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	14
1.1. Systém environmentálního managementu	15
1.2. Lidská práce	16
1.3. Ergonomie a pracovní výkonnost	17
1.3.1. <i>Hodnocení výkonnosti pracovníka</i>	20
1.3.2. <i>Hodnocení poškození zdraví pracovníka</i>	23
1.4. Pracovní prostředí	25
1.5. Kategorizace prací	28
1.6. Základní legislativa v oblasti fyzikálně chemických faktorů	31
1.7. Fyzikální faktory pracovního prostředí a jejich vliv na výkonnost pracovníka	32
1.7.1. <i>Osvětlení</i>	32
1.7.2. <i>Vliv osvětlení na výkonnost pracovníka</i>	34
1.7.3. <i>Mikroklima na pracovišti</i>	37
1.7.4. <i>Vliv mikroklimatu na výkonnost pracovníka</i>	37
1.7.5. <i>Hluk</i>	42
1.7.6. <i>Vliv hluku na výkonnost pracovníka</i>	43
1.7.7. <i>Vibrace</i>	46
1.7.8. <i>Vliv vibrací na výkonnost pracovníka</i>	47
1.8. Nástroje používané k hodnocení ergonomických rizik spojenými s fyzikálními faktory	48
1.8.1. <i>Checklisty (kontrolní seznamy)</i>	48
1.8.2. <i>Profesiografie</i>	48
1.8.3. <i>Měření fyzikálních faktorů</i>	49
1.9. Shrnutí současného stavu řešené problematiky	50
2. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	51
2.1. Cíle disertační práce	51
2.2. Hypotézy disertační práce	51
2.3. Postup řešení disertační práce	52
3. METODY ZPRACOVÁNÍ	54
3.1. Metody logické	54
3.1.1. <i>Analýza - syntéza</i>	54
3.1.2. <i>Abstrakce</i>	54
3.1.3. <i>Aplikace systémového přístupu</i>	55
3.2. Techniky sběru dat	55
3.2.1. <i>Přímé pozorování</i>	55
3.2.2. <i>Strukturovaný rozhovor</i>	57
3.2.3. <i>Dotazník</i>	57
3.2.4. <i>Případová studie</i>	57
3.2.5. <i>Analýza dokumentů</i>	57

3.3. Metody kvantitativního výzkumu	57
3.4. Metody kvalitativního výzkumu	58
3.4.1. Měření fyzikálních faktorů	58
3.4.2. Měření hluku na pracovišti	59
3.4.3. Výpočet výkonnosti	59
3.4.4. Statistické výpočty	60
4. HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE	66
4.1. Výsledky kvantitativního výzkumu ve výrobních společnostech v České republice - management	67
4.2. Výsledky kvantitativního výzkumu ve vybraných výrobních společnostech v České republice – operátoři ve výrobě	74
4.3. Výsledky kvalitativního výzkumu	80
4.4. Model	85
4.4.1. Postup sestavení modelu	87
4.4.2. Vstupní data modelu	87
4.4.3. Checklist	90
4.5. Případová studie	92
5. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ DISERTAČNÍ PRÁCE	94
6. FINANČNÍ DŮSLEDKY VYPLÝVAJÍCÍ Z NEVHODNÉHO DESIGNU PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ	97
7. OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY PRÁCE	99
7.1. Přínos práce pro praxi	99
7.2. Přínos práce pro vědu	99
7.3. Další možnosti navazujícího výzkumu	100
8. ZÁVĚR	101
LITERATURA	102
SEZNAM PUBLIKACÍ	108
CV AUTORA	110
PŘÍLOHY	112

## SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1: Křivka denní výkonnosti.....	19
Obr. 2: Metody pro určení spotřeby času.....	22
Obr. 3: Normální průběh výkonnosti člověka v jednotlivých hodinách směny ....	23
Obr. 4. Chápání vlivu fyzikálního prostředí na člověka .....	26
Obr. 5: Viditelné spektrum.....	32
Obr. 6: Graf procentuálního rozdělení skupin – řešení osvětlení ve výrobních buňkách.....	33
Obr. 7: Vliv intenzity osvětlení na zvýšení výroby a pokles nákladů na zmetky ve výrobní buňce. ....	34
Obr. 8: Schéma vlivu osvětlení na výkonnost pracovníka.....	35
Obr. 9: Vztah mezi teplotou vzduchu a výkonem pro letní podmínky .....	38
Obr. 10: Vztah mezi teplotou vzduchu a výkonem pro zimní podmínky .....	38
Obr. 11: Použití metody systémového přístupu v disertační práci .....	55
Obr. 12: Snímek pracovního dne .....	56
Obr. 13: Metoda nejmenších čtverců .....	61
Obr. 14: Kvalita regresního modelu.....	63
Obr. 15: Jakým způsobem je ve Vaší firmě zaveden systém EMS? - graf.....	67
Obr. 16: Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby? - graf.....	68
Obr. 17: Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť? - graf .....	69
Obr. 18: Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující? - graf.....	70
Obr. 19: Jakým způsobem hodnotíte stav úpravy montážních pracovišť? .....	70
Obr. 20: Kdo u vás ve firmě hodnotí stav úpravy montážních pracovišť? - graf ..	71

Obr. 21: Ve kterém z uvedeného období vnímáte pokles výkonnosti pracovníků jako nejvýraznější? - graf .....	72
Obr. 22: Který z faktorů narušuje výkonnost vašich pracovníků? - graf .....	73
Obr. 23: Ve kterých z uvedených období vnímáte pokles své výkonnosti jako nejvýznamnější? .....	75
Obr. 24: Spokojenost operátorů s fyzikálními faktory .....	76
Obr. 25: Vliv fyzikálních faktorů na operátora .....	77
Obr. 26: Závislost ideálního prostředí na výkonnost pracovníka .....	78
Obr. 27 Hodnocení hluku na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě .....	78
Obr. 28 Hodnocení teploty na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě .....	79
Obr. 29 Hodnocení osvětlení na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě .....	79
Obr. 30: Graf výsledků LINGRESE hluku. ....	80
Obr. 31: Graf výsledků LINGRESE osvětlení. ....	81
Obr. 32: Graf výsledků LINGRESE teplota.....	82
Obr. 33: Graf výsledků LINGRESE vlhkost.....	83
Obr. 34: Postup sestavení modelu .....	86
Obr. 35: Vstupní data pro model – kategorizace práce .....	88
Obr. 36: Vstupní data pro model – osvětlení.....	88
Obr. 37: Vstupní data pro model – hluk.....	89
Obr. 38: Vstupní data pro model - teplota.....	89
Obr. 39: Vstupní data pro model – vlhkost na pracovišti.....	89
Obr. 40: Vstupní data pro model – rychlost proudění vzduchu .....	89
Obr. 41: Checklist pro hodnocení designu pracoviště.....	91

Obr. 42: Výsledky z modelu – případová studie.....	92
Obr. 43: Vstupní data – případová studie.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Obr. 44: Výstupy z modelu – ideální pracovní prostředí.....	96
Obr. 45: Rizikové pracovní prostředí.....	96



## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vývoj zaměstnaných osob 2004- 2012 dle ročníků. ....	17
Tab. 2 Vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2003–2012.	24
Tab. 3 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory .....	25
Tab. 4 Kategorizace práce .....	29
Tab. 5 Třídy práce. ....	30
Tab. 6 Doporučené hodnoty osvětlení na pracovišti .....	35
Tab. 7 Kombinace pocitové teploty okolního vzduchu a vlhkosti prostředí.....	40
Tab. 8 Doporučené hodnoty mikroklimatu na pracovištích.....	41
Tab. 9 Doporučené hodnoty hluku na vybraných typech pracovišť .....	44
Tab. 10 Příklady vnímání hluku člověkem. ....	46
Tab. 11 Snímek pracovního dne.....	56
Tab. 12 Zařízení a předpisy pro sběr dat.....	59
Tab. 13 Výstupy funkce LINGRESE .....	62
Tab. 14 Jakým způsobem je ve Vaší firmě zaveden systém EMS? .....	67
Tab. 15 Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby?.....	68
Tab. 16 Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť ve Vaší firmě?.....	68
Tab. 17 Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující?.....	69
Tab. 18 Jakým způsobem hodnotíte stav úpravy montážních pracovišť?.....	70
Tab. 19 Kdo u vás ve firmě hodnotí stav úpravy montážních pracovišť?. ....	71
Tab. 20 Ve kterém z uvedeného období vnímáte pokles výkonnosti pracovníků jako nejvýraznější? .....	72
Tab. 21 Který z fyzikálních faktorů narušuje výkonnost vašich pracovníků? ....	73
Tab. 22 Spokojenost operátorů s fyzikálními faktory. ....	75
Tab. 23 Vliv fyzikálních faktorů na operátora. ....	76
Tab. 24 Výsledky LINGERSE hluk .....	80
Tab. 25 Výsledky LINGERSE osvětlení.....	81
Tab. 26 Výsledky LINGERSE teplota .....	82
Tab. 27 Výsledky LINGERSE vlhkost .....	83

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN EN	Česká technická norma
ČSÚ	Český statistický úřad
DNJZ	Dlouhodobé nadměrné jednostranné zatížení
EFFRA	European Factories of the Future Research Association
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EMS	Environmental Management System
ISO	International Organization for Standardization
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
NV	Nařízení vlády
NSČ	Normy spotřeby času
PMV	Predicted Mean Vote
UCD	User Centred Design
WHO	World Health Organization

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A Checklist

Příloha B Dotazník pro management

Příloha C Dotazník pro operátory ve výrobě

Příloha D Výsledky měření hluku ve výrobní společnosti

# Úvod

Dokonalé pracovní prostředí je takové, ve kterém jsou všechny složky kultury práce v souladu s úrovní techniky a technologie. Z hlediska estetiky a ergonomie musí být pracoviště dobře vyřešeno, má-li mít kladný vliv jak na produktivitu a kvalitu lidské práce, tak na společenský rozvoj člověka a kultivaci jeho schopností a vlastností. Pracovní činnost probíhá v konkrétním pracovním prostředí, které působí na člověka. Mezi nejvýznamnější faktory pracovního prostředí, které působí na výkon pracovníka, patří zejména: mikroklimatické podmínky, barevné řešení pracoviště, prach, nepřiměřená zátěž, hluk a vibrace.

Problematika, týkající se designu pracovního prostředí, je často zaměstnavateli a zaměstnanci podceňována. Vedoucí pracovníci by měli mít přehled o tom, jak navrhovat, vytvářet, zdokonalovat a upravovat pracovní systém tak, aby odpovídal člověku a jeho výkonové kapacitě. Chybí motivace zaměstnanců ke zlepšení pracovního prostředí. Největšími problémy, které trápí české firmy je za prvé, jak zvýšit produktivitu individuální práce, to znamená každého zaměstnance, a za druhé, jak zvýšit produktivitu organizace jako celku. Na člověku záleží co, jak a za kolik se bude vyrábět a prodávat. Je potřeba řešit problematiku směn, především zavádění dlouhých pracovních směn u rizikových prací. Zájem podniků se v současnosti soustřeďuje na hledání takového způsobu řízení práce v organizaci, které by umožňovalo neustále zvyšovat objemy produkce a snižovat náklady. Konkrétní pracovní výkon lidí a jejich postoj k práci určují konečné výsledky výrobního procesu. Ergonomické zásahy na pracovišti mohou poskytnout několik významných výhod: snížení úrazovosti, zvýšení produktivity pracovníků a zlepšení kvality výrobku.

Důležitost posuzování pracoviště z pohledu ergonomie dokazují i slova MUDr. Jany Hlávkové z národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce, která říká: „Zavádění nových metod v oblasti hodnocení ergonomických rizik je nezbytné z důvodu metodologického sjednocování posuzování jednotlivých faktorů práce s ostatními státy EU.“ (Hlávková, 2007).

Hlavním cílem disertační práce je nalezení vzájemných vazeb mezi fyzikálními faktory, vyskytujícími se na pracovišti, a jejich vliv na výkonnost pracovníka. Na základě popsání vazeb bude vytvořen model, který poskytne doporučení k vytvoření vhodného designu pracoviště tak, aby byla snížena rizika vyplývající z působení fyzikálních faktorů a zároveň, aby byla maximalizována výkonnost pracovníků. Model bude v sobě zahrnovat legislativní požadavky orgánů zodpovědných za bezpečnost a ochranu zdraví při práci a finanční důsledky vyplývající z vhodného uspořádání pracoviště.

# 1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Dnešní globální prostředí je charakteristické především rychle se měnícími podmínkami, nejasnými prognózami odbytu výrobků a stále se měnícími požadavky zákazníka. Nárůst či pokles požadavku o více než sto procent není v dnešní době žádnou výjimkou. Snahou každé společnosti je zvládnout požadavky zákazníka s minimálními vlastními náklady na výrobu. Zákazník chce každý rok procenta slevy na odebírané výrobky, zaměstnanci zase rok od roku žádají vyšší plat, náklady na energie každoročně stoupají. Na druhou stranu si podnik nemůže dovolit zákazníka zklamat, konkurence je až příliš tvrdá. Posláním každé společnosti je uspokojování potřeb zákazníků, kteří v dnešní době určují, co se bude vyrábět. Podniky musí být schopny reagovat na jejich požadavky rychleji, efektivněji, flexibilněji, kvalitněji a za nižších nákladů než jejich konkurence. Jejich přežití závisí na tom, zda se jim to podaří či nikoliv. Vytváření konkurenceschopného produktu by tedy mělo být hlavním cílem zlepšování procesů všech podniků.

Existují dvě disciplíny, které napomáhají k úspěšnému produktu: design produktu a ergonomie (Bubb a Ulmer, 2009). Schopnost člověka vykonávat svou činnost je ovlivňována převládajícími environmentálními prvky na pracovišti. Proto by zcela jednoznačně při jakékoliv optimalizaci pracoviště měla být tato skutečnost brána na vědomí.

Dle slov A. Hedgeho (2005) si tento vliv uvědomovali ergonomové již v první polovině 20. století, kdy ergonomie jako věda, jejíž součástí je i analýzy pracoviště z pohledu environmentu, byla ještě v plenkách. Dále upozorňuje na to, že při designu výrobních systémů nelze dělat kompromisy mezi výkonností pracovníka a zdravím pracovníka. Tyto dvě složky musí být v rovnováze. K tomu aby designér navrhl vhodný výrobní systém s ohledem na vztah člověk-stroj, je potřeba soubor různorodých znalostí a zkušeností. Při designu musí respektovat všechny důležité aspekty pracoviště, jako efektivnost stroje a informační technologie, schopnosti a limity lidského kapitálu a stejně tak i záležitosti týkající se životního prostředí (Johannsen, 2009).

Cílem vhodné úpravy pracoviště je tedy zcela jednoznačně najít z pohledu pracovníků rovnováhu mezi výkonností a zdravím. Z pohledu samotného pracoviště bychom měli brát v potaz aspekty související se životním prostředím. Právě tyto aspekty, týkající se životního prostředí a zdraví pracovníků, bývají při úpravě pracovišť velmi často podceňovány či zcela opomíjeny.

## 1.1. Systém environmentálního managementu

Environmental management system (EMS) je obecně definován jako transparentní proces zasahující do strategie celé organizace za účelem dodržování předpisů a implementace environmentálních cílů, politiky, odpovědnosti a provádění pravidelných auditů na jednotlivých pracovištích (Steiger 2000). Jedná se o záměrné působení na ty výrobky, které mohou mít vliv na životní prostředí. Implementací systému se organizace zavazuje k cílené ochraně životního prostředí, omezování produkce látek znečišťujících životní prostředí, snižování environmentálních rizik na zdraví zaměstnanců a školení zaměstnanců v oblasti ochrany životního prostředí (Ilnitch et al. 1998). Doposud byly postupy zavádění EMS do strategie podniků značně omezené (Chambers and Lewis, 2001). V současnosti se však řada podniků těmito problémy aktivně zabývá a v praxi existuje řada jednoduchých nástrojů, jak zavádět EMS v podniku systematicky.

Zavedením EMS v podniku v podstatě podnik dokládá to, že v rámci své činnosti dbá na ochranu životního prostředí a zaměstnanců. Pokud se podnik rozhodne zavést EMS, má v podstatě dvě možnosti:

1. Zavedení EMS podle řady norem ISO 14000. ISO 14001 poskytuje směrnice, podle kterých mohou korporace systém EMS zavádět (Jackson, 1997).
2. Zavedení EMS podle Programu EMAS.

Oba systémy jsou certifikované. The Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) je velice podobný ISO 14001 v požadavcích a komponentech. (Morrow and Rondinelli, 2002; Ridolfi et al., 2008). Hlavní rozdíl je v některých požadavcích, které jsou v normě ISO 14000 široce pojaty. EMAS určité prvky vyžaduje jako povinné, zatímco norma ISO14000 je pouze doporučuje nebo se jimi pouze zabývá.

Mezi tyto prvky patří:

1. environmentální přezkoumání,
2. publikace a ověřování environmentálního prohlášení,
3. soulad s legislativou,
4. posuzování nepřímých environmentálních aspektů,
5. aktivní účast zaměstnanců na procesu neustálého zlepšování,
6. využití loga
7. registrace (Klásterka, 2007)

## 1.2. Lidská práce

Lidská práce je jedním z hlavních hnacích sil v rozvoji naší společnosti, ekonomiky a kvality života. Statistiky Mezinárodní organizace práce (ILO 2007) ukazují, že v současné době existuje přibližně 1,1 miliardy „ekonomicky aktivních osob“ na pěti kontinentech, kteří v průměru tráví více než polovinu svého dne v práci.

V Evropské unii se očekává nárůst podílu ekonomicky aktivního obyvatelstva mezi 55 a 64 lety z 56 milionů zaměstnaných v roce 2006 (o 11,4 % celkového počtu obyvatel), na 70 milionů v roce 2030 (13,5 %). Kromě toho se očekává, že počet lidí v Evropské unii ve věku 65 let a starší naroste z 82 milionů v roce 2006 (16,8 %) na 122 milionů v roce 2030 (23,5 %), (European Parliament, 2008).

Výsledky Českého statistického úřadu (2014) se sídlem v Praze uvádí, že v České republice během posledních deseti let vzrostl počet zaměstnaných osob ze 4733 tis. v roce 2003 na 4890 tis. v roce 2012. Průměrný počet zaměstnaných, očištěný od sezónních vlivů, se v 1. čtvrtletí 2013 proti 4. čtvrtletí 2012 zvýšil o 13,3 tis. osob. I přes dlouhodobý růst počtu nezaměstnaných osob (od 1. čtvrtletí 2012) lze začátek roku 2013 charakterizovat zvýšením zaměstnanosti. Meziročně vzrostl počet zaměstnaných osob o 49,1 tis. (tj. o 1,0 %) na 4 884,0 tis. osob, přičemž se na zvýšení podílely osoby v pozici zaměstnanců. Míra zaměstnanosti (podíl počtu zaměstnaných osob ve skupině 15-64letých) dosáhla 66,8 % a ve srovnání s 1. čtvrtletím roku 2012 vzrostla o 1,2 procentního bodu. Míra zaměstnanosti mužů se zvýšila o 1,0 procentního bodu na 74,6 %, míra zaměstnanosti žen vzrostla o 1,4 procentního bodu na 58,8 %.

Míra zaměstnanosti (podíl zaměstnaných ve skupině 15–64letých) očištěná od sezónních vlivů v dubnu 2014 dosáhla 68,5 % a proti dubnu 2013 se zvýšila o 0,9 procentního bodu. Míra zaměstnanosti mužů po sezónním očištění činila 76,6 %, míra zaměstnanosti žen 60,2 %. Míra zaměstnanosti osob ve věku 15–29 let očištěná od sezónních vlivů činila 45,8 %, ve věku 30-49 let 84,3 % a ve skupině osob 50–64letých 63,9 %. Obecná míra nezaměstnanosti 15–64letých (podíl nezaměstnaných k pracovní síle, tj. součtu zaměstnaných a nezaměstnaných) očištěná od sezónních vlivů dosáhla v dubnu 2014 6,5 % a meziročně se snížila o 0,6 procentního bodu. Míra nezaměstnanosti mužů očištěná od sezónních vlivů dosáhla 5,6 %, míra nezaměstnanosti žen 7,8 % (ČSÚ, 2014).

Podobně jako v předešlých čtvrtletích se významně zvyšuje ekonomická aktivita obyvatelstva České republiky, když v meziročním i čtvrtletním srovnání vzrostla úroveň zaměstnanosti i nezaměstnanosti.

Pro zmíněnou velkou skupinu zaměstnaných obyvatel je pracovní prostředí místo, kde tráví většinu svého produktivního života (tedy období mezi 15 a 64

rokem). Je tedy přirozená snaha trávit tento čas v příjemném a bezpečném prostředí. Nadále je nutné zmínit, že v následujících letech bude docházet k opačnému trendu demografických změn, než v EU a to k úbytku potencionální pracovní síly, kde významně poklesne počet osob ve věkové skupině 15 – 64 let. Tento stav je dán především tím, že se silné poválečné ročníky přesouvají do věkové skupiny 65 a více let (ČSÚ, 2014).

Následující tabulka 1 ukazuje procentuální vývoj podílů jednotlivých ročníků zaměstnaných osob k celkovému počtu zaměstnaných osob v ČR v letech 2004 – 2012. Největší podíl tvoří věková skupina 65+.

Tab. 1 Vývoj zaměstnaných osob (v tis.) 2004- 2012 dle ročníků (ČSÚ, 2014).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>15-19</b>	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7	6,6	6,3	5,9
<b>20-24</b>	8,3	8,1	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	7,4
<b>25-29</b>	10,4	10,1	9,6	9,2	8,9	8,6	8,4	8,2	8
<b>30-34</b>	9,1	9,6	10,1	10,4	10,5	10,4	10,1	9,7	9,3
<b>35-39</b>	8	7,9	8	8,2	8,6	9,1	9,6	10	10,4
<b>40-44</b>	7,6	7,8	7,9	8	8	7,8	7,8	7,9	8,2
<b>45-49</b>	8,4	7,9	7,6	7,3	7,2	7,4	7,6	7,8	7,9
<b>50-54</b>	9,1	9	8,8	8,6	8,3	8	7,6	7,3	7,2
<b>55-59</b>	8,7	8,8	8,9	8,8	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2
<b>60-64</b>	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	7,9	8,1	8,2	8,2
<b>65+</b>	16,5	16,6	16,7	16,9	17,1	17,5	17,9	18,5	19,4

### 1.3. Ergonomie a pracovní výkonnost

V každém systému práce funguje lidská bytost, alespoň do určité míry, jako regulátor. Lidské rozhodování a akce jsou podporovány kognitivními technickými systémy. Vazbě člověk, stroj a prostředí se věnuje vědecká disciplína ergonomie, resp. mikro-ergonomie. Určujícím znakem této vazby je její kompatibilita. Luczak (1998) a Karwowski (2005) označují vazbu mezi člověkem, prostředím a technikou pojmem „symbióza“.

Přestože je v současné situaci snahou rychle reagovat na požadavky zákazníka rychlým technologickým pokrokem, automatizací a robotizací, existují přesvědčivé teoretické argumenty, že člověka nelze v konečném systému nahradit strojem (Dreyfus 1992, Harel 2000, Bialek et al. 2002). Jedná se především o činnosti plánování, lidskou vynalézavost, kreativitu a proaktivní přístup, sledování a zefektivnění celkového systému.



Lidský kapitál představuje jeden z výrobních faktorů nacházejícím se v podniku. Spokojení, dobře motivovaní a výkonní zaměstnanci jsou pro podnik největším kapitálem, kterým může disponovat. Pracovní přetížení, špatné mezilidské vztahy, nedostatečná důvěra ze strany nadřízených nebo špatné pracovní podmínky jsou zdrojem stresu. Stres je všeobecně považován za něco nežádoucího, negativního a snižujícího pracovního výkonost.

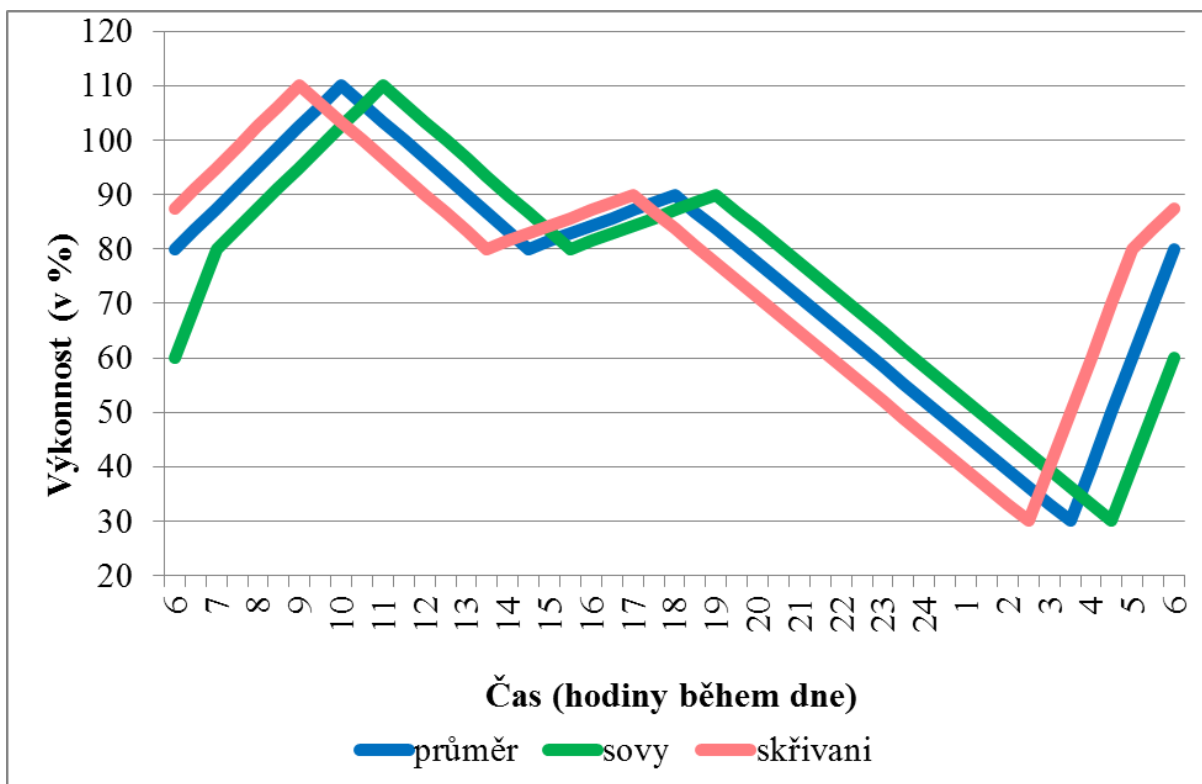
Pracovní výkonost člověka se posuzuje podle množství vykonané práce v určitém čase, délky času potřebného pro vykonání určité práce, maximální doby trvání práce a množství práce bez ohledu na výkon a čas. Pracovním výkonem rozumíme výsledek práce vykonaný v konkrétních podmínkách za určitou časovou jednotku (Král, 1994). Dosažený výkon je měřítkem pracovní činnosti. Nutno říci, že výkon ve výrobě závisí velmi často na technologiích a organizaci práce (Matoušek a Růžička, 1965).

Produktivní čas je čas, ve kterém člověk vynakládá nejvíc energii na svoji práci. Produktivita člověka je během dne rozdílná. Dochází k proměnám, které ovlivňují výkonost pracovníka v čase. Grafickým vyjádřením dynamických proměn měřitelných faktorů výkonosti v čase, jsou výkonostní křivky (Karwowski, 2001). Produktivní čas souvisí s lidským biorytmem. Každý jedinec má své biorytmy a je jimi ovlivňován. Tyto biorytmy rozdělují lidi do dvou základních chronotypů.

Prvním typem jsou skřivani, ranní typy, kterým nedělá problém vstávat brzy ráno. Skřivani jsou nejproduktivnější v dopoledních hodinách, naopak odpoledne se cítí ospale. Pro tento chronotyp jsou vhodné ranní směny. Jejich výkonostní křivka je posunuta doleva od křivky průměru. Maximální výkonost nastává cca o hodinu dříve (růžová křivka na obr. 1).

Druhým typem jsou sovy, večerní typy, kterým dělá problém ranní vstávání. Produktivní začínají být až kolem 10 hod. ranní. Vhodné jsou pro ně noční směny. Nejproduktivnější jsou ve večerních hodinách. Jejich výkonostní křivka je posunuta doprava od průměru (zelená křivka na obr. 1)

Většina lidí se řadí někde mezi oba typy (průměr - modrá křivka na obr. 1). Podle Johna Erica Adaira jsou lidé nejproduktivnější ráno kolem 10 hod. ranní. Ráno je člověk nejvíce odpočatý Pro chronotyp jsou určujícími geny, věk a životní styl.



Obr. 1: Křivka denní výkonnosti (vlastní zpracování).

Z křivky denní výkonnosti vyplývá jistá závislost na okolních vlivech, které působí na následnou výkonnost. Výkonnost v jednotlivých hodinách je popsána níže (Dědek, 2000).

Mezi 9 a 11 hodinou dopolední nastává první výkonnostní vrchol. V této době je operátor nejvýkonnější. Tento čas je ideální využít k nejvíce zatěžujícím, důležitým a nejméně příjemným úkolům.

Mezi 13 a 14 hodinou následuje fyziologicky podmíněný pokles. V těchto hodinách se výkonnost operátora snižuje přibližně o pětinu, projevuje se únava a potřeba odpočinku, zpomalují se reakce.

Mezi 14 a 15 hodinou dosahuje pracovník prvního výkonnostního propadu. V této době by se měl věnovat spíše jednoduchým rutinním činnostem, nečinit důležitá rozhodnutí a neřešit složité úkoly.

Kolem 18 hodiny nastává druhý výkonnostní vrchol, který ovšem už nedosahuje tak vysoké úrovně jako ten dopolední. Pracovníkova aktivita stoupá, nastává vzestup pozornosti, výkonnosti a zlepšuje se dlouhodobá paměť.

Mezi 3 a 4 hodinou v noci přichází nejnižší výkonnost celého dne. Noční práce jsou proto větším zatížením na organismus (Sovy a skřivani 2011).

### 1.3.1. Hodnocení výkonnosti pracovníka

Zvyšování výkonnosti pracovníka je každodenním slovním spojeným v podnicích. Čím vyšší výkonnost pracovníka bude, tím více bude podnik úspěšnější. Produkce a kvalita výrobků se odvíjí od práce člověka – operátora. Zvyšovat výkonnost podniku můžeme různými způsoby, tj. nákupem nového, často drahého zařízení, zvýšení pracovního tempa či stanovení přísnější normy u zaměstnanců. Zvyšování produktivity však nemusí být spojené s náklady na zvyšování automatizace. Cílem je najít rezervy v současném systému a samotné optimalizaci výrobních a podpůrných procesů (IPA, 2012).

#### *Zvyšování výkonnosti podniku lze dvěma cestami:*

- Zvýšení hodnoty produktu inovacemi, zvýšením konkurenceschopnosti podniku průnikem na nové trhy a zvyšování hodnoty pro zákazníka.
- Redukcí nebo úplným odstraněním zbytečných hodnotu nepřidávajících činností (nadvýroba, vady, zbytečná doprava nebo přemístování, čekání, zbytečné pohyby, nadbytečné zpracování, nadbytečné zásoby a nevyužitá tvořivost zaměstnanců, tzv.8S)

Při stanovení výkonnosti obvykle vycházíme z měření, s jakou účinností jsou využívány vstupy na vytvoření požadovaných výstupů. V případě výkonnosti operátorů, se nejčastěji měří produktivita práce. U zařízení se zaměřujeme na využití zařízení a jeho prostoje. U výrobních linek se jedná při měření produktivity o kombinaci strojních operací a ručních pracovišť. Na základě těchto vstupních dat, je možno vyčíslit potenciál zvýšení produktivity, který na pracovišti nebo lince existuje a jak ho dosáhnout.

Ve kterých oblastech tedy potřebujeme v praxi znát normu spotřebu času (NSČ), tj. množství času potřebného k vykonání určitého úkolu a k čemu nám tato znalost slouží?

- **Oblast plánování.** Z norem vycházíme při stanovení celkových pracovních nákladů na výrobek. V konečném důsledku stanoví počet potřebných výrobních operátorů, počet nutných výrobních zařízení, objem a termíny dodávek materiálů, časový plán výroby, zavedení výrobku do výroby a pomohou zamezit plýtvání.
- **Sledování výkonnosti.** Normy odpovídají na otázky, jestli výroba dosahuje stanovených cílů, jak pracují jednotlivé útvary, normy se používají k vyčíslení skutečných nákladů výroby a jsou podkladem pro stanovení odměn dle výsledků.
- **Řízení nákladů.** Pomocí norem se stanovují celkové pracovní náklady na výrobek, skutečné náklady výroby a mzdové náklady

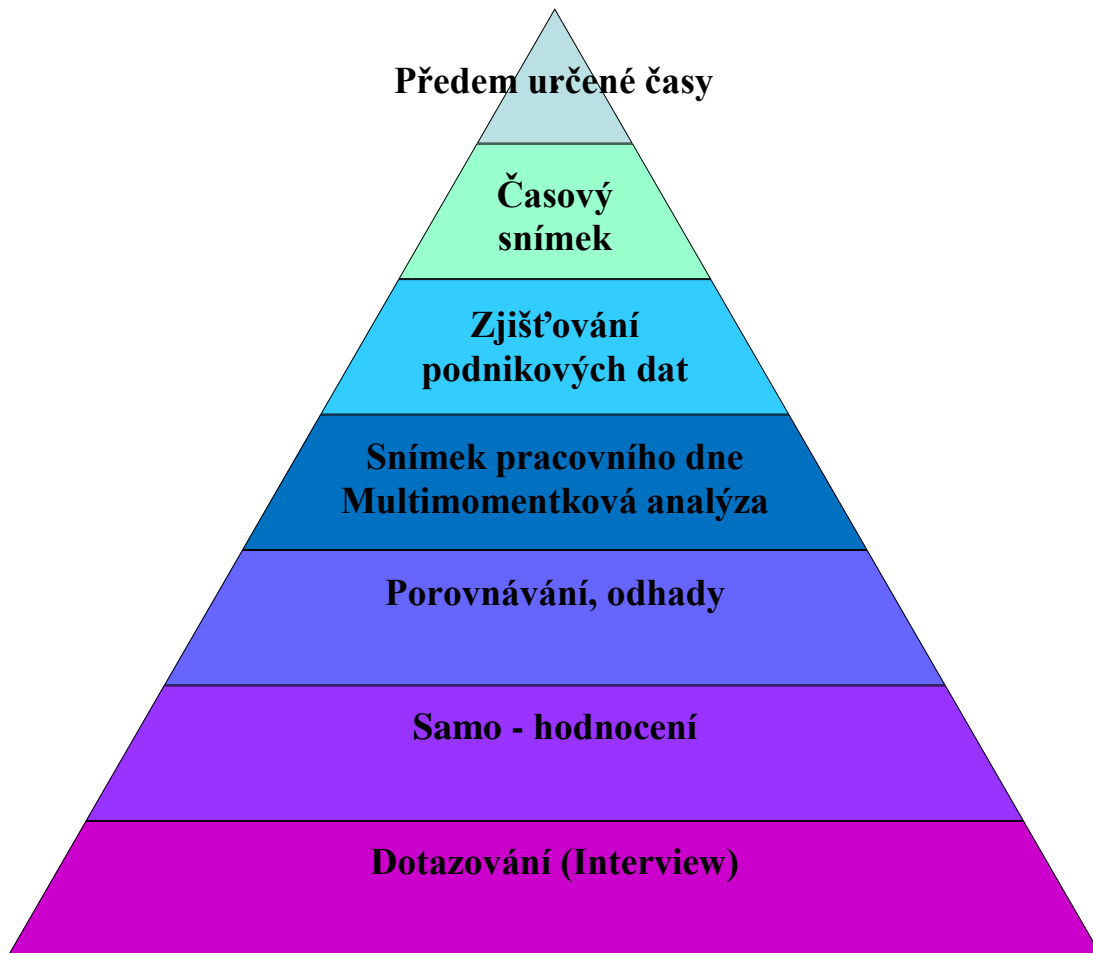
***Při stanovení výkonnosti se hodnotí čtyři základní ukazatelé:***

1. Výkon za časovou jednotku (pracovní směna nebo hodina) – jde o měření objemu potřebných vstupů i dosažených výstupů. Při vstupech se jedná hlavně o lidskou práci a tu můžeme nejjednodušeji definovat počtem pracovníků, resp. spotřebou normohodin.
2. Počet pracovníků na zařízení, resp. lince – na výrobě produktu se podílejí jednak výrobní pracovníci, ale i servisní nebo režijní pracovníci. Navzdory tomu, že práce těchto pracovníků nebývá přímo normovaná a jednoznačně vztažená na jednotku výroby, stále jsou pracovníky výroby a jsou na ně vynakládány mzdové a další prostředky. Při výpočtu produktivity musíme proto vzít v úvahu všechny zaměstnance podílející se na výrobě.
3. Pracnost na vybraném produktu, produktech – spotřeba času na jednotlivých pracovních pozicích v sériové (automatizované) výrobě, je důležitá k vyjádření nákladů na práci i k vybalancování jednotlivých operací, definování taktu, výkonu pracoviště, počtu operací a pracovníků, kteří musí na daných pozicích pracovat.
4. Výpočet produktivity na pracovníka – při analýzách je používána osvědčená metodika sběru dat, založená na přímém pozorování jednotlivých pracovišť a vykonávání interview s vybranou skupinou pracovníků.

**Odměna za výkon** bývá poskytována jako navýšení platu podle výkonnosti a návaznosti na pohyb ceny práce na trhu (u základního platu) např. v návaznosti na splnění cílů (bonus), případně jako další variabilní složky (ocenění na základě potenciálu firmy) apod. Individuální záležitostí bývá ocenění **výkonnostními příplatky** (například u tarifních pracovníků). Výsledkem hodnocení, které provádí zásadně bezprostřední nadřízený, je navýšení nebo snížení tohoto příplatku.

Na základě analýzy výkonnostních křivek lze odhadnout, že přijatelná hodnota výkonnosti pracovníka se pohybuje v rozmezí 85 až 100%. Výkonnostní maximum je 110%, tento stav by byl ale z dlouhodobého hlediska pro práci člověka rizikový. Výkonnost pod 80% není přijatelná. Na druhou stranu jsou schopni pracovníci z krátkodobého hlediska dosahovat nadprůměrných výsledků, v tomto případě by měli být náležitě odměněni.

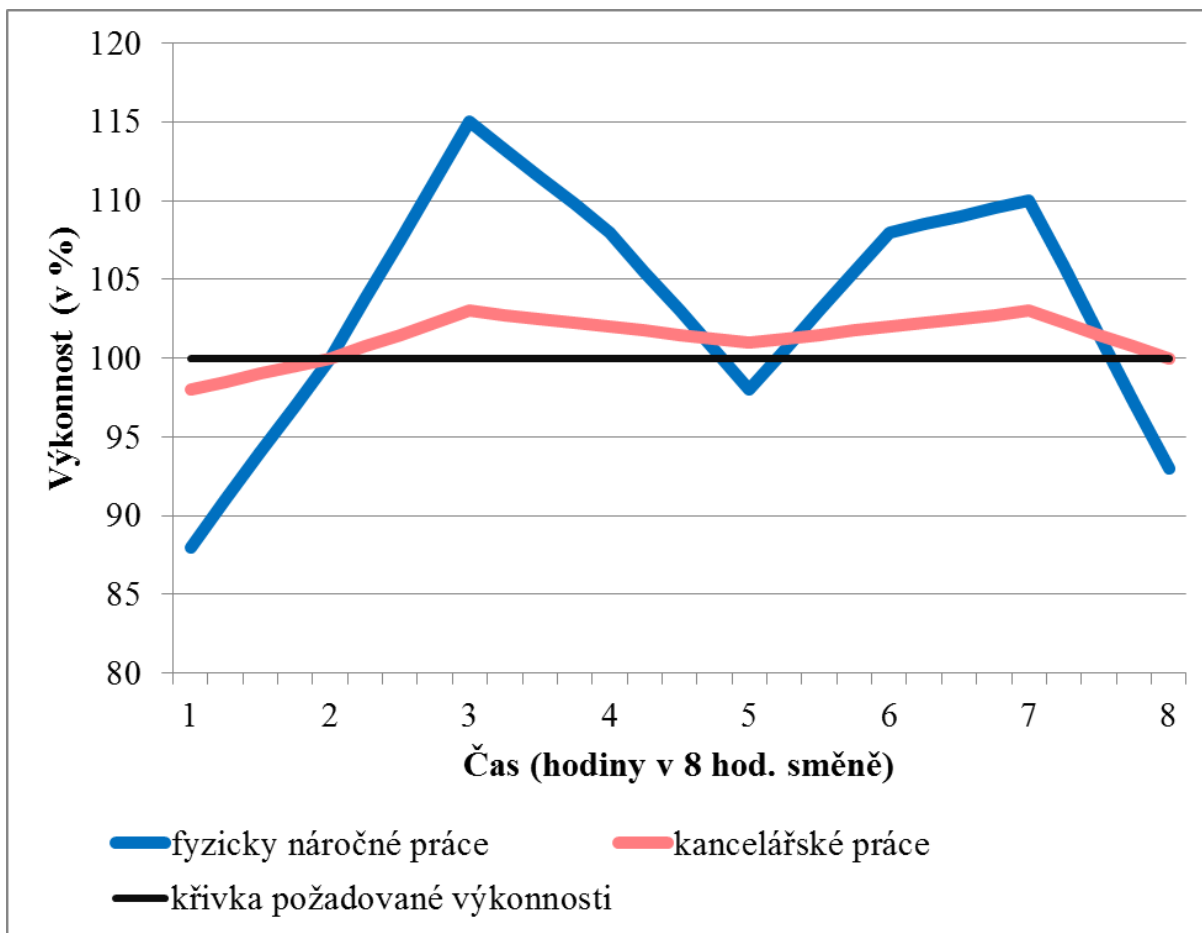
Hodnocení výkonu lze provádět buď přímo, nebo nepřímo. Nejčastěji se vychází z metod průmyslového inženýrství (obr. 2).



*Obr. 2: Metody pro určení spotřeby času(vlastní zpracování)*

Mezi nejvíce používané metody patří časové studie práce. Tyto metody jsou prováděny přímo na pracovišti v reálném čase, kde je sledován průběh práce. Důvodem pro použití těchto metod je několik, od zvyšování výkonnosti, přes definování normo časů až po vyjádření efektivnosti. Výsledkem je časový snímek pracovního dne jednotlivce, vyjadřující záznam spotřeby pracovního času během směny formou nepřetržitého pozorování. Na základě analýzy časového snímku lze vhodně rozvrhnout práci a odpočinek a tím zvyšovat výkonnost pracovníka.

Z provedených analýz časových snímků bylo zjištěno, že u středně těžké práce je vliv více kratších pauz stejný, jako zařazení jedné delší, je-li jejich celkový čas totožný. U těžké práce je doporučován častější a kratší odpočinek, kdežto u lehké práce se doporučuje delší odpočinek až po ukončení úkolů. Časté přestávky snižují pracovní soustředění. Z hlediska duševně-hygienického, zdravotního i kulturního je doporučována osmihodinová pracovní doba (obr. 3)(Čačka, 2012).



Obr. 3: Normální průběh výkonnosti člověka v jednotlivých hodinách směny (vlastní zpracování)

Výkyvy v pracovní výkonnosti operátora během osmihodinové směny mají fyziologický základ v únavě, v uspořádání režimu práce a odpočinku. Je proto nutné s nimi počítat tehdy, kdy je třeba uvést do souladu intenzitu práce strojního zařízení s kapacitou výkonnosti člověka (Král, 1994)

### 1.3.2. Hodnocení poškození zdraví pracovníka

Významným ukazatelem zdravotního stavu i pracovních podmínek je sledování výskytu profesionálních onemocnění zahrnujících nemoci z povolání. Všechna uznaná profesionální onemocnění jsou hlášena do Národního registru nemocí z povolání. Nemoci z povolání jsou, dle nařízení vlády č. 290/1995 Sb., nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů. Nemocí z povolání v roce 2012 nejčastěji onemocněli pracovníci obsluhující stroje a zařízení, tj. montéři (celkem 436, tj. 41,8 % případů); řemeslníci a opraváři (celkem 366, tj. 35,1 % případů). V obou těchto případech se nejčastěji vyskytovala onemocnění způsobená fyzikálními faktory (celkem 228 a 253 případů).

Fyzikální faktory způsobily v roce 2012 celkem 50,7 % ze všech hlášených nemocí z povolání (528 případů). V sestupném pořadí následovaly nemoci týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobříšnice (221 případů), nemoci přenosné a parazitární (153 případů), nemoci kožní (128 případů), nemoci způsobené chemickými látkami (12 případů). Nejvíce případů ohrožení nemocí z povolání bylo hlášeno z kraje Moravskoslezského (27, tj. 47,4 % případů) a z kraje Olomouckého (11, tj. 19,3 % případů). Fenclová (2013) sleduje vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2006–2012 (tab. 2).

Tab. 2 Vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání (v počtu osob) v letech 2006–2012 (Fenclová, 2013).

<b>Nemoc z povolání</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>	<b>2010</b>	<b>2009</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>	<b>2006</b>
<b>NzP způsobené chemickými látkami</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>25</b>
percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem	11	15	16	22	19	25	22
nemoci z vibrací	196	217	230	230	238	236	160
nemoci z DNJZ	312	390	406	332	430	361	291
ostatní NzP	9	5	5	9	6	7	7
<b>NzP způsobené fyzikálními faktory</b>	<b>528</b>	<b>627</b>	<b>657</b>	<b>593</b>	<b>693</b>	<b>629</b>	<b>480</b>
pneumokoniózy způsobené SiO <sub>2</sub>	109	127	99	106	86	84	96
nemoci plic, pohrudnice nebo pobříšnice způsobené azbestem	24	25	44	36	28	35	28
rakovina plic z radioaktivních látek	9	9	15	13	5	15	16
asthma bronchiale včetně alergických onemocnění dýchacích cest	58	59	80	74	58	70	90
ostatní NzP	21	17	8	10	3	5	4
<b>NzP týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobříšnice</b>	<b>221</b>	<b>237</b>	<b>246</b>	<b>239</b>	<b>180</b>	<b>209</b>	<b>234</b>
<b>NzP kožní</b>	<b>128</b>	<b>166</b>	<b>140</b>	<b>175</b>	<b>233</b>	<b>197</b>	<b>246</b>
nemoci přenosné a parazitární	112	125	144	180	152	129	103
nemoci přenosné ze zvířat na člověka	27	35	25	32	42	23	46
nemoci přenosné a parazitární vzniklé v zahraničí	14	9	11	17	8	24	15
<b>NzP přenosné a parazitární</b>	<b>153</b>	<b>169</b>	<b>180</b>	<b>229</b>	<b>202</b>	<b>176</b>	<b>164</b>
<b>NzP způsobené ostatními faktory</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>1</b>
<b>Nemoci z povolání</b>	<b>1042</b>	<b>1210</b>	<b>1236</b>	<b>1245</b>	<b>1327</b>	<b>1228</b>	<b>1150</b>
<b>Ohrožení nemocí z povolání</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>68</b>	<b>76</b>	<b>63</b>	<b>66</b>
<b>Úhrnem</b>	<b>1099</b>	<b>1266</b>	<b>1292</b>	<b>1313</b>	<b>1403</b>	<b>1291</b>	<b>1216</b>

Fenclová (2013) dále sleduje nemoci způsobené fyzikálními faktory (tab. 3). Nutno podotknout, že tyto nemoci jsou zjištěné po několika letech, kdy byl člověk dlouhodobě během vykonávání pracovní činnosti fyzikálními faktory ovlivňován. Z tohoto důvodu jsou často nemoci takového charakteru opomíjeny.

Tab. 3 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory (Fenclová, 2013)

1. *Nemoc způsobená ionizujícím zářením:*
    - poškození krevetvorby z ionizujícího záření
    - radiační dermatitida
    - rakovina kůže z ionizujícího záření
    - katarakta z ionizujícího záření
    - leukémie
    - jiné zhoubné nádory z ionizujícího záření
    - chorobné nenádorové změny dýchacích cest
  2. *Nemoc způsobená elektromagnetickým zářením*
  3. *Zákal čočky způsobený tepelným zářením*
  4. *Percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem*
  5. *Nemoc způsobená přetlakem nebo podtlakem okolního prostředí*
  6. *Sekundární Raynaudův syndrom prstů rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními*
  7. *Nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními*
  8. *Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními*
  9. *Nemoci šlach, šlachových pochev nebo úponů svalů nebo kloubů končetin z DNJZ*
  10. *Nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z DNJZ*
- Nemoci tíhových váčků z tlaku*  
*Poškození menisku kolenního kloubu*

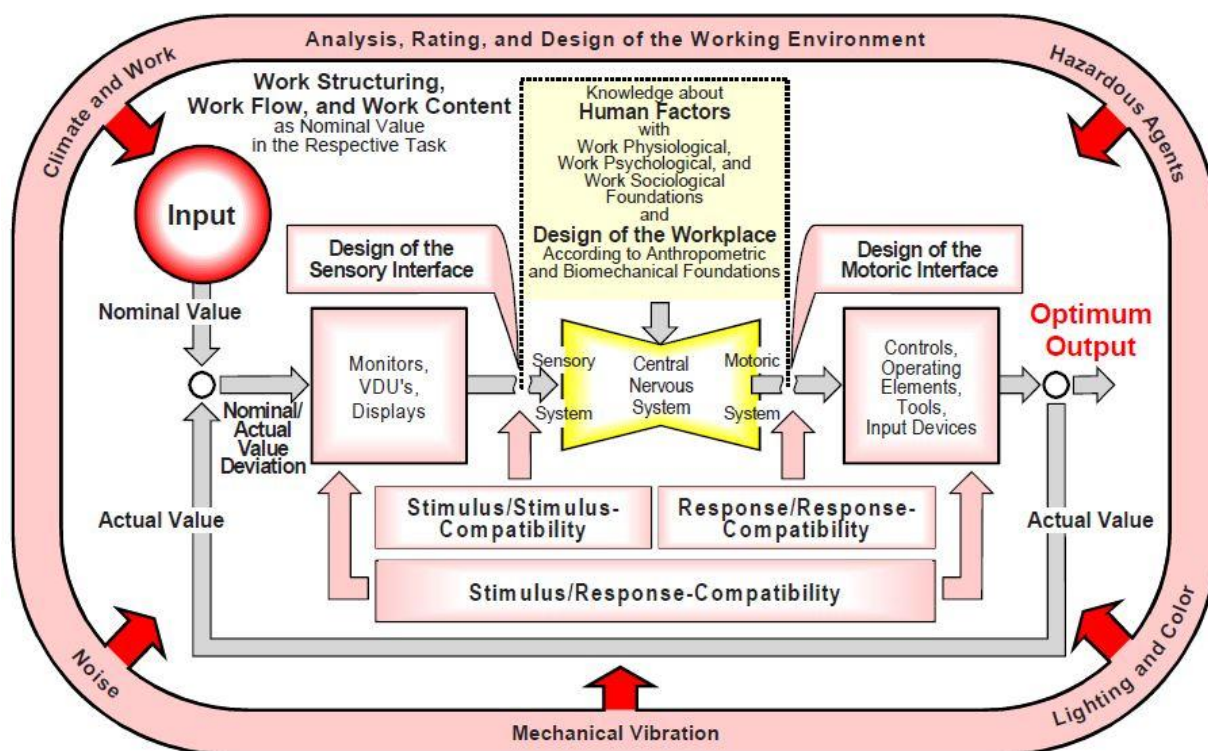
## 1.4. Pracovní prostředí

Snahou podniku je neustále zvyšovat svou výkonnost a stabilitu, snižovat náklady a uspokojovat vysoké nároky svých zákazníků v dynamicky se měnícím konkurenčním prostředí. K dosažení tohoto cíle je potřeba správně modelovat a analyzovat podnikové procesy. Tyto procesy jsou prováděny lidmi, kteří pracují v podniku v určitém pracovním prostředí a jejichž výkon značně ovlivňuje konkurenceschopnost celého podniku. Role a význam lidských zdrojů v podniku neustále rostou, přičemž právě lidé mohou být jedním z nejdůležitějších zdrojů konkurenční výhody. Takže změny zavedené na úrovni jednotlivce, které ovlivní jeho výkonnost, způsobí změny výkonnosti kompletního podnikového procesu. Z těchto důvodů hraje ergonomie v současné době důležitou roli.

Ergonomický přístup k navrhování lidské práce je zaměřen na zefektivnění lidského blahobytu a celkového výkonu systému (IEA 2009). Ergonomický přístup slibuje podniku úspěšné zvládnutí velkých budoucích výzev v dynamicky se měnícím prostředí.



Projektování v oblasti lidské práce prošlo v posledních letech významnými změnami z hlediska struktury a procesů. Tento jev je zejména pozorovatelný ve výrobních podnicích ve vyspělých státech.



Obr. 4. Chápání vlivu fyzikálního prostředí na člověka (Strasser, 2009)

Schéma na obrázku 4 vysvětluje postavení člověka v pracovním procesu. Model představuje člověka v abstraktním kybernetickém zobrazení. Podobně jako u počítače se skládá z napájecího zdroje a centrální procesorové jednotky s různými rozhraními, operátor s jeho fyzickými schopnostmi je řízen centrálním nervovým systémem. Systém komunikuje prostřednictvím svého smyslového a pohybového aparátu s vnějším světem. Z obrázku je patrné, že fyzikální prostředí působí na činnost pracovníka, ovlivňuje jeho centrální systém a schopnosti. Spokojený a motivovaný člověk je schopen zvyšovat svou výkonnost a dobře odvádět svou práci (Strasser, 2009)

Dalším konceptem, který staví člověka do centra a považuje jej za jednu z nejdůležitějších složek systému, je znám jako "user-centred-design" (UCD) (Stanney, Maxey and Salvendy, 1997). V přístupu UCD, je role pracovníka považována za zásadní pro zajištění úspěchu operace. Výhodou tohoto přístupu je zavedení posílení lidské zodpovědnosti. V důsledku posílení pocitu vyšší zodpovědnosti, je pracovník schopen podávat vyšší výkonnost (Noyes, 2001).

Každá pracovní činnost je poznamenána vyšší či menší mírou ergonomického rizika. Lze tuto míru rizika eliminovat? Ano lze, i když jen do určité míry. Riziko

nelze vyloučit zcela. Snahou zaměstnavatele by mělo být riziko snížit na nejnižší možnou úroveň. Za předpokladu, že zaměstnavatelé znají pracovní podmínky na pracovišti, mohou je zlepšovat a tím ovlivňovat výkonnost jednotlivých pracovníků (Øvretveit, 2011).

EFFRA (European Factories of the Future Research Association), organizace, která podporuje rozvoj „továren budoucnosti“, předkládá dlouhodobou výrobní vizi do roku 2030 v oblasti řízení lidských zdrojů. Stanovuje čtyři paradigmaty, která povedou ke strukturálním proměnám evropského výrobního odvětví. Jsou to:

- Továrna a příroda – udržitelnost.
- Továrna jako dobrý soused – být blíže k zákazníkovi.
- Továrny v hodnotovém řetězci – kolaborativní spolupráce.
- Továrna lidí – člověk je středem systému (EFFRA, 2012).

Problematika designu pracovního prostředí spadá do čtvrtého bodu, který je charakterizován za prvé, lidsky orientovaným rozhraním a vytvářením vhodného prostředí pro pracovníky a za druhé vytvářením produktů a práce pro rozdílné typy lidí (podpora školení a vzdělávání, IT podpora). V neposlední řadě řeší problematiku pracovních podmínek v souladu se způsobem využití kapacit člověka (flexibilní pracovní doba, noční a denní směnnost atd.).

Vhodné navržení designu pracoviště, které staví pracovníka do centra a uvažuje o jeho potřebách, bezpochyby povede k lepšímu výkonu pracovníka a potažmo k lepší výkonnosti celkového systému. Lepší výkonnost maximalizuje zisk podniku a spokojenost všech zainteresovaných stran - managementu, akcionářů a majitele.

Budoucnost ergonomie je jasná, kromě hlavního cíle, tj. ochrany zdraví člověka, má ergonomie pozitivní vliv na ekonomické ukazatele (snížení nákladů na nemocnost, úrazovost, zvýšení výkonnosti apod.). Řada renomovaných firem v rámci konkurenčního boje právě zdůrazňuje, že jejich výrobek splňuje všechny ergonomické požadavky a je tedy i lépe prodejný (Gilbertová a Matoušek, 2002).

## 1.5. Kategorizace prací

Podle míry výskytu fyzikálních faktorů, které mohou ovlivnit zdraví zaměstnanců a jejich rizikovost pro zdraví, se práce zařazují do 4 kategorií (Zákon č. 258/2000 Sb.).

Rozdělení do rizikových kategorií se odkazuje na kategorie rizika dle zákona o ochraně veřejného zdraví. V dubnu roku 2013 byla uvedena v platnost vyhláška upravující zařazení do jednotlivých kategorií. Zaměstnavatelé musejí nově posoudit, která práce vyvolává zvýšené riziko ohrožení zdraví. Zaměstnavatel by měl tato rizika vyhodnotit buď ve spolupráci se zkušeným bezpečnostním referentem nebo formou out-sourcingu. Ty by měly samozřejmě spolupracovat s příslušným inspektorátem práce a hygienickou stanicí. Nutná je součinnost s poskytovatelem pracovně lékařských služeb, tj. smluvním lékařem.

### ***Kategorizace prací je povinností zaměstnavatele s tím, že:***

- kategorii první určí zaměstnavatel samostatně dle vyhlášky č. 432/2003 Sb.,
- zařazení do druhé kategorie musí oznámit (navrhnout ke schválení) krajské hygienické stanici, která může návrh akceptovat (nevydává rozhodnutí), ale také rozhodnout, že práci zařazuje do vyšší skupiny nebo jako druhou rizikovou,
- při rizikové práci, tj. kategorii druhé rizikové, třetí a čtvrté, zaměstnavatel podá návrh na zařazení a krajská hygienická stanice vydá rozhodnutí (Kučerová, 2013).

Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, rozděluje v § 3 práce na čtyři kategorie podle míry výskytu faktorů, které mohou ovlivnit zdraví zaměstnanců, a jejich rizikovosti pro zdraví (tab. 4).

Tab. 4 Kategorizace práce (Motyčková, 2005)

<b>Kategorie</b>	<b>Popis</b>
<b>1</b>	Práce, při nichž podle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví (zde patří například většina administrativních prací).
<b>2</b>	Práce, při nichž podle současné úrovně poznání lze očekávat jejich nepříznivý vliv na zdraví jen výjimečně, zejména u vnímavých jedinců, tedy práce, při nichž nejsou překračovány hygienické limity faktorů stanovené zvláštními právními předpisy (hygienické limity), a práce naplňující další kritéria pro jejich zařazení do kategorie druhé.
<b>3</b>	Práce, při nichž jsou překračovány hygienické limity, a práce naplňující další kritéria pro zařazení práce do kategorie třetí, přičemž expozice fyzických osob, které práce vykonávají, není spolehlivě snížena technickými opatřeními pod úroveň těchto limitů, a pro zajištění ochrany zdraví osob je proto nezbytné využívat osobní ochranné pracovní prostředky, organizační a jiná ochranná opatření, a dále práce, při nichž se vyskytují opakovaně nemoci z povolání nebo statisticky významně častěji nemoci, jež lze pokládat podle současné úrovně poznání za nemoci související s prací.
<b>4</b>	Práce, při nichž je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření.

Tab. 5 Třídy práce (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb).

Třída práce	Druh práce
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů.
IIa	Práce spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního, nákladního vozidla, traktorů, autobusů, trolejbusů a ostatních drážních vozidel za běžných provozních podmínek, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní
IIb	Převažující práce v stoji s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcír hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků.
IIIa	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vkleče, chůze - údržba strojů, mechanici, obsluha koksové baterie, práce ve stavebnictví - ukládání panelů na stavbách pomocí mechanizace, skladníci s občasným přenášením břemen do 15 kg, řezníci na jatkách, zpracování masa, pekaři, malíři pokojů, operátoři poloautomatických strojů, montážní práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, výroba kabeláže pro automobily, obsluha válcovacích tratí v kovoprůmyslu, hutní údržba, průmyslové žehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch, strojní výroba dřevozpracujícím průmyslu.
IIIb	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin, trupu, chůze, práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15 až 50 kg odlitky, foukači skla při výrobě velkých kusů, obsluha gumárenských lisů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvlněném terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce v zemědělství.
IVa	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, přenášení břemen o váze 25 kg, práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jednomužnou motorovou pilou, svoz dřeva, práce v dole – chůze po rovině a v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny.
IVb	Práce spojené s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou – práce se sbíječkou, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.
V	Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce sekerou při těžbě dřeva, chůze v úklonu 15 až 30°, ruční kování velkých kusů, práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou v nízkých slojích.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (2008), kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, rozděluje činnosti do pěti tříd (tabulka 5). Příloha č. 1 Nařízení vlády uvádí povolené hodnoty mikroklimatických podmínek na pracovišti stanovených pro jednotlivé třídy. V zákonu jsou také k jednotlivým třídám přiřazeny přípustné hodnoty průměrného energetického výdeje (M) vyjádřené v brutto hodnotách a ztráta tekutin za osmihodinovou směnu.

Pomocí tohoto základního rozdělení lze zjistit doporučené hodnoty mikroklimatických faktorů k jednotlivým činnostem.

## **1.6. Základní legislativa v oblasti fyzikálně chemických faktorů**

Kapitola zahrnuje platné právní předpisy, metodické návody a platné ČSN upravující požadavky na měření a hodnocení mikroklimatických faktorů (vnitřní prostředí), osvětlení, hluku a vibrací v pracovním prostředí, prašnosti (pracovní prostředí a čisté prostory) a v oblasti neionizujícího elektromagnetického pole.

Základní právní normy a předpisy týkající se tématu disertační práce:

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy
- Zákon 505/1990 Sb., o metrologii
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Zahraniční normy (DIN)

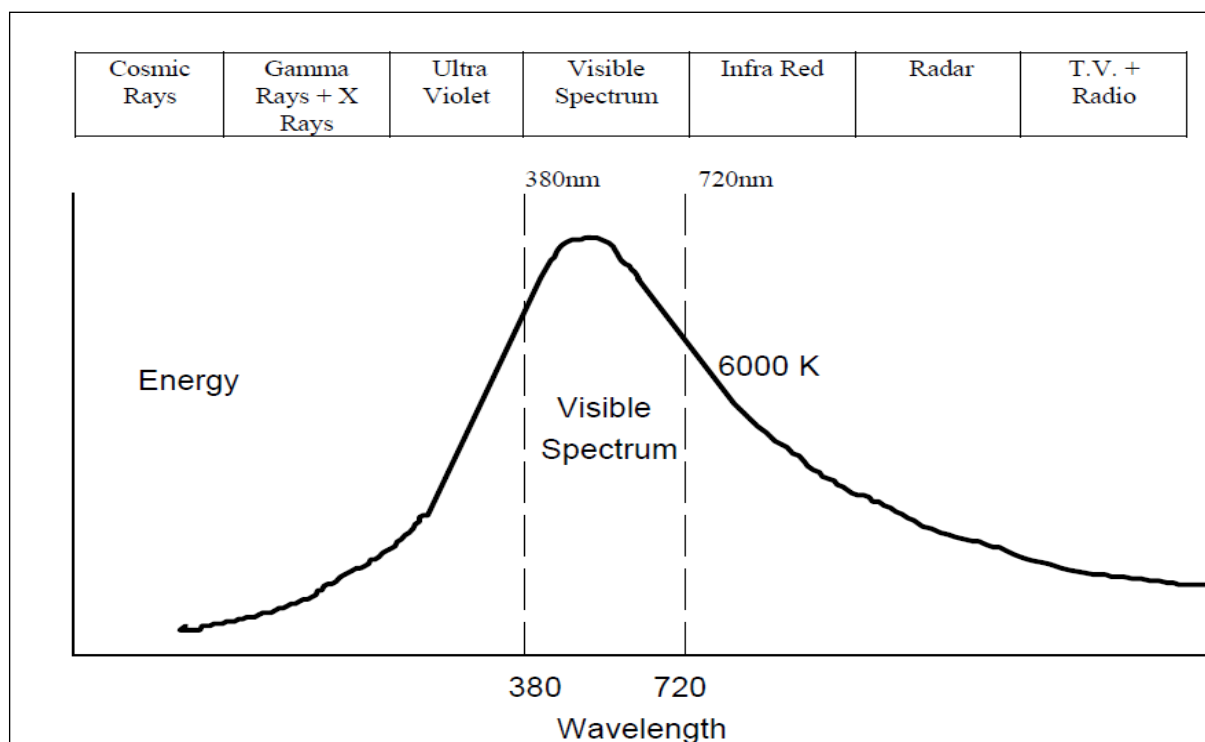
## 1.7. Fyzikální faktory pracovního prostředí a jejich vliv na výkonnost pracovníka

Práce probíhá vždy v určitém fyzikálním prostředí. Proto tato disertační práce věnuje pozornost fyzikálním faktorům, které působí na člověka a ovlivňují jeho chování a pracovní výkon. V rámci fyzikálních podmínek se většina autorů zaměřuje především na mikroklima pracovního prostředí (teplota, vlhkost a proudění vzduchu na pracovišti), osvětlení pracoviště, hluk a vibrace na pracovišti, barevné řešení interiéru, ovzduší a jeho znečištění.

Působení faktorů prostředí na člověka může mít negativní, neutrální nebo pozitivní vliv (Král, 1994). Stav pracovního prostředí je významný pro pracovní pohodu.

### 1.7.1. Osvětlení

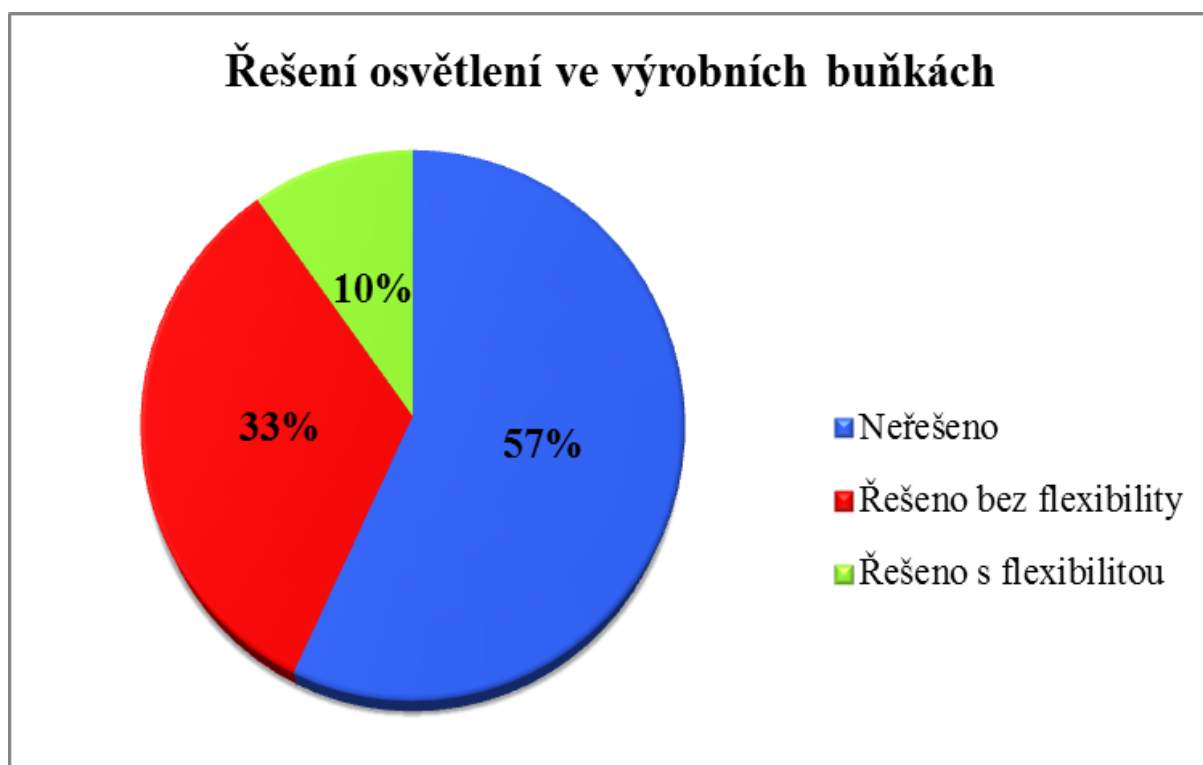
Aby lidé mohli vykonávat úkoly náročné na zrak účinně a přesně, musí jim být poskytnuto vhodné osvětlení. Osvětlení může být poskytnuto denním osvětlením, umělým osvětlením nebo jejich kombinací (ČSN EN 12464, 2012). Světlo je viditelná část elektromagnetického spektra. Viditelné spektrum na obrázku 5 je pouze malá část z plného elektromagnetického spektra s frekvencí v rozpětí mezi 380 nm a 720 nm.



Obr. 5: Viditelné spektrum (Kelly a O'Connell, 1993)

Osvětlenost denním světlem vyjadřuje **činitel denní osvětlenosti**. Osvětlenost a její rozložení v místě zrakového úkolu a v jeho bezprostředním okolí mají velký vliv na to, jak rychle, bezpečně a pohodlně osoba vnímá a vykonává úkol náročný na zrak (ČSN EN 12464, 2012). Pro správné množství a intenzitu osvětlení pracujeme se třemi základními pojmy. Jsou to intenzita osvětlení, kontrast a odrazivost (Noyes, 2001).

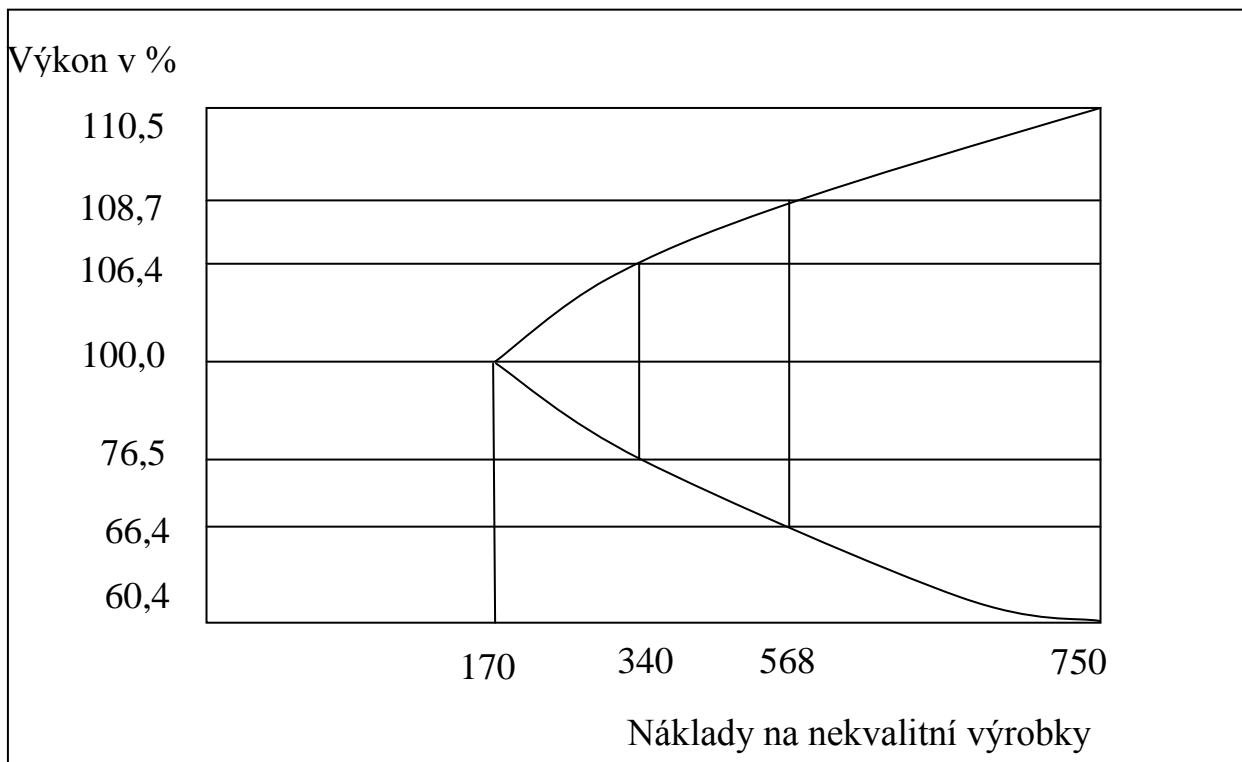
Současný stav řešení problematiky s osvětlením v České republice podle osobních zkušeností Ing. Vacha (2011) ze společnosti MODUS spol. s.r.o. lze rozdělit do tří skupin (obr. 6).



Obr. 6: Graf procentuálního rozdělení skupin – řešení osvětlení ve výrobních buňkách (Vach, 2011).

Graf potvrzuje, že se v současnosti české firmy dostatečně nezabývají problematikou osvětlení na pracovišti. Pouze v 10 % případech je osvětlení řešeno s flexibilitou, což znamená, že osvětlení na pracovišti je zajištěno a při změně uspořádání linky lze osvětlení přizpůsobit změněnému layoutu.





Obr. 7: Vliv intenzity osvětlení na zvýšení výroby a pokles nákladů na zmetky ve výrobní buňce (Vach, 2011).

### 1.7.2. Vliv osvětlení na výkonnost pracovníka

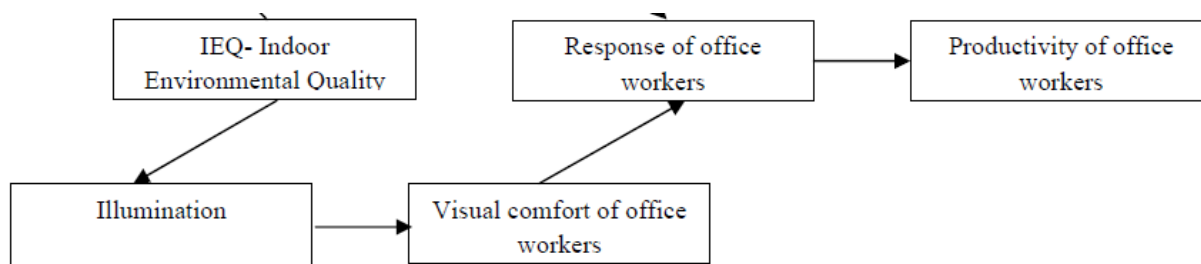
Pracovní úkoly vyžadují dobrý zrak, proto hraje osvětlení významnou úlohu při zajištění dobré úrovně výkonu. Neřešené či nevhodně řešené osvětlení na pracovišti vede ke snížení výkonnosti a zdravotním rizikům. Z dlouhodobých statistických výzkumů vyplývá, že se zvyšuje úrazovost operátorů (Vach, 2011). Zraková únava se přímo odráží v poklesu výkonnosti, ve zvýšení četnosti vad výrobků (vada není rozpoznána včas nebo vůbec), nehod a poklesu výroby (obr.7).

Je známo, že zrakové schopnosti se zhoršují s věkem nebo v důsledku zdravotních poruch. Citlivost na oslnění se s věkem zvyšuje, zatímco schopnost oka rozlišit velmi malé rozdíly v jasů se snižuje. Rozdíly ve vidění mezi jednotlivci ve věku 20 až 30 let a 60 až 70 let jsou velmi znatelné. Například, průměrný 60 letý jedinec vyžaduje třikrát tolik světla jako 20 letý při pozorování stejného objektu (Haigh, 1993). Přestože se jedná o pomalé zhoršování zraku, designéři musí tento fakt brát v úvahu již při návrhu zařízení a pracoviště (Tregenza, 1998).

Základním požadavkem na zvýšení produktivity pracovníka je kvalita vnitřního osvětlení. Osvětlení v místnosti je jeden z životně důležitých faktorů, který ovlivňuje výkonnost pracovníků. Roelofsen P. (2002) vysvětluje, že pracovníci

tráví 90 % času ve vnitřním – pracovním prostředí a proto má kvalita vnitřního osvětlení přímý vztah na zdraví a pracovní pohodu.

Hiroshi et.al. (2006) uvádí, že kvalitnější osvětlení má významný vliv na plnění úkolů pracovníky. Více než 9 % zlepšení výkonu bylo dosaženo i ve větším osvětlení. Vimalanathan, K. a T. Ramesh Babu (2013) popisují vliv osvětlení a vizuálního komfortu pracovníků na výkonnost pracovníka (obr. 8).



Obr. 8: Schéma vlivu osvětlení na výkonnost pracovníka (Vimalanathan, K. a T. Ramesh Babu)

Tab. 6 Doporučené hodnoty osvětlení na pracovišti

Činnost	Požadavky	Kontrast	lx
mimořádně jemné práce	velké	malý	5000
		střední	3000
		velký	2000
středně jemné práce	průměrné	malý	500
		střední	300
		velký	200
hrubé práce	malé	malý	200
		střední	150
		velký	100

Výše uvedená tabulka 6 rozděluje činnosti pracovníků do tří kategorií. Mimořádně jemné práce jsou charakteristické například pro vizuální kontrolu. Středně jemné práce se ve výrobních podnicích vyskytují nejčastěji. Jedná se například o práci v buňkách a u linek. Hrubé práce jsou fyzicky náročné, které nevyžadují příliš mnoho pozornosti na detail. Příkladem může být řezání na pile nebo hrubé broušení svárů.

Henri, J. , Marius , W. , Tenner , A. (2007) jasně vysvětlují, že správné osvětlení je důležitým faktorem, který ovlivňuje produktivitu. Účinek zvýšeného nebo sníženého osvětlení má vliv na produktivitu, psychologické a biologické účinky na pracovníka. Je všeobecně známo, že pracovníci dávají raději přednost lépe osvětlenému prostředí než prostředí s nedostatečným osvětlením.

Lze předpokládat, že čím vyšší osvětlení v závislosti na typu pracoviště bude pracovníkům poskytnuto, tím se bude jejich výkonnost zvyšovat.

### ***Základní legislativa v oblasti osvětlení na pracovišti***

- ČSN EN 12464 - 1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

Základním dokumentem v oblasti osvětlení je norma **ČSN EN 12464**, která stanovuje požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu. Tato norma specifikuje požadavky na osvětlovací soustavy pro většinu pracovních a přilehlých prostorů z hlediska intenzity a jakosti osvětlení. K tomu jsou doplněna doporučení pro správnou osvětlovací praxi.

Další normou z oblasti osvětlení je **ČSN 360011**. Tato norma řeší měření osvětlení ve vnitřních prostorech. Dále stanoví požadavky na přístroje a základní technické požadavky na měření. Definuje umístění kontrolních bodů pro měření činitele denní osvětlenosti a intenzity osvětlení v místnosti. Popisuje přípravu a základní pravidla postupu při měření. Uvádí pravidla vyhodnocení měření a obecný postup odhadu nejistoty měření.

- ČSN 36 0011 - 1 Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 1: Základní ustanovení
- ČSN 36 0011-2 Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 2: Měření denního osvětlení
- ČSN 36 0011 - 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 3: Měření umělého osvětlení
- ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení

### **1.7.3. Mikroklima na pracovišti**

Člověk je schopen pracovat v omezeném teplotním rozmezí (Glivický, 1975).

Tepelné prostředí je běžně kategorizováno jako teplé, neutrální a studené. Je známo šest primárních faktorů ovlivňujících reakci jedince na tepelné prostředí. Je to teplota vzduchu, rychlost proudění vzduchu, sálavé teploty, vlhkost, oblečení pracovníka, intenzita a úroveň aktivity operátora v prostředí (Parsons, 1995).

Grandjean (1980) doporučuje, aby teplota tělesného jádra nepřekročila 38 ° C. Dále je třeba poznamenat, že bývají velké rozdíly mezi teplotou tělesných orgánů a povrchem těla. Tato teplota může být rozdílná až o 4 °C v podmínkách normálního prostředí, kdy je tělo v klidu. V současné době jsme schopni změřit, jak je člověk spokojen se svým tepelným prostředím.

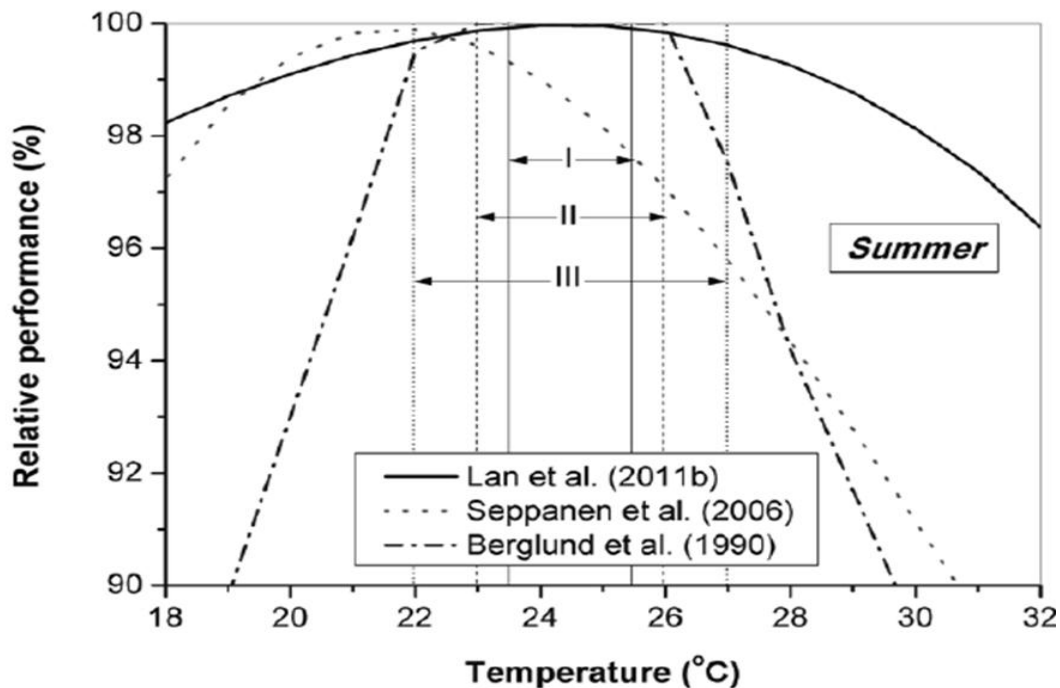
### **1.7.4. Vliv mikroklimatu na výkonnost pracovníka**

Mikroklima na pracovišti se skládá ze tří základních složek: teploty okolního prostředí, vlhkosti na pracovišti a proudění vzduchu.

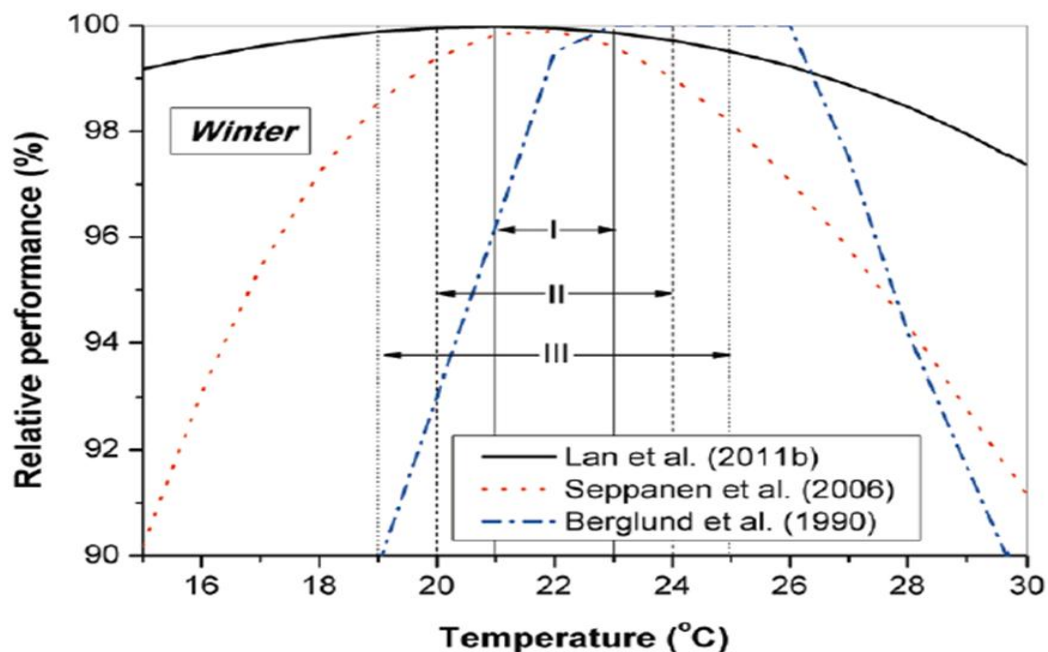
Teplota okolního vzduchu je běžně užívaným ukazatelem pro stanovení teplotního prostředí v závislosti na výkonnosti pracovníka. První pokusy o stanovení vzájemné závislosti byly provedeny v 90. letech (Wyon, 1986). Studie se věnovaly vztahu mezi teplotou na pracovišti v letních a zimních měsících a rozdílnými efekty na výkonnost pracovníků i typu prováděné práce. Studie ukázaly, že jak příliš vysoké, tak nízké teploty mají negativní účinky na výkonnost operátorů v kancelářích. Na základě experimentů provedených Wyonem (1986) ostatní autoři vyvinuli podobné vztahy. Berglung (1990) zjistil, že výkonnost je snižována v případě, že se teplota zvyšuje. Výzkumy ukazují, že vysoké teploty mohou mít vliv na výkon pracovníka, a to zejména ve třech hlavních kategoriích úkolů: poznávací úkoly, fyzicky náročné úkoly a úkoly vyžadující vnímání.

Výzkum provedený Beshir, El-Sabagh a El-Nawawi (1981) se zabýval účinkem vysokých teplot na pracovníka. Při vysokých teplotách je vnímání člověka narušeno. Výsledky ukazují, že pokud byl pracovník vystaven teplotě kolem 20°C po dobu ne delší než 90 minut, nedošlo k významnému snížení výkonnosti. Pokud byl ale pracovník vystaven teplotě vyšší (30°C) byl zaznamenán významný pokles výkonnosti už po 30 minutách.

Seppänen (2006) vytvořil vztah mezi teplotou a výkonností pracovníka (obr. 9, 10). Modely byly ověřeny v laboratorních podmínkách přizpůsobených kancelářským prostorům



Obr. 9: Vztah mezi teplotou vzduchu a výkonem pro letní podmínky (EN 15251, 2007.)



Obr. 10: Vztah mezi teplotou vzduchu a výkonem pro zimní podmínky (EN 15251, 2007.).

Lan, Seppanen a Berglund (2007) popisují rozdílné působení teploty na výkonnost pracovníka. V letních měsících křivka výkonnosti strměji roste i klesá. V zimních měsících je výkonnost člověka stabilnější a nedochází k zásadním výkyvům. V uvedených výzkumech bylo zjištěno, že v teplejším prostředí (letní měsíce) dosahuje člověk maximální výkonnosti mezi 24°C a 26°C, zatímco v zimě je výkonnost nejvyšší kolem 22°C.

Grafy 9 a 10 dále ukazují, že člověk může v letních měsících pociťovat větší pokles výkonnosti než v zimním období. Lze všeobecně předpokládat, že pracovníci budou spokojenější i výkonnější v zimních měsících. Křivka má plošší průběh.

Přestože výše zmíněné vztahy popisují vliv teploty na výkon, nabízí se diskuze, zda vliv teplotního prostředí na výkonnost pracovníka může být definována pouze teplotou nebo zde působí i jiné faktory.

Odborníci se shodují, že v případě hodnocení výkonnosti na pracovišti v závislosti na teplotním prostředí je třeba brát v úvahu následující dodatečné faktory: metabolické teplo (fyzická zátěž), oblečení, teplota, střední radiační teplota, rychlost proudění vzduchu a vlhkost vzduchu. Kombinace všech zmíněných parametrů je zahrnuta ve vzorci pro PMV index (Predicted Mean Vote) definovaném Fangerem (1970). PMV index předpovídá průměrnou odezvu větší skupiny lidí v závislosti na tepelném pocitu na stupnici ASHRAE, kde index +3 označuje pocit horka, +2 tepla, +1 mírně tepla, 0 neutrální pocit, -1 mírně chladna, -2 chladna a -3 zimy. Index PMV může sloužit ke zjištění, zda ztráta produktivity může být minimalizována tím, že bude zlepšeno teplotní prostředí. (Kosonen a Tan 2004).

Významným faktorem pro hodnocení teplotního prostředí je uvažována vlhkost na pracovišti. Níže uvedená tabulka 7 stanovuje vztah mezi vlhkostí a teplotou okolního vzduchu. Čím je barva v tabulce výraznější, tím člověk pociťuje vyšší teplotu. Jedná se o pocitovou teplotu, tedy kombinace vlhkosti prostředí a teploty prostředí.

Tab. 7 Kombinace pocitové teploty okolního vzduchu a vlhkosti prostředí (vlastní zpracování)

Pocitová teplota okolního vzduchu [°C]						
Rh (%)	5	10	15	20	25	30
100	5,00	11,10	17,78	25,56	35,56	48,89
80	5,00	11,10	17,22	23,89	32,22	43,89
60	4,44	10,56	16,67	22,78	30,00	38,89
40	4,44	10,56	16,11	22,22	28,33	35,56
20	3,89	10,00	15,56	21,11	27,22	32,78
0	3,89	10,00	15,00	20,56	25,00	30,00

Z tabulky vyplývá, že při rozdílných hodnotách vlhkosti je pocitová teplota okolního vzduchu odlišná. Při vyšší vlhkosti je okolní vzduch pocitově teplejší a naopak. Kromě toho je vnímání teploty ovlivněno tepelným zářením od jiných objektů vyskytujících se v pracovním prostředí. V případě, že je vlhkost na pracovišti vysoká, tělo ztrácí schopnost uvolňovat teplo pocením (Aamodt, 2004, Badayai, 2012). Kobrickova studie z roku 1978 sleduje výkonnost po dobu 7 hodin, při teplotě 35°C s 88% vlhkostí. Na pracovišti tyto podmínky vedly k významným chybám, které byly prováděny především v úkolech náročných na soustředění (Evans, 1982).

V poslední době je věnována pozornost proudění vzduchu na pracovišti, především rizika vyplývajícího z účinků škodlivých látek na člověka. Vzduch na pracovišti, zejména jeho složky, mohou hrát významnou funkci ve vztahu k pracovnímu chování, zejména pracovnímu výkonu. Má ovzduší vliv na výkonnost jednotlivých pracovníků? Odpověď závisí na složkách samotného vzduchu. Kvalita vnitřního ovzduší je velmi důležitá, ovlivňuje jak zdraví tak pohodlí i výkon pracovníků.

### ***Doporučené hodnoty mikroklimatu na pracovišti***

Následující tabulka 8 ukazuje doporučené hodnoty mikroklimatu na pracovištích spadajících do tříd, které jsou definovány nařízením vlády 361/2007 Sb.

Tab. 8 Doporučené hodnoty mikroklimatu na pracovištích (NV 361/2007 Sb.)

MIKROKLIMA					
Třída práce	Operativní teplota			Rychlost prodění vzduchu	Relativní vlhkost vzduchu
	min.	opt.	max.		
I	20	22+/-2	28	0,1-0,2	30-70%
IIa	18	20+/-2	27	0,1-0,2	
IIb	14	16+/-2	26	0,2-0,3	
IIIa	10	12+/-2	26	0,2-0,3	
IIIb	10	12+/-2	26	0,2-0,3	

Velmi nízké a velmi vysoké vnitřní teploty v místnosti a vlhkost vzduchu mohou vytvářet zdravotní problémy.

### ***Základní legislativa v oblasti mikroklimatických podmínek na pracovišti***

Nejpodrobněji zpracovaným předpisem pro oblast kvality vnitřního prostředí budov je Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Zákon upravuje bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci, péči o zdraví pracovníků, péči o pracovní prostředí a bezpečnost práce (obecně).

### ***Další metody a prostředky:***

- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb (Mathauserová, 2013)
- ČSN EN ISO 7726 Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin
- ČSN EN ISO 7730 Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu (szu.cz, 2014)
- ČSN ISO 9886 Hodnocení tepelné zátěže podle fyziologických měření
- ČSN ISO 9886 Ergonomie – Stanovení tepelné produkce organismu

Ing. Zuzana Mathauserová (2012), vedoucí národní laboratoře pro prašnost a mikroklima v pracovním prostředí upozorňuje, že požadavky, zejména ve vyhláškách ministerstva zdravotnictví, nejsou jednotné. To způsobuje velké



problémy projektantům, kteří musí řešit tyto požadavky rozdílně, někdy i v jedné budově.

### 1.7.5. Hluk

Světová zdravotnická organizace definuje hluk jako jakýkoliv nechtěný zvuk (WHO, 2004). Podle Berryho (1998) se zvukem rozumí chvění vzduchu nebo jiných elastických médií v určitém frekvenčním rozsahu. Zvukové chvění může vznikat, případně se šířit v plynech, kapalinách i pevných látkách.

Zvuk lze fyzikálně popsat u zdrojů (emise) nebo se šíří prostředím (imise). Zvukové vlny, jež je člověk schopen slyšet jako zvuk, se pohybují ve frekvencích o rozsahu 16 – 16 000 Hz (Bergrlund a Lindvall, 1995).

Energie zvuku, která je vydávána zdrojem zvuku na časovou jednotku (měřeno ve W) je označována jako akustický výkon. Akustickým výkonem připadajícím na jednotku plochy (měřeno ve W/m<sup>2</sup>) je rozuměna intenzita zvuku (Berry, 1998), neboli energie zvukové vlny. Intenzitu zvuku můžeme také vyjádřit velikostí kolísání tlaku vzduchu způsobeného šířením zvukové vlny. Rozsah intenzity zvuku vnímatelného člověkem činí asi 12 řádů (od prahu slyšitelnosti při 10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup> až po mez bolestivosti 1 W/m<sup>2</sup>). Hladina intenzity zvuku je definována jako:

$$L_i = 10 \lg \frac{L}{l_0} \text{ (v dB)} \quad (1.1)$$

kde  $l_0$  je intenzita hluku na dolní mezi slyšitelnosti, která byla stanovena při  $l_0 = 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>. Měrná jednotka hladiny intenzity zvuku je decibel (dB) (Berry, 1998).

Akustický tlak, resp. hladina akustického tlaku je nejnáze měřitelnou veličinou, a proto se její měření užívá i v případech, kdy akustické vlny nejsou postupné a rovinné. V technické praxi se lze setkat s několika případy hlukové expozice, situace, kdy je zvukový signál časově ustálený, hluk proměnný nebo při přerušovaném provozu se jedná o hluk přerušovaný. V případech, kdy hluk výrazněji kolísá s časem, není možno jednočíslně charakterizovat hlukovou situaci hladinou akustického tlaku A. proto byla pro hodnocení proměnných akustických signálů zavedena ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  [dB]. Je to ustálená hladina akustického tlaku A, která má stejné účinky na člověka během sledovaného časového úseku T, jako proměnlivá hladina akustického tlaku A za stejný čas.

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ (v dB)} \quad (1.2)$$

kde  $p_0$  je akustický referenční tlak =  $2,10^{-5}$  Pa a  $p$  je efektivní hodnota akustického tlaku (Pa).

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \quad (v \text{ dB}) \quad (1.3)$$

kde  $L_{Aeq}$  je ekvivalentní hodnota hladiny akustického tlaku  $A$  v době nebo specifikovaného časového intervalu, rozsah  $T = t^2 - t^1$  v dB;  $p_A(t)$  v sec okamžitého akustického tlaku zvukového signálu.

### 1.7.6. Vliv hluku na výkonnost pracovníka

Výzkumy potvrzují, že pokud je člověk vystaven v pracovním prostředí s fyzicky náročnějšími úkoly vysokým hladinám zvuku, může tato skutečnost vést ke kardiovaskulárním onemocněním a nemocím spojenými s trávicím systémem (Melamed and Froom, 2001). To má samozřejmě významný vliv na pracovní výkon. Jakmile je zdravotní stav zaměstnance ohrožen hlukem na pracovišti, může způsobit absenci nebo dlouhodobou nepřítomnost pracovníka na pracovišti v podobě nemocenské dovolené. V důsledku má absence vliv na celkovou výkonnost pracovníka, která se projevuje nižší produkcí výrobků v určitém čase (Badayai, 2010).

Negativní účinky hluku při složitějších úkolech jsou častější než při jednodušších úkolech. Berry (1998) vysvětluje dopady nízké a vysoké úrovně hluku na pracovní výkonnost pomocí konceptu "převráceného U". Koncept vysvětluje souvislosti mezi prací a hlukem. Expozice střední úrovně hluku zvyšuje pracovní výkonnost, zatímco vysoká a nízká intenzita výkon snižuje. Lze předpokládat, že při průměrné intenzitě hluku, která je dána rozmezím 70-75 dB, dosahuje člověk maximálního výkonu. Při zvýšení nebo snížení hladiny hluku se výkonnost snižuje.

Na pracovišti může hluk vznikat jako vedlejší produkt při provozu stacionárních nebo mobilních zařízení, stavebních strojů, dopravních prostředků, elektronických spotřebičů a zařízení používaných na pracovišti. V pracovním prostředí se vždy jako prvotní uvažuje ochrana zaměstnance před akutním nebo chronickým poškozením sluchu z expozice nadměrnému hluku. Taková ochrana má především základní význam při fyzické práci s ručním nářadím nebo při obsluze strojních zařízení. Účinky se projevují jako sluchové nebo mimosluchové. Stansfeld (2003) tvrdí, že subjekty, které byly vystavovány intenzitě hluku 93 dB, vykazovaly vyšší hodnoty fyziologické námahy než subjekty, které pracovaly na klidnějších pracovištích. Aamodt (2013) se dlouhodobě zabývá problematikou účinků hluku na výkonnost pracovníků. Klasifikuje sedm faktorů, které určují rušivé účinky na výkonnost pracovníka:

1. obtížnost úkolu,
2. kontinuita hladiny hluku,
3. kontinuita hluku,
4. frekvence zvuku,
5. předvídatelnost hluku,
6. nezbytnost hluku a
7. citlivost na hluk.

Bez ohledu na to, zda má hluk významný vliv na individuální výkonnost pracovníka nebo naopak, je hluk diskutabilním tématem. Záleží na tom, jak je hluk vnímán individuálně každým pracovníkem zvlášť. Značná ztráta sluchu je způsobena vyššími frekvencemi působení zvuku, vzácně je pak sluch poškozen při nízkých frekvencích. Studie dokazují, že hluk s nízkou frekvencí způsobuje u člověka únavu, bolesti hlavy, podráždění, což vede ke snížení pracovního výkonu (Berg 1993).

### ***Doporučené hodnoty hluku na pracovišti***

V denní době se hodnoty hluku stanoví pro osm souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin, v noční době jen pro nejhlučnější hodinu. Podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní. Následující tabulka 9 ukazuje doporučené hodnoty hluku na vybraných typech pracoviště.

Tab. 9 Doporučené hodnoty hluku na vybraných typech pracovišť (NV 272/2011 Sb.)

<b>Typ pracoviště</b>	<b>Doporučené hodnoty (dB)</b>
Pracoviště určené pro tvůrčí práci - činnosti náročné na pozornost a soustředění.	50 dB
Pracoviště, kde je hluk způsoben vytápěním nebo klimatizací.	55 dB
Prostory pro přestávky, pohotovost a v ošetřovnách.	60 dB
Pracoviště, kde jsou prováděny převážně rutinní činnosti.	65 dB
Pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť.	70 dB

Průměrná hladina hluku s ohledem na garanci zdravotní nezávadnosti pro všechny pracovníky – doporučení.	75 dB
Maximální hladina hluku, které mohou být zaměstnanci vystaveni v průběhu pracovního dne bez ochrany. Dochází k prokazatelným ztrátám sluchu z hluku při dlouhodobé expozici v tomto prostředí.	80 dB
Přípustný expoziční limit ustáleného a proměnného hluku při fyzické práci pro osmihodinovou pracovní dobu: nutno zajistit ochranné prostředky – doporučení k použití.	85 dB
Nutno označit prostory jako hlučné: zajištění vhodných prostředků na ochranu hluku – nutné užití těchto prostředků.	90 dB
Hladiny hluku v průmyslových provozech.	100 dB
Akutní poškození sluchu hrozící z expozice impulsnímu hluku.	$\geq 135$ dB
Nutno označit prostory jako hlučné, výskyt těchto hladin je vzácný.	$\geq 140$ dB

Hluk musí být obecně posouzen již během projektové přípravy pracoviště.

Zaměstnavatel je povinen nechat odborně zajistit prostory hlučnosti v provozu a stanovit pracovníky, pro které vzniká nebezpečí vzniku poškození sluchu působením hlučnosti. Hlučné prostory musí být označeny tehdy, jestliže posuzovaná hladina v místě dosahuje 90dB, nebo překračuje maximální hodnoty hladiny hluku 140 dB. Pracovníkům, kteří jsou zaměstnáni v hlučném prostředí nebo u nichž je přesahována hladina hluku 85 dB, musí zaměstnavatel zajistit vhodné prostředky na ochranu sluchu. Pokud posuzovaná hladina přesahuje 90 dB, musí pracovník používat osobní ochranné prostředky (např. vatu, tampony do uší a kapsle na ochranu sluchu) (REFA, 2001).

### ***Základní legislativa v oblasti hluku na pracovišti***

Právní definici hluku poskytuje zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, který v § 30 odst. 2 stanovuje, že hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis (č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví). Nařízení vlády zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje hygienické limity hluku a vibrací na pracovištích, způsob jejich zjišťování a hodnocení a minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnance, hygienické limity hluku pro chráněný venkovní prostor, chráněné venkovní prostory staveb a chráněné vnitřní prostory staveb,

hygienické limity vibrací pro chráněné vnitřní prostory staveb, způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu (NV 272/2011 Sb.) Tabulka 10 uvádí orientační hodnoty hluku v dB v našem prostředí.

Tab. 10 Příklady vnímání hluku člověkem.

<b>dB</b>	<b>Příklady a vnímání člověka</b>
0	práh slyšitelnosti
20	hluboké ticho, bezvětří, akustické studio
30	šepot, velmi tichý byt či velmi tichá ulice
40	tlumený hovor, šum v bytě, tikot hodin
50	klid, tichá pracovna, obracení stránek novin
60	běžný hovor
70	mírný hluk, hlučná ulice, běžný poslech TV
80	velmi silná reprodukováná hudba
90	silný hluk, jedoucí vlak
100	sbíječka, přádelna, maximální hluk motoru
110	velmi silný hluk, kovárna kotlů
120	startující proudové letadlo
130	práh bolestivosti
140	akustické trauma, 10 m od startujícího letadla
170	zábleskový granát

### 1.7.7. Vibrace

Vibrace jsou definovány jako "mechanické kmitání vytvořené pravidelným nebo nepravidelným pohybem těla kolem jeho klidové polohy " (Noyes, 2001). Podle nové názvoslovné normy ČSN ISO 2041 (nahrazuje ČSN 01 1400) vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem své rovnovážné polohy (Smetana, 1998). Vibrace lze charakterizovat rozsahem, směrem, trváním, frekvencí a amplitudou. Vibrace jsou často spojovány s hlukem (vibrace vytváří hluk), a stejně jako hluk, mohou vést k řadě škodlivých

účinků na člověka. Noyes (2001) uvádí, že "dobré vibrace" by doporučoval v případě zlepšení pohyblivosti kloubů u sportovců a lidí, kteří trpí artritidou.

Na člověka se intenzivní vibrace nejčastěji přenášejí z kmitajících částí různých zdrojů a zařízení, ručního nářadí, pracovních plošin atd. Na horní končetiny pracovníků mohou být přenášeny intenzivní vibrace z vibrujícího nářadí, zařízení nebo výrobků, které jsou opracovávány. Vibrace se přenášejí přes horní končetiny pracovníka do ramene a mohou vyvolávat kmitání dalších částí těla. V závislosti na druhu vykonávané činnosti jsou vibrace přenášeny do jedné nebo do obou horních končetin současně (Král, 1994).

### **1.7.8. Vliv vibrací na výkonnost pracovníka**

Vibrace jsou spojovány s nepříjemnými subjektivními pocity. Obecně se jedná o únavu, snížení pozornosti, zhoršené vnímání, snížení pracovní výkonnosti. Studie potvrzují negativní vliv na výkonnost pracovníka především v určitých frekvencích.

#### ***Základní legislativa v oblasti hluku a vibrací na pracovišti***

Většina zákonů týkajících se vibrací jsou společné se zákony týkající se hluku na pracovišti. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Oblast úpravy zákona jsou především bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci, ochrana před hlukem a vibracemi v životním prostředí

- Metodický návod HEM-300-26.4.01-16344. V metodickém návodu jsou uvedeny metody měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací.
- Norma ČSN EN ISO 9612
- Směrnice 2003/10/EC, Hluk v pracovním prostředí,
- Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací, Věstník č. 1/2002
- ČSN ISO 1999:1993 Akustika – Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku (citována ve směrnici 2003/10/EC)
- ČSN EN ISO 9612:2010 Akustika – Určení hluku na pracovišti – Technická metoda
- ČSN ISO 9612:2000 Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí (Třídy přesnosti: referenční, technické a provozní měření)

Podle Václava Čikla (2011), člena odborového svazu UNIOS (samostatné, nezávislé, dobrovolné sdružení fyzických osob pracujících v oblasti veřejného i soukromého sektoru), se v případě legislativního dokumentu „Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.“ jedná o velmi odborný text, který je pro laika nesrozumitelný.

## **1.8. Nástroje používané k hodnocení ergonomických rizik spojenými s fyzikálními faktory**

V této kapitole jsou stručně charakterizovány vybrané nástroje používané k hodnocení ergonomických rizik.

### **1.8.1. Checklisty (kontrolní seznamy)**

S pomocí kontrolních seznamů lze hodnotit jednotlivé oblasti pracovního prostředí a další rizika způsobující nemoci z povolání. Lze hodnotit celkový stav designu prostředí. Otázky v kontrolních seznamech jsou jednotně formulovány tak, že odpověď „ne“ poukazuje na pracovní podmínky, které je třeba zlepšit.

K dispozici je na internetu metodický materiál (sada checklistů) věnovaný hodnocení ergonomických rizik, který připravili z pověření hlavního hygienika ČR pracovníci Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce na Centru pracovního lékařství Státního zdravotního ústavu v Praze. Tento materiál je určen především zaměstnavatelům a dozorovým orgánům působícím v oblasti BOZP pouze k usnadnění orientace ve složité problematice hodnocení rizik pracovního prostředí. Nelze jej brát jako základní dokument a hodnocení z něj vyplývající je pouze orientační.

### **1.8.2. Profesiografie**

Jedná se o metodu k posouzení pracovního zatížení a požadavků na fyzický, mentální a psychický výkon pracovníka. Cílem profesiografie je stanovení optimální pracovní zátěže a prvků pracovního prostředí při současném splnění požadavků kladených pracovním procesem. Základem metody profesiografie je sběr informací na pracovištích a jejich záznam do kontrolních listů. Při aplikaci metody se hodnotí jednotlivá kritéria pracovního prostředí pomocí bodové škály 1 až 5, přičemž 1 představuje minimální zatížení při působení daného faktoru na člověka a 5 maximální.

*Tato metoda vychází ze systematického pozorování a má tři fáze:*

- popis činnosti obsahující všeobecnou charakteristiku, výběr a sled vykonávaných úkonů (operací), používaných nástrojů, strojů a zařízení, používaných materiálů atd.;
- popis faktorů, podmínek a prostředí, za nichž je činnost prováděna;
- odvození požadavků na pohybové, smyslové a mentální zatížení (Marek a Skřehot, 2009).

### **1.8.3. Měření fyzikálních faktorů**

#### ***Měření osvětlení***

Měří se intenzita osvětlení na místě zrakové činnosti (pracovní plocha) a celkové osvětlení pracovní místnosti na srovnávací rovině. Umístění měřících bodů se volí odvisle od místa zrakové činnosti, velikosti místnosti, rozložení pracovišť a situování svítidel. Naměřené hodnoty se porovnávají s požadavky platné legislativy (norma ČSN EN 12665).

#### ***Měření mikroklimatických podmínek***

Měří se teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu podle schválené metodiky (metodika uvedená ve věstníku Ministerstva zdravotnictví č. 2/2009). Tepelná zátěž se vyhodnocuje dle NV č. 361/2007 Sb.

Při měření teploty jsou využívány teplotní čidla, pro dlouhodobější měření termografy se zápisem průběhu sledovaných teplot. Dále lze použít kulový teploměr, radiometr, kontaktní teploměry. Používanými přístroji pro měření vlhkosti vzduchu jsou psychrometry, kapacitní vlhkoměry, hygrometry.

Rychlost proudění vzduchu v prostoru je nutno měřit metodami, které umožňují stanovit s dostatečnou přesností nízké rychlosti proudění 0,05 až 0,5 m.s<sup>-1</sup>. K měření rychlosti proudění vzduchu se nejčastěji používají všesměrová čidla, např. anemometr se zahřívanou kuličkou, termistorový anemometr, laserový Dopplerův anemometr, ultrazvukový anemometr. Dále jsou to směrová čidla, např. lopatkové anemometry, anemometr se žhaveným vláknem.

#### ***Měření hluku***

Měření hluku se provádí měřením ekvivalentních hladin akustického tlaku na pracovních místech. Měření hluku se provádí pomocí zvukoměru a mikrofonu. Z naměřených hodnot a časového snímku se určí celosměnná expozice zátěže hlukem normovaná na osmihodinový pracovní den (Plachý, 2012).

Zvukoměry změří hladinu intenzity tak, jak ji vnímá lidský sluch. Takto vzniklá veličina se nazývá hladina hluku  $L_A$ , její jednotka je dB (A). Pro přesné výsledky měření úrovně hluku hlukoměrem je vhodné provést pravidelnou kontrolu správné funkce resp. kalibraci hlukoměru (Beran, 2010).

Měření mikrofonem (akusticko-mechanicko-elektrickým měničem), který snímané kmitání vnějšího plynného prostředí převádí na elektrický signál. Při měření hluku se dnes využívá kondenzátorový mikrofon (Smetana, 1998).

#### ***Měření vibrací***

Měření vibrací se provádí měřením hladin zrychlení vibrací na ruce a celkových vibrací. Měření se provádí pomocí analyzátoru a snímačů vibrací. Na základě naměřených hodnot a časového snímku se stanoví celosměnná expozice daným vibracím (Plachý, 2012).



## 1.9. Shrnutí současného stavu řešené problematiky

Měření výkonnosti podnikových procesů a jejich prostředí stále trpí různými nedostatky. Ty jsou následující.

- Měření výkonnosti je stále příliš zaměřeno na finanční ukazatele výkonnosti, na rozvahách a účetních informacích.
- Výkonnost podnikových procesů a jejich prostředí nejsou měřeny systematicky, údaje o výkonnosti nejsou aktuální a na potřebná místa se dostávají se značným časovým zpožděním.
- Přístup k údajům o výkonnosti je složitý, často nemožný a měření výkonnosti člověka je špatně definováno.

Z literární rešerše vyplývá, že existuje omezené množství podkladů v oblasti ergonomie zabývajících se fyzikálními faktory a jejich vlivem na výkonnost pracovníka. Většina zahraničních i českých publikací, z nichž práce vycházejí, jsou staršího data. Z toho vyplývá, že zde vzniká prostor pro aktualizaci a doplnění nových informací. Řada materiálů se neshoduje v hodnotách, při kterých výkonnost operátora klesá či stoupá. Často chybí propojení teoretických poznatků s praxí. Dle slov odborníků chybí firmám jednoduchý a přehledný materiál použitelný pro úpravu pracoviště. Řada z nich uvádí, že je potřeba v budoucnu stavět člověka do centra systému (tzv. továrna lidí) a přizpůsobovat mu zařízení k humánnímu použití. Studie popisují vztahy několika faktorů na výkonnost pracovníka.

Pokud chtějí firmy snižovat rizika na pracovišti a vhodně navrhnout pracoviště, musí se designu pracoviště věnovat již při návrhu pracoviště, což je často opomíjeno. Pokud je pracoviště správně navrženo, je třeba provádět následnou a opakovanou kontrolu. K tomuto účelu by měly sloužit checklisty pro hodnocení fyzikálních faktorů na pracovišti. V současné době existuje manuál checklistů pro hodnocení pracoviště, bohužel ale neobsahuje dostatečné informace vztahující se k fyzikálním faktorům.

## 2. CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

### 2.1. Cíle disertační práce

#### Hlavní cíl

**Cílem disertační práce je vytvořit model závislosti fyzikálních faktorů prostředí na výkonnosti pracovníka.**

#### Dílčí cíle

1. Vymežit z ergonomického pohledu veškeré fyzikální faktory, které mají vliv na výkonnost pracovníka.
2. Vybrat faktory ovlivnitelné designem pracoviště a z nich vybrat ty, u kterých lze nalézt vazby s výkonností pracovníka.
3. Určit způsoby měření vybraných fyzikálních faktorů a určit způsob kvantifikace výkonnosti pracovníka.
4. Vytvořit model závislosti fyzikálních faktorů prostředí (designu pracovního prostředí) na výkonnost pracovníka.
5. V konečné fázi navržený model ověřit v reálných podmínkách.

### 2.2. Hypotézy disertační práce

**H1:** Fyzikální faktory mají kvantifikovatelný vliv na výkonnost pracovníka.

Tato hypotéza bude potvrzena nebo vyvrácena po provedení měření, které zjistí, jak je výkon pracovníka ovlivňován a zda si vlivy fyzikálních faktorů pracovník uvědomuje.

**H2:** Nejvíce z fyzikálních faktorů je výkonnost pracovníka ovlivňována teplotou na pracovišti.

Ze zkoumaných fyzikálních faktorů lze očekávat, že změny teplot (práce v zimě nebo v létě) bude nejrozšířenějším problémem, který ovlivňuje výkonnost pracovníka.

**H3:** Pokud bude dosaženo ideálních podmínek na pracovišti, zvýší se výkon jednotlivých pracovníků.

Pro každý fyzikální faktor existují doporučené hodnoty. Tyto hodnoty vycházejí z hygienických předpisů, dalších zákonů, doporučení a řady odborných výzkumů. Pokud bude doporučených hodnot dosaženo, bude výkonnost pracovníka zvýšena.

**H4:** Nevhodný design pracovního prostředí vede ke snížení výkonnosti operátora.

Hypotéza bude ověřena nebo vyvrácena pomocí metod uvedených v předložených tezích. Po ověření modelu v reálných podmínkách bude porovnáním původního stavu prostředí a nově navrženého designu zjištěno, že změna přispěla ke zvýšení výkonnosti a spokojenosti operátorů.

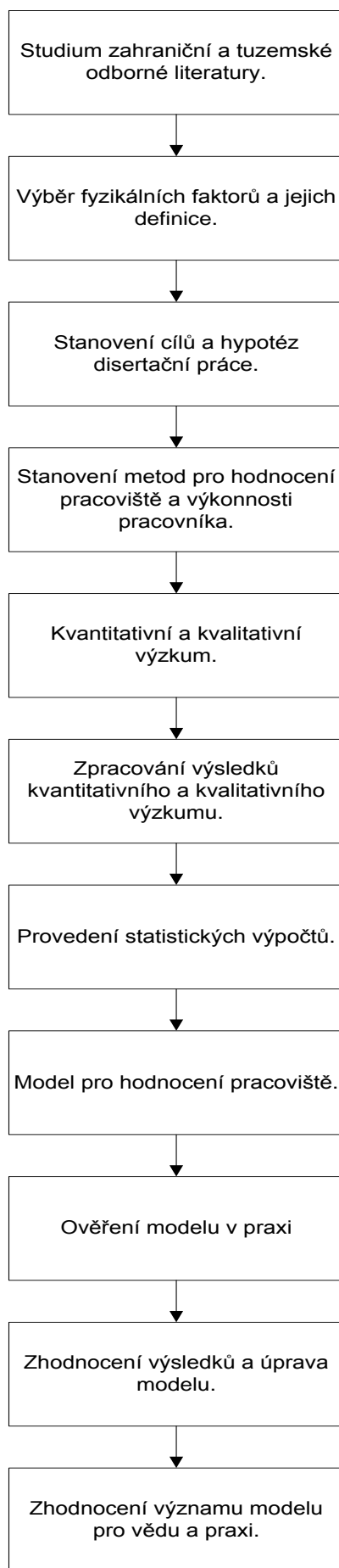
### **2.3. Postup řešení disertační práce**

K vytvoření modelu popisujícího vliv fyzikálních faktorů na výkonnost pracovníka bylo potřeba definovat rizikové měřitelné faktory, které lze statisticky vyhodnotit a použít pro model hodnocení pracoviště použitelného v praxi. Schéma popisuje postup řešení disertační práce.

V práci bylo čerpáno především ze zahraniční literatury, která se aktuálně věnuje problematice fyzikálních faktorů. Zdroje popisují vliv jednotlivých faktorů na výkon pracovníka, chybí však komplexní model pro hodnocení. V rámci českých materiálů byly zpracovány zákony, vyhlášky a předpisy platné v ČR.

#### ***Postup řešení disertační práce byl následující:***

1. Vzhledem k rozsáhlé problematice bylo třeba vydefinovat ty faktory, které je možno změřit a statisticky vyhodnotit.
2. Na základě literární rešerše byly stanoveny cíle a hypotézy disertační práce.
3. Dalším krokem bylo stanovení metod, kterými lze měřit fyzikální faktory, stanovit výkon pracovníka a hodnotit pracoviště.
4. K analýze současného stavu problematiky ergonomie v praxi bylo použito kvantitativního a kvalitativního šetření v reálných podmínkách. Výsledky jsou uvedeny v práci.
5. Ke stanovení modelu bylo provedeno statistických výpočtů.
6. Na základě výpočtů byl navržen model hodnocení pracoviště z hlediska fyzikálních faktorů a jejich vlivu na výkonnost pracovníka.
7. Model byl ověřen v praxi.
8. Pro využití modelu v praxi bylo třeba vyčíslit finanční přínos úpravy pracoviště z hlediska fyzikálních faktorů.
9. Závěrem práce je zhodnocení modelu pro praxi a pro vědu a výzkum. Jedním z přínosů modelu je zohlednění legislativy platné v ČR.



### 3. METODY ZPRACOVÁNÍ

Obecné vědecké metody jsou základním předpokladem pro vytvoření vědecké práce. K definici a popisu použitých metod bylo využito literárních zdrojů (Molnár, 2005), které se zabývají problematikou vědeckých prací. Je třeba dodat, že obecné metody neslouží jen k určitému úzce specializovanému a vymezenému účelu, ale jsou využitelné v mnoha odlišných případech a stavech, což umožňuje efektivně a s pozitivním výsledkem aplikovat tyto metody i v souvislosti s danou problematikou. Pro zpracování disertační práce byly vybrány následující metody.

#### 3.1. Metody logické

##### 3.1.1. Analýza - syntéza

Analýza je proces faktického nebo myšlenkového rozčlenění celku (jevu, objektu) na části. Je to rozbor vlastností, vztahů, faktů postupující od celku k jednotlivým částem. Syntéza znamená postupovat od částí k celku. Dovoluje poznávat objekt jako jediný celek. Detailní analýza řešené problematiky je základním předpokladem k tvorbě inovativních myšlenek v určité oblasti (Molnár, 2005).

V disertační práci bude analýza a syntéza využita při získávání informací studiem odborné literatury. Literatura je členěna na několik částí:

- **Zahraniční a česká literatura – historická** s prvotními poznatky o dané problematice. Na základě dlouholetých studií byly pozorovány vztahy mezi faktory a výkonem pracovníka. Tyto vztahy jsou dlouhodobě řešeny.
- **Zahraniční a česká literatura - aktuální**, která se zabývá moderními trendy v oblasti ergonomie. Řeší ergonomii v rámci podniku, nalézá nová řešení a využívá simulačních programů. Tato literatura je pro práci stěžejní.
- **Legislativní dokumenty**. Legislativní dokumenty jsou aktuální v daném roce publikace práce.

Informace získané studiem zmíněných dokumentů jsou podkladem pro vytvoření modelu, kde jsou zohledněny dlouholeté zkušenosti odborníků, moderní přístupy průmyslových inženýrů a zákonné předpisy platné v ČR.

##### 3.1.2. Abstrakce

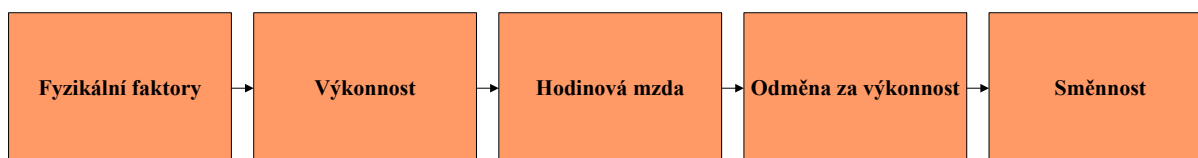
Jedná se o myšlenkový proces, v jehož rámci se u různých objektů vydělují pouze jejich podstatné charakteristiky (nepodstatné se neuvažují), čímž se ve vědomí vytváří model objektu obsahující jen ty charakteristiky či znaky, jejichž zkoumání nám umožní získat odpovědi na otázky, které si klademe (Molnár, 2005).

Ergonomie je vědecký obor zabývající se vztahem člověk – stroj – pracovní prostředí. Jedná se o obsáhlé téma, z kterého je třeba vyčlenit zkoumanou část. Práce řeší tu část ergonomie, která je z mého pohledu kvantifikovatelná. Stejně jako fyzikální faktory pracovního prostředí tak výkonnost pracovníka je měřitelná a zjištělná. Práce se nezabývá psychickou zátěží na člověka a psychologii. Vytvořený model odpovídá na jasně stanovené otázky z praxe, které si firmy při navrhování nových pracovišť kladou.

### 3.1.3. Aplikace systémového přístupu

Systémový přístup znamená, že na předmět našeho zájmu nahlížíme jako na systém a zvažujeme všechny jeho děje a části ve významných souvislostech. Systémem se přitom rozumí neprázdná množina prvků a množina vazeb mezi nimi, přičemž vlastnosti prvků a vazeb mezi nimi určují vlastnosti (chování) celku (Molnár, 2005).

Disertační práce, včetně navrženého modelu, se bude skládat z dílčích částí a prvků (obr. 11). Při navrhování nového modelu budou podrobně zkoumány následující charakteristiky: vlastnosti fyzikálních faktorů, vazby mezi fyzikálními faktory a vazby mezi faktory a výkonností pracovníka.



Obr. 11: Použití metody systémového přístupu v disertační práci

## 3.2. Techniky sběru dat

### 3.2.1. Přímé pozorování

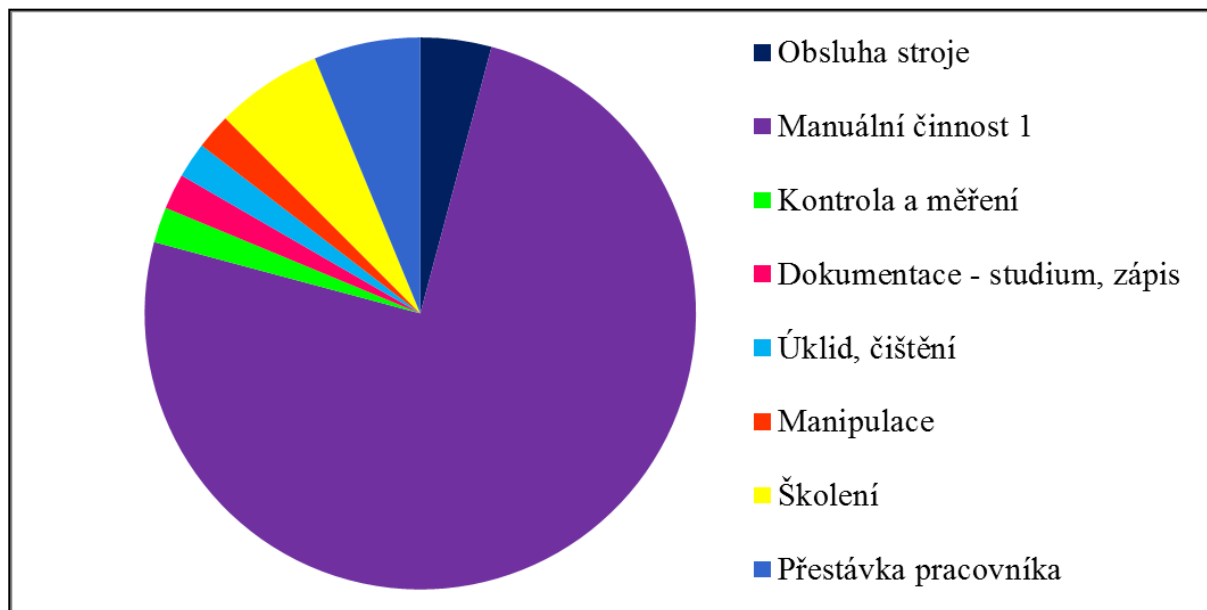
Přímé pozorování je zaměřené na plánované vnímání vybraných jevů, které jsou pak systematicky zaznamenávány (Molnár, 2011).

Při výzkumu bylo využito metod průmyslového inženýrství. Jednou z metod je **snímek pracovního dne**, který patří mezi metody nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Jedná se o univerzální metodu, kterou je možné pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka. Výsledky pozorování lze využít ke kvantifikaci jednotlivých činností vyjádřených spotřebou času, rozboru struktury spotřeby pracovní doby, rozboru ztrátových časů podle příčin a vypracování výkonnostních křivek v průběhu celé směny, zejména jestliže současně sledujeme množství odvedené práce.

Bylo provedeno několik snímků, ze kterých bylo zjištěno, že největším podílem činnosti pracovníka během směny je manuální práce. Pracoviště, kde je prováděna manuální práce, byla vybrána pro hodnocení pracoviště a vytvoření modelu. Snímky pomáhají vydefinovat podstatné činnosti, lze určit produkci na snímkaném pracovišti (tab.11 a obr.12).

Tab. 11 Snímek pracovního dne

Činnost	Délka trvání
Obsluha stroje	0:20:00
<b>Manuální činnost 1</b>	6:00:00
Kontrola a měření	0:10:00
Dokumentace - studium, zápis	0:10:00
Úklid, čištění	0:10:00
Manipulace	0:10:00
Školení	0:30:00
Přestávka pracovníka	0:30:00
<b>Celkem</b>	<b>8:00:00</b>



Obr. 12: Snímek pracovního dne

### **3.2.2. Strukturovaný rozhovor**

Strukturovaný rozhovor, při kterém jsou vyžadované informace získávány v přímé interakci s respondentem. Rozhovor může být prováděn „face-to-face, nebo prostřednictvím komunikačních medií (Molnár, 2011).

Rozhovory byly vedeny s vybranými odborníky za účelem zjištění nových poznatků. S těmito odborníky jsem se setkala na odborných konferencích. Dále jsem diskutovala s pracovníky přímo na pracovišti. Při měření fyzikálních faktorů na pracovišti jsem byla často dotazována, za jakým účelem jsou měření prováděna. Pracovníci často sami diskutovali na téma teploty a hluku na pracovišti, byli dotazováni na konkrétní otázky a odpovědi byly zaznamenány. Z těchto odpovědí jsem také vycházela při sestavování modelu. Z rozhovorů vyplynuly subjektivní pocity na pracovišti.

### **3.2.3. Dotazník**

V dotazníku respondent písemně odpovídá na otázky tištěného, nebo elektronického formuláře (Molnár, 2011).

Výsledky dotazníkového šetření jsou uvedeny v kapitole 4.1 Výsledky kvantitativního výzkumu ve výrobních společnostech v České republice – managementu a 4.2 Výsledky kvantitativního výzkumu ve vybraných výrobních společnostech v České republice – operátoři ve výrobě.

### **3.2.4. Případová studie**

Případová studie ověří vlivy jednotlivých fyzikálních faktorů na pracovníka. Na základě praktického ověření modelu bude možné provést drobné korektury modelu, přičemž výstupy z provedených analýz budou podrobně zpracovány.

### **3.2.5. Analýza dokumentů**

Analýza dokumentů je analýza jakýchkoliv dokumentů, které nebyly vytvořeny za účelem našeho výzkumu (Molnár, 2011).

Při výzkumu budou využity firemní materiály a vnitřních norem výrobních společností.

## **3.3. Metody kvantitativního výzkumu**

Kvantitativní výzkum je metoda pro sběr dat, vědeckého i nevědeckého zkoumání, která má za cíl popsat zkoumanou oblast. Kvantitativního průzkumu bývá nejčastěji využíváno pro jeho jednoduchost a nenáročnost. Jedná se o takový sběr dat, který je zaměřen na velké množství respondentů. Respondenti nejčastěji odpovídají na otázky formou dotazníků, které jsou následně zpracovány a statisticky vyhodnoceny (survio.cz.).

Dotazník je souhrn předem vybraných otázek sloužících pro shromáždění primárních dat. Lze jím s vysokou efektivitou vzhledem k potřebnému času a úsilí



tazatele i dotazovaného a za relativně nízkých nákladů získat velké množství dat, která lze kvantifikovat.

### ***Kvantitativní výzkum byl rozdělen na dvě části:***

1. ***Výzkum ve výrobních společnostech v České republice - management.*** Na dotazy týkající se pracovního prostředí a vlivu fyzikálních faktorů na operátory odpovídal management (pracovníci zodpovědní za řízení výroby, výrobní ředitelé). Výzkum byl proveden napříč všemi odvětvími po celé ČR.
2. ***Výzkum ve vybraných výrobních společnostech v České republice – operátoři ve výrobě.*** Dotazníky byly distribuovány přímo do výroby a respondenty byli zkušení operátoři pracující na manuálních pracovištích více než jeden rok. Operátoři odpovídali na otázky týkající se spokojenosti s fyzikálními faktory, a jak subjektivně vnímají vliv fyzikálních faktorů na jejich výkonnost. Pro výzkum byli vybráni zástupci strojírenství, plastikářského průmyslu a automobilového průmyslu.

Respondenti odpovídali na otázky se stanovenou škálou odpovědí jako ve škole od 1 do 5. Odpověď 1 znamenala dobrý pocit, spokojenost, nebo nejlepší hodnocení, naopak číslo 5 definovalo nespokojenost, záporné hodnocení.

Ukázka dotazníku pro management je přiložena v příloze B, dotazník pro operátory ve výrobě v příloze C.

Některá data byla porovnána a vyhodnocena jak z pohledu managementu, tak z pohledu operátorů.

## **3.4. Metody kvalitativního výzkumu**

Logika kvalitativního výzkumu je induktivní. Na začátku výzkumného procesu je pozorování, sběr dat. Pak výzkumník pátrá po pravidelnostech existujících v těchto datech, pátrá po významu těchto dat, formuluje předběžné závěry a výstupem mohou být nově formulované hypotézy (Molnár, 2011).

### **3.4.1. Měření fyzikálních faktorů**

Data byla systematicky sbírána dle zákonných doporučení uvedených v tabulce 12 po dobu 3 měsíců ve výrobní společnosti. Byla vytipována ta pracoviště, kde převažovala manuální práce – možnost spočítat výkonnost (počet kusů vyrobených za 12 hod. směnu).

Tab. 12 Zařízení a předpisy pro sběr dat

<b>Fyzikální faktor</b>	<b>Sběr dat</b>
<b>Teplota</b>	Čidla umístěná přímo na pracoviště, zpracování hodnot dle metodiky uvedené ve věstníku Ministerstva zdravotnictví č. 2/2009 a dle NV č. 361/2007 Sb.
<b>Vlhkost</b>	Čidla umístěná přímo na pracoviště dle metodiky uvedené ve věstníku Ministerstva zdravotnictví č. 2/2009 a dle NV č. 361/2007 Sb.
<b>Hluk</b>	Ruční náměry kalibrovaným přístrojem typ Voltcraft - SL-200
<b>Osvětlení</b>	Ruční náměry dle normy ČSN EN 12665, kalibrovaným přístrojem typ Gossen - Mavolux 5032B.

### 3.4.2. Měření hluku na pracovišti

Hluk byl měřen kalibrovaným přístrojem ve výrobní společnosti zpracovávající plast. Po dobu několika dnů byla pravidelně sbírána data o hluku na vybraných pracovištích. Výsledky náměrů jsou vizualizovány v příloze D.

### 3.4.3. Výpočet výkonnosti

$$\text{výkonnost (\%)} = \frac{\text{skutená produkce (ks)}}{\text{norma (ks)}} \times 100 \quad (3.1)$$

Norma byla stanovena metodou MOST a přímými náměry.

Plánovaná produkce byla stanovena dle metodiky MOST. K výslednému času dle MOST byla připočtena přírážka, ve které je zahrnuta osobní potřeba operátora, odpočinek a nevyhnutelné prodlevy.

MOST (Maynard Operation Sequence Technique) je jedna z metod spadající do systému předem určených pohybových časů. Jedná se o techniku, která využívá katalogy standardizovaných časů základních pohybů sloužící k určení normálního času pro vykonání úkolu. Metoda byla vyvinuta švédskou divizí H. B. Maynard and Company, Inc (K. Zandinem) (Handbook of IE, 2007).

Metoda vychází z myšlenky, že pohybové postupy operátorů se dají popsat elementárními pohyby, které jsou organizovány do „sekvenčních modelů“ popisujících jednotlivé činnosti (sáhnout, uchopit, přinést, umístit a uvolnit). Jsou definovány veličiny, na kterých závisí potřeba času nutná pro jejich vykonání, např. délka pohybu, kontrola pohybu. Metoda MOST je v současnosti nejproduktivnější systém měření práce s dosahovanou přesností  $\pm 5\%$  při konfidencím intervalu 95% (Handbook of IE, 2007).

### 3.4.4. Statistické výpočty

Kapitola popisuje metody, kterými byla zpracována data naměřené ve výrobě.

#### *Regresní analýza*

Pro zpracování získaných dat byla zvolena regresní analýza. Předpokladem pro použití regrese je dvojice proměnných, které spolu nějak souvisejí. Chceme zjistit funkční závislost

$$y = f(x) \tag{3.2}$$

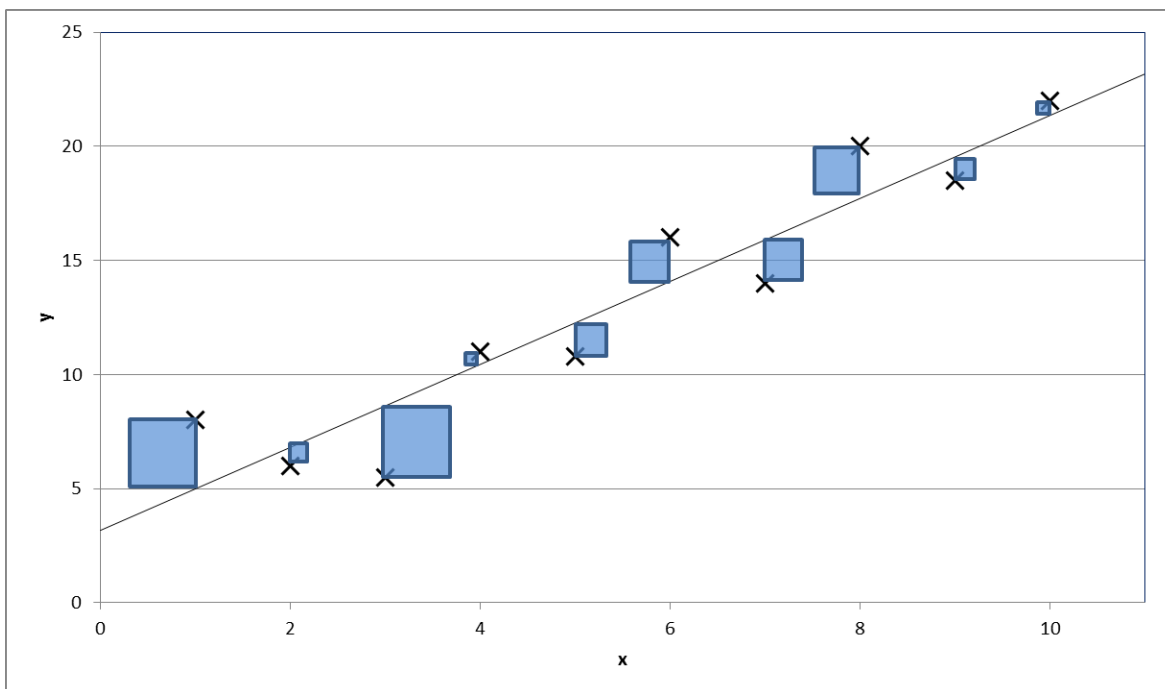
kde  $x$  je *nezávisle proměnná* (vysvětlující – hluk, teplota, osvětlení na pracovišti) a  $y$  je *závisle proměnná* (vysvětlované – výkonnost pracovníka).

Cílem regrese je určit z naměřených dat parametry  $f(x)$  tak, aby funkce co nejlépe vystihla naměřenou závislost. Tyto parametry budou sloužit jako podklad pro vytvoření modelu tak, aby po zadání naměřených hodnot, model vypočítal očekávanou výkonnost.

Přímým měřením, provedeným v procesu výroby, jsem získala  $N$  dvojic veličin  $[x_i, y_i]$ , které v kartézské soustavě os  $x, y$  lze znázornit jako bodový graf. Pokud by při měření nevznikaly náhodné chyby, pak by všechny body  $[x_i, y_i]$  ležely na křivce  $y = f(x)$ . Ve skutečnosti platí  $y_i = f(x_i) + \varepsilon_i$ , kde  $\varepsilon_i$  je náhodná chyba  $i$ -tého měření (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

#### *Metoda nejmenších čtverců*

Nejběžnější regresní metodou je metoda nejmenších čtverců (obr. 13). Body  $[x_i, y_i]$  jsou rozptýleny kolem hledané regresní křivky, která má být co nejuvěrnějším obrazem funkce  $y = f(x)$ . Hledám tedy takové parametry  $a, b, c, \dots$  (tzv. regresní koeficienty) daného typu funkce  $y = f(x; a, b, c, \dots)$ , aby se její průběh co nejvíce přimykala k zadaným bodům  $[x_i, y_i]$  (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).



Obr. 13: Metoda nejmenších čtverců

Reziduální (zbytkový) součet čtverců nalezne kritérium „přiléhavosti“ regresní křivky k experimentálním bodům (data o teplotě, osvětlení a hluku).

$$S_{resid.} = \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2 \quad (3.3)$$

Metodou nejmenších čtverců naleznou regresní koeficienty; tj. takové parametry  $a, b, c, \dots$  daného typu funkce  $y=f(x; a, b, c, \dots)$ , aby se její průběh co nejvíce přibližoval k zadaným bodům  $[x_i, y_i]$ .

Hledáme tedy takové parametry  $a, b, c$ , které by minimalizovaly zbytkový součet čtverců.

$$\frac{\partial S_{resid}}{\partial a} = 0; \quad \frac{\partial S_{resid}}{\partial b} = 0; \quad \frac{\partial S_{resid}}{\partial c} = 0; \dots \quad (3.4)$$

### **Lineární regrese jedné proměnné**

U lineární regrese jedné proměnné přímkou  $y = a + bx$  proložíme naměřené body  $[x_i, y_i]$ , tj. hodnoty jednotlivých fyzikálních faktorů získaných měření ve výrobě, metodou nejmenších čtverců. Reziduální součet čtverců odchylek je:

$$S_{resid.} = \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{a} - \hat{b}x_i)^2 \quad (3.5)$$

Hledáme takové  $\hat{a}$  a  $\hat{b}$ , aby reziduální součet čtverců byl minimální.

$$\frac{\partial S_{resid.}}{\partial \hat{a}} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{a} - \hat{b}x_i) = -2 \left( \sum_{i=1}^N y_i - N\hat{a} - \hat{b} \sum_{i=1}^N x_i \right) = 0 \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial S_{resid.}}{\partial \hat{b}} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{a}x_i - \hat{b})x_i = -2 \left( \sum_{i=1}^N x_i y_i - \hat{a} \sum_{i=1}^N x_i - \hat{b} \sum_{i=1}^N x_i^2 \right) = 0 \quad (3.7)$$

### Lingrese

Pomocí funkce LINGRESE, která je součástí i MS Excel a je snadno použitelná, lze zjistit požadované parametry pro zjištění koeficientů do modelu disertační práce. Následující tabulka 13 vysvětluje jednotlivé parametry, které jsou výstupem funkce LINGRESE (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

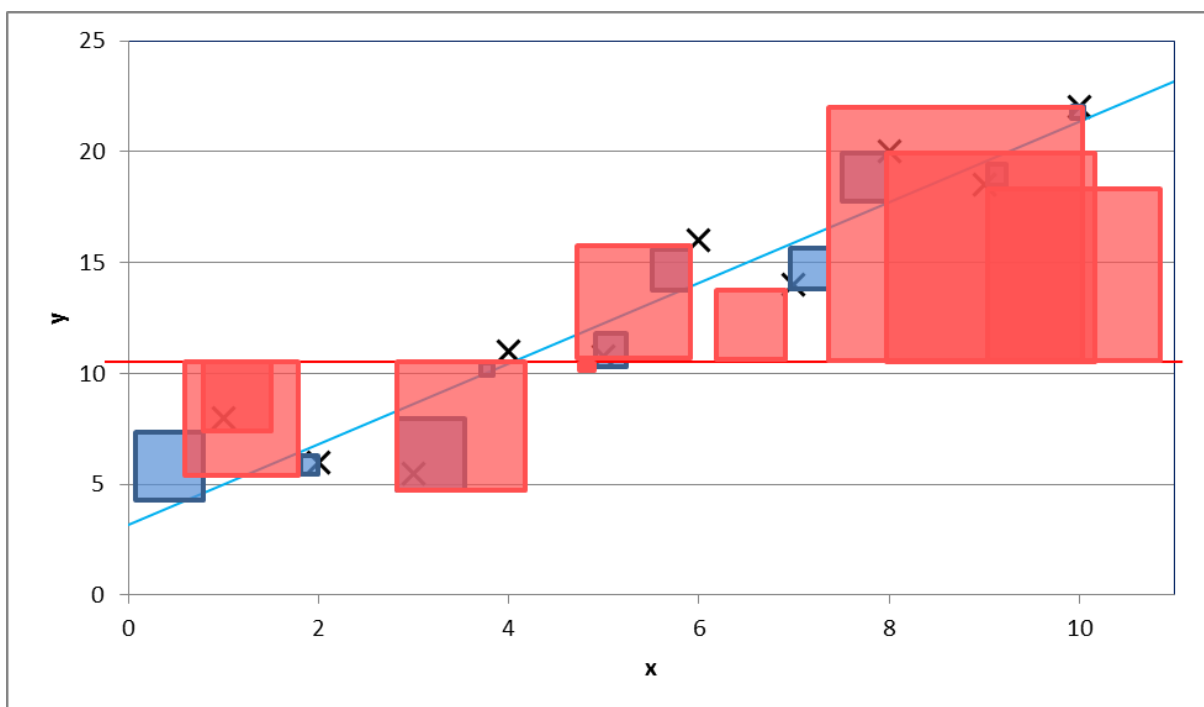
Tab. 13 Výstupy funkce LINGRESE

<b>Odhad parametru b</b>	<b>Odhad parametru a</b>
<b>Odhad chyby parametru b</b>	<b>Odhad chyby parametru a</b>
<b>R<sup>2</sup> Koeficient determinace</b> porovnává skutečné hodnoty y a jejich odhady, nabývá hodnot od 0 do 1. Pokud je roven 1, existuje v tomto vzorku dokonalá korelace, tj. mezi odhadem a skutečnými hodnotami y není žádný rozdíl. Pokud je koeficient determinace roven nule, znamená to, že regresní rovnice nedokáže předpovídat hodnoty y. Udává, kolik procent rozptylu vysvětlované proměnné je vysvětleno modelem a kolik zůstalo nevysvětleno.	<b>Chyba odhadu</b>
<b>F statistika nebo pozorovaná hodnota F.</b> F-statistiku lze použít pro rozhodnutí, zda vztah mezi závislými a nezávislými proměnnými není nahodilý.	<b>df (počet stupňů volnosti).</b> Pomocí stupňů volnosti lze nalézt kritické hodnoty F ve statistické tabulce. Porovnáním hodnot z tabulky s F-statistikou, kterou vrátí funkce LINREGRESE, lze určit úroveň spolehlivosti modelu.

$S_t - S_r$ (rozdíl celkové a reziduální sumy čtverců odchylek)	$S_r$ (reziduální suma čtverců odchylek)
---	--

### Kvalita regresního modelu

Vhodnost vybrané regresní funkce a odhad jejich výběrových regresních koeficientů se testuje. Výchozí veličinou je reziduální součet čtverců  $S_{resid}$  (modře), pomocnou veličinou celkový součet čtverců  $S_t$  (červeně).



Obr. 14: Kvalita regresního modelu

$$S_t = \sum_{i=1}^N \left( y_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \right)^2 \quad (3.8)$$

$$S_{resid.} = \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2 \quad (3.9)$$

kde  $N$ ...počet měření,  $S_t$ ...celková suma čtverců a  $S_{resid.}$ ...reziduální suma čtverců (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

### **Koeficient determinace**

$$R^2 = 1 - \frac{S_{resid.}}{S_t} \quad (3.10)$$

kde  $r^2 > 0.95$  se často považuje za dobré kritérium pro přijetí zvoleného modelu (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

### **Zákon přenosu chyb**

Výkonnost ( $y$ ) je funkcí a vyjadřuje souvislost mezi několika jinými veličinami ( $x_1$  - osvětlení,  $x_2$  - hluk,  $x_3$  - teplota a  $x_4$  - hustota prostředí) na nichž je závislá. Výkonnost pracovníka bude v modelu vypočítána ze vztahu  $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$  z naměřených veličin, u kterých známe jejich střední chybu. Pro vyhodnocení výsledku platí:

1. Odhad skutečné veličiny  $y$  je dán funkcí  $f$  odhadů  $x_1, x_2, x_3, x_4$ ; tj.  $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$
2. Odhad směrodatní odchylky je dán vztahem

$$\bar{\sigma}_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \bar{\sigma}_{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \bar{\sigma}_{x_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_3} \bar{\sigma}_{x_3}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_4} \bar{\sigma}_{x_4}\right)^2} \quad (3.11)$$

kde  $\bar{\sigma}_{x_1}, \bar{\sigma}_{x_2}, \bar{\sigma}_{x_3}, \bar{\sigma}_{x_4}$  jsou směrodatné odchylky veličin (osvětlení, hluk, teplota a hustota prostředí).

Výše uvedená tvrzení umožňují výpočet odhadu skutečné hodnoty nepřímo měřené veličiny  $y$  a její směrodatné odchylky, jedná se o tzv. **zákon o přenosu chyb**.

$$\xi(x_1^m x_2^n x_3^o x_4^p) = \sqrt{(m\xi_{x_1})^2 + (n\xi_{x_2})^2 + (o\xi_{x_3})^2 + (p\xi_{x_4})^2} \quad (3.12)$$

kde  $m, n, o, p$  jsou číselné parametry;  $\xi_{x_1}, \xi_{x_2}, \xi_{x_3}, \xi_{x_4}$  jsou relativní směrodatné odchylky výchozích veličin (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

### ***Přesnost měřicích přístrojů***

Rozdělení chyb na aditivní a multiplikační je teoretické členění dle závislosti (chyby aditivní) nebo nezávislosti (chyby multiplikační).

Aditivní chyba (chyba nastavení) je nezávislá na velikosti měřené veličiny. Jedná se například o posunutí stupnice přístroje, kdy přístroj ukazuje hodnotu lišící se o konstantní rozdíl od správné hodnoty. Aditivní chyby omezují použití přístroje v oblasti malých hodnot (na začátku stupnice).

Multiplikační chyba (citlivost) je úměrná velikosti měřené veličiny. Například přístroj měří o 1 % menší hodnotu (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).

### ***Třída přesnosti měřicího přístroje***

Třída přesnosti měřicího přístroje je definována vztahem

$$T_p = \frac{\Delta x}{x_{\max} - x_{\min}} * 100 \quad (3.13)$$

kde  $\Delta x$  je maximální přípustná absolutní chyba přístroje (skutečná chyba přístroje je s pravděpodobností 99,7 % menší než  $\Delta x$ ),  $x_{\max} - x_{\min}$  je měřicí rozsah přístroje. Třída přesnosti se udává v procentech a zaokrouhluje se nahoru na nejbližší hodnotu normalizované řady 5 %, 2,5 %, 1,5 %, 1,0 %, 0,5 %, 0,2 %, 0,1 %, 0,05 %, 0,02 %, 0,01 %, 0,005 %, 0,002 %, 0,001 % (Ústav fyziky a materiálového inženýrství, 2014).



## 4. HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE

První podkapitola uvádí výsledky kvantitativního výzkumu provedeného ve výrobních společnostech po celé České republice. Cílem dotazníkového šetření bylo definovat fyzikální faktory, které nejvíce ovlivňují výkonnost operátorů. Otázky v dotazníku byly směřovány na zodpovědné pracovníky ve výrobních úsecích (management).

Navazující podkapitola se věnuje výsledkům kvantitativního výzkumu provedeného osobně ve třech výrobních společnostech, které se zabývají sériovou výrobou.

Dotazníky směřované na management i operátory ve výrobě byly porovnány.

Součástí práce je kvalitativní výzkum. Výzkum byl proveden ve vybrané společnosti se zaměřením na sériovou výrobu pro automobilový průmysl. Na základě statistického vyhodnocení získaných dat byly určeny koeficienty pro výpočet výkonnosti v modelu.

K modelu byl vytvořen checklist, který slouží jako podklad pro jednoduché a rychlé hodnocení celkového designu pracoviště. Dalším výsledkem disertační práce je přehledná kategorizace prací a popis rizikových pracovišť. Tento přehled vychází z českých legislativních předpisů a slouží pro rychlou orientaci v problematice rozdělení pracovišť.

Výsledný model je možné použít pro výpočet finanční odměny za výkonnost pracovníka.

## 4.1. Výsledky kvantitativního výzkumu ve výrobních společnostech v České republice - management

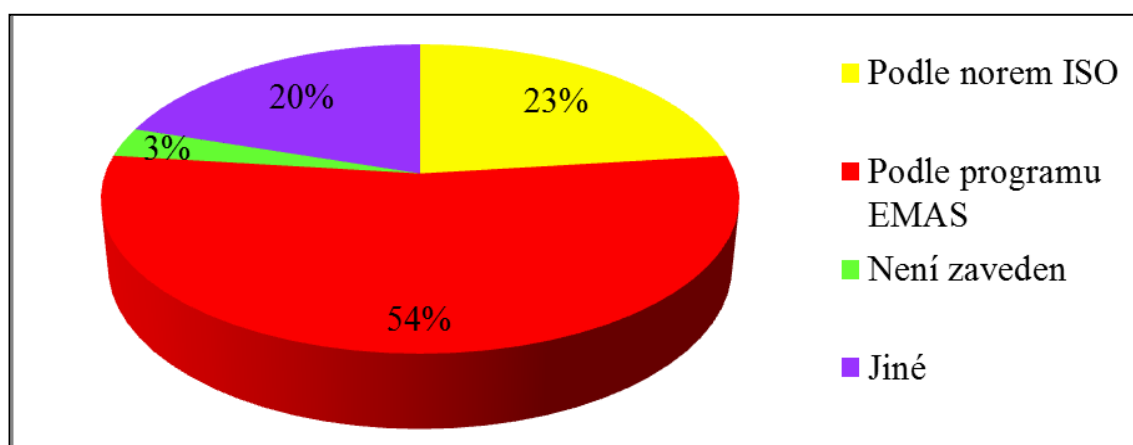
400 dotazníků bylo elektronicky rozesláno výrobním společnostem po celé České republice. Dotazníkové šetření proběhlo v rámci projektu IGA v roce 2012. Návratnost dotazníků byla 16% (65 dotazníků). Respondenty byli výrobní ředitelé, průmysloví inženýři nebo vedoucí výroby. Zde jsou uvedeny výsledky šetření.

Dotazník byl rozeslán výrobním společnostem, které disponují převážně montážními pracovišti. Dotazník vyplnilo 20 společností (31%) s počtem pracovníků méně než 50 zaměstnanců, 30 společností (47%) zaměstnávající 50 až 250 pracovníků (střední podniky) a 15 společností (22%) s více než 250 zaměstnanci. V celkovém součtu vyplnilo dotazník 34 mužů (52%) a 31 žen (48%).

Následující grafy a tabulky uvádějí výsledky získané z dotazníku pro management, výsledky jsou doplněny komentáři. Vždy je uvedena tabulka s otázkou a počtem odpovědí. Tabulky jsou doplněny grafy s procentuálním rozdělením odpovědí.

Tab. 14 Jakým způsobem je ve Vaší firmě zaveden systém EMS?

Podle norem ISO	15
Podle programu EMAS	35
System EMS není zaveden	2
Jiné	13
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

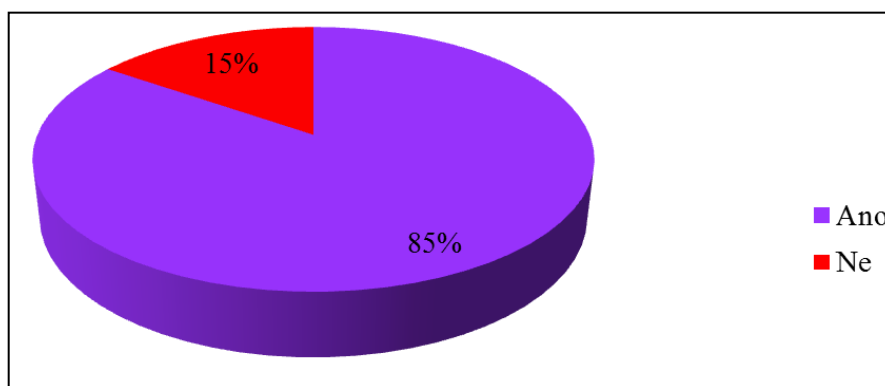


Obr. 15: Jakým způsobem je ve Vaší firmě zaveden systém EMS? - graf

Ochrana životního prostředí a s tím spojená ochrana zaměstnanců je nedílnou součástí každé společnosti, většinou je zahrnuta i do cílů společnosti na daný rok. Odpovědi 35 společností (54%, což je nadpoloviční většina) hodnotí stav environmentálního managementu podle EMAS dokazují, že společnosti v České republice dávají přednost přísnějším kritériím pro hodnocení pracovišť (tab. 14 a obr. 15).

Tab. 15 Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby?

Ano	55
Ne	10
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

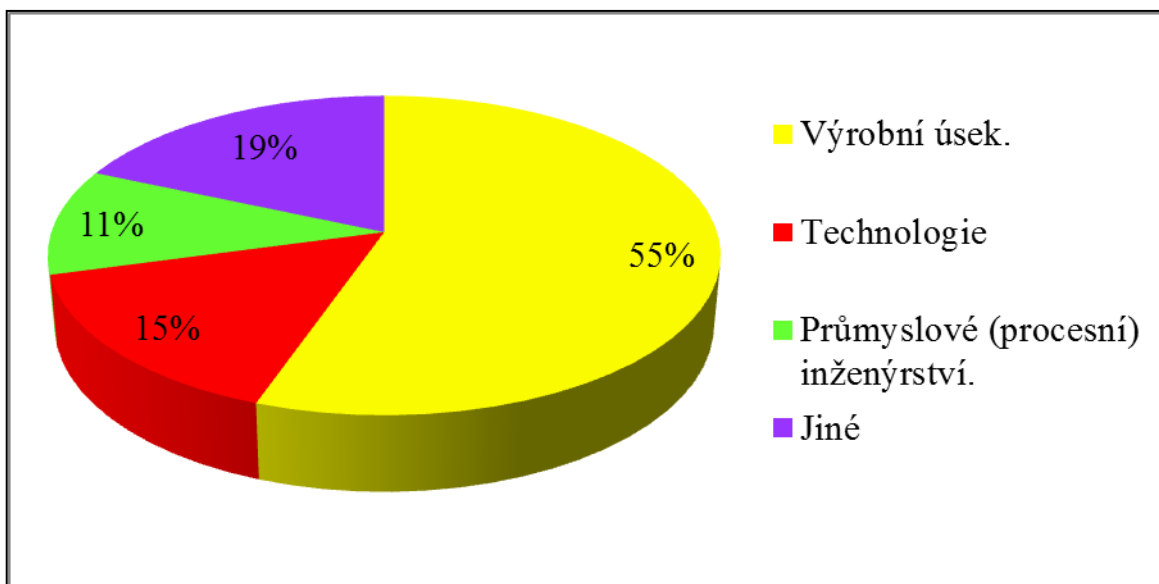


Obr. 16: Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby? - graf

55 respondentů (85% vedoucích pracovníků) si uvědomuje, že design pracoviště je možno ovlivnit již při jeho návrhu. Nedílnou součástí při vývoji pracoviště je i nastavení nebo ohodnocení fyzikálních faktorů. Lze tedy předpokládat, že jsme schopni připravit design pracoviště tak, aby pracoviště bylo pohodlné pro práci operátorů a ti v konečném důsledku vykazovali vyšší produktivitu (tab. 15 a obr. 16)

Tab. 16 Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť ve Vaší firmě?

Výrobní úsek	36
Technologie	10
Průmyslové (procesní) inženýrství	7
Jiné	12
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

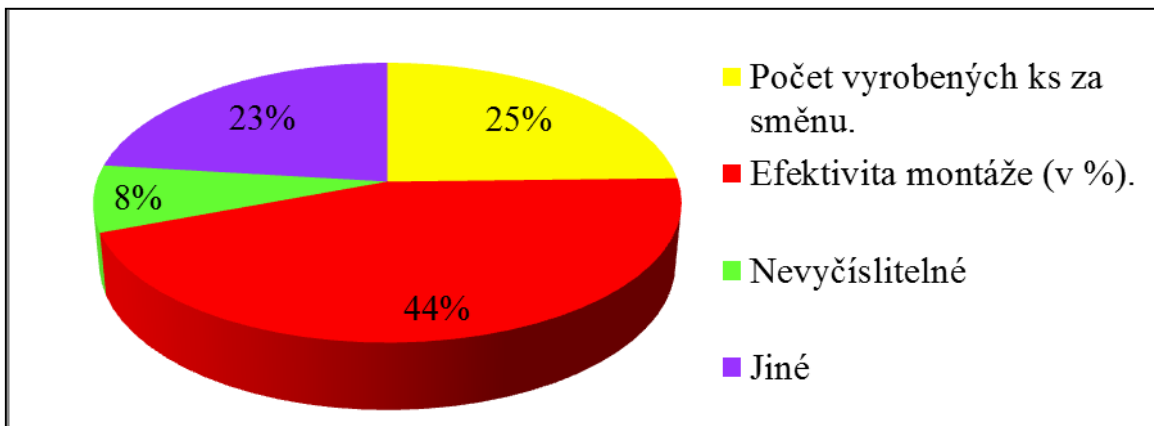


Obr. 17: Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť? - graf

Z výsledků na otázku zodpovědnosti za úpravu a návrh (optimalizaci) pracovišť vyplývá, že pouze 7 respondentů (11%) odpovědělo, že tuto zodpovědnost mají průmysloví inženýři. Otázkou je, zda společnosti používají pojem „průmyslový (procesní) inženýr“, nebo úpravy designu pracoviště řeší osoby, které mají přehled o výrobě, ale nemají znalosti metod průmyslového inženýrství. Ve většině příkladů lze předpokládat, že pracoviště jsou upravována podle „citu“ a zkušeností z minulých let (tab. 16 a obr. 17).

Tab. 17 Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující?

Počet vyrobených ks za směnu	16
Efektivita montáže (v%)	29
Nevyčísitelné	5
Jiné	15
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

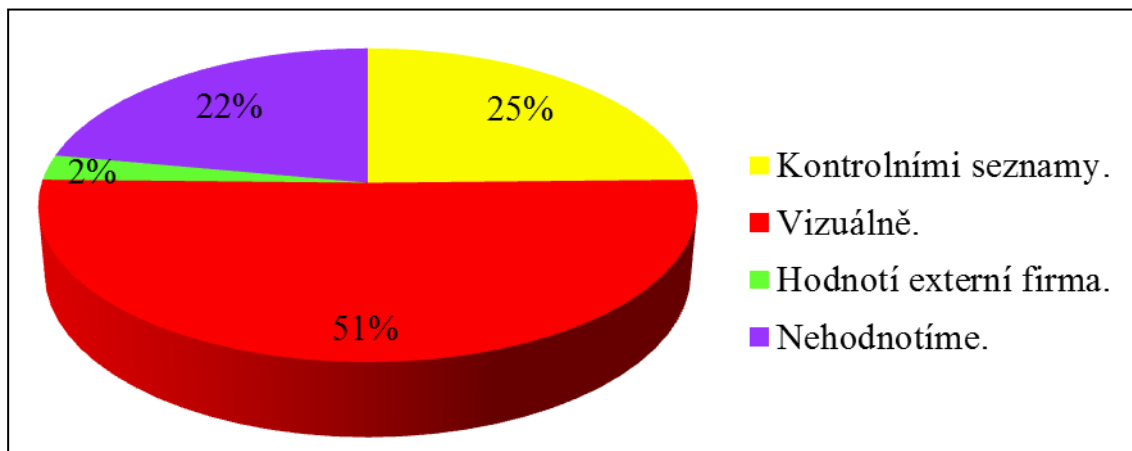


Obr. 18: Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující? - graf

Třetina dotázaných odpověděla, že úpravu pracoviště hodnotí dle efektivity montáže, což dokazuje, že management sleduje kvalitu výrobků. Následuje počet vyrobených ks za směnu, což je spjato se stanovením normy. Bohužel pouze v 5 případech je hodnoceno pracovní prostředí, uspořádání pracoviště atd. (v možnostech odpovědí uvedeno jako „nevyčíslitelné“)(tab. 17 a obr. 18).

Tab. 18 Jakým způsobem hodnotíte stav úpravy montážních pracovišť? (více možných odpovědí)

Kontrolní seznamy	19
Vizuálně	39
Hodnotí externí firma	2
Nehodnotíme	17
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

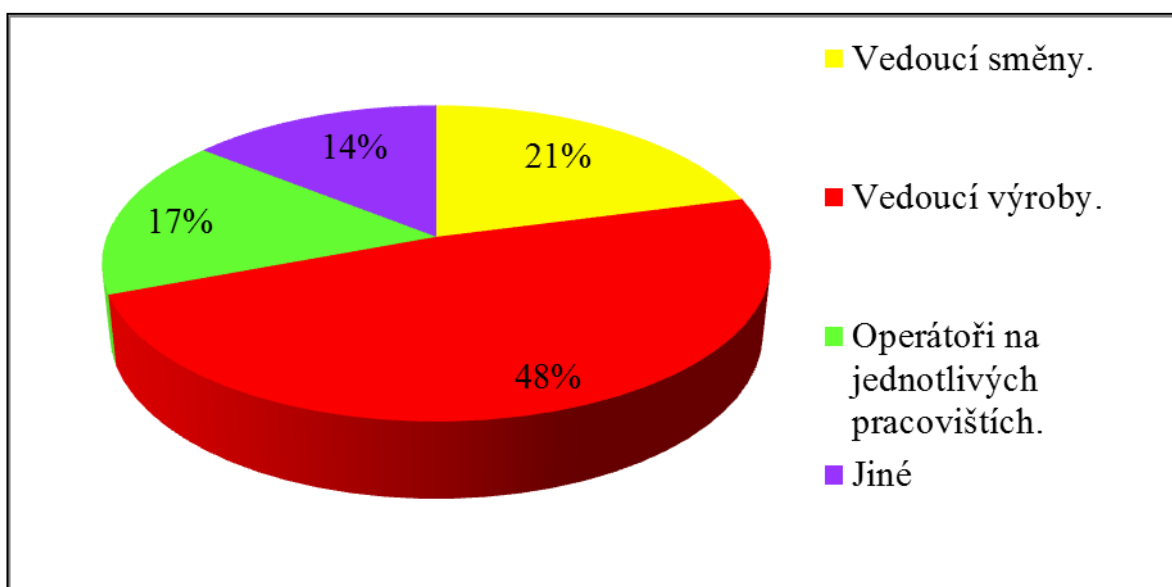


Obr. 19: Jakým způsobem hodnotíte stav úpravy montážních pracovišť? (více možných odpovědí)

Z výsledků vyplývá, že většina hodnocení pracovišť je prováděna vizuálně, což může znamenat, že hodnocení jsou prováděna náhodně, bez žádného jasně daného postupu, nepravidelně. Pouze 19 respondentů (25%) odpovědělo, že používají kontrolní seznamy. Použití kontrolních seznamů znamená, že pracoviště jsou hodnocena pravidelně, je dané to, co musí být kontrolováno (tab. 18 a obr. 19).

Tab. 19 Kdo u vás ve firmě hodnotí stav úpravy montážních pracovišť? (více možných odpovědí).

Vedoucí směny	19
Vedoucí výroby	44
Operátoři na jednotlivých pracovištích	15
Jiné	13
<b>Celkem</b>	<b>91</b>

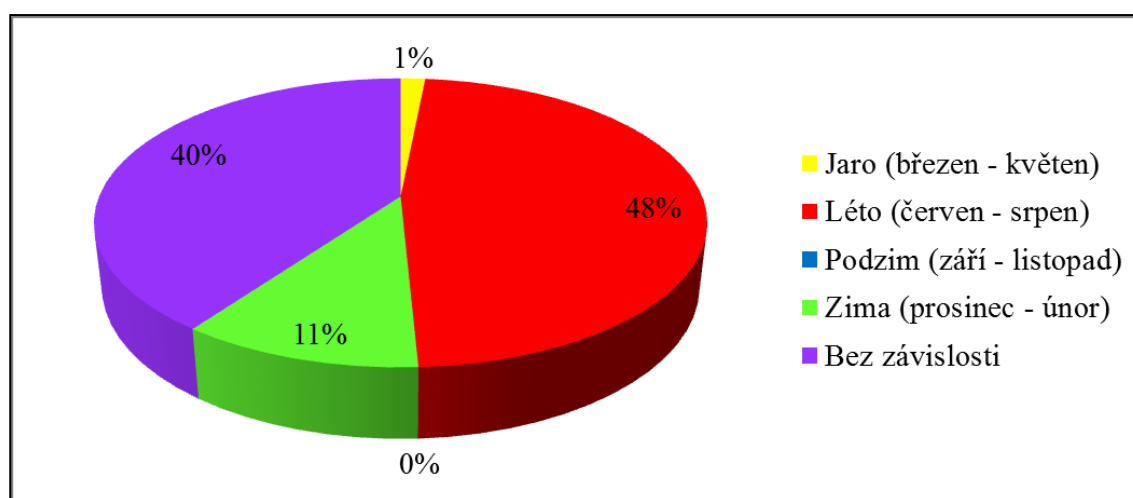


Obr. 20: Kdo u vás ve firmě hodnotí stav úpravy montážních pracovišť? (více možných odpovědí) - graf

Ve většině případů je design pracoviště hodnocen vedoucím výroby. Checklist, který bude vytvořen v disertační práci, by měl být pochopitelný především pro vedoucí výroby. Požadavkem pro formulaci otázek v checklistu bude jejich odbornost. U vedoucích výroby se předpokládají základní znalosti metod průmyslového inženýrství (tab. 19 a obr. 20).

Tab. 20 Ve kterém z uvedeného období vnímáte pokles výkonnosti pracovníků jako nejvýraznější?

Jaro (březen – květen)	1
Léto (červen – srpen)	31
Podzim (září – listopad)	0
Zima (prosinec – únor)	7
Bez závislosti	26
<b>Celkem</b>	<b>65</b>

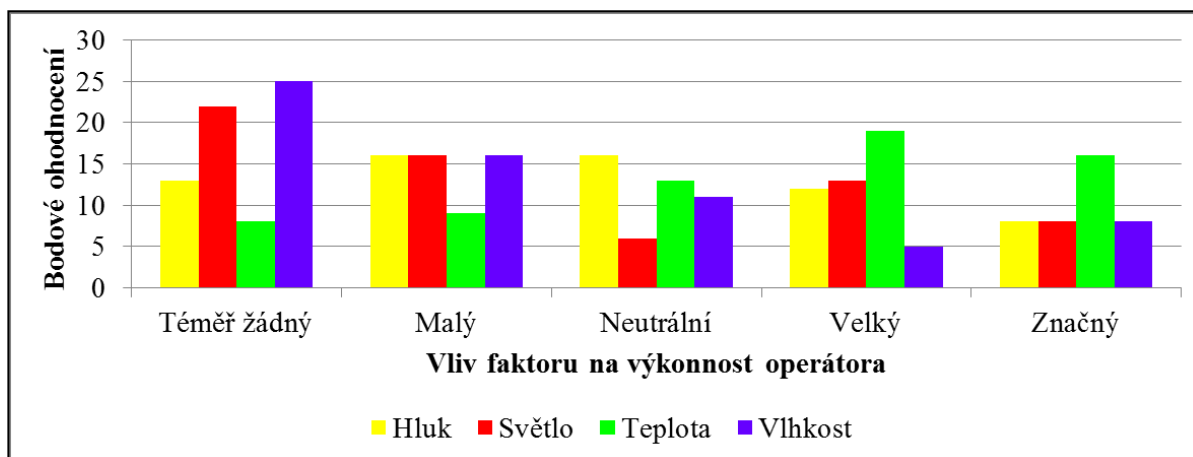


Obr. 21: Ve kterém z uvedeného období vnímáte pokles výkonnosti pracovníků jako nejvýraznější? - graf

Z výsledků šetření je patrné, že společnosti pozorují pokles výkonnosti svých pracovníků převážně v letních měsících; tj. 31 respondentů (48%), v 7 případech (11%) společnosti odpověděly, že výkonnost svých pracovníků pozorují v zimních měsících a v jednom případě (1%) v jarních měsících. Ve 26 případech (40%) bylo zodpovězeno, že dle názoru managementu není výkonnost jejich pracovníků závislá na ročním období. Lze tedy předpokládat, že pracovníci jsou, z pohledu svých nadřízených, ovlivňováni teplotou, která stoupá především v letních měsících (tab. 20 a obr. 21).

Tab. 21 Který z fyzikálních faktorů narušuje výkonnost vašich pracovníků?

Fyzikální faktor	Vliv faktoru na výkonnost operátora					Celkem
	Téměř žádný	Malý	Neutrální	Velký	Značný	
Hluk	13	16	16	12	8	<b>65</b>
Světlo	22	16	6	13	8	<b>65</b>
Teplota	8	9	13	19	16	<b>65</b>
Vlhkost	25	16	11	5	8	<b>65</b>



Obr. 22: Který z faktorů narušuje výkonnost vašich pracovníků? Hodnocení od 1 (nejméně - pozitivní hodnocení) do 5 (nejvíce - negativní hodnocení) - graf

Graf na obrázku 22 ilustruje výsledky odpovědí na otázku: „Který z fyzikálních faktorů narušuje výkonnost vašich pracovníků?“ Respondenti měli hodnotit nejvýznamnější fyzikální faktory vyskytující se na pracovišti. Faktory byly hodnoceny na škále od 1 do 5 jako ve škole. Hodnocení 1 označuje faktor, který nejméně narušuje výkonnost - pozitivní hodnocení, hodnocení 5 označuje faktor, který naopak nejvíce narušuje výkonnost - negativní hodnocení. Bylo zjištěno, že největší vliv na výkonnost pracovníků má teplota (16 respondentů ohodnotilo teplotu jako nevýznamnější faktor). Druhým významným faktorem bylo osvětlení, následoval hluk na pracovišti a nejméně byl respondenty pozorován vliv vlhkosti prostředí na výkonnost pracovníků (tab. 21).



## 4.2. Výsledky kvantitativního výzkumu ve vybraných výrobních společnostech v České republice – operátoři ve výrobě

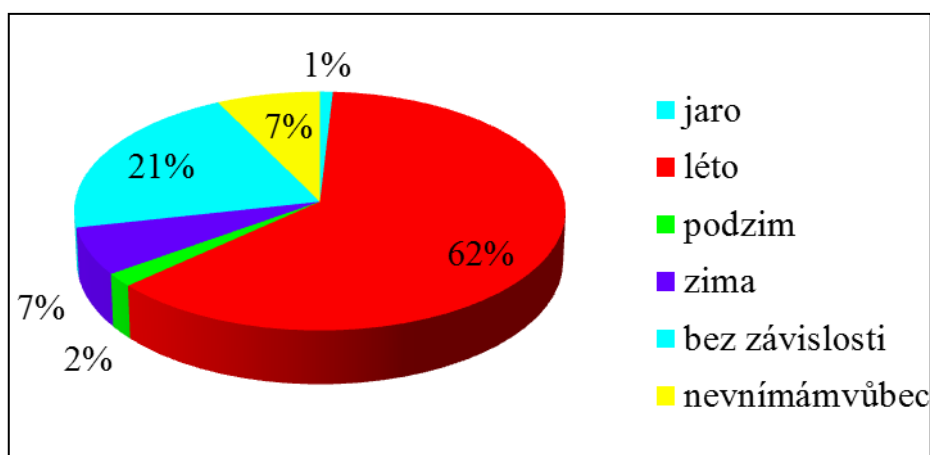
Podkapitola ukazuje výsledky z kvantitativního výzkumu provedeného osobně ve třech výrobních společnostech zabývajících se sériovou výrobou. Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit subjektivní názory operátorů ve výrobě, jak vnímají vliv fyzikálních faktorů na jejich výkonnost. Byli dotazováni, zda jsou spokojeni nebo nespokojeni s fyzikálními faktory na pracovišti a na hodnocení celkového designu pracoviště.

### *Dotazníky byly distribuovány do společností s výrobou:*

- granulátů, trubek, hadic a vytlačovaných profilů pro potravinářský průmysl, stavebnictví, strojírenství, automobilový průmysl a spotřební odvětví. Jedná se o střední podnik s 50 až 250 zaměstnanci ve Zlínském kraji.
- zaměřenou na strojírenství. Střední podnik vyrábějící pro automobilový průmysl a jeho systémové dodavatele. K těmto produktům patří systémové komponenty pro konstrukční skupiny motor, převodovka a podvozek (náprava, řízení, brzda).
- pro automobilový průmysl. Podnik je dodavatelem brzdových systémů, komponentů pro podvozek a pohonných jednotek, přístrojového vybavení, zařízení zprostředkávajících přenos informací a zábavu, elektroniky do vozidel, pneumatik a technických elastomerů.

Zde jsou uvedeny výsledky získané dotazníkovým šetřením. Respondenty byli operátoři ve výrobě během běžného provozu. Celkově bylo osobně rozdáno 115 dotazníků, z toho vyřazeno 6 dotazníků pro neúplnost (návratnost 94,8%). Korespondenty bylo 56 mužů (51%) a 53 žen (49%). Následující grafy uvádějí výsledky kvantitativního výzkumu.

Nejvíce vnímají operátoři pokles své výkonnosti v letních měsících a to v 68 případech (62%). 23 operátorů (21%) uvádí, že roční období nemá vliv na jejich výkonnost, 8 operátorů (7%) odpovědělo, že pokles výkonnosti nevnímají vůbec. 7 operátorů (6%) pozoruje pokles své výkonnosti v zimních měsících. Dva operátoři (2%) uvedli, že pokles výkonnosti vnímají na podzim a jeden (1%) na jaře. Vyhodnocení spokojenosti operátorů s fyzikálními faktory ukazuje graf na obrázku 23.

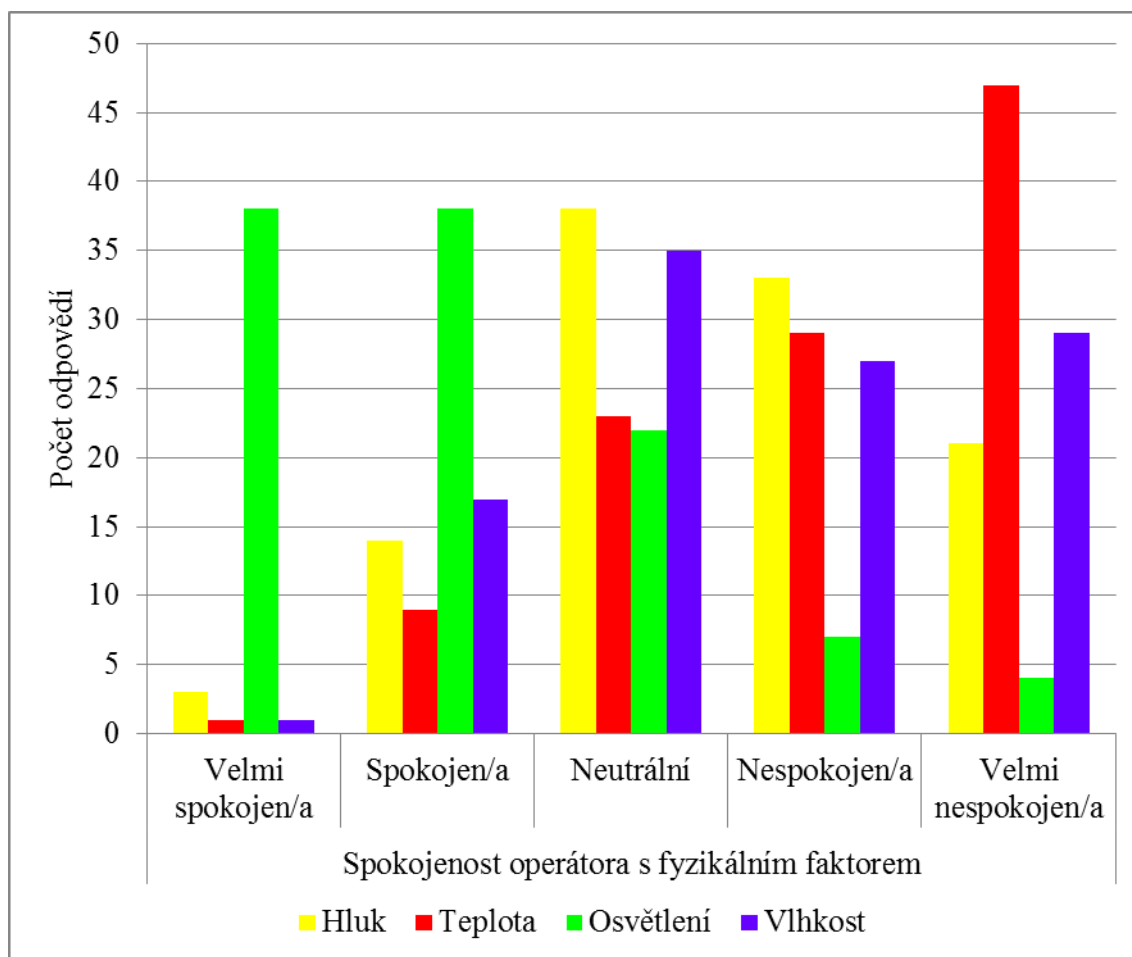


Obr. 23: Ve kterých z uvedených období vnímáte pokles své výkonnosti jako nejvýznamnější?

Další z otázek směřovala na spokojenost nebo nespokojenost operátorů s fyzikálními faktory na pracovišti. Otázka byla zodpovězena na škále od 1 do 5 jako ve škole. Hodnocení 5 označovalo „velmi nespokojen/a“, naopak hodnocení 1 označovalo velmi spokojen/a. Výsledky ukazují, že operátoři jsou velice nespokojeni s teplotou na pracovišti, dále si stěžovali na proudění vzduchu (průvan) na pracovišti a vlhkost na pracovišti. Podle odpovědí operátorů lze hodnotit stav mikroklimatu (teplota, proudění vzduchu a vlhkost na pracovišti) jako nevyhovující. Výsledky otázky jsou zobrazeny v grafu na obrázku 24, který je doplněn tabulkou 22.

Tab. 22 Spokojenost operátorů s fyzikálními faktory.

Fyzikální faktor	Spokojenost operátora s fyzikálním faktorem				
	Velmi spokojen/a	Spokojen/a	Neutrální	Nespokojen/a	Velmi nespokojen/a
Hluk	3	14	38	33	21
Teplota	1	9	23	29	47
Osvětlení	38	38	22	7	4
Vlhkost	1	17	35	27	29

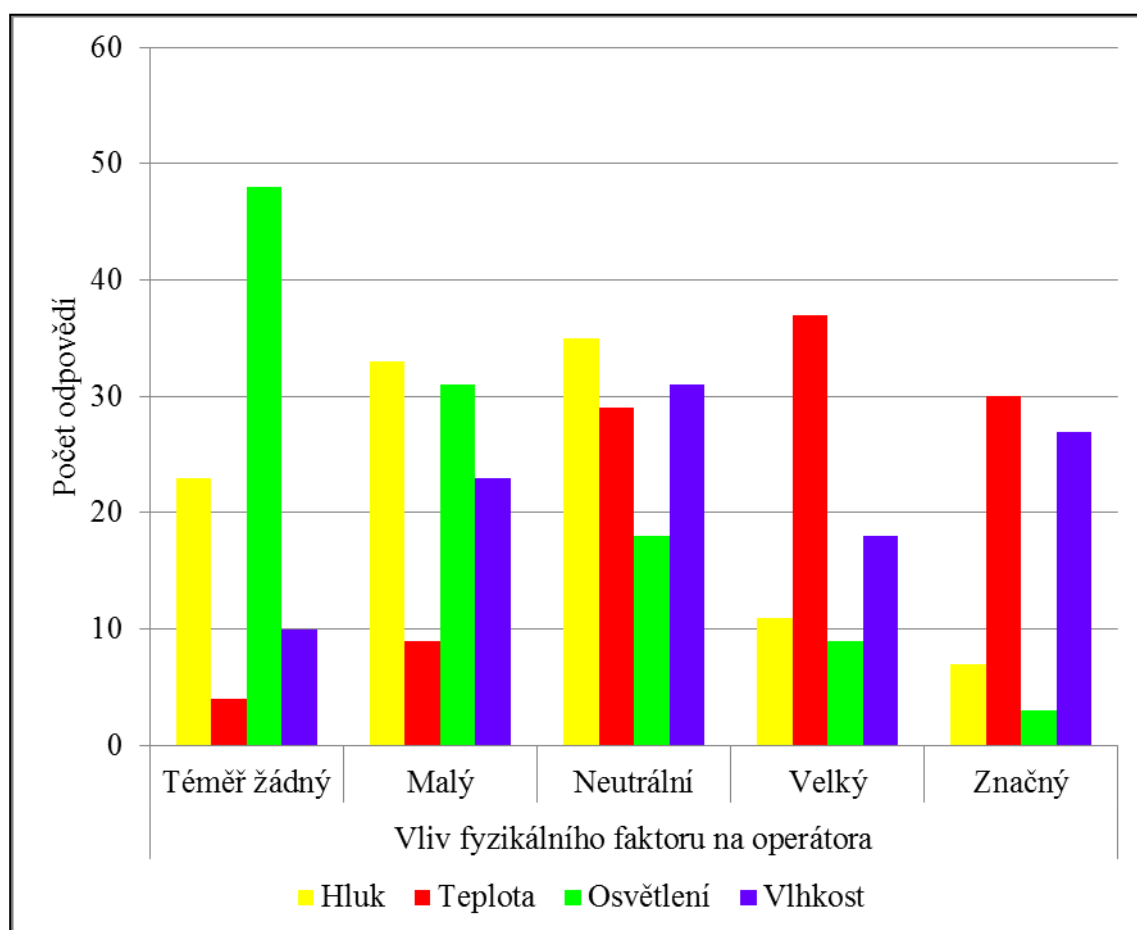


Obr. 24: Spokojenost operátorů s fyzikálními faktory

V grafu na obrázku 25 jsou zobrazeny odpovědi na otázku týkající se vlivu jednotlivých fyzikálních faktorů na výkonost operátora. Respondenti byli upozorněni, že v otázce nemají brát ohled na svůj aktuální psychický a zdravotní stav, vztahy s ostatními operátory a svými nadřízenými (tab. 23).

Tab. 23 Vliv fyzikálních faktorů na operátora.

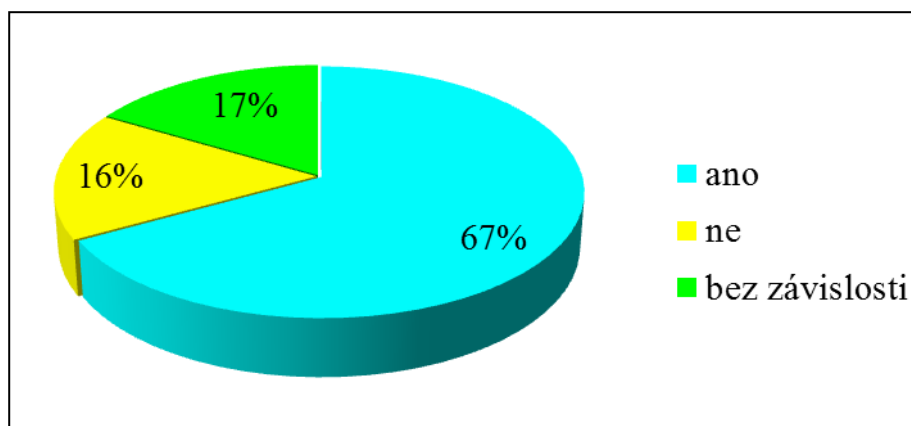
Fyzikální faktor	Vliv fyzikálního faktoru na operátora				
	Téměř žádný	Malý	Neutrální	Velký	Značný
Hluk	23	33	35	11	7
Teplota	4	9	29	37	30
Osvětlení	48	31	18	9	3
Vlhkost	10	23	31	18	27



Obr. 25: Vliv fyzikálních faktorů na operátora

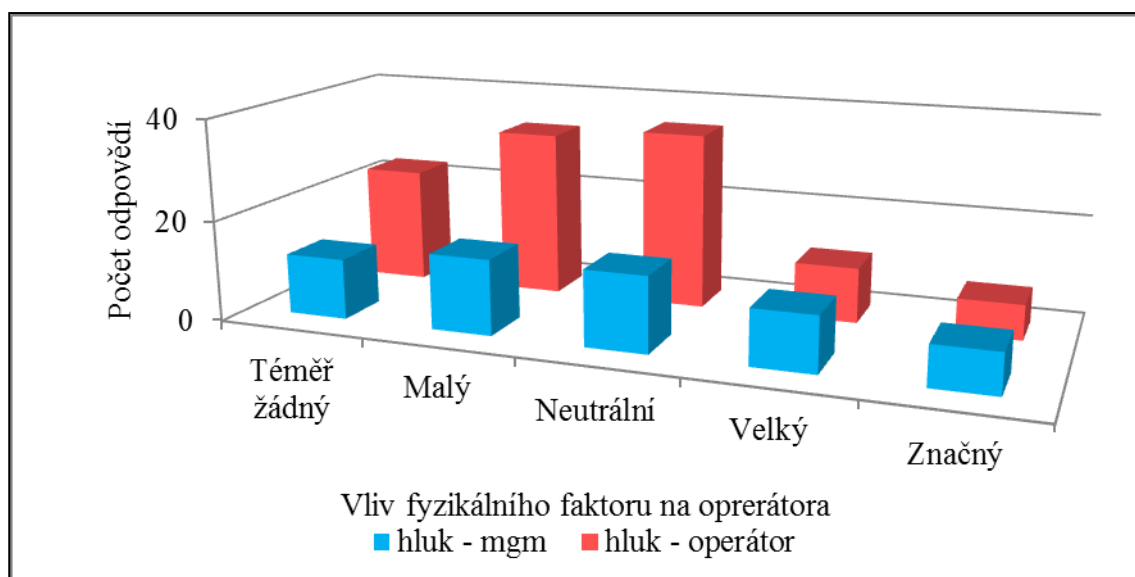
Operátoři hodnotí teplotu na pracovišti jako faktor nejvíce narušující jejich výkonnost během pracovního dne. Nejméně jejich výkon ovlivňuje osvětlení na pracovišti. Tyto výsledky korespondují s výsledky předcházející otázky týkající se spokojenosti operátorů s fyzikálními faktory.

Na otázku: „Myslíte si, že pokud by byl design Vašeho pracoviště dle zákonných požadavků, byla by Vaše výkonnost vyšší?“, odpovědělo 73 operátorů (67%) pozitivně, pouze 18 operátorů (17%) si myslí, že lépe uspořádané pracoviště by jejich výkonnosti neovlivnilo a 18 operátorů (17%) uvádí, že design pracoviště nemůže ovlivnit jejich výkonnost (obr. 26).

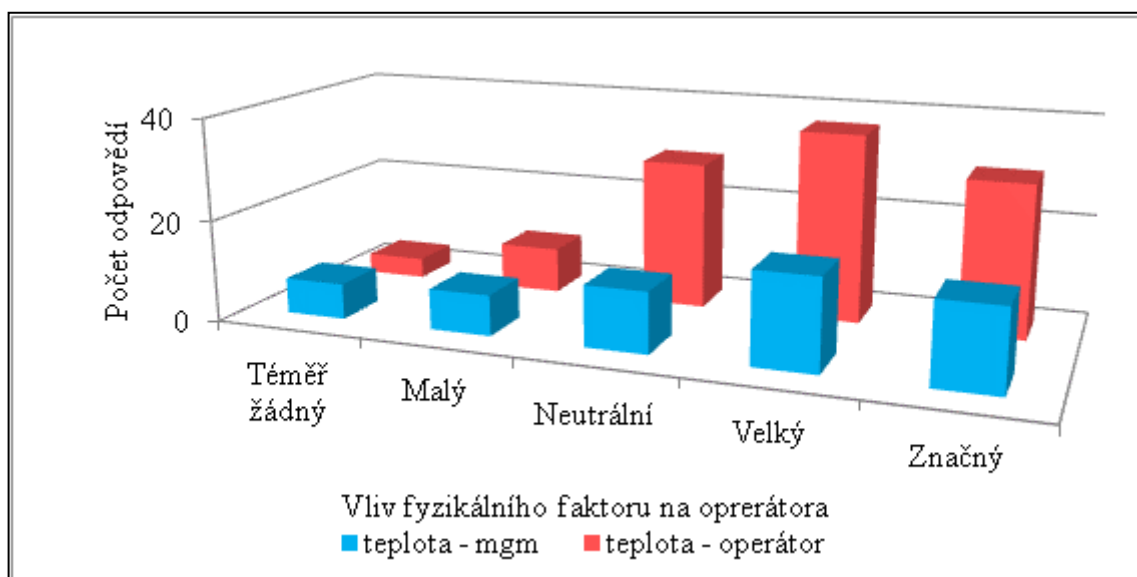


Obr. 26: Závislost ideálního prostředí na výkonnost pracovníka

Zajímavé je porovnání výsledků získaných od pracovníků zodpovědných za výrobní úsek (management) a operátorů. Grafy na obrázku 27 a 28 ukazují hodnocení hluku a teploty na pracovišti. Management i operátoři ve výrobě se s odpověďmi shodují. Obě skupiny respondentů měli hodnotit hluk a teplotu na pracovišti na škále od 1 (téměř žádný vliv) do 5 (značný vliv) jako v předchozích otázkách. Management i operátoři považují teplotu za kritický faktor (obě skupiny hodnotily převážně negativním stupněm 4 a 5). Hluk byl oběma skupinami hodnocen převážně stupněm 3.

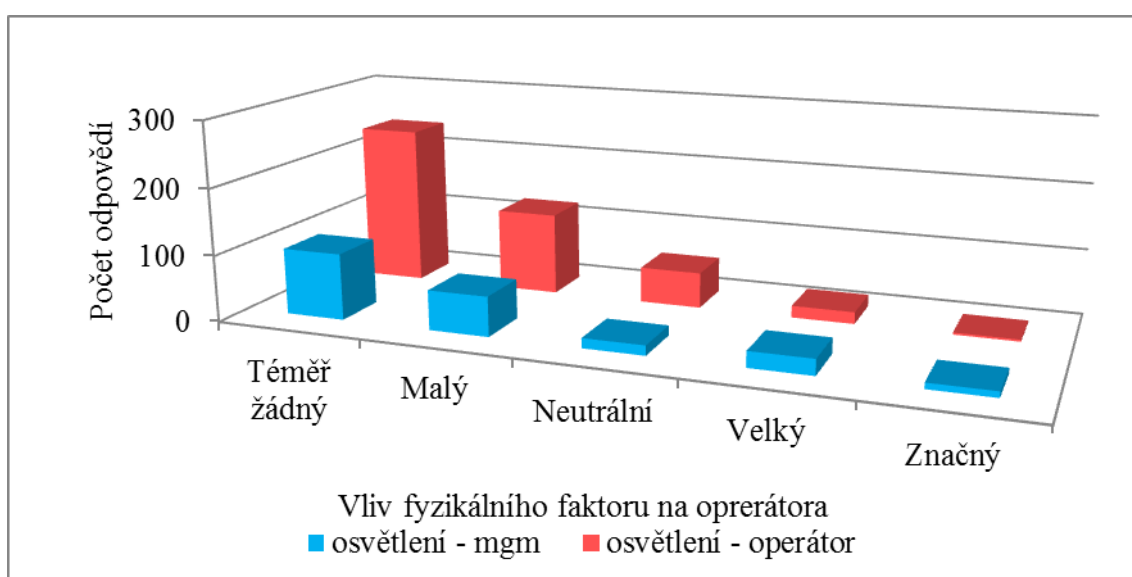


Obr. 27 Hodnocení hluku na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě



Obr. 28 Hodnocení teploty na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě

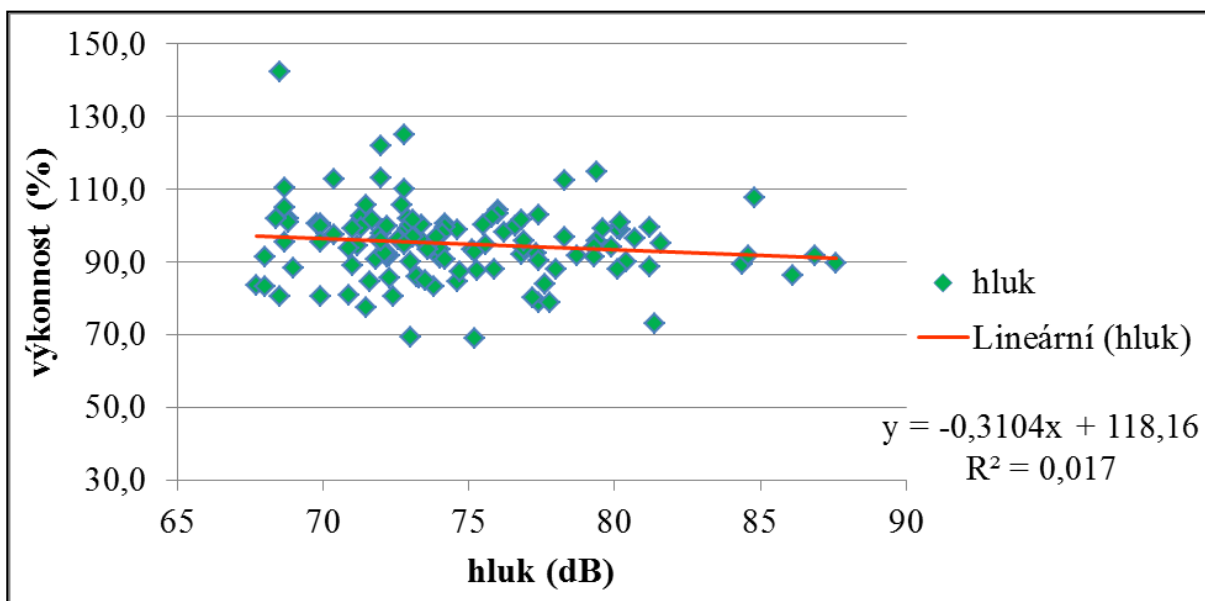
Rozdílné odpovědi lze pozorovat při hodnocení osvětlení na pracovišti (obr. 29). Management nepovažuje osvětlení za významný faktor pro operátora (větší počet managementu odpovídá ohodnocením 4 a 5 – fyzikální faktor spíše neovlivňuje výkonnost), zatímco operátoři považují osvětlení za významný faktor (většina respondentů ohodnotila body 1 až 3, což naznačuje významný vliv).



Obr. 29 Hodnocení osvětlení na pracovišti – porovnání odpovědí managementu a operátorů ve výrobě

### 4.3. Výsledky kvalitativního výzkumu

Následující grafy uvádí výsledky regresní analýzy. Data byla získána přímými měřeními kalibrovanými přístroji dle pravidel měření fyzikálních faktorů na pracovištích ve vnitřních prostorech výrobní společnosti. Byla vybrána montážní pracoviště s převážně manuální prací (dle třídy práce jsou pracoviště zařazena do IIa a IIb třídy. Sběr dat probíhal po dobu třech měsíců v pravidelných intervalech. Během sběru dat nedošlo k extrémní situaci (např. k extrémním výkyvům v počasí).

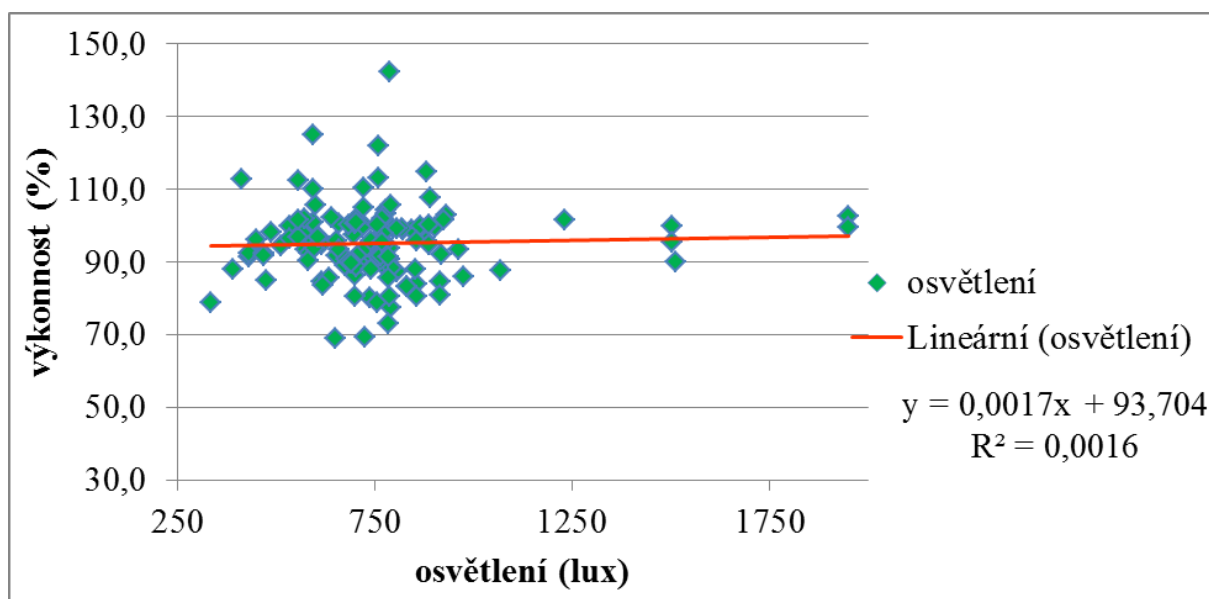


Obr. 30: Graf výsledků LINGRESE hluku.

Tab. 24 Výsledky LINGERSE hluk

b	-0,31	a	118,16
Odhad chyby b	0,2163	Odhad chyby a	16,175
R <sup>2</sup>	0,017	Chyba odhadu	10,304
F	2,0593	df	119
S <sub>t</sub> -S <sub>r</sub>	218,65	S <sub>r</sub>	12635

Záporný koeficient b rovnice  $y = -0,3x + 118$  ukazuje záporný sklon křivky, tedy se zvyšujícím se hlukem, bude výkonnost pracovníka klesající. Lze říci, že s každým dalším dB klesá výkonnost o 0,301%. Koeficient b bude použit při výpočtu do modelu disertační práce (obr. 30 a tab. 24).



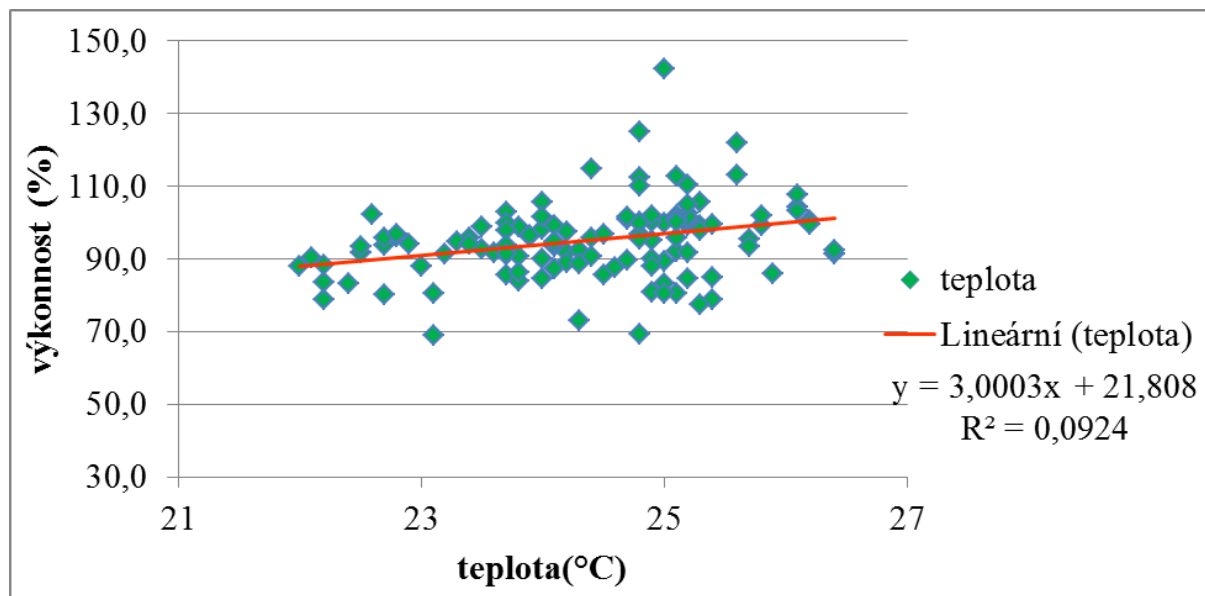
Obr. 31: Graf výsledků LINGRESE osvětlení.

Tab. 25 Výsledky LINGERSE osvětlení

b	0,0017	a	93,704
Odhad chyby b	0,0039	Odhad chyby a	3,0813
$R^2$	0,0016	Chyba odhadu	10,385
F	0,1914	df	119
$S_t - S_r$	20,641	$S_r$	12833

Kladný koeficient b rovnice  $y = 0,002x + 94$  ukazuje kladný sklon křivky, tedy s rostoucím osvětlením roste výkonnost pracovníka. Lze říci, že s každým dalším luxem roste výkonnost o 0,0017 %. Koeficient b bude použit při výpočtu do modelu disertační práce (obr. 31 a tab. 25).



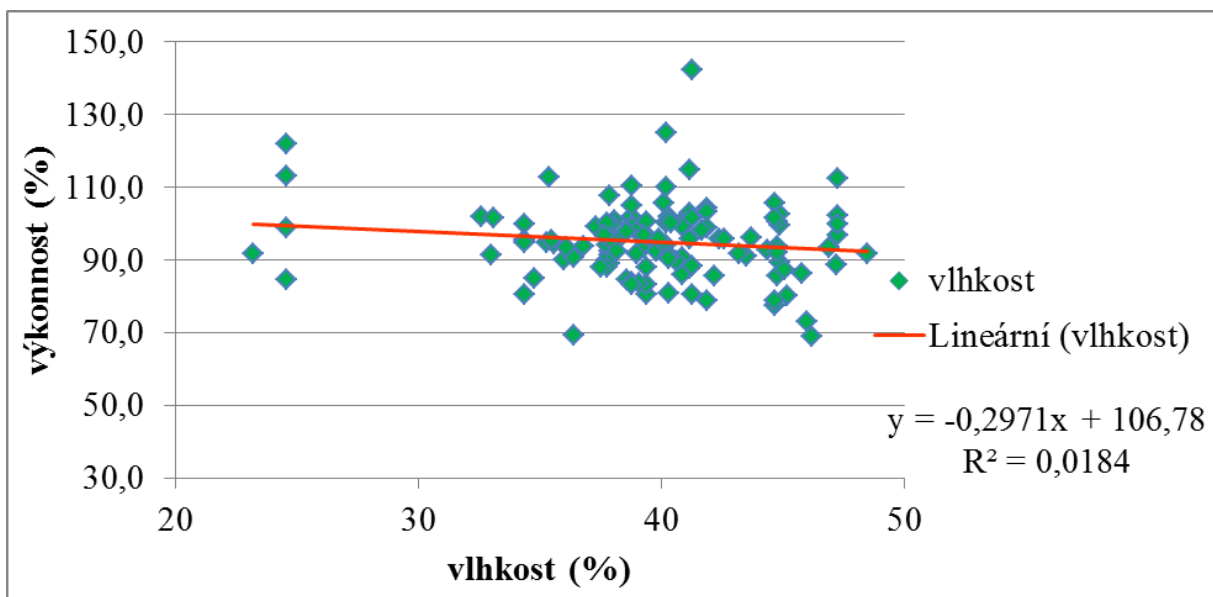


Obr. 32: Graf výsledků LINGRESE teplota.

Tab. 26 Výsledky LINGERSE teplota

b	3,0003	a	21,808
Odhad chyby b	0,8618	Odhad chyby a	21,04
$R^2$	0,0924	Chyba odhadu	9,901
F	12,119	df	119
$S_t - S_r$	1188	$S_r$	11666

Kladný koeficient b rovnice  $y = 3x + 20$  ukazuje kladný sklon křivky, tedy s rostoucí teplotou roste výkonnost pracovníka. Lze říci, že s každým dalším °C roste výkonnost o 3,0003%. Koeficient b bude použit při výpočtu do modelu disertační práce (obr. 32 a tab. 26).



Obr. 33: Graf výsledků LINGRESE vlhkost

Tab. 27 Výsledky LINGERSE vlhkost

b	-0,297	a	106,78
Odhad chyby b	0,199	Odhad chyby a	7,9515
R <sup>2</sup>	0,0184	Chyba odhadu	10,297
F	2,2302	df	119
S <sub>t</sub> -S <sub>r</sub>	236,46	S <sub>r</sub>	12617

Záporný koeficient b rovnice  $y = -0,3 + 107$  ukazuje záporný sklon křivky, tedy s rostoucí vlhkostí na pracovišti klesá výkonnost pracovníka. Lze říci, že s každým dalším % vlhkosti klesá výkonnost o 0,02971 %. Koeficient b bude použit při výpočtu do modelu disertační práce (obr. 33 a tab. 27).

Na závislou proměnnou může mít vliv několik proměnných. Některé třeba jen v kombinaci s jinými. Toto není možné jednoduše odhadnout, nicméně existují statistické procedury, které dokáží nalézt takovou kombinaci faktorů, která dobře popisuje daný fenomén.

Koeficienty v následující tabulce 28 jsou rozhodující pro výpočet výkonnosti pracovníka. Tyto koeficienty budou použity pro sestavení modelu.

Tab. 28 Koeficienty pro výpočet výkonnosti – model.

Intercept (bodové odhady směrodatných odchylek koeficientů regresní přímky)	51,409
<b>Fyzikální faktor</b>	<b>Hodnoty koeficientu b</b>
Hluk	-0,31
Osvětlení	-0,0017
Teplota	3,0003
Vlhkost	-0,297

## 4.4. Model

Hlavním cílem disertační práce je vytvořit model, který by na základě naměřených hodnot fyzikálních faktorů na pracovišti dokázal určit výkonnost pracovníka. Schéma na obrázku 34 popisuje postup sestavení modelu.

Model je přizpůsoben sériové výrobě s převažující manuální prací. U tohoto typu výroby jsme schopni pomocí metod průmyslového inženýrství spočítat normu na ks. Norma do modelu byla určena metodou MOST, která je v současné době jednou z nejpřesnějších metod stanovení normy spotřeby času na pracovišti. Nutno podotknout, že hodnoty fyzikálních faktorů byly získány ve vnitřních prostorách výrobních hal. Nelze model proto použít pro výpočet výkonnosti pracovníka pracujícího ve venkovních prostorech, stavebních atd. Pro venkovní prostory platí i jiné legislativní předpisy.

Co se týče vyplnění modelu, je potřeba aby uživatel postupoval dle následujícího doporučení.

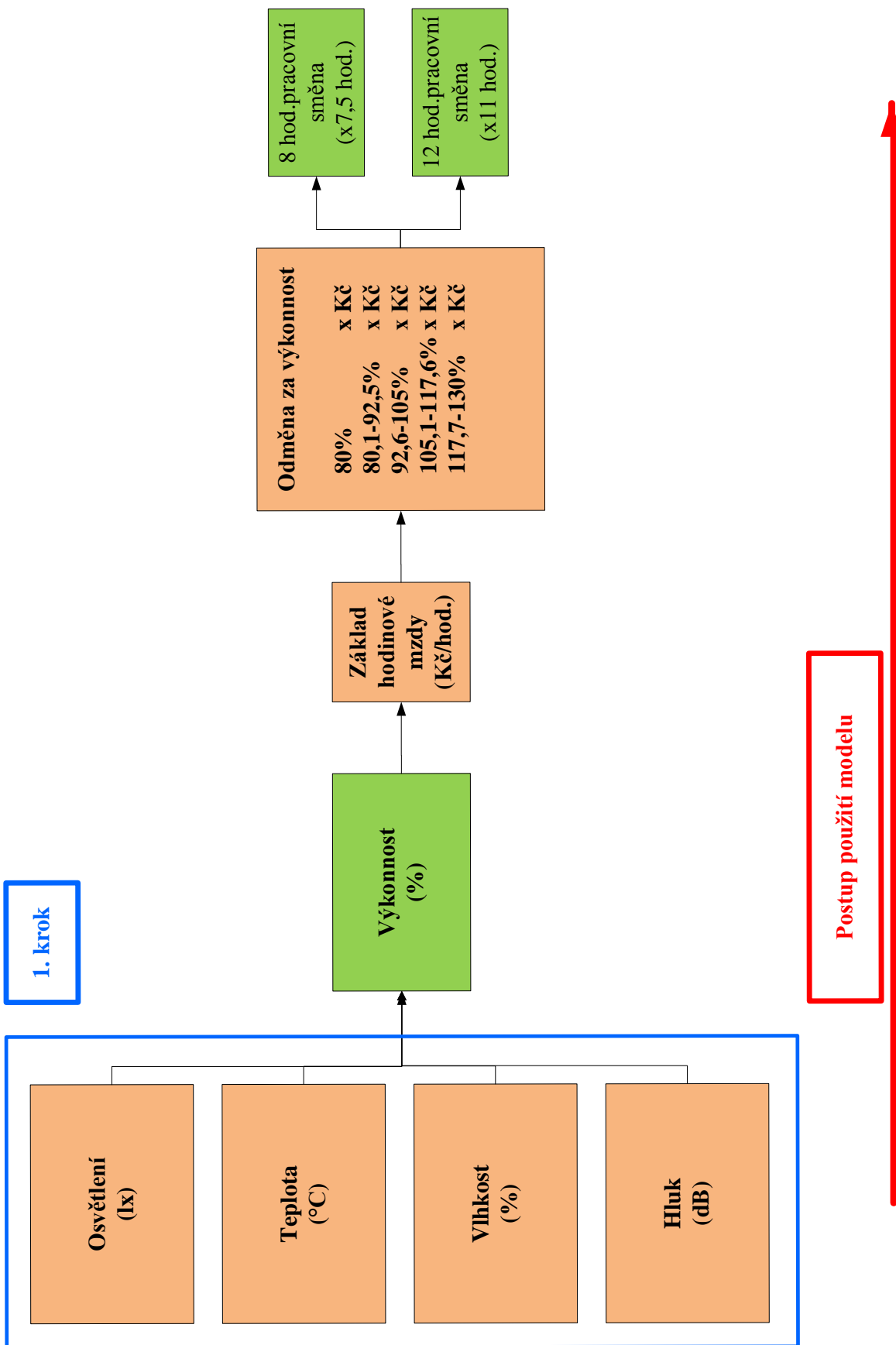
Prvním krokem je použití checklistu, pomocí kterého si hodnotitel designu pracoviště udělá představu, o jaký typ výrobního pracoviště se jedná a na které fyzikální faktory je třeba se zaměřit. Otázky v checklistu byly sestaveny na základě rešerše legislativních dokumentů platných v České republice.

Dalším krokem jsou náměry hodnot fyzikálních faktorů ve výrobních prostorech. Je nutné používat kalibrované přístroje, které by měly být součástí kontroly BOZP (bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) na pracovišti.

Třetím krokem je vyplnění naměřených hodnot do modelu resp. do oranžových polí v excel souboru. Po vyplnění požadovaných údajů (hodnoty fyzikálních faktorů, hodinová mzda pracovníka a odměna za výkonnost), model vypočítá a automaticky doplní výkonnost pracovníka a celkovou hodinovou mzdu pracovníka do modrých polí.

Model vyznačí ne/vhodné hodnoty fyzikálního faktoru. Po vyplnění hodnot fyzikálního faktoru se buňka vysvítí barevně, kde:

- modré podbarvení určuje ideální stav – není třeba design pracoviště upravovat,
- žluté podbarvení určuje podmíněně ideální stav – je třeba provést mírné změny na pracovišti a pracoviště kontrolovat,
- tmavě oranžové podbarvení značí nutnost provedení změn na pracovišti a
- červené podbarvení určuje pracoviště jako rizikové, kde je nutno provést zásadní změny v designu pracoviště.



Obr. 34: Postup sestavení modelu

#### **4.4.1. Postup sestavení modelu**

1. Na základě kvantitativního výzkumu byly určeny faktory, které ovlivňují výkonnost pracovníka.
2. Na základě kvalitativního výzkumu byly zjištěny koeficienty pro výpočet výkonnosti.
3. Sestavení modelu do snadno použitelné metody a stanovení hodnot určujících stav pracoviště (ideální, podmíněně ideální, nevhodný a rizikový stav pracoviště – určení barevného rozlišení).
4. Na základě zkušeností z praxe byly stanoveny úrovně výkonnosti. Podle dosažené úrovně výkonnosti může být operátor odměněn dle zvážení zaměstnavatele. Odměna za výkonnost je součástí variabilní složky operátora.
  - Pokud je výkonnost odhadnuta modelem na 80%, dostává zaměstnanec základní hodinovou mzdu.
  - Pokud je výkonnost odhadnuta modelem od 80,1 do 92,5%; dostává zaměstnanec ke svému platu odměnu za výkonnost v předem stanovené výši zaměstnavatelem.
  - Pokud je výkonnost odhadnuta modelem od 92,6 do 105; dostává zaměstnanec ke svému platu odměnu za výkonnost v předem stanovené výši zaměstnavatelem.
  - Pokud je výkonnost odhadnuta modelem od 105,1 do 117,6; dostává zaměstnanec ke svému platu odměnu za výkonnost v předem stanovené výši zaměstnavatelem.
  - Pokud je výkonnost odhadnuta modelem od 117,7 do 130%; dostává zaměstnanec ke svému platu odměnu za výkonnost v předem stanovené výši zaměstnavatelem.

Nutno upozornit uživatele modelu na to, že pokud výkonnost klesne pod 80% nebo stoupne nad 130%, je třeba provést kontrolu stanovení norem práce a odhalit nesrovnalosti v plnění výkonnosti.

#### **4.4.2. Vstupní data modelu**

Po doplnění dat do vstupní tabulky, dokáže model určit, zda se jedná o rizikové pracoviště. Na základě studia odborné literatury a zákonných doporučení byly stanoveny následující limity pro určení kategorie práce. Na obrázku 35 je rozdělení a popis kategorií práce, obrázky 36 až 40 ukazují rozdělení hodnot fyzikálních faktorů do jednotlivých oblastí (barevné rozlišení vhodného nebo nevhodného pracoviště platí podle popisu v kapitole 4.4)

Kategorie	Popis
1	Práce, při nichž podle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví (zde patří například většina administrativních prací).
2	Práce, při nichž podle současné úrovně poznání lze očekávat jejich nepříznivý vliv na zdraví jen výjimečně, zejména u vnímavých jedinců, tedy práce, při nichž nejsou překračovány hygienické limity faktorů stanovené zvláštními právními předpisy (hygienické limity), a práce naplňující další kritéria pro jejich zařazení do kategorie druhé.
3	Práce, při nichž jsou překračovány hygienické limity, a práce naplňující další kritéria pro zařazení práce do kategorie třetí, přičemž expozice fyzických osob, které práce vykonávají, není spolehlivě snížena technickými opatřeními pod úroveň těchto limitů, a pro zajištění ochrany zdraví osob je proto nezbytné využívat osobní ochranné pracovní prostředky, organizační a jiná ochranná opatření, a dále práce, při nichž se vyskytují opakovaně nemoci z povolání nebo statisticky významně častěji nemoci, jež lze pokládat podle současné úrovně poznání za nemoci související s prací.
4	Práce, při nichž je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření.

Obr. 35: Vstupní data pro model – kategorizace práce

Popis	lx
Nepříjemné osvětlení	< 499
Základní	500-750
Běžná vizuální kontrola, (kontrola bodů kolem 1 mm)	751-1000
Důkladnější vizuální kontrola, (kontrola bodů menších jak 1 mm)	> 1001

Obr. 36: Vstupní data pro model – osvětlení

Popis	dB
Ok	< 69,9
Podmíněné Ok	70-74,9
Podmíněné OK, většinou se doporučují OOPP	75-79,9
OOPP povinností	80-84,9
OOPP povinností + povinné proškolení obsluhy/operátora proti podpisu	85
Nepřijatelný hluk	85,1-140

Obr. 37: Vstupní data pro model – hluk

Popis	°C
Nepřijatelná teplota	< 12
Povinnost zajistit nápravná opatření	12,1-18
Ideální teplota	18,1-22
Podmíněně přijatelná teplota	22,1-27
Povinnost zajistit opatření	> 27,1

Obr. 38: Vstupní data pro model - teplota

Popis	%
NOK	29,9
OK	30-70
NOK	70,1

Obr. 39: Vstupní data pro model – vlhkost na pracovišti

Popis	$m*s^{-1}$
NOK	< 0,09
OK	0,1-0,3
NOK	> 0,31

Obr. 40: Vstupní data pro model – rychlost proudění vzduchu



### 4.4.3. Checklist

Checklist slouží jako praktická pomůcka pro získání dat. Checklist je nástroj, který uživateli – hodnotiteli usnadní hodnocení pracoviště a pomůže mu zaměřit se na podstatné okolnosti vyskytující se na pracovišti.

Pokud pracoviště splňuje požadavky, hodnotitel zatrhne políčko „ANO“, pokud je tomu naopak, je zatrženo políčko „NE“. Hodnotitel má možnost popsat příčinu vzniku problému a další nedostatky ve sloupci „charakteristika“ a navrhnout nápravná opatření ve sloupci „poznámky“. Obrázek 41 ilustruje příklad checklistu, který byl vytvořen pro potřeby hodnotitele. Checklist hodnotí aktuální stav daného pracoviště. Ukázka vyplněného checklistu je v příloze A.

	Fyzikální faktor	Splněno		Charakteristika	Poznámka
		ANO	NE		
	<b>Osvětlení</b>				
1	Odpovídá intenzita osvětlení v pracovním prostoru předpisům? (min. 500 lx)				
2	Odpovídá osvětlení pracoviště denním, umělým nebo sdruženým osvětlením nárokům vykonávané práce na zrakovou činnost? ( <i>nejedná se o činnost, která je náročná na zrak - kontrola detailu, práce s malými součástkami atd.</i> )				
3	Je při práci náročné na zrakovou zátěž přizpůsobena pracovní doba? ( <i>např. odpovídající přestávky</i> )				
4	Jsou osvětlovací soustavy pravidelně čištěny? ( <i>vc. vnitřní části prostor pracoviště odrážejících světlo</i> )				
5	Je na pracovišti zabráněno oslnění?				
	<b>Mikroklima</b>				
6	Jsou dodržovány teploty prostředí předepsané v závislosti na pracovním úkolu a typu prostoru?				
7	Jsou dodržovány doporučené meze klimatu prostředí pro lehkou a střední tělesnou aktivitu? ( <i>teplota prostředí od 18 do 26,9°C</i> )				
8	Je pracovní místo zajištěno tak, aby nebyli operátoři vystaveni prudkému kolísání teplot při denní práci? ( <i>např. zajištění změny pracovního místa během dne, střídání operátorů</i> )				
9	Je při práci v horku zajištěno dostatečné zásobování tekutinami? ( <i>během letních měsíců</i> )				
10	Odpovídá teplota v sanitárních zařízeních zákonným požadavkům?				
	<b>Relativní vlhkost</b>				
11	Odpovídá relativní vlhkost na pracovišti zákonným požadavkům?				
12	Pokud relativní vlhkost prostředí překročí limit 70%, je operátorům poskytnut ochranný nápoj?				
13	Je průvan prakticky neznatelný?				
14	Jsou technická zařízení k regulování klimatu nastavena tak, aby bylo vyloučeno obtěžování, např. průvanem, tepelným sáláním, hlukem?				
15	Je prostor pro přestávky mimo pracovní místo?				
	<b>Hluk</b>				
16	Jsou dodržovány předepsané hodnoty hodnocené hladiny hluku? ( <i>do 80dB</i> )				
17	Je zamezováno vzniku hluku na pracovišti vhodnými technickými opatřeními? ( <i>použití vhodných nástrojů, pracovní postupy s nízkou hlučností, nastavení zařízení, odhlučnění zařízení atd.</i> )				
18	Je vyloučeno obtěžování nebo rušení pracovníků v pracovním okolí hlukem?				
19	Jsou od 80 dB posuzované hladiny poskytovány osobní ochranné prostředky proti hluku?				
20	Jsou využívány možnosti k časovému přeložení prací s intenzivní hlučností?				

Obr. 41: Checklist pro hodnocení designu pracoviště

## 4.5. Případová studie

Případová studie byla provedena ve výrobní společnosti zabývající se sériovou výrobou. Pracoviště ve výrobě mají uspořádání převážně do buněk ve tvaru písmena U. Na pracovištích pracují převážně ženy, které vykonávají lehkou manuální práci. Pracoviště je náročné na zrak, provádí se zde také vizuální kontrola. Norma byla stanovena metodou MOST. Předpokládejme, že tarif pracovníka bude 80 Kč (tento tarif je z důvodu ochrany dat smyšlený). Hodnotitelem pracoviště byl vybrán pracovník pracující na pozici „průmyslový inženýr“. Hodnotitel postupoval podle doporučených kroků.

Prvním krokem bylo vyplnění checklistu. Vyplněný checklist je ukázán v příloze A.

Druhým krokem bylo provedení vlastních náměrů. Společnost má k dispozici kalibrované přístroje, náměry byly provedeny během běžného pracovního dne.

Získaná data byla doplněna do modelu. Výsledky jsou uvedeny na následujícím obrázku 42 a 43.

Fyzikální faktor				Očekávaná výkonnost	Hodinová mzda celkem
Osvětlení	E	lx	843	95,3 %	8 hod. 1275 Kč/směna
Teplota	$t_a$	°C	24,1		
Relativní vlhkost	rh	%	38		
Rychlost vzduchu	$v_a$	m/s	0,2		
Hluk	$L_p$	dB	71,1		12 hod 1870 Kč/směna

Obr. 42: Výsledky z modelu – případová studie

### Výsledky případové studie ukazují následující:

- Na pracovišti je prováděna vizuální kontrola, je tedy náročné na zrak. Hodnoty pracoviště, která jsou náročná na zrak, jsou v tomto případě v mezích legislativy, ale je třeba operátorky ve výrobě v pravidelných intervalech obměňovat. V tomto případě každé 2 hodiny.
- Teplota na tomto pracovišti je v mezích podmíněně přijatelných, není třeba zásadních zásahů.
- Hluk dosahuje hodnoty nad 69,9 dB. V tomto případě se doporučuje pracoviště pravidelně kontrolovat a snažit se omezit hluk například vycházející z okolních zařízení. V případě snížení hluku by se zvýšila i výkonnost pracovníka.

Fyzikální faktor		Očekávaná výkonnost	Hodinová mzda	Podmínky pro odměnu za výkonnost	Odměna za výkonnost	Směnost	Celkem
Osvětlení	E lx	843		< 80 → % 0 Kč			
Teplota	t <sub>a</sub> °C	24,1		80,1-92,5 → % 5 Kč		8 hod.	1275 Kč/směna
Relativní vlhkost	rh %	38	80 Kč/hod.	92,6-105 → % 10 Kč	90 Kč/hod.		
Rychlost vzduchu	v <sub>a</sub> m/s	0,2		105,1-117,6 → % 0 Kč		12 hod.	1870 Kč/směna
Hluk	L <sub>p</sub> dB	71,1		117,7-130 → % 0 Kč			

nutno vyplnit  
automatický výpočet

ideální stav - není nutno provádět změny  
podmíněně ideální stav - je třeba provést mírné úpravy pracoviště  
doporučení provést změny na pracovišti  
nepříjatelné podmínky - nutnost kompletní změny podmínek na pracovišti

Obr. 43 vstupní data – případové studie

## 5. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ DISERTAČNÍ PRÁCE

Kapitola uvádí výsledky disertační práce, kterých bylo dosaženo zpracováním literární rešerše, kvalitativním a kvantitativním výzkumem. Postupně byly řešeny následující *dílčí cíle*.

1. Na základě literární rešerše zahraničních a tuzemských zdrojů byly vytipovány nejdiskutabilnější fyzikální faktory ovlivňující výkonnost pracovníka.
2. Z výsledků kvalitativního výzkumu managementu a výzkumu ve vybraných výrobních společnostech byly vytipovány fyzikální faktory nejvíce ovlivňující výkonnost pracovníka.
3. Na základě literární rešerše legislativních dokumentů a rozhovorech se zástupci hygienické stanice byly určeny metody měření fyzikálních faktorů. Dále byla vybrána metoda MOST jako nejvhodnější pro určení spotřeby času, tj. výpočet výkonnosti pracovníka.
4. Byl sestaven model, který hodnotí design pracoviště a počítá výkonnost pracovníka.
5. Model byl prostřednictvím případové studie odborníkem v oblasti průmyslového inženýrství otestován v reálných podmínkách výrobní společnosti.

Na základě zpracování dílčích cílů byl řešen *hlavní cíl práce*. Byl sestaven model, který na základě vstupních hodnot fyzikálních faktorů je schopen vypočítat výkonnost pracovníka. Model je jednoduše použitelný v praxi, pro hodnotitele není složitý na pochopení, je lehce vyplnitelný a není časově náročný.

Model v sobě zahrnuje další přidané hodnoty, jako finanční ohodnocení pracovníků na základě jejich výkonnosti, stručný přehled legislativních požadavků na design pracoviště a checklist pro hodnocení celkového designu pracoviště.

***Byly ověřeny následující hypotézy.*** Ke každé hypotéze je uveden způsob ověření a získané výsledky.

H1: „Fyzikální faktory mají kvantifikovatelný vliv na výkonnost pracovníka“.

Hypotéza H1 byla potvrzena kvantitativním výzkumem provedeným ve výrobních společnostech po celé České republice a kvantitativním výzkumem provedeným ve vybraných výrobních společnostech. Tvzení, že fyzikální faktory mají vliv na výkonnost pracovníka a je třeba je řešit, dokazuje i literární rešerše moderní zahraniční literatury, kde zdraví člověka a design pracoviště je aktuálním tématem. V současné době je vidět i posun v českých podnicích, kde

tlak automobilového průmyslu české firmy nutí zavádět moderní metody průmyslového inženýrství a dbát na zdraví pracovníků.

H2: „Nejvíce z fyzikálních faktorů je výkonnost pracovníka ovlivňována teplotou na pracovišti“.

Hypotéza H2 byla potvrzena kvantitativním výzkumem (dotazníkové šetření – management a operátoři ve výrobě), kde na základě dotazníkového šetření bylo zjištěno, že z pohledu managementu je výkonnost pracovníků nejvíce ovlivňována teplotou na pracovišti. 47% respondentů z řad operátorů odpovědělo, že nejsou spokojeni s teplotou na pracovišti.

Statistická vyhodnocení také potvrdila teplotu jako statisticky průkazný faktor a lze tvrdit, že s rostoucí teplotou roste výkon pracovníka. Toto tvrzení je platné v rozmezí hodnot teploty od 22 do 27°C.

H3: „Pokud bude dosaženo ideálních podmínek na pracovišti, zvýší se výkon jednotlivých pracovníků.“

H4: „Nevhodný design pracovního prostředí vede ke snížení výkonnosti operátora.“

Hypotézy H3 a H4 byly potvrzeny modelem. Výsledky srovnání vhodných a nevhodných fyzikálních faktorů na pracovišti jsou na obrázcích 44 a 45.

V modelu na obrázku 44 je nasimulována situace, kdy všechny fyzikální faktory dosahují požadovaných ideálních hodnot, které byly stanoveny na základě studia odborné literatury a legislativních dokumentů.

V modelu na obrázku 45 je simulace situace, kdy fyzikální faktory překračují zákonné limity, nebo jsou v podmíněně přijatelných mezích. V praxi by musel být tento problém řešen. Výsledná výkonnost nedosahuje ani úrovně minima (80%). Nevhodný design pracoviště může mít za následek poškození zdraví nebo nemoc z povolání. Finanční dopady této situace jsou popsány v následující kapitole.

Fyzikální faktor				Očekávaná výkonnost	Hodinová mzda celkem
Osvětlení	E	lx	<b>750</b>	89,7 %	8 hod. <b>1290</b> Kč/směna 12 hod <b>1892</b> Kč/směna
Teplota	t <sub>a</sub>	°C	<b>22</b>		
Relativní vlhkost	rh	%	<b>38</b>		
Rychlost vzduchu	v <sub>a</sub>	m/s	<b>0,2</b>		
Hluk	L <sub>p</sub>	dB	<b>69,9</b>		

Obr. 44: Výstupy z modelu – ideální pracovní prostředí.

Po dosažení mezních (ideálních hodnot) do modelu lze říci, že výkonnost pracovníků bude v rozmezí od 85 do 100%, což vyhovuje požadavkům, v tomto případě by měly být zaměstnavatelem poskytnuta odměna, zaměstnanec dosahuje výkonnosti nad 85%.

Fyzikální faktor				Očekávaná výkonnost	Hodinová mzda celkem
Osvětlení	E	lx	<b>400</b>	66,4 %	8 hod. <b>1290</b> Kč/směna 12 hod <b>1892</b> Kč/směna
Teplota	t <sub>a</sub>	°C	<b>18</b>		
Relativní vlhkost	rh	%	<b>85</b>		
Rychlost vzduchu	v <sub>a</sub>	m/s	<b>0,4</b>		
Hluk	L <sub>p</sub>	dB	<b>85</b>		

Obr. 45: Rizikové pracovní prostředí

Po dosažení rizikových hodnot vyplývá, že výkonnost pracovníka nedosahuje ani požadovaného minima pro výkonnost (80%), toto pracoviště je rizikové a je třeba provést zásadní opatření.

Z porovnání jasně vyplývá, že pokud budou podmínky na pracovišti ve stanovených normách, tak bude pracovník vykazovat vyšší výkonnost, než pokud budou podmínky na pracovišti v „nevhodných“ mezích.

## 6. FINANČNÍ DŮSLEDKY VYPLÝVAJÍCÍ Z NEVHODNÉHO DESIGNU PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

Nevhodný ergonomický design pracovního prostředí může způsobit nejen snížení výkonnosti ale i nemoc z povolání. **Nemoc z povolání** je taková nemoc, která je zahrnuta v seznamu nemocí z povolání, jestliže vznikla za podmínek v něm uvedených (seznam nemocí z povolání upravuje nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání). Následky vyplývající z neposkytnutí vhodného pracovního prostředí jsou odhalitelné často až po několika letech. Z tohoto důvodu je složité vypočítat náklady plynoucí zaměstnavateli.

„Postup při uznávání nemocí z povolání nebo ohrožení nemocí z povolání do 31. 3. 2012 stanovovala vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 342/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Tato vyhláška pozbyla účinnosti a od 1. 4. 2013 byla nahrazena vyhláškou MZ a MPSV č. 104/2012 Sb. ze dne 22. března 2012, o stanovení bližších požadavků na postup při posuzování a uznávání nemocí z povolání a okruh osob, kterým se předává lékařský posudek o nemoci z povolání, podmínky, za nichž nemoc nelze nadále uznat za nemoc z povolání, a náležitosti lékařského posudku (vyhláška o posuzování nemocí z povolání)“ (ČSÚ,2013).

Zaměstnavatel odpovídá zaměstnanci za škodu vzniklou nemocí z povolání, jestliže zaměstnanec naposledy před jejím zjištěním pracoval u zaměstnavatele za podmínek, za nichž vzniká nemoc z povolání, kterou byl postižen. Zaměstnanci, který utrpěl pracovní úraz nebo u něhož byla zjištěna nemoc z povolání, je zaměstnavatel povinen poskytnout **náhradu za:**

- ***ztrátu na výdělku,***
- ***bolest a ztížení společenského uplatnění,***
- ***účelně vynaložené náklady spojené s léčením a***
- ***věcnou škodu.***

Důležitým ukazatelem, v oblasti řešení odškodnění pracovníka a pro výpočet příplatků a náhrad mezd, je průměrný výdělek. Zpravidla je průměrný výdělek uveden každý měsíc na výplatní pásce pracovníka. Průměrným výdělkem pracovníka se rozumí průměrný hrubý výdělek za předcházející kalendářní čtvrtletí. Do průměrného výdělku se zahrnují pouze částky, které jsou pracovníkovou mzdou (základní mzdy, příplatky, osobní ohodnocení, ostatní odměny atd.) Nezahrnují se zde ostatní složky – odstupné, dávky nemocenského pojištění, odměna za pracovní pohotovost, náhrady mzdy za dovolenou, cestovní náhrady. Výše průměrného výdělku se během roku čtyřikrát mění. Stanovuje se vždy k 1. lednu, 1. dubnu, 1. červenci a k 1. říjnu.



***Náhrada za ztrátu výdělku se sestává ze dvou dílčích samostatných nároků. Jedná se o***

- náhradu za ztrátu na výdělku po dobu pracovní neschopnosti, která činí rozdíl mezi **průměrným výdělkem zaměstnance** před vznikem škody způsobené nemocí z povolání a plnou výší náhrady mzdy nebo platu a plnou výší nemocenského; náhrada pracovníkovi přísluší i za dobu, kdy mu v době prvních 3 kalendářních dnů dočasné pracovní neschopnosti nenáleží nemocenské.
- náhradu za ztrátu na výdělku po skončení pracovní neschopnosti (i při uznání invalidity), která se poskytne zaměstnanci v takové výši, aby spolu s jeho výdělkem po zjištění nemoci z povolání s připočtením případného invalidního důchodu poskytovaného z téhož důvodu se rovnala jeho průměrnému výdělkem před vznikem škody. Ke snížení invalidního důchodu pro souběh s jiným důchodem podle právních předpisů o důchodovém pojištění, ani k výdělkem zaměstnance, kterého dosáhl zvýšeným pracovním úsilím, se nepřihlíží.

***Náhrada za bolest a ztížení společenského uplatnění*** se poskytuje jednorázově, určování výše této náhrady stanoví prováděcí právní předpis (vyhláška č. 440/2001 Sb. O odškodnění bolesti a ztížení společenského uplatnění). Výše odškodnění se určuje podle počtu bodů stanovených lékařským posudkem, který v případě nemocí z povolání, vydává oddělení (klinika) nemocnice, která je příslušná podle sídla pracoviště poškozeného. Posouzení se provede, jakmile je možno považovat stav poškozeného za ustálený. O vydání lékařského posudku může požádat poškozený (zaměstnanec), požádat o něj může i zaměstnavatel. Finanční náhrada za jeden bod je v současné době určena částkou 120 Kč. Náhrada za bolest a ztížení společenského uplatnění se poskytuje zaměstnanci jednorázově.

***Náhrada nákladů spojených s léčením.*** Náhrada účelně vynaložených nákladů spojených s léčením může být poskytnuta teprve poté, co tyto náklady byly vynaloženy, a poskytuje se tomu, kdo je vynaložil. Účelně vynaloženými náklady na léčení se rozumí zejména náklady na cesty postiženého zaměstnance do zdravotnického zařízení, zvýšené náklady na léky, dietní stravování, náklady jízdného za návštěvy rodinných příslušníků v nemocnici. Mezi tyto náklady lze zahrnout i náklady, kdy postižený zaměstnanec v důsledku svého zdravotního stavu potřebuje pomoc jiné osoby, kterou si sám zajistil a která o něho pečuje (Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2014).

## 7. OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY PRÁCE

Částečné výsledky výzkumu byly publikovány v odborných časopisech a prezentovány na domácích i zahraničních konferencích.

### 4.6. Přínos práce pro praxi

Vytvořený model je srozumitelným a jednoduchým nástrojem pro posouzení designu pracoviště. Model je použitelný jak při návrhu pracoviště, tak během fungujícího procesu. Tento nástroj je určen především pro průmyslové inženýry, osoby zodpovědné za průběh výroby a osoby zodpovědné za oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Model v sobě zahrnuje legislativní požadavky platné v České republice.

Hlavní výhodou modelu je jeho přehlednost. Výrobní podniky jsou s jeho pomocí schopny ovlivnit rizika vyplývající z negativního působení fyzikálních faktorů na výkonnost pracovníka. Použitím modelu vytvoří pro pracovníka optimální a pohodlné prostředí.

Přidanou hodnotou modelu je určení ne/vhodné hodnoty fyzikálního faktoru. Po vyplnění hodnot fyzikálního faktoru se buňka vysvítí barevně, kde:

- modré podbarvení určuje ideální stav – není třeba design pracoviště upravovat,
- žluté podbarvení určuje podmíněně ideální stav – je třeba provést mírné změny na pracovišti a pracoviště kontrolovat,
- tmavě oranžové podbarvení značí nutnost provedení změn na pracovišti a
- červené podbarvení určuje pracoviště jako rizikové, kde je nutno provést zásadní změny v designu pracoviště.

### 4.7. Přínos práce pro vědu

Přínosem práce pro vědu je rozšíření teoretických poznatků v oblasti ergonomie popisující pracovní prostředí. Práce se věnuje především fyzikálním faktorům na pracovišti, které spojuje a zkoumá jejich vzájemné závislosti a popisuje je.

Rešerše odborných českých i zahraničních publikací poskytuje komplexní pohled na danou problematiku a může sloužit jako podklad pro studium ergonomie nejen pro akademiky ale i pro studenty zájímající se o pracovní prostředí. Doposud nebyl podobný model publikován, který by komplexně řešil vliv fyzikálních faktorů na výkonnost pracovníka. Přidanou hodnotou modelu je spojení zákonných požadavků na pracovní prostředí a výkonnosti. Částečné

výsledky byly prezentovány na tuzemských i mezinárodních konferencích a publikovány v odborných publikacích.

Vytvořený model je uplatnitelný především ve vnitřních prostorech výrobních společností s pracovišti zařazenými do IIa a IIb třídy práce. Tato pracoviště jsou nejtypičtější především pro výrobu pro automobilový průmysl, která v ČR převažuje. Pracoviště jsou charakteristická lehkou manuální prací.

#### **4.8. Další možnosti navazujícího výzkumu**

Model, checklist i kategorizace práce se věnuje především fyzikálním faktorům na pracovišti. Budoucnost využití modelu vidím v doplnění dalších faktorů, které ovlivňují výkonnost pracovníků. Možností může být přidání dalších faktorů například spotřeba energie operátora během vykonávání činnosti.

Pokud by se model osvědčil v praxi, lze jej přizpůsobit i pro jiná pracoviště, tj. venkovní pracoviště, stavebnictví atd. Jakákoliv činnost, která je prováděna člověkem, by měla být prováděna v příjemném a pohodlném prostředí.

## 8. ZÁVĚR

Práce se věnuje problematice hodnocení pracovního prostředí z hlediska fyzikálních faktorů působících na člověka v průběhu pracovní činnosti. V současné době, kdy je aktuálním tématem ergonomie, věda o člověku, jsou pracoviště navrhována tak, aby byla pro operátory pohodlná a přípustná. Zaměstnavatelé nemají dostatek informací, jak problému hodnocení pracovního prostředí přistupovat. Uvědomují si, že pokud bude problém pracovního prostředí vyřešen již při návrhu, přinese jim jak snížení zbytečných výdajů (úrazy, nemocenská atd.), tak lepší výkonnost pracovníka. Cílem práce bylo vytvořit jednoduchý model, který usnadní zhodnotit pracoviště tak, aby bylo možné říct, zda je z legislativního pohledu a ochrany zaměstnance přípustné.

K naplnění jednotlivých cílů práce byly zpracovány dostupné informace v podobě rešerše v úvodu práce. Byly definovány vybrané fyzikální faktory působící na pracovníka a popsán jejich vliv na výkonnost pracovníka. Dále jsou v práci představeny metody ergonomie, které byly využity k řešení dané problematiky, možnosti měření výkonnosti pracovníka a platná legislativa v České republice. Z výsledků kvantitativních výzkumů provedených ve výrobních společnostech byly stanoveny ty významné fyzikální faktory, která mají významný vliv na operátory. Z výsledných dat kvalitativního výzkumu byl sestaven model, který vypočítá výkonnost na základě vstupních hodnot fyzikálních faktorů. Model v sobě zahrnuje legislativní požadavky platné v České republice, dokáže určit riziková pracoviště a spočítat odměnu pro pracovníka za jeho výkonnost. Model byl případovou studií ověřen na konkrétním pracovišti, byly vyhodnoceny výsledky a nastavena vhodná opatření.

Závěrem práce jsou popsány možné finanční důsledky pro zaměstnavatele vyplývající z nevhodného návrhu designu pracoviště. Významný přínos práce vidím především v aktualizaci informací z designu pracovního prostředí. Výsledky práce pomohou výrobním podnikům k vytvoření ideálního pracovního prostředí pracovníkům.

## LITERATURA

- [1] AAMODT, M. G. (2004). *Applied industrial/organizational psychology*. 2<sup>nd</sup> ed. Australia: Thomson
- [2] AAMODT, Michael G. *Industrial/organizational psychology: an applied approach*. 7th ed. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning, c2013, xix, 673 p. ISBN 11-118-3997-2.
- [3] BADAYAI, Abdul Rahman Ahmad. A Theoretical Framework and Analytical Discussion on Uncongenial Physical Workplace Environment and Job Performance among Workers in Industrial Sectors. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2012, vol. 42, s. 486-495. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.04.214.
- [4] BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010, 202 s. ISBN 978-80-7043-916-6.
- [5] BERGLUND, L. G., GONZALES, R. R. and GAGGE, A. P. 1990. Predicted human performance decrement from thermal discomfort and ET\*. In: *Proceedings of the fifth international conference on indoor air quality and climate*, Toronto, Canada, p215-220.
- [6] BERGLUND B. and T. LINDVALI. *Community noise*. Stockholm, Sweden: Center for Sensory Research, Stockholm University and Karolinska Institute, 1995
- [7] BERRY L.M.. *Psychology at work: An introduction to industrial and organization psychology*. 2nd ed. Boston: Mc Graw Hill. 1998
- [8] BESHIR, M.Y., El-Sabagh, A.S., & El-Nawawi, M.A. (1981). Time on task effect on tracking performance under heat stress. *Ergonomics*, 24, 95-102.
- [9] BIALEK W (2002) Thinking about the brain. In: Flyvbjerg H; Jülicher F; Ormos P, David F(eds) *Physics of Biomolecules and Cells*: Les Houches Session LXXV 485–577. Springer, Berlin
- [10] BUBB H., B. SPANNER-ULMER, *Industrial Engineering and Ergonomics*, Berlin: Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
- [11] DREYFUS H (1992) What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason. *The MIT Press*, Cambridge
- [12] EN 15251, 2007. *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*, CEN, Brussels.
- [13] EVANS, Gary W. *Environmental stress*. Cambridge University Press, 1982, xiv, 386 p. ISBN 05-212-4636-9.

- [14] FANGER, P. O. Thermal Comfort, Danish Technical Press, 1970. Fisk, W. J. and Rosenfeld, A. H. 1997. *Estimates of improved productivity and health from better indoor environments*, *Indoor Air*, 7, 158-172.
- [15] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie. Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing a.s., 2002. 239 s. ISBN 80-247-0226-6
- [16] GLIVICKÝ, Vladimír. *Úvod do ergonomie*. Praha: Práce, 1975, 264 s.
- [17] GRANDJEAN, E. *Fitting the task to the man: an ergonomic approach*. [3d ed.]. London: Taylor, 1980, 379 p. ISBN 08-506-6192-7.
- [18] HAIGH, R., The ageing proces: A challenge for design. *Applied Ergonomics*, 1993, vol. 24, no. 1, p. 9-14.
- [19] HAREL D. (2000) *Computers Ltd.: What They Really Can't Do*. Oxford University Press, New York
- [20] HATTRUP, K., JACKSON, S.E. Learning about individual differences by taking situation seriously. *Journal of Management*. 2010, vol. 36 no. 1, p. 121-140.
- [21] HENRI, J., W. Marius, A. Tenner, 2007. The influence of controllable task lighting on Productivity: a field study in a factory. *Applied Ergonomics*, 38: 39-44.
- [22] HIROSHI, S., T. KAZUHIRO, I. HIROTAKE, O. FUMIAKI, T. MASAOKI, H. YOSHIKAWA, 2006. A study on an environment control methods to improve productivity of office worker. Proceeding of SEE 2006. *International conference in Bangkok, 2006*
- [23] HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007, 88 s. ISBN 978-80-7071-289-4.
- [24] CHAMBERS N. a K. LEWIS, *Ecological Footprint Analysis: Towards a Sustainability Indicator for Business*, *Certified Accountants Educational Trust*, 2001.
- [25] CHAPANIS, Alphonse. *The Chapanis chronicles: 50 years of human factors research, education and design*. Santa Barbara, Calif.: Aegean, 1999, 255 p. ISBN 09-636-1789-3.
- [26] ILNITCH Y., N. S. SODERSTROM, and T. E. THOMAS, Measuring corporate environmental performance, *J. Accounting Public Policy*, Vol. 17, pp. 383-408.
- [27] JACKSON S. L., Monitoring and measurement system for implementing ISO 14001, *Environmental Quality Management*, Vol. 6, 1997, pp. 39-41.

- [28] KARWOWSKI, Waldemar, Marcelo Marcio SOARES a Neville STANTON. *Human factors and ergonomics in consumer product design*. Boca Raton: CRC Press, 2011, 2 sv. ISBN 978-1-4200-4628-11.
- [29] KLÁŠTERKA J., RŮŽIČKA P., BABIČKA L. a REMTOVÁ K., *EMAS Systém environmentálního řízení a auditu*, Příručka k Programu EMAS, Planeta, Vol. 1, 2007, pp. 1-16.
- [30] KOSONEN, R. and Tan, F. 2004. Assessment of productivity loss in air-conditioned buildings using PMV index, *Energy and Buildings*, 36, 987-993
- [31] KRÁL, Miroslav. *Ergonomie a její užití v technické praxi*. Ostrava: AKS, 1994, 109 s. ISBN 8085798357.
- [32] LUCZAK, Holger. *Arbeitswissenschaft*. 3., Berlin: Springer, 2008. 1194 p. ISBN 978-354-0783-329.
- [33] MATOUŠEK, O., RŮŽIČKA J. *Psychologie práce*. Praha. Nakladatelství politické literatury v Praze, 1965. 286 s.
- [34] MELAMED S, Y. FRIED and P. FROOM. "The interactive effect of chronic exposure to noise and job complexity on changes in blood pressure and job satisfaction: A longitudinal study of industrial employees". *Journal of Occupational Health Psychology*, 6, 182-195. Disturbance by noise. *Psychological Medicine*, 7, 19-62. 2001
- [35] MOLNÁR, Zdeněk.: *Úvod do základů vědecké práce, sylabus pro potřeby semináře doktorandů*, ČVUT Praha, 2005
- [36] MORROW D. a D. RONDINELLI, Adopting corporate environmental management systems: motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification, *European Management Journal*, Vol. 20, No. 2, 2002, 159-171.
- [37] MOTYČKOVÁ, Pavla. *Kategorizace práce*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ASPI, 2005, 78 s. ISBN 80-7357-051-3
- [38] NOYES, Janet M. *Designing for humans*. 1st pub. Hove: Psychology Press, 2001, xii, 215 s. ISBN 0-415-22722-4
- [39] ØVRETVEIT, J. et al. How does context affect interventions to improve patient safety? An assesment od evidence from studies of five patient safety practices and proposal for research. *BMJ Quality and Safety*, 2011. vol. 20, 604 – 610.
- [40] PARSONS, K. C. *Evaluation of human work*. 3rd ed. Boca Raton, FL: Taylor, 1995, pp. 483 – 505. Ergonomics assessment of thermal environments. ISBN 04-152-6757-9.

- [41] RIDOLFI R., ANDREIS D., PANZIERI M. a F. CECHERINI, The application of environmental certification to the Province of Siena, *Journal of Environmental Management*, Vol. 86, 2008, Pp. 390-395.
- [42] ROELOFSEN, Paul. The impact of office environments on employee performance: The design of the workplace as a strategy for productivity enhancement. *Journal of Facilities Management*. 2002, vol. 1, issue 3. DOI: 10.1108/14725960310807944. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/14725960310807944>
- [43] SEPPÄNEN, O., FISK, W. J. and LEI, Q. H. 2006. Room temperature and productivity in office work, eScholarship Repository, Lawrence Berkeley National Laboratory, *University of California*, <http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-60952>.
- [44] SEPPÄNEN, O. and FISK W. J. 2006. Some quantitative relations between indoor environmental quality and work performance or health. *International Journal of HVAC&R Research*, 12(4), 957-973.
- [45] SMETANA, C. *Hluk a vibrace. Měření a hodnocení*. 1. vyd. Praha: Sdělovací technika, 1998, 188 s. ISBN 80-901-9362-5.
- [46] STANNEY, K.K., MAXEY J. and SALVENDY, G. *Handbook of human factors and ergonomics*. 4th ed. New York: Wiley, 2007, p. 637 – 656. Socially centred design. ISBN 04-711-1690-4.
- [47] STANSFELD, S. A. Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*. 2003-12-01, vol. 68, issue 1, s. 243-257. DOI: 10.1093/bmb/ldg033. Dostupné z: <http://bmb.oupjournals.org/cgi/doi/10.1093/bmb/ldg033>
- [48] STEIGER U., Environmental management systems: empirical evidence and further Perspectives, *European Management Journal*, Vol. 18, No. 1, 2000, pp. 23–37.
- [49] STRASSER ..., Ed. by Helmut... Quality of work and products in enterprises of the future: proceedings of the annual spring conference of the GfA on the occasion of the 50th anniversary of the foundation of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) and the XVII annual conference of the *International Society for Occupational Ergonomics*. Stuttgart: Ergonomia-Verl, 2003. ISBN 39-350-8968-6
- [50] STRASSER, Helmut. Principles, Methods and Examples of Ergonomics Research and Work Design. *Industrial Engineering and Ergonomics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, s. 363. DOI: 10.1007/978-3-642-01293-8\_28.



[51] TREGENZA, Peter. *The design of lighting*. 1st ed. London: E, 1998, 164 p. ISBN 04-192-0440-7

[52] VACH, Tomáš. Osvětlení - často opomíjený faktor při návrhu výrobní buňky. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech : časopis pro úspěšné manažery*. Želečnice: API, 2011, vol. 1, s. 31-33. ISSN 1803-5183.

[53] VIMALANATHAN, K. a T. RAMESH BABU. Impact of Environment Ergonomics on the Productivity of Office Workers. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2013, 7(4), s. 1-9. Dostupné z: <http://ajbasweb.com/old/ajbas/2013/March/366-374.pdf>

[54] WHO; Health Report 2003. – shaping the future. Geneva, World Health Organization. 2003

[55] WYON, D. P. 1986. Hur påverkas produktivitet och prestation av inomhusklimatet? (How is productivity and performance affected by the indoor climate), in Swedish, *VVS & Energi*, 3, 59-65.

## OSTATNÍ A INTERNETOVÉ ZDROJE

[56] ČAČKA, Otto. *Psychologie práce a metody psychologie*. ©2012 [cit. 2012-08-01]. Dostupné z: [www.cackon.net/docent/soubory/VyvojovaPsychologie.doc](http://www.cackon.net/docent/soubory/VyvojovaPsychologie.doc)

[57] Česká republika. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. *Sbírka zákonů*. 2001. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-258-2000-sb-o-ochrane-verejneho-zdravi-a-o-zmene-nekterych-souvisejicich-zakonu>

[58] Česká republika. Vyhlášky č. 432/2003 Sb. *Sbírka zákonů*. 2003. Dostupné z: [http://www.mpsv.cz/ppropo.php?ID=v432\\_2003o](http://www.mpsv.cz/ppropo.php?ID=v432_2003o)

[59] Česká republika. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. *Sbírka zákonů*. 2008. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci>

[60] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. ČSÚ: Český statistický úřad [online]. ČSÚ, ©2012 [cit. 2012-08-01]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/>.

[61] ČSN EN 12464-1 (360450). *Světlo a osvětlení: Osvětlení pracovních prostorů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[62] ČIKL, Václav. UNIOS: odborový svaz. *UNIOS* [online]. 15.12.2011 [cit. 2012-08-16]. Dostupné z: <http://www.osunios.cz/ochrana-zdravi-pred-nepriznivymi-ucinky-hluku-a-vibraci.html>

[63] DĚDEK, Vladimír. Produktivita práce během dne. *WordPress* [online]. 2000, [cit. 2011-03-16]. Dostupné z: <http://www.mitvsehotovo.cz>

- [64] EFFRA. *EFFRA: European Factories of the Future Research Association* [online]. ©2012 [cit. 2012-08-11]. Dostupné z: [http://www.effra.eu/attachments/article/335/FoFRoadmap2020\\_ConsultationDocument\\_120706\\_1.pdf](http://www.effra.eu/attachments/article/335/FoFRoadmap2020_ConsultationDocument_120706_1.pdf)
- [65] *European Parliament* [online]. 2008 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu>
- [66] FENCLOVÁ, Zdenka et al. *Nemoci z povolání v České Republice* [online]. *Praha: Státní zdravotní ústav*, 2013 [cit. 2014-04-13]. ISSN 1804-5960. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni\\_a\\_odhlaseni\\_2012.pdf](http://www.szu.cz/uploads/download/Hlaseni_a_odhlaseni_2012.pdf)
- [67] *International Ergonomics Association (IEA)* (2009) *The Discipline of Ergonomics*. [http://www.iea.cc/browse.php?contID=what\\_is\\_ergonomics](http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics). Cited 16 Feb 2009
- [68] INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (ILO). *International Labour Organization* [online]. 2011 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.ilo.org/>
- [69] KELLY, Kevin a Kevin O'CONNELL. *Interior lighting design: A student's guide* [online]. The 2nd European Conference on Energy-Efficient Lighting 1993, 1993 [cit. 13.4.2014]. Dostupné z: <http://eleceng.dit.ie/kkelly/Lighting/Interior%20lighting%20design%20%20%20%20%20%20Students%20Guide.pdf>
- [70] KUČEROVÁ, Dagmar. *Jak na rozdělení prací dle rizika ohrožení zdraví od dubna 2013*. *Podnikatel.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.podnikatel.cz/clanky/jak-na-rozdeleni-praci-dle-rizika-ohrozeni-zdravi-od-dubna-2013/>
- [71] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. SZÚ. *Státní zdravotní ústav* [online]. SZÚ, ©2012 [cit. 2012-08-16]. Dostupné z: <http://www.szu.cz>
- [72] MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ [online]. *Příručka pro personální a platovou agendu 2014, 1.4.2014* [cit. 2014-06-25]. Dostupné z: <http://www.mpsv.cz/ppropo.php?ID=IPB060>
- [73] REFA, Wittrichstrasse 2, 2001, dostupné z: [www.REFA.de](http://www.REFA.de)
- [74] Sovy a skřivani. *HR Servis* [online]. Verlag Dashöfer, © 2012 [cit. 2012-08-18]. Dostupné z: <http://www.hrportal.cz/sovy-a-skrivani-cid251340/>
- [75] Stránky pro výuku. *Ústav fyziky a materiálového inženýrství* [online]. 2014 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: [http://ufmi.ft.utb.cz/index.php?page=zprac\\_exp](http://ufmi.ft.utb.cz/index.php?page=zprac_exp)
- [76] VIŠŇANSKÝ, Matúš. *Zvyšování produktivity stroje, linky, člověka*. IPA [online]. 2012 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.>

## SEZNAM PUBLIKACÍ

1. ŠIŠKOVÁ, Veronika, JUŘIČKA, Martin. Elimination of injuries during young goalkeeper training. *Science and Sport*, 2014. ISSN 0765-1597. (V recenzním řízení)
2. ŠIŠKOVÁ, Veronika, DLABAČ, Jaroslav. Environmental Management System as the part of the methodology for optimization of assembly workplaces.. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 2013, roč. 7, č. 4, s. 428-435. ISSN 1998-0140.
3. ŠIŠKOVÁ, Veronika, JUŘIČKA, Martin. The effect of sound on job performance. *In The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. Bangkok: IEEE, 2013, s. 1-5. ISBN 978-1-4799-0985-8.
4. ŠIŠKOVÁ, Veronika, PIVODOVÁ, Pavlína. THE MEASUREMENT OF THE HUMAN PERFORMANCE. *In 9th Annual International Bata Conference for Ph.D. Students and Young Researchers*. Zlín: Fakulta managementu a ekonomiky, UTB ve Zlíně, 2013, s. 1-5. ISBN 978-80-7454-248-0.
5. ŠIŠKOVÁ, Veronika, ŘEDINOVÁ, Hana, POLČÁKOVÁ, Martina. *Komunikace v multiprofesním týmu, genderové otázky*. 4. tréninková modul: Komunikace v multiprofesním týmu, genderové otázky, 2012,
6. BOBÁK, Roman, PIVODOVÁ, Pavlína, ŠIŠKOVÁ, Veronika, DVOŘÁKOVÁ, Iva. Inovační procesy a průmyslové inženýrství v českých a slovenských podnicích. *Národní tandemová konference Průmyslové inženýrství - procesní inovace*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, 2012, s. 5-17. ISBN 978-80-7454-153-7
7. ŠIŠKOVÁ, Veronika, MUZIKANTOVÁ, Jitka. Montážní linky a jejich vliv na jednostranné zatížení pracovníka. *Collaborative Engineering v inovačním cyklu - Sborník přednášek z mezinárodní konference*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012, s. 175-185. ISBN 978-80-7372-938-7.
8. ŠIŠKOVÁ, Veronika, DLABAČ, Jaroslav. The methodology for optimization of assembly workplaces with respect to environmental aspects. *Advances in Economics, Risk Management, Political and Law Science*. Praha: WSEAS Press, 2012, s. 323-328. ISSN 2227-460X. ISBN 978-1-61804-123-4.
9. ŠIŠKOVÁ, Veronika, ŠIMON, Michal. Using of Deming cycle to evaluate climatic conditions at workplace. *Latest Trends in Environmental and Manufacturing Engineering*. Vienna: WSEAS Press, 2012, s. 84-89. ISBN 978-1-61804-135-7.
10. PIVODOVÁ, Pavlína, ŠIŠKOVÁ, Veronika. EFFECT OF LOGISTICS AUDITS ON COMPANIES PERFORMANCE IMPROVEMENT. *Carpatian*

*Logistics Congress 2012*. Ostrava: Tanger Ltd., 2012, s. 1-7. ISBN 978-80-87294-33-8.

11. DVOŘÁKOVÁ, Iva, ŠIŠKOVÁ, Veronika. Průmyslové inženýrství. *Národní tandemová konference Průmyslové inženýrství – multiprofesní spolupráce v inovačním procesu*, 2011, 76-82.
12. PIVODOVÁ, Pavlína, ŠIŠKOVÁ, Veronika. Člověk a jeho výkon. *Modelování, simulace a optimalizace podnikových procesů v praxi*, 2011, 1-6.
13. PIVODOVÁ, Pavlína, ŠIŠKOVÁ, Veronika. Mapování toku hodnot jako jeden z nástrojů pro zvyšování konkurenceschopnosti podniku. *Sborník konference MOPP 2011*. Plzeň: 2011, ISBN 978-80-261-0060-7.

## CV AUTORA

### Osobní údaje:

Jméno a příjmení: Veronika ŠIŠKOVÁ  
Datum narození: 25. 08. 1986  
Trvalé bydliště: Sídlištní 812, Zubří 756 54  
Kontaktní telefon: +420 737 959 389  
E-mail: veronika.siskova@centrum.cz

### Studijní stáže, pracovní zkušenosti:

9/2013 – dosud Continental Automotive Czech Republic s.r.o. (Frenštát)  
Pozice: technik průmyslového inženýrství  
Náplň práce: práce s layouty, stanovení NSČ, FMEA koordinátor, aplikace metod PI

3/2013 VOP - projekt optimalizace procesu lakování

1/2013 – 9/2013 SCHLOTE – projekt zavádění metody 5S na pracovišti,

10/2011 – 2012 Pipelife Czech s.r.o, (Otrokovice)  
Pozice: vedení studentů  
Náplň: Snímkování pracovníků, vytváření standardů, návrhy na zlepšení v oblasti ergonomie

10/2011 Honeywell Brno  
Pozice: člen řešitelského týmu  
Náplň: VSM – mapování hodnotového toku, snímkování pracovníků.

2/2009 – 7/2009 Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Hochschule für Wirtschaft, Sweiz, Olten  
Studijní pobyt ERASMUS ve Švýcarsku,

### Spolupráce na projektech:

1/2011 – 2012 INInet – kolaborativní platforma pro inovační inženýrství  
Pozice: Mediátor a lektor projektu

Náplň: Komunikace mezi spřátelenými univerzitami, organizace workshopů a konferencí, publikační činnost.

2011/2012

IGA

2013 - 2014

Projekt OPVK - "Štíhlá výroba a inovace" - komunikační platforma průmyslových inženýrů

### **Dosažené vzdělání:**

2010 – dosud

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, probíhající doktorské studium na ústavu průmyslového inženýrství a informačních systémů

2008 – 2010

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, získaný titul Inženýr

2005 – 2008

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, získaný titul Bakalář

2001 – 2005

Gymnázium Františka Palackého Valašské Meziříčí

### **Diplomová práce:**

Projekt ekonomické optimalizace hospodaření s odpady

### **Bakalářská práce:**

Podnikatelský plán projektu Finance Assistant

### **Ostatní znalosti, další kurzy a vzdělání:**

Práce na PC

Znalost SW Plant Simulation, Jack, Windows, Visio

Certifikát

MOST

Jazyky

Anglický jazyk: Certifikát B1

Německý jazyk: na úrovni pasivní komunikace

Ostatní

Řidičský průkaz skupiny B

### **Pedagogická činnost:**

9/2010-12/2013

Předmět ŘOV - vedení seminářů

2013

Vedení školení ve společnosti na téma Ergonomie

2011-2014

Vedení diplomových a bakalářských prací

# PŘÍLOHY

## Příloha A: Checklist

### Checklist pro hodnocení pracoviště

Zodpovědná osoba:		Pracoviště:		Datum:	
		Splněno ANO	NE		Charakteristika
<b>Fyzikální faktor</b>					
<b>Osvětlení</b>					
1	Odpovídá intenzita osvětlení v pracovním prostoru předpisům? <i>(min. 500 lx)</i>	✓			SPZBA
2	Odpovídá osvětlení pracoviště denním, umělým nebo sruženým osvětlením nárokům vykonávané práce na zrakovou činnost? <i>(nejedná se o činnost, která je náročná na zrak - kontrola detailů, práce s malými součástkami atd.)</i>	✓			Zoubek Altaim
3	Je při práci náročné na zrakovou zátěž přizpůsobena pracovní doba? <i>(např. odpovídající přestávky)</i>	✓			Prac. s přídavkem po 2 hod.
4	Jsou osvětlovací soustavy pravidelně čištěny? <i>(vč. vnitřní části prostor pracoviště odrážejících světlo)</i>	✓			Prac. WAREDA
5	Je na pracovišti zabráněno oslnění?	✓			
<b>Mikroklima</b>					
6	Jsou dodržovány teploty prostředí předepsané v závislosti na pracovním úkolu a typu prostoru?	✓			NAK
7	Jsou dodržovány doporučené meze klimatu prostředí pro lehkou a střední tělesnou aktivitu? <i>(teplota prostředí od 18 do 26,9°C)</i>	✓			24,1°C
8	Je pracovní místo zajištěno tak, aby nebyli operátoři vystaveni prudkému kolísání teplot při denní práci? <i>(např. zajištění změny pracovního místa během dne, střídání operátorů)</i>	✓			Prac. J. OP
9	Je při práci v horku zajištěno dostatečné zásobování tekutinami? <i>(během letních měsíců)</i>	✓			tekutiny na prac.
10	Odpovídá teplota v sanitárních zařízeních zákonným požadavkům? <i>(šatny (20°C), umývárny (22°C), sprehy (23°C), záchody (18°C))</i>	✓			

	<b>Relativní vlhkost</b>				
11	Odpovídá relativní vlhkost na pracovišti zákonným požadavkům? (30-70%)	✓		30%	
12	Pokud relativní vlhkost prostředí překročí limit 70%, je operátorům poskytnut ochranný nápoj?	✓		nápoj na pracovišti	
13	Je průvan prakticky neznatelný?	✓			
14	Jsou technická zařízení k regulování klimatu nastavena tak, aby bylo vyloučeno obtěžování, např. průvanem, tepelným sáláním, hlukem?	✓		je třeba upravit teplota zadržem!	
15	Je prostor pro přestávky mimo pracovní místo?	✓			
	<b>Hluk</b>				
16	Jsou dodržovány předepsané hodnoty hodnocené hladiny hluku? (do 80dB)	✓		79	
17	Je zamezováno vzniku hluku na pracovišti vhodnými technickými opatřeními? (použití vhodných nástrojů, pracovní postupy s nízkou hlučností, nastavení zařízení, odhlučnění zařízení atd.)	✓		odhlučnění zadržem!	
18	Je vyloučeno obtěžování nebo rušení pracovníků v pracovním okolí hlukem?	✓			
19	Jsou od 80 dB posuzované hladiny poskytovány osobní ochranné prostředky proti hluku?	✓		opruhy	
20	Jsou využívány možnosti k časovému přeložení prací s intenzivní hlučností?	✓			

Pokud jsou podmínky na pracovišti splněny - zaškrtněte ANO, pokud nejsou podmínky splněny - zaškrtněte NE.



## Příloha B: Dotazník pro management

### *Otázky zaměřené na fyzikální faktory na pracovišti z dotazníku pro management*

1. Jakým způsobem je ve Vaší firmě zaveden systém EMS (Environmental Management System)?
  - a. Podle norem ISO
  - b. Podle programu EMAS (Environmental Management System)
  - c. Není zaveden
  - d. Jiné
  
2. Máte možnost ovlivnit výslednou podobu montážních pracovišť již ve fázi vývoje a náběhu výroby?
  - a. Ano
  - b. Ne
  
3. Kdo je zodpovědný za optimalizaci montážních pracovišť?
  - a. Výrobní úsek.
  - b. Technologie.
  - c. Průmyslové (procesní) inženýrství.
  - d. Other
  
4. Jak hodnotíte dopady prováděných optimalizací? Který ukazatel je pro vás rozhodující?
  - a. Počet vyrobených ks za směnu.
  - b. Efektivita montáže (v %).
  - c. Nevyčíslitelné (ergonomie, pracovní prostředí...)
  - d. Other
  
5. Jakým způsobem hodnotíte stav úpravy montážních pracovišť?
  - a. Kontrolní seznamy
  - b. Vizuálně
  - c. Hodnocení provádí externí firma
  - d. Nehodnotíme

6. Kdo u Vás ve firmě hodnotí stav úpravy montážních pracovišť?
- a. Vedoucí směny
  - b. Vedoucí výroby
  - c. Operátoři na jednotlivých pracovištích
  - d. Jiné
7. Který z uvedených činitelů narušuje pracovníky nejvíce?
- a. Hluk 1 2 3 4 5
  - b. Světlo 1 2 3 4 5
  - c. Teplota na pracovišti 1 2 3 4 5
  - d. Vlhkost ovzduší 1 2 3 4 5
  - e. Barevné řešení pracoviště 1 2 3 4 5
  - f. Jiný činitel 1 2 3 4 5
8. Vnímáte-li pokles výkonnosti svých pracovníků, ve kterých z uvedených měsíců je nejvýraznější?
- a. V jarních měsících (březen-květen)
  - b. V letních měsících (červen-srpen)
  - c. V podzimních měsících (září-listopad)
  - d. V zimních měsících (prosinec-únor)
  - e. Pokles výkonnosti není závislý na ročním období

## Posouzení fyzikálních faktorů na pracovišti

Vážení zaměstnanci,

ráda bych Vás touto cestou požádala o vyplnění tohoto dotazníku, který slouží jako podklad pro zpracování disertační práce na téma "Design pracoviště a jeho vliv na výkonnost pracovníků". Cílem dotazníku je zjistit Váš názor na působení fyzikálních faktorů na Váš výkon. Budu Vám velmi vděčna za zodpovědné vyplnění dotazníku. Dotazník je anonymní a jeho vyplnění Vám zabere max. 5 minut.

Děkuji za spolupráci a přeji příjemný den!

Ing. Veronika Šišková, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Typ směny (8 hod., 12 hod.: denní x noční) \_\_\_\_\_

Typ pracoviště (dle kategorizace): \_\_\_\_\_

Stručný popis pracoviště:

### I SEKCE Základní otázky

1 pohlaví muž  žena

2 věk méně než 25  25-34  35-44  45-55   
více než 55

3 váha (kg) méně než 50  51-60  61-70  71-80   
81-90  91-100  více než 100

4 výška (cm) méně než 150  151-160  161-170  171-180   
181-190  více než 190

5 Doba, po kterou pracujete jako obsluha na současném stroji? \_\_\_\_\_

V následujících otázkách zakroužkujte odpovědi jako ve škole:  
1 (nejlepší) až 5 (nejhorší)

## II SEKCE Pracovní prostor

6 Jste spokojen/a s pracovním prostorem a prostorem pro odkládání polotovarů?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

7 Jste spokojen/a s výškou pracovní plochy?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

8 Narušuje uspořádání pracoviště Váš pracovní výkon?

vůbec nenarušuje      1   2   3   4   5      velmi narušuje

## III SEKCE Teplota na pracovišti

9 Jste spokojen/a s teplotou na pracovišti?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

10 Jak vnímáte teplotu na pracovišti?

zima      1   2   3   4   5      horko

11 Narušuje teplota na pracovišti Váš pracovní výkon?

vůbec nenarušuje      1   2   3   4   5      velmi narušuje

## IV Kvalita vzduchu na pracovišti

12 Jste spokojen/a s prouděním vzduchu na pracovišti?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

13 Jste spojen/a s vlhkostí vzduchu na pracovišti?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

14 Narušuje vlhkost a proudění vzduchu na pracovišti Váš pracovní výkon?

vůbec nenarušuje      1   2   3   4   5      velmi narušuje

## V Osvětlení na pracovišti

15 Jste spokojen/a s osvětlením na pracovišti?

zcela spokojen/a      1   2   3   4   5      zcela nespokojen/a

16 Narušuje osvětlení Váš pracovní výkon?

vůbec nenarušuje      1   2   3   4   5      velmi narušuje

## VI Hluk na pracovišti

17 Jak vnímáte hluk na Vašem pracovním prostředí?

velmi tiché      1   2   3   4   5      velmi hlučné

18 Narušuje hluk Vaši pracovní výkonnost?

vůbec nenarušuje      1   2   3   4   5      velmi narušuje

## VII Celkové hodnocení pracoviště

19 Ve kterých z uvedených období vnímáte svůj pokles výkonnosti jako nejvýraznější?

jaro (březen - květen)	<input type="checkbox"/>	podzim (září - listopad)	<input type="checkbox"/>
léto (červen - srpen)	<input type="checkbox"/>	zima (prosinec - únor)	<input type="checkbox"/>
pokles výkonnosti není závislý na ročním období			
pokles výkonnosti nevnímám vůbec			

20 Myslíte si, že pokud by bylo Vaše pracovní prostředí ideální, byla by Vaše výkonnost vyšší?

ano	<input type="checkbox"/>
ne	<input type="checkbox"/>
můj výkon nezávisí na pracovním prostředí	<input type="checkbox"/>

21 Je na pracovišti jiný problém, který je třeba podle Vás řešit? Pokud ANO, vypište jaký.

22 Jaký typ ochranných pracovních pomůcek používáte?

brýle	<input type="checkbox"/>	sluchátka	<input type="checkbox"/>	rukavice	<input type="checkbox"/>
špunty do uší	<input type="checkbox"/>	ochranný oděv	<input type="checkbox"/>	jiné	_____
štíť na obličej	<input type="checkbox"/>	ochranné krémy	<input type="checkbox"/>		

23 Které z ochranných pomůcek v otázce č.22 nepoužíváte a proč?

24 Máte na pracovišti zdravotní problémy? (kožní problémy, problémy s dýcháním, kolísavý tlak, otoky, bolavá krční páteř z průvanu apod.)  
Projevují se tyto zvláště na některých pracovištích nebo konkrétních strojích?

25 Jaký vliv na Vás mají noční směny?

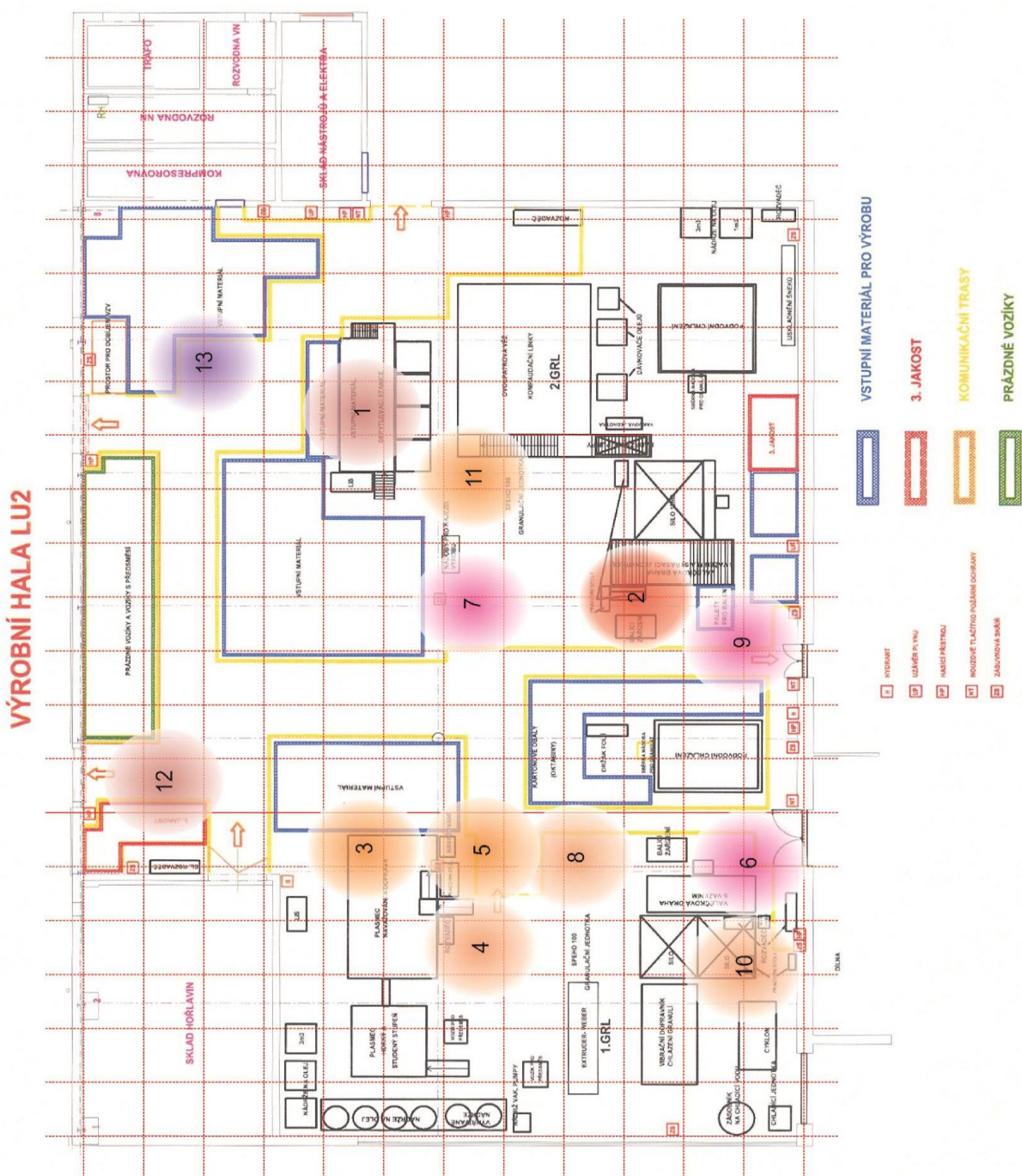
pozitivní vliv (nevadí mi)    1    2    3    4    5    velmi negativní vliv (vadí mi)

Pokud ANO (zatrhnuto 2-5). Jak se tento vliv projevuje?

narušení spánku	<input type="checkbox"/>	únava	<input type="checkbox"/>
prudký pokles soustředění	<input type="checkbox"/>	pokles výkonu	<input type="checkbox"/>

# Príloha D: Výsledky provedených měření hluku ve výrobní společnosti

místo označení	L <sub>Aeq</sub> [dB]	Přirazená barva	Rozsah L <sub>Aeq</sub> [dB]
2	87.3		87,0-87,9
10	86.6		86,0-86,9
4	86.3		86,0-86,9
8	86.2		86,0-86,9
3	85.5		85,0-85,9
11	85.4		85,0-85,9
5	85.2		85,0-85,9
6	84.8		84,0-84,9
9	84.7		84,0-84,9
7	84		84,0-84,9
1	83.3		83,0-83,9
12	81.9		81,0-81,9
13	81.9		81,0-81,9









Ing. Veronika Šišková

**Design pracovního prostředí a jeho vliv na výkonnost pracovníka**  
The work environment design and its effect on worker efficiency

Disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,  
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: 5 výtisků

Sazba: autor

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2014