



## Diplomová práce

# Metodologické aspekty hodnocení lokální svalové zátěže v ergonomii práce

*Studijní program:*

N0914P360003 Biomedicínské inženýrství

*Autor práce:*

**Bc. Anna Molová**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Václav Bittner, Ph.D.

Katedra matematiky

Liberec 2023



## Zadání diplomové práce

# Metodologické aspekty hodnocení lokální svalové zátěže v ergonomii práce

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Bc. Anna Molová</b>
<i>Osobní číslo:</i>	D20000148
<i>Studijní program:</i>	N0914P360003 Biomedicínské inženýrství
<i>Zadávající katedra:</i>	Fakulta zdravotnických studií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

## Zásady pro vypracování:

### Cíle práce:

1. Vytvořit přehled rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.
2. Popsat legislativu k hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením v ČR a EU.
3. Vytvořit komparativní přehled diagnostických metod hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením a to zejména z hlediska metodologického a časově-ekonomického.
4. Realizovat pilotní empirické šetření zaměřené na evaluaci aktuální metodiky stanovení lokální svalové zátěže v ergonomii práce na území ČR.
5. Vytvořit soubor doporučení směřujících k vylepšení stávajících přístupů k hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.

### Teoretická východiska (včetně výstupu z kvalifikační práce):

Hodnocení rizik vzniku kumulativních poškození pohybového aparátu (WR-MSD) představuje základní nástroj k prevenci vzniku těchto onemocnění a zdravotních poškození. V České Republice jsou tyto postupy modifikovány v podobě nařízení vlády České republiky č. 361/2007 Sb. Současná legislativní opatření EU a ČR týkající se diagnostiky rizik vzniku kumulativních poškození pohybového aparátu člověka pracovním zatížením jsou metodologicky nejednoznačná. Hodnocení těchto rizik je založeno na metodologicky nejednoznačných a neúplných postupech. Výstupem diplomové práce bude soubor doporučení směřujících k vylepšení metodiky hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.

### Výzkumné předpoklady / výzkumné otázky:

Základní otázkou této diplomové práce je, zda současná legislativa umožňuje z metodologického hlediska validně zhodnotit rizika kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením?

### Metoda:

Kvantitativní

### Technika práce, vyhodnocení dat:

Syntéza aktuálních poznatků, metodologická a statistická analýza validity postupu stanovení lokální svalové zátěže určeného legislativou. S využitím vstupních dat z reálného pracovního procesu a komparací výsledků poskytnutých odbornou laboratoří bude posouzena replikovatelnost a objektivita metodických postupů stanovení třídy rizika kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.

### Místo a čas realizace výzkumu:

Výzkum bude realizován na TUL ve spolupráci s vybraným odborným pracovištěm zabývajícím se ergonomií práce a to v období od listopadu 2021 do března 2022.

### Vzorek:

Bude analyzováno minimálně 20 datových souborů z diagnostiky lokální svalové zátěže naměřených s využitím integrálního EMG. Bude se jednat o data naměřená v reálném provozu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická

Jazyk práce:

čeština

## Seznam odborné literatury:

- ČESKO. 1995. Nařízení vlády č. 290/1995., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 111, s. 5086-5229. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/1995-290/zneni-20150101.htm?sil=1>
- ČESKO. 2007. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 111, s. 5086-5229. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [https://www.epravo.cz/\\_dataPublic/sbirky/archiv/sb111-07.pdf](https://www.epravo.cz/_dataPublic/sbirky/archiv/sb111-07.pdf)
- ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. 2015. Vyhláška 181/2015 kterou se mění vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, ve znění vyhlášky č. 107/2013 Sb.. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 74, s. 7210-7223. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [https://www.epravo.cz/\\_dataPublic/sbirky/archiv/sb142-03.pdf](https://www.epravo.cz/_dataPublic/sbirky/archiv/sb142-03.pdf)
- ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. 2003. Vyhláška 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 142, s. 2214-2215. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [https://www.epravo.cz/\\_dataPublic/sbirky/2015/sb0074-2015.pdf](https://www.epravo.cz/_dataPublic/sbirky/2015/sb0074-2015.pdf)
- FENCLOVÁ, Zdenka et al. 2021. *Nemoci z povolání v České republice v roce 2020*. Praha: SZÚ. ISSN 1804-5960. Dostupné také z: [http://www.szu.cz/uploads/NZP/Hlaseni\\_NzP\\_2020.pdf](http://www.szu.cz/uploads/NZP/Hlaseni_NzP_2020.pdf)
- GETA CENTRUM S.R.O. 1999. *EMG Holter s programem EMG Analyzer*. Praha: GETA Centrum s.r.o. Dostupné také z: <http://www.getacentrum.cz/data/download/EMGH/Prospekt%20P201506EMGH2CZ.pdf>
- HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. 2007. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav. ISBN 978-80-7071-289-4. Dostupné také z: [https://www.hygpaha.cz/dokumenty/hodnoceni-ergonomickyh-rizik-pomoci-checklistu-2362\\_2362\\_44\\_1.html](https://www.hygpaha.cz/dokumenty/hodnoceni-ergonomickyh-rizik-pomoci-checklistu-2362_2362_44_1.html)
- CHUNDELA, Lubor. 2013. *Ergonomie*. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-05173-3.
- NEUGEBAUER, Tomáš. 2016. *Metody vyhodnocení rizik při práci*. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE. *BOZPINFO* [online]. Praha: VUBP, [cit. 2021-06-28]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/metody-vyhodnoceni-rizik-pri-praci>
- Státní zdravotní ústav. 2021. *Nemoci z povolání z dlouhodobého jednostranného přetěžování: nemoci z povolání. Národní zdravotnický informační portál* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR [cit. 17.11.2021]. ISSN 2695-0340. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/1156-nemoci-z-povolani-z-dlouhodobeho-jednostranneho-pretezovani>.
- VANDEKERCKHOVE, Sem et al. 2021. *Musculoskeletal disorders and psychosocial risk factors in the workplace — statistical analysis of EU-wide survey data*. *Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci* [online]. Bilbao, The European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). ISBN: 978-92-9479-595-3. Dostupné také z: <https://osha.europa.eu/cs/publications/musculoskeletal-disorders-and-psychosocial-risk-factors-workplace-statistical-analysis-eu-wide-survey-data>
- WOELKE, Gtówczyńska Karolina et al. 2019. *Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích: hodnocení rizik: identifikace a vyhodnocení rizik, navrhovaná opatření*. Praha: VÚBP. ISBN 978-80-87676-29-5.

Vedoucí práce:

Mgr. Václav Bittner, Ph.D.

Katedra matematiky

Datum zadání práce:

30. listopadu 2021

Předpokládaný termín odevzdání: 29. července 2022

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc.,  
MBA  
děkan

## **Rozhodnutí o žádosti studenta**

**Jiný typ žádosti, uveďte se cílem žádosti ručně**

Jméno a příjmení: **Anna Molová**

Osobní číslo: **D20000148**

Datum podání žádosti **22.07.2022**

**Rozhodnutí děkana ze dne 25.07.2022 :**

**VYHOVĚL**

**Odůvodnění**

**Poučení**

Proti tomuto rozhodnutí se může studentka odvolat ve lhůtě 30 dnů od jeho oznámení.

**Rozhodnutí rektora ze dne**

**NEUVEDENO**

**Odůvodnění:**

## **Rozhodnutí o žádosti studenta**

**Jiný typ žádosti, uveďte se cílem žádosti ručně**

Jméno a příjmení: **Anna Molová**  
Osobní číslo: **D20000148**  
Datum podání žádosti **02.05.2023**

**Rozhodnutí děkana ze dne 03.05.2023 :**

**VYHOVĚL**

**Odůvodnění**

**Poučení**

Rozhodnutí nemá odvolání.

**Rozhodnutí rektora ze dne**

**NEUVEDENO**

**Odůvodnění:**

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat za neskutečnou trpělivost a pomoc mému vedoucímu práce, panu Mgr. Václavu Bittnerovi Ph.D. a pracovnícím ergonomické laboratoře, které pomohly s realizací této práce, především té praktické části.

# ANOTACE

**Název práce:** Metodologické aspekty hodnocení lokální svalové zátěže v ergonomii práce

**Anotace:**

Hodnocení rizik vzniku kumulativních poškození pohybového aparátu pracovním zatížením je základním nástrojem prevence vzniku onemocnění tohoto typu. Cílem práce bylo zhodnotit, zda legislativa umožňuje objektivní hodnocení rizik lokální svalové zátěže v ČR a vytvořit soubor doporučení, který vylepší stávající přístup k hodnocení lokální svalové zátěže pomocí iEMG Holteru. V ČR je iEMG Holter jediná povolená technika měření lokální svalové zátěže, pomocí které jsme provedli pilotní empirické šetření se zaměřením na osvojení si této techniky a následného vyhodnocení lokální svalové zátěže horních končetin. Výsledkem práce je poznatek, že současné legislativní nařízení, hodnotící lokální svalovou zátěž v ČR, je z metodologického hlediska nejednoznačné a umožňuje statisticky irelevantní interpretaci.

**Klíčová slova:**

iEMG, lokální svalová zátěž, ergonomie práce, metodologické aspekty



# ANNOTATION

**The title of the Thesis:** Methodological aspects of local muscle assessment workload in work ergonomics

**Annotation:**

Assessing the risks of cumulative damage to the locomotor system due to workload is a basic tool for preventing this type of disease. The aim of the work was to evaluate whether the legislation allows for an objective assessment of the risks of local muscle strain in the Czech Republic and to create a set of recommendations that will improve the current approach to the assessment of local muscle strain using the iEMG Holter. In the Czech Republic, iEMG Holter is the only permitted technique for measuring local muscle load, with the help of which we conducted a pilot empirical investigation focusing on the adoption of this technique and the subsequent evaluation of local muscle load of the upper limbs. The result of the work is the knowledge that the current legislative regulation, evaluating local muscle load in the Czech Republic, is ambiguous from a methodological point of view and allows for a statistically irrelevant interpretation.

**Keywords:**

iEMG, local muscle load, work ergonomics, methodological aspects

## Obsah

Obsah .....	10
Seznam použitých zkratek .....	11
Úvod.....	13
1 Cíle práce .....	14
2 Přehled rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením 15	
3 Legislativa hodnotící rizika kumulativního poškození pohybového aparátu .....	31
3.1 Evropská legislativa a normy .....	32
3.2 Zákony ČR .....	36
3.3 Vyhlášky a nařízení vlády ČR.....	41
4 Přehled diagnostických metod hodnocení rizik kumulativního poškození .....	53
4.1 Metody kinematické a goniometrické.....	54
4.2 Dotazníková šetření a checklisty.....	55
4.3 Metody fyziologické .....	60
5 Pilotní empirické šetření .....	64
5.1 Úvod do problematiky.....	64
5.2 Cíl pilotního šetření .....	65
5.3 Metodika .....	65
5.3.1 Charakteristika souboru .....	65
5.3.2 Experimentální metody – EMG Holter GETA .....	66
5.3.3 Design studie.....	68
5.3.4 Statistické zpracování dat .....	70
5.4 Analýza výsledků pilotního šetření .....	73
6 Diskuze .....	79
7 Doporučení pro praxi .....	83
8 Závěr .....	84
Seznam použité literatury .....	85
Seznam příloh .....	92

## Seznam použitých zkratk

BOZ	bezpečnost a ochrana zdraví
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CANS	klasifikátor muskuloskeletálních potíží
ČSN EN	česká technická norma zavádějící evropskou normu
ČR	Česká republika
DALY	disability adjusted life years
DKK	dolní končetiny
EHIS	Evropský průzkum zdraví
EMG	elektromyografie/elektromyograf
ESENER	Evropský průzkum podniků na téma nových a vznikajících rizik (European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks)
EU	Evropská unie
EUMUSC Network	European Musculoskeletal Conditions Surveillance and Information Network
EU-OSHA	European Agency for Safety and Health at Work
EWCS	Evropský průzkum pracovních podmínek
F <sub>max</sub>	maximální svalová síla
ISO	Mezinárodní organizace tvořící normy (International Organization for Standardization)
HDP	hrubý domácí produkt
HKK	horní končetiny
LFS	průzkum pracovních sil
LSZ	lokální svalová zátěž
MSD	muskuloskeletální poruchy (musculoskeletal disorders)
mV	milivolty
OOPP	osobní ochranné pracovní pomůcky
OVZ	ochrana veřejného zdraví
RSI	poškození struktur z opakovaného namáhání (repetitive strain injury)
Sb.	sbírky
SKT	syndrom karpálního tunelu

UECTD	kumulativní traumatické poruchy HKK
WHO	světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
WRULD	work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders
WRULD	work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders

## Úvod

S rozvojem průmyslu a zrychlováním potřeby výkonu pracovníků roste i počet nemocí z povolání z přetěžování svalových skupin. Nejčastějším onemocněním je zánět karpálních tunelů z přetížení svalů v oblasti rukou a předloktí

Hodnocení lokální svalové zátěže je důležité především z důvodu převládající ruční manipulace s břemeny u mnoho pracovních činností, která zvyšuje zátěž na pohybový aparát. Pokud se tato zátěž spojí ještě se špatnými pohybovými návyky, se zvýšením fyzických nároků na pracovníka a celkovým přetížením organismu, má to dopad na celkový zdravotní stav pracovníků a dochází k úrazům a stavům, které se následně přenesou do nemoci z povolání a způsobí pracovní neschopnost. I přes veškerou snahu legislativy a orgánů ochrany zdraví při práci se stále setkáváme s velmi vysokým počtem nemocí z povolání.

S tím se pojí hodnocení lokální svalové zátěže z pohledu ergonomie práce, která se různí pro státy v rámci Evropy oproti světu, a především je velmi rozdílná v ČR oproti Evropě. Z toho důvodu jsme se rozhodli analyzovat metodologické aspekty vyhodnocení lokální svalové zátěže.

# 1 Cíle práce

Hlavním cílem práce je systematicky analyzovat metodologické aspekty vyhodnocení lokální svalové zátěže v ergonomii práce

Dílčí úkoly:

1. Vytvořit přehled rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.
2. Popsat legislativu k hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením v ČR a EU.
3. Vytvořit komparativní přehled diagnostických metod hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením, a to zejména z hlediska metodologického a časově-ekonomického.
4. Realizovat pilotní empirické šetření zaměřené na evaluaci aktuální metodiky stanovení lokální svalové zátěže v ergonomii práce na území ČR (reliabilita a validita metody, přesnost odhadu rizika kumulativního poškození pohybového aparátu atd.).
5. Vytvořit soubor doporučení směřujících k vylepšení stávajících přístupů k hodnocení rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením.

## **2 Přehled rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením**

Kumulativní poškození je pojem označující poškození vyvolané opakovaným vystavením vysoké či nízké zátěži po delší časový úsek. Tato poškození tvoří většinu onemocnění pohybového aparátu (MSD = musculoskeletal disorders), avšak mezi MSD mohou patřit i akutní úrazy (EU-OSHA, 2007).

Díky změnám ve složení pracovní síly, pracovního trhu a neustále se měnící práce i pracovního prostředí, vznikají nová rizika v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků (ANON, 2021), kde se MSD řadí k nejčastějším nemocem z povolání v Evropě, patří mezi ně především bolesti svalů a zad. MSD je možné předcházet vhodným uspořádáním pracovních úkonů či zavedením preventivních opatření a kontrolovat jejich účinnost (EU-OSHA, 2007).

V dnešní době je běžným jevem u zaměstnanců bolest, nepříjemné pocity či snížená funkčnost zad, krku, horních končetin (HKK) nebo dolních končetin (DKK). Pro tyto potíže se užívá souhrnný název muskuloskeletální poruchy (MSD), který je lékařským názvem zastřešující periartikulární onemocnění, především končetin a páteře a pro mnohočetné či lokalizované bolestivé syndromy (Roquelaure, 2018). Mezi definice MSD patří onemocnění vyvolané biomechanickým přepětím, kdy je organismus, především svalově kosterní soustava, vystavován MSD rizikům do takové míry, že již nestíhá regenerovat a nastupuje MSD porucha (Roquelaure, 2018). Odborná literatura uvádí MSD jako multifaktoriální genezi, jež rozšiřuje biomechanické faktory o psychosociální a individuální (věk, výška atp.) (Roquelaure, 2018).

MSD jsou tedy postižením tělesných soustav svalů, kloubů, šlach, vazů, nervů, kostí a lokálních krevních oběhů (Kok et al., 2019). Pokud jsou MSD způsobeny prací a účinky pracovního prostředí, tak jsou označovány jako MSD související s prací (Kok et al., 2019). Jsou způsobeny či zhoršeny hlavně pracovním zatížením a vlivem okolního pracovního prostředí, tedy vlivem kombinace různých faktorů, mezi které řadíme fyzikální faktory, organizační, psychosociální, biomechanické, individuální a osobní (EU-OSHA, 2007). Rozsah výskytu těchto rizikových faktorů, ovlivňujících muskuloskeletální zdraví pracovníků, souvisí s různými kontextovými dimenzemi,

včetně sociálního, politického a ekonomického prostředí, organizace pracoviště a také sociodemografických a individuálních faktorů (EU-OSHA, 2007).

Základní rozdělení MSD je na akutní a chronické. Mezi akutní spadají traumata způsobené nehodou a chronické obsahují MSD vyplývající z opakovaného vystavování se vysoké nebo nízké dlouhodobé zátěži (Kok et al., 2019).

Mezi příznaky poškození pohybových struktur mohou patřit bolesti zad a krku, svalové úrazy, poruchy kloubů a kostí (periartikulární onemocnění) (Kok et al., 2019). Nejčastěji se vyskytují poruchy zad, krku, ramen, HKK i DKK (ANON, 2022). Některé poruchy jsou specifické, jako například syndrom karpálního tunelu, u kterého jsou jasně definované příznaky, ale některé poruchy jsou nespecifické, projevující se pouze bolestí či nepříjemnými pocity, a ne konkrétními příznaky (Kok et al., 2019). V některých závažnějších případech může být postiženo několik anatomických oblastí najednou, a to má významný dopad na funkční kapacitu. Ve vážných chronických případech může vše vyústit v motorickou dysfunkci znemožňující provádět i ty nejjednodušší gestické pohyby potřebné k práci a v každodenním životě (Roquelaure, 2018)

Mezi fyzikální faktory, které přispívají vzniku MSD se řadí provádění opakovaných nadměrných a prudkých pohybů, ruční manipulace s břemeny (tedy užívání sil), nepřírozené nebo statické pracovní polohy, vibrace, lokální stlačování určitých pohybových struktur, práce s ručně ovládanými pneumatickými nástroji a zařízeními, práce v chladu či nadměrném teple, při nedostatečném osvětlení, v hlučném prostředí (EU-OSHA, 2007). V oblasti organizačních a psychosociálních faktorů přispívají ke vzniku MSD rychlé pracovní tempo a dlouhé sezení nebo stání v obdobné poloze, náročná práce, monotónní práce s vysokou četností pohybů a v rychlém tempu, a mezi individuální faktory prodělaná onemocnění a úrazy, fyzické schopnosti či věk (EU-OSHA, 2007).

MSD v oblasti krční páteře a HKK související s prací se řadí mezi nejčastější pracovní onemocnění v Evropě ve všech pracovních odvětvích mající označení WRULD (work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders) (ANON, 2022). Tyto poruchy obsahují postižení tělesných soustav a příznaky se někdy projeví až po dlouhé době. Hlavními faktory vzniku jsou používané síly při práci, nepřírozené polohy při práci a pohyby s vysokou četností opakování. Souhrn postižovaných soustav, příznaků a faktorů vzniku MSD je zobrazen v tabulce č.1 (viz Příloha A, Tab. 1: Souhrn nejčastěji postižovaných soustav, příznaků onemocnění a faktorů vzniku onemocnění).



Na posledním řádku tabulky jsou vyjmenovány faktory vzniku přímo oblasti lokte, zápěstí a rukou (ANON, 2022).

V těchto případech neexistuje jediné řešení rizik, ale je potřeba preventivní opatření kombinovat. Pro pochopení a prevenci MSD jsou klíčovými prvky postupy řízení, organizace práce a psychosociální faktory (Roquelaure, 2018). Zaměstnavatelé by měli, v rámci řešení MSD, používat kombinaci hodnocení rizik a účasti zaměstnanců a zakládat prevenci MSD na psychosociálních, organizačních aspektech, a i na biomechanických a lékařských složkách (ANON, 2022).

Mezi preventivní opatření spadá uspořádání pracoviště, vybavení pracoviště, školení zaměstnanců, pracovní metody a nástroje, plánování práce a organizační faktory (ANON, 2022). Prevence by se měla týkat jak celkové, tak i lokální svalové zátěže, která může přispívat ke vzniku MSD (EU-OSHA, 2007).

MSD ve vztahu k modelům zdraví jsou popisovány z pohledu biomedicínského, biopsychosociálního a ergonomického (Roquelaure, 2018). Biomedicínský model se zabývá biomechanikou měkkých tkání a neurobiologií. Jedním z nejvýznamnějších aspektů je mechanická zátěž aplikovaná na muskuloskeletální tkáň. Ta vyvolává tkáňové napětí, které může následně vést k fyziopatologickým mechanismům způsobujících MSD (tkáňové léze) (Roquelaure, 2018).

Na délce či opakování a intenzitě vykonávané práce závisí tkáňové deformace, a tedy tkáňové léze, souhrnně nazývané viskoelastické vlastnosti periartikulárních měkkých tkání (Roquelaure, 2018). Zátěž je tedy určena reálnými podmínkami, za kterých je práce vykonávána. Mezi podmínky patří intenzita úchopu, frekvence a/nebo délka trvání tohoto úsilí a polohy, ve kterých se pracuje (Roquelaure, 2018). Polohy práce určují geometrické charakteristiky kloubů při vynaložení síly. Rozsah reakce na muskuloskeletální zátěž (napětí) je modulován individuálními charakteristikami (např. předchozí muskuloskeletální léze) a proto je v praxi náročné hodnotit funkční kapacitu daného jedince individuálními reakcemi na námahu, neboť mikrotraumata periartikulární tkáně, způsobené bolestivou stimulací, nastávají, když omezení překračují adaptační kapacitu tkání pracovníka, tedy v případě nesouladu mezi námahou a funkčními kapacitami jedince (Roquelaure, 2018).

V roce 2019 proběhl výzkum ESENER 2019 na téma nových a vznikajících rizik (EU-OSHA, 2022). Mezi zjištěními riziky je zmíněná problematika MSD, představující 60 % všech zdravotních problémů souvisejících s prací (Roquelaure, 2018). Výzkum potvrdil, že rizika vedoucí k MSD jsou identifikována a uznávána u přibližně 60 % zkoumaných

podniků a procenta dále rostou. Výzkum proběhl ve 33 evropských zemích asi u 45 tisíc podniků (EU-OSHA, 2022).

Evropská agentura pro BOZP (EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work) zaštiťuje kampaň, která se uskutečnila ve všech členských státech EU a je zaměřena na předcházení MSD souvisejících s prací mezi roky 2020-2022 (EU-OSHA, 2022). Z důvodu důležitosti problematiky MSD je základním bodem zabývat se příčinami vzniku MSD, poskytovat relevantní informace k této problematice, podporovat integrovaný přístup k řešení problematiky MSD a nabízet nástroje a řešení pro využití na pracovišti (ANON, 2022).

V roce 2019 byl ukončen Evropský průzkum podniků a nově vznikajících rizik s názvem ESENER 2019. ESENER je monitorovacím nástrojem v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v Evropě. Je hlavním zdrojem informací pro politiky při tvorbě legislativy a pro další výzkumy. V předchozích letech (2009 a 2014) proběhly již dva výzkumy (EU-OSHA, 2022). Výzkumu se zúčastnilo 45 420 firem a zařízení celkem ze 33 zemí, zahrnující EU-27 a Island, Severní Makedonii, Norsko, Srbsko, Švýcarsko a Spojené království (EU-OSHA, 2022).

ESENER 2019 obsahuje mnoho otázek shodujících se s předchozími výzkumy, ale pokrývá i další odvětví jako digitalizace, hodnocení úrazů a nemocí a další, a to pro pochopení řízení BOZP v zařízeních (EU-OSHA, 2022). Součástí výzkumu byly i zdravotní a bezpečnostní rizika v podnicích. Zařízení měla potvrdit rizikové faktory BOZP, kterým čelí jejich zaměstnanci. Nejčastěji hlášené rizikové faktory byly z kategorie fyzických a ergonomických rizik, které jsou shrnuty v tabulce č. 2 a jsou porovnány s daty z roku 2014 (EU-OSHA, 2022).

Tab. 2: Rizikové faktory BOZP ve firmách

Nejčastější rizikové faktory BOZP ve firmách a zařízeních	2014	2019
opakované pohyby HKK a rukou	52 %	65 %
dlouhé sezení		61 %
zvedání a přemísťování osob/těžkých břemen	45 %	52 %

Z tabulky je patrné, že se od roku 2014 zvýšil počet rizikových faktorů ve zmiňovaných kategoriích. Daná kolonka s procenty je vždy vztažena k počtu pracovníků (tedy 52 % pracovníků z počtu dotazovaných pracuje pomocí opakovaných pohybů HKK a rukou a zároveň 45 % z této skupiny zvedá a přemísťuje těžká břemena nebo osoby) a tudíž

kategorie mezi sebou nelze procentuálně sčítat, neboť pracovníci mohou být ohroženi více rizikovými faktory najednou.

Výsledky výzkumu nejsou možné použít jako ukazatel dodržování legislativy a právních předpisů. Průzkum byl proveden v kontextu směrnice Rady EU 89/391/EHS a dalších podpůrných legislativ s cílem podpořit zavádění opatření pro zlepšení BOZP s vědomím různosti pravidel BOZP v jednotlivých zemích a pracovních odvětvích.

Jako hlavní problém v oblasti BOZP byly MSD uvedeny již v šestém evropském výzkumu Eurofoundu z roku 2015 a v letech 2020 až 2022 se EU-OSHA snažila zvýšit povědomí o dopadu MSD pomocí kampaně Zdravé pracoviště 2020-2022 (EU-OSHA, 2022). Avšak problematikou MSD se EU zabývá od 80. a 90. let minulého století a už v devadesátých letech vznikaly první koncepční modely MSD, které slouží k identifikaci postupů k prevenci (Roquelaure, 2018). Tyto modely byly inspirovány biomechanikou měkkých tkání a jsou relevantní z pohledu biomedicínského, avšak nejsou dostatečně objektivní pro široké spektrum pracovních situací, především spojené s mírnou fyzickou zátěží. Následně byly modely rozšiřovány o další charakteristiky pracovních situací (Roquelaure, 2018).

Výzkum ESENER 2019 prokázal velké rozdíly v hlášení fyzických, chemických a ergonomických rizik (EU-OSHA, 2022). Ohledně fyzických ergonomických rizik má ČR hlášených v kategorii opakované pohyby rukou a HKK 59 % a v kategorii zvedání a přesun osob a těžkých předmětů 54 % rizik (EU-OSHA, 2022). Výzkum prokázal souvislost mezi zvýšenou úrovní vykazování rizik a dokončením hodnocení rizik, také prokázala že hlášení přítomnosti fyzikálních, ergonomických a chemických rizik se děje ve všech dotazovaných zemích, například oproti psychosociálnímu šetření. V kontextu MSD, oblast opakujících se pohybů rukou a HKK či zvedání a přemisťování osob a těžkých břemen, se ESENER zabývá také porovnáním hlášení v různých typech podniků a zaznamenala nárůst hlášení od výzkumu v roce 2014 (EU-OSHA, 2022).

Výzkum se zabýval také tématem přijatých opatření pro řízení BOZP, především zda podniky chápou přítomnost rizik v oblasti BOZP a zda jsou v této oblasti přijata opatření. Při výzkumu byly položeny otázky z oblasti použití a metod souvisejících s hodnocením rizik (EU-OSHA, 2022).

Dle směrnice Rady EU 89/391/ES má zaměstnavatel povinnost přijmout nezbytná opatření k odhalování a zmírnění pracovních rizik a k pravidelnému provádění hodnocení rizik, což je základním požadavkem evropského preventivního přístupu k řešení BOZP

(Roquelaure, 2018). Hodnocení rizik je řízeno cyklickým procesem: plánuj-udělej-kontroluj-jednej, což je systematický proces ve zkoumání rizik nejen na pracovišti, ale i na vybavení, na strojích, u pracovních metod, materiálů a postupů, či zkoumání vztahů mezi zaměstnanci a manažery (EU-OSHA, 2022). Pokud bude organizace pravidelně provádět nové nebo aktualizovat staré hodnocení, měla by mít prospěch z neustálého zlepšování řízení BOZP. Hodnocení rizik by mělo pomoci určit co by se mohlo pokazit, jak a pro koho, a také identifikovat preventivní bezpečnostní opatření a informace pro zaměstnance o rizicích a případných opatřeních (EU-OSHA, 2022).

Šetření ESENER 2019 začalo v této oblasti dotazy, zda podniky provádějí hodnocení rizik pravidelně. V této oblasti od šetření v roce 2014 nedošlo ke zjevnému zlepšení, i když míra odhodlání byla nad průměrem EU-27 (74 %) (EU-OSHA, 2022). Ze všech hodnocení rizik na pracovišti je až 75 % zaměřeno na rizika způsobující MSD (EU-OSHA, 2022).

Dalším odvětvím výzkumu bylo zdraví zaměstnanců. Výzkum zjišťoval, zda si provozovny vedou záznamy o nepřítomnosti zaměstnanců z důvodu nemoci. Většina zemí se pohybovala nad 80 % (EU-OSHA, 2022). Z výzkumu také vyplývá, že jmenováním zástupců BOZP v provozovně nebo kontroly inspekcí pozitivně ovlivňují evidenci, hodnocení rizik, plnění zákonných povinností či posílení kultury bezpečnosti na pracovišti (EU-OSHA, 2022).

Další výzkumnou otázkou byla využívání pravidelných lékařských prohlídek pro sledování zdraví zaměstnanců. Podniky v EU-27 je využívají asi ze 74 % a v ČR kolem 90 % (EU-OSHA, 2022).

Podnikům byla položena i otázka, zda přijímají opatření v oblasti BOZP na podporu „udržitelného pracovního života“, které se zaměřuje na postupy přizpůsobení zaměstnání potřebám stárnoucí populace pro zajištění udržitelnosti prodlouženého pracovního života pomocí zmírnění rizikových faktorů souvisejících s prací, kdy ESENER 2019 to koncipovala na téma MSD. Při porovnání s výsledky z roku 2014 se zmenšila pravděpodobnost zavedení opatření k řízení rizik u MSD, mezi které spadá například poskytování zařízení na pomoc při zvedání těžkých břemen či podpora pravidelných přestávek a střídání úkolů (EU-OSHA, 2022). V tabulce č. 3 (viz Příloha A, Tab.3: Zmírnění rizikových faktorů) jsou procentuální hodnoty evropských průměrů, z roku 2014 a z roku 2019, a hodnoty pro Českou republiku, plynoucí z výzkumu 2019, která oproti evropskému průměru dominuje ve střídání úkolů. Dle výsledků je jasné, že si jsou

firmy vědomi rizik při práci vedoucí k MSD a řídí daná rizika, ale už méně podnikají kroky k zavedení opatření zmírňující možné negativní důsledky (EU-OSHA, 2022).

Dle výzkumu drží ČR prvenství ohledně diskuzí v oblasti BOZP na vysokých pozicích managementu (83 %) a také v oblasti školení vedoucích týmu a manažerů na nižších pozicích (z 94 %) (EU-OSHA, 2022). Výzkum však odhalil, že sice vedení firem řeší otázky BOZP, ale již se to neodráží v oblasti prevence rizik, pouze u pravidelného hodnocení rizik v Evropě. Výzkum se zabýval i využíváním služeb v oblasti BOZP v podobě lékaře pracovního lékařství, kdy ho v ČR využívá 84 % podniků, všeobecných odborníků na zdraví a bezpečnost v ČR využívá 84 % podniků, expertů na prevenci nehod využívá v ČR 56 % podniků a expertů na ergonomický design 7 % podniků, stejně jako psychologů (EU-OSHA, 2022).

Souhrnný výzkum zjistil a potvrdil, že mezi nejčastější zdravotní problém, který souvisí s prací, patří již skloňované MSD, na které 3/5 pracovníků EU hlásí stížnosti (Kok et al., 2019). Mezi nejčastěji hlášené poruchy patří ty způsobené prací. Přibližně 60 % pracovníků hlásí výskyt minimálně 1 MSD poruchy (Kok et al., 2019). Mezi nejběžněji hlášené poruchy patří bolesti zad a svalů HKK například oproti bolesti svalů DKK. Výzkum uvádí data z let 2010 a 2015, která jsou procentuálně porovnána v tabulce 4 (viz Příloha A, Tab. 4: Nejčastější MSD poruchy), ze které je patrný pokles evropského průměru pracovníků s výskytem jedné a více MSD poruchy i přes vyrovnaný počet pracovníků s výskytem MSD poruch způsobených prací a klesl průměr ČR s 1 a více MSD poruchou. Oproti tomu se zvýšila přítomnost alespoň jedné MSD poruchy u pracovníků a počet hodnot bolestivosti jednotlivých částí těla (Kok et al., 2019).

Byla zjištěna i závislost MSD na sociodemografických faktorech a také vyšší prevalence MSD u žen než u mužů a vzrůstající pravděpodobnost hlášení MSD s rostoucím věkem (Kok et al., 2019). Procentuální rozdělení pracovníků dle věku hlásících MSD poruchy v oblasti HKK, ramen a krku z výzkumu z roku 2015 se nachází v tabulce 5 (viz příloha A, Tab. 5: Pravděpodobnost hlášení MSD s rostoucím věkem) (Kok et al., 2019). Je jisté, že čím vyšší věk, tím vyšší procento hlášení MSD poruch.

MSD je také spojeno s vyšší úrovní úzkosti, s problémy se spánkem a celkovou únavou zaměstnanců a souvisí s duševní pohodou, kdy je vyšší výskyt MSD u lidí s nižší úrovní duševní pohody (Kok et al., 2019). Tyto souvislosti jsou nejčastěji sledovány u MSD HKK, DKK a zad. Je prokázáno, že duševní nepohoda může být způsobena či zhoršena

probíhajícími MSD problémy nebo naopak může MSD potíže způsobit či zhoršit (Kok et al., 2019).

V kontextu MSD poruch a lokální svalové zátěže se setkáme s pojmem nemoc z povolání, kterou se rozumí nemoc vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických či jiných škodlivých vlivů vznikající za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání (ANON, 2022). Existuje také pojem ohrožení nemocí z povolání. Jde o změny zdravotního stavu způsobené výkonem práce a působením nepříznivých podmínek, za kterých vzniká nemoc z povolání, avšak nedosahují takového stupně poškození zdravotního stavu, aby se je dalo označit za nemoc z povolání. Další výkon práce by vedl ke vzniku nemoci z povolání (ANON, 2022). MSD nespadá do monokauzálního modelu nemocí z povolání, ale mezi multikauzální model (Roquelaure, 2018). Nemoci z povolání byly definovány WHO (World Health Organization) jako nemoc s multifaktoriální etiologií, kde hraje významnou roli pracovní prostředí a výkon práce (Roquelaure, 2018). WHO definovala onemocnění spojená s prací jako nemoci běžně se vyskytující v populaci, avšak jejich prevalence je v některých oborech významně vyšší, než je populační průměr (Roquelaure, 2018).

Nemoc z povolání je posuzována z hlediska splnění několika podmínek, mezi ně spadá zařazenost nemoci v seznamu nemocí z povolání, následně musí nemoc splňovat určitý stupeň závažnosti a osoba musí vykonávat práci za podmínek, které mohou způsobit nemoc z povolání (ANON, 2022). Mezi nejčastější nemoci z povolání patří syndrom karpálního tunelu. Vzniká vlivem dlouhodobého, nadměrného, jednostranného přetěžování ruky a zápěstí a také vlivem přenosu vibrací na ruce. Jde o kompresivní neuropatii v oblasti zápěstí, která je zjišťována pomocí EMG, chladového testu a pletysmografie (ANON, 2022).

Nejčastěji se syndrom karpálního tunelu vyskytuje u pracovníků vykonávajících práci, která je charakteristická nadměrnou, dlouhodobou a jednostrannou lokální svalovou zátěží drobných svalů ruky a předloktí (ANON, 2022). Mohou nastat dvě situace lokální zátěže, buď užívání vyšší svalové síly a menší četnost pohybů, nebo užití nižší svalové síly s vyšším počtem pohybů. Činnosti způsobující onemocnění karpálního tunelu jsou manuálního charakteru a je potřeba provádět flexi nebo extenzi zápěstí, rotaci ruky a zápěstí, silnější stisk ruky a nepřírozené polohy zápěstí a ruky. Další příčinou je vliv vibrací. Při mnohých pracovních činnostech působí faktory současně (ANON, 2022).

V některých státech je MSD nejčastěji uznávanou nemocí z povolání, avšak seznam nemocí z povolání se mezi členskými státy EU liší (Kok et al., 2019). Dalším problémem

je, že vzory a distribuce uznávaných nemocí z povolání neodráží skutečné poškozené zdraví pracovníků, především způsobené MSD pracovní zátěží (Kok et al., 2019).

Na úrovni EU je těžké posoudit a porovnat skutečný rozsah nákladů a zátěže spojených s MSD. Mezi hlavní ukazatele osvětlující náklady a zátěž podniků v oblasti MSD patří DALY (disability adjusted life years) (Kok et al., 2019). DALY je počítáno, jako počet let, které byly ztraceny v důsledku špatného zdraví, invalidity nebo předčasného úmrtí. Je odrazem vlivu nemocí na obecnou populaci v oblasti hlediska kvality života a smrti (Kok et al., 2019). V tomto měřítku tvoří MSD 15 % celkového počtu let života ztracených v kontextu pracovních nemocí a úrazů (Kok et al., 2019). Nepřítomnost v práci, kde je důvodem MSD, tvoří vysoký podíl dnů u členských států EU. Průzkum v roce 2015 odhalil 53 % pracovníků s MSD a jiných zdravotních problémů, kteří chyběli v práci. U pracovníků s MSD je vyšší pravděpodobnost dlouhodobé nepřítomnosti v práci. 26 % pracovníků, trpících chronickými MSD, uvedlo nepřítomnost v práci delší než 8 dní (Kok et al., 2019).

Dopad MSD je i ekonomický, především z pohledu ztrát produktivity a vyšších sociálních výdajů. Příkladem je studie z Německa, kdy v roce 2016 poruchy pohybového aparátu a pojivové tkáně způsobily ztrátu výroby 17,2 miliard eur a 30,4 miliard eur ztrátu hrubé přidané hodnoty (0,5 a 1,0 % HDP) (Kok et al., 2019).

Z těchto důvodů existuje politika pro podporu zaměstnanců při návratu do práce po dlouhodobé nepřítomnosti z důvodu nemoci. Nejvyšší podíl těchto zaměstnavatelů je ve Spojeném království (97 %) a nejnižší je v Litvě (19 %), kdy evropský průměr je 73 % (Kok et al., 2019).

Pro poskytování preventivních opatření je důležitý rozdíl ve způsobu vzniku MSD HKK, MSD DKK a MSD zad, v míře rizik, typu zdravotního dopadu a druhu opatření k prevenci, což v praxi značí potřebu přímého (cíleného) zásahu na danou poruchu (Kok et al., 2019).

Prevence v oblasti MSD by měla být doplněna o podporu zdraví při práci se zaměřením na podporu dobrého muskuloskeletálního zdraví (také z pohledu veřejného zdraví).

Při hodnocení MSD je důležité brát v úvahu i psychosociální rizikové faktory, které hrají důležitou roli v progresi chronicity MSD od akutní fáze k chronické. Brát v úvahu se musí i při prvních příznacích muskuloskeletální bolesti (Kok et al., 2019).

V současné době většina zaměstnavatelů poskytuje minimálně jedno či více preventivních opatření v podobě ergonomického vybavení, podpory pravidelné přestávky nebo rotace úkolů pro zaměstnance pracující v nepohodlných pracovních podmínkách či pomocí

opakujících se pohybů (Kok et al., 2019). S poskytováním preventivních opatření se setkáme ve všech druzích podniků, avšak platí, čím větší podnik tím dostupnější preventivní opatření. Pokud je prevence založena na jednotlivých opatřeních, tedy izolovaně na jednotlivé rizikové faktory, tak jsou méně účinná než kombinace opatření, která jsou zaměřená na několik faktorů (multifaktoriální/multidisciplinární). Multidisciplinární přístup řízení zahrnující komplexní systém prevence rizik, zahrnuje i dodržování BOZP a zavádí správnou praxi v organizačních, technických a individuálních opatření (Dombeková, 2018). Začíná identifikací rizik MSD, kdy je základ poskytnutí kvalitních praktických a jednoduchých nástrojů a příruček k hodnocení několika rizikových faktorů MSD. Příručky by měly být upravené dle potřeb a velikostí podniků a následně by měly zahrnovat samotné pracovníky. Pro prosazování a šíření těchto přístupů by bylo potřeba zvýšit povědomí o MSD (jejich příčiny, dopady a preventivní opatření) (Kok et al., 2019).

Stále ale prevence rizik je z pohledu nákladů přesahována částkami, které firmy vynaloží za řešení vzniklých situací. Například ve spojených státech amerických jsou pracovní úrazy a nemoci z povolání ročně kompenzovány 198,2 miliardami dolarů (Dombeková, 2018). Firmy investující do preventivních programů jsou pro národní ekonomiku úsporou, a i pro danou firmu prevence přináší mnoho výhod v podobě snížení úrazovosti a nemocnosti zaměstnanců. Ve výsledku je aplikace mnohých preventivních programů nízkonákladových a vede ke zvyšování zisku dané firmy (Dombeková, 2018).

### **Klasifikace MSD**

MSD je zastřešujícím názvem pro periartikulární onemocnění končetin a páteře a pro mnohočetné či lokalizované bolestivé syndromy. Bohužel není vždy jasné, které periartikulární onemocnění by mělo být za MSD považované a které ne. Z toho důvodu bylo vyvinuto mnoho klasifikačních systémů a v roce 2003 vyšla studie *Classification systems for upper-limb musculoskeletal disorders in workers: a review of the literature* (Eerd et al., 2003) zabývající se těmito klasifikačními systémy. Autoři studie našli 27 klasifikačních systémů popisujících poruchy svalů, šlach či nervů, které by mohly být způsobeny nebo zhoršeny prací a žádné nebyly shodné (Eerd et al., 2003). Od té doby se snaží odborníci dosáhnout multidisciplinárního konsenzu o terminologii a klasifikaci (KOK et al, 2019).

V roce 2018 byl proveden přezkum definic a klinických charakteristik MSD (Roquelaure, 2018) a ten definoval seznam s 26 různými periartikulárními onemocněními (specifické



MSD) považovaných za MSD jejichž kategorické zařazení je jmenováno v tabulce č. 6 (viz Příloha B, Tab.6: Periarikulární specifické MSD) (Kok et al., 2019; Eerd et al., 2003). Následně existuje ještě seznam MSD v oblasti syndromů mnohočetné nebo lokalizované bolesti (nespecifické MSD) do kterého spadají nespecifické bolesti HKK, svalové napětí v oblasti krku, bolesti páteře cervikální, dorzální a nespecifické v dolní části a lumbago (ústřel) (Kok et al., 2019).

Ovšem některé typy fyzických obtíží nemají všeobecný způsob označení a definování. Mezi tyto poruchy se řadí poškození struktur z opakovaného namáhání (RSI=replicative strain injury), které je z jedné strany považované za muskuloskeletální poruchu HKK, ale má široké spektrum lokalit, které může zahrnovat statickou pracovní zátěž či dynamickou/opakující se pracovní zátěž, problémy se šlachami či chladné prostředí (Kok et al., 2019). Avšak RSI může zahrnout také zánětlivé příznaky svalů předloktí, problémy s průtokem krve především v oblasti krku a ramen. Objeví-li se nějaký z těchto symptomů v souvislosti s pracovními činnostmi způsobujícími tyto příznaky, jedná se o RSI. Právě kvůli těmto různým kombinacím příčin a účinků je užíváno mnoho názvů a zavedlo se mnoho klasifikačních systémů. Jedním z nich je CANS, který klasifikuje muskuloskeletální potíže v oblasti paže, krku a/nebo ramen, jen nesmí být potíže způsobeny akutním traumatem a systémovým onemocněním (Kok et al., 2019).

Hlavní zdroje informací o MSD jsou dva, a to samohlášení pomocí průzkumů a administrativní data (Kok et al., 2019). Samohlášení probíhá dotazováním lidí, zda trpí MSD či ne. Je obvyklé se ptát na místo potíží, ale ne na klinickou povahu postižení. To nadhodnocuje prevalenci MSD, neboť hlášení zahrnují zdravotní problémy klinicky nepovažované za MSD (Kok et al., 2019).

Různé průzkumy zahrnují otázky z oblasti prevalence MSD, které jsou různě formulované. To povede k odlišným výsledkům. Mezi hlavní celoevropské průzkumy patří Evropský průzkum pracovních podmínek (EWCS), Evropský průzkum zdraví (EHIS) a průzkum pracovních sil (LFS). Všechny mají rozdílný přístup k MSD související s prací (Kok et al., 2019).

MSD poruchy mohou být způsobeny kombinací mnoha faktorů, a proto mohou mít mnoho různých důsledků. Z toho důvodu byly rozděleny pro modelování vzájemných vztahů mezi MSD na 3 hlavní skupiny: Biomedicínské, biopsychosociální a ergonomické/organizační modely (Kok et al., 2019).

Biomedicínské modely zvažují způsob vzniku MSD pomocí mechanické zátěže, která působí na muskuloskeletální tkáň. Biopsychosociální modely berou v úvahu fyzické,

sociální a psychologické faktory, které mohou vést k MSD poruchám. Ergonomické modely využívají biopsychosociální modely a připojují organizační faktory (Kok et al., 2019).

Výzkum zjistil pomocí mnoha studií, že MSD souvisí se 4 sociodemografickými faktory, kterými jsou: pohlaví, věk, vzdělání a místo narození. Prozkoumané studie ukázaly, že ženy jsou náchylnější ke vzniku syndromu karpálního tunelu a jsou méně ohroženy například bolestmi zad v dolní části. Je potvrzeno, že nelze určit do jaké míry je pohlaví ve výskytu konkrétních MSD poruch důsledkem fyziologických predispozic či genderových rozdílů v dělbě práce a je také prokázáno, že starší pracovníci trpí MSD častěji než mladší (Kok et al., 2019). Bylo prokázáno, že u starších zaměstnanců může docházet ke snížení funkční kapacity, a to zvyšuje pravděpodobnost poruchy MSD, což ukazuje že věk není samostatným rizikovým faktorem. Studie také prokázala, že sklon k úrazu je závislý spíše na rozdílu pracovní náročnosti a pracovní schopnosti zaměstnance než na věku (Kok et al., 2019).

Dále bylo prokázáno, že individuální faktory jednotlivce také souvisí se vznikem MSD. Například zvýšená fyzická aktivita ve volném čase souvisí s nižší prevalencí MSD, oproti tomu obézní jedinci mají o 20 % vyšší riziko bolesti zad, krku a ramen (Kok et al., 2019). S vyšším rizikem výskytu MSD je spojeno i kouření. EUMUSC studie prokázala, že fyzická aktivita, vyvážená strava a hmotnost, nekuřáctví a rozumné pití alkoholu snižuje riziko výskytu MSD (KOK et al, 2019).

Dle článku *Multidisciplinary consensus on the terminology and classification of complaints of the arm, neck and/or shoulder* (Huisstede et al., 2007), není zajištěn všeobecně uznávaný způsob označení, či definice muskuloskeletálních poruch HKK, neboť je používáno mnoho názvů a mnoho různých klasifikačních systémů (Huisstede et al., 2007). V Nizozemsku zahájili strategii Delphi consensus, kdy výchozím bodem zvolili výsledky multidisciplinární konference, kde bylo pomocí 47 odborníků delegováno 11 profesních sdružení pro vytvoření expertního panelu strategie Delphi consensus (Huisstede et al., 2007). Celkem se provedla tři kola, kde každé obsahovalo dotazník, analýzu a zpětnou vazbu. Nakonec vzniklo konsensus v modelu CANS, který popisuje termín, definici a klasifikaci obtíží HKK, krku a/nebo ramen, což pomáhá klasifikovat onemocnění pacientů. CANS je definovaný jako svalové obtíže HKK, krku a/nebo ramen, které nejsou způsobeny systémovým onemocněním či akutním traumatem a bylo identifikováno celkem 23 poruch pro specifické CANS (Huisstede et al., 2007).

Ostatní stížnosti jsou definovány jako nespecifické CANS a byly také identifikovány výstražné příznaky (Huisstede et al., 2007).

Pro přesnou a smysluplnou komunikaci mezi klinickými lékaři bylo požadováno multidisciplinární konsensus o terminologii a klasifikaci MSD HKK, neboť klasifikace stavů HKK a krku je nezbytná pro posuzování prognóz a možností léčby, pro studium průběhu onemocnění či pro porovnávání výzkumných zjištění napříč pracující populací v návaznosti na čase a geografii (Huisstede et al., 2007).

Při hodnocení světové prevalence byly zjištěny rozdíly v hlášených mírách prevalence poruch HKK a hlavním důvodem je zjištěná absence taxonomie pro MSD HKK. Různé země užívají různé názvy pro MSD HKK, mezi které patří RSI, tedy poranění z opakovaného přetěžování, UECTD je zkratka pro kumulativní traumatické poruchy HKK a pro poruchy HKK související s prací se používá zkratka WRULD (Huisstede et al., 2007).

Pro hodnocení pracující populace bylo zavedeno již mnoho klasifikačních systémů, které se liší v zahrnutých poruchách, v označování poruch pro identifikaci nebo v kritériích používaných pro popis daných poruch. I přes mnoho navržených konsenzuálních kritérií pro poruchy HKK, žádné nevedlo k úplnému přehledu, který by obsahoval přehled hodnocení a diskuzi zařazování všech muskuloskeletálních poruch HKK. Také nebyl vytvořen nástroj pro klasifikaci MSD poruch HKK v každodenní praxi, který by měl jednoduchý postup a neobsahoval by složité školení či zdlouhavé provedení jak výzkumníky, tak zdravotníky (Huisstede et al., 2007).

Z výše zmíněných nedostatků a problémů vzešla potřeba klasifikačního systému pro MSD HKK, který by byl přijímán a užíván napříč všemi obory, který by podpořil diagnostiku a klasifikaci MSD HKK a byl by užíván jako praktický nástroj. Pomocí proběhlých 3 kol s názvy Delphi I-III. byl zaveden termín CANS, který zahrnuje stížnost na HKK, krk a/nebo ramena. Výsledná definice CANS po překladu byla ustanovena jako stížnost na poruchy pohybového aparátu HKK, krku a/nebo ramen, které nejsou způsobeny akutním traumatem ani žádným systémovým onemocněním (Huisstede et al., 2007). Během Delphi I-III projednal tým odborníků celkem 27 diagnóz splňujících CANS definici a roztřídili je na specifické a nespecifické. Mezi nespecifické poruchy se řadí ty, které během tří kol Delphi nedosáhly konsensu. Budou v této skupině zařazeny, dokud se nezíská více informací o kritériích k diagnostice dané poruchy, patří mezi ně například syndrom vibrací ruky (Huisstede et al., 2007).

Byl vyvinut vývojový diagram CANS, který by měl pomoci diagnostikujícímu personálu s klasifikací daného problému. Pokud potíže splňují definici CANS, je potřeba zjistit, zda problémy odpovídají jedné z 23 specifických poruch, pokud ne, porucha se označí jako nespecifické CANS. Uznané poruchy HKK jsou vyjmenované v tabulce č. 7, kde jsou rozděleny dle oblastí výskytu na těle (viz Příloha B, Tab. 7: Specifické CANS poruchy v oblasti HKK) (Huisstede et al., 2007).

Existují biomechanické rizikové faktory, které mohou zvýšit riziko vzniku MSD a dělí se na pracovní rizika a rizika související s držení těla (Kok et al., 2019). Pracovní rizika jsou spojená s pracovním prostředím, náradím a pomůckami, kdežto rizika související s držení těla jsou spojena s prací v různých nepřírodných polohách a spojených s přesunem břemen pomocí různých způsobů. Rozdělení rizik se nachází v tabulce č. 8, kde jsou vypsané jednotlivé rizikové faktory ze zmíněných dvou skupin (viz Příloha B, Tab. 8: Rizikové faktory vzniku MSD) (Kok et al., 2019).

Mezi málo brané v ohled patří také psychosociální faktory, kde například stres může vést k fyziologickým a biochemickým reakcím potenciálně způsobující zvýšení svalového napětí, což následně může vést k MSD. Specifické psychosociální faktory mohou vést ke zvyšování zátěže muskuloskeletálního systému a namáhání tkání což vede ke zvýšení rizika rozvoje MSD (Kok et al., 2019). Například bylo zkoumáno, zda kombinace psychosociálních a organizačních rizikových faktorů má vliv na rizika spojená s MSD (Kok et al., 2019).

Dle Kok et al. (Kok et al., 2019) bylo prokázáno, že se syndromem karpálního tunelu jsou spojeny úkony v podobě střídání úkolů během práce a pracovní tempo jež je závislé na kvantifikovaných cílech (Kok et al., 2019). Dále se u mužů prokázala spojitost mezi bolestí ramen, automatickým pracovním tempem a nízkou podporou supervizora, u žen se se syndromem rotátorové manžety pojí věk, opakování úkolů a nízká podpora nadřazeného. Všeobecně s bolestí ramen je spojena práce v nízkých teplotách a vysoká fyzická námaha (Kok et al., 2019).

Jako preventivní opatření a součást organizace práce společnosti zavádějí určitá opatření pro omezení či vyhnutí se vystavení zaměstnanců rizikovým fyzickým a psychickým faktorům, čímž brání rozvoji MSD. Preventivní opatření jsou zaváděna v návaznosti na hodnocení rizik na pracovišti a intervenci, a také vyplývají z regulačních požadavků státu nebo mezinárodních norem z oblasti ergonomeického designu pro užívání strojů, způsobu manipulace s těžkými předměty atp. (Kok et al., 2019). Tato opatření pomáhají

snížit přítomnost rizikových faktorů či snížit dopad rizikových faktorů na zdraví pracovníků (Kok et al., 2019).

Preventivní opatření zaměřená na biomechanickou zátěž mají účinek v oblasti snížení vystavení pracovníků nadměrné a repetitivní pracovní zátěži, ovšem účinnost při snižování rizik rozvoje MSD je již omezeně průkazná (Kok et al., 2019).

Bylo prokázáno, že sociální, ekonomické a regulační prostředí ovlivňuje organizaci práce a jednotlivých faktorů. V každé zemi ovlivňují organizaci práce faktory obsahující předpisy v oblasti pracovních podmínek a bezpečnosti a ochrany zdraví, na které odkazuje sociální a politické prostředí dané země zahrnující stávající normy a předpisy, rozsah monitorování organizací a sankcí za nedodržování pravidel (Kok et al., 2019). Sociální, politické a ekonomické prostředí také může ovlivnit úroveň vzdělání v zemi/regionu, obecné povědomí veřejnosti o zdraví, a především o MSD. Rozdíly mezi zeměmi v prostředcích mohou vést k různorodé prevalenci v oblasti MSD. Studiemi byly zjištěny rozdíly napříč EU v oblasti HKK a zad (Kok et al., 2019).

V roce 2016 byla v 10 evropských zemích provedena studie se zaměřením na uznávání MSD jako nemoc z povolání. Z pohledu uznaných nemocí z povolání se rozlišují tři kategorie MSD, jimiž jsou osteoartikulární (tendinopatie, meniskopatie, burzitidy a hygromy) poruchy, neurologické poruchy končetin a páteře a cévní a angioneurotické poruchy (Kok et al., 2019).

V rámci studie byly zjištěny značné rozdíly mezi zeměmi v podílu hlášených MSD a nemocí z povolání a při porovnání MSD uznávaných jako nemoc z povolání. Tyto rozdíly se zkoumaly a jedním z důvodů rozdílů je fakt, že každá země má jiný seznam rozpoznávání MSD (Kok et al., 2019). Liší se v organizovanosti a podrobnostech, které obsahují. Avšak bylo stanoveno, že většina MSD je obsažena ve všech systémech seznamů, a tedy nejsou až tak velké rozdíly mezi zkoumanými zeměmi, ale rozdíly v podílech hlášení MSD už vysvětlit nejde. Pravděpodobně tyto rozdíly souvisí s úrovní povědomí o problémech MSD mezi veřejností a pracovníky, a tedy s neznalostí důsledků hlášení, kterými například jsou uznání nemoci jako nemoc související s prací, výhody a kompenzace (Kok et al., 2019).

Z důvodu vysokého podílu pracovníků hlásící problémy s MSD je dobré znát dopad MSD na celkové zdraví pracovníků, především proto, že pokud má MSD vliv na celkový zdravotní stav pracovníků, tak to ovlivňuje i pracovní výkon snížením produkce za hodinu nebo snížením počtu pracovních hodin.

MSD zdravotní problémy se často vyskytují v kombinaci s jinými zdravotními problémy. Lidé, samohlásící MSD poruchy, nahlásili i velmi dobrý zdravotní stav, oproti tomu lidé s chronickými problémy mají procentuálně vyšší špatný celkový zdravotní stav (Kok et al., 2019).

Někteří pracovníci trpící MSD jej mohou mít pouze jako jeden z pracovních zdravotních důvodů, ovšem jiní mohou s MSD trpět i dalšími zdravotními problémy, vzniká velmi dobrá otázka, jak často se MSD shodují s jinými zdravotními problémy a lze je roztřídit dle kombinace konkrétních problémů? Výsledky shlukové analýzy šesté vlny EWCS ukazují na 4 různé skupiny rozdělení pracovníků podle kombinací stávajících zdravotních problémů (Kok et al., 2019). Tyto skupiny jsou shrnuty v tabulce č. 9 (viz Příloha C, Tab. 9: Rozdělení pracovníků dle kombinací MSD s jinými zdravotními problémy), kde k jednotlivým skupinám jsou přiřazeny počty zdravotních problémů a následně rozdělení poškozených struktur, kdy je jasné že jsou to kombinace různých zdravotních problémů, a tudíž procenta nelze sčítat (Kok et al., 2019).

### **3 Legislativa hodnotící rizika kumulativního poškození pohybového aparátu**

Ve světě je na ergonomii práce kladen větší důraz než v ČR či EU. Je kladen především na vztah mezi vhodným pracovním prostředím a kvalitním pracovním výkonem. Rozdílných je více činitelů, které ovlivňují stav pracovního prostředí. Příkladem může být USA, kde jak legislativa, tak i pojišťovny zaštiťují ochranu zdraví pracovníků (Dombeková, 2018). Pojišťovny totiž profitují z případů, kdy se nevyvíjí pojistné události. EU upravuje problematiku ergonomie zvýšením důrazu na zaměstnavatele, aby zajišťovali bezpečné a vyhovující pracovní podmínky pro své zaměstnance (Dombeková, 2018). EU ovlivňuje i oblast nemocí z povolání a jejich uznávání pomocí plánu a jeho hlavních tří cílů (Sekulová, 2013).

V ČR se ergonomii věnuje pozornost okrajově, která se díky vzniku nemocí z povolání a nedostatku pracovní síly zvyšuje. Zaměstnavatelé se snaží vytvářet vhodné a příjemné pracovní prostředí pro své zaměstnance. Bohužel legislativa v oblasti ergonomie je zahlcující a nepřehledná a z toho důvodu ji podniky nejsou schopny uchopit a implementovat. Požadavků je totiž vysoké množství, jsou nepřehledné a často se chaoticky mění. Ergonomických ISO norem v ČR je přes 150, dále existují české technické normy, mezinárodní a evropské, česká legislativa upravující standardy a vrcholem jsou individuální pravidla v jednotlivých firmách (Dombeková, 2018).

V České republice je bezpečnost práce, zdraví a pohoda při práci v kompetenci Ministerstva práce a sociálních věcí, Ministerstva zdravotnictví ČR a z části spadá pod Český báňský úřad a Státní úřad pro jadernou bezpečnost (EU-OSHA, 2021). Prosazování dodržování norem BOZP je v kompetenci Státního úřadu inspekce práce a odpovídá za to Státní úřad pro ochranu zdraví při práci. Český báňský úřad má pod kontrolou prosazování dodržování norem BOZP v těžebním průmyslu a při používání výbušnin (EU-OSHA, 2021). Za regulaci ionizujícího záření odpovídá Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Mezi znalostní centra pohody při práci se řadí Český výzkumný ústav bezpečnosti práce (VÚBP) a Státní zdravotní ústav (SZÚ). Ti mají za úkol shromažďovat informace o bezpečnosti, ochraně zdraví a dobrých životních podmínkách při práci, a také provádějí související výzkum (EU-OSHA, 2021).

Legislativa ČR je dána evropskou legislativou a normami. Stálým poradním orgánem vlády ČR v oblasti BOZP je rada vlády pro BOZP. Úkolem rady je připravovat a schvalovat návrhy a doporučení k provádění a pravidelnému hodnocení plnění Národní politiky BOZP, která má za cíl předcházet poškození zdraví z práce vzniklých v důsledku pracovních úrazů a nemocí z povolání (ANON, 2004).

Následující podkapitoly jsou nepřímé citace z jednotlivých norem, zákonů, vyhlášek a nařízení, které jsou vždy uvedeny tučně. Jedná se o komentovaný přehled směrnic v rámci tématu problematiky MSD, lokální svalové zátěže a nemocí z povolání v oblasti HKK.

### **3.1 Evropská legislativa a normy**

**Směrnice rady EU 89/391/EHS** ze dne 12. června 1989 (EUR-Lex, 2022) se zabývá zaváděním opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Jejím obsahem jsou obecné zásady v oblastech prevence pracovních rizik, BOZP, odstranění rizikových a úrazových faktorů, obecná pravidla týkající se uskutečňování zmíněných zásad a informování, projednávání a vyváženost účasti v rámci vnitrostátních právních předpisů či zvyklostí společně se školením zaměstnanců a jejich zástupců (EUR-Lex, 2022). Směrnice udává zaměstnavateli povinnost přijmout nezbytná opatření k ochraně zdraví a bezpečnosti zaměstnanců, k prevenci pracovních rizik a informovat a školit zaměstnance v těchto oblastech. Vše by měl zaměstnavatel provádět na základě obecných zásad prevence shrnutých v tabulce č. 10 (viz Příloha C, Tab. 10: Obecné zásady prevence). K jednotlivým zásadám prevence, které lze jakkoliv ovlivnit, jsou doplněny možné způsoby dosažení (EUR-Lex, 2022). Zaměstnavatel dle směrnice dále musí vyhodnocovat rizika pro BOZ zaměstnanců při volbě pracovního zařízení, při užívání chemických látek či přípravků, při úpravě pracoviště a při ukládání úkolu zaměstnanci, kde musí přihlížet i na jeho schopnosti, zdraví a bezpečnost. Zástupci zaměstnanců v oblasti BOZP mají dle směrnice právo žádat zaměstnavatele, aby přijal vhodná opatření, s předložením návrhů ke zmírnění rizik pro zaměstnance či k odstranění zdrojů nebezpečí (EUR-Lex, 2022).

Minimální požadavky BOZ pro používání pracovního zařízení při práci zastřešuje **Směrnice EP a Rady 2009/104/ES** ((Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2009). Zaměstnavatel má, v rámci bezpečnosti a zdraví zaměstnance, zajistit používání zařízení



bez rizika a pokud nelze zajistit plnou bezpečnost, musí zaměstnavatel přijmout vhodná opatření ke snížení těchto rizik. Zaměstnavatel je také povinen plně zohledňovat ergonomické zásady, pracovní postoj a polohy při užívání zařízení (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2009).

Minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců s riziky spojenými s fyzikálními činiteli, konkrétně vibracemi, obsahuje **Směrnice EP a Rady EU 2002/44/ES** (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002), která udává minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky, které vznikají nebo by mohly vzniknout z expozice mechanických vibrací při činnostech, kterým jsou nebo by mohli být zaměstnanci vystaveni (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002). Směrnice definuje pojem vibrace, které působí na soustavu ruka-paže jako mechanické vibrace a zahrnuje rizika pro zdraví a bezpečnost zaměstnanců (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002). Vibrace působí na cévní, kostní, kloubní, svalové a nervové soustavy. Součástí směrnice jsou také limitní hodnoty expozice i ty, které vyvolávají akci. Limitní hodnoty jsou shrnuty v tabulce č. 11 (viz Příloha C, Tab. 11: Limitní hodnoty vibrací při práci), kde jsou rozděleny pro dvě skupiny dle zatěžované soustavy.

Směrnice obsahuje přílohy A a B, které udávají postup měření expozice (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002). Úroveň expozice mechanických vibrací je možné hodnotit pomocí pozorování specifických pracovních praktik a odkazu na informace o pravděpodobné velikosti vibrací, které odpovídají vybavení za konkrétních podmínek užívání, či informace poskytnuté výrobcem. Toto hodnocení je odlišné od měření využívající zvláštních přístrojů a metod měření. Na základě těchto hodnocení rizik musí zaměstnavatel při překročení limitních hodnot zavést a provádět technické nebo organizační opatření snižující expozici mechanických vibrací, a z nich plynoucích rizik, na minimum (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002).

Příloha A směrnice popisuje působení vibrací na soustavu ruka-paže, kde posouzení úrovně expozice vibrací ruka - paže je popsáno: „*Hodnocení úrovně expozice vibracím působícím na soustavu ruka-paže je založeno na výpočtu denní hodnoty expozice normalizované na osmihodinovou referenční dobu  $A(8)$  vyjádřené druhou odmocninou součtu druhých mocnin efektivních hodnot (celková hodnota) frekvenčně zatížených akceleračních hodnot stanovených na ortogonálních osách  $a_{hw_x}$ ,  $a_{hw_y}$ ,  $a_{hw_z}$  definovaných v kapitolách 4 a 5 a v příloze A normy ISO 5349-1(2001)*“ (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002, s. 240). Příloha A směrnice obsahuje postup měření vibrací ruky,

který je citován v příloze D (viz Příloha D, Popis hodnocení působení vibrací na soustavu ruka-paže) (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002).

Jednotlivé části následujících norem nejsou volně dostupné, pouze náhledy, které shrnují náplň jednotlivých částí. Zbytek norem je dostupný až po jejím zakoupení. Jediná volně přístupná je část 4, kdy lze přes sponzorované stránky Ministerstvem zdravotnictví nalézt některé volně přístupné normy.

**ČSN EN 1005 - 1 až 5 +A1** Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka (ČSN EN 1005-1+A1, 2009) je jednou z norem pro bezpečnost strojních zařízení. Ergonomicky navrhované pracovní systémy zvyšují efektivnost, výkonnost, a především bezpečnost, spolu se zlepšením pracovních a životních podmínek člověka, a také snižují nepříznivé účinky na jeho zdraví a konanou práci (ČSN EN 1005-1+A1, 2009). Norma se dělí na pět částí pokrývající fyzickou výkonnost člověka v konceptu konstrukce strojů. Část 1 obsahuje termíny a definice, část 2 upravuje ruční obsluhu strojních zařízení a jejich součástí, v části 3 jsou doporučené mezní síly pro obsluhu strojních zařízení, část 4 obsahuje hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojním zařízením a v části 5 jsou posuzována rizika velmi často opakované ruční manipulace (ČSN EN 1005-1+A1, 2009).

Části 2, 3 a 4 zahrnují postup posuzování rizika, které jsou různé pro jednotlivé části. Výzkum fyzické zátěže člověka při obsluze či manipulaci strojního zařízení používá různé techniky a metody, které byly vyvinuty různými vědními obory (ČSN EN 1005-1+A1, 2009).

**1005-4+A1** ČSN EN 1005-4+A1, 2009) se zabývá hodnocením pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení. V úvodu této normy se hovoří o zhruba jedné třetině pracovníků EU, která je více jak polovinu pracovního dne vystavena bolestivým či únavným polohám a téměř ½ všech pracovníků je vystavena krátkodobým opakovaným úkonům za doprovodu únavných a bolestivých pohybů (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). To může vést k poruchám svalově-kosterního systému, což snižuje výkonnost a pohyblivost pracovníků. Snižená pohyblivost a výkonnost může zvýšit riziko chyb, snížit kvalitu práce a zapříčinit vznik nebezpečných situací. Požadavky v normě jsou směřovány ke snižování zdravotních rizik, které souvisí s obsluhou strojního zařízení a mají vliv na kvalitu, výkonnost a vhodnost činností (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Norma obsahuje postup posuzování možných zdravotních rizik, související pouze

s pracovními polohami a pohyby u strojních zařízení (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Rizika je potřeba respektovat už při navrhování strojních zařízení či jejich součástí. Návrh by měl respektovat střídání mezi polohami vsedě, vstoje a chůzi a vyloučit nevhodné pracovní polohy a pohyby. V normě je užito několik pásem hodnocení poloh a pohybů se třemi možnými závěry, a to přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). U závěru přijatelné je zdravotní riziko považováno za nízké či zanedbatelné pro zdravé osoby (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). U podmíněně přijatelné je zdravotní riziko pro pracovníky zvýšené, riziko je potřeba analyzovat a co nejdříve snížit nebo přijmout vhodná opatření (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Nepřijatelné zdravotní riziko se vztahuje na jakoukoliv skupinu pracovníků a je nutná rekonstrukce návrhu (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). V normě je za hlavní faktor omezení pracovní výkonnosti určena svalověkosterní únava (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Při porovnání s EN 1005-2 se může dosáhnout různých hodnotících výsledků, založených také na kritériu energetického výdeje, pro jednotlivé četnosti pohybů v rámci ruční manipulace. V normě se určuje poloha nadloktí pro sezení a stání, zařazujících se do jednoho ze 4 pásem a v každém pásmu se hodnotí závěry pro statickou polohu a nízkou i vysokou četnost pohybů (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Pásma mají určité úhlové rozpětí, které je znázorněno na obrázku číslo 1 (viz příloha E, Obr. č.1: Hodnocení polohy nadloktí) spolu s popisem pásem a hodnocením polohy nadloktí. V tabulce 3 na tomto obrázku je odkazováno na krok 2, který zahrnuje bod a), kterým se mění vyhodnocení na přijatelné, pokud je poskytnuta vhodná loketní opěrka a pokud není vhodná žádná opěrka, tak přijatelnost závisí na době trvání polohy a době odpočinku (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Bod b) mění na nepřijatelné, pokud je zařízení používáno dlouhodobě jednou a tou samou osobou a bod c) mění vyhodnocení na nepřijatelné, pokud je četnost pohybů  $\geq 10/\text{min}$  nebo stroj používá dlouhodobě jedna a ta samá osoba (ČSN EN 1005-4+A1, 2009).

Další části těla jsou hodnoceny v kapitole 4.3.5 normy pro statickou polohu a nízkou a vysokou četnost pohybů jejichž hodnocení zobrazuje obr. č. 2 (viz příloha E, Obr. č.2: Hodnocení poloh ostatních částí těla) (ČSN EN 1005-4+A1, 2009). Na obrázku je tabulka 6, ve které je popsán pojem statická poloha, pohyb a jeho četnost a zařazení do pásma hodnocení. V tabulce se odkazuje na ISO 11226:2000, která udává postup určování poloh kloubů na hranici jejich pohybového rozsahu či podrobný popis postupu pro určení polohy a pohybu trupu či nadloktí (ČSN EN 1005-4+A1, 2009).

Velmi užitečnou, ale volně nedostupnou, bude část 5 - Posouzení rizik při opakované manipulaci s vysokou frekvencí, která specifikuje údaje pro akční frekvenci HKK během provozu strojů a obsahuje metodu hodnocení rizik pro možnost snížení daných rizik.

**ISO 11228 Ergonomie – Ruční manipulace** (ISO, 2007a) stanovuje ergonomická doporučení pro opakované pracovní úkoly, které zahrnují ruční manipulace s nízkými břemeny při vysoké frekvenci a umožňuje tedy vyhodnocení souvisejících zdravotních rizik pracující populace. ISO obsahuje podkapitoly část 1: Zvedání a přenášení (ISO 11228-1:2021), část 2: Tlačení a tažení (ISO 11228-2:2007) a část 3: Manipulace s nízkými břemeny při vysoké frekvenci (ISO, 2007a).

**ISO 11228-1:2021** (ISO, 2021) specifikuje doporučené limity pro ruční manipulace s přihlédnutím k intenzitě, frekvenci a trvání úkolu. ISO obsahuje požadavky a doporučení pro hodnocení několika proměnných daného úkolu, a to umožňuje vyhodnotit zdravotní rizika pro pracující populaci. Tato část platí pro ruční manipulaci s předměty o hmotnosti 3 kg a více pro osmihodinovou pracovní dobu či pro delší, až 12hodinovou směnu (ISO, 2021). ISO ovšem nezahrnuje ruční manipulaci s lidmi nebo zvířaty, ta jsou obsažena v ISO/TR 12296 (ISO, 2021).

**ISO 11228-2:2007** (ISO, 2007b) uvádí doporučené limity pro tlačení a tažení celého těla (ISO, 2007b). Poskytuje návod na hodnocení rizikových faktorů v oblasti manuálního tlačení a tahání v oblasti silového namáhání celého těla, sil vyvíjených dvěma rukama, sil působících pohyb nebo zamezující pohybu předmětu, sil plynulých a kontrolovaných či působících bez užití vnější podpory a síly ve vzpřímené poloze (ISO, 2007b).

Pro hodnocení statických pracovních pozic bylo vydáno **ISO 11226** (ISO, 2000). Norma stanovuje ergonomická doporučení pro různé pracovní úkoly. Stanovuje doporučené limity pro statické pracovní polohy bez, nebo s minimálním, vynaložení síly se zohledněním tělesných úhlů a časových aspektů (ISO, 2000).

### **3.2 Zákony ČR**

Předpisy Evropské unie, normy i nařízení jsou v ČR zpracovávány pomocí zákonů. Jedním z nich zabývajících se tématem ergonomie práce a BOZP je **Zákon č. 262/2006 Sb.** (ČESKO, 2006a), který je zákoníkem práce upravující pracovněprávní vztahy mezi zaměstnavatelem a zaměstnancem při výkonu závislé práce (ČESKO, 2006a). Zákoník práce upravuje délku a rozvrženost pracovní doby, dobu odpočinku, směnnost a nepřetržitost práce, pohotovostní dobu, přesčasy či noční směny. Rozvržení pracovní

doby by nemělo být v rozporu s bezpečnou a zdraví neohrožující prací (ČESKO, 2006a). Zákon dále upravuje bezpečnostní přestávky a přestávky v práci, neboť zaměstnavatel je povinen poskytnout přestávku v práci na jídlo nejdéle po 6 hodinách nepřetržité práce v délce minimálně 30 minut (ČESKO, 2006a). Bezpečnostní přestávka se započítává do pracovní doby a upravují ji další právní předpisy (ČESKO, 2006a).

Zákoník práce upravuje i bezpečnost a ochranu zdraví při práci (BOZP), která pojednává o předcházení ohrožení života a zdraví při práci, kdy je zaměstnavatel povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví při práci (BOZP) a náklady spojené se zajišťováním BOZP je povinen hradit (ČESKO, 2006a). Zaměstnavatel je také povinen vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a podmínky vhodnou organizací BOZP a přijetím opatření k předcházení rizikům (ČESKO, 2006a). Preventivní opatření se dělí na technické, personální, režimové, individuální a sekundární (ČESKO, 2006a).

Dále by měl zaměstnavatel soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje, tudíž vyhledávat a hodnotit rizika a na základě toho přijímat opatření k jejich odstranění (ČESKO, 2006a). Je důležité provádět opatření, která povedou k příznivějším pracovním podmínkám a přesunou do nižší kategorie práci, hodnocenou jako rizikovou dle úrovně faktorů ze zvláštního právního předpisu (ČESKO, 2006a). Kategorizace práce je určena v zákoně č. 258/2000 Sb. S kategorizací práce se pojí povinnost pravidelných kontrol úrovně BOZP, především stav výrobních a pracovních prostředků, vybavení pracovišť či úrovně rizikových faktorů pracovních podmínek (ČESKO, 2006a). Je nutné dle zvláštního právního předpisu dodržovat metody a způsob zjišťování a hodnocení rizikových faktorů. Pokud rizika nelze odstranit, je nutné vyhodnotit a přijmout opatření k omezení jejich působení pro minimalizaci ohrožení BOZP. Existují všeobecné preventivní zásady, kterými se zaměstnavatel řídí při přijímání a provádění opatření pro prevenci rizik (ČESKO, 2006a). Zásady jsou shrnuty v tabulce 12 (viz Příloha E, Tab. 12: Preventivní zásady). Důležitá je povinnost zaměstnavatele daná opatření přizpůsobovat měnícím se skutečnostem, kontrolovat jejich účinnost, dodržování a zajišťovat zlepšování pracovního prostředí a podmínek práce (ČESKO, 2006a).

Dle zákona je zaměstnavatel také povinen zajistit školení o právních a podobných předpisech v rámci BOZP, čímž doplní odborné předpoklady a požadavky na výkon práce zaměstnance v rámci možného styku s riziky při práci. Pokud nelze rizika při práci odstranit či dostatečně omezit, je povinen zaměstnavatel poskytovat zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP) (ČESKO, 2006a). Dle zákoníku práce

nesmějí být zaměstnanci připraveni o možnost účastnit se řešení otázek BOZP prostřednictvím odborové organizace a zástupce BOZP a musí jim být umožněno účastnit se na jednáních o BOZP nebo poskytnout či vyslechnout informace, připomínky a návrhy ohledně opatření BOZP při odstranění/omezení rizik (ČESKO, 2006a).

Pracovní úraz je zákoníkem práce definován jako poškození zdraví nebo smrt zaměstnance, došlo-li k tomu nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením zevních vlivů při plnění pracovních úkolů, či v přímé souvislosti s plněním (ČESKO, 2006a). Mezi povinnosti zaměstnavatele patří, při určování množství požadované práce a pracovního tempa, brát v úvahu fyziologické a neuropsychické možnosti zaměstnance, předpisy zajišťující BOZP a čas na přirozené potřeby, jídlo a oddech (ČESKO, 2006a).

Práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví upravuje **Zákon č. 258/2000 Sb.** o ochraně veřejného zdraví (OVZ) (ČESKO, 2000). Zpracovává předpisy Evropské unie, upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví, působnost a pravomoci soustavy orgánů ochrany veřejného zdraví, a také upravuje úkoly dalších orgánů veřejné správy z oblastí ochrany a podpory veřejného zdraví (ČESKO, 2000).

Zákon definuje veřejné zdraví jako zdravotní stav obyvatelstva, který je určen souhrnem přírodních, životních a pracovních podmínek a způsobem života (ČESKO, 2000). Ochranou veřejného zdraví se rozumí souhrn činností a opatření pro tvorbu a ochranu zdravých životních a pracovních podmínek, pro zabránění šíření infekčních a hromadně se vyskytujících nemocí a k zabránění ohrožení zdraví v souvislosti s vykonávanou prací či vzniku nemocí v závislosti na vykonávané práci (ČESKO, 2000). Podpora veřejného zdraví má za úkol pomáhat zachovat a zlepšovat zdraví a zvyšovat kontrolu faktorů ovlivňujících zdraví. Zajišťuje sociální, ekonomické a environmentální podmínky pro rozvoj individuálního a veřejného zdraví, zdravotního stavu a zdravého životního stylu (ČESKO, 2000). Pokud je populace vystavena rizikovým faktorům životních i pracovních podmínek a způsobu života, tak míru závažnosti zátěže posuzuje hodnocení zdravotních rizik, pro které je podkladem kvalitativní a kvantitativní odhad rizika a výsledek je podkladem pro řízení zdravotních rizik, což je rozhodovací proces mající za cíl snížit zdravotní rizika (ČESKO, 2000). Hodnocení rizik v oblasti BOZP a povinnosti zaměstnavatele v prevenci rizik pro BOZP stanovuje Zákoník práce a nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (dříve 178/2001 Sb.), kterým se stanoví podmínky

ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění nařízení vlády č. 523/2002 Sb. (ČESKO, 2000).

Vibrace přenášené pevnými tělesy na lidské tělo mohou být škodlivé pro zdraví a hygienické limity stanovuje prováděcí předpis Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pokud neexistuje možnost dodržení hygienických limitů, může osoba zdroj vibrací provozovat na základě povolení, které je na žádost vydané příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví (ČESKO, 2000).

Práce se, dle míry výskytu faktorů ovlivňujících zdraví zaměstnanců, zařazuje do 4 kategorií. Kritéria, faktory a limity pro zařazení práce do kategorie jsou stanoveny prováděcími právními předpisy. Hodnocení rizik s minimálními ochrannými opatřeními stanovuje Zákoník práce, nařízení vlády č. 361/2007 Sb., nařízení vlády č. 502/2000 Sb. a nařízení vlády č. 480/2000 Sb. (ČESKO, 2000). Podmínky zařazování do kategorií stanovuje vyhláška č. 432/2003 Sb., která je popsána níže v kapitole 3.3.

Do druhé kategorie zařazuje práci zaměstnavatel, pokud není stanoveno jinak. Práce, které nebyly nikam zařazeny se automaticky řadí do první kategorie. Pokud zaměstnavatel práci zařadí do druhé kategorie, tak musí toto zařazení nahlásit příslušným orgánům OVZ a předložit potřebné dokumenty (ČESKO, 2000). Do třetí a čtvrté kategorie se práce zařazuje po rozhodnutí příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví a musí být podána žádost od zaměstnavatele. V žádosti o zařazení prací do kategorie musí být uvedeno označení práce, umístění pracoviště výkonu práce, výsledky hodnocení expozice fyzických osob, které vykonávají posuzovanou práci v charakteristické směně spolu s dobou expozice. Dále by žádost měla obsahovat délku směn a případné střídání směn, návrh kategorie, kam má být práce zařazena, počet zaměstnanců, které vykonávají hodnocenou práci, z toho počet žen, a nakonec opatření přijatá k ochraně zdraví zaměstnanců při práci (ČESKO, 2000). K žádosti následně musí být přidány protokoly o měření a vyšetření faktorů pracovních podmínek či protokol o odborném hodnocení (ČESKO, 2000).

Měření a vyšetření za účelem zařazení práce do druhé, třetí a čtvrté kategorie, případně změny zařazení do kategorií, je možné provést jen prostřednictvím držitele osvědčení o akreditaci nebo autorizaci pro dané měření či vyšetření (ČESKO, 2000). Jedná-li se o faktory v oblasti fyzické zátěže nebo pracovní polohy (upravuje vyhláška č. 432/2003 Sb.), tak může zaměstnavatel zařadit práci do druhé kategorie na základě hodnocení držitele autorizace k vyšetření v oboru fyziologie práce (ČESKO, 2000). Protokol hodnocení k zařazení práce do druhé kategorie musí obsahovat údaje pro odborné

hodnocení, které jsou shrnuty v tabulce č. 13 (viz Příloha E, Tab. 13: Údaje pro odborné hodnocení práce) (ČESKO, 2000).

Pokud se vyskytne, z důvodu výskytu rizikového faktoru, nemoc z povolání či ohrožení nemocí z povolání, musí zaměstnavatel do 6 měsíců předložit protokol o měření uvedeného rizikového faktoru kam se řadí fyzická zátěž a pracovní poloha (ČESKO, 2000).

Rizikovou prací se rozumí práce, při které je nebezpečí vzniku nemoci z povolání či jiné nemoci související s prací (ČESKO, 2000). Práce je zařazena do kategorie po rozhodnutí orgánu ochrany veřejného zdraví (OVZ) či stanovujícího zvláštního předpisu na základě povinnosti zaměstnavatele zjistit příčinu překročení limitních hodnot ukazatelů biologických expozičních testů. Následně je zaměstnavatel povinen zabezpečit jejich odstranění a je povinen tyto informace sdělit zaměstnancům. Výsledky testů je také povinen sdělit orgánům OVZ (ČESKO, 2000). Poskytovatel pracovnělékařských služeb sděluje překročení limitních hodnot ukazatelů biologických expozičních testů. Na žádost orgánů OVZ je povinen sdělit výsledky těchto testů a je povinen dodržovat mlčenlivost o výsledcích testů jednotlivých zaměstnanců (ČESKO, 2000). Limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a podmínky jejich provedení jsou upraveny ve zvláštním prováděcím předpise vyhlášky 432/2003 Sb.(ČESKO, 2000).

Zákon také spravuje Orgány státní správy v ochraně veřejného zdraví a jejich úkoly. Mezi orgány OVZ spadají Ministerstvo zdravotnictví, krajské hygienické stanice, Ministerstvo obrany a vnitra, Ministerstvo dopravy, Ministerstvo pro místní rozvoj, Ministerstvo životního prostředí a krajské úřady (ČESKO, 2000).

Další požadavky BOZP upravuje **Zákon č. 309/2006 Sb.** (ČESKO, 2006b), spolu se zajištěním bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (ČESKO, 2006b).

Udává požadavky na výrobní a pracovní prostředky a zařízení, kdy je zaměstnavatel povinen zajistit, aby byly z hlediska BOZP vhodné pro práci (ČESKO, 2006b). Veškeré stroje, technická zařízení, dopravní prostředky a nářadí musí být vybaveny ochranným zařízením chránící život a zdraví zaměstnanců, nebo vybaveny či upraveny do podoby odpovídající ergonomickým požadavkům a tak, aby zaměstnanci nebyli vystaveni nepříznivým faktorům pracovních podmínek a musí být pravidelně udržovány, kontrolovány a evidovány (ČESKO, 2006b). Dále jsou v zákoně požadavky na organizaci práce a pracovní postupy. Požadavky ukládají zaměstnavateli povinnost v oblasti organizace práce a stanovení pracovních postupů v souvislosti s dodržováním zásad



bezpečného chování na pracovišti, tak aby zaměstnanci nevykonávali činnosti jednotvárné a jednostranně zatěžující. Pokud tyto práce nelze vyloučit, musí být dodržovány bezpečnostní přestávky (ČESKO, 2006b). Zaměstnanci nesmí být ohroženi padajícími nebo vymrštěnými předměty či materiály, měli by být chráněni proti pádu a zřícení a neměli by dále vykonávat ruční manipulace s břemeny poškozující zdraví, především páteř (ČESKO, 2006b).

Při výskytu rizikových faktorů na pracovišti je zaměstnavatel povinen pravidelně, bez zbytečného odkladu, dojde-li ke změně podmínek práce, zjišťovat a kontrolovat měřením hodnoty a zabezpečit jejich vyloučení či omezení na nejvyšší dosažitelnou míru. Je povinen postupovat dle prováděcího právního předpisu (NV č. 361/2007 Sb.) při zjišťování, hodnocení a přijímání opatření (ČESKO, 2006b). Mezi rizikové faktory dle tohoto nařízení patří fyzikální (hluk, vibrace apod.), chemické (karcinogeny), biologické činitele (viry, bakterie, plísňe apod.), prach, fyzická, psychická a zraková zátěž spolu s nepříznivými mikroklimatickými podmínkami (extrémní chlad, teplo či vlhkost apod.) (ČESKO, 2006b). Pokud nelze výskyt biologických činitelů a překročení přípustných hodnot rizikových faktorů vyloučit, je povinnost zaměstnavatele omezit jejich působení pomocí technických, technologických a dalších opatření, mezi které se řadí úprava pracovních podmínek, doba výkonu práce, zřízení kontrolovaných pásem, poskytování ochranných nápojů či OOPP (ČESKO, 2006b).

### 3.3 Vyhlášky a nařízení vlády ČR

Mezi další dokumenty, legislativně upravující BOZP, pracovní podmínky a další, patří vyhlášky a nařízení vlády, které konkretizují vcelku obecně pojaté zákony.

Podmínky ochrany zdraví při práci stanovuje **Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.** (ČESKO, 2007), které zpracovává předpisy EU v oblasti rizikových faktorů pracovních podmínek, členění, metody a způsob jejich zjišťování, hygienické limity, nebo způsob hodnocení těchto faktorů z hlediska ochrany zdraví zaměstnance (ČESKO, 2007). Nařízení vlády dále upravuje bližší požadavky na způsob organizace práce a pracovních postupů při fyzické zátěži, zátěži teplem/chladem, a při práci s chemickými látkami, směsmi, prachem, olovem, azbestem a s biologickými činiteli, a také zpracovává informace k ochraně zdraví při fyzické zátěži (ČESKO, 2007).

Nařízení definuje základní rozdělení fyzické zátěže, která se dělí na celkovou zátěž, lokální svalovou zátěž, pracovní polohy a ruční manipulaci s břemeny (ČESKO, 2007).

Stanovení a hygienické limity fyzické zátěže jsou obsaženy v příloze č. 5 nařízení (ČESKO, 2007). Pokud není možné postupovat dle tohoto nařízení při zjišťování a hodnocení rizikových faktorů pracovních podmínek, tak se postupuje dle metod v českých technických normách (př.: ČSN EN 14042 atp.), kde je výsledek ohledně mezí stanovitelnosti, přesnosti a správnosti prokázán. Pokud se uplatní jiná metoda než z technické normy, je dle nařízení potřeba doložit spolehlivost dané metody (ČESKO, 2007).

Celková fyzická zátěž je nařízením vlády specifikovaná jako zátěž při dynamické fyzické práci, která je vykonávána velkými svalovými skupinami a je zatěžováno více jak 50 % svalové hmoty (ČESKO, 2007). Posuzuje se z hlediska energetické náročnosti dané práce pomocí hodnocení energetického výdeje v netto hodnotách a srdeční frekvence zaměstnance (ČESKO, 2007). Průměrné a přípustné hygienické limity pro energetický výdej a srdeční frekvenci shrnuje příloha č. 5 nařízení v části A tabulky 1 až 3 pro energetický výdej, a pro srdeční frekvenci tabulka číslo 4 (ČESKO, 2007).

Nařízení určuje, jako hygienické limity celkové fyzické zátěže, hodnoty energetického výdeje v oblasti směnové průměrné, směnové přípustné, minutové přípustné a průměrné roční. Hodnoty srdeční frekvence se vztahují pouze k průměrné směně.

Pojem přípustný hygienický limit je nařízením vysvětlován jako limit nenavyšující se v průměrné směně, a to bez ohledu na její délku. Jako průměrnou směnu udává osmihodinovou směnu probíhající za obvyklých pracovních podmínek a skutečné míře zátěže odpovídá doba výkonu práce jednotlivých pracovních operací. Pokud je směna delší jak osm hodin, navyšují se průměrné hygienické limity energetického výdeje o 5 % za hodinu a u 12hodinové pracovní doby nesmí být limity zvýšeny více jak o 20 %.

Nařízení dále vymezuje pojem lokální svalová zátěž jako zátěž malých svalových skupin při výkonu práce končetinami (ČESKO, 2007). Nařízení upravuje jejich zjišťování, hodnocení a hygienické limity, které jsou shrnuty v příloze č.5 části A tabulky pět a šest a v části B. U hodnocení lokální svalové zátěže se, v závislosti na rozsahu statické a dynamické složky práce v průměrné osmihodinové pracovní době, zjišťují a posuzují vynakládané svalové síly, počty pohybů a pracovní polohy končetin (ČESKO, 2007). Jako hygienické limity LSZ se považují vynakládané svalové síly, směnové počty pohybů rukou a předloktí, které jsou vztaženy k průměrné směnové časově vážené hodnotě vynakládaných svalových sil, a průměrné minutové počty pohybů drobných svalů ruky a prstů za průměrnou osmihodinovou pracovní dobu (ČESKO, 2007).

Dle NV se určují průměrné a přípustné hygienické limity (Česko, 2007). Přípustný limit průměrné směnové časově vážené hodnoty svalových sil vyjádřených v procentech maximální svalové síly (% Fmax) jsou pro muže a ženy, při převaze dynamické složky, v hodnotě 30 % Fmax a při převaze statické složky práce v hodnotě 10 % Fmax. Jako Fmax se rozumí: „síla, kterou je schopen zaměstnanec osoba dosáhnout při maximálním volném úsilí vynakládaném konkrétními svalovými skupinami v definované pracovní poloze. Statickou složkou se rozumí zátěž bez pohybu při svalovém stahu v délce trvání 3 sekund a více nebo jako zátěž spojená s pohybem svalových struktur bez odpočinkových časů. Převaha statické práce znamená, že statické úkony jsou prováděny v průměrné osmihodinové směně po dobu delší než 4 hodiny“ (Česko, 2007, s. 5200).

Průměrný limit se určuje u svalových sil dynamických, pokud jsou v oblasti 55-70 % Fmax, dále se určují průměrné směnové počty pohybů ruky a předloktí za průměrnou osmihodinovou směnu, které jsou upraveny v tabulce č. 6 přílohy 5 části A nařízení. Tabulka je zobrazena v příloze F této práce (viz příloha F, Průměrné hygienické limity pro směnové a minutové počty pohybů ruky a předloktí za průměrnou osmihodinovou směnu) (Česko, 2007).

Zjišťované a hodnocené kategorie hygienických limit celkové svalové zátěže jsou shrnuty v tabulce č. 14 (viz příloha F, Tab. 14: Celková fyzická zátěž) a lokální svalové zátěže v tabulce č. 15 (viz příloha F, Tab. 15: Lokální svalová zátěž) (ČESKO, 2007).

Určování bezpečnostních přestávek nastává, pokud práce, spojená s fyzickou zátěží celkovou i lokální, překračuje hygienické limity. Tyto přestávky musí být po každých 2 hodinách od započetí výkonu a trvat minimálně 5-10 minut, nebo je potřeba aby bylo zajištěno střídání činností či zaměstnanců (ČESKO, 2007).

Nařízení také upravuje zařazování rizikových faktorů práce do příslušné kategorie, konkrétně odstavec č. 9 paragrafu 25: „(9) Pro rizikové faktory, jimiž jsou fyzická zátěž nebo pracovní poloha, může zaměstnavatel zařadit práce do druhé kategorie na základě odborného hodnocení provedeného držitelem autorizace k vyšetření v oboru fyziologie práce podle § 83a odst. 1 písm. i) zákona o ochraně veřejného zdraví9). Odborné hodnocení musí obsahovat údaje o charakteru práce, místu výkonu práce, době výkonu práce, směnnosti, informace o manipulovaném materiálu, režimu práce a odpočinku v průběhu konání práce, používaném nářadí, pohlaví zaměstnanců a jejich rotaci na jednotlivých pracovních pozicích a fotodokumentaci vztahující se k pracovnímu prostředí, pokud byla pořízena. Věta první se nepoužije, jde-li o vyřazení práce z rizikových prací pro rizikové faktory fyzická zátěž nebo pracovní poloha. Jestliže se pro

*rizikový faktor fyzická zátěž nebo pracovní poloha vyskytne na pracovišti nemoc z povolání nebo ohrožení nemocí z povolání, zaměstnavatel v době 6 měsíců ode dne uznání nemoci z povolání nebo ohrožení nemocí z povolání provede měření uvedeného rizikového faktoru podle zákona o ochraně veřejného zdraví<sup>9</sup>). Měření a hodnocení lokální svalové zátěže je upraveno v příloze č. 5 části B k tomuto nařízení“ (Česko, 2020, s.379). Odstavec měření LSZ je shrnut v tabulce č. 16 (viz Příloha F, Tab. 16: Měření lokální svalové zátěže) (Česko, 2007). Tyto metody jsou využívány pro jednoduché pracovní činnosti a využívají absolutních hodnot z měření vynakládané svalové síly. Při posuzování lokální svalové zátěže je potřeba posuzovat více kritérií ve vzájemné souvislosti, především nadměrnost, jednostrannost a dlouhodobost, za kterou je považovaná doba poškozování vylučující úrazový mechanismus (ČESKO, 2007). Z těchto kritérií jsou jednostrannost a nadměrnost posuzovány vždy ve vzájemné souvislosti a vyjadřují poměr vynakládaných sil k časovému průběhu v oblasti zátěže stejných anatomických struktur. Posuzují se především dle velikosti svalové síly, doby působení svalové síly v průběhu pracovního pohybu, úkonu a operace, dle pracovní polohy těla, končetin a rozsahu pohybů při vynakládání svalové síly v daném směru, dále dle střídání pracovních pohybů při pracovních úkonech a operacích z hlediska zátěže stejných nebo různých svalových skupin, dle střídání pracovních operací v průběhu pracovní doby nebo v jednotlivých měsících během roku, a dle četnosti opakování pracovních pohybů se zapojením stejných svalových skupin v průběhu pracovní doby (ČESKO, 2007). Při hodnocení lokální svalové zátěže se analyzují pracovní podmínky a je potřeba určitých údajů, které jsou dány a vypsány v příloze F (viz Příloha F, Hodnocení lokální svalové zátěže) (ČESKO, 2007).*

Nařízení dále upravuje pracovní polohu a ruční manipulaci s břemeny. Pracovní poloha je hodnocena na základě zařazení mezi přijatelnou, podmíněně přijatelnou a nepřijatelnou pracovní polohu pomocí dvoukrokového systému. Provedení hodnocení pracovní polohy je organizováno na základě trvalé práce kdy zaměstnanec provádí opakující se pracovní úkony s nemožností volby pracovní polohy, která je závislá na konstrukci stroje, charakteru jím prováděné práce či na uspořádání pracovního místa a pracoviště (Česko, 2007). Pokud je práce vykonávána v podmíněně přijatelných a nepřijatelných polohách a překračuje stanovené limity, je potřeba přerušovat práci bezpečnostními přestávkami po dobu 5-10 minut po 2 hodinách od započetí výkonu či je potřeba mít zajištěné střídání činností či zaměstnanců (Česko, 2007). Postup hodnocení zdravotního rizika pracovní polohy naleznete v příloze F spolu s jejími hygienickými limity (viz Příloha F, Postup

hodnocení pracovní polohy a hodnoty hygienických limitů) (ČESKO, 2007). Hodnocení konkrétních pracovních poloh je upraveno v příloze nařízení a je citováno v příloze F této práce, kdy jsou vybrány pasáže týkající se HKK a lokální svalové zátěže (viz příloha F, Hodnocení pracovních poloh) (ČESKO, 2007).

Ruční manipulace s břemeny zahrnuje přepravení a nošení břemene, jeho zvedání, pokládání, strkání, tahání, posunování či přemístování. Při těchto úkonech může dojít k poškození páteře zaměstnance či k jednostrannému nadměrnému přetěžování v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek (ČESKO, 2007). Při hodnocení rizika ruční manipulace se posuzuje hmotnost břemene, kumulativní hmotnost a vynakládání energetického výdeje či srdeční frekvence. Limitní hodnoty energetického výdeje a srdeční frekvence v kontextu ruční manipulace s břemeny je upravena v příloze č. 5 části A v tabulkách 1 až 4, kdy jsou hodnoty zmíněny v tabulce č.14 (viz Příloha F, Tab.14: Celková fyzická zátěž) (Česko, 2007). Hygienické limity uvedené v nařízení jsou shrnuty v tabulce č.17 (viz Příloha F, Tab. 17: Hygienické limity ruční manipulace s břemeny a tlačné a tažné síly) (Česko, 2007).

Nařízení dále upravuje minimální opatření k ochraně zdraví v podobě potřeby seznámení zaměstnance s přesnými hodnotami o hmotnosti a vlastnostech břemene, se kterým bude manipulovat. Zaměstnanec také musí být seznámen se správným úchopem a zacházením s daným předmětem a také s rizikem, kterému bude vystaven při nesprávné manipulaci s břemenem (ČESKO, 2007). Příloha č. 9 nařízení vlády obsahuje tabulku přípustných sil pro ovladače, kde jsou uvedeny druhy ovladačů s povolenými polohami a frekvencemi ovládání a způsoby ovládání s vynaloženými maximálními a minimálními silami. Přípustné síly ovladačů naleznete v tabulce č. 18 (viz Příloha F, Tab.18: Přípustné síly pro ovladač) (ČESKO, 2007).

Příloha nařízení dále obsahuje třídy práce a hodnoty související s rizikovými faktory, které jsou důsledkem nepříznivých mikroklimatických podmínek. Příloha obsahuje tabulku tříd práce dělené podle celkového průměrného energetického výdeje ( $M [W \cdot m^{-2}]$ ) v brutto hodnotách vztaženého na 1 m<sup>2</sup> plochy těla pracovníka (Tůmová et al., 2013) a ztrát tekutin za osmihodinovou směnu (ČESKO, 2007). Rozdělení tříd je definováno níže v tabulce č. 19.

Tab. 19: Rozdělení práce do tříd dle celkového průměrného energetického výdeje M

Třídy práce dělené na kategorie:	Celkový průměrný energetický výdej M [W.m <sup>-2</sup> ]	Druh práce:
I kategorie:	$M = \leq 80 \text{ W.m}^{-2}$	práce vsedě, minimální celotělová aktivita, kontrolní činnost, laboratorní práce, sestavování nebo třízení drobných lehkých předmětů
IIa kategorie:	$M = 81-105 \text{ W.m}^{-2}$	převážně vsedě, lehká manuální práce rukou a paží, řízení auta a určitých drážních vozidel, přesun lehkých břemen, překonání malých odporů, automatizované strojní opracování, montáž malých lehkých dílců, pokladní
IIb kategorie:	$M = 106-130 \text{ W.m}^{-2}$	řízení nákladních vozů, traktorů, autobusů, práce řidičů spojená s nakládkou/vykládkou, ve stoje se zapojením rukou, paží a DKK, případně spojené s přenášením břemen do 10 kg, tah/tlak lehkých vozíků, ruční manipulace s živým břemenem, zdravotní sestra/ošetřovatelka u lůžka,
IIIa kategorie:	$M = 131-160 \text{ W.m}^{-2}$	ve stoje se stálým zapojením HKK, občas v předklonu/vkleče, občasné přenášení břemen do 15 kg, montážní práce na linkách v automobilovém průmyslu
IIIb kategorie:	$M = 161-200 \text{ W.m}^{-2}$	ve stoje s trvalým zapojením HKK, trupu, chůze, tradiční výstavba ve stavebnictví, čištění sbíječkou a broušením, příprava forem na 15-50 kg odlitky, foukači skla, lisy v kovárnách, chůze po zvlněném terénu, zahradní práce a v zemědělství
IVa kategorie:	$M = 201-250 \text{ W.m}^{-2}$	rozsáhlá činnost svalstva trupu, HKK a DKK, břemena o váze 25 kg, jednomužná motorová pila, svoz dřeva, čištění a broušení velkých odlitků, plnění tlakových nádob plyny
IVb kategorie:	$M = 251-300 \text{ W.m}^{-2}$	rozsáhlá a intenzivní činnost svalů HKK, trupu a DKK, hlubinné doly, lomy, ražba, těžba, doprava, zemědělství s ruční prací
V kategorie:	$M = 301 < \text{W.m}^{-2}$	rozsáhlá a velmi intenzivní činnost svalů HKK, trupu a DKK, transport těžkých břemen, práce se sekýrou při těžbě, chůze v úklonu 15-30 °

Energetický výdej se dá měřit či odhadovat několika způsoby, které jsou různě přesné. Nejpresnější je metoda nepřímé kalorimetrie pomocí měření velikosti ventilace (parciální metoda) v délce 10 až 20 minut s analýzou vydechovaného vzduchu v oblasti koncentrace O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>, parciální nebo integrální metodou dle druhu práce (Jirák a Mathauserová, 2013). Metodika je podrobně popsána v ČSN EN ISO 8996 (Jirák a Mathauserová, 2013). Nadále se užívá ventilometrie, kdy se vypočítá M z minutové ventilace dle Sartorelliho rovnice a výsledná hodnota se přepočítává na kilojouly (kJ) nebo watty (W) pomocí faktoru 4,19 pro kJ a 69,78 pro W (Jirák a Mathauserová, 2013). Nejméně přesná metoda je odhad pomocí tabulek, například podle druhu vykonávané činnosti, dle povolání (řemesla), dále dle polohy těla a druhu vykonávané práce, kdy je M součtem bazálního metabolismu, energetického výdeje pro polohu těla, energetického výdeje dle druhu práce a energetického výdeje pro pohyb těla v závislosti na rychlosti práce (Jirák a Mathauserová, 2013). Vše je v hodnotách watt na metr čtvereční. Nadále se dá použít i tabulka č. 19 na předchozí stránce a poslední metodou je výpočet M z hodnot srdeční frekvence během pracovního procesu. Výsledná srdeční frekvence (SF) se skládá z několika dalších (např. srdeční frekvence v klidu, srdeční frekvence zvýšená svalovým zatížením atp.). Hrubý odhad M lze vypočítat pomocí rovnice č.1 (Jirák a Mathauserová, 2013).

$$M = 4,0 \cdot SF - 255 \text{ [W brutto]} \quad \text{Rovnice č.1}$$

Podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů stanovuje **vyhláška č. 432/2003 Sb.** (ČESKO, 2003). Za účelem této vyhlášky se mezi faktory řadí fyzikální, chemické a biologické činitele, prach, fyzická zátěž, zátěž teplem a chladem či psychická zátěž s dalšími faktory mající vliv na zdraví. Příloha vyhlášky obsahuje Limitní hodnoty biologických expozičních testů (ČESKO, 2003).

Při kategorizaci prací se stanoví 4 kategorie rozhodujících faktorů v charakteristické směně, kdy mezi rozhodující faktory jsou zařazeny faktory významně ovlivňující zdraví dle současné úrovně vědeckého poznání. Do návrhu, při zařazování práce do určité kategorie, se uvádí zařazení práce s jednotlivými rozhodujícími faktory v charakteristické směně, které lze nalézt v příloze č. 1. této vyhlášky (ČESKO, 2003). Za charakteristickou směň se považuje směna probíhající za obvyklých provozních podmínek, kdy doba výkonu práce s jednotlivými faktory v daném časovém úseku odpovídá celoroční,

nebo v rozhodujícím období, skutečné míře zátěže těmito faktory (ČESKO, 2003). Pro hodnocení faktorů se za charakteristickou směnu považuje průměrná směna stanovená právním předpisem, upravující podmínky ochrany zdraví při práci, nařízením vlády č. 361/2007 Sb., kde mezi faktory spadá hodnocení celkové fyzické zátěže, lokální svalové zátěže, ruční manipulace s břemeny a hodnocení pracovních poloh (ČESKO, 2003). Při zařazování do kategorií se bere v úvahu i vzájemné ovlivňování účinků jednotlivých faktorů a stanoví se kategorie dle nejméně příznivě hodnoceného faktoru. Přesné znění stanovení kategorií práce je citováno v příloze G (viz Příloha G, Přesná definice jednotlivých kategorií práce) (ČESKO, 2003).

Příloha č.1 vyhlášky obsahuje kritéria kategorizace prací, kde šestý bod přílohy upravuje kategorie fyzické zátěže, které jsou shrnuty v tabulce č. 19 (viz Příloha G, Tab. 19: Kritéria kategorizace prací: Fyzická zátěž) (ČESKO, 2003).

Do druhé kategorie je zařazována práce konaná převážně v základní pracovní poloze ve stoje, sedě či při střídání těchto poloh (ČESKO, 2003). V průběhu práce se vyskytují podmíněně přijatelné a nepřijatelné polohy. Práce v podmíněně přijatelných polohách má součet vykonávané doby delší jak 100 minut za průměrnou směnu a nepřesáhne 160 minut. Doba trvání jednotlivé podmíněně přijatelné polohy nepřekračuje hygienický limit stanovený nařízením vlády č. 361/2007 Sb. (ČESKO, 2003). Dále se do této kategorie řadí práce, kdy celková doba v jednotlivé nepřijatelné poloze je delší jak 20 minut, ale kratší jak 30 minut za průměrnou směnu. Zátěž se hodnotí pro jednotlivé části těla samostatně (ČESKO, 2003).

Do třetí kategorie jsou zařazeny práce, u kterých jsou překročeny limity v kategorii druhé (ČESKO, 2003). Sedmý bod přílohy upravuje kritéria kategorizace práce v pracovní poloze. Hodnocené polohy a podmínky zařazení do II. kategorie jsou shrnuty v tabulce č. 20 (viz Příloha G, Tab.20: Kritéria kategorizace prací: Pracovní poloha) a hodnotí se pro jednotlivé části těla samostatně. Pokud jsou překračovány limity druhé kategorie, zařazuje se práce do třetí kategorie (ČESKO, 2003).

**Nařízením vlády č. 290/1995 Sb.** (ČESKO, 2011) se stanoví seznam nemocí z povolání. Nemocí z povolání se rozumí nemoc, která vznikla nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických či jiných škodlivých vlivů a vznikla za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání, který je přílohou tohoto nařízení (ČESKO, 2011). V seznamu se kapitola II zabývá nemocemi z povolání způsobenými fyzikálními faktory. Bod 6 obsahuje: „*Sekundární Raynaudův syndrom prstů rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Objektivně prokázaný Raynaudův syndrom nejméně čtyř článků*



*prstů rukou v chladu, ověřeny plethysmografickým vyšetřením“ (ČESKO, 2011, s. 1092), bod 7 obsahuje: „Nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických nebo úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Ischemické poškození středového nervu, loketního nervu nebo obou nervů, s klinickými příznaky a s patologickým EMG nálezem, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše. Poškození nervů horních končetin charakteru úžinového syndromu s klinickými příznaky a s patologickým EMG nálezem, odpovídajícím nejméně středně těžké poruše“ (ČESKO, 2011, s. 1092) a bod 8 obsahuje ve vztahu k lokální fyzické zátěži: „Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními. Aseptické nekrózy zápěstních nebo záprstních kůstek nebo izolovaná artróza kloubů ručních, zápěstních nebo loketních, spojené se závažnou poruchou funkce vedoucí k výraznému omezení pracovní schopnosti“ (ČESKO, 1995, s. 3973).*

Body 6-8 jsou nemoci vznikající při práci s pneumatickým nářadím ovládaným ručně či při práci s vibrujícími nástroji, které mají hodnoty zrychlení vibrací dle lékařských poznatků zapříčiňující nemoci. Následně bod 9 zahrnuje nemoci šlach, šlachových pochev či tíhových váčků a úponů či svalů a kloubů končetin způsobené dlouhodobým nadměrným jednostranným přetěžováním, kdy pomocí objektivních vyšetřovacích metod se potvrdily vleklé formy nemoci vedoucí k výraznému omezení pracovní schopnosti (ČESKO, 2011). V bodě 10 jsou zmíněny nemoci periferních nervů u končetin nesoucí charakter úžinového syndromu z dlouhodobého nadměrného jednostranného přetěžování či z tlaku, tahu a torze, s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickými iritačními a zánikovými příznaky či s patologickým nálezem v EMG vyšetření, které odpovídá nejméně středně těžké poruše (ČESKO, 2011). Nemoci bodu 9 a 10 vznikají při práci kde příslušné svalové skupiny nebo nervy jsou natolik přetěžovány a tlak, tah a torze jsou dle současných lékařských poznatků příčinou nemoci. Bod 11 obsahuje nemoci tíhových váčků z tlaku, která vzniká při práci v poloze kdy dochází k tlaku na postiženou oblast (ČESKO, 1995).

Bližší požadavky na postup při posuzování a uznávání nemocí z povolání stanovuje **vyhláška č. 104/2012 Sb.** (ČESKO, 2012). Vyhláška dále stanovuje okruh osob, kterým se předává lékařský posudek o nemoci z povolání, podmínky, za nichž nemoc nelze nadále uznat za nemoc z povolání, a náležitosti lékařského posudku (vyhláška o posuzování nemocí z povolání) (ČESKO, 2012). Podmínky, při kterých nemoc, uznaná jako nemoc z povolání, nelze nadále uznat jako nemoc z povolání, jsou stanoveny

v příloze této vyhlášky a zajišťují se na základě posouzení zdravotního stavu a výsledků odborných vyšetření prostřednictvím pracovního lékařství (ČESKO, 2012).

Vyhláška specifikuje nemoci způsobené fyzikálními faktory, kde mezi těmito specifikacemi nás zajímají položky od čísla 6. Pod číslem 6 se vyskytuje sekundární Raynaudův syndrom prstů ruky, vznikající při práci s vibrujícími přístroji a zařízeními. Onemocnění se testuje pomocí chladového testu a pokud minimálně dvakrát po 6 měsících vyjde v mezích normy, přestane být uznána jako nemoc z povolání (ČESKO, 2012).

Položka 7 obsahuje onemocnění periferních nervů HKK ischemických či úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními a přestává být uznávána jako nemoc z povolání, pokud nejsou neurologickými vyšetřeními zjištěny objektivní známky onemocnění a zároveň jsou v mezích normy i výsledky EMG postiženého nervu (ČESKO, 2012).

V položce 8 jsou uvedeny nemoci kostí a kloubů rukou či zápěstí a loktů při práci s vibrujícími zařízeními či nástroji (ČESKO, 2012). Nemoci přestávají být uznány jako nemoc z povolání, pokud nejsou přítomny klinické známky nemoci a zároveň jsou výsledky objektivních pomocných vyšetření v mezích normy (je zpět normální ortopedický nález) (ČESKO, 2012). To samé platí i pro nemoci šlach, šlachových pochev a úponů svalů či kloubů končetin z dlouhodobého jednostranného nadměrného přetěžování. U nemocí periferních nervů končetin úžinového syndromu z dlouhodobého jednostranného nadměrného přetěžování se nemoc z povolání ukončuje, jakmile nejsou neurologickými vyšetřeními zjištěny objektivní známky onemocnění a současně jsou v mezích i výsledky EMG vyšetření (ČESKO, 2012). A u nemocí tíhových váčku se nemoc z povolání ukončuje, když nejsou přítomny klinické známky nemoci (ČESKO, 2012).

Ministerstvo zdravotnictví vydalo v roce 2022 ve věstníku dva metodologické návody k „zajištění jednotného postupu při autorizovaném měření, posuzování a interpretaci výsledků měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie pro účely“ (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a, str. 21) buďto kategorizace práce a zaměstnavatelů v oblasti vytipování rizikových prací a pro nastavení podmínek v rámci ochrany zdraví pracovníků (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a), a nebo pro účely posuzování a objektivizaci nemocí z povolání a pracovních podmínek (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022b). Oba metodické návody obsahují obecná ustanovení měření, dále vymezují užité pojmy v návodu, které se liší v pojmech dle

obsahu manuálu, neliší se v popisu těch stejných. Ve druhém článku vymezují strategie měření dle účelu měření, podmínky měření, kde se shodují v získání dostatečných informací o prováděné práci, především v podrobném popisu práce a objemu práce v průměrné směně a popisu podmínek, při kterých je práce prováděna (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a; Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022b). Za účelem měření je voleno pracoviště, pracovní směna a pracovní činnosti odpovídající průměrné pracovní směně hodnocené práce. Shodné jsou i ve vytipování práce u různorodých typů prací, kde je potřeba práce obsahující hlavní pracovní činnosti a nejnáročnější pracovní činnosti v oblasti lokální svalové zátěže HKK. První metodika definuje navíc postupy v rámci řízené a neřízené rotace pracovníků na pracovišti (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a) citované v příloze H (viz Příloha H, Postupy měření lokální svalové zátěže v rámci řízené a neřízené rotace práce). Dle metodiky se měření provádí na 2 zapracovaných (minimálně 3 měsíce) osobách stejného pohlaví s preferencí na pravostrannou laterální (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a) a při stanovení nemoci z povolání by měly být měřené osoby podobného věku a antropometrických rozměrů jako posuzovaná osoba (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022b). Metodiky obsahují následně standardní pracovní postup v rámci měření a stanovení  $F_{max}$  citované v příloze H (viz Příloha H, Stanovení  $F_{max}$  a nastavení optimálního zesílení kanálů), dále průběh měření a prováděné úkony během něho, dobu měření, zpracování výsledků měření s časovým vážením  $\% F_{max}$  a přepočtení výsledků měření dle pohlaví výpočtem průměrných hodnot výsledků měření. Následně jsou naměřené výsledky zmiňovány a odkazovány na limitní hodnoty dle příslušné legislativy. Výstupem měření je protokol měření (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a; Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022b).

Před realizací měření je důležité u dané práce a pracovních podmínek získat dostatečné informace o jejím provádění, tedy podrobný popis práce, objemu práce a pracovní činnosti v průměrné časové směně a podmínky provádění práce. Pro účel měření lokální svalové zátěže HKK je důležité dobře vytipovat práci, která obsahuje hlavní a nejnáročnější pracovní činnosti, získat jejich popis, rozložení, četnost provádění a procentuální nebo časové zastoupení v průměrné pracovní směně. Před měřením se sesbírají nejdůležitější informace k jeho provedení, které jsou shrnuty v příloze H (viz Příloha H, Seznam nejdůležitějších informací o měřené pracovní činnosti) (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a).

V ČR se vliv práce na zdraví pracovníka hodnotí pomocí kategorizace práce, kterou upravuje zákon č.258/2000 Sb. popsán v kapitole 3.2. Podmínky pro zařazení práce do příslušné kategorie určuje vyhláška č. 432/2003 Sb. Pro kategorizaci práce je potřeba měřit rizikové faktory dané práce. Celkem máme 4 kategorie práce a o zařazení do 3. a 4. kategorie nerozhoduje zaměstnavatel, ale orgán ochrany veřejného zdraví. Měření a vyšetření pro tyto účely může provádět držitel osvědčení o akreditaci či držitel autorizace příslušného měření. Práce zařazené do kategorie 3 a 4 jsou označovány jako rizikové, někdy práce v kategorii 2 mohou taktéž být označeny jako rizikové rozhodne-li o tom orgán ochrany veřejného zdraví.

Pro hodnocení stavu pracovního prostředí, z pohledu zdraví zaměstnanců, se využívají hygienické limity pro minimalizaci negativního působení škodlivých faktorů práce na zdraví, které je děleno na hodnocení expozice pomocí limitů a na hodnocení možných účinků expozice na zaměstnance (Šamánek, 2008).

Při hodnocení expozice se změří dané hodnoty výskytu faktorů a porovnájí s limitními hodnotami. Při hodnocení účinků se sleduje stav organismu daného pracovníka a pokud dochází ke změnám zdravotního stavu či dokonce dojde k onemocnění nemocí z povolání, je jasné že nebyly dodrženy hygienické limity a selhala i zdravotní péče (Šamánek, 2008).

Limity jsou tvořeny na základě hodnocení nebezpečných vlastností faktoru s využitím dostupných informací o daném faktoru. Pokud při pracovní činnosti jsou dodrženy stanovené limity, tak by neměl být zdravý zaměstnanec ohrožen na svém zdraví po dobu pracovního života (Šamánek, 2008).

## **4 Přehled diagnostických metod hodnocení rizik kumulativního poškození**

Hodnocení rizik je procesem kvalitativního a kvantitativního určování rizik při práci z důvodu zdraví a bezpečnosti pracovníka (ANON, 2023a). Je využíváno mnoho metod a postupů s cílem odhadnutí poškození zdraví člověka. Management rizik je složen ze 3 základních na sebe navazujících částí. První část zahrnuje analyzování rizik, navazuje hodnocení rizik a poté se stanovují opatření (ANON, 2023a).

Rizika jsou analyzována v několika krocích. Nejprve je potřeba identifikovat nebezpečí, následně identifikovat exponované zaměstnance, poté rizika hodnotit a následně zvážit, zda lze riziko odstranit a případně zda lze uplatnit opatření k odstranění či redukci zjištěného rizika (ANON, 2023a). Nakonec je potřeba naplánovat prevenci.

Pro souhrnné hodnocení úrovně pracovní zátěže zaměstnanců je v ČR zaveden systém kategorizace práce, kdy při zařazování jednotlivých prací do kategorií jsou vypracovány metody měření jednotlivých faktorů a stanovena kritéria pro hodnocení získaných výsledků (ANON, 2023a).

Hodnocení kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením zahrnuje analýzu pracovních podmínek a vyhodnocení prostorových podmínek při práci (ANON, 2023a). Analýza pracovních podmínek se zaměřuje na popis práce a sledování jejích časových faktorů, na režim práce uvnitř pracovních operací, tedy délku trvání úkonů a doby odpočinku, zaměřuje se také na plnění výkonových norem a nárazové práce s velkou silovou zátěží (ANON, 2023a). Dále analýza pracovních podmínek vyhodnocuje podíl zátěže svalstva malých svalových skupin ku celkové pracovní zátěži, vytipovává nárazové práce s velkou silovou zátěží a zaujímání nefyziologických poloh při práci (ANON, 2023a). Mimo analýzu pracovních podmínek a vyhodnocení prostorových podmínek musí zahrnovat údaje o průběhu pracovní doby a zda svalové síly nepřesahují krátkodobé limitní hodnoty. Limitní hodnoty by neměla přesáhnout ani hodnota celosměnového časově váženého průměru vynakládaných svalových sil a ani četnost pohybů za minutu a směnu, v závislosti na velikosti vynakládaných svalových sil (ANON, 2023a).

Možností zkoumání a analýz pracovních činností a ergonomie práce je mnoho. Mezi metody zkoumající pohyb z fyzikálního pohledu patří kinematická analýza (například

akcelerometrie, goniometrie, stroboskopie), dynamometrie (zaměřuje se na působení síly) či plantografie (síly a tlaky mezi nohou a podložkou) (Kalichová et al., 2011). K metodám zaměřující se na biologický pohled patří elektromyografie (EMG, aktivita svalů u daného pohybu), fotoelasticimetrie (analyzuje vnitřní napjatost tkáně vůči vnějšímu působení) a i analýza mechanických vlastností určitých tělesných segmentů a tkání (Kalichová et al., 2011).

Mezi detailní analýzy pracovní zátěže spadají analýzy celkové tělesné zátěže a svalové práce, analýzy lokální svalové zátěže nebo manipulační zátěže, dále RULA (Rapid upper limb assessment), REBA (rapid entire body assessment), 2D / 3D analýzy pohybu, měření lokální svalové a celkové fyzické zátěže, měření a hodnocení pracovních poloh, OWAS analýza, BioFeedback diagnostika, či analýza dle ISO 11 226 a mnoho dalších (Rörich a Cidlinová, 2021a).

#### **4.1 Metody kinematické a goniometrické**

Kinematická analýza se zabývá pohybem zahrnujícím veškeré prostoročasové závislosti jednotlivých pohybujících se těles, člověka (Kalichová et al., 2011). Odvozuje se rychlost a zrychlení částí těla, ze které se dají zjistit působící síly na danou část těla, a úhly pohybujícího se segmentu (části těla) vůči jiné části těla nebo pevné soustavě souřadnic, ze kterých se dají následně odvodit rotační momenty segmentů patřící do celkového biomechanického rozboru pohybu (Rörich a Cidlinová, 2021b; Kalichová et al., 2011). Pohyb je posuzován bez ohledu na příčiny (síly), jež je způsobují (Rörich a Cidlinová, 2021b).

Pro kinematickou analýzu pohybu se využívá soustava minimálně dvou kamer, obvykle je využívána soustava osmi, která vytvoří objektivní trojrozměrný pohled sledovaného pohybu pomocí určení souřadnic bodů na sledovaném objektu (Kalichová et al., 2011).

K dalším simulačním nástrojům patří **Technomatix Jack**, jenž je 3D simulačním komplexním nástrojem využívající se ke studii lidského chování při práci. Umožňuje simulovat, kontrolovat a vyhodnocovat působení pracovní činnosti a pracovního místa na zaměstnance (Gaďourek a Lebeda, 2010). Pomocí tohoto nástroje lze předcházet zvýšené únavě, nebezpečí poranění či nemocím z povolání, neboť umožňuje zakomponovat virtuálního pracovníka s reálnými vlastnostmi a proporcemi do návrhu pracovního místa (Gaďourek a Lebeda, 2010). Lze nastavit velikost a tvar postavy pro reprezentaci

jakéhokoliv jedince z populace v daném pracovním místě či nastavit jedince do určité pracovní polohy a pracovní činnosti. Nástroj dokáže kvantitativně hodnotit síly, určit míry rizika vzniku bolesti či onemocnění, dále určit nebezpečí zranění, ověřit míry nepohodlí a další ergonomické údaje (Gaďourek a Lebeda, 2010). Je možné tedy zhodnotit to, co pracovník vidí, kam dosáhne, zda něco překáží, zda je možné uchopit výrobek správně či jak se do prostředí práce vejde (Gaďourek a Lebeda, 2010).

Ke 3D simulačnímu nástrojům se také řadí **Delmia V5 Human**, která spadá mezi ergonomické moduly s 3D grafickým prostředím zachycující pracovní procesy pomocí simulace. Umožňuje provádět analýzu přímo na digitálním modelu člověka pohybujícím se ve virtuálním světě, který vykonává příslušné úkoly (ANON, 2011). Modul V5 se skládá z 5 částí. První a druhá část, Human Builder a Human Measurements Editor, umožňují vytvářet a manipulovat s modelem člověka. Model lze nadefinovat pomocí několika odlišných antropometrických databází (ANON, 2011). Tyto dvě části umožňují využít celkem 148 stupňů volnosti, měnit proporce jednotlivých segmentů, tedy až 104 antropometrických proměnných, a dokonce přepočítá po změně jednoho segmentu ty zbylé (ANON, 2011). Ve třetí části Human Activity Analysis je umožněno uživateli pomocí pokročilejších ergonomických analýz maximalizovat pohodlí, bezpečnost a výkon modelu (ANON, 2011). Čtvrtá část Human Posture Analysis umožňuje kvantitativně i kvalitativně analyzovat veškeré aspekty pracovního postoje, které jsou potřeba k zajištění pracovního komfortu a výkonnosti při manipulaci s předměty v různých polohách během pracovního úkolu (ANON, 2011). Poslední část Human Task Simulation slouží k simulaci jednotlivých aktivit vytvořeného modelu člověka. Od chůze po simulaci celé pracovní činnosti s více pracovníky (ANON, 2011).

#### 4.2 Dotazníková šetření a checklisty

Tato podkapitola zahrnuje jednoduché nástroje k hodnocení pracovního rizika. Jsou jednoduché, celkem rychlé a nenáročné uživatelsky.

Mezi dotazníková šetření by se mohl řadit software **ErgoFellow**, který slouží k vyhodnocování analýz a nástrojů pro snížení pracovního rizika a zlepšení podmínek v pracovním prostředí. Je totiž kompatibilní s celkem sedmnácti ergonomickými nástroji a metodami, mezi něž spadají RULA, REBA, OWAS, NIOSH, analýza obrázků a videí, výpočet potřebné síly při manipulaci s břemenem atp. (Pipek, 2016; ANON, 2023c). Většina těchto nástrojů se řadí právě mezi dotazníky. Prostředí softwaru a všechny

využitelné nástroje jsou uvedeny v příloze I jako obrázky 4 až 20 (viz Příloha I, Obrázek č. 4 až Obrázek č.20) (ANON, 2023c).

**RULA (Rapid Upper Limb Assessment)** patří mezi jednoduché ergonomické hodnotící nástroje, který byl vyvinut za účelem rychlého hodnocení expozice rizikových faktorů spojených s MSD HKK (McAtamney a Corlet, 1993). Metoda zohledňuje požadavky na biomechanické zatěžování krku, trupu a HKK, ale nebyla navržena pro detailní a podrobné popisování poloh a může být na místě užití podrobnějšího šetření a hodnocení (Stanton et al., 2005).

RULA je ve formě jednostránkového pracovního listu (viz Příloha I, Obr. č. 21: RULA pracovní list) pomocí kterého se vyhodnocuje držení těla, síly a opakování pohybů jednotlivých částí těla a jejich případné odklonění od definované neutrální polohy hodnoceného segmentu (Valečková, 2008). Hodnotí se pomocí skóre, které definuje odklon od neutrální polohy, pro jednotlivé položky tabulky A a následně B, kterým se dle hodnocených faktorů (držení těla, síla, opakování a trvání úkolu) přiděluje určitá hodnota (McAtamney a Corlet, 1993). V tabulce A se popisuje paže, zápěstí a v tabulce B krk a trup. Poté se vyhodnotí skóre pro jednotlivé tabulky A a B a následně za užití tabulky C se sestaví proměnné rizikové faktory a vytvoří se výsledné skóre představující úroveň rizika MSD (McAtamney a Corlet, 1993). Celkové RULA skóre, tedy výsledné riziko, udávající míru rizika a nutnost opatření, může dosáhnout skóre 1 (nízké) až 7 (vysoké) (Stanton et al., 2005). Do RULA score se započítává i váha břemene, se kterým je manipulováno, a váha statické polohy při práci (Valečková, 2008). Úrovně rizika jsou popsány v tabulce č. 21 (viz Příloha I, Tab. 21: RULA).

Hodnotitel by měl porozumět pracovním úkonům a požadavkům na zkoumaného pracovníka. Měl by sledovat při plnění těchto úkonů pohyby a pozice pracovníka během několika pracovních cyklů, a to především ty nejobtížnější pozice a pracovní úkoly, dlouhodobé pozice a pozice s největší svalovou zátěží (Stanton et al., 2005; Valečková, 2008). RULA je rychlý test, hodnotící během krátkého časového úseku více pozic (McAtamney a Corlet, 1993). Hodnotí se pouze pravá nebo levá strana, a u HKK lze rozlišit, zda se bude hodnotit pouze jedna paže, nebo obě (McAtamney a Corlet, 1993).

Dalším hodnotícím nástrojem dotazníkového typu je **REBA (rapid entire body assessment)**. Ta patří mezi ergonomické hodnotící nástroje a využívá systematický proces hodnotící posturální MSD celého těla při expozici s rizikovými faktory při pracovní činnosti (Valečková, 2008).



REBA obdobně jako RULA je jednostránkový pracovní list, ve kterém se vyhodnocuje požadované nebo zvolené držení těla, silná námaha, typy poloh nebo pracovní akce a opakování (Valečková, 2008). Stejně jako u testu RULA přidělí hodnotitel skóre pro danou oblast těla, tedy zápěstí, předloktí, lokty, ramena, krk, trup, záda, DKK a kolena (Stanton et al., 2005). Data se následně vyhodnotí a použijí se tabulky pro sestavení proměnných rizikového faktoru a vytvoří se tím jediné skóre představující úroveň rizika MSD (Stanton et al., 2005). Úrovně rizika REBA jsou shrnuty v tabulce č. 22 (viz příloha I, Tab. 22: REBA). Hodnocení probíhá totožně jako u testování nástrojem RULA, tedy hodnotící by měl porozumět dané práci a její náplni, věnovat se pohybům a pozicím pracovníka během několika pracovních cyklů, a to těm nejtěžším pozicím a pracovním úkolům, nejčastěji používané pozice a silově nejzatíženějším pozicím (Valečková, 2008). Hodnotí se pouze pravá nebo levá strana, a u HKK lze určit, zda bude hodnocena pouze jedna, nebo jsou potřeba hodnotit obě strany (Middleswort, 2022b).

K dotazníkovému šetření se řadí i metoda **OWAS**, která je další metodou hodnotící rizikové faktory v závislosti na poloze určitých částí těla. Byla vyvinuta ve Finsku, kde proběhla analýza různých pracovních pozic, ze kterých vzešlo, že jde o kombinace 4 poloh zad, 3 poloh paží, 7 poloh DKK a zohlednění manipulace s těžkými břemeny (Pipek, 2016). Metoda je jednoduchá a spolehlivá ve stanovování kombinací poloh a tíhy břemen, které mají vliv na zdravotní stav pracovníka a způsobují stavy od lehkých nevolností po dlouhodobé poškození pohybového aparátu (Pipek, 2016).

Postoj pracovníka se klasifikuje pomocí čtyřmístného kódu, který je sestaven z číslic popisujících, v jaké poloze se právě daný segment nachází (Shah, 2020). První číslice jsou záda, druhá číslice HKK, třetí jsou DKK a čtvrtou zaujímá váha manipulovaného břemene (Shah, 2020). Přiřazení poloh k číslům je shrnuto v tabulce 23 (viz Příloha I, Tab. 23: OWAS kódování) (Shah, 2020).

Mezi další dotazníková šetření se řadí **Ergonomické checklisty či dotazníky** na různá témata, které slouží k zjištění stavu či úrovně hodnoceného kritéria pomocí identifikačních otázek. V ČR se využívá metodický materiál SZÚ **Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik** od MUDr. Jany Hlávkové a Mgr. Aleny Valečkové (Hlávková a Valečková, 2007). V následujících odstavcích je tento materiál popsán s vybráním oblastí týkajících se DP. Materiál je volně dostupný na stránkách státního zdravotního ústavu.

Cílem metodiky je vyhodnocení rizik ohrožujících zdraví a podmínek, za kterých vzniká nepřiměřená pracovní zátěž a diskomfort. Zjišťují se jednotlivé charakteristiky

pracoviště, pracovního místa, faktory pracovního prostředí, typu, skladby a časového průběhu pracovních úkonů a operací. Výsledkem je získání objektivního pohledu na dané pracoviště, především na vykonávané činnosti z pohledu plnění jednotlivých ergonomických požadavků. Pokud by mělo pracoviště být optimální z pohledu ergonomie, tak by měly být splněny veškeré požadavky z checklistu (Hlávková a Valečková, 2007). Materiály jsou využívány pro základní odhalení možných rizik na pracovišti. Po jejich odhalení je potřeba důkladnější analýza nalezeného rizika.

Mezi kritérii hodnocení se objevuje část pro pracovní polohu a pracovní pohyby, kde jsou kladeny otázky, zda je práce trvale v sedě, nebo ve stoje, zda je možnost střídání pracovní polohy, či jsou převážně zatěžovány menší svalové skupiny nebo ty větší a velké a zda umožňuje střídání různých svalových skupin atp. (Hlávková a Valečková, 2007).

V oblasti lokální svalové zátěže se setkáme s dotazníkem zdravotního stavu se zaměřením na lokální svalovou zátěž, který shrnuje pracovní, rodinnou a osobní anamnézu daného pracovníka. Následuje dotazník v oblasti pracovní činnosti při práci, pracovního místa, subjektivních obtíží a orientačního vyšetření pohybového aparátu (Hlávková a Valečková, 2007). V této oblasti ještě existuje checklist pro identifikaci rizik souvisejících s lokální svalovou zátěží. Checklist je složen z pěti sekcí na téma rozložení práce, typ práce, pracovní polohy a pohyby, charakteristika pracovního místa, charakteristika manipulovaných předmětů a prostory pro práci (Hlávková a Valečková, 2007). Na otázky lze odpovídat ano/ne. Faktory označené ano, by se měly dále zkoumat a hodnotit (Hlávková a Valečková, 2007). V úvodu checklistu je psáno o pravděpodobných faktorech vzniku lokální svalové zátěže, které jsou uvedené v sekci 2 až 4 checklistu (Hlávková a Valečková, 2007).

Ohledně onemocnění pohybového aparátu existuje checklist pro základní ergonomické hodnocení pracovního místa. Obsahuje tabulku s 15 otázkami a možností odpovědi ano/ne. Jednou z otázek je například zda práce umožňuje střídání obou rukou, nebo zda jsou minimalizovány tlačné síly atp. (Hlávková a Valečková, 2007).

Komplexní hodnocení ergonomického rizika je checklist, na kterém se nachází tabulka se čtyřmi kroky. Krok 1 sbírá vstupní informace. V kroku 2 se určuje výskyt rizikových poloh při práci a pokud se v dané práci nějaká vyskytuje, pokračuje se v jejím hodnocení krokem 3 a 4 (Hlávková a Valečková, 2007). Části těla jako jsou ruce, zápěstí, ramena a lokty se hodnotí pro každou stranu zvlášť. V kroku 4 se zaškrťávají políčka, pokud jsou překročeny limity doby trvání nebo frekvence u rizikových poloh (Hlávková a Valečková,

2007). Každé zaškrtnuté políčko má hodnotu 1 bodu, které se sčítají a následně vyhodnocují v riziko nízké, střední nebo vysoké (Hlávková a Valečková, 2007).

Dále jsou v metodickém manuálu checklisty pro manipulaci s břemeny skládající se z 18 otázek ohledně břemen a manipulovatelného materiálu, pracovního prostředí a OOPP či sil. Také existují checklisty pro pracovní polohy, kde jsou otázky rozděleny dle částí těla například na trup, hlava a krk, paže a ramena atp. Na checklisty v oblasti manipulace s břemeny navazují checklisty ruční manipulace s břemeny dotazující se na pohyb, polohy a pracovní místo, úkoly a objekty manipulace a pracovní prostředí (Hlávková a Valečková, 2007).

Pro objektivizaci fyzické zátěže existuje subjektivní hodnocení zátěže pohybového aparátu při práci, jehož součástí je dotazník pro subjektivní hodnocení vlivu lokálního přetěžování pohybového aparátu, kdy tázaný odpovídá, zda cítí únavu či bolest během práce od 0. stupně = vůbec ne po 3. stupeň = nadměrná. Následuje nákres postavy, kde jsou vyznačeny jednotlivé části těla a ty jsou popisovány těmito čísly stupnice (Hlávková a Valečková, 2007).

Pro vynakládané svalové síly existují také checklisty. Jeden z nich se zabírá silami vsedě nebo vestoje či při úchopu, kdy probíhá testování o různé zátěži za určitých podmínek (Hlávková a Valečková, 2007).

K dalším testům patří metoda **EAWS (European assembly worksheet)**, jež je metodou pro hodnocení ergonomického rizika dle směrnic EU 89/391/EEC, EU 98/37/EC a ČSN EN 1005 (Baumruk, 2010). Metodu EAWS je možné užívat ve výrobních i plánovacích postupech (Baumruk, 2010).

Metoda má dvě úrovně hodnocení ergonomického rizika a biomechanického přetížení. První úroveň je screening rizikových oblastí a do druhé úrovně spadá analýza a výpočet hodnotících indexů, pokud první úroveň najde v hodnocené práci riziko (Baumruk, 2010). EAWS se zabývá kompletní analýzou pracovních poloh, působících sil, manipulace s břemeny a opakovanou zátěží HKK. EAWS přiděluje body zátěže dle nepříznivé fyzické zátěže a následně vzhledem k celkovému (výslednému) skóre přiřazuje rizika dle třídílného semaforu (Schaub, 2012). Body zátěže se přiřazují vzhledem k hodnocené situaci buďto pro celé tělo nebo pro HK (Schaub, 2012). EAWS hodnocení probíhá pomocí 4stránkového checklistu, kdy se sledují 2 veličiny: intenzita činnosti a doba trvání sledované činnosti a jejich součinem vzniká rizikový index, který je definován v jednotlivých oddílech checklistů (Baumruk, 2010).

Každá stránka checklistu obsahuje jednotlivý oddíl zabývající se určitým tématem. První stránka obsahuje obecnou část, ve které se identifikuje pracoviště, dohodnocuje se fyzická zátěž, která nelze hodnotit v jiné části a hodnotí se časové aspekty repetitivní zátěže HKK (Baumruk, 2010). Druhá strana se zabývá pracovní pozicí, kde se odhadují statické pracovní polohy a četnost pohybů. V levé polovině strany se hodnotí symetrické pracovní polohy pro stání, sezení, klečení, přikrčení a pro leh nebo lezení (Schaub, 2012). Pravá polovina hodnotí asymetrické hodnoty poloh, tedy rotace, boční ohyby či daleké dosahy. Čím je delší doba, ve které setrvává pracovník v hodnocené nepříznivé pozici, tím vyšší je skóre (Schaub, 2012). Třetí strana se zabývá akčními silami nad 30 N a ruční manipulací s materiálem těžším jak 3 kg (Schaub, 2012). Čtvrtá strana obsahuje hodnocení opakovaných pohybů HKK. Hodnotí se používané síly a jejich frekvence a doba trvání (Schaub, 2012). Hodnotí se také způsob úchopu, držení HKK, doba trvání opakovaných pohybů či klidové přestávky a organizace práce, pomocí které se popisují časové aspekty zátěže (Schaub, 2012).

Dobu, kterou sledovaný pracovník stráví v určité poloze lze vyjádřit buďto jako procenta z času cyklu, vteřiny za minutu, nebo minuty za směnu. Checklisty jsou dimenzovány na 60 vteřin, a proto je potřeba přepočítávat dosazené časy na předepsaný 60vteřinový cyklus pomocí násobení naměřené doby pozice číslem 60 a to se celé vydělí časem cyklu (Baumruk, 2010).

Za nepříznivé a nežádoucí situace se přiřazují body, které se pro každou sekci, odpovídající machinery directive 2006/42/EC, sčítají. Pokud se v dané sekci nasčítají body od 0 do 25 spadá práce do zelené oblasti a při práci nehrozí žádné riziko a nejsou potřeba žádná opatření. Při nasčítání bodů mezi 26-50 je riziko možné a doporučeno je pracovní operace podrobněji analyzovat, riziko vyhodnotit a zavést případně opatření. Pokud je bodů více jak 50 spadá práce do červené oblasti vysokého rizika a jsou nutná opatření ke snížení rizika (Baumruk, 2010).

### **4.3 Metody fyziologické**

**Elektromyografie (EMG)** slouží k měření elektrické aktivity svalů a nervů, jež je inervují. Zaznamenávají se změny elektrického potenciálu při otevření Na<sup>+</sup> kanálů ve svalech, které vedou ke zvýšení kladného náboje ve svalové buňce a rozvíjí se tak daný akční potenciál. Pomocí elektrod se tato změna zaznamenává a procesor je zpracovává ve výstupní elektromyografickou křivku (Kalichová et al., 2011). Snímaný elektrický

signál je velmi slabý, řádově v hodnotách desítek milivoltů ve frekvenčním rozmezí 50–150 Hz pro povrchové snímání velkého množství motorických jednotek, a v hodnotách stovek mikrovoltů s frekvenčním rozsahem do 10 kHz pro intramuskulární měření malého objemu tkáně (Havlík, 2010). Elektrody mohou být tedy povrchové nebo jehlové pro lokální invazivní měření svalu. Povrchové elektrody jsou většinou stříbrné nebo platinové ve tvaru kruhu s přímou aplikací na kůži. K získání signálu je potřeba elektrod snímacích, aplikovaných nad břiško svalu, a k tomu zemnicích (referenčních), které se aplikují nad kloub s nejmenším podílem svaloviny (Geta, 2013).

EMG nám pomáhá zjistit jakou mírou a v jakém pořadí se zapojují sledované svaly při daném pohybu (Kalichová et al., 2011). Ve frekvenčním rozhraní může být signál rušen různými artefakty, nejznámější je takzvaný síťový brum z elektrické sítě o frekvenci 50 Hz pro EU. Mezi další artefakty se řadí dechové (cca 0,25 Hz), pohybové či srdeční (0–250 Hz) (Rokyta et al., 2000). Z těchto důvodů je potřeba filtrů, pro odstranění těchto artefaktů ze snímaného EMG signálu. Pro tyto účely postačí pásmová zadrž pro síťový brum v hodnotě 50 Hz a filtr horní propust. U srdečních artefaktů je ještě možnost snímat povrchové EKG a následně ho od EMG odečíst (Geta, 2013).

Snímaný signál je zobrazován jako spojitá křivka. Vzestupná část této elektromyografické křivky odpovídá zkracování svalu a sestupná část odpovídá postupnému ochabování, kdy délka časového intervalu vzestupné a sestupné části odpovídá stavu svalové tkáně a u každého svalu se liší. Křivka dále vypovídá o velikosti svalové aktivity závislé na čase a posloupnosti zapojování jednotlivých svalů (Kalichová et al., 2011).

Hodnoty svalových amplitud v mikrovoltech nelze zaměňovat za jednotky síly [N] charakterizující mechanické změny v průběhu pohybu měřeného tělesného segmentu, neboť tento vztah není lineární. EMG se v biomechanice užívá jako ukazatel zahájení svalové aktivity, dále udává informace o silových přírůstcích, které jsou vyvolány jednotlivými svaly nebo skupinou svalů, a jako ukazatel únavových procesů, které nastávají uvnitř svalu (Kalichová et al., 2011).

Integrované EMG se užívá pro stanovení lokální svalové zátěže především z důvodu integrace snímaného signálu. Integrovaný signál je možné ukládat do paměti a pořizovat dlouhý časový úsek v rámci hodin, záleží na kapacitě úložiště daného Holteru. Po skončení měření jsou přenesena do PC k dalšímu zpracování. (GETA, 2023)

Měření lokální svalové zátěže HKK pomocí iEMG se v devadesátých letech 20. století stalo v ČR nedílnou součástí hodnocení poškození zdraví z práce (Lehocká a Tomášková, 2022). Tato metoda je využívána fyziologickými laboratoři k měření LSZ, posouzení a následné interpretování naměřených výsledků (Lehocká a Tomášková, 2022). Nejde jen o interpretaci výsledků, ale i o objektivizaci expozice při šetření nemocí z povolání, měření pro kategorizaci práce a vytipování rizikových prací (Lehocká a Tomášková, 2022).

Základem strategie měření je vědět účel, pro který je měření požadováno. Následně je důležité získat dostatek informací o prováděné práci, kterou budeme posuzovat (Lehocká a Holubová, 2020).

Součástí měření lokální svalové zátěže pomocí iEMG je monitoring maximální svalové síly stisku ruky ( $F_{max}$  [N]).  $F_{max}$  je důležitá pro správný odečet a interpretaci maximální svalové síly měřené osoby a je získávána stiskem ruky měřené osoby. Naměřené hodnoty se užívají k odečtu procent  $F_{max}$  (%  $F_{max}$ ) u jednotlivých prováděných činností i v průběhu celé směny (Lehocká a Tomášková, 2022). Naměřené hodnoty jsou poté porovnávány s limitními hodnotami, které jsou uvedeny v předpisech a normách zmíněných v kapitole 3 (Lehocká a Tomášková, 2022).

V letech 2020 a 2021 proběhl výzkum v oblasti maximální svalové síly stisku ruky dospělých v ČR pro různorodost  $F_{max}$  v populaci. Výzkum probíhal za účelem standardizace výsledků měření lokální svalové zátěže (Lehocká a Tomášková, 2022). Měření probíhalo ve standardní poloze HKK, tedy rameno v základním postavení, loket 90 ° flexe a supinační postavení předloktí. V této poloze následně proběhl maximální stisk ruky pro získání  $F_{max}$  na certifikovaném dynamometru a měřeny byly obě HKK (Lehocká a Tomášková, 2022). Pro monitoraci hodnot byl využit iEMG, kde byly elektrody nalepeny nad flexory a nad extenzory ruky. Snímaly se hodnoty akčních potenciálů (mV) vznikajících během zapojení svalů (Lehocká a Tomášková, 2022).

Následně v roce 2022 byl vydán Ministerstvem zdravotnictví „*Metodický návod k zajištění jednotného postupu při autorizovaném měření, posuzování a interpretaci výsledků měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie pro účely kategorizace prací, v rámci státního zdravotního dozoru a pro potřeby zaměstnavatelů k vytipování rizikových typů prací a k nastavení podmínek v oblasti ochrany zdraví pracovníků*“ (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a, s. 21). Do té doby nebyl k dispozici žádný návod ani manuál, určující přesný postup měření lokální svalové zátěže metodou iEMG, a především získávání hodnot  $F_{max}$ .

V rámci studie lokální svalové zátěže Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně vyvinula **DataLogger**, s cílem posílení prevence úrazů a nemocí z povolání (ANON, 2017). Zařízení slouží k hodnocení sil článků prstů pomocí měření svalové aktivity přímo na ruce pracovníka (Dombeková, 2018). Zřízení je tvořeno měřicí soustavou s tlakovými senzory, polohovými senzory a sběrnou stanicí, která je propojena s měřicími sestavami, čidly a snímá tedy četnost pohybů, sílu a polohu segmentu (ANON, 2017). Výstupními daty jsou průměrné vynakládané síly [N] jako u iEMG a jsou odečítány počty pohybů (ANON, 2017). Byl vytvořen software, který umožňuje zadávat data a vyhodnocuje je (ANON, 2017). Zařízení lze použít s běžně používanými ochrannými rukavicemi (Dombeková, 2018).

## 5 Pilotní empirické šetření

V rámci této kapitoly bude provedeno vlastní ověření stanovení lokální svalové zátěže ve vybrané akreditované ergonomické laboratoři. Účelem je zdokumentovat a kriticky zhodnotit proces stanovení LSZ formou pilotní studie.

### 5.1 Úvod do problematiky

Měření a hodnocení lokální svalové zátěže upravuje legislativa EU a ČR, která je popsána v kapitole 3. Posuzování LSZ se provádí za účelem zjištění splnění hygienických limitních hodnot vynakládaných svalových sil, četnosti pohybů a pracovních poloh během osmihodinové pracovní doby, kdy jsou svalové síly vztahovány k  $F_{max}$  a záleží na statické a dynamické složce práce. Vše se děje za účelem kategorizace práce, nebo pro objektivizaci pracovních podmínek a za účelem posuzování nemoci z povolání při šetření onemocnění zaměstnanců. Limity jsou dány nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a pokud nejsou splněny, tak se následně, dle vyhlášky 432/2003 Sb., práce rozděluje dle stupně přesahu limitních hodnot do jednotlivých kategorií práce. Všeobecně se stanovují 4 kategorie práce, avšak pro fyzickou zátěž a pracovní polohy jsou kategorie pouze tři.

Při hodnocení LSZ se získávají informace o tom, jakým způsobem je práce/konána, jak je práce objemná a vědět podrobně popis dané práce. Pro měření je důležité, aby vybraná práce pro měření LSZ obsahovala hlavní a nejnáročnější pracovní činnosti. Především je důležité vědět o jejím rozložení ve směně, četnosti provádění a následně o tom, kolik procent nebo času zastupuje v průměrné pracovní směně. Tyto informace se uvádějí do protokolu měření, kam se zaznamenává i informace o tom, jaká složka zátěže při vykonávané práci převažuje, zda statická nebo dynamická. Při převaze statické zátěže u svalových skupin přetrvává izometrická kontrakce déle než 3 sekundy. Pokud převažuje dynamická složka, tak se práce se statickou zátěží nekonají. Po těchto hodnocení se přistupuje k samotnému měření zaměstnanců. Do protokolu o měření se dále získávají počty pohybů rukou a předloktí, vynakládané svalové síly a jejich počet. Pro hodnocení je důležité stanovit  $F_{max}$  měřeného pracovníka, což je základním problémem stanovení LSZ. Není totiž přesně definované, jakým způsobem se má  $F_{max}$  získávat. Sice NV č. 361/2007 Sb. definuje měřidla pro její získávání, ale již nedefinuje, v jaké poloze se  $F_{max}$  stanovuje. Polohy měření  $F_{max}$  definuje metodický návod MZČR popsán v kapitole 3, který byl vydán až v roce 2022, do té doby neexistoval přesný návod



měření  $F_{max}$ , a i přes vydaný metodický manuál jsou stále nepřesně definované pozice pro měření a není stanovena jednotná pomůcka pro zjišťování hodnot  $F_{max}$ . Zjišťování hodnoty  $F_{max}$  je důležité, neboť se k ní následně vztahují naměřené hodnoty svalové síly během práce pomocí iEMG.

## **5.2 Cíl pilotního šetření**

Cílem pilotního šetření bylo provedení a zhodnocení empirického šetření, které se zaměřuje na evaluaci aktuální metodiky stanovení lokální svalové zátěže v ergonomii práce. Provedením šetření jsme sledovali postup a hodnocení lokální svalové zátěže v laboratoři státního zdravotního ústavu.

## **5.3 Metodika**

### **5.3.1 Charakteristika souboru**

Pro účely diplomové práce byli měřeni tři zaměstnanci. Všichni jsou muži o pravé lateralitě. U měřených probandů se jedná o práci s převahou dynamické složky práce o normě 120 ks za osmihodinovou směnu (450 minut) a jde o repetitivní činnost. Při hodnocení LSZ se měří dvě kategorie, a to počty pohybů rukou a předloktí, průměrná svalová síla a počet vynakládaných svalových sil. Proto jsou generovány pro jednotlivé operace (měřené úseky) tabulky četností, svalové síly jednotlivých operací a počty pohybů.

První proband M1 byl měřen 27.7. 2021 celkem 3 hodiny 3 minuty a 57 sekund. Bylo naměřeno 11037 vzorků. Celkem byly proměřeny 4 operace. Pro porovnávání byly vybrány operace tři.

Druhý proband M2 byl měřen 22.7.2021 celkem 2 hodiny 37 minut a 2 sekundy se sběrem 9422 vzorků. Byly proměřeny celkem 3 operace. Pro naše účely porovnávání je vhodná jen jedna operace.

Třetí proband M3 byl měřen 27.7. 2021 v délce 3 hodiny 20 minut a 26 sekund. Bylo naměřeno 12026 vzorků a celkem 5 operací a využijeme čtyři operace.

### 5.3.2 Experimentální metody – EMG Holter GETA

Vlastní měření svalové síly za čas se provádí pomocí EMG Holteru viz obrázek č.22 a data jsou zpracována pomocí programu EMG Analyzer, který je testován pro systém Windows XP nebo Vista. Systém dodává firma GETA, jiné firmy ani alternativy nejsou dle legislativy možné.

EMG Holter je konstruován pro snímání čtyř EMG signálů do napětí jednoho voltu. Dále je možné zaznamenávat pulsní frekvenci, která se vypočítá z jednosvodového EKG. Signály je možné měřit po celou směnu, neboť je paměť holteru dimenzována na 17 hodin kontinuálního záznamu veškerých měřených údajů (Geta, 2023). EMG Holter je vybaven dobíjecími akumulátory a nabíječkou.

EMG signál je ukládán v integrální podobě hodnot spolu s hodnotami frekvence EMG signálů. Konstrukce EMG Holteru je stavěná na vysokou mechanickou odolnost a ochranu elektroniky přístroje před elektromagnetickým a elektrostatickým rušením díky své konstrukci v podobě krabičky z ocelového plechu (Geta, 2023). Přístroj je vybaven zvrchu kvalitními LIMO konektory zamezující samovolnému uvolnění EMG svodů. Konektory jsou 2 a do každého jsou přivedeny 2 kanály. Holter obsahuje svod pro EKG elektrody. Do dalšího je možné přivést například záznam teploty a poslední, úplně vlevo, je výstupní pro propojení s PC. Dále je Holter zvrchu vybaven diodou, která signalizuje, v jakém druhu činnosti EMG Holter právě je, tlačítkem marker, kterým můžeme v průběhu měření značit potřebné činnosti, a tlačítkem restart uvádějící přístroj do výchozího nastavení. Zepředu přístroje se nachází tlačítko start/stop pro spuštění/vypnutí přístroje a dvě LED, kde jedna LED označená pojmem data má stejnou funkci jako dioda zvrchu, a druhá signalizuje pokles napětí na akumulátoru. Následně se zde nachází panel pěti přepínačů nastavující citlivost jednotlivých svodů od 1 (nízká citlivost) do 9 (nejvyšší citlivost). Každý přepínač má svoji diodu signalizující překročení 70 % rozsahu citlivosti, kdy je cílem při nastavování citlivosti, aby diody nesvítily. Přes tři spojovací krabičky, dvakrát EMG a jednou EKG (pro LHK, PHK a EKG), jsou do přístroje přiváděny signály z elektrod. Vše je vidět na obrázku č. 22.



Obrázek č.22: EMG Holter se spojovacími krabičkami (Geta Centrum, 2023)

Ve spojovací krabičce dochází k předzesílení signálů a je spojena pomocí pětipinového LEMO kabelu k přístroji. Přístroj následně zpracovává tento předzesílený signál pomocí filtrů, který po odfiltrování následuje do AC zesilovače a diodou je usměrněn. Signál následuje do RC článku, který integruje signál a zároveň plní funkci dolnoproustního filtru. Signál je následně vzorkován frekvencí 20 Hz a převádí se do digitální podoby, kde se každých deset hodnot průměruje. Signál je uložen do paměti přístroje a následně po skončení měření je převeden přes interface do PC, kde je převeden průměrováním dvou hodnot na jednoherzový signál.

Takto zpracovaný signál neodpovídá skutečnému napětí na svalech a je to bezrozměrná hodnota, v rozmezí 0-255, závislá na námi zvoleném zesílení. Pro získání napětí je potřeba hodnotu přepočítat dle Rovnice 2 (Václavíková, 2019).

$$U = H \cdot \frac{80}{2^{(Z-1)}} \quad \text{Rovnice 2}$$

Tím vznikne signál, který má již potřebné hodnoty pro další zpracování.  $U$  [ $\mu\text{V}$ ] je napětí,  $H$  je hodnota převedena do PC a  $Z$  je stupeň zesílení pořízení signálu. Pomocí těchto hodnot z bezrozměrné a několikrát přepočítané hodnoty získáme zpět hodnotu napětí.

### 5.3.3 Design studie

Ke stanovení LSZ a kategorie práce se vybraly operace, které byly označeny za rizikové a bylo důležité jejich podrobné vyšetření. Jak bylo zmíněno, je důležité před započítím měření vědět co nejvíce informací o měřené práci a pracovních podmínkách. Pro stanovení kategorie práce a lokální svalové zátěže jsme získali data z provozu, mezi která patří zjištění normy, počtu kusů výroby na směnu, osobu nebo operaci, zjištění charakteru práce a její nejnáročnější pracovní činnosti.

Dále jsme zjistili údaje o délce směny, kdy legislativně se hodnotí celosměnově i pokud probíhá takzvané střídání zaměstnanců neboli točení, které spočívá v naplánování pracovních činností skupině zaměstnanců, kteří v určitý čas nebo den změni pracovní činnost za jinou.

Po získání těchto údajů jsme vybrali pracovníky, kteří splňují požadované limity a je s výhodou že se jeden pracovník měří na více pozicích/operacích, pokud je umí a vykonává legislativně danou dobu nebo je dobře zapracovaný.

Následně jsme vybrané operace označili číslem a názvem, který charakterizuje danou činnost. Po získání potřebných údajů o pracovníkovi a práci/pracovní činnosti jsme přešli k přípravě pracovníka, instalaci iEMG a samotnému měření.

Před samotným měření jsme umístili elektrody iEMG na svalové skupiny flexorů a extenzorů rukou a předloktí pravé a levé HK. Pro efektivní lokalizaci a umístění elektrod na flexory pracovník provedl stisk ruky v pěst a lehkou palmární flexe ruky v supinačním postavení předloktí při 90 ° flexi v lokti. Pro lokalizaci extenzorů byl pracovník vyzván k provedení dorzální flexe ruky v pronáčním postavení předloktí také při 90° flexi v lokti. Před nalepením elektrod se odmastila kůže abrazivní pastou a po jejím vytření se nalepily elektrody, se středy vzdálenými alespoň 2,5 cm od sebe, na střed největší svaloviny dané skupiny svalů. Naopak zemnicí elektroda se nalepila na místo nejlépe bez svaloviny, tedy loket/zápěstí. Elektrody se zafixovaly náplastí a prubanem po celém předloktí spolu s kabely. Na obrázku č. 23 je zobrazeno nalepení elektrod na extenzory LHK a jejich následná fixace.



Obrázek č. 23: Nalepení elektrod na extenzory LHK s následnou fixací náplastí a prubanem (ProBenefit, 2023)

Po nalepení elektrod se přešlo k nastavení přístroje zesílením/zeslabením signálu dle individuality měřené osoby. Po nastavení se znovu zkontrolovaly elektrody, zda jsou správně nalepeny.

Následně se přešlo ke stanovení  $F_{max}$  ve třech předem definovaných pozicích, tedy ve stoje s neutrální polohou v rameni, flektovaným loktem do  $90^\circ$  v neutrální poloze, a to i v zápěstí, následoval náběr  $F_{max}$  v supinaci a poté v pronaci.  $F_{max}$  jsme stanovili pomocí certifikovaného dynamometru opakovaným stisknutím s palcem v opozici. Důležité je hlídat, aby byl dynamometr nastaven správně pro efektivní získání  $F_{max}$ . Mačkaná hrazda se nastavila tak daleko, aby druhé články prstů měřeného zaměstnance na ní byly položeny. Pracovník následně pomalu stisknul dynamometr v požadovaných polohách. Tento úkon byl proveden 2x pro stanovení  $F_{max}$ , které se zobrazuje již na křivkách v programu a přístroj je v tu chvíli již zapnut v režimu měření. Signál se během stanovení  $F_{max}$  pomocí přepínačů zesiloval či zeslaboval dle polohy křivky pro každý kanál, tak aby  $F_{max}$  byla v rozmezí  $\frac{1}{3}$  až  $\frac{2}{3}$  rozsahu měřených hodnot. Nastavení kanálů se již pak nemění, ani při prováděné práci jen ve výjimečných případech. Při náběru  $F_{max}$  je vždy snaha pracovníka motivovat k co největšímu stisku. Nastává ale otázka, zda je náběr  $F_{max}$  dostatečně objektivní hodnota pro hodnocení lokální svalové zátěže.

Po nastavení a zaznamenání hodnot  $F_{max}$  se přechází k provádění pracovní činnosti a samotnému měření pracovní činnosti a vybrané operace. Při měření se pomocí tlačítka markery zaznamenává začátek a konec operace, přestávky, nestandardní prodlevy či konkrétní úsek činnosti. Nemusí se ovšem používat, neboť paralelně probíhal ruční zápis časových údajů spolu s definicemi intervalu.

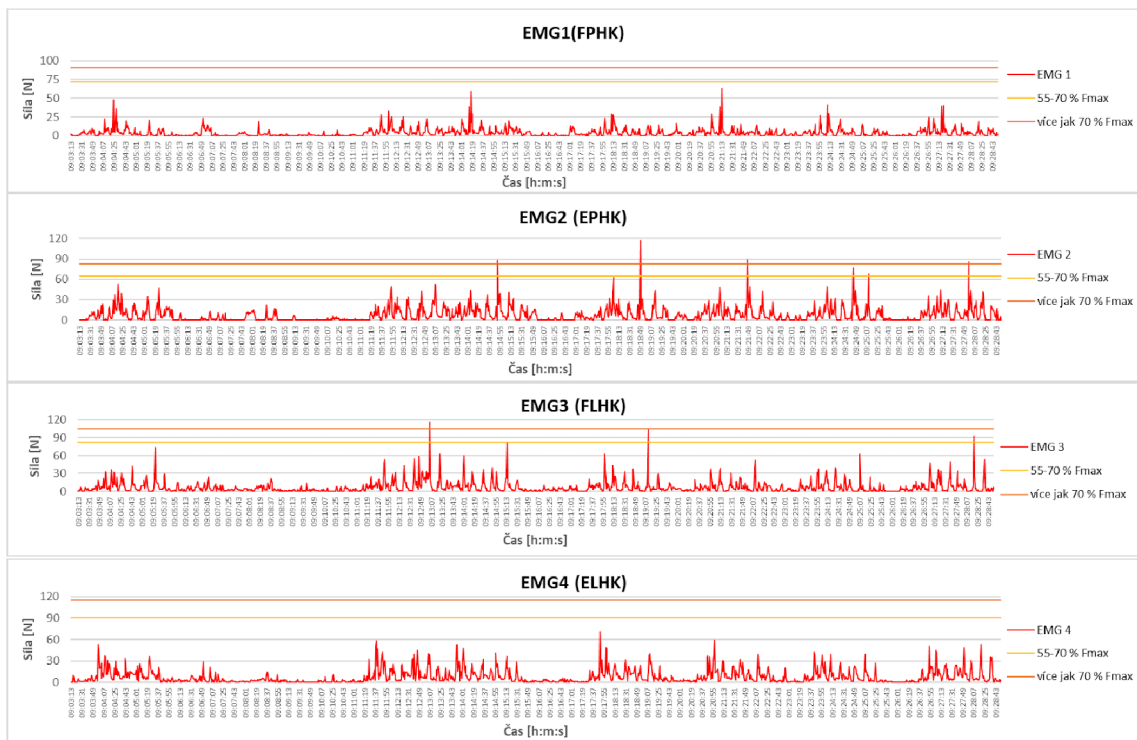
Během měření lokální svalové zátěže při pracovní činnosti je potřeba zaznamenávat další hodnoty a těmi jsou počty pohybů rukou a předloktí, popis pracovních činností, pracovního místa a pracoviště a časová charakteristika práce a přestávek. Počty pohybů rukou a časovou charakteristiku během měření zaznamenávaly pracovnice laboratoře do formuláře a paralelně s nimi probíhal záznam na kamerový systém.

Po skončení měření byl proveden následný export záznamu do PC, kde je výhodou tohoto videozáznamu synchronizace s EMG záznamem díky EMGh Video. Následně byla provedena analýza měření. Započítali se veškeré pohyby rukou a předloktí či kus a sekvence vyskytujících se při provádění pracovních úkonů.

Díky synchronizaci videozáznamu s EMG je možné při analýze měření vytipovat rizikové pracovní úkony a upřesnit počet pohybů a rozfázovat prováděné práce dle jednotlivých pracovních úkonů. Po skončení měření se data z EMG Holteru přesunout do počítače, aby mohla být vyhodnocena pomocí EMG Analyzeru.

#### **5.3.4 Statistické zpracování dat**

Po přenosu surových dat z přístroje do PC vznikl velmi objemný soubor dat a křivky pro jednotlivé měřené svalové skupiny. Do programu EMG Analyzer jsme tato data nahráli a následně vybrali potřebné úseky, charakterizující měřené operace, k vyhodnocení LSZ. Z vybraných úseků program vypočítal průměrné %  $F_{max}$ , následně vypočítal četnost sil v rozmezích 55-70 %  $F_{max}$  a nad 70 %  $F_{max}$ . Tyto četnosti dokáže vypočítat i v ručně zadaných časových hodnotách, které vycházejí z normy či směny. Z měření se následně vyřadily přestávky a nestandardní aktivity a přešlo se k zadávání a výpočtům potřebných dat operací. Pro zadané úseky operací program generuje grafy měření jednotlivých kanálů, které jsou obdobné námi vygenerovaným grafům z poskytnutých dat, které jsou na obrázku č. 24.



Obrázek č. 24: Grafické zpracování naměřených dat jednotlivých kanálů

Po zadání potřebných informací byla vygenerována kompletní sestava s vypočtenými průměrnými % Fmax pro jednotlivé svody měřeného probanda. V kompletní sestavě se nacházejí jednotlivé operace, které byly definovány časovým rozhraním. S kompletní sestavou se vygenerují další tabulky s daty, které udávají počet vynakládaných svalových sil pro průměrná % Fmax.

Poté se generuje z programu tabulka četností, která je na obrázku č. 25, kde se v prvním sloupci nachází rozsahy % Fmax, a v dalších sloupcích se střídá počet vynaložených svalových sil daného rozmezí % Fmax v měřeném úseku a pro celou směnu (450 min) jednotlivých kanálů EMG 1 až EMG 4. Kdy EMG 1 odpovídá flexorům pravé horní končetiny (FPHK), EMG 2 odpovídá extenzorům pravé horní končetiny (EPHK), EMG 3 odpovídá flexorům levé horní končetiny (FLHK) a EMG 4 odpovídá extenzorům levé horní končetiny (ELHK).

Z tabulky četností dané operace nás zajímají řádky pro hodnoty 55-70 % Fmax a > 70 % Fmax, které nám udávají kolikrát byly tyto hodnoty svalové síly překročeny a dle nich vyhodnocujeme, zda se při dané operaci nepřekračují legislativou dané normy. V prvním řádku tabulky na obrázku č. 25 jsou poznamenané parametry, které definují danou operaci pro lepší orientaci v datech, na kolika kusech byla měřena svalová zátěž a jak dlouho byla měřena.

EJ OPERACE: OP150 ZN MEB, zatažení spojů D1/D2, D3/D4, 8 ks - Souhrnná délka: 00:17								
	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	924	23164	367	9201	713	17875	507	12710
0 - 10	1037	25997	625	15669	908	22763	856	21460
0 - 15	1060	26574	852	21359	1010	25320	985	24694
0 - 20	1073	26900	946	23716	1055	26448	1037	25997
0 - 25	1076	26975	994	24919	1064	26674	1059	26549
0 - 30	1076	26975	1022	25621	1069	26799	1070	26825
0 - 35	1077	27000	1042	26123	1072	26875	1072	26875
0 - 40	1077	27000	1054	26423	1074	26925	1072	26875
0 - 45	1077	27000	1062	26624	1074	26925	1073	26900
0 - 50	1077	27000	1067	26749	1075	26950	1075	26950
0 - 55	1077	27000	1070	26825	1075	26950	1075	26950
55 - 70	0	0	4	100	1	25	0	0
> 70	0	0	3	75	1	25	2	50
Čas [min]	18,0	450	18,0	450	18,0	450	18,0	450

Obrázek č. 25: Tabulka četností vynakládaných svalových sil pro % Fmax

Kompletní sestava obsahující % Fmax jednotlivých operací měřeného probanda je na obr. č 26. Na obrázku je patrné označení kompletní sestavy římskou číslicí, tedy číslo probanda, následují jeho naměřené hodnoty Fmax a vyhodnocené jednotlivé operace označené OP a jejím číslem (např. OP150). Následuje stručný popis měřené operace a celkový čas měření daného úseku. Jak již bylo zmíněno, pro hodnocení jsme vybírali jen dílčí úseky operace a vynechávali jsme úseky kde měl pracovník pauzy. Pro vybrané úseky jsou v kompletní sestavě rozepsané % hodnoty Fmax a počet vzorků (naměřených dat z EMG) během vybraného časového úseku. Na obrázku je vidět, že OP150 se měřila celkem 17 minut a 57 sekund a byly vybrány tři časové úseky. Celkem bylo pro operaci využito 1077 vzorků dat a pro nás je důležitý poslední řádek % hodnoty Fmax pro následné zpracování.



## KOMPLETNÍ SESTAVA I

Při výpočtu byl odečten posun od nulové linie u všech hodnot křivky.

EMG\_1 Fmax =130,000  
EMG\_2 Fmax =117,500  
EMG\_3 Fmax =150,500  
EMG\_4 Fmax =164,000

Operace: Vynechané úseky Čas op. celkem:

Operace: OP150 ZN MEB, zatažení spojů O1/O2, O3/O4, 8 ks	Čas op. celkem: 00:17:57		
Časový úsek: 08:35:08 - 08:41:49	Počet vzorků: 401		
% hodnoty Fmax: EMG_1: 2,45	EMG_2: 9,25	EMG_3: 4,24	EMG_4: 5,80
Časový úsek: 08:46:28 - 08:51:45	Počet vzorků: 317		
% hodnoty Fmax: EMG_1: 2,37	EMG_2: 8,45	EMG_3: 5,01	EMG_4: 6,70
Časový úsek: 08:56:46 - 09:02:45	Počet vzorků: 359		
% hodnoty Fmax: EMG_1: 3,20	EMG_2: 12,52	EMG_3: 5,48	EMG_4: 7,48
Operace: Počet vzorků: 1077			
% hodnoty Fmax: EMG_1: 2,68	EMG_2: 10,10	EMG_3: 4,88	EMG_4: 6,63

Obrázek č. 26: Kompletní sestava měřeného pracovníka obsahující výsledky průměrných % Fmax pro měřené operace

Posledními daty jsou data ohledně počtů pohybů rukou a předloktí během měřené operace pro pravou a levou horní končetinu. Ta byla sbírána fyzicky při měření LSZ pracovnící laboratoře, která sledovala měřeného pracovníka a digitálně pomocí kamery, která probanda snímá během tohoto měření. Tato data se sečetla, následně zkontrolovala s pořízeným videozáznamem a vyhodnotila. K hodnocení je potřeba tabulka z legislativy na obrázku č. 27 (viz Příloha J, Obrázek č. 27), která určuje průměrný počet pohybů za průměrnou směnu a pomocí ní se porovnaly nasčítané pohyby rukou a předloktí a vyhodnotily se, zda odpovídají legislativě nebo ne.

### 5.4 Analýza výsledků pilotního šetření

První proband M1 byl měřen 27.7. 2021 v čase od 8:19 h do 11:23, tedy tři hodiny a tři minuty, druhý proband M2 byl měřen 22.7. 2021 celkem 2 hodiny a 37 minut a třetí proband M3 byl měřen 27.7. 2021 celkem 3 hodiny a 20 minut. Celkem bylo získáno u M1 11 037 vzorků, u M2 9422 a u M3 12026 vzorků od nalepení EMG elektrod a zapnutí přístroje po vypnutí přístroje. Tudíž jsou v měření zahrnuty vzorky od získávání Fmax pro jednotlivé skupiny svalů, přes vzorky z přípravy pracovní činnosti až po vzorky pracovních úkonů v jednotlivých pracovních operacích. Začátky jednotlivých operací se značily markery, pomocí kterých se orientujeme v datech a můžeme označit potřebné

časové úseky, které budou potřeba vyhodnotit a nebudou zkráceny o mimopracovní náběr sil.

Pokud shrneme a zprůměrujeme naměřené hodnoty jednotlivých probandů, vychází nám hodnoty v tabulce č. 24. V řádcích Fmax jsou hodnoty získaných maximálních sil pracovníků M1, M2 a M3. Řádky pod Fmax obsahují průměrnou sílu z celého měření svalové zátěže. Řádky označené 55 % Fmax a 70 % Fmax obsahují hodnotu 55 % a 70 % z hodnoty Fmax. Tyto vymezení hodnoty nám posloužily pro lepší a vizuální orientaci v datech.

Tabulka č. 24: Základní data měřených probandů M1, M2 a M3

M1	EMG1	EMG 2	EMG 3	EMG 4
Fmax	130,00	117,50	150,50	164,00
Průměrná síla	2,83	5,44	5,47	5,62
55 % Fmax	71,50	64,63	82,78	90,20
70 % Fmax	91,00	82,25	105,35	114,80
M2	EMG1	EMG 2	EMG 3	EMG 4
Fmax	85,50	124,00	93,00	145,00
Průměrná síla	2,83	5,44	5,47	5,62
55 % Fmax	71,50	64,63	82,78	90,20
70 % Fmax	91,00	82,25	105,35	114,80
M3	EMG1	EMG 2	EMG 3	EMG 4
Fmax	95,00	155,50	150,00	215,00
Průměrná síla	4,71	8,33	3,21	4,11
55 % Fmax	52,25	85,53	82,50	118,25
70 % Fmax	66,50	108,85	105,00	150,50

U probanda M1 byly naměřeny celkem 4 operace, jelikož nemáme pro všechny operace druhé probandy, tak nás zajímají tři a to OP 120, OP160 a OP170. U probanda M2 byly naměřeny celkem 3 operace, ale k našim účelům jsme vybrali pouze jednu a to OP110. Proband M3 naměřil celkem 5 operací, avšak pro naše účely porovnání dat postačí 4 a to OP110, OP120, OP 160 a OP170.

U probanda M1 byla OP160 měřena v časovém úseku 9:03:15 h až 9:28:53 h, tedy 25 minut a 38 sekund. OP170 byla měřena v čase 9:43:53-9:56:19 a čase 10:01:02 až 10:10:49 h, tedy 22 minut a 13 sekund. OP120 v časech 10:49:20 až 10:59:48 a 11:05:40 až 11:20:47 h, tedy 25 minut a 35 sekund. U probanda M2 byla OP110 měřena v čase 11:19:52 h - 11:52:58 h, tedy 33 minut a 6 sekund. Proband M3 byl hodnocen v OP110 ve 2 úsecích a to od 9:05:19 h - 9:22:19 h a od 9:32:32 h - 9:37:08 h. Celkem

tedy 21 minut a 36 sekund. V OP120 byly vybrány také dva časové úseky a to 9:37:28 h - 9:42:21 h a 9:48:35 h - 10:11:19 h celkem se hodnotilo 27 minut a 37 sekund záznamu. V OP160 se také vynechala pauza pracovníka a vznikly tak 2 úseky pro hodnocení a to od 10:46:54 h do 10:51:08 h a druhý byl od 10:53:58 h do 11:10:30 h, tedy celkem 20 minut a 46 sekund záznamů. Pro poslední OP170 byly vybrány 3 úseky k hodnocení v celkové délce 19 minut a 17 sekund a to 11:20:05 h - 11:23:35, druhý úsek byl od 11:24:36 h do 11:33:07 h a třetí od 11:37:59 do 11:45:15 hodin. Hodnoty v těchto časových úsecích jednotlivých operací jsme vyjmuli ze základní tabulky všech naměřených dat jednotlivých probandů a získali jsme tak potřebná data pro hodnocení průměrné svalové síly pro skupinu 55-70 % Fmax a pro skupinu sil větších jak 70 % Fmax jednotlivých operací.

Potřebná data jsou shrnuta v tabulce č. 25. Suma F jsou síly sečtené pro danou operaci, jejich průměr je v řádku průměrná F a z těchto hodnot byly vypočteny hodnoty % Fmax, které jsou v řádku pod nimi.

Tabulka č. 25: Vyhodnocená data probandů M1, M2 a M3

M1	OP 160				OP 170				OP 120				M2	OP 110			
	EM G1	EM G2	EM G3	EMG 4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	
suma F:	5940	1171 0	103 52	1171 7,5	4555	7967	6774	8910 ,5	7988	1578 5	1637 4,5	1418 0,5	2935 4,5	3159 5,5	1989 1	3395 7	
průmě rná F:	3,9	7,6	6,7	7,6	3,4	6,0	5,1	6,7	5,2	10,3	10,7	9,2	14,8	15,9	10,0	17,1	
% Fmax	3,0	6,5	4,5	4,6	2,6	5,1	3,4	4,1	4,0	8,7	7,1	5,6	17,3	12,8	10,8	11,8	
M3	OP 110				OP 120				OP 160				OP 160				
	EM G1	EM G2	EM G3	EMG 4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	EM G1	EM G2	EM G3	EM G4	
suma F:	1094	2103	687	9069	1329	1670	6607	8297	4750	1155 5	4475	7551 ,5	4042 ,5	5834 ,5	2837	5439 ,5	
průmě rná F:	8,4	16,2	5,3	7,0	8,0	10,1	4,0	5,0	3,8	9,3	3,6	6,1	3,5	5,0	2,4	4,7	
% Fmax	8,9	10,4	3,5	3,2	8,4	6,5	2,7	2,3	4,0	6,0	2,4	2,8	3,7	3,2	1,6	2,2	

Pro stanovení LSZ nás zajímají hodnoty z řádku označeném % Fmax. Tyto hodnoty nám určují průměrnou svalovou sílu v % Fmax a rozhodují o limitu pro počty pohybů rukou a předloktí za směnu. Jelikož máme data ze dvou končetin a jejich dvou svalových skupin (flexory a extenzory), vybírali jsme hodnotu s vyšším číslem (tedy větší zátěží) a podle této hodnoty jsme následně určili limit pro počet pohybů ruky a předloktí za směnu. K vyhodnocení posloužila tabulka na obrázku č. 27 (viz Příloha J, Obrázek č.27) daná legislativně, kterou se řídí laboratoř.

Pro jednotlivé operace jsme vytvořili i grafy měření jednotlivých svodů probandů. Přibližují podobu grafů, které jsou vygenerovány z celého měření. Na grafech je vždy zobrazena křivka svalové síly a žlutou linkou označená hranice 55 % Fmax a oranžovou linkou je označena hranice 70 % Fmax. Pro probanda M1 a OP160 jsou to grafy na obrázku č. 28 (viz příloha J: Obrázek č. 28). Pro operaci OP170 jsou to grafy na obrázku č. 29 (viz příloha J: obrázek č. 29) a pro OP120 jsou to grafy na obrázku č. 30 (viz příloha J: Obrázek č. 30). Křivka svalové síly operace OP110 u probanda M2 je na obrázku č. 31 (viz Příloha J: Obrázek č.31). Svalové síly jednotlivých operací probanda M3 jsou na obrázcích č. 32 (viz příloha J: Obrázek č. 32) pro operaci OP110, č. 33 (viz příloha J: Obrázek č. 33) pro operaci OP120, č.34 (viz příloha J: Obrázek č. 34) pro OP160 a pro OP170 na obrázku č. 35 (viz příloha J: Obrázek č. 35).

Pro hodnocení vynakládaných svalových sil ve skupině 55-70 % F max ve skupině >70 % Fmax jsme využili tabulku četností jednotlivých operací. Tabulka četností nám posloužila k vyhodnocení počtu vynakládaných svalových sil. Pro hodnocení LSZ jsou pro nás důležité hodnoty ve skupině 55-70 % Fmax a ve skupině > 70 % Fmax. Tabulka četností nám řekla kolikrát během měření byla hodnota námi vybraných % Fmax dosažena. Tato hodnota se následně dopočítala do průměrné směny jednoduchým výpočtem. Hodnota byla vydělena počtem minut měření operace a následně násobena minutami průměrné směny, v našem případě hodnotou 450 minut. Tabulky četností probanda M1 jsou k nalezení v příloze J obrázky č.36, 37 a 38 (viz Příloha J: Obrázek č. 36, Obrázek č. 37, a Obrázek č. 38). Tabulka četností probanda M2 je na obrázku č. 39 (viz Příloha J: Obrázek č. 39 ) a na obrázcích 40 až 43 (viz Příloha J: Obrázek č. 40, Obrázek č. 41, Obrázek č. 42 a Obrázek č. 43) jsou tabulky četností probanda M3.

Následně jsme porovnávali získané hodnoty s legislativními normami. Pro skupinu 55-70 % Fmax nesmí hodnota přesáhnout číslo 600. Během našeho měření tato hodnota přesažena nebyla ani u jednoho probanda. Pro skupinu > 70 % Fmax není legislativně doporučeno, aby byla pravidelnou součástí směny. Je těžké zhodnotit, které číslo by mohlo být už v definici pravidelná součást směny.

Posledními potřebnými hodnotami jsou hodnoty počtů pohybů na kus, které jsou znázorněny v tabulce č. 26, které pracovnice laboratoře nasčítala při měření LSZ.

Tabulka č. 26: Hodnoty počtu pohybů jednotlivých probandů na kus

Proband/operace	PHK	LHK
M1/OP120	72	59
M1/OP160	52	44
M1/OP170	23	15
M2/OP110	88	64
M3/OP110	92	77
M3/OP120	76	67
M3/OP160	42	32
M3/OP170	17	12

Pro přehlednost si laboratoř tvoří souhrnnou tabulku, která shrnuje výsledná data pro určení kategorie LSZ. Tabulku jsme také vytvořili a obsahuje základní data o měřeném pracovníkovi, pracovišti a měřené práci, možné vidět v tabulce č. 27. Další část tabulky (viz tabulka č. 28) obsahuje naměřené průměrné síly dané svalové skupiny. Podle vyššího čísla pravé nebo levé končetiny jsme určili Limit v oddílu Počet pohybů rukou a předloktí. PHK/LHK jednotka zahrnuje napočítané pohyby během měření na jeden kus měřené operace. Tuto hodnotu jsme následně násobili Normou směny, v tomto případě hodnotou 120. Následně jsme vypočtenou hodnotu porovnávali s hodnotou sloupce Limit. Pokud je hodnota PHK/LHK suma menší než Limit, je vše v pořádku a nejsou překračované hodnoty. Pokud je ta hodnota ale vyšší je jedním z faktorů ovlivňující doporučené zvýšení kategorie LSZ.

Poslední částí je Skupina hodnot z oblasti počtů vynakládaných svalových sil v oblasti 55-70 % Fmax a vyšší jak 70 % Fmax. Tyto hodnoty jsme získali, jak už bylo napsáno, z tabulky četností měření. Hodnoty jsou napočítané pro celou směnu.

Tabulka č.27: První část souhrnné tabulky se základními daty pracovníků a operace

Tabulka č. 1						
Pracoviště		M/Ž			Směna	
Název pozice	Číslo operace	Měřená osoba	Délka měření [min]	počet kusů během měření	Datum měření	Norma směna
předmontáž a zatažení ramene	110	M2	33	11	22.07.2022	120
předmontáž a zatažení ramene	110	M3	21,36	8	27.07.2021	120
Zatažení ramen	120	M1	25,5	9	27.07.2021	120
zatažení ramene	120	M3	27,37	9	27.07.2021	120
zatažení spojů	160	M1	25,5	7	27.07.2021	120
zatažení spojů	160	M3	20,77	9	27.07.2021	120
zatažení centrálního šroubu	170	M1	22,25	11	27.07.2021	120
zatažení centrálního šroubu	170	M3	19,25	9	27.07.2021	120

Tabulka č. 28: Druhá část souhrnné tabulky s % Fmax a počtem pohybů

Průměrná svalová síla (% Fmax)				Počet pohybů rukou a předloktí					
EPHK	FPHK	ELHK	FLHK	PHK jednotka	PHK suma	Limit	LHK jednotka	LHK suma	Limit
17	13	11	12	88	10560	12000	64	7680	16700
9	10	4	3	92	11040	19800	77	9240	27600
4	9	7	6	72	8640	21800	59	7080	27600
8	6	3	2	76	9120	24300	67	8040	27600
3	6	4	5	52	6240	27600	44	5280	27600
4	6	2	3	42	5040	27600	32	3840	27600
3	5	3	4	23	2760	27600	15	1800	27600
4	3	2	2	17	2040	27600	12	1440	27600

Tabulka č. 29: Třetí část souhrnné tabulky s počtem vynakládaných sil a kategorií LSZ

Počet vynakládaných svalových sil								Faktor LSZ
55-70 % Fmax				> 70 % Fmax				
EPHK	FPHK	ELHK	FLHK	EPHK	FPHK	ELHK	FLHK	Doporučená kategorie LSZ
150	299	0	353	14	95	0	136	2
62	125	0	0	42	146	0	0	2
0	88	0	0	0	18	18	0	2
81	16	0	0	33	0	0	0	2
0	35	35	0	0	70	18	0	2
0	22	0	0	0	0	0	0	2
41	41	0	0	0	0	0	0	2
23	0	0	0	0	0	0	0	2

V tabulce č. 29 je poslední sloupec s názvem faktor LSZ a doporučená kategorie LSZ. Vyhodnocovali jsme celkem 4 operace na 3 probandech. Výsledkem tohoto pilotního řešení jsou doporučené druhé kategorie LSZ pro všechny operace. Žádný proband nepřesáhl legislativou dané hodnoty pro zařazení do třetí kategorie.

## 6 Diskuze

Metodologický návod MZČR byl vydán za účelem sjednocení postupu při měření, posuzování a interpretaci výsledků z měření lokální svalové zátěže pomocí integrované elektromyografie a pro sjednocení a upravení postupů objektivizace pracovní expozice LSZ.

Pro hodnocení LSZ je důležitý náběh  $F_{max}$ , která je získávána ve třech postavení HK (viz Příloha G, Stanovení  $F_{max}$  a nastavení optimálního zesílení kanálů), která nejsou přesně definovaná. Například není definované postavení předloktí v prvním stoju při měření, zda je v neutrální pozici, nebo v supinaci a pronaci. Druhý stoj je definovaný také nepřesně, flexe v lokti a následně stisk podhmatem, znamená to tedy supinační postavení v předloktí a základní postavení v zápěstí? Třetí stoj definuje základní postavení HK. Následně je popsán styl úchopu a metoda stisku dynamometru, ale již není definován přesný úchop dynamometru, který je důležitý a může díky chybnému držení dynamometru vzniknout i chybný náběh dat. Mnoho detailů v metodice ještě chybí, jsou nejasné a nesjednotí laboratoře, jak bylo v úmyslu.

Dalším problémem je nesoulad měřených hodnot. Při získávání  $F_{max}$  pomocí dynamometru jsou síly definovány v newtonech nebo kilogramech a následně při získávání dat pomocí iEMG jsou získané hodnoty v milivoltech. Je tedy otázkou, jak spolu získaná data, mechanická a elektrofyzilogická odezva svalové činnosti, korelují.

Legislativou jsou dané limity, jak moc je může zátěž v určitých mezích překračovat. Pokud je překračována  $F_{max}$ , u dynamické složky práce, v rozmezí 55-70 %, tak je limitována na 600 pohybů, pokud je překročena nad 70 % tak dle legislativy nesmí být pohyb pravidelnou součástí směny. Tudiž musí laboratoře určovat sami subjektivně počet pohybů a řešení dané situace. U statické složky, která převládá déle než polovinu směny, se počet pohybů nehodnotí, průměrné síly se musí pohybovat pod 10 %  $F_{max}$  a svalová síla překračující 45 %  $F_{max}$  nesmí být pravidelnou součástí směny. Konečné hodnocení, zda je či není pohyb pravidelnou součástí směny, je vázáno na typ práce. Pokud se jedná o pracovníky na lince, kteří mají normu 400 či dokonce 800 ks za směnu, hodnotí se výsledky subjektivně jinak, než u montáže a výroby jednoho kusu (například letadla) za více dní.

Česká republika společně se Slovenskou hodnotí LSZ pomocí EMG Holteru. Kdežto ve světě se hodnotí subjektivně například pomocí ergonomických kontrolních seznamů,

checklistů a postupů zmíněných v kapitole 4, které jsou založeny na kinematické a goniometrické analýze. Například západní Evropa získává data z firem subjektivně pomocí EAWS.

Získaná data se v rámci Evropy porovnávají. Porovnávají se statisticky data, která spolu nekorelují, neboť jsou získávána různými technikami, tudíž nejsou objektivní, a přesto jsou vyhodnocována, porovnávána a EU se diví, že máme jiné kategorie práce na obdobných pracovních pozicích, než mají v jiných zemích. Ve světě je normální, že si podniky mohou určit, jakým způsobem budou zjišťovat lokální svalovou zátěž a mohou si určit jak finančně a časově náročné to bude. Dle naší zkušenosti se lze domnívat, že měření bez přílišné validity je horší než žádné měření. Celá metoda je velmi zatěžující a je spíše přítěží pro laboratoře než přínosem. Což souvisí s rozdílností měření LSZ v zahraničí, kde se tato metoda vůbec nevyužívá. Má tedy legislativa ČR a SR smysl?

Měření bylo provedeno pomocí integrované elektromyografie (iEMG) legislativně určeným strojem od firmy GETA EMG Holter, který byl vyvinut v 90. letech minulého století, je analogový a pokud je nám známo, tak od té doby neprošel modernizací či inovacemi a legislativa nepovoluje jiné EMG přístroje a moduly. Jednou z největších překážek je mohutnost přístroje iEMG Holter. Samotná krabička se umísťuje na pásek probanda, je těžká a objemná. Samozřejmě co omezuje probanda při měření je také fakt, že je celý zamotaný do kabelů, oblepený náplastmi, aby držely elektrody a zabalený do prubanu. Celé je to omezující, i když se kabely k elektrodám instalují volně, aby nebyl omezen pohyb měřeného pracovníka. Bylo by tedy dobré vybrat lepší a modernější EMG technologie, která se na trhu vyskytuje, a ne zastaralého iEMG Holteru s programy běžící na zastaralých počítačích.

Měření LSZ pomocí iEMG, které jsme si vyzkoušeli a následně zhodnotili na třech probandech celkem pro 4 operace, je velmi zdlouhavý proces šetření a hodnocení lokální svalové zátěže. Hodnocení LSZ není jen o časové náročnosti pro laboratoře, ale i o náročnosti výběru vhodných probandů k hodnocení LSZ pro danou pracovní činnost, následný zdlouhavý proces lepení a přípravy iEMG, správné naměření  $F_{max}$ , a po změření a nasčítání počtů pohybů rukou a předloktí to obnáší ještě zdlouhavé vyhodnocování v laboratoři a individuální postoj k jednotlivým hodnotám.

Tento proces narušuje ale i chod firem, které vynakládají vysoký tlak na rychlost práce pracovníků a neradi vidí jakékoliv zdržení na lince výroby. Bylo by lepší sledovat statistické hodnocení LSZ ve světě pomocí checklistů a postačilo by hodnocení práce



ve smyslu pozorování práce, jak je komplikovaná a na základě tohoto zhodnocení by se měla zvyšovat preventivní péče zaměstnanců než hodnotit, jak moc je práce riziková. Při posuzování LSZ je měření, posuzování a interpretace výsledků zdravotnickým výkonem, tudíž jsou kladeny požadavky na odbornost, personální, přístrojové a prostorové zabezpečení a zajištění ochrany osobních údajů měřených osob (tzv. GDPR) (LEHOCKÁ, 2022). Proto odborné měření, vyhodnocování a interpretace výsledků svalových sil a počtu pohybů v ČR provádí autorizované laboratoře fyziologie práce a SZÚ. Doposud ale nebylo prováděno měření jednotným způsobem ve všech laboratořích, neboť si legislativu stále lze vykládat různorodě a důležité detaily v měření LSZ nejsou sjednoceny. K měření LSZ ergonomická laboratoř využívá zmíněný EMG Holter od firmy Geta a následně i systém EAWS. Tento systém ale není schopen popsat repetitivu a v podnicích z důvodu časové tísně není využíván plnohodnotně a důkladně. Je tedy pravděpodobné, že pokud by se využil důsledně, LSZ by také vycházela obdobně jako vychází hodnoty za užití EMG Holteru.

Aspekty měření jsou statistické, antropometrické a fyzikální. V případě měření a hodnocení LSZ do statických aspektů řadíme statisticky nerelevantní vzorek, kterým je počet měřených pracovníků pro získání dat k hodnocení LSZ. Legislativa udává počet zaměstnanců k testování minimálně dva, kteří by měli mít dostatek pracovních zkušeností a stejnou lateralitu. Statisticky je nemyslitelné, aby soubor o dvou měřených lidech určoval pracovní zatížení a případně kategorii práce měřené pracovní činnosti. Výsledek je tedy zatížen velkou chybou a ani laboratoř nesouhlasí s průměrováním dvou lidí v rámci pracovní činnosti a aby se dle dvou pracovníků posuzovala kategorie práce a LSZ pro ostatní zaměstnance v oblasti počtů pohybů a Fmax. Třetí pracovník se měří jen v případě, že u měřených pracovníků vyjde kategorie LSZ rozdílná, u jednoho druhá a druhého třetí. Naměří se třetí pracovník a ten rozhodne o tom, jaká kategorie LSZ pro dané pracoviště bude zvolena. Na základě toho je ovlivněna celá skupina pracovníků, kteří vykonávají hodnocenou činnost. A pokud by stejnou pracovní činnost hodnotily nezávisle na sobě dvě laboratoře, může dojít k různým výstupům, neboť se výběr pracovníků bude lišit nejen pokud by měli základní měření probandů shodné, ale i pokud by museli volit třetí kontrolní vzorek, nezvolí nejspíše stejného pracovníka, a tudíž může být pro každou laboratoř pracovník v jiné kategorii, a to rozhodne o výsledné kategorii LSZ, která bude mezi laboratořemi rozdílná. Takže výsledek celého šetření je vlastně nejistý a nejasný. Mělo by se proměřovat více lidí a následně sjednotit získaná data.

K antropometrickým aspektům řadíme antropometrickou různorodost pracovníků, především v oblasti HKK a ruky, neboť není každý pracovník totožný. Pro práci jsou normované rozměry úchytů, madel, držadel, nástrojů a přístrojů na dané míry, ale každý zaměstnanec má jinak velkou ruku, má jinou tělesnou fyzickou zdatnost, jiné antropometrické rozměry a jiné mimopracovní koníčky. Při hodnocení svalové zátěže se snaží laboratoře vybírat obdobné pracovníky, aby byli přibližně stejně vysocí, měli stejnou laterální a především pohlaví. Přesto se na daném pracovišti vyskytují lidé, kteří jsou menší či slabší než vybraní pracovníci anebo naopak větší a silnější. Takže ve výsledku stejně nějaký pracovník bude přetěžovaný a další zase může být podceněný. S tím se pojí i fakt že se vůbec nezohledňuje pracovník jako takový, neřeší se jeho předchozí práce, nezohledňují se mimopracovní aktivity zaměstnance, zda je unavený nebo naopak odpočatý po dovolené. Co vlastně zaměstnance ovlivňuje mimo tu konkrétní měřenou pracovní činnost, má fyzicky náročné koníčky, staví barák a pracuje dál doma manuálně a tomu podobně?

Fyzikálním aspektem máme na mysli problém se sledovanými hodnotami v rámci stanovení lokální svalové zátěže, kdy se porovnávají dvě odlišné fyzikální hodnoty tedy síla stisku ruky  $F_{max}$  v newtonech a následně hodnoty akčního potenciálu neurosvalového aparátu v milivoltech. Nebylo by vhodnější využívat častěji neurologický EMG pro proměrování jednotlivých zaměstnanců než používání iEMG Holteru pro kategorizaci práce. Bylo by s výhodou jednou za kratší čas proměřit jednotlivě pracovníky pomocí neurologického EMG pro zjištění jejich fyzické zdatnosti, než měření kategorizací a LSZ zdlouhavým procesem na 2 pracovnících z celé skupiny zaměstnanců a všem udávat stejnou zátěž i přes rozdílnost pracující skupiny.

Výsledkem celého hodnocení LSZ jsou kategorie práce. Tyto kategorie jsou pouze tři, i když po zkušenostech a sledováním hodnocení v laboratoři by měly tyto kategorie být minimálně 4 a mělo by se ze statistického hlediska měřit více pracovníků.

## 7 Doporučení pro praxi

Na základě empirického šetření zkušeností a zkoumáním hodnocení LSZ jsme vytvořili soubor doporučení, který by mohl vést k vylepšení procesu hodnocení LSZ.

1. Doporučujeme zvýšení statistického vzorku pro měření a hodnocení LSZ na základě antropometrických aspektů pracující populace.
2. Modernizace přístrojů pro měření a hodnocení lokální svalové zátěže.
3. Využití neurologického EMG pro prevenci rizika jednotlivých zaměstnanců v kratších časových intervalech pro hlídání stavu fyzické zdatnosti pracovníků.
4. Pomocí sledování pracovních činností za pomoci checklistů hodnotit komplikovanost práce, zvyšovat preventivní péči zaměstnanců a pokusit se sjednotit přístup hodnocení LSZ v rámci evropské unie s cílem jejího zjednodušení.
5. Doporučujeme zabývat se dále reliabilitou a validitou iEMG metody, neboť se nám aktuální data nepodařilo dohledat a není nikterak vysoká.

## 8 Závěr

Cílem práce bylo analyzovat metodologické aspekty vyhodnocení lokální svalové zátěže v ergonomii práce. V rámci prvního dílčího úkolu jsme vytvořili přehled rizik kumulativního poškození pohybového aparátu pracovním zatížením v kapitole 2. Je zde shrnuta problematika poškození pohybového aparátu pracovním zatížením a pracovním prostředím, díky které vznikají nemoci z povolání a omezuje to pracovní populaci ve vykonávání pracovní činnosti. V rámci tématu práce jsme se zaměřili na problematiku v oblasti horních končetin a poškozování malých svalových skupin.

V rámci druhého dílčího úkolu jsme v kapitole tři popsali legislativu Evropské unie a České republiky v oblasti lokální svalové zátěže. Zjistili jsme shrnutím dostupné legislativy její nejednoznačnost. Především je to způsobeno velkým množstvím různorodé a chaoticky psané legislativy, která není upřesněna ani metodologickými pokyny, které by měly pomoci v orientaci a přesnosti v postupech hodnocení lokální svalové zátěže.

V rámci třetího dílčího úkolu jsme v kapitole 4 shrnuli dostupné techniky a diagnostické metody, které se zabývají hodnocením lokální svalové zátěže a hodnocením rizik kumulativního poškození pohybového aparátu. Technik a metod je velké množství, jsou mnohé, které jsou jednoduché a rychlé, samozřejmě jsou i složité a náročné ohledně výbavy a času. Ve světě se využívají moderní a ověřené technologie, avšak v ČR a SR se využívá jediná technologie iEMG, která se jinde nevyužívá.

Následně jsme v ergonomické laboratoři provedli pilotní šetření zaměřené na legislativou dané hodnocení lokální svalové zátěže pomocí iEMG. Pilotní šetření poukázalo na nedostatky v několika oblastech. Prvním nedostatkem je používaná technika iEMG, která je zastaralá, objemná, těžká a omezující pro měřeného pracovníka, a složitá na nastavení, nalepení a zhodnocení pro zaměstnance laboratoře. Druhým nedostatkem je objemnost a věrohodnost měřeného statistického souboru, který následně určuje kategorii práce. Problém je v počtu měřených pracovníků a v jejich antropometrických údajích, kteří mají rozhodnout o kategorii práce a jak je náročná pro celý kolektiv pracovníků vykonávající totožnou práci.

V rámci pátého dílčího úkolu jsme vytvořili soubor doporučení, který by měl pomoci s vylepšením stávajících přístupů hodnocení LSZ v ČR.

## Seznam použité literatury

- ANON. 2004. Statut vlády pro BOZP. BOZPinfo.cz. Výzkumný ústav bezpečnosti práce v.v.i. [online]. Praha: aktu. 2004-09-10, [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/statut-rady-vlady-pro-bozp>
- ANON. 2011. Delmia V5 Human. MILLER, Antonín. Digital factory [online]. Plzeň: ZČU, Katedra průmyslového inženýrství a managementu, 2011, [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/ergonomie/human>
- ANON. 2017. DataLogger vyhodnotí svalovou zátěž. ZNAČKÁRNA.CZ. Volty.cz [online]. [Praha], 2017-12-29,[2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.volty.cz/2017/12/29/datalogger-vyhodnoti-svalovou-zatez/>
- ANON. 2021. Vznikající rizika. EU-OSHA. Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci [online]. [cit. 2022-09-29]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/emerging-risks>
- ANON. 2022. Nemoci z povolání: Předcházení muskuloskeletálním poruchám souvisejícím s prací. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, V. V. I. Zsbozp: znalostní systém prevence rizik v BOZP [online]. Praha: [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/predchazeni-muskuloskeletalnim-porucham-souvisejicim-s-praci>
- ANON. 2023a. Ochrana zdraví: Identifikace a hodnocení zdravotních rizik při práci. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, V. V. I. Zsbozp: znalostní systém prevence rizik v BOZP [online]. Praha: [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/identifikace-a-hodnoceni-zdravotnich-rizik-pri-praci>
- ANON. 2023b. Fyziologické faktory: Fyzická zátěž. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, V. V. I. Zsbozp: znalostní systém prevence rizik v BOZP [online]. Praha: [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/fyzicka-zatez>
- ANON. 2023c. ErgoFellow 3.0. FBF Sistemas [online]. Brazílie: 2023, [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: <http://www.fbfistemas.com/ergonomics.html>
- BAUMRUK, Martin. 2010. EAWS-European Assembly Worksheet: Nová metoda pro vyhodnocení ergonomického rizika. Zveřejnil Docplayer.cz. Dostupné také z: <https://docplayer.cz/41828748-Eaws-european-assembly-worksheet-nova-metoda-pro-vyhodnoceni-ergonomickeho-rizika.html>
- ČESKO. 1995. Nařízení vlády č. 290 ze dne 15. listopadu 1995, kterým se stanová seznam nemocí z povolání. In: Sbírka zákonů České republiky. Částka 76, s.3968-3978. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=290/1995&typeLaw=vsechno&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=290/1995&typeLaw=vsechno&what=Cislo_zakona_smlouvy)
- ČESKO. 2000. Zákon č. 258 ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. Částka 74, s.3622-3662. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=258/2000&typeLaw=vsechno&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=258/2000&typeLaw=vsechno&what=Cislo_zakona_smlouvy)

zakonu/SearchResult.aspx?q=258/2000&typeLaw=zakon&what=Cislo\_zakona\_smlouvy

ČESKO. 2003. Vyhláška č. 432/2003 ze dne 4. prosince 2003, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 142, s.7210-7225. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=432/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=432/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2006a. Zákon č. 262 ze dne 21. dubna 2006 zákoník práce. In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 84, s.3146-3241. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=262/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=262/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2006b. Zákon č. 309 ze dne 23. května 2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 96, s.3789-3797. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=309/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=309/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2007. Nařízení vlády č. 361 ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 111, s.5086-5229. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2007&typeLaw=vsechno&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2007&typeLaw=vsechno&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2011. Nařízení vlády č. 114 ze dne 6. dubna 2011, kterým se mění nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 42, s.1090-1096. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=114/2011&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=114/2011&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2012. Vyhláška č. 104 ze dne 22. března 2012 o stanovení bližších požadavků na postup při posuzování a uznávání nemocí z povolání a okruh osob, kterým se předává lékařský posudek o nemoci z povolání, podmínky, za nichž nemoc nelze nadále uznat za nemoc z povolání, a náležitosti lékařského posudku (vyhláška o posuzování nemocí z povolání). In: Sbírnka zákonů České republiky. Částka 40, s.1754-1758. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=104/2012&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=104/2012&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. 2020. Nařízení vlády č. 41 ze dne 27. ledna 2020, kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů České republiky. Částka 19, s.378-408. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=41/2020&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=41/2020&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. 2022a. Metodický návod k zajištění jednotného postupu při autorizovaném měření, posuzování a interpretaci výsledků měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie pro účely kategorizace prací, v rámci státního zdravotního dozoru a pro potřeby zaměstnavatelů k vytipování rizikových typů prací a k nastavení podmínek v oblasti ochrany zdraví pracovníků. In: Věstník MZČR. Částka 6, s. 21-35. ISSN 1211-0868. Dostupné také z:<https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-6-2022/>

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. 2022b. Metodický návod k zajištění jednotného postupu při autorizovaném měření, posuzování a interpretaci výsledků měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie pro účely objektivizace pracovních podmínek při šetření onemocnění pro účely posuzování nemoci z povolání. In: Věstník MZČR. Částka 6, s. 36-50. ISSN 1211-0868. Dostupné také z:<https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-6-2022/>

ČSN EN 1005-1+A1. 2009. Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 1: Termíny a definice. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Dostupné z: <https://www.nfnorm.cz/normy/475/databaze-harmonizovanych-norem-477?scId=&ssId=&s=&rId=&sgId=&cdId=&mId=&asId=&notifiedBody=&query=%C4%8CSN+EN+1005>

ČSN EN 1005-4+A1. 2009. Bezpečnost strojních zařízení – Fyzická výkonnost člověka – Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Dostupné z: <https://sponzorpristup.agentura-cas.cz/zobrazit.aspx>

DOMBEKOVÁ, Barbora. 2018. Model pro hodnocení rizikového faktoru lokální svalová zátěž u vybraných prací. Zlín. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky. Dostupné také z: [https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/42641/dombekov%C3%A1\\_2018\\_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/42641/dombekov%C3%A1_2018_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

EERD, Dwayne Van et al. 2003. Classification systems for upper-limb musculoskeletal disorders in workers: a review of the literature. *Journal of clinical epidemiology* [online]. 56(10), 925-936 [cit. 2022-09-30]. DOI: 10.1016/s0895-4356(03)00122-7. Dostupné z: [https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356\(03\)00122-7/fulltext#relatedArticles](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(03)00122-7/fulltext#relatedArticles)

EUR-Lex. 2022. Konsolidovaný text: Směrnice Rady ze dne 12. června 1989 o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci (89/391/EHS). EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Luxembourg [cit. 2022-09-10]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1486107328178&uri=CELEX%3A01989L0391-20081211>

EU-OSHA. 2007. FACTS 71. Úvod do problematiky onemocnění pohybového aparátu souvisejících s prací. ISSN 1725-7018. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/sk/publications/factsheet-71-introduction-work-related-musculoskeletal-disorders>

EU-OSHA. 2021. Czech Republic. EU-OSHA. European Agency for Safety and Health at Work [online]. [cit. 2022-09-10]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/en/about-eu-osha/national-focal-points/czech-republic>

EU-OSHA. 2022. Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 2019): How European workplaces manage safety and health. ISSN 1831-9343

EVROPSKÝ PARLAMENT a RADA EVROPSKÉ UNIE. 2002. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/44/ES ze dne 25. června 2002 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (vibracemi) (šestnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS). In: Úřední věstník Evropské unie L177. Svazek 004, s. 235-241. ISSN 0378-6978. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0044&from=CS>

EVROPSKÝ PARLAMENT a RADA EVROPSKÉ UNIE. 2009. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES ze dne 16. září 2009 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci (druhá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) (kodifikované znění). In: Úřední věstník Evropské unie L260. Svazek 52, s. 5-19. ISSN 1725-5074. doi:10.3000/17255074.L\_2009.260.ces. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2009:260:FULL&from=RO>

GAĎOUREK, Petr a Tomáš LEBEDA. 2010. Ergonomická laboratoř: Tecnomatix Classic Jack. Ing. Petr Gaďourek, Ing. Tomáš Lebeda. DocPlayer [online]. 2010, [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/1717490-Ergonomicka-laborator-ing-petr-gadourek-ing-tomas-lebeda.html>

GETA CENTRUM S. R. O. 2013. EMG Holter: Část I. Uživatelský manuál. Praha.

GETA CENTRUM S. R. O. 2023. Prospekt přístroje EMG Holter: EMG Holter s programem EMG Analyzer. Praha. GETA Centrum s.r.o. Dostupné z: <https://getacentrum.cz/download/docs/emg-holter-prospekt.pdf>

HAVLÍK, Jan. 2010. Elektromyografie. HAVLÍK, Jan. [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: [https://cw.fel.cvut.cz/old/\\_media/courses/x31let/07-elektromyografie.pdf](https://cw.fel.cvut.cz/old/_media/courses/x31let/07-elektromyografie.pdf)

HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. 2007. Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: Metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce. Praha: Státní zdravotní ústav. Zveřejnila Česká ergonomická společnost. Dostupné také z: <https://www.ergonomicka.cz/e-materialy/>

HUISTEDE, Bionka M.A. et al. 2007. Multidisciplinary consensus on the terminology and classification of complaints of the arm, neck and/or shoulder. Occupational &



- Environmental Medicine [online]. 64(5), 313-319 [cit. 2022-02-10]. DOI: 10.1136/oem.2005.023861. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17043078/>
- ISO. 2000. ISO 11226 Ergonomics — Evaluation of static working postures. Geneva: International Organization for Standardization. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11226:ed-1:v1:en>
- ISO. 2007a. ISO 11228-3:2007 Ergonomics-Manual handling-Part 3: Handling of low loads at high frequency. Geneva:International Organization for Standardization. ISBN 978-9267112619. Dostupné také z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11228:-3:ed-1:v2:en>
- ISO. 2007b. Ergonomics — Manual handling — Part 2: Pushing and pulling. Geneva: International Organization for Standardization. ISBN 978-0-580-50583-6 Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11228:-2:ed-1:v1:en>
- ISO. 2021. Ergonomics — Manual handling — Part 1: Lifting, lowering and carrying. Geneva: International Organization for Standardization. ISBN 978-0-539-03951-1 Dostupné také z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11228:-1:ed-2:v1:en>
- JIRÁK, Zdeněk a Zuzana MATHAUSEROVÁ. 2013. Kurs 3 - Měření a hodnocení pracovní tepelné zátěže na pracovištích: 1.2.2 Měření energetického výdeje. Praha. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs3/122men\\_energetickho\\_vdeje.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs3/122men_energetickho_vdeje.html)
- KALICHOVÁ, M. et al. 2011. Základy biomechaniky tělesných cvičení. Brno: Masarykova univerzita. ISBN: 978-80-210-5551-3. Dostupné také z: [https://is.muni.cz/el/1451/jaro2017/bp2054/um/SKRIPTA\\_KALICHOVA\\_-\\_zrecenzovane.pdf](https://is.muni.cz/el/1451/jaro2017/bp2054/um/SKRIPTA_KALICHOVA_-_zrecenzovane.pdf)
- KOK, Jan de et al. 2019. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. Lucembursko: Úřad pro publikace Evropské unie, European Agency for Safety and Health at Work. Zveřejnila EU-OSHA. DOI: 10.2802/66947. ISBN:978-9479-145-0. Dostupné také z: <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe>
- LEHOCKÁ, Hana a Hana TOMÁŠKOVÁ. 2022. Maximální svalová síla stisku ruky dospělé populace České republiky. Pracovní lékařství [online]. 74 (1-2), 11-17 [cit 2023-03-23]. ISSN 1805-4536. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2022-1-2-2/maximalni-svalova-sila-stisku-ruky-dospele-populace-ceske-republiky-132389>
- LEHOCKÁ, Hana a Marie HOLUBOVÁ. 2020. Lokální svalová zátěž horních končetin – metodický návod k zajištění jednotného postupu při autorizovaném měření, posuzování a interpretaci výsledků měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie – návrh. Pracovní lékařství [online]. 72 (3-4), 51-62 [cit 2023-03-23]. ISSN 1805-4536. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2020-3-4-5/lokalni-svalova-zatez-hornich-koncetin-metodicky-navod-k-zajisteni-jednotneho-postupu-pri-autorizovanem-mereni-posuzovani-a-interpretaci-vysledku-mereni-lokalni-svalove-zateze-metodou-integrované-elektromyografie-navrh-126004>

MARŠÁLKOVÁ, Jana a P. MALENKA. 2021. Kazuistika – (ne)profesní syndrom karpálního tunelu. Pracovní lékařství [online]. 73 (3-4), 87-90 [cit 2023-03-27]. ISSN 1805-4536. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/pracovni-lekarstvi/2021-3-4-1/kazuistika-ne-profesni-syndrom-karpalniho-tunelu-129750>

McATAMNEY, Lynn a E. Nigel CORLETT. 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics [online]. 24(2), 91-99 [cit. 2023-03-27]. ISSN: 0003-6870. Dostupné z: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/000368709390080S?token=35D629D64E0E2CE43C37339F27B897F811C0E8E9CA8C4C9F57DB9EC835FC999E5D9D79EDCE6A2803D6AEE1BA5F9144EB&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230418194055>

MIDDLESWORTH, Mark. 2022a. A step by step guide: Rapid upper limb assessment (RULA). USA Indiana: Ergo-plus [cit 2023-03-26]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/wp-content/uploads/RULA-A-Step-by-Step-Guide1.pdf>

MIDDLESWORTH, Mark. 2022b. A step by step guide: Rapid entire body assessment (REBA). USA Indiana: Ergo-plus [cit 2023-03-26]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/>

PIPEK, Tomáš. 2016. Posouzení pracoviště montáže na základě ergonomické analýzy. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Dostupné také z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/25192?locale=en>

PROBENEFIT s.r.o. 2023. Hodnotenie fyzickej záťaže pri práci, meranie lokálnej svalovej záťaže. 30.7.2023 [2023-07-30]. In: ProBenefit s.r.o. Dostupné z: <http://www.probenefit.sk/hodnotenie-fyzickej-zataze-meranie-lokalnej-svalovej-zataze/>. [citováno 2023-07-30]

ROKYTA, Richard et al. 2000. Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. Praha: ISV. ISBN 80-85866-45-5.

ROQUELAURE, Yves. 2018. Musculoskeletal disorders and psychosocial factors at work. Brusel: European trade union institute aisbl, Report 142. ISBN: 978-2-87452-507-0. Dostupné z: [https://www.etui.org/sites/default/files/ez\\_import/EN-Report-142-MSD-Roquelaure-WEB.pdf](https://www.etui.org/sites/default/files/ez_import/EN-Report-142-MSD-Roquelaure-WEB.pdf)

RÖRICH, Martin a Anna CIDLINOVA. 2021a. Diagnostika a prevence přetížení pohybového aparátu a MSD pomocí digitálních technologií: Vznik a důsledky poruch pohybového aparátu: Přetěžování a poruchy pohybového aparátu [online přednáška]. Online seminář EU-OSHA a Českomoravská konfederace odborových svazů, 18.5.2021. Dostupné z: <https://vubp.cz/soubory/vyzkum/projekty/04-2020-VUBP/O-Prezentace-projektu-v-ramci-seminare-pro-pracovniky-CMKOS.pdf>

RÖRICH, Martin a Anna CIDLINOVA. 2021b. Diagnostika a prevence přetížení pohybového aparátu a MSD pomocí digitálních technologií: Pohybové zdraví jako základní předpoklad optimálního pracovního výkonu [online přednáška]. Online seminář EU-OSHA a Českomoravská konfederace odborových svazů, 18.5.2021. Dostupné z: <https://vubp.cz/soubory/vyzkum/projekty/04-2020-VUBP/O-Prezentace-projektu-v-ramci-seminare-pro-pracovniky-CMKOS.pdf>

SEKULOVÁ, Kateřina. 2013. Model identifikace rizika pomocí nemocí z povolání ve vztahu k pracovní činnosti. Zlín. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky. Dostupné také z: [http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/25755/sekulov%20a1\\_2013\\_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/25755/sekulov%20a1_2013_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SHAH, Zahid A. 2020. Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)[přednáška]. YouTube, Industrial Engineering and Manufacturing, 9.5.2020. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=jfEleDBpuhg&ab\\_channel=IndustrialEngineeringandManufacturing](https://www.youtube.com/watch?v=jfEleDBpuhg&ab_channel=IndustrialEngineeringandManufacturing)

SCHAUB, Karlheinz et al. 2012. The European Assembly Worksheet. Theoretical Issues in Ergonomics Science. 14(6), 616-639. ISSN 1464-536X. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1463922X.2012.678283>

STANTON, Neville et al. 2005. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods. USA, London: CRC Press LLC. ISBN 0-415-28700-6.

ŠAMÁNEK, Jaromír; Miroslava HORNYCHOVÁ a Zdeňka TRÁVNÍČKOVÁ. 2008. Hygienické limity v pracovním prostředí – Obecná informace. Online. 19.2.2008 [2008-02-19]. In: Státní zdravotní ústav. Dostupné z: <https://szu.cz/tema/pracovni-prostredi/hygienicke-limity-pro-pracovni-prostredi/hygienicke-limity-v-pracovnim-prostredi-obecna-informace/>. [citováno 2023-07-30]

TŮMOVÁ, Ivana et al. 2013. Pracovní prostředí ve výzkumných sklenících v letním období roku: Stanovení stupně náročnosti práce a mikroklimatických podmínek pracovního prostředí. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 28-1.2013. Zveřejnil tzbinfo.cz. Dostupné také z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitni-prostredi/9518-pracovni-prostredi-ve-vyzkumnych-sklenicich-v-letnim-obdobi-roku>

VALEČKOVÁ, Alena. 2008. Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik. Praha: Státní zdravotní ústav, 30.4.2008. Zveřejnil BOZP info.cz. Dostupné také z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickyh-rizik>

VÁCLAVÍKOVÁ, Jana. 2019. Možnosti stanovení lokální svalové zátěže horních končetin v kontextu ergonomie práce. Liberec. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta zdravotnických studií. Dostupné také z <https://dspace.tul.cz/handle/15240/152636>

## **Seznam příloh**

Příloha A: Rizika kumulativního poškození pohybového aparátu

Příloha B: Klasifikace MSD

Příloha C: Zásady prevence rizik a hodnoty vibrací při práci

Příloha D: Popis hodnocení působení vibrací na soustavu ruka-paže

Příloha E: Hodnocení poloh tělesných segmentů a prevence rizik

Příloha F: Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Příloha G: Vyhláška č.432/2003 Sb.

Příloha H: Metodologický návod MZČR

Příloha I: Obrázky softwaru ErgoFellow, RULA a REBA

Příloha J: Zpracování dat

## Příloha A: Rizika kumulativního poškození pohybového aparátu

Tab. 1: Souhrn nejčastěji postižovaných soustav, příznaků onemocnění a faktorů vzniku onemocnění

Postižené soustavy	Příznaky	Faktory vzniku	
svaly, klouby, šlachy vazy, nervy, kosti oběhový systém	bolesti, znečítlivění, brnění	užívání síly	nářadí a plochy způsobující lokální stlačování pohybových struktur
	nepříjemné pocity, otoky kloubů	práce v nepřírozených polohách	nářadí a plochy způsobující vibrace rukou a paží
	snížená hybnost, síla úchopu	pohyby s vysokou četností	pracovní prostředí (nevhodně konstruované nástroje/nevyhovující uspořádání pracovního místa)
	změna barvy pokožky rukou a prstů	dlouhodobá práce bez odpočinku/zotavení	individuální prostředí (*)
Oblast lokte, zápěstí a rukou		opakování stejného pohybu zápěstí	nepřírozené polohy zápěstí, velké svalové síly pro manipulaci s břemeny

\* fyzická schopnost pracovníka, praxe, odborný výcvik, nevhodný oděv či OOPP, organizační a psychosociální faktory

Tab. 3: Zmírnění rizikových faktorů

Zmírnění rizikových faktorů souvisejících s prací pomocí:	2014 EU	2019 EU	2019 ČR
poskytování zařízení pomáhající při zvedání/přemístování břemene	85 %	77 %	68 %
pravidelné přestávky pro pracující v nepohodlných/ statických polohách	66 %	60 %	51 %
střídání úkolů pro snížení opakujících se pohybů/fyzické námahy	53 %	48 %	58 %

Tab. 4: Nejčastější MSD poruchy

<b>Nejčastěji hlášené poruchy MSD</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
MSD poruchy způsobené prací	60 %	
přítomnost alespoň 1 a více MSD poruch	58 %	60 %
bolesti zad	43 %	46 %
bolest svalů v oblasti ramenou, krku a/nebo HKK	41 %	43 %
bolest svalů DKK	29 %	30 %
evropský průměr pracovníků s jednou a více MSD poruchou	60 %	58 %
průměr ČR s jednou a více MSD poruchou	63 %	53 %

Tab. 5: Pravděpodobnost hlášení MSD s rostoucím věkem

<b>Věkové rozdělení [let] pracovníků hlásících poruchy a bolesti v oblasti HKK, ramen a krku</b>	<b>Počet zaměstnanců [%] trpící MSD poruchou dané věkové skupiny</b>
55+	48 %
40-54	45 %
25-39	36 %
25 a méně	30 %

## Příloha B: Klasifikace MSD

Tab. 6: Periartikulární specifické MSD

Periartikulární onemocnění považované za MSD	Počet druhů:
tendinopatie	7
syndromy tunelu a komprese nervů	8
kostní poruchy (syndromy)	4
cévní syndromy	3
hygromy	3
léze menisku	1
celkem	26

Tab. 7: Specifické CANS poruchy v oblasti HKK

Oblast výskytu:	Projevy/poruchy/onemocnění v dané oblasti HKK:
rameno	nestabilita
	labrální léze glenoidu
	roztržení rotátorové manžety
	bursitida ramene
	syndrom rotátoru manžety
	subakromiální impingement syndrom (bolestivé přetěžování měkkých tkání)
	komprese supraskapulárního nervu
oblast lokte	bursitida lokte
	nestabilita lokte
	laterální a mediální epikondylitida
	tendinitida šlachy bicepsu
předloktí a zápěstí ruky	syndrom karpálního, kubitálního, Guyonova a radiálního tunelu
	DeQuervainova nemoc
	Dupuytrenova nemoc
	nespecifický syndrom vibrací ruky a paží
	veslařské zápěstí
	Raynaudův fenomén
	tendinitida zápěstí/předloktí konkrétní šlachy

	spouštěcí prst
nekonkrétní oblast	varovný syndrom Bechtěrevova nemoc
	syndrom komplexní regionální bolesti
	fibromyalgie
	lokální artritida kloubu HKK
	osteoartritida
	revmatoidní artritida
	syndrom hrudního vývodu

Tab. 8: Rizikové faktory vzniku MSD

Zařazení rizika	Rizikové faktory
pracovní rizika	vibrace od ručního náradí
	práce při nízkých teplotách
	špatně postavené pracoviště/pracovní prostor
	špatně konstruovaný nástroj
rizika související s držení těla	práce v únavných/ bolestivých polohách
	zvedání osob/těžkých břemen
	nošení těžkých břemen
	posun břemen tahem/tlačením/zvedáním
	dlouhodobý stoj/klečení/dřep
	chůze do schodů
	opakované pohyby rukou/paží
	práce s vizuálními zobrazovacími jednotkami

Tab. 9: Rozdělení pracovníků dle kombinací MSD s jinými zdravotními problémy

Rozdělení pracovníků	% dotázaných	Počet zdravotních problémů	% rozdělení poškozených struktur
bez zdravotních problémů	23 %	92 % se domnívá, že nejsou ohroženi prací	
málo zdravotních problémů	33 %	průměr 2 zdravotní problémy (1-5), většinou souvisí s MSD	45 % záda, 42 % HKK, 24 % DKK
MSD nebo jiné fyzické onemocnění	23 %	průměr 4,6 různých zdravotních problémů	58 % záda, 57 % HKK, 44 % DKK
MSD společně s únavou	21 %	2-7 různých zdravotních problémů a minimálně jedním je vždy MSD	92 % kombinace MSD s celkovou únavou



## Příloha C: Zásady prevence rizik a hodnoty vibrací při práci

Tab. 10: Obecné zásady prevence

Obecné zásady prevence	Způsoby dosažení:	
vyhýbání se rizikům		
vyhodnocování nevyhnutelných rizik		
odstraňování rizik u zdroje		
přizpůsobení práce jednotlivcům	především uspořádáním pracovního místa	
zmírnit negativní účinky na zdraví	zlehčit jednotvárné práce a práce určené rytmem pracovního stroje	vhodný výběr pracovního zařízení vhodné pracovní a výrobní metody
přizpůsobení technickému pokroku		
nahrazovat nebezpečné	méně nebezpečnými	
	plně bezpečnými	
zavedení komplexního systému prevence rizik	výrobní postup	
	organizace práce	
	pracovní podmínky	
	sociální vztahy	
	vliv pracovního prostředí	
upřednostnit prostředky kolektivní ochrany		
udílení vhodných pokynů zaměstnancům		

Tab.11: Limitní hodnoty vibrací při práci

Soustava	Expozice (normalizovaná na 8 h)	Limitní hodnoty
ruka-paže	denní-limitní	5 m/s <sup>2</sup>
	denní vyvolávající akci	2,5 m/s <sup>2</sup>
celé tělo	denní-limitní	1,15 m/s <sup>2</sup> nebo 21 m/s <sup>1,75</sup>
	denní vyvolávající akci	0,5 m/s <sup>2</sup> nebo 9,1 m/s <sup>1,75</sup>

## **Příloha D: Popis hodnocení působení vibrací na soustavu ruka-paže**

### *„A. VIBRACE PŮSOBÍCÍ NA SOUSTAVU RUKA-PAŽE*

#### *1. Hodnocení expozice*

*Hodnocení úrovně expozice vibracím působícím na soustavu ruka-paže je založeno na výpočtu denní hodnoty expozice normalizované na osmihodinovou referenční dobu A (8) vyjádřené druhou odmocninou součtu druhých mocnin efektivních hodnot (celková hodnota) frekvenčně zatížených akceleračních hodnot stanovených na ortogonálních osách  $a_{hwX}$ ,  $a_{hwY}$ ,  $a_{hwZ}$  definovaných v kapitolách 4 a 5 a v příloze A normy ISO 5349-1(2001).*

*Hodnocení úrovně expozice může být prováděno na základě odhadu založeného na informacích poskytnutých výrobcí o úrovni emise z použitého pracovního vybavení a na pozorování specifických pracovních postupů nebo měření.*

#### *2. Měření*

*Pokud se v souladu s čl. 4 odst. 1 používá měření:*

- a) může mezi používanými metodami být i odběr vzorků, které musí být reprezentativní pro expozici mechanických vibrací daného zaměstnance; použité metody a přístroje musí být přizpůsobeny zvláštním vlastnostem měřených mechanických vibrací, faktorům prostředí a vlastnostem měřicího přístroje, v souladu s normou ISO 5349-2(2001);*
- b) v případě zařízení, která je třeba držet oběma rukama, se měření musí provádět na každé ruce zvlášť. Expozice se určí odkazem na tu hodnotu, která je vyšší; podají se též informace o druhé ruce.*

#### *3. Interference*

*Ustanovení čl. 4 odst. 4 písm. d) se použijí zejména, pokud mechanické vibrace narušují správnou obsluhu ovládacích prvků nebo správné odečítání ukazatelů.*

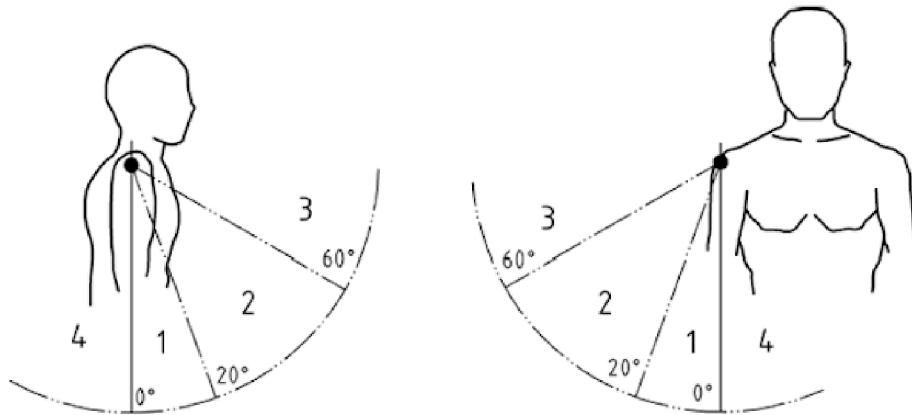
#### *4. Nepřímá rizika*

*Ustanovení čl. 4 odst. 4 písm. d) se použijí zejména, pokud mechanické vibrace poškozují stabilitu struktur nebo pevnost kloubů.*

#### *5. Osobní ochranné pomůcky*

*Osobní ochranné vybavení proti vibracím působícím na soustavu ruka-paže může být příspěvkem k programu opatření uvedenému v čl. 5 odst. 2“ (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002, str. 240).*

## Příloha E: Hodnocení poloh tělesných segmentů a prevence rizik



Obrázek 6 – Pásma polohy nadloktí

Pásmo 4 vymezuje polohu nadloktí vzhledem k trupu, tj. je-li loket za trupem ze strany vidět (levá část obrázku 6), nebo loket za trupem není vidět (pravá část obrázku 6). Pásma 1, 2, a 3 vymezují úhel mezi nadloktím a vertikálou, což je „skutečný“ úhel, tj. nezávislý na směru pohledu, jak je tomu u pásma 4.

Tabulka 3 – Hodnocení polohy nadloktí

Pásmo	Statická poloha	Pohyb	
		Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2/min)
1 <sup>a</sup>	Přijatelná	PŘIJATELNÝ	Přijatelný
2	Podmíněně přijatelná (krok 2a)	Přijatelný	Podmíněně přijatelný (krok 2c)
3	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (krok 2b)	Nepřijatelný
4	Nepřijatelná	Podmíněně přijatelný (krok 2b)	Nepřijatelný

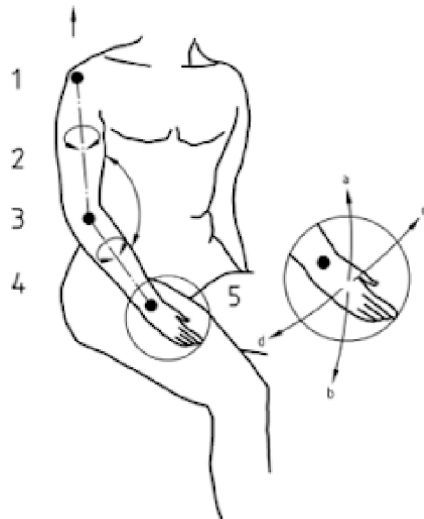
<sup>a</sup> Doporučuje se pracovní poloha s nadloktím směřujícím dolů, zvláště může-li být strojní zařízení používáno dlouhodobě stejnou osobou a vyžaduje-li statickou polohu bez odpovídající doby odpočinku nebo bez tělesné opory, nebo práci s vysokou četností pohybů.

Obr. č. 1: Hodnocení polohy nadloktí (ČSN EN 1005-4+A1, 2009)

Tabulka 6 – Hodnocení všech ostatních částí těla

Statická poloha, tj. nevhodné polohy, jako například vyhrbená záda (při sezení), natažené nohy v kolenou a/nebo zvednutá kolena bez záklonu (při sezení), ohnutí v kolenou (při stání), zvednutá ramena, nerovnoměrně rozložená hmotnost na dolní končetiny (při stání) a spojené polohy na hranici jejich pohybového rozsahu <sup>a</sup> (například viz obrázky 10 a 11).	Pohyb jako ohýbání v kolenou (při stání), zvedání ramen a pohyby v kloubech na hranici jejich pohybového rozsahu <sup>a</sup> (například viz obrázky 10 a 11)	
	Nízká četnost (< 2/min)	Vysoká četnost (≥ 2/min)
Nepřijatelná	Přijatelný	Nepřijatelný

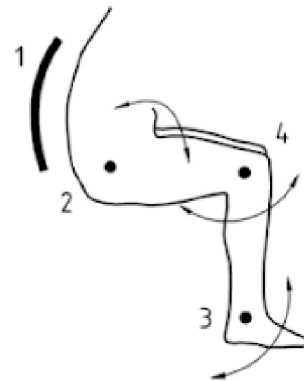
<sup>a</sup> Pro klouby se doporučuje nízká četnost pohybů příliš vzdálených od hranic jejich pohybového rozsahu. Viz A.4 v ISO 11226:2000 pro postup určování poloh kloubů na hranici jejich pohybového rozsahu.



**Legenda**

- 1 Rameno
- 2 Nadloktí
- 3 Loket
- 4 Předloktí
- 5 Zápěstí
- a Hřbet ruky v pohybu směrem k předloktí
- b Dlaň ruky v pohybu směrem k předloktí
- c Palec v pohybu směrem k předloktí
- d Malíček v pohybu směrem k předloktí

Obrázek 10 – Horní končetiny



**Legenda**

- 1 Bederní páteř
- 2 Kyčel (bok)
- 3 Kotník
- 4 Koleno

Obrázek 11 – Bederní páteř a dolní končetiny

Obr. č. 2: Hodnocení poloh ostatních částí těla (ČSN EN 1005-4+A1, 2009)

Tab. 12: Preventivní zásady

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

Tab. 13: Údaje pro odborné hodnocení práce

<b>Údaje o práci/pracovní činnosti:</b>
o charakteru práce
místo výkonu
doba výkonu práce
směnnost
informace o manipulovatelném materiálu
režim práce
přestávky na jídlo
oddech v průběhu práce
používané nářadí
pohlaví + rotace na pracovních pozicích
fotodokumentace pracovního prostředí

**Příloha F: NV 361/2007 Sb.**

**Průměrné hygienické limity pro směnové a minutové počty pohybů ruky a předloktí za průměrnou osmihodinovou směnu**

„Tabulka č. 6 (ČESKO, 2007, str. 5200-5201)

<b>% Fmax</b>	<b>Průměrný počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu</b>	<b>Průměrný minutový počet pohybů za průměrnou osmihodinovou směnu</b>
7	27600	58
8	24300	51
9	21800	44
10	19800	41
11	18100	37
12	16700	34
13	15500	32
14	14400	29
15	13500	29
16	12700	26
17	12000	25
18	11400	24
19	10900	23
20	10400	22
21	10000	21
22	9600	20
23	9300	19
24	9000	19
25	8700	18
26	8400	18
27	8100	17
28	7800	17
29	7500	16
30	7200	15
31	6900	15
32	6600	14
33	6300	14
34	6000	13

35	5800	12
36	5600	12
37	5400	11
38	5200	11
39	5000	10
40	4800	10
41	4600	10
42	4400	9
43	4200	9
44	4000	9
45	3800	8
46	3600	8
47	3400	7
48	3200	7
49	3000	7
50	2700	7
51	2400	7
52	2100	7
53	1800	7

Tab. 14: Celková fyzická zátěž

Přehled zjišťovaných a hodnocených hygienických limitů fyzické zátěže				
celková fyzická zátěž				
kategorie limitů	kategorie/směna	muži	ženy	směna <b>delší</b> než 8 h
hodnoty <u>energetického</u> výdeje (netto hodnoty)	směnové <u>průměrné</u>	6,8 MJ	4,5 MJ	za každou další hodinu činí navýšení max. 5 %  12 h = nesmí být průměrné hodnoty energetického výdeje vyšší o více jak 20 %
	směnové <u>přípustné</u>	8 MJ	5,4 MJ	
	minutové přípustné	34,5 [kJ.min <sup>-1</sup> ] 575 [W]	23,7 [kJ.min <sup>-1</sup> ] 395 [W]	
	průměrné roční	1600 MJ	1060 MJ	
přípustné hodnoty srdeční frekvence v průměrné směně	průměrná <sup>1)</sup>	102		
	nejvyšší přípustná <sup>2)</sup>	110		

	zvýšení nad výchozí hodnotu <sup>3)</sup>	28	
přípustné hygienické limity	limity nezvyšující se během průměrné směny bez ohledu na její délku		
průměrná směna	osmihodinová směna probíhající za obvyklých pracovních podmínek a doba výkonu jednotlivých pracovních operací při ní odpovídá skutečné míře zátěže		

- 1) „hodnota určená k posouzení nálezů při vyšetření skupiny osob, pokud není stanovena též výchozí hodnota srdeční frekvence“ (Česko, 2007, s. 5200).
- 2) „hodnota, která může být pro vyšetřovanou osobu ještě dlouhodobě únosná, pokud není překračována hodnota. zvýšení srdeční frekvence nad výchozí (klidovou) hodnotu“ (Česko, 2007, s. 5200)
- 3) „nejvyšší přípustná hodnota zvýšení srdeční frekvence nad výchozí hodnotu, která je u zdravých jedinců dlouhodobě únosná“ (Česko, 2007, s. 5200)

Tab 15: Lokální svalová zátěž

Přehled zjišťovaných a hodnocených hygienických limitů fyzické zátěže					
lokální svalová zátěž					
Hygienické limity lokální svalové zátěže:	Síla/složka	Přípustný hygienický limit:	Průměrný hygienický limit:	směna <b>delší</b> jak 8 h	
počet vynakládaných svalových sil v rozmezí 55-70 % Fmax	dynamická	-	600/8h	12 h = nesmí být průměrný celosměnový počet vynakládaných svalových sil v rozmezí 55 - 70 % Fmax navýšen o více jak 20 %	za každou další hodinu činí navýšení max. 5 %
svalová síla - pravidelnou součástí výkonu práce	dynamická	70 % Fmax	nestanovuje se		
	statická	45 % Fmax	nestanovuje se		
průměrný minutový počet pohybů drobných svalů ruky a prstů při průměrné směnové hodnotě	vynakládané svalové síly 3 % Fmax	110/min	-	12 h = nesmí být navýšeny o více jak 20 %	



	vynakládané svalové síly 6 % Fmax	90/min	-		
--	-----------------------------------	--------	---	--	--

Tab.16: Měření lokální svalové zátěže

Měřené kategorie:	Metody měření:	Způsob hodnocení
tahy a tlaky pák, rukojetí, ovladačů	mincíře, momentové klíče, dynamometry, váhy či tenzometry s nebo bez kontinuálního časového záznamu	měření absolutních hodnot vynakládané svalové síly, následuje přepočítání a porovnávání hodnot po odečtení tabulkové/naměřené hodnoty maximální svalové síly, která je korigována dle věku a pohlaví (% Fmax)
hmotnosti břemen, pracovních pomůcek		
držení nástrojů		
přesnější měření svalové síly	tenzometrická aparatura s časovým záznamem	
odezva funkce neurosvalového systému (elektrofyzilogické potenciály vyšetřovaných svalových skupin)	iEMG	

### Hodnocení lokální svalové zátěže

„1. Analýza pracovních podmínek zahrnuje zejména:

- a) popis práce se sledováním časových faktorů práce,
- b) režim práce a odpočinku v průběhu konání práce (zvláště u sezónních prací),
- c) rozbor režimu práce uvnitř pracovních operací, délku trvání úkonů, doby odpočinku,
- d) plnění výkonových norem, nárazové práce s velkou silovou zátěží,
- e) vyhodnocení podílu zátěže svalstva malých svalových skupin na celkové zátěži,
- f) vytipování nárazových prací s velkou silovou zátěží,
- g) zaujímání nefyziologických pracovních poloh,
- h) manipulační roviny a pohybový prostor, i) umístění ovládacích prvků stroje nebo technického zařízení, j) používané pracovní nástroje a nářadí,
- k) manipulovaný materiál.

2. Hodnocení lokální svalové zátěže musí vždy zahrnovat údaje, zda

- a) v průběhu doby výkonu práce nepřesahují svalové síly krátkodobé limitní hodnoty (v % maximální svalové síly, % Fmax),

*b) hodnota celosměnového časově váženého průměru vynakládaných svalových sil nepřesahuje limitní hodnoty,*

*c) celosměnová četnost pohybů v průměrné osmihodinové směně v závislosti na průměrné směnové časově vážené hodnotě vynakládaných svalových sil nepřekračuje dané limitní hodnoty.*

*Hodnocení lokální svalové zátěže musí vždy zahrnovat údaje zda*

*a) v průběhu pracovní doby nepřesahují svalové síly krátkodobé limitní hodnoty (v % maximální svalové síly, % F max),*

*b) hodnota celosměnového časově váženého průměru vynakládaných svalových sil nepřesahuje limitní hodnoty, c) četnost pohybů za minutu a za pracovní dobu v závislosti na velikosti vynakládaných svalových sil nepřekračuje dané limitní hodnoty“ (ČESKO, 2007, s. 5203).*

### **Postup hodnocení pracovní polohy a hodnoty hygienických limitů:**

*„(1) Hodnocení zdravotního rizika pracovní polohy se provádí na základě jejího zařazení mezi přijatelnou, podmíněně přijatelnou a nepřijatelnou pracovní polohu podle přílohy č. 5 k tomuto nařízení, části C, bodů 1 až 3.*

*(2) Při hodnocení pracovní polohy se používá dvoukrokový systém. První krok zahrnuje hodnocení poloh jednotlivých částí těla podle úhlů, druhý krok určuje podmínky práce, za kterých lze pracovní polohu označenou v prvním kroku za podmíněně přijatelnou zařadit mezi pracovní polohu přijatelnou nebo pracovní polohu nepřijatelnou mezi pracovní polohu podmíněně přijatelnou.*

*(3) Průměrný hygienický limit pro dobu práce v jednotlivých nepřijatelných pracovních polohách v průměrné osmihodinové směně je 30 minut. Doba trvání jednotlivých nepřijatelných pracovních poloh nesmí být delší než 1 až 8 minut v závislosti na typu pracovní polohy. Hodnocení doby trvání jednotlivých nepřijatelných pracovních poloh se provádí podle přílohy č. 5 k tomuto nařízení, části C, obrázků č. 1 až 4.*

*(4) Průměrný hygienický limit pro dobu práce v jednotlivých podmíněně přijatelných pracovních polohách v průměrné osmihodinové směně je 160 minut. Doba trvání jednotlivých podmíněně přijatelných pracovních poloh pak nesmí být delší než 1 až 8 minut v závislosti na typu pracovní polohy. Hodnocení doby trvání jednotlivých podmíněně přijatelných pracovních poloh se provádí podle přílohy č. 5 k tomuto nařízení, části C, obrázků č. 1 až 4.*

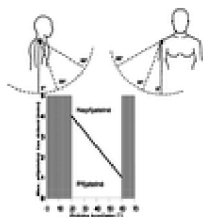
(5) Jde-li o práci ve směně delší než osmihodinové, odpovídá hodnota navýšení průměrného hygienického limitu v procentech skutečné době výkonu práce; u směny dvanáctihodinové nesmí být průměrný hygienický limit práce v podmíněně přijatelné a nepřijatelné pracovní poloze navýšen o více než 20 %. Procentuální navýšení průměrného hygienického limitu je posuzováno vždy v závislosti na konkrétní délce směny a činí 5 % za každou hodinu nad osmihodinovou směnu“ (Česko, 2007, str. 5096).

## Hodnocení pracovních poloh

„3. Při hodnocení horních končetin se vychází ze dvou bodů na horní končetině, tj. vnější části klíční kosti a loketního kloubu. Vzpažení horní končetiny je definována jako úhel, který svírá končetina v pracovní poloze vzhledem k neutrální poloze paže. Neutrální poloha je poloha končetiny volně visící podél těla“ (Česko, 2007, str.5204)

„Obrázek č. 3

HORNÍ KONČETINY



<b>KROK 1:</b>	
<b>NEPŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Nevhodná poloha paže (zpětné ohnutí paže, krajní zevní rotace paže, zvednuté rameno). Vzpažení paže větší než 60°. Extrémní polohy kloubů horních končetin, jejichž rozsah se blíží maximálnímu rozpětí.
<b>Dynamická poloha</b>	Vzpažení paže větší než 60° při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Zapažení při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min. Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.

<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Vzpažení paže 40 až 60°, jestliže paže není podepřena (KROK 2 A).
<b>Dynamická poloha</b>	Vzpažení paže 40 až 60° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min (KROK 2 2A). Zapažení při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B). a Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů menší než 2/min.
<b>KROK 2:</b>	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení. B) Nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

“ (Česko, 2007, str.5206)

Tab. 17: Hygienické limity ruční manipulace s břemeny a tlačné a tažné síly

Kategorie	Hygienický limit	Pracovní činnost	Muži	Ženy	Směna delší jak 8 hodin
ručně manipulované břemeno	přípustný	občasné zvedání a přenášení	50 kg	20 kg	hodnota odpovídá navýšení průměrného hygienického limitu v procentech skutečné době výkonu práce; 12h směna = nesmí být průměrný limit navýšen více než o 20 %, navýšení činí 5 % za každou hodinu nad 8hodinovou směnu
		časté zvedání a přenášení	30 kg	15 kg	
		vsedě	5 kg	3 kg	
celosměnová kumulativní hmotnost ručně manipulovatelného břemene v průměrné 8hodinové směně	průměrný		10 000 kg	6500 kg	
síly při manipulaci s břemenem s pomocí jednoduchého bezmotorového prostředku	přípustný	tažné	310 N	250 N	
		tlačné	280 N	220 N	

- 1) „Občasným zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene nepřesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Častým zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene přesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Uvedená celková doba přenášení a zvedání

břemene v průměrné osmihodinové směně je průměrným hygienickým limitem“ (Česko, 2007, str. 5097).

Tab.18: Příпустné síly pro ovladače

Typ ovladače	Polohy a frekvence ovládání	Způsob ovládání, minimální a maximální síly (N)		
tlačítko		jedním prstem	min.	2,5
			max.	8
		Dlaní	min.	2,5
			max.	50
přepínač páčkový	dvoupolohový min. 30° na strany od svislé osy,	Prsty	min.	2,5
	třípolohový: min 30° na strany od svislé osy a kolmo k základně		max.	10
přepínač otočný	při zrakové kontrole nejvyšší počet	Prsty	min.	2,5
	poloh 24, nejmenší úhel mezi polohami 15° při hmatové kontrole: nejvyšší počet poloh 8, nejmenší úhel mezi polohami 45°		max.	15
točítko	průměr do 2,5 cm	Prsty	min.	2,5
			max.	4
	průměr větší než 2,5 cm	Prsty	min.	2,5
			max.	15

kolo ruční	vnější průměr věnce se volí podle rychlosti otáčení, při větší rychlosti menší průměr	jednou rukou	min.	10
			max.	100
		oběma rukama	min.	10
			max.	200
volant	a) technická zařízení pracovně nepojíždějící	oběma rukama	max.	115
	b) technická zařízení pracovně pojíždějící	jednou nebo oběma rukama	max.	80
	c) všechna technická zařízení bez posilovače řízení	oběma rukama	max.	350
volant: zemědělská a lesnická zařízení	a) technická zařízení pracovně nepojíždějící	oběma rukama	max.	120
	b) technická zařízení pracovně pojíždějící	jednou nebo oběma rukama	max.	120
	c) všechna zařízení bez posilovače řízení	oběma rukama	max.	490
páka ruční	často:	horní končetinou pohyb páky:		
		vpřed a vzad	min.	10
			max.	60
		do stran	min.	10
			max.	40
		zřídka:	vpřed a vzad	min.
	max.			120
	do stran		min.	10
			max.	80
	nahoru a dolů:	min.	10	
max.		300		
(nouzová a parkovací brzda) u zemědělských a lesních strojů:			max.	250

		nouzová a parkovací brzda		
			max.	295
pedál	trvale:	pohybem celé nohy	min.	10
			max.	90
	často:	pedál provozní nouzové brzdy	min.	40
			max.	400
		pedál ovládaný pohybem nohy v kotníku	min.	20
			max.	60
pedál akcelérátoru; pedál spojky; pedál provozní; nouzové brzdy; ostatní pedály	často:	zemědělské a lesnické stroje:	max.	245
			max.	60
			max.	580
			max.	150

„ Vysvětlivky:

*Trvale používané ovladače jsou takové, které jsou používány více než 40x za osmihodinovou směnu.*

*Často používané ovladače – takové, které jsou používány 20 až 40x za osmihodinovou směnu.*

*Zřídka používané ovladače – takové, které jsou používané méně než 20x za osmihodinovou směnu“ (ČESKO, 2007, s. 5227).*

## Příloha G: Vyhláška č.432/2003 Sb.

### Přesná definice jednotlivých kategorií práce:

„a) kategorie první považují práce, při nichž podle současného poznání není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví,

b) kategorie druhé považují práce, při nichž podle současné úrovně poznání lze očekávat jejich nepříznivý vliv na zdraví jen výjimečně, zejména u vnímavých jedinců, tedy práce, při nichž nejsou překračovány hygienické limity faktorů stanovené jinými právními předpisy<sup>2)</sup> (dále jen "hygienické limity"), a práce naplňující další kritéria pro jejich zařazení do kategorie druhé podle přílohy č. 1,

c) kategorie třetí považují práce, při nichž jsou překračovány hygienické limity, a práce naplňující další kritéria pro zařazení práce do kategorie třetí podle přílohy č. 1, přičemž expozice fyzických osob, které práce vykonávají (dále jen "osob"), není spolehlivě snížena technickými opatřeními pod úroveň těchto limitů, a pro zajištění ochrany zdraví osob je proto nezbytné využívat osobní ochranné pracovní prostředky, organizační a jiná ochranná opatření, a dále práce, při nichž se vyskytují opakovaně nemoci z povolání nebo statisticky významně častěji nemoci, jež lze pokládat podle současné úrovně poznání za nemoci související s prací,

d) kategorie čtvrté považují práce, při nichž je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření“ (ANON, 2003, str. 7210-7211)

Tab.19: Kritéria kategorizace prací: Fyzická zátěž

Druh práce:	Fyzická zátěž	II. kategorie		III. kategorie:
		muži	ženy	zařazení při překročení kritériálních hodnot pro zařazení do II. kat:
převážně dynamická práce – velké svalové skupiny	celosměnový energetický výdej	4,5-6,8 MJ	3,4-4,5 MJ	ne
	minutový přípustný en. výdej	400-575 W; 24,1-34,5 kJ*min	240-395 W; 14,5-23,7 kJ*min	ne
	směnová průměrná srdeční frekvence	92-102 tep*min <sup>-1</sup>		ano



	minutová srdeční frekvence	nepřekročí ani krátkodobě 150 tepů*min <sup>-1</sup>	ano	
	roční energetický výdej (REV)	větší jak 2/3 přípustné hodnoty, nepřekročí hodnotu stanovenou předpisem	ano	
	nerovnoměrná zátěž v průběhu roku (sezónní práce): zátěž během průběhu průměrné směny nepřekročí MINUTOVÝ přípustný energetický výdej	34,5 kJ*min	23,7 kJ*min	ano
malé svalové skupiny s převahou dynamické složky:	průměrná celosměnová vynakládaná síla	15-30 % Fmax	překročení 30 % Fmax	
	krátkodobé užití síly 55-70 % Fmax za průměrnou směnu	max 600x za průměrnou směnu	více jak 600x za průměrnou směnu	
	občasné úkony s využitím více jak 70 % Fmax	nejsou pravidelnou součástí pracovní činnosti	jsou pravidelnou součástí pracovní činnosti	
	max. počty pohybů v závislosti na vynakládaných svalových silách	větší jak 2/3 přípustné hodnoty, nepřekročí nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou předpisem	ano	
malé svalové skupiny ruky a prstů	počty pohybů při uplatnění 3-6 % Fmax	90-110 za min	ano	
	celkový počet pohybů při 3 % Fmax	40 000 za průměrnou směnu	ano	
	celkový počet pohybů při 6 % Fmax	32 000 za průměrnou směnu	ano	
malé svalové skupiny s převahou	průměrná celosměnová vynakládaná síla	6-10 % Fmax	překračuje 10 % Fmax	

statické složky:	vynakládané síly větší jak 45 % Fmax při občasných úkonech	nejsou pravidelnou součástí pracovní činnosti		jsou pravidelnou součástí pracovní činnosti
ruční manipulace s břemeny	hmotnost ručně přenášených břemen při občasně manipulaci	30-50 kg	15-20 kg	ano
	hmotnost ručně přenášených břemen při časté manipulaci	15-30 kg	5-15 kg	ano
	kumulativní hmotnost břemen za průměrnou směnu	vyšší jak 7000 kg ale nepřekračuje 10 000 kg	vyšší než 4500 kg ale nepřekračuje 6500 kg	ano

Tab. 20: Kritéria kategorizace prací: Pracovní poloha

Pracovní poloha	II. kat	
	stoj, sed a jejich střídání	podmíněně přijatelné
doba práce za průměrnou směnu	více jak 100 min, max 160 min	více jak 20 min, max 30 min
doba trvání jednotlivé polohy	nepřekračuje hygienický limit	-

## **Příloha H: Metodologický návod MZČR**

### **Postupy měření lokální svalové zátěže v rámci řízené a neřízené rotace práce**

*„Je-li na pracovišti zavedena řízená rotace pracovníků, je třeba proměřit práci na všech pracovních pozicích, na kterých hodnocený pracovník v průměrné pracovní směně pracuje a provést vyhodnocení výsledků měření pomocí směnového časově váženého průměru %  $F_{max}$  v průměrné pracovní směně. Probíhá-li rotace na pracovišti neřízeně, je třeba práci vykonávanou na jednotlivých pracovních pozicích posuzovat zvlášť a provést vyhodnocení průměrné směny pro každou pracovní pozici, jako by práce na každé pozici byla prováděna směnově. Kategorizována je každá posuzovaná pracovní činnost samostatně. Za řízenou rotaci se považuje rotace s maximálně jednodenním intervalem. Hodnoceným obdobím pro výpočet je jeden měsíc. V případech, že je prováděno měření ve směně, která se neliší od průměrné směny, není třeba po potvrzení této skutečnosti objednavatelem, provádět časové vážení výsledků měření na průměrnou pracovní směnu, ale je možné vycházet z výsledků měření zjištěných v měřené směně“ (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a, str. 24-25).*

### **Stanovení $F_{max}$ a nastavení optimálního zesílení kanálů**

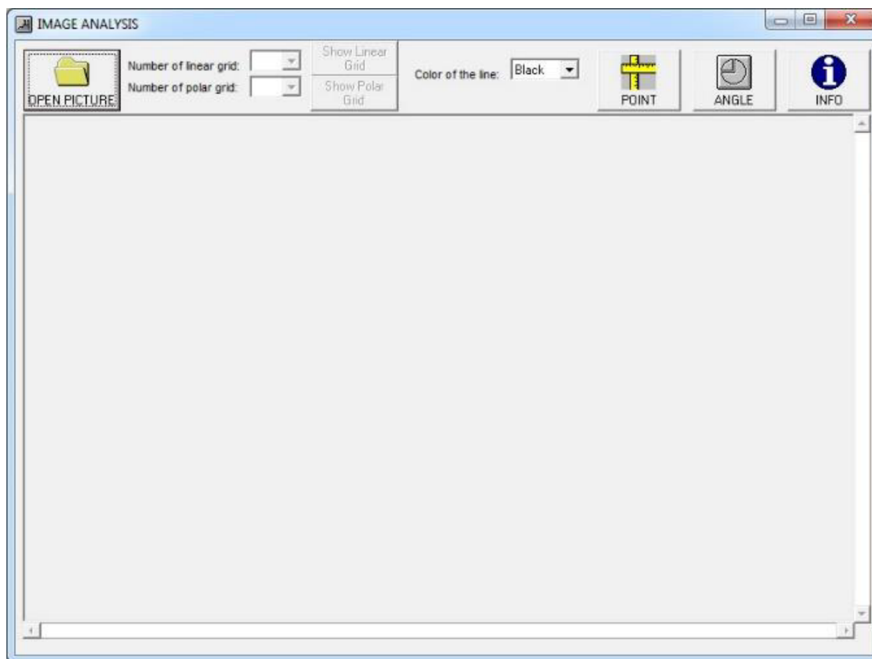
*„Po spuštění přístroje je třeba stanovit stiskem ruky maximální volní svalovou sílu ( $F_{max}$ ) svalových skupin flexorů a extenzorů rukou a předloktí. Hodnota %  $F_{max}$  se snímá v definovaných polohách (tj. 1. stoj, neutrální poloha v rameni, flexe v lokti 90° a neutrální poloha v oblasti zápěstí, 2. stoj, neutrální poloha v rameni, flexe v lokti 90° a stisk podhmatem, 3. stoj, neutrální poloha v rameni, v lokti a v zápěstí). Při provádění snímání maximální svalové síly je palec ruky v opozici, při stisku ruky pracovník postupně stlačuje dynamometr všemi prsty se zapojením i palce. Každý tento úkon se opakuje 2x v minutových intervalech, délka stisku je cca 2 s. /Snímání maximální svalové síly je vždy prováděno pomocí dynamometrů, které umožňují odečíst vynaložené hodnoty  $F_{max}$  ve fyzikálních jednotkách newton [N]. Viz obr. 3 a jejich následné porovnání se silami uváděných v tabulkách maximálních svalových sil/. Při zobrazených křivkách v programu na počítači nejprve provedeme nastavení citlivosti přístroje. Zesílení snímání pro měření se volí dle polohy křivky v okamžiku stisku dynamometru. Cílem je, aby hodnoty  $F_{max}$  byly v cca 1/3 až 2/3 rozsahu měřených hodnot. Zesílení kanálů pro hodnotu  $F_{max}$  musí být stejné jako pro záznam měřené práce. Zesílení*

*kanálů se nesmí v průběhu měření měnit. Hodnotou  $F_{max}$  může být stanovena i naměřená hodnota ze záznamu práce dle charakteru práce (z důvodu nespolupráce osob při stanovení hodnoty  $F_{max}$ , opakovaný výskyt vyšších hodnot  $\% F_{max}$  ze záznamu při náročných úkonech)“ (Česko, Ministerstvo zdravotnictví, 2022a, str. 27).*

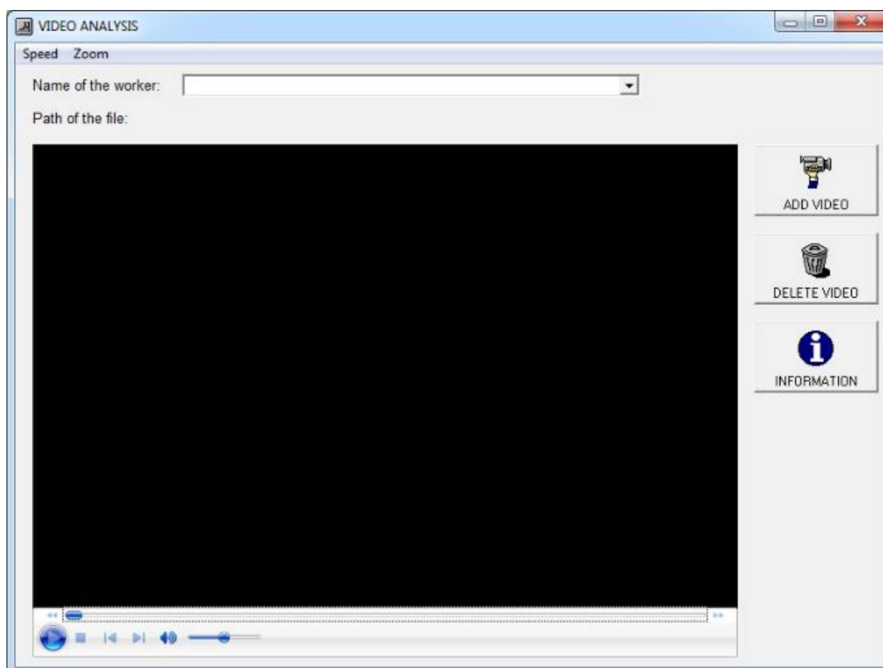
### **Seznam nejdůležitějších informací o měřené pracovní činnosti**

- název hodnoceného pracoviště/haly/sekce/oddělení
- název pracovního místa
- pracovní zařazení pracovníků při hodnocené práci
- směnnost
- pracovní doba/doba výkonu práce
- režim práce a odpočinku
- údaje o rotaci a organizaci práce
  - úkolová/spontánní/vynucené tempo
- časové rozložení vykonávaných činností v kontextu lokální svalové zátěže v průměrné směně spolu s přípravou a úklidem pracoviště
- časové informace o průměrné pracovní směně
- popis a postup pracovních činností
- hmotnosti břemen při ruční manipulaci
- norma jednotlivých pracovních činností
- informace o užívaných strojích, nástrojích a zařízeních
- případně informace o dalších faktorech pracovního prostředí

## Příloha I: Obrázky softwaru ErgoFellow, RULA a REBA

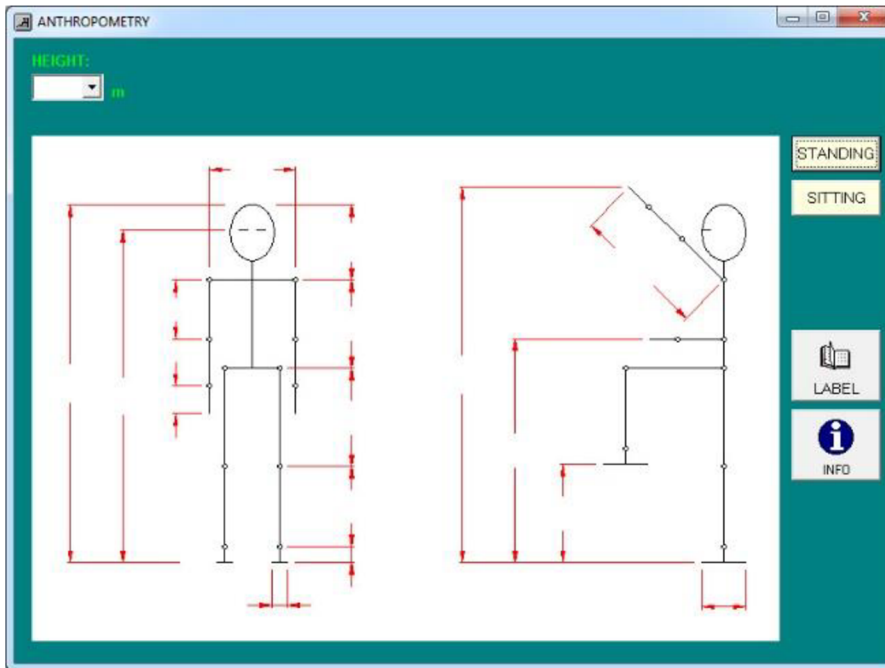


Obrázek č. 4: ErgoFellow – Analýza obrazu



Obrázek č. 5: ErgoFellow – Analýza videa

Obrázek č. 6: ErgoFellow – Antropometrie



Obrázek č. 7: ErgoFellow – dotazník o diskomfortu zaměstnance

Region:	Part of the body:	Frequency:	Side:		Evolution (hour):		
			Left	Right	1st	4th	8th
d - b	Eyes		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
C	Head		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
0	Neck		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
1	Trapeze		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5	Thorax		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
7 - 8	Lumbar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
2 - 3	Shoulder		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4 - 6	Upper arm		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
10 - 11	Elbow		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
12 - 13	Forearm		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
14 - 15	Wrist		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
16 - 17	Hands / fingers		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
9	Buttocks		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
18 - 19	Thigh		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
20 - 21	Knee		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
22 - 23	Lower leg		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
24 - 25	Ankle		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
26 - 27	Foot / toes		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

In the part of the body where the worker does not feel discomfort, leave frequency field blank.

MOORE AND GARG (The Strain Index)

**A - Intensity of Exertion**

Light     Somewhat Hard     Hard     Very Hard     Near Maximal

**B - Duration of Exertion**

< 10% of cycle     10 to 29% of cycle     30 to 49% of cycle     50 to 79% of cycle     >= 80% of cycle

**C - Efforts Per Minute**

< 4     4 to 8     9 to 14     15 to 19     >= 20

**D - Hand/Wrist Posture**

Very Good     Good     Fair     Bad     Very Bad

**E - Speed of Work**

Very Slow     Slow     Fair     Fast     Very Fast

**F - Duration of Task**

<= 1 hour per day     1 to 2 hours per day     2 to 4 hours per day     4 to 8 hours per day     >= 8 hours per day

SAVE

DATABASE

CONTROL

INFORMATION

A    B    C    D    E    F    SI

x  x  x  x  x  =

Obrázek č. 8: ErgoFellow – vyšetření síly

LEHMANN

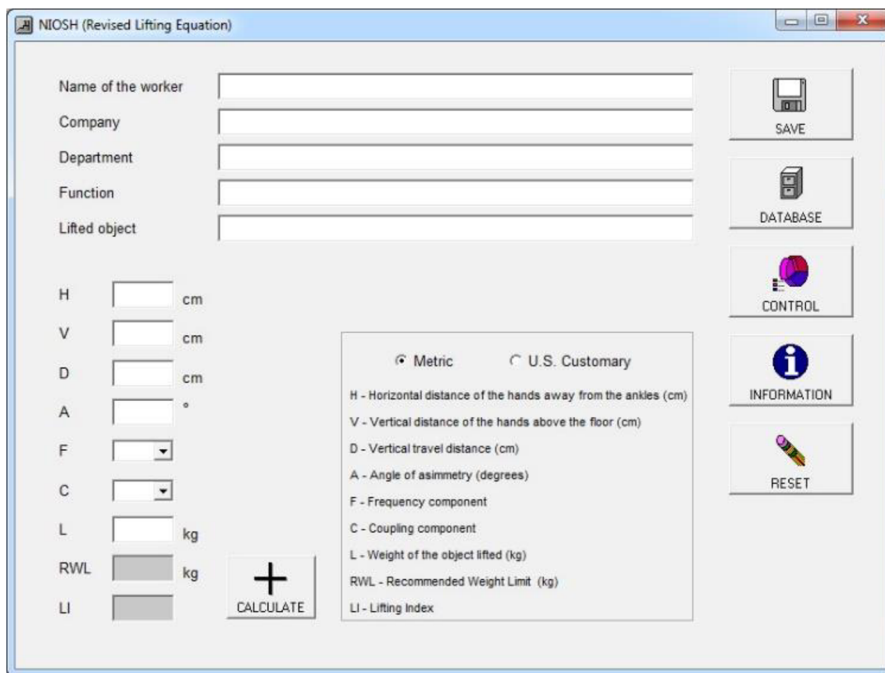
POSITION OF THE BODY:    DESCRIPTION OF WORK:    DURATION:

        h  min

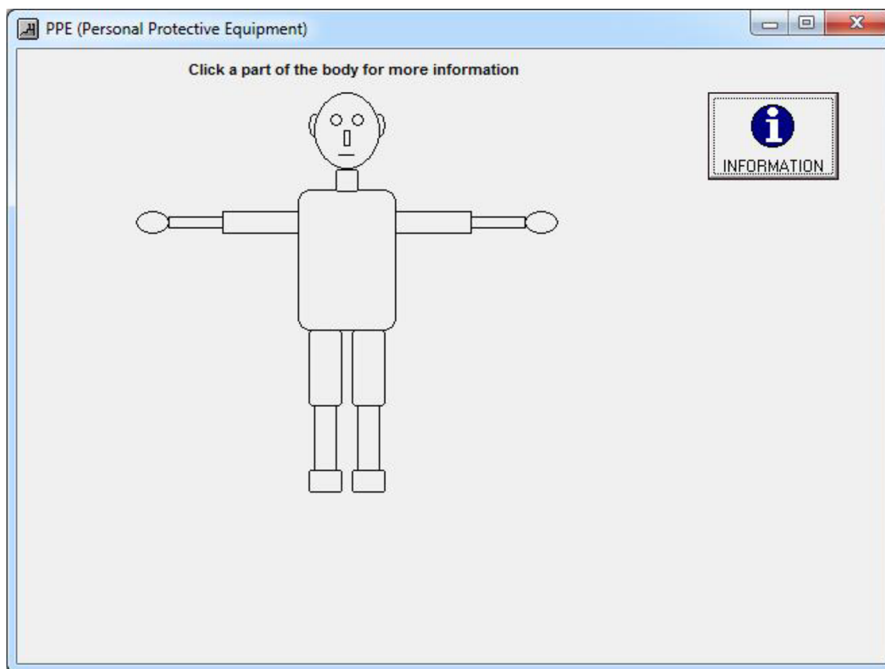
METABOLISM

INFORMATION

Obrázek č. 9: ErgoFellow – hodnocení pomocí Lehmann

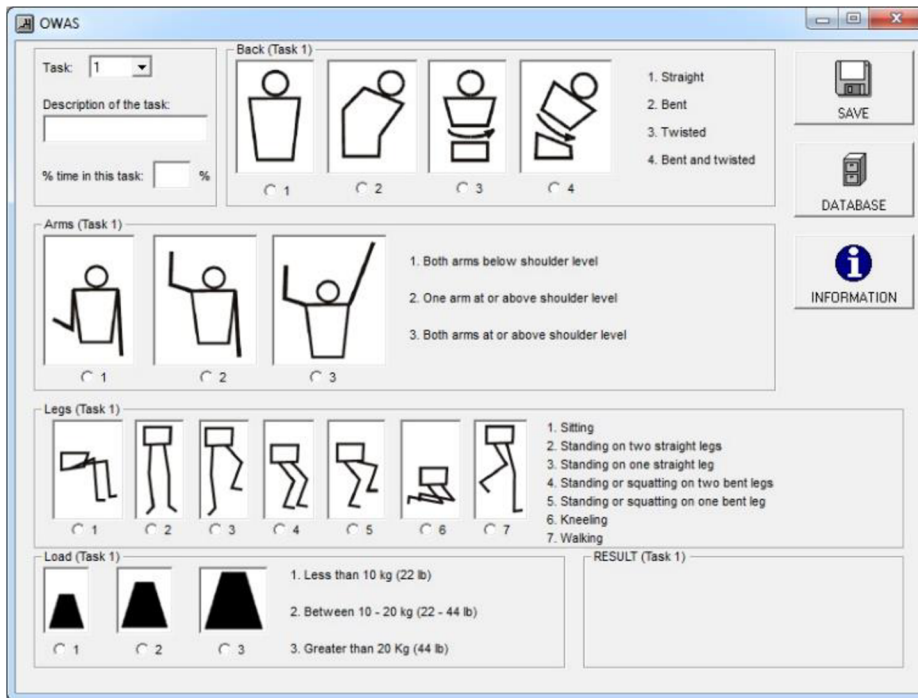


**Obrázek č. 10: ErgoFellow -NIOSH**

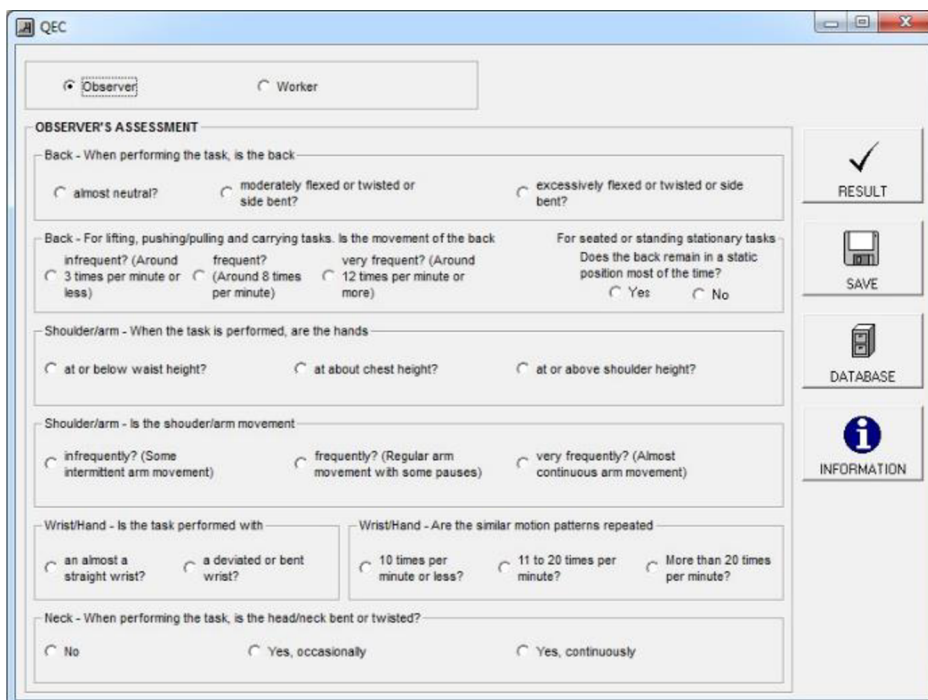


**Obrázek č. 11: ErgoFellow – OOP (PPE)**

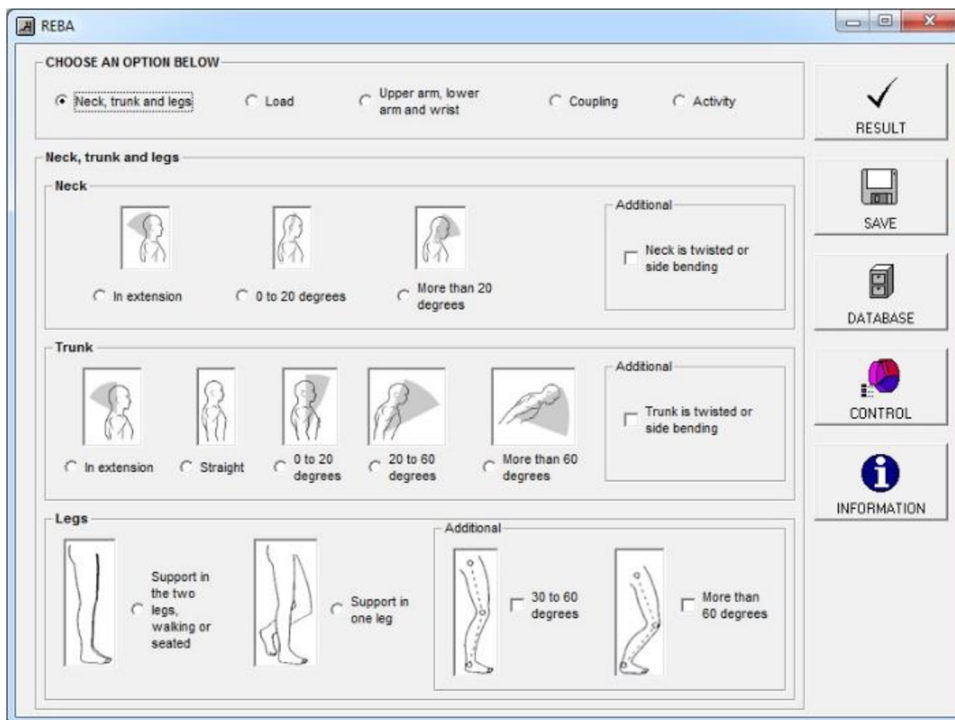




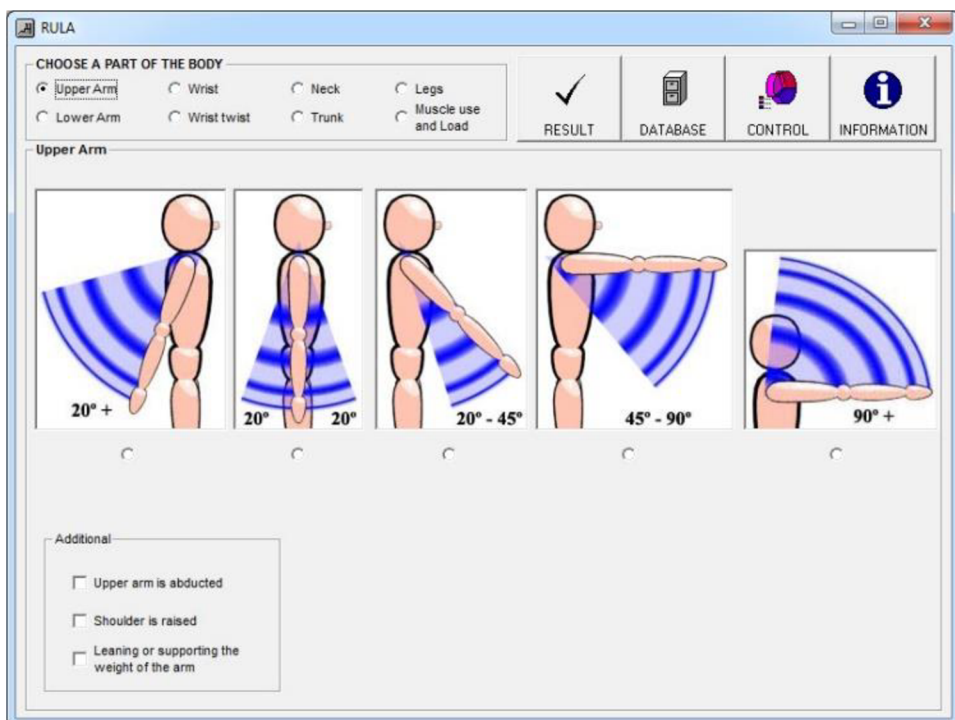
Obrázek č. 12: ErgoFellow – OWAS



Obrázek č. 13: ErgoFellow – QEC



Obrázek č. 14: ErgoFellow – REBA



Obrázek č. 15: ErgoFellow – RULA

SUZANNE RODGERS

CHOOSE A PART OF THE BODY

Neck
  Back
  Wrists / Hands / Fingers
  Ankles / Feet / Toes

Shoulders
  Arms / Elbow
  Legs / Knees

SAVE CONTROL

DATABASE INFORMATION

Side of the body:

EFFORT LEVEL

Light
  Moderate
  Heavy
  Very heavy

CONTINUOUS EFFORT DURATION

< 6 seconds
  6 - 20 seconds
  20 - 30 seconds
  > 30 seconds

EFFORT FREQUENCY

< 1 per minute
  1 - 5 per minute
  > 5 - 15 per minute
  > 15 per minute

RESULT

Neck	Shoulders	Back	Arms/Elbow	Wrists/Hands/Fingers	Legs / Knees	Ankles/Feet/Toes
---	Right --- Left ---	---	Right --- Left ---	Right --- Left ---	Right --- Left ---	Right --- Left ---

INTERPRETATION OF THE RESULT

**GREEN:** Low priority for change
 **YELLOW:** Moderate priority for change
 **RED:** High priority for change
 **PURPLE:** Very high priority for change

Obrázek č. 16: ErgoFellow – Suzane Rodgers

HEAT STRESS - MEASUREMENT OF WBGT

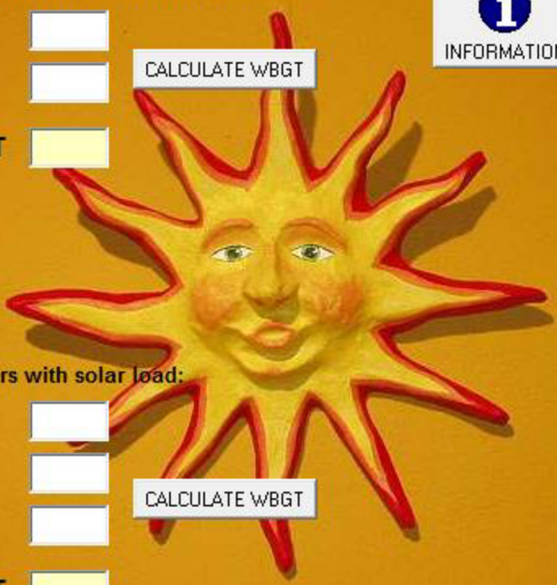
Indoor or outdoors with no solar load:

NWB   
 GT  CALCULATE WBGT  
 WBGT

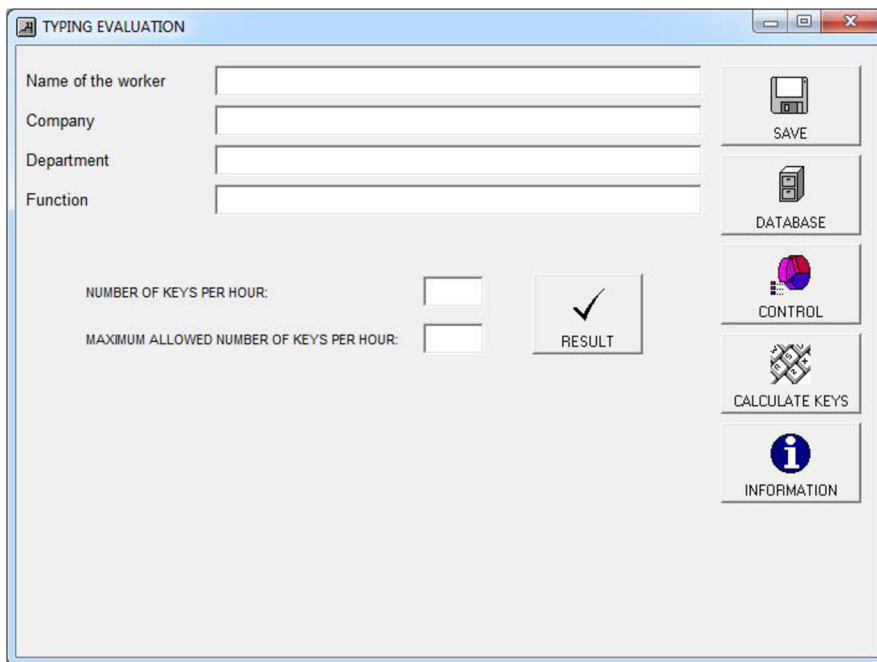
Outdoors with solar load:

NWB   
 GT   
 DB  CALCULATE WBGT  
 WBGT

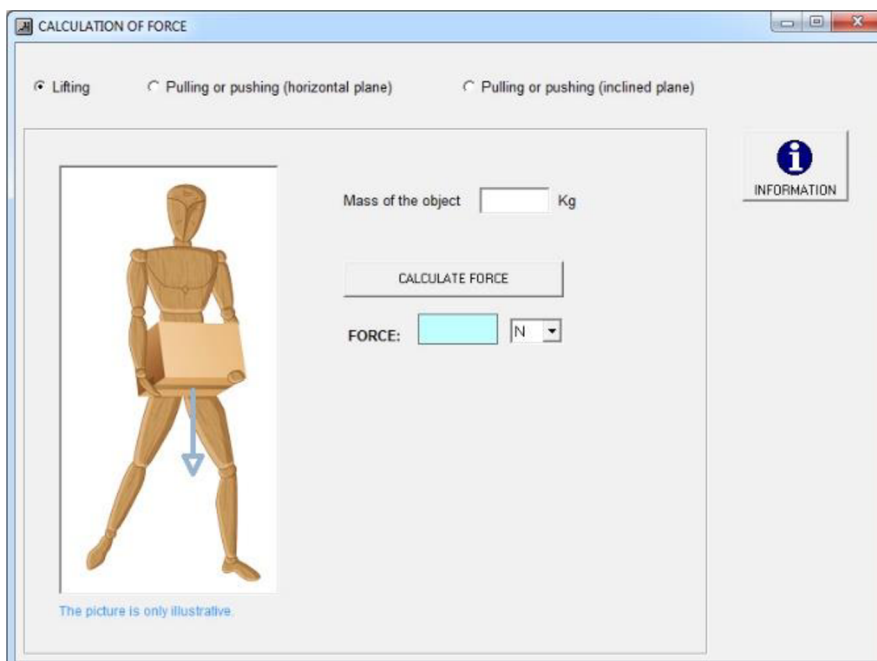
INFORMATION



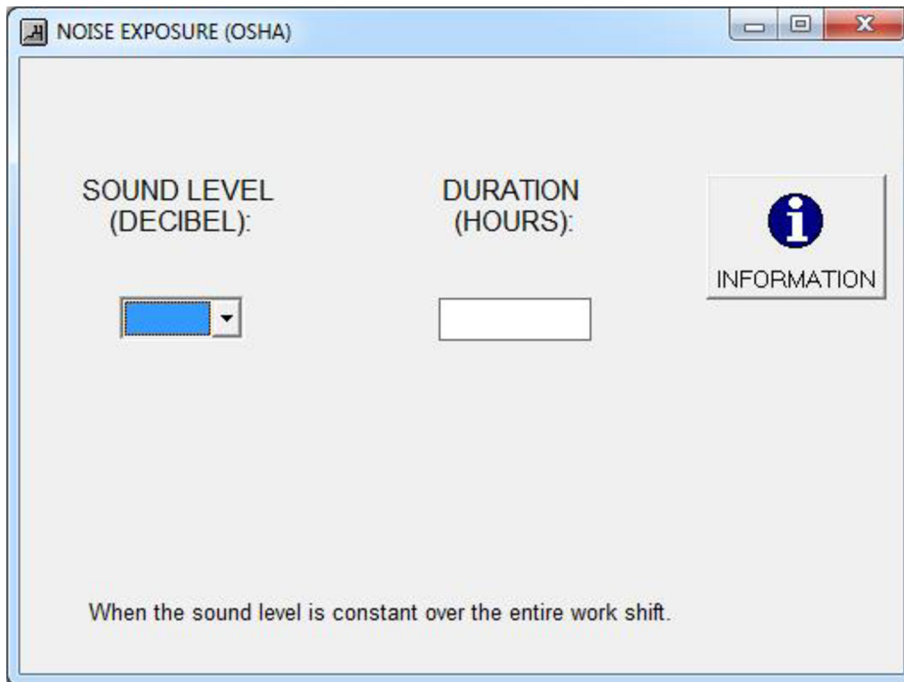
Obrázek č. 17: ErgoFellow – Tepelná zátěž



**Obrázek č. 18: ErgoFellow – hodnocení psaní na klávesnici**



**Obrázek č. 19: ErgoFellow – výpočet síly při manipulaci s břemenem**



Obrázek č. 20: ErgoFellow – vystavení hluku

**RULA Employee Assessment Worksheet**

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### A. Arm and Wrist Analysis

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**

Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**

Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

**Step 4: Wrist Twist:**  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 8: Find Row in Table C**  
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**Scores**

		Wrist Score							
		1	2	3	4				
Upper Arm	Lower Arm	1	2	1	2	1	2	1	2
	Wrist Twist	1	2	2	2	2	3	3	3
1	Wrist Twist	3	2	3	3	3	3	4	4
	Wrist Twist	1	2	3	3	3	4	4	4
2	Wrist Twist	2	3	3	3	3	4	4	4
	Wrist Twist	3	3	4	4	4	4	5	5
3	Wrist Twist	3	4	4	4	4	4	5	5
	Wrist Twist	1	3	3	4	4	4	5	5
4	Wrist Twist	2	3	4	4	4	4	5	5
	Wrist Twist	3	4	4	4	4	4	5	5
5	Wrist Twist	2	4	4	4	4	4	5	5
	Wrist Twist	3	4	4	4	4	5	5	6
6	Wrist Twist	1	5	5	5	5	5	6	6
	Wrist Twist	2	5	5	5	5	6	6	7
7	Wrist Twist	2	5	6	6	6	6	7	7
	Wrist Twist	3	6	6	6	6	7	7	8
8	Wrist Twist	1	7	7	7	7	8	8	9
	Wrist Twist	2	8	8	8	8	8	9	9
9	Wrist Twist	3	9	9	9	9	9	9	9
	Wrist Twist	3	9	9	9	9	9	9	9

**Table C**

Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5
3	3	3	3	4	4	5
4	3	3	3	4	4	5
5	4	4	4	4	5	6
6	4	4	5	5	6	7
7	5	5	6	6	7	7
8	5	5	6	7	7	7

**Scoring (final score from Table C)**  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**RULA Score**

### B. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 9: Locate Neck Position:**

Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**

Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 11: Legs:**  
If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 1 minute), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C**  
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

Obrázek č. 21: RULA pracovní list (<https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>)

Tab. 21: RULA

Skóre	Úroveň rizika MSD
1-2	zanedbatelné riziko, není potřeba žádná akce
3-4	nízké riziko, změna možná bude potřeba
5-6	střední riziko, další šetření, změna přijde brzy
6+	velmi vysoké riziko, implementujte změnu hned

Tab. 22: REBA

Skóre	Úroveň rizika MSD
1	zanedbatelné riziko, není potřeba žádná akce
2-3	nízké riziko, změna možná bude potřeba
4-7	střední riziko, další šetření, změna přijde brzy
8-10	vysoké riziko, prozkoumat a implementovat změnu
11+	velmi vysoké riziko, implementovat změnu

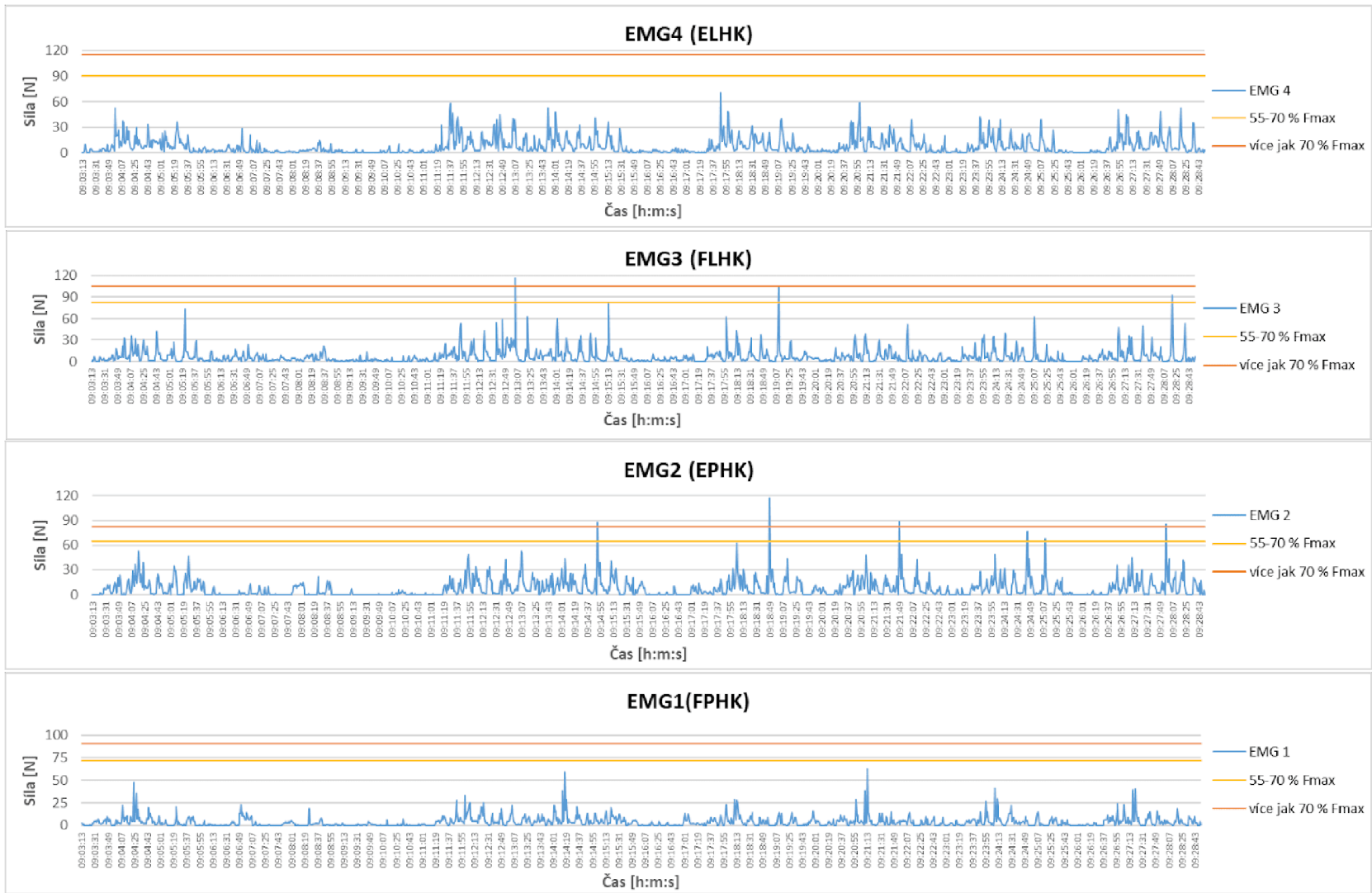
Tab. 23: OWAS kódování

Kód	Záda	HKK	DKK	Váha břemene
1	Rovná/vzpřímená	obě paže pod úrovní ramen	sedící	potřebná hmotnost/síla je pod 10 kg
2	Ohnutá dopředu	jedna paže nad úrovní ramen, resp. loket nad úrovní ramen	stoj: váha na obou DKK, kolena rovná	potřebná hmotnost/síla je 10-20 kg
3	Rovná a rotovaná	obě paže nad úrovní ramen	stoj: váha na jedné DKK, kolena rovná	potřebná hmotnost/síla je nad 20 kg
4	Ohnutá a rotovaná (kombinace flexe, laterálního ohýbání a/nebo rotování)		stoj: váha na obou DKK, kolena pokrčená	
5			stoj: váha na jedné DKK, pokrčené koleno	
6			klek: 1 nebo obě kolena se dotýkají země,	
7			chůze nebo pohyb	

## Příloha J: Zpracování dat

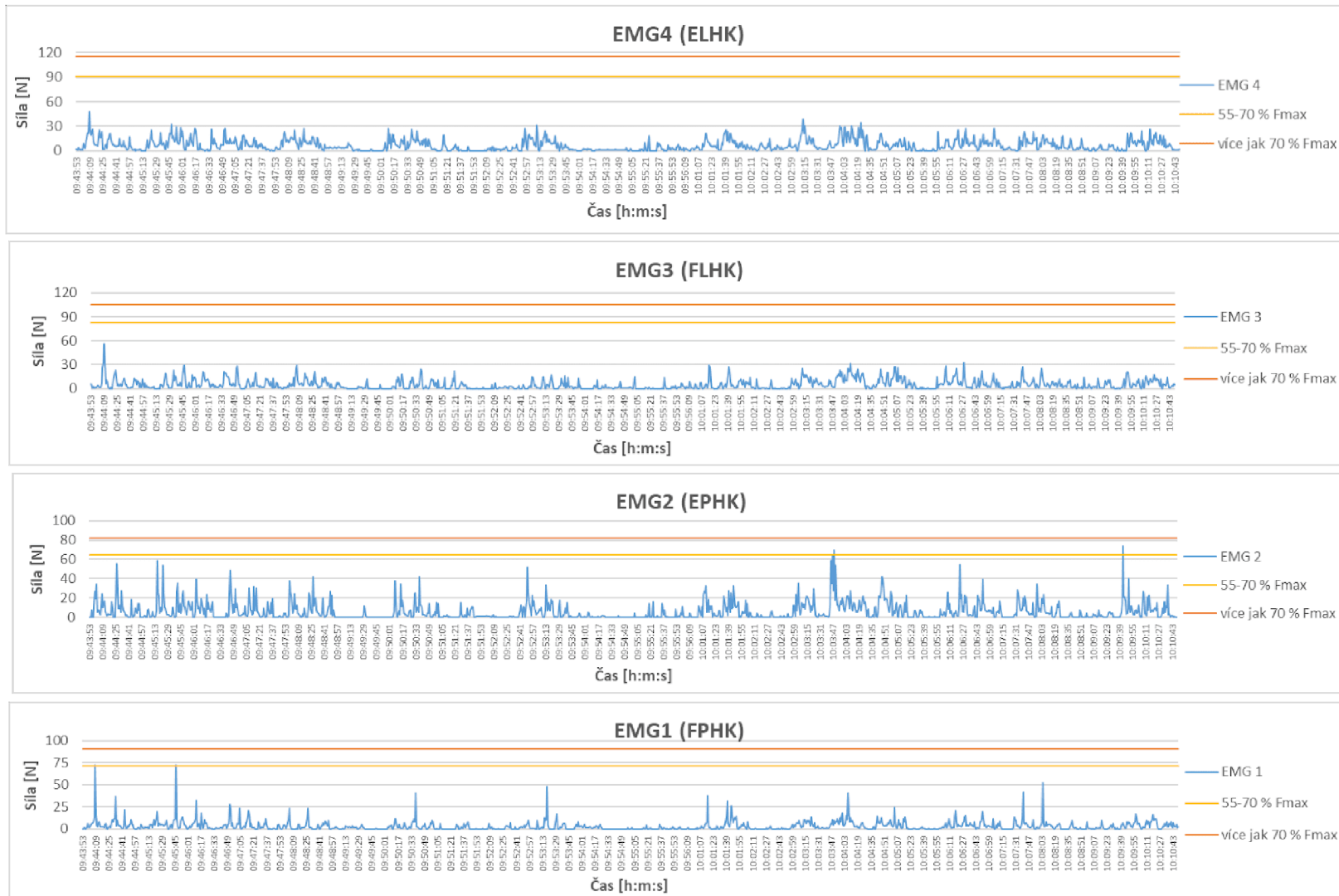
% Fmax	Průměrný počet pohybů za průměrnou 8hodinovou směnu	Průměrný počet pohybů za průměrnou 12hodinovou směnu	Průměrný počet pohybů za 11 hodin	Průměrný minutový počet pohybů za průměrnou 8hodinovou směnu
7	27 600	33 120	31 740	58
8	24 300	29 160	27 945	51
9	21 800	26 160	25 070	44
10	19 800	23 760	22 770	41
11	18 100	21 720	20 815	37
12	16 700	20 040	19 205	34
13	15 500	18 600	17 825	32
14	14 400	17 280	16 560	29
15	13 500	16 200	15 525	29
16	12 700	15 240	14 605	26
17	12 000	14 400	13 800	25
18	11 400	13 680	13 110	24
19	10 900	13 080	12 535	233
20	10 400	12 480	11 960	22
21	10 000	12 000	11 500	21
22	9 600	11 520	11 040	20
23	9 300	11 160	10 695	19
24	9 000	10 800	10 350	19
25	8 700	10 440	10 005	18
26	8 400	10 080	9 660	18
27	8 100	9 720	9 315	17
28	7 800	9 360	8 970	17
29	7 500	9 000	8 625	16
30	7 200	8 640	8 280	15
31	6 900	8 280	7 935	15
32	6 600	7 920	7 590	14
33	6 300	7 560	7 245	14
34	6 000	7 200	6 900	13
35	5 800	6 960	6 670	12
36	5 600	6 720	6 440	12
37	5 400	6 480	6 210	11
38	5 200	6 240	5 980	11
39	5 000	6 000	5 750	10
40	4 800	5 760	5 520	10
41	4 600	5 520	5 290	10
42	4 400	5 280	5 060	9
43	4 200	5 040	4 830	9
44	4 000	4 800	4 600	9
45	3 800	4 560	4 370	8
46	3 600	4 320	4 140	8
47	3 400	4 080	3 910	7
48	3 200	3 840	3 680	7
49	3 000	3 600	3 450	7
50	2 700	3 240	3 105	7
51	2 400	2 880	2 760	7
52	2 100	2 520	2 415	7
53	1 800	2 160	2 070	7

Obrázek č. 27: % Fmax udávající limit počtu pohybů za určitou směnu

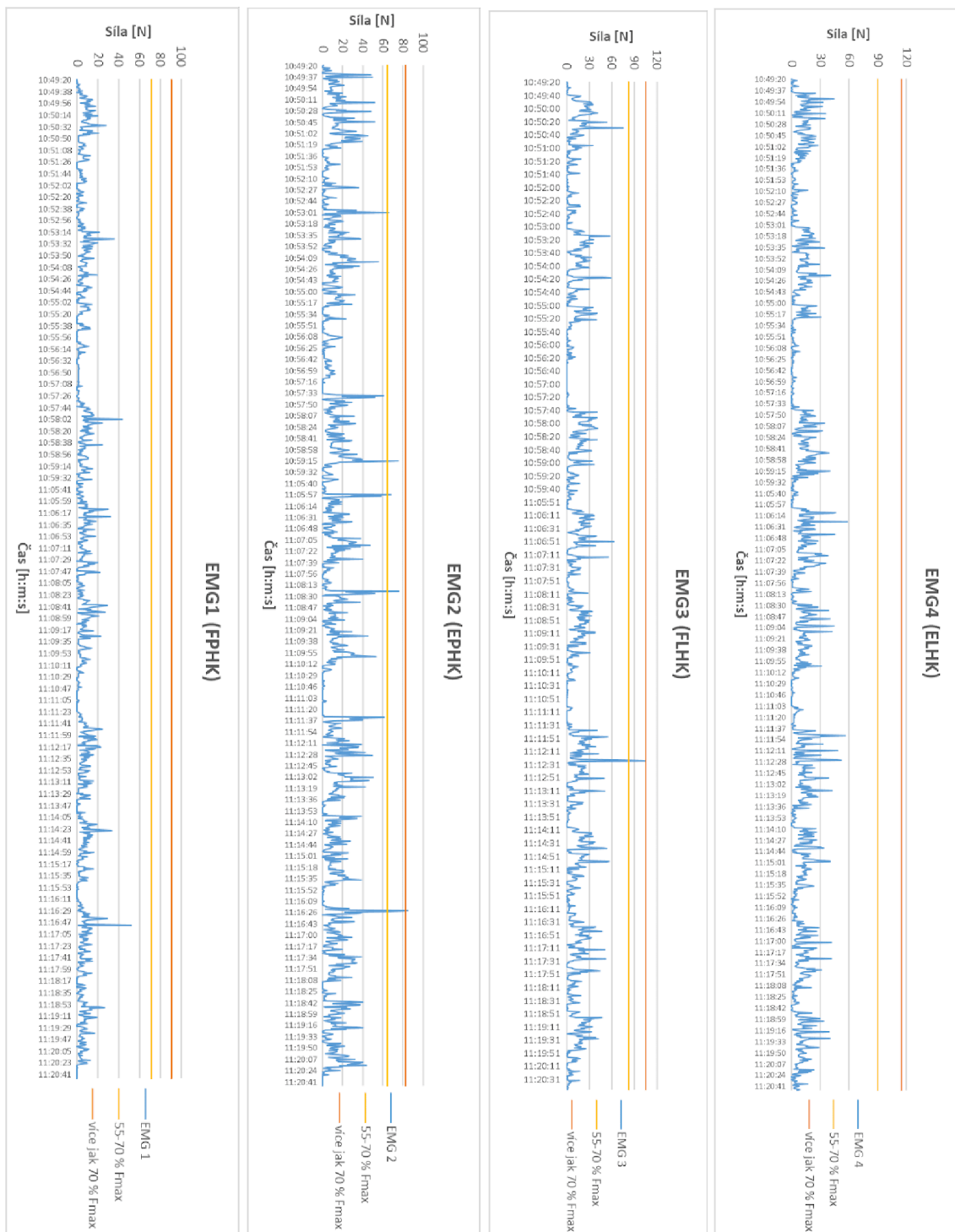


**Obrázek č. 28: Grafické zpracování průběhu svalových sil probanda M1, OP160**

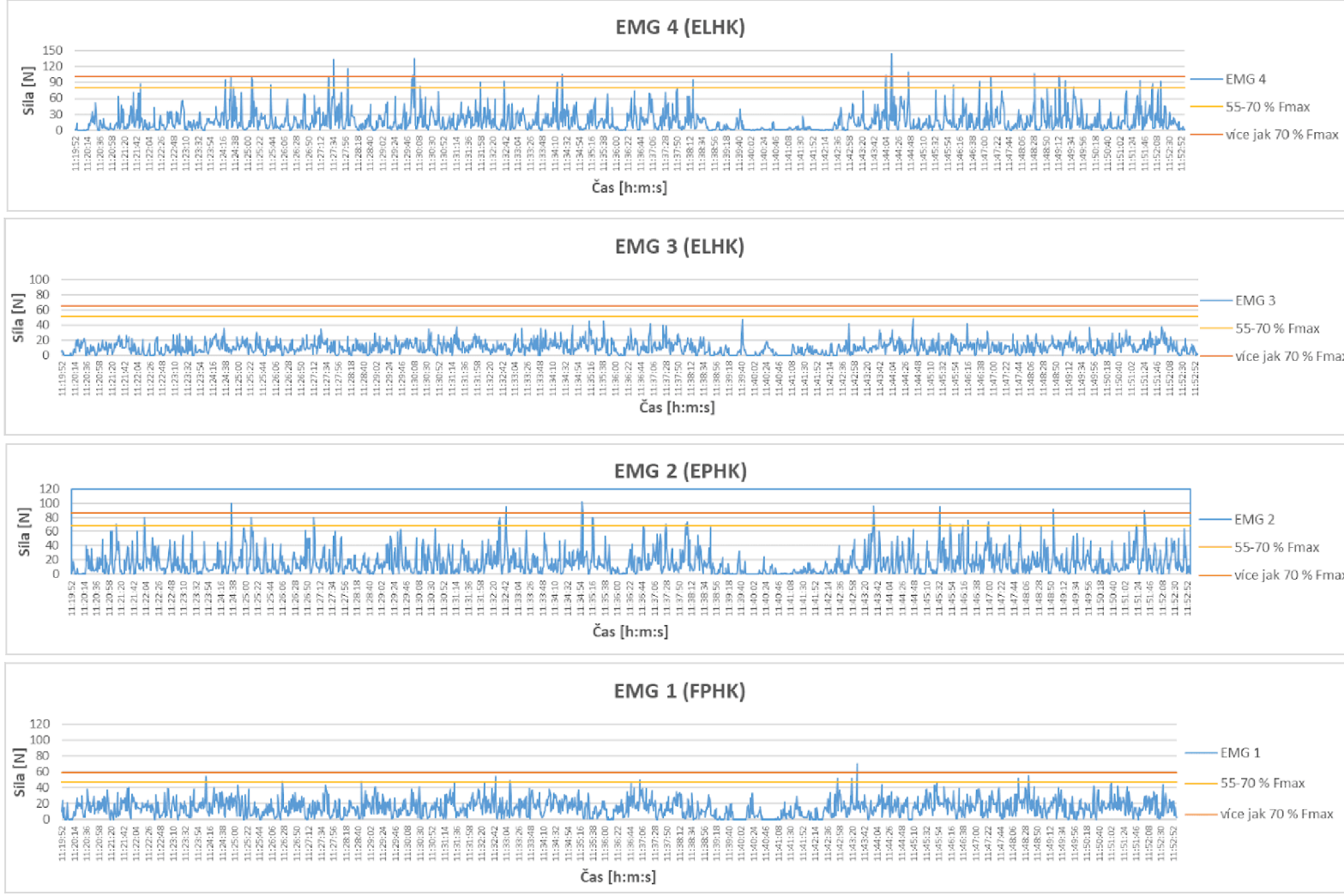




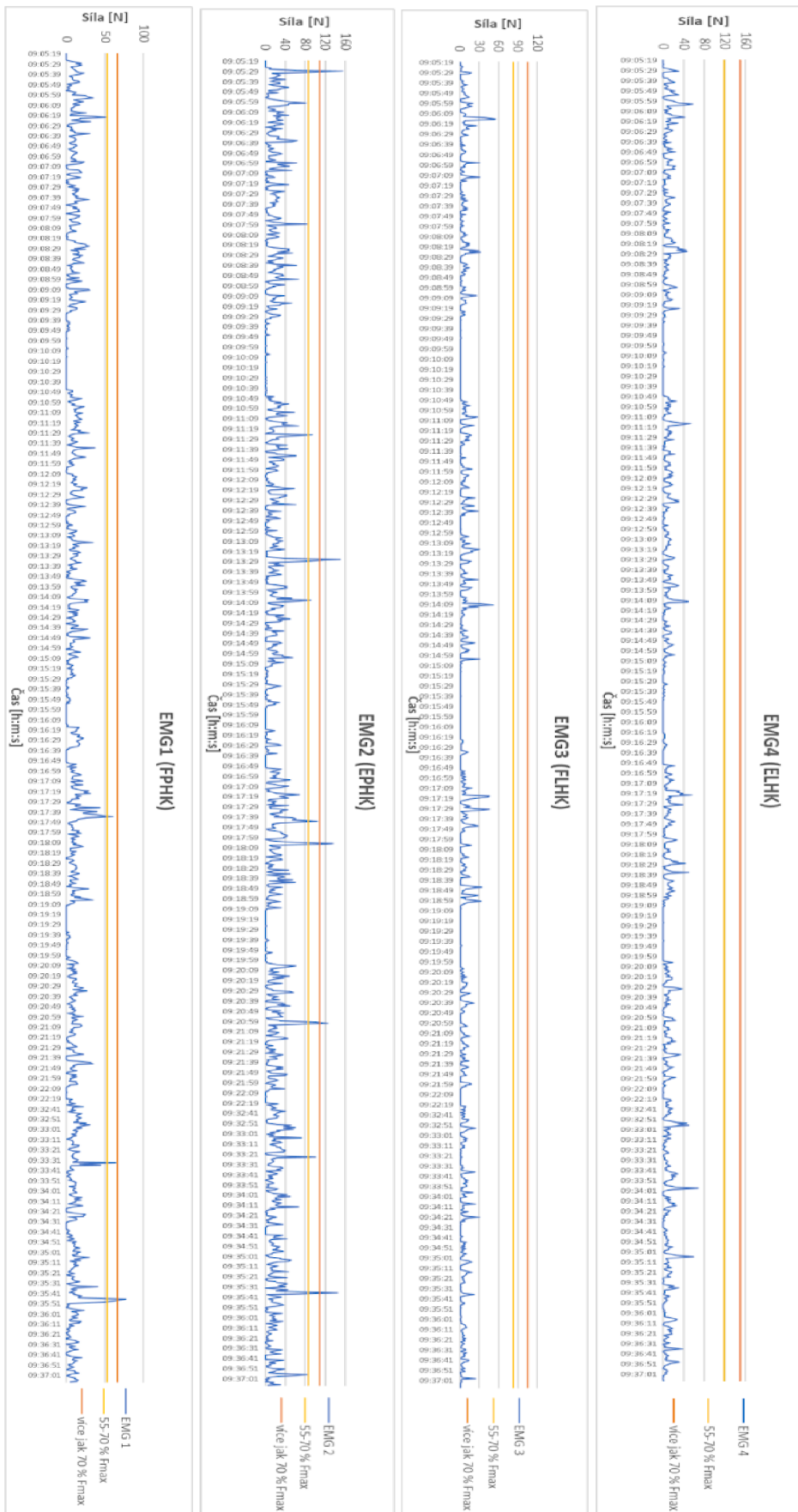
**Obrázek č. 29: Graf průběhu svalových sil probanda M1, OP170**



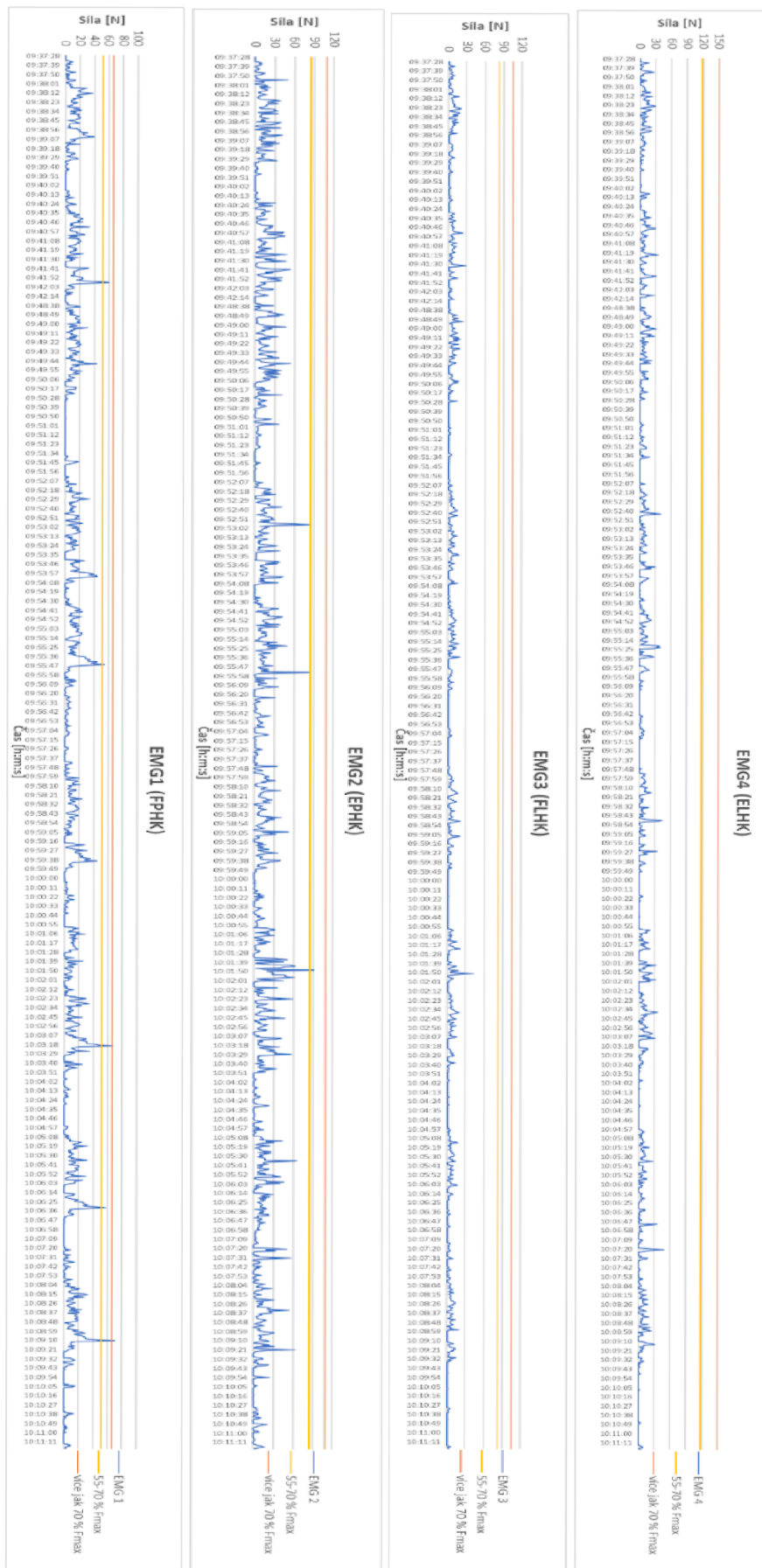
Obrázek č. 30: Graf průběhu svalových sil probanda M1, OP120



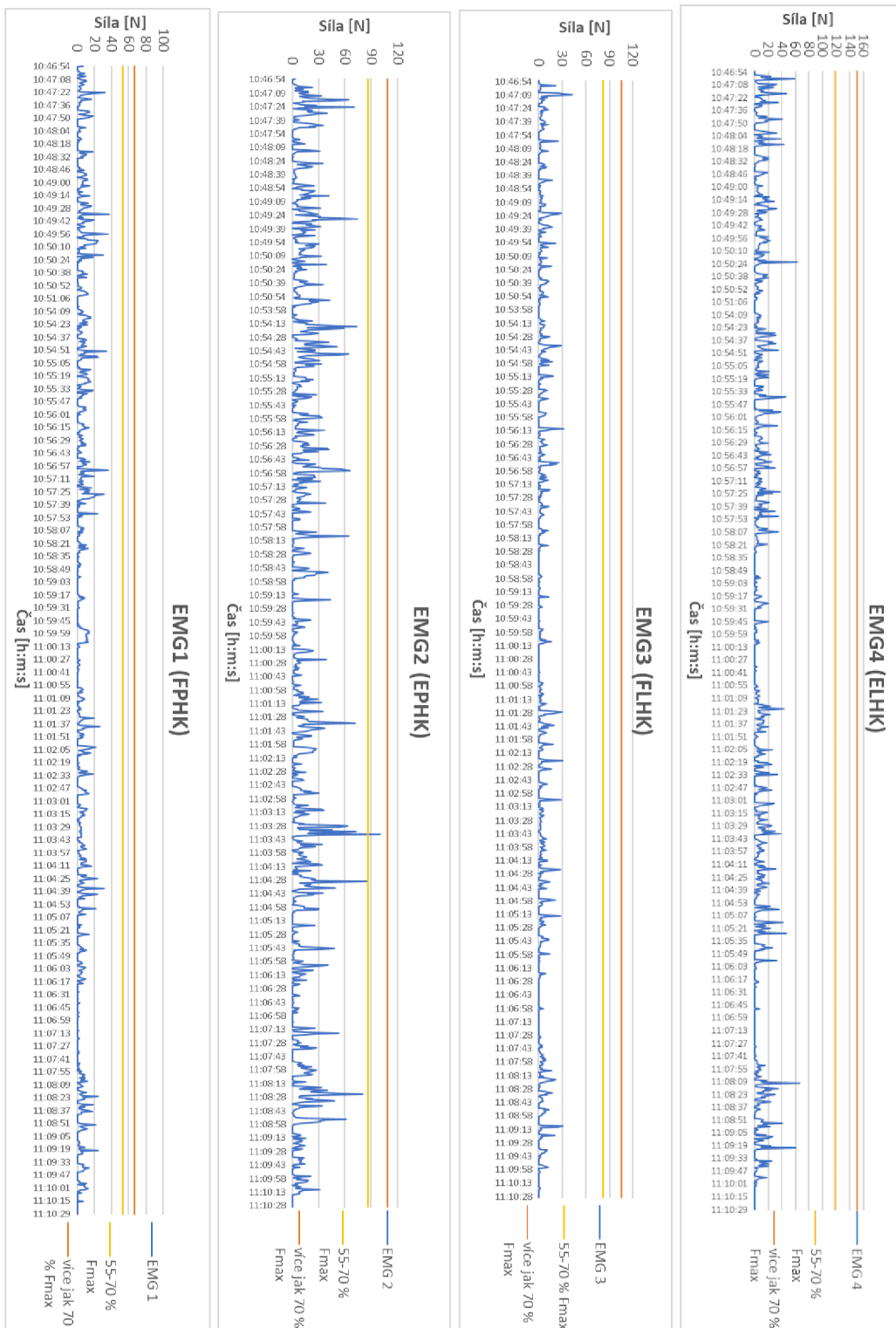
Obrázek č. 31: Graf průběhu svalových sil probanda M2, OP110



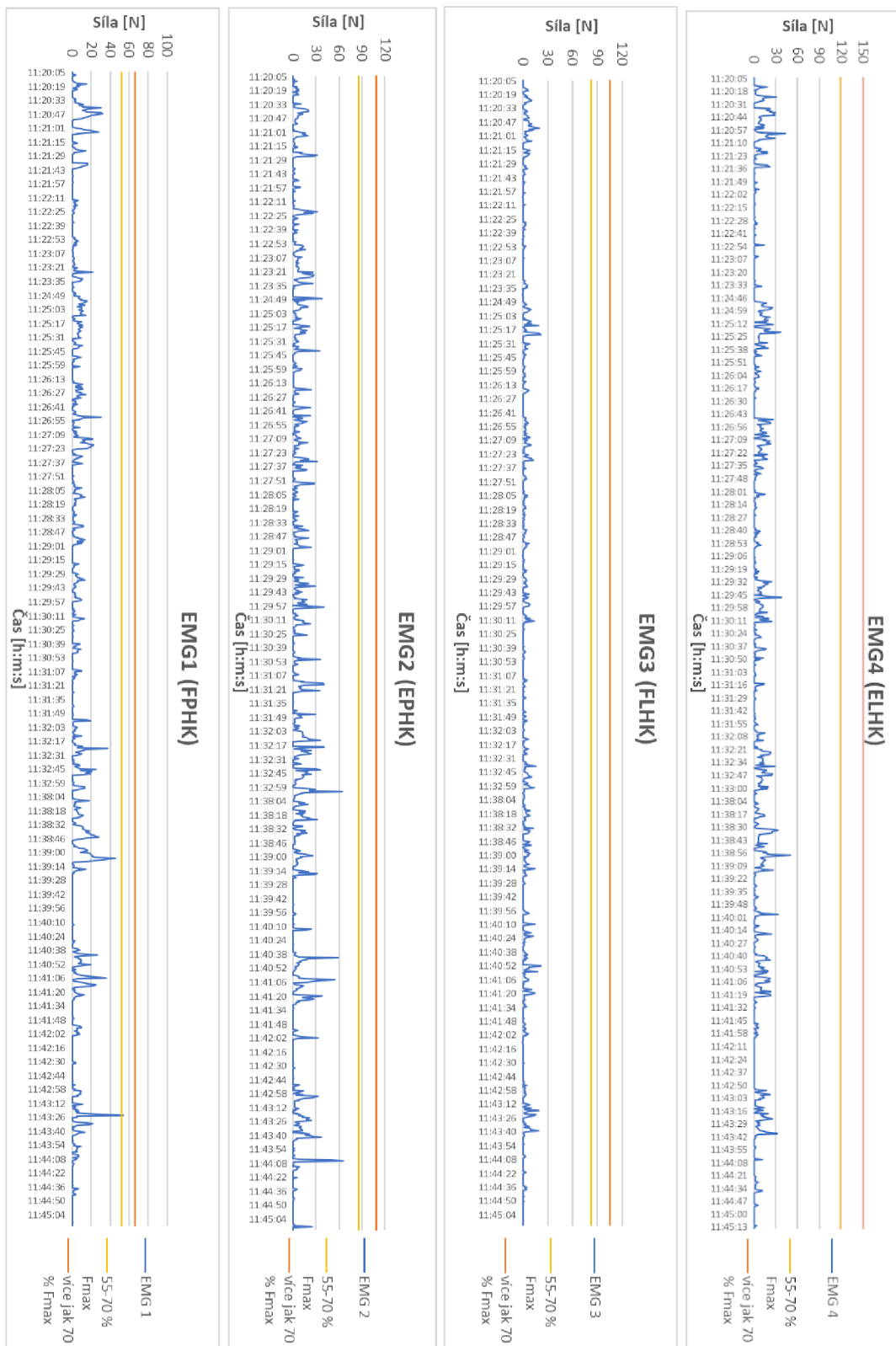
Obrázek č.32: Graf průběhu svalových sil probanda M3, OP110



Obrázek č.33: Graf průběhu svalových sil probanda M3, OP120



Obrázek č.34: Graf průběhu svalových sil probanda M3, OP160



Obrázek č.35: Graf průběhu svalových sil probanda M3, OP170

OPERACE: OP160 ZN MEB, zatažení spojů S1/S2, O3, O4, spojovací tyčky, 7 ks - Souhrnná délka: 00:22									OPERACE: OP170 ZN MEB, zatažení centrálního šroubu, 11 ks - Souhrnná délka: 00:22								
	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4			EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas		Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	1271	22313	911	15993	1124	19732	1078	18925	0 - 5	1136	23010	896	18149	1020	20660	892	18068
0 - 10	1460	25631	1176	20645	1372	24086	1320	23173	0 - 10	1285	26028	1098	22240	1227	24853	1191	24124
0 - 15	1503	26386	1327	23296	1445	25367	1437	25227	0 - 15	1310	26534	1204	24387	1302	26372	1297	26271
0 - 20	1521	26702	1429	25086	1481	25999	1489	26140	0 - 20	1320	26737	1268	25683	1328	26899	1330	26939
0 - 25	1528	26824	1476	25912	1513	26561	1517	26631	0 - 25	1324	26818	1297	26271	1332	26980	1332	26980
0 - 30	1532	26895	1499	26315	1521	26702	1529	26842	0 - 30	1326	26858	1310	26534	1332	26980	1333	27000
0 - 35	1535	26947	1511	26526	1525	26772	1535	26947	0 - 35	1329	26919	1319	26716	1332	26980	1333	27000
0 - 40	1536	26965	1524	26754	1530	26860	1537	26982	0 - 40	1330	26939	1322	26777	1333	27000	1333	27000
0 - 45	1536	26965	1530	26860	1533	26912	1538	27000	0 - 45	1331	26959	1324	26818	1333	27000	1333	27000
0 - 50	1538	27000	1531	26877	1534	26930	1538	27000	0 - 50	1331	26959	1330	26939	1333	27000	1333	27000
0 - 55	1538	27000	1532	26895	1535	26947	1538	27000	0 - 55	1331	26959	1331	26959	1333	27000	1333	27000
55 - 70	0	0	2	35	2	35	0	0	55 - 70	2	41	2	41	0	0	0	0
> 70	0	0	4	70	1	18	0	0	> 70	0	0	0	0	0	0	0	0
Čas [min]	25,6	450	25,6	450	25,6	450	25,6	450	Čas [min]	22,2	450	22,2	450	22,2	450	22,2	450

Obrázek č. 36: Frekvenční analýza M1 OP160

Obrázek č. 37: Frekvenční analýza M1 OP170

OPERACE: OP120 ZN MEB, Zatažení ramen U3/U4 do pohoru montáž ramen O3/O4, 9 ks - Souhrnná délka: 00:22									OPERACE: OP110 ZN MEB, předmontáž a zatažení ramen U, 1U2, přemontáž U3, U4, 11 ks - Souhrnná délka: 00:22								
	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4			EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas		Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	1061	18663	647	11380	838	14740	859	15109	0 - 5	376	5112	678	9218	585	7953	812	11039
0 - 10	1429	25136	1015	17853	1084	19067	1233	21688	0 - 10	624	8483	1085	14751	1037	14098	1206	16396
0 - 15	1504	26455	1244	21881	1308	23007	1436	25259	0 - 15	899	12222	1383	18802	1456	19795	1443	19618
0 - 20	1525	26824	1362	23957	1420	24977	1501	26402	0 - 20	1251	17008	1560	21208	1721	23397	1621	22038
0 - 25	1531	26930	1434	25223	1492	26244	1521	26754	0 - 25	1496	20338	1676	22785	1860	25287	1727	23479
0 - 30	1533	26965	1472	25892	1515	26648	1532	26947	0 - 30	1694	23030	1764	23982	1935	26307	1792	24363
0 - 35	1534	26982	1506	26490	1523	26789	1534	26982	0 - 35	1817	24702	1822	24770	1959	26633	1845	25083
0 - 40	1535	27000	1513	26613	1531	26930	1535	27000	0 - 40	1892	25722	1876	25505	1974	26837	1874	25477
0 - 45	1535	27000	1524	26807	1532	26947	1535	27000	0 - 45	1940	26375	1910	25967	1981	26932	1913	26008
0 - 50	1535	27000	1527	26859	1534	26982	1535	27000	0 - 50	1964	26701	1942	26402	1984	26973	1938	26347
0 - 55	1535	27000	1529	26894	1534	26982	1535	27000	0 - 55	1974	26837	1957	26606	1986	27000	1950	26511
55 - 70	0	0	5	88	0	0	0	0	55 - 70	11	150	22	299	0	0	26	353
> 70	0	0	1	18	1	18	0	0	> 70	1	14	7	95	0	0	10	136
Čas [min]	25,6	450	25,6	450	25,6	450	25,6	450	Čas [min]	33,1	450	33,1	450	33,1	450	33,1	450

Obrázek č. 38: Frekvenční analýza M1 OP120

Obrázek č. 39: Frekvenční analýza M2 OP110



ACE: OP110 předmontáž a zatažení ramen U1/U2, předmontáž U3/U4, 8ks - Souhrnná délka: 0

	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	487	10146	532	11083	1009	21021	990	20625
0 - 10	830	17292	778	16208	1218	25375	1216	25333
0 - 15	1072	22333	953	19854	1259	26229	1272	26500
0 - 20	1190	24792	1097	22854	1279	26646	1284	26750
0 - 25	1242	25875	1182	24625	1289	26854	1291	26896
0 - 30	1264	26333	1223	25479	1291	26896	1295	26979
0 - 35	1277	26604	1248	26000	1294	26958	1296	27000
0 - 40	1284	26750	1267	26396	1296	27000	1296	27000
0 - 45	1286	26792	1276	26583	1296	27000	1296	27000
0 - 50	1288	26833	1278	26625	1296	27000	1296	27000
0 - 55	1291	26896	1283	26729	1296	27000	1296	27000
55 - 70	3	62	6	125	0	0	0	0
> 70	2	42	7	146	0	0	0	0
Čas [min]	21,6	450	21,6	450	21,6	450	21,6	450

ACE: OP120 zatažení ramen U3/U4 do pohonu, montáž ramen O3/O4, 9 ks - Souhrnná délka: 0

	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	813	13247	921	15007	1414	23040	1392	22682
0 - 10	1097	17875	1273	20743	1616	26332	1607	26185
0 - 15	1297	21134	1454	23692	1652	26919	1643	26772
0 - 20	1483	24165	1547	25208	1656	26984	1655	26967
0 - 25	1561	25436	1605	26153	1656	26984	1657	27000
0 - 30	1600	26071	1633	26609	1657	27000	1657	27000
0 - 35	1630	26560	1644	26788	1657	27000	1657	27000
0 - 40	1639	26707	1651	26902	1657	27000	1657	27000
0 - 45	1643	26772	1654	26951	1657	27000	1657	27000
0 - 50	1648	26853	1654	26951	1657	27000	1657	27000
0 - 55	1650	26886	1656	26984	1657	27000	1657	27000
55 - 70	5	81	1	16	0	0	0	0
> 70	2	33	0	0	0	0	0	0
Čas [min]	27,6	450	27,6	450	27,6	450	27,6	450

Obrázek č. 40: Frekvenční analýza M3 OP110

Obrázek č. 41: Frekvenční analýza M3 OP120

OPERACE: OP 160 zatažení spojů S1/S2, O3/O4, spoj. tyčky, 9 ks - Souhrnná délka: 00:20:48

	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	879	19047	773	16750	1098	23793	993	21518
0 - 10	1095	23728	984	21323	1205	26112	1168	25310
0 - 15	1187	25722	1100	23836	1230	26653	1218	26393
0 - 20	1216	26350	1163	25201	1241	26892	1239	26848
0 - 25	1233	26718	1202	26047	1245	26978	1242	26913
0 - 30	1238	26827	1217	26372	1246	27000	1245	26978
0 - 35	1242	26913	1227	26588	1246	27000	1246	27000
0 - 40	1246	27000	1233	26718	1246	27000	1246	27000
0 - 45	1246	27000	1238	26827	1246	27000	1246	27000
0 - 50	1246	27000	1243	26935	1246	27000	1246	27000
0 - 55	1246	27000	1245	26978	1246	27000	1246	27000
55 - 70	0	0	1	22	0	0	0	0
> 70	0	0	0	0	0	0	0	0
Čas [min]	20,8	450	20,8	450	20,8	450	20,8	450

Adam OPERACE: DP170 zatažen centrálního šroubu, 9 ks - Souhrnná délka: 00:19:17

	EMG_1		EMG_2		EMG_3		EMG_4	
	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas	Počet	Poč./čas
0 - 5	873	20373	912	21283	1090	25436	964	22496
0 - 10	1027	23966	1050	24503	1146	26743	1111	25927
0 - 15	1089	25413	1106	25810	1157	27000	1150	26837
0 - 20	1123	26207	1131	26393	1157	27000	1155	26953
0 - 25	1140	26603	1148	26790	1157	27000	1157	27000
0 - 30	1147	26767	1152	26883	1157	27000	1157	27000
0 - 35	1152	26883	1153	26907	1157	27000	1157	27000
0 - 40	1155	26953	1155	26953	1157	27000	1157	27000
0 - 45	1155	26953	1157	27000	1157	27000	1157	27000
0 - 50	1156	26977	1157	27000	1157	27000	1157	27000
0 - 55	1156	26977	1157	27000	1157	27000	1157	27000
55 - 70	1	23	0	0	0	0	0	0
> 70	0	0	0	0	0	0	0	0
Čas [min]	19,3	450	19,3	450	19,3	450	19,3	450

Obrázek č. 42: Frekvenční analýza M3 OP160

Obrázek č. 43: Frekvenční analýza M3 OP170