



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ERGONOMIE VE STROJÍRENSTVÍ

ERGONOMICS IN ENGINEERING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikola Slámová

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka: **Nikola Slámová**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.**
Akademický rok: 2019/20

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

Ergonomie ve strojírenství

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V práci bude docíleno komplexní zhodnocení současného stavu v oblasti ergonomie pracovního prostředí ve vztahu k vývojovým trendům v rámci strojírenského průmyslu. Současně pak nebudou opomenuta legislativní a bezpečnostní stránka v logických souvislostech daného tématu.

Cíle bakalářské práce:

Popis současného stavu a trendů v oblasti ergonomie.
Provedení analýzy současných legislativních požadavků EU a ČR.
Provedení rešerše požadavků relevantních platných norem.
Systémový rozbor řešené problematiky.
Hodnocení ergonomických rizik pracoviště.
Vlastní závěry a/nebo doporučení pro další rozvoj řešené problematiky.

Seznam doporučené literatury:

GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada Publishing, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.

CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. Vyd. 2. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 173 s., ISBN 978-80--1-03802-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na současný stav ergonomie v oblasti strojírenství, konkrétně na rizika pracoviště. Provedená analýza hodnotí legislativní požadavky a metody pro identifikaci a hodnocení ergonomických rizik.

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on the current state ergonomics in area engineering, concrete ergonomic risks in a workplace. The analysis evaluates legislative requirements and methods for the identification and assessing ergonomic risks.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ergonomie, riziko, hodnocení rizik, analýza

KEYWORDS

Ergonomics, risk, risk assessment, analysis

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SLÁMOVÁ, Nikola. *Ergonomie ve strojírenství* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125238>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Jana Rozehnalová.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Janě Rozehnalové, M.Sc., za její odbornou pomoc, která mi pomohla při vypracování práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jany Rozehnalové M.Sc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne

.....

Nikola Slámová

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	17
2.1	Základní informace	17
2.2	Základní oblasti podle IEA	17
2.3	System člověk, technika a prostředí	18
3	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY	21
3.1	Legislativa EU	21
3.1.1	Rámcová směrnice 89/391/EHS	21
3.1.2	Směrnice 90/269/EHS	21
3.1.3	Směrnice 2009/104/ES	22
3.1.4	Směrnice 89/654/EHS	22
3.1.5	Směrnice 90/270/EHS	23
3.1.6	Směrnice 89/656/EHS	24
3.1.7	Strojní směrnice EU 2006/42/ES.....	24
3.2	Legislativa ČR	25
3.2.1	Zákon č. 262/2006 Sb.	25
3.2.2	Zákon č. 309/2006 Sb.	25
3.2.3	Zákon č. 258/2000 Sb.	26
3.2.4	Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	26
3.2.5	Nařízení vlády č. 101/2005 Sb.	26
3.2.6	Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.	27
4	PLATNÉ NORMY V OBLASTI ERGONOMIE	29
4.1	Všeobecné zásady	29
4.2	Komunikace člověk - technika	30
4.2.1	Požadavky na ovladače a sdělovače	30
4.2.2	Zobrazovací jednotky	31
4.3	Antropometrie a biomechanika.....	31
4.4	Prostředí	32
4.4.1	Osvětlení	32
4.4.2	Hluk	33
4.4.3	Teplo	33
4.4.4	Barevné řešení	33
4.5	Mentální pracovní zátěž.....	34
5	HODNOCENÍ RIZIK NA PRACOVÍŠTI	35
5.1	Hodnocení celkové svalové zátěže	35
5.2	Hodnocení lokální svalové zátěže.....	36
5.3	Hodnocení pracovních poloh	37
5.4	Hodnocení ruční manipulace s břemeny.....	40
5.5	Hodnocení mentální a psychické zátěže	41
6	METODY PRO HODNOCENÍ RIZIK	43
6.1	Kontrolní listy	43
6.2	Metody pro hodnocení celkové fyzické zátěže.....	44

6.3	Metody pro měření lokální svalové zátěže	45
6.4	Metody pro hodnocení pracovní polohy.....	46
6.5	Metody pro hodnocení ruční manipulace s břemeny	47
6.6	Metody hodnocení mentální pracovní zátěže	48
6.7	Metody pro posouzení rizikových faktorů u strojních zařízení.....	48
6.8	Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik	49
6.8.1	Metoda RULA	50
6.8.2	Metoda REBA	51
6.8.3	Metoda OWAS	52
6.9	Využití software v ergonomii	53
6.9.1	Modelovací nástroje	53
6.9.2	Virtuální realita a zachycení pohybu.....	55
6.9.3	Spojení Microsoft Kinect s Tecnomatix Process Simulate Human	55
7	ZHODNOCENÍ A DISKUZE	57
8	ZÁVĚR.....	59
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	61

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje současnému stavu ergonomie ve strojírenství.

Je to nová vědní disciplína se zaměřením na vztah mezi člověkem, technikou a jejich okolí, které na ně působí. Ergonomie souvisí s mnoha odvětvími, proto se s ní musí zacházet komplexně, zvláště je úzce spjata s bezpečností práce, hygienou práce, ochranou zdraví a prevencí rizik.

Ergonomie má za cíl zajistit bezpečné pracovní prostředí, aby se lidé na pracovišti cítili bezpečně a pohodlně a nedocházelo k poškozování zdraví. Zvyšování kvality ergonomických zásad má pro společnosti výhodu ve zlepšování pracovní výkonnosti, produktivnosti zaměstnanců a tím lepší pozici na pracovním trhu. Správným ergonomickým navržením systémů se rozvíjí aktuální trend ochrany zdraví zaměstnanců, který podporuje zlepšení pracovních podmínek. Respektování ergonomických aspektů a jejich využití v praxi je cesta k uspokojení požadavků zaměstnanců i zaměstnavatelů. Uspokojivé výsledky mohou být splněny pouze za předpokladu tolerance lidského a technického hlediska.

Aby se zajistilo vhodného pracoviště z hlediska ergonomie, používá se mnoho metod pro hodnocení rizik. Podle nich jsme schopni určit, jaké části lidského těla jsou nejvíce namáhány. Na základě výsledků jednotlivých analýz je poté možné navrhnout vhodná opatření pro snížení této zátěže a vyhnout se tím poškozování lidského zdraví.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Základní informace

Ergonomie byla vytvořena, aby sjednocovala jednotlivé disciplíny, které se zabývají vztahem mezi člověkem a prací a dokázala stejnou důležitost mezi těmito obory. Můžeme se také setkat s myšlenkou, že ergonomie je polidštění práce nebo přizpůsobování práce člověku.

Poprvé se lidé začínají zabývat vztahem mezi prací a člověkem v období mezi světovými válkami v Německu, kde ji označovali jako věda o práci. Svoje současné označení ergonomie dostává až po druhé světové válce a to zejména v Evropě, Spojených státech, Austrálii a vyspělejších asijských státech. Ergonomie vznikla ze dvou řeckých slov ergon-práce a nomos – zákon. Přesto se používá několik výrazu jako Human Factors, Biotechnology nebo Human Engineering. Zejména ve starší literatuře se setkáváme s různými definicemi. [1]

2.2 Základní oblasti podle IEA

Fyzická ergonomie zkoumá vliv na lidské zdraví působení pracovních podmínek a prostředí. Musí totiž vycházet z poznatků lidského těla, jako jsou anatomie, antropometrie, fyziologie a biomechanika. Do jejího okruhu zkoumání patří manipulace s břemeny, opakované pracovní činnosti, bezpečnost práce nebo problematika pracovních poloh.

Kognitivní ergonomie (psychická) je zaměřena na psychologická stanoviska v pracovním prostředí. Zejména zde můžeme najít problémy s psychickou zátěží, rozhodováním a pracovní stres.

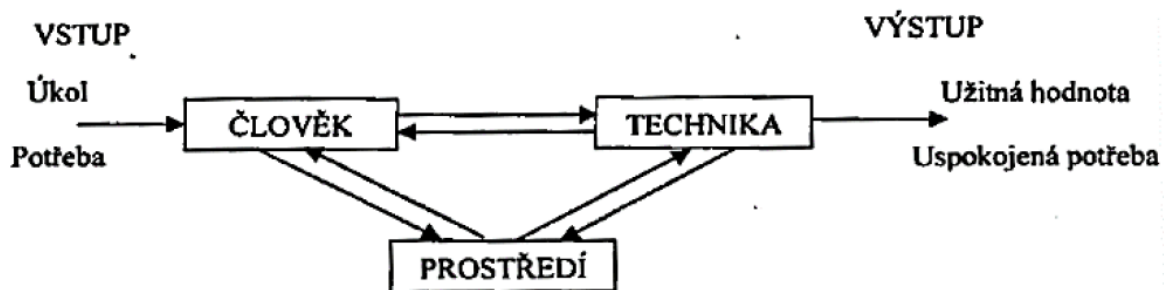
Organizační ergonomie zajišťuje optimalizaci systému jako je práce v týmu, práce na směny apod.

Oblasti ergonomie

- Myoskeletální ergonomie se zabývá onemocněním, která vznikají postupným působením a jejich četnost se zvyšuje nadměrným přetěžováním, stálou polohou nebo velkým počtem opakováním pohybu. Nejčastěji se jedná onemocnění pohybového aparátu jako páteře a horních končetin.
- Psychosociální ergonomie je spjata s myoskeletární ergonomií, protože psychický a sociální činitel způsobuje větší počet onemocnění spojených s pohybovým aparátem.
- Participační ergonomie se věnuje změnou uspořádání pracoviště právě za podpory samotných zaměstnanců. Tento přístup má za následek pochopení jejich obtíží a zvětšuje motivaci k úpravám.
- Rehabilitační ergonomie se zaměřuje se na pracovní přípravu a konstrukční úpravy prostředí a pomůcek k vykonávání práce pro handicapované osoby. [1]

2.3 Systém člověk, technika a prostředí [3]

Systém lze obecně definovat jako množinu elementů, které jsou navzájem propojené nějakým vztahem, a umožňuje dosahovat výsledků, které byly předem určeny. Ergonomie je systém, který řeší problematiku mezi člověkem, strojem a ve výrobním i nevýrobním prostředí. Ergonomie je charakteristická systémovým přístupem, kde všechny složky na sebe navazují, jak vidíme v následujícím obrázku. Nejprve vstupuje úkol, který je potřeba splnit a konečným produktem je uspokojení zaměstnavatele nebo zákazníka. [3]



Obrázek 1 Systém člověka, techniky a prostředí [3]

Ergatika

Ve spojitosti s ergonomií se také mluví o ergatice. Je to vědní obor, který optimalizuje systém člověk-technika-prostředí s cílem zajistit pohodu člověka a zabránit ohrožení jeho zdraví úrazem či nemocí. Není to pouze záležitost již zmíněné ergonomie, ale také mnoha dalších odvětví. Pro celkové shrnutí je vhodné vytvořit soubor, který by zahrnoval celistvé pokrytí a zároveň by zasahoval do všech disciplín, které s prací souvisí. K tomuto účelu, který zachovává komplexnost a zahrnuje všechny podmínky, byla vytvořena právě ergatika. Nejdůležitější obory jsou hygiena a bezpečnost práce, které jsou důležité v boji proti pracovním úrazům. Do celku také patří ekologie, která utváří vztah mezi člověkem a životním prostředím a také nelze opomenout organizaci práce, bez které by nedocházelo k optimalizaci. [3]

Systémový přístup v ergonomii

Ergonomie vychází z poznatku, že celek není složený pouze z jednotlivých složek, ale musíme ho brát jako nové uskupení, které má vždy jiné vlastnosti a je potřeba se ke každému chovat individuálně. Je to způsob řešení, při němž se berou v potaz všechny souvislosti a vazby všech vzájemně se podmiňujících podmětů systému, které se navzájem prolínají a ovlivňují. Tím je ovlivněn i výběr metod, které podporují právě tento přístup.

Systémový přístup v ergonomii se uplatňuje ve všech fázích konstrukčního či projektového postupu složitých systémů, kdy součástí jeho koncepce je založena na spojování lidských, technických a dalších kritérií. V praxi to předpokládá využití takových metod a technik, s jejichž pomocí je možné studovat souhrn jevů různé kvality ve vzájemných vazbách a s určitým přesně definovaným cílovým zaměřením. [9]

Metodologie systémového přístupu ergonomie

Metodologie se zabývá aplikováním správných metod či technik v ergonomii, které daný systém analyzují a pomáhají nalézt vhodné podmínky, aby byla splněná požadovaná funkce. Jde o pohled na schopnosti člověka, technické a organizační opatření při rozmanitém spolupůsobení vlivů pracovního prostředí. Právě tento systémový pohled umožní řešit specifické požadavky na systém ve vztahu mezi člověkem, strojem a jeho okolím a má vliv na optimalizaci pracovního systému. [9]

Průmyslová antropologie

Velký důraz se klade na průmyslovou antropologii. Toto odvětví se konkrétně zaměřuje zjišťováním tělesným rozměrů a jejich aplikaci pro konstrukci pracovních strojů a technických zařízení, nábytku, prostorové uspořádání pracovních míst, vstupních zařízení, výšek pracovních rovin apod. Naměřené hodnoty jsou udávány většinou v délkových mírách (cm, mm), případně v tzv. percentilech nebo v průměrech se standardními odchylkami. K tomuto se váže antropometrická databáze, která představuje soubor individuálních rozměrů lidského těla a základních informací zaznamenaných na výběrovém souboru. [9]

Průmyslový design

Neméně důležitou stránkou ergonomie je průmyslový design. Jedná se o široce rozvinuté odvětví, které se zaměřuje nejen na uplatnění estetických aspektů předmětů denního užívání, technických zařízení a architektonických prvků v obytných budovaných, v kancelářích a v průmyslových budovách. Také zasahuje do vnější úpravy, vzhledu a vlastností forem nástrojů, strojů, přístrojů, resp. průmyslových výrobků užívaných jak ve výrobě, tak i v mimopracovním životě.

Hlavním cílem designu je ve spolupráci s konstruktéry a technologi navrhout takové stroje, nástroje a další technické zařízení a pomůcky, které budou ctít ergonomické požadavky a tím přispějí k vyššímu komfortu a kultuře při vykonávání práce. Tyto pravidla se vztahují i na pracovní prostředí, kde zaměstnanci tráví spoustu času, kdy vhodné členění a barevná řešení zvyšují jejich náladu a efektivnost. Též platí fakt, že lidé se o pěkné prostředí lépe starají a udržují ho v čistotě. [9]

Automatizace ve strojírenství

Do oblasti ergonomie se dostává fenomén automatizace, digitalizace či robotizace. Automatizace je proces zavádění technologií využívající samočinná zařízení bez obsluhy. Automatem se rozumí programově řízený stroj, sestava strojů či jiné složité technické zařízení, které samočinně provádí sled operací podle předem připravených instrukcí uložených v paměti.

Důsledkem tohoto vznikají nové profese, jako jsou programátoři, analytici, systémový inženýři, operátoři, seřizovači numericky řízených strojů a další a musí ovládat jiné schopnosti. Tato práce se skládá více z mentálních procesů a tím se i zvětšují nároky na spolehlivost a odpovědnost. Dalo by se říct, že digitalizace má příznivé důsledky na

pohybový aparát člověka. Je to hlavně z důvodů odstranění fyzické zátěže, monotónních prací a operací, snížení rizika úrazu či zlepšení pracovního prostředí. [9]

Zvláště pak automatizace pomáhá při ruční manipulaci s břemenem, kterému se ve strojírenství určitě nevyhneme. Manipulace zahrnuje zvedání, nošení, pokládání, strkání a jinou činnost s břemenem, kde hrozí kvůli špatným ergonomickým podmínkám poškození páteře nebo jiné onemocnění zejména kvůli většímu zatěžování jedné strany těla.

Při zvyšování automatizace ale ergonomie nezanikne. Jelikož s rozvojem automatizace není potřeba tolik zásahů člověka, ergonomie přesune pole působnosti k duševní práci a věnuje se řešení psychickým problémům [1]

3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

3.1 Legislativa EU

V Evropské unii se rozlišuje několik právních aktů.

Nařízení

Jedná se o právně závazný akt a jeho platnost sahá po celé EU.

Směrnice

Pomocí směrnice se definuje cíl, které je pro všechny země EU závazný. Metody plnění těchto povinností již závisí na dané zemi.

Rozhodnutí

Týká se pouze těch, pro které je to předem určeno. Může se to týkat zemí, ale i pouze některých společností. [11]

3.1.1 Rámcová směrnice 89/391/EHS

Směrnice Rady 89/391/EHS ze dne 12. června 1989 o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. V rámci Evropské unie stanovuje nejnižší možné opatření pro zachování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Jednotlivé členské země mohou tyto požadavky přijmout nebo zavést přísnější variantu.

Obecná ustanovení a oblast působnosti

Směrnice zabezpečuje rovnocennou míru ochrany zdraví všech pracovníků. Tato úroveň je dosahována pomocí přijatých preventivních opatření. Základ směrnice je hodnocení rizik, do kterého patří identifikace rizik, jejich náprava, dokumentace, přehodnocování rizik informování a školení zaměstnanců. Právě nová povinnost preventivních opatření dává důraz na nové řízení bezpečnosti a ochrany zdraví. Zároveň nedochází k rozporu pro stávající nebo později vydané předpisy pocházející od členských států. Tato směrnice platí ve všech oborech veřejné i soukromé činnosti. [10]

3.1.2 Směrnice 90/269/EHS

Směrnice Rady 90/269/EHS ze dne 29. května 1990 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro ruční manipulaci s břemeny spojenou s rizikem, zejména poškození páteře, pro zaměstnance (čtvrtá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS).

Tato směrnice spravuje nejnižší požadavky na bezpečnost při práci, jestliže hrozí riziko újmy na zdraví zaměstnance při ruční manipulaci s břemeny. Ruční manipulací se rozumí jakékoliv přepravování, nošením, zvedání, sunutí či tahání.

Povinnosti zaměstnavatelů

Zaměstnavatel musí nejprve omezit ruční manipulaci s břemeny nahrazením vhodnými opatřeními a prostředky. Jestliže ruční práce nelze nahradit, je zaměstnavatel povinen předejít poškození zdraví, umožněním přístupu zaměstnancům k patřičným prostředkům.

Zaměstnanci musí být informováni o hmotnosti břemene, případně o rozložení hmotnosti. Dále musí být zaměstnanci řádně poučeni jak správně manipulovat s břemeny, aby nedocházelo k poškození zdraví, a musí vědět o rizicích při neodborné manipulaci.

Organizace pracoviště

Pracoviště musí být speciálně upraveno tak, aby ruční manipulace byla pro zaměstnance co nejvíce ergonomicky pohodlná a neohrožovala jejich zdraví. Je vhodné co nejdříve vyhodnotit zdravotní a bezpečnostní rizika spojená s danou prací a pracovištěm. Zejména je potřeba minimalizovat poškození zad osvojením patřičných opatření na pracovištích. [12]

3.1.3 Směrnice 2009/104/ES

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).

Povinností zaměstnavatele je přijetí nezbytných opatření, aby bylo pracovní zařízení přizpůsobené k dané práci a nehrozilo riziko poškození zdraví, případně zajistí pracovní pomůcky. Dále zaměstnavatel dbá na správné zapojení a kontroly pracovního zařízení. Zaměstnanci musí být informováni o používání a rizicích těchto zařízení.

Tato směrnice na rozdíl od staré směrnice 89/655 také dohlíží při zavádění stroje na zohledňování postoje u stroje, polohu zaměstnanců při obsluhování stroje a využití dalších ergonomických principů jako limity práce se strojním zařízením a limity při jeho údržbě. [13]

3.1.4 Směrnice 89/654/EHS

Směrnice Rady 89/654/EHS ze dne 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti (první samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS).

Pojmem pracoviště se myslí místo, které je určeno pro vykonávání práce v budovách nebo závodech podniku, nebo jiné místo, na které má v rámci práce zaměstnanec přístup. Podle směrnice na pracovišti musí být odstraňovány nedostatky, které by mohli mít za následek poškození zdraví. Dále také musí být stojní zařízení pravidelně čištěno, aby byla zajištěna hygiena na přiměřené úrovni.

Větrání

Při práci v uzavřeném pracovišti musí být přísun čerstvého vzduchu s přihlédnutím k pracovním metodám. Větrací zařízení musí být funkční, zbavené nečistot a hlásit případné chyby. Zaměstnanci v žádném případě nesmí být v nepříjemném průvanu.

Teplota

Při práci musí být zajištěna na pracovišti teplota vyhovující daným pracovním podmínkám. I mimo pracoviště musí teplota odpovídat charakteru prostor. Okna musí být opatřena ochranou proti slunečnímu světlu.

Přirozené a umělé osvětlené prostor

Pokud je to možné, podnik musí využívat co nejvíce využívat denního světla a zároveň musí být vybaven umělým světlem pro zajištění bezpečnosti zaměstnanců. Umístění osvětlení musí být řešeno tak, aby se předešlo nehodám pracovníků. Jestliže jsou zaměstnanci závislí na umělém osvětlení a v případě výpadku by mohlo dojít k nebezpečí, musí být pracoviště vybaveno nouzovým světlem. [14]

3.1.5 Směrnice 90/270/EHS

Směrnice Rady 90/270/EHS ze dne 29. května 1990 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami (pátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS).

Zobrazovací jednotkou se rozumí stínítko pro zobrazování grafického obsahu nehledě na použitý způsob. Zaměstnavatel má povinnost kontrolovat pracoviště a vyhodnocovat možné rizika zejména spojená se zrakem, tělesných potíží a nepohodlí kvůli stresu. Tato směrnice byla vydána kvůli dodržování minimálních požadavků, orgány bezpečnosti a ergonomickým hlediskům. Při pořizování programového vybavení musí být zajištěno, aby byly uplatňovány zásady ergonomie programového vybavení.

Zobrazovací jednotky a klávesnice

Obraz musí být zřetelný, ustálený, bez blikání a odlesků aby nedocházelo k poškození očí uživatele a měl by mít schopnost se natáčet dle potřeby. Prostor se před klávesnicí musí být oporou pro ruce, proto by tento prostor měl být prázdný. Klávesnice musí být matná a znaky na ní dobře čitelné.

Osvětlení

S požadavky na práci musí osvětlení poskytovat dostatečné podmínky, aby byl vytvořen dostatečný kontrast mezi zobrazovací jednotkou a pozadím prostředí. Jestliže se objeví rušivé světelné záření nebo odrazy na zobrazovací jednotce, musí být pracoviště vhodně přestaveno, nebo musí mít nastavitelné žaluzie.

Rušivé vlivy prostředí

Hluk nesmí ovlivňovat pozornost či rušit řeč, proto musí být při vybavování pracoviště brán zřetel na hluk vydávaný pracovními jednotkami. Také nesmí vyzařovat nadměrné teplo nebo záření, aby nedošlo k ohrožení zdraví zaměstnanců. Kvůli provozu jednotek je potřeba udržovat vlhkost na přiměřené úrovni. [15]

3.1.6 Směrnice 89/656/EHS

Směrnice Rady 89/656/EHS ze dne 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci (třetí samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS), která také dohlíží na ergonomické požadavky a zdravotní stav zaměstnance.

Ochrannými prostředky se rozumí prostředky používané k nošení nebo držení zaměstnancem k ochraně před riziky související s vykonáváním práce. Tyto pomůcky se používají, jestliže rizika nemohou být odstraněna pomocí konstrukčních či jiných metod a opatření. [16]

3.1.7 Strojní směrnice EU 2006/42/ES

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES

Směrnice určuje opatření, které vedou ke snížení dopadu na lidské zdraví při používání strojních zařízení. První ze zásad zajišťování bezpečnosti je konstruovat strojní zařízení tak, aby vykonávalo svoji funkci, aniž by osoby byly vystaveny riziku. Riziko musí být vyloučeno z celé doby životnosti stroje.

Ergonomie

Konstrukce stroje musí být uzpůsobena tak, aby se k fyzické a psychické nepohodlí obsluhy snižovalo na přijatelnou úroveň. Prostor by měl být prostorný a přizpůsobený tělesným rozměrům uživatele, aby umožňoval volný pohyb. Není vhodné určovat tempo výroby strojem. To vede k fyzické i psychické zátěži, která by mohla vyústit i v nehodu.

Osvětlení

Osvětlení je důležitým prvkem strojů, proto musí být dodávány již s vestaveným světlem. Osvětlení se nenachází pouze v pracovní oblasti, ale i v místech, kde se dělá pravidelná údržba či seřizování. Strojní zařízení nesmí mít osvětlení, které by způsobovalo rušivé zejména stroboskopické jevy. Nevhodné osvětlení pro danou operaci by mohlo způsobit riziko úrazu či poškození očí obsluhy.

Stanoviště osoby

Stanoviště musí mít určeno tak, aby nedocházelo v blízkosti k znečištění ovzduší, které by mohlo způsobit zdravotní riziko. Jestliže se umístěno v nebezpečném prostředí, musí být obsluze poskytnuty vhodné prostředky k ochraně zdraví. Součástí stanoviště může být i sedadlo, jestliže je daná práce vykonávána vsedě. Sedadlo musí být stabilní a nastavitelné podle obsluhy. Vibrace, které by mohli působit negativně, musí být tlumeny na co nejmenší míru. [17]

3.2 Legislativa ČR

3.2.1 Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce v platném znění.

Tento zákon definuje základní podmínky při uzavírání pracovních vztahů. Podmínky se týkají přímo výkonu práce a jsou do nich zahrnuty i požadavky na bezpečnost a ochrany zdraví při práci.

Povinnosti zaměstnavatele jsou vytváření bezpečného pracovního prostředí a pracovních podmínek, tak aby neohrožovaly zdraví zaměstnance a kontrola úrovně bezpečnosti. Musí provádět identifikaci, hodnocení a prevenci rizik, které jsou základním předpokladem k zajištění bezpečnosti a mohly by vést k nebezpečným situacím. Důležité je zpracování těchto dat kvůli hodnocení nových faktorů a následné odstranění všech nedostatků. Jestliže rizika nelze odstranit, musí být přijata vhodná opatření, která eliminují ohrožení zdraví na minimum. Zaměstnavatel nesmí ohrozit zaměstnance prací, která by neodpovídala jeho kvalifikaci. Musí poskytnout zaměstnanci zdarma ochranné pomůcky, pokud nelze v dané situaci zavést opatření kolektivní ochrany. Další povinnost je zajišťování zaměstnancům školení, která se týkají bezpečnosti práce a první pomoci. Také je povinen vybavovat pracoviště pomůckami pro první pomoc.

Při přijímání opatření k prevenci rizik platí tyto zásady:

- Omezovat vznik rizik a odstraňování rizik
- Přizpůsobování zaměstnancům pracovní prostředí, nikoli naopak
- Nahrazení fyzicky namáhavou prací jinými technologiemi
- Omezovat nebezpečné technologie méně ohrožujícími nebo zavést opatření
- Omezovat počty lidí, které jsou u zdroje nebezpečí
- Nahrazení osobních ochranných pomůcek za kolektivní ochranu [18]

3.2.2 Zákon č. 309/2006 Sb.,

Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.

Tento zákon začleňuje předpisy Evropské unie a upravuje je v návaznosti za zákoník práce. Dbá na zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a hygienické požadavky na pracovišti.

Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí a pracovní zařízení

Zaměstnavatel musí zajistit pracoviště prostorné a vhodně uspořádané a vybavené tak, aby bylo pro zaměstnance bezpečné a neohrožovalo jejich zdraví. Musí zajistit nejlépe denní světlo a vhodné podmínky vzduchu, větrání, vlhkost a teplotu. Další povinnosti zaměstnavatele je zabezpečit stroje, zařízení, nářadí a jiné pomůcky, které se využívají při práci, aby byly bezpečné. Aby zaměstnance chránily před rizikem, a pracovním nepohodlím musí na nich být umístěné ochranné zařízení, jejich prvky odpovídají ergonomickým požadavkům a jsou řádně kontrolovány a seřizovány. [19]

3.2.3 Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví

Ochrana před hlukem a vibracemi

Osoba, která provozuje stroje, musí zajistit, aby nepřevyšovaly dovolenou hodnotu hluku a vibrací. Hluk je definován jako nadměrný zvuk, který může poškozovat zdraví. Jestliže dochází k působení nadlimitních hodnot vibrací, také může docházet k poškození lidského těla. Obě veličiny jsou upravovány právními předpisy. Tento předpis upraví hygienické předpisy podle denní doby, způsobu jejich měření a hodnocení.

Kategorizace práce a evidence rizikové práce

Zaměstnavatel je povinen zařadit práci do jedné ze čtyř kategorií. Kategorie se odvíjí od míry výskytu rizikových faktorů na pracovišti. Kritéria, faktory a limity pro zařazení určuje právní předpis. Jestliže u práce hrozí nebezpečí vzniku nemoci z povolání nebo jiné nemoci spojené s vykonáváním práce a je zařazena do kategorie třetí nebo čtvrté, hovoří tento zákon o rizikové práci. [20]

3.2.4 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Toto nařízení stanovuje podmínky pro ochranou zdraví při práci. Zabývá se rizikovými faktory, jejich členěním a hodnocením. Mezi tyto faktory patří mikroklimatické podmínky jako zátěž teplem, chladem, práce s chemikáliemi a prachem a řeší také fyzickou a psychickou zátěž na organismus. V další části se věnuje hygienickým zásadám pro pracoviště, kde definuje podmínky pro pracoviště, pracovní prostředí, osvětlení či prostory pracoviště. [7]

3.2.5 Nařízení vlády č. 101/2005 Sb.

Tento nařízení vlády zpracování předpisy z EU a rozšiřuje ji na podrobnější požadavky, které se týkají pracoviště.

Zaměstnavatel musí pracoviště zajistit náležitě vybavené pracoviště, aby nedocházelo k újmě na zdraví pracovníků. Při tomto konání musí vycházet z hodnocení rizik, která vyplývají při konání činnosti. Před uvedením je provozovatel povinen zajistit ochranu před povětrnostními vlivy a účinky škodlivých vlivů, které vznikají při technologických a výrobních procesech. Také definuje umístění, uspořádání a instalaci výrobních a pracovních prostředků a zařízení.

Ruční manipulace ve výšce nad 1,8 metrů, musí být provedena pomocí dalšího pracovního zařízení (schůdky, žebřík, plošina). Při nesprávné manipulaci může docházet ke zranění o břemeno, zakopnutím při manipulaci nebo vysmeknutí a následný pád břemena. Proto je potřeba definování správných pracovních metod při ruční manipulaci a tím chránit zaměstnance před poškozením zdraví. [21]

3.2.6 Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. O technických požadavcích na strojní zařízení

Při používání stroje podle návodu k použití musí být míra nepohodlí, únavy či zátěže snížena na nejmenší úroveň. Zároveň musí být brán ohled na následující ergonomické zásady.

- Umožnění přizpůsobení se tělesným rozměrům, síle a výdrži obsluhy
- Poskytnutí dostatečného prostoru pro pohyb všech částí těla
- Vyhnout se tempu, který udává stroj
- Vyhnout se kontrolním činnostem, které vyžadují dlouhodobou pozornost
- Přizpůsobení rozhraní člověk – stroj předvídatelným vlastnostem obsluhy [22]

4 PLATNÉ NORMY V OBLASTI ERGONOMIE

4.1 Všeobecné zásady

Následující normy jsou uplatňovány jako všeobecné zásady při projektování pracovních strojů.

ČSN EN ISO 12100 - Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika

ČSN EN ISO 26800 (83 3512) - Ergonomie - Obecný přístup, zásady a pojmy

ČSN EN 614-1+ A1 (83 3501) - Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady

Touto normou se stanovují ergonomické zásady, které je nutno dodržovat během navrhování strojních zařízení v zájmu zdraví a bezpečnosti obsluhy. Tato norma platí pro všechny úkony od instalace přes provoz až po demontáž. [23]

ČSN EN 614-2 + A1 (83 3501) - Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 2: Interakce mezi konstrukcí strojního zařízení a pracovními úkoly

Tato norma pomáhá konstruktérům používat ergonomické zásady při projektování strojních zařízení a minimalizovat únavu, nepohodlí a další negativní působení na obsluhu. Kvalita projektování má vliv na bezpečnost a schopnost plnit úkoly a tím i zlepšovat optimalizaci systému. [24]

ČSN EN 13861 (83 3504) - Bezpečnost strojních zařízení - Návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení

Tato evropská norma uvádí metodiku k dosažení souvislé aplikace různých ergonomických norem pro konstrukci strojního zařízení. Tato opatření mohou pomoci zamezit nebo snížit četná nebezpečí a rizika vyhodnocením ve stádiu konstrukce. [25]

ČSN ISO 1503 (83 3508) - Prostorová orientace a směr pohybu - Ergonomické požadavky

Tato mezinárodní norma upravuje zásady návrhu, postupy, požadavky a doporučení pro prostorovou orientaci a směr pohybu ovládačů a sdělovačů použitých na nejrůznějších strojních zařízeních, průmyslových robotech, kancelářských strojích i předmětech denní potřeby. [26]

ČSN EN ISO 15535 (83 3507) - Všeobecné požadavky na zakládání antropometrických databází

Cílem této normy je, aby databáze vytvořené jedním výzkumníkem mohly být snadno použity i ostatními. Může se to uskutečnit tím způsobem, že se rychle a zodpovědně přistoupí k vytváření norem podporujících dobrá řešení. [27]

ČSN ISO 6385 (83 3510) - Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů

Tato norma slouží ke stanovení základních principů ergonomie pro navrhování pracovních systémů a zároveň definuje základní pojmy. Klade důraz na sjednocený přístup, kde ergonomové spolupracují s osobami zapojenými do navrhování. [28]

4.2 Komunikace člověk - technika

4.2.1 Požadavky na ovladače a sdělovače

Ovladače nám slouží k ovládání změn, kterých požadujeme. Jedná se o předávání informací mezi obsluhou a strojem. S rostoucí automatizací se zvětšuje počet ovladačů, proto jsou pro lepší dostupnost často centrovány na panel umístěný přímo na stroji nebo zavěšený vedle. Stroj musí obsahovat pouze nezbytný počet ovladačů a nesmí se ovládat jinak než rukama či chodidly.

Sdělovače pracovníkům podávají informace o stavu stroje či prostředí. Při navrhování je potřeba snížit počet informací na sdělovači, aby nedocházelo k odpoutávání pozornosti. Dále je třeba pamatovat na správné umístění a načasování, aby nezhoršovaly výkon operátora. Nejideálnější varianta podávání informací je zrakovou podobou, tudíž je potřeba kontrolovat i čitelnost informace. [3]

ČSN EN 894-1 až 4 (83 3585) - Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovladačů

Část 1: Všeobecné zásady interakcí člověka se sdělovači a ovládači

Tato evropská norma se zabývá projektováním sdělovačů a ovladačů pro obsluhu strojních zařízení. Definuje obecné principy, aby se omezilo vzniku chyb a práce byla efektivní a bezpečná.

Část 2: Sdělovače

Tato norma se vztahuje k navrhování a umístění sdělovačů u strojních zařízení. Jejím cílem je omezit ergonomická rizika, která by při používání mohla vzniknout. Specifikace se týká vizuálních, akustických a taktilních sdělovačů.

Část 3: Ovladače

V normě se zvláště zabývá bezpečností při práci s ovladači, aby nedocházelo k poškození zdraví obsluhy. Obsahuje proto ergonomické požadavky a doporučení pro navrhování a konstrukci ovladačů používaných u strojních zařízení, přičemž je brán ohled i na pracovní prostředí, ve kterém je daný ovladač používán.

Část 4: Umístění a uspořádání sdělovačů a ovladačů

Pro odstranění nebezpečných situací týkající se obsluhy sdělovačů nebo ovladačů, se využívá tato norma. Jedná se ale i o uspořádání řídicích panelů, pultů a jiných prvků. [29]

4.2.2 Zobrazovací jednotky

ČSN EN ISO 9241 – 1 až 17 (83 3582) - Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály

První část se týká ergonomických požadavků na používání zobrazovacích terminálů pro kancelářské práce. Jsou zde popsány základy přístupu, poskytuje přehled o všech v současnosti publikovaných částech a předpokládaném obsahu připravovaných částí. Další části se zaměřují na jednotlivé prvky a na prostředí, kde jsou zobrazovací jednotky používány.

- Část 1: Obecný úvod
- Část 2: Požadavky na pracovní úkoly – pokyny
- Část 3: Požadavky na zobrazovací displeje
- Část 4: Požadavky na klávesnice
- Část 5: Požadavky na uspořádání pracovního místa a na pracovní polohu
- Část 6: Požadavky na pracovní prostředí [32]

4.3 Antropometrie a biomechanika

Aby se dal řešit systém mezi člověkem a strojem, musí být určena fyziologie a psychologie člověka.

ČSN EN 547-1+A1 až 3+A1 (83 3502) - Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry

Část 1: Zásady stanovení požadovaných rozměrů otvorů pro přístup celého těla ke strojnímu zařízení

V této normě jsou popisovány otvory pro přístup celého těla pro daný stroj, aby byly respektovány ergonomické faktory. Poté v příloze A je uvedeno použití tělesných rozměrů v praxi.

Část 2: Zásady stanovení rozměrů požadovaných pro přístupové otvory

Norma popisuje rozměry přístupových otvorů pro strojní zařízení. Rozměry pro přístupové otvory jsou založeny na hodnotách 95. percentilu, zatímco dosahy jsou založeny na hodnotách 5. percentilu.

Část 3: Antropometrické údaje

Tato evropská norma popisuje současné požadavky na tělesné rozměry (antropometrické údaje), kterých je potřeba pro výpočet rozměrů přístupových otvorů pro účely strojních zařízení. Údaje jsou založeny na výsledcích antropometrických šetření reprezentativních pro populační skupiny v Evropě a pocházejí ze statistických měření neoděných osob. [30]

ČSN EN 1005-1 + A1 až 5 + A1 (83 3503) - Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka

Část 1: Termíny a definice

Při navrhování a konstrukci strojů má výrobce splnit základní požadavky na bezpečnost a zdraví. První část normy poukazuje na základní termíny a definice, aby byly tyto požadavky splněny.

Část 2: Ruční obsluha strojního zařízení a jeho součástí

V druhé části najdeme ergonomická doporučení pro konstrukci strojních zařízení, které zahrnují ruční obsluhu nebo jejich součásti. Norma platí pro strojní zařízení o hmotnosti 3 kg nebo vyšší a pro jejich přenášení na vzdálenost menší než 2 m. Také poskytuje identifikaci nebezpečí a posuzování rizika týkající se ruční obsluhy od montáže až po likvidaci.

Část 3: Doporučené mezní síly pro obsluhu strojních zařízení

Zde jsou doporučeny mezní síly, které mohou být používány během provozu strojního zařízení zahrnující celý život stroje. Norma bere ohled na frekvenci, dobu a proměnlivost sil a tím se pokouší vyhnout nežádoucím vlivům optimalizováním vyložených sil. Nadměrné síly mohou vést k vyvoláním únavy, diskomfortu a následně ke vzniku onemocnění.

Část 4: Hodnocení pracovních poloh a pohybů ve vztahu ke strojnímu zařízení

Pro posouzení možných zdravotních rizik, které souvisí s polohou a pohybů u stroje byla vydána čtvrtá část. Cílem je zajistit snížení zdravotních dopadů na obsluhu, které by mohly mít vliv na kvalitu a výkonnost práce.

Část 5: Posuzování rizika velmi často opakované ruční manipulace

Tato norma uvádí uživateli návod pro identifikaci případných zdravotních rizik z důvodu přetížení. Metody posuzování mohou také ukázat, jak se dá pracovat na jeho snížení. Také je zde uvedena metodika, která uvádí aplikace různých ergonomických norem pro konstrukci, aby byla možnost snížit rizika již v tomto stádiu. [31]

4.4 Prostředí

Prostředí zahrnuje všechny faktory, které působí na člověka při vykonávání práce. Můžeme sem zahrnout nejen vlivy fyzikální, ale i sociální, hygienické a bezpečnostní. [3]

4.4.1 Osvětlení

Jelikož člověk používá nejvíce při práci ze smyslů zrak, osvětlení je jeden z nejdůležitějších faktorů na pracovišti. Vhodným osvětlením tedy přispějeme k lepšímu vykonávání práce a zároveň i snížení únavy a můžeme tím zlepšit psychickou pohodu na pracovišti. Osvětlení se nejčastěji dělí na denní (přirozené), umělé a přidružené (kombinace obou).

Přirozené světlo má mnoho výhod i nevýhod. Největší výhodou je, že je zadarmo a využívá přirozené spektrum, ale na druhou stranu může kolísat jeho intenzita, barva a jeho teplo ovlivňuje lidi i stroje. V praxi se proto kombinují obě světla, aby se zajistilo plynulé osvětlení během celého dne i roku. [3]

ČSN EN 12464-1 (36 0450) - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

Norma stanovuje požadavky na řešení osvětlení pro většinu vnitřních pracovních a přilehlých prostorů z hlediska kvantity a kvality osvětlení. K tomu jsou doplněna doporučení pro správnou osvětlovací praxi. [33]

ČSN 36 0020 (36 0020) - Sdružené osvětlení

4.4.2 Hluk

Hluk se definuje jako nepříjemný, rušivý až škodlivý, sluchový vjem. Může se podepisovat na produktivitu, kvalitě práce a pohodě zaměstnanců. Při větší hladině také může mít za následek poškození sluchu, nervové soustavy nebo krevního oběhu. Jelikož se hladina hluku za poslední roky kvůli rozvoji techniky zvýšila, je potřeba zavést normy, které by úroveň regulovaly. [3]

ČSN ISO 1996 (01 1621) - Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí

ČSN ISO 1999 (011620) - Akustika - Odhad ztráty sluchu vlivem hluku

4.4.3 Teplo

Teplota prostředí musí odpovídat tepelné bilanci lidského těla. Vznikající teplo je závislé na druhu práce a její fyzické náročnosti. Nepříznivé podmínky mohou způsobovat narušení pohody, později narušit produktivitu práce a v nejhorším případě může dojít i k poškození zdraví. [3]

ČSN EN ISO 13731 (83 3545) - Ergonomie tepelného prostředí Slovník a značky

ČSN EN ISO 15743 (833547) - Ergonomie tepelného prostředí - Chladná pracoviště - Posuzování a řízení rizika

Norma slouží k posuzování teplotních vlivů prostředí na člověka. Obsahuje definice, značky a veličiny, které se vyskytují v normách v oboru ergonomie tepelného prostředí. Cílem je poskytnout podklady při tvorbě nových norem či jiných publikací. [34]

4.4.4 Barevné řešení

Barvy mají na člověka velký vliv, proto se dají použít ve výrobním prostoru. Vhodně zvolené barvy mají pozitivní vliv na pohodu, ale také zlepšují kvalitu i výkon práce, pořádek i organizaci práce. [3]

ČSN 01 2725 (01 2725) - Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí

Norma definuje barevnou úpravu pracoviště zejména v průmyslové výrobě. Barvy jsou vybírány podle fyzikálního a psychologického hlediska. Není opomenuto i hledisko pracovní činnosti, charakter prostoru či pracovního místa. Na konec jsou uvedeny příklady použití barev některých prostorů a rozebrán vliv barev na prováděnou činnost a stav organismu. [37]

4.5 Mentální pracovní zátěž

S neustálým růstem využívání výpočetních techniky se sice zmenšuje množství fyzické práce, ale narůstá podíl té psychické. Zdrojů této zátěže mohou být např. množství informací, monotónnost, špatné prostředí, zodpovědnost, rizikovost práce nebo časový stres. Řešení mohou být snadná, ale v řadě případů je potřeba úprava celého systému. Měření můžeme provádět metodou přímého a nepřímého měření nebo pomocí speciálních přístupů. [3]

ČSN EN ISO 10075-1 až 3 (83 3572) - Ergonomické zásady týkající se duševní práce

Část 1: Obecné otázky a koncepty, termíny a definice

Část 2: Zásady projektování

Část 3: Zásady a požadavky vztahující se k metodám měření a hodnocení mentální pracovní zátěže

5 HODNOCENÍ RIZIK NA PRACOVÍŠTI

Dá se říct, že všechny obory ergonomie slouží ke zvýšení produktivity práce, zlepšení bezpečnosti, snížení zdravotních dopadů a celkové spokojenosti člověka. Bez správných metod hodnocení by nedocházelo k přesným výsledkům, naopak by výstup mohl být velmi zkreslený a neodpovídat skutečnosti. Na zvolení vhodné metody hodnocení závisí mnoho důležitých aspektů. Základním kamenem správné analýzy je znalost pracovního systému, metod a jejich využití. Metoda je vybíraná vždy podle potřebných přínosů. [4]

Před identifikací rizik spojených s poškozením zdravím je vždy nezbytné celkové zhodnocení a každá analýza rizik by měla obsahovat tyto body.

- a) Definovat rizikové faktory
- b) Vytipovat místa, které budeme ověřovat
- c) Určit počet lidí, ke kterým se to vztahuje
- d) Odhadnout prostředky na opatření
- e) Definovat plán opatření
- f) Uskutečnit daná opatření
- g) Dohled na efektivnost

Významné parametry metod ergonomických hodnocení

- Kvalita ergonomických metod, jejich výběr a platnost
- Objektivita/subjektivita metody
- Studie v terénu/laboratoři
- Spolehlivost a reprodukovatelnost
- Citlivost metody, vhodnost použití a etická přijatelnost
- Časová náročnost, odborná, technická a ekonomická
- Vědecko – praktický model přístupu [2]

5.1 Hodnocení celkové svalové zátěže

Pro hodnocení celkové fyzické zátěže při práci dynamické používáme dle platné legislativy hodnoty ukazatele namáhavosti práce, který hodnotí vydanou energii - energetický výdej. Takovéto hodnocení je prováděno v případech, kdy práce je vykonávána velkými svalovými skupinami. [6]

Za celkovou fyzickou zátěž se považuje zátěž při fyzické práci dynamické, vykonávané velkými svalovými skupinami, při které je zatěžováno více než 50 % svalové hmoty. [9]

K popisu úrovně fyzické zátěže se využívají fyzikální jednotky (hmotnost, síla) nebo fyziologických kritérií (energetický výdej, srdeční frekvence). Posuzování pomocí energetického výdeje je závislé na mnoha faktorech. Patří k nim pohlaví, věk, fyzická zdatnost, délka trvání operace a další. [6]

Rozlišujeme:

- Energetický pracovní výdej – netto
- Energetický výdej – brutto (pracovní energetický výdej + bazální metabolismus)

U celkové zátěže se hodnotí energetické výdeje

- a) Směnové průměrné - jedná se o průměrný energetický výdej na jednu směnu během celého roku při dodržování 40 hodin za týden
- b) Směnové přípustné - horní přípustná hranice hodnoty směnového energetického výdeje
- c) Minutové přípustné - horní přípustná hranice energetického výdeje za minutu trvání práce
- d) Průměrné roční - celkový energetický výdej za období všech pracovních dnů za rok

Přípustné a průměrné hodnoty energetického výdaje a srdeční frekvence jsou uvedeny v příslušné legislativě. [7]

5.2 Hodnocení lokální svalové zátěže

Při hodnocení lokální svalové zátěže se zjišťují a posuzují vynakládané svalové síly, počty pohybů a pracovní polohy končetin v závislosti na rozsahu statické a dynamické složky práce při průměrné osmihodinové směně. [7]

Vyhodnocení pracovních podmínek

Analýza popisuje práci, sleduje režim práce a odpočinku v průběhu směn. Zkoumá časové úseky u jednotlivých operací a pracovní polohy u těchto činností. Posuzuje zátěž u svalových skupin a výskyt statické a dynamické složky.

Před měřením musí být určeny osoby, na kterých bude měření prováděno. Tito pracovníci musí hodnocenou práci rutinně provádět alespoň čtvrt roku a musí být schopni spolupracovat při měření. Výběr osob se provádí v závislosti na účelu měření. Kvůli šetření nemoci z povolání je měření prováděno na osobě, která je věkově a konstitučně podobná. Pro určování kategorie práce je třeba provádět měření na minimálně dvou zapracovaných osobách.

Měření nebo hodnocení má probíhat za běžných provozních podmínek tak, aby byly proměřeny všechny pracovní úkony a operace, které pracovník v průměrné směně provádí. Následně je provedeno časové vážení na průměrnou pracovní směnu. [7]

a) Hodnocení časových faktorů

Během pracovní směny se provádí nepřerušované pozorování a zaznamenávání doby trvání jednotlivých úkonů.

b) Analýza pracovního místa

Zaznamenává se pohybový prostor a manipulační rovina, která je u činnosti potřeba a hodnotí se uspořádání technických zařízení (ovládací, sdělovací prvky) a jejich dosahové vzdálenosti.

c) Hodnocení pracovních poloh

Hodnocení se provádí metodou biomechanické analýzy při současném hodnocení časových faktorů práce metodou nepřetržitého pozorování (časový snímek). Po analýze se určí vhodnost pracovních poloh na přijatelné, podmíněně přijatelné a nepřijatelné polohy. [6]

Nadměrnost a jednostrannost

Pro správnou analýzu je potřeba se zaměřit na kritéria související s nadměrným zatěžováním, jednostranností a délkou úkonu. Nadměrnost a jednostrannost jsou posuzovány spolu a říkají o poměru vynakládaných sil a časovém průběhu. [7]

Výrazným rizikem bývají cyklické úkoly při obsluze strojního zařízení. Zasaženy jsou nejvíce horní končetiny, které jsou tímto vystaveny riziku únavy, diskomfortu a následně i svalově kosternímu poškození. [3]

Hodnotí se zejména podle:

- Vyvíjené velikosti sil
- Časového intervalu, po který působí síla během úkonu
- Polohy celého těla, rozsahy pohybů
- Střídání pracovních pohybů z hlediska zatěžování svalů
- Střídání pracovních operací v průběhu pracovní doby
- Četnosti opakování pracovních pohybů [7]

Limity pro lokální zatížení

Při vyhodnocení zjišťujeme zda:

- Jde o práci s převažující dynamickou nebo statickou složkou
- Při práci nedochází k překračování limitních hodnot svalových sil
- Limitní hodnoty nepřekračují celosměnové průměry vynakládané síly
- Počet ohybů rukou a předloktí nepřekračují daný limit [7]

5.3 Hodnocení pracovních poloh

Již při navrhování pracoviště je potřeba důkladně přihlídnout ke konkrétním pracovním úkonům a zařízovat ho podle něj. Nejčastěji jsou v průmyslové výrobě uspořádána k práci vsedě, ve stoji nebo kombinaci obou. [6]

Riziko pracovních poloh zjišťujeme, jestliže se jedná o dlouhodobou činnost zaměstnance. Hodnocení je vhodné, jestliže je poloha dána konstrukcí stroje nebo činností, a tudíž si ji pracovník nemůže vybrat, tak mu vyhovuje. [9]

Poloha statická - Poloha segmentů těla, tj. trupu, hlavy, krku, horních a dolních končetin a kloubů, vymezená vychýlením od referenčních rovin, která trvá déle než 4 sekundy a je spojena jen s nepatrným vychylováním

Poloha neutrální - Poloha vsedě nebo vstoje bez rotace a kyfotického zakřivení páteře s horními končetinami volně visícími, zatímco pohled směřuje přímo dopředu podél vodorovné roviny.

Přijatelná poloha - Není nutné opatření, protože zdravotní riziko je malé či zanedbatelné.

Podmínečně přijatelná poloha – Může se zde objevit riziko pro část nebo celou populaci. Měly by být navrženy kroky, aby se riziko snížilo. Pokud úpravy či rekonstrukce pracovního místa, musí být provedena vhodná opatření v podobě instrukce a pokyny pro zaměstnance.

Nepřijatelná poloha - Zdravotní riziko je příliš velké. Aby se podmínky zlepšily, musí být provedena rekonstrukce.

Hodnocené parametry

a) Dosahové rozměry

Dosahové oblasti ve vertikální rovině při poloze vsedě je odvozena od výšky loktu a je vymezena lichoběžníkem. Výška sedadla se upravuje podle pracovní roviny a často se uvádí rozměr kolem 40 ± 5 cm nad podlahou. Dosahové vzdálenosti v horizontální i vertikální rovině jsou specifikovány nařízením vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění. Platí, že čím musí být práce přesnější, tím se také dosahové vzdálenosti musí zákonitě zkracovat.

b) Úhel posuzované části

Práce musí být přizpůsobena anatomii těla. Části těla by měly být orientovány symetricky k rovině souměrnosti těla. Taktéž je vhodné redukování rotací, úklonů a podpírání těla na nevhodných místech. Zabezpečení vhodných úhlů lze docílit správnými zornými podmínkami, aby se zaměstnanec nemusel zbytečně naklánět či rotovat částmi těla. Pohyby by měly být co nejpřirozenější a to nejlépe v obloukových drahách.

c) Vynakládané síly během polohy

Poloha musí být vždy úměrná potřebné svalové síle, aby nedocházelo k přetěžování některých svalových skupin. Jestliže je potřeba vyvinutí větší síly, upřednostňujeme práci ve stoje. Také je vhodné usnadnit zaměstnanci práci poskytnutím vhodného náradí.

d) Stabilita v pracovní poloze

Tělo musí mít v pracovní poloze dostatečnou stabilitu. Týká se to pozic ve stoje i vsedě, kdy konstrukce sedadel při trvalé poloze vsedě musí zajišťovat jejich stabilitu.

e) Čas na odpočinek

Pokud technickými či ergonomickými prostředky nelze z ekonomických či jiných důvodů zamezit či snížit polohovou a pohybovou zátěž, je třeba upravit režim práce a odpočinku v průběhu pracovní směny.

f) Statická/dynamická složka

Statická poloha je méně vhodná než dynamická. Nejvhodnější je střídavé zatěžování různých svalových skupin, nejlépe střídání sedu a stoje. Proto je potřeba strojní zařízení projektovat tak, aby byla možnost měnit při práci tyto dvě polohy. Vždy ale dáváme přednost sedem před stojem.

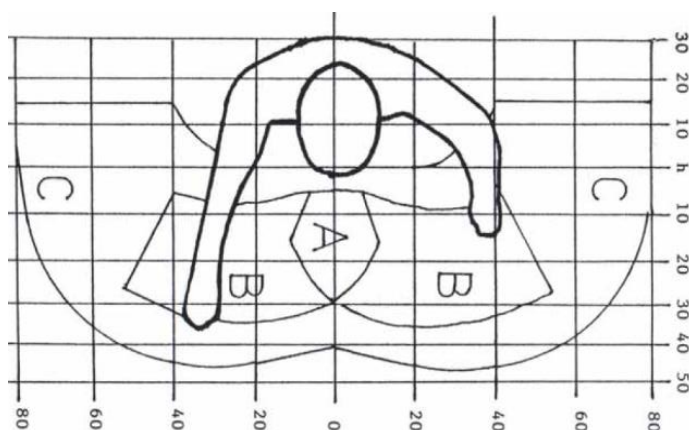
g) Délka trvání polohy

Určuje se maximální doba trvání, což je doba, po kterou může být udržována nepřetržitá statická poloha před odpočinkem. [6]

Limity pro pracovní polohu

Průměrný časový úsek pro nepřijatelné pracovní polohy je určena půl hodina z celkové osmihodinové pracovní doby. V závislosti na činnosti nesmí doba trvání v této poloze přesáhnout 1-8 min. Pro podmíněně přijatelné je limit určen na 160 min a doba setrvání v poloze zůstává stejná.

Jestliže dochází k překročení daných hygienických limitů, musí pracovník každé dvě hodiny dostat minimálně pětiminutovou přestávku, nebo musí být zajištěna výměna pracovníků. [7]



Obrázek 2 Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě i vstoje [7]

Oblast A - časté (20 až 40× za osmihodinovou směnu) a přesné pohyby.

Oblast B - pohyby obou předloktí při manipulaci s předměty a nástroji bez nutnosti změny základní pracovní polohy- mírné předklánění, pohyb do stran.

Oblast C - maximální dosah - méně časté a pomalejší pohyby, nutnost otáčení trupu.

5.4 Hodnocení ruční manipulace s břemeny

Pod pojmem "břemeno" v technické praxi se rozumí polotovary, výrobky, přepravky, různé dílce, nádoby, balíky apod. [9]

Ruční manipulaci s břemenem zahrnuje zvedání, nošení, pokládání, strkání a jinou činnost s břemenem, kde hrozí kvůli špatným ergonomickým podmínkám poškození páteře nebo jiné onemocnění zejména kvůli většímu zatěžování jedné strany těla.

Lze najít mnoho doporučení, směrnic a metod k hodnocení manipulace, aby docházelo k co nejmenšímu dopadu na zdraví. Při tomto problému je potřeba brát v potaz mnoho vstupujících faktorů, proto je obtížné stanovit přesné limity, které zaměstnance bezpečně ochrání. Proto platnost současných mezí nebyla zatím potvrzena a je potřeba jejich ověření. [1]

Limity se vztahují na následující kritéria

a) Biomechanická kritéria

Vychází z limitů pro oblast muskuloskeletálního systému. Zejména se využívá hodnot maximálních tlakových sil na meziobratlové ploténce nebo točivých sil. Pro tento účel je využívána metodika NIOSH. Význam určených hodnot ale snižuje mnoho aspektů, které nejsou do metody započítány. [1]

b) Fyziologická kritéria

Tato kritérium pramení z fyziologických parametrů, které hodnotí tělesnou zátěž a únavu. Pro určení těchto veličin se využívá energetický výdej nebo srdeční frekvence. Přesnost měření vždy závisí na dané metodice. [1]

c) Fyzikální kritéria

Specifikují požadavky vlastní práce při ruční manipulaci s břemeny (např. tvar, hmotnost a velikost břemene). Kritéria jsou obohacena korelačními koeficienty, které zvyšují validitu. Přesto není provedeno tolik šetření, aby byl tento přístup považován za zcela správný. [1]

d) Antropometrické kritérium

Řeší rozměry pracovní populace, jako jsou tělesná výška, rozměry končetin apod. [7]

e) Psychologická hlediska

Zahrnují pracovní motivaci, vnucené tempo, časový tlak při práci a podobné aspekty, které mají jistě vliv na manipulaci s břemeny. [7]

Při hodnocení je nutné zvažovat tyto důležité okolnosti

- Pohlaví, věk, aktuální zdravotní stav, fyzická kondice
- Frekvence manipulace
- Pracovní poloha
- Časové charakteristiky manipulace
- Úhel asymetrie
- Možnosti a způsob úchopu
- Pracovní podmínky, stav podlahy, terénu, aj. [7]

Limity pro manipulaci s břemeny

- Pro muže je maximální dovolená hmotnost při občasné manipulaci 50 kg a 30 kg při častém zvedání.
- Zároveň celková přemístěná hmotnost za směnu může být 10000 kg.
- Ženy mohou za směnu odnést 6500 kg, přičemž maximální váha je 20 kg při občasné nošení a 15 kg při častém.
- Vsedě je maximální možná přenášená hmotnost pro ženu omezena na 3 kg. [7]

5.5 Hodnocení mentální a psychické zátěže

Při posuzování zátěže sledujeme následující faktory

- a) Typy prováděných úkolů a dostatečný zácvik
- b) Způsob a frekvence provádění jednotlivých úkolů
- c) Možnost polohy těla
- d) Zařazení a různost mentálních stimulačních úkolů
- e) Dostatek odpočinkových časů a časový tlak
- f) Motivace pracovníka k práci [9]

6 METODY PRO HODNOCENÍ RIZIK

Metody využívané v České republice jsou postaveny na subjektivním hodnocení zátěže a to může způsobit, že výsledek může být zkreslený a nevyhodnotí všechna možná rizika. Používané metody jsou např. integrovaná elektromyografie, tenzometrie, biomechanické modely hodnocení, dotazníkové či pozorovací metody. Je nezbytné zavádění modernějších metod, které zjednoduší proces hodnocení a zavede kompaktní systém na určování rizik. [1]

6.1 Kontrolní listy

Pro vyhodnocení rizik pocházející z ergonomie se využívají kontrolní listy. V některých publikacích se tyto listy nazývají checklisty. Kontrolní listy mohou být univerzálnějšího rázu a je možno je použít pro více aplikací. Na druhou stranu mohou obsahovat mnoho kritérií, které ani nemusíme využít. Snížením hodnotících parametrů se zlepší přehlednost a lépe se vystihnou povahy daného pracoviště. Proto jsou lepší kontrolní listy, které se specializují na určitou skupinu, a to poskytne potřebná data k vyhodnocení rizik.

Kontrolních listů existuje velká řada na orientační hodnocení i na konkrétní části těla. Pokud je přesto potřeba vytvořit checklisty nové, je nutné posbírat co nejvíce potřebných data ohledně charakteristických znaků dané skupiny a vyhodnotit rizika, která by mohla vést k přetížení či poškození zdraví. Kontroly jednotlivých bodů na pracovišti by měly zejména vyházet z legislativních požadavků, jako jsou vyhlášky, normy nebo zákony. [1]

	ANO	NE	POZNÁMKA
1. Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?			
2. Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?			
3. Jsou dosahové vzdálenosti odpovídající?			
4. Je celkový design pracovního úkolu vyhovující?			
5. Je umístění ovladačů a sdělovačů vyhovující?			
6. Jsou používané nástroje a nářadí vyhovující?			
7. Jsou splněna kritéria pro ruční manipulaci s břemeny?			

Obrázek 3 Ukázka checklisty [2]

6.2 Metody pro hodnocení celkové fyzické zátěže

a) Tabulkové metody

Pro odhad nebo výpočet energetického výdaje se využívá tabulek, které obsahují hodnoty pro určení bazálního metabolismu dané polohy a vykonávané práce. Jedná se o méně přesnou metodu.

- Tabulky pro odhad energetického výdeje dle povolání – v normě uvedené střední hodnoty za celou pracovní dobu, vysoká chybovost až 30 %.
- Tabulky pro energetický výdej pro typické činnosti. Chybovost metody může být 15 %
- Tabulky pro odhad energetického výdeje dle složek činnosti. Chybovost metody 5 %. [6]

Tabulky obsahují pět tříd metabolismu (klidový, nízký, střední, vysoký a velmi vysoký). Ke každé třídě je uveden průměr a rozsah hodnot metabolismu a také příklady poloh a činností. [7]

Postup při hodnocení energetického výdeje

- Proveďte se podrobný časový snímek průměrné pracovní směny
- Vyhledají se příslušné hodnoty energetického výdeje dle charakteru činnosti a sečtou se
- Energetický výdej u jednotlivých činností násobíme počtem minut jejich trvání za průměrnou směnu
- Všechny součiny sečteme
- Součet dělíme celkovým počtem minut (efektivní pracovní čas) [6]

b) Monitorování srdeční frekvence

Tato metoda posuzuje celkové zatížení při pracovní činnosti. Aby byla dodržena správnost této metody, je vyžadováno zároveň hodnocení mikroklimatu a hodnocení na více lidech. Metoda nelze použít za nepříznivého klimatu a pro práci, kde převažuje statická složka.

Před měřením musíme znát průměrnou srdeční frekvenci v klidu, se kterou budeme porovnávat další hodnoty. Pro měření nejsou vhodné lidé, kteří mají příliš nízkou nebo vysokou tuto hodnotu nebo lidé s onemocněním např. kardiovaskulární onemocnění. Provádíme celosměnové monitorování srdeční frekvence a podrobný časový snímek pracovního dne. Při zpracovávání výsledků stanovujeme průměrnou směnovou hodnotu srdeční frekvence, maximální hodnotu minutové srdeční frekvence a hodnotu nárůstu průměrné pracovní srdeční frekvence oproti hodnotě výchozí. Využívají se přístroje na celosměnové monitorování srdeční frekvence včetně softwaru pro vyhodnocení výsledků měření.

c) Ventilometrie

U této metody se předpokládá, že mezi spotřebou kyslíku a vydechaným vzduchem je úzký vztah. Vhodná je na práce, kde převládá dynamická složka, jsou aktivovány velké svalové skupiny a naopak není vhodná na velmi těžké práce. Měření spočívá v zaznamenávání vydechaného vzduchu, poté se provede korekce na standardní teplotu vzduchu, barometrický tlak a tlak nasycených par (dle tabulek) a následně přepočet dle vzorců na hodnoty energetického výdeje. Využívají se zde přístroje pro měření objemu vydechaného vzduchu.

d) Nepřímá kalorimetrie

Z vydechaného vzduchu se provádí analýza množství spotřebovaného kyslíku a uvolněného oxidu uhličitého pomocí speciálních přístrojů. Dříve se odebíral vydechaný vzduch do vaků, měřil se jeho objem a prováděla se analýza obsahu kyslíku a oxidu uhličitého pomocí speciálních přístrojů. Dnes již jsou k dispozici moderní telemetrické přístroje.

Parciální metoda – používá se u lehkých a středně těžkých prací, u kterých se příjem kyslíku ustálí již po krátké době a odpovídá reálné potřebě.

Integrální metoda – používá se u těžké, krátkodobé práce, kdy převyšuje potřeba kyslíku dlouhodobou schopnost příjmu. Přijatý kyslík nemůže pokrýt potřebu, vzniká tzv. kyslíkový dluh, který se vyrovnává i po skončení práce. Proto měření integrální metodou zahrnuje i dobu odpočinku. [6]

6.3 Metody pro měření lokální svalové zátěže

a) Měření tlačných a tažných sil

Tato metoda je využitelná pro jednoduché pracovní činnosti. Pomocí měřidel jako jsou momentové klíče, dynamometry, váhy nebo tenzometry se měří tlak a tah používaných pracovních pomůcek, ovladačů a hmotnost břemen. Výsledky jsou poté kontrolovány s tabulkovými hodnotami. [7]

b) Integrovaná elektromyografie

Tato metoda dokáže monitorovat odezvy nervového systému při zátěži, a proto patří k nejpřesnějším v současné době. Ze zkoumaných svalových skupin dochází ke snímání elektrofyzilogických biopotenciálů, které vyhodnocuje zařízení EMG Holter. Pomocí speciálního programu dochází ke zpracování těchto signálů.

Před měřením je důležité, aby zaměstnanec byl zapracovaný alespoň 3 měsíce, aby byl při měření nápomocný. Výsledky měření jsou relativní hodnoty vynakládaných svalových sil v tzv. $\%F_{\max}$. [6]

c) Tenzometrická a výpočtová metoda

K této metodě se používá tenzometrických přístrojů, pomocí kterých jsou měřeny vynaložené síly. Ty jsou poté porovnány s referenčními hodnotami. Následně je prováděn výpočet průměrných směnových časově vážených svalových sil a vyhodnocení dalších kritérií. Při používání této metody je potřeba vyhodnotit i polohu horních končetin. [6]

d) Hodnocení kritérií pro ruční manipulaci s břemeny

e) Hodnocení poloh

f) Nové metody (RULA,REBA,OWAS, software Technomatic JACK)

g) Normové metody práce dle ergonomických norem /např. ČSN EN 1005 [6]

6.4 Metody pro hodnocení pracovní polohy

Při těchto metodách se hodnotí úhel polohy trupu, hlavy, krku, horních končetin a ostatních částí těla. Do hodnocení se započítává statická i dynamická složka zátěže, počet pohybů i dobu trvání jednotlivých poloh. Přijatelnost polohy se určuje podle rozsahu změn částí těla a hodnotí se předpoklad přetížení nejčastěji šlach, chrupavek a meziobratlových plotének. [6]

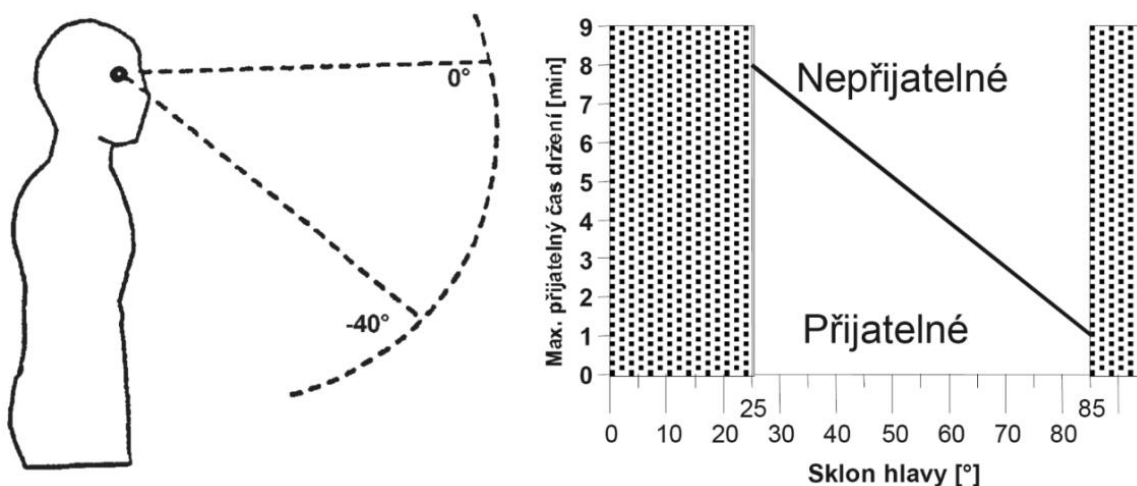
a) Video – pohybová analýza

b) Fotografická analýza

c) Pozorovací metody (OWAS, RULA, REBA)

d) Softwarové metody [6]

Při finálním hodnocení pracovních poloh vycházíme z ustanovení nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění, které obsahuje zařazení konkrétních pracovních poloh mezi podmíněně přijatelné a nepřijatelné pracovní polohy. Posouzení hodnocené polohy vychází z úhlů měřených z tzv. **neutrálních poloh** u jednotlivých částí těla.



Obrázek 4 Hodnocení polohy krku [7]

Při hodnocení polohy trupu se vychází z polohy páteřního výrůstku sedmého krčního obratle a horní hrany velkého chocholíku, které definují neutrální polohu. Úhly pro hodnocení polohy trupu jsou pak vztaženy k vertikální rovině. Úhel mezi rovinou procházející trupem v neutrální poloze a vertikální rovinou je 4° .

Při hodnocení polohy krku a hlavy se vychází buď z úhlu pohledu (při poloze trupu v neutrální poloze), tj. z velikosti úhlu pod horizontální rovinou oka, nebo z velikosti úhlu sklonu hlavy a krku k vertikální rovině.

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. [7]

6.5 Metody pro hodnocení ruční manipulace s břemeny

a) Prověrka pomocí kritických hodnot

Tato metoda je rychlý nástroj k určení, zda je pracovník vystaven riziku.

První krok: Zvolení referenční hmotnost podle předpokládané uživatelské populace.

Druhý krok: Zjištění, zda při manipulaci jsou splněna daná kritéria.

Jestliže jedno není splněno: Přechází se na další metodu.

Jsou-li všechna dodržena: pokračuje se v hodnocení pomocí třech případů.

Posouzení rizika je v pořádku, pokud vyhovuje jedna z popsaných provozních situací. Není-li s žádnou situací shoda, je potřeba zvážit změnu stroje nebo použít metodu pomocí tabulek. [2]

b) Odhad pomocí tabulek

První krok: Zvolení referenční hmotnosti.

Druhý krok: Posoudí se, zda činnost splňuje zadaná kritéria.

Pokud jedno kritérium není splněno: Přechází se na další metodu.

Jestliže jsou podmínky v pořádku: Vypočítá se index rizika vydělením skutečné hmotnosti doporučeným hmotnostním limitem, který se určí podle tabulek. V posledním kroku se určí, zda je riziko přijatelné, nebo je potřeba zajistit změnu stroje. [2]

c) Výpočet podle vzorce

První dva kroky jsou stejné jako u předchozích dvou metod.

Není-li jedno nebo více kritérií splněno: Zváží se možnost splnění každého z kritérií.

Pokud jsou kritéria splněna: Vypočítá se hmotnostní limit a postupuje se jako při metodě 2. [2]

6.6 Metody hodnocení mentální pracovní zátěže

K hodnocení mentální pracovní zátěže mohou být použity zejména následující metody

a) Fyziologické měření

Metody informují za daných podmínek o fyziologickém stavu zaměstnanců.

b) Subjektivní měření

Poskytují odezvu zaměstnanců, jak hodnotí na pracovišti jednotlivé aspekty mentální pracovní zátěže a jak se na pracovišti celkově cítí. Mohou být využity psychometrické stupnice.

c) Hodnocení výkonnosti

Tyto metody vyhodnocují lidské psychické a psychomotorické výkony, jestliže dochází k poklesu nebo změny výkonnosti vlivem mentální pracovní zátěže.

d) Analýza práce a úkolů

Tyto metody hodnotí úkoly, fyzické a psychosociální pracovní podmínky v pracovním prostředí a organizaci pracovních procesů jako zdroje psychické zátěže. [9]

6.7 Metody pro posouzení rizikových faktorů u strojních zařízení

a) **Metoda 1** - Všeobecné posouzení hlavních rizikových faktorů

Metodou se posuzuje, zda nedochází pro horní končetiny k porušování podmínek. Parametry se zajímají o používané síly, pozice, pohyby, opakované činnosti a četnosti úkolů.

Metoda se zajímá i tyto parametry

- Použité síly nejsou orientačně vyšší než 15 % maximální síly
- Pohyby loketního kloubu a zápěstí nepřesahují 50 % maximálního kloubního rozsahu
- Druhy pevných uchopení nebo sevření netrvá déle než třetinu doby cyklu
- Doba cyklu delší než půl minuty a stejné druhy úkonů se neopakují déle než polovinu pracovní doby.
- Četnost pracovních úkonů je menší než 40 za minutu.
- Další faktory, které by negativně ovlivňovali pracovní prostředí

Jestliže jsou všechny body splněny, a to pro obě horní končetiny, pak rizikové faktory jsou na přijatelné úrovni.

b) **Metoda 2** – Opakovaná pracovní činnost – označená zkratkou: OCRA

Jelikož se rizikové faktory mohou objevovat v různém rozsahu a kombinacích, je potřeba podrobněji analyzovat dopad na četnost pracovních úkonů. Úroveň zjišťujeme pomocí indexu OCRA.

Tento parametr se vypočítá pomocí podělení předpokládané četnosti pracovních úkonů za minutu a referenční četností pro obě horní končetiny. Poté je potřeba započítat i rizikové faktory a podle úrovně rizika určí konstruktér pro každý faktor násobitele.

Tabulka 1 Klasifikace výsledků podle indexu OCRA [9]

Index OCRA	Zóna	Hodnocené rizika
$\leq 2,2$	Zelená	Přijatelné
2,3 – 3,5	Žlutá	Podmíněně přijatelné
$> 3,5$	Červená	Nepřijatelné

V případě, že nastane podmíněně přijatelná podmínka, musí konstruktér znovu uvážit návrh strojního zařízení a úkolu, aby byly získány přijatelné podmínky.

Jestliže posouzení rizika ukáže nepřijatelnou úroveň rizika, musí se omezit pomocí úpravy jednoho nebo více následujících faktorů.

- Počet pracovních úkonů potřebných pro pracovní cyklus
- Doba cyklu
- Nevhodné polohy
- Další faktory [9]

6.8 Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik [5]

Kvůli identifikaci a komplexnímu hodnocení rizika muskuloskeletálního aparátu se využívá nových moderních nástrojů. Patří mezi ně metoda RULA, REBA a OWAS. Díky své rychlosti, jednoduchosti a ceně se mohou stát relevantním zdrojem v prevenci onemocnění aparátu.

Muskuloskeletální onemocnění je spojováno s více než polovinou zdravotních problémů souvisejících s prací v 15 zemích EU. Do této skupiny onemocnění patří poškození svalů, kloubů, šlach, vazů, nervů, kostí a oběhového systému. MSDs představuje obsáhlý nejen sociální ale i ekonomický problém, který se neustále rozšiřuje. Ovlivňuje ho více faktory fyzikální, biomechanické, organizační, psychosociální a individuální. Na MSDs nemá dobrý vliv opakované a nadměrné vystavování pracovníků ergonomickým rizikům. [5]

Metody se věnují hodnocení odchýlení těla od základní polohy. Tělo je rozděleno na části, aby se dosáhlo hodnocení ve vztahu k daným rovinám. V hodnocení pracovních poloh je tato identifikace velice důležitá k rozpoznání nefyziologických poloh, které jsou pro člověka nepříznivé. K vyhodnocení se využívá tabulek nebo softwarových programů. Výsledek pak určuje míru naléhavosti změn na pracovišti. [2]

6.8.1 Metoda RULA

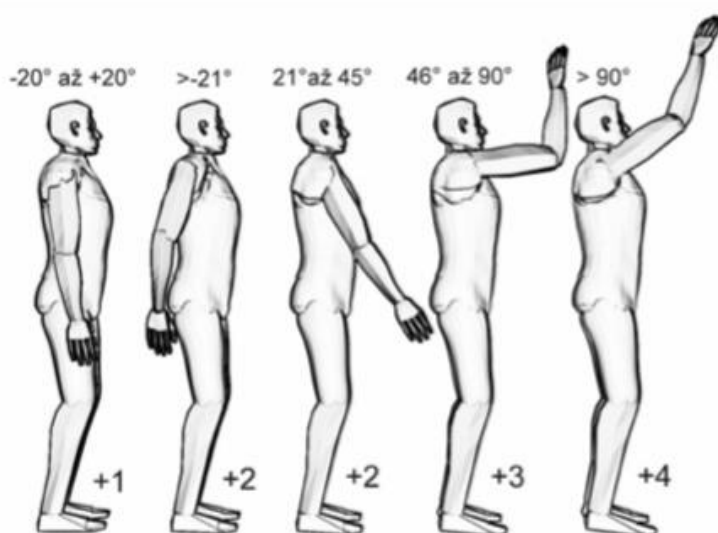
Metodika RULA („Rapid Upper Limb Assessment“) se zabývá hodnocení rizika poškození horních končetin, může však hodnotit i polohu krku, trupu a nohou. Největší výhodou je, že hodnocení také zohledňuje sílu a zátěž užívanou při práci, časové hledisko při používání zobrazovací jednotky a vliv na svaly při statické činnosti.

Základním předpokladem je určení výchozí polohy jednotlivých částí těla, které určuje základní skóre. Zkoumaným polohám se rozděávají body podle tabulky, které se nazývají proměnné skóre. Výsledek dané části dostaneme sečtením základního a proměnného skóre.

Výstupem je celkové hodnocení, které dává informaci o naléhavosti provedení opatření.

Tabulka 2 Vyhodnocení RULA [2]

Kategorie	Skóre	Hodnocení
1	1-2	Práce je na přijatelné úrovni, ale nesmí být prováděna dlouhý časový úsek.
2	3-4	Je potřeba dalšího vyhodnocení a provedení změn.
3	5-6	Jakmile to bude možné, je potřeba udělat na pracovišti změny.
4	7	Nutné okamžité zastavení výroby a provedení změn.



Obrázek 5 Ukázka metody na poloze paží [2]

6.8.2 Metoda REBA

Metoda REBA („Rapid Entire Body Assessment“) úzce souvisí s metodou RULA. Tento způsob vyhodnocení spočívá v rozdělení poloh do dvou skupin. Hodnocené polohy následně dostávají základnímu skóre a k nim je připočítáváno dodatečné skóre zejména za rotaci nebo naklonění příslušné části těla.

Skupina A - Hodnotí polohu trupu, krku, dolních končetin a poměr zátěže a síly.

Skupina B - Hodnotí polohu zápěstí, předloktí nebo celých paží. Zaměřuje se i na techniku uchopení.

Do hodnocení je zahrnuta také úroveň činnosti a je hodnoceno skórem C. Ta kontroluje, zda jsou části těla dlouho ve statické fázi, nebo jestli nejsou nadměrně přetěžovány pohyby. Zahrnutím těchto třech výsledných bodů je určeno REBA skóre, které udává výsledek měření. Podle dosaženého skóre se určí míra rizikovosti práce a naléhavost potřebných opatření. [2]

Tabulka 3 Hodnocení rizika REBA [2]

Typ opatření	REBA skóre	Úroveň rizika	Opatření
0	1	Zanedbatelné	Není nutné
1	2-3	Malé	Může být nutné
2	4-7	Střední	Nutné
3	8-10	Vysoké	Co nejdříve
4	11-15	Velmi vysoké	Okamžitě

Skupina A

Poloha/rozsah	Skóre	Dodatečné body (proměnné skóre)	Celkově
Trup			
Vzpřímený	1		
Flexe: 0–20° Extenze: 0–20°	2	Jsou-li záda otočená nebo nakloněná na stranu: +1	
Flexe: 20–60° Extenze: > 20°	3		
Flexe: > 60°	4		
Krk			
Flexe: 0–20°	1	Je-li krk otočený nebo nakloněný na stranu: +1	
Flexe: > 20° Extenze: > 20°	2		

Obrázek 6 Vyhodnocení metodou REBA [2]

6.8.3 Metoda OWAS

Jedná se o nejpoužívanější metodu pro hodnocení. Metoda OWAS („Ovako Working posture Analysis Systém“), spočívá v pozorování polohy po půl minutách, které se následně hodnotí a zařazují do příslušných kategorií. Je vhodná na různé aplikace, jednoduchý a rychlý, proto z něj vznikají i další metody. Pomocí těchto možností přichází v úvahu 252 kombinací různých pozic plus je možné pro lepší hodnocení zahrnout i polohu krku.

Výsledky se zařazují do jedné ze čtyř následujících skupin. [1]

- První kategorie – Jedná se o přirozené pracovní pozice – nemělo by docházet k poškození.
- Druhá kategorie – Mohou se vyskytnout problémy s poškozením, ale není nutné dělat okamžité nápravy.
- Třetí kategorie – Lze již s jistotou najít nepříznivé účinky, pracovní postup je doporučeno změnit.
- Čtvrtá kategorie – Tuto polohu je nutné změnit nebo úplně zrušit, protože dochází k velkému poškození kosterního aparátu. [1]

Polohy jsou vymezeny takto:

Tabulka 4 Hodnocení poloh metodou OWAS [1]

Pozice	Záda	Paže	Dolní končetiny	Zátěž	Krk
1	Vzpřímený stoj	Obě pod úrovní výšky ramen	Sed	< 10 kg	Uvolněný
2	Předklon	Jedna v úrovni ramen nebo více	Vzpřímený stoj	10 - 20 kg	Předklon
3	Otáčení	Obě v úrovni ramen nebo více	Stání na jedné noze	> 20 kg	Úklon
4	Předklon a otáčení		Podřep s rovnoměrně zatíženými koleny		Záklon
5			Podřep s nerovnoměrně zatíženými koleny		Rotace
6			Klečení		
7			Přecházení		

6.9 Využití software v ergonomii

V dnešní době je pro podniky čím dál tím důležitější optimalizovat své procesy, pomocí kterých může podnik lépe konkurovat na trhu. Proto stále častěji nachází simulace a virtuální realita své uplatnění v oblastech výroby, logistiky a v dalších odvětvích. Díky této digitalizaci v průmyslu se vyvíjejí i softwarové nástroje, které dokáží provádět ergonomické analýzy. Ale jako každá metoda má své klady i zápory. Na rozdíl od klasických metod, tento způsob bývá rychlejším pomocníkem k vyhodnocení rizik, ale na druhou stranu je zde zanedbáván vliv prostředí, který tvoří významnou část. [35]

6.9.1 Modelovací nástroje

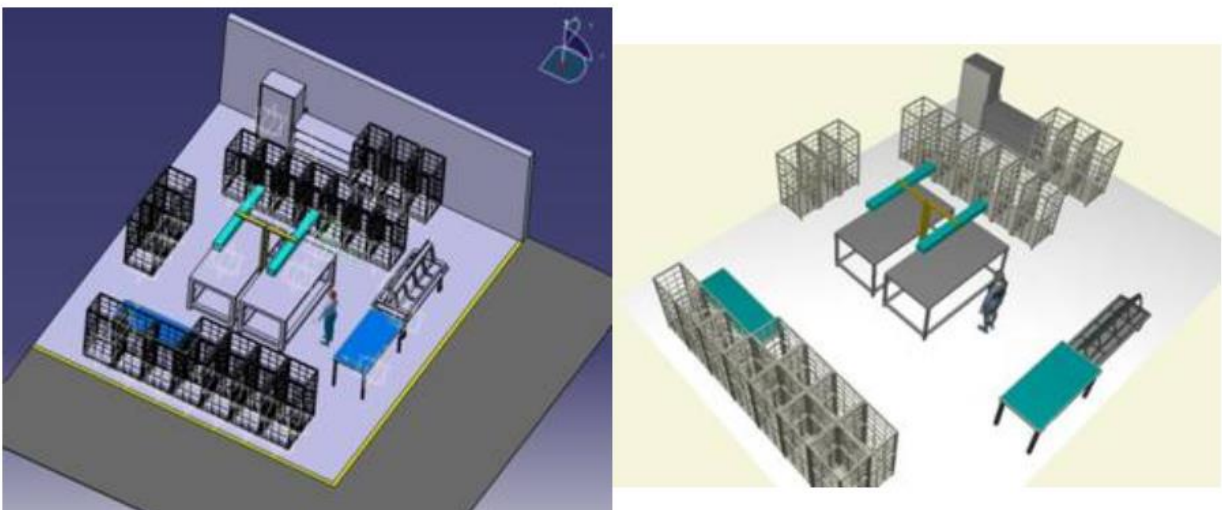
Díky těmto softwarům máme možnost provádět analýzy přímo na digitálním modelu člověka, který se pohybuje ve virtuálním světě a vykonává příslušné úkoly. V současné době jsou nejvíce využívány dva softwarové nástroje, protože obsahují uznávané ergonomické analýzy. Jedná se o značky Delmia a Tecnomatix. Tento software můžeme využít buď na hodnocení rizik na již existujícím pracovišti, nebo na návrh nového systému.

Základem hodnocení obou nástrojů je použít co nejvíce realistický model člověka a tím se přiblížíme k dosažení výsledků, které požadujeme. Pro vyhodnocení je také potřeba vytvořit přesný model pracoviště, které chceme vyhodnocovat. S vymodelovaným pracovníkem můžeme provádět různé analýzy. Oba dva softwary nabízí hlavní oblasti, kterou je manipulace s materiálem a hodnocení pracovního postoje.

Výstupní hodnoty obou analýz se podle různých studií mohou lišit. Oba softwary vychází ze směrnic Snook & Ciriello z roku 1991, proto je nesmíme zapomenout je porovnat s legislativou dané země. [35]

Tecnomatix

Software Tecnomatix je balíkem produktů firmy SIEMENS a používá se jako nástroj pro různé oblasti komplexních řešení úkolů. Díky možnosti digitálního modelování a prostorové vizualizace výrobních systémů je umožněno průmyslovým inženýrům, konstruktérům, logistikům, ale i ergonomům posuzovat celé výrobní systémy. [8]



Obrázek 7 Modely pracoviště v Delmia V5 Human a Tecnomatix Jack [35]

Tecnomatix Jack

V Jackovi lze vytvořit postavu libovolných rozměrů a proporcí. Populační data jsou sebrána z antropometrického průzkumu personálu armády spojených států. Na základě těchto údajů se snadno dají vygenerovat rozměry postav na základě výšky, váhy nebo percentilu populace. Model člověka má celkem 69 segmentů a 68 kloubů. S těmito segmenty můžeme manipulovat ve 2 nebo 3 osách. Model si buď to můžeme do polohy nastavit sami, nebo použít již nastavenou polohu z knihovny.

V programu máme možnost provádět několik základních typů vyhodnocování výkonu našeho virtuálního člověka. Základem je zorné pole, podle kterého můžeme určit, kam pracovník vidí a určit vhodné dosahové vzdálenosti. Analýzy, které software obsahuje, určí riziko a dávají návrhy na snížení této hrozby. Riziko je hodnoceno na základě postoje, zátěže svalů, frekvenci, délce činnosti a dalších faktorech. [36]

Tecnomatix Process Simulate Human

Tento nástroj dokáže nasimulovat lidské pohyby a ty vyhodnocovat pomocí obsažených ergonomických analýz. U modelu člověka lze libovolně upravovat pohlaví, národnost, výšku, váhu, percentil populace a jiné parametry, které mají na hodnocení vliv. Tento program umožňuje digitální modelování člověkem prováděných úkonů a jejich realistickou simulaci za účelem ověření ergonomických standardů, bezpečnosti práce a výkonnosti. [8]

Delmia V5 Human

Tento model umožňuje tvorbu modelu našeho virtuálního pracovníka pomocí pohlaví, percentilu postavy, rozměrů jednotlivých částí. Tyto databáze je možno doplňovat o další modely a ukládat si je pro další práci. Celkem je možno upravovat přes sto antropometrických proměnných. Algoritmus přepočítává zadané parametry a mění tím i další části těla, tak aby model stále vyhovoval antropometrickým měřítkům.

Další funkce umožňuje uživateli maximalizovat pohodlí pracovníka, jeho bezpečnost a výkon pomocí velkého množství ergonomických analýz, které vyhodnocují působící faktory. Dokáže vyhodnotit zvedání, pokládání, přenášení a činnosti na tah nebo tlak. V potaz také bere dobu trvání úkolu, jeho frekvenci, počáteční a koncovou pracovní pozici, maximální váhu břemene a další ovlivňující veličiny. Pro zatížení horních končetin používá analýzu RULA.

Další modul analyzuje všechny faktory pracovníkova postoje. Také je možné zjišťovat zatížení člověka v různých polohách během činnosti. Z těchto dat jsou zjišťovány informace o komfortu a výkonnosti při manipulaci s předměty.

Simulaci jednotlivých pracovních úkolů zajišťuje poslední funkce tohoto modelu. Na výběr je například chůze, změna postoje, zvedání, umístění předmětů, chůze do schodů nebo lezení po žebříku. [36]

6.9.2 Virtuální realita a zachycení pohybu

Virtuální realitu můžeme interpretovat mnoha způsoby. Můžeme ji třeba definovat jako technologii, která interaguje s prostředím, kdy k tvorbě a zobrazení obrazu je využíváno speciálních zařízení. Aby mohl být přenesen reálný pohyb přímo, užívají se obleky s technologií Motion Capture.

Požizovací ceny této nové technologie jsou značně vysoké, proto byly nedříve využívány pouze v laboratorních podmínkách. Poté se přesouvaly do větších firem, které si toto vybavení mohly dovolit. Jedná se zejména o automobilový průmysl, kde slouží na kontrolu výrobních systémů. Poslední dobou se tyto metody dostávají i do středních či menších firem. [8]

Zařízení Microsoft Kinect

Toto zařízení bylo primárně určeno pro ovládání herní konzole pomocí sledování pohybů kamerou, která dokáže rozpoznávat obličeje. Další částí je hloubkový senzor, což umožňuje trojrozměrné snímání obrazu za všech světelných podmínek. Toto zařízení vyžaduje vhodné umístění, aby nedocházelo ke zkreslování pohybů. [8]

6.9.3 Spojení Microsoft Kinect s Tecnomatix Process Simulate Human

Abychom dostali při analýze dobré výstupy, je nutné vymodelovat pohyb člověka co nejvěrněji. Právě tento problém řeší použití nástrojů dohromady. Toto spojení technologií se zdá být jako jednoduché a praktické řešení, protože umožňuje zachycení reálného pohybu člověka přímo ve výrobě. Společnosti pak budou moci jednoduše a za krátkou chvíli vytvářet simulace lidské činnosti a provádět úpravy produktů, pracovišť i pracovních postupů a zlepšovat tím návrhy produktů a výrobní procesy. Ve spojení s ergonomickými analýzami bude možné rychle identifikovat riziko vzniku ohrožení nebo přetížení člověka v reálném čase a okamžitě také reagovat.

Výhodou zařízení Microsoft Kinect je vhodnost snímání více pracovních poloh a rychlé vyhodnocení. Velikým plusem je přenositelnost zařízení a nenáročnost úpravy prostředí, protože je možné zpracovávat data při výrobě. Problém nastává, jestliže je tělo zakryváno tělesy nebo je v příliš velkém osvětlení. Poté dochází k deformaci pohybů a zařízení nedokáže rozpoznat části figuranta, proto není zejména vhodná pro hodnocení ve venkovních prostorech.

Oproti metodám, které využívají speciální obleky, je cena zařízení o mnoho menší, ale je zde nižší přesnost, proto se pracuje na zvýšení přesnosti pomocí snímání zepředu a z boku. [8]

7 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

Ergonomie souvisí s řadou právních předpisů, kterými je potřeba se řídit. Právní systém ukládá povinnost zaměstnavatelům činit opatření k zajištění bezpečnosti a zdraví zaměstnanců na pracovišti, tak aby předcházeli poškození. Legislativa týkající se ergonomie by potřebovala doplnit, protože se spíše věnuje ochraně proti úrazům než hledisku poškozování zdraví při dlouhodobé činnosti. Také často neobsahují žádná nebo jen nejasně formulovaná ergonomická doporučení.

Metody na hodnocení rizik u nás jsou spíše subjektivní záležitost, jsou zastaralé a zdlouhavé. Proto by bylo určitě vhodné prosazovat nové metody ze zahraničí, jako jsou REBA, RULA nebo OWAS. Zajímavé jsou také softwary využívané v ergonomii, které dokáží rizika rychle a jednoduše vyhodnotit. Jedná se o moderní metody provádějící komplexní ergonomickou softwarovou analýzu včetně návrhů opatření ke snížení ergonomického rizika.

Posuzování rizika by měli provádět vyškolení ergonomové, kteří se danou problematikou zabývají a mají s nimi již zkušenost. Právě proto mohou aplikovat ergonomické zásady a tím i navrhnout vhodné upravení pracoviště či pracovního úkonu. Standardem by mělo být i pravidelné školení a informování pracovníků o ergonomii a její dopady na zdraví při jejím nedodržování. Například při neoborné manipulaci s břemeny si poškození mohou způsobovat sami.

U ergonomie je důležitá prevence. Aby nebylo potřeba žádných měření a vyhodnocování, je nejlepší strategií pracovat na ergonomii již při samotném navrhování stroje, náradí nebo pracovního prostředí. Ve strojírenství dochází k rozvoji informačních technologií a automatizaci a to má za následek větší podíl sedavého způsobu práce. Proto by se zaměstnavatel měl zamyslet již při samotném vybavování dílny či kanceláře.

Určitě je dobrý krok podporovat tento rozvíjející se obor a dosáhnout tím lepšího zdraví zaměstnanců a tím i snížit náklady firmy a zvýšit produktivitu práce.

8 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala problematikou ergonomie ve strojírenství.

V první části práce byla tato věda představena a byly uvedeny hlavní témata, kterými se zabývá. Jelikož neodmyslitelnou částí ergonomie je legislativa, byly zde analyzovány nejvýznamnější zákony, směrnice a normy. Základním pilířem je Rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví. V ČR je důležitý zákoník práce, který zajišťuje podmínky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Další část byla zaměřená na hodnocení ergonomických rizik ve strojírenství. Do této části byly zvoleny základní rizika, které se ve strojírenství mohou objevit. Jedná se o zejména celkové a lokální zatížení, polohy a manipulace s břemeny.

Byly představeny metody pomocí, kterých se rizika mohou hodnotit a tím je možnost je snižovat či eliminovat. Také bylo poukázáno i na nové metody, které se u nás zatím nepoužívají, ale v jiných státech jsou již běžně dostupné. Jsou to metody levné, rychlé, snadné a objektivní. Nejnovější způsoby jak provádět analýzu a hodnotit rizika jsou ergonomické softwary. Jejich vznik zapříčinila digitalizace, která se ani ergonomii nevyhýbá.

Zájem o metodiky hodnocení stoupá, ale dostupnost a realizace není ovšem příliš snadná hlavně z pohledu časové a odborné náročnosti. Ergonomie musí brát ohled na současný stav ekonomického přístupu, kde je kladen důraz na finanční priority. Proto finanční prostředky mohou bránit ve výběru metod a vhodnějších ergonomických řešení.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [2] HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4. Dostupné také z:
<http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:8b5b2690-8f03-11e7-accf-005056827e51>
- [3] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [4] FIŠEROVÁ, Světla. Průmyslová ergonomie: metodické zásady pro aplikace v technické praxi: skripta. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-80-248-2960-9
- [5] BOZPinfo [online]. Praha, 2008 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z:
<https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>
- [6] KHSHK [online]. Praha [cit. 2020-04-20]. Dostupné z:
<https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>
- [7] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: Sběrka zákonů České republiky. Praha, 2007, č. 361. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [8] BOZPinfo [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2020-06-19]. Dostupné z:
<https://www.bozpinfo.cz/josra/moznosti-ergonomickych-analyz-pracovnich-poloh-s-vyuzitim-realneho-pohybu-cloveka-v-digitalnim>
- [9] MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. ABC ergonomie, Praha: Professional Publishing, 2010. IBNS 978-80-7431-027-0.
- [10] Rámcová směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví. Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci [online]. [cit. 2020-02-18]. Dostupné z:
<https://osha.europa.eu/cs/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>
- [11] Evropská unie, evropské právo [online] cit. Dne [15. 3. 2020] Dostupné z:
https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_cs
- [12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 90/269/EHS ze dne 29. května 1990, o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro ruční manipulaci s břemeny spojenou s rizikem, zejména poškození páteře, pro zaměstnance (čtvrtá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) Dostupné z:
<https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31990L0269>
- [13] 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) Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0104>

[14] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 89/654/EHS 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti (první samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31989L0654>

[15] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 90/270/EHS ze dne 29. května 1990 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami (pátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31990L0270>

[16] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 89/656/EHS ze dne 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci (třetí samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31989L0656>

[17] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES: O strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES (přepřpracované znění). In: 2006. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/42/oj>

[18] Zákon č. 262/2006 Sb. ze dne 21. dubna 2006 zákoník práce. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2006, částka 84, číslo 262. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>

[19] Zákon č. 309/2006 Sb. ze dne 23. května 2006, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. Praha, 2006, částka 96, číslo 309. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>

[20] Zákon č. 258/2000 Sb., ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2000, částka 74, číslo 258. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>

[21] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. ze dne 26. ledna 2005, o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí. Praha, 2005. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-101>.

[22] Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. ze dne 21. dubna 2008. Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2008, částka 56, číslo 176. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-176#p1>

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

[24] ČSN EN 614-2+A1. *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 2: Interakce mezi konstrukcí strojního zařízení a pracovními úkoly*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

- [25] ČSN EN 13861 - *Bezpečnost strojních zařízení - Návod pro aplikaci ergonomických norem při konstrukci strojních zařízení*, 3. vydání Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [26] ČSN ISO 1503 - *Prostorová orientace a směr pohybu - Ergonomické požadavky* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [27] ČSN EN ISO 15535 - *Všeobecné požadavky na zakládání antropometrických databází* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [28] ČSN ISO 6385 - *Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů*
- [29] ČSN EN 894-1 až 4 - *Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovládačů* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [30] ČSN EN 547-1+A1 až 3+A1 *Bezpečnost strojních zařízení - Tělesné rozměry* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [31] ČSN EN 1005-1 + A1 až 5 + A1 *Bezpečnost strojních zařízení - Fyzická výkonnost člověka* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [32] ČSN EN ISO 9241-1 (833582) *Ergonomické požadavky na kancelářské práce se zobrazovacími terminály. Část 1: Obecný úvod* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998
- [33] ČSN EN 12464-1 (360450) *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
- [34] ČSN EN ISO 15743 *Ergonomie tepelného prostředí - Chladná pracoviště - Posuzování a řízení rizika* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008
- [35] BOZPinfo [online]. Plzeň, 2013 [cit 2020-6-19] Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>
- [36] DigitalFactory [online]. Plzeň, 2011 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/ergonomie/human>
- [37] ČSN 01 2725 *Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1960

10 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
EU	Evropská unie
EN	Evropská norma
ČSN	Česká státní norma
OWAS	OVAKO Work Analysis System)
REBA	Rapid Entire Body Assessment
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
MSD	Muskuloskeletální onemocnění
IEA	International Ergonomics Association
OCRA	Occupational Repetitive Action
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health

10.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 Klasifikace výsledků podle indexu OCRA.....	49
Tabulka 2 Vyhodnocení RULA	50
Tabulka 3 Hodnocení rizika REBA	51
Tabulka 4 Hodnocení poloh metodou OWAS	52

10.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 Systém člověka, techniky a prostředí	18
Obrázek 2 Dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě i vstoje.....	39
Obrázek 3 Ukázka checklisty.....	43
Obrázek 4 Hodnocení polohy krku	46
Obrázek 5 Ukázka metody na poloze paží.....	50
Obrázek 6 Vyhodnocení metodou REBA.....	51
Obrázek 7 Modely pracoviště v Delmia V5 Human a Tecnomatix Jack.....	53