



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## DESIGN A ERGONOMIE RUČNÍHO NÁŘADÍ

DESIGN AND ERGONOMICS OF HAND TOOLS

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Richard Sovják

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Kateřina Mouralová, Ph.D.

BRNO 2021



# Zadaní diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	<b>Ing. Richard Sovják</b>
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	<b>Ing. Kateřina Muralová, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Design a ergonomie ručního náradí

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Nesprávné používání ergonomicky vyřešeného ručního náradí má zpravidla při dlouhodobém procesu negativní vliv na pracovníky. Pro snížení negativních příznaků ukazuje předložené téma možnosti řešení.

### Cíle diplomové práce:

- Charakteristika ručního náradí
- Vytipování náradí pro autorské řešení
- Designový návrh dané ergonomické části
- Zhodnocení sortimentu náradí z běžné praxe

### Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

GIBSON, Ian, David W. ROSEN and Brent STUCKER. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing. New York: Springer, 2010. P. 459. ISBN 14-419-1120-0.

IMAI, Masaaki. Kaizen. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

KARPÍŠEK, Zdeněk. Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. 3. vyd. Olomučany: CERM, s. r. o., 2007. 170 s. ISBN 978-80-241-3380-9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-7044-639-4.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

PATŘIČNÝ, Martin. Dřevo krásných stromů. 3. vyd. Praha: Grada, 2005. 144 s. ISBN 978-80-2-7-1193-5.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

SUCHÝ, Ivana. Handbook of die design. 2nd edition. New York: McGRAW-HILL, 2006. P. 730. ISBN 0-07-146271-6.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na analýzu ergonomie ručního nářadí a také ekonomických dopadů na nemocného zaměstnance v České republice. Předkládá výsledky charakteristik ručního nářadí z pohledu jejich provedení, pracovních pozic a manipulace. Představuje současnou legislativu a ergonomické metody včetně nově navrženého vizuálního nástroje AAL. Nástroj umožňuje ergonomickou analýzu z polohového natočení končetin, trupu a krku včetně zadání silových a svalových parametrů. AAL je zapracován do softwaru Excel s možností integrace dat ze softwaru Rhinoceros a modulu Grasshopper, který generuje automaticky data. Podkladem pro analýzu bylo 144 naskenovaných 3D vzorků ručního nářadí v 11 skupinách. Analyzuje 13 typických onemocnění včetně jejich ekonomických dopadů. Z ekonomického hlediska jsou náklady na nemocného zaměstnance vyšší oproti zdravému kolektivu téměř o 57 %. Součástí práce je také autorský návrh ergonomické části nářadí.

### Klíčová slova

ergonomie, AAL, RULA, REBA, design, onemocnění z povolání, ekonomické kalkulace, ruční nářadí

## ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the analysis of the power tools ergonomics and also on the economic impact on a sick employee in the Czech Republic. It presents the results of the characteristics of hand tools in terms of their design, usage positions and handling. It introduces current legislation and ergonomic methods, including the newly designed visual tool AAL. The tool enables ergonomic analysis of positional rotation of the limbs, torso and neck, including the input of strength and muscle parameters. AAL is integrated into Excel software with the possibility of integrating data from Rhinoceros software and the Grasshopper module, which automatically generates data. The analysis is based on 3D scans of 144 power tools that are divided into 11 groups. It analyzes 13 typical diseases and their economic impacts. From an economic point of view, the costs per sick employee are almost 57% higher compared to a healthy employee. The author's design of the ergonomic part of the tool is also part of the thesis.

### Key words

ergonomics, AAL, REBA, RULA, design, occupational diseases, economic calculations, power tools

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SOVJÁK, Richard. *Design a ergonomie ručního nářadí*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129678>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Kateřina Mouralová.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Design a ergonomie ručního nářadí** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

21. května 2021

Datum

Ing. Richard Sovják

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval za cenné připomínky a rady vedoucí práce Ing. Kateřině Mouralové, Ph.D., za konzultace z lékařské problematiky MUDr. Tereze Peterkové a Ing. Josefu Bednářovi, Ph.D. s konzultacemi týkající se problematiky zpracování a analýzy dat. Poděkování patří zejména rodině za trpělivost a podporu.

## OBSAH

ABSTRAKT .....	5
PROHLÁŠENÍ .....	6
PODĚKOVÁNÍ.....	7
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	12
1 HISTORICKÝ VÝVOJ RUČNÍHO NÁŘADÍ.....	13
2 CHARAKTERISTIKY RUČNÍHO NÁŘADÍ.....	15
2.1 Rozdělení podle pohybové motoriky .....	15
2.2 Rozdělení podle způsobu úchopu .....	16
2.3 Rozdělení podle způsobu kontaktu při pracovní činnosti.....	16
2.4 Rozdělení podle typu ručního nářadí.....	16
2.5 Rozdělení podle využití fyzikálních vlastností.....	17
2.6 Rozdělení podle pracovního pohybu s ručním nářadím .....	17
2.7 Rozdělení podle pracovní polohy s nářadím .....	18
2.8 Rozdělení podle polohy nástroje vůči člověku.....	19
2.9 Rozdělení podle pohybu nástroje .....	19
2.10 Rozdělení podle prováděné činnosti .....	20
2.11 Rozdělení podle způsobu pohonu .....	21
2.12 Rozdělení podle druhu dotčeného materiálu .....	22
2.13 Rozdělení použití materiálů na konstrukci nářadí.....	23
2.13.1 Dřevo .....	23
2.13.2 Železné kovy.....	23
2.13.3 Neželezné kovy.....	24
2.13.4 Plasty .....	24
2.13.5 Kompozity .....	24
2.13.6 Epoxidy a barvy .....	25
2.13.7 Keramika.....	25
2.13.8 Sklo.....	25
2.13.9 Textil .....	25
2.13.10 Elektronika .....	25
3 ERGONOMIE A BEZPEČNOST .....	26
3.1 Vztah člověk–stroj .....	26
3.2 Ergonomické zásady .....	27



---

3.3 Ergonomie a normy .....	28
3.3.1 ČSN EN ISO 7250-1 .....	28
3.3.2 ČSN EN 614-1+A1 .....	30
3.3.3 ČSN EN 1005-1 .....	30
3.3.4 ČSN EN ISO 894-3+A1.....	30
3.3.5 ČSN ISO 6385 .....	30
3.4 Ergonomie a legislativa .....	30
3.4.1 Směrnice 2006/42/EC .....	30
3.4.2 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.....	31
3.4.3 Zákon č. 309/2006 Sb.....	31
3.4.4 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.....	31
3.4.5 Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.....	31
3.4.6 Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.....	32
3.5 Ergonomické metody.....	32
3.5.1 HE .....	33
3.5.2 REBA .....	33
3.5.3 RULA .....	33
3.5.4 OWAS.....	33
3.5.5 HARM .....	33
3.5.6 JSI.....	33
3.5.7 KIM.....	34
3.5.8 EAWS .....	34
3.5.9 RAMP.....	34
3.5.10 OCRA.....	34
3.5.11 WERA .....	34
3.5.12 ERIN .....	35
3.5.13 CERA .....	35
3.5.14 HTA.....	35
3.5.15 NIOSH.....	35
3.5.16 Ostatní metody.....	35
4 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE .....	37
4.1 Analýza problému.....	37
4.2 Cíle práce .....	38
4.2.1 Dílčí cíle práce .....	38
5 ERGONOMICKÁ ANALÝZA RUČNÍHO NÁŘADÍ.....	39
5.1 Výchozí ergonomická metoda RULA.....	39

---

---

5.2 Navržená ergonomická metoda AAL .....	39
5.2.1 Dopadový diagram AAL .....	40
5.2.2 Ruční zpracování pomocí Excel.....	43
5.2.3 Integrace do softwaru Rhinoceros .....	43
5.3 Ergonomická analýza ručního nářadí .....	46
5.3.1 Vrtací kladiva .....	47
5.3.2 Vrtačky .....	48
5.3.3 Excentrické brusky .....	50
5.3.4 Pásové brusky .....	51
5.3.5 Elektrické hoblíky .....	53
5.3.6 Přímočaré pilky .....	54
5.3.7 Okružní pily .....	56
5.3.8 Vibrační brusky .....	57
5.3.9 Úhlové brusky .....	59
5.3.10 Pily ocasky .....	60
5.3.11 Elektrické řetězové pily .....	62
5.4 Zhodnocení ergonomie nářadí .....	63
5.4.1 Závěr z analýzy AAL .....	67
6 DESIGN RUČNÍHO NÁŘADÍ .....	68
6.1 Autorský design ručního nářadí.....	68
6.2 Ergonomické řešení navrženého nářadí.....	69
7 LÉKAŘSKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	73
7.1 Onemocnění z povolání .....	75
7.1.1 Sekundární Raynaudův syndrom.....	75
7.1.2 Epikondylitidy .....	75
7.1.3 Tendinitidy a morbus de Quervain .....	75
7.1.4 Neuropatie .....	76
7.1.5 LIS syndrom, blokáda krční páteře, degenerace obratlů.....	76
7.1.6 Herniace meziobratlové plotýnky .....	76
7.1.7 Rhizartróza.....	77
7.1.8 Syndrom zmrzlého ramene .....	77
7.1.9 Prepatelární burzitida .....	77
7.1.10 Kýla .....	78
7.1.11 Dypuytren kontraktura.....	78
7.1.12 Aseptické nekrózy .....	78
7.1.13 Poškození menisku .....	78

---

---

7.2 Orientační náklady na léčbu onemocnění .....	79
7.3 Ekonomické zhodnocení pracovních neschopností.....	81
7.3.1 Analýza pracovních odvětví .....	83
7.3.2 Analýza pracovní neschopnosti v délce 14 dní .....	84
7.3.3 Analýza pracovní neschopnosti v délce 31 dní .....	89
7.3.4 Analýza pracovní neschopnosti v délce 41 dní .....	94
7.3.5 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (přesčasy) .....	98
7.3.6 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (externí DPP) .	101
7.3.7 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (HPP).....	110
7.3.8 Dorovnávací výpočty pracovních neschopností a mezd .....	114
7.3.9 Prevence pracovních neschopností .....	116
7.3.10 Finanční dopady pracovních neschopností.....	117
7.3.11 Celkové finanční zhodnocení pracovních neschopností .....	123
8 DISKUZE .....	126
8.1 Interpretace a srovnání výsledků.....	126
8.2 Rozvoj metody AAL.....	127
ZÁVĚR .....	128
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	129
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....	140
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	147
SEZNAM PŘÍLOH .....	151

## ÚVOD

Výroba a používání ručního náradí je součástí historie lidstva, které jej provází až do současnosti. Vlivem technologického a technického pokroku bylo a je stále zdokonalováno od jednoduchých kamenných, dřevěných nástrojů až po sofistikované ruční náradí využívané astronauty. Ruční náradí svojí rozmanitostí, které je dáno nejenom konstrukcí, zdrojem pohonu a mnoha dalšími aspekty, vyžadují po uživateli čím dál větší mentální a fyzickou koncentraci. Dnešní doba cílí na masivní využívání ručního náradí z důvodu vykonávání rychlé a efektivní pracovní činnosti.

Vědní disciplína, která se zejména zabývá symbiózou stroje a člověka (hledáním optimálního spojení), se nazývá ergonomie a je nedílnou součástí WHO. Opírá se o bohaté legislativní rámce, které mohou být formou nařízení, zákonů, směrnic a mezinárodních norem. Pro minimalizování negativních dopadů vznikajících při používání ručního náradí slouží ergonomické metody a nástroje, které se opírají o rozsáhlá antropometrická data.

Při zacházení s ručním náradím dochází k úrazům, ale také ke vzniku pracovních onemocnění. Ty mají v případě pracovně právních vztahů negativní ekonomické dopady na fungování a hospodaření firem v oblasti zaměstnanosti, administrace a vzniku dalších výdajů na hledání nových zaměstnanců. Výdaje na léčbu nemocného pracovníka nevznikají pouze ve firemním sektoru, ale také zdravotním pojišťovnám a státnímu sociálnímu systému.

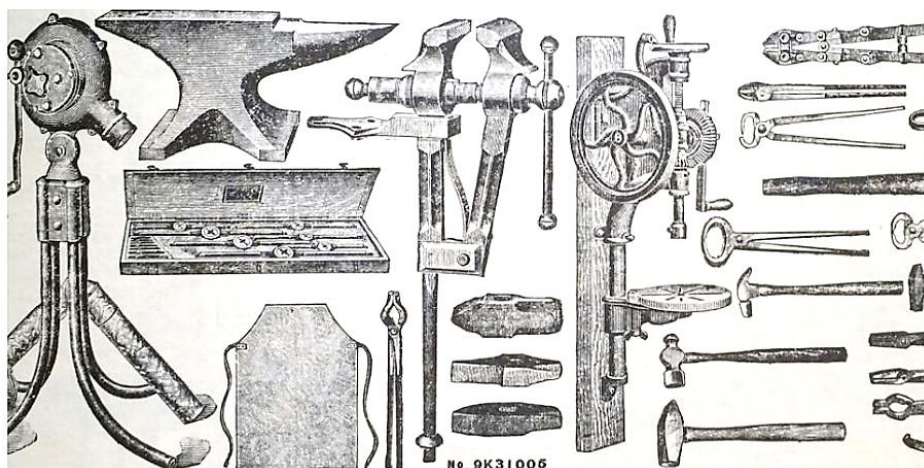
Diplomová práce je zaměřena na analýzu ručního náradí z pohledu legislativních požadavků, stanovení charakteristik ručního náradí, rešerši současných ergonomických metod a kalkulace lékařsko-ekonomických dopadů pracovních neschopností. Cílem je také naskenování ručního náradí pro následnou ergonomickou analýzu za pomoci současných metod s nalezením vlastní hodnotící metody včetně autorského návrhu řešení ergonomie.

## 1 HISTORICKÝ VÝVOJ RUČNÍHO NÁŘADÍ

Ruční nástroje provází lidstvo již od prvních vzpřímených kroků našich dávných předků až do dnešní doby. Rané využívání dřevěných nástrojů sahá až 4 milionů let zpět v historii lidstva, avšak prvotní využívání kamenných nástrojů člověkem je datováno již před 3,3 milionů let. Náš dávný předek *Homo Erectus* byl prvním člověkem, který využíval vyrobené ruční nástroje pro každodenní použití. Nástroje byly primitivní, od kamenných seker, až po složitěji opracované nářadí. Lidé, jakož to sběrači a lovci, potřebovali ke svému přežití rozmanité ruční nástroje, které si sami vyrobili. [1,2,3]

Doba kamenná, která byla charakteristická využitím kamenných a dřevěných nástrojů končí začínající dobou bronzovou 4000 let př. n. l., jenž přinesla lidstvu evoluční rozvoj. Lidé této doby využívali ohně k odlévání slitin pro výrobu zbraní, šperků a nástrojů. [3,4,5] Získané zkušenosti lidstvo využilo v následujícím období v době železné od 1500 let př. n. l., které významně rozvinulo zemědělství, stavebnictví, strojírenství a výrobu drobných výrobků a nářadí. [4,6]

Novodobá historie lidské společnosti je determinována tzv. „průmyslovou revolucí“, která byla a je určujícím směrem vývoje lidstva. První průmyslová revoluce, která se zrodila ze síly páry z tisíciletí technologických inovací roku 1784. Tento velký ekonomický rozvoj vznikl vlivem industrializace průmyslu a masivního využívání parních strojů s rozšířením železnic. Lidská vynalézavost roku 1870 dala vzniknout druhé průmyslové revoluci, a to objevem nové hybné síly celé společnosti, elektrickou energií, ropou a plynem.



Obr. 1.1 Soubor kovářského nářadí 1908 [9].

Roku 1969 přichází třetí průmyslová revoluce, která významným způsobem rozšiřuje telekomunikace a zavádí automatizace řídicích procesů. S nástupem nového milénia vznikla čtvrtá průmyslová revoluce, která přinesla rozvoj internetu a virtuální reality. [7,8]

Ve všech etapách vývoje lidské společnosti, i v jejich malých krůčcích, stála práce člověka, který svíral v ruce ruční nářadí (viz obr. 1.1). Přes nezastavitelný



## 2 CHARAKTERISTIKY RUČNÍHO NÁŘADÍ

Ruční nářadí a také přípravky můžeme zařadit mezi základní výrobní prostředky k provádění výrobních/pracovních procesů. Používáním ručního nářadí měníme lokální pracovní prostředí, kdy v něm zpravidla vytváříme negativní jevy (hluk, prach, vibrace atp.). Rozmanitost jednotlivého nářadí je dána potřebami uživatele, pro kterou činnost bylo nářadí navrženo. Toto rozčlenění zcela jednoznačně určuje, jakým způsobem lze s nářadím bezpečně manipulovat a používat jej. Z tohoto důvodu můžeme samotné nářadí skupinově kategorizovat a binárně stanovit, zdali je za daných pracovních podmínek práce s nářadím v krátkodobém a dlouhodobém hledisku bezpečná a efektivní. Významným činitelem na pohodlí práce s vhodně vybraným nářadím je jeho váha, způsob úchopu, pracovní poloha, jenž má dopad na ergonomii pracovníka a uživatele nářadí. [11,12]

### 2.1 Rozdělení podle pohybové motoriky

Hlavní a charakteristickou vlastností každého nářadí jsou fyzické možnosti člověka pro jeho ovládání nebo zacházení. Toto prvotní rozlišení umožňuje určit jaké motorické schopnosti, a v jaké intenzitě, bude nutné použít pro jejich ovládání.

Základní rozdělení ovládání ručního nářadí dle druhů pohybové motoriky:

- jemná motorika (viz obr. 2.1),
- hrubá motorika (viz obr. 2.2).

Jemná motorika je zejména závislost „oko a ruka“ a umožňuje tím vizuálně koordinovat jemné pohybové akce prstů a rukou. Dynamická koordinace pohybového aparátu je zajišťována hrubou motorikou, která uvádí hybnost těla do klidového/vyváženého stavu jak v oblasti fyziologického, tak psychického rozložení. [13,14]



Obr. 2.1 Nářadí, jemná motorika [15].



Obr. 2.2 Nářadí, hrubá motorika [16].

## 2.2 Rozdělení podle způsobu úchopu

Významným konstrukčním prvkem každého ručního nářadí je umístění úchopu a souvisejících ovladačů v případě, že jsou jejich součástí. Madla, hmatníky, úchyty, vybrání, držadla musí být umístěna v optimální poloze pro vlastní pracovní činnost, přenášení a skladování výrobku. Do konstrukčního řešení ručního nářadí, které využívá zejména externího přísunu energie je nutné zahrnout vliv těžiště, které má vliv na pohybový aparát člověka. Způsob provedení a umístění úchopu je zdrojem fyzické zátěže, jak dynamické, tak statické [17].

Rozdělení ručního nářadí podle úchopu:

- pouze jednou rukou (viz obr. 2.3),
- nesymetricky obě ruce (viz obr. 2.4),
- symetricky obě ruce (viz obr. 2.5).



Obr. 2.3 Úchop jednou rukou [18].



Obr. 2.4 Nesymetrický úchop [19].



Obr. 2.5 Symetrický úchop [20].

## 2.3 Rozdělení podle způsobu kontaktu při pracovní činnosti

Základním rozdělením nářadí je na:

- kontaktní (viz obr. 2.4),
- nekontaktní (viz obr. 2.7).

## 2.4 Rozdělení podle typu ručního nářadí

Ruční nářadí jsou konstruovány pro různé pracovní činnosti, které vyžadují odlišné přístupy pro dosažení daného pracovního úkonu.



Rozdělení nářadí podle vykonávané činnosti prostřednictvím:

- nástroje (viz obr. 2.4),
- přídatného materiálu (viz obr. 2.6),
- fyzikálního jevu (např.: teplo, elektromagnetismus, plyn viz obr. 2.7).

## 2.5 Rozdělení podle využití fyzikálních vlastností

Charakteristickou vlastností ručního nářadí je jakým „fyzikálním způsobem“ je prováděna pracovní činnost. Většina ručního nářadí zpravidla využívá kontaktního způsobu provádění pracovního úkonu, avšak jsou také výrobky, které používají teplo nebo světlo. Nářadí jako například: detektory vedení, termokamery aj., jsou zaříděny do kategorie ostatní viz níže.

Ruční nářadí je tedy možné rozdělit podle využití fyzikálních vlastností na:

- tekuté (viz obr. 2.6),
- plynné (viz obr. 2.7),
- světelné (viz obr. 2.8),
- tuhé/pevné (viz obr. 2.4),
- ostatní.



Obr. 2.6 Využití tekuté fáze [21].



Obr. 2.7 Využití teplého vzduchu [22].



Obr. 2.8 Využití světla [23].

## 2.6 Rozdělení podle pracovního pohybu s ručním nářadím

Práce s ručním nářadím vyžaduje koordinované pohyby pohybové motoriky (viz kap. 2.1). Pohyby nářadí jsou úzce spjaty s pohybem nástroje, kdy je nářadí přesně vedeno např. broušícím/řezným kotoučem (viz obr. 2.4), nebo je nutné provádět činnost působením vlastností nářadí v přibližném místě kontaktu (viz obr. 2.7). Velmi často dochází ke slučování více pohybů v postupném sledu,

nejdříve kyvný a po té přímočarý k doříznutí materiálu (viz obr. 2.10), nebo nahodilý dle potřeby pracovníka například při vybourávání stavebního otvoru (viz obr. 2.2).

Rozdělení podle převažujícího pracovního pohybu s nářadím na:

- prostorově volný (viz obr. 2.7),
- přímočarý (viz obr. 2.4),
- rotační (viz obr. 2.9),
- kyvný (viz obr. 2.5),
- složený (viz obr. 2.10),
- pevný (viz obr. 2.11).



Obr. 2.9 Rotační pohyb s nářadím [24].



Obr. 2.10 Složený pohyb s nářadím [25].



Obr. 2.11 Pevné umístění [26].

## 2.7 Rozdělení podle pracovní polohy s nářadím

Významným aspektem při práci s ručním nářadím je jeho pracovní poloha, která umožňuje podle druhu nářadí redukovat, nebo zcela vyloučit jejich vlastní váhu. Nejběžnější polohou pro nářadí je horizontální poloha, typickým nářadím pro tuto polohu jsou například okružní pily. Vertikální orientace je určena pro nářadí s velkou hmotností nebo vysokou energií nástroje (viz obr. 2.5). Smíšená pracovní poloha umožňuje jak horizontální, tak vertikální polohu, kterou využívají například elektrické řetězové pily.

Orientace pracovní polohy nářadí můžeme být:

- nevázaná (viz obr. 2.12),
- horizontální (viz obr. 2.13),
- vertikální (viz obr. 2.5),
- smíšená (viz obr. 2.14).



Obr. 2.12 Nevázaná poloha [27].



Obr. 2.13 Horizontální poloha [28].



Obr. 2.14 Smíšená poloha [29].

## 2.8 Rozdělení podle polohy nástroje vůči člověku

Umístění pracovní polohy, úchopu a pracovního pohybu s nářadím definuje v jakých úrovních bude s nářadím primárně nebo obvykle zacházeno. Nástroje s jasně určenou polohou pod chodidly (popřípadě v oblasti chodidel) jsou například těžká bourací kladiva (viz obr. 2.5), typickým příkladem nástroje umístěného nad hlavou jsou sádkartonářské brusky. Oblast pasu je charakteristická pro okružní pily (viz obr. 2.10), oblast hrudníku pro příklepové vrtačky. Ruční nářadí lze používat v různých úrovních lidské postavy, avšak s hrozícími ergonomickými riziky.

Rozdělení podle převažující polohy nástroje vůči člověku:

- nevázané oblasti,
- oblast pod chodidly,
- oblast chodidel,
- oblast nohou,
- oblast pasu,
- oblast hrudi,
- oblast hlavy,
- oblast nad hlavou.

## 2.9 Rozdělení podle pohybu nástroje

Ruční nářadí je vybaveno rozličnými druhy nástrojů, které vykonávají zpravidla pohyb. Tento pohyb je úzce spjat s druhem ručního nářadí, pro který bylo navrženo. Nejběžnější a nejjednodušší vykonávací pohyb nástroje je rotační a jeho typickým příkladem jsou úhlové brusky, kdy brousící/řezný kotouč zajišťuje dostatečné vedení, popřípadě bez příklepové vrtačky.

Některé ruční nářadí vyžadují využívání kombinací několika základních pohybů nástroje z důvodu efektivity pronikání nástroje do požadovaného materiálu, například příklepové vrtačky (pohyb rotační a přímočarý), přímočaré pilky (přímočarý s oscilací pilového listu). Nářadí, které využívá nevázaného pohybu, není vybaveno tradičním obráběcím nástrojem (viz kap. 2.3 až kap. 2.5).

Ruční nářadí je možné rozdělit dle pohybu nástroje:

- nevázaný (viz obr. 2.7 a obr. 2.8),
- přímočarý (viz obr. 2.2, obr. 2.5, obr. 2.12 a obr. 2.15),
- rotační (viz obr. 2.1, obr. 2.3, obr. 2.4, obr. 2.9, obr. 2.10, obr. 2.13 a obr. 2.14),
- oscilační (viz obr. 2.16),
- kombinovaný (viz obr. 2.17).



Obr. 2.15 Přímočarý pohyb [30].



Obr. 2.16 Oscilační pohyb [31].



Obr. 2.17 Složený pohyb [32].

## 2.10 Rozdělení podle prováděné činnosti

Definujícím aspektem pracovní činnosti je volba vhodného pracovního nářadí. Tato volba jednoznačně charakterizuje druh konané činnosti. Ruční nářadí je specificky určeno pro danou práci, avšak v dnešní době výrobci ručního nářadí již nabízí multifunkční výrobky, které minimalizují výrobní náklady na pohonné části a zmenšují transportní váhu a objem během přepravy.

Rozdělení podle určené pracovní činnosti:

- broušení (viz obr. 2.9),
- vrtání (viz obr. 2.24),
- spojování (viz obr. 2.3),
- lepení (viz obr. 2.6),
- řezání (viz obr. 2.4, obr. 2.10 a obr. 2.13),

- stříhání (viz obr. 2.18),
- dlabání (viz obr. 2.19),
- frézování (viz obr. 2.20),
- sekání (viz obr. 2.12),
- lisování (viz obr. 2.26),
- měření (viz obr. 2.8 a obr. 2.11),
- multifunkční.



Obr. 2.18 Stříhání [33].



Obr. 2.19 Dlabání [34].



Obr. 2.20 Frézování [35].

## 2.11 Rozdělení podle způsobu pohonu

Rozdělení podle způsobu pohonu ručního nářadí je dáno požadavky na dostupnost zdroje energie, ekonomičnost provozu, provozními podmínkami nebo z důvodu bezpečnosti. Nejzákladnějším druhem použité energie je lidská manuální síla např.: kladiva, klíče, šroubováky atp. Tento druh nářadí neobsahuje žádné mechanické části, které mohou být zařazeny do mechanického ručního nářadí. Nejběžněji používané ruční nářadí, z důvodu dostupnosti elektrické sítě, je síťové elektrické ruční nářadí nebo nářadí na bateriový provoz. Speciálním druhem nářadí jsou nářadí se spalovacím motorem, pneumatickým nebo hydraulickým pohonem.

Ruční nářadí je možné rozdělit dle použitého pohonu na:

- manuální (viz obr. 2.21),
- elektrické (bateriový viz obr. 2.15 a síťový viz obr. 2.17),
- pneumatické (viz obr. 2.22),
- hydraulické (viz obr. 2.23),
- spalovací motory (viz obr. 2.24),
- mechanické (viz obr. 2.25),
- kombinované (viz obr. 2.26).



Obr. 2.21 Manuální nářadí [36].



Obr. 2.22 Pneumatické nářadí [37].



Obr. 2.23 Hydraulické nářadí [38].



Obr. 2.24 Spalovací motor [39].



Obr. 2.25 Mechanické nářadí [40].



Obr. 2.26 Kombinované nářadí [41].

## 2.12 Rozdělení podle druhu dotčeného materiálu

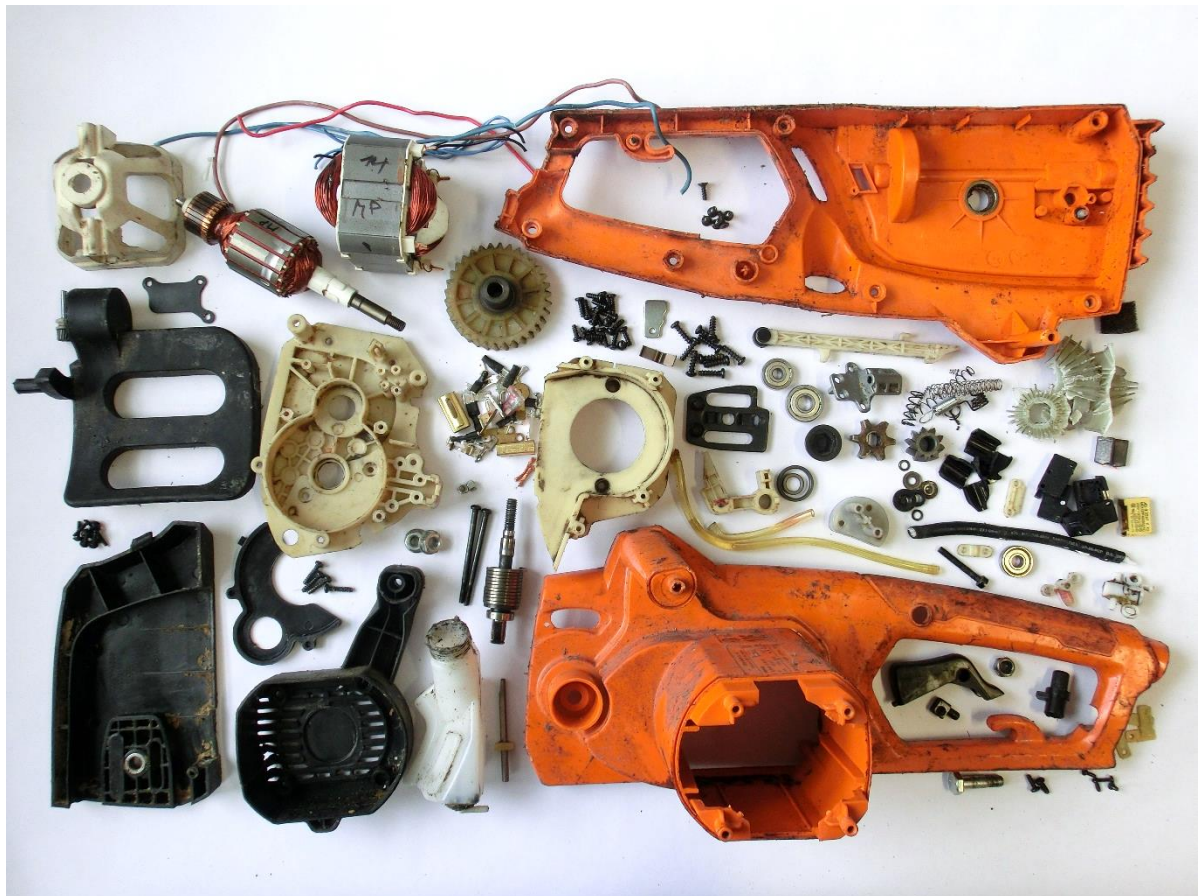
Používání ručního nářadí je dáno potřebami lidstva od primitivních úprav dřeva až po nejmodernější materiály. Rozmanitá nabídka ručního nářadí umožňuje různorodé práce (vrtání, lepení, více viz kap. 2.10) s dotčenými materiály. Práce s vybraným materiálem vždy musí odpovídat parametrům zvoleného ručního nářadí, které je uváděno výrobcem.

Rozdělení podle dotčeného materiálu:

- dřevo,
- železné a neželezné kovy,
- plasty,
- kompozity,
- epoxidy,
- keramika,
- sklo,
- kámen a beton,
- textil,
- smíšené materiály.

## 2.13 Rozdělení použití materiálů na konstrukci nářadí

Ruční nářadí (rozdělení podle pohonu viz kap. 2.11) se skládá z mnoha odlišných druhů materiálů, které musí plnit svoji bezproblémovou funkci. Soubor jednotlivých druhů dílů nářadí vytváří jednotný ucelený funkční výrobek (viz obr. 2.27). Tyto jednotlivé komponenty mají také stanovenou životnost v daném celku a korespondují s použitými materiály.



Obr. 2.27 Rozložený pohled na elektrickou řetězovou pilu.

### 2.13.1 Dřevo

Dřevo jakož to přírodní materiál je zejména používán u manuálního nářadí, kde ho je využito na úchopovou část (madla, hmatníky, držadla, rukojeti atp.) pro nářadí jako jsou pily, hoblíky, dláta, paličky atp. Výchozím materiálem jsou dřeviny převážně buk, habr, smrk ale je možné se setkat i s exotickými dřevinami. [42,43]

### 2.13.2 Železné kovy

Skupina železných kovů je využívána ve všech částech ručního nářadí včetně nástrojů. Ozubená soukolí (kuželová soukolí, válcová soukolí), převodové mechanismy pohybů, hřídele, čepy, klínky, pružiny, vodící segmenty, ložiska, uložení, spojovací materiál, plechové díly a také části motorů jsou nenahraditelné pro svoje mechanické vlastnosti. Důležitým aspektem nářadí při pracovní činnosti je jejich trvanlivost a životnost, která má významné ekonomické dopady. Nástroje jsou

vyráběny z ocelí dle požadovaného použití např.: nástrojová ocel, HSS, s vyměnitelnými břitovými destičkami, povlakově upravovány, nebo povrchově upravovány [44,45].

### 2.13.3 Neželezné kovy

Nejčastěji používaným neželezným materiálem jsou hliníkové, měděné a zinkové slitiny. Hliníkové slitiny vynikají lehkostí a vhodnou pevností, jsou součástí těl převodovek, motorů, uložení ložisek, chladících ventilátorů, dílčích krytů nářadí. Měď je nejdůležitější a nejnákladnější součástí elektromotorů (stator a rotor), cívek, kontaktů, konektorů, vypínačů a vedení. Mosazné části slouží pro kontakty, elektrická vedení a uložení. Slitiny bronzu jsou použity zejména jako kluzná ložiska pro svoje vlastnosti. Využití zinkové slitiny je u vyvažovačů, excentrů, uložení ložisek a dílčích dílů. Další neželezné kovy mají uplatnění při vysokých teplotách, požadavcích na nízkou hustotu a vysokou mechanickou odolnost. [46,47]

### 2.13.4 Plasty

Plasty a kompozitní materiály jsou nejpoužívanějším materiálem u novodobého nářadí. Jsou dostupné, mají vynikající mechanickou odolnost, rychlou a nenákladnou výrobu a zejména nízkou hmotnost. [46]

Pro ruční nářadí se převážně používají tyto plasty:

- PA6 a PA66 (tlačítka, přepínače, držadla, ozubená kola),
- PVC (ochrana kabelů, pogumování rukojetí),
- POM (těsnění a přesné díly),
- ABS (krytování, spínače),
- PP a PE (ovládací tlačítka), HDPE (nádržky),
- PC (ovládací mechanismy),
- PMMA (transparentní části, krytování),
- TPE (pogumování rukojetí),
- PUR (antivibrační části nářadí),
- PB, EPDM (pružné části, uložení ložisek, těsnění).

### 2.13.5 Kompozity

Funkční a plnohodnotnou náhradou za díly z železných (plechové díly) a neželezné kovů (hliníkové a zinkové slitiny) můžou být kompozitní materiály, které mají vynikající pevnostní vlastnosti (pevnost v tahu až 5 650 MPa). [48] Vyztužování plastů u ručního nářadí se provádí zpravidla za pomoci skelných vláken (bez jejich orientace). Materiál je označen GF a číselnou hodnotou znázorňující kolika procenty vláken je tvořen daný kompozit. Vlastnosti kompozitu jsou předurčující pro výrobu namáhaných soukolí, těl převodovek, krytování a úchopů nářadí.



Kompozity obsahující skelná vlákna:

- PA6-GF30, PA6-GF33, PA6-GF35,
- PA66-GF30, PA66-GF35, PA66-GF50,
- PP-GF30,
- POM-GF30,
- PBT-GF30.

### 2.13.6 Epoxidy a barvy

Povrchová úprava zvyšuje životnost jednotlivých dílů nářadí, které podléhají korozi/oxidaci a také chrání proti poškození a zvyšují estetickou hodnotu nářadí. Barvy použité na nářadí mohou být akrylové, nitrocelulózoové, polyesterové, syntetické, vodou ředitelné, polyuretanové, popřípadě epoxidové. [49] Epoxidový materiál je také využíván pro ochranu vinutí rotorů. [50]

### 2.13.7 Keramika

Části nářadí z keramických materiálů jsou součástí výrobků vyžadující izolační schopnosti, jak tepelné, tak elektrické (např.: zapalovací svíčka u nářadí viz kap. 2.11). Tento materiál je také použit u částí, které vyžadují vysokou životnost z důvodu abrazy.

### 2.13.8 Sklo

Sklo u ručního nářadí nalézá uplatnění u výrobků určeného k měření, kde je požadována transparentnost sdělovače, nebo z důvodu konstrukce vnitřních komponent. Při manipulaci u tohoto druhu nářadím je vysoké riziko jeho možného poškození nebo znehodnocení.

### 2.13.9 Textil

Komponenty z textilního materiálu plní funkci filtrační, těsnící a v kontaktu s mazivy také zajišťují funkci mazání. Výhodou textilního materiálu je, že svojí savostí dobře absorbuje mazivo a pozvolna jej uvolňuje.

### 2.13.10 Elektronika

Řídící elektronika slouží k regulaci požadovaných parametrů nářadí. Bývá součástí téměř každého elektrického nářadí, jelikož poskytuje bezpečné ovládání, komfort a efektivní řízení. Tyto součásti nazývané PCB můžou být založeny na kompozitní desce nebo keramické destičce a osazeny elektronickými komponenty.

### 3 ERGONOMIE A BEZPEČNOST

Historicky prvním použitím termínu ergonomie (*ergo*=práce a *nomos*=zákon) je datováno do 2. poloviny 19. století, kdy byl použit pro pojmenování „vědy o práci“. Po téměř sto letech roku 1949 je založena první ergonomická výzkumná společnost (ERS) a o desetiletí později byla základem pro ustavení Mezinárodní ergonomické agentury (IEA). Problematika ergonomie, zdraví a práce je součástí témat Světové zdravotnické organizace (WHO). [51,53,54]

Ergonomii můžeme chápat jako vědní disciplínu, která slučuje znalosti z oboru antropologie, psychologie, fyziologie, hygieny, inženýrství, ale i matematiky. Jedná se o multidisciplinární vědu, jenž zkoumá a posuzuje zákonitosti lidské práce, jenž má vliv na duševní pohodu člověka a zdraví, zkoumá rysy a limity lidského těla, optimalizuje okolní prostředí, popřípadě přizpůsobuje výrobky/stroj/prostředí člověku. [51,52,53,59]

Synonymem termínu a významu „*ergonomie*“ je inženýrská psychologie nebo inženýrství lidských zdrojů. Všeobecný pojem ergonomie bývá z důvodů diverzifikace často nahrazován popisným zaměřením jako je např.: bioinženýrství, bioastronautika, atp. [55]

#### 3.1 Vztah člověk–stroj

Model „*člověka a stroje*“ jsou dva nezávislé a vzájemně se ovlivňující systémy, které tvoří ucelený koordinovaný funkční celek, který je nazýván Man-Machine System (MMS). [55,56]

V modelu člověk–stroj vznikají intenzivní vzájemné interakce, které vyžadují rychlé adekvátní rozhodování člověka, jenž závisí na jeho psychickém rozpoložení, celkové zdravotní kondici, časovými požadavky a vlivu prostředí. Cílem je dosažení efektivního, bezpečného a ergonomicky přívětivého modelu člověk–stroj. [56]

Možné přístupy k řešení kontaktu člověk–stroj během navrhování:

- vědecký (člověk integrován do stroje s pouze vědeckými poznatky),
- empirický (hledání řešení metodou pokusu a omylu). [55]

Práce s ručním nářadím (rozdělení více viz kap. 2.11 a obr. 2.21) patří mezi přímou manipulaci s objektem. Nepřímá manipulace s objektem vyžaduje ovládací úkon a z pohledu ručního nářadí je převažující (viz kap. 2.11, obr. 2.22 až obr. 2.21). [57]

Zacházením s nářadím můžeme rozdělit dle úrovně na:

- regulační (člověk provádí regulační zásahy),
- koordinační (rozpoznání chování soustavy, ovládání dle daných pravidel, norem),
- kognitivní (náhlá neočekávaná rozhodnutí, závislá na zkušenostech a nadání). [56,57]

Ovládání ručního náradí může být založené na pravidlech, zpětnovazebním řízení nebo získaných znalostech. [56]

Využití modelu člověk–stroj je aplikováno ve velmi rozmanitých situacích s rozdílnou úrovní a intenzitou vzájemných interakcí. Ergonomie má významný dopad na spolehlivost člověka, produktivitu a kvalitu práce [60].

### 3.2 Ergonomické zásady

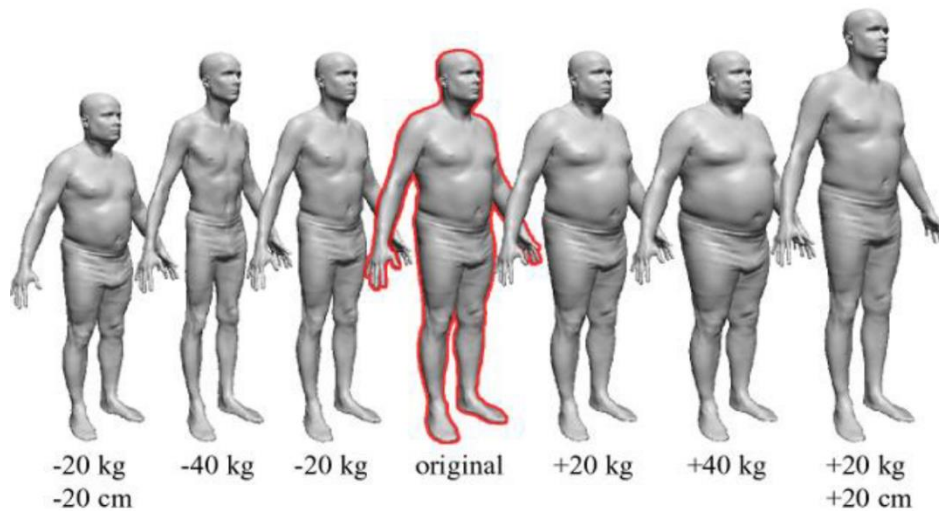
Lidská populace je tvořena neomezenou rozmanitostí, kde se mezi hlavní znaky řadí zejména pohlaví, rasa, věk, BMI a další fyziologické charakteristiky. Aspekty, které ovlivňují vývoj člověka, jsou socioekonomické (nedostatečná výživa, nevhodné bydlení), lokalita původu (směrem od rovníku zvětšující se výška postavy), chladné klimatické podmínky (kratší končetiny, zvětšující se váha) a další fyziologické dopady jako například: kratší trup a delší končetiny. Z tohoto důvodu je nutné vhodně vybrat cílové skupiny společnosti pro ergonomické analýzy, nejlépe za pomoci již zpracovaných antropometrických dat, která jsou uváděna v (5., 50., 95.) percentilu (např.: 95. percentil znamená, že 5 % vzorku populace je nad rozměrem a 95 % populace má rozměr stejný nebo menší). [51,53,58]

Rozdílné tělesné parametry, rozložené dle věku, váhy, pohlaví a formy, mají ve společnosti normální rozdělení a je možné je standardizovat, a to nejenom pro inženýrské činnosti. Tělesné parametry podle volby antropometrických dat (více viz kap. 3.3) a percentilu jsou poté zpracovány do modelů lidského těla (např.: viz obr. 3.1), které jsou zobrazovány při základních činnostech ve stoje nebo v sedě. Při optimalizování nebo navrhování dochází k úpravám pozic těchto modelů (2D ergonů, nebo 3D ergonů, např.: ROBBY2, ROBBINA, BOBBY, model těhotné ženy atd.), jeho jednotlivých částí (segmentů) do požadované formy pro následnou ergonomickou analýzu. [58,59]

Výhodou normálního rozdělení antropometrických dat je možnost navrhovat/optimalizovat výrobky nebo prostředí dle uvažovaného percentilu v lidské společnosti.

Antropometrická data mohou být:

- 1D (percentily, statisticky zpracováno),
- 2D (elipsy zobrazují tělesné části),
- 3D (hmotnost jednotlivých částí těla),
- 4D (3D se zachycením změny času). [61]



Obr. 3.1 Digitální 3D model průměrného člověka [61].

Významnost ergonomie a jejich zásad můžeme také nalézt v dokumentech WHO z roku 1972, jenž se zabývá pracovními pozicemi a vhodnou volbou ovládacího zařízení, sdělovačů a ovladačů. [51]

Rizikové faktory pracovních pozic:

- síla (součin zrychlení a hmotnosti),
- pracovní poloha,
- opakování,
- délka činnosti. [59]

Výše jmenované rizikové faktory musí být eliminovány a posouzeny za pomoci vhodných ergonomických metod v souladu se směrnicemi, nařízeními a normami. Je nutné si také uvědomit, že i přirozené nehybné polohy jsou pro tělo škodlivé, lidské tělo je vytvořeno pro neustálý i drobný pohyb.

### 3.3 Ergonomie a normy

Ergonomické požadavky s ohledem na bezpečnost pracoviště, okolní prostředí, emisí hluku a vibrací, barevná řešení, sdělovače, ovladače, symboly, antropometrická data, rozhraní člověka a stroje jsou bohatě zakotveny v mnoha národních i mezinárodních normách (viz příloha 1).

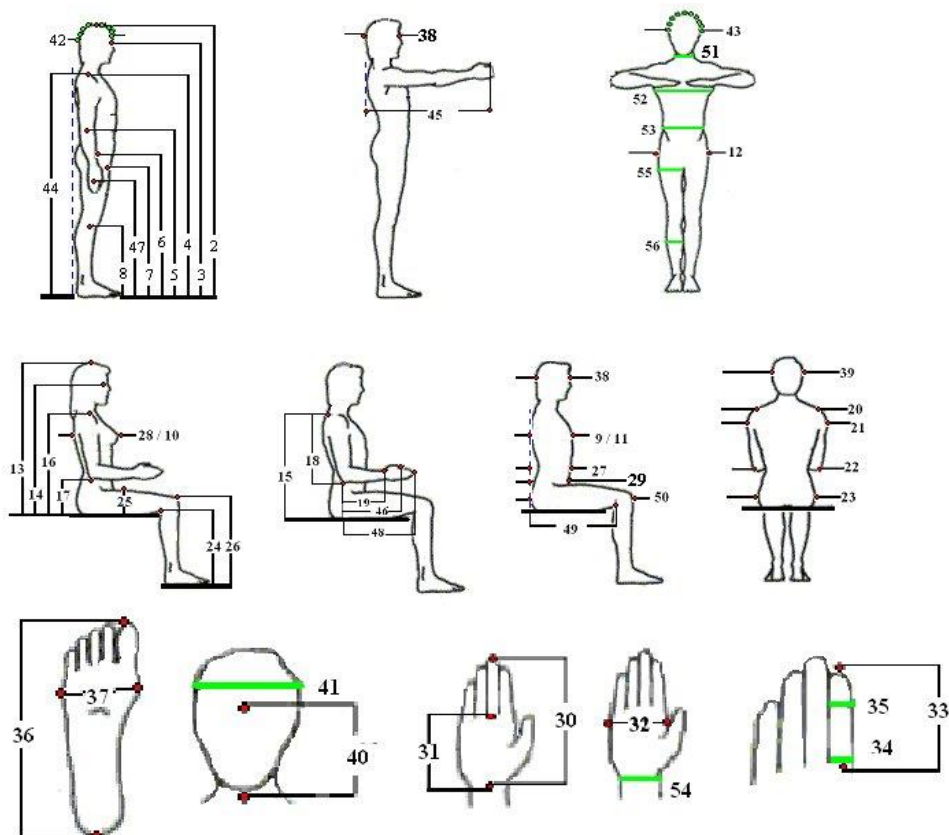
#### 3.3.1 ČSN EN ISO 7250-1

Významná ergonomická norma, jenž je zaměřena na charakteristiky lidských rozměrů, které jsou vyhodnoceny z antropometrických měření. Soubor antropometrických dat jsou zpracovány v (5., 50., 95.) percentilu pro obě pohlaví podle populačních skupin a regionu provedených měření (viz obr. 3.2 a obr. 3.3).

Zpracovaná norma je velmi důležitá z pohledu navrhování a posuzování ergonomických řešení/návrhů. [62,64]

Popis místa měření	Percentil		
	5	50	95
postava (tělesná výška)	1530	1719	1880
výška očí	1420	1603	1750
výška ramen	1260	1424	1570
výška po lokty	960	1078	1190
hloubka hrudníku (mezosternální úroveň)	170	215	250
úroveň rozkroku (shodný s měřeními na míru "uvnitř nohy")	709	816	890
výška holenní kosti	397	472	530
šířka v kyčlích	300	359	400

Obr. 3.2 Antropometrické rozměry průměrného Evropana [65].



Obr. 3.3 Antropometrické body dle ČSN EN ISO 7250-1 [66].

### 3.3.2 ČSN EN 614-1+A1

Norma obsahuje ergonomická pravidla pro zajištění provozu a údržby strojního zařízení. Zaměřuje se také na proces navrhování a optimalizace pracovního systému z pohledu bezpečnosti, zdraví a výkonnosti. [62]

### 3.3.3 ČSN EN 1005-1

Ergonomická norma se zabývá výkonností člověka z pohledu strojního zařízení, stanovující termíny a definice. [62]

### 3.3.4 ČSN EN ISO 894-3+A1

Požadavky na umístění a konstrukční řešení ovládačů je obsaženo v této ergonomické normě. Důslednou aplikací normy je možné zabránit vzniku úrazů, trvalého poškození zdraví, popřípadě smrti z důvodu nevhodné provedení ovládačů. Rozsah působnosti normy se týká jak soukromého, tak profesionálního nářadí/zařízení. [62,68]

### 3.3.5 ČSN ISO 6385

Norma nabízí návod na řešení pracovních systémů z pohledu navrhování, úprav a vzájemných ergonomických vztahů. Cílem je dosažení vyváženého postavení člověka v systému během pracovních činností v daném prostředí. [62]

## 3.4 Ergonomie a legislativa

Požadavky na ergonomii jsou harmonizovány do legislativ jednotlivých států prostřednictvím, směrnic, nařízení a norem. Ergonomie, jakož to rozsáhlý vědní obor, zasahuje do právních rámců v oblasti pracovního práva, bezpečnosti a ochrany zdraví občanů, navrhování a schvalování výrobků/strojních zařízení/strojů/složitých systémů, lékařství, antropometrie a statistického zpracování dat. Užíváním strojních zařízení vznikají negativní vlivy například emise hluku a vibrací, které musí být zákonně regulovány. Nedostatečná ochrana pracovníků a současná nedbalost je příčinou úrazů, smrtelných zranění a škod s velkými ekonomickými dopady. Tyto dopady vznikají nedostatečnou požární ochranou a nedodržením protipožárních nařízení viz požární ochrana zákon č. 133/1985 Sb. [76]

### 3.4.1 Směrnice 2006/42/EC

Evropská legislativní úprava se zaměřuje na používání strojních zařízení (spojení více částí systému), které nevyužívají k pohonu lidskou, nebo zvířecí sílu s přesně definovaným použitím jak běžnými spotřebiteli, tak i kvalifikovanými pracovníky. Směrnice definuje základní požadavky na zajištění bezpečnosti s cílem na omezení úrazů jak lidí, tak zvířat. Při provozování strojírenských zařízení dochází také k bezpečnostním selháním a následným ekonomickým škodám, kterým se tato směrnice snaží předcházet. Směrnice obsahuje bohatý rozsah různorodých strojních zařízení, které zasahují do lidských činností. Výrobky a zařízení, které vstupují na území členských států nebo jsou zde vyráběny, musí z pohledu environmentálních

a bezpečnostních dopadů splňovat harmonizační pravidla a jsou poté označena CE. V případě splnění těchto podmínek nahrazuje směrnicí 2006/42/EC. Implementace do českého právního prostředí je prostřednictvím nařízení vlády č. 176/2008 Sb. (Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení). [69,77]

#### **3.4.2 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.**

Bohatá zákonná úprava, která reguluje pracovní činnosti jak v soukromoprávních, tak i pracovněprávních vztazích. Zaměřuje se na organizaci práce s možnými negativními riziky pro člověka. Klade požadavky na možné limity expozic nebezpečnými látkami a biologických činitelů, ale také zatížení člověka z pohledu tepelné nepohody a zajištění prostředků k jejich minimalizování. Během pracovní činnosti dochází zejména k zatěžování pohybového aparátu intenzitou práce, manipulací s břemeny, nevhodnými pracovními polohami, vibracemi a hlukem. Reguluje také požadavky na osvětlení, vznikající zrakové zatížení, pracovní prostor a narůstající psychickou zátěž. [70]

#### **3.4.3 Zákon č. 309/2006 Sb.**

Zákon rozšiřuje ostatní právní úpravy, které jsou zaměřeny na bezpečnost a ochranu zdraví v pracovněprávních a soukromoprávních vztazích. Zákonná úprava představuje požadavky na pracovní prostředí, zejména větrání, ale také na značení a přístupnost únikových koridorů/cest. Omezuje pracovní činnosti, které vyžadují manipulace s materiálem a břemeny. Stroje a technická zařízení musí splňovat bezpečný provoz a odpovídat ergonomickým požadavkům. Jedná se o soubor ochranných opatření zaměstnanců převážně na stavbách v součinnosti se zákonem č. 262/2006 Sb. (zákoník práce). [71,72]

#### **3.4.4 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.**

Rozšiřující právní úprava k zákonu č. 309/2006 Sb., která upravuje hygienické expozice vibrací a hluku ve vnitřních a venkovních prostředích. Nařízení určuje jednotlivé limity hluku a vibrací z důvodu omezení jejich negativních účinků. Při pracovní činnosti vznikají emise hluku, ale také vibrace, které se přenáší z nástroje na člověka. Vibrace mohou působit pouze v oblasti končetin, anebo se šířit páteří až do hlavy a omezovat funkce vidění a koordinace těla. Z těchto důvodů výrobci nářadí uvádějí pokyny pro bezpečnou práci s nářadím a tím je omezena doba působení negativních emisí na tělo. Řešením je omezení expozice těchto emisí, pracovní přestávky a vhodná ochranná opatření. [73]

#### **3.4.5 Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.**

Ochrana zdraví při práci je důležitým aspektem prevence vzniku pracovních úrazů. Obsahem nařízení je taxativně jmenovaný seznam pracovních činností s požadavky na ochranu před úrazy a poškozením zdraví, ale také i seznam ochranných prostředků. [74]

### 3.4.6 Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

Požadavky z pohledu bezpečnosti náradí, přístrojů, technických zařízení a strojů je stanoveno v nařízení vlády s účinností od roku 2003. Nařízení představuje požadavky na dostatečnou ochranu krytování strojů z důvodu možného úrazu elektrickým proudem, vtáhnutí končetin nebo částí oblečení do prostoru nástroje. Krytování také snižuje vznikající rizika odletujících částí při pracovní činnosti, ale i částí ze strojních zařízení. Zaměřuje se na stanovení bezpečné vzdálenosti od nebezpečného prostoru s důrazem na omezení vzniku požáru. [75]

## 3.5 Ergonomické metody

Pro posouzení ergonomických pravidel jsou vytvořeny rozmanité druhy ergonomických metod, které poskytují různorodé výsledky. Za základní rozdělení metod můžeme uvažovat, z jakého prostorového rozměru jsou data získána (více viz kap. 3.2). Pomocí ergonomických metod je posuzováno držení lidského těla (části) s ohledem na zatížení a vliv okolního prostředí. Nejběžněji používanou ergonomickou metodou pro analýzu pohybu těla je REBA a RULA (viz kap. 3.5.2 a kap. 3.5.3). [78,79]

Rozdělení metod podle přístup k řešení:

- analýza držení těla,
- biomechanický přístup,
- kombinovaný přístup. [78]

Postupy ergonomických metod:

- ergonomická měření,
- analýza dat,
- zpracování závěrů,
- návrh opatření. [79]

Výstupy z jednotlivých metod:

- kvalitativní,
- semikvantitativní,
- kvantitativní.

Zpracování naměřených dat:

- ručně,
- IT nástroje,
- CAD řešení,
- expertní systémy. [80]



### 3.5.1 HE

Checklisty jsou navrženy pro kontrolu držení těla a následnou optimalizaci. Obsahují ukázky základních pozic vhodného držení těla, ale i nevhodné pozice. Heuristické zhodnocení využívá elementárních ergonomických pravidel nebo zkratk k dosažení výsledku. Slouží k rychlé dotazníkové analýze s následným řešením k vhodné ergonomické nápravě (viz příloha 2). [80,81]

### 3.5.2 REBA

Nejčastěji využívaná metoda pro analýzu držení těla jak v průmyslu, tak i ve výzkumných ergonomických oblastech. Slouží k rychlému vyhodnocení zatěžujících faktorů ve dvou pohybových skupinách a to: hlavy, trupu a nohou; rukou se zápěstím; včetně silového zatížení. Přínosem je rychlé ergonomické vyhodnocení z náklonů těla a končetin. Tato metoda nachází uplatnění u pracovních pozic, které jsou prováděny zejména ve stoje, a dokáže vyhodnotit dopady pracovních pozic včetně jejich změn. Výsledný zatěžovací index se pohybuje od 1 do 15 bodů (viz příloha 3). [78,79,82,98]

### 3.5.3 RULA

Metoda RULA je obdobnou metodikou jako REBA pro držení těla a zpracovává data ve vstupních oblastech za pomoci natočení úhlů a následných přepočtů. Je vhodná pro ergonomickou analýzu sedavé práce. Detailněji vyhodnocuje ergonomické dopady horních končetin (viz příloha 4). [78,79,82,99]

### 3.5.4 OWAS

Metodika založena na analýze pozice držení těla, která je podobná metodice RULA a REBA. Byla vyvinuta pro zvedání břemen v hutnickém průmyslu, vyhodnocuje pozice držení v definovaných částech těla v posloupnosti: záda, ruce, nohy a zátěž (viz příloha 5). Bodový zisk z jednotlivých oblastí je chronologicky sestaveny do čtyřmístného čísla, jenž udává výsledný indikátor zátěže. [78,79,80]

### 3.5.5 HARM

Nástroj HARM je určen pro věkovou skupinu 18 až 67 let a je cílen na vzájemný vztah tělesného postoje v horní části těla vůči pozici hlavy, ramen a rukou. Zpracování naměřených dat zahrnuje působící zátěže s opakováním pohybů v závislosti na čase. Data je možné zadávat v 8 krocích v listinné podobě nebo za pomoci softwaru v 6 krocích. Jednotlivé posuzované části těla, jsou přepočítány v procentuálním podílu trvání délky postoje vůči časové délce úkonu (viz příloha 6). [78,86,87]

### 3.5.6 JSI

Kombinovaná metoda vyhodnocující 6 parametrů, které jsou ovlivňovány zatěžujícími faktory. Zpracování dat probíhá v postupném součinu parametru pohybu a volbou zatěžujícího faktoru. Výsledný dopad pracovní polohy je jejich postupným součinem (viz příloha 7). Optimální hodnota JSI je do 3 bodů a je chápána jako bezpečná, hodnota 5 je již obtěžující a index nad hodnotu 7 je brán jako nebezpečný. Metoda je vhodná pro opakující se pohyby. [79,82]

### 3.5.7 KIM

Ergonomická analýza KIM patří mezi kombinovanou metodiku, jenž se zaměřuje na šest oblastí, které zohledňují vliv prostředí, času, zatížení a vlastní pracovní pozice. V každé kategorii je prováděno hodnocení s předem definovanými pracovními pozicemi. Celkový index zatížení je zdůrazněn barevně (viz příloha 8). [78,83,84,85]

Analyzované oblasti jsou:

- pracovní úkony a ruční operace,
- tlačení a tažení,
- zvedání, držení a přenášení,
- nepříjemné polohy těla,
- působící síly na tělo,
- pohyb těla. [73,83]

### 3.5.8 EAWS

Výpočet ergonomického indexu různorodých tělesných pozic s ohledem na vznikající síly, zatížení váhou/břemeny a extra přídavnými vlivy. Veškeré posuzované faktory jsou přepočítány časovým činitelem vzhledem k trvání tělesné pozice, délky vibrační a intenzitou. Výsledný index je zatříděn a posouzen v rozsahu: nízké riziko, možné riziko a vysoké riziko (viz příloha 9). [78,88]

### 3.5.9 RAMP

Jednoduchý přístup založen na odpovědích Ano/Ne při analyzování tělesné pozice, tažení, tlačení, zvedání, opakovaných pohybů a psychické pohody. Jedná se o checklisty, které dle barevného ztvárnění zobrazují výsledné zatížení. Barevné indikátory RAMP I (zelená, šedá a červená) nebo RAMP II (zelená, žlutá a červená). [78]

### 3.5.10 OCRA

Počítačová metoda (viz příloha 10) je navržena pro výpočet indexu denního pracovního zatížení horních končetin z pohledu opakování pohybů, užití síly, pohodlí, vlivu na zotavení a dalších faktorů. Nalézá uplatnění při činnostech vyžadující neustálé opakování jako je například automobilový či výrobní průmysl. Doporučený počet pohybů je maximálně 30 za minutu. Výsledný index by neměl překročit hodnotu 4, poté jde o vysoké pracovní riziko. [89,90,91]

### 3.5.11 WERA

WERA metodika umožňuje posoudit ergonomické dopady v celé části lidského těla, které je rozděleno na pět částí (krk, záda, ramena, zápěstí a nohy). Ergonomická analýza je prováděna pomocí bodování v každé části těla s ovlivňujícími faktory jako jsou vibrace, zatěžující síly, opakování, časové trvání a orientace tělesných pozic (viz příloha 11). Zpracování dat je nenáročné a je možné jej provést pouze manuálně. [85,93]

### 3.5.12 ERIN

Analýza využívá zejména již zavedených metodik jako RULA, REBA, OWAS a vytváří tím nové řešení. ERIN se zaměřuje na čtyři části z postavy (trup, krk, ramena a ruce) a tři zatěžující faktory (stresující činitel, rytmus a pohybová intenzita). Výsledky analýzy hodnotí také frekvenci, zatížení a časové proměnné. Nástroj je určen zejména pro rychlé posouzení bez větších ergonomických znalostí (viz příloha 12). [94]

### 3.5.13 CERA

Ergonomický nástroj určen pro laickou, ale i odbornou veřejnost. Metodika je určena pro analýzu postoje, námahy, manipulaci s materiálem a opakování. Jsou posuzovány polohy držení těla. Výsledkem je třístupňová barevná škála (zelená, žlutá a červená) s intenzitou pracovního rizika (viz příloha 13). [96]

### 3.5.14 HTA

Nástroj pro vizualizaci pracovních činností z heuristické analýzy s barevným zobrazením rizikových činností (viz příloha 14). [78]

### 3.5.15 NIOSH

Biomechanický přístup, který je zaměřen na problematiku zvedání břemen. Doporučená zátěž je vypočítána součinem sedmi proměnných (multiplikátory a váhová konstanta). Celkový zvedací index je určen podílem zvedané váhy k doporučené zátěži. Metodika nezohledňuje čas nutný na zvedání břemen a také intenzitu práce. [78,79]

Metodika nemůže být použita pro:

- břemena zvedaná jednou rukou,
- práce s intenzitou větší než 8 hodin,
- nepoužitelná pro sezení a klečení. [78]

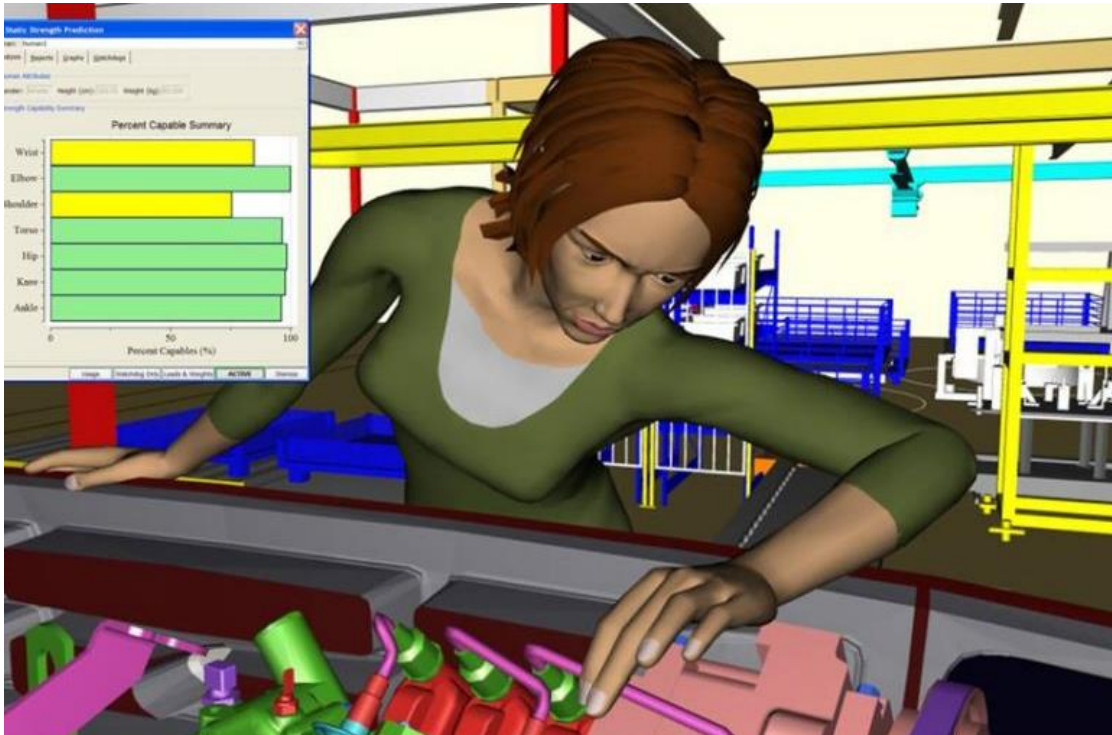
### 3.5.16 Ostatní metody

Mezi další metody patří index zatížení SI, PEO, PLIBEL (jeden z nejstarších nástrojů založený na Checklistech), MAPO (analýza pro zdravotnická prostředí), UMUEQ (varianta NIOSH), PATH, DMQ, QEC, CTD, Risk Index (RI) a další analýzy, které jsou založené na posouzení 3D modelů těl z tuhých prvků, nebo deformovatelné modely. [58,79,85,91]

Stále častěji jsou v ergonomii využívány ergonomické simulace, které umožňují analýzu pracovních rizik, kolizí v systému stroje a člověka (montážní postupy atd.). Při použití virtuální reality, popřípadě rozšířené virtuální reality, je docíleno efektivního řešení zaškolování pracovníků a optimalizování pracovních činností. Nejznámější simulační nástroj Tecnomatix Jack je od společnosti Siemens (viz obr. 3.11). [78,92]

Simulační nástroje:

- Tecnomatix Jack (Siemens),
- Santos,
- Delmia V,
- Anybody. [78]



Obr. 3.11 Ergonomická analýza v Tecnomatix Jack [92].

## 4 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Různorodost ručního nářadí je dán širokým spektrem konstrukcí, druhem použitého pohonu, pracovním nástrojem a dalšími aspekty (viz kap. 2). Ruční nářadí je možné rozdělit podle jednoho z elementárních členění pouze na manuální (kladiva, ruční hoblíky, dláta atp.), mechanické (využití páky, pružin atp.) a se zdrojem energie (síťové a bateriové nářadí atp.) více (viz kap. 2.11). Pracovní pozice s nářadím mají významné rizikové dopady na člověka, které je nutné eliminovat, avšak jim nelze zcela zabránit. Způsoby omezení těchto negativních dopadů, jak v oblasti navrhování výrobků, nebo jejich provozování včetně vlivů na okolní prostředí má bohatou legislativní regulaci. Nevhodná ergonomická řešení mají negativní dopady na pracovní činnosti, ale hlavně na pracovníky. Důsledkem jsou vznikající krátkodobá i dlouhodobá onemocnění, jenž mají ekonomické dopady na fungování firemního sektoru včetně frustrace samotných pracovníků.

### 4.1 Analýza problému

Problematika požadavků na nářadí je velmi rozsáhlá a je nutné ji charakterizovat. Nářadí svým účelem, konstrukcí, použitím a dalšími aspekty vytváří společné skupiny, které se vzájemně prolínají nebo jsou zcela osamoceny.

Manuální a mechanické nářadí z pohledu pracovních činností vyžadují při práci větší silové působení, které vzniká zejména v oblasti rukou včetně prstů a zápěstí. Z pohledu nářadí s vnějším zdrojem energie dochází k zatížení celého pohybového aparátu jak vahou celého nářadí, tak emisemi hluku, prachu a vibracemi. Pro ergonomické analýzy jsou využívány různé metody s odlišnými vstupními parametry, zpracováním a výsledky. Ergonomické metody mohou analyzovat například pouze horní části těla až po detailní simulace jako je software Tecnomatix Jack (Siemens).

Kvalita výsledků je závislá na znalostech ergonomických metod, softwaru, ale i zkušenostech. Nejčastěji využívanou metodikou je REBA a RULA. Z nových přístupů je to například ERIN, který využívá kombinaci více metod převážně RULA a REBA. Metoda RULA a REBA je založena na bodovém hodnocení pohybu jednotlivých částí postavy, avšak s malým rozlišením pohybu končetin, krku a trupu. Checklisty jsou charakteristické jednoduchými dotazníky s odpověďmi Ano/Ne nebo pocitovým hodnocením a jsou vhodné pro orientační a laické analýzy.

Legislativní omezení jsou zakotvena v zákonech, směrnících a zejména normách. Pro navrhování je nutné zvolení vhodných antropometrických dat, které jsou zpracovány pro požadovaný vzorek populace. Nejdůležitější normou z pohledu ručního nářadí je ČSN EN ISO 7250-1, která obsahuje antropometrická data a norma ČSN EN ISO 894-3+A1, která je zaměřena na ovladače.

Je všeobecně známo, že onemocnění zaměstnanců vytváří vyšší náklady pro zachování běžného provozu nejenom firem. Vedení společností a personalisté přistupují k problematice využití lidský zdrojů v případě pracovních neschopností formou agenturních pracovníků, brigádníků, přesčasů nebo nástupem nových zaměstnanců. V souvislosti s pracovními neschopnostmi není zcela známé, jaké zvýšené náklady a druhy onemocnění při používání ručního nářadí vznikají, a proto je vhodné je vyjmenovat a vyčíslit.

## 4.2 Cíle práce

Cílem diplomové práce je komplexní přehled ručního nářadí z pohledu ergonomie, legislativních požadavků, ekonomie a také z pohledu pracovních nemocí. Cílí na propojení již multidisciplinárního oboru ergonomie s ostatními vědeckými i uměleckými obory.

Práce je zaměřena na:

- charakteristiky ručního nářadí,
- výběr nářadí pro analýzu,
- 3D digitalizace souboru nářadí,
- optimalizace stávající a návrh nové metodiky,
- ergonomická analýza vybraných skupin nářadí,
- tvarový návrh ručního elektrického nářadí,
- ergonomické posouzení navrženého nářadí,
- posouzení z lékařsko-ekonomického hlediska.

### 4.2.1 Dílčí cíle práce

Ostatní cíle práce, kterých bude dosaženo:

- přehled používaných ergonomických metod,
- soupis legislativ dotýkajících se ergonomie.

## 5 ERGONOMICKÁ ANALÝZA RUČNÍHO NÁŘADÍ

Důležitým parametrem z pohledu ergonomie při používání ručního nářadí je způsob úchopu a celkové držení těla. Tyto parametry je možné posoudit za pomoci ergonomických metod podle charakteru vstupů pro ergonomické analýzy.

### 5.1 Výchozí ergonomická metoda RULA

Nejvhodnější metodikou pro zpracování ergonomické analýzy ručního nářadí byla vybrána metoda RULA, která patří spolu s metodikou REBA k nejpoužívanějším analýzám pro řešení ergonomických problémů. Upravená a rozšířená metodika RULA, která byla vytvořena na Univerzitě v Severní Karolíně (NCSU) zahrnuje výhody analýzy postoje s ohledem na levou či pravou stranu posuzovaných končetin, včetně posouzení vlivu zatížení svalů, silového působení na jednotlivé končetiny. Celkový výsledek je vyhodnocen v tzv. Grand skóre, který zobrazuje index zatížení pro jednotlivé strany těla. Podklady k této metodice jsou umístěny v přílohách (viz příloha 15). [133]

### 5.2 Navržená ergonomická metoda AAL

Ergonomické metody umožňují posoudit držení celého těla, pozice jednotlivých končetin včetně rozmanitých silových, svalových zatížení v daném čase. Z těchto důvodů byla použita rozšířená metodika RULA z NCSU pro vytvoření nového ergonomického nástroje.

Využití části z metody RULA z NCSU:

- úhlové natočení končetin,
- silové zatížení,
- svalové zatížení,
- časové faktory.

Bodové hodnocení natočení jednotlivých částí těla podle RULA, byla interpolována v intervalech pro jednotlivé pohyby. Touto úpravou bylo docíleno plynulé změny indexu zatížení podle úhlu natočení končetiny (části těla). Byl odstraněn negativní jev v podobě skokových změn v případě natočení posuzovaných lidských částí těla, jenž poskytovalo hrubé výsledky.

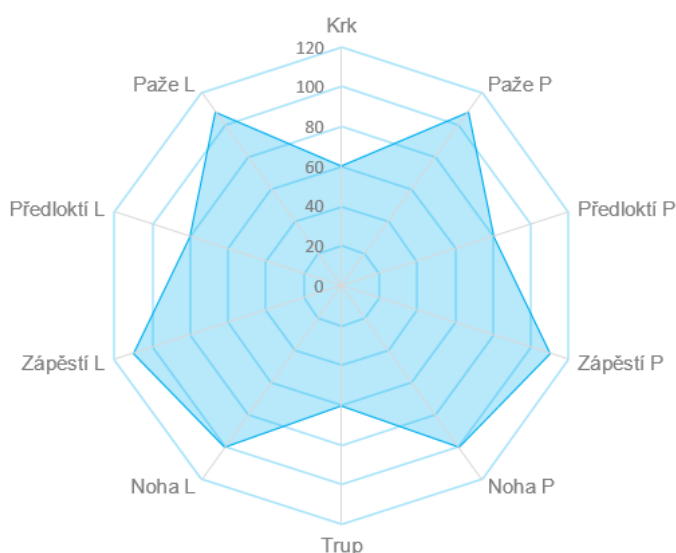
Jednotlivé charakteristiky pohybů s odpovídajícími výpočty jsou zpracovány do souboru AAL.xlsx.

### 5.2.1 Dopadový diagram AAL

Dopadový index je určován za pomoci radarového/pavučinového diagramu, který má symetricky přesně stanovené osy podle vertikálního členění lidského těla na:

- krk (společná),
- paže L a P,
- předloktí L a P,
- zápěstí L a P,
- noha L a P,
- trup (společná).

Diagram (viz obr. 5.1) je sestaven za pomoci jednotlivých ploch, které v součtu představují cílový index ergonomického dopadu posuzované polohy těla. Výpočtové vztahy (viz kap. 5.2.1.1).



500	Zanedbatelné riziko	$xT = 0$ $yT = -2$ $r = 2$ $\bar{x}S = 2676,4$	<b>24 090</b>
1 500	Nízké riziko, možné změny		
4 000	Střední riziko, vyšetření polohy, změny		
7 000	Vyšší riziko, vyšetření polohy, nutné změny		
14 000	Vysoké riziko, bezodkladné změny		
20 000	Extrémní riziko, bezodkladné změny		

Obr. 5.1 Ergonomická analýza, dopadový diagram AAL.

#### 5.2.1.1 Výpočtové vztahy

Sestavení plošného radarového/pavučinového diagramu včetně výpočtu ploch a těžiště jsou přímo integrovány v dokumentu AAL.xlsx (manuální zadávání vstupních dat). Důležité výpočty jsou uvedeny níže a jsou uváděny v bezrozměrných jednotkách (výpočtové vztahy 0.1 až 0.7).



Určení těžiště trojúhelníku v souřadnicích  $T_x$  a  $T_y$  (0.1) [134]:

$$T = \left[ \frac{x_A + x_B + x_C}{3}; \frac{y_A + y_B + y_C}{3} \right] [-] \quad (0.1)$$

kde:

- $T$  ... těžiště trojúhelníka v ose x;y [-]  
 $x_n$  ... souřadnice bodů A, B a C v ose x [-]  
 $y_n$  ... souřadnice bodů A, B a C v ose y [-]

Výpočet plochy trojúhelníku za pomoci maticového počtu v souřadnicích bodů A a B (0.2) [134]:

$$A = \frac{1}{2} \cdot \left| \det \begin{pmatrix} x_A & x_B \\ y_A & y_B \end{pmatrix} \right| [^2] \quad (0.2)$$

kde:

- $A$  ... plocha trojúhelníku [ $^2$ ]  
 $x_n$  ... souřadnice bodů A a B v ose x [-]  
 $y_n$  ... souřadnice bodů A a B v ose y [-]

Kontrolní výpočet plochy trojúhelníku z délek stran pomocí vztahu (0.3) [135]:

$$A = \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \sin \alpha [^2] \quad (0.3)$$

kde:

- $A$  ... plocha trojúhelníku [ $^2$ ]  
 $b$  ... délka strany trojúhelníka svírající úhel  $\alpha$  [-]  
 $c$  ... délka strany trojúhelníka svírající úhel  $\alpha$  [-]  
 $\alpha$  ... úhel svírající strany a, b [ $^\circ$ ]

Výpočet statických momentů ploch  $S_x$  a  $S_y$  (0.4) [136]:

$$S_x = \sum A_i \cdot y_i [^3] \quad (0.4)$$

$$S_y = \sum A_i \cdot x_i [^3] \quad (0.5)$$

kde:

$S_x$  ... statický moment plochy k ose x [3]

$S_y$  ... statický moment plochy k ose y [3]

$A_i$  ... plocha trojúhelníků [2]

$x_i$  ... souřadnice těžiště ve směru x [-]

$y_i$  ... souřadnice těžiště ve směru y [-]

Výpočet těžiště celého polygonu  $x_T$  a  $y_T$  (0.6 a 0.7) [136]:

$$x_T = \frac{S_x}{A_P} [-] \quad (0.6)$$

$$y_T = \frac{S_y}{A_P} [-] \quad (0.7)$$

kde:

$x_T$  ... souřadnice x těžiště polygonu [-]

$y_T$  ... souřadnice y těžiště polygonu [-]

$S_x$  ... statický moment plochy k ose x [3]

$S_y$  ... statický moment plochy k ose y [3]

$A_P$  ... celková plocha polygonu [2]

### 5.2.1.2 Charakteristika metody AAL

Přínosem metody AAL je jedinečný vizualizovaný výstup, který zobrazuje rozmístění a velikosti ergonomické zátěže včetně matematického určení těžiště mnohoúhelníku, jenž identifikuje místa vzniku asymetrické zátěže těla. Tento vizuální výstup poskytuje hodnotiteli bez hlubších znalostí analyzovaných poloh částí těla výsledek, kde poté může provést vhodná ergonomická opatření.

Dopadové indexy z nově navržené metody AAL byly vzájemně porovnány s výchozí metodou RULA z NCSU pro určení možných mezních hodnot. Korekční tabulky z metody RULA z NCSU (viz příloha 15) byly z důvodů výpočtů rozšířeny ke krajním polohám v tabulce Grand skóre na 14 řádků a 13 sloupců i přes to, že maximální popisný rozsah je stanoven pro Grand skóre na 7 bodů, který vyžaduje rychlou ergonomickou nápravu postoje.

Mezní hodnoty podle AAL a RULA z NCSU:

- minimální hodnoty AAL 240, RULA 1 1,
- maximální hodnoty AAL 24 090, RULA 12 12.

### 5.2.2 Ruční zpracování pomocí Excel

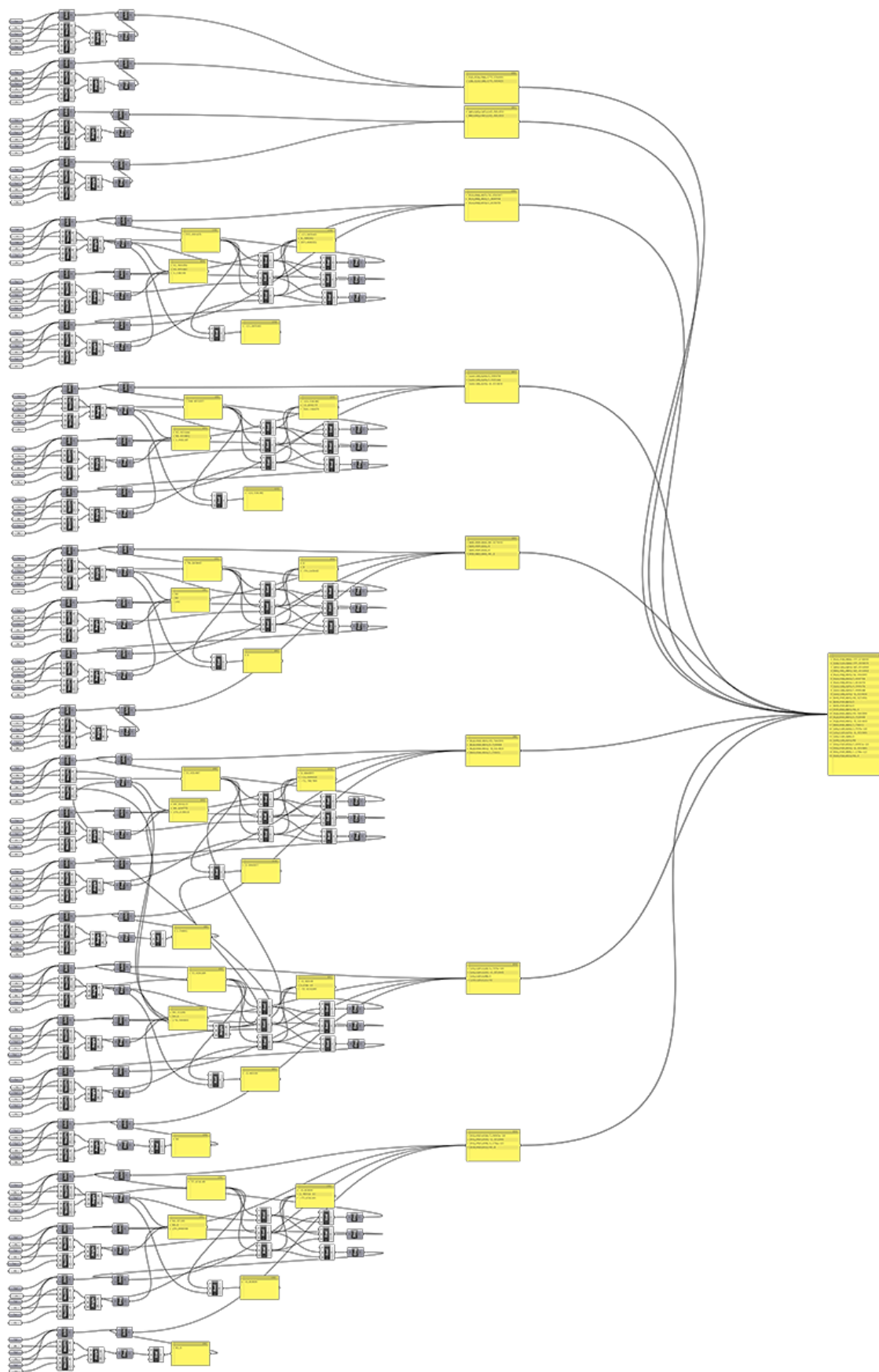
Metoda AAL je určena pro posouzení postoje za pomoci natočení částí těla v oblasti: krku, trupu, zápěstí, paže, předloktí, nohou včetně zatížení silového a svalového. Vstupní údaje se zadávají do softwaru Microsoft Excel, který ihned vyhodnocuje jednotlivé dopady na posuzované tělo včetně integrované kontroly metodou RULA z NCSU. Umožňuje jednoduše vyhodnotit intenzitu zatížení u párových končetin. Náhled vstupního formuláře včetně vyhodnocení je umístěn v přílohách (viz příloha 16).

Rozčlenění výsledku do 6 skupin:

- zanedbatelné riziko,
- nízké riziko, možné změny,
- střední riziko, vyšetření polohy, změny,
- vyšší riziko, vyšetření polohy, nutné změny,
- vysoké riziko, bezodkladné změny,
- extrémní riziko, bezodkladné změny.

### 5.2.3 Integrace do softwaru Rhinoceros

Výhodou metody AAL je schopnost vyhodnocení dat získaných z 3D softwaru. Za pomoci 3D softwaru Rhinoceros a rozšiřujícího modulu Grasshopper je možné naprogramovat a získávat data z pohybů virtuálního 3D těla, které zohlední samotné držení těla, úchop výrobku a možného omezujícího prostředí. Tento „ergon“ (výška 1 780 mm je pro 50. procentní percentil mužské postavy) disponuje významnými tělesnými body, které slouží k natáčení končetin, krku a trupu. Těmto bodům byly přiřazeny lokální pravoúhlé souřadné osy x, y a z, které jsou použity pro výpočet rotace včetně úhlových natočení v jednotlivých lokálních rovinách xy, xz a zy. Data jsou přizpůsobena pro export do souboru CSV, kde jsou poté importována do výpočtového souboru AAL-RGH.xlsx. Schéma vyhodnocovacího softwaru je přiloženo v osamoceně příloze (zjednodušený náhled viz obr. 5.2). Použité matematické výpočty, které jsou implementovány do modulu Grasshopper jsou uvedeny v následující kapitole (viz kap. 5.2.3.1).



Obr. 5.2 Grasshopper zjednodušené schéma pro analýzu pohybu.

### 5.2.3.1 Výpočty

Pro stanovení průmětu délky ramene do os x, y a z jsou použity vzorce (0.8 až 1.0) [137]:

$$a_x = a \cdot \cos \alpha \text{ [mm]} \quad (0.8)$$

$$a_y = a \cdot \cos \beta \text{ [mm]} \quad (0.9)$$

$$a_z = a \cdot \cos \gamma \text{ [mm]} \quad (1.0)$$

kde:

$a_x$  ... délka průmětu ramene do osy x [mm]

$a_y$  ... délka průmětu ramene do osy y [mm]

$a_z$  ... délka průmětu ramene do osy z [mm]

$a$  ... délka ramene [mm]

$\alpha$  ... úhel svírající rameno s osou x [°]

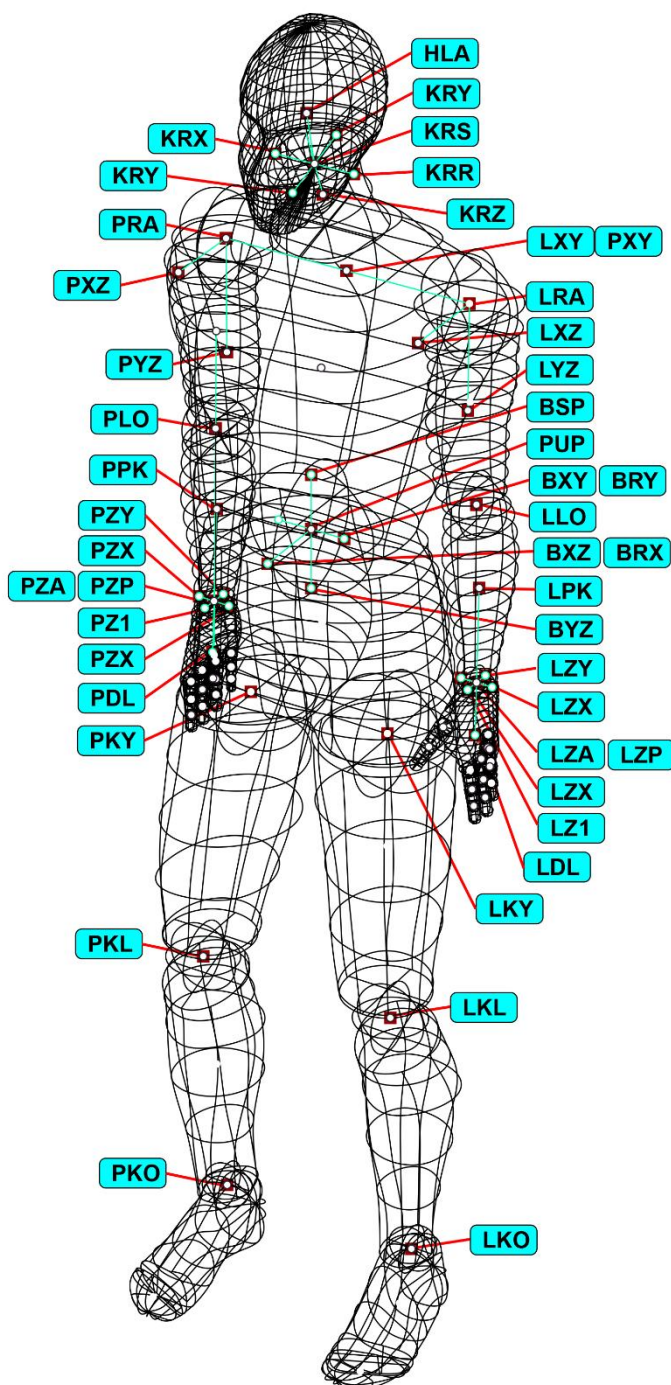
$\beta$  ... úhel svírající rameno s osou y [°]

$\gamma$  ... úhel svírající rameno s osou z [°]

Výpočet jednotlivých úhlů v pravouhlém trojúhelníku mezi délkami průmětů  $a_x$ ,  $a_y$  a  $a_z$  vypočítáme za pomoci  $\tan(\alpha) = a_x/a_y$  atp. Získáme tím úhly, jenž reprezentují průmět ramene z jeho počátku do rovin xy, yz a zx, které jsou následně využívány pro ergonomickou analýzu.

### 5.2.3.2 Virtuální tělo

Model virtuálního těla je doplněn o body, které využívají lokální souřadné osy x, y a z pro pohybovou analýzu. Pohybem končetin a částí těla je automaticky přepočítáván celkový výstup. Pro orientaci v 3D modelu, v generovaných datech ve formátu CSV a v následné analýze, byly jednotlivé body adresně označeny (viz obr. 5.3 a příloha 17).



Obr. 5.3 3D model lidského těla včetně polohových bodů pro Rhinoceros a Grasshopper.

### 5.3 Ergonomická analýza ručního nářadí

Nářadí k analýze bylo vybráno ze skupiny elektrického ručního nářadí se síťovým připojením ke zdroji elektrické energie. Pro získání 3D modelů ručního nářadí k analýze bylo použito 3D ručního skeneru EinScan Pro HD, který využívá LED strukturovaného světla včetně instalování pozičních bodů.

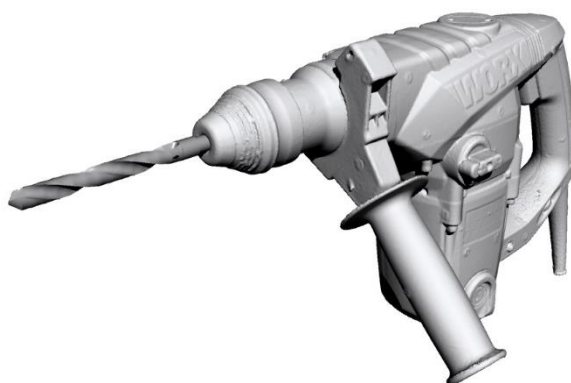
Naskenované elektrické síťové ruční nářadí bylo setříděno do 11 skupin v celkovém množství 144 kusů v nerovnoměrném rozložení ve skupinách a to:

- vrtací kladiva (viz obr. 5.4),
- vrtačky (viz obr. 5.8),
- excentrické brusky (viz obr. 5.12),
- pásové brusky (viz obr. 5.16),
- elektrické hoblíky (viz obr. 5.20),
- přímočaré pilky (viz obr. 5.24),
- okružní pily (viz obr. 5.28),
- vibrační brusky (viz obr. 5.32),
- úhlové brusky (viz obr. 5.36),
- pily ocasky (viz obr. 5.40),
- elektrické řetězové pily (viz obr. 5.44).

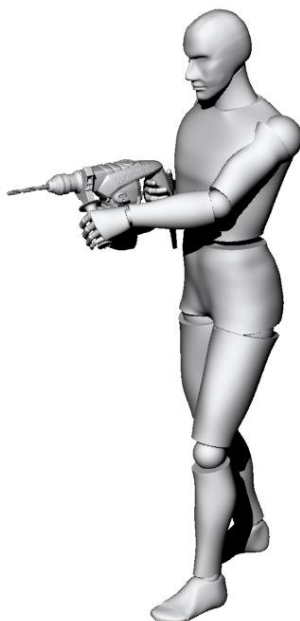
Získané 3D modely byly v softwaru Rhinoceros poziciovány s 3D modelem lidského těla „ergonem“ do obvyklé pracovní pozice, která příliš nezatěžuje pohybový aparát člověka. Byla zohledněna obvyklá pracovní výška u nářadí, které mají horizontální vedení, a to ve výšce virtuální roviny 900 mm od kontaktu chodidel po vodící rovinu. Natočení končetin, trupu a krku „ergona“ jsou umístěny podle fotografií pracovníků s nářadím. Hodnoty zvednutí ramen, vstupní zatížení, svalové namáhání, druh postoje a rotační pohyby zápěstí jsou vloženy přímo do vyhodnocovacího souboru XLS.

### 5.3.1 Vrtací kladiva

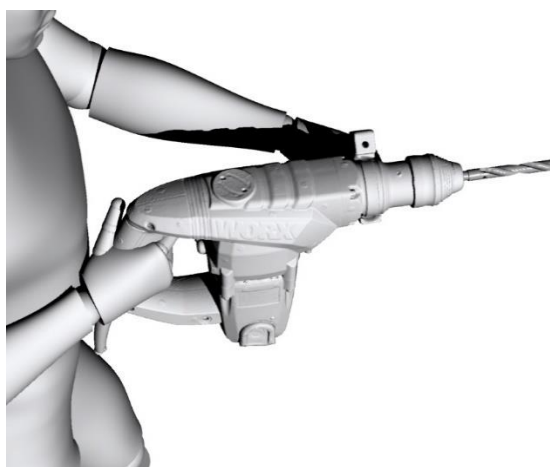
Charakteristickým rysem vrtacích kladiv, jsou vznikající vibrace, velká váha nářadí a silové a svalové namáhání horních končetiny včetně krku a trupu (viz obr. 5.5 až obr. 5.7). Pracovní pozice může být v celém rozsahu postavy člověka s částečným vedením nářadí v oblasti nástroje. Během pracovní činnosti dochází k šokovému namáhání.



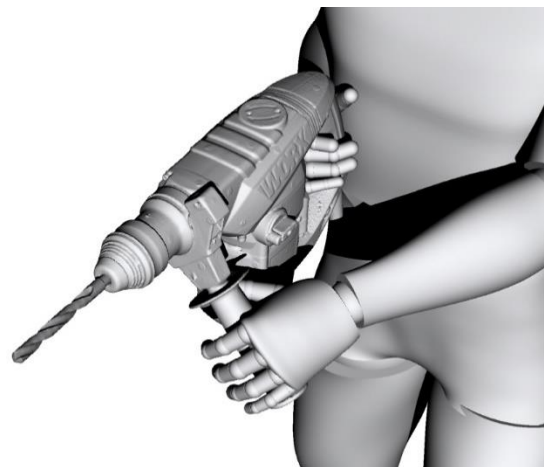
Obr. 5.4 Vrtací kladivo 3D sken – WORX (WX333).



Obr. 5.5 Vrtací kladivo – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.6 Vrtací kladivo – detail úchopu 1.

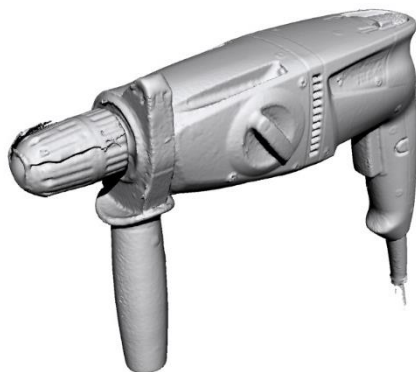


Obr. 5.7 Vrtací kladivo – detail úchopu 2.

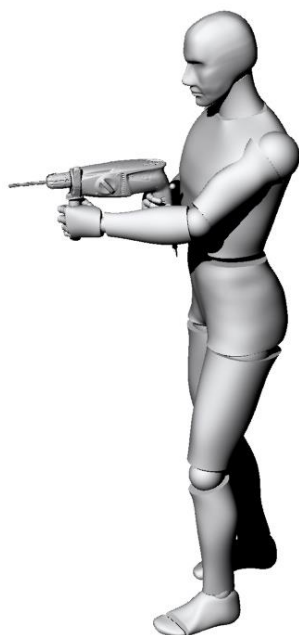
### 5.3.2 Vrtačky

Obdobnými charakteristikami jako vrtací kladiva disponují vrtačky. Toto nářadí je možné používat i nad hlavou pracovníka, které však enormně zatěžuje horní končetiny a tím dochází k nepřírozené pozici v oblasti krku a trupu (viz obr. 5.9 až obr. 5.11).

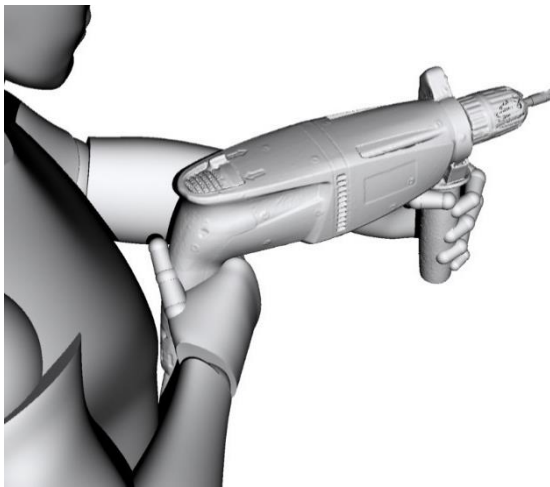




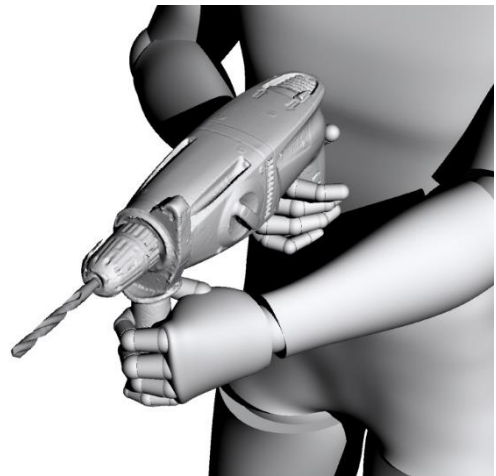
Obr. 5.8 Vrtačka 3D sken – HILTI (TE 2-M).



Obr. 5.9 Vrtačka – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.10 Vrtačka – detail úchopu 1.



Obr. 5.11 Vrtačka – detail úchopu 2.

### 5.3.3 Excentrické brusky

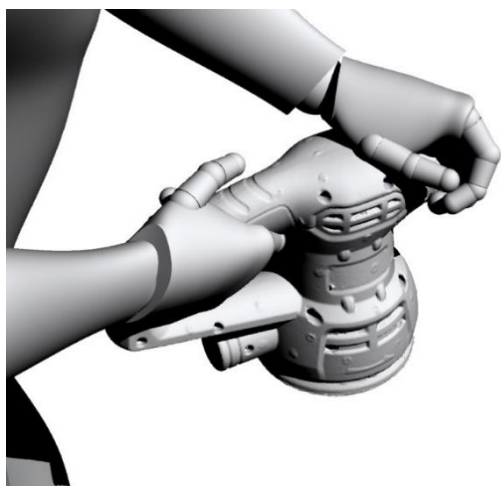
Excentrické brusky patří do skupiny nářadí, které využívají vodící roviny (odlehčení vlastní váhy). Charakteristickým znakem práce s nářadím jsou vznikající vibrace a namáhání rukou a zápěstí s pohyby v malém rozsahu (viz obr. 5.13 až obr. 5.15). Levá ruka zajišťuje přítlak a koordinaci pohybu za pomoci dlaně.



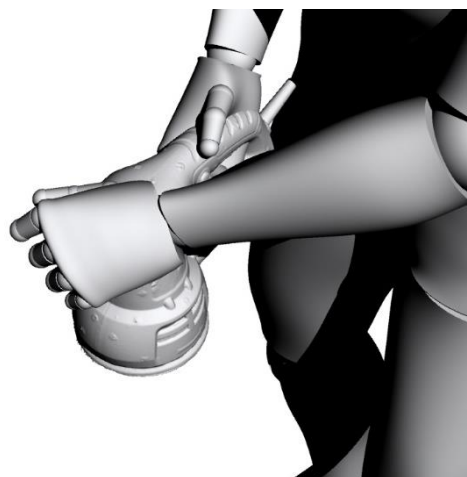
Obr. 5.12 Excentrická bruska 3D sken – Pattfield ( ).



Obr. 5.13 Excentrická bruska – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.14 Excentrická bruska – detail úchopu 1.



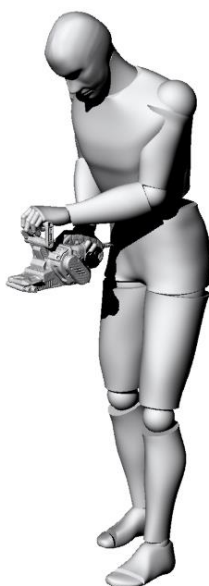
Obr. 5.15 Excentrická bruska – detail úchopu 2.

### 5.3.4 Pásové brusky

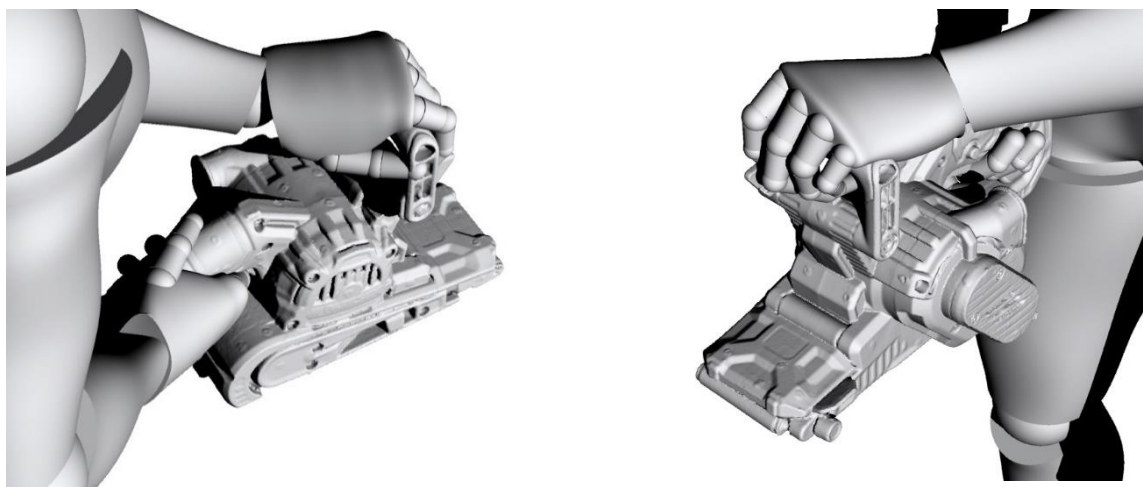
Nářadí pro úpravu povrchů za pomoci brusného pásu, jenž má obdobné charakteristiky jako excentrické brusky s mnohem jistějším způsobem úchopu levou rukou (viz obr. 5.17 až obr. 5.19).



Obr. 5.16 Pásová bruska 3D sken – PARKSIDE (PBSD 600 A1).



Obr. 5.17 Pásová bruska – úchop a práce ve stoje.



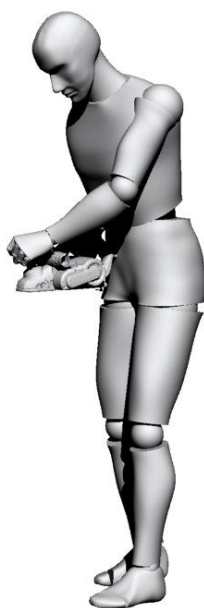
Obr. 5.18 Pásová bruska – detail úchopu 1. Obr. 5.19 Pásová bruska – detail úchopu 2.

### 5.3.5 Elektrické hoblíky

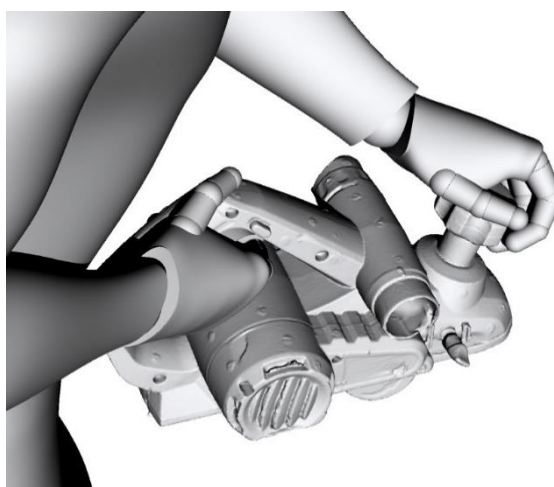
Elektrické hoblíky patří do skupiny nářadí používající rovinné vedení. Na pracovníka s nářadím jsou kladeny nároky na pevný úchop a přítlak současně s přesným vedením. Levá ruka zajišťuje pevný úchop za pomoci dlaně a prstů s nutnou protisilou na překonání odporu při hoblování materiálu (viz obr. 5.21 až obr. 5.23).



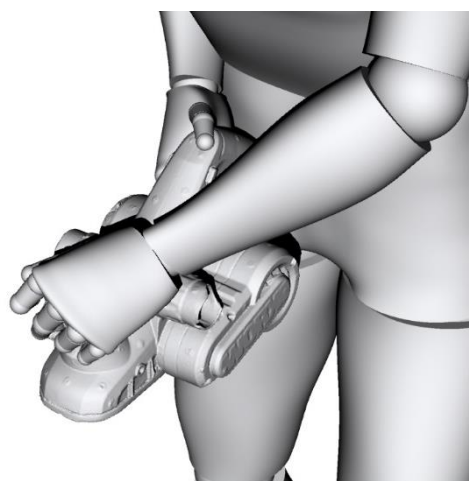
Obr. 5.20 Elektrický hoblík 3D sken – WORX (WX623.1).



Obr. 5.21 Elektrický hoblík – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.22 Elektrický hoblík – detail úchopu 1.



Obr. 5.23 Elektrický hoblík – detail úchopu 2.

### 5.3.6 Přimočaré pilky

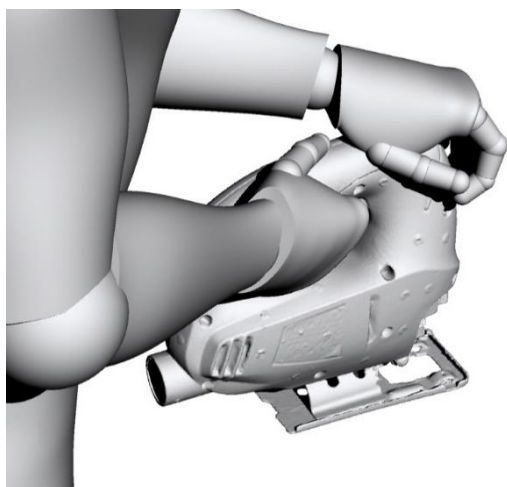
Nářadí využívající rovinného vedení s úchopem, který je mnohém výše než u obdobného druhu nářadí. Úchop vyžaduje velmi přesné vedení s vyvinutím dostatečné síly na překonání řezného odporu materiálu. Levá ruka využívá dlaně a prstů pro pevný a jistý úchop (viz obr. 5.25 až obr. 5.27). Vznikají vibrace a možné pohyby malého rozsahu.



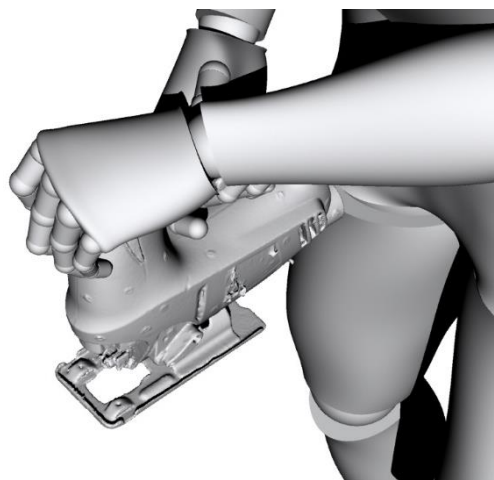
Obr. 5.24 Přímočará pilka 3D sken – TESCO (FC710J).



Obr. 5.25 Přímočará pilka – úchop a práce ve stoje.



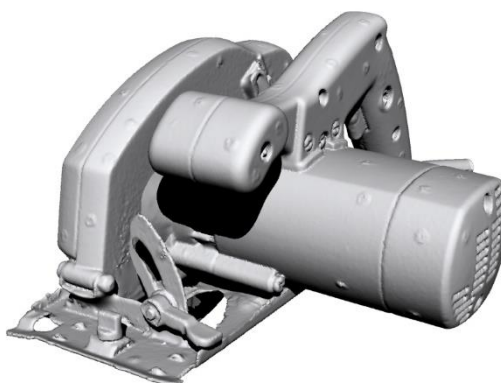
Obr. 5.26 Přímočará pilka – detail úchopu  
1.



Obr. 5.27 Přímočará pilka – detail úchopu  
2.

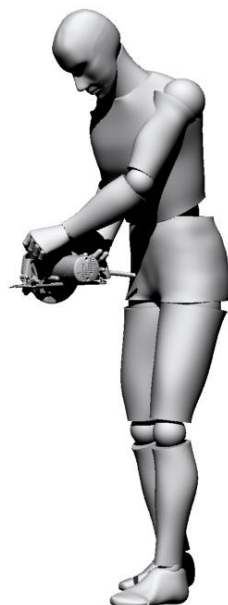
### 5.3.7 Okružní pily

Okružní pily náleží do kategorie těžšího rovině vedeného nářadí. Levá ruka zajišťuje pevný úchop pro překonání prvotního odporu při vnikání nástroje do materiálu (bezpečnostní ochranný kryt) a následného odporu při řezání (viz obr. 5.29 až obr. 5.31). Opakující se zatížení s vibracemi vlivem řezání.

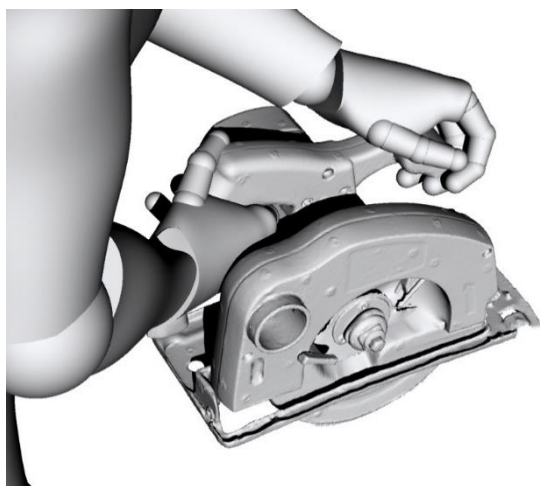


Obr. 5.28 Okružní pila 3D sken – hanseatic (PSC160D).

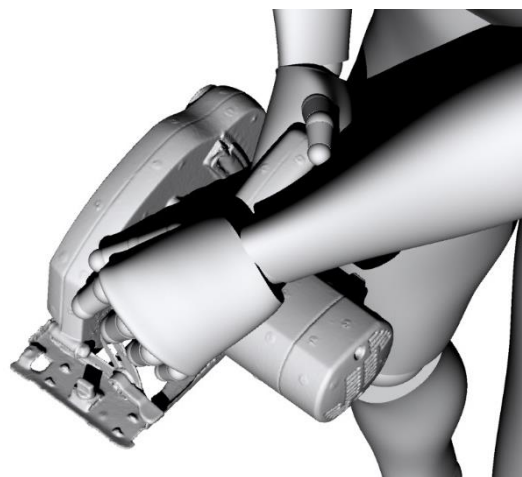




Obr. 5.29 Okružní pila – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.30 Okružní pila – detail úchopu 1.



Obr. 5.31 Okružní pila – detail úchopu 2.

### 5.3.8 Vibrační brusky

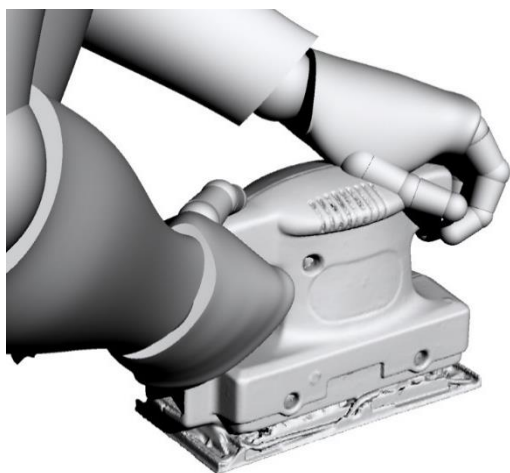
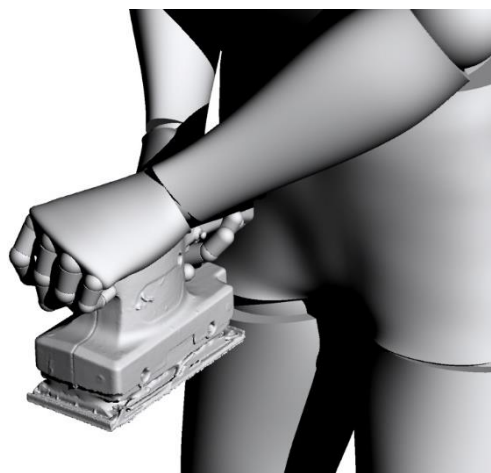
Jedná se téměř o totožné nářadí jako excentrické brusky s obdobným úchopem (viz obr. 5.33 až obr. 5.35). Vibrační brusky nevyžadují větší sílu na směrovou koordinaci rukou.



Obr. 5.32 Vibrační bruska 3D sken - \_ (PTSS 150).

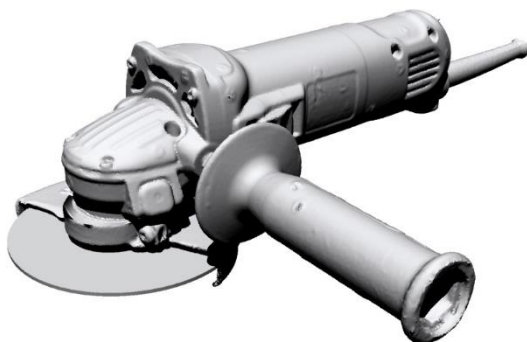


Obr. 5.33 Vibrační bruska – úchop a práce ve stoje.


 Obr. 5.34 Vibrační bruska – detail úchopu  
1.

 Obr. 5.35 Vibrační bruska – detail úchopu  
2.

### 5.3.9 Úhlové brusky

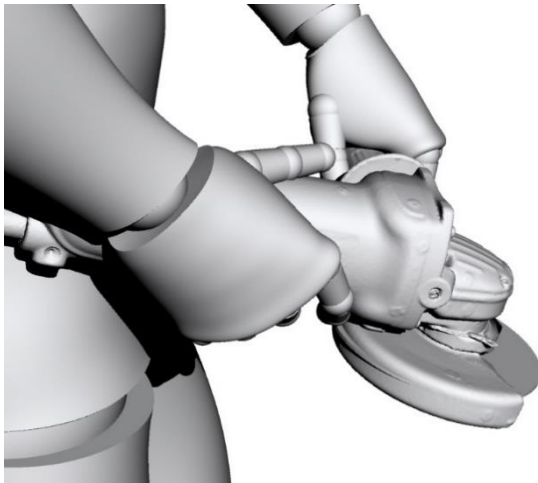
Nejběžnější nářadí pro dělení a broušení materiálů s nevázaným pohybem v celém rozsahu výšky člověka. Podle druhu upnutého kotouče je předurčující uplatnění nářadí. V posuzované analýze je použito kotouče pro dělení materiálu. Pravá ruka objímá mohutnější válec, který obsahuje elektromotor a levá ruka zajišťuje koordinaci a jistotu pohybu (viz obr. 5.37 až obr. 5.39). Provoz úhlové brusky je charakteristický působením dostředivých sil, které vyžadují velmi pevný úchop pro samotnou pracovní činnost. Zápěstí je namáháno pohyby malého rozsahu.



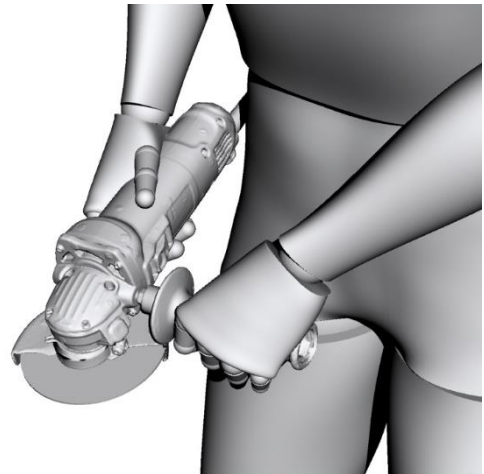
Obr. 5.36 Úhlová bruska 3D sken – DeWALT (DS81111-QS).



Obr. 5.37 Úhlová bruska – úchop a práce ve stoje.



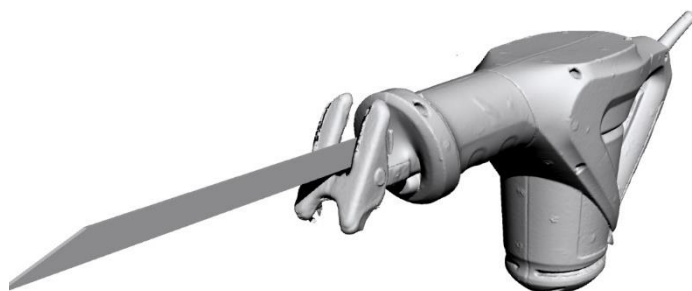
Obr. 5.38 Úhlová bruska – detail úchopu 1.



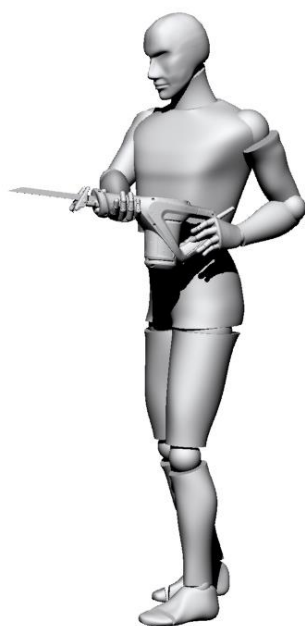
Obr. 5.39 Úhlová bruska – detail úchopu 2.

### 5.3.10 Pily ocasky

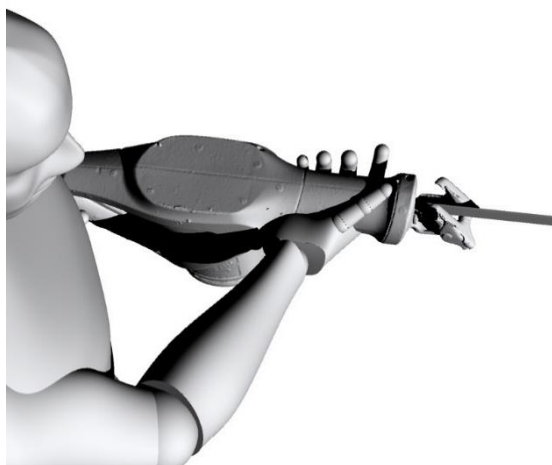
Nepříliš časté ruční nářadí, které je používáno pro dělení materiálů pomocí pilového listu. Pracovní činnost vyžaduje pevný úchop pro přesný řez a tím také omezuje vznikání vibrací (viz obr. 5.41 až obr. 5.43). Pohyby rukou jsou v malém rozsahu a s opakující se činnostmi. Ohyb levého zápěstí je nepřírozený.



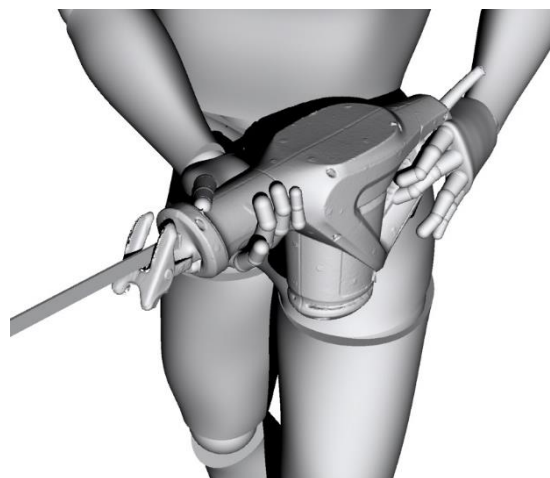
Obr. 5.40 Pila ocaska 3D sken – King Craft (KMS 710 E).



Obr. 5.41 Pila ocaska – úchop a práce ve stoje.



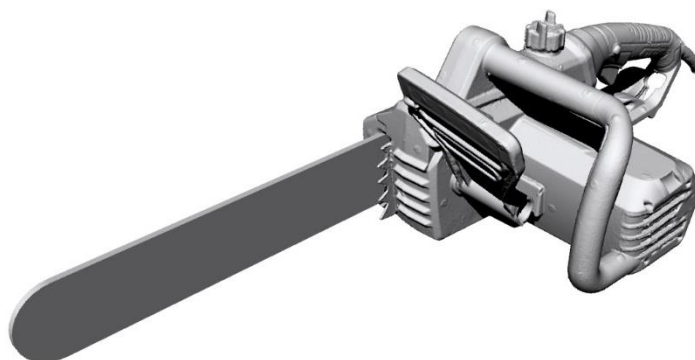
Obr. 5.42 Pila ocaska – detail úchopu 1.



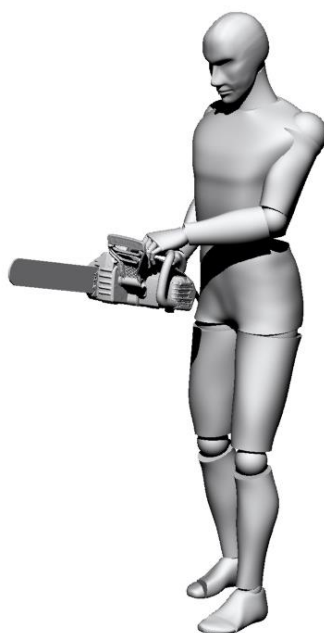
Obr. 5.43 Pila ocaska – detail úchopu 2.

### 5.3.11 Elektrické řetězové pily

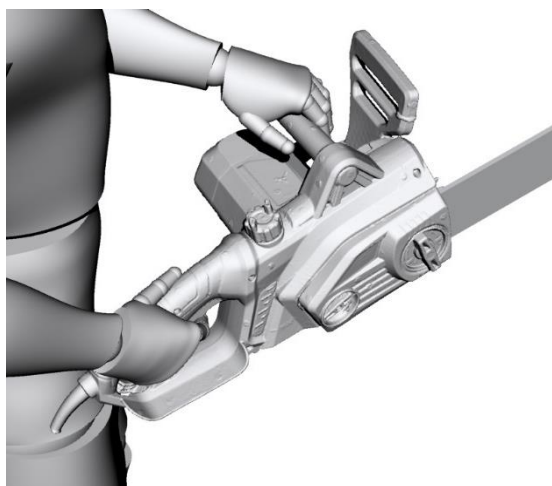
Pracovní činnost s nářadím byla zvolena při řezání dřevěné kulatiny na kozách. Dělení materiálu dochází zejména ve spodní části vodící lišty, a to v celé délce. Horní končetiny jsou namáhané velkou hmotností a pákou (vzdálenost od končetin po místo řezu na pilové liště). Předklon při samotném řezání má negativní dopad na pozici trupu a krku (viz obr. 5.45 až obr. 5.47).



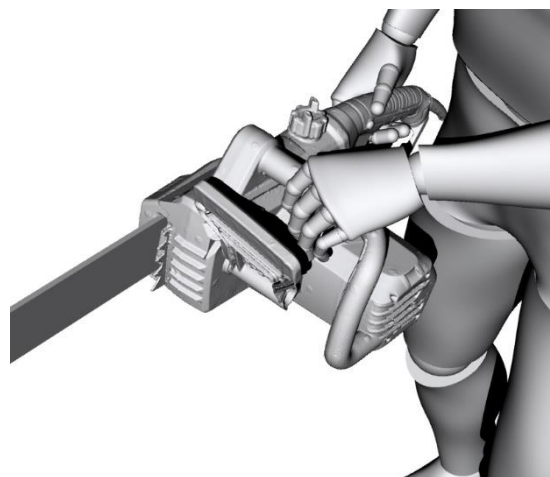
Obr. 5.44 Elektrická řetězová pila 3D sken – florabest (FKS 2200 G4).



Obr. 5.45 Elektrická řetězová pila – úchop a práce ve stoje.



Obr. 5.46 Elektrická řetězová pila – detail úchopu 1.



Obr. 5.47 Elektrická řetězová pila – detail úchopu 2.

## 5.4 Zhodnocení ergonomie nářadí

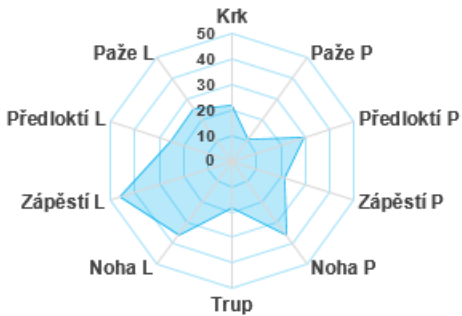
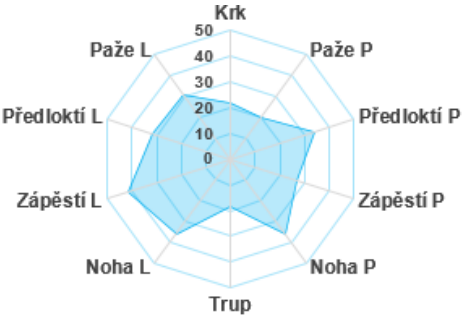

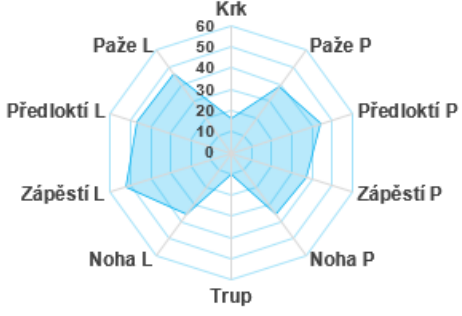
Výsledky ergonomické analýzy elektrického ručního síťového nářadí za pomoci nově navržené metody AAL s provedenou zpětnou kontrolou metodou RULA z NCSU jsou uvedeny v tabulce (viz tab. 5.1). Tabulka obsahuje také radarový/pavučinový diagram pro vizuální zhodnocení dopadů analyzovaného nářadí.

Tab. 5.1 Shrnutí výsledků metody AAL a RULA z NCSU.

Nářadí a RULA analýza		Metoda AAL
Vrtací kladiva	<p>WORX (WX333)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 5,4 kg</li> <li>• Statické zatížení</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Částečné vedení</li> <li>• Šokové zatížení</li> </ul> <p>L strana    P strana</p> <p style="text-align: center;"><b>4</b>      <b>4</b></p>	<p style="text-align: center;">xT = -6    yT = 2</p> <p style="text-align: center;"><b>4 740</b></p>
Vrtačky	<p>HILTI (TE 2-M)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 2,7 kg</li> <li>• Statické zatížení</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Částečné vedení</li> <li>• Šokové zatížení</li> </ul> <p>L strana    P strana</p> <p style="text-align: center;"><b>4</b>      <b>4</b></p>	<p style="text-align: center;">xT = -4    yT = 3</p> <p style="text-align: center;"><b>4 360</b></p>
Excentrické brusky	<p>Pattfield ( )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 1,9 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <p>L strana    P strana</p> <p style="text-align: center;"><b>3</b>      <b>3</b></p>	<p style="text-align: center;">xT = -7    yT = -5</p> <p style="text-align: center;"><b>2 460</b></p>



Pásové brusky	<p>PARKSIDE (PBSD 600 A1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 2,3 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; width: 40px; text-align: center;">L strana <b>3</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; width: 40px; text-align: center;">P strana <b>3</b></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>x_T = 0</math>    <math>y_T = -5</math>  <b>3 430</b> </div>
Elektrické hoblíky	<p>WORX (WX623.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 3,2 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> <li>• Opakující se zatížení</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; width: 40px; text-align: center;">L strana <b>3</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: green; width: 40px; text-align: center;">P strana <b>2</b></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: green; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>x_T = -8</math>    <math>y_T = -7</math>  <b>2 220</b> </div>
Přímočaré pilky	<p>TESCO (FC710J)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 2,1 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; width: 40px; text-align: center;">L strana <b>3</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; width: 40px; text-align: center;">P strana <b>3</b></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: green; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>x_T = -3</math>    <math>y_T = -3</math>  <b>2 590</b> </div>
Okružní pily	<p>hanseatic (PSC160D)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 3,3 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: orange; width: 40px; text-align: center;">L strana <b>4</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: green; width: 40px; text-align: center;">P strana <b>3</b></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: yellow; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>x_T = 1</math>    <math>y_T = -4</math>  <b>3 940</b> </div>

Vibrační brusky	<p>                             _ (PTSS 150)                         </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 1,1 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Horizontální vedení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">L strana <b>3</b></div> <div style="border: 1px solid black; background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">P strana <b>2</b></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>xT = -6</math>   <math>yT = -5</math>  <b>2 140</b> </div>
Úhlové brusky	<p>                             DeWALT (DS81111-QS)                         </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 2,1 kg</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">L strana <b>3</b></div> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">P strana <b>3</b></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>xT = -4</math>   <math>yT = -2</math>  <b>2 570</b> </div>
Pily ocasky	<p>                             King Craft (KMS 710 E)                         </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 4,1 kg</li> <li>• Statické zatížení</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Částečné vedení</li> <li>• Pohyby v malém rozsahu</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">L strana <b>4</b></div> <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">P strana <b>4</b></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>xT = -5</math>   <math>yT = -1</math>  <b>3 720</b> </div>
Elektrické řetězové pily	<p>                             florabest (FKS 2200 G4)                         </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Váha 5,3 kg</li> <li>• Statické zatížení</li> <li>• Opakující se zatížení</li> <li>• Částečné vedení</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: orange; padding: 5px; text-align: center;">L strana <b>4</b></div> <div style="border: 1px solid black; background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">P strana <b>3</b></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <math>xT = -5</math>   <math>yT = 2</math>  <b>3 880</b> </div>

### 5.4.1 Závěr z analýzy AAL

Navržená ergonomická metoda AAL umožňuje vyhodnotit a porovnat tělesné pozice při práci s nářadím ve všech pracovních polohách, avšak pro účely diplomové práce se stanovovaly v obvyklých a nezátěžujících stavech. Dopadový index je získán v rozmezí 2 140 až 4 740 bodů, který odpovídá hodnotám pohybujiících se okolo středního rizika (viz obr. 5.48).

500	Zanedbatelné riziko
1 500	Nízké riziko, možné změny
4 000	Střední riziko, vyšetření polohy, změny
7 000	Vyšší riziko, vyšetření polohy, nutné změny
14 000	Vysoké riziko, bezodkladné změny
20 000	Extrémní riziko, bezodkladné změny

Obr. 5.48 Popis jednotlivých ergonomických rizik.

Asymetrie pracovní pozice a zatížení je možné interpretovat z výsledků RULA z NCSU a z nové metody AAL, která je vypočtena za pomoci těžiště polygonu. Těžiště posuzovaného držení těla lze také vizuálně určit pomocí radarového/pavučinového diagramu, který zobrazuje dopady na jednotlivých částech těla. Určení asymetrie z AAL vykazuje detailnější výsledky jak RULA z NCSU.

Povaha elektrického ručního síťového nářadí předurčuje výsledný dopadový index. Pokud bude během pracovní činnosti využita horizontální podpora/vedení nářadí, je možné snížit dopadový index AAL až o 300 bodů.

Z analýzy je patrné, že k omezení negativních ergonomických dopadů, je nevhodnější využít snížení váhy, změnit pracovní intenzitu, optimalizovat úchop a odstranit asymetrii zatížení.

## 6 DESIGN RUČNÍHO NÁŘADÍ

Výběr elektrického ručního nářadí pro zpracování autorského návrhu byl zaměřen na výrobky, které mají široké spektrum uživatelů, a to jsou úhlové brusky. Úhlové brusky patří do skupiny nářadí kontaktního, při kterém je využíváno volných pracovních pozic s nářadím. Tento druh nářadí slouží zejména k dělení materiálu a broušení.

### 6.1 Autorský design ručního nářadí

Návrh úhlové brusky je koncepčně zpracován pro upnutí řezného/broušícího kotouče o průměru 125 mm. Největší možná velikost upnutého kotouče úhlové brusky předurčuje její celkové rozměry, váhu, příkon, těžiště a provedení úchopu. Úhlové brusky s možností upnutí řezného/broušícího kotouče o průměru 230 mm mají úchop mimo oblast elektromotoru. Důvodem je velký průměr těla úhlové brusky, který je nutný pro dosažení patřičných výkonostních parametrů nářadí. Tento způsob úchopu se výjimečně projevuje také u úhlových brusek s menším průměrem upnutého kotouče.

Autorský návrh (viz obr. 6.1) využívá polygonálního tvarování ploch a sražených hran. Tímto přístupem dochází ke vzniku kontrastu mezi válcovým tvarem těla brusky s polygonálními plochami. Úhlová bruska svým tvarováním získává charakteristické rysy, které vzájemně korespondují s jednotlivými funkčními částmi a tvoří ucelený estetický a ergonomický celek.



Obr. 6.1 Perspektivní pohled boku úhlové brusky.

Konstrukční řešení autorského designu zohledňuje provedení úchopu a požadavků na umístění ovladačů (viz obr. 6.2 a obr. 6.3). Řešení nasávání vzduchu do elektromotoru probíhá v přední části nad převodovým soukolím, a také za pomocí bočních otvorů mezi vlastní převodovkou a tělem úhlové brusky. Vzduch je poté

odváděn k zadní části nářadí. Aretace pro montáž a demontáž nástroje je v přední části a provádí se stlačením ovladače směrem k nástroji. Krytování brusky, tělo převodového ústrojí a spodní víčko převodovky je uchyceno šrouby. Rozměry autorského návrhu byly odvozeny od úhlové brusky Narex EBU 13 a jsou uvedeny včetně rukojeti (délka x výška x hloubka) mm = (290 x 106 x 250) mm.



Obr. 6.2 Perspektivní pohled na přední část úhlové brusky.



Obr. 6.3 Perspektivní pohled na drážku vedení rukojeti.

## 6.2 Ergonomické řešení navrženého nářadí

Konstrukční řešení úhlových brusek vyžaduje při pracovní činnosti asymetrického držení nářadí vůči tělu, ale také je charakteristické samotným úchopem (proměnlivé parametry úchopu „průměru“). Rozmanité pracovní pozice při stísněných pracovních podmínkách včetně zvětšující se asymetrii držení vedou k nedostatečnému a nejistému úchopu a vedení úhlové brusky.

Řešení ke zlepšení ergonomie:

- vhodné tvarování těla nářadí,
- variabilní umístění rukojeti.

Autorské řešení designu úhlové brusky zohledňuje ergonomické požadavky na provedení vhodného úchopu nářadí. Tvarového pohodlí a jistoty úchopu bylo docíleno za pomoci bočního polygonálního vedení (viz obr. 6.4 a obr. 6.5) na hlavním těle nářadí (červená část). Proměnlivé zešíkmení zejména v oblasti ovládacího vypínače umožňuje pohodlnější úchop dlaní zejména v oblasti mezi palcem a ukazováčkem. Tímto vybráním, došlo také k jistějšímu zacházení při horizontálním naklání nářadí. Vypínač byl umístěn v horní části, a to z důvodu ergonomicky příznivějšího využití nářadí levostrannými a pravostrannými uživateli. Šikmý přechod/napojení mezi tělem převodovky (černá část) a hlavním tělem nářadí zlepšuje oporu prstů při vertikálním náklonu nářadí. Hlavní tělo se zužuje směrem k vyústění kabelu a má nepravidelně sražené hrany, a to z ergonomického a psychologického hlediska (přirozený a plynulý pohyb rukou pro uchycení nářadí). Odklon rukojeti od osy nářadí (podélná osa elektromotoru) je provedena téměř stejně jak u konkurenčních výrobků stejného druhu a typu nářadí.

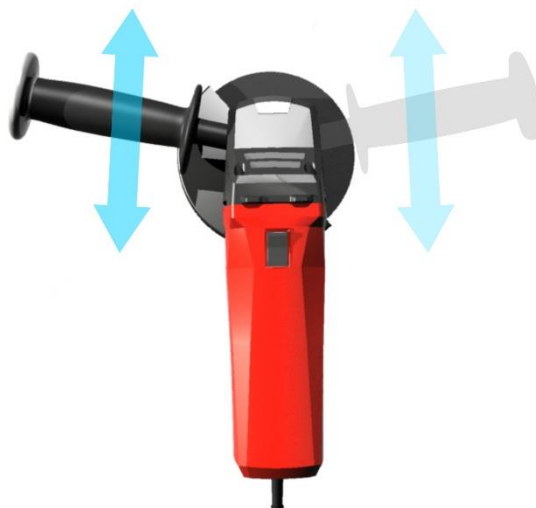


Obr. 6.4 Perspektivní pohled na ergonomické řešení těla úhlové brusky.



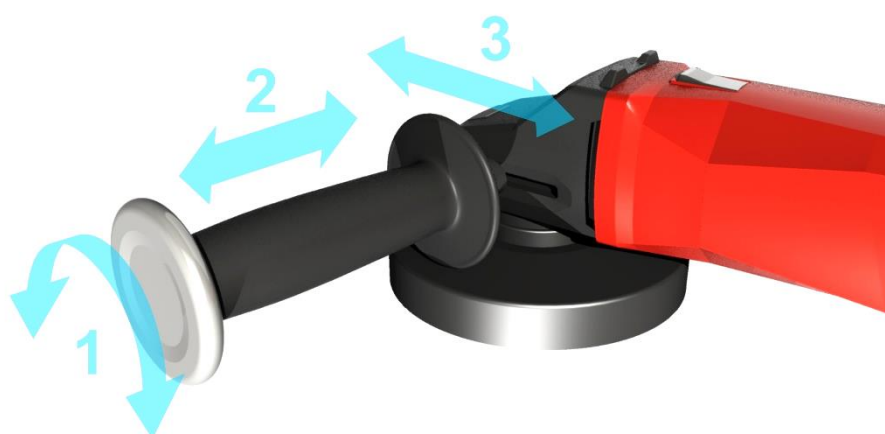
Obr. 6.5 Horní pohled na ergonomické řešení úhlové brusky.

Pevné umístění rukojeti je omezujícím aspektem při práci v asymetrických a blízkých polohách nářadí u těla. Řešení spočívá v možném posouvání rukojeti v podélné ose nářadí s využitím zešikmené části krytu převodovky (viz obr. 6.6). Toto variabilní umístění rukojeti umožňuje využití nářadí i v kritických polohách.



Obr. 6.6 Posun rukojeti úhlové brusky.

Nastavení umístění rukojeti je možné provést pouze v horizontálním podélném směru nářadí. Ochranný výstup na konci rukojeti slouží jako aretační prvek pro odjištění jejího posuvu. Na obrázku (viz obr. 6.7) je vidět postup, jak je možné nastavit vhodnou pozici rukojeti. Tímto způsobem můžeme nastavit rukojeť také na opačné straně krytu převodovky (viz obr. 6.6).



Obr. 6.7 Perspektivní pohled na rukojeť a drážku. 1) odjištění rukojeti, 2) odsunutí, 3) nastavení pozice rukojeti.

Nářadí nebylo podrobeno analýze metodou RULA z NCSU a AAL a to z důvodu, že pracovní pozice s nářadím byla výhradně stanovena v obvyklých pracovních polohách. Výsledek by byl velmi podobný jako při analýze úhlových brusek (viz tab. 5.1).



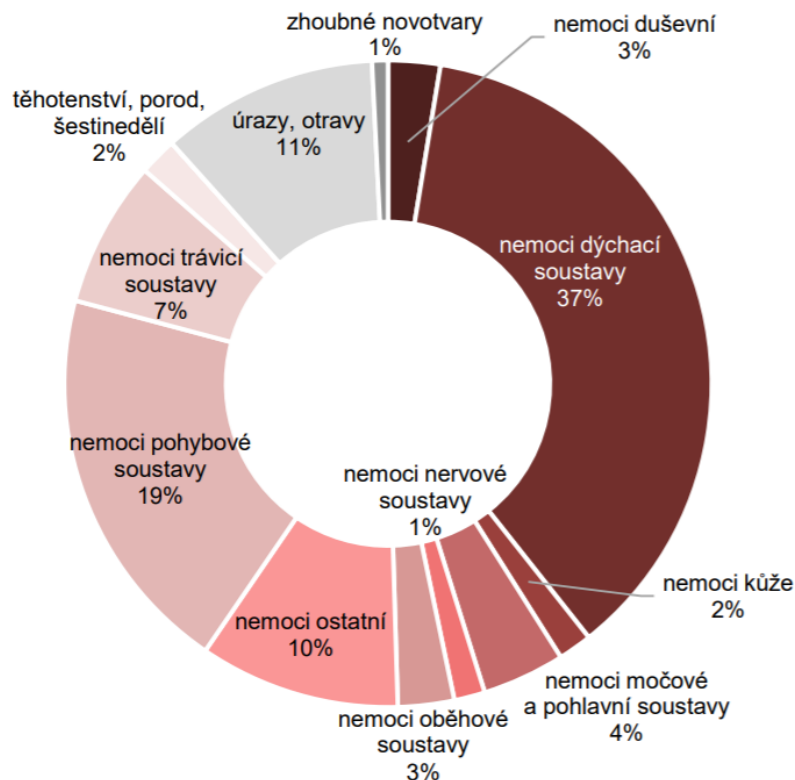
## 7 LÉKAŘSKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Během pracovněprávních vztahů (zaměstnanec a zaměstnavatel) dochází velmi často ke vzniku pracovních neschopností. Touto problematikou se zabývá pracovní právo, které je legislativně zpracováno v zákoně č. 262/2006 Sb. (zákoník práce), jenž má bohatou působnost jak v oblasti bezpečnosti práce, majetkových a nemajetkových škod, ale zejména vymezení právních vztahů v souvislosti s výkonem práce/povolání. [72]

Pracovní neschopnost vyvolaná z důvodu:

- pracovního úrazu,
- onemocnění. [72]

Důležitost zákona č. 262/2006 Sb. je možné spatřit v souvislosti s ČSÚ, který zpracovává statistická data, analyzuje je a dále jsou využívána z pohledu řízení ekonomiky státu. V roce 2019 bylo v ČR cca 4 733 000 průměrně nemocensky pojištěných osob (zaměstnanci, OSVČ i mladistvé osoby). Největší část ze 40 % všech pojištěných osob tvořil automobilový průmysl, následován kovozpracujícím, strojírenským a zpracovatelským průmyslem. Ze statistických dat z roku 2019 bylo evidováno 1 914 800 pracovních neschopností (nejvíce za deset let) z toho 90 % nemoci, 3,5 % pracovní úrazy a zbylá část jsou nepracovní úrazy. Meziroční nárůst je dán zrušením karenční doby. [109]



Obr. 7.1 Graf struktury pracovních neschopností 2019 dle diagnóz [109].

Skupiny diagnóz onemocnění je možné určit ze struktury ukončených pracovních neschopností (viz obr. 7.1). Pro účely stanovení onemocnění spojených se zdrojem „Ruční nářadí“ je možné vyloučit některé pracovní neschopnosti, které se netýkají nemocí vzniklých během povolání. Tento výběr byl založen na předpokladu dodržování veškerých zákonných bezpečnostních opatření během práce (nošení ochrany zraku, sluchu, oděvu atd.). [111]

Pracovní neschopnosti dle diagnóz (potenciálně ovlivněné pracovní činnosti s ručním nářadím):

- nemoci duševní (3 %),
- nemoci kůže (2 %),
- nemoci nervové soustavy (1 %),
- nemoci oběhové soustavy (3 %),
- nemoci pohybové soustavy (19 %),
- nemoci ostatní (10 %). [109]

Ze statistických dat zaujímá druhý největší podíl diagnóz pracovních neschopností nemoci pohybové soustavy (onemocnění páteře) s nejvyšším podílem prostonaných dnů. 38 % pracovních neschopností zahrnuje také práci s ručním nářadím včetně manipulace s břemeny (polohování před, nebo při používání nářadí). [109]

Z pohledu pracovních úrazů došlo za rok 2019 k celkovému počtu 44 552 úrazům z toho k 92 smrtelným evidovaného dle ČSÚ. Mezi nejčastější pracovní úrazy s neschopností delší než 3 dny došlo téměř ve 34 % ve skupině „Materiály, břemena, výrobky, strojní součásti“. [109] Ve skupině zdrojů pracovních úrazů „Ruční nářadí“ (viz tab. 7.1) lze odvodit, že podíl závažných pracovních úrazů je velmi nízký a nebyl příčinou smrtelného pracovního úrazu. K pracovním úrazům dochází z důvodů např.: nevhodného používání strojů a nářadí, avšak vždy se společným činitelem, a to neodhadnutí možných rizik. [111]

Tab. 7.1 Podíl pracovních úrazů podle skupin zdrojů [111].

Pracovní neschopnost	Ruční nářadí [%]	Výrobky, strojní součásti [%]	Stroje a zařízení [%]
Delší než 3 kalendářní dny	9,6	33,8	8,0
Závažné pracovní úrazy	1,5	13,6	10,1
Smrtelné pracovní úrazy	0,0	11,6	9,5

## 7.1 Onemocnění z povolání

Při vykonávání pracovních činností v nepříznivém pracovním prostředí dochází ke vzniku zdravotních rizik pro zaměstnance. Tyto rizika vznikají vlivem emisí vibrací, hluku, pracovního prostředí, nepřírodných pracovních poloh, frekvencí pohybů a zatěžovacími faktory. Onemocnění z povolání nejčastěji zasahuje, šlachy, svaly, cévy, klouby, kosterní části a nervová zakončení (viz kap. 7.1.1).

### 7.1.1 Sekundární Raynaudův syndrom

Poškozením cév vzniká vibracemi. Objevují se parestzie a dysestezie, běláni prstů, chladná periferie, porucha růstu nehtů, špatné hojení ran a nekrózy. Syndrom se může současně vyskytovat s dalšími cca 30 nemocemi. Raynaudův fenomén nevzniká při frekvenci vibrací do 2 Hz a od 1 510 Hz. [100,101,102,103]

#### 7.1.1.1 Léčba

Podávání nitroglycerinu, vitamínů skupiny B, léky s vazodilatačním účinkem, vyřazení z expozice vibrací někdy i trvale. [100,101,102]

#### 7.1.1.2 Pracovní neschopnost

Délka dle stádia poškození obvykle 9 měsíců. [100,101,102]

### 7.1.2 Epikondylitidy

Vznikají z důvodu jednostranného přetěžování práce v nevhodné poloze (zvedání břemen, opakující se pohyb u pásu, ale i nevhodné jemné pohyby prstů a rukou). Dojde ke vzniku zánětu v místě začátku svalu, typickým místem je oblast lokte, kde začínají svalové skupiny předloktí (tzv. tenisový/golfový loket). [100,101,102]

#### 7.1.2.1 Léčba

Nošení ortéz, analgetika proti bolesti, rehabilitace (ultrasonoterapie, elektroléčba a využití rázových vln), eventuálně operační řešení. [100,101,102,104]

#### 7.1.2.2 Pracovní neschopnost

Neschopnost v délce cca 3 až 4 týdny, popřípadě více podle vstupního nálezu. [100,101,102]

### 7.1.3 Tendinitidy a morbus de Quervain

Podobné onemocnění jako epikondylitidy, jen postiženým místem jsou obaly šlach svalů. [100,101,105]

#### 7.1.3.1 Léčba

Ortéza pro znehybnění, rehabilitace, analgetika, obstríky (lokální aplikace), popřípadě i operační léčba. [100,101]

### 7.1.3.2 Pracovní neschopnost

Trvání neschopnosti 4 a více týdnů. [100,101,105]

### 7.1.4 Neuropatie

Nejčastěji způsobené prací s náradím nebo stroji generujícími vibrace. Ty způsobují mikrotraumatizace nervových zakončení a svalového vřetenka. Pozorujeme úžinové syndromy například syndrom karpálního tunelu a syndrom Guyonova kanálu. [100,101,102]

#### 7.1.4.1 Léčba

Léčba analgetiky, kortikoidy, rehabilitace, obstríky nebo vitamíny skupiny B. Endoskopická nebo klasická operační léčba s následnou rehabilitací. [100,101,102]

#### 7.1.4.2 Pracovní neschopnost

Léčení měsíce při konzervativní léčbě, až rok v případě operačního řešení. [100,101,102]

### 7.1.5 LIS syndrom, blokáda krční páteře, degenerace obratlů

Onemocnění vzniklé zejména nošením těžkých břemen, nebo prací v nepřírozené poloze. Pozorujeme omezenou hybnost v postižené části zad, výraznou bolest a svalové spasmy. [100,101,102]

#### 7.1.5.1 Léčba

Aplikace analgetik, spasmolytik a následná rehabilitace. Infuzní terapie (analgetika a spasmolytika intra venózně) v případě degenerativních změn (stenózou meziobratlů). Při závažných potížích nutná operační stabilizace postiženého segmentu páteře. [100,101,102]

#### 7.1.5.2 Pracovní neschopnost

Pracovní neschopnost řádově měsíce až roky, může dojít i k úplné invalidizaci. [100,101]

### 7.1.6 Herniace meziobratlové plotýnky

Onemocnění podobné bolestem zad, ale vzniká útlakem míchy nebo nervových kořenů vyhrěznutím meziobratlové ploténky. [100,101]

#### 7.1.6.1 Léčba

Velmi často nepříznivý vývoj, nutná operační léčba s následnou rehabilitací. Podávání analgetik a antirevmatik. [100,101,106]

### 7.1.6.2 Pracovní neschopnost

Pracovní neschopnost v délce 6 až 9 měsíců. [100,101,107]

### 7.1.7 Rhizarthróza

Vzniká dlouhodobý přetěžováním ruky, artróza metakarpokarpálního kloubu palce. [100,101]

#### 7.1.7.1 Léčba

Léčba prostřednictvím analgetik, rehabilitace, obstříků, používání ortéz. Při vážném průběhu operační řešení (stabilizace, náhrada os trapezií, až TEP kloubu). [100,101]

#### 7.1.7.2 Pracovní neschopnost

Délka pracovní neschopnosti cca 3 měsíce i více. [100,101]

### 7.1.8 Syndrom zmrzlého ramene

Opakovaným přetěžováním horní končetiny dochází k rozvoji akutní bolesti a následně k omezení hybnosti ramenního kloubu. Výrazná bolest s progresivním omezením hybnosti se vyskytuje u predisponovaných jedinců na podkladu akromiální burzitidy. [100,101]

#### 7.1.8.1 Léčba

Intenzivní rehabilitace, analgetika, ve výjimečných případech operace. [100,101]

#### 7.1.8.2 Pracovní neschopnost

Podle druhu vykonávané práce, neschopnost až 2 roky. [100,101]

### 7.1.9 Prepatelární burzitida

Podráždění tíhového váčku kolene z přetěžování klečením, nejčastěji instalatéri, klempíři, podlaháři atp. [100,101]

#### 7.1.9.1 Léčba

Nesteroidní antiflogistika, lokální léčba Višněvského balzámem, ortéza, antibiotika, rehabilitace při závažných obtížích operační revize. [100,101]

#### 7.1.9.2 Pracovní neschopnost

Podle závažnosti nálezu, pracovní neschopnost obvykle 3 týdny i více. [100,101]

### 7.1.10 Kýla

Vzniká při zvedání a přenášení těžkých břemen, dochází k vyhrěznutí střevních klíček tříselným kanálem, stěnou břišní nebo pupeční jizvou. [100,101]

#### 7.1.10.1 Léčba

Operační léčba. [100,101]

#### 7.1.10.2 Pracovní neschopnost

Pracovní neschopnost v délce 3 až 6 měsíců. [100,101]

### 7.1.11 Dypuytren kontraktura

Onemocnění ruky, vzniká na genetickém podkladu za predisponujících podmínek. Je charakterizovaná tvorbou uzlů a kontrahujících pruhů v dlani a na prstech, které pak způsobují kontraktury kloubů a progresivní funkční postižení ruky. Typické onemocnění u těžce manuálně pracujících. [100,101,102]

#### 7.1.11.1 Léčba

Léčba obštríky, nebo operační odstranění patologické tkáně. [100,101]

#### 7.1.11.2 Pracovní neschopnost

V případě operativního zákroku 6 měsíců, jinak měsíce. V některých případech trvalé vyřazení z pracovního místa. [100,101]

### 7.1.12 Aseptické nekrózy

Dlouhodobá práce s vibračními nástroji, porucha prokrvení kosti s jejím změknutím a následným hojením. [100,101]

#### 7.1.12.1

V lehčích případech klidový režim a rehabilitace. Operační revize u výrazné změny kostní struktury k úpravě jejího tvaru. [100,101]

#### 7.1.12.2

Léčba měsíce až cca 2 roky, eventuálně dochází i k vyřazení z pracovního zařazení. [100,101]

### 7.1.13 Poškození menisku

Nemoc způsobená dlouhodobou prací v kleče. [100,101]

#### 7.1.13.1

Operační léčba, rehabilitace po operaci. [100,101]

### 7.1.13.2

Pracovní neschopnost podle nálezu, menisektomie cca 2 až 3 týdny, sutura menisku cca 3 až 4 měsíce. [100,101]

## 7.2 Orientační náklady na léčbu onemocnění

Léčby onemocnění z povolání, jsou velmi časově náročné a vyžadují nemalé výdaje z prostředků veřejného zdravotního pojištění. Délka léčení byla stanovena na optimální dobu bez dalších komplikací. Potřebná data pro stanovení výdajů za léčbu obvyklých pracovních onemocnění byla získána z ceníků úkonů soukromých a veřejných nemocnic pro platby samoplátců. Barevné označení u délky pracovních neschopností (viz tab. 7.2) znázorňuje návrat pracovníka zpět do zaměstnání s ohledem na možná rizika pro zaměstnavatele. Zelené označení (pracovník bez rizika nástupu do zaměstnání), oranžové (zvýšené riziko nástupu pracovníka do zaměstnání) a červené zbarvení (vysoké riziko trvalého vyřazení z trhu práce, hrozící trvalá invalidita). Délka pracovní neschopnosti je uvažována od první návštěvy lékaře s potížemi až po vyléčení. Cena za léčiva byla stanovena na 2 400 Kč za měsíc (průměrná hodnota použitých léčiv na měsíc v ČR) [127].

Tab. 7.2 Orientační náklady na léčbu nemocí [101,108,126,127,128,129,130,131,132].

Délka [měsíců]	RTG [Kč]	CT [Kč]	Pobyt [Kč]	Operace [Kč]	RHB [Kč]	Léky [Kč]	Celkově [Kč]
9	Sekundární Raynaudův syndrom						26 900
	500	0	0	0	4 800	21 600	
1	Epikondylitidy						19 400
	500	0	1 500	12 000	3 000	2 400	
1	Tendinitidy a morbus de Quervain						11 900
	500	0	1 500	4 500	3 000	2 400	
3	Neuropatie						9 200
	500	0	1 500	0	0	7 200	
6	LIS syndrom, blokáda krční páteře, degenerace obratlů						23 900
	500	1 500	3 500	0	4 000	14 400	
3	Herniace meziobratlové plotýnky						93 400
	1 000	5 000	10 600	65 000	4 600	7 200	
3	Rhizarthróza						27 700
	1 000	0	3 800	12 000	3 700	7 200	
12	Syndrom zmrzlého ramene						40 500
	1 000	1 500	2 000	0	7 200	28 800	
1	Prepatelární burzitida						7 100
	500	0	1 500	0	2 700	2 400	
3	Kýla						70 000
	0	1 500	5 300	56 000	0	7 200	
6	Dypuytren kontraktura						48 400
	1 000	0	3 800	25 000	4 200	14 400	
24	Aseptické nekrózy						83 100
	1 500	1 500	3 300	12 000	7 200	57 600	
1	Poškození menisku						23 400
	500	1 500	3 800	12 000	3 200	2 400	



### 7.3 Ekonomické zhodnocení pracovních neschopností

Mezi důležité aspekty zaměstnanosti patří zdraví pracovníků. Zaměstnanci jakož to lidské zdroje vyžadují péči, nejenom v oblasti pracovně právních vztahů, ale také v aktivitách posilujících jejich zdraví. [112]

Podle informační agentury Evropské unie pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci:

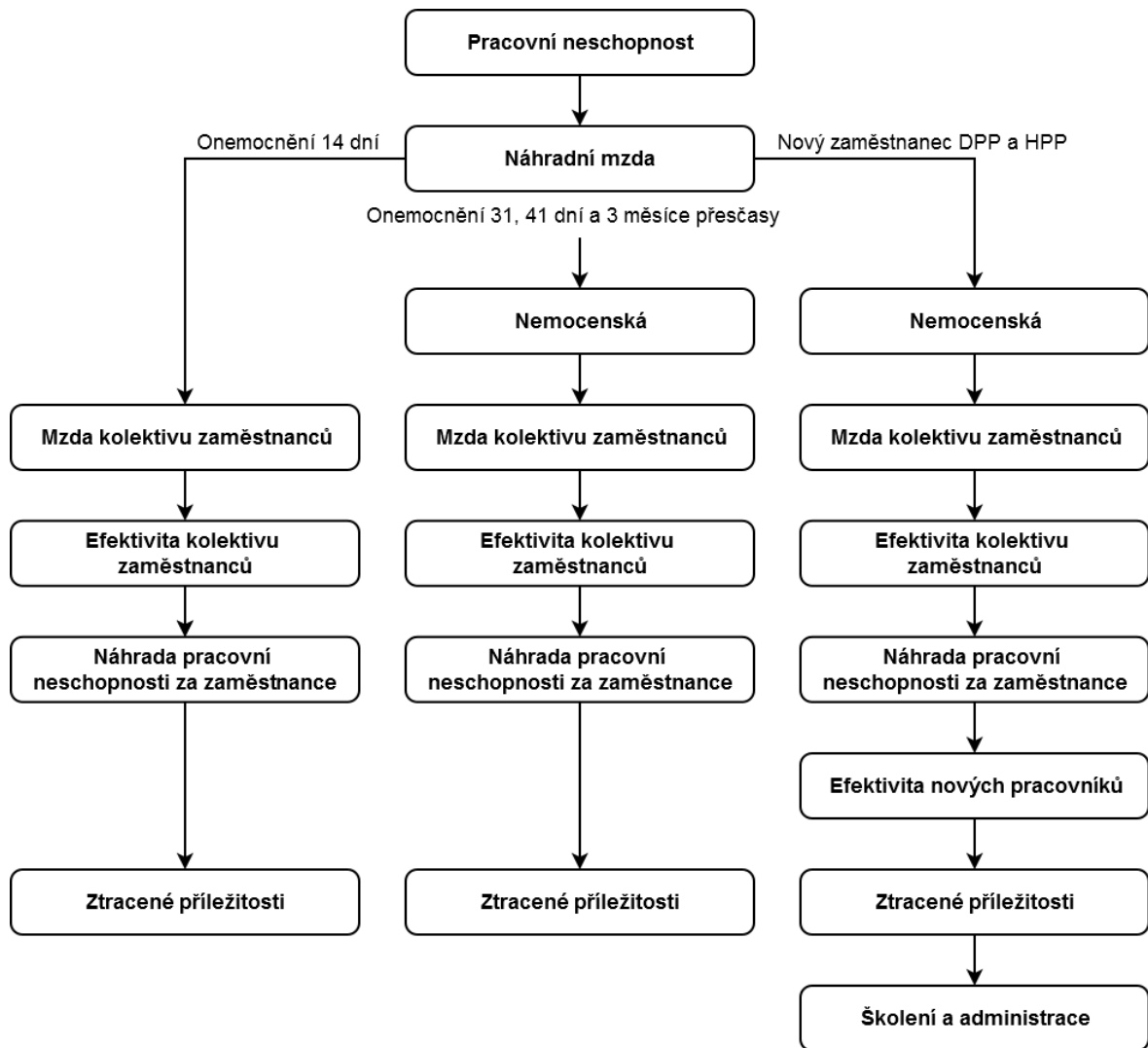
*„Studie odhadují, že za každé euro investované do BOZP se vrátí 2,2 EUR a že poměr nákladů a přínosů zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví je příznivý.“ [110],*

pobízejí k zamyšlení, ale také k ověření.

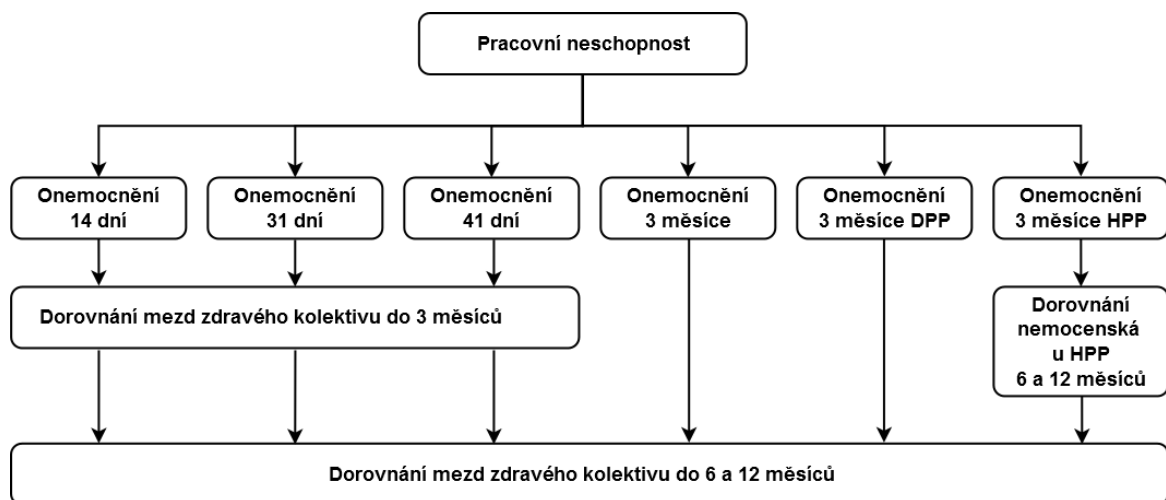
Ekonomická analýza je založena na statistických datech získaných z ČSÚ a MPSV, jelikož analýza není cílena na konkrétní firmu. Ve výpočtech (schéma viz obr. 7.2 a obr. 7.3) není zohledněn podnikatelský sektor OSVČ z důvodu odlišné metodiky výpočtu. Je brána v úvahu snížená pracovní efektivnost stávajících zaměstnanců (pracovního kolektivu), zaměstnanců na DPP a HPP z důvodu zvýšeného psychického zatížení a frustrace během personálních změn v zaměstnání. Pokles efektivity se také projevuje v průběhu adaptace nových zaměstnanců, jenž bude zohledněno. Významnou částku tvoří ztracené příležitosti firmy během onemocnění zaměstnanců, které se mohou pohybovat až v řádů set tisíc korun. Školení BOZP, PO a řidičů (ne profesní) je vyžadováno ve dvouletých intervalech. [117,121]

Hlavní vstupní parametry analýzy:

- zaměřeno na firemní sektor,
- odvětví dle CZ-NACE používající obvykle ruční náradí,
- nezahrnuje pracovní úrazy, běžná onemocnění a těhotenství,
- 8 hodin pracovní den, 40 hodin za týden, 160 hodin za měsíc,
- pracovní kolektiv 7 lidí,
- přesčasy realizovány jen v pracovní dny a s příplatkem 25 %,
- neobsahuje kalkulace ztracených příležitostí z důvodu ztrát zakázek jak současných, tak i potencionálních (chybějící zaměstnanci na zakázky),
- sjednocující analýza 3 měsíců pracovní neschopnosti,
- simulace 6 a 12 měsíců nákladů firmy,
- mzda je stejná za celý rok bez vlivu pohlaví a věku,
- pracovník s prognózou vážného onemocnění je nahrazen novým zaměstnancem,
- 10 hodin pro školení BOZP, PO, administrativní činnosti a lidské zdroje (jen u nástupu nového zaměstnance DPP a HPP),
- bez školení řidičů,
- zahrnuje sníženou efektivitu zaměstnanců a ztrátu příležitostí. [72,110,112,113,117,121]



Obr. 7.2 Schéma řešení pracovních neschopností.



Obr. 7.3 Schéma dopočtů mezd a nemocenské pro zdravý kolektiv.

### 7.3.1 Analýza pracovních odvětví

Po zpracování analýzy, zejména získání vstupních dat, bylo nutné určit vhodná pracovní odvětví. Dle ČSÚ je možné ekonomické aktivity zařadit dle CZ-NACE do sektorů A až S, podle zvolených časových období. Nejvhodnějším zdrojem dat byly průměrné hrubé měsíční mzdy za 1. až 3. kvartál roku 2020 včetně počtů zaměstnanců v daných odvětvích. Pracovní neschopnosti, které mohou vzniknout používáním ručního nářadí, bylo nutné přiřadit k jednotlivým pracovním odvětvím. [113]

Odvětví zahrnutá do analýzy dle CZ-NACE:

- B - Těžba dobývání,
- C - Zpracovatelský průmysl,
- D - Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu,
- E - Zásobování vodou; činnosti související s odpadními vodami, odpady a sanacemi,
- F - Stavebnictví. [113]

Dle statistiky ČSÚ byla průměrná hrubá měsíční mzda za 1. až 3. kvartál roku 2020 v odvětví B-E Průmysl celkem 33 686 Kč s průměrným počtem zaměstnanců 1 206 400 a v odvětví F Stavebnictví 30 076 Kč také s průměrným počtem zaměstnanců ve výši 204 000. [113] Pro stanovení průměrné mzdy v uvažovaných odvětvích bylo využito výpočtu váženého průměru, který se určí ze vztahu kde  $HM_1 = \bar{x}$  (hrubá mzda) (1.1):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \text{ [Kč]} \quad (1.1)$$

kde:

$\bar{x}$  ... vážený průměr [Kč]

$w_i$  ... váha [počet]

$x_i$  ... hodnota [Kč]

$$HM_1 = \bar{x} = \frac{1\,206\,400 \cdot 33\,686 + 204\,000 \cdot 30\,076}{1\,206\,400 + 204\,000} = 33\,164 \text{ Kč}$$

Je nutné uvažovat také o dalších profesích a výdajích, které se podílejí na adaptaci nového zaměstnance.

Průměrná hrubá měsíční mzda dalších souvisejících profesí:

- M - Profesní, vědecké a technické činnosti (poradenství v oblasti BOZP mzda:  $HM_{BOZP} = 41\,073$  Kč),
- M - Profesní, vědecké a technické činnosti (poradenství v oblasti PO mzda:  $HM_{PO} = 41\,073$  Kč),
- N - Administrativní a podpůrné činnosti (univerzální administrativní činnosti mzda:  $HM_{ADM} = 24\,197$  Kč),
- N - Administrativní a podpůrné činnosti (činnosti související se zaměstnáním mzda:  $HM_{HR} = 24\,197$  Kč). [114]

$$HM_M = HM_{BOZP} = HM_{PO} = 41\,073 \text{ Kč}$$

$$HM_N = HM_{ADM} = HM_{HR} = 24\,197 \text{ Kč}$$

### 7.3.2 Analýza pracovní neschopnosti v délce 14 dní

Pravidla týkající se pracovní neschopnosti jsou obsažena v zákoně č. 262/2006 Sb. (zákoník práce) a v zákoně č. 187/2006 Sb. (zákon o nemocenském pojištění). Je nutné si uvědomit, že nemocenské dávky jsou jedna z šesti sociálních podpor, které mají zajistit finanční prostředky ekonomicky aktivním občanům. Podstatnou změnou výpočtu dávek nemocenského pojištění nastalo zrušením tzv. karenční doby od 1. července 2019, kdy nebyla vyplácena nemocenská první tři dny nemoci. Nynější platná úprava ukládá zaměstnavateli povinnost po dobu 14 dní vyplácet zaměstnanci náhradu mzdy. Tato náhrada mzdy má specifický způsob výpočtu. [72,109]

Nejdříve je nutné stanovit průměrnou hrubou hodinovou mzdu za poslední čtvrtletí, a poté za pomocí redukčních pravidel daným zákonem určíme redukce. Výsledný redukovaný průměrný výdělek je 60 % ze součtu redukovaných průměrných hodinových mezd vynásobené počtem odpracovaných hodin za 14 dní.

Rozsah redukčních hranic:

- 1. redukční hranice: do 206,85 Kč (redukce na 90 %),
- 2. redukční hranice: do 310,28 Kč (redukce na 60 %),
- 3. redukční hranice: do 620,38 Kč (redukce na 30 %) více již se nepřihlíží. [115,116]

#### 7.3.2.1 Výpočet náhradní mzdy

Hodinová hrubá mzda  $HM_{h1}$  se vypočte ze vztahu (1.2) kde  $HM_1 = \bar{x}$  (hrubá mzda), která je vypočtena ze vztahu (1.1):

$$HM_{h1} = \frac{HM_1}{to_{160}} \text{ [Kč/h]} \quad (1.2)$$

kde:

$HM_{h1}$  ... hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$HM_1$  ... hrubá mzda [Kč]

$to_{160}$  ... průměrně odpracováno za měsíc zaměstnancem 160 hodin [h]

$$HM_{h1} = \frac{33\,164}{160} = 207,30 \text{ Kč/h}$$

Zjištění veškerých nákladů spojených se zaměstnancem tzv. super hrubou mzdu (včetně sazby sociálního pojištění 24,8 % a zdravotního pojištění 9 %, jenž hradí zaměstnavatel) vypočte se ze vztahu (1.3):

$$SHM_1 = HM_1 \cdot \left(1 + \frac{SP + ZP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (1.3)$$

kde:

$SHM_1$  ... měsíční super hrubá mzda [Kč]

$HM_1$  ... měsíční hrubá mzda [Kč]

$SP$  ... sociální pojištění [%]

$ZP$  ... zdravotní pojištění [%]

$$SHM_1 = 33\,164 \cdot \left(1 + \frac{24,8 + 9}{100}\right) = 44\,373 \text{ Kč}$$

Hodinová mzda zaměstnance včetně sazby sociálního a zdravotního pojištění vypočteme ze vztahu (1.4):

$$SHM_{h1} = \frac{SHM_1}{to_{160}} \text{ [Kč/h]} \quad (1.4)$$

kde:

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$SHM_1$  ... super hrubá mzda [Kč]

$to_{160}$  ... průměrně odpracováno za měsíc zaměstnancem 160 hodin [h]

$$SHM_{h1} = \frac{44\,373}{160} = 277,33 \text{ Kč/h}$$

Výpočet redukcí 1. až 3. za pomoci hodinové super hrubé mzdy. Z výsledku  $SHM_{h1}$ , který leží v intervalu 1. a 2. redukce sestavíme vztah (1.5), (1.6) a (1.7):

$$SHM_{h1} \geq 1RZ \rightarrow 1RNZ = 1RZ \cdot \frac{1RZ_1}{100} \text{ [Kč/h]} \quad (1.5)$$

$$SHM_{h1} \leq 2RZ \rightarrow 2RNZ = (SHM_{h1} - 1RZ) \cdot \frac{2RZ_2}{100} \text{ [Kč/h]} \quad (1.6)$$

$$SHM_{h1} \leq 3RZ \rightarrow 3RNZ = 0 \text{ [Kč/h]} \quad (1.7)$$

kde:

$1RNZ$  ... 1. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$2RNZ$  ... 2. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$3RNZ$  ... 3. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$1RZ$  ... hodinová hodnota 1. redukce [Kč]

$2RZ$  ... hodinová hodnota 2. redukce [Kč]

$3RZ$  ... hodinová hodnota 3. redukce [Kč]

$1RZ_1$  ... hodinová procentuální hodnota 1. redukce [%]

$2RZ_2$  ... hodinová procentuální hodnota 2. redukce [%]

$$1RNZ = 206,85 \cdot \frac{90}{100} = 186,17 \text{ Kč/h}$$

$$2RNZ = (277,33 - 206,85) \cdot \frac{60}{100} = 42,29 \text{ Kč/h}$$

$$3RNZ = 0 \text{ Kč/h}$$

Redukovaná hodinová super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (1.8):

$$RNZ = 1RNZ + 2RNZ + 3RNZ \text{ [Kč/h]} \quad (1.8)$$

kde:

$RNZ$  ... celková redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$1RNZ$  ... 1. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$2RNZ$  ... 2. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$3RNZ$  ... 3. redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$$RNZ = 186,17 + 42,29 + 0 = 228,46 \text{ Kč/h}$$

Redukovaná hodinová super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (1.9):

$$NM = RNZ \cdot \frac{RZ}{100} \cdot t_{80} \text{ [Kč]} \quad (1.9)$$

kde:

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$RNZ$  ... celková redukce super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$RZ$  ... celkový redukovaný výdělek 60 % dle zákona [%]

$t_{80}$  ... pracovní neschopnost 80 hodin [h]

$$NM = 228,46 \cdot \frac{60}{100} \cdot 80 = 10\,966 \text{ Kč}$$

### 7.3.2.2 Mzda kolektivu zaměstnanců

Mzda kolektivu zaměstnanců za 14 dní během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (2.0):

$$MK_{14} = (SHM_{h1} \cdot t_{80}) \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (2.0)$$

kde:

$MK_{14}$  ... mzda kolektivu za 14 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{80}$  ... pracovní neschopnost 80 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$MK_{14} = (277,33 \cdot 80) \cdot (7 - 1) = 133\,118 \text{ Kč}$$

### 7.3.2.3 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Z důvodu pracovní neschopnosti zaměstnance, dochází v rámci kolektivu ke vzniku stresu a ztráty motivace. Tato hodnota se pohybuje v poklesu výkonnosti v intervalu (10 až 20) %. [117]

Pro krátkodobou pracovní neschopnost bude uvažovat hodnotu 10 %, ze vztahu (2.1) zjistíme finanční ztrátu snížené efektivnosti na jednoho zaměstnance na 14 dní pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka:

$$EF_{14} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{80} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{80}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (2.1)$$

kde:

$EF_{14}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu za 14 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$EF_z$  ... procentuální pokles výkonnosti 10 % [%]

$t_{80}$  ... pracovní neschopnost 80 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{14} = \left[ \left( 277,33 \cdot 80 \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 80) \right] \cdot (7 - 1) = 13\,312 \text{ Kč}$$

### 7.3.2.4 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Pracovní absence nemocného zaměstnance je nutné kompenzovat ostatní pracovní činností kolektivu tzv. přesčas. Chybějící rozsah hodin bude kompenzován ze vztahu (2.2):

$$PV_{14} = SHM_{h1} \cdot t_{80} \cdot \left( 1 + \frac{PPP}{100} \right) \text{ [Kč]} \quad (2.2)$$

kde:

$PV_{14}$  ... celkové přesčasové náklady za 14 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{80}$  ... pracovní neschopnost 80 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]



$$PV_{14} = 277,33 \cdot 80 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 27\,733 \text{ Kč}$$

### 7.3.2.5 Ztracené příležitosti

Přesčasy, které vznikly kolektivu nemocného, bylo možné využít pro zajištění nových potenciálních zakázek zaměstnavatele. Došlo také k finanční ztrátě v podobě výdajů náhrady mzdy. Z těchto důvodů došlo ke vzniku ztracených příležitostí, které jsou vyjádřeny ve vztahu (2.3):

$$ZP_{14} = NM + PV_{14} \text{ [Kč]} \quad (2.3)$$

kde:

- $ZP_{14}$  ... ztracené příležitosti za 14 dní [Kč]  
 $NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]  
 $PV_{14}$  ... celkové přesčasové náklady za 14 dní [Kč]

$$ZP_{14} = 10\,966 + 27\,733 = 38\,699 \text{ Kč}$$

### 7.3.3 Analýza pracovní neschopnosti v délce 31 dní

Finanční podpora během pracovní neschopnosti delší jak 14 dní se rozšiřuje o výpočet podpůrní doby z nemocenského pojištění maximálně však po dobu 380 dní (ze zákonných důvodů lze prodloužit až o dalších 350 dnů). [72,109]

Struktura výpočtu pracovní neschopnosti delší jak 14 dní:

- do 14 dní náhrada hrazena zaměstnavatelem,
- 15. den a výše, nemocenská. [115,116]

Výpočet super hrubé mzdy  $SHM_1$  je uveden výše (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.3).

Za pomocí super hrubé mzdy určíme roční a denní průměrný příjem. Podle jednotlivých redukčních pravidel daným zákonem určíme vyměřovací denní redukce, které poté sečteme. Výše nemocenské je dále korigován za pomocí délky trvání nemoci, kterou poté také sečteme. Výsledná finanční podpora je součtem náhrady hrazené zaměstnavatelem a nemocenskou podporou.

Denní rozsah redukčních hranic:

- 1. redukční hranice: do 1 182 Kč (redukce na 90 %),
- 2. redukční hranice: do 1 773 Kč (redukce na 60 %),

- 3. redukční hranice: do 3 545 Kč (redukce na 30 %) více již se nepřihlíží. [115,116]

Korekce výše nemocenské dle doby trvání:

- do 30. dne (60 % z redukovaného denního vyměřovacího základu),
- od 31. dne (66 % z redukovaného denního vyměřovacího základu),
- od 61. dne (72 % z redukovaného denního vyměřovacího základu) více již se nepřihlíží. [115,116]

### 7.3.3.1 Výpočet náhradní mzdy

Výše náhradní mzdy NM je vypočtena (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.2 až 1.9).

$$NM = 10\,966 \text{ Kč}$$

### 7.3.3.2 Výpočet nemocenské

Výpočet nemocenské je dán zákonem a provádí se pomocí redukčních hranic a korekce délky pracovní neschopnosti. Vstupním parametrem pro celý výpočet je měsíční pracovní doba 160 hodin nemocného. Hodnota  $SHM_1$  viz níže, detail výpočtu viz vzorce (1.1 až 1.3):

$$SHM_1 = 44\,373 \text{ Kč}$$

Roční příjem vypočteme ze super hrubé mzdy za pomocí vztahu (2.4):

$$SHM_{12} = SHM_1 \cdot 12 \text{ [Kč/rok]} \quad (2.4)$$

kde:

$SHM_{12}$  ... super hrubá mzda za 12 měsíců [Kč/rok]

$SHM_1$  ... super hrubá mzda [Kč]

$$SHM_{12} = 44\,373 \cdot 12 = 532\,476 \text{ Kč/rok}$$

Denní příjem ze super hrubé mzdy vypočteme ze vztahu (2.5):

$$SHM_{d1} = \frac{SHM_{12}}{365} \text{ [Kč/den]} \quad (2.5)$$

kde:

$SHM_{d1}$  ... denní super hrubá mzda [Kč/den]

$SHM_{12}$  ... roční super hrubá mzda [Kč/rok]

$$SHM_{d1} = \frac{532\,476}{365} = 1\,458,83 \text{ Kč/den}$$

Výpočet redukcí 1. až 3. za pomoci denní super hrubé mzdy. Z výsledku  $SHM_{d1}$ , který leží v intervalu 1. a 2. redukce, sestavíme vztah (2.6, 2.7 a 2.8):

$$SHM_{d1} \geq 1RN \rightarrow 1RNN = 1RN \cdot \frac{1RN_1}{100} \text{ [Kč/den]} \quad (2.6)$$

$$SHM_{d1} \leq 2RN \rightarrow 2RNN = (SHM_{d1} - 1RN) \cdot \frac{2RN_2}{100} \text{ [Kč/den]} \quad (2.7)$$

$$SHM_{d1} \leq 3RN \rightarrow 3RNN = 0 \text{ [Kč/den]} \quad (2.8)$$

kde:

$1RNN$  ... 1. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$2RNN$  ... 2. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$3RNN$  ... 3. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$SHM_{d1}$  ... super hrubá mzda za den [Kč/den]

$1RN$  ... denní hodnota 1. redukce [Kč]

$2RN$  ... denní hodnota 2. redukce [Kč]

$3RN$  ... denní hodnota 3. redukce [Kč]

$1RN_1$  ... denní procentuální hodnota 1. redukce [%]

$2RN_2$  ... denní procentuální hodnota 2. redukce [%]

$$1RNN = 1\,182 \cdot \frac{90}{100} = 1\,064 \text{ Kč/den}$$

$$2RNN = (1\,458,83 - 1\,182) \cdot \frac{60}{100} = 166,10 \text{ Kč/den}$$

$$3RNN = 0 \text{ Kč/den}$$

Redukovaná denní super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (2.9):

$$RNN = 1RNN + 2RNN + 3RNN \text{ [Kč/den]} \quad (2.9)$$

kde:

$RNN$  ... celková redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$1RNN$  ... 1. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$2RNN$  ... 2. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$3RNN$  ... 3. redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$$RNN = 1\,064 + 166,10 + 0 = 1\,230,10 \text{ Kč/den}$$

Výši nemocenské podpory je ještě nutné zredukovat podle doby trvání pracovní neschopnosti. Z celkové doby pracovní neschopnosti je nutné odečíst prvních 14 dní nemoci, které nejsou hrazeny z nemocenského pojištění. Výpočet viz (3.0):

$$NN_{31} = \left[ \left( 1RK \cdot RNN \cdot \frac{1RK_1}{100} \right) + \left( 2RK \cdot RNN \cdot \frac{2RK_2}{100} \right) + \left( 3RK \cdot RNN \cdot \frac{3RK_3}{100} \right) \right] \text{ [Kč]} \quad (3.0)$$

kde:

$NN_{31}$  ... náhrada mzdy, nemocenská za 31 dní [Kč]

$RNN$  ... celková redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$1RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní [den]

$2RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní [den]

$3RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní [den]

$1RK_1$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 60 %, do 30 dní [%]

$2RK_2$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 66 %, od 31 dní [%]

$3RK_3$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 72 %, od 61 dní [%]

$$NN_{31} = \left[ \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 1 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + (0) \right] = 12\,620 \text{ Kč}$$

Vypočtená výše nemocenské za 31 dní pracovní neschopnosti činí 12 620 Kč.

### 7.3.3.3 Mzda kolektivu zaměstnanců

Mzda kolektivu zaměstnanců za 31 dní během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (3.1):

$$MK_{31} = (SHM_{h1} \cdot t_{160}) \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (3.1)$$

kde:

- $MK_{31}$  ... mzda kolektivu za 31 dní [Kč]  
 $SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]  
 $t_{160}$  ... pracovní neschopnost 160 hodin [h]  
 $n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$MK_{31} = (277,33 \cdot 160) \cdot (7 - 1) = 266\,237 \text{ Kč}$$

### 7.3.3.4 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Efektivita práce kolektivu je snížena o průměrnou procentuální hodnotu v případě nepřítomnosti nemocného na pracovišti, která byla vypočtena na 15 %. Výpočet probíhá ze stejného vztahu (2.1) avšak s jinou časovou proměnou (1 měsíc = 31 dní = 160 pracovních hodin) výpočet (3.2):

$$EF_{31} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{160} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{160}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (3.2)$$

kde:

- $EF_{31}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 31 dní [Kč]  
 $SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]  
 $EF_z$  ... procentuální pokles výkonosti 15 % [%]  
 $t_{160}$  ... pracovní neschopnost 160 hodin [h]  
 $n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{31} = \left[ \left( 277,33 \cdot 160 \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 160) \right] \cdot (7 - 1) = 40\,252 \text{ Kč}$$

### 7.3.3.5 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Chybějící rozsah pracovních hodin (výchozí vztah 2.2) bude kompenzován tzv. přesčasy ze vztahu (3.3):

$$PV_{31} = SHM_{h1} \cdot t_{160} \cdot \left(1 + \frac{PPP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (3.3)$$

kde:

$PV_{31}$  ... celkové přesčasové náklady za 31 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{160}$  ... pracovní neschopnost 160 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]

$$PV_{31} = 277,33 \cdot 160 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 55\,466 \text{ Kč}$$

### 7.3.3.6 Ztracené příležitosti

Výpočet ztracených příležitostí byl proveden za stejných podmínek (viz kap. 7.3.2.5) s jiným časovým rozsahem viz vztah (3.4):

$$ZP_{31} = NM + PV_{31} \text{ [Kč]} \quad (3.4)$$

kde:

$ZP_{31}$  ... ztracené příležitosti za 31 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{31}$  ... celkové přesčasové náklady za 31 dní [Kč]

$$ZP_{31} = 10\,966 + 55\,466 = 66\,432 \text{ Kč}$$

### 7.3.4 Analýza pracovní neschopnosti v délce 41 dní

V roce 2019 byla průměrná pracovní neschopnost v intervalu (40,6 až 41,1) dní, proto byla stanovena délka pracovní neschopnosti na 41 dní. [109] Výpočet bude proveden ve stejném rozsahu a za použití totožných vzorců (2.3 až 3.5) s přihlédnutím na průměrnou neschopnost za rok 2019.

### 7.3.4.1 Výpočet náhradní mzdy

Výše náhradní mzdy NM je vypočtena (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.2 až 1.9).

$$NM = 10\,966 \text{ Kč}$$

### 7.3.4.2 Výpočet nemocenské

Hodnota  $SHM_1$  viz níže, detail výpočtu viz vzorce (1.1 až 1.3):

$$SHM_1 = 44\,373 \text{ Kč}$$

Roční příjem vypočteme ze super hrubé mzdy za pomocí vztahu (2.4):

$$SHM_{12} = 532\,476 \text{ Kč/rok}$$

Denní příjem ze super hrubé mzdy vypočteme ze vztahu (2.5):

$$SHM_{d1} = 1\,458,83 \text{ Kč/den}$$

Redukovaná denní super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (2.9):

$$RNN = 1\,230,10 \text{ Kč/den}$$

Výši nemocenské podpory je ještě nutné zredukovat podle doby trvání pracovní neschopnosti. Z celkové doby pracovní neschopnosti je nutné odečíst prvních 14 dní nemoci, které nejsou hrazeny z nemocenského pojištění. Výpočet viz (3.5):

$$NN_{41} = \left[ \left( 1RK \cdot RNN \cdot \frac{1RK_1}{100} \right) + \left( 2RK \cdot RNN \cdot \frac{2RK_2}{100} \right) + \left( 3RK \cdot RNN \cdot \frac{3RK_3}{100} \right) \right] \quad (3.5)$$

[Kč]

kde:

- $NN_{41}$  ... náhrada mzdy, nemocenská za 41 dní [Kč]
- $RNN$  ... celková redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]
- $1RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní [den]
- $2RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní [den]
- $3RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní [den]
- $1RK_1$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 60 %, do 30 dní [%]

$2RK_2$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 66 %, od 31 dní [%]

$3RK_3$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 72 %, od 61 dní [%]

$$NN_{41} = \left[ \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 11 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + (0) \right] = 20\,740 \text{ Kč}$$

Vypočtená výše nemocenské za 41 dní pracovní neschopnosti činí 20 740 Kč.

### 7.3.4.3 Mzda kolektivu zaměstnanců

Mzda kolektivu zaměstnanců za 41 dní během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (3.6):

$$MK_{41} = (SHM_{h1} \cdot t_{232}) \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (3.6)$$

kde:

$MK_{41}$  ... mzda kolektivu za 41 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{232}$  ... pracovní neschopnost 232 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$MK_{41} = (277,33 \cdot 232) \cdot (7 - 1) = 386\,043 \text{ Kč}$$

### 7.3.4.4 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Efektivita práce kolektivu určena s jinou časovou proměnou (41 dní = 232 pracovních hodin) ze vztahu (3.7):

$$EF_{41} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{232} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{232}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (3.7)$$

kde:

$EF_{41}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 41 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$EF_z$  ... procentuální pokles výkonosti 15 % [%]

$t_{232}$  ... pracovní neschopnost 232 hodin [h]



$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{41} = \left[ \left( 277,33 \cdot 232 \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 232) \right] \cdot (7 - 1) = 57\,948 \text{ Kč}$$

#### 7.3.4.5 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Výpočet tzv. přesčasů ze vztahu (3.8):

$$PV_{41} = SHM_{h1} \cdot t_{232} \cdot \left( 1 + \frac{PPP}{100} \right) \text{ [Kč]} \quad (3.8)$$

kde:

$PV_{41}$  ... celkové přesčasové náklady za 41 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{232}$  ... pracovní neschopnost 232 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]

$$PV_{41} = 277,33 \cdot 232 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) = 80\,426 \text{ Kč}$$

#### 7.3.4.6 Ztracené příležitosti

Výpočet ztracených příležitostí viz vztah (3.9):

$$ZP_{41} = NM + PV_{41} \text{ [Kč]} \quad (3.9)$$

kde:

$ZP_{41}$  ... ztracené příležitosti za 41 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{41}$  ... celkové přesčasové náklady za 41 dní [Kč]

$$ZP_{41} = 10\,966 + 80\,426 = 91\,392 \text{ Kč}$$

### 7.3.5 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (přesčasy)

Pracovní neschopnost v délce 3 měsíců (skladba 31, 31 a 30 dní) byla zapracována z důvodu obvyklé zkušební doby pro nové zaměstnance a bude dále využívána ve výpočtech.

#### 7.3.5.1 Výpočet náhradní mzdy

Výše náhradní mzdy NM je vypočtena (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.2 až 1.9).

$$NM = 10\,966 \text{ Kč}$$

#### 7.3.5.2 Výpočet nemocenské

Hodnota  $SHM_1$  viz níže, detail výpočtu viz vzorce (1.1 až 1.3):

$$SHM_1 = 44\,373 \text{ Kč}$$

Roční příjem vypočteme ze super hrubé mzdy za pomocí vztahu (2.4):

$$SHM_{12} = 532\,476 \text{ Kč/rok}$$

Denní příjem ze super hrubé mzdy vypočteme ze vztahu (2.5):

$$SHM_{d1} = 1\,458,83 \text{ Kč/den}$$

Redukovaná denní super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (2.9):

$$RNN = 1\,230,10 \text{ Kč/den}$$

Výši nemocenské podpory je ještě nutné zredukovat podle doby trvání pracovní neschopnosti. Z celkové doby pracovní neschopnosti je nutné odečíst prvních 14 dní nemoci, které nejsou hrazeny z nemocenského pojištění. Výpočet viz (4.0):

$$NN_{3M} = \left[ \left( 1RK \cdot RNN \cdot \frac{1RK_1}{100} \right) + \left( 2RK \cdot RNN \cdot \frac{2RK_2}{100} \right) + \left( 3RK \cdot RNN \cdot \frac{3RK_3}{100} \right) \right] \quad (4.0)$$

[Kč]

kde:

$NN_{3M}$  ... náhrada mzdy, nemocenská za 92 dní [Kč]

$RNN$  ... celková redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$1RK$  ... počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní [den]

<i>2RK</i>	... počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní [den]
<i>3RK</i>	... počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní [den]
<i>1RK<sub>1</sub></i>	... korekce délky pracovní neschopnosti 60 %, do 30 dní [%]
<i>2RK<sub>2</sub></i>	... korekce délky pracovní neschopnosti 66 %, od 31 dní [%]
<i>3RK<sub>3</sub></i>	... korekce délky pracovní neschopnosti 72 %, od 61 dní [%]

$$NN_{3M} = \left[ \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 30 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + \left( 32 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{72}{100} \right) \right]$$

$$NN_{3M} = 64\,506 \text{ Kč}$$

Vypočtená výše nemocenské za 3 měsíce pracovní neschopnosti činí 64 506 Kč.

### 7.3.5.3 Mzda kolektivu zaměstnanců

Mzda kolektivu zaměstnanců za 3 měsíce během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (4.1):

$$MK_{3M} = (SHM_{h1} \cdot t_{504}) \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (4.1)$$

kde:

<i>MK<sub>3M</sub></i>	... mzda kolektivu za 3 měsíce [Kč]
<i>SHM<sub>h1</sub></i>	... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]
<i>t<sub>504</sub></i>	... pracovní neschopnost 504 hodin [h]
<i>n</i>	... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$MK_{3M} = (277,33 \cdot 504) \cdot (7 - 1) = 838\,646 \text{ Kč}$$

### 7.3.5.4 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Vlivem delší frustrace kolektivu je efektivita práce snížena o 20 %, výpočet je kalkulován s jinou časovou proměnou (3 měsíce = 92 dní = 504 pracovních hodin) ze vztahu (4.2) [120]:

$$EF_{3M} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{504} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{504}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (4.2)$$

kde:

$EF_{3M}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$EF_z$  ... procentuální pokles výkonosti 20 % [%]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{3M} = \left[ \left( 277,33 \cdot 504 \cdot \left( 1 + \frac{20}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 504) \right] \cdot (7 - 1)$$

$$EF_{3M} = 167\,729 \text{ Kč}$$

### 7.3.5.5 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Výpočet tzv. přesčasů ze vztahu (4.3):

$$PV_{3M} = SHM_{h1} \cdot t_{504} \cdot \left( 1 + \frac{PPP}{100} \right) \text{ [Kč]} \quad (4.3)$$

kde:

$PV_{3M}$  ... celkové přesčasové náklady za 92 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]

$$PV_{3M} = 277,33 \cdot 504 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) = 174\,718 \text{ Kč}$$

### 7.3.5.6 Ztracené příležitosti

Výpočet ztracených příležitostí viz vztah (4.4):

$$ZP_{3M} = NM + PV_{3M} \text{ [Kč]} \quad (4.4)$$

kde:

$ZP_{3M}$  ... ztracené příležitosti za 92 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{3M}$  ... celkové přesčasové náklady za 92 dní [Kč]

$$ZP_{3M} = 10\,966 + 174\,718 = 185\,684 \text{ Kč}$$

### 7.3.6 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (externí DPP)

Analýza provedena podle postupu (viz kap. 7.3.5), ale rozšířena o dočasnou pracovní výpomoc v podobě zaměstnance na DPP.

#### 7.3.6.1 Výpočet náhradní mzdy

Výše náhradní mzdy  $NM$  je vypočtena (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.2 až 1.9).

$$NM = 10\,966 \text{ Kč}$$

#### 7.3.6.2 Výpočet nemocenské

Hodnota  $SHM_1$  viz níže, detail výpočtu viz vzorce (1.1 až 1.3):

$$SHM_1 = 44\,373 \text{ Kč}$$

Roční příjem vypočteme ze super hrubé mzdy za pomocí vztahu (2.4):

$$SHM_{12} = 532\,476 \text{ Kč/rok}$$

Denní příjem ze super hrubé mzdy vypočteme ze vztahu (2.5):

$$SHM_{d1} = 1\,458,83 \text{ Kč/den}$$

Redukovaná denní super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (2.9):

$$RNN = 1\,230,10 \text{ Kč/den}$$

Nemocenské podpora výpočet viz (4.0):

$$NN_{3M} = \left[ \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 30 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + \left( 32 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{72}{100} \right) \right]$$

$$NN_{3M} = 64\,506 \text{ Kč}$$

Vypočtená výše nemocenské za 3 měsíce pracovní neschopnosti činí 64 506 Kč.

### 7.3.6.3 Mzda kolektivu zaměstnanců

Mzda kolektivu zaměstnanců za 3 měsíce během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (4.1):

$$MK_{3M} = (277,33 \cdot 504) \cdot (7 - 1) = 838\,646 \text{ Kč}$$

### 7.3.6.4 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Uvažovaná efektivita práce snížena na průměrnou hodnotu 15 % z důvodu nástupu nového pracovníka/pracovníků na DPP po celou dobu pracovní neschopnosti nemocného zaměstnance (3 měsíce = 92 dní = 504 pracovních hodin) ze vztahu (4.5) [120]:

$$EF_{3MB} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{504} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{504}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (4.5)$$

kde:

$EF_{3MB}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$EF_z$  ... procentuální pokles výkonosti 15 % [%]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{3MB} = \left[ \left( 277,33 \cdot 504 \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 504) \right] \cdot (7 - 1)$$

$$EF_{3MB} = 125\,797 \text{ Kč}$$

### 7.3.6.5 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Náhrada za pracovní neschopnost zaměstnance bude provedena za pomoci DPP ve variantách:

- jeden pracovník 300 hodin za kalendářní rok u jednoho zaměstnavatele,
- více zaměstnanců DPP do 10 000 Kč za měsíc. [118]

Pro výpočet mzdy pracovníka na DPP, je nutné určit výši mzdy za provedenou práci. Podle ukazatele zaručené mzdy v kategoriích (stavebnictví, dřevorubec truhlář, strojírenství a elektrotechnika) byla stanovena hrubá mzda dle nařízení vlády č. 567/2006 Sb. pro rok 2021 ve výši 18 500 Kč ( $HM_{hDPP} = 110,30$  Kč/h) při pracovní době 40 hodin za týden, která je vyšší než minimální mzda 15 200 Kč. [118,119]

#### Jeden pracovník na DPP do 300 hodin

Výpočet zbývajících přesčasů dle vztahu (4.6):

$$tp_{300} = t_{504} - t_{300} \text{ [h]} \quad (4.6)$$

kde:

$tp_{300}$  ... přesčasy pracovníků do 300 hodin [h]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$t_{300}$  ... max. DPP 300 hodin [h]

$$tp_{300} = 504 - 300 = 204 \text{ h}$$

Výpočet mezd na přesčasy pro kmenové zaměstnance ze vztahu (4.7):

$$PV_{300} = SHM_{h1} \cdot tp_{300} \cdot \left(1 + \frac{PPP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (4.7)$$

kde:

$PV_{300}$  ... celkové přesčasové náklady do 300 hodin [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$tp_{300}$  ... přesčasy pracovníka do 300 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]

$$PV_{300} = 277,33 \cdot 204 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 70\,720 \text{ Kč}$$

Zaměstnanec přijatý na DPP bude vykonávat pracovní činnost pouze v zákonném rozsahu 300 hodin za kalendářní rok u jednoho zaměstnavatele. Rozložení pracovních hodin je počítáno s vyššími náklady, a to v režimu:

- 1. měsíc 0 hodin (hledání nového zaměstnance),
- 2. měsíc 150 hodin,
- 3. měsíc 150 hodin.

Veškeré náklady spojené se zaměstnancem na DPP tzv. super hrubou mzdu (včetně sazby sociálního pojištění 24,8 % a zdravotního pojištění 9 %, jež hradí zaměstnavatel) vypočte se ze vztahu (4.8):

$$SHM_{DPP1} = \left[ \left( HM_{hDPP} \cdot \left( 1 + \frac{SP + ZP}{100} \right) \right) \cdot t_{DPP1} \right] \cdot n_t \text{ [Kč]} \quad (4.8)$$

kde:

$SHM_{DPP1}$  ... super hrubá mzda DPP na celé období [Kč]

$HM_{hDPP}$  ... hrubá mzda DPP [Kč/h]

$SP$  ... sociální pojištění [%]

$ZP$  ... zdravotní pojištění [%]

$t_{DPP1}$  ... počet hodin za měsíc 150 hodin [h]

$n_t$  ... počet měsíců na DPP [měsíc]

$$SHM_{DPP1} = \left[ \left( 110,30 \cdot \left( 1 + \frac{24,8 + 9}{100} \right) \right) \cdot 150 \right] \cdot 2 = 44\,274 \text{ Kč}$$

### Pracovníci na DPP do limitu 10 000 Kč

Zaměstnavatel, který zaměstnává pracovníka na DPP, jehož mzda nepřesáhne v kalendářním měsíci součtu 10 000 Kč, neodvádí povinné platby zdravotního a sociálního pojištění. Výpočet musí zohlednit časovou dotaci s ohledem na výši hrubé zaručené mzdy, aby nepřekročila měsíční mzda zákonem stanovenou hranici. Z pracovní neschopnosti 504 hodin bude odečteno 14 dní (80 hodin) hledáním nového zaměstnance, než nastoupí do zaměstnání.



Výpočet zbývajících přesčasů dle vztahu (4.9):

$$tp_{10000} = t_{504} - t_{80} \text{ [h]} \quad (4.9)$$

kde:

$tp_{10000}$  ... potřebný čas pracovníků na DPP [h]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$t_{80}$  ... 14 dní (80 hodin) na hledání zaměstnance na DPP [h]

$$tp_{10000} = 504 - 80 = 424 \text{ h}$$

Výpočet mezd na přesčasy pro kmenové zaměstnance ze vztahu (5.0):

$$PV_{10000} = SHM_{h1} \cdot tp_{80} \cdot \left(1 + \frac{PPP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (5.0)$$

kde:

$PV_{10000}$  ... celkové přesčasové náklady za 80 hodin [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$tp_{80}$  ... přesčasy pracovníka 80 hodin [h]

$PPP$  ... příplatek za práci přesčas 25 % [%]

$$PV_{10000} = 277,33 \cdot 80 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 27\,733 \text{ Kč}$$

S ohledem na maximální možnou mzdu (30 000 Kč je rovno součtu mzdy 10 000 Kč/měsíc po dobu 3 měsíců) posoudíme počet potřebných zaměstnanců na DPP viz výpočet (5.1):

$$30\,000 \leq (tp_{10000} \cdot HM_{hDPP}) \rightarrow 2 \text{ zaměstnance na DPP [Kč]} \quad (5.1)$$

kde:

$tp_{10000}$  ... potřebný čas pracovníků na DPP [h]

$HM_{hDPP}$  ... hrubá mzda DPP [Kč/h]

$$30\,000 \leq (424 \cdot 110,30 = 46\,768) \text{ Kč}$$

Celkové náklady na dva zaměstnance na DPP v součtové délce 424 hodin je:

$$SHM_{DPP2} = 46\,768 \text{ Kč}$$

Z výpočtu viz vzorec (1.1) je zřejmé, že pro pokrytí 424 hodin bude nutné zaměstnat dvě osoby na DPP každý s pracovní dotací 212 hodin během 3 měsíců. Návrh rozdělení pracovní doby obou zaměstnanců na DPP (viz tab. 7.3).

Tab. 7.3 Rozdělení pracovní doby a mzdy DPP do 10 000 Kč.

Zaměstnanec DPP	1. měsíc [dny/Kč]	2. měsíc [dny/Kč]	3. měsíc [dny/Kč]	Celková hrubá mzda [Kč]
1	32	90	90	23 384
	3 529,60	9 927	9 927	
2	32	90	90	23 384
	3 529,60	9 927	9 927	

### 7.3.6.6 Efektivita pracovníků na DPP

Snížená pracovní efektivnost se projevuje téměř vždy při nástupu nového zaměstnance, popřípadě při adaptaci stávajícího do nové pracovní pozice. Efektivnost je při nástupu cca 50 % a při úplném zaučení/zaškolení v rozmezí 2 až 3 měsíců nabývá 100 %. [117]

#### Jeden pracovník na DPP do 300 hodin

Bude kalkulováno s průměrnou 75% efektivností během 2 měsíců podle vzorce (5.2):

$$EF_{3MDPP1} = \left( SHM_{DPP1} \cdot \left( 1 + \frac{EF_{DPP}}{100} \right) \right) - SHM_{DPP1} \text{ [Kč]} \quad (5.2)$$

kde:

$EF_{3MDPP1}$  ... ztráta vlivem zaučení/zaškolení [Kč]

$SHM_{DPP1}$  ... super hrubá mzda DPP za celé období [Kč]

$EF_{DPP}$  ... procentuální pokles výkonosti o 25 % [%]

$$EF_{3MDPP1} = \left( 44\,274 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) \right) - 44\,274 = 11\,069 \text{ Kč}$$

### Pracovníci na DPP do limitu 10 000 Kč

Efektivnost pracovníka během 3 měsíců bude uvažována 75 % podle vzorce (5.3):

$$EF_{3MDPP2} = \left( SHM_{DPP2} \cdot \left( 1 + \frac{EF_{DPP}}{100} \right) \right) - SHM_{DPP2} \text{ [Kč]} \quad (5.3)$$

kde:

$EF_{3MDPP2}$  ... ztráta vlivem zaučení/zaškolení [Kč]

$SHM_{DPP2}$  ... super hrubá mzda DPP za celé období [Kč]

$EF_{DPP}$  ... procentuální pokles výkonosti o 25 % [%]

$$EF_{3MDPP2} = \left( 46\,768 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) \right) - 46\,768 = 11\,692 \text{ Kč}$$

### 7.3.6.7 Ztracené příležitosti

Výpočet ztracených příležitostí viz vztah (5.4 a 5.5):

#### Jeden pracovník na DPP do 300 hodin

Výpočet ztracených příležitostí viz vztah (5.4):

$$ZP_{3MDPP1} = NM + PV_{300} \text{ [Kč]} \quad (5.4)$$

kde:

$ZP_{3MDPP1}$  ... ztracené příležitosti za 92 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{300}$  ... celkové přesčasové náklady do 300 hodin [Kč]

$$ZP_{3MDPP1} = 10\,966 + 70\,720 = 81\,686 \text{ Kč}$$

### Pracovníci na DPP do limitu 10 000 Kč

Výpočet ztracených příležitostí viz vztah (5.5):

$$ZP_{3MDPP2} = NM + PV_{10000} \text{ [Kč]} \quad (5.5)$$

kde:

$ZP_{3MDPP2}$  ... ztracené příležitosti za 14 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{10000}$  ... celkové přesčasové náklady za 80 hodin [Kč]

$$ZP_{3MDPP2} = 10\,966 + 27\,733 = 38\,699 \text{ Kč}$$

### 7.3.6.8 Společné vedlejší náklady: školení a administrace

Neopomenutelným výdajem na nového zaměstnance jsou nutná školení a jejich administrativní zabezpečení. Čas potřebný na školení v oblasti BOZP a PO je odhadnut na cca 10 hodin pro zaškolení nových, adaptovaných nebo stávajících zaměstnanců. Tato školení budou provedena u obou variant DPP. [117]

Obvyklá školení při nástupu nového zaměstnance:

- školení BOZP a PO,
- školení řidičů. [121]

Měsíční hrubá mzda pro profese zajišťující školení a administraci (viz kap, 7.3.1):

$$HM_M = HM_{BOZP} = HM_{PO} = 41\,073 \text{ Kč}$$

$$HM_N = HM_{ADM} = HM_{HR} = 24\,197 \text{ Kč}$$

Zjištění veškerých nákladů spojených se zaměstnancem tzv. super hrubou mzdu (včetně sazby sociálního pojištění 24,8 % a zdravotního pojištění 9 %, jež hradí zaměstnavatel) vypočte se ze vztahu (5.6 a 5.7):

$$SHM_M = HM_M \cdot \left(1 + \frac{SP + ZP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (5.6)$$

$$SHM_N = HM_N \cdot \left(1 + \frac{SP + ZP}{100}\right) \text{ [Kč]} \quad (5.7)$$

kde:

$SHM_M$  ... měsíční super hrubá mzda dle CZ-NACE segment M [Kč]

$HM_M$  ... měsíční hrubá mzda dle CZ-NACE segment M [Kč]

$SHM_N$  ... měsíční super hrubá mzda dle CZ-NACE segment N [Kč]

$HM_N$  ... měsíční hrubá mzda dle CZ-NACE segment N [Kč]

$SP$  ... sociální pojištění [%]

$ZP$  ... zdravotní pojištění [%]

$$SHM_M = 41\,073 \cdot \left(1 + \frac{24,8 + 9}{100}\right) = 54\,956 \text{ Kč}$$

$$SHM_N = 24\,197 \cdot \left(1 + \frac{24,8 + 9}{100}\right) = 32\,376 \text{ Kč}$$

Hodinová super hrubá mzda pro jednotlivé profese vypočtena ze vztahu (5.8 a 5.9):

$$SHM_{hM} = SHM_{hBOZP} = SHM_{hPO} = \frac{SHM_N}{to_{160}} \text{ [Kč/h]} \quad (5.8)$$

$$SHM_{hN} = SHM_{hADM} = SHM_{hHR} = \frac{SHM_N}{to_{160}} \text{ [Kč/h]} \quad (5.9)$$

kde:

$SHM_{hM}$  ... super hrubá mzda hodinová v sektoru M dle CZ-NACE [Kč/h]

$SHM_{hBOZP}$  ... super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v BOZP [Kč/h]

$SHM_{hPO}$  ... super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v PO [Kč/h]

$SHM_{hN}$  ... super hrubá mzda hodinová v sektoru N dle CZ-NACE [Kč/h]

$SHM_{hADM}$  ... super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v administraci [Kč/h]

$SHM_{hHR}$  ... super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v zaměstnanosti HR [Kč/h]

$to_{160}$  ... průměrně odpracováno za měsíc zaměstnancem 160 hodin [h]

$$SHM_{hM} = SHM_{hBOZP} = SHM_{hPO} = \frac{54\,956}{160} = 343,47 \text{ Kč/h}$$

$$SHM_{hN} = SHM_{hADM} = SHM_{hHR} = \frac{32\,376}{160} = 202,35 \text{ Kč/h}$$

Pro zajištění nutných školení zaměstnavatelem při nástupu do zaměstnání v rozsahu 10 hodin pro BOZP a PO a také 10 hodin administrativní a náborové práce při hledání zaměstnance určíme ze vztahu (6.0, 6.1 a 6.2) [117]:

$$VV_M = VV_{BOZP} = VV_{PO} = SHM_{hM} \cdot t_{10} \text{ [Kč]} \quad (6.0)$$

$$VV_N = VV_{ADM} = VV_{HR} = SHM_{hN} \cdot t_{10} \text{ [Kč]} \quad (6.1)$$

$$VV_{MN} = VV_M + VV_{HR} \text{ [Kč]} \quad (6.2)$$

kde:

$VV_M$  ... náklady za školení dle CZ-NACE sektor M (super hrubá mzda) [Kč]

$VV_{BOZP}$  ... náklady za školení BOZP (super hrubá mzda) [Kč]

$VV_{PO}$  ... náklady za školení PO (super hrubá mzda) [Kč]

$SHM_{hM}$  ... super hrubá mzda hodinová dle CZ-NACE sektor M [Kč/h]

$VV_N$  ... náklady za školení dle CZ-NACE sektor N (super hrubá mzda) [Kč]

$VV_{ADM}$  ... náklady administrativní zaměstnanci (super hrubá mzda) [Kč]

$VV_{HR}$  ... náklady hledání zaměstnance HR (super hrubá mzda) [Kč]

$SHM_{hN}$  ... super hrubá mzda hodinová dle CZ-NACE sektor N [Kč/h]

$t_{10}$  ... součet času za školení zaměstnanců 10 hodin [h]

$$VV_M = 343,47 \cdot 10 = 3\,435 \text{ Kč}$$

$$VV_N = 202,35 \cdot 10 = 2\,024 \text{ Kč}$$

$$VV_{MN} = 3\,435 + 2\,024 = 5\,459 \text{ Kč}$$

### 7.3.7 Analýza pracovní neschopnosti v délce 3 měsíce (HPP)

Analýza zpracovává finanční náklady na zapracování nového zaměstnance z důvodu dlouhodobého charakteru pracovní neschopnosti zaměstnance a jeho nahrazením novým zaměstnancem.

**7.3.7.1 Výpočet náhradní mzdy**

Výše náhradní mzdy NM je vypočtena (viz kap. 7.3.2.1) vzorec (1.2 až 1.9).

$$NM = 10\,966 \text{ Kč}$$

**7.3.7.2 Výpočet nemocenské**

Hodnota  $SHM_1$  viz níže, detail výpočtu viz vzorce (1.1 až 1.3):

$$SHM_1 = 44\,373 \text{ Kč}$$

Roční příjem vypočteme ze super hrubé mzdy za pomocí vztahu (2.4):

$$SHM_{12} = 532\,476 \text{ Kč/rok}$$

Denní příjem ze super hrubé mzdy vypočteme ze vztahu (2.5):

$$SHM_{d1} = 1\,458,83 \text{ Kč/den}$$

Redukovaná denní super hrubá mzda vypočteno ze vztahu (2.9):

$$RNN = 1\,230,10 \text{ Kč/den}$$

Nemocenské podpora výpočet viz (4.0):

$$NN_{3M} = \left[ \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 30 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + \left( 32 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{72}{100} \right) \right]$$

$$NN_{3M} = 64\,506 \text{ Kč}$$

Vypočtená výše nemocenské za 3 měsíce pracovní neschopnosti činí 64 506 Kč.

**7.3.7.3 Mzda kolektivu zaměstnanců**

Mzda kolektivu zaměstnanců za 3 měsíce během pracovní neschopnosti nemocného spolupracovníka výpočet (4.1):

$$MK_{3M} = (277,33 \cdot 504) \cdot (7 - 1) = 838\,646 \text{ Kč}$$

### 7.3.7.4 Efektivita kolektivu zaměstnanců

Efektivita práce snížena na hodnotu 10 % z důvodu nástupu nového pracovníka za nemocného zaměstnance (3 měsíce = 92 dní = 504 pracovních hodin) ze vztahu (6.3) [120]:

$$EF_{3MZ} = \left[ \left( SHM_{h1} \cdot t_{504} \cdot \left( 1 + \frac{EF_z}{100} \right) \right) - (SHM_{h1} \cdot t_{504}) \right] \cdot (n - 1) \text{ [Kč]} \quad (6.3)$$

kde:

$EF_{3MZ}$  ... ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní [Kč]

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]

$EF_z$  ... procentuální pokles výkonosti 10 % [%]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$n$  ... počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného [ks]

$$EF_{3MZ} = \left[ \left( 277,33 \cdot 504 \cdot \left( 1 + \frac{10}{100} \right) \right) - (277,33 \cdot 504) \right] \cdot (7 - 1)$$

$$EF_{3MZ} = 83\,864 \text{ Kč}$$

### 7.3.7.5 Náhrada pracovní neschopnosti za zaměstnance

Pracovní kolektiv kompenzuje tzv. přesčasy PV<sub>Z</sub>, které vznikly z důvodu absence nemocného. Tato doba činí 14 dní poté nastoupí nový zaměstnanec viz vztah (6.4):

$$PV_Z = PV_{14} = 277,33 \cdot 80 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) = 27\,733 \text{ Kč}$$

Výpočet zbývajících hodin pro zaměstnance dle vztahu (6.5):

$$tp_Z = t_{504} - tp_{80} \text{ [h]} \quad (6.5)$$

kde:

$tp_Z$  ... pracovní doba pro nového zaměstnance během 3 měsíců [h]

$t_{504}$  ... pracovní neschopnost 504 hodin [h]

$tp_{80}$  ... 14 dní stávající zaměstnanci přesčasy 80 hodin [h]



$$tp_z = 504 - 80 = 424 \text{ h}$$

Výpočet super hrubé mzdy pro nového zaměstnance ze vztahu (6.6):

$$SHM_Z = SHM_{h1} \cdot tp_z \cdot \frac{ZDD}{100} \text{ [Kč]} \quad (6.6)$$

kde:

- $SHM_Z$  ... celková super hrubá mzda za 424 hodin [Kč]  
 $SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč/h]  
 $tp_z$  ... pracovní doba pro nového zaměstnance během 3 měsíců [h]  
 $ZKD$  ... korekce snížení platu během zkušební doby 80 % [%]

$$SHM_Z = 277,33 \cdot 424 \cdot \frac{80}{100} = 94\,070 \text{ Kč}$$

### 7.3.7.6 Efektivita nového zaměstnance

Vliv snížené efektivnosti během zkušební doby do 3 měsíců bude uvažováno v rozsahu (80 až 100) % za předpokladu, že zaměstnanec má více zkušeností a je motivován z důvodu získání nového zaměstnání. Hodnota byla stanovena na 90 %, celkový výpočet podle vzorce (6.7):

$$EF_{3MNZ} = \left( SHM_Z \cdot \left( 1 + \frac{EF_Z}{100} \right) \right) - SHM_Z \text{ [Kč]} \quad (6.7)$$

kde:

- $EF_{3MNZ}$  ... ztráta vlivem zaučení/zaškolení zaměstnance [Kč]  
 $SHM_Z$  ... celková super hrubá mzda za 424 hodin [Kč]  
 $EF_Z$  ... procentuální pokles výkonosti o 10 % [%]

$$EF_{3MNZ} = \left( 94\,070 \cdot \left( 1 + \frac{10}{100} \right) \right) - 94\,070 = 9\,407 \text{ Kč}$$

### 7.3.7.7 Ztracené příležitosti

Finanční ztráty v podobě ztracených příležitostí jsou vyjádřeny ve vztahu (6.8):

$$ZP_Z = ZP_{14} = NM + PV_Z \text{ [Kč]} \quad (6.8)$$

kde:

$ZP_{14}$  ... ztracené příležitosti za 14 dní [Kč]

$ZP_Z$  ... ztracené příležitosti za 14 dní [Kč]

$NM$  ... náhrada mzdy zaměstnavatelem [Kč]

$PV_{14}$  ... celkové přesčasové náklady za 14 dní [Kč]

$PV_Z$  ... celkové přesčasové náklady za 14 dní [Kč]

$$ZP_Z = ZP_{14} = 10\,966 + 27\,733 = 38\,699 \text{ Kč}$$

### 7.3.7.8 Společné vedlejší náklady: školení a administrace

Náklady na školení BOZP, PO, administrativní práce a činnosti zaměřené na zaměstnání v rozsahu 10 hodin dle kategorií CZ-NACE segment M a N. Náklady jsou stejné jako u kalkulací DPP. Výsledný součet  $VV_{MN}$  viz vzorec (6.0 až 6.2).

$$VV_M = 343,47 \cdot 10 = 3\,435 \text{ Kč}$$

$$VV_N = 202,35 \cdot 10 = 2\,024 \text{ Kč}$$

$$VV_{MN} = 3\,435 + 2\,024 = 5\,459 \text{ Kč}$$

### 7.3.8 Dorovnávací výpočty pracovních neschopností a mezd

Pro vhodné porovnání jednotlivých variant pracovních neschopností je nutné vyčíslit chybějící mzdy a platby nemocenského pojištění.

Výpočty mezd a nemocenského pojištění:

- vyrovnání do 3 měsíců (neschopnost 14 dnů, 31 dnů a 41 dnů),
- výpočet kvartálu.

#### 7.3.8.1 Pracovní mzdy a časové dorovnání

Z důvodu analýzy byly mzdy kalkulovány zvlášť na jednotlivá období. Je nutné je dopočítat do 1. kvartálu, abychom získali jednotné období. Mzdy jsou kalkulovány za celý pracovní kolektiv již s uzdraveným zaměstnancem. Výpočetní vztahy (6.9 až 7.2):

$$DM_{14 \rightarrow 3M} = (SHM_{h1} \cdot (t_{3M} - t_{80})) \cdot n \text{ [Kč]} \quad (6.9)$$

$$DM_{31 \rightarrow 3M} = (SHM_{h1} \cdot (t_{3M} - t_{160})) \cdot n \text{ [Kč]} \quad (7.0)$$

$$DM_{41 \rightarrow 3M} = (SHM_{h1} \cdot (t_{3M} - t_{232})) \cdot n \text{ [Kč]} \quad (7.1)$$

$$DM_Q = (SHM_{h1} \cdot t_{3M}) \cdot n \text{ [Kč]} \quad (7.2)$$

kde:

$SHM_{h1}$  ... super hrubá mzda hodinová [Kč]

$DM_{14 \rightarrow 3M}$  ... mzda kolektivu do kvartálu (14 dní až 3 měsíce) [Kč]

$DM_{31 \rightarrow 3M}$  ... mzda kolektivu do kvartálu (31 dní až 3 měsíce) [Kč]

$DM_{41 \rightarrow 3M}$  ... mzda kolektivu do kvartálu (41 dní až 3 měsíce) [Kč]

$DM_Q$  ... mzda za kvartál (3 měsíce) [Kč]

$t_{3M}$  ... pracovní dotace 3 měsíce 504 hodin [h]

$t_{80}$  ... pracovní neschopnost 80 hodin [h]

$t_{160}$  ... pracovní neschopnost 160 hodin [h]

$t_{232}$  ... pracovní neschopnost 232 hodin [h]

$n$  ... celkový počet zaměstnanců [ks]

$$DM_{14 \rightarrow 3M} = (277,33 \cdot (504 - 80)) \cdot 7 = 823\,115 \text{ Kč}$$

$$DM_{31 \rightarrow 3M} = (277,33 \cdot (504 - 160)) \cdot 7 = 667\,811 \text{ Kč}$$

$$DM_{41 \rightarrow 3M} = (277,33 \cdot (504 - 232)) \cdot 7 = 528\,036 \text{ Kč}$$

$$DM_Q = (277,33 \cdot 504) \cdot 7 = 978\,420 \text{ Kč}$$

### 7.3.8.2 Nemocenská a časové dorovnání

Výpočet nemocenské bude prováděno od 15. dne nemoci. Při kvartálním výpočtu se mění pouze proměnná 3RK. Obecný vzorec vyjadřuje přírůstek výše nemocenské za každé 3 měsíce do vyčerpání zákonné doby, výpočet viz (7.3):

$$DN_{\Delta Q} = \left( \left( 1RK_{6M} \cdot RNN \cdot \frac{1RK_1}{100} \right) + \left( 2RK_{6M} \cdot RNN \cdot \frac{2RK_2}{100} \right) + \left( 3RK_{6M} \cdot RNN \cdot \frac{3RK_3}{100} \right) \right) - NN_{3M} \text{ [Kč]} \quad (7.3)$$

kde:

$DN_{\Delta Q}$  ... náhrada mzdy, nemocenská za 3 měsíce = 183 dní (kvartál) [Kč]

$RNN$  ... celková redukce super hrubá mzda za den [Kč/den]

$1RK_{6M}$  ... počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní [den]

$2RK_{6M}$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní [den]

$3RK_{6M}$  ... počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní [den]

$1RK_1$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 60 %, do 30 dní [%]

$2RK_2$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 66 %, od 31 dní [%]

$3RK_3$  ... korekce délky pracovní neschopnosti 72 %, od 61 dní [%]

$NN_{3M}$  ... náhrada mzdy, nemocenská za 92 dnů = 3 měsíce (kvartál) [Kč]

$$DN_{\Delta Q} = \left( \left( 16 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{60}{100} \right) + \left( 30 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{66}{100} \right) + \left( 123 \cdot 1\,230,1 \cdot \frac{72}{100} \right) \right) - 64\,506 = 145\,103 - 64\,506 = 80\,597 \text{ Kč}$$

### 7.3.9 Prevence pracovních neschopností

Preventivní opatření, které omezují vznik nemocí, pracovních neschopností včetně úrazů, jsou nabízeny jak samotnými zaměstnavateli, tak soukromými společnostmi. Nabídka je zpravidla členěna dle druhu okruhu zaměstnanců podle potenciálního vzniku onemocnění. Opatření jsou zejména cíleny na předcházení běžných onemocnění, civilizačních onemocnění, onemocnění pohybového aparátu (nejčastěji onemocnění kloubů, svalů, šlach a páteře), ale i kardiovaskulárního systému. Oblíbené lázeňské pobyty lze využít pro léčebné nebo preventivní procedury. [122,123]

Příspěvky na prevenci pro zaměstnance:

- vitamínové doplňky,
- fyzioterapie,
- lázeňské pobyty. [122,124]

V rámci analýzy budeme kalkulovat s možností aplikovat od daní osvobozená nepeněžní plnění poskytnuté zaměstnavatelem zaměstnanci do výše 20 000 Kč za zdaňovací období. Tuto částku lze využít na zdravotnické, léčebné a hygienické procedury. [125] Výši částky rovnoměrně rozdělíme na jednotlivá období viz výpočet (7.4 a 7.5):

$$PO_{1M} = \frac{PO_{12}}{12} \text{ [Kč]} \quad (7.4)$$

$$PO_Q = \frac{PO_{12}}{4} \text{ [Kč]} \quad (7.5)$$

kde:

$PO_{1M}$  ... osvobozená nepeněžní plnění na měsíc [Kč]

$PO_Q$  ... osvobozená nepeněžní plnění na kvartální období [Kč]

$PO_{12}$  ... osvobozená nepeněžní plnění 20 000 Kč [Kč]

$$PO_{1M} = \frac{20\,000}{12} = 1\,666,66 \text{ Kč}$$

$$PO_Q = \frac{20\,000}{4} = 5\,000 \text{ Kč}$$

### 7.3.10 Finanční dopady pracovních neschopností

Pracovní neschopnosti jsou běžnou součástí mnoha pracovních odvětví, které mají nemalé finanční dopady na soukromý či veřejný sektor. Minimalizování negativních finančních dopadů nemocnosti se provádí za použití cílených preventivních opatření samotných firem i zdravotních pojišťoven.

Dopady pracovní neschopnosti zaměstnance na:

- firmy a veřejný sektor,
- zdravotní pojišťovny,
- sociální systém.

#### 7.3.10.1 Firemní náklady na pracovní neschopnosti

Zpracovaná případová studie finančních dopadů pracovních neschopností (viz kap. 7.3.2 až 7.3.8) je zahrnuta do tabulky (viz tab. 7.4). Nulové hodnoty analýzy nemoci v délce 14, 31 a 41 dní neobsahují náklady na nové pracovníky a jejich efektivitu, školení a administraci z důvodu pokrytí výpadku pracovních hodin nemocného ze stávajících pracovních zdrojů. Největší náhrady za přesčasy, ztrátu efektivitu kolektivu a také ztracené příležitosti vzniká ve variantě 3měsíční absence zaměstnance s kompenzacemi formou přesčasů zaměstnanců kolektivu. Číselná označení v závorkách nad výsledky odpovídají použitým vzorcům.

Tab. 7.4 Analýza firemních nákladů pracovních neschopností 14 dní až 3 měsíce).

14 dní [Kč]	31 dní [Kč]	41 dní [Kč]	3 měsíce přesčasy [Kč]	3 měsíce DPP do 300 h [Kč]	3 měsíce DPP do 10 000 Kč [Kč]	3 měsíce nový pracovník [Kč]
Náhradní mzda nemocný						
(1.9)	(1.9)	(1.9)	(1.9)	(1.9)	(1.9)	(1.9)
10 966	10 966	10 966	10 966	10 966	10 966	10 966
Mzda kolektivu zaměstnanců						
(2.0)	(3.1)	(3.6)	(4.1)	(4.1)	(4.1)	(4.1)
133 118	226 237	386 043	838 646	838 646	838 646	838 646
Náklady na sníženou efektivitu kolektivu zaměstnanců (6 zaměstnanců)						
(2.1)	(3.2)	(3.7)	(4.2)	(4.5)	(4.5)	(6.3)
13 312	40 252	57 948	167 729	125 797	125 797	83 864
Dočasná pracovní náhrada za zaměstnance (přesčasy)						
(2.2)	(3.3)	(3.8)	(4.3)	(4.7)	(5.0)	(6.4)
27 733	55 466	80 426	174 718	70 720	27 733	27 733
Náklady na nové pracovníky						
				(4.8)	(5.1)	(6.6)
0	0	0	0	44 274	46 768	94 070
Náklady na sníženou efektivitu nových pracovníků						
				(5.2)	(5.3)	(6.7)
0	0	0	0	11 069	11 696	9 407
Ztracené příležitosti						
(2.3)	(3.4)	(3.9)	(4.4)	(5.4)	(5.5)	(6.8)
38 699	66 432	91 392	185 684	81 686	38 699	38 699
Společné vedlejší náklady: školení a administrace						
				(6.2)	(6.2)	(6.2)
0	0	0	0	5 459	5 459	5 459

Tab. 7.4 Analýza firemních nákladů pracovních neschopností 14 dní až 3 měsíce (pokrač.).

14 dní [Kč]	31 dní [Kč]	41 dní [Kč]	3 měsíce přesčasy [Kč]	3 měsíce DPP do 300 h [Kč]	3 měsíce DPP do 10 000 Kč [Kč]	3 měsíce nový pracovník [Kč]
Celkové náklady za sledované období 14 dní až 3 měsíce = AN*						
AN <sub>14</sub>	AN <sub>31</sub>	AN <sub>41</sub>	AN <sub>3M</sub>	AN <sub>300</sub>	AN <sub>10000</sub>	AN <sub>Z</sub>
<b>223 828</b>	<b>399 353</b>	<b>626 775</b>	<b>1 377 743</b>	<b>1 188 617</b>	<b>1 105 764</b>	<b>1 108 844</b>

Tabulka (viz tab. 7.5) je kalkulována za pomoci celkových výsledků z tabulky (tab. 7.4) podle druhu pracovních neschopností AN\*. Náklady za 6 a 12 měsíců jsou vždy tvořeny náklady za 3 měsíce a součtem násobků nákladů na zdravý pracovní kolektiv ve výši 978 420 Kč (není žádná nemocnost zaměstnanců). Výpočtové vztahy pro období 3 měsíců jsou (7.6 až 7.13):

$$FN_{14 \rightarrow 3M} = DM_{14 \rightarrow 3M} + AN_{14} \text{ [Kč]} \quad (7.6)$$

$$FN_{31 \rightarrow 3M} = DM_{31 \rightarrow 3M} + AN_{31} \text{ [Kč]} \quad (7.7)$$

$$FN_{41 \rightarrow 3M} = DM_{41 \rightarrow 3M} + AN_{41} \text{ [Kč]} \quad (7.8)$$

$$FN_{3M} = AN_{3M} \text{ [Kč]} \quad (7.9)$$

$$FN_{300} = AN_{300} \text{ [Kč]} \quad (7.10)$$

$$FN_{10000} = AN_{10000} \text{ [Kč]} \quad (7.11)$$

$$FN_Z = AN_Z \text{ [Kč]} \quad (7.12)$$

$$FN_0 = DM_Q \text{ [Kč]} \quad (7.13)$$

kde:

$FN_{14 \rightarrow 3M}$  ... firemní náklady, nemoc 14 dní až 3 měsíce [Kč]

$FN_{31 \rightarrow 3M}$  ... firemní náklady, nemoc 31 dní až 3 měsíce [Kč]

$FN_{41 \rightarrow 3M}$  ... firemní náklady, nemoc 41 dní až 3 měsíce [Kč]

$FN_{3M}$  ... firemní náklady, nemoc 3 měsíce [Kč]

$FN_{300}$  ... firemní náklady, nemoc 3 měsíce DPP do 300 h [Kč]

$FN_{10000}$  ... firemní náklady, nemoc 3 měsíce DPP do 10 000 Kč [Kč]

$FN_Z$	... firemní náklady, nemoc 3 měsíce nový zaměstnanec [Kč]
$FN_0$	... firemní náklady bez onemocnění [Kč]
$DM_{14 \rightarrow 3M}$	... mzda kolektivu do kvartálu (14 dní až 3 měsíce) [Kč]
$DM_{31 \rightarrow 3M}$	... mzda kolektivu do kvartálu (31 dní až 3 měsíce) [Kč]
$DM_{41 \rightarrow 3M}$	... mzda kolektivu do kvartálu (41 dní až 3 měsíce) [Kč]
$DM_Q$	... mzda za kvartál (3 měsíce) [Kč]

$$FN_{14 \rightarrow 3M} = 823\,115 + 223\,828 = 1\,046\,943 \text{ Kč}$$

$$FN_{31 \rightarrow 3M} = 667\,811 + 399\,353 = 1\,067\,164 \text{ Kč}$$

$$FN_{41 \rightarrow 3M} = 528\,036 + 626\,775 = 1\,154\,811 \text{ Kč}$$

$$FN_{3M} = 1\,377\,743 \text{ Kč}$$

$$FN_{300} = 1\,188\,617 \text{ Kč}$$

$$FN_{10000} = 1\,105\,764 \text{ Kč}$$

$$FN_Z = 1\,108\,844 \text{ Kč}$$

$$FN_0 = 978\,420 \text{ Kč}$$

Tab. 7.5 Firemní náklady na pracovní neschopnosti za 3, 6 a 12 měsíců.

Délka pracovní neschopnosti	Období analýzy [Kč]	Za 3 měsíce [Kč]	Za 6 měsíců [Kč]	Za 12 měsíců [Kč]
0 dní	0	978 420	1 956 840	3 913 680
14 dní	223 828	1 046 943	2 025 363	3 982 203
31 dní	399 353	1 067 164	2 045 584	4 002 424
41 dní	626 775	1 154 811	2 133 231	4 090 071
3 měsíce přesčasy	1 377 743	1 377 743	2 356 163	4 313 003
3 měsíce DPP do 300 h	1 188 617	1 188 617	2 167 037	4 123 877
3 měsíce DPP do 10 000 Kč	1 105 764	1 105 764	2 084 184	4 041 024
3 měsíce nový zaměstnanec	1 108 844	1 108 844	2 087 264	4 044 104



### 7.3.10.2 Finanční úspory (výpočet prevence)

Náklady vzniklé z důvodu onemocnění jednoho zaměstnance v kolektivu 7 pracovníků má významný vliv na výdaje firmy za zaměstnance během pracovní neschopnosti. Tyto náklady jsou vyčísleny v tabulce (viz tab. 7.6) a jsou vypočítány jako firemní náklady FN\* za 3 měsíce mínus náklady FN<sub>0</sub> popřípadě DM<sub>Q</sub> plně zdravého kolektivu pracovníků během 3 měsíců.

Tab. 7.6 Rozdíl firemních nákladů vůči pracovním neschopnostem.

Délka pracovní neschopnosti	Náklady na 3 měsíce [Kč]	Náklady na onemocnění zaměstnance [Kč]	Navýšení vůči zdravému kolektivu [%]
0 dní	978 420	0	0
14 dní	1 046 943	68 523	7,0
31 dní	1 067 164	88 744	9,1
41 dní	1 154 811	176 391	18,0
3 měsíce přesčasy	1 377 743	399 323	40,8
3 měsíce DPP do 300 h	1 188 617	210 197	21,5
3 měsíce DPP do 10 000 Kč	1 105 764	127 344	13,0
3 měsíce nový zaměstnanec	1 108 844	130 424	13,3

Důležitost prevence onemocnění, které vznikají například z důvodu nevhodných pracovních podmínek nebo nemocí vyskytujících se v populaci, můžeme vyjádřit finančními úsporami. Délka onemocnění a způsob řešení absence nemocného pracovníka na pracovišti má významný vliv na potenciální úsporu finančních prostředků firem. Finanční úspory vzniklé investicí do preventivních opatření (jejich výše je stanovena viz kap. 7.3.9) jsou kalkulovány v tabulce (viz tab. 7.7). Nejvyšších úspor je dosaženo v rámci preventivních opatření během pracovní neschopnosti pracovníka v délce 3 měsíců s přesčasy celého pracovního kolektivu. Pracovní neschopnosti v délce 14 a 31 dní jsou kalkulovány jako jedna měsíční investice do prevence.

Tab. 7.7 Firemní úspory z důvodu prevence zaměstnanců.

Délka pracovní neschopnosti	Náklady na onemocnění (p. kolektivu) [Kč]	Prevence zaměstnavatele (p. kolektiv) [Kč]	Úspora prevence (p. kolektiv) [Kč]
14 dní	68 523	11 667	56 856
31 dní	88 744	11 667	77 077
41 dní	176 391	23 334	153 057
3 měsíce přesčasy	399 323	35 000	364 323
3 měsíce DPP do 300 h	210 197	35 000	175 197
3 měsíce DPP do 10 000 Kč	127 344	35 000	92 344
3 měsíce nový zaměstnanec	130 424	35 000	95 424

### 7.3.10.3 Nemocenská podpora během pracovní neschopnosti

Náklady ČSSZ na nemocného zaměstnance za uvažovaná období jsou uvedeny v tabulce (viz tab. 7.8). Z důvodu zákonných předpisů není vyplácena nemocenská během prvních 14 dní pracovní neschopnosti, finanční zabezpečení zaměstnance během této doby je řešeno prostřednictvím náhradní mzdy hrazenou zaměstnavatelem. Následující kvartální náhrady během pracovní neschopnosti od 3. měsíce jsou vypočteny na 80 597 Kč (viz kap. 7.3.8.2).

Tab. 7.8 Nemocenská podpora na pracovní neschopnosti za 14 dní až 3 měsíce.

14 dní [Kč]	31 dní [Kč]	41 dní [Kč]	3 měs. přesčasy [Kč]	3 měs. DPP do 300 h [Kč]	3 měs. DPP do 10 000 Kč [Kč]	3 měs. nový pracovník [Kč]
Výpočet nemocenské						
	(3.0)	(3.5)	(4.0)	(4.0)	(4.0)	(4.0)
0	12 620	20 740	64 506	64 506	64 506	64 506
Celkové náklady za sledované období 14 dní až 3 měsíce						
<b>0</b>	<b>12 620</b>	<b>20 740</b>	<b>64 506</b>	<b>64 506</b>	<b>64 506</b>	<b>64 506</b>

### 7.3.10.4 Náklady na léčbu onemocnění

Náklady spojené s léčbou jednotlivých typů onemocnění jsou vyčísleny v tabulce (viz tab. 7.9). Barevné označení znázorňuje míru rizika vzniku trvalé invalidity zaměstnance (viz kap. 7.2). V případech velmi dobrého průběhu léčby nemoci je možné uvažovat o 14 dnech pracovní neschopnosti (poškození menisku např.: menisektomie) [100,101].

Tab. 7.9 Orientační náklady na léčbu nemocí z prostředků zdravotních pojišťoven.

Délka léčby [měsíců]	Pracovní neschopnost (onemocnění)	Náklady léčby [Kč]
1	Epikondylitidy	19 400
1	Tendinitidy a morbus de Quervain	11 900
1	Prepatelární burzitida	7 100
1	Poškození menisku	23 400
3	Rhizarthróza	27 700
3	Kýla	70 000
3	Neuropatie	9 200
3	Herniace meziobratlové plotýnky	93 400
6	Dypuytren kontraktura	48 400
6	LIS syndrom, blokáda krční páteře, degenerace obratlů	23 900
9	Sekundární Raynadův syndrom	26 900
12	Syndrom zmrzlého ramene	40 500
24	Aseptické nekrózy	83 100

### 7.3.11 Celkové finanční zhodnocení pracovních neschopností

Celkové náklady na léčbu onemocnění v jeho maximálních hodnotách podle diagnóz je vypočteno v tabulce níže (viz tab. 7.10). Tabulka je rozčleněna na časová období, které odpovídají pracovním neschopnostem (0 dní až 3 měsíce). Horizontální členění v délkách 3, 6, 9 a 12 měsíců slouží k dlouhodobé analýze nákladů jak firem, tak ČSSZ a pojišťoven. Do těchto období jsou přiřazena jednotlivá onemocnění, které se mohou vyskytnout. Období 14 dní je kalkulováno pro jednoduché zákroky menisku, období 41 dní je kalkulováno s onemocněními na 1 měsíc z důvodu lepšího průběhu nemoci. V případě nového zaměstnance, jenž nahrazuje nemocného zaměstnance,

je uvažováno se zvýšenými výdaji od 3. měsíce do 12. měsíce formou nemocenské podpory (výše podpory tomu odpovídá).

Procentuální navýšení celkových nákladů pracovního kolektivu s pracovní neschopností jednoho zaměstnance je vypočteno vůči kolektivu zdravých pracovníků (kalkulováno maximální náklady na léčbu).

Délka zkoumaného období a navýšení nákladů:

- 3 měsíce (9,4 až 57,0) %,
- 6 měsíců (4,7 až 28,5) %,
- 9 měsíců (3,2 až 19,0) %,
- 12 měsíců (2,4 až 14,3) %.

Tab. 7.10 Celkové náklady na pracovní neschopnosti.

Délka pracovní neschopnosti	měsíců	Firemní náklady [Kč]	Podpora [Kč]	Náklady léčba [Kč]	Max. celkové náklady [Kč]
0 dní	3	978 420	0	0	978 420
	6	1 956 840	0	0	1 956 840
	9	2 935 260	0	0	2 935 260
	12	3 913 680	0	0	3 913 680
14 dní	3	1 046 943	0	23 400	1 070 343
	6	2 025 363	0	23 400	2 048 763
	9	3 003 783	0	23 400	3 027 183
	12	3 982 203	0	23 400	4 005 603
31 dní	3	1 067 164	12 620	7 100 – 23 400	1 103 184
	6	2 045 585	12 620	7 100 – 23 400	2 081 604
	9	3 024 004	12 620	7 100 – 23 400	3 060 024
	12	4 002 424	12 620	7 100 – 23 400	4 038 444

Tab. 7.10 Celkové náklady na pracovní neschopnosti (pokračování).

Délka pracovní neschopnosti	měsíců	Firemní náklady [Kč]	Podpora [Kč]	Náklady léčba [Kč]	Max. celkové náklady [Kč]
41 dní	3	1 154 811	20 740	7 100 – 23 400	1 198 951
	6	2 133 231	20 740	7 100 – 23 400	2 177 371
	9	3 111 651	20 740	7 100 – 23 400	3 155 791
	12	4 090 071	20 740	7 100 – 23 400	4 134 211
3 měsíce přesčasy	3	1 377 743	64 506	9 200 – 93 400	1 535 649
	6	2 356 163	64 506	9 200 – 93 400	2 514 069
	9	3 334 583	64 506	9 200 – 93 400	3 492 489
	12	4 313 003	64 506	9 200 – 93 400	4 470 909
3 měsíce DPP do 300 h	3	1 188 617	64 506	9 200 – 93 400	1 346 523
	6	2 167 037	64 506	9 200 – 93 400	2 324 943
	9	3 145 457	64 506	9 200 – 93 400	3 303 363
	12	4 123 877	64 506	9 200 – 93 400	4 281 783
3 měsíce DPP do 10 000 Kč	3	1 105 764	64 506	9 200 – 93 400	1 263 670
	6	2 084 184	64 506	9 200 – 93 400	2 242 090
	9	3 062 604	64 506	9 200 – 93 400	3 220 510
	12	4 041 024	64 506	9 200 – 93 400	4 198 930
3 měsíce nový pracovník	3	1 108 844	64 506	9 200 – 93 400	1 266 750
	6	2 087 264	145 103	23 900 – 48 400	2 280 767
	9	3 065 684	225 700	26 900	3 318 284
	12	4 044 104	306 297	40 500	4 390 901

## 8 DISKUZE

### 8.1 Interpretace a srovnání výsledků

Součástí práce byla analýza charakteristik ručního náradí, které bylo roztríděno z pohledu jeho používání, materiálového řešení, energetického připojení, druhu jeho funkce a k čemu je určeno. Všechny tyto parametry mají vliv na ergonomii člověka. Výsledky z analýzy ručního náradí jednoznačně ukazují velkou rozmanitost a vzájemné více faktorové překrývání se jednotlivých druhů náradí.

Bohatý přehled nám dává rešeršní část práce, která je zaměřena na ergonomické metody včetně legislativních požadavků. Jednotlivé ergonomické metody vyžadují rozdílné přístupy a poskytují rozmanité výsledky. Optimální metody pro zamýšlené účely práce byla RULA, REBA a ERIN. Tyto metody bylo možné integrovat do nově navržené metody využívající úhlového natočení končetin. Jednou z mála metod, která dělí posuzované tělo na levou a pravou stranu byla RULA z NCSU.

Řešení metody AAL je oproti metodě RULA z NCSU (tento přístup obsahuje rozdíly oproti tradiční RULA metodě) odlišný v celkovém výsledku. Metoda AAL udává celkový dopadový index, jenž zahrnuje levou a pravou stranu končetin do jednoho dopadového indexu. Tento index obsahuje i radarový/pavučinový diagram, který jednoznačně vizualizuje samotný výsledek, který je podpořen umístěním těžiště dopadového obrazce. V metodě RULA z NCSU je výsledek rozdělen na pravou a levou stranu se zahrnutím ostatních dopadových aspektů. Toto rozdělení je nahrazeno již zmiňovaným matematicky vyjádřeným těžištěm a posléze i získaným vizuálním vjemem.

Výsledky z obou metod jsou si podobné, jelikož bylo nutné nalezení stejných intervalů pro srovnání ergonomických dopadů. V metodě AAL bylo vyloučeno složité dopočítávání dílčích tabulkových výsledků Skóre (A, B, C, D) a hlavního Grand skóre. Metoda RULA z NCSU obsahuje skokové změny při ergonomickém vyhodnocování, což je nepřírozené, například pozice předklonu hlavy při 0° náklonu nemůže být stejná jako při přechodovém náklonu 9,99°. Veškeré pohyby končetin, trupu, krku, zatěžující stavy těla jsou interpolovány pro stanovení přesnějších hodnot do výpočtů.

Dopadové indexy posuzovaného elektrického ručního síťového náradí bylo podrobena současně také analýze RULA z NCSU. Výsledky potvrzují schopnost aplikace metody AAL do reálné praxe včetně virtuálního posouzení pracovních pozic. Metoda AAL poskytuje přesnější hodnoty dopadového indexu včetně vzniku asymetrických pracovních pozic.

3D model lidského těla, který je použit v softwaru Rhinoceros s integrovaným softwarem Grasshopper, nám umožňuje získat velmi přesné hodnoty i v jiných rovinách natočení končetin, avšak metoda AAL a RULA z NCSU neobsahuje mechanismy pro jejich analýzu.

Lékařsko-ekonomické zhodnocení bylo zaměřeno pouze na onemocnění, které vznikají z důvodu nevhodné ergonomie, pracovního prostředí a přetěžování pohybového aparátu. Finanční náklady na léčbu analyzovaných onemocnění byly získány z několika zdrojů s co největším úsilím na udržení cenové hladiny (porovnávání ostatních nákladů na léčbu v daných zařízeních). Nejvhodnějším přístupem by bylo zjištění průměrných nákladů na léčbu uvažovaných onemocnění z výpisu zdravotních pojišťoven, avšak k těmto datům nebyl přístup. Významným

faktorem, který určuje průběh a délku nemoci, je rozmanitost reakcí lidského těla na samotnou léčbu. Z tohoto důvodu byla délka nemocí taxativně stanovena dle průměrných dob na léčbu. Výpočty nákladů na léčbu nemocného pracovníka, vyčíslení ztráty příležitostí, snížené efektivity je možné rekalkulovat pro rozdílné velikosti pracovních kolektivů.

## 8.2 Rozvoj metody AAL

Navržená metoda AAL umožňuje další rozvoj v oblasti propojení se softwarem Rhinoceros a Grasshopper. Nabízí se možnost hlubší integrace modulů Grasshopperu pro simulaci pohybu virtuálního modelu lidského těla přímo při pracovní činnosti.

Potenciál rozvoje metody AAL:

- simulace plynulých pohybů končetin, trupu, krku včetně pracovní pozice nářadí,
- hlubší integrace Grasshopper včetně konverze matematických funkcí z Excelu,
- index dopadu AAL v celém rozsahu pohybů,
- nastavení natočení končetin, trupu a krku pomocí ovladačů v Grasshopperu (bez manuálního natáčení a rotace přímo v softwaru Rhinoceros),
- upozornění na nepřírozené polohy během vyhodnocování integrovaným softwarem Grasshopper,
- návrh a integrace úchopu prstů levé a pravé ruky za pomoci úhlového natočení do metody AAL,
- integrace BMI, pohybových a tělesných anomálií do metody AAL.

Rozvoj je možné provést také v oblasti charakteristiky nářadí, a to provedením detailní taxonomie celé skupiny ručního nářadí.

## ZÁVĚR

Diplomová práce shrnuje a analyzuje vzájemné vztahy ručního nářadí, ergonomie, legislativních norem, lékařských a ekonomických aspektů. Zpracováním rešeršní části ručního nářadí je získán nový pohled na třídění jednotlivých druhů nářadí. Toto třídění bylo zacíleno na nalezení ergonomických souvislostí s jejich používáním a zejména jejich možné negativní dopady na ergonomii během pracovních činností. Samotné ruční nářadí je navrhováno pro systémem „člověk a stroj“, kde dochází k vzájemným interakcím, které jsou ovlivňovány velmi rozsáhlými legislativními požadavky.

Posouzení ergonomických zásad je prováděno mnoha přístupy jak v 1D, 2D, 3D a 4D režimu s různorodými výsledky. Výsledky z jednotlivých metodik mají odlišný způsob využití a jsou vhodné pro určité ergonomické analýzy. V rešeršní části bylo představeno celkem 15 stávajících ergonomických metod. Pro účely ergonomické analýzy byla vybrána jako nejvhodnější metoda RULA z NCSU, jenž umožňuje posoudit levé a pravé končetiny. Úhlové charakteristiky byly základem pro nově navrženou metodu AAL.

Metoda AAL umožňuje získat ergonomickou analýzu i z malých pohybů včetně časového a silového působení na svaly. Výhodou je vizuální výstup v podobě radarového/pavučinového diagramu, který zobrazí jednotlivé zatěžující indexy na končetinách, trupu a krku. Metoda AAL vykazuje mnohem přesnější údaje v celkovém dopadovém indexu zejména v asymetrii zatížení. Nespornou výhodou je možné zpracování ergonomické analýzy jak z fotografie prostřednictvím Excelu, tak za pomoci 3D modelu lidského těla s integrací do 3D softwaru Rhinoceros s rozšiřujícím modulem Grasshopper. Velký potenciál AAL je v možném rozšíření o pohybové simulace s generováním dopadového indexu v jakékoliv poloze.

Pro ergonomickou analýzu bylo digitalizováno za pomoci 3D skeneru 144 kusů ručního nářadí v 11 skupinách. Z tohoto souboru nářadí byl vybrán vždy jeden reprezentant pro následnou ergonomickou analýzu.

Autorský návrh úhlové brusky představuje pozitivní ergonomické řešení problematiky asymetrického postavení těla a omezeného úchopu v jeho blízkosti.

Byl vybrán ekonomický sektor dle CZ-NACE a za pomoci ČSÚ stanoven rozsah vstupních parametrů pro analýzu. Pro kolektiv 7 zaměstnanců v režimu pracovních neschopností 14 dní, 31 dní, 41 dní, 3 měsíce a simulace pracovních neschopností do jednoho roku. Délka onemocnění a finanční výše na léčbu se pohybují téměř až k 94 000 Kč s možným rizikem trvalého vyřazení pracovníka ze zaměstnání (například aseptické nekrózy). Z výsledků analýz je zřejmé, že pracovní neschopnosti z důvodů onemocnění vznikající při využívání ručního nářadí (struktura podle CZ-NACE) mají významné ekonomické dopady. Navýšení nákladů na zajištění výpadku pracovní neschopnosti jednoho pracovníka dosahuje od 7,0 % (krátkodobá pracovní neschopnost 14 dní) až po 40,8 % (3měsíční pracovní neschopnost, nahrazena přesčasy kolektivu zaměstnanců) vůči kolektivu zdravých zaměstnanců.

Prevence vzniku onemocnění je možné řešit využitím vhodného ručního nářadí, včetně zpracování preventivních ergonomických analýz, což vede k ekonomickým úsporám, ale také přispívá k duševní pohodě samotných zaměstnanců. Diplomová práce potvrzuje tvrzení informační agentury Evropské unie pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (viz kap. 7.3) z pohledu návratnosti investovaných prostředků do bezpečnosti a ochrany zdraví.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Q. CHOI, Charles. Human Evolution: The Origin of Tool Use. *Live Science: The Most Interesting Articles, Mysteries & Discoveries* [online]. New York: Future US, 2009 [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://www.livescience.com/7968-human-evolution-origin-tool.html>
2. *Human Evolution by The Smithsonian Institution's Human Origins Program* [online]. Washington: National Museum of Natural History - The Smithsonian Institution, 2020 [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://humanorigins.si.edu/>
3. HARTENBERG, Richard S. Hand tool. *Encyclopedia Britannica | Britannica* [online]. [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/hand-tool>
4. KENNEDY, Lesley. *The Prehistoric Ages: How Humans Lived Before Written Records* [online]. Sep 27, 2019 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.history.com/news/prehistoric-ages-timeline>
5. CÍDLOVÁ, H., B. KOHOUTKOVÁ, P. KŘIVÁNKOVÁ, K. ŠTĚPÁNEK a B. VALOVÁ. Doba bronzová. *Pedagogická fakulta MU* [online]. 2011 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/pravek/bronzova.html>
6. CÍDLOVÁ, H., B. KOHOUTKOVÁ, P. KŘIVÁNKOVÁ, K. ŠTĚPÁNEK a B. VALOVÁ. Doba bronzová. *Pedagogická fakulta MU* [online]. 2011 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/pravek/bronzova.html>
7. The 4 Industrial Revolutions. *Home | Institute of Entrepreneurship Development* [online]. 30 June, 2019 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://ied.eu/project-updates/the-4-industrial-revolutions/>
8. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. TT | *Technický týdeník* [online]. Business Media CZ, 4. červen 2015 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4\\_31001.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html)
9. *COMPETE OUTFITS FOR BLACKSMITHS* [online]. Sears and Roebuck catalog, 1908, 1908 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.instagram.com/p/BDix-3mMIW3/>
10. TIRMAN, Sean. *The Wishlist: Handyman's Holiday Gift Guide* [online]. 2017 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://hiconsumption.com/best-gifts-for-the-handyman-2016/>
11. Kategorie:Ruční nářadí. *Encyklopedie BOZP* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php?title=Kategorie:Ru%C4%8Dn%C3%ADn%C3%A1%C5%99ad%C3%AD>
12. KOČÍ, Miloslav. *Výrobní a pracovní prostředky - právní úprava a úvod* [online]. Verlag Dashöfer, 2014 [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: [https://www.bozpprofi.cz/33/vyrobní-a-pracovní-prostředky-právní-uprava-a-úvod-uniqueidmRRWSbk196FNf8-íVUh4EIDaKU2cPzBGD4J8mCxzqCtZwRYsMFH\\_3w/](https://www.bozpprofi.cz/33/vyrobní-a-pracovní-prostředky-právní-uprava-a-úvod-uniqueidmRRWSbk196FNf8-íVUh4EIDaKU2cPzBGD4J8mCxzqCtZwRYsMFH_3w/)

13. 14. Základní motorika, psychomotorika -charakteristika, obsah, realizace v MŠ: Základní pojmy. *Moodle UK pro výuku 1* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: [https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/917671/mod\\_resource/content/2/14.%20Z%C3%A1kladn%C3%AD%20motorika%20a%20psychomotorika.pdf](https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/917671/mod_resource/content/2/14.%20Z%C3%A1kladn%C3%AD%20motorika%20a%20psychomotorika.pdf)
14. Motorika a pohybové aktivity v jednotlivých životních fázích. *Masarykova univerzita* [online]. 2018 [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js18/pohybove\\_aktivity/web/pages/01-02-motorika.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js18/pohybove_aktivity/web/pages/01-02-motorika.html)
15. Dremel 290-3/4 gravírovací přístroj 35 W. *Conrad Electronic » Your Sourcing Platform* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/dremel-290-34-gravirovaci-pristroj-35-w-813407>
16. Sekací kladivo (SDS-Max) BOSCH GSH 5 0611337001. *Specialisté na profesionální nářadí značky Bosch | BoschCentrum.com* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.boschcentrum.com/bosch-gsh-5>
17. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 1990.
18. Inteligentní akumulátorový šroubovák Bosch Go 3,6 V nejvyšší kvality. *Wish - Nakupování je zábava* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: [https://www.wish.com/product/5ba5a2b738530d1fe6fee86d?hide\\_login\\_modal=true&from\\_ad=goog\\_shopping&display\\_country\\_code=CZ&force\\_currency\\_code=CZK&pid=googleadwords\\_int&c=%7BcampaignId%7D&ad\\_cid=5ba5a2b738530d1fe6fee86d&ad\\_cc=CZ&ad\\_lang=CS&ad\\_curr=CZK&ad\\_price=1297.00&campaign\\_id=9038860043&exclude\\_install=true&gclid=Cj0KCQiApY6BBhCsARIsAOI\\_GjabO-PGG2KkL9c0Tf0r45oRfCvrK2SB6S531MxzkeLp5E7ZPQuMKkaAr2QEALw\\_wcB&share=web](https://www.wish.com/product/5ba5a2b738530d1fe6fee86d?hide_login_modal=true&from_ad=goog_shopping&display_country_code=CZ&force_currency_code=CZK&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5ba5a2b738530d1fe6fee86d&ad_cc=CZ&ad_lang=CS&ad_curr=CZK&ad_price=1297.00&campaign_id=9038860043&exclude_install=true&gclid=Cj0KCQiApY6BBhCsARIsAOI_GjabO-PGG2KkL9c0Tf0r45oRfCvrK2SB6S531MxzkeLp5E7ZPQuMKkaAr2QEALw_wcB&share=web)
19. HILTI TE 3000. *CPH PLANT & TOOL HIRECPH Planthire | Plant & Toolhire Specialists* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <http://www.cphplanthire.ie/product/hilti-te-3000-breaking-hammerdemolition/>
20. 900W 115mm Small Angle Grinder. *Power Tools | Garden Tools | Household Products | BLACK+DECKER* [online]. 2021 [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.blackanddecker.cz/cs-cz/product-repository/products-blackanddeckereanz-cz/2016/06/21/10/04/kg901>
21. BOSCH PKP 18 E lepicí pistole. *Nářadí Bosch, Narex, Stanley, Dewalt, Metabo | Ruční-Nářadí.cz* [online]. ©2003–2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.rucni-naradi.cz/bosch-pkp-18-e-electronic>
22. Black&Decker KX2200K horkovzdušná pistole s příslušenstvím v kufru. *E-shop - elektrické nářadí* [online]. [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.naradi-maier.cz/black-decker-kx2200k-horkovzdusna-pistole-s-prislusenstvim-v-kufru/>
23. BOSCH UniversalTemp termodetektor. *Nářadí Bosch, Narex, Stanley, Dewalt, Metabo | Ruční-Nářadí.cz* [online]. ©2003–2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.rucni-naradi.cz/bosch-universaltemp-termodetektor>
24. Excentrické brusky. *Chatař Chalupář* [online]. Časopisy pro volný čas [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/excentricke-brusky-2/>
25. BLACK+DECKER BES700 pokosová pila 216mm. *Nářadí Bosch, Narex, Stanley, Dewalt, Metabo | Ruční-Nářadí.cz* [online]. ©2003–2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.rucni-naradi.cz/black-decker-bes700-pokosova-pila-216mm/>

- 
- 11]. Dostupné z: <https://www.rucni-naradi.cz/black-and-decker-bes700-pokosova-pila-s-pojezdem>
26. Bosch GCL 2-50 CG 12v Cordless Green Combi Laser Level and RM2 Mount. *Tooled-Up.com supplies Tools, Hand Tools, Power Tools & Garden Tools* [online]. [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.tooled-up.com/bosch-gcl-2-50-cg-12v-cordless-green-combi-laser-level-and-rm2-mount/prod/324747/>
27. Kladio vrtací a sekací, SDS MAX, 10J. *Spojovací materiál a nářadí* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.spojto.cz/kladivo-vrtaci-a-sekaci-SDS-MAX-10J-d24701.htm>
28. MCWILLIAMS, Matt. Best Circular Saw for Roofing 2021 – With Ratings and Reviews. *Expert Home Report | Home Tips from the Experts* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://exporthomereport.com/best-circular-saw-for-roofing/>
29. Electric Chainsaws | Battery, Corded & Cordless. *Chainsaws, Lawnmowers & Garden Tools - Husqvarna* [online]. 2019 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.husqvarna.com/uk/products/electric-chainsaws/>
30. Akumulátorová hřebíkovačka HiKOKI NR1890DBCL. *Vítejte u firmy Würth* [online]. ©2018 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://eshop.wuerth.cz/Kategorie-produktu/Akumulatorova-nastr.-pistolet-HiKOKI-1890DBCL/31465001150105.cyid/3146.cgid/cs/CZ/CZK/>
31. BOSCH GOP 12V-28 Professional Akkus Multi-Cutter edge tool + suitcase - akku and charger without (Basic guarantee). *IPon - hardware and software news, reviews, webshop, forum* [online]. 2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://iponcomp.com/shop/termek/bosch-gop-12v-28-professional-akkus-multi-cutter-edge-tool-suitcase-akku-and-charger-without-basic-guarantee/1699021>
32. Přímočaré pily. *Festool Česká republika* [online]. Festool, © 2021 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.festool.cz/produkty/%C5%99ez%C3%A1n%C3%AD/p%C5%99%C3%ADmo%C4%8Dar%C3%A9-pily>
33. Elektrické nůžky na plech Bosch GSC 75-16 (750 W; stříh 1,6 mm) Professional, 0601500500. *Autodiagnostika, Gola sady, Nářadí, Autopotahy - TorriaCars* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.torriacars.cz/elektricke-nuzky-na-plech-bosch-gsc-75-16-750-w-strih-16-mm-professional-0601500500>
34. Makita KC100 Řetězová dlabačka 2000W. *Makitalevne.cz* [online]. © 2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.makitalevne.cz/makita-kc100-retezova-dlabacka>
35. Horní frézky. *Festool Česká republika* [online]. Festool, © 2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.festool.cz/produkty/fr%C3%A9zov%C3%A1n%C3%AD/horn%C3%AD-fr%C3%A9zky>
36. GURYČA, Richard. Tesařská kladiva. *Chatař Chalupář* [online]. Časopisy pro volný čas [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/tesarska-kladiva/>
-

- 
37. *Nářadí a stroje* | *bauhaus.cz* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.bauhaus.cz/tipy-od-profionala/naradi-a-stroje>
38. Hydraulic Cut off Saw. *Handheld Hydraulic Tools and Power Packs* | *HYCON* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://hycon.dk/products/cut-off-saws/>
39. *Tanaka TED-270PFR Gas Drill* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=bzMMVg\\_OsaE](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=bzMMVg_OsaE)
40. Handniet-Zange. *HAZET-WERK - Hermann Zerver GmbH & Co. KG* [online]. © 2021 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: [https://www.hazet.de/de/produkte/spezialwerkzeuge/karosserie-innenausstattung-karosserie-instandsetzung/20975/handniet-zange?number=de\\_1963N-1&c=23760](https://www.hazet.de/de/produkte/spezialwerkzeuge/karosserie-innenausstattung-karosserie-instandsetzung/20975/handniet-zange?number=de_1963N-1&c=23760)
41. Greenlee 12-Ton Hydraulic Crimping Tool: Two Speeds Mean Fast Clamp and Precise Crimp From This 12 Ton Hydraulic Crimper. *CableOrganizer.com - The Best Prices on Wire Management Solutions* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.cableorganizer.com/greenlee/greenlee-hkl-1232.html>
42. Sada dlát řezbářských Profi 8d drobná řezba. *Nářadí Veselý Brno - prodejna, servis a půjčovna značkového nářadí* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: [https://www.naradi-vesely.cz/sada-dlat-rezbarskych-profi-8d-drobna-rezba.html?gclid=CjwKCAiAsaOBBhA4EiwAo0\\_AnDxcgFOfN5uH1DJ-Ot7KuoF9t7igdYmyMWHp-ggtrnOdGuhMpNvCUBoCzwwQA\\_VD\\_BwE](https://www.naradi-vesely.cz/sada-dlat-rezbarskych-profi-8d-drobna-rezba.html?gclid=CjwKCAiAsaOBBhA4EiwAo0_AnDxcgFOfN5uH1DJ-Ot7KuoF9t7igdYmyMWHp-ggtrnOdGuhMpNvCUBoCzwwQA_VD_BwE)
43. Čínský hoblík na tvrdá dřeva. *Sdružení houslařských dílen a řezbářů* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.pro-rezbar.cz/Produkt/1777-Cinsky-hoblik-na-tvrda-dreva>
44. *Güehring KG* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://guehring.com/>
45. *Pilana - nástroje na dřevo, pilové kotouče, pilové pásy, pilové listy, průmyslové nože, nástroje na řezání kovů, ruční nářadí: Společnosti PILANA jsou tradiční české průmyslové firmy s více jak 85 letou historií.* [online]. 2021 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.pilana.cz/>
46. VAVRČÍK, H. Přehled materiálů. *Lesnická a dřevařská fakulta* [online]. 17.10. 2018 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: [https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD\\_NMS/Povinne\\_predmety/Vyvoj\\_novych\\_materialu/pr-Prehled\\_materialu.pdf](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_NMS/Povinne_predmety/Vyvoj_novych_materialu/pr-Prehled_materialu.pdf)
47. MĚŘ a její slitiny. *O KATEDŘE | KMT TU Liberec* [online]. © 2010 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <http://www.kmt.tul.cz/kestaz/MED-a-její-slitiny.pdf>
48. VNOUČEK, Milan. Kompozitní materiály. *Oddělení povrchového inženýrství - aktuálně* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: [https://www.opi.zcu.cz/download/kompozity09\\_10.pdf](https://www.opi.zcu.cz/download/kompozity09_10.pdf)
49. Barvy na kov. *VITON s.r.o. - český výrobce barev a průmyslových nátěrových hmot* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.barvy-viton.cz/produkty/barvy-na-kov/>
50. 3M Elektro: Pryskyřice a zalévací hmoty pro elektrotechnickou výrobu. *Prodej a zpracování materiálů 3M | G3 s.r.o.* [online]. © 2021 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: [https://www.g3.cz/img/Katalog/Elektro/3M\\_Pryskyrice\\_a\\_zalev.hmoty.pdf](https://www.g3.cz/img/Katalog/Elektro/3M_Pryskyrice_a_zalev.hmoty.pdf)
51. SINGLETON, W. T. *Introduction to ERGONOMICS* [online]. Geneva: World Health Organization, 1972 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z:
-

- <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37137/Introduction-to-Ergonomics-1972-en.pdf;jsessionid=8125384A4F3BE6B1C0F8828CBEB1F0E?sequence=1>
52. What is ergonomics? *Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: [https://www.ergonomics.org.uk/Public/Resources/What\\_is\\_Ergonomics.aspx](https://www.ergonomics.org.uk/Public/Resources/What_is_Ergonomics.aspx)
53. SMARDZEWSKI, Jerzy. *Furniture Design*. 1. Springer International Publishing AG Switzerlan, 2015. ISBN 978-3-319-19532-2.
54. *The International Ergonomics Association* [online]. Geneva, Switzerland [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://iea.cc/>
55. Ergonomie a inženýrství lidských zdrojů. *KIP - Katedra managementu, inovací a projektů* [online]. 2010 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: [https://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum\\_eng/ergonomie.html#Model](https://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum_eng/ergonomie.html#Model)
56. HAVLÍKOVÁ, Marie. Člověk v systémech člověk – stroj. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti (JOSRA)* [online]. 2008, 1., 8 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/node/69632/pdf-export>
57. RASMUSSEN, Jens. *Information Processing and Human-machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering*. 1. New York: North-Holland, 1985. ISBN 0-444-00987-6.
58. HYNČÍK, Luděk. ÚVOD DO MODELOVÁNÍ V MECHANICE: BIOMECHANICKÉ MODELY ČLOVĚKA. *Katedra mechaniky - Fakulta aplikovaných věd (CTPVV) - Západočeská univerzita* [online]. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: [https://www.kme.zcu.cz/mhajzman/download/UMM09/UMM\\_11.pdf](https://www.kme.zcu.cz/mhajzman/download/UMM09/UMM_11.pdf)
59. BRIDGER, R.S. *Introduction to Ergonomics* [online]. New York: Taylor & Francis, 2003 [cit. 2021-02-17]. ISBN 0-415-27378-1.
60. GLIVICKÝ, Vladimír. *Základy ergonomie* [online]. 1. Praha: Akademie práce a zdraví, 2004 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO0f2bgPPuAhWy-  
ioKHQx5AXUQFjACegQIEBAD&url=https%3A%2F%2Fmapis.vubp.cz%2FPR%2FShowDokument.aspx%3Fguid%3D74b06830-801b-42ab-9bc4-4454af933b4a&usg=AOvVaw1NY1c\\_Ky5q1Z4SaoNrDsTP](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO0f2bgPPuAhWy-<br/>ioKHQx5AXUQFjACegQIEBAD&url=https%3A%2F%2Fmapis.vubp.cz%2FPR%2FShowDokument.aspx%3Fguid%3D74b06830-801b-42ab-9bc4-4454af933b4a&usg=AOvVaw1NY1c_Ky5q1Z4SaoNrDsTP)
61. MOLENBROEK, Johan F.M. *Elementary Ergonomics* [online]. 2013 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: [https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/ERGO\\_L1\\_Introduction\\_to\\_ergonomics.pdf](https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/ERGO_L1_Introduction_to_ergonomics.pdf)
62. *Prodej norem ČSN* [online]. © 2003 - 2021 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/>
63. *Technické normy - ČSN normy* | [www.technickenormy.cz](http://www.technickenormy.cz) [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.technickenormy.cz/>
64. ČSN EN ISO 7250-1 (833506): *Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování - Část 1: Definice a orientační body tělesných rozměrů*. Praha: ÚNMZ, 2018.
65. JÜRGENS, H. W., I. MATZDORFF a J. WINDBERG. ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE. *BAuA - Startseite* -

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/AWE/AWE108e.pdf?blob=publicationFile&v=4>
66. *Antropometrie* [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/antropometrie/page/34/>
67. Ergonomie: Ergonomie pracovního místa. *Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/ergonomie/337-ergonomie-pracovniho-mista>
68. ČSN EN 894-3 +A1: *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 3: Ovládače*. 1. Praha: ÚNMZ, 2009.
69. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES. *EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language* [online]. 2006 [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=GA>
70. *Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
71. *Zákon č. 309/2006 Sb.: Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>
72. *Zákon č. 262/2006 Sb.: Zákon zákoník práce* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
73. *Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.: Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
74. *Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-495>
75. *Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-378>
76. *Zákon č. 133/1985 Sb.: Zákon České národní rady o požární ochraně* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>
77. *Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.: Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení* [online]. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-176>
78. ADAMS, Caroline a Cecilia BERLIN. *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance* [online]. London: Ubiquity

- Press, 2017 [cit. 2021-02-20]. ISBN 9781911529132. Dostupné z: <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31300>
79. STANTON, Neville, Alan HEDGE, Karel BROOKHUIS, Eduardo SALAS a Hal HENDRICK. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. Danvers: CRC Press, 2005. ISBN 0-415-28700-6.
80. SZABÓ, Gyula. Assessment methods of ergonomic risks. *EASOM - European Association of Schools of Occupational Medicine* [online]. Budapest: Óbuda University, 2017 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.easom.eu/images/pdf/summerschools/summerschool17/Gyula\\_Szabo-Assessment\\_methods\\_ergonomic\\_risks.pdf](https://www.easom.eu/images/pdf/summerschools/summerschool17/Gyula_Szabo-Assessment_methods_ergonomic_risks.pdf)
81. *Achieve Better Health Outcomes with ErgoPlus Software and Services* [online]. Indianapolis, 2021 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/>
82. HEDGE, Alan. Job Strain Index (JSI). *Cornell University Ergonomics Web: Ergonomics: Human-Centered Design* [online]. 2014 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA4700pdfs/jsirebarula.pdf>
83. Risk Assessment with the Key Indicator Methods (KIM). *BAuA - Startseite - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Physical-workload/Key-indicator-method/Key-indicator-method\\_node.html](https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Physical-workload/Key-indicator-method/Key-indicator-method_node.html)
84. *Key Indicator Method for assessing and designing physical workloads with respect to Whole-Body Forces KIM-BF* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Physical-workload/Key-indicator-method/pdf/KIM-BF-Whole-Body-Forces.pdf?blob=publicationFile&v=3>
85. GROOTEN, Wilhelmus, Andreas JOHANNES a Elin JOHANNES. Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de la Salud* [online]. 2018, **2018**(vol. 16) [cit. 2021-02-20]. ISSN 1692-7273. Dostupné z: doi: [10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840](https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840)
86. Manual: Hand Arm Risk-assessment Method (HARM). *TNO physical work load – assess risks, tackle issues* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.fysiekebelasting.tno.nl/cms/content/assets/uploads/2018/02/HARM\\_handleiding\\_papier\\_en.pdf](https://www.fysiekebelasting.tno.nl/cms/content/assets/uploads/2018/02/HARM_handleiding_papier_en.pdf)
87. DOUWES, Marjolein a Heleen de KRAKER. HARM: Hand Arm Risk assessment Method: A practical tool for risk assessment of arm, neck shoulder disorders in manual tasks. *Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/kampagnen/praev\\_kampagne/dein\\_ruecken/kampagne\\_mse/blatter\\_ws\\_ii\\_17\\_10\\_2009.pdf](https://www.dguv.de/medien/inhalt/praevention/kampagnen/praev_kampagne/dein_ruecken/kampagne_mse/blatter_ws_ii_17_10_2009.pdf)
88. Ergonomic&Assessment&Worksheet&&v1.3.5. *Fondazione Ergo, Il metodo MTM (Methods-Time Measurement)* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.fondazioneergo.it/upload/pdf/EAWS%20form%20v1.3.5\\_ENG.pdf](https://www.fondazioneergo.it/upload/pdf/EAWS%20form%20v1.3.5_ENG.pdf)
89. COLOMBINI, Daniela a Enrico OCCHIPINTI. *Scientific basis of the OCRA method for risk assessment of biomechanical overload of upper limb, as preferred method in ISO standards on biomechanical risk factors*. 2018, **44**(4), 436-438. ISSN 0355-3140. Dostupné z: doi:10.5271/sjweh.3746

- 
90. OCCHIPINTI, E. *International standards on repetitive actions at high frequency: Research Unit "Ergonomics of Posture and Movement" Don Gnocchi Foundation* [online]. Milano, 2017 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: [http://webarchiv.ethz.ch/premus2004/Vorlesungen/Beweg/Literatur\\_06-07/13-occhipinti IEA06 OCRA.pdf](http://webarchiv.ethz.ch/premus2004/Vorlesungen/Beweg/Literatur_06-07/13-occhipinti IEA06 OCRA.pdf)
91. ErgoIntelligence™ Upper Extremity Assessment (UEA). *A World Leader for More than 35 Years* [online]. © 1997-2019 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergointeluea.html>
92. *Ergonomické analýzy na virtuálních lidech Tecnomatix Jack pro studenty zdarma: Tecnomatix Jack je software pro simulace a modelování lidského těla, využívaný k analýzám vlivů okolního prostředí a procesů na člověka v navrhovaných provozech.* [online]. 2014 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.konstrukter.cz/ergonomicke-analyzy-na-virtualnich-lidech-tecnomatix-jack-pro-studenty-zdarma/>
93. USER GUIDE: Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA). *Cornell University Ergonomics Web* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <http://ergo.human.cornell.edu/CUErgoTools/WERA/WERA%20Tool%20User%20Guide.pdf>
94. RODRÍGUEZ, Yordán, Silvio VIÑA a Ricardo MONTERO. ERIN: A practical tool for assessing work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Ergonomics* [online]. 2013, **11**(2,3), 59-73 [cit. 2021-02-21]. ISSN 13599364. Dostupné z: doi:10.3233/OER-130210
95. SZABÓ, Gyula. *PRACTICE OF ERGONOMICS* [online]. 2014 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: [https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/11980/2011-0054\\_practice\\_of\\_ergonomics.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/11980/2011-0054_practice_of_ergonomics.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
96. SZABÓ, Gyula. *Evolution of a Work-Related Musculoskeletal Disorder Risk Assessment Tool. The Case of CERA.* Cham: Springer International Publishing, 2020, 2020-07-02, , 41-47. *Advances in Intelligent Systems and Computing.* ISBN 978-3-030-51548-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-51549-2\_6
97. Ergonomics Engineering Guidelines and Checklists. *The Ergonomics Center / Advancing the Science of Ergonomics in the Workplace* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.ergocenter.ncsu.edu/wp-content/uploads/sites/18/2016/12/Engineering-Guidelines.jpg>
98. A Step-by-Step Guide to the REBA Assessment Tool. *Achieve Better Health Outcomes with ErgoPlus Software and Services* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/>
99. A Step-by-Step Guide to the RULA Assessment Tool. *Achieve Better Health Outcomes with ErgoPlus Software and Services* [online]. [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>
100. PETERKOVÁ, Tereza. Osobní rozhovor: Ergonomická rizika, onemocnění z povolání a možná léčba. Brno, 30.1.2021.
101. PETERKOVÁ, Tereza. Re: *Práce* [elektronická pošta]. 30. ledna 2021 12:53 [cit. 2021-02-21]. Osobní komunikace.
102. DUNGL, Pavel. *Ortopedie. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.
-



- 
103. BRHEL, Petr. <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2007/10/06.pdf>. *Interní Medicína* [online]. 2007, 9(10), 444–447 [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2007/10/06.pdf>
104. *Rehabilitace při epicondylitis lateralis humeri* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Rehabilitace\\_při\\_epicondylitis\\_lateralis\\_humeri](https://www.wikiskripta.eu/w/Rehabilitace_při_epicondylitis_lateralis_humeri)
105. Choroba de Quervainova, morbus de Quervain. *Nemocnice Nové Město na Moravě, příspěvková organizace* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://www.nnm.cz/ortopedie-ruka26>
106. Výhřez (herniace) meziobratlové ploténky. *Ortopedie traumatologie rehabilitace poradna, odborné články, diskuse | ortopedie-traumatologie.cz* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <http://www.ortopedie-traumatologie.cz/Vyhrez-%28herniace%29-meziobratlove-plotenky%20>
107. PRŮVODCE PACIENTA OPERAČNÍ LÉČBOU DEGENERATIVNÍHO ONEMOCNĚNÍ PÁTEŘE. *Krajská nemocnice T. Bati, a. s. - KNTB* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://www.kntb.cz/pruvodce-pacienta-operacni-lecbou-degenerativni-onemocneni-patere>
108. *Ceník služeb a výkonů nehrazených z v.z.p. na žádost pacienta* [online]. 2020 [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://rokycany.nemocnicepk.cz/data/folders/cenik%20sluzeb%20a%20vykonu%20nehrazenych%20zp%202020-f167.pdf?show>
109. Pracovní neschopnost pro nemoc a úraz v České republice - za rok 2019. *Český statistický úřad | ČSÚ* [online]. 2020 [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pracovni-neschopnost-pro-nemoc-a-uraz-v-ceske-republice-za-rok-2019>
110. Good OSH is good for business. *European Agency for Safety & Health at Work - Information, statistics, legislation and risk assessment tools*. [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/en/themes/good-osh-is-good-for-business>
111. Příloha ke zprávě o pracovní úrazovosti v ČR v roce 2019 – rozšiřující a doplňující analytická studie. *BOZPinfo - Časopis JOSRA* [online]. 2020 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/pracovni-urazovost-v-ceske-republice-v-roce-2019>
112. VODÁK, Jozef a Alžbeta KUCHARČÍKOVÁ. *Efektivní vzdělávání zaměstnanců*. Praha: Grada, 2007. Manažer. ISBN 978-80-247-1904-7.
113. *Průměrné mzdy - 3. čtvrtletí 2020* [online]. 2020 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/11350/122733564/pmz120420\\_2.xlsx/c4480291-81ca-47d8-995b-ea4e543f7cde?version=1.0](https://www.czso.cz/documents/11350/122733564/pmz120420_2.xlsx/c4480291-81ca-47d8-995b-ea4e543f7cde?version=1.0)
114. *CZ-NACE Kódy* [online]. 2018 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: [www.nace.cz/](http://www.nace.cz/)
115. Výpočet výše nemocenského. *Průvodce* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: [https://www.mpsv.cz/documents/20142/225490/K\\_Nemocensk%C3%A9\\_2021.xlsx/f6b7521f-aba8-08c3-9065-7c4e3cd9305c](https://www.mpsv.cz/documents/20142/225490/K_Nemocensk%C3%A9_2021.xlsx/f6b7521f-aba8-08c3-9065-7c4e3cd9305c)
-

- 
116. *Zákon č. 187/2006 Sb.: Zákon o nemocenském pojištění* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-187>
117. Kolik vás stojí nový zaměstnanec? *Flow-r - executive search* [online]. 2020 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <http://www.flow-r.cz/cs/blog/kolik-vas-stoji-novy-zamestnanec/>
118. TOMANOVÁ, Veronika. *Zdanění příjvodu z dohody o provedení práce pro rok 2021* [online]. 2021 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/zpravy/finance/405249-zdaneni-privydelku-z-dohod-o-provedeni-prace/>
119. WOFF, Petr. *Skupiny prací a zaručená mzda v soukromé firmě* [online]. 2021 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.kupnisila.cz/skupiny-praci/>
120. *Plánovací kalendář 2021, 8 hodinová pracovní doba Zdroj (5. 3. 2021):* <https://kalendar.beda.cz/rocni-planovaci?type=s1> [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://kalendar.beda.cz/rocni-planovaci?type=s1>
121. *BOZP a PO - bezpečnost práce moderně a efektivně | BOZP.cz* [online]. Praha: CRDR spol. s r.o., © 2021 [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/>
122. Program Zdravý zaměstnanec. *VoZP - Vojenská Zdravotní Pojišťovna ČR 201 | Vojenská zdravotní pojišťovna České republiky* [online]. [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.vozp.cz/program-zdravy-zamestnanec>
123. Program na podporu profesí. *Úvodní stránka | ZP MV ČR* [online]. [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.zpmvcr.cz/zdravi-do-firem/program-na-podporu-profesi>
124. Preventivní balíčky. *Poliklinika Uherský Brod | MujLekar.net* [online]. [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.mujlekar.net/preventivni-balicky>
125. SEDLÁKOVÁ, Eva. Příspěvek na saunu a rehabilitace pro zaměstnance. *Živnostník profi* [online]. Verlag Dashöfer [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.zivnostnik.cz/33/prispevek-na-saunu-a-rehabilitace-pro-zamestnance-uniqueidgOkE4NvrWuOxZ4GxLdrsIsnCPwm-sOsGsPTwVrguwZk/>
126. Ceník zdravotní péče. *Městská poliklinika Praha* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.prahamp.cz/cenik-zdravotni-pece>
127. MARTINEK, Jan. *Češi utratí za léky průměrně 2400 korun ročně* [online]. 2019 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/cesi-utradi-za-leky-prumerne-2400-korun-rocne-40271103>
128. Ceník služeb. *Chirurgie ruky - soukromá klinika chirurgie ruky - Chirurgie ruky - operace ruky - lupavý prst, De Quervain, Dupuytrenova kontraktura* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://chirurgie-ruky.info/cenik>
129. Co je to kýla. *Klinika GHC Praha | Klinika GHC Praha* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.ghc.cz/diagnostika-lecba-a-prevence/chirurgie-vseobecna-vcetne-laparoskopie/operace-brisni-a-triselne-kyly/>
130. Nemocnice Třinec je příspěvkovou organizací zřizovanou Moravskoslezským krajem. *Nemocnice Třinec, p.o. - O nemocnici* [online]. [cit.

- 
- 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.nemtr.cz/index.php/cs/pacienti-a-navstevnici/cenik-placenyx-sluzeb?depld=48>
131. Ceník výkonů pro pacienty nesmluvních pojišťoven a samoplátců. / *CZ Clinic | Prostějov* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://www.czclinic.eu/cz/m/sluzby-cenik/>
132. MORAVEC, Václav. Interview. In: *Otázky Václava Moravce ČT 24*. TV, ČT 24, 15. 11. 2020. Dostupný také z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/3226768-otazky-vaclava-moravce-15-11-2020-prvni-cast>
133. Resources and Tools Hub\*. *The Ergonomics Center | Advancing the Science of Ergonomics in the Workplace* [online]. © 2021 [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.ergocenter.ncsu.edu/resources-and-tools-hub/analysis-tools/>
134. BELLOT, Gilles. *The Centroid of Convex Polygons* [online]. 2019 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://bell0bytes.eu/centroid-convex/>
135. MOTYČKOVÁ, Marie. Trigonometrie: Další trigonometrické věty. *Matematicko-fyzikální fakulta* [online]. 2006 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: [https://www2.karlin.mff.cuni.cz/~robova/stranky/motyckova/Stranky\\_s\\_aplety/Dalsi\\_trigonometricke\\_vety.html](https://www2.karlin.mff.cuni.cz/~robova/stranky/motyckova/Stranky_s_aplety/Dalsi_trigonometricke_vety.html)
136. Průřezové charakteristiky, statický střed soustavy sil, těžiště. *Fakulta stavební - Fakulta stavební - VŠB-TUO* [online]. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: [http://fast10.vsb.cz/michalcova/Statika13/cvv\\_11\\_13\\_charakteristiky.pdf](http://fast10.vsb.cz/michalcova/Statika13/cvv_11_13_charakteristiky.pdf)
137. 3. Analytická geometrie. *Ústav matematiky – math.fme.vutbr.cz* [online]. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: [https://math.fme.vutbr.cz/download.aspx?id\\_file=864607480](https://math.fme.vutbr.cz/download.aspx?id_file=864607480)

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Symbol	Jednotka	Popis
	Hz	jednotka kmitočtu
	mm	jednotka rozměru
	MPa	pevnost v tahu
	kg	základní váhová jednotka
1RK	den	počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní
1RK1	%	korekce délky pracovní neschopnosti 60 %, do 30 dní
1RK <sub>6M</sub>	den	počet dní pracovní neschopnosti do 30 dní
1RN	Kč	denní hodnota 1. redukce
1RN1	%	denní procentuální hodnota 1. redukce
1RNN	Kč/den	1. redukce super hrubá mzda za den
1RNZ	Kč/h	1. redukce super hrubá mzda hodinová
1RZ	Kč	hodinová hodnota 1. redukce
1RZ1	%	hodinová procentuální hodnota 1. redukce
2RK	den	počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní
2RK2	%	korekce délky pracovní neschopnosti 66 %, od 31 dní
2RK <sub>6M</sub>	den	počet dní pracovní neschopnosti od 31 dní
2RN	Kč	denní hodnota 2. redukce
2RN2	%	denní procentuální hodnota 2. redukce
2RNN	Kč/den	2. redukce super hrubá mzda za den
2RNZ	Kč/h	2. redukce super hrubá mzda hodinová
2RZ	Kč	hodinová hodnota 2. redukce
2RZ2	%	hodinová procentuální hodnota 2. redukce
3RK	den	počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní

3RK3	%	korekce délky pracovní neschopnosti 72 %, od 61 dní
3RK <sub>6M</sub>	den	počet dní pracovní neschopnosti od 61 dní
3RN	Kč	denní hodnota 3. redukce
3RNN	Kč/den	3. redukce super hrubá mzda za den
3RNZ	Kč/h	3. redukce super hrubá mzda hodinová
3RZ	Kč	hodinová hodnota 3. redukce
A	<sup>2</sup>	plocha trojúhelníku
a	mm	délka ramene
A <sub>i</sub>	<sup>2</sup>	plocha trojúhelníků
A <sub>P</sub>	<sup>2</sup>	celková plocha polygonu
a <sub>x</sub>	mm	délka průmětu ramene do osy x
a <sub>y</sub>	mm	délka průmětu ramene do osy y
a <sub>z</sub>	mm	délka průmětu ramene do osy z
b	-	délka strany trojúhelníka svírající úhel $\alpha$
c	-	délka strany trojúhelníka svírající úhel $\alpha$
DM <sub>14→3M</sub>	Kč	mzda kolektivu do kvartálu (14 dní až 3 měsíce)
DM <sub>31→3M</sub>	Kč	mzda kolektivu do kvartálu (31 dní až 3 měsíce)
DM <sub>41→3M</sub>	Kč	mzda kolektivu do kvartálu (41 dní až 3 měsíce)
DM <sub>Q</sub>	Kč	mzda za kvartál (3 měsíce)
DN <sub>ΔQ</sub>	Kč	náhrada mzdy, nemocenská za 3 měsíce = 183 dní (kvartál)
EF <sub>14</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu za 14 dní
EF <sub>31</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 31 dní
EF <sub>3M</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní

EF <sub>3MB</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní
EF <sub>3MDPP1</sub>	Kč	ztráta vlivem zaučení/zaškolení
EF <sub>3MDPP2</sub>	Kč	ztráta vlivem zaučení/zaškolení
EF <sub>3MZ</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 92 dní
EF <sub>3MZN</sub>	Kč	ztráta vlivem zaučení/zaškolení zaměstnance
EF <sub>41</sub>	Kč	ztráta vlivem stresu a motivace v kolektivu 41 dní
EF <sub>DPP</sub>	%	procentuální pokles výkonosti
EF <sub>z</sub>	%	procentuální pokles výkonosti
FN <sub>0</sub>	Kč	firemní náklady bez onemocnění
FN <sub>10000</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 3 měsíce DPP do 10 000 Kč
FN <sub>14→3M</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 14 dní až 3 měsíce
FN <sub>300</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 3 měsíce DPP do 300 h
FN <sub>31→3M</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 31 dní až 3 měsíce
FN <sub>3M</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 3 měsíce
FN <sub>41→3M</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 41 dní až 3 měsíce
FN <sub>z</sub>	Kč	firemní náklady, nemoc 3 měsíce nový zaměstnanec
HM <sub>1</sub>	Kč	hrubá mzda
HM <sub>h1</sub>	Kč/h	hrubá mzda hodinová
HM <sub>hDPP</sub>	Kč/h	hrubá mzda DPP
HM <sub>M</sub>	Kč	měsíční hrubá mzda dle CZ-NACE segment M
HM <sub>N</sub>	Kč	měsíční hrubá mzda dle CZ-NACE segment N
MK <sub>14</sub>	Kč	mzda kolektivu za 14 dní
MK <sub>31</sub>	Kč	mzda kolektivu za 31 dní
MK <sub>3M</sub>	Kč	mzda kolektivu za 3 měsíce

MK <sub>41</sub>	Kč	mzda kolektivu za 41 dní
n	ks	počet pracovníků v kolektivu včetně nemocného
NM	Kč	náhrada mzdy zaměstnavatelem
NN <sub>31</sub>	Kč	náhrada mzdy, nemocenská za 31 dní
NN <sub>3M</sub>	Kč	náhrada mzdy, nemocenská za 92 dnů = 3 měsíce (kvartál)
n <sub>t</sub>	měsíc	počet měsíců na DPP
PO <sub>12</sub>	Kč	osvobozená nepeněžní plnění 20 000 Kč
PO <sub>1M</sub>	Kč	osvobozená nepeněžní plnění na měsíc
PO <sub>Q</sub>	Kč	osvobozená nepeněžní plnění na kvartální období
PPP	%	příplatek za práci přesčas 25 %
PV <sub>10000</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 80 hodin
PV <sub>14</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 14 dní
PV <sub>300</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady do 300 hodin
PV <sub>31</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 31 dní
PV <sub>3M</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 92 dní
PV <sub>41</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 41 dní
PV <sub>Z</sub>	Kč	celkové přesčasové náklady za 14 dní
RNN	Kč/den	celková redukce super hrubá mzda za den
RNZ	Kč/h	celková redukce super hrubá mzda hodinová
RZ	%	celkový redukovaný výdělek 60 % dle zákona
SHM <sub>1</sub>	Kč	měsíční super hrubá mzda
SHM <sub>12</sub>	Kč/rok	super hrubá mzda za 12 měsíců
SHM <sub>d1</sub>	Kč/den	denní super hrubá mzda
SHM <sub>DPP1</sub>	Kč	super hrubá mzda DPP za celé období
SHM <sub>DPP2</sub>	Kč	super hrubá mzda DPP za celé období

SHM <sub>h1</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová
SHM <sub>hADM</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v administraci
SHM <sub>hBOZP</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v BOZP
SHM <sub>hHR</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v zaměstnanosti HR
SHM <sub>hM</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová v sektoru M dle CZ-NACE
SHM <sub>hN</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová v sektoru N dle CZ-NACE
SHM <sub>hPO</sub>	Kč/h	super hrubá mzda hodinová pro pracovníky v PO
SHM <sub>M</sub>	Kč	měsíční super hrubá mzda dle CZ-NACE segment M
SHM <sub>N</sub>	Kč	měsíční super hrubá mzda dle CZ-NACE segment N
SHM <sub>z</sub>	Kč	celková super hrubá mzda za 424 hodin
SP	%	sociální pojištění
S <sub>x</sub>	<sup>3</sup>	statický moment plochy k ose x
S <sub>y</sub>	<sup>3</sup>	statický moment plochy k ose y
T	-	těžiště trojúhelníka v ose x;y
t <sub>10</sub>	h	součet času za školení zaměstnanců 10 hodin
t <sub>160</sub>	h	pracovní neschopnost 160 hodin
t <sub>232</sub>	h	pracovní neschopnost 232 hodin
t <sub>232</sub>	h	pracovní neschopnost 232 hodin
t <sub>300</sub>	h	max. DPP 300 hodin
t <sub>3M</sub>	h	pracovní dotace 3 měsíce 504 hodin
t <sub>504</sub>	h	pracovní neschopnost 504 hodin
t <sub>80</sub>	h	pracovní neschopnost 80 hodin
t <sub>DPP1</sub>	h	počet hodin za měsíc 150 hodin



$t_{0160}$	h	průměrně odpracováno za měsíc zaměstnancem 160 hodin
$tp_{10000}$	h	potřebný čas pracovníků na DPP
$tp_{300}$	h	přesčasy pracovníků do 300 hodin
$tp_{80}$	h	přesčasy pracovníka 80 hodin
$tp_z$	h	pracovní doba pro nového zaměstnance během 3 měsíců
$T_x$	-	souřadnice x těžiště
$T_y$	-	souřadnice y těžiště
$VV_{ADM}$	Kč	náklady administrativní zaměstnanci (super hrubá mzda)
$VV_{BOZP}$	Kč	náklady za školení BOZP (super hrubá mzda)
$VV_{HR}$	Kč	náklady hledání zaměstnance HR (super hrubá mzda)
$VV_M$	Kč	náklady za školení dle CZ-NACE sektor M (super hrubá mzda)
$VV_N$	Kč	náklady za školení dle CZ-NACE sektor N (super hrubá mzda)
$VV_{PO}$	Kč	náklady za školení PO (super hrubá mzda)
$w_i$	počet	váha [počet]
$\bar{x}$	Kč	vážený průměr
$x_i$	-	souřadnice těžiště ve směru x
$x_i$	Kč	hodnota
$x_n$	-	souřadnice bodů A, B a C v ose x
$x_n$	-	souřadnice bodů A a B v ose x
$x_T$	-	souřadnice x těžiště polygonu
$y_i$	-	souřadnice těžiště ve směru y
$y_n$	-	souřadnice bodů A, B a C v ose y
$y_n$	-	souřadnice bodů A a B v ose y
$y_T$	-	souřadnice y těžiště polygonu

---

ZKD	%	korekce snížení platu během zkušební doby 80 %
ZP	%	zdravotní pojištění
ZP <sub>14</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 14 dní
ZP <sub>31</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 31 dní
ZP <sub>3M</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 92 dní
ZP <sub>3MDPP1</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 92 dní
ZP <sub>3MDPP2</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 14 dní
ZP <sub>41</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 41 dní
ZP <sub>Z</sub>	Kč	ztracené příležitosti za 14 dní
$\alpha$	°	úhel svírající strany a, b
$\alpha$	°	úhel svírající rameno s osou x
$\beta$	°	úhel svírající rameno s osou y
$\gamma$	°	úhel svírající rameno s osou z

---

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

1D	Jednorozměrný (1 Dimensional)
2D	Dvourozměrný (2 Dimensional)
3D	Třírozměrný (3 Dimensional)
4D	Čtyřrozměrný (4 Dimensional)
AAL	Úhlové hodnocení končetin (Angular Assessment of Limbs )
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren (Acrylonitrile Butyl Styrene)
BMI	Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CAD	Počítačem podporované projektování (Computer-Aided Design)
CE	Evropská shoda pro uvádění výrobků do EU (Conformité Européenne)
CERA	Hodnocení ergonomických rizik v kanceláři (Composite Office Ergonomic Risk Assessment)
CSV	Hodnoty oddělené čárkami (Comma-Separated Values)
CT	Výpočetní tomografie (Computed Tomography)
CTD	Kumulativní trauma (Cumulative Trauma Disorder)
CZ	Česká republika (Czech Republic)
CZ-NACE	Statistická klasifikace ekonomických činností v České republice (Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes)
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČSSZ	Česká správa sociálního zabezpečení
ČSÚ	Český statistický úřad
DMQ	Nizozemský muskuloskeletální dotazník (Dutch Musculoskeletal Questionnaire)
DPP	Dohoda o provedení práce

---

EAWS	Pracovní listy pro ergonomické hodnocení (Ergonomic Assessment Worksheet)
EC	Evropská komise (European Commission)
EN	Evropská norma (European Standard)
EPDM	Ethylenpropylendienové kaučuky (Ethylene Propylene Diene Monomer)
ERIN	Individuální posouzení rizik (Evaluación del Riesgo Individual)
ERS	Ergonomická výzkumná společnost (Ergonomics Research Society)
EU	Evropská unie (European Union)
EUR	Měna eurozóny (Euro)
GF	Skelná vlákna (Glass Fibres)
HARM	Metoda hodnocení rizik paže (Hand Arm Risk-Assessment Method)
HDPE	Vysokohustotní polyethylen (High-Density Polyethylene)
HE	Heuristické hodnocení (Heuristic Evaluation)
HPP	Hlavní pracovní poměr
HR	Lidské zdroje (Human Resources)
HSS	Rychlořezná ocel (High Speed Steel)
HTA	Hierarchická analýza úkolů (Hierarchical Task Analysis)
IEA	Mezinárodní ergonomická agentura (International Ergonomics Association)
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
IT	Informační technologie (Information Technology)
JSI	Index pracovního zatížení (Job Strain Index)
Kč	Koruna česká
KIM	Metoda klíčového indikátoru (Key Indicator Method)
L	Levý/levá

---

LED	Elektroluminiscenční dioda (Light-Emitting Diode)
LIS	Lumboischiadický syndrom
MAPO	Pohyb a pomoc nemocničním pacientům (Movement and Assistance of Hospital Patients)
MMS	Systém člověk – stroj (Man-Machine System)
MPSV	Ministerstvo práce a sociálních věcí České republiky
NCSU	Státní univerzita v Severní Karolíně (North Carolina State University)
NIOSH	Národní institut bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (National Institute of Occupational Safety and Health)
OCRA	Opakované pracovní akce (Occupational Repetitive Actions)
OSVČ	Osoba samostatně výdělečně činná
OWAS	Hodnocení pracovní polohy Ovako (Ovako Working Posture Assessment Systém)
P	Pravý/pravá
PA6	Nylon 6
PA66	Nylon 66
PATH	Postoj, aktivita, nástroje a manipulace (Posture, Activity, Tools and Handling)
PB	Umělý kaučuk (Polybutadiene)
PBT	Polybutylentereftalát (Polybutylene Terephthalate)
PC	Polykarbonát (Polycarbonate)
PCB	Plošné spoje (Printed Circuit Board)
PE	Polyethylen
PEO	Přenosná pozorovací ergonomická metoda (Portable Ergonomic Observation Method)
PLIBEL	Plán identifikace stresových faktorů (Plan för Identifiering av Belastningsfaktorer)
PMMA	Polymethylmethakrylát (Polymethylmethacrylate)
PO	Požární ochrana

---

POM	Polyoxymetylén (Polyoxymethylen)
PP	Polypropylen
PUR	Polyuretan (Polyurethane)
PVC	Polyvinylchlorid (Polyvinyl Chloride)
QEC	Rychlá kontrola expozice (Quick Exposure Check)
RAMP	Proaktivní nástroj pro hodnocení a správu rizik pro manuální manipulace (Risk Assessment and Management Tool for Manual Handling Proactively)
REBA	Rychlé posouzení držení těla (Rapid Entire Body Assessment)
RHB	Rehabilitace
RI	Index rizika (Risk Index)
RTG	Rentgenové vyšetření
RULA	Rychle posouzení horních končetin (Rapid Upper Limb Assessment)
Sb.	Sbírka zákonů
SI	Index zatížení (Strain Index)
TEP	Totální endoprotéza (Total Endoprosthesis)
TPE	Termoplastický elastomer (Thermoplastic Elastomer)
UMUEQ	Dotazník na horní končetiny Michiganské university (University of Michigan Upper Extremity Questionnaire)
WERA	Posouzení ergonomických rizik na pracovišti (Workplace Ergonomic Risk Assessment)
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
XLS	Tabulka Microsoft Excel (Microsoft Excel Spreadsheet)

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 Tabulka důležitých norem dotčených ergonomií
- Příloha 2 HE metoda
- Příloha 3 REBA metoda
- Příloha 4 RULA metoda
- Příloha 5 OWAS metoda
- Příloha 6 HARM metoda
- Příloha 7 JSI metoda
- Příloha 8 KIM metoda
- Příloha 9 EAWS metoda
- Příloha 10 OCRA metoda
- Příloha 11 WERA metoda
- Příloha 12 ERIN metoda
- Příloha 13 CERA metoda
- Příloha 14 HTA analýza
- Příloha 15 RULA vytvořena na NCSU
- Příloha 16 Náhled výstupu metody AAL
- Příloha 17 3D model lidského těla s popisnými body
- Příloha 18 Soubor naskenovaného ručního síťového elektrického nářadí