Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Metodika pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly v letecké dopravě

Jan Zýka

Disertační práce
2018

Studijní program:

P3710 Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor:

3708V024 Technologie a management v dopravě a telekomunikacích

Školitel: doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.

Školitel specialista:

Disertační práce vznikla na školícím pracovišti:

Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21. 8. 2018

Jan Zýka

Na tomto místě bych rád poděkoval svému školiteli, panu doc. Ing. Ivovi Drahotskému, Ph.D. za ochotu, podporu, trpělivost a cenné připomínky a rady při zpracování této disertační práce i v průběhu celého doktorského studia.

ANOTACE

Disertační práce se zabývá otázkami vazby ergonomie pracovního prostředí na efektivitu detekční kontroly v letecké dopravě. Jsou v ní analyzovány techniky optimalizace procesu bezpečnostních kontrol, ergonomie pracovišť a následně jsou autorem navrženy metodické postupy pro hodnocení vlivu ergonomických parametrů pracovního prostředí na výkonnost a spolehlivost detekční kontroly. Metodika by měla sloužit jako manažerský nástroj hodnocení ergonomických rizik ve vazbě na ochranu letecké dopravy před protiprávními činy v rámci vnitropodnikového SeMS. Možnosti aplikace této metodiky byly následně experimentálně ověřeny na mezinárodním Letišti Václava Havla Praha.

KLÍČOVÁ SLOVA

bezpečnostní kontrola, detekční kontrola, ergonomie, pracovní prostředí, metodika, letecká doprava

TITLE

Methodology for Assessing the Impact of Workplace Ergonomic Factors on Airport Security Screener´s Reliability and Performance

ANNOTATION

The dissertation deals with questions of the connection of working environment ergonomics to the effectiveness of security screening in air transport. It analyzes the techniques of optimization of the process of safety checks and ergonomics of workplaces, and subsequently the author proposes methodological procedures for assessing the influence of ergonomic parameters of the working environment on the screening performance and reliability. The methodology should serve as a managerial tool for assessing ergonomic risks in relation to the protection of air traffic from unlawful acts within the in-house Security Management System. The possibilities of application of this methodology were then experimentally verified at the international Václav Havel Airport Prague.

KEYWORDS

security check, security screening, ergonomics, working environment, methodology, air transport

OBSAH

ÚVOD 14

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE 16

1.1 Analýza současného stavu v ČR 16

1.1.1 Optimalizace procesu bezpečnostní kontroly 18

1.1.2 Optimalizace spolehlivosti pracovního prostředí z pohledu ergonomie pracovišť 19

1.2 Analýza současného stavu v zahraničí 22

1.2.1 Optimalizace procesu bezpečnostní kontroly 23

1.2.2 Optimalizace spolehlivosti pracovních činností z pohledu ergonomie pracovišť 26

1.3 Kritické zhodnocení analýzy současného stavu 29

2 DEFINICE CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE 32

3 PŘEHLED ZVOLENÝCH METOD ZPRACOVÁNÍ 34

3.1 Systémová analýza 34

3.1.1 SHELL model 34

3.1.2 Model procesů řízených událostmi (eEPC) 36

3.2 Systémová syntéza 38

3.3 Shluková analýza 38

3.4 Analýza spolehlivosti lidského faktoru 38

3.5 Hodnocení ergatické úrovně metodou HODERG 40

3.6 Expertní metody 41

3.7 Vícerozměrné hodnocení 42

3.8 Metoda kompozice 42

3.9 Analýza rizik pro uplatnění navrhovaných postupů 43

4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ 44

4.1 Model stanoviště bezpečnostní kontroly 44

4.2 Identifikace množiny měřitelných ergonomických kritérií a parametrů pracovního prostředí 48

4.2.1 Mikroklimatické podmínky 48

4.2.2 Fyzikální faktory 52

4.2.3 Psychická zátěž 54

4.2.4 Zraková zátěž 56

4.2.5 Prostory a prvky pracoviště 57

4.2.6 Údržba pracoviště....62
4.3 Stanovení kritérií hodnocení zvolených parametrů....63
4.4 Provedení expertního posouzení....64
4.5 Stanovení vah jednotlivých parametrů na základě provedené expertní analýzy....66
4.6 Stanovení míry ergatičnosti pro vymezené intervaly hodnot definovaných parametrů....71
4.7 Návrh implementace metodiky do provozní praxe mezinárodního letiště....83
4.7.1 Způsoby měření ergonomických parametrů....84
4.7.2 Zaznamenávání změřených hodnot....86
4.7.3 Interpretace získaných výsledků....89
4.8 Vytvoření Metodiky pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly....91
4.9 Technický experiment k ověření aplikovatelnosti metodiky....91
4.9.1 Příprava experimentu....91
4.9.2 Průběh realizace experimentu....94
5 VYHODNOCENÍ A DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ....97
5.1 Shrnutí výsledků technického experimentu....97
5.2 Analýza rizik navrhovaných postupů....98
5.3 Směr dalšího vývoje v řešené oblasti....99
6 VLASTNÍ PŘÍNOSY DOKTORANDA....101
7 ZÁVĚR....103
8 POUŽITÁ LITERATURA....105
9 PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDA SOUVISEJÍCÍ S TÉMATEM DISERTAČNÍ PRÁCE....115
10 SEZNAM PŘÍLOH....119

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Mikroklimatické podmínky – teplota vzduchu 49

Tabulka 2 Mikroklimatické podmínky – vlhkost vzduchu.....50

Tabulka 3 Mikroklimatické podmínky – proudění vzduchu 50

Tabulka 4 Mikroklimatické podmínky – čistota vzduchu.....51

Tabulka 5 Mikroklimatické podmínky – ionizace vzduchu.....52

Tabulka 6 Fyzikální faktory – hluk 53

Tabulka 7 Fyzikální faktory – osvětlení.....53

Tabulka 8 Psychická zátěž.....55

Tabulka 9 Zraková zátěž – displej monitoru 56

Tabulka 10 Zraková zátěž – zorné pole operátora.....57

Tabulka 11 Prostory a prvky pracoviště – podlaha pracoviště.....57

Tabulka 12 Prostory a prvky pracoviště – překážky na pracovišti.....58

Tabulka 13 Prostory a prvky pracoviště – pracovní místo a jeho uspořádání.....58

Tabulka 14 Prostory a prvky pracoviště – rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů.....59

Tabulka 15 Prostory a prvky pracoviště – pracovní židle.....60

Tabulka 16 Prostory a prvky pracoviště – barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště 61

Tabulka 17 Prostory a prvky pracoviště – zázemí pracoviště 61

Tabulka 18 Údržba pracoviště – pravidelnost údržby.....62

Tabulka 19 Údržba pracoviště – snadnost údržby.....62

Tabulka 20 Stupnice ergatické významnosti a odpovídající názvy.....63

Tabulka 21 Stupnice přepočtu ergatické významnosti na váhové ohodnocení parametrů.....66

Tabulka 22 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Mikroklimatické podmínky 67

Tabulka 23 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Fyzikální faktory 68

Tabulka 24 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Psychická zátěž 68

Tabulka 25 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Zraková zátěž 69

Tabulka 26 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Prostory a prvky pracoviště.....69

Tabulka 27 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Údržba pracoviště 71

Tabulka 28 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Teplota vzduchu 72

Tabulka 29 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Vlhkost vzduchu 73

Tabulka 30 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Proudění vzduchu 73

Tabulka 31 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Čistota vzduchu 73

Tabulka 32 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Ionizace vzduchu 74

Tabulka 33 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Hluk 74

Tabulka 34 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Osvětlení 74

Tabulka 35 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Mentální zátěž 75

Tabulka 36 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Displej monitoru 76

Tabulka 37 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Zorné pole operátora 77

Tabulka 38 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Podlaha pracoviště 77

Tabulka 39 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Překážky na pracovišti 78

Tabulka 40 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pracovní místo a jeho uspořádání 78

Tabulka 41 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů 79

Tabulka 42 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pracovní židle 80

Tabulka 43 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště 81

Tabulka 44 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Zázemí pracoviště 82

Tabulka 45 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pravidelnost údržby 82

Tabulka 46 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Snadnost údržby.....83

Tabulka 47 Způsoby měření stanovených veličin a požadavky na měřidla.....85

Tabulka 48 Vzor hodnotícího checklistu.....87

Tabulka 49 Vzor tabulky pro opis získaných hodnot Ek 88

Tabulka 50 Vzor tabulky pro výpočet ergatičnosti definovaných kategorií 89

Tabulka 51 Zjištěné míry ergatičnosti definovaných kritérií na hodnoceném stanovišti.....97

Tabulka 52 Zjištěné míry ergatičnosti definovaných kategorií na hodnoceném stanovišti 98

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vrstvy sítě bezpečnostních ochran v USA (volně přeloženo z anglického originálu) 24

Obrázek 2 Globální vývoj počtu cestujících (mld.) v letecké dopravě mezi lety 1950-2014 .29

Obrázek 3 SHELL model znázorňující interakci člověk-stroj-prostředí.....35

Obrázek 4 SHELL model znázorňující interakci člověk-stroj-prostředí (volně přeloženo z anglického originálu) 35

Obrázek 5 Vybrané elementy rozšířeného eEPC diagramu 38

Obrázek 6 Faktory ovlivňující proces rozhodování v interakci člověk-stroj 39

Obrázek 7 SHELL model znázorňující vazby operátora detekční kontroly na okolí.....44

Obrázek 8 Prostorové řešení pracoviště na Letišti Václava Havla Praha 45

Obrázek 9 Příklad pracoviště operátora detekční kontroly 45

Obrázek 10 Procesní schéma stanoviště detekční kontroly znázorněný za pomoci eEPC modelu 46

Obrázek 11 Výsledná ergatická významnost na základě expertního bodování 65

Obrázek 12 Škála pro určení míry ergatičnosti hodnocených parametrů.....72

Obrázek 13 Škála tříd ergatičnosti dle výsledné hodnoty Es 89

Obrázek 14 Rozhraní aplikace Sound Meter.....93

Obrázek 15 Rozhraní aplikace Photometer 94

Obrázek 16 Autor při realizaci technického experimentu.....95

Obrázek 17 Hodnocené stanoviště detekční kontroly 95

Obrázek 18 Doplněné identifikační údaje experimentu v Metodice 96

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

ACI	Airport Council International
	Mezinárodní rada letišť
COPM	Canadian Occupational Performance Measure
	Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání
EDS	Explosive Detection Systems
	Systémy detekce výbušnin
E_{kai}	Ergatičnost i-té kategorie
E_{ki}	Ergatičnost i-tého kritéria
E_{pi}	Ergatičnost i-tého parametru
E_s	Ergatičnost stanoviště
E_t	Třída ergatičnosti
ETD	Explosive Trace Detection Equipment
	Zařízení pro stopovou detekci výbušnin
EU-OSHA	European Agency for Safety and Health at Work
	Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci
FAA	Federal Aviation Administration
	Federální úřad pro letectví
g	Ergatická významnost
g_{ki}	Ergatická významnost i-tého kritéria
g_{pi}	Ergatická významnost i-tého parametru
HEP	Human Error Probability
	Pravděpodobnost lidské chyby
HRA	Human Reliability Assessment
	Hodnocení lidské spolehlivosti
HSP	Human Success Probability
	Pravděpodobnost úspěšného provedení úkonu
IATA	International Air Transport Association
	Mezinárodní sdružení leteckých dopravců
ICAO	International Civil Aviation Organization
	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ILO	International Labour Office
	Mezinárodní organizace práce

ka_i	I-tá kategorie hodnocení
k_i	I-té kritérium hodnocení
p_i	I-tý parametr hodnocení
ppm	Parts per milion parts
	Počet molekul hodnocené látky na milion molekul vzduchu
PIF	Performance Influencing Factors
	Aspekty ovlivňující lidskou výkonnost a spolehlivost
PSF	Performance Shaping Factors
	Aspekty ovlivňující lidskou výkonnost a spolehlivost
R_{pi}	Rizikovst i-tého parametru
R_s	Rizikovost hodnoceného stanoviště/pracoviště
SBS	Sick Building Syndrome
	Syndrom nemocných budov
SeMS	Security Management System
	Systém řízení bezpečnosti (ochrana před protiprávními činy)
SME	Small and Medium Enterprise
	Malé a střední podniky
SRA	Security Restricted Area
	Vyhrazený bezpečnostní prostor
TIP	Threat Image Projection
	Projekce obrazů zakázaných předmětů do rentgenových obrazů reálných zavazadel
TSA	Transportation Security Administration
	Úřad pro bezpečnost v dopravě
V	Váhové ohodnocení
V_{ki}	Váhové ohodnocení i-tého kritéria
V_{pi}	Váhové ohodnocení i-tého parametru
WTMD	Walk-Through Metal Detector
	Průchozí detektor kovů
Z_{pi}	Závažnost i-tého parametru

ÚVOD

Letecká doprava, přestože má za sebou pouhé století vývoje, je oprávněně považována za nejmodernější, nejpohodlnější a nejrychlejší způsob překonávání dlouhých vzdáleností. Díky efektivnímu přístupu k řízení rizik a realizaci žádoucích protiopatření je zároveň v přepočtu na osobokilometry statisticky nejbezpečnějším druhem dopravy. Díky globálnímu rozměru je však každoročně atraktivní nejen pro téměř tři miliardy cestujících, ale je rovněž citlivá na potenciální útoky, jejichž primárním cílem je prolomit bezpečnostní bariéry, vyvolat pocity strachu a v konečném důsledku narušit ekonomiku dotčených provozovatelů letišť, leteckých společností, států či regionů.

Aby si letecká doprava výsadu „nejbezpečnější“ udržela i nadále, je zapotřebí kontinuálně analyzovat a zdokonalovat přístupy k řešení otázek bezpečnosti jak na straně provozní bezpečnosti (označované mezinárodně výrazem Safety), tak i ochrany letecké dopravy a její kritické infrastruktury před činy protiprávního vměšování (známé jako Security).

Nedílnou součástí ochranných sítí jsou bezpečnostní kontroly cestujících, zavazadel, leteckého carga, ale i zaměstnanců letiště. Prvkem bezpečnostní kontroly je kontrola detekční (screening), kterou představuje aplikace technických či jiných prostředků majících za cíl odhalit potenciálně nebezpečné předměty, jež by mohly být útočníky zneužity k protiprávnímu jednání. Efektivita a spolehlivost detekční kontroly závisí, mimo jiné, na typu použitého rentgenového zařízení, prostorovém uspořádání stanoviště, dalším technickém vybavení a zejména pak na kvalitě pracovníka detekční kontroly.

V pomyslném závodě o co nejdokonalejší technologii pro odhalování potenciálně nebezpečných osob a zakázaných předmětů nebo zrychlení toku cestujících modifikací postupů nebo úpravou pracovišť detekční kontroly totiž býval dosud opomíjen činitel, který v konečném důsledku rozhoduje o tom, do jaké míry bude letecká doprava bezpečná – člověk se všemi svými pozitivními i negativními vlastnostmi. Lidský faktor je v systému managementu letiště reprezentován na několika úrovních. Strategický zajišťuje plnění zákonných norem a předpisových standardů, na taktické má roli organizační a dozorovou a na operační vykonává výkonné provozní funkce letiště. Právě provozní úroveň je v systému detekční kontroly představována operátorem detekční kontroly. S ohledem na klíčovou úlohu operátora je kritickým parametrem optima jeho spolehlivost, která je reprezentována výkonností a chybovostí při odhalování zakázaných a eventuálně nebezpečných předmětů ukrytých nebo zapomenutých v zavazadlech. Aby tento člověk/pracovník mohl vykonávat svěřené úkoly s co

nejvyšší mírou spolehlivosti, je nezbytné identifikovat faktory pracovního prostředí, které mohou tuto spolehlivost ovlivňovat, s cílem jejich následné minimalizace.

Cílem disertační práce je tedy návrh manažerského nástroje pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na výkonnost a spolehlivost operátorů detekční kontroly v letecké dopravě. Tomu bude předcházet analýza současných přístupů vedoucích ke zvyšování míry spolehlivosti vykonávaných činností pracovníků v civilním letectví i příbuzných oborech v České republice i zahraničí s ohledem na psychosociální zátěž na pracovišti, fyzické a mikroklimatické podmínky a další prvky pracoviště. Při zpracování vlastní návrhové části budou použity metody expertní analýzy kombinované s dalšími technikami, uvedenými ve třetí kapitole. Možnosti aplikace metodiky budou v závěru ověřeny realizací technického experimentu.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE

Tato kapitola analyzuje situaci v oblasti předmětného tématu disertační práce v České republice i zahraničí a vysvětluje důvody vedoucí k potřebě realizace optimalizačních procesů pracovního prostředí detekční kontroly ve specifických podmínkách provozu mezinárodního letiště. Protože realizace disertační práce předpokládala transdisciplinární přístup také z teorie a praxe ergonomie pracovišť, je součástí analýzy i zhodnocení současného stavu v této oblasti.

1.1 Analýza současného stavu v ČR

Obchodní letecká doprava, definovaná dle Zákona č. 49/1997 Sb. o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (Česko, 1997) jako „doprava osob, zvířat, zavazadel, věcí a pošty letadly za úplatu“. Letecká doprava může být v České republice provozována celkem na 91 letištích (Letecká informační služba, ©2016), která se v souladu s § 24 Zákona 49/1997 Sb. dělí dle technických podmínek, provozních podmínek a základního určení na letiště vnitrostátní a letiště mezinárodní a dle okruhu uživatelů na letiště veřejná a neveřejná. Provozováním letiště se dle § 26 zmíněného zákona rozumí činnosti, kterými jsou zajišťovány:

- „možnosti pro přistávání a vzlety letadel a pohyb letadel s tím související,
- ochrana a ošetřování letadel,
- uskutečňování leteckých činností,
- pořádek, bezpečnost, záchranná a hasičská služba na letišti,
- údržba a rozvoj letiště,
- ochrana před protiprávními činy ohrožujícími bezpečnost civilního letectví.“

Základním dokumentem, upravujícím problematiku ochrany civilního letectví před protiprávními činy, je v obecné rovině Annex 17 Úmluvy o mezinárodním civilním letectví, publikovaný Mezinárodní organizací pro civilní letectví ICAO[1] (©2017). Závaznost této Úmluvy a jejích příloh – annexů pro Českou republiku vyplývá ze Zákona č. 147/1947 Sb. v aktuálním znění (Československo, 1947). Samotný Annex 17 je transformovaný do národní předpisové báze České republiky jako letecký předpis L 17 „Ochrana mezinárodního civilního

[1] International Civil Aviation Organization

letectví před protiprávními činy“ (Úřad pro civilní letectví, 2014). Tento dokument definuje protiprávní činy jako „činy nebo pokusy o činy ohrožující bezpečnost civilního letectví, které zahrnují, ale neomezují se na:

- protiprávní zmocnění se letadla;
- zničení letadla v provozu;
- držení rukojmích na palubě letadla, na letišti nebo v prostoru leteckých zařízení;
- násilné vniknutí na palubu letadla, na letiště nebo do prostoru leteckých zařízení;
- držení zbraně nebo nebezpečného zařízení nebo materiálu s úmyslem jeho nezákonného použití na palubě letadla nebo na letišti;
- použití letadla v provozu za účelem způsobení smrti, vážného tělesného zranění nebo vážného poškození majetku nebo životního prostředí,
- takové sdělení nebo klamná informace, které ohrožují bezpečnost letadla za letu nebo na zemi, cestujících, posádky, pozemního personálu nebo široké veřejnosti na letišti nebo v prostoru leteckých zařízení.“

Národní legislativu v oblasti civilního letectví zastřešuje již zmíněný Zákon č. 49/1997 Sb. o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů (Česko, 1997). Ten mimo jiné upravuje „rozsah a podmínky ochrany letectví“, jimiž se zabývá jeho osmá část Ochrana civilního letectví před protiprávními činy. Novelou zákona z února 2015 došlo ke změně institucionálního uspořádání, kdy problematika ochrany civilního letectví před protiprávními činy přešla z působnosti Odboru civilního letectví Ministerstva dopravy na Úřad pro civilní letectví. Zmíněná část zákona dále pojednává o nutnosti ověřování spolehlivosti osob vstupujících do vyhrazených bezpečnostních prostorů, o ochraně letišť, letadel, cestujících a jejich zavazadel, o ochraně nákladu a poštovních zásilek, prostředků sloužících k ochraně civilního letectví a dalších opatřeních.

Se zákonem se přímo pojí Vyhláška č. 410/2006 Sb. o ochraně civilního letectví před protiprávními činy (2015), kterou se ve věcech ochrany civilního letectví provádí Zákon č. 49/1997 Sb., tedy jeho osmá část.

Realizace bezpečnostních kontrol vyplývá ze Zákona č. 49/1997 Sb. (2016) HLAVA IV, v mezinárodním měřítku pak z přímo aplikovatelného Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008 (2008) a prováděcího Nařízení Komise (EU) 1998/2015 (2015).

1.1.1 Optimalizace procesu bezpečnostní kontroly

Bezpečnostní kontrolou a její optimalizací se v České republice zabývá několik ústavů či jednotlivců. Například Ščurek a Švec z Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (2008) uvádí, že je v současné době možné minimalizovat riziko díky předběžnému hodnocení cestujících, aplikací nových technologií při odbavení či revizí organizačních nebo režimových opatření. Těmi mohou být zvýšená četnost hlídek, hlídkování v nepravidelných intervalech, zavedení předběžné analýzy cestujících pracovníky odbavení nebo také zavedení bezpečnostních kontrol bezprostředně před nástupem do letadla či namátkových důkladnějších fyzických kontrol. V dalších publikacích se pak věnuje oblasti pyrotechnické ochrany letišť (2008; 2010) a předběžnému hodnocení cestujících (Maršálek a Ščurek, 2010; Ščurek al., 2013). Samotný pojem riziko je poté v obecné rovině možno chápat jako obavu z možných materiálních a nemateriálních dopadů nejistého prostředí systému na dosahování vytyčených cílů (Vochozka a Mulač, 2012) nebo jako nebezpečí negativních odchylek od vytyčených cílů (Fotr a Hnilica, 2014).

Na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice se Šourek, Široký a Hlavsová zaměřují na modelování procesu bezpečnostní kontroly z pohledu toku cestujících a jeho vlivem na propustnost stanoviště detekční kontroly (Široký a Hlavsová, 2014; Hlavsová a Široký, 2014) a dále posuzováním ergonomie při bezpečnostních kontrolách s akcentem na simulaci variantních návrhů vybavení a jeho rozměrů pro snížení fyzické zátěže (Šourek a Hlavsová, 2014).

Optimalizací dispozice stanoviště bezpečnostní kontroly s ohledem na tok cestujících se věnuje Bordovský (2011) pod vedením Šplíchala ve své diplomové práci v rámci studia na Leteckém ústavu Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. V práci dále popisuje vliv elektromagnetického rušení na činnost průchozích detektorů kovů a navrhuje modifikaci jejich umístění a případně odstínění s ohledem na minimalizaci negativních účinků.

Dalším pracovištěm orientovaným na problematiku bezpečnostní kontroly na letištích je Katedra letecké dopravy Vysoké školy obchodní v Praze, která se specializuje na problematiku lidského činitele v ochraně letecké dopravy před protiprávními činy. Děkan a Ploch (2014) se zde věnují vytvoření nové koncepce technologií pro behaviorální analýzu osob procházejících stanovištěm bezpečnostní kontroly. Na téže katedře se dále zabývají projektem „Znalostního centra pro oblast ochrany letecké dopravy před protiprávními činy“ (Air Transport Security Knowledge Centre). V rámci jeho dílčích úkolů jsou každoročně ve spolupráci s Letištěm Praha pořádány mezinárodní vědecké konference Air Transport Security a Safety a security konference. Dalším projektem na Vysoké škole obchodní v Praze

byl mezi lety 2015 a 2016 též projekt Akademické aliance Vývoj a aplikace nové koncepce bezpečnostní kontroly na letištích a dalších objektech kritické infrastruktury.

1.1.2 Optimalizace spolehlivosti pracovního prostředí z pohledu ergonomie pracovišť

Ústřední entitou zájmu je spolehlivost operátora detekční kontroly, jenž prostřednictvím své činnosti a obsluhy rentgenového zařízení do značné míry rozhoduje o bezpečnosti civilní letecké dopravy. Spolehlivost je podle Vdolečka (2002, s. 5) „obecná vlastnost objektu spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených technických podmínek“ nebo také „pravděpodobnost dodržení žádoucího chování“ (Černá a Černý, 2014, s. 53). Podle téže publikace je spolehlivost omezena na náhodné systémy, které jsou řadou menších poruch/faktorů vychylovány ze žádoucího průběhu. Tuto definici lze, s respektováním odlišností lidského činitele jako objektu zájmu, využít pro uvědomění si podstaty vykonávaných činností a charakteru omezujících podmínek/faktorů ve vztahu k prostředí pracoviště. Tím se následně zabývá multidisciplinární obor ergonomie, který využívá poznatky z antropometrie a biomechaniky, psychologie práce a fyziologie práce (Chundela, 2013). Dle Gilbertové a Matouška (2002) zkoumá fyziologie práce vlivy pracovního prostředí ve vztahu k obecné fyziologii člověka, tedy takzvané fyzické ergonomii. Naproti tomu psychologie práce „poskytuje poznatky o psychických nárocích na jednotlivé funkce“, jako jsou např. funkce kognitivní, vlivy osobnostních charakteristik na výkonnost, spolehlivost a přesnost. Patří sem rovněž sociální klima na pracovišti, adaptace, motivace aj. Zde jde o o psychickou ergonomii. Ergonomie samotná, někdy též nazývána jako Human Engineering, Human Factors, Biotechnology nebo Occupational Safety and Health, se dle Normy ČSN EN 614-1+A1 (2009) „…zabývá studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému“. Tato norma rovněž v Příloze A obsahuje informativní pokyny pro možný systém hodnocení ergonomie pracovišť.

Pracoviště operátora detekční kontroly tvoří malá, avšak relativně otevřená plocha vybavená bezpečnostním rámem, rentgenovým zařízením včetně pásu, zobrazovacím terminálem rentgenu, případně i detektorem výbušnin a skenerem tekutin. Z hlediska ergonomického posuzování pracovišť a pracovního prostředí na výkonnost a spolehlivost pracovních činností je třeba zmínit Národní politiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

České republiky (Ministerstvo práce a sociálních věcí, ©2008), která jako jednu ze svých priorit stanovuje zaměření výzkumu a vývoje na prevenci existujících, nových a potenciálních rizik na tzv. stanovištích zvláštního charakteru, mezi něž lze zařadit i pracoviště detekční kontroly na letištích i ostatních objektech kritické infrastruktury.

Z legislativních pramenů je třeba zmínit Listinu základních práv a svobod, která v článku 28 uvádí, že „Zaměstnanci mají právo na spravedlivou odměnu za práci a na uspokojivé pracovní podmínky." (Wagnerová et al., 2012), přičemž podrobnosti stanoví příslušný zákon. Tím je Zákon č. 309/2006 Sb. v aktuálním znění, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy nebo nazývaný též Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (Česko, 2006). V Hlavě I. § 2 jsou obecně definovány požadavky na pracoviště a pracovní prostředí. Je zde uvedena povinnost zaměstnavatele zajistit, aby pracovní podmínky na pracoviště odpovídaly bezpečnostním a hygienickým požadavkům na pracovní prostředí a aby „pracoviště byla osvětlena, pokud možno denním světlem, měla stanovené mikroklimatické podmínky, zejména pokud jde o objem vzduchu, větrání, vlhkost, teplotu a zásobování vodou". Prováděcím předpisem k tomuto zákonu je Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (Česko, 2007). Toto Nařízení aplikuje požadavky řady evropských směrnic (Směrnice Rady 89/391/EHS, Směrnice Rady 89/654/EHS, Směrnice EP a Rady 2009/148/ES, Směrnice Rady 90/269/EHS, Směrnice Rady 90/270/EHS, Směrnice Rady 98/24/ES, Směrnice Komise 2000/39/ES, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/37/ES, Směrnice Komise 2006/15/ES, Směrnice Komise 2009/161/EU, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/54/ES a Směrnice Rady 94/33/ES) ve vztahu k pracovním podmínkám, upravuje rizikové faktory pracovních podmínek, jejich členění, metody a způsob jejich zjišťování a hodnoty hygienických limitů. Dále upravuje způsob hodnocení rizikových faktorů z pohledu zdraví zaměstnance a definuje jej jako „hodnocení zdravotního rizika. V odstavci 2 § 2 je uvedeno, že pokud nelze z nějakého důvodu při identifikaci a hodnocení rizikových faktorů pracovního prostředí postupovat podle tohoto Nařízení, je vhodné postupovat podle příslušných technických norem.

Základy ergonomického návrhu pracovních prostor jsou obsaženy zejména v technických normativech třídy 83 a skupiny 35. O fundamentálních ergonomických zásadách a pojmech pojednává ČSN EN ISO 26800 (833512) Ergonomie – Obecný přístup, zásady a pojmy (2012). S ohledem na pracoviště detekční kontroly je nejdůležitější ČSN ISO 9241 (833582) Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály, a to část

6 Požadavky na pracovní prostředí (1998), která popisuje zásady řešení pracovního prostředí s ohledem na intenzitu osvětlení, hlučnosti, teploty, mechanických vibrací a elektromagnetických polí. Dále je to ČSN 01 2725 Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí (1960), jež stanovuje závislost barvy na intenzitě osvětlení a zásady pro modifikace barevných a optických podmínek pracoviště. Nezbytností integrovaného přístupu k navrhování pracovišť s ohledem na technické, sociální i fyzické požadavky pracovníků a v důsledcích ve vztahu k pracovní pohodě, zdraví a výkonnosti se zabývá ČSN EN ISO 6385 (833510) Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů (2004). Zásadami realizace průzkumu prostředí za účelem stanovení pocitu komfortu a pohody lidí v konkrétním prostředí se zabývá ČSN EN ISO 28802 (833514) Hodnocení životního prostředí pomocí environmentálního průzkumu zahrnujícího fyzikální měření a subjektivní odezvy člověka (2012). ČSN EN ISO 15265 (833554) Ergonomie tepelného prostředí – Strategie posuzování rizika pro prevenci tepelného stresu nebo diskomfortu v tepelném pracovním prostředí (2005) popisuje strategie posuzování a interpretace rizika fyziologických omezení člověka nebo snížení komfortu při práci v daném prostředí. S ohledem na charakter pracoviště detekční kontroly lze zvažovat i využití normy ČSN EN ISO 12100 (833001) Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika (2011) a normy ČSN EN ISO 11064-6 (833586) Ergonomické navrhování řídicích center – Část 6: Environmentální požadavky na řídicí centra (2005), která stanovuje environmentální požadavky na velíny i jiné provozní oblasti řízených systémů s ohledem na tepelně vlhkostní podmínky, čistotu pracovního ovzduší, světelné prostředí, akustické prostředí, vibrace, estetiku a návrhy interiérů.

Význam prostředí v ergonomii pracoviště uvádí, včetně faktorů potenciálně ovlivňující pracovní výkon a chybovost pracovníka, již zmíněný Chundela (2013). Řadí sem vlivy osvětlení, záření, hluku, vibrací, klimatických podmínek a barevného řešení pracovišť.

Aplikačně se problematice věnují již zmínění Gilbertová a Matoušek (2002), vymezující základní pojmový aparát a teoretická východiska ve vazbě na výkonovou kapacitu člověka, typologii stresorů na pracovišti a zdůrazňují úlohu zaměstnavatele jako vyhodnocovatele příčin poklesu pracovní výkonnosti a stížností zaměstnanců na nevyhovující pracovní prostředí.

Skřehot, Houser a Marek v rámci projektu „Hodnocení vlivu pracovního prostředí blokových dozoren průmyslových provozů na spolehlivost výkonu operátorů“ publikovali článek (2015), kde popisují ergonomická rizika a pracovní podmínky operátorů v řídicích centrech včetně výsledků měření vybraných faktorů pracovního prostředí na trojici řídících

center. V dalším článku Skřehot a Houser (2014) zdůrazňují vazbu kumulativních ergonomických rizik na spolehlivost a výkonnost operátorů řídících center.

Přípravou, vývojem a evaluací standardních metod měření a hodnocení fyzikálních a chemických faktorů v pracovním prostředí se zabývá Státní zdravotní ústav, konkrétně Národní referenční laboratoř pro měření a posuzování hluku v pracovním prostředí a vibrací (Státní zdravotní ústav, ©2016a) a Národní referenční laboratoř pro prašnost a mikroklima v pracovním prostředí (Státní zdravotní ústav, ©2016b). Cílem nastavených hygienických limitů je však zabránění negativním účinkům zkoumaných vlivů na zdraví zaměstnance, nikoliv na jeho výkonnost.

V dalším článku Senčík (2015) zdůrazňuje právo zaměstnance na kvalitní pracovní prostředí s ohledem na vybrané parametry osvětlení, hluk a mikroklima kancelářského pracoviště. Zároveň předkládá vzorový dotazník pro orientační subjektivní hodnocení pracovního místa pracovníkem.

Havlíková (2009) se ve svém článku věnuje podstatě a modelům hodnocení lidské spolehlivosti v systémech člověk-stroj. Vysvětluje HEP[2], tedy určení pravděpodobnosti nesprávného provedení zadaného úkolu lidským operátorem a její důležitost v systémech, v nichž chybné rozhodnutí vede ke snížení úrovně bezpečnosti.

1.2 Analýza současného stavu v zahraničí

V mezinárodním měřítku je při realizaci optimalizačních opatření třeba respektovat mezinárodně závazné úmluvy a další nadnárodní legislativu na globální i evropské úrovni, které jsou platné pro Českou republiku. Kromě Annexu 17, zmíněného v části 1.1, je jedním z nejdůležitějších dokumentů rámcové Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 300/2008 (2008), které stanovuje společná pravidla v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy. Na toto nařízení přímo navazuje Nařízení Komise č. 272/2009 (2009), jímž se doplňují společné základní normy ochrany civilního letectví před protiprávními činy stanovené v příloze nařízení 300/2008. Prováděcím nařízením je následně Nařízení Komise č. 1998/2015 (2015), kterým se stanovují prováděcí opatření ke společným základním normám letecké bezpečnosti.

[2] Human Error Probability

S respektováním rozlišení oblastí bezpečnostní kontroly a řešení spolehlivosti pracovních činností z pohledu ergonomie pracovišť jsou dále uvedeny přístupy k realizaci optimalizačních opatření v nadnárodním měřítku.

1.2.1 Optimalizace procesu bezpečnostní kontroly

Klíčovou úlohu ve výzkumu optimalizačních nástrojů a metod plní **Mezinárodní** asociace leteckých dopravců **IATA**[3], která v roce 2011 představila vizi nazvanou Checkpoint of the Future. (IATA, ©2011) Ta předpokládala kompletní změnu koncepce procesu bezpečnostních kontrol s důrazem na diferenciaci cestujících dle jejich potenciální rizikovosti a následnou detekční kontrolu s ohledem na zařazení do právě jedné skupiny. Projekt předpokládal využití průchozích automatizovaných detektorů kovů, tělesných skenerů, detektorů stopových částic chemických prvků a výbušnin ulpívajících na oděvu cestujících či detekci nápojů v nesených nádobách. Tyto technologie, jakož i vize samotná, se však prozatím ukázaly jako technicky nerealizovatelné a IATA proto ve spolupráci s Mezinárodní radou letišť ACI[4] projekt transformovala ve Smart Security (IATA, ©2013). Jeho cílem je zkoumat využitelnost nových technologických řešení při současném zachování vysoké úrovně bezpečnosti a zrychlení toku cestujících bezpečnostní kontrolou.

Největší vládní organizace v civilním letectví **ICAO** publikovala poprvé v roce 2002 dokument Doc. 9808 Human Factors in Civil Aviation Security Operations (ICAO, ©2002), v němž v kapitole 2.8 zdůrazňuje, že aplikování metod ergonomie je důležité, mimo jiné, pro minimalizaci výskytu chyb operátorů bezpečnostní kontroly.

Jednou z nejmladších organizací, věnující se oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy, je **americký** Úřad pro bezpečnost v dopravě TSA. Vznikl jako důsledek teroristických útoků z 11. září 2001 a jeho cílem je zajištění vysoce účinného systému ochrany před protiprávními činy nejen v letecké dopravě. Ten se však za pomoci testovacích týmů specializuje na identifikaci oblastí a prostředků pro zvýšení efektivity bezpečnostních kontrol, a to zejména ve vztahu k pokročilým metodám detekce nebezpečných předmětů a zvýšením četnosti důkladných osobních prohlídek na vybraných letištích nejen ve Spojených státech, ale i na zahraničních letištích, odkud existují přímá letecké spojení do Spojených států (TSA, ©2015). TSA rovněž v roce 2012 publikoval Checkpoint Design Guide (©2012) v němž

[3] International Air Transport Association
[4] Airport Council International

definuje rozměrovou a prostorovou koncepci stanovišť bezpečnostní kontroly na letištích ve Spojených státech. Dle části 1.1 by se v případě budování nových či rekonfigurace stávajících stanovišť měly brát na zřetel faktory pracovního prostředí jako teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, jeho kvalita, osvětlení a hluk a to tak, aby byly pro pracovníky vytvořeny přijatelné a komfortní podmínky. Jednotlivé faktory však nejsou dále rozvedeny.

Cílem, tedy zajištěním bezpečnosti posádky, cestujících, pozemního personálu a ostatní veřejnosti, se zabývá politika ochrany před protiprávními činy. Ta je v provozní praxi realizována souborem lidských a materiálních prostředků a bezpečnostních operací tvořící kupříkladu ve Spojených státech je dle amerického Úřadu pro bezpečnost v dopravě TSA[5] dvacet vrstev sítě bezpečnostních ochran (obrázek 1), přičemž bezpečnostní kontrola je jedním z nedůležitějších a nejviditelnějších způsobů v zamezení přístupu nežádoucích osob nebo zakázaných předmětů do vyhrazeného bezpečnostního prostoru letiště a na palubu letadla (TSA, ©2012). Míra implementace jednotlivých vrstev je v různých regionech a státech světa rozdílná.

[5] Transport Security Administration

Obrázek 1 Vrstvy sítě bezpečnostních ochran v USA (volně přeloženo z anglického originálu) (TSA, ©2012)

Evropským projektem, který stál u zrodu myšlenky tématu této disertační práce, byl projekt s názvem BEMOSA – Behaviour Modelling for Security in Airports (BEMOSA, ©2013). Probíhal v letech 2009-2013 ve spolupráci s Israel Institute of Technology v **Izraelské** Haifě. Jeho cílem bylo zjistit, zda existují rozdíly mezi chováním bezpečnostních pracovníků

na letišti při řešení standardních a nestandardních situací a jakou míru mohou hrát při rozhodovacích procesech sociální vazby a neformální autority mezi zaměstnanci. Autor disertační práce prováděl sekundární analýzu v rámci projektu zjištěných dat v souvislosti se zapojením brněnské firmy B&M Internets a Letiště Brno do projektu BEMOSA (Beránek et al., 2012).

Prof. Schwaninger se v rámci Center for Adaptive Security Research and Applications (CASRA) ve **Švýcarském** Curychu zabývá problematikou lidského faktoru v ochraně civilního letectví před protiprávními činy s vědeckou aplikací na vývoj software, aplikovanou kognitivní psychologii a počítačové modelování interakce člověk-stroj (Schwaninger et al., 2016). Ve studii (Hättenschwiler et al., 2015a) zkoumal vztahy mezi znalostmi operátorů detekčních kontrol o objektech, nepředstavujících nebezpečí, a počty falešných poplachů v simulovaném prostředí a dále efektivitu e-learningového kurzu zaměřeného v rozpoznávání takových objektů. V článku (Hättenschwiler et al., 2015b) uvádí výsledky studie zaměřené na faktory, které mohou ovlivňovat práci operátorů detekční kontroly. Vedle složitosti obsahu zavazadla a způsobu jeho naložení na pás rentgenu jsou environmentální činitelé jedním ze tří hlavních faktorů četností výskytu i potenciálním vlivem na bezpečnost. Dle závěrů studie je třeba směřovat další činnost zkoumání těchto proměnných.

1.2.2 Optimalizace spolehlivosti pracovních činností z pohledu ergonomie pracovišť

Do této části lze zařadit technické normy EN ISO, mající mezinárodní základ, které jsou však již zmíněny v kap. 1.1.2. ve vztahu k České republice. Jedná se zejména o normy EN ISO 26800, EN ISO 9241, EN ISO 6385, EN ISO 28802, EN ISO 15265 a EN ISO 11064-6.

Směrnice **Evropského** parlamentu a Rady 2006/42/ES (2006) v části 1.1.6. Ergonomie uvádí, že v interakci člověk-stroj musí být při předpokládaných podmínkách používání nepohodlí, únava a fyzická a psychická zátěž obsluhy snížena na co nejmenší míru s respektováním použitelných ergonomických zásad.

Klíčovým dokumentem v oblasti výzkumu ergonomie pracovišť z pohledu potenciálně negativních vlivů je „Priorities for occupational safety and health research in Europe: 2013-2020“ (European Agency for Safety, ©2013) Podle něj, přestože se na pracovištích za poslední desítky let objevují nové hrozby a nová skrytá nebezpečí, některé negativní faktory stále přetrvávají. Jmenovitě vystavování fyzickým rizikům jako např. hluk, vibrace, vysoké či nízké teploty, chemické látky, opakující se pohyby apod. Tato rizika nejsou systémově řešena a dle uvedené studie je třeba zaměřit se na jejich další výzkum.

Studie zpracovaná Evropskou agenturou pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA[6] (Stolk, 2012) definuje prvky fyzického prostředí pracoviště (neadekvátní vybavení, nedostatek prostoru, nevyhovující osvětlení a nadměrný hluk) jako psychosociální stresory, které mohou ovlivňovat kvalitu vykonávaných pracovních činností. Doporučením této studie je věnovat pozornost testování variantních návrhů systémového přístupu k řízení psychosociálních rizik a vyhledávání dalších negativních vlivů pracovního prostředí.

Ve vztahu k operátorům detekční kontroly je rovněž důležitý další dokument EU-OSHA z roku 2009 (European Agency for Safety, ©2009). Ten pohlíží na problematiku pohledem rizik spojených s interakcí člověk-stroj v rámci sociotechnického systému příslušných pracovních činností. Diskutuje též oblast selhání lidského činitele a snížení spolehlivost systému, mezi jehož determinanty řadí neadekvátní design pracoviště a jeho vybavení, nízkou úroveň výcviku, neodpovídající pracovní pomůcky a nevyhovující klimatické podmínky na pracovišti.

Jako relevantní zdroj dat této práce posloužila i literární rešerše „Can better working conditions improve the performance of SMEs?“ publikovaná v roce 2013 Mezinárodní organizací práce ILO[7] se sídlem ve **Švýcarské** Ženevě (Croucher et al., 2013). Zaměřuje se na malé a střední podniky a představuje analýzu sedmi desítek primárních dokumentů z oblasti pracovního prostředí a řízení rizik spojených s psychosociálním prostředím uvnitř firem.

Kanadský model COPM (Canadian Occupational Performance Measure[8]) (Law, 2008) se využívá mimo jiné jako nástroj k určení problémových oblastí ve výkonu zaměstnávání. Podle tohoto modelu je pracovní výkon dán interakcí mezi jedincem, pracovní činností a prostředím, přičemž prostředí je dále kategorizováno na dílčí složky fyzické, sociální, kulturní a institucionální.

Na **Slovensku** v rámci Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešově zdůrazňuje Kubáni (2011) důležitost pracovního prostředí na výkon a bezpečnost práce. Zároveň však zmiňuje, že vliv prostředí pracoviště může být na jednotlivé zaměstnance odlišný, přičemž se bere do úvahy osobnost pracovníka, motivace, identifikace s podnikem, aj. Dále popisuje jednotlivé faktory prostředí, jež by mělo být podrobovány inspekci, jako je osvětlení, hluk, barevné řešení pracoviště, mikroklimatické podmínky a jejich vliv na výkon pracovníků.

---

[6] European Agency for Safety and Health at Work
[7] International Labour Office
[8] v českém jazyce je používán termín Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání

Kováč a Szombathyová (2005) ve svém článku zvažují možný přesah ergonomických faktorů pracoviště z obecně platného vlivu na zdraví i na ekonomické ukazatele podniku prostřednictvím zvýšení výkonnosti a produktivity práce za využití vhodných ergonomických zásad respektujících výkonovou kapacitu člověka s ohledem na adaptaci na pracovní prostředí. Článek je součástí realizace grantového projektu VEGA 9451 - Zvyšovanie produktivity hybridnej montáže komponentov v automobilovej výrobe.

Americký úřad pro letectví FAA[9] provedl výzkum (Bosley et al., 2013), jenž měl za cíl zmapovat fyzikální parametry pracovního prostředí techniků údržby letadel, zhodnotit rozdíly mezi jednotlivými pracovišti a směnami a vliv mezních hodnot na výkonnost techniků.

Dokumentem, doporučujícím jednotlivé aspekty pracovního prostředí řídících letového provozu, je ICAO Human Factors Digest No. 8 - Human Factors in Air Traffic Control (SESAR, ©2012). Ten ve druhé kapitole The Controller's Workspace popisuje stanoviště řídících z pohledu zajištění budovy proti nežádoucím vnějším faktorům, zejména pak hluku. Dále se věnuje vnitřnímu uspořádání budovy, designu stanoviště s ohledem na antropometrii pracovníků, fyzickému prostředí z pohledu materiálů a barevného řešení povrchů, osvětlení, hluku a teploty na pracovišti, kde popisuje i jejich doporučené hodnoty.

O vlivu osvětlení na výkonnost operátorů se zobrazovacími terminály hovoří studie autorů Hu, Yi, Hao, Qiao a Guo (2018), která v rámci experimentu zkoumá na vzorku studentů možnosti ovlivnění z pohledu intenzity osvětlení a teploty barev. Systémovým možnostem zvyšování výkonnosti za pomoci řízení lidských zdrojů se věnují autoři Banks, Mosier, Robertson, Honan a Cascio (2017). Podle nich patří mezi základní stavební kameny pro udržení stávajících pracovních sil vytvoření kvalitního pracovního prostředí s respektováním závazných i fakultativních ergonomických zásad. To je zvláště důležité v odvětví vázané na pracovní činnosti s citlivými zdroji, jako jsou právě operátoři detekční kontroly na letišti, kteří podléhají relativně velké míře fluktuace. Další článek (Van der Voordt a Jensen, 2017) diskutuje v obecné rovině problematiku hodnocení výkonnosti pracoviště, přičemž definuje dvanáct hodnotících parametrů zaměřených na oblasti vnitropodnikových procesů, ekonomických a sociálních parametrů a ergonomických indikátorů.

Vliv teplotního mikroklimatu pracoviště na pracovní výkon potvrzují články autorů Hanckocka a Vasmatzidise (1998) a autorského kolektivu Kjellstrom, Holmer, Lemke (2009). Asante ve své studii (2012) zdůrazňuje, že vedoucí výzkumní pracovníci doporučují principy

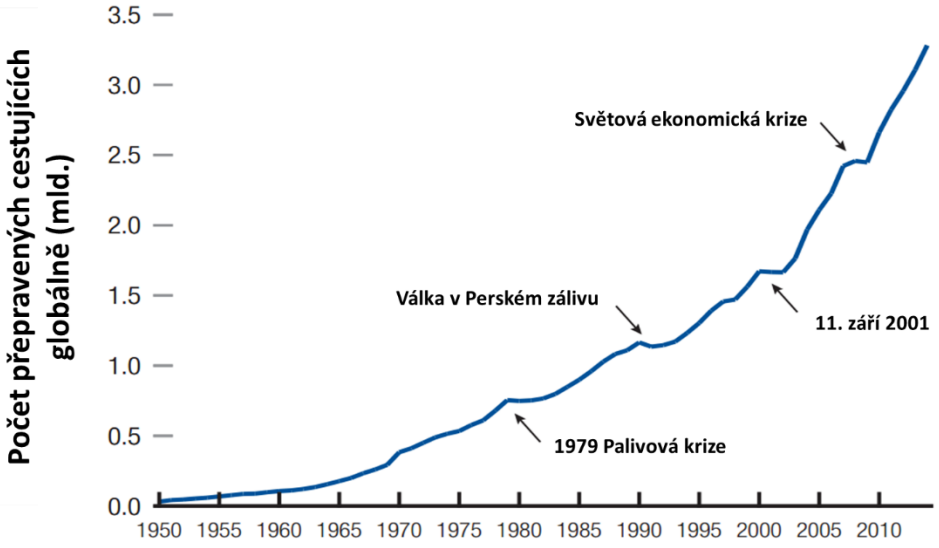
[9] Federal Aviation Administration

tzv. kancelářské ergonomie jako jeden z klíčových nástrojů, prostřednictvím kterého mohou zaměstnanci dosáhnout na pracovišti nejlepší výkonnosti.

1.3 Kritické zhodnocení analýzy současného stavu

Podle údajů nevládního sdružení IATA (©2016) každoročně využije leteckou dopravu přibližně 3,5 miliardy cestujících, přičemž toto číslo se, až na malé výkyvy způsobené objektivními faktory, každoročně zvyšuje již od roku 1950 (obrázek 2). IATA publikovala v roce 2014 na mezinárodní konferenci v Aténách předpokládaný vývoj počtu cestujících v letecké dopravě mezi lety 2014-2034 (IATA, ©2014). Ten předpovídá průměrný stabilní růst poptávky po letecké přepravě 3,9 % ročně, přičemž optimistická varianta počítá dokonce s každoročním růstem 5,6 % cestujících. Je však zřejmé, že v takto globalizovaném odvětví citlivém na nepředvídatelné světové události lze pocítit vliv rozličných negativních faktorů, které mohou v budoucnu krátkodobě oslabit předpokládaný růst. Podle informací ACI tvoří náklady na zajištění security průměrně 20 % z celkových provozních výdajů provozovatelů letišť v Evropě (ACI Europe, ©2015).

Z těchto údajů je evidentní, že optimalizace procesu bezpečnostní kontroly je vysoce aktuální téma, které je třeba řešit systémově na několika liniích. Tomu odpovídá i výše provedená analýza aktuálního stavu poznání v oblasti.



Obrázek 2 Globální vývoj počtu cestujících (mld.) v letecké dopravě mezi lety 1950-2014 (Oxley and Jain, 2015)

Lze konstatovat, že přístupy k realizaci optimalizačních opatření procesu bezpečnostní kontroly na letištích se zaměřují převážně na zvýšení propustnosti toku cestujících bezpečnostní

kontrolou, posouzení ergonomie prostorového řešení pracoviště pro snížení fyzické zátěže operátorů (ČSN EN ISO 11064-6, 2005; ČSN EN ISO 9241, 1998), zvýšení intenzity běžných či namátkových bezpečnostních kontrol (Croucher, 2013) nebo výzkum možného využití technologií pro behaviorální analýzu cestujících s cílem jejich diferenciace pro vícestupňovou bezpečnostní kontrolu (Děkan a Ploch, 2014) v rámci projektu IATA Smart Security (IATA, ©2013). Působení podmínek pracovního prostředí operátorů na spolehlivost provádění detekční kontroly řešena není v letecké dopravě, ani u jiných prvků kritické infrastruktury. Pro disertační práci bylo proto nezbytné přijmout teorii i praktické realizace z oborů souvisejících s optimalizací spolehlivosti pracovních činností z pohledu ergonomie rozdílných pracovišť mimo původní obor výzkumu.

Analýzou těchto přístupů se zabývaly části 1.1.2 a 1.2.2. Bylo zjištěno, že při bádání v oblasti ergonomického návrhu pracovních prostor je třeba respektovat zásady řady ISO norem a standardní metody měření a hodnocení fyzikálních a chemických faktorů v pracovním prostředí, jimiž se zabývá Státní zdravotní ústav. Z literární rešerše dále vyplývá obecný zájem o řešení problematiky interakce člověk-stroj s ohledem na selhání lidského činitele a jeho spolehlivost ve vztahu k podmínkám na pracovišti (European Agency, ©2013; Stolk, 2012; European Agency ©2009). Za zmínku stojí rovněž Rámcová dohoda o stresu spojeném s prací (Svaz průmyslu a dopravy, ©2004), která byla podepsána zástupci evropských zaměstnanců i zaměstnavatelů. Ta popisuje, že „…mají všichni zaměstnavatelé zákonnou povinnost chránit bezpečnost a zdraví pracovníků. Tato povinnost se vztahuje rovněž na problémy stresu spojeného s prací za předpokladu, že představuje riziko pro zdraví a bezpečnost.“ Cílem je, aby zaměstnavatel vyhodnocoval, zda na pracovišti dochází ke stresu. Pokud ano, pak by měl hledat způsoby, jak jej eliminovat. Tato dohoda z roku 2004 však dosud nebyla do národní legislativy České republiky transponována. Její implementace byla plánována společně s novelou zákoníku práce v roce 2017, nakonec však zákon č. 262/2006 Sb. v tomto smyslu novelizován nebyl.

Nejblíže tématu zkoumání je projekt „Hodnocení vlivu pracovního prostředí blokových dozoren průmyslových provozů na spolehlivost výkonu operátorů“ (Skřehot et al., 2015), jelikož jde o hodnocení faktorů pracovního prostředí, jejich vazbu na výkonnost a chybovost pracovníků, který v rámci pracovních úkolů využívají interakci člověk-stroj. Jeho principy posloužily jako jeden ze vstupů při tvorbě konkrétních metod disertační práce. V obecném měřítku lze vycházet ze základní vize IATA Smart Security, jehož cílem je zlepšení prostředí a zážitku pro cestující v průběhu bezpečnostní kontroly. Lze předpokládat, že zvelebení prostředí pro cestující může mít zároveň pozitivní dopady na pracovníky, kteří tuto kontrolu

provádějí. Prostředkem k dosažení tohoto cíle je však spíše konstrukce samotných stanovišť s ohledem na cestující, nikoliv identifikace a minimalizace negativních faktorů pracovního prostředí operátorů. Podnět ke zkoumání samotných pracovníků jako lidského činitele či autority, která v konečném důsledku rozhoduje o bezpečnosti letecké dopravy, dává závěrečná zpráva projektu BEMOSA (©2013), v níž je uvedeno „security decisions depend on employees“.

Autor disertační práce provedl v počátečních fázích výzkumu na Letišti Václava Havla Praha zjednodušenou pilotní studii, v níž se formou anonymních dotazníků ptal operátorů detekční kontroly na jejich pracovní prostředí. Publikované výsledky (Drahotský a Zýka, 2014) mimo jiné naznačují, že z celkového počtu 40 respondentů si např. na příliš vysokou či nízkou teplotu a teplotní výkyvy na dislokovaných pracovištích v rámci letiště si stěžovalo 80 % dotázaných. Intenzita osvětlení, množství monitorů nebo světelná reklama ztěžuje soustředění 55 % operátorů, 42,5 % pracovníků obtěžuje nadměrný hluk a 40 % pak zápach.

Na základě uskutečněné analýzy je zřejmé, že zamýšlené téma nebylo prozatím uceleně řešeno na domácích, ani zahraničních univerzitách. Dle výše provedeného zhodnocení je přitom uskutečnění optimalizačních opatření vztahů člověk-stroj-prostředí žádoucí, což si uvědomuje stále více firem u nás i ve světě. Ty kromě tradičních systémů bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) přicházejí s aplikací metod identifikace ergonomických rizik, jejich hodnocení a zavádění optimalizačních opatření. Jako cíl přitom vnímají zvýšení kvality pracovního života zaměstnanců, kterou lze vyjádřit v rovině zdravotní, sociální, ekonomické a produkční, tj. redukce pracovních úrazů nebo nemocí z povolání, eliminace diskomfortu a posílení pracovní pohody, snížení nákladů na léčení zaměstnanců nebo snížení ztráty vinou jejich absence a zvýšení motivace zaměstnanců a jejich výkonnosti (Moore, 2001; Skřehot a Marek, 2016).

Realizace disertační práce tedy vyžadovala interdisciplinární přístup aplikace poznatků ergonomie pracovišť do optimalizace procesu bezpečností kontroly.

2 DEFINICE CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE

Z provedené analýzy současného stavu poznání a jejího kritického zhodnocení vyplynuly otázky, které v současné době nejsou řešeny, ačkoliv dílčí kroky k jejich naplnění jsou na několika frontách uskutečňovány. S ohledem na jejich roztříštěnost však chybí konkrétní ucelené řešení a propojení logistického řetězce bezpečnostní kontroly s lidským faktorem na straně operátorů detekční kontroly, kteří jsou povětšinou vnímáni jako stabilní prvek systému s pevně danou spolehlivostí vykonávaných činností.

Na tomto základě byl stanoven cíl disertační práce „**Metodika pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly**“ (dále v práci též jako Metodika). Ta bude, jakožto manažerský nástroj, definovat postupy pro evaluaci poměrů pracovního prostředí a podmínek na stanovištích detekční kontroly v letištních terminálech. Měla by umožňovat provozovatelům letišť relativně snadno, za pomoci hodnotících „checklistů“, posoudit, zda jsou jejich zaměstnanci – operátoři detekční kontroly při své práci vystavováni ergonomickým rizikům, potenciálně snižujícím spolehlivost lidského činitele při identifikaci zakázaných předmětů v zavazadlech cestujících i ostatních zaměstnanců, kteří procházejí stanovištěm detekční kontroly. Součástí disertační práce je dále návrh implementace metodiky do provozní praxe mezinárodního letiště.

Cíl a jeho řešení však byly nastaveny tak, aby finální Metodika byla po drobných úpravách použitelná rovněž pro realizaci řešení uplatnitelného i v jiných odvětvích dopravy, stejně jako v dalších prvcích kritické infrastruktury a jiných objektech, kde je prováděna ochrana objektů a prostorů za pomoci detekční kontroly.

Ke splnění vytyčeného cíle bude nezbytné vykonat určité parciální kroky a splnit tak dílčí cíle disertační práce:

1. Vytvořit model stanoviště detekční kontroly se znázorněním prostorového uspořádání pracoviště ve vztahu člověk-stroj-prostředí a popisem pracovních úkonů operátora detekční kontroly a jejich časové posloupnosti.
2. Identifikovat množiny měřitelných ergonomických kritérií a parametrů pracovního prostředí.
3. Stanovit kritéria hodnocení zvolených parametrů.
4. Provést odbornou vícerozměrnou expertní analýzu.
5. Stanovit váhy jednotlivých parametrů na základě provedené expertní analýzy.
6. Vymezit intervaly hodnot definovaných parametrů pracovního prostředí.

7. Stanovit míry ergatičnosti pro vymezené intervaly hodnot definovaných parametrů.
8. Vytvořit Metodiku pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly.
9. Vypracovat návrh implementace Metodiky do provozní praxe mezinárodního letiště.
10. Provést analýzu rizik pro uplatnění Metodiky.
11. Definovat přínosy pro příslušné provozní praxe a vědní obory.

3 PŘEHLED ZVOLENÝCH METOD ZPRACOVÁNÍ

Tato kapitola uvádí přehled manažerských či vědeckých metod, které byly zvoleny pro zpracování vlastní disertační práce, a to včetně popisu jejich konkrétního použití v dalších krocích vedoucích k naplnění vytyčených cílů.

V průběhu realizace disertační práce byl autor limitován následujícími objektivními omezujícími podmínkami:

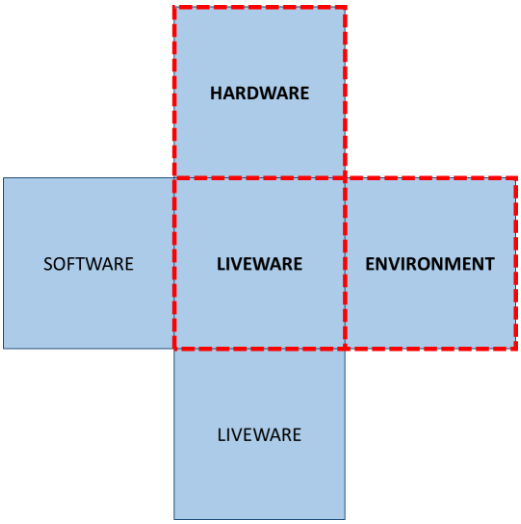
a) Regulační rámec civilního letectví – jak je naznačen v části. 1.1 a 1.2
b) Pravidla pro ergonomii pracovišť – jak jsou naznačena v části. 1.1.2 a 1.2.2
c) Provozní prostředí letiště – nesmí dojít k omezení běžného provozu
d) Bezpečnost civilního letectví – procesem realizace ani následným návrhem Metodiky a její implementací nesmí dojít ke snížení úrovně bezpečnosti, ani přenesením rizika na jiné místo
e) Práce s citlivými daty spolehlivosti stanovišť detekční kontroly – autor disertační práce je držitelem Dokladu o spolehlivosti vydaném Úřadem pro civilní letectví v souladu s §85e zákona č. 49/1997 Sb. o civilním letectví
f) Omezené finanční zdroje
g) Omezené lidské zdroje

3.1 Systémová analýza

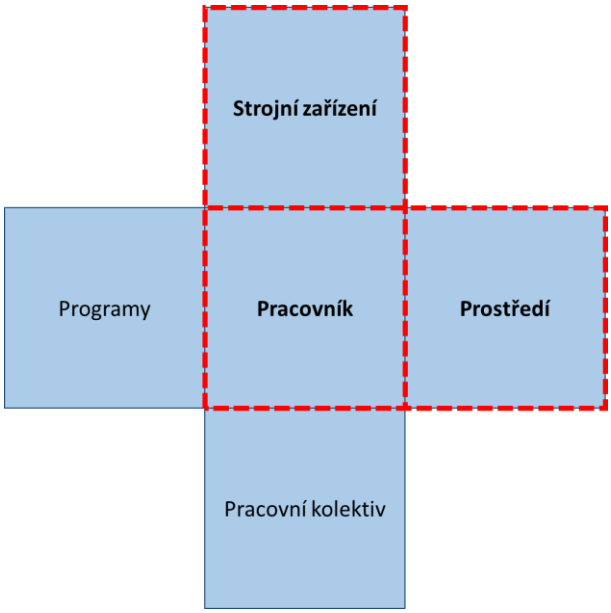
Úkolem systémové analýzy je kromě identifikace funkcí a cílů systémů i poznání chování a struktury systému, stejně jako vazeb systému či jeho jednotlivých prvků na okolí. (Votruba, Klečáková a Kalika, 2008)

3.1.1 SHELL model

Pro základní náhled do problematiky modelování lidského činitele v sociotechnických systémech poslouží SHELL model, vytvořený prof. Edwardem už v roce 1972. Model, jehož název je zkratkou počátečních písmen názvů jednotlivých bloků, znázorňuje ve svém středu člověka, pracovníka či objekt našeho zájmu, jehož činnost je determinována a ovlivňována okolním prostředím (Environment); fyzickými prvky pracoviště – stroji (Hardware); lidmi, s nimiž je pracovník v kontaktu (Liveware); a nehmotnými aspekty prostředí, jako jsou například prováděcí předpisy a normy, bezpečnostní procedury, počítačové programy, aj. (Software) (Reason, 1997).



Obrázek 3 SHELL model znázorňující interakci člověk-stroj-prostředí (Reason, 1997)



Obrázek 4 SHELL model znázorňující interakci člověk-stroj-prostředí (volně přeloženo z anglického originálu) (Reason, 1997)

Spojení LH – Liveware a Hardware bývá rovněž v literatuře označováno zkratkou MMS – Man Machine System, tedy systém člověk – stroj (Yoshikawa, 1995). S ohledem na téma a cíl disertační práce je třeba sledovat zejména interakci LHE – Liveware, Hardware, Environment, tedy vazby mezi člověkem/pracovníkem (operátorem detekční kontroly), strojním zařízením (zobrazovacím terminálem s výstupy rentgenových snímků zavazadel) a prostředím daného stanoviště (obrázek 3, volně přeloženo z anglického originálu obrázek 4). Tato trojice faktorů bývá rovněž v literatuře označována jako 3M „Man, Machine, Medium“

nebo „Man, Machine, Environment“, mezi nimiž probíhají vazby hmotné, energetické a informační (Chundela, 2013).

Z výstupů výše uvedené systémové analýzy bude poté vytvořen procesní model stanoviště detekční kontroly s popisem prostorového uspořádání pracoviště. Ten bude modifikován s cílem věrného podání vlastností a procesů, které budou důležité pro realizaci dalších kroků práce a naopak zanedbá vlastnosti a procesy, které jsou pro další řešení zbytné, a mohou být, s ohledem na stanovený cíl práce, zanedbány.

3.1.2 Model procesů řízených událostmi (eEPC)

K realizaci klíčové části prvního dílčího cíle disertační práce, tj. konstrukci modelu stanoviště detekční kontroly se zdůrazněním vztahu člověk-stroj-prostředí a popisem pracovních úkonů operátora detekční kontroly včetně jejich časové souslednosti, je použito metody analýzy podnikových procesů. Jejich cílem je v obecné rovině odhalit neefektivní či nadbytečné procesy a tyto procesy optimalizovat nebo eliminovat. Mezi takové metody patří například ARIS, BSP, ISAC a PDT (Řepa, 2007). Protože není v této fázi úkolem provádět optimalizační opatření, lze vystačit s elementární notací, tedy definovanou sadou grafických objektů, která umožňuje jednoznačnou deskripci posuzovaného procesu v rámci definované metody.

Základní metodou, která umožňuje nejlépe zachytit podstatu řešeného problému s ohledem na cíl práce, je model EPC (Event-driven Process Chain) neboli model procesů řízených událostmi. Jak uvádí Řepa (2007), je tento model rozhodující součástí metody ARIS pro reprezentaci procesů. Řadí se do skupiny dynamických modelů, které utvářejí vazby mezi statickými zdroji systému a zdroji organizujícími, jejímiž úlohami je vytvářet procesy (činnosti či úkoly) pro statické zdroje.

Nezbytnou součástí EPC modelu jsou tzv. objekty, které tyto zdroje reprezentují. V zásadě lze hovořit o těchto elementech:

- Události
- Funkce
- Logické spojky
- Kontrolní toky

Jako **události** (events) jsou označovány ty prvky, jež popisují stav systému před nebo po vykonání přidělené funkce. To mimo jiné znamená, že funkce jsou v EPC modelu provázány právě prostřednictvím událostí, které tak formují jejich vstupní a výstupní podmínky. Tzv. „pre-

podmínky“ a „post-podmínky“. Jedná se o pasivní elementy, které stojí vždy i na počátku a konci procesu popsaného EPC diagramem. Lze pak hovořit o události počáteční a ukončující. Události tedy jednoznačně popisují, co se změnilo realizací funkce. (Řepa, 2007).

Funkce (activities) představují aktivní prvky a definují činnosti, které mají být vykonány lidmi nebo informačními systémy. Modelují tedy aktivity a charakterizují transformace jedné události v druhou. Funkce mohou vyvolat více než jednu událost. V takovém případě se použijí tzv. logické spojky.

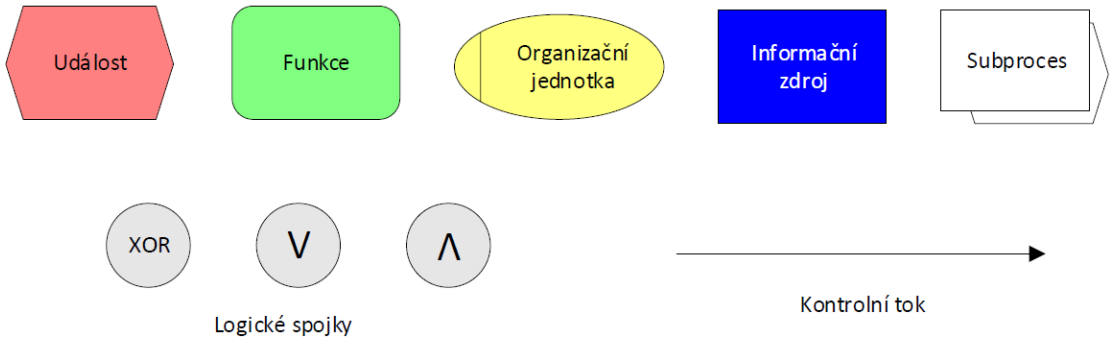
Logické spojky (connectors) někdy označované též jako „pravidla“ rozdělují tok procesu do více ramen a rovněž umožňují tato ramena opět spojit. Hovoří se tedy o spojkách slučovacích (join) a rozdělovacích (split). V rámci EPC modelu jsou využity spojky AND, OR a XOR, kde splnění obou podmínek je vyjádřeno spojkou AND (∧), splnění alespoň jedné podmínky spojkou OR (∨) a splnění výhradně jedné podmínky spojkou XOR.

Kontrolní toky (control flows) spojují události, funkce a logické spojky, přičemž svou orientací znázorňují směr, kterým proces postupuje v souladu s jeho časovou sousledností. Indikují tedy transformace mezi ostatními elementy diagramu.

V průběhu devadesátých let byl model EPC, využívaný pro kontextovou úroveň popisu, v souladu s požadavky provozní praxe rozšířen o nové objekty, což vedlo ke konstrukci eEPC modelu (Extended Event-driven Process Chain) (Dumas et al., 2005). Ten je využíván pro detailní činnostní úroveň popisu a zahrnuje, kromě výše uvedených základních prvků EPC, například tyto elementy:

- Organizační jednotky
- Informační zdroje
- Subprocesy
- aj.

Jako **organizační jednotky** jsou posuzováni zaměstnanci či oddělení v podniku, kteří jsou zodpovědní za vykonávané aktivity neboli funkce. **Informační zdroje** představují elementy, jež jsou nezbytné pro realizaci funkce, nebo jež se v průběhu funkce spotřebovávají. Za **subprocesy** označujeme ty části modelu, které mají vazbu na zkoumané funkce nebo události, pro zachování validity modelu však mohou zůstat nedekomponovány. Grafické znázornění klíčových elementů eEPC diagramu je uvedeno na obrázku 5. K realizaci příslušného dílčího cíle disertační práce a vytvoření procesního modelu detekční kontroly je použit softwarový nástroj Microsoft Visio 2016.



Obrázek 5 Vybrané elementy rozšířeného eEPC diagramu (autor)

3.2 Systémová syntéza

V obecné rovině znamená systémová syntéza propojování poznatků získaných analytickým přístupem a dovoluje postupovat od jednotlivých částí k objektu jako celku (Molnár, 2012). V disertační práci je metoda aplikována na kompozici sestavy hodnotících kritérií, jimiž jsou dále posuzovány vybrané parametry pracovního prostředí v rámci expertní analýzy.

3.3 Shluková analýza

Shluková analýza patří mezi vícerozměrné statistické metody a je využíváno pro kategorizaci a klasifikaci objektů. Jejím prostřednictvím se objekty třídí do shluků (skupin). Charakteristickým rysem takto roztříděných objektů je, že objekty v jedné skupině mají dostatečně podobné vlastnosti a zároveň vlastnosti dostatečně odlišné od skupiny druhé (Řezanková, Húsek a Snášel, 2009).

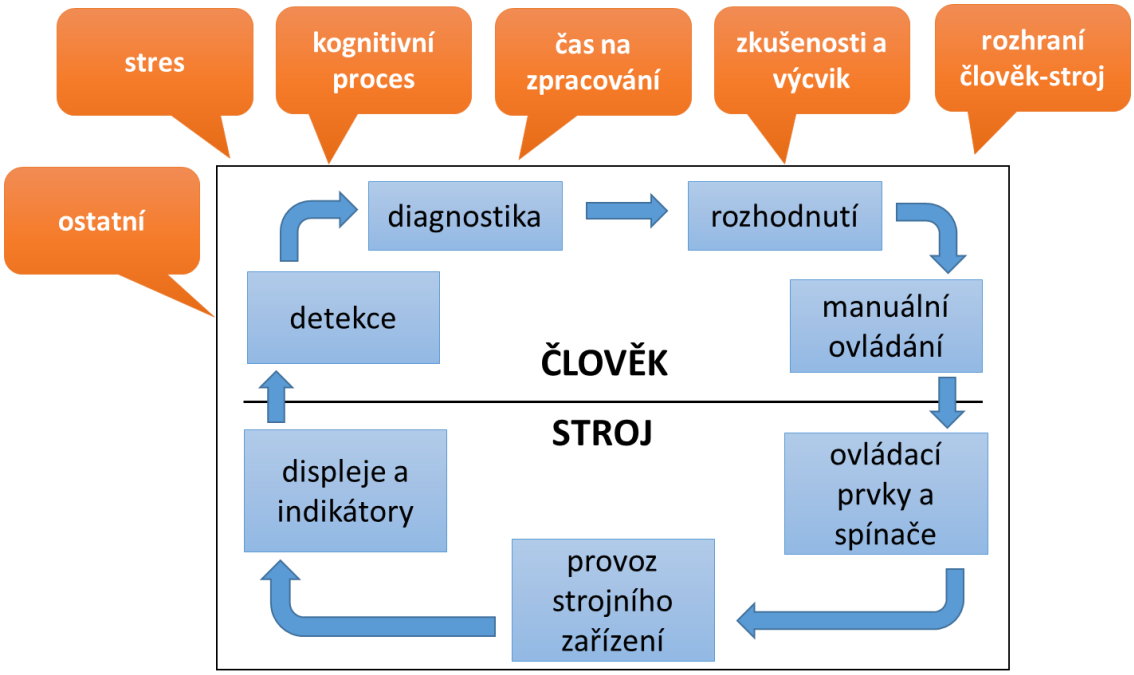
V práci jsou principy této metody použity ke kategorizaci posuzovaných kritérií a parametrů pracovního prostředí.

3.4 Analýza spolehlivosti lidského faktoru

Jak již bylo zmíněno v části 3.1.1, je operátor detekční kontroly v rámci plnění svěřených úkolů součástí systému člověk-stroj-prostředí. Kromě analýzy pracovního prostředí a stanovení optimálních hodnot jeho parametrů je třeba zhodnotit i psychické vlivy, které ovlivňují soustředění a pohodu pracovníka a mohou vést ke snížení úrovně spolehlivosti a výkonnosti. Touto problematikou se zabývá psychologie práce, které posuzuje individuální charakteristiky pracovníka, pracovní procesy i sociální prostředí na pracovišti.

Procesy analýzy spolehlivosti lidského faktoru jsou souhrnně označovány jako Human Reliability Analysis nebo Human Reliability Assessment (HRA). Mezi konkrétní metody se

pak řadí THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) nebo ASEP (Accident Sequence Evaluation Procedure). Pro obecné zhodnocení vlivu pracovní situace na kritéria pracovní výkonnosti jako východiska pro hledání možných směrů k jejich optimalizaci mohou sloužit komparační postupy a metody expertního posuzování (Štikar et al., 2003). Takové postupy jsou využity v části identifikující množiny ergonomických kritérií a parametrů pracovního prostředí a jejich optimálních hodnot. Celkový pohled na proces rozhodování v interakci člověk-stroj-prostředí je znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 6 Faktory ovlivňující proces rozhodování v interakci člověk-stroj (Štikar et al., 2003)

Pravděpodobnost vzniku lidské chyby HEP (Human Error Probability) lze obecně vyjádřit jako:

$$HEP = \frac{n}{N} \qquad [1] \qquad (9)$$

kde:

n … počet sledovaných chybných úkonů

N … celkový počet provedených úkonů za dané období.

Analogicky je pak možné vyjádřit pravděpodobnost úspěšného provedení úkonu HSP (Human Success Probability) jako (Doležal, 2013):

$$HSP = 1 - HEP \qquad [1] \tag{10}$$

3.5 Hodnocení ergatické úrovně metodou HODERG

Metoda HODERG je dle Krále (2001) využívána pro posuzování ergatičnosti dle škály kritérií a parametrů, jež mohou v hodnoceném systému člověk-stroj-prostředí determinovat pracovní pohodu. Použitelnost této metody je limitována následujícími předpoklady, které rámcově ohraničují i dílčí kroky vedoucí k její aplikaci:

- Ergatická úroveň je měřitelná, tj. lze objektivně stanovit parametry, jejich jednotky, hodnoty těchto jednotek a způsob měření.
- Je-li ergatická úroveň objektivně neměřitelná, stanovuje se verbální stupnice či relativní stupnice vyjádřená v procentech.
- Je možno formulovat pásma ergatičnosti, jimiž se určí limity míry ohrožení jednotlivých ergatických kritérií.
- Je možno váhově hodnotit významnost vlivu jednotlivých kritérií a parametrů na ergatičnost pomocí expertní metody.
- Je možnost stanovit empirické závislosti, jež vhodným způsobem zachycují vazbu prvků s diferenciací významnosti kritérií a parametrů (tj. váhy).

Ergatičnost dílčí kategorie kritérií je poté určena vztahem:

$$E_{ki} = \frac{i = \sum_{i=1}^{i=p} E_{pi}.V_{ki}}{\sum_{1}^{p} V_{pi}} \qquad [1] \tag{11}$$

kde:

E_{ki} … ukazatel ergatičnosti i-té kategorie kritérií

E_{pi} … ergatičnost i-tého parametru

V_{ki} … váha i-tého kritéria

V_{pi} … váha i-tého parametru

p … počet hodnocených parametrů

Ergatičnost celého systému se následně stanovuje vztahem:

$$E_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} E_{ki} . V_{ki}}{\sum_{1}^{k} V_{ki}} \tag{12}$$

kde:

E_s … ergatičnost systému

E_{ki} … ukazatel ergatičnosti i-té kategorie kritérií

V_{ki} … váha i-tého kritéria

k … počet hodnocených kritérií

3.6 Expertní metody

Podle Janíčka a Marka (2013) je expertní metoda „prostředkem pro realizaci expertní analýzy v procesu řešení expertních problémů“. Za expertní lze považovat takové algoritmy nebo metody, jejichž prostřednictvím je možno efektivně řešit expertní problémy a které přinášejí hodnověrné odpovědi na expertní otázky. Expertní metody jsou v souladu s totožným zdrojem kategorizovány:

- dle podstaty expertních metod na verbální a verbálně-numerické
- dle způsobu realizace na orální a korespondenční
- dle vzájemné spolupráce expertů na interaktivní, anonymní a poloanonymní
- dle stupně počítačové podpory na metody s počítačovou podporou a bez počítačové podpory
- dle typu inženýrství na expertní, znalecké, bezpečnostní, spolehlivostní, realitní inženýrství rizik a inženýrství jakosti (Janíček a Marek, 2013)

Hodnověrnost následných expertních hodnocení ovlivňuje řada faktorů, mezi něž patří zejména kvalita vstupních údajů a úroveň odbornosti a profesionality expertů a jejich schopnost systémového interdisciplinárního smýšlení.

Pro vlastní řešení disertační práce je využito expertního posouzení osob, kteří jsou zainteresováni do systému bezpečnostních kontrol na letištích nebo expertů řešících pracovní podmínky a prostředí. Lze v souladu s výše uvedeným členěním hovořit o verbálně-numerické, korespondenční a anonymní technice. Výstupem bude klasifikace míry ergatičnosti E_{pi} jednotlivých parametrů, které lze určit jako:

$$E_{pi} = 1 - R_{pi} \qquad [1] \tag{13}$$

kde R_{pi} představuje rizikovost i-tého parametru, kterou lze v tomto smyslu chápat jako míru ohrožení psychofyzické pohody pracovníka. Rizikovost je možné obecně dle (Chundela, 2013) definovat jako:

$$R_{pi} = Z_{pi} \cdot P_{pi} \qquad [1] \tag{14}$$

kde Z_{pi} je závažnost i-tého parametru ve vztahu k očekávanému vlivu na spolehlivost prováděné detekční kontroly a P_{pi} je pravděpodobnost výskytu tohoto faktoru u tohoto parametru.

3.7 Vícerozměrné hodnocení

Vícerozměrné, víceaspektní nebo též multidimenzionální hodnocení. Jeho cílem může být roztřídění objektů do skupin, nebo stanovení pořadí hodnocených objektů. V úvodní etapě analýzy za pomoci vícerozměrného hodnocení je zapotřebí realizovat výběr objektů, jež se budou posuzovat, a výběr hodnotících ukazatelů (Synek, Kopkáně a Kubálková, 2009).

V disertační práci byla metoda využita k identifikaci váhových koeficientů pro účely zjištění závažnosti posuzovaných kritérií a parametrů pracovního prostředí a v konečném důsledku pak pro stanovení míry rizikovosti/ergatičnosti v hodnotících „checklistech“ Metodiky. Vícerozměrná analýza bude provedena na základě expertní analýzy.

3.8 Metoda kompozice

Následně bude přikročeno k samotné tvorbě Metodiky pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly. Půjde zejména o vytváření hodnotících „checklistů“, způsobu výpočtu celkové míry ergatičnosti pracoviště E_s.

Konstrukce návrhu implementace Metodiky počítá s vypracováním doprovodných textů vysvětlujících způsob její korektní aplikace do provozní praxe mezinárodního letiště jako součást možného budoucího Ergonomického programu. Ten je možné chápat jako systém identifikace ergonomických rizik, soubor přijatých opatření a vyhodnocování přijatých opatření v rámci podniku.

Metodika včetně návrhu její implementace jako součásti ergonomického programu společnosti tedy umožní hodnotitelům posoudit výši odchylky reálného stavu pracoviště od stavu optimálního.

3.9 Analýza rizik pro uplatnění navrhovaných postupů

Součástí vlastního řešení disertační práce je i realizace analýzy rizik navrhovaných postupů, která kriticky hodnotí opatření zpracovaná v rámci Metodiky. Účelem této analýzy bude identifikace potenciálních překážek nebo slabých míst, která se budou pojit s návrhem a implementací předkládaného řešení.

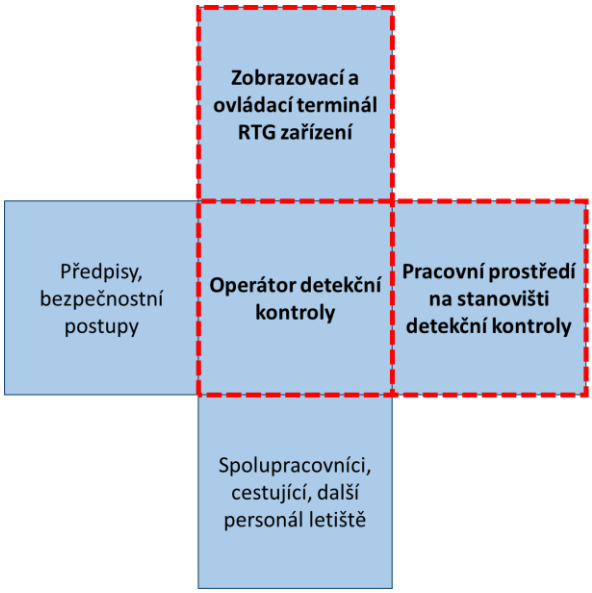
4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Tato část přináší ucelené řešení dílčích cílů disertační práce v návaznosti na teoretická východiska a metody uvedené v předchozí kapitole.

4.1 Model stanoviště bezpečnostní kontroly

V souladu s prvním dílčím cílem disertační práce je nejprve vytvořen model stanoviště detekční kontroly se znázorněním průběhu detekční kontroly ve vztahu člověk-stroj-prostředí a popisem pracovních úkonů operátora detekční kontroly a jejich časové posloupnosti.

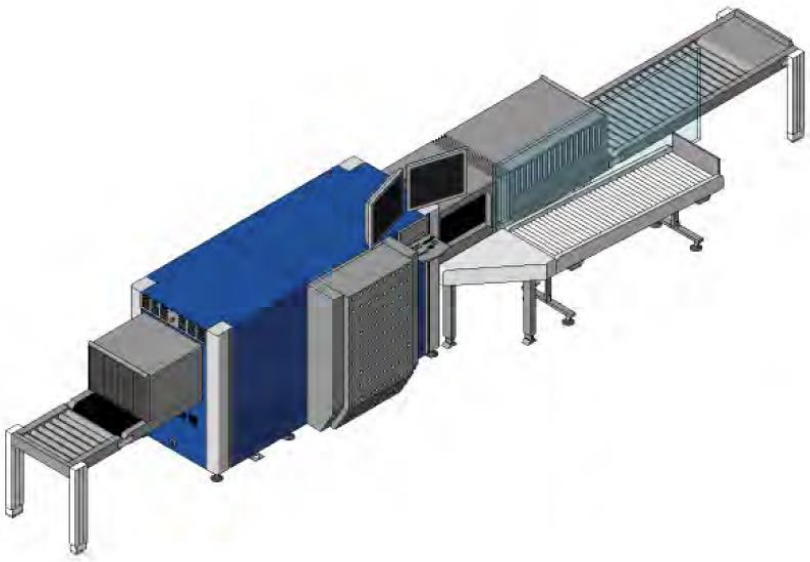
Detekční kontrola neboli screening je dle předpisu L 17 (Úřad pro civilní letectví, 2014) aplikace technických či jiných prostředků mající za cíl odhalit potenciálně nebezpečné předměty, jež by mohly být útočníky zneužity k protiprávnímu jednání. Jak již bylo nastíněno v části 1.1.2 této práce, stanoviště detekční kontroly (Security Control Point – SCP) je vybaveno bezpečnostním rámem, rentgenovým zařízením včetně pásu, zobrazovacího terminálu rentgenu, případně i detektorem výbušnin a skenerem tekutin. Z hlediska systémové analýzy lze na toto stanoviště pohlížet jako na sociotechnický systém se zdůrazněním vazeb mezi operátorem detekční kontroly, zobrazovacím a ovládacím terminálem rentgenového zařízení a prostředím stanoviště. Tento vztah lze v souladu s teoretickými základy uvedenými v části 3.1.1 znázornit graficky modifikovaným SHELL modelem (obrázek 7).



Obrázek 7 SHELL model znázorňující vazby operátora detekční kontroly na okolí (autor)

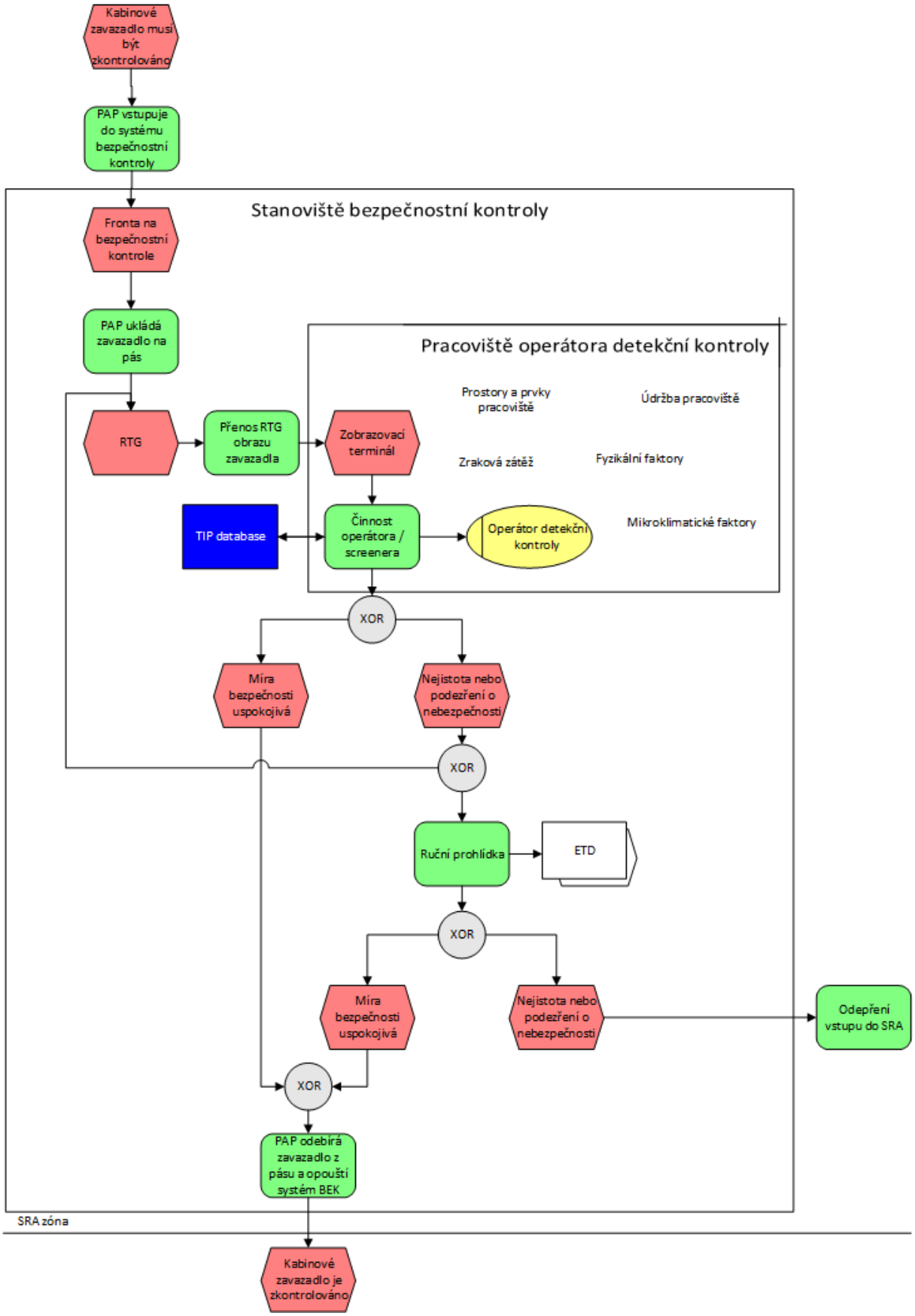
Příklad prostorového uspořádání pracoviště na Letišti Václava Havla Praha uvádí obrázek 8. Toto rozložení však není fixní a může se měnit dle požadavků nebo možností jednotlivých letišť nebo kategorií letišť. Příklad schematického znázornění alternativního pracoviště operátora detekční kontroly ukazuje obrázek 9.

Obrázek 8 Prostorové řešení pracoviště na Letišti Václava Havla Praha (zdopravy.cz, 2018)



Obrázek 9 Příklad pracoviště operátora detekční kontroly (TSA, ©2012)

V souladu s částí 3.1.2 bylo dále za pomoci rozšířeného modelu procesů řízených událostmi (eEPC modelu) vytvořeno procesní schéma průběhu detekční kontroly kabinového o zavazadla (obrázek 10).



Obrázek 10 Procesní schéma stanoviště detekční kontroly znázorněný za pomoci eEPC modelu (autor)

Průběh této detekční kontroly a vytvořeného schématu lze popsat v několika po sobě následujících krocích, popsaných elementy eEPC diagramu. Výchozí událostí pro realizaci činnosti operátora je samotná potřeba detekční kontroly kabinového zavazadla, na opačném konci procesu je pak zavazadlo uspokojivě zkontrolováno:

1. Potřeba provedení detekční kontroly kabinového zavazadla *(událost)*.
2. Cestující s kabinovým zavazadlem vstupuje do systému stanoviště bezpečnostní kontroly *(funkce)* a případně vyčká na své obsloužení ve frontě *(událost).*
3. V souladu s prováděcím Nařízení Komise (EU) 1998/2015 (2015) vyjme cestující ze zavazadla přenosné počítače nebo jiná větší elektronická zařízení a společně s kabinovým zavazadlem je vloží na dopravní pás detekčního zařízení – rentgenu. Na tento pás rovněž cestující odkládá kabáty, bundy a saka, která tak procházejí detekční kontrolou stejně jako kabinová zavazadla. Do připravené nádoby na pás cestující také rozmístí kovové předměty, jako jsou například mince, klíče nebo mobilní telefony, které by znemožnily uspokojivé provedení detekční kontroly cestujícího v průchozím detektoru kovů (WTDM) *(funkce)*.
4. Kabinová zavazadla projíždí po dopravním pásu do určeného prostoru detekčního zařízení, kde jsou vystaveny rentgenovému záření *(událost).*
5. Výstup z procesu skenování je přenášen v reálném čase *(funkce)* na zobrazovací terminál pracoviště detekční kontroly, kde je indikován operátorovi *(událost).*
6. Operátor *(organizační jednotka)* provádí inspekci obrazu. Jeho úkolem je odhalit zakázané a potenciálně nebezpečné předměty uložené nebo ukryté v zavazadle *(funkce)*. Tento moment je nejkritičtější fází detekční kontroly, neboť operátor v rámci interakce člověk-stroj rozhoduje o vpuštění nebo nevpuštění zavazadla do vyhraného bezpečnostní prostoru letiště. Během toho je ovlivňován pracovními podmínkami prostředí pracoviště a pracovního místa, které mohou snižovat jeho schopnosti správného rozhodnutí. Paralelně je sledována jeho ostražitost vyhodnocováním obrazců imaginárních zakázaných předmětů, promítaných do rentgenového obrazu reálného zavazadla *(informační zdroj)*.
7. Uzná-li operátor bezpečnost kabinového zavazadla za uspokojivou, zavazadlo vyjíždí ze skenovacího prostoru rentgenu do prostoru za dopravní pás *(událost)*, kde cestující zavazadlo společně s dalšími zkontrolovanými předměty odebírá zpět, opouští stanoviště detekční kontroly *(funkce)* a je oprávněn vstoupit do vyhrazeného bezpečnostního prostoru letiště (SRA).

8. Existuje-li podezření, že zavazadlo obsahuje zakázané předměty, nebo není-li schopen operátor jednoznačně takové podezření vyvrátit *(událost),* vrací se zavazadlo do bodu 4 a prochází detekční kontrolou znovu, například z jiné úhlu pohledu. Totéž platí i v situaci, kdy se během detekce zjistí přítomnost velkého elektronického zařízení. V takovém případě dochází k vyjmutí takového předmětu ze zavazadla a ten poté prochází rentgenových zařízení odděleně.
9. Obsahuje-li zavazadlo předměty, které jsou vyloučeny z přepravy v kabinovém zavazadle, nebo není-li ani opakovaná detekční kontrola uspokojivá, využívá se doplňkové ruční prohlídky, tedy manuální kontroly obsahu zavazadla *(funkce),* případně doplňkové kontroly pomocí zařízení pro stopovou detekci výbušnin ETD *(subprocesy).*
10. Další postup se liší dle závažnosti provinění cestujícího. Je-li to možné, zakázané předměty jsou ze zavazadla vyjmuta a cestujícímu odebrána. Ten opouští systém bezpečnostní kontroly a vstupuje do SRA zóny letiště. V případě závažnějšího provinění (například přeprava zakázaných látek nebo zbraní), je cestujícímu odepřen vstup do SRA a je podroben rozhovoru s policejními a celními složkami letiště.

4.2 Identifikace množiny měřitelných ergonomických kritérií a parametrů pracovního prostředí

V rámci literární rešerše, spojené s realizací disertační práce, byl sestaven výchozí seznam plánovaných posuzovaných kritérií, jimiž může být ovlivňován člověk při výkonu pracovních činností. Na základě tohoto přehledu bylo ve spolupráci s odborníky z praxe pomocí expertního posouzení a za pomoci navazující hlubší literární rešerše stanoveno 90 dílčích parametrů, které lze považovat za škodlivé a podstatné z hlediska snížení pracovní pohody, soustředěností a je tedy možné jej považovat za aspekt ovlivňující lidskou výkonnost a spolehlivost (tedy jako Performance Influence Factor nebo též Performance Shaping Factor) v rámci pracoviště detekční kontroly na letišti. Uvedená kritéria byla na základě principů shlukové analýzy zahrnuta do šesti kategorií, jejichž názvy korespondují s nadpisy částí 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3., 4.2.4., 4.2.5. a 4.2.6. této práce.

4.2.1 Mikroklimatické podmínky

Podmínky mikroklimatu na pracovišti jsou někdy nazývány také jako tepelně-vlhkostní mikroklima. Tato problematika je relativně úzce propojena s lidským organismem a jeho produkcí tepla, která souvisí se schopností uchováním tepelné pohody a rovnováhy mezi

prostředím a organismem. Takovou rovnováhou se rozumí stav, kdy prostředí odebírá tolik tepla, kolik jej tělo člověka produkuje. Pro další výzkum byla zvolena následující kritéria.

Teplota vzduchu

Teplotní pohoda patří mezi klíčové ergonomické ukazatele, které přímo ovlivňují pracovní výkon. Extrémní teploty ale i nepatrné rozdíly od vnímaného optima nepříznivě působí na pohodu jednotlivce, který se buď nadměrně potí nebo naopak mne ruce nebo pohybuje prsty u nohou ve snaze dosáhnout teplotní pohody. Každá taková aktivita narušuje soustředění a klesá tedy pracovní výkon i spolehlivost vykonávané pracovní činnosti.

Z pohledu tepelných podmínek na pracovišti byla pro další zpracování disertační práce stanovena trojice konkrétních parametrů (tabulka 1):

Tabulka 1 Mikroklimatické podmínky – teplota vzduchu

p_i	Hodnocený parametr	
1	**Operativní teplota vzduchu**	Teplota vzduchu na pracovišti (°C)
2	**Vertikální teplotní rozdíl**	hodnota rozdílu mezi teplotou vzduchu v úrovni hlavy a kotníků (°C)
3	**Regulace teploty vzduchu operátory**	možnost přímé regulace teploty vzduchu na pracovišti operátory

Zdroj: autor

Vlhkost vzduchu

Obecné kritérium vlhkosti vzduchu na pracovišti je posuzováno poměrem hustoty vodní páry na pracovišti k hustotě vodní páry, kterou by byl vzduch plně nasycen při téže operativní teplotě vzduchu (Kubáni, 2011). Tento poměr je nazýván relativní vlhkost vzduchu a vyjadřuje se v procentech. Zejména v zimní období při vytápění může dojít k poklesu hladiny vlhkosti na 20 % a méně. To vede k vysoušení rtů a sliznic operátora, který je tak náchylnější na průnik škodlivých látek. Nepříjemná a pracovní pohodu narušující je i dehydratace kontaktních čoček a následné pálení nebo škrábání očí.

Tabulka 2 Mikroklimatické podmínky – vlhkost vzduchu

p_i	Hodnocený parametr	
4	**Relativní vlhkost vzduchu**	relativní vlhkost vzduchu (%)

Zdroj: autor

Proudění vzduchu

Proudění vzduchu do značné míry ovlivňuje vnímanou tepelnou pohodu člověka. Obecně lze říci, že se vzrůstající rychlostí proudění vzduchu klesá pocitová teplota. V zimě je tak jakékoliv proudění negativní, neboť snižuje už tak nízké teploty. Naopak v létě je někdy tohoto pravidla využíváno na pracovištích, kde není možné snížit teplotu vzduchu na přijatelnou mez, například instalací dodatečných ventilátorů. Průvan, který je charakterizovaný jako proud chladnějšího vzduchu, způsobuje mnohdy nepříjemné pocity chladu dolních i horních končetin, může vést k bolesti hlavy nebo zatuhnutí krčního a šíjového svalstva a rychlejší únavy. Doporučeným limitem pro střední rychlost proudění vzduchu je 0,15 m/s a méně.

Tabulka 3 Mikroklimatické podmínky – proudění vzduchu

p_i	Hodnocený parametr	
5	**Rychlost proudění vzduchu**	střední rychlost proudění vzduchu (m/s)

Zdroj: autor

Čistota vzduchu

Kvalita vzduchu v interiéru je z hlediska pracovní zátěže často posuzována jen v mezích jeho teploty, vlhkosti a rychlosti proudění. Už méně často se však diskutuje problematika koncentrace oxidu uhličitého, prachového nebo odérového mikroklimatu, a to navzdory jejich nepopiratelného vlivu na pracovní pohodu. V části 1.3 byly uvedeny výsledky pilotní studie, podle níž si na nepříjemný zápach na pracovišti stěžovalo 40 % operátorů detekční kontroly.

Naopak oxid uhličitý je do jisté míry nebezpečný právě tím, že se jedná o bezbarvý plyn bez zápachu a ve zvýšených koncentracích (nikoliv vysokých) nemá bezprostřední vliv na lidské zdraví Je těžší než vzduch a má tedy tendenci se držet blízko země. Při zvýšené koncentraci hrozí bolesti hlavy, únava, slabost, hučení v uších apod. U pracovníků přitom nedochází k pochopení příčinné souvislosti mezi těmito projevy a množství CO_2 na pracovišti. Jedná se o tzv. fyziologický efekt, kdy daný faktor vyvolává reakce organismu, jež ale nepřekročí rámec daný běžnou fyziologickou schopností regulace organismu samotného.

Pracovník se na takové změny dokáže adaptovat, směřuje však energii a pozornost jiným směrem než na přidělené pracovní úkoly a klesá tedy jeho výkonnost a spolehlivost. Množství oxidu uhličitého v ovzduší se vyjadřuje jednotkou ppm (part per milion parts), která definuje počet molekul CO_2 na milion molekul vzduchu. K jejímu zvyšování dochází nejčastěji vinou nedostatečného větrání a zvýšeného množství osob v prostoru, kde probíhá měření (Bencko, 1998).

Znečištění pracovního prostředí prachovými částicemi je definováno jako kontaminace vnitřního prostředí souborem pevných částic různé velikosti (Bencko, 1998) od 0,1 μm výše. Tyto částice jsou vdechovány nebo se usazují na sliznicích horních cest dýchacích a mohou způsobovat respirační obtíže, kašel nebo pocity ucpaného nosu, čímž negativně působí na soustředěnost pracovníků. Koncentrace znečištění ovzduší pracoviště takovými látkami by neměla překročit 10 mg/m^3.

Tabulka 4 Mikroklimatické podmínky – čistota vzduchu

p_i	**Hodnocený parametr**	
6	**Znečištění oxidem uhličitým**	hodnota koncentrace ovzduší na pracovišti oxidem uhličitým (ppm)
7	**Znečištění prachem**	hodnota znečištění ovzduší na pracovišti prachem (mg/m^3)
8	**Pachy v ovzduší**	Existence nepříjemných pachů na pracovišti

Zdroj: autor

Ionizace vzduchu

Z pohledu mikroklimatických podmínek je v poslední době věnována pozornost i tzv. elektroiontovému mikroklimatu. V ovzduší se přirozeně vyskytují ionty kladné a záporné. Zatímco první skupinu představuje nejčastěji iont dusíku, záporné reprezentují ionty vodní páry nebo kyslíku, které jsou člověku prospěšné. Vyšší podíl záporně nabitých iontů vytváří příjemnější a svěžejší ovzduší a zvyšuje fyzické i mentální schopnosti pracovníka. Stejně tak jsou záporné ionty účinným dezinfekčním prostředkem, který snižuje pravděpodobnost šíření bakterií a virů na pracovišti až o 80 % (Svoboda, 2006). Záporné ionty vznikají tzv. Lenardovým efektem, kdy rozprašováním vody nebo probublávání plynu přes vodu dochází k vytváření záporných iontů, které se oddělují na povrchu vody (Sitar, 2006).

Nedostatek záporně nabitých iontů se projevuje především v moderních interiérech bez přirozené výměny vzduchu. Zatímco čistý vzduch v exteriérech obsahuje kolem 1500

záporných iontů na cm^3, na pracovištích v interiérech to může být kolem 150 záporných iontů/cm^3. Minimem by přitom měly být hodnoty kolem 250 a optimem pro práci v psychicky náročném provozu pak nejméně 1500-2000 záporných iontů/cm^3 (Sitar, 2006). Proto se nedostatku ionizace přezdívá také Syndrom nemocných budov – Sick Building Syndrome (SBS) a kromě úpraven vzduchu, kdy je vnější vzduch přiváděn dlouhým vedením složitou vzduchotechnikou a ztrácí své přirozené vlastnosti, je ionizace snižována i výskytem obrazovek na pracovišti.

Tabulka 5 Mikroklimatické podmínky – ionizace vzduchu

p_i	**Hodnocený parametr**	
9	Koncentrace záporných iontů	koncentrace prospěšných záporných iontů na pracovišti (iontů/cm^3)

Zdroj: autor

4.2.2 Fyzikální faktory

U fyzikálních faktorů hluku a osvětlení lze relativně snadno identifikovat rozličné stavy, za kterých tyto faktory působí na člověka a jeho projevy. U osoby operátora detekční kontroly lze pak rozlišit podmínky příjemné (pohodu) a podmínky nepříjemné nebo obtěžující (nepohodu).

Hluk

Za hluk je obecně považován jakýkoliv rušivý nebo obtěžující zvuk. Už z takové definice je zřejmé, že práh hlučnosti je do značné míry subjektivní záležitostí, stejně jako je tomu u teploty. Nadměrná hlučnost může podstatným způsobem ovlivnit rychlost a přesnost pracovních činností. V této souvislosti není objektem zájmu výzkumu škodlivost hluku na lidské zdraví, ale o pocit nepohody, který může být mnohdy operátory aktivně potlačován. Při dlouhodobé expozici se tím pracovníci vystavují neuvědomělému riziku únavy a snižování výkonnosti.

Tabulka 6 Fyzikální faktory – hluk

p_i	Hodnocený parametr	
10	Provozní akustické signály	hodnota provozních akustických signálů (dB)
11	Pozaďový hluk	hodnota pozaďového hluku (dB)
12	Kvalita a srozumitelnost verbální komunikace	hodnota akustického pozadí umožňuje kvalitní a srozumitelnou verbální komunikaci (dB)

Zdroj: autor

Osvětlení

Nejvhodnějším zdroje osvětlení pracoviště je přirozené denní světlo, na které je lidské oko nejsnáze adaptováno. Takové podmínky však není ve většině případů v rozlehlých letištních terminálech možné realizovat a je třeba spoléhat se na umělá svítidla, vyzařující optimální barvu světla a rovnoměrnou svítivost na celém pracovišti v průběhu dne. Nevhodná je přílišná diverzita svítidel, jejich blikání nebo oslňování. Naopak jako přínosná se jeví možnost vlastní regulace lokálního osvětlení operátorem nebo instalace zábran na oknech, které umožňují regulaci přímého slunečního světla a zabraňují oslnění.

Tabulka 7 Fyzikální faktory – osvětlení

p_i	Hodnocený parametr	
13	Regulace slunečního světla	zábrany na oknech a světlících umožňující regulaci slunečního světla a zabraňující oslnění
14	Typová homogenita svítidel	max. počet různých typů stropních svítidel na pracovišti
15	Rovnoměrnost rozmístění svítidel	rovnoměrné rozmístění stropních svítidel na pracovišti
16	Difúzní kryty stropních svítidel	opatření stropních svítidel difúzními kryty
17	Oslňování lokálním svítidly	opatření lokálních svítidel kryty nebo stínítky bránící oslňování operátora
18	Regulace osvětlení operátory	možnost regulace osvětlení na pracovišti operátory
19	Svítidla bez mihotání a blikání	instalace vysokofrekvenčních svítidel bez mihotání a blikání
20	Chromatičnost zdrojů světla	svítidla vyzařují vhodnou chromatičnost světla (bílá nebo žlutá barva)
21	Osvětlení pracovního místa	hygienické limity osvětlení pracovního místa, kde jsou sledovány obrazovky monitorů E_m (lx)

Zdroj: autor

4.2.3 Psychická zátěž

V konstrukci ergonomických kritérií a parametrů, které mohou potenciálně negativně ovlivňovat spolehlivost a výkonnost, nelze opomenout skupinu psychicky zatěžujících faktorů, neboť výkon přidělených činností operátorem detekční kontroly je kognitivní proces a jako takový má s lidskou psychikou logicky velmi těsnou vazbu.

Na rozdíl od jiných kritérií, zpracovaných v části 4.2, však nelze jednoduše nalézt kvantitativní a v rámci jednorázového experimentu měřitelný parametr a stanovit jeho optimální hodnoty. Normy jsou z tohoto pohledu relativně vágní a problematiku řeší spíše z pohledu ochrany zdraví, nikoliv výkonnosti faktory (Drgáčová, 2006). Při jejich realizaci proto autor vycházel z rozboru objektivních a subjektivních činitelů, které určují obsah a charakter pracovní náplně operátorů. Při tomto rozboru bylo zjištěno, že se na celkové úrovni výkonnosti a spolehlivosti operátora detekční kontroly v letecké dopravě mohou v obecné rovině podílet např. stresové psychické vlivy:

- **vnuceného pracovního tempa** – práce u dopravního pásu, fronta cestujících, časový tlak
- **annoyance** – obtěžování a diskomfort působením rušivých faktorů, jejichž ovlivnění není v možnostech pracovníka
- **monotonie** – převládají stále se opakující jednotvárné činnosti
- **mentálního přesycení** – vyplývá z opakujících se činností a pocitů, že práce tzv. „neodsýpá“ a „čas se vleče“
- **senzorické únavy** – je důsledkem zejména zrakové zátěže operátorů a může mít vliv na neschopnost rozlišit kritický detail v rentgenovém obrazu zavazadla
- **mobbingu** – může se objevit na jakémkoliv kolektivním pracovišti a značí dlouhodobé psychické stresování nebo ponižování spolupracovníky
- **bossingu** – může být obdobou mobbingu ze strany nadřízených pracovníků
- **syndromu vyhoření** – nebo také „burn-out syndrom“ je stav mentálního, emočního a fyzického vyčerpání, který může vést k chronickým stresovým stavům
- **vysoké úrovně odpovědnosti** – operátoři nesou tíhu ochranných opatření proti nezákonnému vměšování do systému letecké dopravy. V případě jejich selhání je ohrožena její bezpečnost.
- **nepravidelné pracovní doby** – práce probíhá v nepřetržitém směnném režimu se střídáním provozních denních i sezónních špiček a sedel, což vede k narušení přirozených cyklů biorytmů

- **mimopracovní psychické zátěže** – jako v jiných profesních odvětvích i zde existuje možnost, že operátoři mohou být při výkonu své práce ovlivňováni soukromým životním prostředím. Od zdravotních problémů v rodině, partnerských neshod, péčí o děti či existenčních potíží se pak nedokáží pracovníci odpoutat ani v pracovním procesu.

Tyto psychické faktory se v různých intenzitách mohou projevovat do pracovního režimu operátorů a následně se podílet na poklesu soustředění, výkonnosti a vytváří se tím prostor pro vznik chyby, tedy růst veličiny HEP – Human Error Probability. Pro minimalizaci těchto vlivů je důležitá jejich včasná detekce a identifikace, a to ještě předtím, než se naplno rozvinou a projeví v pracovním procesu. Takovými proaktivními technikami mohou být častější bezpečnostní přestávky, střídání stanovišť/pracovišť, pravidelné neformální rozhovory nadřízených se svými přímými zaměstnanci, aktivity podnikového psychologa, systémy anonymních hlášení nebo zpracování ergonomických checklistů.

Dle Nařízení vlády 361/2007 (2007) musí být u pracovních činností spojených s monotonií a činností ve vnuceném pracovním tempu „přerušovány bezpečnostními přestávkami v trvání 5 až 10 minut po každých 2 hodinách od započetí výkonu práce nebo musí být zajištěno střídání činností nebo zaměstnanců“ k omezení jejich nepříznivého vlivu na zdraví. Netypickým ale zato dle oslovených psychologů účinným nástrojem jsou i pravidelné neformální rozhovory nadřízeného s pracovníky. Během krátké diskuse získá zaměstnavatel základní informace o psychickém rozpoložení člověka, problémech v rodině aj., které by se mohly negativně projevit ve snížené schopnosti provádění detekční kontroly.

Tabulka 8 Psychická zátěž

p_i	**Hodnocený parametr**	
22	Bezpečnostní přestávky	pravidelné bezpečnostní přestávky operátorů během směny (minuty)
23	Střídání pracovišť/stanovišť	pravidelné střídání pracovišť/stanovišť v určeném intervalu
24	Rozhovory se zaměstnanci	pravidelné neformální rozhovory nadřízeného s pracovníky v určeném intervalu

Zdroj: autor

4.2.4 Zraková zátěž

Z tělesných senzorických procesů je zrak tím nejdůležitějším. Jak z pohledu běžného života (má největší informační kapacitu), tak i výkonu povolání spojených s interakcí člověk-stroj-prostředí a činností se zobrazovacími terminály. V této disciplíně je hodnocení prováděno ve dvou kategoriích – vlastnosti displeje monitoru detekční technologie a čistota zorného pole operátora.

Displej monitoru

Pro uspokojivé provedení detekční kontroly je nezbytné korektní rozlišení kritického detailu. To může být realizováno tehdy, kdy displej vykazuje odpovídající jas za proměnných vnějších podmínek, neodrážejí se v něm prvky nebo svítidla okolního prostředí a je nastavena optimální vzdálenost očí operátora od monitoru.

Tabulka 9 Zraková zátěž – displej monitoru

p_i	Hodnocený parametr	
25	Vzdálenost od očí	vzdálenost displeje monitoru od očí operátora v základní pracovní poloze (cm)
26	Přizpůsobení sklonu	sklon obrazovky monitoru je nastavitelný operátorem
27	Intenzita podsvětlení	intenzita podsvětlení obrazovky monitoru má větší intenzitu než osvětlení pozadí stěn a oken
28	Přizpůsobení intenzity jasu podsvětlení	intenzita jasu podsvětlení obrazovky monitoru je regulovatelná operátorem
29	Eliminace nízkého kontrastu a jasu	displej monitoru nebo zobrazované prvky vykazují v okolních podmínkách příliš nízkou intenzitu kontrastu a jasu
30	Odrazy okolního prostředí	v displeji monitoru se odrážejí prvky nebo svítidla okolního prostředí

Zdroj: autor

Zorné pole operátora

Pro zachování vysoké úrovně pozornosti operátorů je dále nezbytné minimalizovat rušivé elementy v zorném poli při výkonu činnosti se zobrazovacím terminálem. Za zorné pole lze považovat úhel přibližně 30 stupňů na každou stranu od středu zobrazovacího terminálu, v němž by se neměly objevovat východy, blízká okna, světelné reklamy nebo plochy stěn opatřené výraznými vzory.

Tabulka 10 Zraková zátěž – zorné pole operátora

p_i	Hodnocený parametr	
31	Výhled operátora do venkovního prostředí	možnost výhledu operátora do venkovního prostředí
32	Okna v monitorovacím poli	umístění oken ve zrakovém monitorovacím poli operátora (zorný úhel cca. 60°)
33	Východy v zorném poli	zasahování blízkých východů (vyjma nouzových) do zorného pole operátora
34	Plochy v zorném poli	plochy v zorném poli operátory opatřeny výraznými vzory
35	Viditelnost ovládacích prvků pracoviště	osvětlení nebo stínění negativně ovlivňuje viditelnost ovládacích prvků pracoviště
36	Světelné reklamy v zorném poli	umístění světelných reklam v zorném poli operátora

Zdroj: autor

4.2.5 Prostory a prvky pracoviště

Pátou a zároveň nejrozsáhlejší kategorii hodnocených parametrů představuje pracoviště, jeho prostory a prvky, neboť s těmi je operátor detekční kontroly během své činnosti v přímém kontaktu, využívá je a zároveň jej obklopují. Patří sem kritéria posuzující podlahu pracoviště/stanoviště a pracovního místa, možné překážky na pracovišti, uspořádání pracovního místa, jeho rozměry, prvky a rozmístění ovladačů. Zvláštní kritérium je také věnováno pracovní židli, barevnému a povrchovému řešení pracoviště a zázemí operátorů.

Podlaha pracoviště

I když jsou parametry stability, nekluzkosti, absence stupínků, nakloněných rovin nebo schůdků obecně vnímány zejména v rámci hodnocení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, nelze vyloučit ani jejich vliv na soustředěnost, a tedy i výkonnost operátora.

Tabulka 11 Prostory a prvky pracoviště – podlaha pracoviště

p_i	Hodnocený parametr	
37	Rovnost podlahy	schody, stupínky, díry, nakloněné roviny
38	Stabilita podlahy	stabilita, pevnost, nekluzkost

Zdroj: autor

Překážky na pracovišti

Pro zachování vysoké úrovně koncentrace by se na pracovišti a zejména pak v rámci pochozích rovin neměly vyskytovat například volně ložené kabely, ostré hrany přístrojů a zařízení nebo sloupy konstrukce budovy či vestavby.

Tabulka 12 Prostory a prvky pracoviště – překážky na pracovišti

p_i	**Hodnocený parametr**	
39	Vystupující rohy nebo části zařízení	rohy nebo části zařízení vystupující do pochozí plochy
40	Vystupující nosné sloupy	nosné sloupy vystupující do pochozí plochy
41	Upevněná kabelových vedení	volně ložené kabely a spoje upevněny
42	Kabelová vedení v pochozích plochách	zasahování kabelů do pochozích rovin

Zdroj: autor

Pracovní místo a jeho uspořádání

Lokalizace pracovních míst na pracovišti by měla být volena tak, aby byl, pokud možno, minimalizován pohyb osob, jejichž výskyt nesouvisí přímo s provozem, v blízkosti operátora. Pozornost by měla být věnována i patřičné vzdálenosti od výdechů klimatizace nebo oken, stejně jako optimální vzdálenosti mezi jednotlivými pracovními místy, tak aby byla v daných podmínkách usnadněna vzájemná verbální komunikace mezi pracovníky daného stanoviště detekční kontroly bez nutnosti nadměrného zvyšování hlasu.

Tabulka 13 Prostory a prvky pracoviště – pracovní místo a jeho uspořádání

p_i	**Hodnocený parametr**	
43	Pohyb ostatních osob v blízkosti operátora	redukce pohybu ostatních osob a minimalizace obtěžování/rušení činnosti operátora
44	Verbální komunikace	opt. vzdálenost umožňující verbální komunikaci mezi operátory (cm)
45	Vzdálenost od oken	vzdálenost pracovního místa od oken (cm)
46	Vzdálenost od výdechů klimatizace nebo topení	vzdálenost pracovního místa od výdechů topných těles nebo klimatizace (cm)

Zdroj: autor

Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů

Samotné pracovní místo je následně posuzováno z hlediska míry vyhovění optimálním rozměrům pro různé výšky postav operátorů a dále pak z pohledu rozmístění ovladačů, čitelnosti symbolů na nich označených nebo dostupnosti ovládacích prvků ze základní pracovní polohy.

Tabulka 14 Prostory a prvky pracoviště – rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů

p_i	**Hodnocený parametr**	
47	Rozměry pracovního místa	rozměry pracovního místa neomezují vykonávání činností různých typů postav operátorů
48	Výška pracovní plochy	zajištění optimální výšky plochy pracovního stolu od podlahy (cm) – pevná výška/stavitelná výška
49	Šířka prostoru pro nohy	šířka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)
50	Hloubka prostoru pro nohy	hloubka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)
51	Výška prostoru pro nohy	výška prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)
52	Dosahové vzdálenosti pro časté úkony	dosahová vzdálenost pro časté úkonu při činnosti operátora ze základní pracovní pozice (cm)
53	Zaoblení hran pracovní plochy	hrany pracovní plochy, které mohou být v kontaktu s předloktím, jsou zaobleny
54	Prostor pro oporu rukou	pracovní plocha umožňuje oporu paží a rukou
55	Vizuální kontakt mezi pracovníky	řešení pracoviště bezpečnostní kontroly umožňuje vzájemný vizuální kontakt
56	Opěrka nohou	v případě zájmu je k dispozici opěrka nohou
57	Povrch klávesnice	povrch klávesnice v matném provedením
58	Čitelnost symbolů na ovladačích	symboly na ovladačích jsou dobře čitelné ze základní pracovní polohy
59	Dostupnost ovladačů	dostupnost ovladačů ze základní pracovní polohy

Zdroj: autor

Pracovní židle

Poměrně zásadním kritériem při hodnocení ergonomické pohody je pracovní židle operátora. Doporučována je standardní kancelářská pozice s kvalitní, komfortní a stabilní židlí, která vyhovuje parametrům uvedeným v tabulce 15.

Tabulka 15 Prostory a prvky pracoviště – pracovní židle

p_i	**Hodnocený parametr**	
60	Šířka sedáku	hodnota šířky sedáku pracovní židle (cm)
61	Čalounění sedáku	hodnota tloušťky čalounění sedáku pracovní židle (cm)
62	Odpružení sedáku	sedák pracovní židle je odpružen pístem
63	Přizpůsobení sedáku	výška sedáku pracovní židle je stavitelná operátorem
64	Aretace sklonu opěrky	opěrka pracovní židle umožňuje aretaci v různých polohách
65	Přítomnost bederní opěrky	pracovní židle je vybavena bederní opěrkou
66	Přítomnost opěrek rukou	pracovní židle je vybavena opěrkami rukou
67	Délka opěrek rukou	hodnota délky opěrek rukou pracovní židle (cm)
68	Šířka opěrek rukou	hodnota šířky opěrek rukou pracovní židle (cm)
69	Přizpůsobení výšky opěrek rukou	výška opěrky rukou pracovní židle je stavitelná operátorem
70	Rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou	rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou pracovní židle (cm od sedáku)
71	Stabilita kříže	délka ramene kříže pracovní židle (cm)
72	Počet ramen kříže	počet ramen kříže pracovní židle (ks)
73	Pevnost kříže	materiál, z něhož je vyroben kříž pracovní židle (tvrzený plast, kov)
74	Přítomnost opěrky hlavy	pracovní židle je vybavena opěrkou hlavy

75	Materiál sedáku a opěrky zad	materiál, z něhož je vyroben sedák a opěrka zad, poskytují dobré porézní vlastnosti (NE kůže, koženka, NE síťovina)

Zdroj: autor

Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště

Z pohledu zrakové zátěže a zachování vysoké míry koncentrace bývají zmiňovány i faktory týkající se barevného řešení pracoviště a jejich povrchové úpravy. V tomto směru by stěny, podlahy, stropy, ale rovněž i technické vybavení a nábytek pracoviště měly být vyvedeny v matném provedení a chladných odstínech modré, béžové, krémové nebo zelené barvy, které zahánějí únavu a současně podporují soustředění a komunikaci (Štikar, 2003).

Tabulka 16 Prostory a prvky pracoviště – barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště

p_i	**Hodnocený parametr**	
76	Barevná úprava interiéru	barvy voleny ve vztahu k jejich psychologickým účinkům – převažují chladné barvy
77	Povrchová úprava interiéru	podlahy, stropy a stěny vyvedeny v matném provedení

Zdroj: autor

Zázemí pracoviště

V rámci realizované pilotní studie (viz část 1.3) se dotazovaní operátoři vyjadřovali i o zázemí pracoviště jako o faktorech, které ovlivňují jejich pracovní pohodu. Za základě toho a po konzultacích s experty uvedenými v úvodu části 4.2 vznikl soubor parametrů uvedený v tabulce 17.

Tabulka 17 Prostory a prvky pracoviště – zázemí pracoviště

p_i	**Hodnocený parametr**	
78	Blízkost sociálního zařízení	blízkost toalet a umyvadla
79	Privátní sociální zařízení	toalety zaměstnanců letiště oddělené od veřejných toalet
80	Zajišťování pitného režimu	balená pitná vody nebo tekoucí pitná voda
81	Podmínky pro stravování	pro konzumaci jídla vyčleněna samostatná místnost
82	Odpočinkové prostory	samostatná místnost pro odpočinek a relaxaci operátorů

83	Prostory pro osobní věci	prostory pro uložení osobních věcí operátorů

Zdroj: autor

4.2.6 Údržba pracoviště

Přestože nemusí být ihned zřejmé, jakým způsobem souvisí údržba pracoviště s výkonností operátora, z parametrů uvedených v tabulkách 18 a 19 lze dedukovat, že např. zanedbání čištění obrazovky zobrazovacího terminálu RTG zařízení může vést ke zvýšené zrakové zátěži nebo dokonce přehlédnutí kritického detailu.

Pravidelnost údržby

Z pohledu pravidelnosti údržby je třeba sledovat zejména čištění zařízení a vybavení, které přímo souvisí s výkonem činnosti operátora, dále pak pravidelnost čištění podlah, ventilačního systému a případně výměnu klimatizačních filtrů na pracovišti. Doporučuje se rovněž sledovat frekvenci obnovy nátěrů a maleb prostorů pracoviště.

Tabulka 18 Údržba pracoviště – pravidelnost údržby

p_i	**Hodnocený parametr**	
84	Čištění pracoviště	pravidelnost čištění zařízení a vybavení pracoviště operátorů
85	Čištění ventilace	pravidelnost čištění ventilačního systému na pracovišti (filtry)
86	Čištění podlahy	pravidelnost čištění podlahové plochy na pracovišti
87	Nátěry a malby	pravidelnost obnovy nátěrů a maleb na pracovišti

Zdroj: autor

Snadnost údržby

Kromě pravidelnosti údržby je ovšem důležitý také faktor možnosti provádění základní údržby bez nutnosti omezování provozu nebo jeho přerušení.

Tabulka 19 Údržba pracoviště – snadnost údržby

p_i	**Hodnocený parametr**	
88	Snadnost čištění hardwaru	Možnost čištění hardwaru pracoviště bez nutnosti jeho vypnutí
89	Vhodné typy svítidel	Svítidla umožňující základní údržbu bez nutnosti demontáže

90	Umístění svítidel	Umístění svítidel mimo půdorys pracoviště (umožňuje snadnou údržbu a opravy bez narušení činnosti operátorů)

Zdroj: autor

4.3 Stanovení kritérií hodnocení zvolených parametrů

Pro realizaci odborného expertního posouzení za účelem stanovení vah jednotlivých parametrů bylo třeba nejprve vymezit výchozí kritéria tohoto posuzování. Jako základ byla použita metoda HODERG definovaná v části 3.5 této práce, která je využívána pro posuzování ergatičnosti dle stupnice ergatické významnosti, jež mohou v hodnoceném systému člověk-stroj-prostředí determinovat pracovní pohodu.

Uvedená metoda předpokládá využití stupnice ergatické významnosti g s diskrétními hodnotami v rozpětí 0–7. Z důvodu jemnější rozlišitelnosti expertně posuzovaných rozdílů mezi parametry byla tato stupnice modifikována na osmistupňovou, přičemž $g = 8$ značí mimořádnou významnost, $g = 1$ nulovou významnost/bezvýznamnost a $g = 0$ označuje parametry, které nebyly z důvodu popsaných dále hodnoceny. Kompletní stupnice je znázorněna v tabulce 20.

Tabulka 20 Stupnice ergatické významnosti a odpovídající názvy

Ergatická významnost *g*	**Název stupně významnosti kritéria/parametru**
0	nehodnocena
1	bezvýznamná
2	téměř bezvýznamná
3	málo významná
4	podprůměrně významná
5	průměrně významná
6	nadprůměrně významná
7	velmi významná
8	mimořádně významná

Zdroj: upraveno autorem dle Král (2001)

4.4 Provedení expertního posouzení

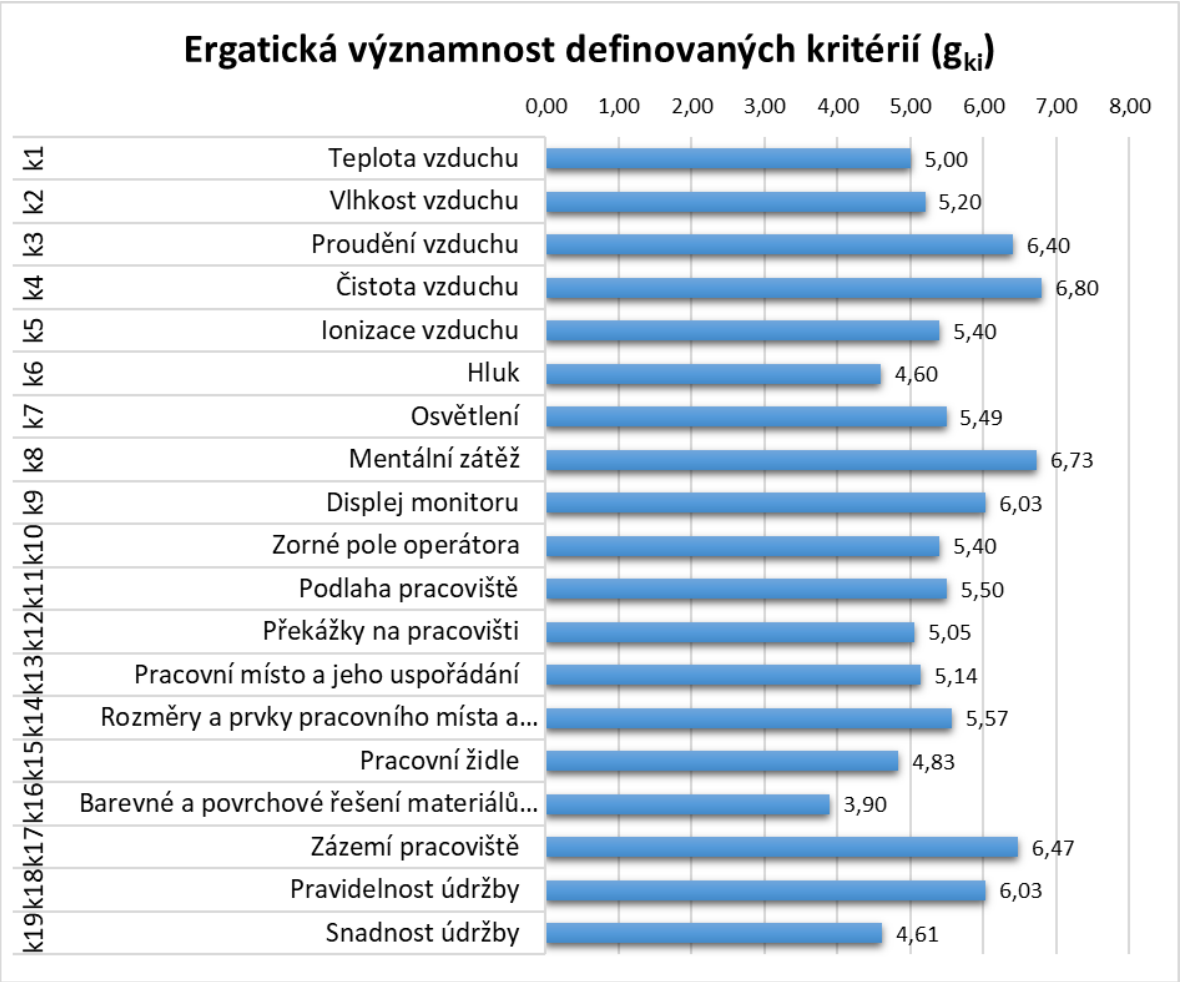
Jak již bylo uvedeno v části 3.6, bylo pro samotné řešení práce využito expertního posouzení osob, kteří jsou zainteresováni do systému bezpečnostních kontrol na letištích nebo expertů řešících pracovní podmínky a prostředí.

Posouzení probíhalo formou hodnocení ergatické významnosti, v rámci něhož byli experti požádáni o obodování stanovených kritérií/parametrů pracoviště ve vztahu k předpokládané míře korelace se soustředěností, výkonností či možnou chybovostí při provádění přidělených pracovních činností v systému člověk-stroj-prostředí. Ke každému kritériu či parametru měli dále možnost fakultativně přidat poznámku s komentářem. Posouzení probíhalo elektronickou formou prostřednictvím interaktivního listu tabulkového procesoru MS Excel – formátu xlsx. (náhled v příloze A)

Osloveno bylo 10 expertů s návratností a doplněním požadovaných dat 60 %. Tito odborníci jsou, včetně jejich profesního zaměření, v následujícím přehledu.

- **Michal Lahoda** – bezpečnostní referent a inspektor kvality bezpečnostní kontroly Letiště Praha
- **Ing. Marek Sedlák** – předseda odborové organizace operátorů detekční kontroly Letiště Praha
- **Ing. Marek Ondračka** – manažer bezpečnosti a ochrany zdraví při práci Letiště Praha
- **Ing. Zuzana Mathauserová** – vedoucí Národní referenční laboratoře pro prašnost a mikroklima v pracovním prostředí Státního zdravotního ústavu
- **doc. PhDr. Matúš Šucha, PhD.** – Katedra psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci – profesní orientace na dopravní psychologii, lidský faktor a související manažerské poradenství
- **PhDr. Jiří Novák** – psycholog s profesní orientací na psychologii práce, personální management, zjišťování sociálního klimatu a spokojenosti zaměstnanců

Z celkem očekávaných 564 hodnot se jich podařilo získat zpět 558, v šesti případech nebyli výše uvedení experti daný parametr ze své pozice schopni ohodnotit ($g = 0$). Výsledky bodování po provedení shlukové analýzy do devatenácti kritérií jsou formou středních hodnot ergatické významnosti g_{ki} zobrazeny na obrázku 11.



Obrázek 11 Výsledná ergatická významnost na základě expertního bodování (autor)

Z uvedeného výstupu je zřejmé, že dle oslovených expertů mají na výkonnost a spolehlivost lidského činitele v pracovním prostředí nejvýraznější vliv faktor čistoty ovzduší (průměrné váhové bodování $g_{k4} = 6{,}80$), který se skládá z dílčích parametrů prašnosti, zápachu a koncentrace oxidu uhličitého. Dále je to faktor mentální zátěže ($g_{k8} = 6{,}73$), skládající se z parametrů pravidelných bezpečnostních přestávek, střídání pracovišť v určeném intervalu a pravidelných neformálních rozhovorů nadřízeného se zaměstnanci. Jako třetí nejdůležitější byl ohodnocen vliv zázemí pracoviště ($g_{k17} = 6{,}47$), který je determinován blízkostí sociálního zařízení, jeho oddělení od veřejných toalet, zajištěním pitného režimu, podmínkami pro stravování, odpočinkovými prostorami a prostory pro osobní věci pracovníků.

Naopak nejmenší vliv má dle oslovených posuzovatelů činitel barevného a povrchového řešení materiálů pracoviště ($g_{k16} = 3{,}90$), tj. volba barev ve vztahu k jejich psychologickým účinkům a povrchy materiálů provedeny v matné úpravě. Druhým nejméně důležitým faktorem byl, poněkud nečekaně, stanoven hluk ($g_{k6} = 4{,}60$), tj. hlučnost provozních akustických a havarijních signálů, pozaďový hluk nebo možnost kvalitní a srozumitelné verbální

komunikace. Třetím faktorem, který byl ohodnocen malým počtem bodů, je snadnost údržby pracoviště ($g_{k19} = 4,61$), které je definováno jako souhrn faktorů obsahující snadnost čištění hardwaru bez nutnosti jeho vypnutí nebo instalaci vhodných typů svítidel, umožňující čištění bez narušení činnosti operátorů.

4.5 Stanovení vah jednotlivých parametrů na základě provedené expertní analýzy

Na základě výsledků kvantifikace ergatické významnosti parametrů bylo přistoupeno ke stanovení váhového ohodnocení definovaných parametrů V_{pi}. Ergatická významnost byla na váhy transponována exponenciálním vztahem (15), který lépe reflektuje rozdílnost výsledků a přiřazuje větší váhu významnějším parametrům:

$$V_{pi} = 2^{g_{pi}-1} \quad [1] \tag{15}$$

Na základě tohoto vztahu byla realizována stupnice, znázorněná v tabulce 21.

Tabulka 21 Stupnice přepočtu ergatické významnosti na váhové ohodnocení parametrů

Střední hodnota ergatické významnosti parametru g_{pi}	**Váha parametru V_{pi}**
0,00–0,49	0,5
0,50–1,49	1
1,50–2,49	2
2,50–3,49	4
3,50–4,49	8
4,50–5,49	16
5,50–6,49	32
6,50–7,49	64
7,50–8,00	128

Zdroj: autor

Tato škála byla následně použita pro váhové ohodnocení jednotlivých dílčích parametrů pracoviště/stanoviště operátora detekční kontroly V_{pi} na základě průměrné hodnoty ergatické významnosti g_{pi}, získané z expertní analýzy. Výsledné hodnoty pro jednotlivé parametry v rámci souhrnných kritérií a kategorií uvádějí následující tabulky 22–27.

Tabulka 22 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Mikroklimatické podmínky

p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Teplota vzduchu							
1	Operativní teplota vzduchu	5,8	32	**3**	Regulace teploty vzduchu operátory	4,4	8
2	Vertikální teplotní rozdíl	4,8	16	--	--	--	--
Vlhkost vzduchu							
4	Relativní vlhkost vzduchu	5,2	16	--	--	--	--
Proudění vzduchu							
5	Rychlost proudění vzduchu	6,4	32	--	--	--	--
Čistota vzduchu							
6	Znečištění oxidem uhličitým	6,8	64	**8**	Pachy v ovzduší	6,8	64
7	Znečištění prachem	6,8	64	--	--	--	--
Ionizace vzduchu							
9	Koncentrace záporných iontů	5,4	16	--	--	--	--

Zdroj: autor

Tabulka 23 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Fyzikální faktory

p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Hluk							
10	Provozní akustické signály	4,4	8	**12**	Kvalita a srozumitelnost verbální komunikace	5,6	32
11	Pozaďový hluk	5,0	16	--	--	--	--
Osvětlení							
13	Regulace slunečního světla	6,0	32	**18**	Regulace osvětlení operátory	4,8	16
14	Typová homogenita svítidel	4,8	16	**19**	Svítidla bez mihotání a blikání	6,4	32
15	Rovnoměrnost rozmístění svítidel	5,4	16	**20**	Chromatičnost zdrojů světla	4,8	16
16	Difúzní kryty stropních svítidel	3,6	8	**21**	Osvětlení pracovního místa	7,0	64
17	Oslňování lokálním svítidly	6,8	64				

Zdroj: autor

Tabulka 24 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Psychická zátěž

p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Mentální zátěž							
22	Bezpečnostní přestávky	7,6	128	**24**	Rozhovory se zaměstnanci	5,6	32
23	Střídání pracovišť	7,0	64	--	--	--	--

Zdroj: autor

Tabulka 25 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Zraková zátěž

p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Displej monitoru							
25	Vzdálenost od očí	6,6	64	**28**	Přizpůsobení intenzity jasu podsvětlení	5,0	16
26	Přizpůsobení sklonu	6,6	64	**29**	Eliminace nízkého kontrastu a jasu	6,2	32
27	Intenzita podsvětlení	5,6	32	**30**	Odrazy okolního prostředí	6,2	32
Zorné pole operátora							
31	Výhled operátora do venkovního prostředí	5,0	16	**34**	Plochy v zorném poli	5,8	32
32	Okna v monitorovacím poli	5,0	16	**35**	Viditelnost ovládacích prvků pracoviště	5,6	32
33	Východy v zorném poli	4,2	8	**36**	Světelné reklamy v zorném poli	6,0	32

Zdroj: autor

Tabulka 26 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Prostory a prvky pracoviště

p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Podlaha pracoviště							
37	Rovnost podlahy	5,2	16	**38**	Stabilita podlahy	5,4	16
Překážky na pracovišti							
39	Vystupující rohy nebo části zařízení	5,4	16	**41**	Upevnění kabelových vedení	5,0	16
40	Vystupující nosné sloupy	4,6	16	**42**	Kabelová vedení v pochozích plochách	5,2	16
Pracovní místo a jeho uspořádání							
43	Pohyb ostatních osob v blízkosti operátora	5,6	32	**45**	Vzdálenost od oken	4,8	16

44	Verbální komunikace	4,8	16	**46**	Vzdálenost od výdechů klimatizace nebo topení	5,5	32
Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů							
47	Rozměry pracovního místa	6,0	32	**54**	Prostor pro oporu rukou	6,4	32
48	Výška pracovní plochy	5,2	16	**55**	Vizuální kontakt mezi pracovníky	6,6	64
49	Šířka prostoru pro nohy	5,6	32	**56**	Opěrka nohou	4,0	8
50	Hloubka prostoru pro nohy	5,8	32	**57**	Povrch klávesnice	2,2	2
51	Výška prostoru pro nohy	5,8	32	**58**	Čitelnost symbolů na ovladačích	6,0	32
52	Dosahové vzdálenosti pro časté úkony	6,6	64	**59**	Dostupnost ovladačů	6,4	32
53	Zaoblení hran pracovní plochy	5,8	32	--	--	--	--
Pracovní židle							
60	Šířka sedáku	5,6	32	**68**	Šířka opěrek rukou	4,4	8
61	Čalounění sedáku	5,0	16	**69**	Přizpůsobení výšky opěrek rukou	4,8	16
62	Odpružení sedáku	4,6	16	**70**	Rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou	4,4	8
63	Přizpůsobení sedáku	56	32	**71**	Stabilita kříže	5,2	16
64	Rozsah přizpůsobení výšky sedáku	5,2	16	**72**	Počet ramen kříže	4,0	8
65	Přítomnost bederní opěrky	5,2	16	**73**	Pevnost kříže	3,8	8
66	Přítomnost opěrek rukou	5,0	16	**74**	Přítomnost opěrky hlavy	4,8	16

67	Délka opěrek rukou	4,6	16	**75**	Materiál sedáku a opěrky zad	5,0	16
Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště							
76	Barevná úprava interiéru	4,0	8	**77**	Povrchová úprava interiéru	3,8	8
Zázemí pracoviště							
78	Blízkost sociálního zařízení	6,4	32	**81**	Podmínky pro stravování	5,8	32
79	Privátní sociální zařízení	6,0	32	**82**	Odpočinkové prostory	7,0	64
80	Zajišťování pitného režimu	7,0	64	**83**	Prostory pro osobní věci	6,6	64

Zdroj: autor

Tabulka 27 Ergatická významnost a váhové ohodnocení parametrů kategorie Údržba pracoviště

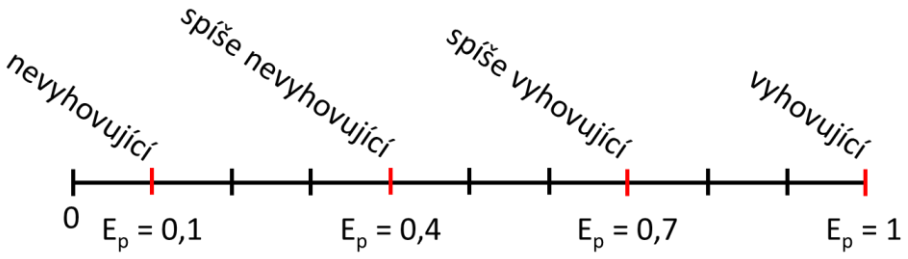
p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}	p_i	Název parametru	g_{pi}	V_{pi}
Pravidelnost údržby							
84	Čištění pracoviště	6,4	32	**86**	Čištění podlahy	6,4	32
85	Čištění ventilace	6,5	64	**87**	Nátěry a malby	4,8	16
Snadnost údržby							
88	Snadnost čištění hardwaru	4,33	8	**90**	Umístění svítidel	4,75	16
89	Vhodné typy svítidel	4,75	16	--	--	--	--

Zdroj: autor

4.6 Stanovení míry ergatičnosti pro vymezené intervaly hodnot definovaných parametrů

Dalším krokem, nezbytným pro aplikovatelnost metodiky, bylo vymezit intervaly možných hodnot v části 4.2 definovaných parametrů, které následně poslouží pro stanovení míry ergatičnosti reálně naměřených hodnot parametrů na pracovišti/stanovišti operátora detekční kontroly.

Ergatičnost parametrů E_{pi} byla stanovena v souladu s diskrétní kvalitativní škálou, jež byla určena koeficienty s rovnoměrným rozdělením mezi hodnotami 0,1–1,0 s rozestupy 0,3 (Obrázek 12). Hodnotu 1,0 lze chápat též jako interval spolehlivosti provozního optima.



Obrázek 12 Škála pro určení míry ergatičnosti hodnocených parametrů (autor)

Tyto koeficienty E_p byly přiřazeny k jednotlivým parametrům společně se stanovením intervalů hodnot, jichž mohou nabývat. Ty byly vymezeny na základě literární rešerše technických norem, vládních, evropských i dalších dokumentů uvedených v částech 1.1.2 a 1.2.3 a rovněž po konzultaci s odborníky, uvedenými v části 4.4. Jejich detailní rozpis je uveden v tabulkách 28–46.

Tabulka 28 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Teplota vzduchu

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
1	Operativní teplota vzduchu	teplota vzduchu (°C) (duben-září)	⟨23,0; 26,0⟩	⟨22,0; 23,0) nebo (26,0; 27,0⟩	⟨21,0; 22,0) nebo (27,0; 28,0⟩	(-∞; 21,0) nebo (28,0; ∞)
		teplota vzduchu (°C) (říjen-březen)	⟨20,0; 24,0⟩	⟨19,0; 20,0) nebo (24,0; 25,0⟩	⟨18,0; 19,0) nebo (25,0; 26,0⟩	(-∞; 18,0) nebo (26,0; ∞)
2	Vertikální teplotní rozdíl	hodnota rozdílu mezi teplotou vzduchu v úrovni hlavy a kotníků (°C)	⟨0,0; 3,0)	⟨3,0; 3,5)	⟨3,5; 4,0)	⟨4,0; ∞)
3	Regulace teploty vzduchu operátory	možnost přímé regulace teploty vzduchu na pracovišti operátory	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE

Zdroj: autor

Tabulka 29 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Vlhkost vzduchu

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
4	Vlhkost vzduchu	relativní vlhkost vzduchu (%) (duben-září)	⟨35,0; 60,0⟩	⟨30,0; 35,0) nebo (60,0; 65,0⟩	⟨25,0; 30,0) nebo (65,0; 70,0⟩	⟨0; 25,0) nebo (70,0; ∞)
		relativní vlhkost vzduchu (%) (říjen-březen)	⟨35,0; 40,0⟩	⟨30,0; 35,0) nebo (40,0; 45,0⟩	⟨25,0; 30,0) nebo (45,0; 50,0⟩	⟨0; 25,0) nebo (50,0; ∞)

Zdroj: autor

Tabulka 30 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Proudění vzduchu

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
5	Rychlost proudění vzduchu	Střední rychlost proudění vzduchu (m/s)	⟨0,00; 0,15⟩	(0,15; 0,25⟩	(0,25; 0,35⟩	(0,35; ∞)

Zdroj: autor

Tabulka 31 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Čistota vzduchu

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
6	Znečištění oxidem uhličitým	hodnota koncentrace ovzduší na pracovišti oxidem uhličitým (ppm)	⟨0;1000⟩	(1000;1200⟩	(1200;1500⟩	(1500;∞)
7	Znečištění prachem	hodnota znečištění ovzduší na pracovišti prachem (mg/m3)	⟨0;5⟩	(5;10⟩	(10;15⟩	(15;∞)
8	Pachy v ovzduší	existence nepříjemných pachů na pracovišti	NE	---	---	ANO

Zdroj: autor

Tabulka 32 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Ionizace vzduchu

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
9	Ionizace vzduchu	koncentrace prospěšných záporných iontů na pracovišti (iontů/cm3)	⟨1500;5000⟩	(1000;1500⟩	(250;1000⟩	(0;250⟩

Zdroj: autor

Tabulka 33 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Hluk

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
10	Provozní akustické signály	hodnota provozních akustických signálů (dB)	⟨0;65⟩	(65;70⟩	(70;75⟩	(75;∞)
11	Pozaďový hluk	hodnota pozaďového hluku (dB)	⟨0;40⟩	(40;45⟩	(45;50⟩	(50;∞)
12	Kvalita a srozumitelnost verbální komunikace	hodnota akustického pozadí umožňuje kvalitní a srozumitelnou verbální komunikaci (dB)	⟨0;45)	⟨45;50)	⟨50;55)	(55;∞)

Zdroj: autor

Tabulka 34 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Osvětlení

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
13	Regulace slunečního světla	zábrany na oknech a světlících umožňující regulaci slunečního světla a zabraňující oslnění	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
14	Typová homogenita svítidel	max. počet různých typů stropních svítidel na pracovišti	1	2	3	⟨4;∞)

15	Rovnoměrnost rozmístění svítidel	rovnoměrné rozmístění stropních svítidel na pracovišti	ANO	---	---	NE
16	Difúzní kryty stropních svítidel	opatření stropních svítidel difúzními kryty	ANO	---	---	NE
17	Oslňování lokálním svítidly	opatření lokálních svítidel kryty nebo stínítky bránící oslňování operátora	ANO	---	---	NE
18	Regulace osvětlení operátory	možnost regulace osvětlení na pracovišti operátory	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
19	Svítidla bez mihotání a blikání	instalace vysokofrekvenčních svítidel bez mihotání a blikání	ANO	---	---	NE
20	Chromatičnost zdrojů světla	svítidla vyzařují vhodnou chromatičnost světla (bílá nebo žlutá barva)	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
21	Osvětlení pracovního místa	hygienické limity osvětlení pracovního místa, kde jsou sledovány obrazovky monitorů Em (lx)	⟨200;300⟩	⟨150;200) nebo (300;350⟩	⟨100;150) nebo (350;400⟩	⟨0;100) nebo (400;∞)

Zdroj: autor

Tabulka 35 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Mentální zátěž

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
22	Bezpečnostní přestávky	pravidelné bezpečnostní přestávky operátorů během směny (minuty)	alespoň 10 min. přestávka po 2 hod.	alespoň 10 min. přestávka po 3 hod.	alespoň 10 min. přestávka po 4 hod.	kratší než 10 min. nebo více než po 4 hod.
23	Střídání pracovišť	pravidelné střídání pracovišť/stanovišť v určeném intervalu	ANO	---	---	NE

24	Rozhovory se zaměstnanci	pravidelné neformální rozhovory nadřízeného s pracovníky v určeném intervalu	nejméně měsíčně	nejméně čtvrtletně	nejméně půlročně	ročně a méně

Zdroj: autor

Tabulka 36 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Displej monitoru

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
25	Vzdálenost od očí	vzdálenost displeje monitoru od očí operátora v základní pracovní poloze (cm)	⟨60;80⟩	⟨50;60) nebo (80;85⟩	⟨40;50) nebo (85;90⟩	⟨0;40) nebo (90;∞)
26	Přizpůsobení sklonu	sklon obrazovky monitoru je nastavitelný operátorem	ANO	---	---	NE
27	Intenzita podsvětlení	intenzita podsvětlení obrazovky monitoru má větší intenzitu než osvětlení pozadí stěn a oken	ANO	---	---	NE
28	Přizpůsobení intenzity jasu podsvětlení	intenzita jasu podsvětlení obrazovky monitoru je regulovatelná operátorem	ANO	---	---	NE
29	Eliminace nízkého kontrastu a jasu	displej monitoru nebo zobrazované prvky vykazují v okolních podmínkách příliš nízkou intenzitu kontrastu a jasu	NE	---	---	ANO
30	Odrazy okolního prostředí	v displeji monitoru se odrážejí prvky nebo svítidla okolního prostředí	NE	---	---	ANO

Zdroj: autor

Tabulka 37 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Zorné pole operátora

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
31	Výhled operátora do venkovního prostředí	možnost výhledu operátora do venkovního prostředí	ANO	---	---	NE
32	Okna v monitorovacím poli	umístění oken ve zrakovém monitorovacím poli operátora (zorný úhel cca. 60°)	NE	---	---	ANO
33	Východy v zorném poli	zasahování blízkých východů (vyjma nouzových) do zorného pole operátora	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO
34	Plochy v zorném poli	plochy v zorném poli operátory opatřeny výraznými vzory	NE	---	---	ANO
35	Viditelnost ovládacích prvků pracoviště	osvětlení nebo stínění negativně ovlivňuje viditelnost ovládacích prvků pracoviště	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO
36	Světelné reklamy v zorném poli	umístění světelných reklam v zorném poli operátora	NE	---	---	ANO

Zdroj: autor

Tabulka 38 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Podlaha pracoviště

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
37	Rovnost podlahy	schody, stupínky, díry, nakloněné roviny	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO
38	Stabilita podlahy	stabilita, pevnost, nekluzkost	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE

Zdroj: autor

Tabulka 39 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Překážky na pracovišti

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
39	Vystupující rohy nebo části zařízení	rohy nebo části zařízení vystupující do pochozí plochy	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO
40	Vystupující nosné sloupy	nosné sloupy vystupující do pochozí plochy	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO
41	Upevnění kabelových vedení	volně ložené kabely a spoje upevněny	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
42	Kabelová vedení v pochozích plochách	zasahování kabelů do pochozích rovin	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO

Zdroj: autor

Tabulka 40 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pracovní místo a jeho uspořádání

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
43	Pohyb ostatních osob v blízkosti operátora	redukce pohybu ostatních osob a minimalizace obtěžování/rušení činnosti operátora	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
44	Verbální komunikace	optimální vzdálenost umožňující verbální komunikaci mezi operátory (cm)	⟨0;150⟩	(150;200⟩	(200;250⟩	(250;∞)
45	Vzdálenost od oken	vzdálenost pracovního místa od oken (cm)	(70;∞)	(50;70⟩	(30;50⟩	⟨0;30⟩
46	Vzdálenost od výdechů klimatizace nebo topení	vzdálenost pracovního místa od výdechů topných těles nebo klimatizace (cm)	(70;∞)	(50;70⟩	(30;50⟩	⟨0;30⟩

Zdroj: autor

Tabulka 41 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
47	Rozměry pracovního místa	rozměry pracovního místa neomezují vykonávání činností různých typů postav operátorů	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
48	Výška pracovní plochy	zajištění optimální výšky plochy pracovního stolu (cm) pevná výška	⟨72;76⟩	⟨68;72) nebo (76;80⟩	⟨64;68) nebo (80;84⟩	⟨0;64) nebo (84;∞)
		stavitelná výška	⟨65;85⟩	⟨61;65) nebo (85;89⟩	⟨57;61) nebo (89;94⟩	⟨0;57) nebo (94;∞)
49	Šířka prostoru pro nohy	šířka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨70;∞)	⟨60;70)	⟨50;60)	⟨0;50)
50	Hloubka prostoru pro nohy	hloubka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨70;∞)	⟨60;70)	⟨50;60)	⟨0;50)
51	Výška prostoru pro nohy	výška prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨65;∞)	⟨60;65)	⟨55;60)	⟨0;55)
52	Dosahové vzdálenosti pro časté úkony	dosahová vzdálenost pro časté úkonu při činnosti operátora ze základní pracovní pozice (cm)	⟨0;40⟩	(40;50⟩	(50;60⟩	(60;∞)
53	Zaoblení hran pracovní plochy	hrany pracovní plochy, které mohou být v kontaktu s předloktím, jsou zaobleny	ANO	---	---	NE
54	Prostor pro oporu rukou	pracovní plocha umožňuje oporu paží a rukou	ANO	---	---	NE
55	Vizuální kontakt mezi pracovníky	řešení pracoviště bezpečnostní kontroly umožňuje vzájemný vizuální kontakt	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
56	Opěrka nohou	v případě zájmu je k dispozici opěrka nohou	ANO	---	---	NE

57	Povrch klávesnice	povrch klávesnice v matném provedením	ANO	---	---	NE
58	Čitelnost symbolů na ovladačích	symboly na ovladačích jsou dobře čitelné ze základní pracovní polohy	ANO	---	---	NE
59	Dostupnost ovladačů	dostupnost ovladačů ze základní pracovní polohy	ANO	---	---	NE

Zdroj: autor

Tabulka 42 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pracovní židle

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
60	Šířka sedáku	hodnota šířky sedáku pracovní židle (cm)	⟨50;60⟩	⟨45;50) nebo (60;70⟩	⟨40;45) nebo (70;75⟩	⟨0;40) nebo (75;∞)
61	Čalounění sedáku	hodnota tloušťky čalounění sedáku pracovní židle (cm)	⟨4;6⟩	⟨2;4) nebo (6;8⟩	⟨1;2) nebo (8;10⟩	⟨0;1) nebo (10;∞)
62	Odpružení sedáku	sedák pracovní židle je odpružen pístem	ANO	---	---	NE
63	Přizpůsobení sedáku	výška sedáku pracovní židle je stavitelná operátorem	ANO	---	---	NE
64	Rozsah přizpůsobení výšky sedáku	rozsah přizpůsobení výšky sedáku pracovní židle (cm od podlahy)	⟨30;65⟩	⟨35;60⟩	⟨40;55⟩	⟨45;50⟩
65	Přítomnost bederní opěrky	pracovní židle je vybavena bederní opěrkou	ANO	---	---	NE
66	Přítomnost opěrek rukou	pracovní židle je vybavena opěrkami rukou	ANO	---	---	NE
67	Délka opěrek rukou	hodnota délky opěrek rukou pracovní židle (cm)	⟨20;40⟩	⟨18;20) nebo (40;42⟩	⟨16;18) nebo (42;44⟩	⟨0;16) nebo (44;∞)
68	Šířka opěrek rukou	hodnota šířky opěrek rukou pracovní židle (cm)	⟨8;12⟩	⟨6;8) nebo (12;14⟩	⟨4;6) nebo (14;16⟩	⟨0;4) nebo (16;∞)

69	Přizpůsobení výšky opěrek rukou	výška opěrky rukou pracovní židle je stavitelná operátorem	ANO	---	---	NE
70	Rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou	rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou pracovní židle (cm od sedáku)	⟨14;30⟩	⟨16;28⟩	⟨18;26⟩	⟨20;24⟩
71	Stabilita kříže	délka ramene kříže pracovní židle (cm)	⟨32;36⟩	⟨28;32) nebo (36;40⟩	⟨24;28) nebo (40;44⟩	⟨0;24) nebo (44;∞)
72	Počet ramen kříže	počet ramen kříže pracovní židle (ks)	⟨5;6⟩	4	3	⟨0;2⟩
73	Pevnost kříže	materiál, z něhož je vyroben kříž pracovní židle (tvrzený plast, kov)	ANO	---	---	NE
74	Přítomnost opěrky hlavy	pracovní židle je vybavena opěrkou hlavy	ANO	---	---	NE
73	Materiál sedáku a opěrky zad	materiál, z něhož je vyroben sedák a opěrka zad, poskytují dobré porézní vlastnosti (NE kůže, NE koženka, NE síťovina)	ANO	---	---	NE

Zdroj: autor

Tabulka 43 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
76	Barevná úprava interiéru	barvy voleny ve vztahu k jejich psychologickým účinkům – převažují chladné barvy	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
77	Povrchová úprava interiéru	podlahy, stropy a stěny vyvedeny v matném provedení	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE

Zdroj: autor

Tabulka 44 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Zázemí pracoviště

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
78	Blízkost sociálního zařízení	blízkost toalet a umyvadla	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
79	Privátní sociální zařízení	toalety zaměstnanců letiště oddělené od veřejných toalet	ANO	---	---	NE
80	Zajišťování pitného režimu	balená pitná vody nebo tekoucí pitná voda	ANO	---	---	NE
81	Podmínky pro stravování	pro konzumaci jídla vyčleněna samostatná místnost	ANO	---	---	NE
82	Odpočinkové prostory	samostatná místnost pro odpočinek a relaxaci operátorů	ANO	---	---	NE
83	Prostory pro osobní věci	prostory pro uložení osobních věcí operátorů	ANO	---	---	NE

Zdroj: autor

Tabulka 45 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Pravidelnost údržby

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$
84	Čištění pracoviště	pravidelnost čištění zařízení a vybavení pracoviště operátorů	min. 1 x za 1 týdny	min. 1 x za 2 týdny	min. 1 x za 4 týdny	min. 1 x za 8 týdnů
85	Čištění ventilace	pravidelnost čištění ventilačního systému na pracovišti (filtry)	min. 1 x za 6 měsíců	min. 1 x za 12 měsíců	min. 1 x za 18 měsíců	min. 1 x za 24 měsíců
86	Čištění podlahy	pravidelnost čištění podlahové plochy na pracovišti	min. 1 x za 12 hodin	min. 1 x za 24 hodin	min. 1 x za 36 hodin	min. 1 x za 48 hodin
87	Nátěry a malby	pravidelnost obnovy nátěrů a maleb na pracovišti	min. 1 x za 4 roky	min. 1 x za 6 let	min. 1 x za 8 let	méně než 1 x za 8 let

Zdroj: autor

Tabulka 46 Vymezení míry ergatičnosti pro definované intervaly hodnot parametrů kritéria Snadnost údržby

p_i	Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p			
			Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**
88	Snadnost čištění hardwaru	možnost čištění hardwaru pracoviště bez nutnosti jeho vypnutí	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
89	Vhodné typy svítidel	svítidla umožňující základní údržbu bez nutnosti demontáže	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE
90	Umístění svítidel	umístění svítidel mimo půdorys pracoviště (umožňuje snadnou údržbu a opravy bez narušení činnosti operátorů)	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE

Zdroj: autor

4.7 Návrh implementace metodiky do provozní praxe mezinárodního letiště

Korektní implementace metodiky do provozní praxe se opírá o jednorázové či opakované provedení screeningového hodnocení na zájmovém pracovišti či stanovišti detekční kontroly. Realizace takového šetření spočívá v následujících krocích:

1. Stanovení osoby v rámci organizačních složek letiště zodpovědné za aplikaci metodiky.
2. Opatření doporučených měřidel s požadovanými parametry dle části 4.7.1 této práce.
3. Zápis identifikačních údajů o měření, které budou obsahovat:
    a. Název hodnocené společnosti/firmy.
    b. Název hodnoceného stanoviště/pracoviště.
    c. Datum hodnocení.
    d. Časové rozpětí hodnocení (od–do).
    e. Jméno a podpis osoby, která byla za screeningové šetření zodpovědná.
4. Postupné změření hodnot všech parametrů, uvedených v hodnotících checklistech dle části 4.6.
5. Záznam změřených hodnot do checklistů dle pokynů uvedených v části 4.7.2 práce.
6. Přepis hodnot do tabulky v části 4.7.2 po vyplnění všech devatenácti checklistů.
7. Výpočet ergatičnosti hodnocených kategorií *(E_{kai})* dle vztahů uvedených v tabulce 50 v části 4.7.2.

8. Výpočet celkové ergatičnosti hodnoceného stanoviště/pracoviště dle vztahu 16 uvedeného v části 4.7.2.
9. Interpretace získaných výsledků dle části 4.7.3.

4.7.1 Způsoby měření ergonomických parametrů

V souladu s výše uvedeným postupem je výchozím bodem screeningového šetření (po jmenování odpovědné osoby) opatření měřidel a měřicí techniky. S ohledem na variabilitu hodnocených parametrů bylo stanoveno jedenáct skupin veličin s rozdílnými předpoklady na získání požadovaných dat.

Měřené parametry a jejich veličiny byly opatřeny identifikátory, označenými velkými písmeny abecedy A–K. Tyto skupiny jsou, včetně požadavků na měřicí techniku, uvedeny v tabulce 47. S ohledem na provedené rešerše a konzultace s experty lze v provozní praxi pro orientační měření vystačit s měřidly umožňující zachycení hodnot s určitou mírou nepřesnosti, jako jsou například běžně dostupná domácí měřidla nebo některé mobilní aplikace.

Tabulka 47 Způsoby měření stanovených veličin a požadavky na měřidla

Ident.	Veličina	Předpoklady pro měření
A	Teplota	Možno využít běžné teploměry s přesností 0,5 ˚C, pro přesnější stanovení kulové teploměry s přesností alespoň 0,1 ˚C
B	Relativní vlhkost	Možno využít kapacitní odporové či dilatační vlhkoměry s přesností alespoň 5 % a rozsahem měření 30-70 %
C	Rychlost proudění	Možno využít běžné anemometry s přesností alespoň 0,1 m/s
D	Koncentrace CO_2	Možno využít jakékoliv snímače s rozsahem do 5000 ppm
E	Koncentrace prachu	Možno využít zařízení, které je schopno měřit aerosolové částice v rozsahu velikostí 0,1-5 µm
F	Iontové mikroklima	Možno využít kontinuální detektor koncentrace iontových částic ve vzduchu
G	Zvuk	Možno využít měřidla s přesností alespoň 3 dB L_{Aeq}
H	Osvětlení	Možno využít měřidla s přesností alespoň 5 lx a rozsahem měření 10-10000 lx
I	Vzdálenost/délka	Možno využít běžná měřidla s přesností alespoň 10 mm
J	*Pozorování*	*Hodnotu příslušné veličiny možno snadno stanovit pozorováním na pracovišti*
K	*Dotazování*	*Hodnotu příslušné veličiny možno stanovit na základě dotazu odpovědné osobně na pracovišti*

zdroj: autor

4.7.2 Zaznamenávání změřených hodnot

Pro správné vyhodnocení screeningového šetření je nezbytný korektní manuální zápis změřených či jiným způsobem (viz tabulka 47) získaných hodnot do hodnotících checklistů a výpočet výsledné ergatičnosti posuzovaného kritéria. Vzor checklistu je možné nalézt v tabulce 48. Aplikačně lze doporučit následující postup:

1. Zápis změřené nebo jinak získané hodnoty do sloupce „Naměřená hodnota“ daného parametru checklistu.
2. Zjištění míry ergatičnosti této změřené hodnoty, která odpovídá některému rozpětí ve sloupcích „Rozpětí hodnot a odpovídající E_p“ checklistu, v rámci něhož se změřená hodnota nachází, tj. 0,1; 0,4; 0,7; nebo 1,0.
3. Zápis této míry ergatičnosti do sloupce „E_p“ checklistu k hodnocenému parametru.
4. Výpočet a zápis součinu váhového ohodnocení a ergatičnosti parametru do sloupce „V×Ep“.
5. Výpočet výsledné ergatičnosti kritéria (E_{ki}) dle vztahu uvedeného pod tabulkou daného kritéria.

Tabulka 48 je vzorově vyplněna pro hodnoty pozaďového hluku 42 dB a hlučnosti provozních akustických signálů 66 dB včetně výpočtu výsledné ergatičnosti. Změřené, doplněné a vypočítané hodnoty jsou od nevyplněného checklistu odlišeny podtržením.

Tabulka 48 Vzor hodnotícího checklistu

Posuzovaný parametr		**Rozpětí hodnot a odpovídající E_p**				**Měření**	**V**	**Naměřená hodnota**	**E_p**	**$V \times E_p$**
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Provozní akustické signály	hodnota provozních akustických signálů (dB)	⟨0;65⟩	(65;70⟩	(70;75⟩	(75;∞)	G	**8**	66	0,7	5,6
Pozaďový hluk	hodnota pozaďového hluku (dB)	⟨0;40⟩	(40;45⟩	(45;50⟩	(50;∞)	G	**16**	42	0,7	11,2
Kvalita a srozumitelnost verbální komunikace	hodnota akustického pozadí umožňuje kvalitní a srozumitelnou verbální komunikaci (dB)	⟨0;45)	⟨45;50)	⟨50;55)	(55;∞)	G	**32**	42	1	32
									$\Sigma(V \times E_p) =$	48,8

Výsledná ergatičnost kritéria „hluk“ $E_{k6} = \Sigma(V \times E_p)/56 =$ 0,87

zdroj: autor

Takto získané hodnoty ergatičnosti jednotlivých kritérií E_{k1}–E_{k19} budou dále zaznamenány do sloupce E_{ki} souhrnné tabulky, jejíž podobu značí tabulka 49. To umožní přehledným způsobem identifikovat negativní faktory (v této práci nazvané jako „kritéria“), které se na posuzovaném pracovišti nebo stanovišti vyskytují a stanovit jejich závažnost.

Tabulka 49 Vzor tabulky pro opis získaných hodnot Ek

	Název kritéria	E_{ki}
E_{k1}	Teplota vzduchu	
E_{k2}	Vlhkost vzduchu	
E_{k3}	Proudění vzduchu	
E_{k4}	Čistota vzduchu	
E_{k5}	Ionizace vzduchu	
E_{k6}	Hluk	
E_{k7}	Osvětlení	
E_{k8}	Mentální zátěž	
E_{k9}	Displej monitoru	
E_{k10}	Zorné pole operátora	
E_{k11}	Podlaha pracoviště	
E_{k12}	Překážky na pracovišti	
E_{k13}	Pracovní místo a jeho uspořádání	
E_{k14}	Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů	
E_{k15}	Pracovní židle	
E_{k16}	Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště	
E_{k17}	Zázemí pracoviště	
E_{k18}	Pravidelnost údržby	
E_{k19}	Snadnost údržby	

zdroj: autor

Pro získání přehledu o ergonomii hodnoceného stanoviště/pracoviště je třeba dále pokračovat výpočtem míry ergatičnosti jednotlivých kategorií E_{ka1}–E_{ka6} dle vztahů uvedených v tabulce 50, přičemž základními údaji pro výpočet jsou hodnoty E_{k1}–E_{k19}.

Tabulka 50 Vzor tabulky pro výpočet ergatičnosti definovaných kategorií

	Název kategorie	**Výpočet**	E_{kai}
E_{ka1}	Mikroklimatické podmínky	$\Sigma(E_{k1},E_{k5})/5$	
E_{ka2}	Fyzikální faktory	$\Sigma(E_{k6},E_{k7})/2$	
E_{ka3}	Psychická zátěž	E_{k8}	
E_{ka4}	Zraková zátěž	$\Sigma(E_{k9},E_{k10})/2$	
E_{ka5}	Prostory a prvky pracoviště	$\Sigma(E_{k11},E_{k17})/7$	
E_{ka6}	Údržba pracoviště	$\Sigma(E_{k18},E_{k19})/2$	

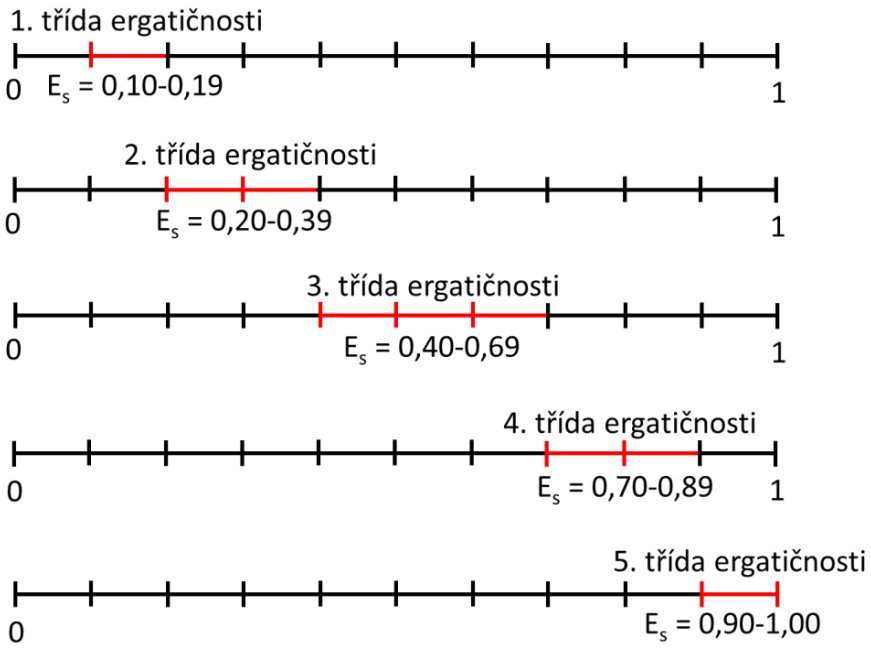
zdroj: autor

Souhrnný pohled na ergonomickou úroveň posuzovaného stanoviště/pracoviště detekční kontroly lze získat výpočtem parametru E_s dle následujícího vztahu, využívajícího výše vypočtené hodnoty E_{ka1}–E_{ka6}.

$$E_s = \Sigma(E_{ka1},E_{ka6})/6 \quad [1] \tag{16}$$

4.7.3 Interpretace získaných výsledků

Výslednou hodnotu ergatičnosti posuzovaného stanoviště E_s je pro získání přehledu o možné pravděpodobnosti selhání operátora detekční kontroly nezbytné přiřadit tuto hodnotu do jedné z pěti tříd ergatičnosti, které byly stanoveny ordinálně na základě příslušnosti do jednoho z intervalů hodnot škály 0,10-1,00 graficky znázorněných na obrázku 13.



Obrázek 13 Škála tříd ergatičnosti dle výsledné hodnoty Es (autor)

Pro usnadnění orientaci hodnotitele byly dále vytvořeny charakteristiky jednotlivých tříd s jejich kvalitativní ohodnocením a potenciálním vlivem na výkonnost a spolehlivost operátora detekční kontroly:

První třída, označená jako „zcela nevhodná“, odpovídá rozpětí E_s = *0,10–0,19*. Prostředí s těmito výsledky je zcela nepřijatelné, hrozí zde poškození zdraví s patologickými následky. Ergonomie prostředí je tedy zcela nevhodná pro výkon činnosti operátora detekční kontroly.

Druhá třída, označená jako „škodlivá“, odpovídá rozpětí E_s = *0,20–0,39*. Prostředí s těmito výsledky poškozuje zdraví při dlouhodobém působení. Existuje vysoká pravděpodobnost znatelného snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly již při standardních provozních situacích.

Třetí třída, označená jako „narušující pohodu“, odpovídá rozpětí E_s = *0,40–0,69*. Prostředí s těmito výsledky se pohybuje na spodní hranici hodnot stanovených danými normativy. Existuje zde reálný předpoklad snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům v situacích, které jsou typické dlouhodobou zvýšenou zátěží, například během sezónní špičky.

Čtvrtá třída, označená jako „běžné riziko“, odpovídá rozpětí E_s = *0,70–0,89*. Prostředí s těmito výsledky nepředstavuje velké riziko, ergonomie se blíží ideálnímu stavu. Existuje nevelký předpoklad snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům, a to zejména v situacích, které jsou typické výraznou krátkodobou zvýšenou zátěží, například během provozní špičky.

Pátá třída, označená jako „ideální stav“, odpovídá rozpětí E_s = *0,90–1,00*. Prostředí s těmito výsledky lze označit za optimální, v praxi však obtížně realizovatelné. Na takovém pracovišti se nepředpokládá snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům.

4.8 Vytvoření Metodiky pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly

Po realizaci dílčích kroků, které představují subkapitoly 4.2–4.7 této práce, byla vytvořena samotná Metodiky pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly.

Navrhovaná Metodika je uceleným dokumentem, představující kompendium vytvořených postupů s cílem jejich relativně snadné aplikace na hodnocených stanovištích detekční kontroly. Skládá se z následujících částí:

1. Cíle a uplatnění metodiky
2. Popis metodiky
   2.1. Způsoby měření ergonomických parametrů
   2.2. Způsoby zaznamenáván získaných dat
3. Hodnotící checklisty
4. Souhrnné výsledky měření
   4.1. Ergatičnost hodnocených kritérií
   4.2. Ergatičnost hodnocených kategorií
   4.3. Ergatičnost hodnoceného stanoviště/pracoviště
5. Interpretace získaných výsledků

Kompletní Metodika, tak jak je nadále předpokládána její reálná aplikace, je součástí přílohy B této práce.

4.9 Technický experiment k ověření aplikovatelnosti metodiky

Po vytvoření Metodiky bylo přistoupeno k ověření její praktické aplikovatelnosti, přičemž jako nejvhodnější nástroj byl zvolen technický experiment. Jeho cílem bylo poukázat na případné formální nedostatky ve způsobu měření, zaznamenávání hodnot nebo vyhodnocení získaných údajů. Experiment byl situován na stanoviště detekční kontroly Letiště Václava Havla Praha.

4.9.1 Příprava experimentu

Protože u vzniku konkrétní myšlenky tématu této disertační práce stáli zástupci bezpečností kontroly Letiště Praha, a. s., kteří autorovi byli nápomocni i v rámci expertní analýzy, bylo i jako místo pro provedení experimentu zvoleno Letiště Václava Havla Praha.

Organizační příprava experimentu

Dle původního plánu existoval předpoklad testování Metodiky na novém centrálním stanovišti v terminálu 2, které mělo být zprovozněno začátkem května 2018. Z důvodu posunutí zahájení provozu v plné zátěži bylo rozhodnuto o aplikaci metodiky na současné centrální stanoviště, které bude právě budovaným stanovištěm nahrazeno.

Kontaktní osobou v rámci organizační struktury byl Radek Kučera, ředitel bezpečnostní kontroly Letiště Praha, a. s., s nímž byl dojednán i termín provedení screeningového šetření na pátek 1. 6. 2018. S cílem co nejvěrnějšího podání reálného stavu při provozních špičkách, kdy lze předpokládat kupříkladu nejvyšší úroveň hlučnosti, byly z pohledu organizačního zajištění omezující podmínky stanoveny na provedení v čase 10:30–12:00 hod. Z důvodu realizace experimentu částečně ve vyhrazeném bezpečnostním prostoru letiště bylo rovněž nezbytné zajištění vstupu právě do SRA.

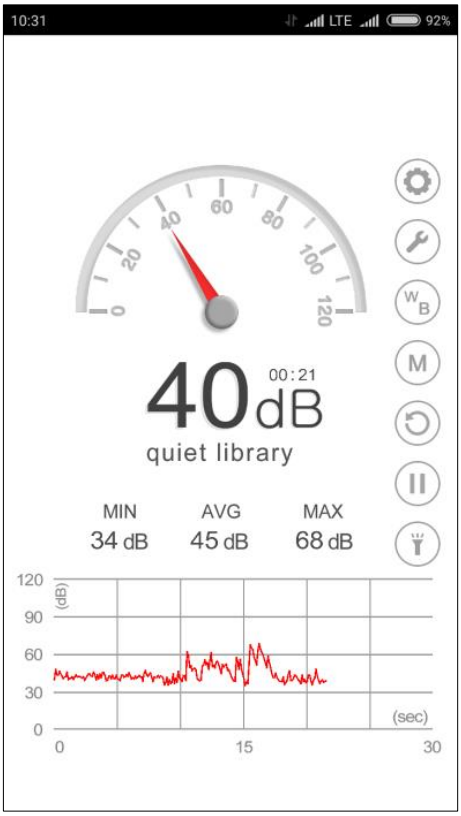
Technická příprava experimentu

Opatření měřidel a měřicích přístrojů byl hlavní úkol technické přípravy. Východiskem přitom byly údaje uvedených v části 4.7.1 této práce. Pro každou z veličin A–K byl na základě definovaných předpokladů pro měření určen vhodný nástroj, jimž by bylo možné screeningové šetření provést.

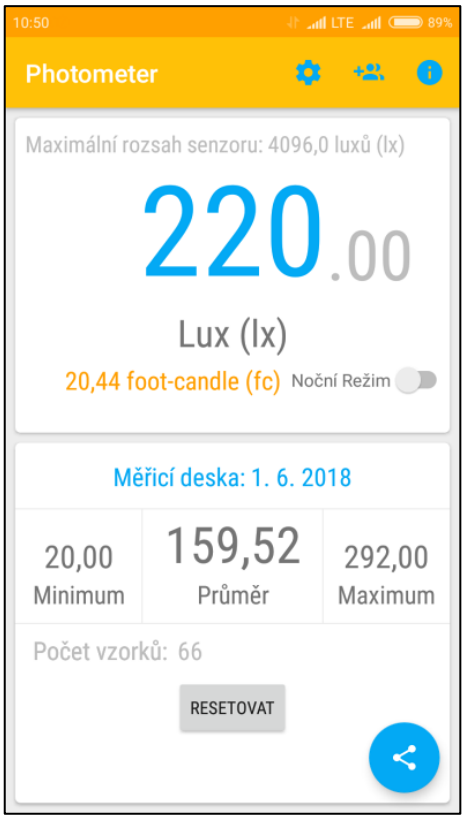
Vzhledem k omezujícím podmínkám, jimž byl autor vystaven a které jsou uvedeny v úvodu kapitoly 3 (jde zejména o omezené zdroje a kapacity pro realizaci experimentu), bylo pro účely experimentu využito běžně dostupných technických měřidel, které splňují požadavky na orientační měření stanovených parametrů:

- Teplota – bylo použito základního technického měřidla, které umožnuje indikaci vzdušné teploty s přesností 0,1 °C.
- Relativní vlhkost – bylo použito základního technického měřidla, které umožnuje indikaci relativní vzdušné vlhkosti s přesností 1 %.
- Rychlost proudění – s ohledem na omezené zdroje nebylo měřidlo pro tento parametr opatřeno
- Koncentrace CO_2 – s ohledem na omezené zdroje nebylo měřidlo pro tento parametr opatřeno
- Koncentrace prachu – s ohledem na omezené zdroje nebylo měřidlo pro tento parametr opatřeno

- Iontové mikroklima – s ohledem na omezené zdroje nebylo měřidlo pro tento parametr opatřeno
- Zvuk – bylo využito mobilní aplikace Sound Meter pro operační systém Android, která umožňuje indikace okamžité hodnoty hluku v dB, stejně jako minimální, maximální a průměrnou hodnotu v nastaveném časovém intervalu včetně grafu v časové ose s přesností 1 dB (obrázek 14).
- Osvětlení – bylo využito mobilní aplikace Photometer pro operační systém Android, která umožňuje indikaci v rozsahu 0–4096 lx s přesností 1 lx a lze díky ní znázornit i minimální, maximální a průměrnou hodnotu v měřeném časovém intervalu (obrázek 15).
- Vzdálenost/délka – bylo použito základního technického měřidla s rozsahem měření 0–3 m a přesností indikace 1 mm.
- Pozorování – osobně autorem práce
- Dotazování – autorem na stanovišti detekční kontroly doprovázející osobě



Obrázek 14 Rozhraní aplikace Sound Meter (autor)



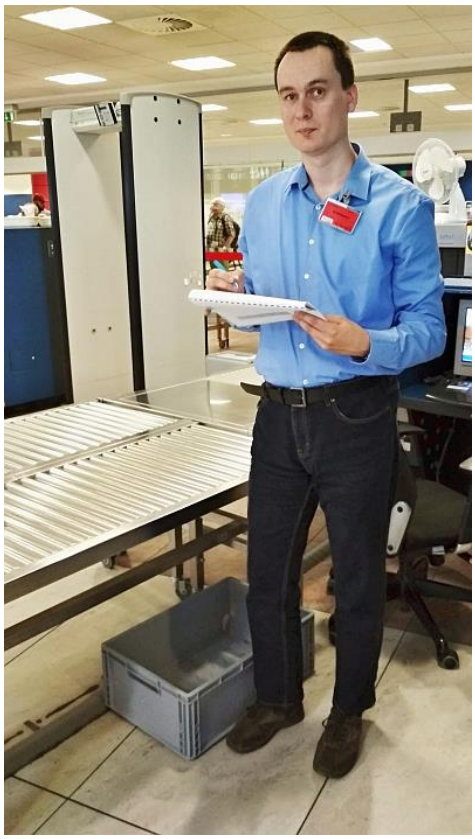
Obrázek 15 Rozhraní aplikace Photometer (autor)

Pro zpřesnění informační hodnoty měření Metodiky a získání údajů je nezbytné respektovat Předpoklady pro měření, uvedené v tabulce 48, a využít certifikovaná měřidla dle příslušné metrologie.

Pro pořizování fotodokumentace autor zvolil svůj mobilní telefon s rozlišením hlavního fotoaparátu 13 Mpx.

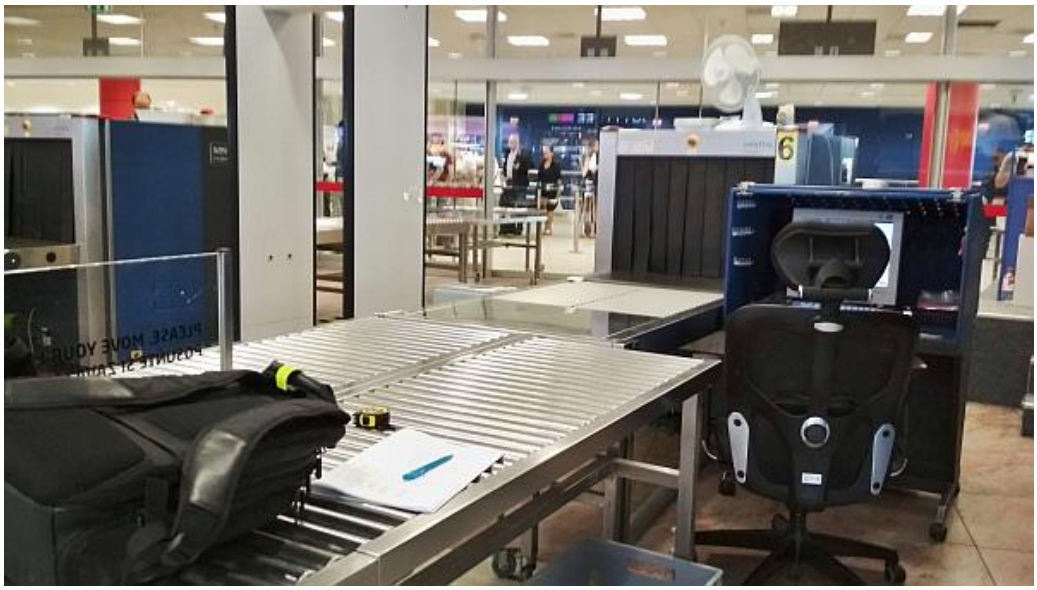
4.9.2 Průběh realizace experimentu

Samotné měření k ověření praktické aplikovatelnosti Metodiky proběhlo v předem stanoveném termínu a časovém rozpětí. Poté, co si autor vyzvedl dočasnou identifikační kartu, opravňující v doprovodu ke vstupu do vyhrazeného bezpečnostního prostoru letiště, následovalo autorem za asistence výše zmíněného Radka Kučery vyplnění předem konsolidovaných hodnotících checklistů na současném centrálním stanovišti detekční kontroly terminálu 2 dle pokynů definovaných v částech 4.7.1 a 4.7.2 této práce (obrázek 16). Získání hodnot způsobem „K“ (viz tabulka 47) bylo provedeno diskusí s Radkem Kučerou.



Obrázek 16 Autor při realizaci technického experimentu (autor)

Z důvodu vysoké míry možného bezpečnostního rizika při publikaci detailní fotodokumentace bylo autorovi dovoleno pořídit jen velmi omezené množství fotografií posuzovaného stanoviště (obrázek 17).



Obrázek 17 Hodnocené stanoviště detekční kontroly (autor)

Realizace měření a záznamu hodnot do checklistů započala 1. 6. 2018 v 10:45 a byla na místě ukončena v 11:25, tedy po 40 minutách (obrázek 18).

3. Hodnotící checklisty

3.1 Identifikační údaje screeningového šetření

Hodnocená společnost:	LETIŠTĚ PRAHA A.S.			
Hodnocené stanoviště / pracoviště:	CENTRÁLNÍ STANOVIŠTĚ MĚK TA (OCD)			
Datum hodnocení:	1.6.2018			
Čas hodnocení:	od:	10:45	do:	11:25
Údaje zaznamenal:	JAN ŽÍKA			
Podpis:				

Obrázek 18 Doplněné identifikační údaje experimentu v Metodice (autor)

5 VYHODNOCENÍ A DISKUZE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

V této kapitole jsou vyhodnoceny dosažené výsledky technického experimentu i samotné disertační práce, uvedena je analýza rizik při implementaci navrhovaných postupů a diskuse možných směrů dalšího výzkumu v řešené oblasti.

5.1 Shrnutí výsledků technického experimentu

Zápisem zjištěných a orientačním způsobem změřených hodnot definovaných parametrů a následným výpočtem byly získány míry ergatičnosti hodnocených kritérií (tabulka 51), kategorií (tabulka 52) i stanoviště jako celku.

Tabulka 51 Zjištěné míry ergatičnosti definovaných kritérií na hodnoceném stanovišti

	Název kritéria	E_{ki}
E_{k1}	Teplota vzduchu	0,96
E_{k2}	Vlhkost vzduchu	1,00
E_{k3}	Proudění vzduchu	nehodnoceno
E_{k4}	Čistota vzduchu	nehodnoceno
E_{k5}	Ionizace vzduchu	nehodnoceno
E_{k6}	Hluk	0,87
E_{k7}	Osvětlení	0,81
E_{k8}	Mentální zátěž	0,83
E_{k9}	Displej monitoru	0,68
E_{k10}	Zorné pole operátora	0,79
E_{k11}	Podlaha pracoviště	1,00
E_{k12}	Překážky na pracovišti	0,93
E_{k13}	Pracovní místo a jeho uspořádání	1,00
E_{k14}	Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů	0,83
E_{k15}	Pracovní židle	0,96
E_{k16}	Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště	1,00
E_{k17}	Zázemí pracoviště	1,00
E_{k18}	Pravidelnost údržby	0,78
E_{k19}	Snadnost údržby	0,70

zdroj: autor

Tabulka 52 Zjištěné míry ergatičnosti definovaných kategorií na hodnoceném stanovišti

	Název kategorie	**Výpočet**	E_{kai}
E_{ka1}	Mikroklimatické podmínky	$\Sigma(E_{k1},E_{k2})/2$	0,98
E_{ka2}	Fyzikální faktory	$\Sigma(E_{k6},E_{k7})/2$	0,84
E_{ka3}	Psychická zátěž	E_{k8}	0,83
E_{ka4}	Zraková zátěž	$\Sigma(E_{k9},E_{k10})/2$	0,74
E_{ka5}	Prostory a prvky pracoviště	$\Sigma(E_{k11},E_{k17})/7$	0,96
E_{ka6}	Údržba pracoviště	$\Sigma(E_{k18},E_{k19})/2$	0,74

zdroj: autor

Výsledná ergatičnost posuzovaného stanoviště byla na základě vztahu 16 (část 4.7.2) zjištěna jako $\boldsymbol{E_s = 0,85}$. V souladu se vztahem 14 v části 3.6 lze odvodit rizikovost pracoviště $R_s = 0,15\ a$ lze tedy konstatovat, že stanoviště operátora detekční kontroly hodnocené v rámci provedeného experimentu je zařazeno do čtvrté třídy ergatičnosti, označené jako „běžné riziko“ (viz část 4.7.3).

Ze zjištěného lze rovněž vyvodit, že jako nejvíce se blížící provoznímu optimu jsou kategorie Mikroklimatické podmínky a Prostory a prvky pracoviště, konkrétně kritéria vlhkost vzduchu, teplota vzduchu, podlaha pracoviště, pracovní místo a jeho uspořádání, barevné a povrchové řešení, pracovní židle a zázemí pracoviště. Naopak jako nejméně vyhovující lze hodnotit Zrakovou zátěž a Údržbu pracoviště, a to především z důvodu nevyhovujícího CRT monitoru bez možnosti nastavení sklonu a přizpůsobení tak operátorům různého vzrůstu a potřebám.

Realizace experimentu rovněž poukázala na nutnost modifikace některých definovaných vstupních dat Metodiky, neboť jsou pro hodnocená pracoviště irelevantní a zjištěné hodnoty by pozitivně zkreslovaly výsledné hodnocení (např. objemový prostor na pracovníka). Vybrané parametry tedy byly eliminovány, u jiných bylo modifikováno škálování hodnot, jichž mohou nabývat. Takto revidované údaje jsou již součástí předchozích subkapitol 4.2–4.7 této práce. Souhrnně lze konstatovat, že Metodika je aplikovatelná a nevykazuje formální nedostatky.

5.2 Analýza rizik navrhovaných postupů

Přestože bylo snahou autora vytvořením Metodiky přinést objektivní nástroj posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na výkonnost a spolehlivost operátora detekční kontroly, je si zároveň vědom několika rizik, které by při její aplikaci měly být brány na zřetel:

1. Expertní analýza ohodnocení ergatické významnosti, tj. vztahu posuzovaného parametru k předpokládané míře korelace se soustředěností, výkonností či možnou chybovostí při provádění přidělených pracovních činností operátora detekční kontroly v systému člověk-stroj-prostředí, probíhalo na vytipovaném vzorku odborníků z rozdílných profesí vztahujících se k řešené problematice. Přesto je zřejmé, že výsledky mohly být do jisté míry odlišné při konzultaci s jinými experty.

2. Metodika posuzuje komplexní stanoviště/pracoviště v rámci organizace. V případě, že bude realizováno hodnocení více stanovišť detekční kontroly uvnitř jedné společnosti nebo jednoho letištního terminálu, mohou být některé hodnoty shodné – kupříkladu zázemí pracoviště nebo frekvence střídání pracovišť, přestávky aj. Tyto hodnoty tak mohou snižovat rozdíly ve výsledcích ergatičnosti jednotlivých stanovišť E_S.

3. Jedním z významných faktorů, který ovlivňuje psychickou pohodu operátorů detekční kontroly, jsou cestující. Konkrétně jde o jejich počet, fronty, chování, hlučnost, ukázněnost atd. Tato proměnná není v práci rozvinuta, neboť to nebylo jejím cílem. Pro další výzkum jde však o jeden z klíčových činitelů, kterému je třeba věnovat pozornost.

4. Validace ergonomické optimalizace je dlouhodobý proces. Pokud tedy provozovatel letiště na základě výstupů Metodiky přijme optimalizační opatření, nelze očekávat okamžité skokové zvýšení výkonnosti a spolehlivosti. Přestože dílčí výsledky mohou být pozorovány, komplexní hodnocení a komparace „před/po“ by měly být provedeny nejdříve po jednom roce, kdy byla opatření implementována. V tomto směru může být limitujících faktorem vysoká míra fluktuace zaměstnanců, což lze ovšem zajistit souhrnným hodnocením výkonnosti a spolehlivosti pracoviště, nikoliv jednotlivých operátorů.

5.3 Směr dalšího výzkumu v řešené oblasti

Autor touto disertací nepředpokládá ukončení výzkumu v řešení oblasti. Naopak plánuje Metodiku kontinuálně zpřesňovat a usnadňovat i její aplikaci.

Jedním ze způsobů, jak Metodiku dále zdokonalit, je **zpřesnění hodnot váhového ohodnocení** parametrů na základě optimalizace bodů ergatické významnosti navázáním spolupráce s dalšími experty. Při jejich správném výběru a větším počtu hodnotitelů je předpoklad vyšší míry korelace navrhovaného systému hodnocení s reálným stavem.

Plánována je **aplikace Metodiky** i na jiných stanovištích detekční kontroly v rámci Letiště Václava Havla Praha (v plánu je provedení měření na novém centrálním stanovišti detekční kontroly v Terminálu 2), stejně jako **na dalších letištích v České republice**. Rád by rovněž rozšířil působnost Metodiky na vybrané/vybraná **letiště zahraniční** s možností komparativních analýz.

Pro zjednodušení záznamu hodnot a výpočtu míry ergatičnosti kategorií, kritérií i souhrnné ergatičnosti stanoviště je též v plánu **elektronická verze Metodiky** s průvodcem, přímým vkládáním změřených hodnot a automatickým výpočtem E_{kai}, E_{ki} a E_s. Do úvahy přichází interaktivní dokument tabulkového procesoru MS Excel, webové rozhraní nebo mobilní aplikace pro operační systém Android. Výhodou takového řešení je především snadná dostupnost a jednoduchost použití.

V souladu s bodem 3 části 5.2 je třeba další výzkum směřovat do **analýzy psychických stavů a faktorů**, které mohou psychický stav operátorů detekční kontroly ovlivňovat. Jde například o vlivy chování cestujících, křivku únavy, mimopracovní psychickou zátěž, motivační faktory aj.

Jak již bylo naznačeno v části 2.1, Metodika by měla být po drobných modifikacích použitelná rovněž pro realizaci **optimalizačních řešení i v jiných odvětvích dopravy**, stejně jako **v dalších prvcích kritické infrastruktury**, kde je prováděna ochrana objektů a prostorů za pomoci detekční kontroly, jako jsou např. soudy, vězeňské budovy, jaderné elektrárny, sportovní stadiony, vládní budovy atd. Zde je třeba počítat především s úpravou parametrů v rámci hodnotících checklistů.

6 VLASTNÍ PŘÍNOSY DOKTORANDA

Při zpracování disertační práce bylo postupováno ve shodě s vytyčeným zadáním a rámcovou osnovou, jež byly schváleny v rámci státní doktorské zkoušky. V souladu s nimi byla **vytvořena Metodika pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly v letecké dopravě**. Její unikátnost spočívá v multidisciplinárním přístupu kombinující techniky ergonomického hodnocení pracoviště a znalosti letecké dopravy a prostředí mezinárodního letiště ve vazbě na ochranu civilního letectví před protiprávními činy.

Nezbytným předpokladem, bez nichž by nemohl být splněn hlavní cíl práce, bylo naplnění cílů dílčích, které zároveň směřovaly k obohacení vědeckého poznání v souvisejících vědních disciplínách.

Za pomoci eEPC modelu tak byl **vytvořen model stanoviště detekční kontroly**, v němž byly znázorněny procesy související s detekční kontrolou kabinového zavazadla.

Dále byla **identifikována množina devadesáti měřitelných parametrů pracovního prostředí, které by mohly potenciálně ovlivňovat výkonnost nebo spolehlivost operátora** a které byly následně shlukovány do devatenácti kritérií a šesti kategorií. Tyto parametry byly získány na základě literární rešerše a diskusí s osobami zainteresovanými do oblastí bezpečnosti letecké dopravy, psychologie práce, dopravní psychologie, ergonomie či mikroklimatické podmínky pracoviště.

Pro další výzkum bylo nutné stanovit, jakým způsobem s těmito parametry dále pracovat. Byla proto **stanovena kritéria hodnocení zvolených parametrů** pro následnou expertní analýzu. Jako základ přitom byla použita již existující metoda HODERG s hodnocením tzv. ergatické významnosti, jež byla pro účely této práce autorem drobně modifikována.

Za přínosnou a klíčovou část je nutné považovat i samotnou **expertní analýzu**, v rámci které oslovení experti hodnotili korelaci mezi působením identifikovaných parametrů a soustředěností či potenciální snížením výkonnosti nebo spolehlivosti operátorů. Na základě výstupů této analýzy byly ve stejném smyslu **stanoveny váhové koeficienty všech definovaných parametrů**.

U každého z parametrů byly dále **vymezeny intervaly hodnot**, jichž mohou nabývat, a **stanoveny míry ergatičnosti** pro takto vymezené intervaly hodnot.

Realizovaná Metodika představuje **ucelený manažerský nástroj, který umožnuje proaktivní hodnocení bezpečnostních rizik vyplývajících z pracovního prostředí**, v němž

operátor detekční kontroly vykonává činnosti směřující k potlačení činů nezákonného vměšování v letecké dopravě. Jako taková může být Metodika zařazena mezi vnitropodnikové nástroje Systému řízení bezpečnosti (Security Management System - SeMS), který je, společně se Safety Management Systemem, považován za nejmodernější a nejúčinnější metodu řízení bezpečnostních rizik v leteckých podnicích, neboť se zaměřuje na základní aspekty řízení bezpečnosti, včetně přiřazení odpovědnosti, hodnocení rizik a optimalizaci vnitropodnikové komunikace.

Pro provozovatele letiště má implementace Metodiky potenciál nejen ve zvýšení spolehlivosti detekční kontroly vykonávaných činností, ale přináší i sekundární benefity, jako např. vytvoření lepšího komfortu při pracovních činnostech, zachování vyšší míry psychické i fyzické kondice, prevence zdravotních obtíží nebo minimalizace únavy, což by se mohlo potenciálně odrazit i ve větší spokojenosti a nižší fluktuaci zaměstnanců.

Ergonomické checklisty existovaly i dosud, nebyly však, až na výjimky, orientovány na konkrétní druh pracoviště a sloužily výhradně pro hodnocení fyzické zátěže či jako nástroje pro posuzování pracoviště z pohledu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

7 ZÁVĚR

Bezpečnost letecké dopravy z pohledu protiprávních činů závisí významnou měrou na spolehlivosti bezpečnostní kontroly. Přestože ta je dnes prováděna za pomoci moderních a sofistikovaných technických řešení, jako jsou třeba vícepohledové rentgeny nebo osobní skenery, klíčová úloha konečného rozhodnutí o vpuštění cestujícího nebo zaměstnance do vyhrazeného bezpečnostního prostoru letiště zůstává na člověku. V případě detekční kontroly hovoříme o tzv. operátorovi detekční kontroly, který je během své práce obklopen prostředím s rizikovými faktory negativně působícími na jeho fyzickou či psychickou pohodu v interakci člověk-stroj-prostředí. Tyto faktory nemusí být ihned rozpoznány, neboť, na rozdíl od systému bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, není politika ergonomie jako proaktivní nástroj řízení rizik u většiny podniků aplikována. Člověk navíc disponuje schopností vysoké míry adaptace a dokáže nedostatky pracovního prostředí zdánlivě potlačit. To však neznamená, že nejsou přítomny a nemohou být v krizových situacích determinantem fatálního selhání.

Z analýzy současného stavu v oblasti tématu výzkumu vyplynula reálná potřeba uceleného a systémového řešení v otázce identifikace negativních ergonomických činitelů pracovního prostředí a zkoumání jejich vlivu na výkonnost a chybovost pracovníků detekční kontroly. Cílem disertační práce tedy bylo vytvořit Metodiku pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly. Ta je, za pomoci názorných hodnotících „checklistů“, nástrojem pro evaluaci pracovišť těchto operátorů na letištích ve vztahu k pracovní pohodě a spolehlivosti provádění detekční kontroly. Metodika může rovněž sloužit pro podporu rozhodování o nezbytnosti investic do modifikací pracovišť detekční kontroly a jako pomocná ruka při rozhodování o oblastech, na něž zaměřit při projektování stanovišť pozornost s ohledem na zvýšení spolehlivosti detekční kontroly, a tedy i bezpečnosti civilního letectví, tedy jako součást Security Management Systemu (SeMS). Kromě letecké dopravy je však Metodika po drobných úpravách v definovaných parametrech využitelná i v jiných objektech kritické infrastruktury, do nichž je vstup chráněn detekční kontrolou.

Pro zpracování této práce a naplnění dílčích cílů byly použity metody systémové analýzy a syntézy pro dekompozici systému bezpečnostní kontroly v letecké dopravě a konstrukci eEPC modelu stanoviště detekční kontroly kabinových zavazadel. Pro identifikaci množiny měřitelných ergonomických parametrů, kritérií a jejich kategorií byly použity základní principy shlukové analýzy. Pro stanovení jejich ergatických úrovní a vah byly využity expertních metod bodování a vícerozměrného hodnocení opřených o modifikovanou metodu

HODERG, jež je v systémech člověk-stroj-prostředí používána pro posuzování ergatičnosti dle škály kritérií a parametrů, jež mohou determinovat pracovní pohodu nebo naopak vyvolávat stresové stavy.

Vlastní řešení se tedy opírá o definování devadesáti ergonomických parametrů, které byly rozděleny do šesti kategorií – mikroklimatické podmínky, fyzikální faktory, psychická zátěž, zraková zátěž, prostory a prvky pracoviště, údržba pracoviště. Na těchto parametrech bylo, opět v souladu s metodou HODERG, stanoveno rozpětí hodnot, jež mohou tyto parametry nabývat, společně s odpovídající hodnotou ergatičnosti. Tato data byla následně transponována do samotné Metodiky spolu se způsobem jejich měření/získání a systémem výpočtu ergatičnosti uvedených kategorií a stanoviště detekční kontroly jako celku.

Praktická aplikovatelnost Metodiky byla ověřena za pomoci technického experimentu ve spolupráci s Letištěm Praha, a. s. Jeho cílem bylo poukázat na případné formální nedostatky ve způsobu měření, zaznamenávání hodnot nebo vyhodnocení získaných údajů, což se po jeho vyhodnocení potvrdilo. Na základě experimentu byla tedy modifikována některá vstupní data, zejména eliminováním některých redundantních parametrů a upraveno škálování hodnot, kterých mohou tyto parametry v reálném prostředí mezinárodního letiště nabývat. Provedením změn tedy byly odstraněny známé formální i obsahové nedostatky a lze konstatovat, že Metodika je připravena pro praktickou aplikaci.

Další vývoj v řešené oblasti navrhuje autor směřovat do zpřesnění hodnot váhových ohodnocení parametrů na základě spolupráce s dalšími odborníky. V plánu je aplikace Metodiky i na jiných stanovištích detekční kontroly v rámci Letiště Václava Havla Praha i na dalších letištích v ČR nebo zahraničí. Z důvodu zjednodušení záznamů hodnot a následných výpočtů by bylo vhodné realizovat elektronickou verzi Metodiky, a to formou interaktivního dokumentu pro MS Excel, webového rozhraní nebo vlastní mobilní aplikace pro operační systém Android. V obecnějším pojetí by další výzkum měl směřovat do hloubkové analýzy psychických stavů a faktorů, které by mohly ovlivňovat psychické rozpoložení operátorů detekční kontroly, tj. např. křivka únavy, chování cestujících, motivační faktory, problematika fluktuace zaměstnanců, mimopracovní zátěž aj.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ACI EUROPE, ©2015. *Policy Fast Facts*. [online]. [cit. 2016-08-12]. Dostupné z: https://www.aci-europe.org/policy/fast-facts.html/

ASANTE, Kingsley, 2012. The impact of office ergonomics on employee performance*: A case study of the Ghana National Petroleum Corporation (GNPC)*. Kumasi: Kwame Nkrumah University of Science and Technology Repository

BANKS, C. G., MOSIER, K., ROBERTSON, M., HONAM, M., & CASCIO, W, 2017. Enhancing Business Effectiveness and Worker Sustainability Through HFE. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 61, No. 1. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. ISBN 978-09-45289-39-5.

BEMOSA, ©2013. *Bemosa - Behaviour Modelling for Security in Airports* [online]. [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://bemosa.technion.ac.il/

BENCKO, Vladimír et al., 1998. *Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením*. 2. přepracované vydání. Praha: Karolinum. ISBN 80-7184-551-5.

BERÁNEK, Břetislav et al., 2012. Training of Airport Security Personnel as a Source of Valuable Data. In: *Sborník mezinárodní vědecké konference Ochrana civilní letecké dopravy (Air Transport Security 2012)*. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy, 20. - 21. listopadu 2012, s. 16-34. ISBN 978-80-86841-40-3.

BORDOVSKÝ, Lukáš, 2011. *Optimální dispozice pracovišť bezpečnostní kontroly cestujících*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 85 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Miroslav Šplíchal, PhD.

BOSLEY, Galen et al., 2013. Evaluation of aviation maintenance working environments, fatique and maintanance errors/accidents. *Federal Aviation Administration* [online]. [cit. 2016-07-23]. Dostupné z: https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/fatigue/publications/media/article_evaluation_of_aviation_maintenance_working_environments.pdf

CROUCHER, Richard et al., 2013. *Can better working conditions improve the performance of SMEs?: an international literature review*. Geneva: International Labour Office. ISBN 978-92-2-127551-0.

ČERNÁ, Anna a Jan ČERNÝ, 2014. *Manažerské rozhodování o dopravních systémech*. Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-849-7.

ČESKO. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 111, s. 5086-5236. Dostupný také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5202. ISSN 1211-1244.

ČESKO. Vyhláška č 410/2006 ze dne 14. srpna 2006 o ochraně civilního letectví před protiprávními činy. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 132, s. 5698-5720. Dostupné také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4978

ČESKO. Zákon č. 49/1997 Sb. ze dne 6. března 1997 o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 17, s. 1266-1286. Dostupné také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3008

ČESKO. Zákon č. 309/2006 Sb. ze dne 23. května 2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky.* 2006, částka 96, s. 3789-3797. Dostupné také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4942

ČESKOSLOVENSKO. Zákon č. 147/1947 Sb. ze dne 20. srpna 1947 Úmluva o mezinárodním civilním letectví. In: *Sbírka zákonů a nařízení republiky Československé.* 1947, částka 68, s. 715-750. Dostupné také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=242

ČSN 01 2725, 1960. *Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 012725.

ČSN EN 614-1+A1, 2009. *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833501.

ČSN EN ISO 26800, 2012. *Ergonomie - Obecný přístup, zásady a pojmy.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833512.

ČSN EN ISO 6385, 2004. *Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833510.

ČSN EN ISO 28802, 2012. *Hodnocení životního prostředí pomocí environmentálního průzkumu zahrnujícího fyzikální měření a subjektivní odezvy člověka.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833514.

ČSN EN ISO 11064-6, 2005. *Ergonomické navrhování řídicích center - Část 6: Environmentální požadavky na řídicí centra.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833586.

ČSN EN ISO 9241, 1998. *Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 833582.

ČSN EN ISO 15265, 2005. *Ergonomie tepelného prostředí – Strategie posuzování rizika pro prevenci tepelného stresu nebo diskomfortu v tepelném pracovním prostředí.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 730325.

ČSN EN ISO 12100, 2011. *Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 633162.

DĚKAN, Tomáš a Jindřich PLOCH, 2014. Design the Technology for Behavioural Analysis of Passengers Due to Profiling in Perms of Thoroughness in Security Checks at Airport. In: *XI. Mezinárodní vědecká konference – Nové trendy rozvoja letectva 2014,* 11. - 12. 9. 2014 Technická Univerzita v Košicích. ISBN 978-80-553-1650-5.

DOLEŽAL, Radim, 2013. Předpověď a prevence rizik spojených s lidským výkonem. In: *Analýza a hodnocení rizik s ohledem na lidský faktor. Materiály z 50. semináře odborné skupiny pro spolehlivost*. ISBN 978-80-02-02434-7.

DRAHOTSKÝ, Ivo a Jan ZÝKA, 2014. Factors Affecting Working Environment of Airport Security Staff. In. *Sborník XI. Mezinárodní vedecké konferencie – Nové Trendy rozvoja letectva 2014.* Košice: Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach. 11. – 12. září 2014. ISBN 978-80-553-1650-5.

DRGÁČOVÁ, Jana, 2006. *Psychická zátěž, její příčiny a projevy v pracovním prostředí*. BOZPinfo.cz [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/psychicka-zatez-jeji-priciny-projevy-v-pracovnim-prostredi

DUMAS, Marlon, Will VAN DER AALST a ARTHUR H.M. TER HOFSTEDE, 2005. *Process-Aware Information Systems Bridging People and Software Through Process Technology*. Hoboken: John Wiley. ISBN 9780471741435.

EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, ©2009. The human machine interface as an emerging risk. *European Agency for Safety and Health at Work* [online]. [cit. 2016-08-20]. ISBN 978-92-9191-300-8. Dostupné z: https://osha.europa.eu/en/publications/ literature_reviews/HMI_emerging_risk

EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, ©2013. Priorities for occupational safety and health research in Europe: 2013-2020. *European Agency for Safety and Health at Work.* ISSN 1831-9351.

FOTR, Jiří a Jiří HNILICA, 2014. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 2. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-47-3985-4.

GILBERTOVÁ, Silva a Oldřich MATOUŠEK, 2002. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, ISBN 80-247-0226-6.

HÄTTENSCHWILER, Nicole et al., 2015a. A First Exploratory Study on the Relevance of Everyday Object Knowledge and Training for Increasing Efficiency in Airport Security X-ray Screening. In: *Proceedings of the 49th IEEE International Carnahan Conference on Security Technology.* National Central University, Taiwan, s. 25-30. ISBN 0-7803-3537-6.

HÄTTENSCHWILER, Nicole et al., 2015b. A Relevanz situativer Einflussfaktoren auf die Arbeit von Luftsicherheitskontrollpersonal bei der Röntgenbildbeurteilung - eine Arbeitsanalyse. *61. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA).* Karlsruher Institut für Technologie, s. 1-5. ISBN 978-3-936804-18-8.

HAVLÍKOVÁ, Marie, 2009. Lidský faktor v systémech MMS. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. roč. 2, č. 1. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/josra/ josra-01-2009/havlikova_lidsky-faktor.html. ISSN 1803-3687.

HANCOCK, Peter A. a Ioannis VASMATZIDIS, 1998. Human occupational and performance limits under stress: the thermal environment as a prototypical example. *Ergonomics*, 41.8: 1169-1191.

HLAVSOVÁ, Pavlína a Jaromír ŠIROKÝ, 2014. Use of Neural Networks for Modelling of Passenger Dynamics in Airport Terminal Environment. *Applied Mechanics and Materials.* č. 708, s. 107-112. ISSN 1660-9336.

HU, Z., YI, C., HAO, J., QIAO, X., a GUO, X., 2018. Comparative Study on the Effects of Lighting on Cognitive Ergonomics in Single and Multi-Working Modes. *NeuroQuantology*, Vol. 16, No. 5. ISSN 1303-5150.

CHUNDELA, Lubor, 2013. *Ergonomie.* 3. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.

IATA, ©2011. IATA Reveals Checkpoint of the Future. *IATA* [online]. [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2011-06-07-01.aspx.

IATA, ©2013, Joint Press Release: ACI and IATA Collaborate to Deliver Smart Security. *IATA* [online]. [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2013-12-12-02.aspx.

IATA, ©2014. New IATA Passenger Forecast Reveals Fast-Growing Markets of the Future: 2014. *IATA* [online]. [cit. 2016-08-06]. Dostupné z: http://www.iata.org/ pressroom/ pr/Pages/2014-10-16-01.aspx

IATA, ©2016. IATA Annual Review. *IATA* [online]. [cit. 2016-08-06]. Dostupné z: http://www.iata.org/publications/Pages/annual-review.aspx.

ICAO, ©2002. Doc. 9808 Human Factors in Civil Aviation Security Operations. *ICAO* [online]. [cit. 2016-08-10]. Dostupné z: http://srd.mcaa.gov.mn/images/pdf/durem/busad/Doc%209808%20%20Human%20Factors%20in%20Civil%20Aviation%20Security%20Operations.pdf.

ICAO, ©2017. Aviation Security Policy Section. *ICAO* [online]. [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: http://www.icao.int/Security/SFP/Pages/default.aspx

JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK, 2013. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4127-7.

KJELLSTROM, Tord, HOLMER, Ingvar a Bruno LEMKE, 2009. Workplace heat stress, health and productivity–an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action*, 2.1: 2047.

KRÁL, Miroslav, 2001. *Metody a techniky užité v ergonomii*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce.

KOVÁČ, Jozef a Edita SZOMBATHYOVÁ, 2005. The influence of chosen ergonomic factors on human performance at work. In: *Transfer Inovácií* [online]. s. 76-77 [cit. 2016-08-04]. ISSN 1337-7094. Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/ archiv/transfer/8-2005/pdf/76-77.pdf

KUBÁNI, Viliam, 2011. *Psychológia práce*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. ISBN 978-80-555-0318-9.

LAW, Mary C., 2008. *Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání*. 1. české vyd. Praha: Česká asociace ergoterapeutů. ISBN 978-80-254-2744-6.

LETECKÁ INFORMAČNÍ SLUŽBA, ©2016. *Letecká informační příručka*: *Část AD Letiště 1.3.3.* Řízení letového provozu České republiky [online]. [cit. 2016-08-24]. Dostupné také z: http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a1-3-3.pdf

MARŠÁLEK, Daniel a Radomír ŠČUREK, 2010. Profilace cestujících jako bezpečnostní metoda na letištích. *Bezpečnostní teorie a praxe.* Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, r. 2010, č. 2., s. 119-126. ISSN 1801-8211.

MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ, 2008. *Národní politika bezpečnosti a ochrany zdraví při práci České republiky* [online]. [cit. 2016-08-24]. Dostupné z: http://www.mpsv.cz/ files/clanky/5599/narodni_politika_CR.pdf

MOLNÁR, Zdeněk, 2012. *Pokročilé metody vědecké práce*. Zeleneč: Profess Consulting. Věda pro praxi (Profess Consulting). ISBN 9788072590643.

MOORE, Albert, 2001. *Workplace Ergonomics Program* [online]. Virginia Polytechnic Institute and State University. Environmental, Health and Safety Services, 2001 [cit. 2017-02-12]. Dostupný z: http://www.ehss.vt.edu/uploaded_docs/200709121634510.workplace_ ergonomics_july2001.pdf.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 300/2008 ze dne 11. března 2008 o společných pravidlech v oblasti ochrany civilního letectví před protiprávními činy, In: Úřední věstník Evropské unie L 97/72 ze dne 9. 4. 2008. Lucemburk. Úřad pro úřední tisky Evropských společenství. S. 51. ISSN 1725-5074

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 272/2009 ze dne 2. dubna 2009, kterým se doplňují základní normy ochrany letectví před protiprávními činy stanovené v příloze nařízení Evropského

parlamentu a Rady (ES) č. 300/2008, In: Úřední věstník Evropské unie L 91 ze dne 3. 4. 2009. Lucemburk. Úřad pro úřední tisky Evropských společenství. S. 52. ISSN 1725-5074

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 1998/2015 ze dne 5. listopadu 2015, kterým se stanoví prováděcí opatření ke společným základním normám letecké bezpečnosti, In: Úřední věstník Evropské unie L 299 ze dne 14. 11. 2015. Lucemburk. Úřad pro úřední tisky Evropských společenství. S. 58. ISSN 1977-0626

OXLEY, David and Chaitan JAIN, 2015. Global Air Passenger Markets: Riding Out Periods of Turbulence. *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2015* [online]. IATA [cit. 2016-08-15]. Dostupné z: https://www.iata.org/publications/economic-briefings/WEF_TTCR_Chapter1.4 _2015.pdf

REASON, James, 1997. *Managing the risks of organizational accidents*. Brookfield, Vt., USA: Ashgate. ISBN 1840141050.

ŘEPA, Václav, 2007. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2252-8.

ŘEZANKOVÁ, Hana, Dušan HÚSEK a Václav SNÁŠEL, 2009. *Shluková analýza dat*. 2., rozš. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-81-8.

SENČÍK, Josef, 2015. Vybrané aspekty ergonomie při kancelářské práci. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. roč. 8, č. 2-3. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-02-03-2015/ergonomie-kancelare.html. ISSN 1803-3687.

SESAR JOINT UNDERTAKING, 2012. ICAO Human Factors Digest No. 8: Human Factors in Air Traffic Control (Circular 241). *Eurocontrol* [online]. [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: https://www.eurocontrol.int/ehp/?q=node/1568.

SITAR, Jan, 2006. Vzdušné ionty a naše zdraví. In: *Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí,* 16. - 18. 5. 2006 Úpice. ISBN 80-86303-10-1.

SKŘEHOT, Petr Adolf, František HOUSER a Jakub MAREK, 2015. Ergonomická rizika a pracovní podmínky operátorů v řídicích centrech. In: *Sborník přednášek Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2015*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-7382-162-0.

SKŘEHOT, Petr Adolf a František HOUSER, 2014. Výzkum ergonomických rizik a jejich vlivu na spolehlivost výkonu operátorů řídících center. In: *Sborník přednášek Bezpečnost*

a ochrana zdraví při práci 2014. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-7385-145-3.

SKŘEHOT, Petr Adolf a Jakub MAREK, 2016. Ergonomický program: integrální součást systému řízení rizik ve firmě. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. roč. 9, speciální č. Bezpečnost práce a kvalita života. Dostupný z: http://www.bozpinfo.cz/josra/ergonomicky-program-integralni-soucast-systemu-rizeni-rizik-ve-firme. ISSN 1803-3687.

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES. In: Úřední věstník Evropské unie L 157 ze dne 9. 6. 2006. Lucemburk. Úřad pro úřední tisky Evropských společenství. S. 49. ISSN 1725-5074

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, ©2016a. Národní referenční laboratoř pro měření a posuzování hluku v pracovním prostředí a vibrací. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: http://www.szu.cz/narodni-referencni-laborator-pro-mereni-a-posuzovani-hluku-v-pracovnim-prostredi-a-vibraci

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, ©2016b. Národní referenční laboratoř pro prašnost a mikroklima v pracovním prostředí. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: http://www.szu.cz/narodni-referecni-laborator-pro-prasnost-a-mikroklima-v-pracovnim-prostredi

STOLK, Christian et al., 2012. *Management of psychosocial risks at work: an analysis of the findings of the European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 9789291917358.

SVAZ PRŮMYSLU A DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY, ©2004 *Rámcová dohoda o stresu spojeném s prací.* [online]. Svaz průmyslu a dopravy České republiky [cit. 2016-08-13]. Dostupné z: http://www.spcr.cz/cz/eu/esd/esd_stres.pdf

SVOBODA, Jiří, 2006. Prostředí v interiéru – možný zdroj onemocnění. In: *Informační bulletin a sborník statí 2006*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s. 85–90. ISBN 80-7157-951-3.

SYNEK, Miloslav, Heřman KOPKÁNĚ a Markéta KUBÁLKOVÁ, 2009. *Manažerské výpočty a ekonomická analýza*. Praha: C.H. Beck. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-154-3.

ŠČUREK, Radomír, Daniel MARŠÁLEK a Ondrej PALATÁŠ, 2013. Model implementace systému předběžného hodnocení cestujících na letištích. *The Science for Population Protection* [online]. roč. 5, č. 2, s. 19-27 [cit. 2016-08-20]. ISSN 1803-635x.

ŠČUREK, Radomír a Jiří ŠVEC, 2008. Nástražné výbušné systémy zneužitelné na letištích. In: *Sborník přednášek mezinárodní konference Ochrana obyvatelstva 2008*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, s. 387-394. ISBN 978-80-7385-034-0.

ŠČUREK, Radomír, 2008. *Studie analýzy rizika protiprávních činů na letišti: Studijní text do předmětu Ochrana podniku.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava – ediční středisko 840.

ŠČUREK, Radomír, 2010. *Vybrané technické prostředky detekce a pyrotechnická ochrana na letišti - část I*. Magazín Security. Praha: FAMily media, roč. 2010, č. 1, s. 61-66. ISSN 1210-8723.

ŠIROKÝ, Jaromír a Pavlína HLAVSOVÁ, 2014. Optimizing process of check-in and security check at airport terminals. *Perner´s Contacts*. roč. 9, č. 4, s. 118-128. ISSN 1801-674X.

ŠOUREK, David a Pavlína HLAVSOVÁ, 2014. Možnosti využití simulačních nástrojů pro posouzení ergonomie při bezpečnostních kontrolách. In: *Air Transport Security 2014*. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, s. 119-124. ISBN 978-80-86841-51-9.

ŠTIKAR, Jiří et al., 2003. *Psychologie ve světě práce*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0448-5.

SCHWANINGER Adrian et al., 2016. About us. *CASRA* [online]. [cit. 2016-06-28]. Dostupné z: https://www.casra.ch/en/aboutus/team.html?tx_tvteam_pi1%5Bperson%5D=2&tx_tvteam_pi1%5Baction%5D=show&tx_tvteam_pi1%5Bcontroller%5D=Person&cHash=d08349c77ef653b21b84c4e4fa55157

TSA, ©2012. *TSA Checkpoint Design Guide: Revision 4.0.* [online]. TSA [cit. 2016-08-05]. Dostupné z: http://www.aci-na.org/sites/default/files/Checkpoint_Design_Guide_(CDG)_Rev_4_0.pdf

TSA, ©2015. Transportation Security Timeline. *TSA* [online]. [cit. 2016-07-15]. Dostupné z: https://www.tsa.gov/timeline

ÚŘAD PRO CIVILNÍ LETECTVÍ ČR, 2014. Letecký předpis L17 – Bezpečnost – Ochrana mezinárodního civilního letectví před protiprávními činy. *Letecká informační služba* [online]. [cit. 2016-2-12] Dostupné také z: http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm

VAN DER VOORDT, Theo, a Peter Andreas JENSEN, 2017. Benchmarking of workplace performance. In *ERES 2017: 24th Annual Conference of the European Real Estate Society*. ISBN: 978-3-85437-323-0.

VDOLEČEK, František, 2002. *Spolehlivost a technická diagnostika: učební texty*. Brno: Fakulta strojního inženýrství Vysoké učení technické v Brně.

VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ, 2012. *Podniková ekonomika. Finanční řízení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4372-1.

VOTRUBA, Zdeněk, Jana KLEČÁKOVÁ a Marek KALIKA. *Systémová analýza*. 2. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04081-2.

WAGNEROVÁ, Eliška a kol., 2012. *Listina základních práv a svobod: komentář*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-750-6.

YOSHIKAWA, Hidekazu, 1995. Development and analysis support system for Man-Machine System design information. In: *Proceedings of the 16th International Conference on MMESE*. ISBN 9811023239

ZDOPRAVY.CZ, 2018. Letiště zvažuje přesun kontrol na Terminálu 1 na jedno místo, čeká na studii. *Zdopravy.cz* [online]. [cit. 2018-03-10] Dostupné z https://zdopravy.cz/letiste-zvazuje-presun-kontrol-na-terminalu-1-na-jedno-misto-ceka-na-studii-8159/

9 PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDA SOUVISEJÍCÍ S TÉMATEM DISERTAČNÍ PRÁCE

2011

1. ZÝKA, Jan, 2011. Moderní prostředky pro detekci nebezpečných látek a předmětů v ochraně civilního letectví před protiprávními činy. In: *Sborník příspěvků z konference MDS 2011*. Brno: Univerzita obrany v Brně, 19. – 20. září 2011, s. 234-247, ISBN: 978-80-7231-828-5.

2012

2. ŽIHLA, Zdeněk, ZÝKA, Jan a Zdeněk TRUHLÁŘ, 2012. K problematice vytvoření národní znalostní báze pro oblast Security v civilním letectví. In: *Sborník mezinárodní vědecké konference „Increasing Safety and Quality in Civil and Military Air Transport“.* Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, Katedra leteckej dopravy, 26. - 27. dubna 2012, s. 139-145. ISBN 978-80-554-0519-3.
3. BERÁNEK, Břetislav, ZÝKA, Jan, HRABEC, Jakub a Ladislav MAREČEK, 2012. Training of Airport Security Personnel as a Source of Valuable Data. In: *Sborník mezinárodní vědecké konference Ochrana civilní letecké dopravy (Air Transport Security 2012)*. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy, 20. - 21. listopadu 2012, s. 16-34. ISBN: 978-80-86841-40-3.
4. ŽIHLA, Zdeněk a Jan ZÝKA, ed., 2012. *Ochrana civilní letecké dopravy (Air Transport Security 2012): Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 20. - 21. listopadu 2012. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy, ISBN: 978-80-86841-40-3.

2013

5. DRAHOTSKÝ, Ivo a Jan ZÝKA, 2013. Úloha informačních technologií v moderním přístupu k řešení bezpečnosti při obchodním odbavení cestujících na letištích. In: *Acta Logistica Moravica*, mezinárodní odborná konference Logistika v cestovním ruchu, Přerov: Vysoká škola logistiky v Přerově, 15. ledna 2013, s. 148-152, ISSN: 1804 – 8315.
6. ŽIHLA, Zdeněk, ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, 2013. Air Transport Security Knowledge Centre a zvyšování povědomí o ochraně před protiprávními činy v malém letectví. *Mezinárodní odborná konference FLYIN 2013*, 19. září 2013.

7. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, ed., 2013. *Ochrana civilní letecké dopravy (Air Transport Security 2013): Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 19. - 20. listopadu 2013. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy, ISBN 978-80-86841-44-1.

2014

8. ZÝKA, Jan, 2014. The Security Checks in Airports and the Function of Modern Information Systems in the Process, *Acta Avionica*, Vol. 29, p12-14.

9. DRAHOTSKÝ, Ivo a Jan ZÝKA, 2014. Airport Security Staff in Relation to Appropriate Working Environment. In: *Sborník III. vedecké konferencie doktorandov.* Košice: Letecká fakulta, Technická univerzita v Košiciach, 13. – 14. května 2014, ISBN: 978-80-553-1687-1.

10. DRAHOTSKÝ, Ivo a Jan ZÝKA, 2014. Factors Affecting Working Environment of Airport Security Staff. In: *Proceedings of the International Scientific Conference New Trends in Aviation Development* 2014: Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, 11-12 September 2014, ISBN 978-80-553-1650-5.

11. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, ed., 2014. *Ochrana civilní letecké dopravy (Air Transport Security 2014): Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 18. - 19. listopadu 2014. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy, ISBN 978-80-86841-51-9.

2015

12. PLOCH Jindřich, DĚKAN Tomáš a Jan ZÝKA, 2015. *Design the New Concept of Security Check at Airport with Comprehends Trend of Passengers Behaviour Analyses*, Journal of Tourism and Services, číslo 10/2015, str. 45–63, ISSN 1804-5650.

13. DĚKAN, Tomáš a Jan ZÝKA, 2015. Profilace osob - ochrana objektů a letecké dopravy. *Security magazín*. Praha, XXI(vydání 121-6/2015), str.: 51 - 55. ISSN 1210-8723.

14. ZÝKA, Jan a Ivo DRAHOTSKÝ, 2015. Optimalizace pracoviště jako cesta ke zvyšování spolehlivosti bezpečnostní kontroly In: *Safety a Security konference Praha 2015: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 18. - 19. listopadu 2015. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-57-1.

15. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, 2015. ed. *Safety a Seurity konference Praha 2015: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 18. - 19. listopadu 2015. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-57-1.

2016

16. DRAHOTSKÝ, Ivo a Jan ZÝKA, 2016. Working in Airport Terminal as a Trigger of Open Space Syndrome? In: *Proceedings of the 5th International Sientific Conference of Ph.D. Students and Young Scientists and Researchers*. Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, 12. - 13. May 2016, ISBN: 978-80-553-2514-9.

17. DĚKAN, Tomáš a Jan ZÝKA, 2016. Možná východiska pro realizaci moderní koncepce stanovišť bezpečnostní kontroly In: *Safety a Security konference Praha 2016: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 23. - 24. listopadu 2016. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-65-6.

18. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, ed., 2016. *Safety a Security konference Praha 2016: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 23. - 24. listopadu 2016. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-65-6.

19. DĚKAN, Tomáš a Jan ZÝKA, 2016. Development and Application of a New Concept of Security Checks at Airports and Other Critical Infrastructure Objects, *Acta Avionica,* Vol. 35, No. 2, 2016, ISSN 1339-9853.

2017

20. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, 2017. Modernizace stanovišť bezpečnostní kontroly v letecké dopravě respektující novodobé hrozby, *Perner´s Contacts,* Vol. 12, No. 1, 2017, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. ISSN: 1801-674X.

21. PLOCH Jindřich, DĚKAN Tomáš a Jan ZÝKA, 2017. Development Limits of World Tourism in Relation to the Protection of Civil Aviation, In: *Proceedings of the 9th International Conference Competition 2017*. College of Polytechnics Jihlava, Czech Republic, ISBN: 978-80-88064-31-2.

22. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, ed., 2017. *Safety a Security konference Praha 2017: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 22. - 23. listopadu 2017. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-71-7.

23. ZÝKA, Jan a Ivo DRAHOTSKÝ, 2017. Open space syndrom jako možný faktor snížení výkonnosti a spolehlivosti operátorů detekční kontroly? In: *Safety a Security konference Praha 2017: Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference.* Praha 22. - 23. listopadu 2017. Praha: Vysoká škola obchodní v Praze, Katedra letecké dopravy. ISBN 978-80-86841-71-7.

24. ZÝKA, Jan a Tomáš DĚKAN, 2017. Airport Security Detection Check - What Are the Real Limits?, *Perner´s Contacts*, Vol. 12, No. 4, 2017, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. ISSN: 1801-674X

2018

25. ZÝKA, Jan a Ivo DRAHOTSKÝ, 2018. Procesní model obchodního odbavení v letecké dopravě ve vztahu k ochraně před protiprávními činy, *Perner´s Contacts*, Vol. 13, No. 1, 2018, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. ISSN: 1801-674X

26. ZÝKA, Jan a Ivo DRAHOTSKÝ, 2018. Evaluation of Ergonomic Risks in Workplace as an Efficient Instrument for Managing the Performance of Human Resources, In: *Proceedings of the 10th International Conference Competition 2018*. College of Polytechnics Jihlava, Czech Republic, - přijato k publikaci

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Vzor úvodu hodnotícího archu pro expertní analýzu 121

Příloha B Metodika 122

Příloha A Vzor úvodu hodnotícího archu pro expertní analýzu

		E	F
Kritérium	**Parametr**	**Bodové ohodnocení (1-8)**	**Poznámka**
1. Mikroklimatické podmínky			
1.1 Teplota vzduchu			
1 Teplota vzduchu	Operativní teplota na pracovišti (°C)		
2 Vertikální teplotní rozdíl	hodnota rozdílu mezi teplotou vzduchu v úrovni hlavy a kotníků (°C)		
3 Regulace teploty vzduchu operátory	možnost přímé regulace teploty vzduchu na pracovišti operátory		
1.2 Vlhkost vzduchu			
4 Relativní vlhkost vzduchu	relativní vlhkost vzduchu (%)		
1.3 Proudění vzduchu			
5 Střední rychlost proudění vzduchu	limity pro střední rychlost proudění vzduchu (m/s)		
1.4 Čistota vzduchu			
6 Znečištění oxidem uhličitým	hodnota koncentrace ovzduší na pracovišti oxidem uhličitým (ppm)		
7 Znečištění prachem	hodnota znečištění ovzduší na pracovišti prachem (mg/m^3)		
… …	…		

Komentář:
Ve sloupci E prosím bodově ohodnoťte do bílých buněk, jak silná může dle Vašeho názoru být vazba daného kritéria resp. parametru (1-95) na pracovní výkonnost a spolehlivost operátorů detekční kontroly. Využijte přitom škálu 1-8, kde 8 značí dle Vás nejvyšší korelaci a 1 nejnižší. Nejste-li schopni dané kritérium nebo parametr ve výjimečných případech posoudit, doplňte 0. Sloupec F můžete volitelně využít pro sdělení jakékoliv poznámky k dané položce.

0 nehodnocena
1 bezvýznamná
2 téměř bezvýznamná
3 málo významná
4 podprůměrně významná
5 průměrně významná
6 nadprůměrně významná
7 velmi významná
8 mimořádně významná

Zdroj: autor

Příloha B Metodika

Univerzita
Pardubice
Dopravní fakulta
Jana Pernera

Metodika pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly v letecké dopravě

Univerzita Pardubice

2018

Tato metodika vznikla v roce 2018 na půdě Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice. Je výsledkem disertační práce, jejímž autorem je Ing. Jan Zýka a odborným školitelem autora doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.

Obsah

1. CÍLE A UPLATNĚNÍ METODIKY 126

2. POPIS METODIKY 127

2.1 Způsoby měření ergonomických parametrů 129

2.2 Způsob zaznamenávání získaných dat 131

3. HODNOTÍCÍ CHECKLISTY 132

3.1 Identifikační údaje screeningového šetření 132

3.2 Mikroklimatické podmínky 133

3.2.1 Teplota vzduchu 133

3.2.2 Vlhkost vzduchu 134

3.2.3 Proudění vzduchu 135

3.2.4 Čistota vzduchu 136

3.2.5 Ionizace vzduchu 137

3.3 Fyzikální faktory 138

3.3.1 Hluk 138

3.3.2 Osvětlení 139

3.4 Psychická zátěž 141

3.4.1 Mentální zátěž 141

3.5 Zraková zátěž 142

3.5.1 Displej monitoru 142

3.5.2 Zorné pole operátora 144

3.6 Prostory a prvky pracoviště 145

3.6.1 Podlaha pracoviště 145

3.6.2 Překážky na pracovišti 146

3.6.3 Pracovní místo a jeho uspořádání 147

3.6.4 Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů 148

3.6.5 Pracovní židle 150

3.6.6 Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště 153

3.6.7 Zázemí pracoviště 154

3.7 Údržba pracoviště 155

3.7.1 Pravidelnost údržby 155

3.7.2 Snadnost údržby 156

4. SOUHRNNÉ VÝSLEDKY MĚŘENÍ 157

4.1 Ergatičnost hodnocených kritérií 157
4.2 Ergatičnost hodnocených kategorií 158
4.3 Ergatičnost hodnoceného stanoviště/pracoviště 158
5. INTERPRETACE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ 159

1. CÍLE A UPLATNĚNÍ METODIKY

Kombinací analýzy faktorů fyzické a psychické ergonomie lze dosáhnout nejen vyšší míry bezpečnosti a komfortu pro zaměstnance na pracovišti, ale současně i jejich vyšší výkonnost a spolehlivost vykonávaných činností. Dosud však nebyl k dispozici nástroj, který by dokázal uceleně zmapovat pracoviště po ergonomické stránce ve vztahu k předpokládané míře výkonnosti a chybovosti operátorů v rámci interakce člověk-stroj-prostředí.

Metodika pro posuzování vlivu ergonomických faktorů pracovního prostředí na spolehlivost operátorů detekční kontroly v letecké dopravě (dále jen Metodika) představuje inovativní manažerský nástroj, jejímž prostřednictvím lze relativně snadno, za pomoci hodnotících checklistů, posuzovat míru vyhovění optimálním ergonomickým kritériím. Tím lze v rámci hodnoceného pracoviště nebo stanoviště identifikovat slabá místa, jež by mohla negativně působit na pracovní pohodu operátorů a tím vést ke snížení spolehlivosti nebo výkonnosti přidělených činností, a tedy i ke snížení úrovně bezpečnosti letecké dopravy formou chybného provedení detekční kontroly kabinových zavazadel, jako jedné z klíčových vrstev bezpečnostních sítí v letecké dopravě.

Přestože je Metodika primárně orientována na hledání optimálních řešení pro letiště, po drobných modifikacích, spočívajících zejména v úpravě jejich parametrů a váhových ohodnocení je předpoklad pro její aplikaci i v dalších objektech, kam je vstup regulován detekční kontrolou, jako jsou například soudy, sportoviště, vězeňské objekty aj.

2. POPIS METODIKY

Předložená Metodika se skládá z několika logicky na sebe navazujících celků, které umožňují její korektní aplikaci v reálném prostředí letiště.

Nejprve jsou v této kapitole uvedeny doporučené způsoby měření definovaných kategorií ergonomických parametrů, po nichž následují informace o způsobu zaznamenávání změřených parametrů do hodnotících checklistů. Samotné checklisty s posuzovanými parametry, rozpětím hodnot, jim odpovídající míře ergatičnosti a dalšími údaji jsou součástí třetí kapitoly. Čtvrtá kapitola umožňuje získat souhrnný přehled o získaných datech v rámci jednotlivých ergonomických kritérií, kategorií a následně i vypočítat míru ergatičnosti hodnoceného stanoviště/pracoviště. Pátá kapitola usnadňuje orientaci v získaných datech a indikuje jejich vazbu na možnost selhání operátora při provádění přidělených úkolů. Metodiku poté završuje popis možných rizik v Metodice navrhovaných postupů.

Pro validní výsledky hodnocení míry ergatičnosti definovaného stanoviště/pracoviště bylo nezbytné váhově ohodnotit posuzované parametry pracoviště ve vztahu k předpokládané míře korelace se soustředěností, výkonností či možnou chybovostí při provádění přidělených pracovních činností v systému člověk-stroj-prostředí. Charakteristickými rysy těchto činností jsou vnucené pracovní tempo, práce se zobrazovacím terminálem, směnný provoz, vysoká míra zodpovědnosti aj. Ergatičností přitom rozumíme míru shody skutečného stavu se stavem požadovaným či optimálním.

Pro stanovení vah byla jako základ použita metoda HODERG, která je využívána pro posuzování ergatičnosti dle stupnice kritérií a parametrů, jež mohou v hodnoceném systému člověk-stroj-prostředí determinovat pracovní pohodu. Metoda byla modifikována na osmistupňovou hodnotící škálu ergatické významnosti *(g)* z důvodu jemnější možné rozlišitelnosti posuzovaných rozdílů. Samotné hodnocení následně probíhalo metodou expertního posuzování za účasti znalců na bezpečnostní kontrolu velkého mezinárodního letiště, konkrétně předseda odborové organizace, bezpečnostní referent a manažer bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dále se, mimo letištních expertů, vyjádřili odborníci na oblast psychologie, dopravní psychologie a mikroklimatické podmínky v pracovním prostředí. Tito experti následně hodnotili množinu vytipovaných parametrů ve vztahu k pracovní pohodě, soustředěnosti a možné chybovosti.

Získané výsledky ergatické významnosti byly dále v souladu s metodou HODERG transponovány na váhové ohodnocení (*V)* exponenciálním vztahem, který lépe reflektuje rozdílnost výsledků ergatické významnosti.

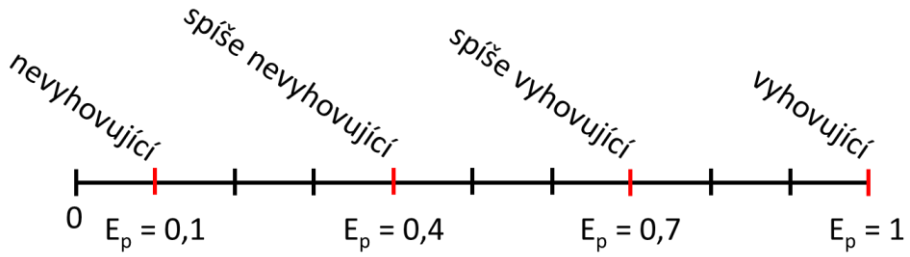
$$V = 2^{g-1}$$

Na základě tohoto vztahu byla realizována stupnice, znázorněná v tabulce č. 1, jež je následně použita pro váhové ohodnocení jednotlivých dílčích parametrů pracoviště/stanoviště *(V_p)* v rámci hodnotících checklistů a následný výpočet výsledné ergatičnosti těchto parametrů *(E_p)*.

Tabulka č. 1 Stupnice přepočtu ergatické významnosti na váhové ohodnocení parametrů

Ergatická významnost (g)	**Váha parametru (V_p)**	**Název stupně významnosti parametru**
0	0,5	nehodnocena
1	1	bezvýznamná
2	2	téměř bezvýznamná
3	4	málo významná
4	8	podprůměrně významná
5	16	průměrně významná
6	32	nadprůměrně významná
7	64	velmi významná
8	128	mimořádně významná

Ergatičnost parametrů *(E_p)* bude stanovena v souladu s diskrétní kvalitativní škálou, jež byla určena rovnoměrným rozdělením mezi hodnotami 0,1-1,0 s odstupem 0,3 následovně (Obr. 1). Hodnotu 1,0 lze chápat též jako provozní optimum:



Obrázek 1 Škála pro určení míry ergatičnosti hodnocených parametrů

Aplikace Metodiky se opírá o provedení screeningového hodnocení na zájmovém pracovišti/stanovišti. Jeho realizace spočívá v následujících krocích:

1. Opatření doporučených měřidel s požadovanými parametry dle části 2.1 Metodiky.
2. Zápis identifikačních údajů o měření dle části 3.1
3. Postupné změření hodnot všech parametrů, uvedených v hodnotících checklistech dle částí 3.2-3.7.
4. Záznam změřených hodnot do checklistů dle pokynů v části 2.2.
5. Přepis hodnot do tabulky v části 4.1 po vyplnění všech devatenácti checklistů.
6. Výpočet ergatičnosti hodnocených kategorií *(E_{kai})* dle vztahů uvedených v tabulce v části 4.2.
7. Výpočet celkové ergatičnosti hodnoceného stanoviště/pracoviště dle vztahu uvedeného v části 4.3.
8. Interpretace získaných výsledků dle kapitoly 5.

2.1 Způsoby měření ergonomických parametrů

V souladu s výše uvedeným postupem je výchozím bodem screeningového šetření opatření měřidel a měřicí techniky. S ohledem na variabilitu hodnocených parametrů bylo stanoveno jedenáct skupin veličin s rozdílnými předpoklady na získání požadovaných dat. Tyto skupiny jsou, včetně jejich identifikace pro účely hodnotících checklistů a požadavků na měřicí techniku, uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 53 Způsoby měření stanovených veličin a požadavky na měřidla

Ident.	Veličina	Předpoklady pro měření
A	Teplota	Možno využít běžné teploměry s přesností 0,5 ˚C, pro přesnější stanovení kulové teploměry s přesností alespoň 0,1 ˚C
B	Relativní vlhkost	Možno využít kapacitní odporové či dilatační vlhkoměry s přesností alespoň 5 % a rozsahem měření 30-70 %
C	Rychlost proudění	Možno využít běžné anemometry s přesností alespoň 0,1 m/s
D	Koncentrace CO_2	Možno využít jakékoliv snímače s rozsahem do 5000 ppm
E	Koncentrace prachu	Možno využít zařízení, které je schopno měřit aerosolové částice v rozsahu velikostí 0,1-5 μm
F	Iontové mikroklima	Možno využít kontinuální detektor koncentrace iontových částic ve vzduchu
G	Zvuk	Možno využít měřidla s přesností alespoň 3 dB L_{Aeq}
H	Osvětlení	Možno využít měřidla s přesností alespoň 5 lx a rozsahem měření 10-10000 lx
I	Vzdálenost/délka	Možno využít běžná měřidla s přesností alespoň 10 mm
J	*Pozorování*	*Hodnotu příslušné veličiny možno snadno stanovit pozorováním na pracovišti*
K	*Dotazování*	*Hodnotu příslušné veličiny možno stanovit na základě dotazu odpovědné osobně na pracovišti*

2.2 Způsob zaznamenávání získaných dat

Pro správné vyhodnocení screeningového šetření je nezbytný korektní manuální zápis změřených či jiným způsobem (viz tabulka 2) získaných hodnot do hodnotících checklistů a výpočet výsledné ergatičnosti posuzovaného kritéria.

Doporučený postup:

1. Zápis změřené nebo jinak získané hodnoty do sloupce „Naměřená hodnota“ daného parametru checklistu.
2. Zjištění míry ergatičnosti této změřené hodnoty, která odpovídá některému rozpětí ve sloupcích „Rozpětí hodnot a odpovídající E_p“ checklistu, v rámci něhož se změřená hodnota nachází, tj. 0,1; 0,4; 0,7; nebo 1,0.
3. Zápis této míry ergatičnosti do sloupce „E_p“ checklistu k hodnocenému parametru.
4. Výpočet a zápis součinu váhového ohodnocení a ergatičnosti parametru do sloupce „V×Ep“.
5. Výpočet výsledné ergatičnosti kritéria (E_{ki}) dle vztahu uvedeného pod tabulkou daného kritéria.

3. HODNOTÍCÍ CHECKLISTY

3.1 Identifikační údaje screeningového šetření

Hodnocená společnost:				
Hodnocené stanoviště / pracoviště:				
Datum hodnocení:				
Čas hodnocení:	**od:**		**do:**	
Údaje zaznamenal:				
Podpis:				

3.2 Mikroklimatické podmínky

3.2.1 Teplota vzduchu

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Operativní teplota vzduchu	teplota vzduchu (°C) (duben-září)	⟨23,0; 26,0⟩	⟨22,0; 23,0) nebo (26,0; 27,0⟩	⟨21,0; 22,0) nebo (27,0; 28,0⟩	(-∞; 21,0) nebo (28,0; ∞)	A	**32**			
	teplota vzduchu (°C) (říjen-březen)	⟨20,0; 24,0⟩	⟨19,0; 20,0) nebo (24,0; 25,0⟩	⟨18,0; 19,0) nebo (25,0; 26,0⟩	(-∞; 18,0) nebo (26,0; ∞)					
Vertikální teplotní rozdíl	hodnota rozdílu mezi teplotou vzduchu v úrovni hlavy a kotníků (°C)	⟨0,0; 3,0)	⟨3,0; 3,5)	⟨3,5; 4,0)	⟨4,0; ∞)	A	**16**			
Regulace teploty vzduchu operátory	možnost přímé regulace teploty vzduchu na pracovišti operátory	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	K	**8**			
								$\Sigma(V \times E_p)$ =		

Výsledná ergatičnost kritéria „teplota vzduchu“ $E_{k1} = \Sigma(V \times E_p)/56$ =

3.2.2 Vlhkost vzduchu

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Vlhkost vzduchu	relativní vlhkost vzduchu (%) (duben-září)	⟨35,0; 60,0⟩	⟨30,0; 35,0) nebo (60,0; 65,0⟩	⟨25,0; 30,0) nebo (65,0; 70,0⟩	⟨0; 25,0) nebo (70,0; ∞)	B	**16**			
	relativní vlhkost vzduchu (%) (říjen-březen)	⟨35,0; 40,0⟩	⟨30,0; 35,0) nebo (40,0; 45,0⟩	⟨25,0; 30,0) nebo (45,0; 50,0⟩	⟨0; 25,0) nebo (50,0; ∞)					

Výsledná ergatičnost kritéria „vlhkost vzduchu“ $E_{k2} = (V \times E_p)/16 =$ ☐

3.2.3 Proudění vzduchu

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Rychlost proudění vzduchu	Střední rychlost proudění vzduchu (m/s)	⟨0,00; 0,15⟩	(0,15; 0,25⟩	(0,25; 0,35⟩	(0,35; ∞)	C	**32**			

Výsledná ergatičnost kritéria „proudění vzduchu“ $E_{k3} = (V \times E_p)/32 =$ ☐

3.2.4 Čistota vzduchu

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Znečištění oxidem uhličitým	hodnota koncentrace ovzduší na pracovišti oxidem uhličitým (ppm)	⟨0;1000⟩	(1000;1200⟩	(1200;1500⟩	(1500;∞)	D	**64**			
Znečištění prachem	hodnota znečištění ovzduší na pracovišti prachem (mg/m3)	⟨0;5⟩	(5;10⟩	(10;15⟩	(15;∞)	E	**64**			
Pachy v ovzduší	existence nepříjemných pachů na pracovišti	NE	---	---	ANO	J	**64**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „čistota vzduchu“ $E_{k4} = \Sigma(V \times E_p)/192 =$ ☐

3.2.5 Ionizace vzduchu

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Ionizace vzduchu	koncentrace prospěšných záporných iontů na pracovišti (iontů/cm3)	⟨1500;5000⟩	(1000;1500⟩	(250;1000⟩	(0;250⟩	D	**16**			

Výsledná ergatičnost kritéria „ionizace vzduchu“ $E_{k5} = (V \times E_p)/16 =$ ☐

3.3 Fyzikální faktory

3.3.1 Hluk

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$					
Provozní akustické signály	hodnota provozních akustických signálů (dB)	⟨0;65⟩	(65;70⟩	(70;75⟩	(75;∞)	G	**8**			
Pozaďový hluk	hodnota pozaďového hluku (dB)	⟨0;40⟩	(40;45⟩	(45;50⟩	(50;∞)	G	**16**			
Kvalita a srozumitelnost verbální komunikace	hodnota akustického pozadí umožňuje kvalitní a srozumitelnou verbální komunikaci (dB)	⟨0;45)	⟨45;50)	⟨50;55)	(55;∞)	G	**32**			
									$\Sigma(V \times E_p) =$	

Výsledná ergatičnost kritéria „hluk“ $E_{k6} = \Sigma(V \times E_p)/56 =$

3.3.2 Osvětlení

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Regulace slunečního světla	zábrany na oknech a světlících umožňující regulaci slunečního světla a zabraňující oslnění	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**32**			
Typová homogenita svítidel	max. počet různých typů stropních svítidel na pracovišti	1	2	3	$\langle 4;\infty)$	J	**16**			
Rovnoměrnost rozmístění svítidel	rovnoměrné rozmístění stropních svítidel na pracovišti	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Difúzní kryty stropních svítidel	opatření stropních svítidel difúzními kryty	ANO	---	---	NE	J	**8**			
Oslňování lokálním svítidly	opatření lokálních svítidel kryty nebo stínítky bránící oslňování operátora	ANO	---	---	NE	J	**64**			
Regulace osvětlení operátory	možnost regulace osvětlení na pracovišti operátory	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**16**			

Svítidla bez mihotání a blikání	instalace vysokofrekvenčních svítidel bez mihotání a blikání	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Chromatičnost zdrojů světla	svítidla vyzařují vhodnou chromatičnost světla (bílá nebo žlutá barva)	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**16**			
Osvětlení pracovního místa	hygienické limity osvětlení pracovního místa, kde jsou sledovány obrazovky monitorů Em (lx)	⟨200;300⟩	⟨150;200) nebo (300;350⟩	⟨100;150) nebo (350;400⟩	⟨0;100) nebo (400;∞)	H	**64**			
									$\Sigma(V \times E_p)$ =	

Výsledná ergatičnost kritéria „osvětlení“ $E_{k7} = \Sigma(V \times E_p)/264$ =

3.4 Psychická zátěž

3.4.1 Mentální zátěž

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Bezpečnostní přestávky	pravidelné bezpečnostní přestávky operátorů během směny (minuty)	alespoň 10 min. přestávka po 2 hod.	alespoň 10 min. přestávka po 3 hod.	alespoň 10 min. přestávka po 4 hod.	kratší než 10 min. nebo více než po 4 hod.	J/K	**128**			
Střídání pracovišť	pravidelné střídání pracovišť/stanovišť v určeném intervalu	ANO	---	---	NE	J/K	**64**			
Rozhovory se zaměstnanci	pravidelné neformální rozhovory nadřízeného s pracovníky v určeném intervalu	nejméně měsíčně	nejméně čtvrtletně	nejméně půlročně	ročně a méně	K	**32**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „mentální zátěž“ $E_{k8} = \Sigma(V \times E_p)/224 =$ ☐

3.5 Zraková zátěž

3.5.1 Displej monitoru

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Vzdálenost od očí	vzdálenost displeje monitoru od očí operátora v základní pracovní poloze (cm)	⟨60;80⟩	⟨50;60) nebo (80;85⟩	⟨40;50) nebo (85;90⟩	⟨0;40) nebo (90;∞)	I	**64**			
Přizpůsobení sklonu	sklon obrazovky monitoru je nastavitelný operátorem	ANO	---	---	NE	J	**64**			
Intenzita podsvětlení	intenzita podsvětlení obrazovky monitoru má větší intenzitu než osvětlení pozadí stěn a oken	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Přizpůsobení intenzity jasu podsvětlení	intenzita jasu podsvětlení obrazovky monitoru je regulovatelná operátorem	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Eliminace nízkého kontrastu a jasu	displej monitoru nebo zobrazované prvky vykazují v okolních podmínkách příliš nízkou intenzitu kontrastu a jasu	NE	---	---	ANO	J	**32**			

Odrazy okolního prostředí	v displeji monitoru se odrážejí prvky nebo svítidla okolního prostředí	NE	---	---	ANO	J	**32**			
								$\Sigma(V \times E_p)$ =		

Výsledná ergatičnost kritéria „mentální zátěž“ $E_{k9} = \Sigma(V \times E_p)/240$ =

3.5.2 Zorné pole operátora

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Výhled operátora do venkovního prostředí	možnost výhledu operátora do venkovního prostředí	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Okna v monitorovacím poli	umístění oken ve zrakovém monitorovacím poli operátora (zorný úhel cca. 60°)	NE	---	---	ANO	J	**16**			
Východy v zorném poli	zasahování blízkých východů (vyjma nouzových) do zorného pole operátora	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**8**			
Plochy v zorném poli	plochy v zorném poli operátory opatřeny výraznými vzory	NE	---	---	ANO	J	**32**			
Viditelnost ovládacích prvků pracoviště	osvětlení nebo stínění negativně ovlivňuje viditelnost ovládacích prvků pracoviště	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**32**			
Světelné reklamy v zorném poli	umístění světelných reklam v zorném poli operátora	NE	---	---	ANO	J	**32**			
									$\Sigma(V \times E_p) =$	

Výsledná ergatičnost kritéria „zorné pole operátora“ $E_{k10} = \Sigma(V \times E_p)/136 =$

3.6 Prostory a prvky pracoviště

3.6.1 Podlaha pracoviště

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Rovnost podlahy	schody, stupínky, díry, nakloněné roviny	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**16**			
Stabilita podlahy	stabilita, pevnost, nekluzkost	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**16**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „podlaha pracoviště“ $E_{k11} = \Sigma(V \times E_p)/32 =$

3.6.2 Překážky na pracovišti

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$					
Vystupující rohy nebo části zařízení	rohy nebo části zařízení vystupující do pochozí plochy	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**16**			
Vystupující nosné sloupy	nosné sloupy vystupující do pochozí plochy	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**16**			
Upevnění kabelových vedení	volně ložené kabely a spoje upevněny	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**16**			
Kabelová vedení v pochozích plochách	zasahování kabelů do pochozích rovin	NE	SPÍŠE NE	SPÍŠE ANO	ANO	J	**16**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „překážky na pracovišti“ $E_{k12} = \Sigma(V \times E_p)/64 =$ ☐

3.6.3 Pracovní místo a jeho uspořádání

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Pohyb ostatních osob v blízkosti operátora	redukce pohybu ostatních osob a minimalizace obtěžování/rušení činnosti operátora	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**32**			
Verbální komunikace	optimální vzdálenost umožňující verbální komunikaci mezi operátory (cm)	⟨0;150	(150;200⟩	(200;250⟩	(250;∞)	J	**16**			
Vzdálenost od oken	vzdálenost pracovního místa od oken (cm)	(70;∞)	(50;70⟩	(30;50⟩	⟨0;30⟩	I	**16**			
Vzdálenost od výdechů klimatizace nebo topení	vzdálenost pracovního místa od výdechů topných těles nebo klimatizace (cm)	(70;∞)	(50;70⟩	(30;50⟩	⟨0;30⟩	I	**32**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „pracovní místo a jeho uspořádání“ $E_{k13} = \Sigma(V \times E_p)/96 =$ ☐

3.6.4 Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Rozměry pracovního místa	rozměry pracovního místa neomezují vykonávání činností různých typů postav operátorů	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**32**			
Výška pracovní plochy	zajištění optimální výšky plochy pracovního stolu (cm) pevná výška	⟨72;76⟩	⟨68;72) nebo (76;80⟩	⟨64;68) nebo (80;84⟩	⟨0;64) nebo (84;∞)	I	**16**			
	stavitelná výška	⟨65;85⟩	⟨61;65) nebo (85;89⟩	⟨57;61) nebo (89;94⟩	⟨0;57) nebo (94;∞)					
Šířka prostoru pro nohy	šířka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨70;∞)	⟨60;70)	⟨50;60)	⟨0;50)	I	**32**			
Hloubka prostoru pro nohy	hloubka prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨70;∞)	⟨60;70)	⟨50;60)	⟨0;50)	I	**32**			
Výška prostoru pro nohy	výška prostoru pro nohy operátorů v základní pracovní poloze (cm)	⟨65;∞)	⟨60;65)	⟨55;60)	⟨0;55)	I	**32**			
Dosahové vzdálenosti pro časté úkony	dosahová vzdálenost pro časté úkonu při činnosti operátora ze základní pracovní pozice (cm)	⟨0;40⟩	(40;50⟩	(50;60⟩	(60;∞)	I	**64**			

Zaoblení hran pracovní plochy	hrany pracovní plochy, které mohou být v kontaktu s předloktím, jsou zaobleny	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Prostor pro oporu rukou	pracovní plocha umožňuje oporu paží a rukou	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Vizuální kontakt mezi pracovníky	řešení pracoviště bezpečnostní kontroly umožňuje vzájemný vizuální kontakt	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**64**			
Opěrka nohou	v případě zájmu je k dispozici opěrka nohou	ANO	---	---	NE	J	**8**			
Povrch klávesnice	povrch klávesnice v matném provedením	ANO	---	---	NE	J	**2**			
Čitelnost symbolů na ovladačích	symboly na ovladačích jsou dobře čitelné ze základní pracovní polohy	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Dostupnost ovladačů	dostupnost ovladačů ze základní pracovní polohy	ANO	---	---	NE	J	**32**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů“ $E_{k14} = \Sigma(V \times E_p)/410 =$

3.6.5 Pracovní židle

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Šířka sedáku	hodnota šířky sedáku pracovní židle (cm)	⟨50;60⟩	⟨45;50) nebo (60;70⟩	⟨40;45) nebo (70;75⟩	⟨0;40) nebo (75;∞)	I	**32**			
Čalounění sedáku	hodnota tloušťky čalounění sedáku pracovní židle (cm)	⟨4;6⟩	⟨2;4) nebo (6;8⟩	⟨1;2) nebo (8;10⟩	⟨0;1) nebo (10;∞)	I	**16**			
Odpružení sedáku	sedák pracovní židle je odpružen pístem	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Přizpůsobení sedáku	výška sedáku pracovní židle je stavitelná operátorem	ANO	---	---	NE	J	**32**			
Rozsah přizpůsobení výšky sedáku	rozsah přizpůsobení výšky sedáku pracovní židle (cm od podlahy)	⟨30;65⟩	⟨35;60⟩	⟨40;55⟩	⟨45;50⟩	J	**16**			
Přítomnost bederní opěrky	pracovní židle je vybavena bederní opěrkou	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Přítomnost opěrek rukou	pracovní židle je vybavena opěrkami rukou	ANO	---	---	NE	J	**16**			

Délka opěrek rukou	hodnota délky opěrek rukou pracovní židle (cm)	⟨20;40⟩	⟨18;20) nebo (40;42⟩	⟨16;18) nebo (42;44⟩	⟨0;16) nebo (44;∞)	I	**16**			
Šířka opěrek rukou	hodnota šířky opěrek rukou pracovní židle (cm)	⟨8;12⟩	⟨6;8) nebo (12;14⟩	⟨4;6) nebo (14;16⟩	⟨0;4) nebo (16;∞)	I	**8**			
Přizpůsobení výšky opěrek rukou	výška opěrky rukou pracovní židle je stavitelná operátorem	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou	rozsah přizpůsobení výšky opěrek rukou pracovní židle (cm od sedáku)	⟨14;30⟩	⟨16;28⟩	⟨18;26⟩	⟨20;24⟩	I	**8**			
Stabilita kříže	délka ramene kříže pracovní židle (cm)	⟨32;36⟩	⟨28;32) nebo (36;40⟩	⟨24;28) nebo (40;44⟩	⟨0;24) nebo (44;∞)	I	**16**			
Počet ramen kříže	počet ramen kříže pracovní židle (ks)	⟨5;6⟩	4	3	⟨0;2⟩	J	**8**			
Pevnost kříže	materiál, z něhož je vyroben kříž pracovní židle (tvrzený plast, kov)	ANO	---	---	NE	J	**8**			
Přítomnost opěrky hlavy	pracovní židle je vybavena opěrkou hlavy	ANO	---	---	NE	J	**16**			
Materiál sedáku a opěrky zad	materiál, z něhož je vyroben sedák a opěrka zad, poskytují	ANO	---	---	NE	J	**16**			

	dobré porézní vlastnosti (NE kůže, NE koženka, NE síťovina)									
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „pracovní židle“ $E_{k15} = \Sigma(V \times E_p)/256 =$

3.6.6 Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Barevná úprava interiéru	barvy voleny ve vztahu k jejich psychologickým účinkům – převažují chladné barvy	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**8**			
Povrchová úprava interiéru	podlahy, stropy a stěny vyvedeny v matném provedení	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J	**8**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště“ $E_{k16} = \Sigma(V \times E_p)/16 =$

3.6.7 Zázemí pracoviště

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	Spíše vyhovující $E_p = 0,7$	Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$	Nevyhovující $E_p = 0,1$					
Blízkost sociálního zařízení	blízkost toalet a umyvadla	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	J/K	**32**			
Privátní sociální zařízení	toalety zaměstnanců letiště oddělené od veřejných toalet	ANO	---	---	NE	K	**32**			
Zajišťování pitného režimu	balená pitná voda nebo tekoucí pitná voda	ANO	---	---	NE	K	**64**			
Podmínky pro stravování	pro konzumaci jídla vyčleněna samostatná místnost	ANO	---	---	NE	K	**32**			
Odpočinkové prostory	samostatná místnost pro odpočinek a relaxaci operátorů	ANO	---	---	NE	K	**64**			
Prostory pro osobní věci	prostory pro uložení osobních věcí operátorů	ANO	---	---	NE	K	**64**			
									$\Sigma(V \times E_p) =$	

Výsledná ergatičnost kritéria „zázemí pracoviště“ $E_{k17} = \Sigma(V \times E_p)/288 =$

3.7 Údržba pracoviště

3.7.1 Pravidelnost údržby

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Čištění pracoviště	pravidelnost čištění zařízení a vybavení pracoviště operátorů	min. 1 x za 1 týdny	min. 1 x za 2 týdny	min. 1 x za 4 týdny	min. 1 x za 8 týdnů	K	**32**			
Čištění ventilace	pravidelnost čištění ventilačního systému na pracovišti (filtry)	min. 1 x za 6 měsíců	min. 1 x za 12 měsíců	min. 1 x za 18 měsíců	min. 1 x za 24 měsíců	K	**64**			
Čištění podlahy	pravidelnost čištění podlahové plochy na pracovišti	min. 1 x za 12 hodin	min. 1 x za 24 hodin	min. 1 x za 36 hodin	min. 1 x za 48 hodin	K	**32**			
Nátěry a malby	pravidelnost obnovy nátěrů a maleb na pracovišti	min. 1 x za 4 roky	min. 1 x za 6 let	min. 1 x za 8 let	méně než 1 x za 8 let	K	**16**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „pravidelnost údržby“ $E_{k18} = \Sigma(V \times E_p)/144 =$

3.7.2 Snadnost údržby

Posuzovaný parametr		Rozpětí hodnot a odpovídající E_p				Měření	V	Naměřená hodnota	E_p	$V \times E_p$
		Vyhovující (optimum) $E_p = 1$	**Spíše vyhovující $E_p = 0,7$**	**Spíše nevyhovující $E_p = 0,4$**	**Nevyhovující $E_p = 0,1$**					
Snadnost čištění hardwaru	možnost čištění hardwaru pracoviště bez nutnosti jeho vypnutí	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	K	**8**			
Vhodné typy svítidel	svítidla umožňující základní údržbu bez nutnosti demontáže	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	K	**16**			
Umístění svítidel	umístění svítidel mimo půdorys pracoviště (umožňuje snadnou údržbu a opravy bez narušení činnosti operátorů)	ANO	SPÍŠE ANO	SPÍŠE NE	NE	K	**16**			
								$\Sigma(V \times E_p) =$		

Výsledná ergatičnost kritéria „pravidelnost údržby“ $E_{k19} = \Sigma(V \times E_p)/40 =$

4. SOUHRNNÉ VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Komplexní přehled o hodnoceném stanovišti/pracovišti lze získat výpočtem míry ergatičnosti jednotlivých kritérií, kategorií a v závěru i komplexní ergatické úrovně posuzovaného stanoviště/pracoviště.

4.1 Ergatičnost hodnocených kritérií

Opis vypočítaných výsledných hodnot E_{k1}–E_{k19} z jednotlivých checklistů do sloupce E_{ki}:

	Název kritéria	E_{ki}
E_{k1}	Teplota vzduchu	
E_{k2}	Vlhkost vzduchu	
E_{k3}	Proudění vzduchu	
E_{k4}	Čistota vzduchu	
E_{k5}	Ionizace vzduchu	
E_{k6}	Hluk	
E_{k7}	Osvětlení	
E_{k8}	Mentální zátěž	
E_{k9}	Displej monitoru	
E_{k10}	Zorné pole operátora	
E_{k11}	Podlaha pracoviště	
E_{k12}	Překážky na pracovišti	
E_{k13}	Pracovní místo a jeho uspořádání	
E_{k14}	Rozměry a prvky pracovního místa a umístění ovladačů	
E_{k15}	Pracovní židle	
E_{k16}	Barevné a povrchové řešení materiálů pracoviště	
E_{k17}	Zázemí pracoviště	
E_{k18}	Pravidelnost údržby	
E_{k19}	Snadnost údržby	

4.2 Ergatičnost hodnocených kategorií

Výpočet ergatičnosti souhrnných kategorií E_{ka} na základě údajů z přechozí tabulky a dle následujících vztahů:

	Název kategorie	**Výpočet**	E_{kai}
E_{ka1}	Mikroklimatické podmínky	$\Sigma(E_{k1},E_{k5})/5$	
E_{ka2}	Fyzikální faktory	$\Sigma(E_{k6},E_{k7})/2$	
E_{ka3}	Psychická zátěž	E_{k8}	
E_{ka4}	Zraková zátěž	$\Sigma(E_{k9},E_{k10})/2$	
E_{ka5}	Prostory a prvky pracoviště	$\Sigma(E_{k11},E_{k17})/7$	
E_{ka6}	Údržba pracoviště	$\Sigma(E_{k18},E_{k19})/2$	

4.3 Ergatičnost hodnoceného stanoviště/pracoviště

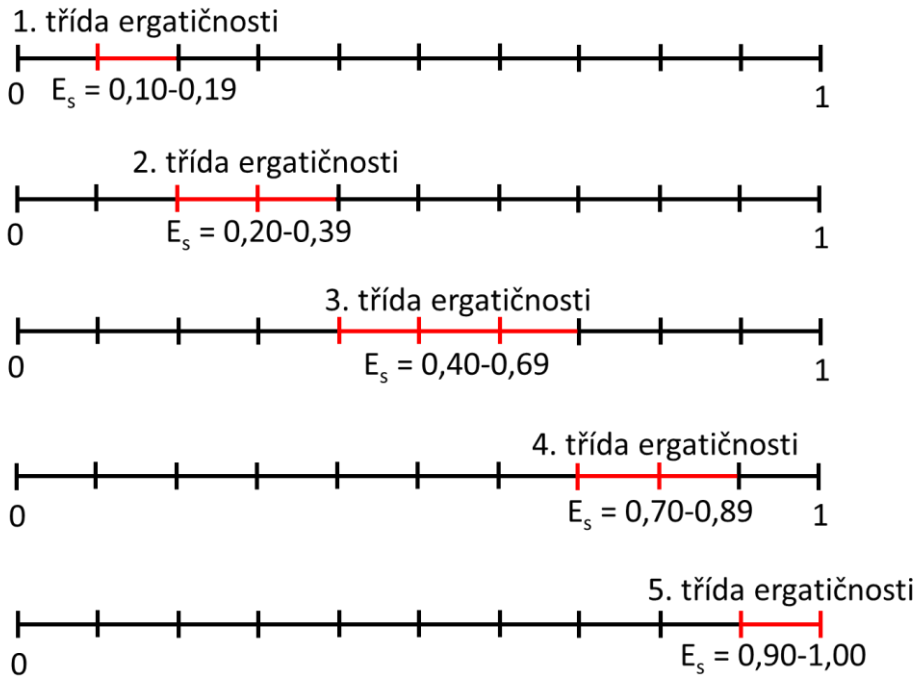
Výpočet komplexní míry ergatičnosti posuzovaného stanoviště E_s dle vztahu:

$$E_s = \Sigma(E_{ka1},E_{ka6})/6$$

Ergatičnost hodnoceného stanoviště/pracoviště E_s =

5. INTERPRETACE ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

Výslednou hodnotu ergatičnosti posuzovaného stanoviště E_S je pro získání přehledu o možné pravděpodobnosti selhání operátora detekční kontroly nezbytné do jedné z pěti tříd ergatičnosti dle příslušnosti do jednoho z uvedených intervalů hodnot škály 0,10-1,00:



Popis jednotlivých tříd a vliv jejich charakteristik na výkonnost a spolehlivost operátora detekční kontroly je popsána v následujících tabulkách:

Třída ergatičnosti:	**1.**
Vypočítaná hodnota E_S:	**0,10 – 0,19**
Název třídy ergatičnosti:	ZCELA NEVHODNÁ
Popis třídy:	nepřijatelné, poškození zdraví, patologické následky
Pravděpodobnost selhání operátora:	Ergonomie prostředí zcela nevhodná pro výkon činnosti operátora detekční kontroly.

Třída ergatičnosti:	**2.**
Vypočítaná hodnota E_S:	**0,20 - 0,39**
Název třídy ergatičnosti:	ŠKODLIVÁ
Popis třídy:	narušuje zdraví při dlouhodobém působení
Pravděpodobnost selhání operátora:	Existuje vysoká pravděpodobnost znatelného snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly již při standardních provozních situacích.

Třída ergatičnosti:	**3.**
Vypočítaná hodnota E_S:	**0,40 – 0,69**
Název třídy ergatičnosti:	NARUŠUJÍCÍ POHODU
Popis třídy:	hodnoty se pohybují na spodní hranici hodnot stanovených danými normativy
Pravděpodobnost selhání operátora:	Existuje reálný předpoklad snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům v situacích, které jsou typické dlouhodobou zvýšenou zátěží, například během sezónní špičky.

Třída ergatičnosti:	**4.**
Vypočítaná hodnota E_S:	**0,70 – 0,89**
Název třídy ergatičnosti:	BĚŽNÉ RIZIKO
Popis třídy:	nevelké riziko ohrožení, blíží se ideálnímu stavu
Pravděpodobnost selhání operátora:	Existuje malý předpoklad snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům, a to zejména v situacích, které jsou typické výraznou krátkodobou zvýšenou zátěží, například během provozní špičky.

Třída ergatičnosti:	**5.**
Vypočítaná hodnota *ES*:	**0,90 – 1,00**
Název třídy ergatičnosti:	IDEÁLNÍ STAV
Popis třídy:	optimální, v praxi obtížně realizovatelné
Pravděpodobnost selhání operátora:	Nepředpokládá se snížení spolehlivosti nebo výkonnosti operátora detekční kontroly jako důsledek expozice ergonomickým rizikům.

Zdroj: autor