Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Disertační práce

Model identifikace rizika nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti

Risk identification model of occupational diseases formation in relation to the work activity

Autor Ing. Kateřina Sekulová

Obor Management a ekonomika

Školitel doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala svému školiteli, panu doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za vedení disertační práce, za konzultace, cenné rady, připomínky a za podporu během celého studia.

Děkuji také Fakultě managementu a ekonomiky a zejména kolegům z Ústavu průmyslového inženýrství a informačních technologií, kteří mi poskytli zázemí pro zpracování disertační práce.

Děkuji i svým blízkým, kteří mě podporovali a byli mi oporou po celou dobu studia.

Poděkovaní patří i Grantové agentuře České republiky, která mi díky grantu č. 402/08/H051 „Optimalizace multidisciplinárního navrhování a modelování výrobního systému virtuálních firem“ umožnila publikovat výsledky jak na domácích, tak na zahraničních konferencích.

Abstrakt

Hlavním cílem disertační práce je navrhnout model, který by dokázal predikovat možnosti vzniku nemocí z povolání, které postihují pohybový aparát. Ke splnění cíle je nutné určit faktory, které se podílí na vzniku těchto nemocí a stanovit, jakým způsobem a jakou mírou působí na pohybovou soustavu. Na základě ergonomických poznatků a stanovených faktorů pak bude model identifikovat riziko vzniku nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti.

Abstract

Doctoral thesis aims to design a model which could predict possibilities of occupational diseases formation that affect a musculoskeletal system. To achieve this goal it is necessary to determine factors that participate in formation of this diseases and define how they affect the musculoskeletal system. On the basis of ergonomic knowledges and determined factors this model will identify risk of occupational diseases formation in relation to the work activity.

OBSAH

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY 11
1.1 Vymezení ergonomie 11
1.1.1 Historie ergonomie 13
1.1.2 Ergonomie v České republice 14
1.1.3 Ergonomie v zahraničí 21
1.1.4 Ekonomická hodnota ergonomie 22
1.2 Ergonomické softwary 22
1.3 Muskuloskeletální poruchy 25
1.3.1 Dlouhodobé nadměrné jednostranné zatěžování 27
1.3.2 Vibrace 27
1.4 Nemoci z povolání 28
1.4.1 Skupiny nemocí z povolání 28
1.4.2 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory 33
1.4.3 Nemoci z povolání v zahraničí 38
1.5 Vztah ergonomie a nemocí z povolání 39
1.6 Shrnutí 40
2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE 41
2.1 Hypotézy disertační práce 41
3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ 42
4 POSTUP PŘI ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE 43
5 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE 45
5.1 Oblasti potenciálního vzniku nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory 45
5.2 Ohrožené pracovní pozice 48
6 VAZBA PRACOVNÍCH POLOH A NEMOCÍ Z POVOLÁNÍ 53
6.1 Syndrom karpálního tunelu 53
6.2 Epikondylitida pažní kosti 55
6.3 Skákavý prst 56
6.4 Morbus de Quervain 58
7 DATA PRO TVORBU MODELU 60
7.1 Statistické pojmy 61
7.2 Potenciální rizikové faktory 64
8 MODEL 75
8.1 Vlastní statistické výpočty pro tvorbu modelu 75
8.2 Relevantní rizikové faktory pro tvorbu modelu 79
9 VERIFIKACE MODELU 82
9.1 Případová studie 85
10 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A VERIFIKACE HYPOTÉZ DISERTAČNÍ PRÁCE 90
11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ 91
12 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE 92

12.1 Přínosy pro teorii 92
12.2 Přínosy pro praxi 92
12.3 Možnosti navazujícího výzkumu 93
ZÁVĚR 94
13 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 95
14 SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA 100
15 CURRICULUM VITAE AUTORA 102
PŘÍLOHY 105

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Multidisciplinarita ergonomie 12
Obr. 2 Systém člověk – stroj – prostředí 13
Obr. 3 Procentuální podíl jednotlivých kapitol nemocí z povolání. 35
Obr. 4 Vývoj všech nemocí z povolání a nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory v letech 2002 – 2011 36
Obr. 5 Nejčastější diagnózy nemocí z povolání v roce 2011 37
Obr. 6 Ishikawův diagram příčin a následků 45
Obr. 7 Nemoci z povolání v roce 2011 podle pohlaví 52
Obr. 8 Syndrom karpálního tunelu 53
Obr. 9 Vývoj počtu SKT podle pohlaví v období 2008 – 2011 54
Obr. 10 Epikondylitida pažní kosti 55
Obr. 11 Vývoj počtu epikondylitidy podle pohlaví v období 2008 – 2011 56
Obr. 12 Skákavý prst 57
Obr. 13 Vývoj počtu skákavého prstu pro obě pohlaví v období 2008 – 2011 57
Obr. 14Morbus de Quervain 58
Obr. 15 Vývoj počtu nemoci Morbus de Quervain pro obě pohalví v období 2008 – 2011 59
Obr. 16 Potenciální rizikové faktory 65
Obr. 17 Poloha horních končetin. 71
Obr. 18 Relevantní rizikové faktory použité v modelu 81
Obr. 19 První část modelu 82
Obr. 20 Druhá část modelu 83
Obr. 21 Třetí část modelu 84
Obr. 22 Čtvrtá část modelu 85
Obr. 23 Analýzy pracovních poloh dle NV 361 v Tx Jack 86
Obr. 24 Osobní faktory a zdravotní minulost hodnocené pracovnice 87
Obr. 25 Pracovní pozice a biomechanická omezení hodnocené pracovnice 87
Obr. 26 Hodnocení jednotlivých rizikových faktorů pracovnice 88
Obr. 27 Celkové hodnocení 88
Obr. 28 Odstranění vybraných rizikových faktorů 89
Obr. 29 Pokles rizika vzniku MSD odstraněním vybraných rizikových faktorů. 89

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Porovnání softwarů 23

Tab. 2 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory 29

Tab. 3 Nemoci z povolání podle kapitol 2010 – 2011 33

Tab. 4 Konkrétní onemocnění nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory 33

Tab. 5 Nemoci cév rukou při práci s vibrujícími nástroji 48

Tab. 6 Nemoci periferních nervů HK charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji 48

Tab. 7 Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními 49

Tab. 8 Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování 49

Tab. 9 Nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování nebo z tlaku, tahu nebo torze, s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše 50

Tab. 10 Nemoci tíhových váčků z tlaku 50

Tab. 11 Poškození menisku 50

Tab. 12 Skupiny nemocí z povolání kapitoly II. Dle evidenčních kódů v letech 2011 – 2007 51

Tab. 13 Charakteristika účastníků studie 60

Tab. 14 Čtyřpolní tabulka 61

Tab. 15 Čtyřpolní tabulka pro monotónnost a vznik MSD 62

Tab. 16 Hodnocení polohy horních končetin 72

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AR	Atributivní riziko
BMI	Body Mass Index (index tělesné hmotnosti)
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CI	Interval spolehlivosti
CZ ISCO	Klasifikace zaměstnání
ČSN EN	Česká technická norma
DNJZ	Dlouhodobé nadměrné jednostranné zatěžování
EMG	Elektromyograf
ILO	International Labour Office
ISO	International Organization for Standardization
MSD	Musculoskeletal disorders
NV	Nařízení vlády
NzP	Nemoci z povolání
OR	Odds Ratio
PAR	Populační atributivní riziko
P-value	Hladina významnosti
RR	Relativní riziko
SKT	Syndrom karpálního tunelu
UEMSD	Upper-Extremity Musculoskeletal Disorders

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami
Příloha B	Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice
Příloha C	Nemoci z povolání kožní
Příloha D	Nemoci z povolání přenosné a parazitní
Příloha E	Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory
Příloha F	Potenciální rizikové faktory
Příloha G	Relevantní rizikové faktory

ÚVOD

Životní cyklus výrobku, od prvního nápadu něco vytvořit až po uvedení na trh, jeho servis a recyklaci, je úzce provázán s člověkem. Ten utváří myšlenku vyrobit něco nového nebo něco inovovat, této myšlence dává jasnou strukturu, účel a smysl využití. V současnosti už nestačí vyrábět pouze kvalitně, rychle a co nejvíce se přiblížit konkrétním požadavkům zákazníka. Zaměstnavatelé si čím dál více uvědomují, že pouze díky svým zaměstnancům je možné plnit požadavky trhu a ti jsou toho schopni právě tehdy, když mají zajištěné bezpečné pracoviště, na kterém jim nebude hrozit riziko poranění a kde budou moci bezpečně vykonávat své úkoly, aniž by to dlouhodobě ovlivňovalo jejich zdravotní stav.

I když se charakter výroby výrazně změnil, těžká manuální práce je nahrazována novými technologiemi a zařízeními a pracovníci vykonávají méně fyzicky namáhavé úkoly, jsou stále vystavováni rizikům poškození zdraví, jejichž příčinami jsou vynucené a nepřirozené pracovní polohy, často opakované úkony, působení vibrací na svaly a kosti a řada dalších. Současně pracovníci podléhají i zvýšené psychické zátěži, mnohdy pracují pod tlakem a stresem. To všechno přispívá ke vzniku muskuloskeletálních poruch, které bývají častou příčinou nemocí z povolání. Ty mají především ekonomický, ale i morální dopad na celou společnost. Snahou je proto tato rizika snižovat a omezovat, a tím předcházet nežádoucím zdravotním problémům.

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1.1 Vymezení ergonomie

Ergonomie je charakterizována jako multidisciplinární obor a odborná literatura ji vymezuje několika definicemi.

Česká ergonomická společnost (2002) definuje ergonomii jako: „vědeckou disciplínu, která se zabývá vztahy mezi člověkem, jeho činností a ostatními prvky pracovního systému. K tomu jsou využívány poznatky, údaje a metody určené k dosažení optimální pohody člověka, zvyšování efektivnosti lidské činnosti a k prevenci rizik zdravotního poškození“.

Podle **Mezinárodní ergonomické asociace (2000)** je „ergonomie vědecká disciplina založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplina, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí další relevantní faktory.“

Král (1994) uvádí jako hlavní přínos ergonomie „humanizaci“ techniky, ergonomie pak zastává „antropometrický“ přístup při řešení výrobních i řídicích systémů, což znamená, že člověk je nejslabším článkem systému, a proto je nutné celý systém přizpůsobit jemu – jeho schopnostem, znalostem a dovednostem.

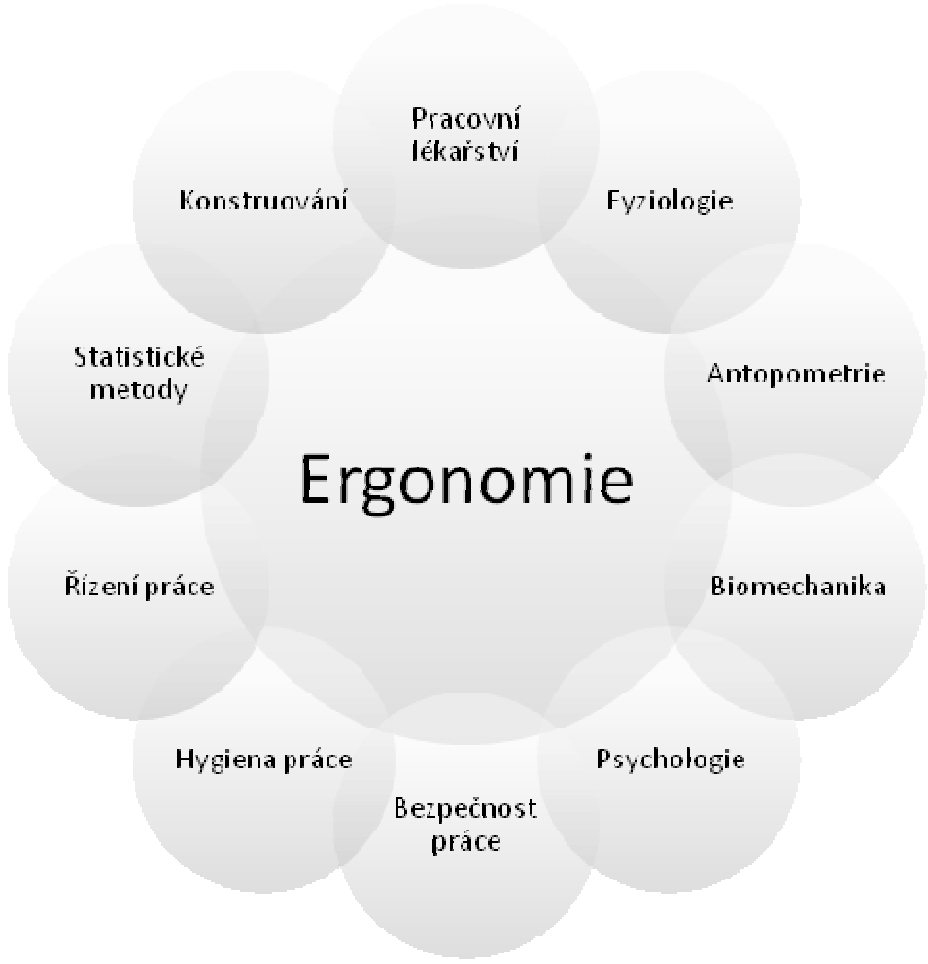
Podle **Gilbertové (2002)** je pak předmětem ergonomie studium vzájemných vztahů v pracovních systémech, odhalení jejich vzájemných vazeb a účinků a vytváření souborů opatření organizačního, technického a personálního typu, jako je uplatnění příslušných poznatků v konstrukci pracovních prostředků, ve vybavení a uspořádání pracovišť, ve vytváření optimálního zdravého pracovního prostředí apod. Kromě ochrany zdraví má ergonomie i značný vliv na ekonomické ukazatele.

Chundela (2005) pak ve své publikaci připomíná, že ergonomie mění „mechatronický“ přístup na tzv. „antropometrický“. Což znamená, že člověk je brán jako nejslabší článek a celé prostředí tak má být přizpůsobeno jeho možnostem, schopnostem a dovednostem. Ergonomie aplikací vhodných metod zlepšuje i lidské zdraví.

Pod pojmem ergonomie si můžeme představit interdisciplinární nauku, která vznikla spojením aplikovaných věd, jejichž předmětem studia jsou pracovní systémy, a zabývá se následujícími obory:

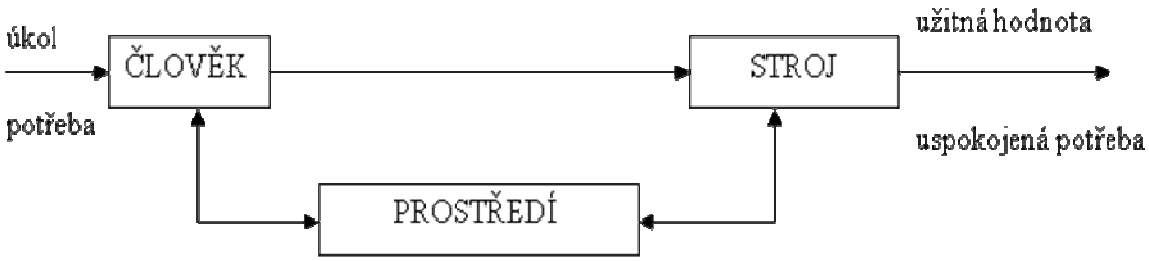
- antropometrie včetně biomechaniky,
- filozofie práce,
- psychologie práce a
- hygiena práce.

Multidisciplinaritu ergonomie znázorňuje následující obrázek.



Obr. 1 Multidisciplinarita ergonomie, Zdroj: BOZP Info, 2004

Ergonomie přistupuje k řešení problematiky postavení člověka ve výrobním procesu systémově. Vychází z toho, že spojení člověka, stroje a prostředí není jen nějakou skladbou, ale že jejich seskupením se vytváří nová kvalita, nový útvar se specifickými vlastnostmi a hodnotami.



Obr. 2 Systém člověk – stroj – prostředí, Zdroj: Chundela, 2005

Zdraví při práci představuje tělesnou, duševní a sociální pohodu při práci. V podmínkách ekonomických snah o zvýšení kvality i kvantity za současného snižování nákladů není sice tato hodnota prioritou, přesto je evidentní, že ochrana zdraví pracovníků představuje nemalé procento finančních nákladů na ekonomické ztráty způsobené pracovními úrazy a nemocemi spojenými s výkonem pracovní činnosti. Evropská unie se v porovnání s jinými světovými centry vyznačuje kladením stejného významu na sociální i ekonomickou oblast při úsilí o zajištění dlouhodobě udržitelného růstu. Zdroje dosahované v Evropě jsou přímým či nepřímým zdrojem práce člověka. Prevence zdravotních rizik a ochrana i podpora zdraví má pozitivní ekonomický efekt na národní i podnikové úrovni, a tak zdravý pracovník tvoří základ efektivního pracovního výkonu pro zaměstnavatele **(Tuček, 2005)**.

1.1.1 Historie ergonomie

Počátky ergonomie se objevují již v raném období vývoje lidstva. Už tehdy si lidé přizpůsobovali pracovní nástroje svým potřebám a lidská obydlí svému pohodlí, a to můžeme považovat za počátek primitivní ergonomie. Dalším milníkem byl vynález kola a jeho využití pro konstrukci zařízení a přepravu materiálu.

Současná ergonomie se začala rozvíjet až v pozdním středověku. Ve vrcholné fázi tohoto období převažovalo předávání zkušenosti a dovedností při výkonu práce z otce na syna, později dochází k rozvoji mistrovských škol, kde předávání zkušeností probíhalo z mistra na tovaryše, čímž docházelo k oborovému rozvoji dovedností. V té době ale docházelo k častým válkám, které kladly vysoký tlak na rychlost a objem vykonané práce, kvalita byla na druhém místě. Řada změn nastala až po průmyslové revoluci koncem 18. století, kdy se zavádí centralizovaná výroba, řemeslník si již přestává sám vyrábět své nástroje a výroba se odděluje od cílových uživatelů nástrojů a strojů. Tím byla narušena vazba ve vztahu člověk – stroj. Tehdejší kapitalismus přinesl soutěživost výrobců a majitelé továren se snažili v co největší míře využívat lidské kapacity bez ohledu na možnosti a potřeby pracovníků. V té době byla pracovní síla levná a snadno dostupná, přesto se na konci 19. století začaly objevovat názory, k maximálnímu pracovnímu výkonu je nutné zajistit adekvátní pracovní prostředí a upravit pracovní režim. Tím byly položeny

základy tzv. vědeckého řízení a organizace práce. Zavedl jej Frderic Taylor na přelomu 19. a 20. Století. V roce 1886 pak definoval svou teorii vědeckého řízení, která se stala základem pro práce dalších, mezi které patřili F. Gilbreth (Time-motion study, 1920), H. Fayol (Principy řízení práce, 80. a 90. Léta 19. stol.) nebo M. Weber.

Za další milník v oblasti ergonomie můžeme považovat meziválečné období ve 20. století. Tehdy se začala rozvíjet tzv. psychotechnika, která zkoumala psychologické vlastnosti člověka, podle čehož je možné uskutečňovat výběr pracovníků pro určité profesní obory. V souvislosti s psychotechnikou se rozvíjela i psychologie práce a zájem zaznamenalo i studium pracovního prostředí a bezpečnosti práce. Během 2. světové války došlo k rozvoji moderních strojů a zbraňových systémů, které vyžadovaly vysoké nároky na ovládání. I po válce se nadále rozvíjelo studium systému člověk – stroj – pracovní prostředí, protože konstrukce zbraní a obranných systémů, atomového průmyslu a jaderné energetiky kladly vysoké požadavky na minimalizace ztrát způsobených lidskými chybami. Zvyšování spolehlivosti a přesnosti výkonu člověka rozvíjí nové analytické metody a přístupy. Soutěžení velmocí se však neodehrávalo pouze ve zbrojení, ale i na poli dobývání vesmíru. Kosmický výkon a konstrukce raketových systémů a techniky vyžadovaly spolehlivost pracovních výkonů, k čemuž přispívala stále častěji využívaná automatizace a od 80. let 20. století taky mikroelektronika. Automatizace se postupně přesunula do procesního průmyslu, kde je v současnosti hlavním prvkem prevence vzniku nežádoucích událostí s rozsáhlými dopady na obyvatelstvo a životní prostředí.

Na přelomu 20. a 21. století se v oblasti ergonomie využívají hlavně pokročilé systémy automatického řízení náročných technologií, výpočetní technika a automatika. Vyvstává však celá řada pracovních rizik a důraz je tak kladen hlavně na bezpečnost a pracovní pohodu pracovníků. **(Marek, 2009)**

1.1.2 Ergonomie v České republice

Mnoho firem zavádí systém managementu BOZP jako součást svého systému řízení rizik k ochraně svých pracovníků a ke sledování aktuální legislativy.

Systém managementu BOZP podporuje prostředí pro bezpečnost a zdraví při práci, poskytnutím rámce, který dovoluje organizaci kontinuálně identifikovat a řídit svá bezpečnostní rizika, snižovat pravděpodobnost úrazů, pomáhat při dosahování souladu s legislativou a zlepšovat svou celkovou výkonnost.

OHSAS 18000 je systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Skládá se ze dvou částí, 18001 a 18002 a obsahuje řadu dalších publikací.

OHSAS 18001 vznikla na základě společného úsilí národních normalizačních orgánů, certifikačních firem a specialistů v oblasti BOZP. Jejich cílem bylo

vytvořit mezinárodní systém, který by potlačil roztříštěnost v oblasti systémů BOZP, která byla způsobena množstvím různých národních norem a specifikací.

OHSAS 18001 je dokument pro posuzování systému BOZP. Úlohou je pomoci organizacím s řízením ochrany zdraví a rizik při práci. Je odpovědí na poptávku po mezinárodní normě, na základě které by bylo možné posuzovat a následně certifikovat.

Klíčové oblasti:

- Identifikace nebezpečí, analýza rizika a stanovení řízení
- Právní a jiné požadavky
- Cíle a programy BOZP
- Zdroje, úlohy, odpovědnost a pravomoc
- Komunikace, spolupráce a konzultace
- Řízení provozu
- Havarijní připravenost a reakce
- Měření výkonu, monitorování a zlepšování

V roce 2005 začala revize OHSAS 18001:1999 Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – specifikace.

K veřejnému připomínkování byl první návrh revidovaného standardu OHSAS 18001 předán v lednu 2006. Následně bylo přezkoumáno asi 500 připomínek a v roce 2007 bylo dosaženo konsenzu k jazyku revidovaného standardu.

V tomtéž roce byla zahájena práce na doprovodném standardu OHSAS 18002 Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – Návod k zavedení OHSAS 18001.

Nová verze je lépe slučitelná s normami ISO 9001:2000 a ISO 14001:2004, konečná verze rovněž odráží i změny, které proběhly v normě ISO 1001 z roku 2004.

Oproti předchozí verzi OHSAS se tato liší v následujícím:

- Na slovo „zdraví“ je kladen větší důraz, aby bylo v rovnováze se slovem „bezpečnost“
- Zaměřuje se na „bezpečnost při práci“, aby se slovo bezpečnost nezaměňovalo například se zabezpečením objektu atd.
- Slovo „accident“ (událost) se nahradilo termínem „incident“ (nehoda)

- Při identifikaci nebezpečí, posouzení rizik a určení řízení stejně tak při stanovení kompetencí, výcviku a uvědomění musí být bráno v úvahu chování, možnosti a jiné faktory lidských zdrojů
- Novým požadavkem se stává delegování řízení jako součást plánování BOZP
- V nové verzi je více zvýrazněn management změn
- Vznikla nová kapitola „Posouzení souladu“, stejně jako v ISO 14001:2004
- V oblasti participace a konzultace jsou stanoveny nové požadavky
- Nové požadavky jsou stanoveny v oblasti vyšetřování nehod
- Oproti předchozí verzi se OHSAS 18001 nyní označuje jako norma, ne jako specifikace nebo dokument. Toto označení odráží přijímání OHSAS 18001 jako národní standard při posuzování systému managementu BOZP.
- Byly přidány nové definice, které zahrnují termíny „nehody“, „riziko“, „posouzení rizik“ a existující termíny byly revidovány.
- Termín „tolerable risk“ (přípustné riziko) bylo zaměněno termínem „acceptable risk“ (akceptovatelné riziko)
- Definice termínu „nebezpečí“ již neobsahuje slovní spojení „poškození majetku nebo poškození pracovního prostředí“. Nyní se předpokládá, že takové „nebezpečí“ není přímo spjato se systémem managementu BOZP, které je cílem normy OHSAS (spíše se spojuje s ochranou majetku). Místo toho má riziko takového „poškození“ vliv na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, přičemž by mělo být hodnoceno pomocí procesu posuzování rizik a musí být řízeny pomocí aplikace vhodných metod řízení.

Organizace, které již měly certifikát OHSAS 18001, dostaly dvouleté přechodové období, které končilo v polovině roku 2009.

Norma OHSAS 18001 sice nevyřeší všechny problémy BOZP, ale je unikátní v globálním přijetí a praktickým způsobem poskytování rámce pro vytváření lepšího pracovního prostředí a kontinuálního zlepšování **(Eiso.cz, 2006)**.

Ergonomie v České republice nemá dostatečnou legislativní podporu a je většinou jen ve formě norem a doporučení. Kontrola ze strany orgánů je nedostatečná kvůli vytíženosti. Dodržováním ergonomických požadavků podniky nezískávají žádné benefity od státu, a tak nejsou nijak motivovány.

V následujícím textu **(technické normy, 2000-2008)** jsou uvedeny nejdůležitější normy, které se zabývají ergonomickými požadavky.

ČSN EN 1005-1+A1 (EN 1005-1:2001+A1:2008) – Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 1: Termíny a definice.

ČSN EN 1005-1+A1 Tato evropská norma je jednou z několika ergonomických norem pro bezpečnost strojních zařízení. Stanovuje terminy a definice pro pojmy a parametry použité v EN 1005-2, EN 1005-3, EN 1005-4 a EN 1005-5. Nahrazuje EN 1005-1:2003.

ČSN EN 1005-2+A1 (EN 1005-2:2003+A1:2008) – Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 2: Ruční obsluha strojního zařízení a jeho součástí

Evropská norma, která specifikuje ergonomická doporučení pro konstrukci strojních zařízení zahrnující ruční obsluhu strojních zařízení nebo jejich součástí, včetně prostředků připojených ke strojům, a to jak pro průmyslové, tak i pro domácí použití. Norma platí pro ruční obsluhu strojních zařízení, součásti strojních zařízení a pro manipulaci s předměty zpracovávanými strojním zařízením o hmotnosti 3 kg nebo vyšší, a pro jejich přenášení na vzdálenost menší než 2 m. Norma poskytuje údaje pro ergonomické navrhování a pro posuzování rizik týkajících ruční obsluhy strojních zařízení v provozu i během montáže i demontáže.

ČSN EN 1005-3+A1 (EN 1005-3:2002+A1:2008) – Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 3: Doporučené mezní síly pro obsluhu strojních zařízení

Evropská norma, která specifikuje doporučené mezní síly pro činnosti během provozu strojního zařízení zahrnující jeho konstrukci, dopravu a uvedení do provozu, používání, vyřazení z provozu, odvoz a demontáž. Týká se strojního zařízení, které je používané profesionálně dospělými zdravými pracovníky s běžnými fyzickými schopnostmi a strojního zařízení k domácímu používání pro celou populaci zahrnující mladé i staré uživatele. Tato norma je vodítkem pro výrobce strojů nebo jejich dílčích částí, a zpracovatele norem typu C pro kontrolu zdravotních rizik způsobených vynaložením svalové síly k ovládání stroje.

ČSN EN 1005-4+A1 (EN 1005-4:2005+A1:2008) – Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení

Tato evropská norma obsahuje pokyny pro posuzování možných zdravotních rizik souvisejících s polohami a pohyby u strojního zařízení během jeho montáže, instalace, provozu, seřizování, údržby, čištění, oprav, dopravy a demontáže, které je třeba respektovat již při jeho navrhování. Norma specifikuje požadavky pro polohy a pohyby, při nichž nedochází k žádnému nebo jen minimálnímu vnějšímu silovému působení. Uvedené požadavky mají za cíl snížit zdravotní rizika pro téměř všechny zdravé dospělé pracovníky.

ČSN EN 1005-5+A1 (EN 1005-5:2007) – Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace

Tato evropská norma je vodítkem pro konstruktéry strojních zařízení nebo jejich součástí a zpracovatelům norem typu C v posuzování a řízení zdravotních a bezpečnostních rizik spojených se strojním zařízením při velmi často opakované ruční manipulaci. Specifikuje referenční údaje pro četnost činností horních končetin při obsluze strojního zařízení a představuje metody posuzování rizika určené k analýze jeho možného snižování. Není však použitelná pro opakované pohyby a s nimi souvisejícími riziky pro krk, záda a dolní končetiny. Tato evropská norma platí pro strojní zařízení profesionálně používaná zdravými dospělými pracovníky. Příslušná doporučení jsou založena na dostupném vědeckém poznání vztahujícím se k fyziologii a epidemiologii ruční práce.

ČSN EN 547-1+A1 – Bezpečnost strojních zařízení – Tělesné rozměry – Část 1: Zásady stanovení požadovaných rozměrů otvorů pro přístup celého těla ke strojnímu zařízení

Další evropská norma, která byla vypracována jako harmonizovaná norma ve smyslu směrnice EU týkající se strojních zařízení a příslušných předpisů EFTA. Popisuje rozměry otvorů pro přístup celého těla pro strojní zařízení. V normě jsou uvedeny rozměry, ke kterým lze použít údaje uvedené v EN 547-3. Příloha A uvádí přídavné požadavky na prostor. Rozměry pro průchody jsou založeny na hodnotách 95. nebo 99. percentilu populace předpokládaných uživatelů. Hodnoty 99. percentilu se používají pro nouzové únikové cesty.

ČSN EN 547-2+A1 – Bezpečnost strojních zařízení – Tělesné rozměry – Část 2: Zásady stanovení rozměrů požadovaných pro přístupové otvory

Tato norma byla vypracována jako harmonizovaná norma ve smyslu směrnice EU, týkající se strojních zařízení a příslušných předpisů EFTA. Popisuje rozměry přístupových otvorů pro strojní zařízení. Udává rozměry, ke kterým lze použít hodnoty uvedené v EN 547-3. Příloha A uvádí přídavné požadavky na prostor. Rozměry pro přístupové otvory jsou založeny na hodnotách 95. percentilu, zatímco dosahy jsou založeny na hodnotách 5. percentilu. Ve všech případech se jako základu používá nejméně výhodných tělesných rozměrů populace předpokládaných uživatelů. Antropometrické údaje uvedené v EN 547-3 vycházejí ze statických měření na nahém těle a neberou v úvahu pohyby těla, oděv, zařízení, činnost strojního zařízení ani podmínky prostředí.

ČSN EN 547-3+A1 (EN 547-3:1996+A1:2008) – Bezpečnost strojních zařízení – Tělesné rozměry – Část 3: Antropometrické údaje

Tato evropská norma popisuje současné požadavky na tělesné rozměry (antropometrická údaje), kterých je potřeba v normách EN 547-1 a EN 547-2 pro výpočet rozměrů přístupových otvorů pro účely strojních zařízení.

Antropometrické údaje, které norma uvádí, vycházejí ze statických měření neoděných osob a neberou v úvahu pohyby těla, oděv, zařízení, činnost strojního zařízení ani podmínky prostředí. Údaje jsou založeny na výsledcích antropometrických šetření representativních pro populační skupiny v Evropě zahrnující nejméně tři miliony osob.

ČSN EN 614-1+A1 – Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady navrhování – Část 1: Terminologie a všeobecné zásady

Jedna z evropských norem uvádějících specifická témata obsažená v EN ISO 12100-1 a EN ISO 12100-2, je považovaná za důležitá pro bezpečnost strojních zařízení. Tato evropská norma stanovuje ergonomické zásady, které mají být uplatněny v procesu navrhování strojních zařízení. Platí pro vzájemné působení mezi obsluhou a strojními zařízeními od instalace a provozu až po demontáž, a stanovuje zásady, které se mají brát v úvahu při ochraně zdraví, bezpečí a pohody pracovníků obsluhy. Tato evropská norma poskytuje rámec, v němž se má aplikovat řada specifických ergonomických norem a dalších souvisejících norem týkajících se návrhů strojních zařízení. Ergonomické zásady uvedené v této evropské normě platí pro celou řadu lidských schopností a vlastností vedoucích k zajištění bezpečnosti, zdraví a pohody a celkové výkonnosti systému.

ČSN EN 614-2+A1 – Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady navrhování – Část 2: Interakce mezi konstrukcí strojního zařízení a pracovními úkoly

Tato evropská norma stanovuje ergonomické zásady a postupy, které mají být uplatňovány při postupu navrhování pracovních úkolů strojního zařízení a obsluhy. Zabývá se zvláště navrhováním pracovních úkolů v souvislosti s konstrukcí strojního zařízení, ale uvedené zásady a metody mohou být také použity k navrhování organizace práce. Tato norma je určena konstruktérům a výrobcům strojních a jiných pracovních zařízení. Může být také užitečná uživatelům strojních a pracovních zařízení, například manažerům, organizátorům, obsluze i kontrolorům.

ČSN EN ISO 14738 – Bezpečnost strojních zařízení – Antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení

Mezinárodní norma stanovující zásady pro odvozování rozměrů z antropometrických měření a jejich aplikace v uspořádání pracovních míst u stacionárních strojních zařízení. Je založena na současných ergonomických poznatcích a antropometrických měřeních. Specifikuje prostorové požadavky pro obsluhu zařízení při běžném provozu a pro polohy vsedě a vstoje. Tato mezinárodní norma byla zpracována jako harmonizovaná norma ve smyslu Směrnice pro strojní zařízení a přidružených předpisů ESVO.

ČSN EN ISO 6385 Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů

Tato norma stanovuje základní ergonomické zásady jako směrnici pro navrhování pracovních systémů a definuje související základní pojmy.

Popisuje integrovaný přístup k navrhování pracovních systémů při spolupráci ergonomů s dalšími projektovými pracovníky s důrazem na lidské, sociální a technické požadavky. Definice a základní ergonomické zásady specifikované v této mezinárodní normě se uplatňují při navrhování optimálních pracovních podmínek s ohledem na pohodu, bezpečnost a zdraví pracovníků, včetně rozvinutí současných dovedností a získání dovedností nových, při zohlednění technologické a ekonomické efektivnosti a výkonnosti. Tato norma je považována za klíčovou ergonomickou normu, ze které se odvozují další, týkající se specifických problémů.

ČSN EN ISO 7250-1 – Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování – Část 1: Definice a orientační body tělesných rozměrů

Tato část ISO 7250 popisuje antropometrické rozměry, které mohou sloužit jako základ pro porovnávání populačních skupin. Základní přehled antropometrických rozměrů uvedený v této normě má sloužit jako vodítko pro ergonomy při určování populačních skupin a uplatnění jejich znalostí při geometrickém navrhování míst, kde lidé pracují a žijí. Tento přehled není návodem jak provádět antropometrická měření, ale poskytuje zainteresovaným odborníkům základní anatomické a antropometrické informace, které mohou použít při řešení projektových úkolů. Tato část ISO 7250 může ve spojení s národními nebo mezinárodními předpisy nebo dohodami sloužit k sjednocení popisu populačních skupin.

Bezpečnosti a ochraně zdraví při práci se věnuje i Zákoník práce (zákon 262/2006Sb.), to rozebírá **Klášterecký (2007)**. Je zde stanoveno, že zaměstnavatel je povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce. Péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci uložená zaměstnavateli Zákoníkem práce nebo zvláštními právními předpisy je nedílnou a rovnocennou součástí pracovních povinností vedoucích zaměstnanců na všech stupních řízení v rozsahu pracovních míst, která zastávají.

Dále je zaměstnavatel povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění a provádět taková opatření, aby v důsledku příznivějších pracovních podmínek a úrovně rozhodujících faktorů práce dosud zařazené podle zvláštního právního předpisu jako rizikové mohly být zařazeny do kategorie nižší. K tomu musí pravidelně kontrolovat úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména stav výrobních a pracovních prostředků a vybavení pracovišť a úroveň rizikových faktorů pracovních podmínek, a dodržovat metody a způsob zjištění a hodnocení rizikových faktorů podle prováděcího právního předpisu.

Zákon však hovoří pouze o **všeobecných preventivních zásadách**, kterými se rozumí:

1. omezování vzniku rizik,
2. odstraňování rizik u zdroje jejich původu,
3. přizpůsobování pracovních podmínek potřebám zaměstnanců s cílem omezení působení negativních vlivů práce na jejich zdraví,
4. nahrazování fyzicky namáhavých prací novými technologickými a pracovními postupy,
5. nahrazování nebezpečných technologií, výrobních a pracovních prostředků, surovin a materiálů méně nebezpečnými nebo méně rizikovými, v souladu s vývojem nejnovějších poznatků vědy a techniky,
6. omezování počtu zaměstnanců vystavených působení rizikových faktorů pracovních podmínek překračujících nejvyšší hygienické limity a dalších rizik na nejnižší počet nutný pro zajištění provozu,
7. plánování při provádění prevence rizik s využitím techniky, organizace práce, pracovních podmínek, sociálních vztahů a vlivu pracovního prostředí,
8. přednostní uplatňování prostředků kolektivní ochrany před riziky oproti prostředkům individuální ochrany,
9. provádění opatření směřujících k omezování úniku škodlivin ze strojů a zařízení,
10. udílení vhodných pokynů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

I když se ergonomie v České republice začíná dostávat do popředí, podniky často s touto skutečností neumí nakládat. Obecně je v ČR velmi málo odborníků na ergonomickou problematiku, a to hlavně kvůli nedostatku vhodných studijních programů. To se potom odráží v průmyslové sféře, kde téměř žádný podnik nemá svého ergonoma, natožpak celé ergonomické oddělení. Ergonomické problémy pak bývají většinou řešeny bezpečnostním technikem, případně technologem nebo průmyslovým inženýrem. Rozsáhlejší projekty pak řeší poradenské firmy. Pokud už se provádějí ergonomické studie, k řešení problémů často dochází až po tom, co se objeví. Snahou je tedy tento přístup změnit a snažit se problémům předcházet **(Bureš, 2009)**.

1.1.3 Ergonomie v zahraničí

Podle **Hatiara (2011)** se stále častěji a důrazněji upozorňuje na krizový vývoj lidské civilizace. Mezi nejzávažnější globální problémy patří:

- Exponenciální nárůst lidské populace, kterému neodpovídají možnosti trvale udržitelného rozvoje zdrojů.
- Environmentální problémy, změny klimatu a jeho vlivy.

Zde narůstá význam ergonomie, která řeší problematiku efektivnosti lidské práce komplexně. Snaží se integrovat poznatky všech vědních disciplín, které umožní minimalizovat negativní dopady na zdraví uživatelů ergonomického řešení v praxi a zároveň zabezpečovat trvale udržitelné ekonomické přínosy využívání tohoto řešení, které podnikům umožňují přežívat v podmínkách konkurence na globálním trhu.

Ve vyspělých zemích je ergonomie považovaná za důležitý prostředek zvyšování efektivnosti lidské práce v podnicích. Z hlediska přístupů k uplatňování ergonomie se USA jeví na vyšší úrovni než je tomu v EU. V USA vycházejí z předpokladu, že plnohodnotný pracovní výkon je možné očekávat pouze od zdravých a odpočatých zaměstnanců. Požadavky na zdraví jsou podpořeny legislativou, ale i politikou pojišťoven (ty profitují, pokud nenastávají pojistné události). Základním indikátorem nedostatků z hlediska ergonomie je zde výskyt a intenzita poruch muskuloskeletálního systému.

Evropská Unie je zaměřená více na uplatňování norem na všech úrovních. Může se tedy stát, že člověk, u kterého se objeví bolestivé syndromy muskuloskeletálního systému vlivem nároků práce a pracovních podmínek, může být propuštěn ne pro komplikace muskuloskeletálního systému, ale proto, že kvůli intenzitě uvedených komplikací přes veškerou snahu nedokáže splnit výkonovou normu.

1.1.4 Ekonomická hodnota ergonomie

Ergonomie může posloužit jak sociálním (duševní pohoda), tak ekonomickým (výkonnost) cílům.

Na společenské úrovni může ergonomie přispět ke snížení nákladů díky prevenci zdravotních problémů, jako jsou muskuloskeletální poruchy (MSD), zkvalitněním pracovních podmínek. Společenské náklady zahrnují zdravotní péči, náklady na léčbu chorob a náklady spojené se ztrátou produktivity práce kvůli pracovní neschopnosti. Problematiku nákladů a ztrát z nemocí z povolání detailně ve svém příspěvku rozebírá **Mrkvička (2012)**.

Na firemní úrovni může ergonomie přispívat ke konkurenční výhodě společnosti. S ergonomicky navrhovanými výrobními procesy může firma zvyšovat výkonnost z hlediska produktivity a kvality, a může významně snižovat náklady. Kromě toho, s ergonomicky navrhovanými produkty společnost poskytuje svým zákazníkům benefity, které převyšují ostatní konkurenční produkty **(Dul, 2008)**.

1.2 Ergonomické softwary

V posledních letech se rozvíjí využívání informačních technologií, které mohou ovlivnit úspěch v silně globalizovaném tržním prostředí. Metody inženýrské práce se tak mohou díky rozvoji výpočetní a informační techniky měnit už od základu, což se týká i oblasti ergonomie. V současnosti jsou jedny

z nejkomplexnějších ergonomických studií obsaženy ve dvou digitálních nástrojích, kterými jsou Delmia (modul V5 Human, Delmia Process Engineer) a Tecnomatix (modul Jack). Základem těchto softwarů jsou digitální modely člověka, které jsou plně customizovatelné tak, aby byly výsledky provedených studií co nejrealističtější. Pod customizací digitálního modelu je možné si představit nastavení pohlaví, percentilu nebo konkrétních tělesných rozměrů, čímž se model dokáže co nejvíce přiblížit skutečnému pracovníkovi.

Tab. 1 Porovnání softwarů, Zdroj: Bureš, 2010

	V5 Human	TX Jack	Delmia Process Engineer
Počet segmentů digitálního modelů člověka	celkem 70 17 záda, 16 ruce 65 kloubů	celkem 69 17 záda, 16 ruce 68 kloubů	1
Stupně volnosti (degrees of freedom)	148	135	pouze 2 pozice
Knihovna pozic (posture library)	350 pozic ve verzi R18	30 základních pozic	ne
Různé populace	ano	ano	ano
Možnost editování rozměrů modelu (dimensions/ measurements)	ano	ano	nastavení rozměrů pouze pomocí percentilu (5%, 50% a 95%)
Zobrazení zorného pole (vision field)	ano	ano	ano
Dosahové zóny (reach envelopes)	ano	ano	ano
Druhy analýz	RULA analysis Lift – Lower analysis Push – Pull analysis Carry analysis Biomechanics	Low Back Spinal Force Static Strength Prediction NIOSH Lifting Analysis Predetermined	Kalkulační analýzy: Workstation dimensions Handling of loads Muscle loads

	single action analysis	Time Analysis Rapid Upper Limb Assessment Metabolic Energy Expenditure Manual Handling Limit Fatigue/Recovery Time Analysis Working Posture Analysis	Checklisty: Workstation design VDT analyses Work design
Časové analýzy (time analysis)	MTM	MTM, UAS	MTM-1,MTM-2, MOST, UAS, MEK, WF, SAM, Standard data
Možnost simulace (simulation)	ano	ano	ne
Tvorba videa (screen captures)	ano	ano	ano
Studie proveditelnosti (feasibility study)	ano	ano	ne
Knihovna grafických objektů	malá	malá pouze základní nástroje (kladiva, kleště, žebříky, pily, šroubováky, hasáky)	velká stroje, židle, stoly, přípravky, nástroje, elektrické instalace, základní komponenty pro tvorbu layoutu
Zdrojové databáze, směrnice	analýzy: NIOSH 81 a 91 Snook & Ciriello 91	populace: ANSUR 88 analýzy: NIOSH 81 a 91	analýzy: VDI/REFA Siemens/Burandt NIOSH TÜV Rheinland

Celková obtížnost	složité	složité	jednoduché
Celkový dojem	Složitější obsluha modulu, pouze analýzy týkající se manipulace s břemeny s možností simulace, velice detailní model člověka s dobrou možností editace, rozsáhlý katalog přednastavených pozic, nejlepší grafické zpracování, dobrá vazba na Catii	Opět pravděpodobně složitější obsluha modulu, velké množství analýz, které mají i možnost využití simulace. S tímto programem jsem neměl možnost pracovat, závěry jsou vyvozeny pouze z dostupných informačních zdrojů.	Celková snadnost obsluhy modulu je přínosem, široká škála kalkulačních analýz, jako jediný nabízí možnost využití checklistů, na škodu je však velice malá možnost editace modelu člověka a také absolutní absence simulace.

Využití těchto nástrojů je možné rozdělit na dvě hlavní činnosti, a to na návrh ještě neexistujících pracovišť a výrobních systémů nebo na posuzování již existujících pracovišť **(Görner, 2011).**

Výhodou těchto softwarů jsou ergonomické analýzy, které na základě prostředí a polohy virtuálního modelu člověka dokážou určit případné zatížení nebo jiné problémy vznikající při práci. To značně urychluje vyhodnocení situace, jelikož odpadá nutnost provádět analýzy ručně. Jak tyto analýzy fungují a jak se s nimi obecně pracuje, popisují například autoři **Stanton (2005)** nebo **Hlávková (2007)**.

1.3 Muskuloskeletální poruchy

Během práce působí na člověka řada škodlivých vlivů, které mají vliv na zdraví. Krátkodobé, jako je lokální únava končetin, napětí v důsledku časového tlaku apod., ustoupí po odpočinku nebo po ukončení pracovní směny. Ty dlouhodobé ale často vedou k nevratným poškozením zdraví. Důsledkem dlouhodobých škodlivých vlivů pak vznikají tzv. muskuloskeletální onemocnění (MSDs), které představují závažný problém v celé Evropě **(Marek, 2009)**.

Muskuloskeletální poruchy patří do skupiny onemocnění postihujících tělesné struktury, jako jsou svaly, klouby, šlachy, vazy, nervy a kosti. Projevem mohou být i akutní traumata jako např. zlomeniny. MSDs, které souvisí s prací,

jsou primárně vyvolávány prací a vlivem bezprostředního prostředí, kde je práce prováděna. Tato onemocnění patří v Evropě k nejběžnějším zdravotním obtížím souvisejících s prací. Postihují téměř 60 miliónů pracovníků v 31 evropských zemích. Většina muskuloskeletálních poruch má charakter kumulativního poškození, které je výsledkem opakovaného vystavení zátěži s vysokou nebo nízkou intenzitou po dlouhou dobu. Příznaky těchto onemocnění se mohou lišit, od pocitu nepohodlí a bolesti při práci, až k následnému omezení tělesných funkcí a invaliditě. Nejčastějšími onemocněními vznikajícími při práci jsou bolesti zad a onemocnění horních končetin **(Valečková, 2010)**.

Muskuloskeletální poruchy souvisí s celou řadou zdravotních problémů vznikajících na pracovišti. Pokud bychom se je pokusili rozdělit, zahrnovaly by skupinu bolesti a poranění zad a poškození pohybového aparátu z přetěžování neustále se opakujícími pohyby, včetně poruch funkce horních končetin, v mnoha případech mohou být poškozeny ale i dolní končetiny. Příčinami těchto problémů bývají zejména operace jako časté zdvihání předmětů, nevhodné a vnucené pracovní polohy, často se opakující úkoly apod **(Hlávková, 2007)**.

Muskuloskeletální onemocnění patří mezi nejčastější příčiny pracovních neschopností a podílejí se až na 40% nákladů na odškodnění pracovníků. Klesá profitabilita, zvyšují se sociální náklady a ztráta hrubého domácího produktu činí až 1,6% **(Valečková, 2010)**.

Poruchy pohybového aparátu řadíme mezi tzv. multifaktoriální onemocnění, což znamená, že jsou výsledkem působení kombinace několika faktorů, které se vzájemně doplňují. Vnější rizikové faktory, tzn. fyzikální, organizační a psychosociální, ovlivňují pracovníka jednak v pracovním prostředí, jednak v průběhu aktivit prováděných ve volném čase.

Mezi fyzikální faktory, které se podílejí na vzniku muskuloskeletálních poruch, patří provádění opakovaných a nadměrných pohybů, ruční manipulace s nadlimitními břemeny, zaujímání nepřijatelných pracovních poloh, používání vibračních nástrojů, práce v chladu či nadměrném teple, při nedostatečném osvětlení a v hlučném prostředí.

Psychosociální faktory zahrnují provádění náročné práce, nedostatečný vliv na vykonávané úkoly, nízká míra samostatnosti, monotónní práce ve vysokém pracovním tempu nebo nedostatečná podpora ze strany spolupracujících nadřízených.

Pracovníka ovlivňují i individuální faktory jako stoupající věk, úroveň fyzických schopností, prodělaná nebo nynější onemocnění, úrazy a životní styl **(Valečková, 2010)**.

Niu (2010) ve svém příspěvku shrnuje šetření mezinárodní organizace práce (ILO). ILO odhaduje, že každý rok zemře v důsledku pracovních úrazů a nemocí spojených s prací kolem 2,3 miliónů pracovníků. Poslední zjištění založené na studii z roku 2003 ukazuje, že se každý rok stane 358 000 smrtelných

pracovních nehod. Na celém světě se během roku přihodí 337 mil. pracovních úrazů a 160 mil. nemocí z povolání. Smrtelných chorob, které přímo souvisí s prací, je kolem 1, 95 mil. za rok.

1.3.1 Dlouhodobé nadměrné jednostranné zatěžování

Přetěžování pohybového aparátu a nervů končetin se posuzuje komplexně na základě tří kritérií – nadměrnosti, jednostrannosti a dlouhodobosti.

Nejdůležitějším kritériem je nadměrnost. Ta je charakterizována vynakládanou svalovou sílou, která se stanoví jako podíl svalové síly vynakládané na danou pracovní činnost a maximální síly příslušné svalové skupince stejné pracovní poloze. Nadměrnost se vždy hodnotí v souvislosti s časem, po který je síla vynakládána. Čím větší je procento maximální vynakládané síly, tím kratší doba trvání svalového stahu a menší počet pohybů stačí ke vzniku onemocnění. U dlouho trvajících svalových stahů nebo u velmi často se opakujících pohybů se může poškození objevit i při velmi malé části maximální vynaložené síly.

Jednostrannost je charakterizována opakováním úkonů, při nichž jsou vystaveny zátěži stejné struktury muskuloskeletálního systému v průběhu převažující části směny.

Nadměrnost s jednostranností jsou posuzovány ve vzájemné souvislosti jako vztah vynakládané svalové síly a jednostranného vystavení zátěži stejných struktur kosterně muskuloskeletálního systému. Čím vyšší je vynakládaná svalová síla při pracovní operaci, tím kratší doba nebo nižší frekvence opakování úkonů stačí k přetížení. Tato závislost platí samozřejmě i obráceně.

Dlouhodobost pak představuje přetěžování, nebo poškozování muskuloskeletálních struktur v čase jiným způsobem, než úrazovým mechanizmem **(Brhel, 2011)**.

1.3.2 Vibrace

Míra vibrací přenášených na člověka je ovlivněna reakcí organismu, polohou těla a končetin vzhledem ke směru vibrací, místem a velikostí plochy, přes kterou se vibrace přenášejí a silami, které během vyvíjí člověk vystavený vibracím.

Pozornost je nutné věnovat mechanickým rázům, které vyvolávají třesy organismu. Během těchto rázů vznikají v těle velké dynamické síly, které mohou vyvolat poškození organismu. Při dlouhodobém vystavení vibracím může docházet až k trvalému poškození. Nemoci z povolání způsobené z vibrací postihují z velké části hlavně horní končetiny.

Míru rizika poškození z vibrací ovlivňuje řada faktorů:

- Fyzikální – časový průběh a směr vibrací, denní a celková doba vystavení vibracím apod.

- Biodynamické – hmotnost, poloha těla a končetin, velikost vyvozovaných sil apod.
- Individuální – předpoklady k rychlému vzniku onemocnění z vibrací, kouření, léky, údržba nářadí apod. **(Jandák, 2007)**

1.4 Nemoci z povolání

Nemoci z povolání jsou podle § 1 odst. 1 nařízení vlády č. 290/1995 Sb. Nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů, pokud vznikly za podmínek uvedených v Seznamu nemocí z povolání. Tento seznam se člení do šesti oblastí podle faktorů, které NzP způsobují, jsou to tedy:

- Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami
- Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory
- Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice
- Nemoci z povolání kožní
- Nemoci z povolání přenosné a parazitní
- Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory a činiteli **(Fenclová, 2012)**

6. dubna 2011 vyšlo nové nařízení vlády 114/2011, kterým se mění výše zmíněné nařízení vlády, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. Oproti starému seznamu nemocí z povolání byly uznány některé nové nemoci a u stávajících byla upravena charakteristika a název.

Nemocemi z povolání jsou též nemoci, které byly uvedeny v seznamu a vznikly za podmínek podle nařízení vlády č.290/1995 Sb., ve znění účinném do dne nabytí účinnosti tohoto nařízení **(NV 114/2011)**.

Každá z těchto oblastí zahrnuje výčet konkrétních nemocí a podmínky jejich vzniku. U jedné osoby však může být v sledovaném roce hlášeno i více případů profesionálních onemocnění, která mohou mít stejnou položku v seznamu NzP, diagnózu MKN-10 (Mezinárodní klasifikace nemocí, 10. revize), nebo stejný faktor, který nemoc způsobil. Nemoc může být také zjištěna a nahlášena i po ukončení pracovního poměru, např. u osob, které pobírají starobní důchod. Pokud osoba, které byla uznána nemoc z povolání, již touto nemocí trpí, dochází k ukončení NzP.

1.4.1 Skupiny nemocí z povolání

Na úvod bylo nutné nastudovat, co to jsou nemoci z povolání, které nemoci jsou uznatelné, probrat se jednotlivými skupinami a určit, které jsou předmětem práce. Skupiny nemocí z povolání jsou uvedeny v následujících tabulkách.

První skupinu tvoří nemoci způsobené chemickými látkami (PŘÍLOHA A), které vznikají většinou při práci, kde jsou překročeny limity množství

jednotlivých chemických sloučenin působících na člověka. Ergonomií lze tyto nemoci ovlivnit jen těžko, důraz by měl být kladen spíše na bezpečnost práce a dodržování stanovených limitů, které jsou určeny zákonem.

Druhou skupinu tvoří nemoci, které jsou způsobeny fyzikálními faktory. Některé z nich jsou způsobeny různými typy záření, jiné zase vibracemi nebo dlouhodobým nadměrným jednostranným zatěžováním (DNJZ) příslušných svalových skupin. V této tabulce již můžeme hledat nemoci, které lze dávat do vztahu s ergonomií.

Tab. 2 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory, Zdroj: Fenclová, 2012

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Nemoc způsobená ionizujícím zářením	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice ionizujícímu záření, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
2	Nemoc způsobená elektromagnetickým zářením	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice elektromagnetickému záření, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
3	Zákal čočky způsobený tepelným zářením	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice tepelnému záření, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
4	Porucha sluchu způsobená hlukem. U osob do dosažení 30 let věku při celkové ztrátě sluchu dosahující hranici 40% dle Fowlera. U osob starších 30 let věku se	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána nadměrná expozice hluku. Za nadměrnou se zpravidla pokládá taková expozice, při které ekvivalentní hladina hluku po běžnou dobu trvání pracovní směny překračuje 85 dB (A) nebo špičková hladina

	hranice zvyšuje o 1% za každé dva roky věku. U osob starších 50 let věku celková ztráta sluchu dosahující hranici 50% dle Fowlera.	frekvenčně neváženého akustického tlaku překračuje 200 Pa [140 dB (A)].
5	Nemoc způsobená atmosférickým přetlakem a podtlakem okolního prostředí.	Nemoc vzniká při práci v přetlaku okolního prostředí nebo v podtlakových komorách
6	Sekundární Raynaudův syndrom prstů rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními Objektivně prokázaný Raynaudův syndrom nejméně čtyř článků prstů rukou v chladu, ověřený plethysmografickým vyšetřením.	K položkám 6 – 8: Nemoci vznikají při práci s pneumatickým nářadím ručně ovládaným nebo při práci s vibrujícími nástroji s takovými hodnotami zrychlení vibrací, které jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.

7	Nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Ischemické poškození středového nervu, loketního nervu nebo obou nervů, s klinickými příznaky a s patologickým EMG nálezem, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše. Poškození nervů horních končetin charakteru úžinového syndromu s klinickými příznaky a s patologickým EMG nálezem, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše.	
8	Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Aseptické nekrózy zápěstních nebo záprstních kůstek nebo izolovaná artróza kloubů ručních, zápěstních nebo loketních, spojené se závažnou poruchou funkce vedoucí k výraznému omezení pracovní schopnosti.	
9	Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování.	K položkám č. 9-10: Nemoci vznikají při práci, při které jsou příslušné struktury přetěžovány natolik, že přetěžování je podle současných

		lékařských poznatků příčinou nemoci.
10	Nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování s klinickými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše.	
11	Nemoci tíhových váčků z tlaku	Nemoci vznikají při práci vykonávané v takové pracovní poloze, při které dochází po převážnou část pracovní směny k tlaku na postiženou oblast.
12	Poškození menisku kolenního kloubu	Nemoc vzniká při práci vykonávané po převažující část pracovní směny v poloze v kleče nebo v podřepu.

Třetí skupinou jsou onemocnění, která se týkají dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice. Nemoci vznikají hlavně ze zvýšeného množství prachu, dýmů a jiných chemických látek, které se dostávají do dýchacích cest (PŘÍLOHA B).

Čtvrtou skupinu tvoří kožní nemoci z povolání, je pouze jedna a vyskytuje se hlavně ve formě různých ekzémů (PŘÍLOHA C).

Nemoci přenosné a parazitární, které tvoří pátou skupinu, se vykytují hlavně u pracovníků ve zdravotnictví, kteří s těmito přenosnými chorobami přicházejí do styku velmi často (PŘÍLOHA D).

Poslední skupinou jsou onemocnění, která vznikají působením jiných faktorů a činitelů a nejsou zahrnuty v předchozích skupinách (PŘÍLOHA E).

Tabulka č. 2 pak znázorňuje vývoj nemocí z povolání za poslední dva hodnocené roky.

Tab. 3 Nemoci z povolání podle kapitol 2010 – 2011, Zdroj: Fenclová, 2012

Kapitola	Nemoc z povolání	2010	2011
I.	NzP způsobené chemickými látkami	13	10
I.	NzP způsobené fyzikálními faktory	657	627
III.	NzP týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice	246	237
IV.	NzP kožní	140	166
V.	NzP přenosné a parazitní	180	169
VI.	NzP způsobené ostatními faktory	-	1
	Celkem	**1236**	**1210**

1.4.2 Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory

Dalším krokem bylo nutné zjistit, které nemoci mají nějakou vazbu na ergonomii, jež by aplikací svých principů mohla omezit riziko jejich vzniku. Po prostudování veškerých onemocnění byla vybrána skupina nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory (Tab. 2).

Z této skupiny jsem pro svou práci vybrala nemoci, které jsou způsobené dlouhodobým nadměrným jednostranným zatížením a pro ergonomické hodnocení jsou nejvhodnější.

V následující tabulce jsou vybraným nemocem přiřazeny konkrétní projevy chorob.

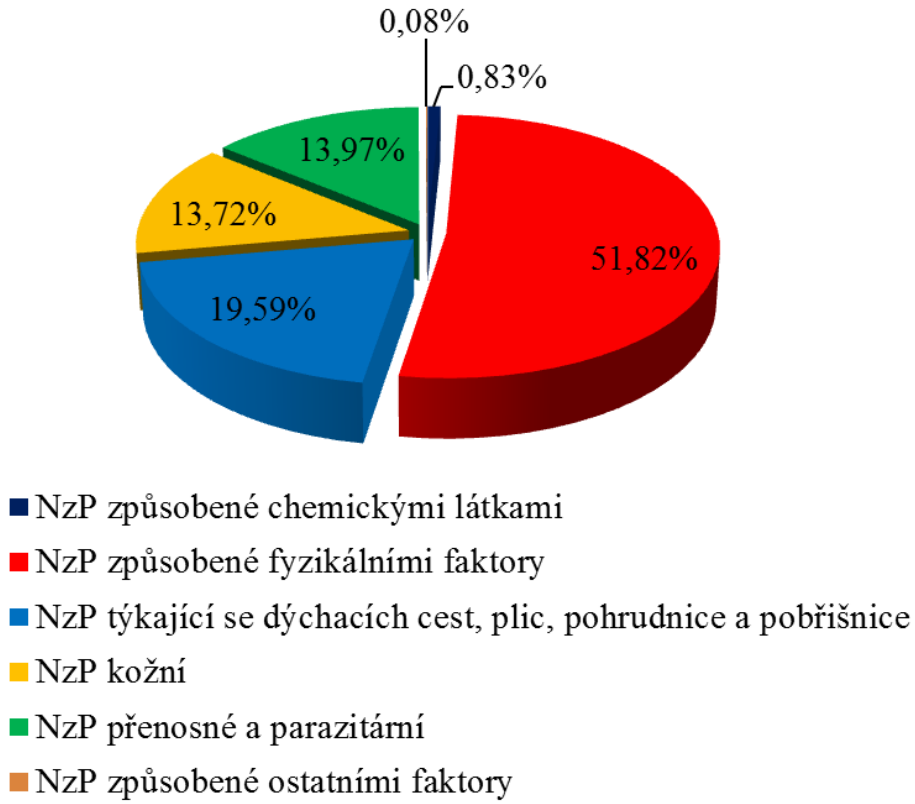
Tab. 4 Konkrétní onemocnění nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory, Zdroj: Fenclová, 2012

Nemoc z povolání	Onemocnění
Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování.	artróza drobných kloubů ruky, artróza kolenního kloubu, artróza lokte, artróza ramene, artróza zápěstí, epikondylitida pažní kosti, impingement syndrom, jiná tenditida nebo tengovaginitida, Morbus de Quervain, ruptura šlachy dlouhé hlavy bicepsu, skákavý prst
Nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování nebo z tlaku, tahu nebo torze, s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše.	Léze ulnárního nervu v oblasti lokte, syndrom karpálního tunelu
Nemoci tíhových váčků z tlaku	Bursitida olekranu, subakromiální bursitida
Poškození menisku	Ruptura zadního rohu mediálního nebo laterálního menisku kolenního kloubu

Na následujícím grafu je znázorněn procentuální podíl jednotlivých skupin nemocí z povolání v roce 2011.

Jak je vidět, nejpočetnější skupinu tvoří nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory, které se podílejí téměř 52% na všech nemocech z povolání.

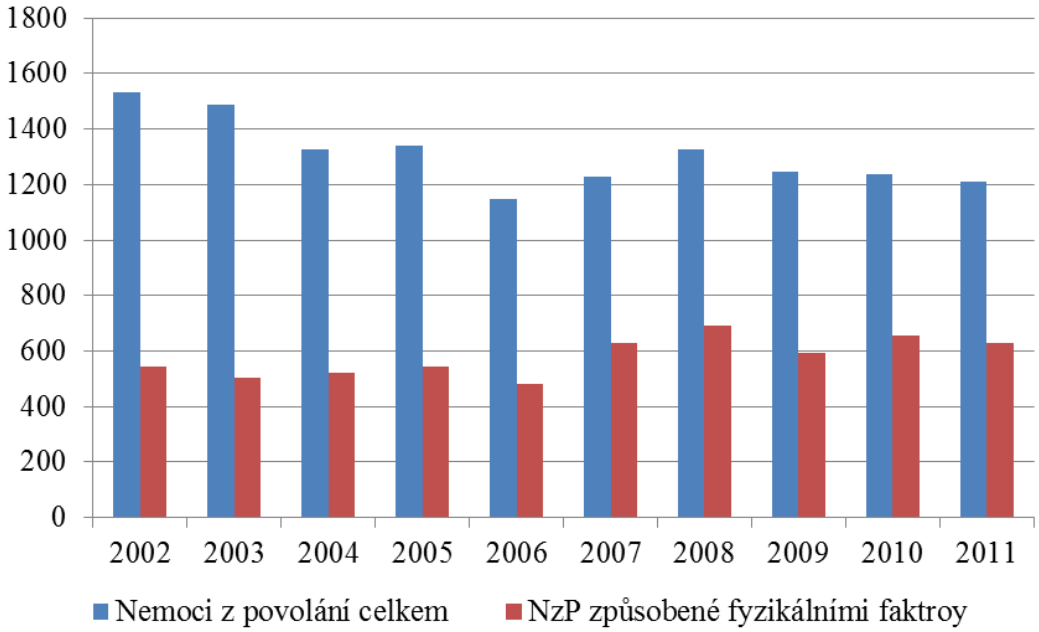
Další graf ukazuje vývoj veškerých nemocí z povolání a nemocí způsobených fyzikálními faktory v letech 2002 – 2011.



Obr. 3 Procentuální podíl jednotlivých kapitol nemocí z povolání, Zdroj: Vlastní zpracování s využitím zdroje Fenclová, 2012.

Po vstupu České republiky do Evropské Unie dochází k harmonizaci s evropskými systémy, což vede k postupnému zlepšování mezinárodní srovnatelnosti českých statistických údajů o nemocech z povolání (**Fenclová, 2012).**

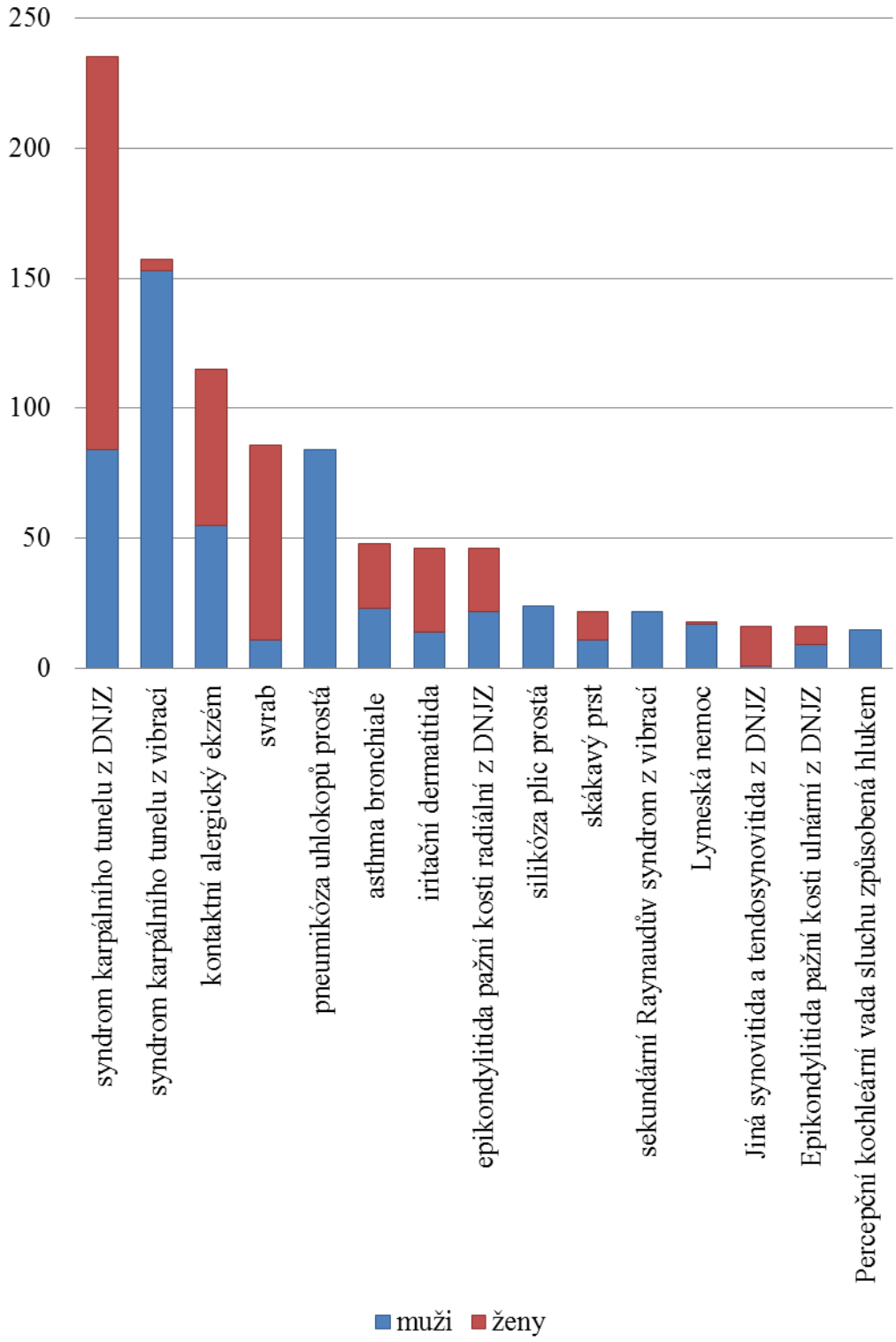
Podle statistik Státního zdravotního ústavu, v roce 2011 tvořily nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory 51,8% všech hlášených onemocnění a celkový počet byl 627 případů, což je nejvíce hlášených onemocnění od roku 2002 (výjimku tvoří pouze rok 2008 s počtem 693 případů). Hlavními příčinami těchto onemocnění byly dlouhodobé nadměrné jednostranné zatěžování (390 případů) a vibrace (217 případů).



Obr. 4 Vývoj všech nemocí z povolání a nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory v letech 2002 – 2011, Zdroj: Fenclová, 2012

Na výše uvedeném grafu je znázorněn vývoj všech nemocí z povolání a těch, které jsou způsobeny fyzikálními faktory, v letech 2002 – 2011. Počet nemocí z povolání klesá, skupina nemocí způsobených fyzikálními faktory však roste. Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory můžeme rozdělit na poruchy sluchu způsobené hlukem, nemoci z vibrací, nemoci z přetěžování a ostatní. Nejpočetnější skupinu tvoří nemoci z vibrací a z přetěžování. Tato skupina onemocnění postihuje muskuloskeletální systém. Na jejich vzniku se podílejí muskuloskeletální onemocnění.

Graf 3 uvádí nejčastěji se vyskytující diagnózy hlášených případů všech skupin nemocí z povolání. Na prvních dvou místech je syndrom karpálního tunelu způsobený dlouhodobým nadměrným jednostranným zatížením (235 případů) a vibracemi (157 případů) a výrazně tak převyšuje ostatní hlášené diagnózy. Dalším onemocněním, které postihuje muskuloskeletální systém a objevuje se ve vyšším počtu je epikondylitida pažní kosti způsobená jak dlouhodobým nadměrným jednostranným zatížením, tak vibracemi. Z grafu tedy vyplývá, že tato onemocnění patří mezi nejrozšířenější, a proto je nutné věnovat jim dostatečnou pozornost.



Obr. 5 Nejčastější diagnózy nemocí z povolání v roce 2011, Zdroj: Fenclová, 2012

1.4.3 Nemoci z povolání v zahraničí

O nemocech z povolání v Evropské Unii pojednává hned několik zdrojů jako například **European Agency for Safety and Health at Work, European Foundation for the Improvement of Living and working Conditiions** nebo **European Risk Observatory.**

Mezinárodní seznam nemocí z povolání podle **ILO (2012)** (International Labour Office) člení nemoci, které odpovídají nemocem z povolání způsobených fyzikálními faktory v českém sezamu, jednak podle vystavení faktorům, které vyplývají z pracovní činnosti, jednak podle zaměření na soustavy orgánů.

První skupina, která je způsobena fyzikálními faktory, zahrnuje:

- Porucha sluchu způsobená hlukem
- Nemoci způsobené vibracemi (poškození svalů, šlach, kostí, kloubů, periférních cév a nervů)
- Nemoci způsobené přetlakem nebo pod tlakem
- Nemoci způsobené ionizujícím zářením
- Nemoci způsobené optickým zářením (ultrafialové, viditelné záření, infračervené světlo) zahrnující i laser
- Nemoci způsobené expozicí vysokým teplotám
- Nemoci způsobené dalšími fyzikálními faktory při práci, které nejsou uvedeny v předchozích položkách, u kterých je přímá spojitost mezi fyzikálními faktory vycházející z pracovní činnosti a nemocemi pracovníků, dokázána vědecky nebo na základě metod odpovídajících národním podmínkám a praxi.

Druhá skupina členění podle zaměření na soustavy orgánů se týká muskuloskeletálních poruch a zahrnuje tyto nemoci:

- Radiální synovitida vyvolaná opakovanými pohyby, velkou námahou a extrémními polohami zápěstí
- Chronická tendosynovitida ruky a zápěstí vyvolaná opakovanými pohyby, velkou námahou a extrémními polohami zápěstí
- Bursitida olekranu vyvolaná dlohodobým tlakem na oblast lokte
- Prepatelární bursitida vyvolaná dlouhodobým setrváváním v kleku
- Epikondylitida vyvolaná opakovanou nadměrnou prací
- Poškození menisku při práci v dlouhodobém kleku nebo podřepu

- Syndrom karpálního tunelu vyvolaný dlouhodobou opakovanou prací, prací s vibrjícími nástroji, extrémními polohami zápěstí, nebo kombinací uvedených příčin
- Jiné muskuloskeletální poruchy, které nejsou uvedeny v předchozích položkách, u kterých je přímá spojitost mezi fyzikálními faktory vycházející z pracovní činnosti a nemocemi pracovníků, dokázána vědecky nebo na základě metod odpovídajících národním podmínkám a praxi.

Evropské právní požadavky, které se týkají muskuloskeletálních poruch zahrnují mezinárodní úmluvy a normy, evropské směrnice a evropské normy.

Na mezinárodní úrovni bylo Mezinárodní organizací práce (ILO) vydáno několik úmluv týkajících se muskuloskeletálních poruch. Pro právní závaznost těchto úmluv muselo dojít k ratifikaci určitého počtu států.

Na evropské úrovni je pak zveřejněno několik směrnic, které se přímo či nepřímo týkají muskuloskeletálních poruch. Aby evropská směrnice vstoupila v členském státě v platnost, vyžaduje provedení v právním systému daného členského státu. Většinou směrnice stanoví dohodnuté cíle, které mají být v rámci členských států dosaženy, ponechává však svobodu volby jak jich dosáhnout. Tyto směrnice jsou pak doplněny řadou evropských norem EN, které uvádějí podrobnosti a umožňují provádění směrnic.

Mezinárodní normy, které se zabývají ergonomickými požadavky na pracovní místa, metodami hodnocení rizik a dalšími aspekty týkajícími se muskuloskeletálních chorob vydala **Mezinárodní organizace pro normalizaci (1996-2012).**

1.5 Vztah ergonomie a nemocí z povolání

Právě proto, že ergonomie je docela mladou disciplínou, stále se ještě nedostala do podvědomí lidí. Prostředky, které nám její aplikace ušetří, nejsou vidět okamžitě, je to dlouhodobá záležitost, která se ovšem vyplatí. Jak uvádí **Hlávková (2007)**, správné zavedení a dodržování ergonomických principů dokáže snížit počet onemocnění o 30 – 40%. Díky ergonomii lze pracoviště přizpůsobit přímo na míru individuálnímu pracovníkovi, což se odráží ve větší pracovní pohodě. Pracovníci si tak mohou např. sami přizpůsobit svůj pracovní prostor nastavením výšky pracovní plochy nebo vybrat nástroje, které sedí lépe pravákům nebo levákům. Takový pracovník pak získá pocit, že je součástí podniku a že se o něj pečuje a dbá se o jeho zdraví. Oproti tomu pracovník, který se pohybuje v prostředí, které ohrožuje jeho zdraví, je častěji vystaven rizikům úrazů a onemocnění. Pokud je pracovník rizikovým vlivům vystaven dlouhodobě nebo v častých intervalech, může dojít ke vzniku nemoci z povolání, které už nejsou pouze problémem pracovníka, ale celého podniku, který tak musí hledat nové zaměstnance, zajistit jejich zaškolení, případně platit kompenzace na onemocnění vzniklé na pracovišti.

1.6 Shrnutí

Nemoci z povolání, které spadají do skupiny nemocí způsobených fyzikálními faktory, tvoří více než polovinu všech přiznaných onemocnění. Z velké míry jsou způsobovány poruchami muskuloskeletálního systému, které vznikají v důsledku nevhodných pracovních poloh, nadměrného přetěžování a monotónnosti práce.

Nemoci z povolání jsou chápány jako právní pojem, a je tedy možné žádat kompenzace za vzniklá zdravotní poškození. Příčiny vzniku těchto chorob ale zákon řeší jen všeobecně, všímá si spíše bezpečnosti pracoviště ve smyslu omezování vzniku rizika pracovních úrazů, na ergonomické požadavky pracovního místa ve větší míře poukazují normy, které však pro podniky nejsou závazné.

Povědomí o ergonomii je v České republice oproti zahraničí mnohem nižší, zaměstnavatelé si sice uvědomují potřebu dlouhodobého udržení zdraví svých pracovníků, odborníků na tuto problematiku je však nedostačující počet. Na českých univerzitách je jen málo oborů, které se ergonomii věnují s dostatečnou pozorností a jsou schopny vychovat odborníky.

2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je vytvoření modelu, který by dokázal identifikovat riziko nemocí z povolání ve vztahu k vykonávané pracovní činnosti. Na jeho základě pak bude možné určit, jak toto riziko klesne v důsledku odstranění rizikových faktorů.

Informace získané z modelu tak mohou pomoci při předcházení vzniku nemocí z povolání a hledat opatření, jak daná rizika odstranit.

2.1 Hypotézy disertační práce

H1: „Ergonomické analýzy poukazují na nedokonalosti na pracovištích způsobující nemoci z povolání.“

H2: „Je možné identifikovat riziko vzniku nemocí z povolání, které se vážou ke konkrétní pracovní činnosti.“

H3: „Pomocí stanovených faktorů je možné určit, s jakou pravděpodobností se bude daná nemoc z povolání vyskytovat a tím předcházet jejich vzniku.“

H4: „Neexistuje model, který by dokázal identifikovat riziko vzniku nemocí z povolání vztahujících se k pracovní činnosti.“

3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Analýza

Analýza je proces, kdy se fakticky nebo myšlenkově rozčleňuje celek na části. Dochází k rozboru vlastností, vztahů, faktů postupujících od celku k částem. Na základě analýzy je možné odhalovat různé stránky a vlastnosti jevů, jejich stavbu, vyčleňovat etapy, rozporné tendence apod. Analýzou oddělujeme podstatné od nepodstatného, odlišujeme trvalé vztahy od nahodilých.

Prvním krokem práce je analýza problematiky nemocí z povolání, tzn. rozbor veškerých vztahů a oblastí, vyčlenění části, která bude hlavním tématem práce a oddělení toho, co nebude zkoumáno.

Syntéza

Syntéza je proces, kdy postupujeme od části k celku. Objekt poznává jako jediný celek a spojuje poznatky získané analytickým přístupem. Syntéza je základem pro správná rozhodnutí.

Poté, co bude vybráno jako oblast zkoumání, nastupuje na řadu syntéza, která bude z jednotlivých částí vytvářet ucelený soubor poznatků, na kterých bude stavět celá práce.

Dedukce

Při dedukci přecházíme od obecných závěrů a tvrzení k méně známým a zvláštním soudům. Obecně známé a ověřené závěry jsou aplikovány na jednotlivé neprozkoumané závěry.

Při práci se bude vycházet z poznatků o ergonomii a nemocech z povolání, z toho pak bude vytvořen nový model.

Třídění

Další použitou metodou je třídění. Řešená oblast se vyznačuje množstvím dat a informací, tudíž je nutné roztřídit si tyto informace a zdroje do skupin a podskupin, ze kterých pak bude jednodušší vycházet.

4 POSTUP PŘI ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Aby bylo možné vybraným nemocem zabránit, nebo alespoň snížit riziko jejich vzniku, je nutné znát faktory, které se na tomto problému podílejí. Konečným řešením bude model identifikace rizika nemocí z povolání, který se bude vázat k pracovním činnostem.

Cílem je tedy navrhnout takový model, který bude schopen po nastavení potřebných parametrů určit, jaké hrozí pracovníkovi riziko vzniku nemocí z povolání a o kolik se toto riziko sníží odstraněním rizikového faktoru. Na základě takových informací pak bude možné lépe předcházet rizikům, případně hledat opatření, která omezí jejich vznik nebo jim dokonce zabrání.

Tvorba disertační práce je rozdělena do několika fází:

1. **Studium současného stavu problematiky nemocí z povolání a ergonomie –** prvním krokem je studium stavu a vývoje nemocí z povolání v České republice, a studium odborné literatury, která se věnuje problematice poškození zdraví při práci postihující muskuloskeletální systém. S tím souvisí pochopení zásad a principů ergonomie, která je s problematikou nemocí z povolání úzce provázána.
2. **Stanovení cílů a hypotéz disertační práce –** cíle disertační práce jsou stanoveny na základě stavu současného řešení problematiky nemocí z povolání.
3. **Vymezení metod využitých při práci –** výběr metod, které usnadní zpracování disertační práce.
4. **Analýza a výběr nemocí z povolání, na které bude model zaměřen –** bude provedena analýza celého seznamu nemocí z povolání a vybrána ta oblast, u které je možné s využitím ergonomických principů ovlivnit její vývoj. Tato oblast bude prostudována z pohledu členění a vzniku.
5. **Stanovení provázanosti vybraných nemocí z povolání a pracovních pozic, které jsou nejvíce ohrožené –** studium statistik Státního zdravotního ústavu, odborné literatury a dalších výzkumných zdrojů, zabývající se onemocněními, která jsou typickými projevy vybraných nemocí z povolání.
6. **Přiřazení pracovních činností vybraným konkrétním chorobám –** v této fázi budou vybrána konkrétní onemocnění, která jsou uznatelná jako nemoci z povolání a spadají do jednotlivých položek skupiny způsobené fyzikálními faktory.
7. **Výběr faktorů, které se podílí na vzniku NzP** – pro potřeby modelu budou vybrány rizikové faktory, které se významnou mírou podílejí na stanovených onemocněních, která jsou uznatelná jako nemoci z povolání,

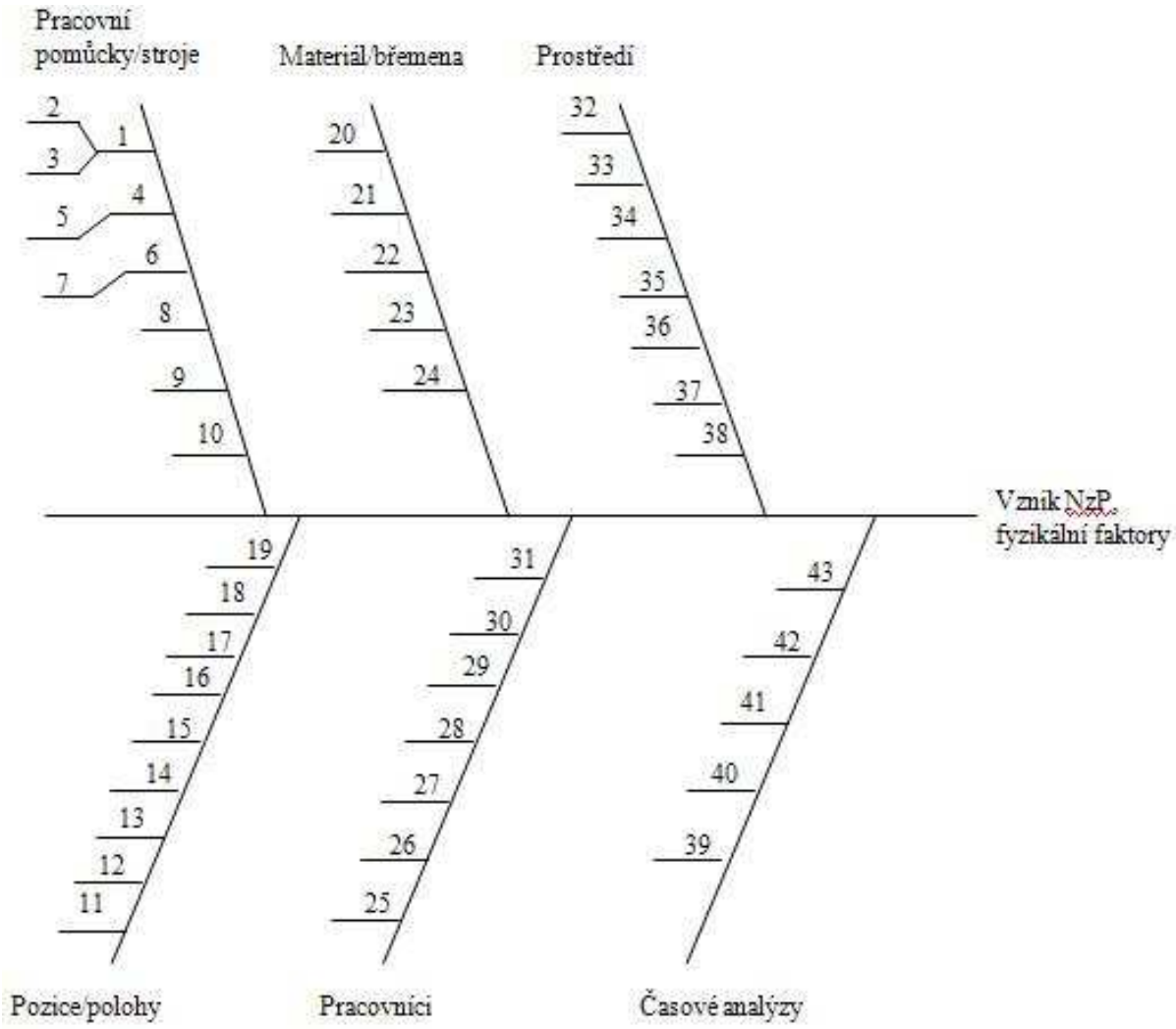
a to sběrem sekundárních publikovaných dat, statistik počtu nemocí z povolání, šetřením vlivu ergonomie na vznik nemocí z povolání apod.

8. **Statistické výpočty** – pro správné fungování modelu bude zapotřebí provést řadu statistických výpočtů, které podloží konečné výsledky.
9. **Vytvoření modelu identifikace rizika nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti -** veškeré sesbírané informace a materiály budou dány do ucelené formy, na základě toho bude sestaven takový model, který bude dostupný pro všechny uživatele. Model bude vytvořen v MS Excel, jednotlivé rizikové faktory budou zpracovány do diagramu Rybí kost. Vliv rizikových faktorů bude zpracován v tabulkách.
10. **Verifikace modelu** – pro ověření funkčnosti modelu bude uvedena případová studie zpracovaná v programu Tx Jack, která bude demonstrovat využití vytvořeného modelu.
11. **Verifikace stanovených hypotéz a syntéza závěrů –** v poslední části budou potvrzeny cíle a hypotézy disertační práce. Z výsledků se vyvodí závěry, které budou přínosem jak pro vědu, tak pro praxi.

5 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE

5.1 Oblasti potenciálního vzniku nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory

Vybrané nemoci způsobené vibracemi nebo dlouhodobým nadměrným jednostranným zatěžováním je díky ergonomickým poznatkům možné do jisté míry zmírnit nebo jim dokonce zabránit. Na jejich vzniku se ale podílí celá řada faktorů z mnoha oblastí, které je nutno brát v potaz. Pro jednodušší znázornění jsem zpracovala Ishikawův diagram příčin a důsledků. V tomto případě je důsledkem vnik nemoci z povolání, příčiny jsem rozdělila do šesti oblastí a ke každé přiřadila konkrétní příklady.



Obr. 6 Ishikawův diagram příčin a následků, Zdroj: Vlastní zpracování

Pracovní pomůcky, stroje

První oblastí, která může být příčinou vzniku nemoci z povolání, jsou pracovní pomůcky a stroje používané ve výrobě.

Poškozené nástroje (1) – nejedná se ani tak o vady, které způsobují úrazy, ale dlouhodobě vedou k poškození zdraví, což může být např. nedostatečné odpružení nebo tlumení, které na tělo přenáší vibrace apod. Toto může být způsobeno zanedbáváním údržby (3) nebo špatnou kontrolou (2), která není prováděna v dostatečně pravidelném časovém intervalu. S tím souvisí i čistota nástroje (4) závislá opět na údržbě (5).

Opravdové riziko představují nebezpečné nástroje a pracovní pomůcky (6), které dlouhodobým působením mohou mít vliv na vznik nemocí z povolání, jejich používáním však dochází spíše k různým pracovním úrazům. Takové pomůcky by se k pracovníkům vůbec neměly dostat, a pokud se tak stane, je to zapříčiněno špatnou kontrolou (7) už při výběru nástrojů a pomůcek.

Nástroje, které jednoznačně vedou ke vzniku nemocí z povolání, jsou vibrující zařízení (8) s vysokými hodnotami zrychlení. I samotná hmotnost nástrojů (9) znamená riziko pro pracovníky.

Poslední příčinou jsou ergonomicky nevhodně tvarované pomůcky (10), už samotná práce praváků a leváků je velmi odlišná a tomu by se měly přizpůsobit i pracovní nástroje.

Pracovní pozice/polohy

Kategorie pracovních poloh a pozic je velmi široká. Většina nevhodných poloh vede i k bolesti a poškození zad, i když bolestivá záda nejsou uznatelnou nemocí z povolání, patří k častým zdravotním problémům, které pracovníky potkávají, a proto by se tomuto problému měla věnovat dostatečná pozornost.

Častý klek a podřep (11), ve kterém pracují např. pokladači dlažeb a podlah, vede k poškození menisku.

Z práce, při které se pracovníci často opírají o lokty (12), se tvoří tíhové váčky. Mezi ohrožené pracovníky paří např. horníci, kteří pracují ve stísněných prostorech, kde pracují i vleže a přitom se musí podepírat lokty.

Nošení břemen na ramenou (13) vede k podobným problémům jako předchozí poloha. Jednak se tvoří tíhové váčky, jednak dochází k jednostrannému zatěžování a nerovnoměrnému tlaku na tělo a pracovníkům se tak křiví páteř.

Rotační pohyby rukou jako šroubování a ždímání (14) nebo vrtání (15) zatěžují příslušné svalové skupiny a vedou k různým typům artróz. Špatnou pracovní polohou je i zvedání nadhmatem (16), to je buď díky špatným návykům pracovníků, nebo nevhodnému umístění břemen, která není možné uchopit jiným způsobem.

Natírání (17) vyžaduje stálou sílu na udržení nástroje a časté pohyby horních končetin a zápěstí vedou k onemocnění periferních nervů charakteru úžinového syndromu, typickými projevy nemocí je syndrom karpálního tunelu a léze ulnárního nervu v oblasti lokte.

Podobné problémy jako u předchozí pozice způsobuje i práce, která vyžaduje práci dlaně a prstů, jako je např. stříhání materiálů (18).

Na vzniku nemocí z povolání se však nepodílí pouze současná pozice, kterou pracovník vykonává. Velký vliv má i předchozí zaměstnání (19), kde mohl být vytvořen základ pro onemocnění, protože nemoci z povolání nevznikají okamžitým působením nepříznivých vlivů, ale jsou dlouhodobou záležitostí.

Materiál/břemena

V této kategorii je to hlavně hmotnost břemena (20), se kterým se manipuluje, jeho tuhost (21), manipulovatelnost (22), rozměry, resp. velikost (23) a nevhodné uskladnění (24). Pokud je břemeno v těžko dostupných místech, nebo je prostor pro manipulaci omezený, tělo se dostane do nepřirozených vynucených poloh, které mohou být nebezpečné.

Pracovníci

Pracovníci sami pro sebe riziko nemusí představovat, vliv na onemocnění má ale jejich stáří (25), s rostoucím věkem klesá tělesná zdatnost a síla, pracovníci jsou více náchylní na vnější podněty. Stejně tak i pohlaví (26) ovlivňuje riziko nemocí z povolání. Dalšími faktory jsou tělesná hmotnost (27), výška (28) pracovníků a jejich fyzická zdatnost a kondice (29). Svaly a klouby pracovníků, kteří své tělo pravidelně trénují a pečují o něj, budou jistě odolnější. Velkou roli hraje i únava (30), resp. jak rychle se u jednotlivých pracovníků dostaví. Zanedbávány by neměly být ani pravidelné lékařské prohlídky (31), které dokážou včas rozpoznat ohrožení.

Prostředí

Pracovní prostředí samo o sobě zahrnuje celou řadu příčin vzniku NzP. Je to teplota na pracovišti (32), vlhkost (33), prašnost (34), nepořádek na pracovišti (35), vibrace (36), rozloha pracoviště (37) a v neposlední řadě taky stresující pracovní prostředí (38).

Časové analýzy

Poslední oblastí je čas, resp. doba strávená v dané pracovní poloze (39), doba působení nástroje na tělo (40), určitě budou více ohroženi pracovníci, kteří s vibrujícími nástroji pracují většinu pracovní doby než ti, kteří se s těmito nástroji dostanou do styku jen občas, dále je to počet směn (41), střídání směn (42) a možnost rotace práce (43), která snižuje riziko jednostranného přetěžování.

5.2 Ohrožené pracovní pozice

Následující tabulky odpovídají vybraným nemocem z povolání způsobených fyzikálními faktory **(Fenclová, 2012)**. U každé nemoci jsou uvedeny podmínky vzniku, jak se projevují, čili konkrétní choroba a pozice, které jsou danou nemocí nejvíce ohroženy.

Tab. 5 Nemoci cév rukou při práci s vibrujícími nástroji, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci s pneumatickým nářadím ručně ovládaným nebo při práci s vibrujícími nástroji s takovými hodnotami zrychlení vibrací, které jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.	neuróza z vibrací - Raynaudův syndrom	Práce s dopravními prostředky, používání volantu, práce s křovinořezem, práce s pneumatickými kladivy, vrtačkami, sbíječkami, pěchovačkami, nýtovačkami, bruskami, leštičkami, motorovými pilami

Tab. 6 Nemoci periferních nervů HK charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci s pneumatickým nářadím ručně ovládaným nebo při práci s vibrujícími nástroji s takovými hodnotami zrychlení vibrací, které jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.	léze ulnárního nervu v oblasti Guyonova kanálu léze ulnárního nervu v oblasti lokte syndrom karpálního tunelu	zámečníci-svářeči, brusiči kovů-cídiči odlitků, horníci-lamači

Tab. 7 Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci s pneumatickým nářadím ručně ovládaným nebo při práci s vibrujícími nástroji s takovými hodnotami zrychlení vibrací, které jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.	artróza drobných kloubů ruky artróza lokte artróza palce ruky artróza zápěstí	horníci, tuneláři, někteří stavební dělníci, dřevorubci s motorovými pilami

Tab. 8 Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů nebo kloubů končetin z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci, při které jsou příslušné svalové skupiny nebo nervy přetěžovány natolik, že přetěžování nebo tlak, tah nebo torze je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.	artróza drobných kloubů ruky artróza kolenního kloubu artróza lokte artróza ramene artróza zápěstí epikondylitida pažní kosti impingement synrdrom jiná tenditida nebo tendovaginitida Morbus de Quervain (švadleny, střihačky) ruptura šlachy dlouhé hlavy bicepsu skákavý prst	Práce vyžadující značnou sílu na udržení nástroje - pneumatické nástroje, motorové pily; Práce vyžadující šroubování, ždímání, zvedání nadhmatem

Tab. 9 Nemoci periferních nervů končetin charakteru úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování nebo z tlaku, tahu nebo torze, s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci, při které jsou příslušné svalové skupiny nebo nervy přetěžovány natolik, že přetěžování nebo tlak, tah nebo torze je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.	léze ulnárního nervu v oblasti lokte syndrom karpálního tunelu	montážní dělníci, horníci, zámečníci-svářeči, řezníci-bourači masa, šičky, malíři, natěrači, stříhání materiálů

Tab. 10 Nemoci tíhových váčků z tlaku, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoci vznikají při práci vykonávané v takové pracovní poloze, při které dochází po převážnou část pracovní směny k tlaku na postiženou oblast.	bursitida olekranu subakromiální bursitida	práce vkleče, opírání se o lokty, nošení břemen na rameni

Tab. 11 Poškození menisku, Zdroj: Vlastní zpracování

Podmínky vzniku NzP	Projev NzP	Profese/pozice
Nemoc vzniká při práci vykonávané po převažující část pracovní směny v poloze v kleče a v podřepu.	ruptura zadního rohu mediálního nebo laterálního menisku kolenního kloubu	práce v podřepu a kleku, pokladači podlah

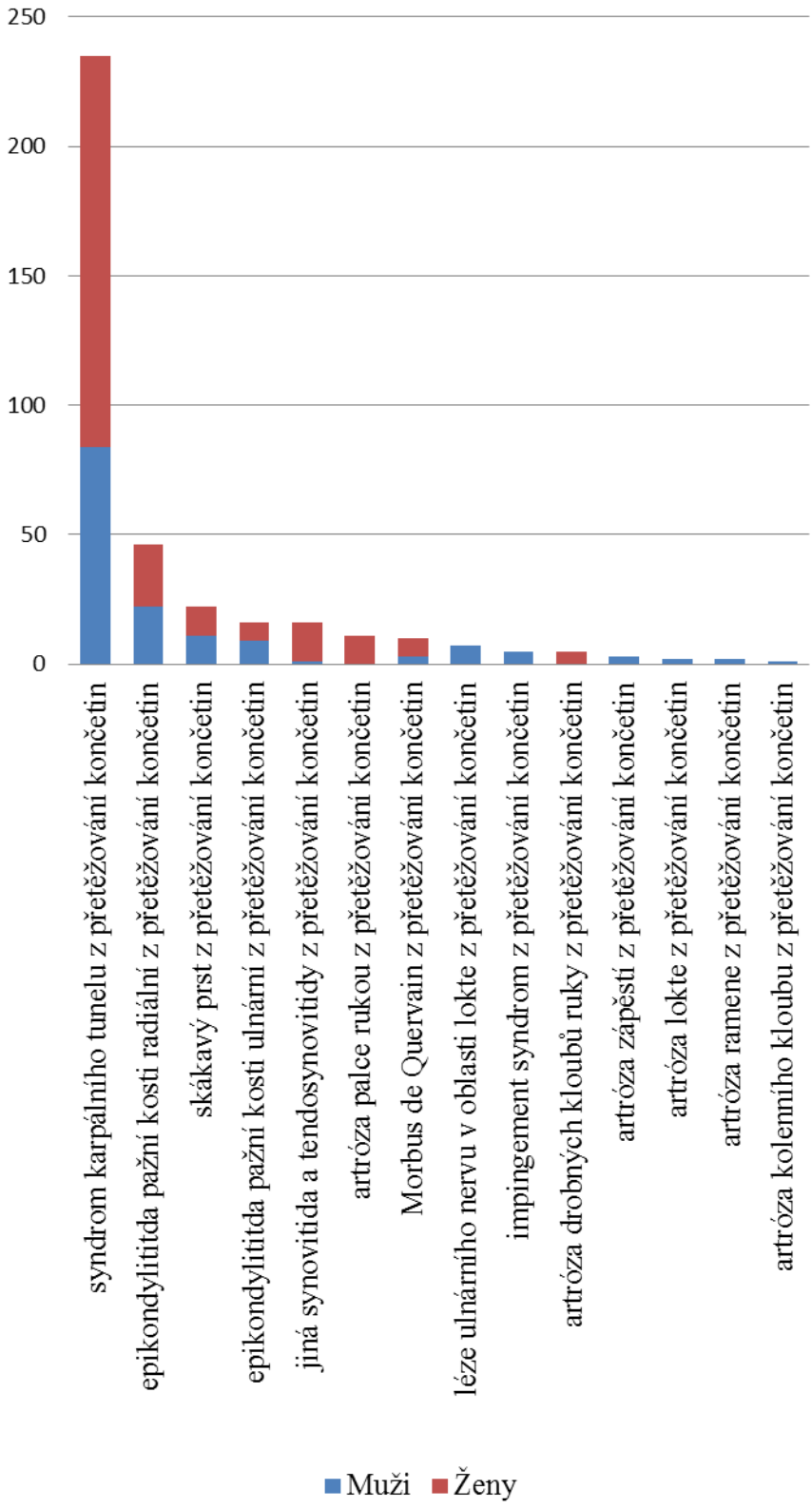
Nejvíce nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory bylo zapříčiněno dlouhodobým nadměrným jednostranným zatěžováním (viz Tab. 12). Pokud se budeme zabývat pouze touto skupinou nemocí, ze statistik zdravotního ústavu **(Fenclová, 2012)** jsou nejpostiženější skupinou obsluha strojů a zařízení, montéři (hl. třída 8 podle klasifikace zaměstnání CZ ISCO) a řemeslníci a opraváři (hl. třída 7 podle klasifikace zaměstnání CZ ISCO).

Tab. 12 Skupiny nemocí z povolání kapitoly II. Dle evidenčních kódů v letech 2011 – 2007, Zdroj: Vlastní zpracování

Kapitola	Evidenční kód	NzP	2011	2010	2009	2008	2007
II.	2.4	percepční kochleární vada sluchu způsobená hlukem	15	16	22	19	25
	2.6 – 2.8	nemoci z vibrací	217	230	230	238	236
	2.9 – 2.11	**nemoci z DNJZ**	**390**	**406**	**332**	**430**	**361**
	ostatní	ostatní NzP	5	5	9	6	7

Ze skupiny nemocí způsobených dlouhodobým nadměrným jednostranným zatěžováním bylo v roce 2011 hlášeno 212 případů nemocí periferních nervů z přetěžování končetin (kap. II., evidenční kód 2.10) a 101 případů nemocí šlach, šlachových pochev, úponů svalů nebo kloubů z přetěžování končetin (kap. II., evidenční kód 2.9)

Nejčastější nemocí je syndrom karpálního tunelu (viz obr. 7), který nevzniká z práce s nadlimitními břemeny, ale jeho příčinou jsou velmi často opakované pohyby horních končetin, které mnohdy vyžadují jemnou práci prstů. Takovou práci dělají častěji ženy, proto je i podíl těchto onemocnění u žen vyšší než u mužů. Mohlo by se zdát, že tyto pohyby nejsou fyzicky nijak náročné, pracovníci jich však za pracovní směnu udělají takové množství, že jim hrozí velmi vysoké riziko vzniku muskuloskeletálních chorob, které jsou hlavní příčinou nemocí z povolání.



Obr. 7 Nemoci z povolání v roce 2011 podle pohlaví, Zdroj: Fenclová, 2012

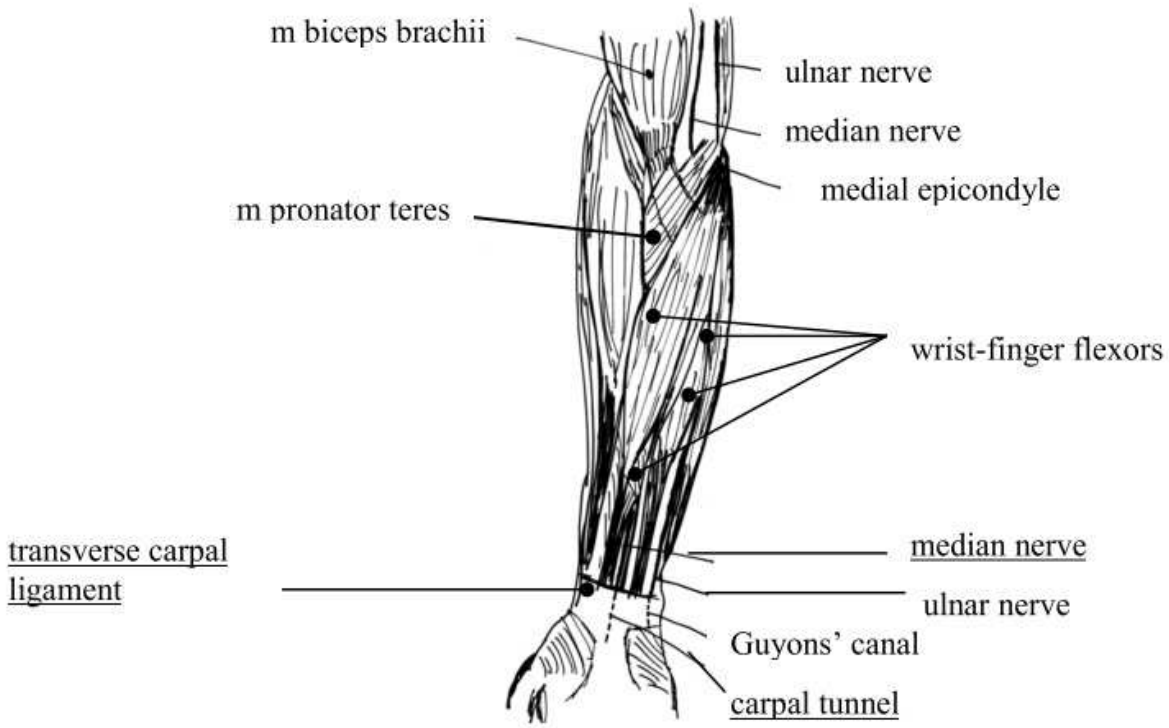
6 VAZBA PRACOVNÍCH POLOH A NEMOCÍ Z POVOLÁNÍ

6.1 Syndrom karpálního tunelu

Syndrom karpálního tunelu (SKT) patří mezi nejčastější úžinové syndromy horních končetin.

Je způsoben dlouhodobým stlačením tzv. středového nervu (nervus medianus) v oblasti zápěstí v prostoru karpálního tunelu. Následkem útlaku nervu jsou bolesti, brnění a další příznaky, které nepříznivě ovlivňují kvalitu života. Onemocnění se častěji vyskytuje u žen.

Středový nerv zajišťuje citlivost palce, ukazováčku, prostředníčku a poloviny prsteníčku. Při zmnožení obsahu karpálního tunelu jsou utlačeny jemné cévní pleteně, které přestávají dodávat krev středovému nervu, a ten strádá, což se projevuje bolestí, zánětem, mravenčením atd. **(Mlčoch, 2008)**



Obr. 8 Syndrom karpálního tunelu, Zdroj: Sluiter, 2001

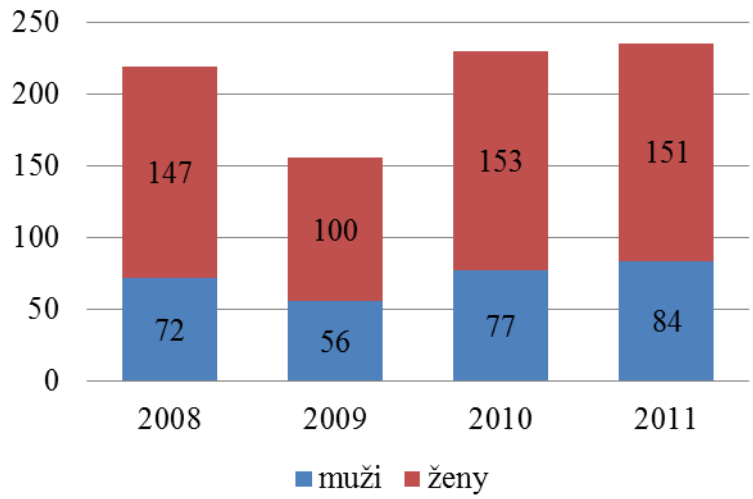
PŘÍČINY VZNIKU SKT

- Zvýšená námaha nebo chronická mikrotraumatizace při provádění opakované flexe a extenze zápěstí
- Déle trvající napětí šlach flexorů
- Práce s vibračními nástroji

- Změny anatomických poměrů např. po dislokujících zlomeninách
- Těhotenství
- Vlivy metabolické a endokrinní
- Expanzivní léze v karpálním tunelu (ganglion, hematom, metastázy…) a další **(Holubová, 2008)**

PŘÍZNAKY SYNDROMU KARPÁLNÍHO TUNELU

- Brnění až bolestivost palce, ukazováku a prostředníku
- Potíže jsou horší v noci, kdy je ruka v klidu nebo po dlouhodobějším ohnutí nebo zátěži ruky
- Po probuzení je ruka neobratná, je oslaben její stisk
- Příznaky jsou nejvýraznější na dominantní ruce
- Někdy se může vyskytovat brnění i v oblasti předloktí, lokte nebo vzácnější až v rameni
- Ulevuje svěšení končetiny směrem dolů, zhoršuje zvednutí končetiny nad hlavu **(Mlčoch, 2008)**

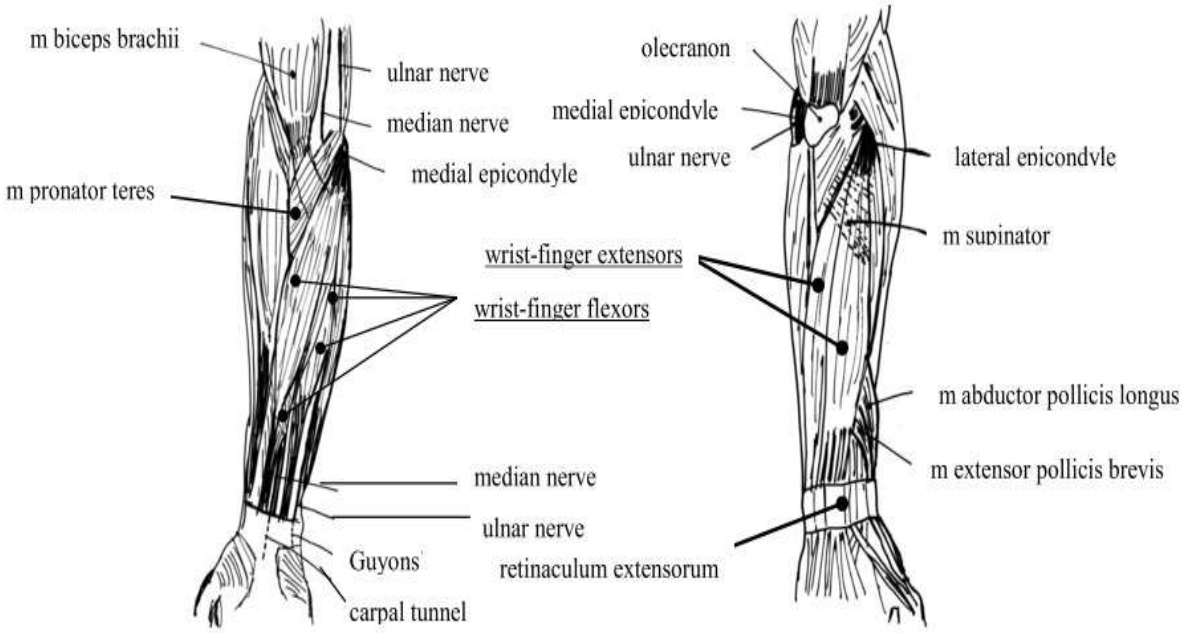


Obr. 9 Vývoj počtu SKT podle pohlaví v období 2008 – 2011, Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je zřejmé, že syndrom karpálního tunelu je v posledních letech bohužel na vzestupu. Vzhledem k tomu, že je to nejčastější nemoc z povolání, je potřeba jí věnovat pozornost. Syndromem karpálního tunelu z přetěžování trpí mnohem více ženy než muži.

6.2 Epikondylitida pažní kosti

Epikondylititda je onemocnění, které se vyznačuje nesouvislou bolestí ve spoji svalu a šlachy nebo v úponech zápěstních natahovačů (tenisový loket) nebo ohýbačů (oštěpařský loket) v oblasti lokte. **(Sluiter, 2001)**



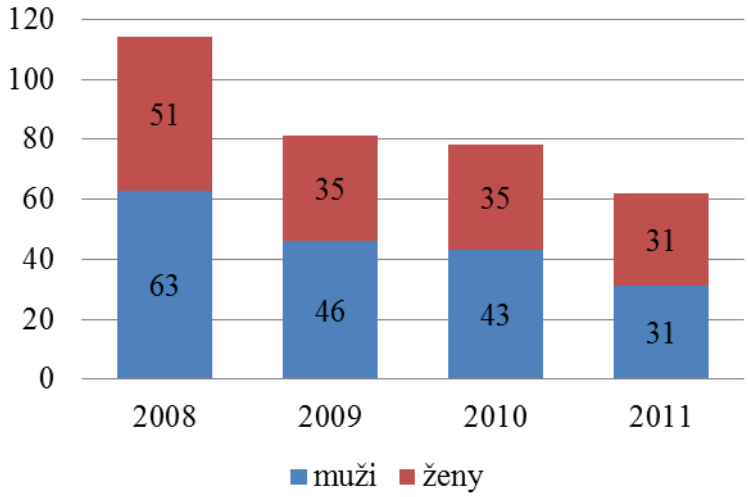
Obr. 10 Epikondylitida pažní kosti, Zdroj: Sluiter, 2001

PŘÍČINY VZNIKU

- Opakovaná mechanická zátěž
- Náhlá změna v zapojení určitých svalových skupin
- Nárazově prováděné činnosti
- Porucha mikrocirkulace šlachy
- Zánět postihující spojení šlachy s kostí, tzv. entezopatie
- Při nedostatečné regeneraci šlachy nastává degenerace
- Poškození natahovačů a ohýbačů zápěstí a prstů **(lekari-online.cz, 2008)**

PŘÍZNAKY EPIKONDYLITIDY

- Bolest vnitřní nebo zevní strany lokte jako primární symptom
- Dotyková i pohybová bolest
- Bolest vyzařující do předloktí
- omezení pohyblivosti
- podvědomé šetření postižené končetiny, vznik pohybových stereotypů **(Sluiter, 2001)**



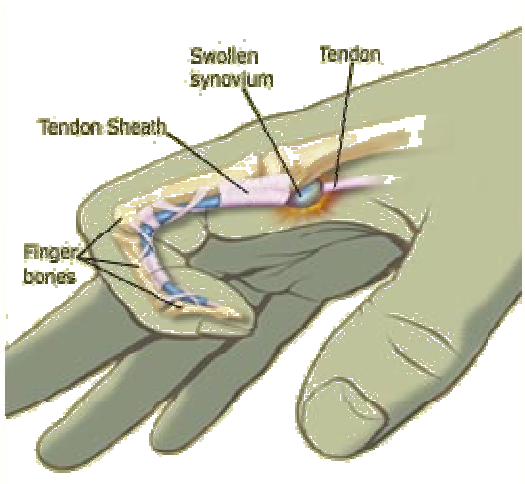
Obr. 11 Vývoj počtu epikondylitidy podle pohlaví v období 2008 – 2011, Zdroj: Vlastní zpracování

Epikondylitida pažní kosti patří k onemocněním, která se objevují méně častěji než v minulosti. V roce 2008 bylo hlášeno 114 případů tohoto onemocnění, v roce 2011 už pouze 61. Toto onemocnění postihuje ženy a muže víceméně stejně.

6.3 Skákavý prst

Skákavý prst je onemocnění, které postihuje šlachy ohýbačů prstů a jejich poutka. Prostřednictvím šlach, které spojují svaly předloktí s kostmi prstů ruky, je přenášen svalový stah na drobné klouby ruky, což zajišťuje jejich pohyb. Funkcí šlachových poutek je udržovat správný průběh šlachy ve dlani a prstu, kde se vytváří jakýsi tunel, kterým šlacha při pohybu klouže.

Jestliže dojde k místnímu zesílení šlachy, které brání jejímu hladkému průchodu šlachovým poutkem, rozvíjí se skákavý prst. Bolest je vyvolána násilným průchodem místa zduření přes poutko, vyvolává fenomén lupnutí či přeskočení a omezuje tak hybnost prstu. Zvýšené tření vyvolává místní zánětlivou reakci obalu šlachy a poutka, což se projevuje otokem a dalším zduřením. Toto může vyústit ve stav, kdy prst již nelze ohnout či natáhnout **(Kloud, 2009)**.



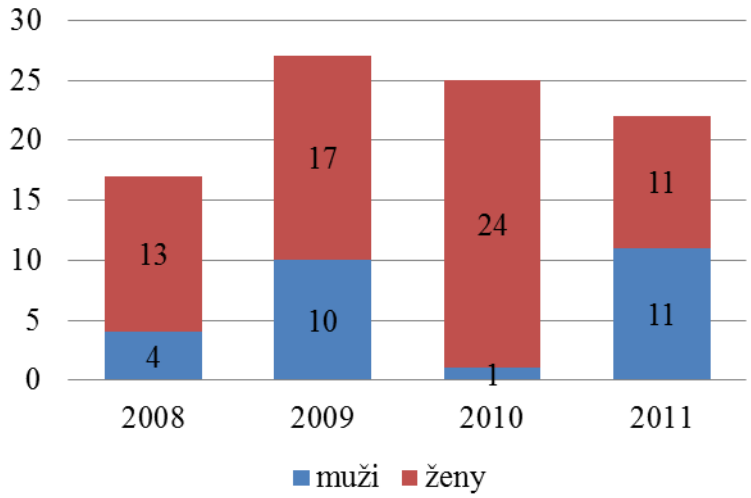
Obr. 12 Skákavý prst, Zdroj:WebMD.com, 2012

PŘÍČINY VZNIKU

- Monotónní pohyby prstů a palce
- Značné využití síly prstů nebo palce
- Dlouhotrvající, namáhavé úchopy
- Používání nástrojů s využitím značné síly

PŘÍZNAKY SKÁKAVÉHO PRSTU

- Bolestivost prstů a palce
- Bolestivé lupnutí při natažení nebo ohnutí postiženého prstu **(WebMD.com, 2012)**

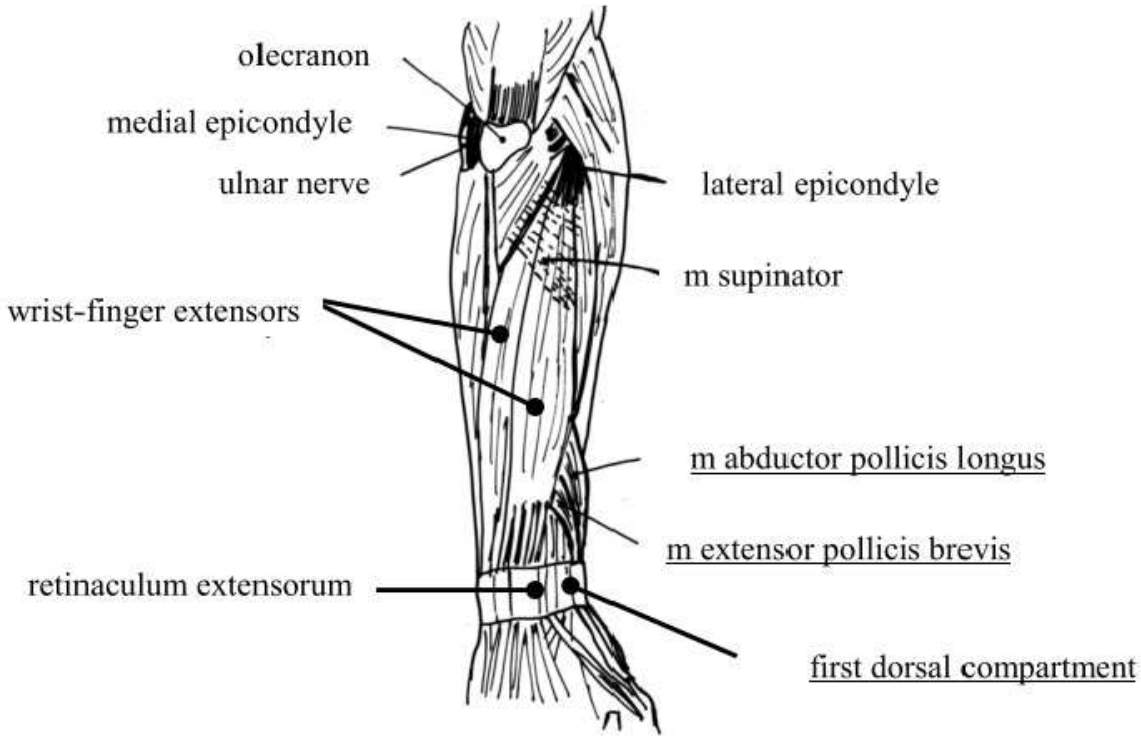


Obr. 13 Vývoj počtu skákavého prstu pro obě pohlaví v období 2008 – 2011, Zdroj: Vlastní zpracování

Toto onemocnění se vyskytovalo mnohem častěji u žen než u mužů. Přestože v roce 2008 bylo hlášeno pouze 17 případů skákavého prstu, v následujícím roce přibylo dalších 10 případů. Od té doby je zaznamenáván mírný pokles onemocnění.

6.4 Morbus de Quervain

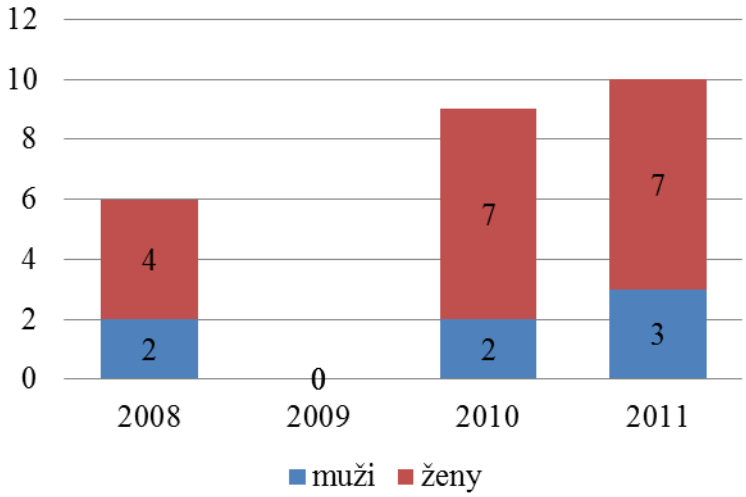
Choroba je popisována jako relativně běžná muskuloskeletální porucha, která má za následek zánět šlach a jejich obalů, čímž je znemožněn bezbolestný pohyb těchto šlach zejména při pohybu palce v místě, které je vymezeno vazivovým poutkem a vřetenní kostí nad zápěstní štěrbinou na palcové straně ruky. Nemoc se vyznačuje bolestí na palcové straně zápěstí a poškozením funkce palce. **(Sluiter, 2001)**



Obr. 14Morbus de Quervain, Zdroj: Sluiter, 2001

PŘÍZNAKY

- Občasná bolest nebo citlivost na palcové straně zápěstí
- Vyzařování bolesti do předloktí nebo v blízkosti palce



Obr. 15 Vývoj počtu nemoci Morbus de Quervain pro obě pohalví v období 2008 – 2011, Zdroj: Vlastní zpracování

De Quervainova nemoc patří bohužel k těm onemocněním, jejichž výskyt za poslední roky roste. Zatímco v roce 2008 bylo hlášeno 6 případů onemocnění, a v roce 2009 dokonce žádné, v roce 2011 se objevilo 10 krát.

7 DATA PRO TVORBU MODELU

Data, která byla použita pro tvorbu modelu, byla čerpána z francouzské studie Rizikové faktory vzniku MSD pro horní končetiny v pracující populaci Risk Factors for Upper-Extremity Musculoskeletal Disorders in the Working Population **(Roquelaure, 2009)**.

V průzkumu bylo v letech 2002 až 2005 zkoumáno 3710 pracovníků (58% mužů), u kterých bylo zjištěno 472 případů MSD. Na stanovení diagnóz muskuloskeletálních onemocnění horních končetin se podílelo 83 kvalifikovaných pracovních lékařů, kteří prováděli standardizovaná reálná vyšetření pracovníků. Pro taková vyšetření jsou zapotřebí EMG (elektromyograf) a jiná sofistikovaná zařízení. Osobní faktory a rizikové faktory související s prací byly hodnoceny dle dotazníku tvůrců studie, které nicméně odpovídají rizikovým faktorům, které jsou všeobecně považovány za příčiny vzniku MSD.

Tab. 13 Charakteristika účastníků studie, Zdroj: Roquelaure (2009)

Charakteristika	Muži (%)	Ženy (%)	Celkem (%)
Celková populace	2162 (58,3)	1548 (41,7)	3710 (100)
Věk			
< 30	514 (23,8)	361 (23,3)	875 (23,6)
31 – 34	344 (16,0)	228 (14,8)	572 (15,5)
35 – 39	307 (14,2)	201 (13,0)	508 (13,7)
40 – 44	311 (14,4)	250 (16,2)	561 (15,2)
44 – 49	301 (14,0)	237 (15,3)	538 (14,5)
50 – 54	265 (12,3)	186 (12,0)	451 (12,2)
≥ 55	114 (5,3)	84 (5,4)	198 (5,3)
Ekonomický sektor			
Zemědělství	31 (1,4)	25 (1,6)	56 (1,5)
Průmysl	859 (39,8)	401 (26,0)	1260 (34,0)
Výroba	189 (8,8)	25 (1,6)	214 (5,8)
Služby	1078 (50,0)	1093 (70,8)	2171 (58,7)
Typ profese			
Manažeři/odborníci	210 (9,7)	78 (5,0)	288 (7,8)
Pomocní odborníci/technici	540 (25,0)	289 (18,7)	829 (7,8)

Nižší úředníci	188 (8,7)	798 (51,7)	986 (26,6)
Kvalifikovaní/nekvalifikovaní dělníci	1209 (56,0)	377 (24,4)	1586 (42,8)

7.1 Statistické pojmy

U rizikových faktorů, které byly ve studii zkoumány a jsou popsány v další kapitole, je vypočteno několik statistických ukazatelů, které určují význam rizikovosti daného faktoru. Tyto ukazatele budou rozebrány a vysvětleny v následujícím textu.

Roquelaure (2009) ve své studii zkoumal, jestli expozice danému rizikovému faktoru ovlivňuje vznik MSD. Z dat je tedy možné určit přítomnost rizika vzniku MSD oproti neexponovaným osobám. V prvním sloupci (PŘÍLOHA F) je uveden zkoumaný rizikový faktor. Další sloupec udává celkový počet osob, které byly exponovány danému rizikovému faktoru, ve třetím sloupci je pak počet exponovaných osob, u kterých bylo zjištěno MSD. Další tři sloupce už udávají hodnoty pro OR, 95% CI a P- value. V ostatních sloupcích jsou pak hodnoty rozděleny pro muže a ženy.

Pro vysvětlení pojmů poslouží tzv. čtyřpolní tabulka. Pomocí čtyřpolní tabulky lze zkoumat, jestli expozice určitému faktoru ovlivňuje vznik onemocnění nebo jestli onemocnění zabraňuje. Jak bylo uvedeno, jedná se o *OR* (odds ratio – poměr šancí), 95% CI (konfidenční interval) a hodnotu P – value. Tyto hodnoty udávají pouze vztah expozice rizikovému faktoru a vzniku MSD.

Tab. 14 Čtyřpolní tabulka, Zdroj:Jánová (2008)

Nemoc				
Rizikový faktor		**případy**	**kontroly**	**Celkem**
	Exponovaní	a	b	a+b
	Neexponovaní	c	d	c+d
	celkem	a+c	b+d	N=a+b+c+d

Parametr *a* představuje počet nemocných osob, které byly vystaveny rizikovému faktoru.

Parametr *b* představuje počet osob, které byly vystaveny rizikovému faktoru, ale byly bez onemocnění.

Parametr *c* představuje počet nemocných osob, které nebyly vystaveny rizikovému faktoru.

Parametr *d* představuje počet osob, které nebyly vystaveny rizikovému faktoru a byly bez onemocnění.

Součet $a+b$ je počet všech osob, které byly vystaveny rizikovému faktoru.

Součet $c+d$ je počet osob, které nebyly vystaveny rizikovému faktoru.

Součet $a+c$ je počet všech nemocných osob.

Součet $b+d$ je počet všech osob bez onemocnění.

N je počet všech sledovaných osob.

Pro jednodušší vysvětlení je uveden konkrétní případ, který se bude týkat monotónnosti.

Podle tabulky (příloha F) bylo monotónnosti vystaveno 958 osob. U 183 z nich bylo zjištěno MSD. Celkem bylo hodnoceno 3710 osob, MSD bylo zjištěno celkem u 472 osob (viz kap. 7).

Tab. 15 Čtyřpolní tabulka pro monotónnost a vznik MSD, Zdroj: Vlastní zpracování

MSD				
		případy	**kontroly**	**celkem**
Monotónnost	**Exponovaní**	183	775	958
	Neexponovaní	289	2463	2752
	Celkem	472	3238	3710

Odds Ratio OR – Poměr šancí

OR udává poměr pravděpodobnosti výskytu jevu A a pravděpodobnosti opačného jevu k jevu A.

OR srovnává, jestli šance jisté události je stejná pro dvě skupiny. Znamená to tedy, kolikrát je vyšší šance výskytu nemoci u exponované populace ve srovnání s neexponovanou populací.

$$OR = \frac{ad}{bc} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} \tag{8.1}$$

$$OR = \frac{183 \times 2463}{775 \times 289} = \frac{\frac{183}{775}}{\frac{289}{2463}} = 2{,}0 \tag{8.2}$$

$OR = 1$ neexistuje žádná vazba mezi rizikovým faktorem a nemocí

V konkrétním případě to znamená, že výskyt MSD je stejný u těch, kteří jsou rizikovému faktoru vystaveni i u těch, kteří rizikovému faktoru vystaveni nejsou. Nelze tedy říct, že mezi faktorem a vznikem MSD je vzájemná vazba.

$OR > 1$ negativní rizikový faktor

Což znamená, že šance výskytu MSD u exponovaných je vyšší než u neexponovaných.

V případě monotónnosti je $OR = 2$, je tedy možné říct, že monotónnost představuje zvýšené riziko vzniku MSD.

$OR < 1$ pozitivní rizikový faktor

Obecně lze říct, že pozitivní rizikový faktor snižuje riziko vzniku onemocnění. Záleží ale na stanoveném referenčním vzorku a na faktoru, který je zkoumán. To, jestli je faktor skutečně rizikový, se ověří pomocí intervalu spolehlivosti.

Interval spolehlivosti CI

Pro výpočet intervalu spolehlivosti vycházíme z toho, že *ln OR* má přibližně normální rozdělení **(Janová, 2008)**.

95% interval spolehlivosti pro *ln OR* pak vyjádříme ve tvaru

$$(\ln OR - 1{,}96\sqrt{\text{var}}; \ln OR + 1{,}96\sqrt{\text{var}}) \tag{8.3}$$

Kde *var* je rozptyl, který lze odhadnout podle vzorce

$$\text{var} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} \tag{8.4}$$

Pro *ln OR* vypočteme 95% interval spolehlivosti pro *OR* následovně

$$(\exp(\ln OR - 1{,}96\sqrt{\text{var}}); \exp(\ln OR + 1{,}96\sqrt{\text{var}})) \tag{8.5}$$

P- value

Hladina významnosti v provedené studii byla stanovena pro $P < 0{,}20$. To znamená, že čím více se p- value blíží k nule, je pro nás výsledek statisticky velmi významný. Hodnota p-value se váže k testování hypotéz, jestliže se p-value blíží nule, zamítáme nulovou hypotézu. Více k tomuto tématu uvádí **Davies (2009)**.

7.2 Potenciální rizikové faktory

V této kapitole jsou popsány všechny potenciální rizikové faktory, které byly ve studii hodnoceny. Jednotlivé rizikové faktory byly rozděleny do 5 skupin. Pro přehlednost návaznosti jsou všechny faktory zpracovány do diagramu Rybí kost (obrázek 16).

Obr. 16 Potenciální rizikové faktory, Zdroj: Vlastní zpracování

Osobní faktory a zdravotní minulost

První skupina rizikových faktorů se týká hodnocené osoby a jejího zdravotního stavu. Patří sem tyto rizikové faktory:

- ***Věk*** – věk pracovníků byl rozdělen do 7 kategorií:

  < 30 let

  31 – 34 let

  35 – 39 let

  40 – 44 let

  45 – 49 let

  50 – 54 let

  ≥ 55 let

Referenčním vzorkem byla určena skupina osob mladších 30 let. U těchto osob je možné předpokládat, že riziko vzniku MSD je u nich nejnižší ze všech ostatních skupin. Důvodem může být lepší zdravotní stav mladého člověka, ale také fakt, že do pracovního procesu je zapojen krátkou dobu, a proto není vystaven dlouhodobému působení jiných rizikových faktorů. Toto dokazuje i zjištění Státního zdravotního ústavu **(Fenclová, 2011)**.

Naopak nejrizikovější skupinou byly osoby ve věku 50 až 54 let (*OR* = 6,3). Tito pracovníci jsou naopak působení rizikových faktorů vystaveni podstatně delší dobu. Nižší riziko onemocnění bylo ale zaznamenáno u osob starších 55 let (*OR* = 5,8). Je možné předpokládat, že ti, kteří měli dříve MSD, se zpátky do stejné činnosti už nezapojili a tuto skupinu tak tvoří spíše zdravé osoby. Z hodnocené populace byl věk jako rizikový faktor pro obě pohlaví podobný.

- ***Ženy vs. Muži –*** rozdíl počtu MSD u mužů a žen
- ***BMI (Body Mass Index), kg/m^2 –*** index tělesné hmotnosti byl rozdělen do 4 kategorií:

  Normální váha (18,5 – 24,9)

  Podváha (<18,5)

  Nadváha (25 – 29,9)

  Obezita (≥ 30)

Pro index tělesné hmotnosti byla jako referenční vzorek stanovena skupina osob s normální váhou (BMI 18,5 – 24,9). Tuto hmotnost považuje Roquelaure (2009) za nejméně rizikovou a tvrdí, že mezi normální hmotností a vznikem MSD není vzájemná vazba (*OR* = 1).

Přestože u osob s BMI nižším než 18,5 je *OR* = 0,6, nelze tvrdit, že podváha je protektivním faktorem. U této skupiny osob byl pouze zaznamenán nižší

počet MSD než u referenčního vzorku. Interval spolehlivosti se však pohybuje v rozpětí 0,3 – 1,2 u mužů, resp. 0,3 – 1,4 u žen.

Pro vznik MSD podváha riziková není, nelze tyto osoby ale brát jako referenční vzorek, jelikož obecně BMI pod úrovní 18,5 představuje jiné zdravotní komplikace, které ale nejsou předmětem této disertační práce.

- ***≥ 1předchozí MSD horních končetin*** – udává, kolik z dotazovaných mělo již dříve MSD horních končetin

Dalším rizikovým faktorem, který významně ovlivňuje vznik muskuloskeletálních chorob, je předchozí výskyt MSD u sledovaných osob. Lze tedy předpokládat, že osoby, u kterých se už v minulosti objevilo MSD, budou mít větší pravděpodobnost, že se u nich onemocnění objeví znovu.

Tomuto rizikovému faktoru bylo vystaveno 357 mužů a 321 žen. U 93 mužů a 120 žen bylo zjištěno MSD. Referenčním vzorkem byla v tomto případě skupina hodnocených osob, které rizikovému faktoru vystaveny nebyly. *OR* pro muže bylo 3,1 pro 95% CI 2,3 – 4,2. U žen bylo riziko větší, *OR* = 5,0 pro 95% CI 3,6 – 7,0. Nulovou hypotézou v tomto případě byl fakt, že rizikový faktor se na vzniku MSD nepodílí. Protože hladina významnosti se blížila nule (P-value < 0,001), byla nulová hypotéza zamítnuta a rizikový faktor je pro vznik MSD velmi významný.

- ***Cukrovka***

Cukrovka patří mezi onemocnění, která mají významný vliv na vznik MSD. Z 61 osob trpících cukrovkou jich 17 mělo MSD. OR v tomto případě bylo 2,7 pro 95 % CI 1,5 – 4,8. Tato vazba byla mnohem silnější u žen, kde OR bylo 4,5. 95 % CI u žen bylo 1,9 – 10,8, což znamená, že riziko vzniku MSD u žen je velmi vysoké. U mužů tak zásadní vazba prokázána nebyla, přestože OR bylo 2,0, ale 95% CI se pohybovalo od 0,9 do 4,4 a hodnota P - value 0,083.

- ***Onemocnění štítné žlázy***

Onemocnění štítné žlázy může představovat zvýšené riziko vzniku MSD, ve studii však na zkoumaném vzorku nebyla zjištěna zásadní vazba mezi nemocí a MSD.

- ***Zánětlivá artritida horních končetin***

Vazba mezi tímto faktorem a MSD byla ve studii prokázána pouze u žen, pro OR = 3 a 95% CI od 1,5 do 6,0. U mužů nebylo možné tvrdit, že tento rizikový faktor se na MSD podílí.

Pracovní faktory

Druhá skupina rizikových faktorů se týká profesí. Zahrnuje pouze dva rizikové faktory, a to současnou profesní kategorii a dobu strávenou na této pozici.

- ***Současná profesní kategorie*** – výskyt MSD u různých profesních kategorií

  Manažeři, odborníci, technici

  Nižší úředníci

  Kvalifikovaní dělníci

  Nekvalifikovaní dělníci

Pro hodnocení současné profesní kategorie jako rizikového faktoru, byla jako referenční vzorek zvolena skupina manažerů, odborníků a techniků. Studie tedy předpokládala, že tito pracovníci jsou vzniku MSD vystaveni nejméně. Jako nejrizikovější skupina byli nekvalifikovaní pracovníci s OR = 1,8. U 643 osob na této pozici bylo zjištěno 107 případů MSD. Profese nižších úředníků dokonce byla stanovena bez vazby mezi rizikovým faktorem a vznikem MSD. Větší míra závislosti pracovní profese a vzniku MSD byla prokázána u žen. U mužů na základě studie nelze určit, zda se daný rizikový faktor podílí na vzniku MSD. Dá se předpokládat, že u kvalifikovaných a nekvalifikovaných pracovníků, kde byla vazba prokázána, je to z důvodu charakteru práce. Tyto osoby jsou ve větší míře vystaveny monotónnosti, vynuceným polohám, stanovenému pracovnímu tempu a jiným faktorům, které jsou všeobecně uváděny jako příčiny vzniku MSD.

- ***Doba strávená na současné pracovní pozici***

  < 1 rok

  1 -2 roky

  3 – 10 let

  > 10 let

Největšímu riziku vzniku MSD u tohoto hodnoceného rizikového faktoru, jsou vystaveny osoby, které v současné pracovní pozici byly déle než 10 let. Ty jsou rizikovým faktorům vystaveni dlouhou dobu, je zde tedy předpoklad zvýšeného rizika vzniku MSD.

Faktory související s organizací práce

U této skupiny bylo zkoumáno, zda je rizikový faktor přítomen či nikoli. U těchto faktorů byl jako referenční vzorek brán počet osob, které nebyly rizikovému faktoru vystaveny, a projevila se u nich MSD.

Vazba mezi těmito rizikovými faktory a vznikem MSD nebyla v dané studii prokázána. Přestože tyto faktory se mohou podílet na vzniku MSD, míra jejich rizika není tak velká, což ukazují jednotlivé konfidenční intervaly, případně intervaly spolehlivosti, z toho důvodu nejsou následující rizikové faktory podrobněji rozepsány, hodnoty OR, 95% CI a P- value jsou uvedeny v tabulce v příloze F. Mezi faktory související s organizací práce tedy patří:

- *Práce v tempu*
- *Pracovní tempo závislé na automatizaci*
- *Pracovní tempo závislé na technické (odborné) organizaci*
- *Pracovní tempo závislé na požadavcích zákazníka*
- *Pracovní tempo závislé na spolupráci*
- *Pracovní tempo závislé na stanoveném plánu*
- *Rotace práce, ≥ 1 za týden*
- *Práce s dočasnými pracovníky*
- *Vysoké vizuální nároky*
- *Přesčasy*
- *Dřívější znalosti o pracovním zatížení*

Pracovní polohy a biomechanická omezení

Oproti předchozí skupině rizikových faktorů je tato skupina mnohem významnější z hlediska rizika vzniku MSD. Jak je popsáno v disertační práci, většina příčin vzniku MSD souvisí s monotónností, jednostranným přetěžováním, vnucenými polohami, nedostatkem času na odpočinek apod., což je z velké míry zahrnuto právě v této skupině rizikových faktorů.

U těchto faktorů bylo rovněž zkoumáno, zda je daný rizikový faktor přítomen či nikoli. Jako referenční vzorek byla brána skupina osob, které nejsou danému faktoru vystaveny, ale byl u nich prokázán výskyt MSD.

- ***Monotónnost, ≥ 4 hod./den***

Při monotónní práci jsou zatěžovány stejné skupiny muskuloskeletálního systému a jsou tak mnohem náchylnější ke vzniku MSD. Monotónnost ale představuje řadu dalších rizik. Člověk vykonávající takovou práci ztrácí motivaci, neustálým opakováním stejných pohybů dochází i k poklesu spokojenosti s odvedenou prací. Rovněž klesá pozornost, protože pracovník úkoly provádí automaticky a detailně, a tím může klesat i kvalita práce.

Studie hodnotila monotónnost trvající déle než 4 hodiny denně. Z 958 osob vystavených tomuto faktoru jich 183 mělo MSD, *OR* bylo 2,0 (1,8 muži, 2,1 ženy). Hodnota P - value se pohybovala pod 0,001, lze tedy usuzovat, že mezi monotónností a vznikem MSD existuje silná vazba.

- ***Příliš krátké přestávky, < 10 minut odpočinku***

Správně nastavené přestávky mohou přispět ke snížení vzniku MSD. Tělo potřebuje dostatečný čas na zotavení a při nedostatku odpočinku je vystaveno riziku poškození muskulosleletálního systému, případně úrazům.

Vliv přestávek na vznik MSD hodnotí např. metoda OCRA, která slouží pro hodnocení pracovního místa z hlediska ohrožení horních končetin opakujícími se činnostmi **(Stanton, 2005)**.

Z 205 osob vystavených tomuto faktoru mělo 50 MSD. Celkové OR je 2,4 s konfidenčním intervalem 1,7 – 3,3. Větší riziko vzniku MSD bylo u žen (OR = 2,5, 95% CI 1,6 – 3,9).

- ***Vysoké fyzické požadavky, Borgova stupnice ≥ 13***

Rizikovým faktorem, který měl silnou vazbu se vznikem MSD, byly vysoké fyzické požadavky na pracovníka. Hodnocení vnímané námahy je stanoveno pomocí Borgovy stupnice, kterou popisuje i **Stanton (2005)**:

  - 6 bodů – 20% námaha
  - 7 bodů – 30% námaha – velmi, velmi lehká
  - 8 bodů – 40% námaha
  - 9 bodů – 50% námaha – velmi lehká – mírná chůze
  - 10 bodů – 55% námaha
  - 11 bodů – 60% námaha – celkem nenáročná
  - 12 bodů – 65% námaha
  - 13 bodů – 70% námaha – poněkud těžká
  - 14 bodů – 75% námaha
  - 15 bodů – 80% námaha – těžká
  - 16 bodů – 85% námaha
  - 17 bodů – 90% námaha – velmi těžká
  - 18 bodů – 95% námaha
  - 19 bodů – 100% námaha – velmi, velmi těžká
  - 20 bodů – vyčerpání

Vysokým fyzickým požadavkům, které na Borgově stupnici odpovídaly hodnotě 13 a více, bylo vystaveno 1856 osob, z nichž 309 mělo MSD. Celkové *OR* bylo 2,1 pro 95% CI 1,7 – 2,6. Riziko bylo větší u mužů, kteří obecně vykonávají fyzicky náročnější práci než ženy. *OR* u mužů bylo 2,5 pro 95%CI 1,8 – 3,3 (pro ženy *OR* = 1,9, 95%CI 1,5 – 2,6). Hodnota P-value byla menší než 0,001, ze statistického hlediska je tento rizikový faktor ve vztahu ke vzniku MSD velmi významný.

- ***Paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, ≥ 2 hod./den***

Tato poloha je z ergonomického hlediska nesprávná a představuje riziko vzniku MSD.

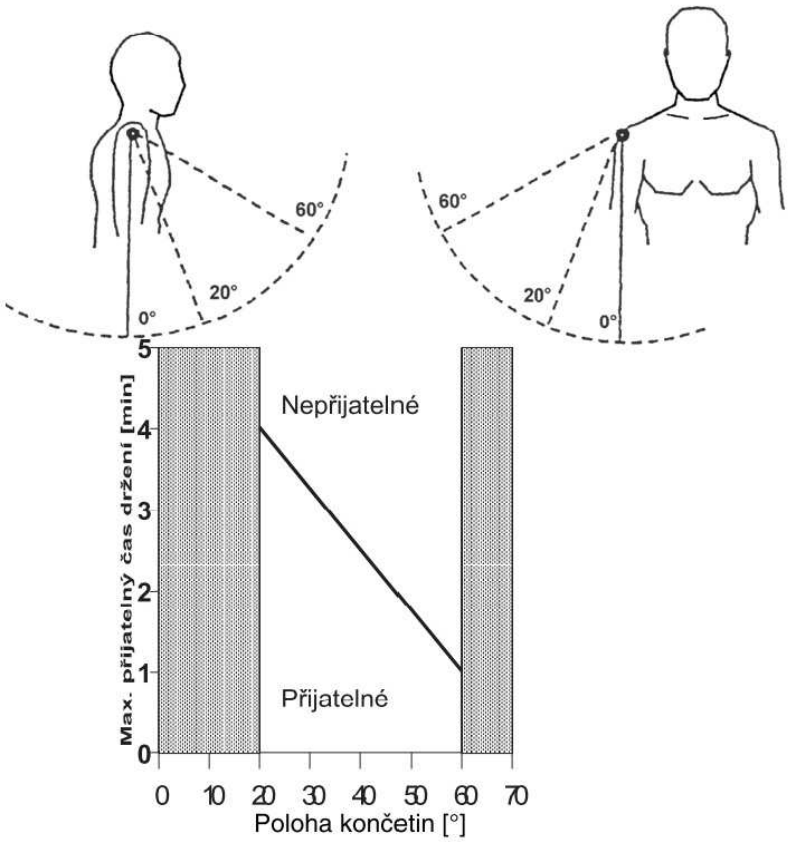
Polohu horních končetin hodnotí i např. norma ČSN EN 1005-4+A1 nebo nařízení vlády NV 361/2007. V těchto dokumentech je poloha končetin na úrovni nebo nad úrovní ramen (> 60°) považována za nepřijatelnou, a to jak pro statickou polohu, tak pro pohyb.

Práci vyžadující mít paže nad úrovní ramen bylo vystaveno 487 hodnocených osob, u 104 z nich bylo zjištěno MSD. Rizikovější skupinou byli samozřejmě muži, u nichž je OR 2,6 pro 95% CI 1,9 – 3,6. OR u žen se pohybuje na hodnotě 1,6 pro 95% CI 1,1 – 2,4.

- ***Abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den***

Podobně jako u předchozího rizikového faktoru, je i abdukce riziková.

Hodnocení polohy horních končetin vysvětluje obrázek a tabulka č. 21.



Obr. 17 Poloha horních končetin, Zdroj:NV361/2007 Sb.

Tab. 16 Hodnocení polohy horních končetin, Zdroj: Nařízení vlády 361/2007Sb.

KROK 1:	
NEPŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Nevhodná poloha paže (zpětné ohnutí paže, krajní zevní rotace paže, zvednuté rameno) a extrémní polohy kloubů horních končetin. Vzpažení paže větší než 60°.
Dynamická poloha	Vzpažení paže větší než 60°při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Zapažení při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA	
Statická poloha	Vzpažení paže 40°- 60°, jestliže paže není podepřena (Krok 2A).
Dynamická poloha	Vzpažení paže 40°- 60°při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min (Krok 2B). Zapažení při frekvenci pohybů menší než 2/min (Krok 2B). Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů menší než 2/min.
KROK 2:	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení. B) Není přijatelná při frekvenci pohybů ≥ 10/min.

Tento rizikový faktor byl významný z hlediska vzniku MSD u obou pohlaví. Z 572 hodnocených osob bylo MSD zjištěno u 108 z nich. Celkové OR se rovná 1,8 pro 95% CI 1,4 – 2,2. Hodnoty pro muže a ženy zvlášť jsou velmi podobné. V obou případech se p – value blíží k nule.

- ***Držení rukou za trupem, ≥ 2 hod./den***

Z tabulky 21 vychází i hodnocení této polohy, kdy jsou paže za úrovní trupu. Dle studie bylo tomuto rizikovému faktoru vystaveno 187 osob a u 29 z nich byl prokázán vznik MSD. Mezi tímto rizikovým faktorem a vznikem MSD však nebylo možné prokázat významnou vazbu. Zejména u žen, kde se OR rovná 1,0 pro 95% CI 0,5 – 1,8, hladina významnosti přesáhla stanovenou hodnotu 0,20, a to na hodnotu 0,902. I u mužů se konfidenční interval pohybuje v takovém rozmezí, že není možné na základě těchto výsledků jasně říct, že mezi zkoumaným rizikovým faktorem a vznikem MSD existuje vazba.

- ***Úplná flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den***

Dochází k úplnému ohnutí, příp. natažení paže v lokti. Tomuto rizikovému faktoru bylo vystaveno 1214 osob, z nichž u 221 bylo zjištěno MSD. Celkové OR je 2,0 pro 95% CI v rozmezí 1,6 až 2,4. Pro muže bylo OR ještě vyšší, a to 2,4, naopak u žen se pohybovalo na hodnotě 1,7. V obou případech se p- value blížila nule, co znamená, že tento faktor je pro vznik MSD velmi rizikový.

- ***Úplná pronosupinace, ≥ 2 hod./den***

Tj. otáčení za malíkovou (supinace) nebo palcovou (pronace) stranou dlaně. Tyto pohyby jsou příčinami vzniku epikondylitid. Větší hodnota OR byla u žen, a to 2,1, u mužů pak 1,4 pro 95% CI 1,0 – 1,9.

- ***Extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den***

Dochází ke stlačování nervů v oblasti zápěstí, důsledkem jsou pak úžinové syndromy, např. syndrom karpálního tunelu. Rizikovému faktoru bylo vystaveno 1236 osob a u 222 bylo prokázáno MSD. Celkové OR = 2,0 pro 95% CI 1,6 – 2,4. Vyšší hodnoty byly zjištěny u žen. Hodnoty p-value se u obou pohlaví blížily k nule (< 0,001), tento rizikový faktor lze tedy považovat za významný z hlediska vlivu na vznik MSD.

- ***Použití ručního nářadí, ≥ 2 hod./den***

Používání ručního nářadí stlačuje nervy. Mnohdy nářadí není ani ergonomicky tvarované, nutí k polohám, které jsou nepřirozené a ohrožují tak muskuloskeletální systém končetin. Vazba mezi tímto rizikovým faktorem a vznikem MSD byla silnější u žen (OR = 1,8 pro 95% CI 1,4 – 2,4). U mužů se 95% CI pohyboval mezi hodnotami 1,0 – 1,7 s hodnotou p-value 0,074.

- ***Držení nářadí / nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den***

Z ergonomického hlediska patří špetkový úchop k rizikové pracovní poloze, kterou hodnotí i metoda OCRA. I podle studie se tento rizikový faktor podílí na vzniku MSD. Z 297 exponovaných osob bylo u 66 z nich zjištěno MSD. OR pro obě pohlaví se rovná 2,1, 95%v CI se pohybuje v hodnotách 1,4 – 3,2. Hodnoty p-value se v obou případech blíží nule.

- ***Precizní (přesné) pohyby prstů, ≥ 2 hod./den***

Další rizikový faktor, který přestavuje vnucenou polohu prstů. Jedná se zejména o jemnou práci, kterou vykonávají více ženy. Proto i zjištěné hodnoty se pohybovaly u žen ve vyšších číslech (OR = 1,9, 95% CI 1,4 – 2,5, p-value <0,001).

Tlačení palcem, ≥ 2 hod./den

Tomuto rizikovému faktoru bylo vystaveno 294 zkoumaných osob a u 59 z nich se vyskytlo MSD. OR bylo 1,8 pro 95% CI od 1,4 do 2,5. Vazba mezi vznikem MSD a rizikovým faktorem byla podle studie prokázána, hodnota P - value byla menší než 0,001 (pro ženy byl interval spolehlivosti 0,004).

- ***Použití vibračních nástrojů, ≥ 2 hod./den***

Přestože vibrace mají na vznik MSD nemalý podíl, studie významnou vazbu mezi vznikem MSD a tímto rizikovým faktorem neprokázala. Posuzování vlivu vibrací na MSD však není cílem této disertační práce.

- ***Vystavení nízkým teplotám, ≥ 4 hod./den***

U tohoto rizikového faktoru nebyla vazba na vznik MSD prokázána, 95% CI se pohybovalo od 0,9 po 1,9 hodnota P - value byla vyšší než 0,2. Riziko vzniku MSD tedy nelze jednoznačně stanovit.

- ***Práce s počítačem, na klávesnici, ≥ 4 hod./den***

Tento rizikový faktor nebude použit pro tvorbu modelu, který není na práci s počítačem zaměřen. Práce na klávesnici a s myší patří ale k častým příčinám vzniku karpálního tunelu, správným přizpůsobením pracoviště lze toto riziko snížit.

- ***Používání rukavic, ≥ 4 hod./den***

Z 584 osob vystavených tomuto faktoru bylo u 95 prokázáno MSD. OR bylo 1,4 pro 95% CI 1,1 až 1,8. Používání rukavic může tedy představovat zvýšené riziko pro vznik MSD.

Psychosociální faktory

Psychosociální rizikové faktory nebudou v modelu zahrnuty. Model má sloužit primárně pro hodnocení pracovního prostředí z hlediska ergonomie. S těmito rizikovými faktory ale úzce souvisí stres a duševní stav jedince, který bývá často ovlivněn i událostmi v osobním životě. Je tedy velmi složité určit, zda je psychika člověka ovlivněna pouze pracovním prostředím. Mezi psychosociální faktory tedy patří:

- *Vysoké duševní nároky*
- *Nízké dovednostní schopnosti*
- *Nízká rozhodovací pravomoc*
- *Nízká podpora vedení*
- *Nízká podpora spolupracovníků*

8 MODEL

Tato kapitola se zabývá vlastními výpočty a tvorbou samotného modelu. Samotná data ze studie Roquelaure (2009) pouze říkají, zda se zkoumané rizikové faktory podílejí na vzniku MSD. Cílem disertační práce, a tedy samotného modelu je ale určit, jaké je riziko vzniku MSD a nakolik jsou osoby vystaveny rizikovým faktorům ohroženy vznikem MSD. Aby mohl model správně fungovat, je nutné provést další statistické výpočty, které jsou popsány v následující kapitole. Výpočty se vztahují k čtyřpolní tabulce a uvedenému konkrétnímu příkladu s monotónností z kapitoly 7.1.

8.1 Vlastní statistické výpočty pro tvorbu modelu

V této kapitole jsou rozebrány pojmy relativní riziko, atributivní riziko, procentuální atributivní riziko, populační atributivní riziko a procentuální populační atributivní riziko. Všechny tyto pojmy jsou následně využity pro výpočty, které poslouží ke správnému fungování modelu.

Relative risk RR – relativní riziko

Relativní riziko vyjadřuje vztah mezi rizikovým faktorem a onemocněním. Říká, kolikrát větší je pravděpodobnost vzniku onemocnění ve skupině exponované rizikovému faktoru než ve skupině neexponované. Je dáno podílem dvou podmíněných pravděpodobností:

- pravděpodobnost výskytu nemoci v populaci exponovaných osob
- pravděpodobnost výskytu nemoci v populaci neexponovaných osob

$$RR = \frac{\frac{a}{(a+b)}}{\frac{c}{(c+d)}} \tag{8.6}$$

$RR = 1$ mezi expozicí a onemocněním neexistuje žádný vztah

$RR > 1$ v exponované skupině je riziko onemocnění vyšší než v neexponované populaci

$RR < 1$ expozice snižuje riziko onemocnění

Pro případ s monotónností pak relativní riziko vypočteme následovně:

$$RR = \frac{\frac{183}{958}}{\frac{289}{2752}} = 1{,}8 \tag{8.7}$$

Rozdíl mezi OR a RR spočívá ve skupině, kde je daná pravděpodobnost vzniku onemocnění zkoumána (pro OR se počítá s populací exponovaných, případně exponovaných ale zdravých, v RR se počítá s populací všech exponovaných, případně neexponovaných).

Relativní riziko nám pak říká, že u osob vystavených monotónnosti je riziko vzniku MSD 1,8x větší než u těch, které monotónnosti vystavené nejsou.

Attributable risk AR – atributivní riziko

Atributivní riziko vystihuje absolutní efekt expozice rizikovému faktoru vyjádřením, o kolik je vyšší incidence zdravotního následku ve skupině exponovaných osob ve srovnání s neexponovanou skupinou **(Šejda, 2005)**.

Určí se ze vzorce:

$$AR = I_e - I_u \tag{8.8}$$

I_e incidence u exponovaných osob

I_u incidence u neexponovaných osob

$$I_e = \frac{a}{(a+b)} \tag{8.9}$$

$$I_u = \frac{c}{(c+d)} \tag{8.10}$$

Atributivní riziko pro monotónnost tedy je,

$$AR = \frac{183}{958} - \frac{289}{2752} = 0{,}08 \tag{8.11}$$

což znamená, že pokud by se monotónnost odstranila, riziko vzniku MSD by se v této exponované skupině snížilo o 8 pracovníků na každých 100 pracovníků.

Attributable risk percent AR% - procentuální atributivní riziko

Udává procento nemocných vystavených rizikovému faktoru, které by bylo eliminováno, kdyby nemocní nebyli exponovaní rizikovému faktoru.

$$AR\% = \frac{AR}{I_e} \times 100 \tag{8.12}$$

$$AR\% = \frac{0{,}08}{\frac{183}{958}} \times 100 = 45\% \tag{8.13}$$

V případě monotónnosti to prakticky znamená, že výskyt MSD by u exponovaných klesl o 45%, kdyby byla u této skupiny osob monotónnost odstraněna.

Population attributable risk PAR – populační atributivní riziko

Část incidence nemoci v populaci (exponovaných i neexponovaných), která vzniká díky expozici rizikovému faktoru.

Je to incidence nemoci v populaci, která by byla eliminována, pokud by byla odstraněna expozice rizikovému faktoru.

PAR určíme jako rozdíl incidence u neexponovaných a incidence v celkové populaci (exponovaných i neexponovaných):

$$PAR = I_p - I_u \tag{8.14}$$

$$I_p = \frac{a + c}{N} \tag{8.15}$$

Pokud tedy určíme PAR pro monotónnost, výsledek bude následovný:

$$PAR = \frac{472}{3710} - \frac{289}{2752} = 0{,}022 \tag{8.16}$$

Pokud bychom tedy zabránili expozici monotónnosti, riziko vzniku MSD by kleslo o 2 osoby na 100 osob z celé zkoumané populace (exponovaní i neexponovaní).

Population attributable risk percent PAR% - procentuální populační atributivní riziko

Udává procento incidence nemoci v populaci (exponovaní i neexponovaní), která je způsobená expozicí. Je to procento nemocí, které by byly eliminovány, kdyby bylo zabráněno expozici rizikovému faktoru.

PAR% určíme jako podíl populačního atributivního rizika (PAR) a incidence v celé populaci (exponovaní i neexponovaní):

$$PAR\% = \frac{PAR}{I_p} \times 100 \tag{8.17}$$

Pro případ monotónnosti:

$$PAR\% = \frac{0{,}022}{\frac{472}{3710}} \times 100 = 17{,}46\% \tag{8.18}$$

PAR% tedy říká, že pokud by bylo zabráněno expozici monotónnosti, vznik MSD by v celé populaci (exponovaní i neexponovaní) klesl o 17,46%.

8.2 Relevantní rizikové faktory pro tvorbu modelu

Jako relevantní rizikové faktory byly vybrány ty, u kterých p-value bylo pod stanovenou mezí hladiny významnosti 0,20 a blížily se k nule (barevně vyznačeny na obrázku 18). Tyto hodnoty lze vyčíst z tabulky (příloha F). V příloze G jsou pak uvedeny všechny hodnoty vlastních statistických výpočtů. Mezi faktory vybrané pro model patří tedy následující:

- **Věk**

Vzrůstající věk je všeobecně rizikovým faktorem při jakékoliv činnosti. Cílem práce však není snažit se tyto osoby vyloučit z pracovního procesu, ale o to více se zabývat eliminací okolních rizikových faktorů, která by rizika jakýchkoliv onemocnění nebo úrazů snižovala.

U nejrizikovější skupiny, do které patří osoby ve věku 50 až 54 let, je riziko vzniku až 5,12x vyšší, než u osob mladších 30 let. Význam atributivního, případně populačního atributivního rizika nemá smysl zde uvádět, jelikož věk nepatří mezi takové rizikové faktory, které by bylo možné odstranit. Věk nelze považovat za přímý rizikový faktor. Rizikový je kvůli tomu, že na pracovníka působí mnohem delší dobu řada jiných rizikových faktorů než na mladší jedince.

- **BMI, kg/m^2**

Naopak tělesnou hmotnost lze považovat za takový rizikový faktor, který lze ovlivnit. U osob, které mají obezitu (BMI $\geq$ 30), je riziko vzniku MSD 1,84x vyšší než u osob s normální váhou. Pokud by se tyto osoby dostaly na normální váhu (BMI 18,5 – 24,9), kleslo by riziko vzniku MSD o 9 osob na každých 100 osob v tomto vzorku, což představuje 46% snížení rizika vzniku MSD u osob s obezitou. Celkově by to znamenalo 9,35% snížení rizika vzniku MSD u všech osob (nejen u obézních).

- **≥1 předchozí UEMSD**

Osoby, které již v minulosti trpěly MSD, jsou vzniku nové choroby vystaveny samozřejmě více. Takovým osobám hrozí až 3,86x vyšší riziko vzniku MSD. Pokud by tyto osoby předchozí MSD netrpěly, znamenalo by to snížení o 24 nemocných osob na každých 100 v tomto vzorku, což představuje 74% snížení rizika vzniku MSD. U všech osob, tj. exponovaných i neexponovaných, by to znamenalo pokles o 35,48%.

- **Vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den**

Příklad monotónnosti byl podrobně rozebrán v kapitole 8.1, která popisuje používané statistické výpočty. Riziko vzniku MSD je u osob vystavených monotónnosti 1,82 x vyšší, než u neexponovaných. Pokud by byla monotónnost odstraněna, riziko vzniku by kleslo u 8 osob na každých100 z této skupiny, což znamená 45% snížení rizika vzniku MSD u exponovaných osob. V celé skupině, tj. exponovaných i neexponovaných, by riziko kleslo o téměř 18%.

- **Vysoké fyzické požadavky, Borgova stupnice ≥ 13**

Bodové ohodnocení fyzické námahy je popsáno v kapitole 7.2. Zátěži vyšší než 13 bodů odpovídá námaha na 70%. U těchto osob je riziko vzniku MSD 1,89x vyšší. Pokud by tyto osoby nebyly takové námaze vystaveny, kleslo by riziko vzniku MSD o 47%. U všech osob pak o 30,89%

- **Paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, ≥ 2 hod./den**

U osob exponovaných tomuto rizikovému faktoru je riziko vzniku MSD 1,87x vyšší než u neexponovaných. Pokud by byla odstraněna činnost, při které je vyžadována práce s pažemi na úrovni nebo nad úrovní ramen, kleslo by riziko vzniku MSD u exponované skupiny o 47%, tj. o 10 osob na každých 100 exponovaných osob. V celé skupině exponovaných i neexponovaných by to představovalo pokles vzniku MSD o 10,25%, tj. o 1 osobu na 100 hodnocených osob.

- **Abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den**

U osob, které jsou vystaveny tomuto rizikovému faktoru, hrozí 1,63x vyšší riziko vzniku než u neexponovaných osob. Pokud by byl tento rizikový faktor odstraněn, kleslo by riziko vzniku MSD u exponovaných osob o 39%, tj. o 7 osob na každých 100 exponovaných osob. V celé skupině by pak riziko kleslo o téměř 9%, tj. o 1 osobu na každých 100 exponovaných i neexponovaných osob.

- **Celková flexe / extenze lokte, ≥ 2 hod./den**

Riziko vzniku MSD u osob exponovaných tomuto rizikovému faktoru, je 1,81x vyšší než u neexponovaných osob. Při odstranění takového rizikového pohybu by se riziko vzniku MSD snížilo o 45% u exponovaných osob, tj. o 8 osob na každých 100 osob z exponované skupiny, příp. o téměř 21% v celé skupině, čili o 3 osoby na každých 100 osob.

- **Extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den**

Riziko vzniku MSD u osob exponovaných tomuto pohybu je 1,78x vyšší než u neexponovaných. Odstraněním takového rizikového faktoru by riziko vzniku MSD kleslo o 44% u osob, které jsou tomuto rizikovému faktoru vystaveny. U všech by to pak znamenalo pokles o 20,57%, tj. o 3 osoby na každých 100 hodnocených osob.

- **Držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den**

U osob vystavených tomuto rizikovému faktoru je riziko vzniku MSD 1,87x vyšší než u neexponovaných osob. Pokud by byl tento rizikový faktor odstraněn, riziko vzniku MSD by v exponované skupině kleslo o10%, tj. o 5 osob na 100 exponovaných osob, v celé skupině, exponovaných i neexponovaných, pak o 6,5%, což je o 1 osobu na 100 osob v celé skupině.

Obr. 18 Relevantní rizikové faktory použité v modelu, Zdroj: Vlastní zpracování

9 VERIFIKACE MODELU

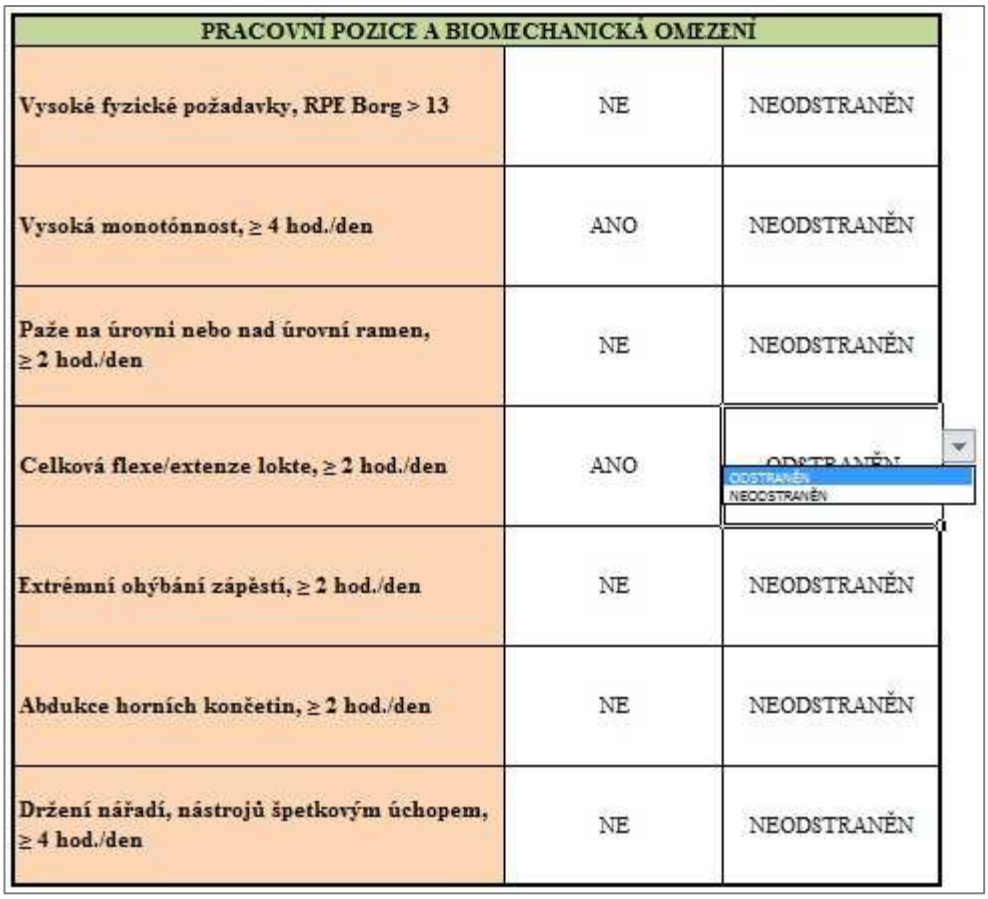
Tato kapitola se zabývá již samotným modelem. Ten je zpracován do MS Excel, aby byl přístupný většině uživatelů. Model se skládá z několika částí.

První z nich jsou osobní údaje (obrázek 19), kde se zadává věk, výška a hmotnost. Model podle dat vypočte BMI a určí, zda má člověk normální hmotnost, podváhu, nadváhu, příp. obezitu. Dále se z nabídky vybere, zda pracovník v minulosti již trpěl jednou nebo více MSD.

Obr. 19 První část modelu, Zdroj: Vlastní zpracování

V druhé části modelu (obr. 20) se vybírají pracovní pozice a biomechanická omezení, která jsou přítomna při pracovní činnosti. V prvním sloupci jsou

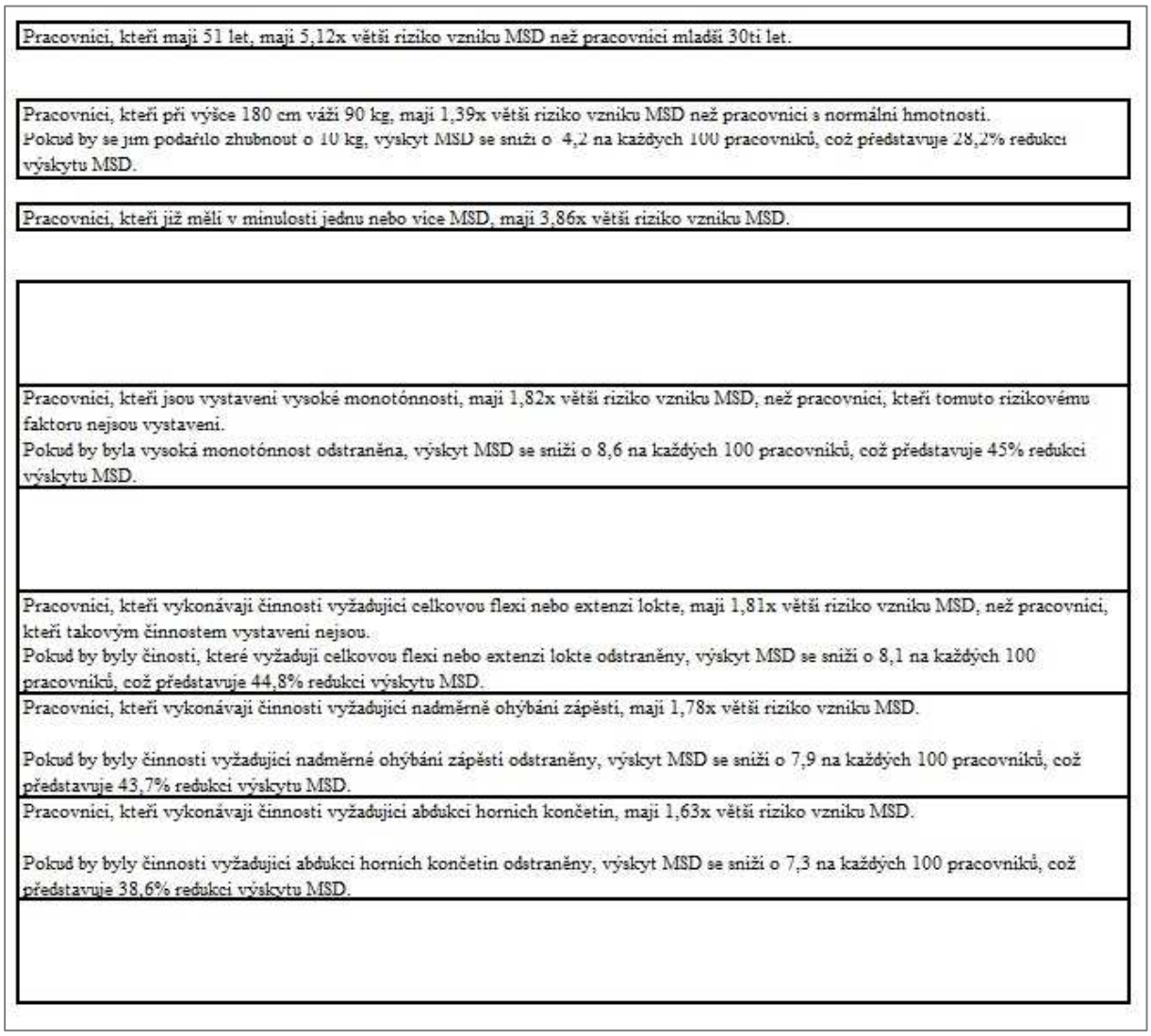
uvedeny rizikové faktory. V druhém sloupci se vybere, který faktor je přítomen a který ne. Třetí sloupec pak slouží pro hodnocení po změně stavu. Pokud je pracovník např. vystaven extrémnímu ohýbání zápěstí, vybere se v druhém sloupci ANO. Pokud se provede úprava pracoviště a bude tento rizikový faktor odstraněn, zvolí se ve třetím sloupci z nabídky ODSTRANĚN.



PRACOVNÍ POZICE A BIOMECHANICKÁ OMEZENÍ		
Vysoké fyzické požadavky, RPE Borg > 13	NE	NEODSTRANĚN
Vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, ≥ 2 hod./den	NE	NEODSTRANĚN
Celková flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den	ANO	ODSTRANĚN / NEODSTRANĚN
Extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den	NE	NEODSTRANĚN
Abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den	NE	NEODSTRANĚN
Držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den	NE	NEODSTRANĚN

Obr. 20 Druhá část modelu, Zdroj: Vlastní zpracování

Třetí část modelu (obr. 21) se týká jednotlivých rizikových faktorů zvlášť. Pokud je daný rizikový faktor přítomen, zobrazí se hodnocení, které říká, kolikrát je vyšší riziko u exponovaných osob vůči neexponovaným. Dále uvádí, o kolik by kleslo riziko vzniku MSD v exponované skupině osob, kdyby byl daný rizikový faktor odstraněn.



Obr. 21 Třetí část modelu, Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední část modelu (obr. 22) pak uvádí konečné hodnocení pracoviště. V prvním řádku jsou hodnoceny všechny rizikové faktory, druhý řádek hodnotí rizikové faktory, které se týkají pracovních poloh, ve třetím řádku je pak k pracovním faktorům přiřazena i hmotnost. V této tabulce jsou uváděny dvě rozdílné hodnoty. V prvním sloupci je současný stav, tedy takové rizikové faktory, které jsou přítomny, a říká, o kolik by kleslo riziko vzniku MSD při odstranění rizikových faktorů, vedlejší sloupec říká, o kolik se snížili riziko vzniku MSD při odstranění vybraných rizikových faktorů.

	%PAR	%PAR pokles
VŠECHNY FAKTORY:	60%	11%
FAKTORY POZIC:	35%	17%
FAKTORY POZIC + HMOTNOST:	35%	17%

%PAR: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstranění všech zvolených rizikových faktorů.
%PAR pokles: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstrnění vybraných faktorů

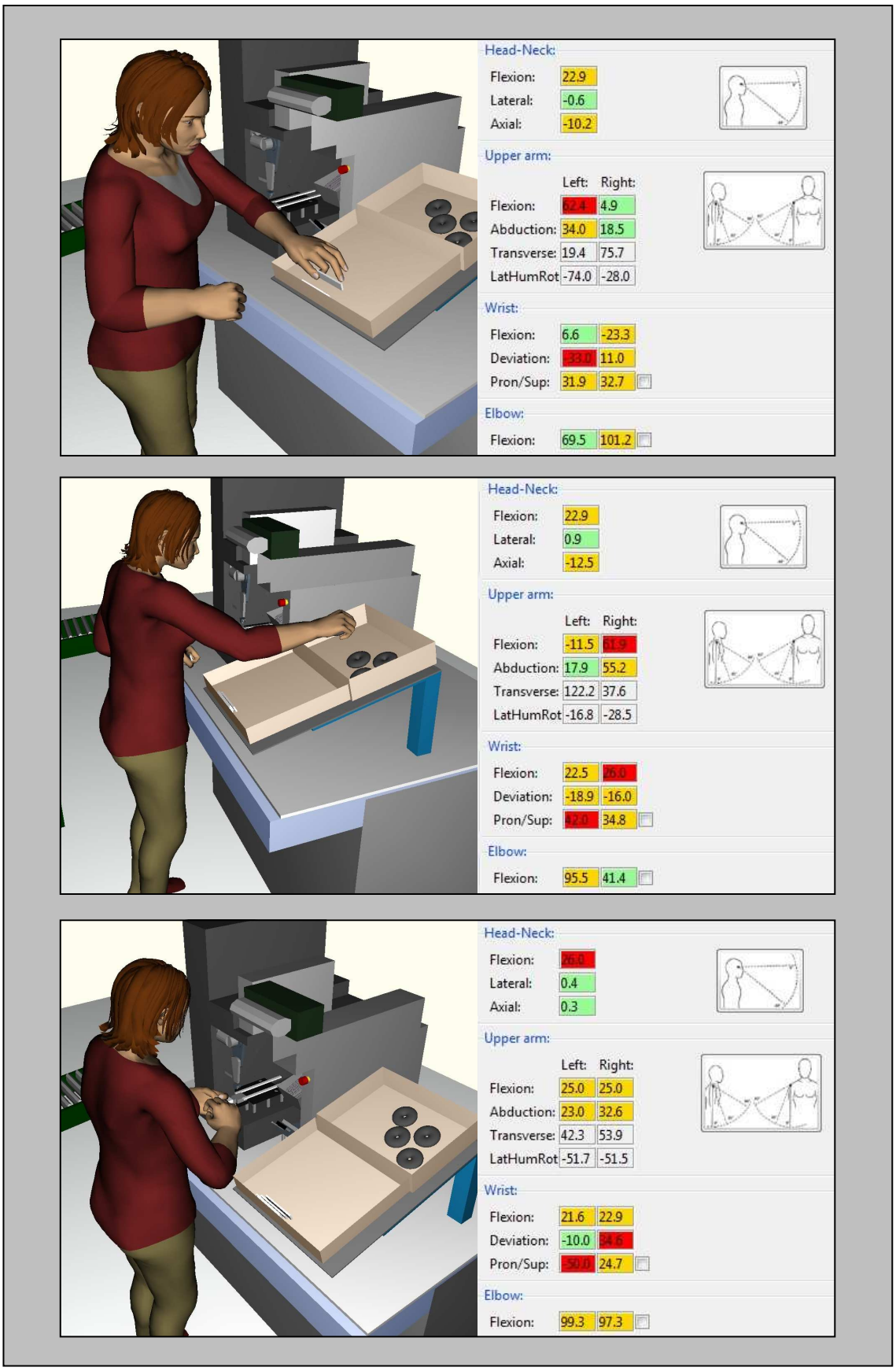
Obr. 22 Čtvrtá část modelu, Zdroj: Vlastní zpracování

9.1 Případová studie

Potvrzení toho, jak model funguje, je ukázáno na následující případové studii. Ta byla prováděna ve strojírenském podniku, který se zabývá výrobou sloupků řízení automobilů. Na vybraném pracovišti se během směny vyrobí 1620 kusů, čistá pracovní doba je 580 minut. Cycle time je tedy 21 sekund. Samotná činnost pracovnice se vyznačuje vysokou monotónností, pohyby rukou jsou velmi rychlé a je obtížné udržet tempo (kolem 60 pohybů za minutu).

Vybrané pracoviště bylo namodelováno v ergonomickém softwaru Tecnomatix Jack, o kterém je více popsáno v kapitole 1.2. Následně byla provedena i analýza NV 361, která přímo odpovídá českému nařízení vlády NV361/2007. Tato analýza hodnotí polohy pracovníka během vykonávané činnosti a je možné tedy zjistit, které části těla se dostávají do nevhodných poloh z hlediska ergonomie. Na následujících obrázcích jsou tedy vybrány některé polohy pracovnice během její činnosti.

Obrázek 23 znázorňuje některé vybrané pracovní polohy. Na analýzách je vidět, které části těla se dostávají do ergonomicky nevhodných poloh. Čísla v analýzách představují stupně vytočení, červená barva říká, že poloha je nepřijatelná, žlutá, že poloha je podmíněně přijatelná. Podrobné hodnocení poloh je uvedeno v tabulce 16.



Obr. 23 Analýzy pracovních poloh dle NV 361 v Tx Jack, Zdroj: Vlastní zpracování

Na následujících obrázcích je činnost hodnocena vytvořeným modelem. Činnost vykonávala žena ve věku 52 let. Při výšce 163 cm váží 70 kg, což je podle BMI nadváha. Doposud netrpěla žádnou MSD horních končetin.

OSOBNÍ FAKTORY A ZDRAVOTNÍ MINULOST		
Věk	52	let
Výška	163	cm
Hmotnost	70	kg
BMI	26,3	**Nadváha**
≥ 1 předchozí UEMSD	NE	

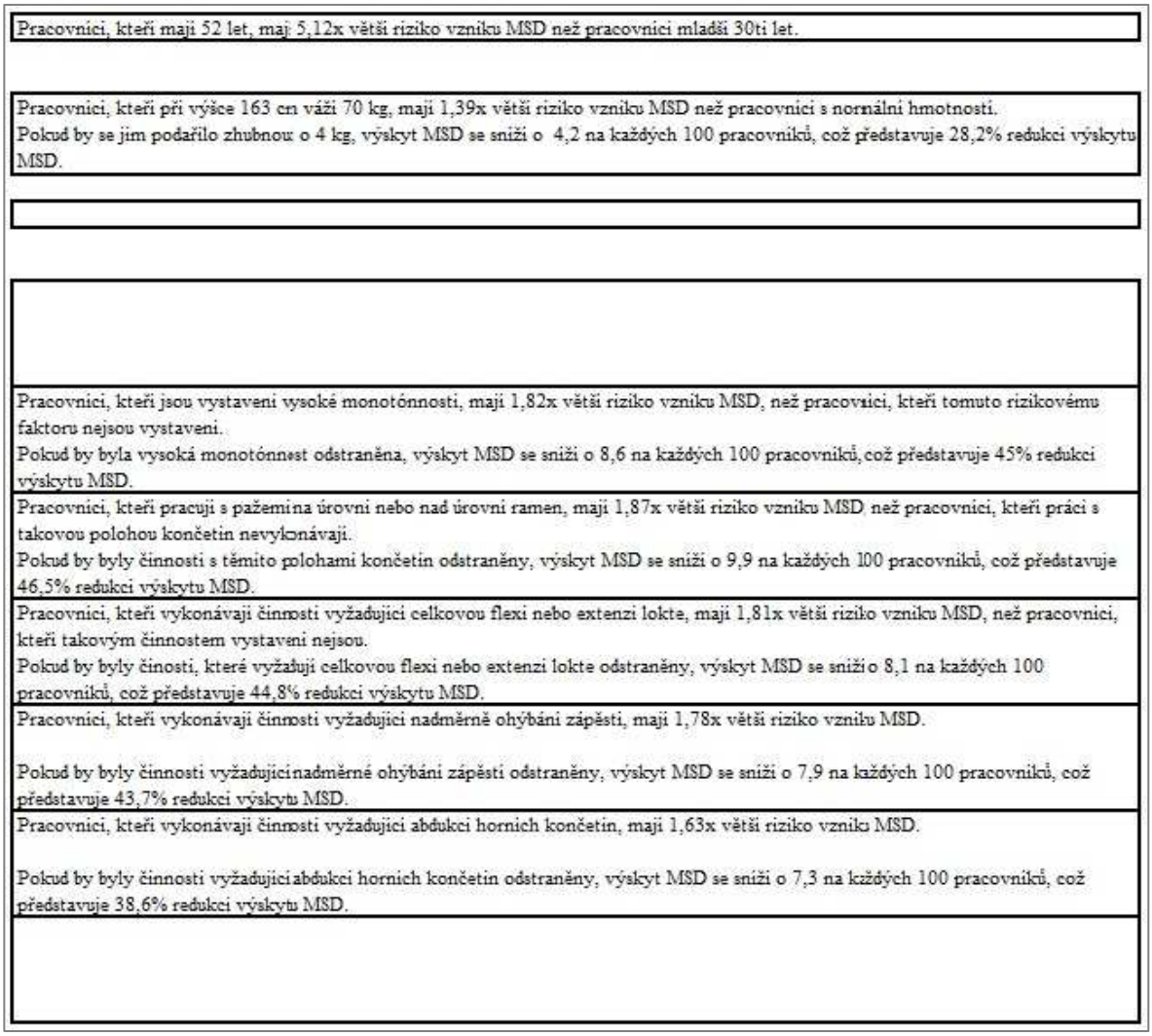
Obr. 24 Osobní faktory a zdravotní minulost hodnocené pracovnice, Zdroj: Vlastní zpracování

Z analýz provedených v Tx Jack lze vyčíst, že docházelo k abdukci horních končetin, paže se dostávaly na úroveň ramen, zápěstí bylo extrémně ohýbáno a docházelo k flexi lokte. Ze vstupních dat vyplývá, že práce se vyznačuje vysokou monotónností. Tyto rizikové faktory jsou tedy vybrány v modelu.

PRACOVNÍ POZICE A BIOMECHANICKÁ OMEZENÍ		
Vysoké fyzické požadavky, RPE Borg > 13	NE	NEODSTRANĚN
Vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Celková flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den	NE	NEODSTRANĚN

Obr. 25 Pracovní pozice a biomechanická omezení hodnocené pracovnice, Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku 26 jsou hodnoceny přítomné rizikové faktory zvlášť. Lze tedy zjistit, jak velké riziko vzniku MSD má pracovnice oproti těm, kteří danému rizikovému faktoru vystaveni nejsou a také o kolik by kleslo riziko vzniku MSD v exponované skupině, kdyby byl daný rizikový faktor odstraněn. Rizikové faktory, které nejsou přítomny, se v hodnocení nezobrazují.



Obr. 26 Hodnocení jednotlivých rizikových faktorů pracovnice, Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové hodnocení je na obrázku 27. Pokud by byly odstraněny všechny rizikové faktory, riziko vzniku MSD klesne o 84%. V tom je ale zahrnut i věk, který nelze ovlivnit a hmotnost. V případě ovlivnitelných rizikových faktorů by riziko vzniku MSD kleslo o 58%.

	%PAR	%PAR pokles
VŠECHNY FAKTORY:	84%	0%
FAKTORY POZIC:	58%	0%
FAKTORY POZIC + HMOTNOST:	62%	0%

%PAR: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstranění všech zvolených rizikových faktorů.
%PAR pokles: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstrnění vybraných faktorů

Obr. 27 Celkové hodnocení, Zdroj: Vlastní zpracování

Úpravou pracoviště lze docílit změn v pracovních polohách. Tím lze odstranit např. abdukci horních končetin a polohy lokte, který se dostává do flexe. Při tomto odstranění, které se vybere v druhé části modelu, klesne riziko vzniku MSD o 6%. Pokud bychom nebrali v úvahu věk a hmotnost, kleslo by riziko dokonce o 16% (obr. 28).

PRACOVNÍ POZICE A BIOMECHANICKÁ OMEZENÍ		
Vysoké fyzické požadavky, RPE Borg > 13	NE	NEODSTRANĚN
Vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Celková flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den	ANO	ODSTRANĚN
Extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den	ANO	NEODSTRANĚN
Abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den	ANO	ODSTRANĚN
Držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den	NE	NEODSTRANĚN

Obr. 28 Odstranění vybraných rizikových faktorů, Zdroj: Vlastní zpracování

	%PAR	%PAR pokles
VŠECHNY FAKTORY:	**84%**	**6%**
FAKTORY POZIC:	**58%**	**16%**
FAKTORY POZIC + HMOTNOST:	**62%**	**15%**

%PAR: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstranění všech zvolených rizikových faktorů.
%PAR pokles: Udává, o kolik poklesne výskyt MSD při odstrnění vybraných faktorů

Obr. 29 Pokles rizika vzniku MSD odstraněním vybraných rizikových faktorů, Zdroj: Vlastní zpracování

Na případové studii bylo tedy prokázáno, jak vytvořený model funguje a jak se pracuje s jeho jednotlivými částmi. Jak je vidět, práce s modelem je pro konečného uživatele jednoduchá a snadno tak lze interpretovat všechny dosažené výsledky.

10 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A VERIFIKACE HYPOTÉZ DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavní cíl disertační práce byl splněn, a to tak, že vznikl model, který dokáže po nastavení rizikových faktorů určit, jaké hrozí pracovníkovi riziko vzniku nemocí z povolání a o kolik se toto riziko sníží odstraněním rizikových faktorů.

Verifikace hypotéz disertační práce proběhla dle následujících výsledků. Zde bude vždy uvedena konkrétní hypotéza a její potvrzení či vyvrácení na konkrétních faktech:

H1: „Ergonomické analýzy poukazují na nedokonalosti na pracovištích způsobující nemoci z povolání.“

Hypotéza H1 byla potvrzena na případové studii. Zkoumané pracoviště bylo namodelováno v ergonomickém softwaru Tecnomatix Jack, jehož součástí je i řada ergonomických analýz. Pracoviště bylo hodnoceno analýzou NV 361, která ukázala, že polohy při zkoumané činnosti jsou pro pracovníka rizikové, což potvrzuje i vytvořený model snížením rizika při odstranění působícího faktoru.

H2: „Je možné identifikovat riziko vzniku nemocí z povolání, které se vážou ke konkrétní pracovní činnosti.“

Hypotéza H2 byla potvrzena vytvořeným modelem. Ten ukazuje, které pracovní činnosti, resp. pracovní polohy během vykonávané činnosti jsou pro pracovníka rizikové, a sekundárně tak poukazují na možnost vzniku nemocí z povolání.

H3: „Pomocí stanovených faktorů je možné určit, s jakou pravděpodobností se bude daná nemoc z povolání vyskytovat a tím předcházet jejich vzniku.“

Hypotéza H3 byla rovněž potvrzena vytvořeným modelem. Ten uvádí, jaké riziko představují jednotlivé faktory. Na základě těchto dat lze následně provést úpravu pracoviště, případně pracovního postupu a redukovat tím výskyt faktoru způsobujícího MSD. Tím lze tedy předcházet riziku vzniku nemocí z povolání.

H4: „Doposud neexistoval model, který by dokázal identifikovat riziko vzniku nemocí z povolání vztahujících se k pracovní činnosti.“

Hypotéza H4 byla potvrzena studiem odborné literatury a dalších výzkumných zdrojů během celého období studia a zpracovávání disertační práce. V žádné literatuře nebyl nalezen podobný model, který by daným způsobem hodnotil nemoci z povolání.

11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Vyčíslit ekonomický přínos práce není snadné. Zavádění ergonomie na pracoviště je těžko měřitelné, protože výsledky jsou dlouhodobé a neprojeví se po okamžitém zlepšení, jako např. zvýšení produktivity práce. Je potřeba si ale uvědomit, že vytváření ergonomického pracoviště má pak dlouhodobý efekt a přínosy se projeví postupně.

Co však lze určit, je vyčíslení náhrad, které musí zaměstnavatel hradit svému zaměstnanci, kterému byla přiznána nemoc z povolání. Zaměstnavatel musí v takovém případě dorovnávat rozdíl příjmu před nemocí a po nemoci. Pokud je tedy zaměstnanec na nemocenské, musí mu být dorovnán příjem do jeho mzdy, kterou pobíral před onemocněním. To samé platí i pro situaci, kdy musí zaměstnanec pobírat invalidní důchod. Pokud pak zaměstnanec bude vykonávat méně placenou práci, opět mu zaměstnavatel musí dorovnat jeho bývalou mzdu, a to až do odchodu do starobního důchodu nebo do vyléčení. Nárok na odškodnění samozřejmě zaniká, pokud začne pracovník vykonávat lépe placenou práci.

Zaměstnanec s nemocí z povolání má také nárok na náhradu léčebných výloh, které mu nezaplatila pojišťovna, může požádat i o náhradu za bolest a ztížené společenské uplatnění. Za škodu způsobenou nemocí z povolání odpovídá ten zaměstnavatel, u kterého zaměstnanec pracoval naposledy a za podmínek, za kterých nemoc vznikla. Zaměstnavatel se ale může domáhat poměrného dílu odškodnění od předchozích zaměstnavatelů, kde zaměstnanec pracoval za stejných podmínek.

Ze zákona však mají zaměstnavatelé povinnosti být proti případné nemoci z povolání pojištěni. Náhradu pak tedy zajišťují pojišťovny, což má ale celospolečenský dopad. V roce 2011 činily náklady a ztráty na nemoci z povolání téměř 2 miliardy Kč. Průměrné náklady na jeden případ nemoci z povolání včetně nevytvořeného HDP byly více jak 3,2 mil. Kč, bez nevytvořeného HDP náklady činily více než 1,7 mil. Kč.

12 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavní výsledky disertační práce jsou v oblasti propojení pracovní činnosti a pracovních poloh, ve kterých jsou tyto činnosti vykonávány, a problematiky muskuloskeletálních chorob horních končetin.

V řadě publikací jsou uváděna rizika nemocí z povolání, hrozby a následně omezení, která ze zdravotního hlediska představují. To je ovšem problematika především z pracovního lékařství, která nebyla propojena s problematikou návrhu pracovišť z hlediska maximalizace produktivity výrobního procesu.

V navrženém modelu se podařil první krok ke sloučení těchto oblastí, tedy k návrhu produktivních pracovišť při respektování a využití znalostí z pracovního lékařství. Model konkrétně specifikuje, co se stane, pokud se bude nebo nebude rizikovým faktorům, které jsou příčinami onemocnění, předcházet.

12.1 Přínosy pro teorii

Přínos pro teorii spočívá v propojení poznatků o ergonomii a nemocech z povolání do jednoho celku. Práce cituje jak české, tak zahraniční odborné publikace a může být tedy nápomocna při studiu vazby muskuloskeletálních chorob a ergonomie pracovních míst a pracovních poloh.

Zaměření práce odpovídá i základním výzkumným směrům fakulty, které byly specifikovány ve vazbě na řešené a plánované projekty. Vyspecifikovaná jsou následující témata:

- Výkonnost podniků, institucí veřejné správy, klastrů, regionů
- Znalosti, znalostní management, inovace
- Management ve zdravotnictví
- Společenská odpovědnost firem

Práce je svým zaměřením multioborová a tematicky spadá do dvou jmenovaných témat. Jednoznačně se jedná o téma společenské odpovědnosti firem, které zodpovídají za zdraví svých zaměstnanců a jak již bylo zmíněno, při jeho poškození nese i finanční následky ve vztahu k zaměstnanci. Druhým tématem, kterého se disertační práce dotýká, je management ve zdravotnictví, kdy se jedná o problematiku pracovního lékařství.

12.2 Přínosy pro praxi

Přínos pro praxi spočívá v určení jednoznačně rizikových faktorů, které se podílí na vzniku MSD. Zaměstnavatelé si tak mohou sami na svých pracovištích zjistit, která pracoviště jsou riziková a jaký mají vliv na zaměstnance. Rešeršní část může být nápomocna pro pochopení pojmů, jako jsou nemoci z povolání, muskuloskeletální poruchy, význam ergonomie apod.

Velkou devizou navrženého modelu je fakt, že tento model byl zpracován na základě odborných a výzkumných studií. Ty zpracovává na základě složité teorie a statistických propočtů do jednoduše ovladatelného a nastavitelného modelu. Tento model si může každý, kdo dokáže pracovat se soubory v Excelu sám nastavit, a tak zpracovat riziko vzniku nemocí z povolání na konkrétní zaměstnance.

12.3 Možnosti navazujícího výzkumu

Jak už bylo v práci popsáno, data pro tvorbu modelu byla čerpána z francouzské studie. Jako další možnost navazujícího výzkumu tedy vidím v provedení stejné studie na území České republiky. Takový výzkum předpokládá součinnost mezi univerzitami, podniky a odborníky z oblasti pracovního lékařství, kteří disponují nejen znalostmi, ale i potřebným vybavením pro diagnostiku muskuloskeletálních poruch. Nemalou roli hrají samozřejmě finance na realizaci těchto aktivit.

Dalším navazujícím výzkumem je jednoznačně využití modelu pro stanovení nákladů, které vznikají zaměstnavatelům při výskytu nemocí z povolání. Model totiž říká, o kolik procent může klesnout riziko vzniku MSD. Pokud by se vyčíslily náklady na jednoho pracovníka a jednu nemoc, bylo by tak možné říct, jaké finanční prostředky je zaměstnavatel schopen ušetřit v případě odstranění rizikových faktorů. Motivace vyčíslená v peněžní hodnotě je pro zaměstnavatele jistě silným podnětem pro zavádění zdravých pracovišť založených na ergonomických principech.

ZÁVĚR

Disertační práce byla zaměřena na tvorbu modelu identifikace rizika nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti.

Tento model byl sestaven na základě studia ucelených informací a odborných publikací věnující se problematice muskuloskeletálních poruch, které jsou příčinami vybraných nemocí z povolání způsobených fyzikálními faktory. Podle vlastních statistických výpočtů byly stanoveny hodnoty, které uživatelům sdělují, jak je možné snižovat rizika MSD zaváděním ergonomických principů při hodnocení pracovišť. Výsledný model byl verifikován na případové studii modelované v ergonomickém softwaru Tecnomatix Jack. Přestože je v práci obsažena celá řada dat a statistických výpočtů, je model pro koncového uživatele velmi snadno ovladatelný s jasnou interpretací výsledků.

13 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] BRHEL, Petr et al., 2011. *Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně* [online]. [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.cls.cz/dp>.

[2] BUREŠ, Marek. *Metodika digitálního ergonomického návrhu a hodnocení pracovišť ve strojírenských podnicích.* Plzeň, 2010. Disertační práce. Západočeská univerzita, Fakulta strojní. Školitel: Edvard Leeder.

[3] BUREŠ, Marek. *Závěrečná zpráva řešitele*. ZČU Plzeň, 2009.

[4] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02301-X.

[5] DAVIES, Huw T.O. a CROMBIE, Iain K. What are confidence intervals and p-values? In: *Medical Science Division* [online]. 2010 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.medicine.ox.ac.uk/bandolier/painres/download/whatis/what_are_conf_inter.pdf

[6] DUL, Jan a WEERDMEESTER, Bernard. *Ergonomics for Begginers.* Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2008. ISBN 978-1-4200-7751-3.

[7] *Eiso.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-10-25]. Poradenství. Dostupné z WWW: <http://www.eiso.cz/poradenstvi/nase-sluzby/ohsas+18001/>

[8] Ergonomie. *BOZP info* [online]. 2004 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html

[9] Evropské právní požadavky týkající se MSD souvisejících s prací. *OSHA* [online]. 1996-2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://osha.europa.eu/cs/topics/msds/legislation_html

[10] Eurofound. *Europa.eu* [online]. 1998-2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://eurofound.europa.eu/index.htm

[11] European Risk Observatory. *Osha.europa* [online]. 1998-2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://osha.europa.eu/en/riskobservatory/index_html

[12] FENCLOVÁ, Zdeňka et al. *Nemoci z povolání v České republice 2011*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2012. ISSN 1804-5960.

[13] GILBERTOVÁ, Sylva a MATOUŠEK, Otakar. *Ergonomie, optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

[14] GÖRNER, Tomáš, BUREŠ, Marek, SEKULOVÁ, Kateřina a ŠIMON, Michal. Využití digitálních nástrojů ergonomie v praxi. *JOSRA* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2011/digitalni-nastroje-ergonomie.html

[15] KLOUD, Martin. Skákavý prst (trigger finger). In: *Handsurgery.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: http://www.handsurgery.cz/news/skakavy-prst-trigger-finger-/.

[16] HATIAR, Karol. Ergonómia a globálný vývoj v súčasnosti. In: *Ergonómia 2011. Trendy ergonómie v automobilovom priemysle.* Žilina: Slovenská ergonomická spoločnosť, 2011, s. 36 – 39. ISBN 978-80-970974-0-0.

[17] HLÁVKOVÁ, Jana. *Nové metody ve fyziologii práce* [online]. 2007 [cit. 2010-7-21]. Dostupné na WWW: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uGAE0S_gdNEJ:www.cmkos.cz/data/articles/down_299.ppt+onemocn%C4%9Bn%C3%AD+pohybov%C3%A9ho+apar%C3%A1tu+Hl%C3%A1vkov%C3%A1&cd=6&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>.

[18] HLÁVKOVÁ, Jana a VALEČKOVÁ, Alena. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4.

[19] HOLUBOVÁ, Klára. *Léčebně-rehabilitační plán a postup po operaci syndromu karpálního tunelu*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Vedoucí práce: Veronika Chludilová

[20] JANDÁK, Zdeněk. Vibrace přenášené na člověka. In: *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/vibrace-prenasene-na-cloveka>.

[21] JÁNOVÁ, Ivana. Metody metaanalýzy v onkologickém výzkumu. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Eva Gelnarová.

[22] KAELIN, Mark A. a BAYONA, Manuel. Attributable Risk Applications in Epidemiology. *The Young Epidemiology Scholars Program.* 2004.

[23] KLÁŠTERECKÝ, Jan, 2007. Zákoník práce: Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. In: *Mesec.cz* [online]. 1998 – 2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://www.mesec.cz/clanky/zakonik-prace-bezpecnost-a-ochrana-zdravi-pri-praci/?do=articleText-pollInText2665-viewResult

[24] KRÁL, Miroslav. *Ergonomie a její užití v technické praxi*. Ostrava: AKS, 1994. ISBN 80-85798-35-7.

[25] Loket epikondylitidy. *Lekari-online.cz* [online]. Poslední změna 6.9.2008. [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: http://www.lekari-online.cz/ortopedie/zakroky/loket-epikondylitidy

[26] MAREK, Jakub a SKŘEHOT, Petr. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBR, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6.

[27] MLČOCH, Zbyněk. Syndrom karpálního tunelu – příznaky, příčiny, projevy, léčba, vyšetření, diagnostika. In: *zbynekmlcoch.cz*[online]. 14.7.2008 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/medicina/neurologie-nemoci-vysetreni/syndrom-karpalniho-tunelu-priznaky-priciny-projevy-lecba-vysetreni-diagnostika

[28] MRKVIČKA, Petr. Náklady a ztráty vyplývající z pracovních úrazů a nemocí z povolání za rok 2011. In: *BOZPinfo.cz* [online]. 3.12.2012 [cit. 2013-0-07]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tema_tydne/naklady_punzp121127.castdevata.html

[29] Nařízení vlády 311/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání.

[30] Nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

[31] NIU, Shengli. Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. *Applied Ergonomics.* 2010, vol. 41, Issue 6, s.744-753. ISSN 0003-6870.

[32] Publications. *OSHA* [online]. 1998-2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://osha.europa.eu/en/publications

[33] ROCQUELAURE, Yves et al. Risk Factors for Upper-Extremity Musculoskeletal Disorders in the Working Population. *Arthritis & Rheumatism.* 2009, vol. 61, No. 10, s. 1425-1434.

[34] SLUITER, JK, REST, KM, a FRINGS-DRESEN, MHW. Criteria document for evaluating the work-relatendness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment &Health.* 2001, vol. 27, suppl. 1, 1-102. ISSN 1795-990X.

[35] STANTON, Neville et al. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. CRC Press, 2005. ISBN 0-415-28700-6.

[36] ŠEJDA, Jan, ŠMERHOVSKÝ, Zdeněk a GÖPFEROVÁ, Dana. *Výkladový slovník epidemiologické terminologie.* Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1068-4.

[37] Topics. *International Labour Organisation* [online]. 1996-2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: http://www.ilo.org/global/topics/lang--en/index.htm

[38] Trigger finger. *WebMD* [online]. 2005 - 2013[cit. 2013-03-21]. Dostupné z: http://www.webmd.com/osteoarthritis/guide/trigger-finger.

[39] TUČEK, Milan, Miroslav, CIKRT a PELCLOVÁ, Daniela. *Pracovní lékařství pro praxi.* Praha: Grada Publishing, 2005.ISBN 80-247-0927-9.

[40] VALEČKOVÁ, Alena. Muskuloskeletální onemocnění. In: *BOZPprofi.cz* [online]. Nov 25, 2010 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z: http://www.bozpprofi.cz/muskuloskeletalni-onemocneni-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z54QsJzdAEChKzt1QPGGS2Q/.

[41] Zákony, vyhlášky a technické normy. *Technické normy* [online]. 2000-2008 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z: http://www.technickenormy.cz/tridy-norem/83-ochrana-zivotniho-prostredi-pracovni-a-osobni-ochrana-bezpecnost-strojnich-zarizeni-a-ergonomie/8335-ergonomie/

[42] Zákoník práce: Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. *Měšec.cz* [online]. 2007 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z: http://www.mesec.cz/clanky/zakonik-prace-bezpecnost-a-ochrana-zdravi-pri-praci/

14 SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Sborníky mezinárodních/tuzemských konferencí

1. SEKULOVÁ, Kateřina, 2009. Zvýšení produktivity výrobního systému aplikací programu 5S. In *4. ročník konference* Výrobní systémy dnes a zítra. Liberec. ISBN 978-80-7372-541-9.

2. ŠIMON, Michal a Kateřina, SEKULOVÁ, 2009. Od prototypu k virtuálním firmám. In *12. ročník konference Modelování a optimalizace podnikových procesů.* Plzeň. ISBN 978-80-7043-844-2.

3. SEKULOVÁ, Kateřina, 2010. Simulace a optimalizace s využitím programu Tecnomatix Jack. In *1. ročník konference Rozvoj spolupráce v oblasti řízení a transferu technologií.* Ostrava. ISBN 978-80-248-2195-

4. SEKULOVÁ, Kateřina, 2010. Využití simulačních modelů při tvorbě ergonomicky vhodného pracoviště. In *6. ročník Mezinárodní Baťovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky.* Zlín. ISBN 978-80-7318-922-8.

5. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2010. New Approach to Risk Assessment in the Workplace. In *Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium.* Zadar, Croatia. ISSN 1726-9679.

6. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2010. The Link between Ergonomics and Occupational Diseases. In *Proceedings of International Conference on Industrail and Information Engineering.* Paris, France. ISSN 1307-6892.

7. BUREŠ, Marek, Tomáš, GÖRNER a Kateřina, SEKULOVÁ, 2010. Digitální modely člověka a jejich využití v praxi. In *5. ročník mezinárodní konference Výrobní systémy dnes a zítra.* Liberec. ISBN 978-80-7372-669-0

8. BUREŠ, Marek, Tomáš, GÖRNER a Kateřina, SEKULOVÁ, 2010. Zkušenosti v oblasti využití digitálních nástrojů v praxi. In *3. ročník mezinárodní konference Ergonómia - Progresívne metódy v ergonómii*. Žilina. ISBN 978-80-970588-6-9.

9. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2011. The Social Impact of Technological Development. In *Proceedings of 15th International Business Information Management Association.* Cairo, Egypt. ISBN 978-0-9821489-4-5.

10. SEKULOVÁ, Kateřina, Michal, ŠIMON, Marek, BUREŠ, 2011. Aplikace moderních metod v péči o zdraví člověka. In *1. Ročník konference Modelování, simulace a optimalizace podnikových procesů v praxi.* Zlín. ISBN 978-80-260-0023-5.

11. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2011. Workonig environment and its impact on health of workers in non-productive areas. In *Proceedings of 15th International Business Information Management Association.* Kuala Lumpur, Malaysia. ISBN 978-0-9821489-5-2.

12. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2011. Risk of musculoskeletal disorders and occupational diseases. In *Proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium.*Vienna, Austria. s. 777-778. ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-83-4.

13. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2011. Význam ergonomie při snižování rizika poškození zdraví na pracovišti. In *13. ročník konference Modelování a optimalizace podnikových procesů.* Plzeň. ISBN 978-80-261-0060-7.

14. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2011. Moderní přístupy ergonomie v péči o zdraví člověka. In 6. *ročník konference Výrobní systémy dnes a zítra*. Liberec. ISBN 978-80-7372-774-1.

15. SEKULOVÁ, Kateřina, 2012. Sbližování reálného světa a virtuální reality v oblasti ergonomie. In *Collaborative Engineering v inovačním cyklu.* Zlín. ISBN 978-80-7372-938-7.

16. SEKULOVÁ, Kateřina, 2012. Nové trendy v hodnocení ergonomických rizik. In *Ergonómia 2012*. Žilina. ISBN 978-80-970974-0-0.

Články v časopisech

17. GÖRNER, Tomáš, Marek BUREŠ, Kateřina SEKULOVÁ a Michal ŠIMON, 2011. Využití digitálních nástrojů ergonomie v praxi. *JOSRA* [online]. č. 1 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-2011/digitalni-nastroje-ergonomie.html

18. SEKULOVÁ, Kateřina a Michal, ŠIMON, 2012. Využití legislativy jako součásti ergonomického nástroje Tecnomatix Jack. *JOSRA* [online]. č. 3-4 [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-03-04-2012/legislativa-muskuloskeletalni.html

15 CURRICULUM VITAE AUTORA

OSOBNÍ ÚDAJE

Jména a příjmení:	Ing. Kateřina Sekulová
Datum narození:	30. 12. 1984
Bydliště:	Zděchov 235, 756 07
E-mail:	sekulova@fame.utb.cz

DOSAŽENÉ VZDĚLÁNÍ

2009-09-20 – dosud	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, probíhající doktorské studium na ústavu Průmyslového inženýrství a informačních systémů
2007-09-20 – 2009-05-27	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, získaný titul Inženýr
2004-09-20 – 2007-06-13	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, získaný titul Bakalář
2000-09-01–2004-05-28	Masarykovo Gymnázium Vsetín, Tyršova 1069
1991-09-01–2000-06-30	Základní škola Zděchov

STUDIJNÍ STÁŽE

2008-10-27–2008-12-02	Studijní stáž v Procter & Gamble, Rakovník
2008-03-31–2008-04-04	Studijní stáž v Barum Continental, Otrokovice

JAZYKOVÉ DOVEDNOSTI

Anglický jazyk	pokročilý
Německý jazyk	pokročilý

DALŠÍ KURZY A VZDĚLÁNÍ

2006	zkouška „Zertifikat Deutsch“
2009-07-07–2009-07-09	školení Plant Simulation
2009-11-23–2009-11-26	školení Tecnomatix Jack

PEDAGOGICKÁ ČINNOST

2009-11-09–2009-12-14	Logistika – cvičení
2011-09-20–2011-12-16	Studie metod a měření práce – cvičení

Spolupráce na projektech:

- GA ČR 402/08H051: „Optimalizace multidisciplinárního navrhování a modelování výrobního systému virtuálních firem“.
- Mezinárodní projekt TIAM – „Toolkits for hazard identification, risk assessment and prevention of work-related musculoskeletal disorders based on a collaborative platform”.
- Projekt ZIVDIG: CZ.1.07/2.2.00/15.0397 „Životní cyklus výrobku v prostředí digitálního podniku“.
- Projekt OP VK č. CZ.1.07/2.3.00/09.0163 – VYZTYMDP – „Ergonomická analýza montážních pracovišť pro výrobu lampičky pomocí nástroje digitální fabriky TECNOMATIX – JACK“.
- Projekt OP VK č. CZ.1.07/2.4.00/12.0094 – „Consulting point pro rozvoj spolupráce v oblasti řízení inovací a transferu technologií“.

Ve Zlíně dne

Kateřina Sekulová

Model identifikace rizika nemocí z povolání ve vztahu **k pracovní činnosti**

Risk identification model of occupational diseases formation in relation to the work activity

Disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,

nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: ..výtisků

Sazba: Kateřina Sekulová

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2013

ISBN 978-80-…….

PŘÍLOHY

Příloha A: Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Nemoc z olova nebo jeho sloučenin	K položkám 1 – 58: Nemoci vznikají při plněních pracovních a služebních úkolů nebo v přímé souvislosti s ním (dále jen „při práci“), při němž je prokázána taková expozice chemickým látkám, jejich sloučeninám a směsím látek, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
2	Nemoc ze rtuti nebo jejich sloučenin	
3	Nemoc z arzénu nebo jejich sloučenin	
4	Nemoc z antimonu nebo jeho sloučenin	
5	Nemoc z berylia nebo jeho sloučenin	
6	Nemoc z kadmia nebo jeho sloučenin	
7	Nemoc z chrómu nebo jeho sloučenin	
8	Nemoc z manganu nebo jeho sloučenin	
9	Nemoc z niklu nebo jeho sloučenin	
10	Nemoc z fosforu nebo jeho sloučenin	
11	Nemoc z vanadu nebo jeho sloučenin	

12	Nemoc z fluóru nebo jeho sloučenin
13	Nemoc z chlóru nebo jeho sloučenin
14	Nemoc z ostatních halogenů a jejich sloučenin
15	Nemoc ze zinku nebo jeho sloučenin
16	Nemoc z mědi nebo jejích sloučenin
17	Nemoc z oxidu uhelnatého
18	Nemoc z oxidů dusíku
19	Nemoc z oxidů síry
20	Nemoc z kyanovodíku nebo kyanidů
21	Nemoc z izokyanátů
22	Nemoc z fosgenu
23	Nemoc z boranů
24	Nemoc ze sirouhlíku
25	Nemoc ze sirovodíku a sulfidů
26	Nemoc z amoniaku
27	Nemoc z halogenovaných uhlovodíků
28	Nemoc z alifatických nebo alicyklických uhlovodíků
29	Nemoc z alkoholů
30	Nemoc z glykolů
31	Nemoc éterů a ketonů
32	Nemoc z formaldehydu a jiných

	alifatických aldehydů
33	Nemoc z akrylonitrilu a jiných nitrilů
34	Nemoc z alifatických nitroderivátů
35	Nemoc z benzenu
36	Nemoc z homologů benzenu
37	Nemoc z naftalenu nebo jeho homologů
38	Nemoc z vinylbenzenu nebo divinylbenzenu
39	Nemoc z fenolů, jejich homologů nebo jejich halogenových derivátů
40	Nemoc z aromatických nitro nebo amino sloučenin
41	Nemoc z polychlorovaných bifenylů, dibenzodioxinů a dibenzofuranů
42	Nemoc z polycyklických kondenzovaných uhlovodíků
43	Nemoc ze syntetických pyretroidů
44	Nemoc z dipyridilů
45	Nemoc z karbamátů
46	Nemoc ze sloučenin kovů platinové skupiny
47	Nemoc z thalia nebo jeho sloučenin
48	Nemoc z barya nebo jeho sloučenin
49	Nemoc ze sloučenin cínu

50	Nemoc ze sloučenin selenu a teluru	
51	Nemoc z uranu nebo jeho sloučenin	
52	Nemoc z esterů kyseliny dusičné	
53	Nemoc z anorganických kyselin	
54	Nemoc z etylenoxidu a jiných oxiranů	
55	Nemoc z halogenových alkyleterů nebo aryleterů (bischlormetyleter)	
56	Nemoc z organických kyselin	
57	Nemoc z louhů	
58	Nemoc z dalších látek nebo směsí látek	

Příloha B: Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Silikóza nebo pneumokonióza uhlokopů: a) s typickými rtg znaky prašných změn od četnosti znaků p3/3, q2/2, r2/2 a výše a všechny formy komplikované pneumokoniózy (A,B,C) dle klasifikace Mezinárodní organizace práce, b) s aktivní tuberkulózou (mykobakteriózou), rtg p1/1, q1/1, r1/1 a výše dle klasifikace Mezinárodní organizace práce, c) od četnosti znaků p2/2, q1/1, r1/1 při splnění kritérií pro dynamiku onemocnění.	Nemoci vznikají při práci, u níž je prokázána taková expozice prachu s obsahem volného krystalického oxidu křemičitého, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci. K položce č. 1 písm. c) Nemoci vznikají u osob dosažení 40 let věku, pracujících na pracovištích, na kterých jsou prokazatelně překračovány přípustné expoziční limity pro daný typ fibrogenního prachu, přitom expozice fibrogenního prachu nepřesáhla 15 let (3000 směn).
2	Nemoci dýchacích cest, plic, pohrudnice nebo pobřišnice způsobené prachem azbestu: a) azbestóza, rtg znaky prašných změn od četnosti znaků s2/2, t2/2, u2/2 a výše dle klasifikace Mezinárodní organizace práce, b) hyalinóza pohrudnice s ventilační poruchou restrikčního typu, c) mezoteliom pohrudnice nebo pobřišnice,	Nemoci vznikají při práci, u níž je prokázána taková expozice azbestu, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.

	d) rakovina plic nebo rakovina hrtanu ve spojení s azbestózou od četnosti znaků s 1/1, t 1/1, u 1/1 dle klasifikace Mezinárodní organizace práce nebo s hyalinózou pleury.	
3	Pneumokonióza způsobená prachem při výrobě a zpracování tvrdokovů	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice prachu tvrdokovů, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
4	Pneumokonióza ze svařování, rtg znaky prašných změn od četnosti znaků p 3/3, q 2/2, r 2/2 a výše dle klasifikace Mezinárodní organizace práce	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice dýmům vznikajícím při svařování elektrickým obloukem, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
5	Nemoci dýchacích cest a plic způsobené vdechováním kobaltu, cínu, barya, grafitu, gama oxidu hlinitého, beryllia, antimonu nebo oxidu titaničitého	Nemoci vznikají při práci, u níž je prokázána taková inhalační expozice radioaktivním látkám, která je podle lékařských poznatků příčinou nemoci.
6	Rakovina plic z radioaktivních látek	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková inhalační expozice radioaktivním látkám, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
7	Rakovina dýchacích cest a plic způsobená koksárenskými plyny	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice koksárenským plynům, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
8	Rakovina sliznice nosní nebo vedlejších dutin nosních	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice prachu dřeva, která je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.

9	Exogenní alergická alveolitida	Nemoc vzniká při práci spojené s vdechováním prachu s antigenním a infekčním účinkem.
10	Astma bronchiale a alergická onemocnění horních cest dýchacích	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána expozice prachu nebo plynným látkám s alergizujícími nebo iritujícími účinky.
11	Bronchopulmonální nemoci způsobené prachem bavlny, lnů, konopí, juty, sisalu nebo cukrové třtiny	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána expozice uvedenému prachu.
12	Rakovina plic ve spojení s pneumokoniózou způsobenou prachem s obsahem volného krystalického oxidu křemičitého s typickými rtg znaky prašných změn od četnosti znaků p 3/3, q 2/2, r 2/2 a výše dle Mezinárodní organizace práce a všemi formami komplikované pneumokoniózy (A, B, C dle Mezinárodní organizace práce)	Nemoc vzniká při práci, u níž je prokázána taková expozice prachu s obsahem volného krystalického oxidu křemičitého, které je podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.
13	Chronická obstrukční plicní nemoc s FEV 1/FVC méně než 0,70 a FEV 1 50% referenčních hodnot nebo méně (CHOPN stadium III.) a RV 140% referenčních hodnot nebo více	Nemoc vzniká při těžbě v podzemí černouhelných dolů po dosažení nejméně 90% nejvyšší přípustné expozice a je nově zjištěna nejpozději do dvou let po opuštění práce s rizikem fibrogenního prachu s obsahem volného krystalického oxidu křemičitého.

Příloha C: Nemoci z povolání kožní

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Nemoci kůže způsobené fyzikálními, chemickými nebo biologickými faktory	Nemoci vznikají při práci, u níž se uvedené faktory vyskytují a jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.

Příloha D: Nemoci z povolání přenosné a parazitní

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Nemoci přenosné a parazitární	K položkám č. 1 a 2: Nemoci vznikají při práci, u níž je prokázáno riziko nákazy.
2	Nemoci přenosné ze zvířat na člověka buď přímo nebo prostřednictvím přenašečů	
3	Nemoci přenosné a parazitární vzniklé v zahraničí	Nemoci vznikají při práci v epidemiologicky obtížných oblastech s rizikem nákazy.

Příloha E: Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory

Položka	Nemoc z povolání	Podmínky vzniku nemoci z povolání
1	Těžká hyperkinetická dysfonie, uzlíky na hlasivkách, těžká nedomykavost hlasivek a těžká fonastenie, pokud jsou trvalé a znemožňují výkon povolání kladoucího zvýšené nároky na hlas	Nemoci vznikají při práci spojené s vysokou profesionálně podmíněnou hlasovou námahou.

Osobní faktory a zdravotní minulost	počet celkem	počet MSD	OR celkem	95% CI celkem	P† celkem	OR muži	95% CI muži	P† muži	OR ženy	95% CI ženy	P† ženy
Věk	0	0	0	0	< 0,001	0	0	< 0,001	0	0	< 0,001
< 30	875	39	1	0	0	1	0	0	1	0	0
31 - 34	572	44	1,8	1,1 - 2,8	0	1,8	1,0 - 3,3	0	1,7	0,9 - 3,4	0
35 - 39	508	61	2,9	1,9 - 4,4	0	2,5	1,4 - 4,4	0	3,6	1,9 - 6,6	0
40 - 44	561	73	3,2	2,1 - 4,8	0	2,9	1,7 - 5,1	0	3,5	1,9 - 6,4	0
45 - 49	538	109	5,4	3,7 - 8,0	0	4,9	2,9 - 8,2	0	6,1	3,4 - 10,8	0
50 - 54	451	103	6,3	4,3 - 9,4	0	5,5	3,2 - 9,2	0	7,6	4,3 - 13,7	0
≥ 55	198	42	5,8	3,6 - 9,2	0	5,1	2,7 - 9,6	0	6,7	3,4 - 13,5	0
ženy x muži	1584	229	1,4	1,1 - 1,7	0,001	0	0	0	0	0	0
BMI, kg/m2	0,0	0,0	0,0	0,0	< 0,001	0,0	0,0	< 0,001	0,0	0,0	< 0,006
normální (18,5 - 24,9)	2157	230	1	0	0	1	0	0	1	0	0
podváha (< 18,5)	124	8	0,6	0,3 - 1,2	0	0	0	0	0,7	0,3 - 1,4	0
nadváha (25 - 29,9)	1078	160	1,5	1,2 - 1,8	0	1,6	1,2 - 2,1	0	1,6	1,1 - 2,2	0
obezita (≥ 30)	300	59	2,1	1,5 - 2,8	0	2,5	1,7 - 3,9	0	1,7	1,0 - 2,7	0

	počet celkem	počet MSD	OR celkem	95% CI celkem	P† celkem	OR muži	95% CI muži	P† muži	OR ženy	95% CI ženy	P† ženy
obezita (≥ 30)	300	59	2,1	1,5 - 2,8	0	2,5	1,7 - 3,9	0	1,7	1,0 - 2,7	0
≥ 1 předchozí UEMSD	713	226	5,3	4,3 - 6,5	< 0,001	4,3	3,2 - 5,8	< 0,001	6,4	4,7 - 8,6	< 0,001
cukrovka	61	17	2,7	1,5 - 4,8	< 0,001	2	0,9 - 4,4	0,083	4,5	1,9 - 10,8	< 0,001
onemocnění štítné žlázy	135	24	1,5	1,0 - 2,4	0,073	0,8	0,2 - 2,6	0,693	1,6	0,9 - 2,6	0,086
zánětlivá artritida horních končetin	78	20	2,4	1,5 - 4,1	< 0,001	1,7	0,8 - 4,0	0,187	3	1,5 - 6,0	0
pracovní faktory											
současná prof. Kategorie											
manažeři, odborníci, technici	1133	116	1	0	0	1	0	0	1	0	0
nižší úředníci	986	144	1,1	0,9 - 1,5	0	0,9	0,5 - 1,7	0	1	0,7 - 1,4	0
kvalifikovaní dělníci	943	135	1,5	1,1 - 1,9	0	1,5	1,1 - 2,1	0	1,9	1,1 - 3,3	0
nekvalifikovaní dělníci	643	107	1,8	1,3 - 2,3	0	1,4	1,0 - 2,1	0	2	1,3 - 3,0	0
strávená doba v souč. profesi (roky)	0	0	0	0	< 0,001	0	0	< 0,001	0	0	< 0,001
< 1	455	36	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1 - 2	591	48	1	0,7 - 1,6	0	1,7	0,9 - 3,2	0	0,6	0,3 - 1,2	0
3 - 10	1238	127	1,3	0,9 - 2,0	0	1,9	1,0 - 3,4	0	1	0,6 - 1,7	0
> 10	1389	257	2,6	1,8 - 3,8	0	3,6	2,0 - 6,3	0	2	1,3 - 3,3	0

Faktory související s organizací práce	počet celkem	počet MSD	OR celkem	95% CI celkem	P† celkem	OR muži	95% CI muži	P† muži	OR ženy	95% CI ženy	P† ženy
práce v tempu	383	59	1,3	1,0 - 1,8	0,078	1,3	0,8 - 1,9	0,242	1,4	0,9 - 2,1	0,147
pracovní tempo závislé na automatizaci	400	70	1,5	1,2 - 2,0	0,002	1,5	1,0 - 2,1	0,043	1,8	1,2 - 2,7	0,009
pracovní tempo závislé na technické (odborné) organizaci	742	100	1,1	0,9 - 1,4	0,405	1,1	0,8 - 1,5	0,511	1,4	0,9 - 2,1	0,113
pracovní tempo závislé na požadavcích zákazníka	1643	184	0,8	0,7 - 1,0	0,025	0,9	0,7 - 1,1	0,299	0,7	0,5 - 0,9	0,021
pracovní tempo závislé na práci spolupracovníků	1109	146	1,1	0,9 - 1,4	0,399	1,4	1,1 - 1,8	0,022	0,9	0,6 - 1,2	0,353
pracovní tempo závislé na stanoveném plánu	1729	241	1,2	1,0 - 1,5	0,03	1,1	0,8 - 1,4	0,506	1,6	1,2 - 2,1	0,002
rotace práce, ≥ 1 za týden	1350	199	1,3	1,1 - 1,6	0,004	1,4	1,1 - 1,9	0,013	1,3	1,0 - 1,7	0,086
práce s dočasnými pracovníky	1106	165	1,3	1,1 - 1,6	0,01	1,3	1,0 - 1,7	0,105	1,4	1,0 - 1,8	0,042
vysoké vizuální nároky	2380	331	1,4	1,1 - 1,7	0,005	1,2	0,9 - 1,6	0,201	1,5	1,1 - 2,1	0,008
přesčasy	2186	260	0,8	0,7 - 1,0	0,055	0,9	0,7 - 1,2	0,647	0,8	0,6 - 1,0	0,075
předcházející znalosti o přetížení	366	43	0,9	0,6 - 1,3	0,546	1,2	0,8 - 1,7	0,469	0,6	0,3 - 1,2	0,14

pracovní pozice a bio-mechanická omezení	počet celkem	počet MSD	OR celkem	95% CI celkem	P† celkem	OR muži	95% CI muži	P† muži	OR ženy	95% CI ženy	P† ženy
vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den	958	183	2	1,6 - 2,5	< 0,001	1,8	1,4 - 2,5	< 0,001	2,1	1,6 - 2,8	< 0,001
příliš krátké přestávky, < 10 min. přestávka	205	50	2,4	1,7 - 3,3	< 0,001	1,9	1,1 - 3,3	0,02	2,5	1,6 - 3,9	< 0,001
vysoké fyzické požadavky, Borgova stupnice ≥ 13	1856	309	2,1	1,7 - 2,6	< 0,001	2,5	1,8 - 3,3	< 0,001	1,9	1,5 - 2,6	< 0,001
paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, 2 hod./den	487	104	2,1	1,7 - 2,7	< 0,001	2,6	1,9 - 3,6	< 0,001	1,6	1,1 - 2,4	0,013
abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den	572	108	1,8	1,4 - 2,2	< 0,001	1,8	1,3 - 2,4	< 0,001	1,9	1,3 - 2,7	< 0,001
držení rukou za trupem, ≥ 2 hod./den	187	29	1,3	0,8 - 1,9	0,242	1,6	0,9 - 2,7	0,084	1	0,5 - 1,8	0,902
celková flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den	1214	221	2	1,6 - 2,4	< 0,001	2,4	1,8 - 3,1	< 0,001	1,7	1,2 - 2,2	< 0,001
plná pronosupinace, ≥ 2 hod./den	534	86	1,4	1,1 - 1,8	0,011	1,4	1,0 - 1,9	0,027	2,1	1,3 - 3,4	0,004
extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den	1236	222	2	1,6 - 2,4	< 0,001	1,8	1,4 - 2,4	< 0,001	2,2	1,6 - 2,9	< 0,001
použití ručního nářadí, ≥ 2 hod./den	1711	251	1,4	1,2 - 1,7	< 0,001	1,3	1,0 - 1,7	0,074	1,8	1,4 - 2,4	< 0,001
držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den	297	66	2,1	1,6 - 2,8	< 0,001	2,1	1,4 - 3,1	< 0,001	2,1	1,4 - 3,2	< 0,001

	počet celkem	počet MSD	OR celkem	95% CI celkem	P† celkem	OR muži	95% CI muži	P† muži	OR ženy	95% CI ženy	P† ženy
precizní (přesné) pohyby prstů, ≥ 2 hod./den	1665	263	1,6	1,4 - 2,0	< 0,001	1,5	1,1 - 1,9	0,004	1,9	1,4 - 2,5	< 0,001
tlačení palcem, ≥ 2 hod./den	294	59	1,8	1,4 - 2,5	< 0,001	1,9	1,3 - 2,7	< 0,001	2,4	1,3 - 4,4	0,004
použití vibračního nářadí, ≥ 2 hod./den	469	73	1,3	1,0 - 1,7	0,046	1,3	1,0 - 1,8	0,098	2,5	1,4 - 4,4	0,002
vystavení nízkým teplotám, ≥ 4 hod./den	220	34	1,3	0,9 - 1,9	0,205	1,2	0,7 - 1,9	0,529	1,6	0,9 - 2,8	0,127
práce s klávesnicí a počítačem, ≥ 4 hod./den	1024	96	0,6	0,5 - 0,8	< 0,001	0,6	0,4 - 0,9	0,022	0,5	0,4 - 0,7	< 0,001
používání rukavic, ≥ 4 hod./den	584	95	1,4	1,1 - 1,8	0,005	1,3	1,0 - 1,8	0,089	1,7	1,2 - 2,5	0,006
Psychosociální faktory											
vysoké duševní nároky, skóre ≥ 22	1814	250	1,2	1,0 - 1,5	0,05	1,4	1,1 - 1,9	0,009	1	0,8 - 1,3	0,968
nízké dovednostní možnosti, skóre ≤ 34	2016	297	1,5	1,2 - 1,8	< 0,001	1,4	1,1 - 1,8	0,013	1,5	1,1 - 2,1	0,006
nízká rozhodovací pravomoc, skóre ≤ 32	1276	185	1,3	1,1 - 1,6	0,014	0,9	0,7 - 1,3	0,711	1,6	1,2 - 2,2	< 0,001
nízká podpora vedení, skóre ≤ 11	1427	216	1,4	1,2 - 1,8	< 0,001	1,4	1,1 - 1,9	0,009	1,5	1,1 - 2,0	0,007
nízká podpora spolupracovníků, skóre ≤ 11	708	111	1,4	1,1 - 1,7	0,007	1,4	1,0 - 1,9	0,039	1,3	1,0 - 1,9	0,088

	počet celkem	počet MSD	RR	AR	AR %	PAR	PAR %
Věk							
< 30	875	39	1	0	0 %	0	0 %
31 - 34	572	44	1,73	0,03	42,1 %	0,01	22,3 %
35 - 39	508	61	2,69	0,08	62,9 %	0,03	38,4 %
40 - 44	561	73	2,92	0,09	65,7 %	0,03	42,9 %
45 - 49	538	109	4,55	0,16	78 %	0,06	57,4 %
50 - 54	451	103	5,12	0,18	80,5 %	0,06	58,4 %
≥ 55	198	42	4,76	0,17	79 %	0,03	41 %
BMI, kg/m2							
normální (18,5 - 24,9)	2157	230	1	0	0	0	0
podváha (< 18,5)	124	8	0,61	-0,04	-65,3 %	0	-2,2 %
nadváha (25 - 29,9)	1078	160	1,39	0,04	28,2 %	0,01	11,6 %
obezita (≥ 30)	300	59	1,84	0,09	45,8 %	0,01	9,3 %

	počet celkem	počet MSD	RR	AR	AR %	PAR	PAR %
≥ 1 předchozí UEMSD	713	226	3,86	0,23	74,1 %	0,05	35,5 %
vysoká monotónnost, ≥ 4 hod./den	958	183	1,82	0,09	45 %	0,02	17,5 %
vysoké fyzické požadavky, Borgova stupnice ≥ 13	1856	309	1,89	0,08	47,2 %	0,04	30,9 %
paže na úrovni nebo nad úrovní ramen, 2 hod./den	487	104	1,87	0,1	46,5 %	0,01	10,3 %
abdukce horních končetin, ≥ 2 hod./den	572	108	1,63	0,07	38,6 %	0,01	8,8 %
celková flexe/extenze lokte, ≥ 2 hod./den	1214	221	1,81	0,08	44,8 %	0,03	21 %
extrémní ohýbání zápěstí, ≥ 2 hod./den	1236	222	1,78	0,08	43,7 %	0,03	20,6 %
držení nářadí, nástrojů špetkovým úchopem, ≥ 4 hod./den	297	66	1,87	0,1	46,5 %	0,01	6,5 %