

APLIKOVANÁ ERGONOMIE 2019

SBORNÍK KONFERENCE

www.ergonomickakonference.cz
17.-18. 9. 2019, Praha

Pořadatelé



Partneři



Obsah sborníku

Cesta ergonomie k MOCAP	2
DIERS raster stereography – the tool of spin diseases prevention	10
Ergonómia a pokračujúce procesy priemyslu 4.0	14
Fyzioterapie a prevence nemocí z povolání přímo ve výrobě	22
Inteligentní produkt je ergonomický produkt.....	32
Optimalizace pracoviště ruční montáže s využitím ergonomických simulací.....	39
Štúdia merania práce na zvýšenie produktivity výrobnéj linky	47
Zlepšování ergonomie práce a prevence nemocí z povolání s využitím moderních metod a technologií.....	53
CERAA Glove – inovácia na poli ergonómie	55

Cesta ergonomie k MOCAP

Jan Vavruška¹

¹ *Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů a automatizace, Studentská 2, 461 17 Liberec, Czech Republic, jan.vavruska@tul.cz*

Abstrakt: Tento článek stručně informuje o možnostech a nástrojích pro analýzu pohybu člověka. Poukazuje na dostupné základní přístupy analýzy pracovních poloh, pracovních rovin, dosahových vzdáleností a zorných úhlů.

Klíčová slova: Ergonomie, MOCAP, tracking, Synertial, analýza pohybu, oblek.

Úvod

Základní myšlenka správného navrhování pracoviště je opřena o filosofii, kde je pracoviště třeba přizpůsobovat potřebám člověka, nikoliv aby se člověk podřizoval potřebám technologie. Proto je nezbytné vyhodnocovat kvalitu interakce člověka s pracovištěm, prostředky na pracovišti a bezprostředním okolím. Přístup k hodnocením a následným realizacím nápravných opatření a zlepšení je závislý na prioritách managementu. Tyto priority jsou ovlivněny motivací ke zlepšování pracovních podmínek na straně jedné, využitím zdrojů potřebných pro analýzu potřeb a možných řešení nápravných opatření na straně druhé a v neposlední řadě vynaložených nákladů a úsilí na realizaci vhodných změn.

Motivace ke změnám přitom nemusí být striktně ze strany kontrolních orgánů. Řada průmyslníků si již uvědomuje, že cílem firmy není pouze vytvářet zisk, ale také vytvářet a udržovat pracovní místa a společenské prostředí. Podporují tak udržitelný rozvoj, kupní sílu a společnost jako celek. I ti ostatní jistě vnímají změny na trhu práce, kde si dnes zaměstnanec vybírá svého zaměstnavatele. Stále častěji přestávají být peníze „až na prvním místě“ a více a více ovlivňuje rozhodování o novém zaměstnavateli pracovní prostředí, ergonomie, stres, firemní kultura atp.

Ochota vynaložit náklady a úsilí na změnu je úzce svázána s kvalitou navrhovaných opatření, jistotou a přesvědčením, že takovéto změny přinesou očekávaný efekt. Je tedy nezbytné zvládnout nejen navrhovat kvalitní řešení zlepšení pracovního prostředí, pracovních podmínek a ergonomie obecně, ale také efektivně a profesionálně připravit podklady pro rozhodování. Profesionálně znamená např. pravdivě, srozumitelně, i pro neoborníky, vizuálně přívětivě, s porovnatelnými variantami atp.

Jednou z cest je tedy hledat vhodné nástroje, prostředky a pomůcky pro analýzu potřeb a dostupných řešení v oblasti ergonomie.

1 Navrhování pracovního místa

Hlavní zásadou pro dosažení co největšího pracovního pohodlí při navrhování vhodného pracovního místa je neustále vyhodnocovat možnou přítomnost nežádoucích vlivů a včas realizovat dostatečná opatření. Je tedy nutné odstranit škodlivé, rušivé a obtěžující vlivy. Právní předpisy stanovují, že zaměstnavatel musí vytvořit vhodné a zdraví nezávadné pracovní podmínky pro své pracovníky. [1]

1.1 Výkon a pohoda pracovníka

Metoda provádění práce vychází z možností daných pracovním místem. Při definování pracovních standardů jde o proces hledání nejhodnější známé metody práce. Vytvořený standard by měl přihlížet k bezpečnosti a ergonomii práce. Standard předurčuje úroveň pracovního výkonu a pracovní pohody na pracovišti.[2]

Klíčovými jsou tyto faktory:

- Pracovní prostor a uspořádání pracoviště.
- Pracovní rovina, polohy a pohyby.
- Vybavení pracoviště, automatizace, nástroje a prostředky.
- Druh práce, doba vykonávání práce a relaxace.
- Pracovní zátěž, fyzická síla, duševní pohoda.
- Pracovní prostředí mikroklima, hluk, osvětlení.
- Antropometrické a fyziologické vlastnosti pracovníka.

1.2 Charakteristiky pracovního místa

Při posuzování pracovního místa sledujeme tyto základní charakteristiky:

- Pracovní pozice.
- Pracovní rovina.
- Pracovní poloha.
- Pracovní pohyby.
- Rozmístění ovladačů a sledovačů.
- Zorné podmínky.
- Vynaložené úsilí.
- Faktory prostředí.

Tyto charakteristiky pracoviště je vhodné uvádět v souvislosti s jakýmkoliv předpisem činnosti na pracovišti. Tyto údaje by měli být součástí pracovních standardů a je nutné, je revidovat před každou zamýšlenou změnou pracoviště. Pouze tento proaktivní přístup vede k finančním úsporám [3]. Dojde-li ke změně na této úrovni, mělo by vždy následovat také nové ergonomické posouzení pracovního místa.

2 Trendy

Dlouhodobým trendem je provádění digitálního návrhu pracoviště. V praxi se setkáváme s návrhy různé úrovně zpracování. Nedávným standardem byly 2D layouty založené na stavební dokumentaci budov. Jednotlivá pracoviště byla často zaznamenána pouze vymezeným prostorem příslušného projektu v generel layoutu. Detail byl často doplněn pouze pro vybavení, u kterého byla dostupná výkresová dokumentace nebo modely od výrobců a dodavatelů. Zanášet veškeré změny pracovišť se ne vždy dařilo.

Současným standardem se stávají 3D simulační modely reálného prostředí. Tzv. digitální dvojče disponuje i množstvím doplňujících informací a možnostmi provádět různé analýzy s užitím specializovaných SW nástrojů [4].

Model reálného prostředí je tvořen nejen 3D CAD objekty, ale je doplňován např. o pohybové sekvence a časový průběh činností nebo, tzv. 3D Point Cloud. 3D Point Cloud je robustní soustava bodů získaných pomocí 3D skeneru, zasazená do komplexního 3D modelu [5].

Tato rozšíření původně jen geometrických objektů otvírají nový svět možností, informací, vizualizací a argumentů. Stále dostupnější je nejen Virtuální realita VR, Augmented realita AR, Extended reality ER,

což jsou prostředky, které umožní výstupy ergonomických studií dále využívat např. při vzdělávání zaměstnanců, údržbě, kontrole standardů, vytváření podobných pracovišť atp.

2.1 Nástroje pro ergonomickou analýzu

Stále častěji jsou využívány SW nástroje také v oblasti hodnocení pracovního místa [6]. V této oblasti je opět řada nástrojů několika tříd:

- Uživatelské dotazníky
- Elektronické formuláře pro profesiografii určené pouze pro záznam. Jsou užívány v tištěné i elektronické podobě.
- Interaktivní kontrolní listy s možností výběru v seznámech a automatickými výpočty skóre. Často jako součástí nástrojů PI, založených na metodách předem určených časů (MTM, MOST), rozšířených o ergonomii.
- Nástroje pro porovnávání reálné a modelové situace při hodnotícím auditu na úrovni dílny využívající rozšířenou realitu např. CEIT CERAA.
- Samostatné simulační nástroje pracující s modelem člověka. Kam patří např. Ramsis, Jack.
- Nástroje digitální továrny jako Delmia V6 Human, Tecnomatix PSH.

2.2 Modely člověka pro digitální studie

Projektanti, konstruktéři a analytici zachytili potenciál digitálních modelů na konci 50. let. V počátcích se uplatňovala individuální řešení, až později vznikali unifikované modely. Nejprve šlo již o sdílené, ale stále o specializované modely pro konkrétní aplikace, které byly až následně rozšířeny a uvolněny pro všeobecné použití, tzv. DHM (Digital Human Model) různých generací.

BoeMan – společnosti U.S. Naval Air Development Center je první model a SW z 60. let pro simulaci dosahů člověka ve vojenském a leteckém průmyslu.

CombiMan – je společností USAF Aerospace Medical Research Laboratory, v 70. letech přepracovaný Boeman pro analýzu výhledových úhlů z letadel pro všechny cestující i posádku.

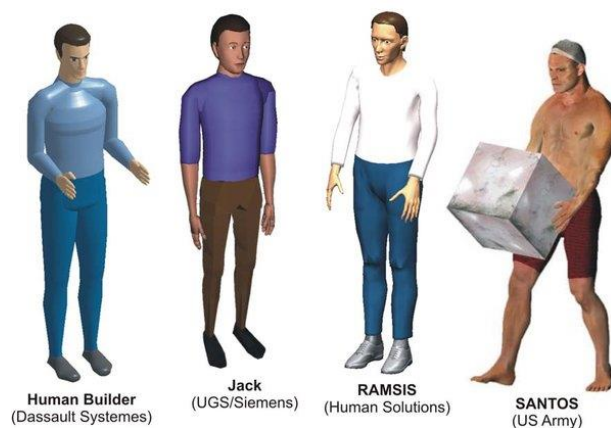
CrewChief – Je první model pro analýzu operací při údržbě letadel. Určený pro analýzu činnosti jako tažení, tlačení a zvedání různých břemen. Model je rozšířený o pozice vestoje, předklonu a kleče.

ERGOMan - z Laboratoire d'Anthropologie Appliquée et Ecole Hamaine Paris je součástí SW Process Engineering Systém pro analýzu simulací v 3D prostředí.

Anthropos - model pro analýzu potřeb volného prostoru, dosahu, výhledu a pracovní polohy. Obsahoval 4 velikosti člověka. Název byl odvozen od modelu Mamuta s mládětem.

Safework – z 80let od Ecole Polytechnique in Montreal v Kanadě a je rozšířen o antropometrické parametry ve vztahu ke statistickému percentilu populace. Lze hledat kolize s objekty a simulovat jednoduché pohyby na základě inverzní kinematiky. Analýzy pro zvedání/pokládání a váhové limity. Obsahuje analýzy RULA, NIOSH, MTM, GARG Energy Expenditure a další. [7]

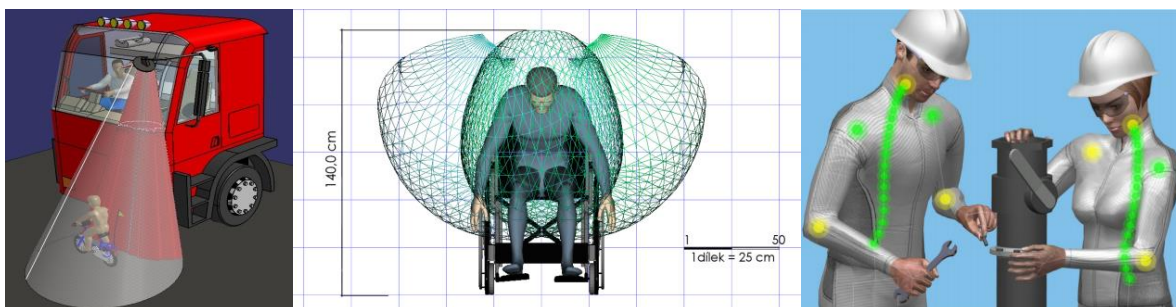
Santos a Sophia – jsou jednou z posledních generací DHM (viz obr. 1). Z těchto modelů vycházejí také digitální lidé společnosti Siemens PLM Software, nazývaní Jack a Jill. Digitální figuríny PTC v produktu společnosti Creo Parametric a v další verzi s většími funkcemi, PTC Creo Manikin Extension jsou v sadě Dassault Systemes Virtual Ergonomics Solutions a říkají si Teo a Sia a Ramsis od Human Solutions zaměřený na automobily [8].



Obr. 1. Digitální modely člověka – DHM

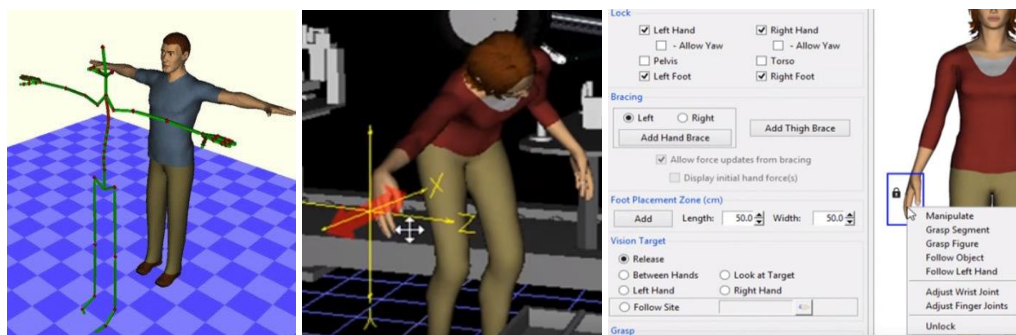
3 Práce s modelem

Vložení modelu člověk (DHM) do připravené scény pracovního místa vše teprve začíná. Počítačové studie jsou součástí systematického prověřování pracovního místa. K dispozici jsou nástroje pro jednotlivé analýzy (viz obr. 2), např. zorné podmínky, dosahové vzdálenosti, pracovní polohy, pracovní prostor, zatížení při práci atp.



Obr. 2. Základní ergonomické studie (zdroj: Human solution, NIS Nábytkářská IS, Dassault Systemes)

Ve všech případech je před analýzou nutné nejprve upravit model člověka a napozicovat jednotlivé jeho části, podléhající analýze, do správné a přirozené pracovní polohy (viz obr. 3).



Obr. 3. Tecnomatix Jack pozicování modelu manuální (zdroj: Tecnomatix)

Při pozicování modelu vycházím z uložených základních pozic, které jsou následně editovány. Máme-li k dispozici pouze myš nebo podobný ovladač, pozicujeme model tažením nebo rotací souřadnicového systému jednotlivých segmentů skeletu pomocí myši. Při pozicování modelu, je možné uzamknout některé jeho části. Upravit lze nejen pozici komplexních částí, jako jsou ruce, nohy atp., ale i např. pozici jednotlivých článků prstů (phalanx).

3.1 Práce s modelem

Jednou z časově nejnáročnějších činností v rámci přípravy ergonomické studie s využitím Digital twins je obvykle práce s modelem člověka. Situace se, ale dramaticky, mění s využitím dalších podpůrných prostředků.

Pokud máme k dispozici pouze základní SW vybavení jako například Delmia V Human nebo Tecnomatix Jack, můžeme využít knihovnu základních pracovních pozic (viz obr. 4), které je však třeba přizpůsobit konkrétnímu pracovnímu místu, vykonávané činnosti a antropometrickým vlastnostem pracovníka. Toto často znamená zdlouhavou práci s jednotlivými segmenty skeletonu modelu člověka pomocí myši. Práce je to časově náročná s nejistým výsledkem přirozené pozice modelu.



Obr. 4. Předem zaznamenané pozice v Jacku (Siemens, 2014).

Analytici a projektanti se proto, po prvních zkušenostech, poohlížejí po dalších nástrojích a pomůckách. Nasnadě je sáhnou po herních ovladačích, které jsou založeny na snímání pohybu člověka. Situace však není tak jednoduchá a skýtá hned několik úskalí např.:

- Nepřesnost snímačů určených pro herní průmysl.
- Kompatibilita využívaných herních skeletonů a DHM.
- Export a import dat mezi nástroji pro snímání a analýzu

Situace je to natolik složitá, že bez velké uživatelské základy IT nadšenců, která je v oblasti ergonomie spíše malá, je vynaložené úsilí nepřiměřené. Ale i zde se najdou výjimky, např. Tecnomatix Jack má k dispozici plugin na propojení s první generací senzorů Kinect 360 (viz obr. 5).



Obr. 5. Tecnomatix Jack pozicování modelu pomocí Kinect 360 senzoru (zdroj: Siemens PLM)

K dispozici jsou také řešení specializovaných produktů z oblasti snímání pohybu Motion Capture zkráceně MOCAP, rozšířené ve filmovém průmyslu. Výrobci těchto systémů VICON, Xsens, Qualisys,

Synertial a další, společně se SW firmy jako Siemens PLM Software, Creo Parametric, Dassault Systemes, Human Solutions, uzavírají strategická partnerství a propojují MOCAP s analytickými nástroji.

3.2 Snímání pohybu - MOCAP

Z pohledu technologie zachycování pohybu se setkáváme s různými řešeními. Aplikovány jsou nejčastěji následující systémy:

- Optické systémy – rozpoznávání obrazu (viz obr. 6).
- Inerciální systémy – oblek se snímači (viz obr. 7).
- Hybridní systémy – kombinující oba přístupy (viz obr. 8).

Nevýhodou optických systémů je nutnost vidět a rozpoznat objekt zájmu v 3D prostoru. Tohoto požadavku však v reálných výrobních podmínkách dosáhneme spíše výjimečně. Tato řešení jsou proto využívána obvykle pouze v laboratorních podmínkách.



Obr. 6. Ukázka MoCap laboratoře (zdroj: FILM.UA studio Ukrajina)

Výhodou je možnost záznamu i pracovního místa a interakcí s objekty na pracovišti. Často jsou trekovány také hlavní pohyblivé prvky, např. tlačný vozík, zvedané břemeno, ovládací prvky atp.

Inerciální systémy jsou realizovány zpravidla ve formě obleku nebo sady manžet se senzory. Snímáme pouze vzájemný (relativní) pohyb jednotlivých senzorů. HW prostředky působí negativně na zkoumaný subjekt. Přesto, že nová bezdrátová řešení s nízkou váhou i rozměry omezují pohyb pracovníka jen výjimečně, proband vnímá nejen zvýšený zájem, ale i riziko možnosti poškození MOCAP systému nebo vybavení pracoviště. Počet sledovaných segmentů je určen počtem snímačů (IMU jednotek).



Obr. 7. Ukázka obleku pro inerciální snímání Xsens MVN (zdroj: Xsens)

Výhodou je možnost aplikace ve stísněném prostoru přímo na pracovišti nebo exteriéru.

Hybridní systémy kombinují oba přístupy, využívají výhod obou systémů a potlačují jejich nedostatky.



Obr. 8. Ukázka obleku pro hybridní snímání Synerial HTC VIVE/VICON (zdroj:synertial)

4 Laboratoř digitální továrny

Laboratoř TU v Liberci je v současné době poměrně dobře vybavena, k dispozici je SW vybavení.

- Tecnomatix PLM (včetně Jack a Proces simulate human)
- Vicon Tracker 3.X
- Motion Builder, Unity
- SynDush a SynShow

Z hardware pak lze zmínit např.

- Vicon studia (Optický MOCAP)
- MOCAP oblekem Synertial MS-4900 (Inerciální MOCAP)
- MOCAP rukavice 2x 16-Sensor Glove Synertial (rozšíření obleků)
- HTC VIVE (Doplňek k obleku pro Hybridní MOCAP)
- Trimble CX 3D scanner (Point cloud)

Závěr

Nesprávně navržené pracoviště omezuje možnost dodržet ergonomické zásady při vykonávání práce a vede k poškození zdraví pracovníka. Proto je nutné v maximální míře vyhodnocovat možná rizika a nežádoucí vlivy v celém průběhu návrhu i následného užívání a změn na pracovišti. Je žádoucí využívat vhodné nástroje pro posuzování návrhu a testování nápravných opatření. Vždy je však třeba přihlížet k dostupnosti jednotlivých nástrojů a jejich přínos. Nebojte se však začít s mini audity pomocí firemních kontrolní listy, nástrojů rozšířené reality jako CEIT CERAA, využitím služeb profesionálů v oblasti ergonomického poradenství, nebo s vybudováním vlastního servisního týmu vybaveným SW a HW profesionální úrovně. Každý nástroj má svou příležitost a cesta, která vede ke zvýšení výkonu a pohodlí na pracovním místě, je cesta správným směrem.

Poděkování

Tato publikace byla napsána na Technické univerzitě v Liberci. Výzkum prezentovaný v tomto článku byl podpořen institucionální podporou na nespécifický vysokoškolský výzkum Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v roce 2019

Literatura

- [1] Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce v platném znění
- [2] KRÁL, M. *Metody a techniky užití v ergonomii*. Praha : VÚBP, 2002.
- [3] A. Miller, M. Bures, M. Simon, *Proactive approach during design and optimization of production system*, Annals of DAAAM for 2011 & Proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium, Vienna, Austria, 2011, pp. 0559-0560.
- [4] BAUMRUK, J.; MATOUŠEK, O. *Ergonomické hodnocení pracovních podmínek s počítačem*. Bezpečnost a hygiena práce, 1997
- [5] KWON, Soon-Wook, et al. *Fitting range data to primitives for rapid local 3D modeling using sparse range point clouds*. Automation in Construction. 2004. DOI: 10.1016/j.autcon.2003.08.007. ISSN 09265805
- [6] POLÁŠEK, Patrik, Marek BUREŠ a Michal ŠIMON. *Comparison of Digital Tools for Ergonomics in Practice*. Procedia Engineering [online]. 2015, 100, 1277-1285 [cit. 2019-08-29]. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.01.494. ISSN 18777058. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705815005214>
- [7] Digital factory: *Ergonomie* [online]. [cit. 2019-08-28]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/ergonomie>
- [8] Kenneth Wong. *In Harm's Way*. CGW, 2012, vydání 35 číslo 5 [online]. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.cgw.com/Publications/CGW/2012/Volume-35-Issue-5-Aug-Sept-2012-/In-Harms-Way.aspx>
- [9] SALVENDY, G. Handbook of human factors and ergonomics. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 1654 s. ISBN 978-0-471-44917-1

DIERS raster stereography – the tool of spin diseases prevention

Július De Riggo¹, Ľuboslav Dulina¹, Martin Gašo¹, Eleonóra Bigošová¹, Blanka Horváthová¹

¹*Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva, Ergonometrické laboratórium pohybov, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovenská republika*

Abstract: Damage to the musculoskeletal system is a current problem that is solved in every production and non-production sphere. At present, the most difficult part of the human body is just the spine, but so far the disease is not categorized as an occupational disease. The article is a brief overview of the backbone load caused by work activities. It describes a device by which it is possible to correctly identify characteristic activities that can lead to work-related spinal disease.

Key words: Industrial engineering, DIERS, Occupational diseases, Raster stereography

1 Occupational diseases

Occupational diseases are diseases that arise in a causal relationship with the work performed due to the adverse effects of the chemical, physical, biological and other risk factors of the working environment. In 2017, 354 cases of occupational diseases and professional poisonings were reported in the Slovak Republic. Compared to 2016, the number of reported diseases increased by 38 cases in 2017. The most stressed part of the human body is the spine. Musculoskeletal and connective tissue disorders are increasing in character. In 2014, 83,273 diseases were recorded. In 2017, it was up to 93,338 musculoskeletal and connective tissue diseases. [1]

1.1 Load of the spin due to work activities

Nowadays, work activities characterized by frequent repetition of the same work movements with demands for high movement coordination enter the forefront. In many cases, workers must perform their work for a long time at a forced pace and with excessive static and one-sided loads on not only the limbs but also the spine. This disease contributes significantly to reducing the quality of life of workers. It is therefore necessary to address the problems of occupational diseases [2,3]. To do this, it is important to know precisely the factors that initiate the disease and monitor the course of the disease. This information could be identified by a suitable predictive system. The creation of such a system would be preceded by monitoring the degenerative processes of the spine, due to the onset of disease manifestations and subsequent identification of factors that may cause the problem. Sometimes it is very difficult to indicate whether the spine difficulties are work-related or a dominant factor outside the working environment. With using raster stereography and a device working on this principle, it is possible to identify those characteristic activities that can lead to the creation of a conditional illness. [4]

2 Raster stereography

Drerup and Hierholser developed surface topography, known as a raster stereography, in 1980. This radiation-free technology projects horizontal light strips on the back of the patient's body. Subsequently, the still images of these lanes are recorded and digitalized. Due to the deformation of the projected horizontal lines, a three-dimensional image of the body surface can be created. For each scan, the device calculates 40 body shape parameters based on angles, spacing, and spinal and pelvic variations. Based on the individual parameters, the algorithm calculates the average values from the entire scan, selects the nearest image to the average values, and determines the parameter values for that particular image. The DIERS formetric system works on this principle. [5]

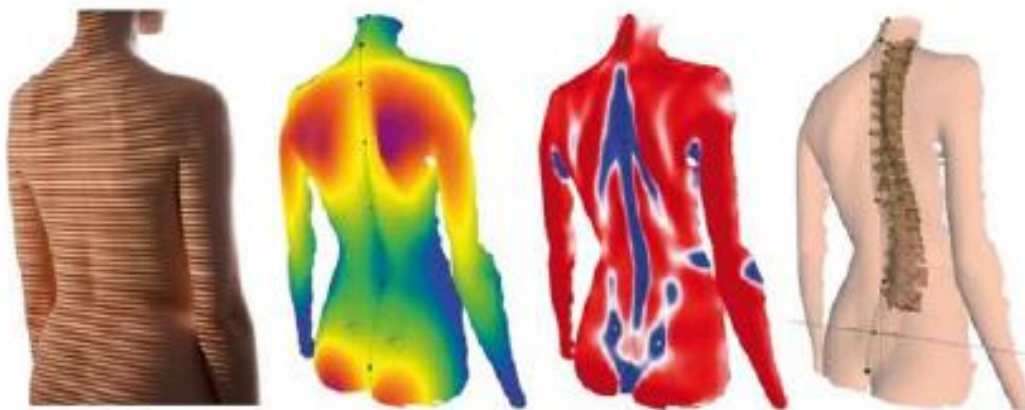


Fig.1 Raster stereography [5]

2.1 DIERS 4D Motion lab

A complete system called DIERS 4D motion[®] Lab is a stationary examination device. This system allows you to view the spine and its segments when moving. The DIERS is a video-raster graphic device that was created in 2005. The device is equipped with a camera or a camera. Camera and software that allows you to track interactions between vertebrae and pelvis while walking and other movements. The device is used for diagnosing faulty posture, for evaluating spine flexibility, for various asymmetry in movement, and for evaluating the effect of therapy. Advanced equipment may be added to the base unit. The DIERS leg axis module, which is used to measure the axis of the legs and to walk analysis, and the DIERS Pedogait model. [6]



Fig.2 DIERS 4D Motion lab [6]

DIERS Formetric 4D

This system is based on 4D technology (expanded 3D technology by time). The device allows performing functional tests and postural analysis. With 1-minute recording, the system can create up to 10 frames per second. In addition to functional analysis, it can obtain the average of data from the recording, thus achieving a higher accuracy needed for postural variations of the human body. [7]

DIERS Leg axis

DIERS leg axis enables the geometric analysis of the lower limbs to be performed quickly and efficiently. It is another module for the DIERS 4D Motion Lab diagnostic complex, which allows video walking analysis and spine condition. The module is equipped with rear and side cameras for a more complete and visual analysis of the foot performed before and after foot correction. [8]

DIERS Pedogait

DIERS pedogait is a treadmill that incorporates a pressure plate that measures the pressure distribution on the foot during a walk. The system analyses the shape of the back, spine curve, and vertebral rotation, based on various anatomical and biomechanical models. [8]

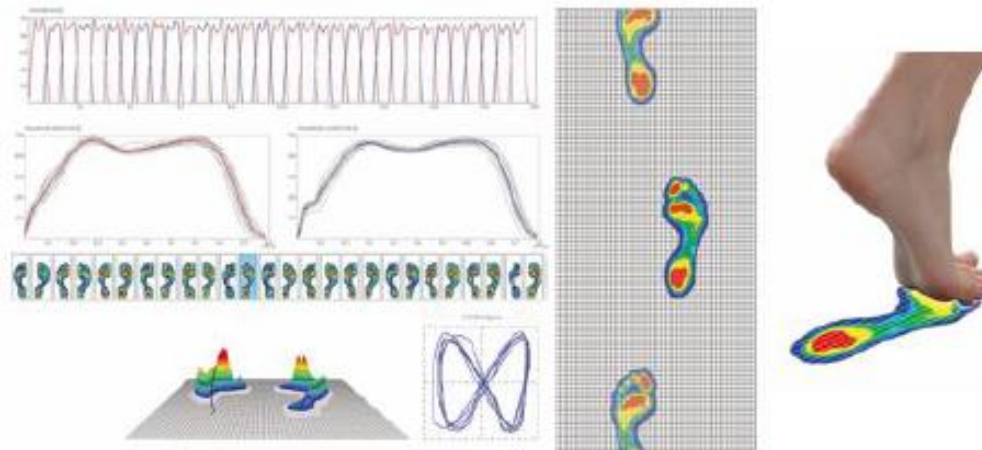


Fig.3 Pressure distribution on the foot during walking. [8]

Conclusion

Occupational Disease is a phenomenon that any natural person may encounter in the performance of his / her job. Problems and pain in the back area are the most common difficulties experienced by workers in relation to work. The spine exposed to a heavy load due to the incorrect positioning of the human center of gravity and in combination with excessive time exposure. The static load most often caused by standing or sitting work also causes muscle wasting, which is the most important support element for the spine. These factors manifested spinal deformity, which can lead to feelings of discomfort through pain to severe degenerative diseases. Such diseases will significantly reduce the quality of life and, of course, the ability to work. An important memento is the early indication of emerging physiological problems, by which preventive programs and rehabilitation can prevent the reduction of work performance. At the same time, it is possible to identify (if any) work activity that has a negative impact and is involved in the disease. Modern diagnostic tool DIERS 4D motion® Lab provides a convenient and safe way of screening without side effects on human health. It is a measurement technology without the use of radiation. The result of the examination is the overall diagnosis of the spine, which is currently the most loaded part of the human body. With using this technology, working on the principle of mathematical modeling, it will be possible to create a predictive system that will eliminate work-related diseases.

Acknowledgment

This article was created with the support of the project: APVV-16-0488.

References

- [1] NÁRODNÉ CENTRUM ZDRAVOTNÍCKYCH INFORMÁCIÍ: Choroby z povolania alebo ohrozenia chorobou z povolania v SR 2017, 2018. Online: < <http://www.nczisk.sk/Documents/publikacie/2017/zs1806.pdf> >
- [2] GAŠOVÁ, M., GAŠO, M.: Advanced industrial tools of ergonomics based on Industry 4.0. In: Aktuálne otázky bezpečnosti práce: XXIX. ročník medzinárodnej vedeckej konferencie : 14.-16. novembra 2016, Štrbské Pleso. - Košice: TU v Košiciach, 2016. - ISBN 978-80- 553-3006-8
- [3] KRAMÁROVÁ, M., GAŠO, M.: Tool of modern ergonomics for measure psychophysiological human functions. In: Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti [online]. 2016, vol. 9. ISSN 1803-3687
- [4] KRAJČOVIČ, M., ŠTEFÁNIK, A., DULINA, Ľ.: Logistics processes and systems design using computer simulation, in: Communications: scientific letters of the University of Žilina. 18, no. 1A p. 87-94, 2016.
- [5] DEGENHARDT, B.: Appraisal of the DIERS method for calculating postural measurements: an observational study, 2017. Online: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5613330/>>
- [6] GJSPORTSCIENCE, DIERS formetric measuring technology. Online:<<http://www.gjsportscience.com/dierssa/> >
- [7] DIERS, Functional Analysis of the Musculoskeletal System. Online: <<https://diers.eu/en/products/>>
- [8] ROSEMEDICAL, DIERS leg axis. Online:<<https://www.rosamedical.ru/catalog/ortopedic-hescoe-obrudovanie-diers-263/diers-leg-axis-diers-international-gmbh-germanyia.html>>

Ergonómia a pokračujúce procesy priemyslu 4.0

Karol Hatiar¹

¹ *Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu, Pavilón 02, Ulica Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava, Slovak Republic, karol.hatiar@stuba.sk*

Abstrakt: V rámci procesov súvisiacich s priemyslom 4.0, ktorých sme v súčasnosti svedkami, má automatizácia postupne nahradiť psychicky i fyzicky náročné práce v prevádzkach podnikov a mala by postupne vylúčiť ľudí z výrobných procesov. Najprv sa to týka menej kvalifikovaných profesií zamestnancov, ale postupne sa to bude týkať aj IT špecialistov. Pokiaľ sa tento proces nezvládne mohol by v konečnom dôsledku znamenať aj stratu kontroly a viesť k ohrozeniu ľudskej civilizácie. V súčasnosti už masmédiá naznačujú, že vďaka uvedeným procesom v krátkom čase možno očakávať masívne prepúšťanie, ktoré sa má týkať až jednej tretiny pracovných síl na Slovensku. Uvedené procesy prinášajú pre nás otázku, aká úloha zostane ergonómii a aká bude jej perspektíva v kontexte priemyslu 4.0.

Kľúčové slová: Ergonómia, Mikroergonómia vs. makroergonómia, Priemysel 4.0, Udržateľnosť.

Úvod

Ľudstvo je na základe podmienok na našej planéte hlavným predstaviteľom inteligencie na báze vodných roztokov, ktorá vznikla v rámci evolúcie v podmienkach prírodných zákonov nášho vesmíru.

V procese rozvoja výpočtovej techniky a automatizácie ľudstvo vytvára podmienky pre vznik a rozvoj umelej inteligencie založenej na polovodičoch a mobilných zdrojoch elektrickej energie, ktorá už nebude závislá na podmienkach našej planéty.

Toto prináša aj ďalšiu dôležitú úlohu pre ergonómiu, ktorá by mala pomôcť k tomu, aby výpočtová technika a vyvíjajúca umelá inteligencia nebola cieľom, ale pomocníkom pri zabezpečovaní podmienok pre ďalší rozvoj a prežívanie našej civilizácie.

Vzhľadom na to, že základné ergonómické aktivity súvisiace s prispôsobovaním pracovných i životných podmienok boli prirodzenou súčasťou antroposociogenézy v rámci evolúcie ľudského druhu a vzniku našej civilizácie, mala by moderná ergonómia a jej aktivity plniť túto dôležitú úlohu aj v budúcnosti.

1 Základné problémy pri rozvoji ergonómie na Slovensku

Rozvoj ergonómie nielen na Slovensku ale zrejme aj v Českej republike výraznou mierou skomplikovalo najmä oddelenie inštitúcií bezpečnosti práce (ďalej BOZP) a preventívneho pracovného lekárstva (ďalej PPL) s verejným zdravotníctvom. Prejavilo sa to hlavne v procese špecializácie v ergonómii, ktorá sa vo vyspelých štátoch začala podľa zamerania postupne špecializovať na makro a mikroergonómiu. Na vývoji ergonómie na Slovensku sa podpísala privatizácia, najmä veľké podniky, ktoré sa výrazne zasahujú do rozvoja ergonómie na Slovensku, ktoré akoby sa postupne stávalo „montážnou linkou Európy“. Do rozporu s psychickými i fyzickými danosťami človeka pri práci sa dostáva proces zoštieňovania v rámci postupu automatizácie súvisiaceho s priemyslom 4.0.

1.1 Ergonómia a oddelenie inštitúcií bezpečnosti práce a preventívneho lekárstva

Už pri vzniku Československa po rozpade Rakúsko – Uhorskej monarchie, sa u nás vyvíjali podmienky pre rozvoj ergonómie odlišne ako v susediacich západných štátoch. V uvedených štátoch úrady práce postupne prerastali do podoby „Health and Safety Institutes“ (ďalej HSI).

V Československu sa vytvorila iná situácie, nakoľko na základe podpory z USA vznikol v Prahe „Státní zdravotní ústav“, ktorý sa špecializoval na verejné zdravotníctvo. Jeho sesterské ústavy tohto typu postupne vznikali aj na Slovensku.

Toto spôsobilo, že organizácie zamerané na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci v Čechách i na Slovensku sa vyvíjali oddelene od preventívne zameraných medicínskych inštitúcií.

Počas totality uvedená situácia nespôsobovala v podnikoch závažnejšie problémy, nakoľko podnikoví špecialisti pre oblasť bezpečnosti práce väčšinou úzko spolupracovali s podnikovými lekármi.

Zvrat však priniesla nežná revolúcia, kde boli podnikoví lekári vytesnení z podnikov pod zámienkou slobodnej voľby lekára.

Táto situácia spôsobila, že ergonómia sa na Slovensku rozvíjala v dvoch smeroch. Jednak v rámci inštitúcií zameraných na bezpečnosť práce, ktorá je silne viazaná na uplatňovanie legislatívy.

Ďalej v medicínskych inštitúciách zameraných na preventívne pracovné lekárstvo, ktoré sa vo všeobecnosti zaoberajú skôr konkrétnymi dopadmi práce a pracovných podmienok na zdravie zamestnancov v podnikoch a prevenciu faktorov ktoré ho v konkrétnych podmienkach negatívne ovplyvňujú. Ergonomické aktivity sa tu zameriavajú na primárnu a sekundárnu prevenciu konkrétne zistených ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou. Ako pracovné metódy sa tu uplatňuje medicínska diagnostika a epidemiologické štúdie.

Dôsledkom tohto rozdelenia je v súčasnosti nedostatok koordinácie pri uplatňovaní ergonómie a ergonomických poznatkov v každodennej praxi podnikov pri konkrétnom riešení prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou, zvyšovaní efektívnosti ľudskej práce a odstraňovaní jej negatívnych dopadov.

V zahraničí, po druhej svetovej vojne, po vzniku ergonómie a medzinárodnej ergonomickej spoločnosti, sa vo vyspelých štátoch, v „Health and Safety“ inštitútoch s fungujúcou koordinácia medzi špecialistami z oblasti bezpečnosti práce a medicíny začalo realizovať riešenie prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou prostredníctvom ergonomických programov. V rámci uvedených programov sa integrovali ako požiadavky ochrany zdravia pri práci, tak aj požiadavky bezpečnosti práce a nevyhnutného pracovného komfortu. K ich prínosom patrí aj skutočnosť, že sa okrem zdravotných požiadaviek zameriavajú aj na efektívnosť ľudskej práce tak, aby sa popri ochrane zdravia dosahovali aj prínosy z vynaložených nákladov.

Takto sa ergonómia prostredníctvom podnikových ergonomických programov založených na účastníckom princípe stala vo vyspelých krajinách integrálnou súčasťou programov zameraných na bezpečnosť a ochranu zdravia zamestnancov pri práci [1].

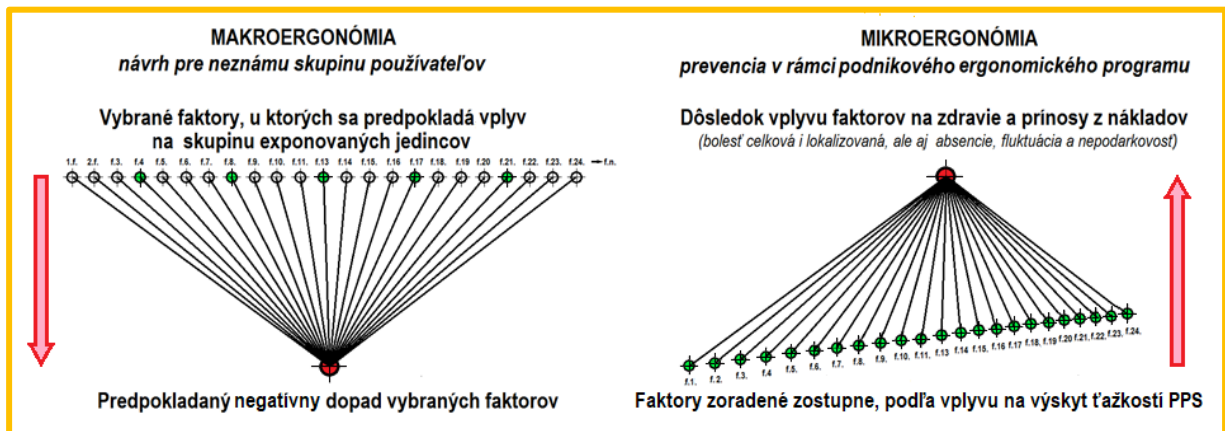
1.2 Proces špecializácie ergonómie

Výroba sa pôvodne realizovala pre konkrétnych zákazníkov, kde sa uplatňovali ich požiadavky a mohli sa prejavovať aj prirodzené ergonomické aktivity, ktoré sa zdokonaľovali v priebehu procesu antroposociogenézy.

Postup priemyselnej revolúcie priniesol hromadnú výrobu, kde už nebol možné zamerať sa na jednotlivého používateľa, ale bolo potrebné brať do úvahy cieľové skupiny predpokladaných používateľov a ich požiadavky. Pri navrhovaní hromadne vyrábaných výrobkov sa uplatňujú zovšeobecnené podklady potom pri ich používaní v praxi boli potrebné úpravy a adaptácie na jednotlivých používateľov.

Táto situácia si z praktických dôvodov postupne vyžiadala rozdelenie ergonomických aktivít na oblasti označované ako makroergonómia a mikroergonómia (Bližšie údaje sú uvedené v článku [2]).

Rozdiel v zameraní oboch oblastí ergonomie je znázornený na obr. č. 1. V makroergonomii sa totiž pri riešení prevencie reaguje na predpokladané vplyvy, v mikroergonomii sa reaguje na reálne zistené pôsobiace faktory, podľa podielu a intenzity ich vplyvu na základe výsledkov epidemiologických štúdií.



Obr. 1. Rozdiel v zameraní riešenia makro a mikroergonomie, šípky znázorňujú smer vplyvu príčin – rizikových faktorov práce a pracovného systému a prostredia na dôsledok – dopad na zdravotný stav exponovaných zamestnancov (Health Effect) a efektívnosť prínosov ich práce (Cost Benefit) (vlastné spracovanie [2]).

Makroergonomia sa uplatňuje pri navrhovaní nových zariadení a systémov pre neznáme skupiny používateľov v rôznych spoločensko-ekonomických podmienkach. Riešenie vykonávajú špecialisti technického zamerania. Pri ňom sa vychádza z legislatívnych materiálov a orientačných metód založených na kvalifikovaných odhadoch odborníkov. Metódy používané v makroergonomii sú zväčša metódami typu „tužka papier“ a z praktického hľadiska ich možno označiť za metódy prvého nástrelu.

Predpokladaný stupeň rizika v makroergonomii môžeme vyjadriť nasledovne:

$$P_{SR} = P_{PR} \times P_{PD} \quad (1)$$

Kde:

- P_{SR} – je predpokladaný stupeň rizika;
- P_{PR} – je predpokladaná pravdepodobnosť rizika;
- P_{PD} – je predpokladaná pravdepodobnosť dôsledkov.

Realizuje sa tu kvalifikovaný výber rozhodujúcich faktorov práce a pracovných podmienok, ako hlavných príčin výskytu ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou špecialistami a tiež výber metodických postupov zameraných na prevenciu uvedených ťažkostí a chorôb. Uvedené stratégie odrážajú ako záujmy podnikateľov tak aj nie vždy kvalifikované názory politikov. Uvedená legislatíva, normy, predpisy a z nich odvodené metódy a metodiky sa uplatňujú pri navrhovaní nových strojov a zariadení. Treba si tu však uvedomiť, že tu ide o „metódy prvého nástrelu“, ktoré sú použiteľné len do zavedenia uvedených navrhnutých zariadení a systémov do prevádzok podnikov a nepostačujú pre riešenie účinnej prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou.

Ako protiklad oblasti makroergonomie zameranej na prípravu podkladov pre návrhy nových zariadení a systémov a orientačné hodnotenie zdravotných rizík v praxi podnikov na základe dostupných poznatkov pomocou aproximatívnych metód „prvého nástrelu“, vznikla **oblasť mikroergonomie**, ktorá sa vo vyspelých krajinách **zameriava na analýzu skutočného dopadu práce a pracovných podmienok na zamestnancov** pomocou epidemiologických metód a na systematické riešenie prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou pomocou ergonomických programov založených na účastníckom princípe. Tieto programy, ako už bolo uvedené skôr, sú vo vyspelých krajinách integrálnou súčasťou programov zameraných na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci[1].

V mikroergonomii sa na rozdiel od makroergonomie uplatňuje antropocentrický prístup, pomocou ktorého možno v jednotlivých krajinách podľa ich sociálno-ekonomických podmienok vyjadriť skutočný stupeň rizika pomocou epidemiologických metód nasledovne:

$$S_R = P_R \quad (2)$$

Kde:

S_R – je stupeň rizika;

P_R – je pravdepodobnosť rizika.

Na Slovensku hlavne vo firmách so zahraničnými majiteľmi je pri hodnotení rizika uplatňovaná hlavne metodika EAWS. Objavuje sa iniciatíva presadzovať niektoré jej metódy aj do slovenskej legislatívy.

Podobné metódy a metodiky na orientačné hodnotenie rizík výskytu ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou poskytuje aj slovenská legislatíva vo vyhláškach MZ SR ako sú napr. vyhláška číslo. 448/2007, číslo 542/2007., ktoré sú registrované v zbierkach zákonov Slovenskej republiky. Uvedené vyhlášky vychádzajú z legislatívy bývalej Českej a Slovenskej republiky a nemeckých legislatívnych materiálov (napr. ISO 11226:2000 *Evaluation of static working postures*), ktoré boli skupinou špecialistov upresnené pre potreby Slovenska a sú zamerané na orientačné posudzovanie i riešenie prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou. V budúcnosti sa rátalo s ich upresňovaním na základe výsledkov epidemiologických štúdií plánovaných v oddelení ergonomie zrušeného Ústavu preventívnej a klinickej medicíny v Bratislave.

V súvislosti s požiadavkami účinnej prevencie chorôb súvisiacich s prácou si treba uvedomiť závažný fakt, že uvedené makroergonomické metódy a metodiky vznikali v rôznych štátoch s rôznymi sociálno-ekonomickými podmienkami, väčšinou na báze názorov a skúseností odborníkov viacerých špecializácií.

Závažným problémom však je, že ich účinnosť nie je doposiaľ jednoznačne potvrdená epidemiologickými štúdiami.

Pre porovnanie, napr. v USA pre účely riešenia prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou sa uskutočnili 25 rokov trvajúce epidemiologické štúdie dopadov faktorov súvisiacich s prácou a pracovnými podmienkami na zdravie zamestnancov [3], na základe ktorých sa potom podľa stratégie WIN-WIN formulovala legislatíva brániaca ľudské práva zamestnancov a vytvárajúca seriózný základ účinnej prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou v praxi.

Na Slovensku u podnikateľov a vlastníkov podnikov v praxi prevažuje uplatňovanie mechanocentrického prístupu, ktorý sa prejavuje nezaujmom o skutočný dopad práce a pracovných podmienok na zamestnancov zisťovaný epidemiologickými metódami mikroergonomie. Je tu tendencia šetriť na nákladoch za prevenciu a uspokojiť sa s orientačným hodnotením rizík a následnými orientačnými riešeniami prevencie pomocou makroergonomických metód „prvého nástreľu“. Tento prístup je tolerovaný politikmi pod zámienkou podpory podnikania.

Dôkazom nevhodnosti uplatňovania makroergonomických metód posudzovania rizika aproximativnými metódami prvého nástreľu namiesto mikroergonomického prístupu založeného na epidemiologických metódach, je proces zoštíhľovania pracovných úkonov vykonávaných človekom v rámci procesu automatizácie ktorý prebieha v podnikoch na Slovensku počas rozbehu priemyslu 4.0, ktorý u zamestnancov spôsobuje presýtenosť prácou s monotóniu a zo všetkými jej negatívnymi zdravotnými dôsledkami.

Odrazom uvedených podmienok je, že bežne ľudia prestávajú mať záujem o takýto druh zoštíhlenej práce. Záujem o ňu prejavujú najmä ľudia v núdzi, ktorí nemajú možnosť získať si iné, lepšie zamestnanie, prípadne cudzinci z chudobných krajín s ešte nižšími príjmami ako na Slovensku.

2 Hlavné možnosti pre rozvoj ergonomie na Slovensku

V procese priemyslu 4.0 stojí pred ergonomiou dôležitá úloha ako zabezpečiť priebeh tohto procesu tak, aby prebehol čo najvýhodnejších pre ľudstvo tak, aby nedochádzalo k poškodeniu psychického i fyzického zdravia zamestnancov a zároveň aby sa dosahoval čo najväčší prínos z vynaložených nákladov.

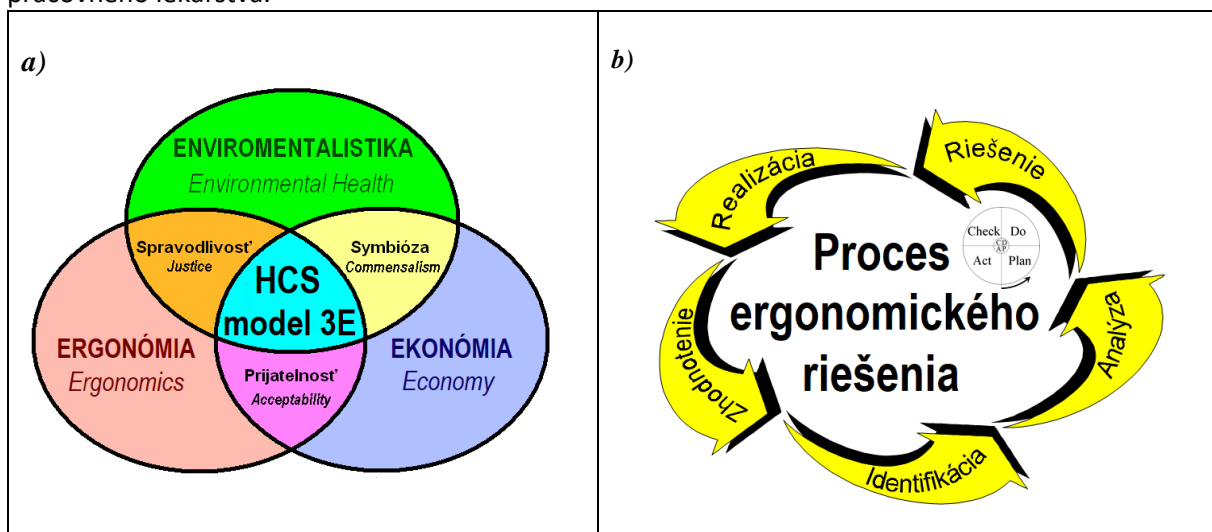
Nejedná tu pri tom len o vývoj a používanie techniky, ale bude potrebné prehodnotiť aj doterajšiu výučbu ergonomie. Málokto si uvedomuje, že s ergonomickými aktivitami je spojená aj naša evolúcia a jej pokračovanie, kde cez vývoj prvotných nástrojov sa otvorili cesty k súčasnej vede a technike.

2.1 Ergonomický program s možnosťou prepojenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci

Problémy ktorá vznikali na Slovensku a aj v Čechách pri realizáciu funkčnej prevencie ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou na podnikovej úrovni ako nám ukázalo 14 rokov výskumnej spolupráce so špecialistami z Univerzity v lowe v USA je možné riešiť pomocou špecifických ergonomických programov [3], založených na účastníckom princípe.

V rámci takýchto programov je možnosť systematicky pristupovať k riešeniu prevencie ťažkostí a chorôb PPS v prevádzkach podnikov.

Pre účely Slovenska sme v spolupráci s našimi partnermi v USA navrhli všeobecnú formu ergonomického programu pre podmienky podnikov na Slovensku, ktorý sme nazvali HCS model 3E (obr. č. 2) a ktorý nám pri zabezpečovaní prevencie ťažkostí a chorôb podpornopohybového systému (PPS) umožňuje spoluprácu špecialistov ako z oblasti bezpečnosti práce, tak z oblasti preventívneho pracovného lekárstva.



Obr. 2. HCS model 3E a): jeho grafické znázornenie; b) proces ergonomického riešenia v mikroergonomii, modifikácia PDCA cyklu (vlastné spracovanie)

Aby bolo možné rozpracovať uvedenú formu HCS modelu 3E na špecifické podmienky podniku je potrebné získať si podporu vedenia podniku.

- **Prvá fáza – fáza iniciácie ergonomického programu** si vyžaduje **vytvorenie ergonomického tímu**, ktorý by manažoval ďalší postup ergonomického programu v súlade so záujmami vedenia podniku. Preto sa tento tím delí na „Koordinačnú skupinu“ v ktorej sú zástupcovia manažmentu podniku a na „Akčnú skupinu“, ktorej úlohou je realizácia ergonomických auditov pracovísk a príprava námetov ergonomickej racionalizácie pre „Koordinačnú skupinu a vedenie podniku.

- V prípade záujmu vedenia podniku a rozbehu prvej fázy iniciácie ergonomického programu, **možno paralelne realizovať aj druhú fázu – fázu rozbehu ergonomického programu**, v rámci ktorej treba aby špecialisti z „Pracovnej zdravotnej služby“ (ďalej PZS) s členmi akčnej skupiny uskutočnili ergonomickú analýzu s dizajnom epidemiologickej retrospektívnej kohortovej štúdie, zameranej na zistenie príčin výskytu bolestivých symptómov podpornopohybového systému (PPS), ktoré sú indikátormi nedostatkov pracovísk z hľadiska ergonomie. Výsledkom je matica faktorov zoradených zostupne podľa toho, akou mierou sa podieľajú na výskyte ťažkostí PPS. Lekári z PZS tu v prípade potreby majú možnosť aj priamo diagnostikovať symptómy bolestivých syndrémov a chorôb súvisiacich s prácou a poskytnúť odporúčania k ich prevencii.
- Členovia koordinačnej skupiny sa priebežne zaoberajú prípravou na koordináciu riešenia a realizácie prevencie zistených negatívnych faktorov práce a pracovných podmienok formou ergonomickej podnikovej racionalizácie s inováciami.
- Týmto sa začína tretia fáza - fáza realizácie ergonomického programu realizovaním vybraných návrhov riešení prevencie vplyvu zistených negatívnych faktorov práce a pracovných podmienok formou ergonomickej racionalizácie s inováciami už pod vedením koordinačnej skupiny ergonomického tímu, kde má význačné postavenie špecialista pre oblasť bezpečnosti práce..
- *Ďalšou úlohou členov akčnej skupiny ergonomického tímu v spolupráci so špecialistami PZS je potrebné realizovať overovania účinnosti uplatnených riešení prevencie negatívnych vplyvov práce a pracovného prostredia štúdiami s dizajnom epidemiologických kohortových štúdií, zameraných na zdravie zamestnancov a prínosy z vynaložených nákladov. Výsledkom tu bude odporúčanie pre koordinačnú skupinu ergonomického tímu ako pokračovať v ergonomickom programe.*
- Uvedené aktivity by sa potom mali realizovať v pravidelných intervaloch podľa typu a urgentnosti zisťovaných problémov. V závažných prípadoch je úlohou ergonomického tímu manažovať a realizovať proces operatívneho riešenia problémov.

2.1 Náplň vzdelávania v oblasti ergonomie

Pri špecifikovaní odbornosti „ergonóma“, je v súčasnosti potrebné vychádzať z podmienok a požiadaviek ktoré prináša „Priemysel 4.0“ na Slovensku. Ergonomia ako vedná disciplína integruje poznatky všetkých vedných disciplín, ktoré umožňujú znižovať negatívne dopady na zdravie človeka a prinášajú mu prínosy z vynaložených nákladov (*Positive Health Effect and Cost Benefit*).

V praxi sa rozvíjajú dve základné oblasti uplatňovania ergonomických riešení.

Jednou je oblasť sa označuje ako makroergonomia a zameriava sa na riešenie a realizáciu návrhov nových strojov zariadení, systémov, nástrojov a úžitkových predmetov

Druhá oblasť sa zameriava na riešenie problémov súvisiacich s ľudskými aktivitami pri používaní nástrojov strojov zariadení a systémov v individuálnej praxi konkrétnych podnikov pre známu skupinu používateľov na pracoviskách a označuje sa ako mikroergonomia. Orientuje sa na skutočný dopad faktorov práce a pracovných podmienok na používateľov.

Náplň štúdia ergonomie treba zamerať na nasledovné problematiky:

a) Podklady a témy spoločné pre jednotlivé odbory a špecialistov

- Úvod do ergonomie by sa mal zamerať na súčasný stav a porovnanie mechanocentrického a antropometrického prístupu z hľadiska prosperovania a prežitia ľudskej civilizácie tak aby ľudstvo využívalo techniku a nie jej podliehalo;
- História ergonomických aktivít a ergonomia ako vednej disciplíny – ergonomické aktivity v priebehu evolúcie a najmä antroposociogenézy ako sú používanie vývoj a inovácie nástrojov, svetové vojny a vznik ergonomie, priemyselné revolúcie súčasnosť i predstavy o ergonomii v budúcnosti;
- Ergonomické aspekty aplikovaných častí vedných disciplín ktoré ergonomia integruje. Jedná sa o poznatky vedných disciplín, ktoré prispievajú k ochrane zdravia zamestnancov a prinášajú

- aj prínosy z vynaložených nákladov. Sú to aplikované časti vedných disciplín ako: funkčná anatómia, preventívne pracovné lekárstvo, hygiena epidemiológia, psychológia práce, fyzika, chémia a biochémia, BOZP, Kvalita, ŽP a pod.
- b)** Metódy riešenia v makroergonomii – metódy prvého nástreľu MTM, EAWS, virtuálne metódy, legislatíva a pod.
- c)** Metódy riešenia v mikroergonomii - individuálne adaptácia pracovísk, ergonomická racionalizácia a prevencia ťažkostí a chorôb súvisiacich s prácou.

Tab. 1. Predmety a predstava o úrovni znalostí u predmetu ergonómia

ZÁKLADNÉ PREDMETY	ÚROVEŇ ZNALOSTÍ V TECHNICKÝCH PROFESNÝCH ODBOROCH							Expert ergonóm
	Makroergonómia			Mikroergonómia				
	Konštruktér	Dizajnér	Expert	BOZP	Kvalitár	Manažér	Expert	
Úvod do ergonómie	++	++	+++	++	++	++	+++	+++
História	+	+		+	+	+		
Ergonomické aspekty vedných disciplín	++	++		++	+	+		
Metódy v mikroergonomii	+	+	++	++	+	+		
Metódy v makroergonomii	++	++	+++	+	+	+	++	

Vysvetlivky pre úroveň znalostí:

- ❖ Úroveň + = klasifikovaný zápočet;
- ❖ Úroveň ++ = skúška;
- ❖ Úroveň +++expert v makroergonomii = skúška, prax 5 rokov, certifikáty od SES a za EAWS ;
- ❖ Úroveň +++expert v mikroergonomii = skúška prax 5 rokov a certifikát od SES;
- ❖ Úroveň +++expert ergonóm = skúška prax 5 rokov a certifikát od SES a za EAWS.

Záver

V súčasnosti sa ľudská spoločnosť zameriava na uplatňovanie výpočtovej a automatickej techniky v rámci etapy priemyselnej revolúcie označovanej ako priemysel 4.0. Zameriava sa na odstránenie fyzicky i psychicky náročnej a namáhavej ľudskej práce čo možno považovať za pozitívum. Prináša však aj niektoré kontroverzné stránky, ktoré bude musieť ľudská civilizácia usmerňovať tak, aby sa nestala sluhom technického rozvoja a umelej inteligencie, ale aby ich vedela múdro využívať vo svoj prospech. Medzi negatívne prvky súčasnosti možno zaradiť napríklad prílišná materiálna orientácia spoločnosti. Ľudstvo by si malo uvedomiť, že ďalší rozvoj našej civilizácie a pokračovanie našej evolúcie umožní len antropocentrický prístup. K situácii v oblasti ergonómie sme spomenuli oddelenie inštitúcií zameraných na bezpečnosť práce a preventívne pracovné lekárstvo, ktoré spôsobuje problémy pri koordinácii prevencie negatívnych dopadov na exponovaných ľudských jedincov. Toto spôsobilo, že sme nezachytili proces špecializácie v oblasti ergonómie na makro a mikroergonomiu. Situáciu odporúčame riešiť cez aplikáciu mikroergonomických podnikových programov. Dôležité je aj zabezpečiť vzdelanie v oblasti ergonómie podľa oblastí profesného zamerania. Srozumiteľné, výstižné a stručné vyhodnocení riešenej problematiky. Tato kapitola rovnako ako úvod není číslovaná.

Poznámka

Táto práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA 1/0235/17 „Systémová identifikácia komplexných predpokladov na podporu priemyselnej inovácie a zamestnanosti v menej rozvinutých regiónoch

Slovenska „a tiež projektu VEGA 1/0101/18 – “Návrh kombinačného a rekombinačného postupu indexovania faktorov pracovného komfortu v strojárskych prevádzkach”.

Literatúra

- [1] Cohen, L.C., Gjessig, CH.C., Fine, L.J., Bernard, P.B., Mc Glothlin, J.D., *ELEMENTS OF ERGONOMICS PROGRAMS: A Primer Based on Workplace Evaluation of Musculoskeletal Disorders*. U. S. Department of Health and Human Services. Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH, Publication No. 97-117, Cincinnati, DHHS (NIOSH) Publication No. 97-117, 1997, 133 pp, [cit. 09.09.2919], Dostupné na internete: < <http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-117/pdfs/97-117.pdf> >.
- [2] Hatiar, K., *Hodnotenie zaťaženia podpornopohybového systému zamestnancov v podnikoch na Slovensku v súčasnosti*, In: Jurkovičová, J., Štefániková, Z., ŽIVOTNÉ PODMIENKY A ZDRAVIE, Zborník vedeckých prác 2019 vydaný pri príležitosti 100. výročia založenia Univerzity Komenského a Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Ústav hygieny, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 2019, s. 269-280, ISBN 978-80-233-4742-6, [Bude dostupné na internete od 10/2019 na adrese]: < <https://www.fmed.uniba.sk/pracoviska/teoreticke-ustavy/ustav-hygieny-lf-uk/zborniky-vedeckych-prac-zivotne-podmienky-a-zdravie/> >
- [3] NIOSH, 1997, [online], *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: a Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work - Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity and Low back*. Bernard B. (ed.). Cincinnati, DHHS (NIOSH) Publication No. 97 - 141, 1997, 579 p., 1-800-34-NIOSH.1-800-356-4674. [cit.09.09.2019]. Dostupné na internete: < <http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/> >
- [4] Hatiar, K., 2018, *Ergonomia a prevencia porúch zdravia*, (Úvodní slovo), HYGIENA, SZU Praha a TIGIS s.r.o., 63 (4) s. 115, ISSN 1802-6281, Dostupné na internete [cit 09.09.2919]: časopis:< <https://hygiena.szu.cz/magno/hyg/2018/mn4.php> >, článok: < <https://hygiena.szu.cz/pdfs/hyg/2018/04/05.pdf> >

Fyzioterapie a prevence nemocí z povolání přímo ve výrobě

Mgr. Tomáš Mixa¹, MUDr. Sylva Gilbertová², MUDr. Dagmar Smilková³, Mgr. Kateřina Melichová⁴, Mgr. Pavla Trávníčková⁴, Bc. Kateřina Vacková⁵, Alena Vodová⁵

¹ ZdravýPodnik s.r.o., Olomouc, U botanické zahrady 4, 779 00, Czech Republic

² Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha / Poliklinika Prahy 7, Jeruzalémská 9, 110 00, Czech Republic,

³ Nemocnice Na Homolce, rehabilitační oddělení, Praha, Roentgenova 2, 150 30, Czech Republic

⁴ Premedis s.r.o., Liberec, Czech Republic

⁵ QMI centrum s.r.o., Plzeň, Czech Republic

Abstrakt: Tento článek si klade za cíl představit muskuloskeletální potíže objevující se ve výrobním sektoru v komplexním pohledu na danou problematiku. Jsou zde popsány všechny důležité fáze k úspěšně realizované podpoře zdraví na pracovišti. Současně jsou představeny inovativní techniky a přístupy ve fyzioterapii, které zohledňují časovou a prostorovou nenáročnost, kterou výrobní prostředí vyžaduje. Fyzioterapie ve výrobě plní funkci podpory zdraví i benefitu pro zaměstnance.

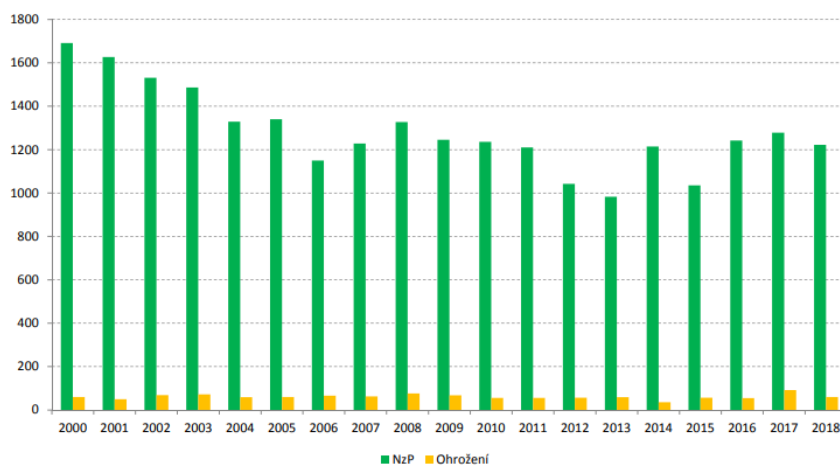
Klíčová slova: Ergonomie, Fyzioterapie, Diagnostika, Flossband, MSD

Úvod

„Výskyt profesionálních onemocnění zahrnujících nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání je významným ukazatelem zdravotního stavu populace a pracovních podmínek“ [1].

Vývoj nemocí z povolání má od roku 2000 spíše klesající tendenci. Nejčastější nemoc z povolání v ČR je dlouhodobě Syndrom karpálního tunelu. V první desítce se také často objevují radiální a ulnární epikondylitida, či tendinitidy a tendovaginitidy. Zmíněné diagnózy společně s dalšími (zmněno v kapitole Nemoci z povolání) řadíme pod souhrnný název profesionálně podmíněné muskuloskeletální onemocnění, kterým předchází muskuloskeletální potíže (MSD).

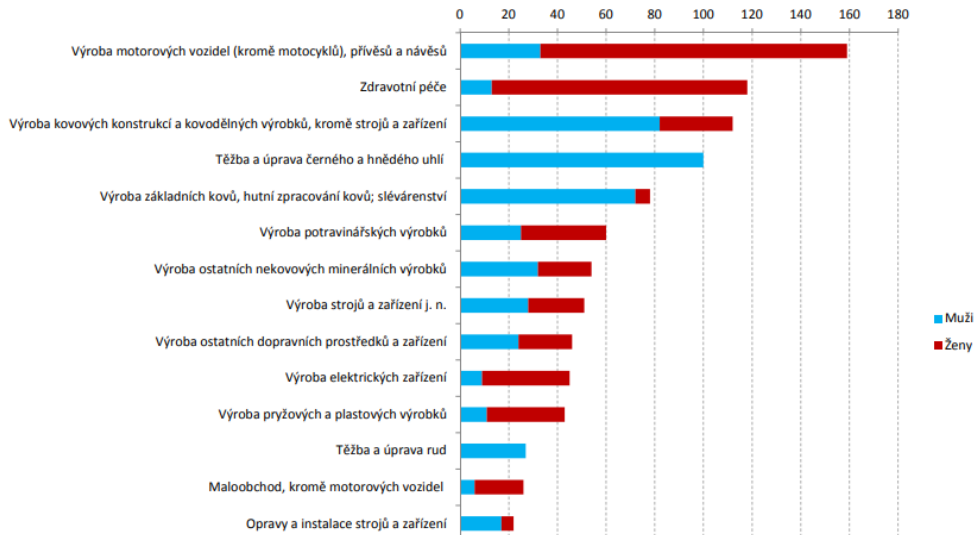
Tab. 1. Výskyt nemocí z povolání v letech 2000 – 2018 [1]



Nejvíce se objevují profesionálně podmíněné muskuloskeletální onemocnění v ČR při výrobě motorových vozidel (viz Tab. 2.). Souvisí to se snahou maximálně zefektivnit výrobu, což má často za následek výskyt dlouhodobé nadměrné jednostranné zátěže na pracovníky. Tato zátěž je hlavní příčinou vzniku Syndromu karpálního tunelu, ale i jiných MSD. Vyšší nemocnost, příp. náklady spojené s uznanými nemocemi z povolání se mohou v určitých odvětvích dostat na úroveň, že jasnou mírou

ovlivňují finanční výsledky společnosti. Zdravotnické přístupy optimalizované na potřeby výroby, kterými lze objektivně a cíleně snižovat negativní důsledky pracovní zátěže jsou jedním z řešení.

Tab. 2. Výskyt nemoci z povolání dle odvětví [1]



1 Hodnocení

Důsledné hodnocení je v prostředí zdravotních intervencí na pracovišti zásadní. Díky tomu dokážeme určit kritická místa, vyhodnotit efekt dané intervence a také časově i kvalitativně zefektivnit vybrané techniky. Hodnotit můžeme stav pracovního prostředí a vliv na člověka. Dále lze hodnotit samotný zdravotní stav pracovníků, jejich pracovní návyky (tzv. ergonomické chování) a predispozice k nemoci u samotných pracovníků. Pro úspěch většího projektu s cílem podpory zdraví doporučujeme zahrnout taktéž fázi hodnocení.

1.1 Hodnocení fyzické zátěže z pohledu legislativy

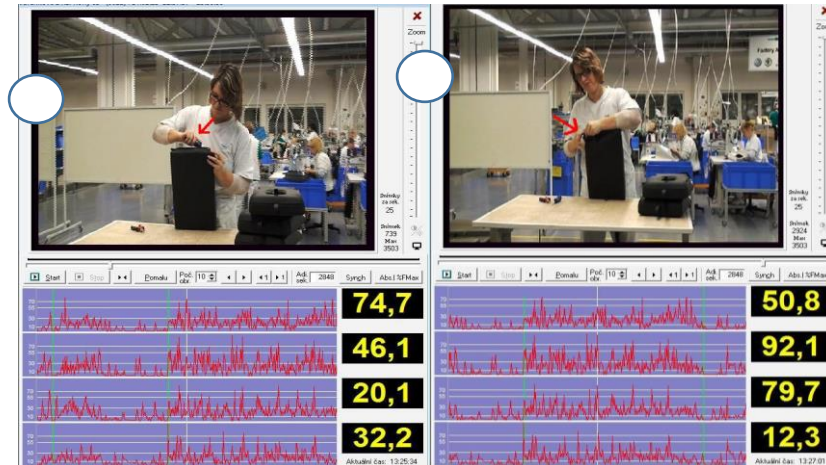
Hodnocení fyzické zátěže by vždy mělo začínat odborným hodnocením, autorizovaná měření provádíme až následně na základě výsledků hodnocení a pouze tam, kde je to nutné.

Odborné hodnocení zahrnuje mimo jiné hodnocení pracovních poloh, počet pohybů při práci a posouzení ergonomického designu pracoviště, zejména výšky pracovní roviny a dosahových vzdáleností. Součástí odborného hodnocení jsou dále návrhy vhodných technických a organizačních opatření za účelem eliminace zjištěných rizik.

Teprve po přijetí vhodných opatření a odstranění těchto rizik bude v nezbytných případech následovat autorizované měření fyzické zátěže a hodnocení pracovní polohy.

V současné době je možné použít toto odborné hodnocení jako podklad pro kategorizaci prací pro faktor lokální svalová zátěž. V připomínkovém řízení je aktuálně návrh novely NV 361/2007 Sb., podle které by bylo možné provádět odborná hodnocení i u faktorů celková fyzická zátěž a pracovní poloha.

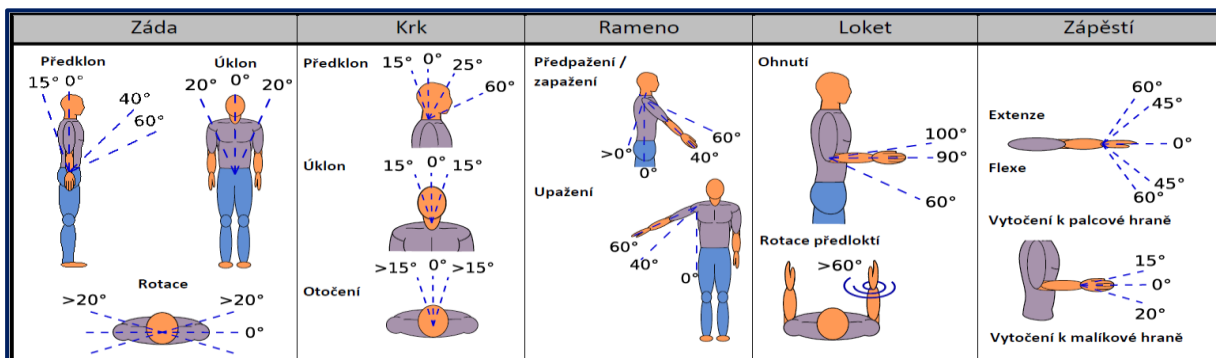
Lokální svalová zátěž je zátěž malých svalových skupin při práci horních končetin a hodnotí se tato kritéria: průměrná svalová síla při práci, vztažená vždy k maximální síle měřené osoby - F_{max} , dále používání sil 55-70% F_{max} , sil nad 70% F_{max} a počet pohybů malých svalových skupin ruky a prstů při práci. Měření lokální svalové zátěže provádíme pomocí integrované elektromyografie. Tato metoda je založena na snímání vynakládaných svalových sil ruky a předloktí. Součástí měření je i synchronizace EMG záznamu s videem určená k definici kritických míst při práci.



Obr. 1. Záznam využívané síly při práci

Celková fyzická zátěž je zátěž při dynamické fyzické práci vykonávané velkými svalovými skupinami, při které je zatěžováno více než 50% svalové hmoty. Měření a hodnocení provádíme pomocí srdeční frekvence a maximální a kumulativní hmotnosti manipulovaných břemen nebo pomocí výpočtu energetického výdeje.

Zdravotní riziko pracovní polohy se hodnotí při trvalé práci vykonávané zaměstnancem, zejména provádí-li opakující se pracovní úkony, při nichž si nemůže pracovní polohu volit sám, ale tato je přímo závislá na konstrukci stroje, uspořádání pracovního místa a pracoviště a charakteru prováděné práce (NV 361/2007 Sb.).



Obr. 2. Přehled rizikových pracovních poloh

V současné době se z hlediska horních končetin hodnotí pouze poloha paže. Připomínkový návrh novely NV 361/2007 Sb., počítá i s hodnocením krajní polohy v loketním kloubu a polohy zápěstí – flexe zápěstí > 50°, extenze > 40°, ulnární dukce > 25°, radiální dukce > 20°.

1.2 Hodnocení zdraví pracovníka z pohledu fyzioterapeuta

Každá osoba je jedinečná a také podle toho reaguje na fyzickou zátěž. V případě, že objevíme rizikové podmínky na pracovišti, je vhodné ověřit, jak na to reagují daní pracovníci. Z praxe máme vysledované, že velmi záleží i na dalších parametrech, které ovlivní, zda se na dané pozici objeví nemoc z povolání, či nikoli. Velmi důležitý prvek, který toto ovlivňuje jsou popracovní aktivity. V případě pravidelné pracovní zátěže na ruce je potřeba zajistit rukám dostatečný klid k regeneraci. Například rekonstrukce domu, která se realizuje v popracovním čase může vyvolat v kombinaci s ruční prací muskuloskeletální potíže (MSD). Další důležitý faktor pro vznik MSD jsou výrazné výkyvy ve fyzické zátěži. Jedinci, kteří nejsou zvyklí na fyzickou zátěž a začnou pracovat na výrobní lince, kde je nastaven vysoký takt výroby,

mají především zpočátku velké riziko vzniku akutních nemocí z povolání. V této době je velmi důležitá podpora regenerace.

Diagnostika ve výrobě slouží především k výběru vhodných terapeutických postupů a také informování vyšetřovaného o jeho zdravotním stavu, což často funguje jako motivátor k péči o své zdraví. Dále slouží k porovnání stavu před a po intervenci k následné prezentaci výsledků.

Co se týče samotného hodnocení pohybového aparátu ve výrobě, je potřeba klást důraz na standardizaci, přesnost, objektivizaci testů. Dále časovou a prostorovou nenáročnost testování. Je potřeba přihlídnout k anamnestickým údajům vyšetřovaného a výsledky srozumitelně interpretovat.

Metoda PHYSIO ERA 902 = zhodnocení stavu pohybové soustavy a určení rizika vzniku nemoci z povolání

- 1) Úvodní fáze = anamnéza, vstupní testy k výběru testovaných oblastí
- 2) Testovací fáze = standardizované testy vybraných oblastí
- 3) Závěr = vyhodnocení diagnostiky do tabulky

Tab. 3. Příklad zprávy z měření

Riziková oblast těla:	Aktuální stav (10 = nejhorší):	Nevhodné parametry v oblasti:	Doporučená forma terapie:	Detaily doporučení
Ruka a předloktí	7	Pohyblivost Koordínace Napětí v oblasti Zvolte položku.	Uvolnění	Flossband aplikovat 2x týdně na extensory pravé ruky + Epicondylární páska při zátěži
Bederní páteř	4	Pohyblivost Vnímání těla Zvolte položku. Zvolte položku.	Úprava koordinace	Nácvik dřepu s cílem přesunout pohyb z bederní páteře do kyčlí a kolien

INTERVENCE →

Riziková oblast těla:	Aktuální stav (10 = nejhorší):	Nevhodné parametry v oblasti:	Doporučená forma terapie:	Detaily doporučení
Ruka a předloktí	3	Pohyblivost Zvolte položku. Zvolte položku. Zvolte položku.	Uvolnění	V rámci Autoterapie doporučený pravidelné cviky ke kompenzaci fyzické zátěže
Bederní páteř	1	Zvolte položku. Zvolte položku. Zvolte položku. Zvolte položku.	Zvolte položku.	V rámci Autoterapie doporučen pravidelný trénink dřepu

Interpretace výsledků:

- V oblasti ruky a předloktí bylo zdravotní riziko 7 z 10, po intervenci je 3 z 10. Došlo ke zlepšení o 40 %.
- V oblasti bederní páteře bylo zdravotní riziko 4 z 10, po intervenci 1 z 10. Došlo ke zlepšení o 30 %.

Příklady publikací, ze kterých je čerpáno pro výběr testů:

- 1) Kolář, P. (2009). Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén.
- 2) Lewit, K. (1996). Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. Praha.
- 3) Janda, V. (2004). Svalové funkční testy. Praha: Grada
- 4) Kapandji, I. A. (1982). The physiology of the joints. Paris: Churchill livingstone.

2 Přehled profesionálně podmíněných onemocnění pohybového aparátu

Dlouhodobá práce v riziku může u určitých jedinců vyvolat nemoci z povolání. V této části si představíme nejčastěji se objevující nemoci z povolání pohybového aparátu společně s jejich etiopatogenezi a řešením. Při prezentaci řešení vycházíme z toho, že technická ergonomie je již na maximální úrovni a nemoci z povolání se přesto objevují, což lze v provozu také často spatřit. Obecně jsou povolání, které svým charakterem nelze dělat bez rizika přetížení. Následky takového přetěžování lze poté pouze snižovat kompenzačními mechanismy. V praxi to znamená podpora regenerace v době bez zátěže, zaučení operátora do autoterapie, či trénink ergonomického chování.

2.1 Horní končetiny

Nemoci horních končetin jsou jedny z nejčastějších nemocí z povolání vůbec. K této problematice jsme vytvořili tabulku, která přináší ucelený pohled na etiologii daných potíží ve vztahu s prací a možnosti fyzioterapeutického řešení.

Tab. 4. Přehled nemocí z povolání na horní končetině

Onemocnění	Projevy	Profesionální faktory	Příklady povolání	Fyzioterapie
Tendinitidy, tendovaginitidy (Nemoci šlach a šlachových pouzder)				
De Quervain	Bolest, otok, krepitace v oblasti palcové strany zápěstí	Opakované pohyby rukou, zejména s dukcí palce, silové prvky, jednostranné opakované přetížení.	Šičky, servírky, pokladní, pásová výroba	Stabilizace ruky a zápěstí, Flossband (myofasciální) Kinesiotape (stabilizační), Fyzikální terapie (ultrazvuk, laser, DD aj.), protizánětlivá léčba (NSA)
Epikondylitidy				
Radiální Epikondylitida (Tenisový loket)	Bolest na vnější straně lokte, snížení úchopové funkce ruky	Kombinace síly a opakovatelnosti, rotační pohyby v předloktí, statické pozice v lokti, zvedání břemen	Obuvníci, baliči, montáž, lakýrníci, řezníci, natěrači, kováři	Flossband (svalová technika) Kinesiotape (smíšený), imobilizace, epikondylární pásy, fyzikální terapie (např. ultrazvuk, rázová vlna, DD), měkké a mobilizační techniky, kompenzační LTV, protizánětlivá léčba (NSA)
Ulnární Epikondylitida (Oštěpařský loket)	Bolest na vnitřní straně lokte. Omezení úchopové funkce ruky	Dlouhodobé, příp. nárazové přetížení ohybačů ruky a předloktí, opírání o loket, vibrace při práci	Brusiči, rytci, automobilový průmysl	Flossband (svalová technika) Kinesiotape (smíšený), imobilizace, epikondylární pásy, fyzikální terapie (např. ultrazvuk, rázová vlna, DD), měkké a mobilizační techniky, kompenzační LTV, protizánětlivá léčba (NSA)
Nemoci periferních nervů				
Syndrom karpálního tunelu (útlak středového nervu)	Brnění a snížená citlivost 1 - 3 prstu, především v noci, svalová slabost ruky při drobných úchopech	Opakovaná flexe/extenze v zápěstí, silové úchopy, vibrace, tlak náradí na dlaň	Montáž, svářeči, čalouníci, zubní technici, maséři, hudebníci	Flossband (kloubní, myofasciální), neurostrečink, fyzikální terapie (např. ultrazvuk, laser), kompenzační LTV
Syndrom kubitálního tunelu (útlak ulnárního nervu)	Brnění a snížená citlivost 4 - 5. prstu, oslabení svalů malíkové strany ruky	Opakované ohýbání v lokti, časté opírání o loket	Jemná montáž, obuvníci, brusiči, horníci, lesní dělníci, elektrikáři	
Syndrom Guyonova kanálu (útlak ulnárního nervu)	Brnění a snížená citlivost 4 - 5. prstu	Časté opírání o malíkovou stranu ruky (náradí, práce na PC)	Montáž, svářeči, čalouníci, zlatníci, operátoři PC	

2.2 Profesionálně podmíněná onemocnění páteře

V řadě zemí jsou onemocnění páteře uznávané jako nemoci z povolání (např. Slovensko, NSR, Belgie, Finsko aj). V současné době i u nás je doporučena aktualizace Seznamu nemocí z povolání vydané jako Nařízení vlády č.114/2011 Sb. a na základě grantu MZČR s návrhem nové položky s názvem „Onemocnění bederní páteře z dlouhodobého, nadměrného přetěžování těžkou fyzickou prací“

Z hlediska poškození bederní páteře patří mezi nejčastější rizikové faktory těžká fyzická práce, manipulace břemen, předklony, rotace v mírném předklonu, práce ve vynucených polohách bez možnosti střídání pracovních poloh. Nelze však opominout i profesionálně podmíněná onemocnění krční a hrudní páteře, které též budou předmětem příspěvku.

Větší pozornost je třeba věnovat prevenci profesionálně podmíněných bolestí zad. Jednou z účinných možností prevence, je zavedení programu Školy zad přímo na pracovištích, a to zejména u profesí se zvýšeným rizikem bolestí zad (tzv. Průmyslová Škola zad, či trénink ergonomického chování na pracovišti).

Základní principy Školy zad v průmyslu jsou:

- Výuka ergonomických zásad včetně praktických aplikací přímo na pracovišti
- Základní znalosti o struktuře a funkci pohybové soustavy
- Optimalizace pohybu v nejrůznějších zátěžových situacích
- Ergonomické a rehabilitační aspekty sezení, stání a manipulace s břemeny
- Kompenzační pohybový režim, LTV

3 Trénink ergonomického chování na pracovišti

Každá osoba má svůj autentický styl chůze, jehož základní znaky se vyvinuly již během ranného dětství a dalšími podmínkami se v průběhu dospělosti dotvářely. Přeucit dospělého člověka styl chůze je velmi obtížné. Jsou však pohyby, které jsme se naučili až v dospělosti a které měnit lze. Může se jednat o pracovní pohyb např. typ sedu, zvedání břemen, či úchop pracovního nástroje. Abychom zajistili, že pracovníci budou dlouhodobě pracovat zdravě je potřeba dodržet určitý postup. Vytvořený pracovní postup zohledňující zdraví je vhodné zavést do pracovních návodů. Jednoznačně těžší je přeucit již zkušené pracovníky než naučit zdravý pohyb nováčky.

Cílem tréninku je:

- 1) prevence nemocí z povolání
- 2) snížení kategorie práce v rámci fyzické zátěže
- 3) plně využít zdravotní potenciál pracoviště (nastavení židle, stolu, manipulátory, boty apod.)

Při tréninku již zkušených pracovníků je potřeba dodržet tyto zásady:

- potřeba minimální doba tréninku: 1 – 1,5 měsíce
- potřeba minimální doba jedné návštěvy: 20 minut
- potřeba minimální počet opakování: 4x
- potřeba dodržet posloupnost v metodice
- potřeba se zaměřit na jeden, max 2 pohyby u pracovníka
- potřeba dříve zažít pocit při práci bez bolesti – individuální fyzioterapie
- potřeba mít vybudovanou základní důvěru mezi fyziem a pracovníkem – individuální fyzioterapie
- potřeba využít počáteční berličky - stabilizační kinesiotape na segment + videa BEST practice

Obecně platí, že čím více je práce monotónní, tím náročnější bude pracovníky pracovní pohyb přeučít.

Při tréninku ergonomického chování již zkušených pracovníků doporučujeme tuto posloupnost:

- 1) analýza pracoviště a rizikových pohybů
- 2) skupinový Workshop „Pracujte zdravě!“
- 3) Individuální fyzioterapie na pracovišti
- 4) Individuální korekce ergonomického chování na pracovišti



Obr. 3. ukázka z videa BEST practice

4 Fyzioterapie na pracovišti

Jak již bylo zmíněno výše, fyzioterapii na pracovišti doporučujeme využít v případě, že máme již vyřešenou technickou stránku pracoviště, a i přes to se objevuje vysoká nemocnost. V tomto případě můžeme cílenou fyzioterapií podpořit regenerační procesy přetěžovaných oblastí s cílem prevence, případně zaléčit již nabíhající nemoci z povolání. Takováto poskytnutá terapie je pracovníky taktéž vnímána jako významný benefit ze strany zaměstnavatele.

4.1 Flossband

Inovativní technika k ošetření měkkých tkání pomocí pružných gumových pásek, kterými omotáme na krátkou dobu určitý segment těla. Ošetřovanými oblastmi jsou především horní a dolní končetiny. Cílem aplikace je podpořit prokrvení a zvýšit metabolismus v ošetřované oblasti. Současně s tímto se dosahuje zvýšení mobility tkání, snížení otoku a bolestí. Velmi efektivní je práce s Flossbandem při léčbě tenisového lokte, příp. lehčích forem tendovaginitid. Nepřímo se také podporuje regeneraci středového nervu, tedy předcházíme syndromu karpálního tunelu.



Obr. 4. ukázka aplikace Flossbandu

Zakladatel metody EasyFlossing je německý fyzioterapeut a expert na fascie Sven Kruse. Jako sportovní fyzioterapeut Německé konfederace olympijských sportů dohlížel na top německé atlety při mnoha

Olympijských hrách a světových šampionátech od roku 1996. Je považován za fyzioterapeuta, který pečoval o nejvíce německých olympijských šampionů.

Mezi sportovním výkonem a pracovním výkonem ve výrobě lze spatřit určitou paralelu. V obou odvětvích dochází k jednostrannému přetěžování konkrétních svalových skupin. V obou odvětvích je také výrazný tlak na výkon a méně na regeneraci. Metoda Easyflossing nabízí rychlý a efektivní způsob podpory regenerace po, či při výkonu. Jedna aplikace trvá pouze 2 minuty. V rámci jednoho sezení se doporučuje aplikovat flossband dvakrát. Celkový počet aplikací se různí podle cíle (prevence / léčba akutní / léčba chronická).

4.2 Kinesiotejping

Pružné pásky pro tzv. kinesiologické tejpování slouží jako fyzioterapeutická metoda, kterou lze ovlivnit svaly a jejich funkci. Existují také korekční techniky k ovlivnění vazů, šlach či fascií a lymfatického systému. Takové tejpování lze využít i pro korekci žívej a také pro úlevu od bolesti. Zvláštní formou kinesiologického tejpování je aplikace křížových nebo mřížkových tejpů, taktéž nazývány jako CrossLinks. Tato nová metoda umožňuje přesné ošetření s možným využitím k ovlivnění akupunkturních bodů.

Z vybraných tejpovacích technik ve výrobě se osvědčuje stabilizace metakarpo-falangového kloubu palce, který je např. při ručním navíjení cívek značně namáhán. Stejně dobře působí také zatejpování zápěstí a flexorů (ohybačů) ruky a předloktí. Kromě horních končetin je ošetřována také oblast krční páteře a šíje, kde tejp snižuje tenzi svalů a pozitivně působí i proti často uváděným bolestem hlavy. Ke snížení rizika přetížení bederní páteře může posloužit stabilizační tejp na oblast kříže a beder. V důsledku dlouhodobého stoje, příp. manipulace s břemeny je dobré podpořit touto aplikací stabilitu v segmentu a snížit tak možné bolestivé stavy v dané oblasti. Stabilizační tejp na bedrech také doporučujeme k nácviku tzv. školy zad, kdy tejp napomáhá lépe vnímat pozici jednotlivých částí páteře a napomáhá tak k rychlejší automatizaci nově trénovaného pohybu.



Obr. 5. Ukázka aplikace kinesiotepu

4.3 Přístrojové ošetření

Radiofrekvenční (RF) léčba využívá působení střídavého elektrického pole o vysoké frekvenci na nervovou tkáň v oblasti. Analgetického účinku je jednak dosaženo neuroablací, tepelnou destrukcí nervových vláken (RF termoablace), jednak i samotnou expozicí nervové tkáně elektrickému poli, která způsobí dočasné elektrofyziologické změny ve vedení bolesti, tzv. neuromodulaci (pulzní RF). Pulzní RF jako izotermická, nedestruktivní metoda léčby bolesti značně rozšířila spektrum využití RF terapie. Indikacemi RF jsou vertebrogenní bolesti, výkony na vegetativním nervovém systému i periferních nervech. RF se v současné době využívá ve všech vyspělých zemích k léčbě akutní i chronické bolesti. Od roku 2003 je dostupná také v České republice. V rámci aplikace je minimum kontraindikací. Vhodné využití ve výrobě spatřujeme na oblast inter-falangových kloubů a zbytnění jejich kloubního pouzdra,

kteří se často objevuje při ruční práci. Už po dvou aplikacích operátor udává zmírnění bolesti a zvýšení hybnosti těchto kloubů.

Léčebný ultrazvuk je již dlouhodobě známá metoda k podpoře regenerace měkkých tkání. Principem léčebného ultrazvuku je mechanické vlnění a tvorba tepla hluboko v tkáních. Pomáhá odstraňovat bolest, uvolňovat napětí, zlepšovat prokrvení a proces hojení a vstřebávání poúrazových otoků. Typické využití má léčebný ultrazvuk u akutních i chronických poruch pohybového aparátu. Nově lze ultrazvuk také využívat k podpoře regenerace nervu a léčit tak mj. syndrom karpálního tunelu (SKT). Studie ... ukázaly, že sedmi týdenní intervence, kde se aplikoval ultrazvuk přímo na středový nerv snižuje příznaky (SKT) po dobu až 6 měsíců, mj. tím, že se obnovuje původní rychlost vedení středového nervu. Toto bylo prokázáno u mírných až středních stadiích poškození nervu. Ultrazvuk byl aplikován v celkovém počtu 20 aplikací s parametry 1W/ cm, 15 min/aplikace, frekvence 1:4. Po skončení intervence došlo u 68 % ošetřených zápěstí ke snížení až vymizení příznaků SKT. Oproti falešnému UZ, kde bylo zlepšení u 38 % zápěstí. Po následujících 6 měsících byl výsledek ještě lepší, kdy u 74 % ošetřených bylo snížení až vymizení příznaků, oproti 20 % ve skupině s falešným ultrazvukem. Míra změny v rychlosti vedení nervu je zobrazena na tabulce níže. Kritéria pro uznání profesionálního syndromu karpálního tunelu jsou u motorického nervu **>5,3 m/s** a u senzorickeho nervu **<38 m/s**.

Tab.5: Ukázka změny na EMG po aplikaci UZ na středový nerv

Výsledky měření před intervencí:

Electroneurography:	Active	Sham	
Motor distal latency (ms)	5.2 (1.0)	5.2 (1.2)	Active = skupina, kde se aplikoval „aktivní“ Ultrazvuk
Peak to peak amplitude	14.5 (3.4)	14.6 (3.7)	Sham = skupina, kde se aplikoval „falešný“ ultrazvuk
Antidromic sensory nerve conduction velocity wrist-digit II (m/s)	40.0 (7.2)	42.1 (7.2)	

Dosažená změna po intervenci:

Outcome measure	Week 2	End of therapy (Week 7)	6 months' follow up
Electroneurography			
Mean change in motor distal latency (ms):			
Sham	0.04 (-0.08 to 0.15)	0.06 (-0.08 to 0.21)	0.04 (-0.10 to 0.19)
Active	-0.23 (-0.37 to -0.10)	-0.55 (-0.71 to -0.39)	-0.31 (-0.45 to -0.18)
Mean change in antidromic sensory nerve conduction velocity (m/s):			
Sham	-0.84 (-1.07 to -0.62)	-0.89 (-1.11 to -0.66)	-0.27 (-0.51 to -0.03)
Active	4.50 (4.34 to 4.66)	7.35 (6.98 to 7.71)	2.69 (2.39 to 2.99)

Zdravotnické přístroje BEMER byly vyvinuty v roce 1998 v Německu za účelem řešení zdravotních komplikací, které se objevují v důsledku poruch mikrocirkulace (= nedostatečného prokrvení tkání). Od roku 2010 je k dispozici současnou podoba přístrojů III. generace, která získala certifikované medicínské zařazení „fyzikální terapie cév“. Bemer terapie je tedy někdy označovaná také jako "fyzioterapie cév", protože působí na rytmické pohyby malých cév (prekapilárních artérií < 100 µm). Tyto pravidelné rytmické kontrakce malých cév (odborně vazomotorika) se mají tendenci s věkem a životospřávou postupně zpomalovat. Čím méně se mají možnost cévy rozpínat, tím více se cévy zanáší a ucpávají. Ovšem to platí i naopak, čím více jsou tkáně prokrvené, tím lépe fungují i základní regenerační procesy (zmírnění bolesti, hojení ran, srůsty tkání). Proto jsou nejrychlejší účinky prokazatelné u akutních problémů (svalovnice, křeče, naraženiny, rány, otoky, záněty). S terapií jsou dobré výsledky také u dlouhodobých chronických problémů či onemocnění (cukrovka, trombóza, artritida, osteoporóza, tinnitus), ale tam je potřeba více času, než se pozitivní změny prokážou. Terapie Bemer na rozdíl od jiných zdravotnických přístrojů nemá žádné vedlejší účinky ani kontraindikace. Nedoporučuje se pouze osobám s transplantovaným orgánem, kde se imunopresivními léky musí cíleně potlačovat vlastní imunita.

5 Projekt fyzioterapie ve výrobě

Dlouhodobě úspěšná podpora zdraví na pracovišti ve výrobním sektoru vyžaduje nadhled a projektové myšlení. Zde jsme sepsali základní požadavky dlouhodobě úspěšného projektu fyzioterapie ve výrobě. Tyto prvky by měla respektovat každá společnost, která s podporou zdraví na pracovišti začíná.

- 1) Jasně definované cíle projektu – Zdraví / Benefit / PR
- 2) Vyčlenění určitých zdrojů (personální, finanční, prostory)
- 3) Určit, zda se jedná o zapojení všech pracovníků, nebo o pracovníky rizikových pracovišť
- 4) Určit, zda budou zdravotní aktivity v rámci pracovního času, či nikoli
- 5) Při plánování projektu zapojit osoby, které budou důležitou součástí projektu
- 6) Před samotným zahájením zrealizovat promo akce, např. Den zdraví, firemní časopis, videa
- 7) Pravidelná kontrola funkčnosti projektu a následné schůzky k optimalizaci

Závěr

Fyzioterapie na pracovišti je nástroj ke kompenzaci nadměrné jednostranné fyzické zátěže s cílem snížení nemocnosti. Výhodou terapie přímo na pracovišti je možnost ovlivnění ergonomického chování pracovníka „u stroje“, dále možnost systematického ovlivnění všech pracovníků z vybraných pracovišť. V případě, že by se tyto služby poskytovaly mimo podnik a mimo pracovní dobu, počet reálných účastníků nepřekročí jednu třetinu.

Poděkování

Rád bych poděkoval všem spoluautorům za jejich příspěvky. Dále všem podnikům, kteří již podporují zdraví svých zaměstnanců, což jednoznačně přispívá k prevenci zdraví ve společnosti obecně.

Literatura

- [1] Fenclová, Zdenka, Havlová, Dana, Voříšková, Michaela, Urban, Pavel, Pelclová, Daniela, Žofka, Jan.
NEMOCI Z POVOLÁNÍ V ČESKÉ REPUBLICE 2018. Praha: STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2019, ISSN 1804-5960

Inteligentní produkt je ergonomický produkt

Tomáš Fassati¹

¹*České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury, Ústav průmyslového designu, Thákurova 9, 166 07 Praha 6, Czech Republic, tomas.fassati@vsup.cz*

Abstrakt: Teorie vícečetné inteligence je východiskem k přehodnocení dnes již překonané interpretace slovního spojení „inteligentní design/architektura“. Nově jsou tímto termínem označovány komplexně ergonomicky vyvážené produkty vytvořené při využití všech typů lidské inteligence.

Klíčová slova: Ergonomie, inteligentní design, teorie vícečetné inteligence.

Úvod

O inteligentním designu, případně architektuře se v posledním období hodně mluví a píše. Za inteligentní se považují především výrobky a stavby, které jsou pomocí vhodného programu (vytvořeného a nastaveného člověkem) samy schopny regulovat své funkce. Přebírají tak za svého uživatele řadu aktivit. Nejen ty, které člověka nevhodně zatěžují, ale i ty, které udržují jeho mentální kondici. Dochází tak k podobnému jevu, jako u techniky, která lidem ulehčuje fyzickou práci. Lidský organismus nakonec při **nedostatku přirozené fyzické a psychické zátěže (a nadbytku nepřirozené)** postupně **degeneruje a zásadně strádá**. Kromě toho tzv. „inteligentní“ technologie většinou nedokážou reagovat na potřeby člověka dostatečně harmonicky, čím způsobují fyzické a psychické problémy včetně komunikačních. Zejména tehdy, mají-li současně uspokojit odlišné potřeby více lidí. V takové situaci přímá sociální komunikace a na ni navazující technická akce jsou mnohem funkčnější. Proto se začínají ozývat hlasy oprávněně volající po revizi vnímání pojmu „inteligentní design a architektura“. Spíše než o automatické či poloautomatické produkty by mělo jít o realizace technologicky třeba i velmi prostých projektů, **při jejichž navrhování byly ve prospěch dlouhodobého komfortu uživatele maximálně využity všechny typy inteligence** nejschopnějších návrhářů. Nejen inteligence nejnižší IQ třídy, ale i tříd vyšších (EQ a SQ).

Může padnout připomínka, že jde o přenesené užití pojmu „inteligentní“, že nejde o inteligentní přístroj nebo stavbu, ale inteligentní práci projektantů. U přežitého pojetí termínu však také nejde inteligenci technologie, umělá inteligence je něco mnohem náročnějšího, o co se pokoušejí výzkumníci s nejukonnějšími počítači. U automatických technologií jde jen jednoduché kombinace programů, takže i zde patří pojem inteligence jedině mozkům projektantů. Nové užití pojmu „inteligentní design a architektura“ přitom zapojení výpočetní techniky do projektů vůbec nevylučuje. Tato technika však musí být užita ve vztahu k lidskému organismu mnohem harmoničtějším způsobem než se běžně děje, včetně možností, kdy ji inteligentní návrh přiměřeně potlačí nebo částečně vyloučí.

1 Inteligence člověka

Co je třeba v tomto směru vědět o **lidské inteligenci**? Je zajímavé, že ačkoli se o některých částech **teorie vícečetné inteligence** (např. o emoční inteligenci) všeobecně ví, v médiích se stále objevují texty, vyzdvihující klasický kvocient IQ jako hlavní, nejdůležitější a mnohdy i jedinou stránku duševních schopností člověka. Může to být způsobeno tím, že vyšší typy inteligence (EQ, SQ) nejsou pro širší vrstvy vnímatelné, a proto s jejich potenciálem nemohou nebo z obavy i nechtějí počítat. Celkově vzato, lidská inteligence není společensky dostatečně užitečně reflektována, současné poznatky o ní zdaleka nepřinášejí sociální efekt, pro který mají zajímavý potenciál. Když se pozorně rozhlédneme, ani o klasické IQ není ve skutečnosti dostatečný zájem, který by se projevoval např. silně rozšířeným

zjišťování výše IQ, sociální soutěživosti a z ní vyplývající prestiže lidí s vyšším IQ, nebo častým využíváním testu IQ při různých typech výběrových řízení.

Začněme ale od počátku. Co vlastně lidská inteligence představuje? Obecná odpověď, že „**schopnosti mozku**“, není samozřejmě dostačující. U nejnámější problematiky inteligence (IQ) lidé vědí, že zkoumá schopnost kombinovat myšlenky, hledat logické vztahy nebo řešit problémy prostorové představivosti. U emoční inteligence se mluví o schopnosti vhodnými postoji zvládat emoční zátěže, nebo přínosně vnímat problémy života jiných jedinců či společenských skupin. Nejvýstižnější vymezení lidské inteligence používají formulaci, že jde o **různé typy specializovaných operačních schopností mozku**.

Také je užitečné připomenout, že bývá rozlišována **tekutá (fluidní) inteligence**, charakteristická zejména pro mladší jedince, která dokáže rychle zpracovávat mentální podněty. Proti tomu je vymezována **krystalická inteligence**, charakteristická spíše pro starší jedince, podmíněná zkušenostmi a znalostmi, které jsou do operací zapojovány, a bez ohledu na rychlost zpracování může vést k obecně kvalitnějším efektům než umožňuje inteligence tekutá. Tady je vhodné zmínit vývoj výzkumu měření IQ, který ve svých počátcích nedospíval k přesvědčivým závěrům, protože zahrnoval do testů prvky související se znalostmi a zkušenostmi. Z toho zjednodušeně řečeno vyplývá, že IQ souvisí především s tekutou inteligencí, jde o prostou logiku a rychlost manipulace s abstraktními i prostorovými informacemi. Všeobecně se ví, že se postupně s věkem snižuje, mj. proto, že počet buněk nervového systému stárnutím klesá.

Výzkum lidské inteligence se postupně začal zabývat také emoční vnímavostí, což vedlo ke stanovení dvou typů emoční inteligence – intrapersonální a interpersonální. Později došlo k vymezení také inteligence ekologické a duchovní. Tak byla vybudována „teorie vícečetné inteligence“, která velmi užitečně třídí jednotlivé schopnosti mozku do odlišných skupin.¹ Tato teorie má přirozeně vedle svých uživatelů, kteří postupně dospívají ke schopnostem poměrně funkčně testovat jednotlivé typy inteligence, také své odpůrce. Ti říkají, že vedle skupiny patřící do IQ není vhodné další schopnosti mozku nazývat termínem inteligence. A to přesto, že psychologové ani v rámci uznávaných učebnic a výkladových slovníků nemají definici lidské inteligence sjednocenu. Protože teorie vícečetné inteligence nabízí velmi zajímavá srovnání a využití rozdílných typů schopností mozku, není dobré ji opouštět. Jednou z možností reakce na kritiku je odložení termínu „inteligence“ do „úschovny“. Můžeme pak pracovat se samotnými pojmenováními odlišných typů schopnosti lidského mozku, jako např. prostorová představivost, emotivita, spiritualita atd., jak to pojímá ve svých studiích např. Pavel Říčan.

U teorie vícečetné inteligence je velmi zajímavou a přínosnou možností nejen testování jednotlivých typů operačních schopností mozku, ale i jejich třídění do skupin náročnosti. Než se k němu ale dostaneme je vhodné si popsat jednotlivé typy inteligence v nejběžnější užívané struktuře. Protože inteligence představuje poměrně komplikovanou problematiku, kdy se jednotlivé prvky systému navzájem nejen ovlivňují, ale mnohdy i prolínají, existují i jiné způsoby strukturování vedoucí k vymezení až čtyřiceti nebo i více typů inteligence. Další vývoj psychologie a neurologie patrně přinese objektivizaci pohledu. Výzkum v tomto směru dnes probíhá díky rozvoji skenovacích metod mozku a softwaru poměrně rychle, ale pro odborníky aplikující jeho výsledky v běžné praxi není důležité znát a snažit se hned využívat všechny nejnovější poznatky, mj. proto že vývoj vede nejen k nalézání odpovědí, ale často také nových otázek. V praxi je spíše důležité důsledně posuzovat a ověřovat možnosti užití výsledků výzkumu v každodenním životě tak, aby mu byly přínosem. Jaké jsou tedy běžné typy inteligence?

Lingvistická (jazyková) inteligence je schopností používat řeč v jejích základních funkcích, tedy operovat s převodem myšlenek do slov a naopak. Lingvistická inteligence přirozeně souvisí s první gramotností, tedy kódováním hlásek do psané vizuální podoby. Příkladem tvůrčího užití této

¹ GARDNER, Howard: Frames of mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1983

inteligence je psaní prózy nebo poezie, které se vztahuje k vyššímu typu první gramotnosti – tzv. čtenářské. Operační centra této inteligence jsou umístěna (platné pro praváky) v levé mozkové hemisféře (Brocovo motorické centrum řeči – gramatika, artikulace, Wernickeovo sensorické centrum řeči – porozumění smyslu řeči). Jazyková inteligence je v námi zkoumané oblasti důležitá zejména v grafickém designu při práci s textovými informacemi, mj. na ovladačích a sdělovačích. Grafičtí designéři ji mnohdy nemívají nadprůměrně funkční, a proto je vhodné, když na znění a strukturování textových informací spolupracují s dalšími členy týmu.

Logickou inteligenci člověk používá k numerickým výpočtům, v aritmetice a v logickém uvažování. Zahrnuje schopnost operovat s množstvím, schopnosti analýzy a logické formulace. Operační centra najdeme rovněž v levé mozkové hemisféře. Logická inteligence je v designu a architektuře potřebná pro splnění zásadního požadavku, který stanovuje, že vnější vzhled produktu má vypovídat o jeho funkcích a usnadňovat jejich užívání. To samozřejmě souvisí i s textovými, graficky provedenými informacemi na produktu.

Vizuálně-prostorová inteligence v sobě zahrnuje schopnost vnímat prostorové tvary a jejich relativní umístění v prostoru. Bývá k ní přiřazována i schopnost vnímání světelných tónů, což představuje samostatnou, nezávisle testovatelnou problematiku. Využívá se pro orientaci při pohybu v prostoru, je potřebná pro konstruování včetně stavebního a samozřejmě v mnoha oblastech vizuálního umění. Prvotní fáze zpracování vizuálních počitků, jež zpočátku probíhá v symetrických párových systémech, pak směřuje do primární zrakové kůry v zadní části mozku. K finální operaci dotýkající komplexního vizuálního zpracování spojeného s prostorem dochází v pravé hemisféře. V designu a architektuře je prostorová inteligence potřebná ve spojení s logickou inteligencí pro uživatelsky přístupné vnější tvarování produktu nebo interiéru staveb.

Tyto první tři typy inteligence se testují v rámci tradičního hodnocení IQ.

Tělesně-pohybová (kinestetická) inteligence je schopnost těla vytvářet co nejučelnější pohyby především za pomoci jemného řízení svalů rukou, ale také koordinace pohybů celého těla. Proto jde rovněž o schopnost vyjadřovat pohybem city a emoce. Je potřebná např. při sportu, tanci, klasické výtvarné tvorbě, hře na houslích, chirurgii, jemné mechanice apod. K testování pohybových schopností slouží řada běžných metod. Pro designéra, či teoretika designu je kinestetická inteligence potřebná k posouzení náročnosti fyzického kontaktu těla s produktem, a z toho vyvozené snahy přizpůsobit tvarové řešení uživatelům s nižší kinestetickou inteligencí.

Zvukově-hudební inteligence umožňuje komponování a interpretování hudby, její vnímání i ocenění. Komponování vyžaduje vlastní typ postupů, jež jsou zcela odlišné od postupu verbální skladby. Protože hudba představuje kombinovaný – tonálně rytmický systém, najdeme pro ni aktivní operační centra jak v levé hemisféře mozku (načasování, sled, rytmus), tak v jeho pravé hemisféře (mimočasové rozměry hudebního tónu – intenzita, výška, barva – a kombinace tónů). S posuzováním hudební inteligence má bohaté zkušenosti hudební pedagogika. V designu nebo architektuře lze tento typ inteligence uplatnit při tvorbě a posuzování některých akustických funkcí samostatných produktů či interiérů. Jde např. o řešení zvukových sdělovačů z hlediska rytmu či tonality signálů, ale také o kombinace slovních a hudebních sdělení, návazně případně také o zvukový smog.

Intrapersonální inteligence představuje schopnost porozumět sobě samému. Je základem pochopení, kdo jsme fyzicky i duševně, co nás motivuje, jak se měníme ve vztahu k existujícím mezím svých schopností a zájmů. Tato inteligence spočívá především v dostatečně prožívaném, komplexním a vyváženém uvědomování si sebe sama, jde zejména o orientaci ve vlastním prožitkovém světě, což vytváří základ pro ovládání svých nálad a pocitů tak, aby si člověk nevytvářel napětí a včas uměl zpracovat negativní pocity. Důležitá je schopnost sebemotivace umožňující vytrvalost a přizpůsobivost. Porozumění sobě samému pro designéra i teoretika představuje náročnější typ základu k posuzování vztahu provázaných systémů lidského organismu k produktu.

Sociální inteligence (interpersonální). Používáme ji při styku s ostatními lidmi. Jde o schopnost vžívat se do psychiky jiných lidí a to i tehdy, když nám nejsou sympatičtí, chápat jejich motivace, umět s nimi různými způsoby komunikovat i spoluprožívat jejich problémy a být ochotný jim pomáhat. Návazně na předchozí typ inteligence umožňuje sociální inteligence v designu aplikaci zkušeností s vlastním tělem na odlišné možnosti těl dalších jedinců a dále pak na sociální souvislosti funkcí designu i architektury.

Poslední dva typy bývají společně označovány jako **emoční inteligence**. Emoce patří k nejstarší formě regulace vnitřní harmonie lidského organismu a jeho vztahu k vnějším podnětům. Emoční inteligence slouží nejen k jejich správnému vědomému posuzování, ale také k jejich ovládnutí. Někteří psychologové mají proto důvod s emoční inteligencí spojovat i užití etických kvalit jednání.² Z hlediska vzájemných vztahů jednotlivých typů inteligence je však vhodnější hodnotovou problematiku oddělit do samostatné skupiny (viz dále). S emocemi v mozku pracuje zejména centrum septum pellucidum a párová centra amygdala, kde se rovněž zpracovávají počítky doteku, chuti, čichu a částečně zraku. K posuzování emoční inteligence slouží řada testů, které se orientují na její specifické části, ale vzhledem ke své komplexní povaze nevedou k číselně srovnávatelnému standardu jako je IQ.

Přírodovědná (ekologická) inteligence je potřebná pro pochopení, jak je uspořádáno přirozené prostředí, ve kterém žijeme. Jde o schopnost pronikání do přírodních struktur a funkcí reagujících s tělem jednotlivce a prolínající také lidskou společností. Pro design i architekturu je tato inteligence přirozeně velmi důležitá z hlediska kvalit funkcí produktů vztažených k přírodnímu prostředí, jehož součástí je i lidská společnost, k níž se samostatně vztahoval předchozí typ inteligence.

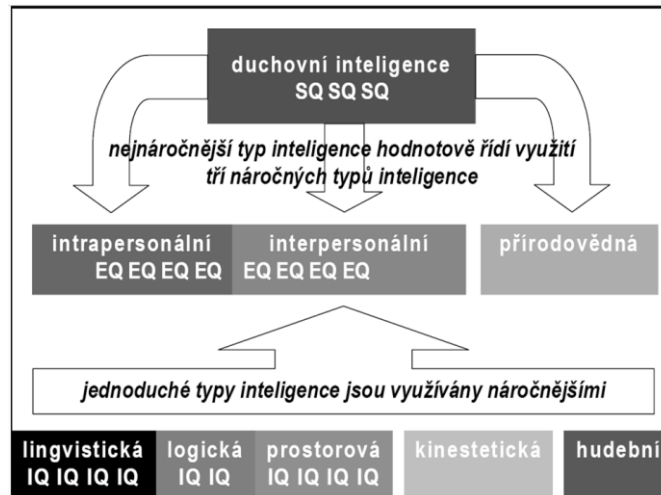
Duchovní inteligence umožňuje hluboce si uvědomit omezené hranice našeho lidství, a vyvodit postoj k tomu, co je před těmito hranicemi i k tomu, co je překračuje. Duchovnost chápeme jako cestu a vztah k **hledání životních hodnot**, pravdy, etiky, smyslu a cíle života, vedoucí k osobní moudrosti a humanitě v souladu s určitými vyššími (vesmírnými) zákonitostmi. Proto také bývá tato inteligence někdy nazývána „**hodnotová**“ nebo „**existenciální**“.

Vědci už také zjistili, které dvě části mozku spirituální inteligenci zajišťují. Jedná se o spodní část levého temenního laloku a korovou oblast označovanou jako pravý angulární závit. Již dříve bylo známo, že tyto části mozku pomáhají člověku vnímat jeho tělesnou schránku ve vztahu k okolnímu světu. Doplnující pozorování potvrdila, že uvedená část temenního laloku se specificky projevuje během meditace.³ Možná někoho překvapí, že i duchovní inteligenci lze poměrně snadno testovat, nejde však o objektivní číselné srovnávání různých osobností, ale o subjektivní dotazník, který pomůže v sebehodnocení jednotlivci, nebo může být částečně objektivizován při vyplňování ve spolupráci s psychologem. V designu a architektuře představuje duchovní inteligence předpoklad pro hodnotovou koordinaci posuzování kvalit, jak při projektování, tak při nezávislém testování. Zde se tedy propojuje **hodnocení s filosofií tvorby**, která je tradiční doménou teorie umění.

Při zpětném pohledu na uvedené typy inteligence můžeme konstatovat, že intrapersonální, interpersonální, přírodovědná a duchovní svou náročností předchozí typy převyšují. Zatímco u prvních pěti typů jde o mentální operace v **jednodušších systémech**, u dalších typů jde o schopnost myšlenkově zpracovávat informace o systémech v systémech. I řazení jednotlivých typů náročnější inteligence vykazuje vzestup. Vnímat správně fungování vlastního organismu se dá posoudit jako méně náročné, než vnímat co se děje v jiných jedincích nebo celé společnosti. Ještě náročnější může být celý systém životního prostředí, do kterého člověk patří, neboť obsahuje komplexně provázané velmi různorodé systémy. Nakonec není chybou vnímat duchovní inteligenci, pracující s tím, co přesahuje běžnou lidskou smyslovou zkušenost, jako schopnost nejnáročnější a postavit ji hierarchicky ještě výš. Také proto, že ovlivňuje hodnotové systémy předchozích tří typů inteligence.

² GOLEMAN, D.: Emoční inteligence, Columbus, Praha, 1997

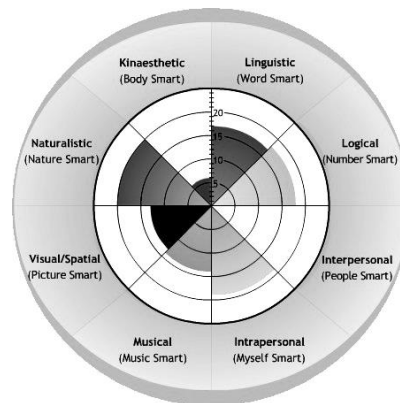
³ HNÍKOVÁ, Eva: Už víme, kde v mozku sídlí spiritualita, In: Lidové noviny 23. 02. 2010 – Věda a výzkum Urgensi, Cosino: Neuron č. 2, Roma 2010



Obr.1. Inteligenční módy

Někteří psychologové říkají jednotlivým hierarchiím „intelligenční módy“ a vysvětlují, že k optimálnímu užití práce nižších módů je jejich podřízení vyšším módům (obr. 1.). Nejpřesvědčivější je příklad podřízení jednání hodnotové inteligenci. **Při bravurní funkčnosti sociální nebo přírodovědné inteligence můžeme bez kvalitní hodnotové orientace dospět k silně neetickému zneužívání lidí nebo přírody.** Je také zajímavé, že při měření frekvence vyzařované mozkem (typ delta, theta, alfa, beta) bylo zjištěno, že aktivita vyšších typů inteligence způsobuje vyzařování vyšších kmitočtů, což odpovídá vyšší náročnosti zpracování dat.

U různých jedinců jsou jednotlivé typy operačních schopností odlišné. Pro výkon různých aktivit, resp. celých profesí jsou potřebné odlišné operační schopnosti, jejich testování proto může každému odkryt jeho profesní předpoklady a školám nebo zaměstnavatelům velmi zkvalitnit přijímací řízení. Vizualizace několika příkladů:



Obr. 2. Jedna z možností vizualizace poměru jednotlivých typů inteligenc daného jedince

2 Inteligence, profesní předpoklady a testování

Jaký mají jednotlivé typy inteligence vztah k požadovaným schopnostem architekta a designéra, případně teoretika těchto oborů, kteří navrhují a hodnotí produkty pro člověka? Začněme od nižších. Běžně se ze známých důvodů předpokládá **inteligence vizuálně-prostorová**. Pokud má architekt či designér dobře řešit konstrukční a funkční souvislosti výrobku či stavby, měl by mít také dostatečnou **inteligenci logickou**. **Jazyková inteligence** umožňuje oběma studovat texty a komunikovat o

náročnějších kvalitách jejich práce. **Kinestetická inteligence** je nutná pro designéra, který vlastníma rukama modeluje maketu či prototyp svého produktu, případně hledá optimální řešení jeho ovládní. Bez **zvukově-hudební inteligence** se možná oba typy tvůrců do jisté míry obejdou, hudba však dokáže užitečně podněcovat kreativitu a zvuková vnímavost je vhodná pro posuzování akustických kvalit produktů.

Ač některé nižší typy inteligence, zejména vizuálně-prostorová, jsou profesní podmínkou, nejzásadnější kvality práce jsou závislé na vyšších typech. **Intrapersonální** inteligence umožňuje designérovi i architektovi vlastním tělem vyváženě vnímat a ověřovat potřeby lidského organismu, nepovrchně rozumět požadavkům ergonomů či hygieniků i emočně dostatečně silně motivovat svůj zájem tímto směrem. Vyšší intrapersonální inteligenci však může limitovat nedostatek dat, s nimiž může operovat (znalostí a přímo prožitých zkušeností), což je problém zejména pro mladé. **Interpersonální inteligence** umožňuje kvalitně zpracovávat sociální vztahy. O její potřebě pro architektky nikdo nepochybuje, u designérů ale bývá podceňována. **Přírodovědná inteligence** je rovněž důležitá pro obě profese, neboť jim umožňuje posoudit vztah jejich produktu a celku prostředí. Ekologie je ale dnes již tak silně hlídána předpisy, že nedostatek přírodovědné inteligence v konečném důsledku nezpůsobí takové problémy, jako nedostatek intrapersonálního vnímání. Ergonomie má totiž zatím závazně formulovány předpisy převážně jen v oblastech akutních rizik.

Duchovní (hodnotová, existenciální) inteligence pak umožňuje kvalitní koordinaci všech nižších. Dobrá interpersonální nebo intrapersonální inteligence, jak víme, může být bez dostatečného SQ užívána zcela sobecky. Duchovní inteligence u architekta a designéra tedy určuje etické kvality fungování IQ a EQ. Pokud je společností etika vnímána jako důležitá, jde o rozhodující osobnostní kvalitu tvůrce. Zejména u nás však existuje ještě řada situací, kde etika jde stranou. Proto duchovní inteligence nebývá požadována, hodnocena ani výukou rozvíjena.

Má-li být dosaženo inteligentních projektů a jejich uskutečnění, jsou k dispozici **metody testování i tréninku** jednotlivých osobních předpokladů již u přijímacích pohovorů na specializované školy a pak i v průběhu studia designu a architektury. Metody stojí za pozornost všude, všichni vidíme, jaké problémy nám způsobuje nedostatečná emoční nebo duchovní inteligence u lékařů, když se u mediků netestují a nerozvíjejí.

Prostorová inteligence bývá na uměleckých školách ověřována při výběru uchazečů nepřímo pomocí kresby. Spolehlivější by ale bylo přímé testování pomocí obrazců, které se užívají při stanovení IQ. Užitečné jistě je i **celkové hodnocení IQ**, neboť logika a schopnosti jazykové komunikace, jak už jsem uvedl, jsou pro designéry a architektky na rozdíl od dalších tvůrčích oborů profesně důležité. Spojený test IQ by však měl pedagogovi zachovat možnost rozlišení tří základních typů inteligence, aby se mohl rozhodnout, zda např. dát přednost uchazeči s dobrými prostorovými a logickými předpoklady, který „jen“ neumí jazykově komunikovat.

Nepřímé ověření **kinestetické inteligence** se děje společně s ověřováním inteligence prostorové při zkušebních kresbách, či modelování. Pro její testování jsou však k dispozici i specifitější metody, které přesněji vypovídají nejen o jemném ovládní rukou, ale také dalších částí těla.

Pro posuzování vyšších typů inteligence máme rovněž dobře promyšlené testování, někdy jde o poměrně jednoduše zpracovatelné dotazníky. Formulář pro duchovní/hodnotovou inteligenci vytvořený Psychologickým ústavem Akademie věd obsahuje např. části pojmenované jako Hlubinná ekologie, Etický entusiasmus, Sounáležitost nebo Svědomitá starostlivost. To vypovídá, o jaké jde konkrétní kvality a pedagog se z testu např. dozví, jak hodnotnou tvůrčí motivaci může od studentů očekávat.

Závěr

Shrňme si nyní stručně, co by při vyvážených kvalitách jednotlivých typů inteligence tvůrčího týmu (vyvážené kvality jedince nejsou příliš reálné) měly jeho produkty – **inteligentní design** nebo **architektura** splňovat.

V případě obsluhy i vnímání funkcí produktů by měla být dodržena logika včetně prostorové. Při zapojení jazykové komunikace by mělo být dosaženo bohatého a výstižného řešení, ale tak, aby bylo v případě potřeby sdílné i pro uživatele s nižší jazykovou inteligencí. Pohybové užití by mělo vycházet z bohatého spektra kinetiky lidského těla, ale současně umožňovat přijatelnou interakci i méně pohybově nadaným osobám. Také zvukové kvality by měly vycházet z bohatého spektra lidského vnímání a současně být přijatelné pro v tomto směru méně vyvinuté jedince. Ve vyšší kvalitativní rovině by inteligentní produkt měl celkově vycházet z kvalit a potřeb organismu člověka, společnosti i přírody. Tyto předpoklady by měly být dodržovány ve vyvážené potřebě harmonické současnosti i vývoje jedince, komunity i celé planety. Jde o požadavky sice známé, ale často těžko realizovatelné bez znalosti úlohy jednotlivých schopností člověka.

Tab. 1. Inteligentní produkt

Inteligence	Požadavky na produkt
Jazyková	Užívá-li produkt slovní komunikaci, je optimálně sdílná, případně komunikuje i náročnější obsahy.
Logická	Respektuje potřebné logické vazby vnitřní i vnější.
Vizuálně prostorová	Optimální prostorové i další vizuální řešení, v případě potřeby komunikuje i náročnější obsahy.
Hudební	Optimální zvukové řešení, v případě potřeby i hudební.
Kinestetická	Produkt je buď výsledkem kvalitní kinestetiky, případně takovou umožňuje.
Intraperson.	Produkt odpovídá celkovým potřebám lidského organismu.
Interperson.	Produkt odpovídá potřebám společnosti.
Přírodovědná	Vznik a užití produktu nenarušuje harmonii ekosystému.
Existenciální	Produkt vznikl etickým způsobem a umožňuje etické užití, případně podporuje hlubší vztah k životu.

Optimalizace pracoviště ruční montáže s využitím ergonomických simulací

Martin Kyncl¹, Petr Syrový¹, Jiří Kyncl¹, Tomáš Kellner¹, Libor Beránek¹

¹ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, Technická 4, 166 07 Praha 6, Czech Republic, martin.kyncl@fs.cvut.cz

Abstrakt: Tento článek pojednává o problematice využití ergonomických simulací k návrhu optimalizace pracoviště ruční montáže elektromotorů. Úvodní část článku popisuje problematiku ergonomických simulací a uvádí důvody, proč je výhodné tyto simulace využívat při navrhování montážních pracovišť. Následně je analyzováno stávající pracoviště montáže ve firmě, z technického a ergonomického hlediska. Na základě analýzy jsou navrženy 4 varianty nového uspořádání pracoviště, pro které je provedena ergonomická simulace montážního postupu v programu Siemens Tecnomatix Jack a na základě výsledků zvolena nejvhodnější varianta uspořádání.

Klíčová slova: Ergonomie, Ruční montáž, Simulace, OWAS, Lower back analysis

Úvod

Hlavním cílem článku je přestavba pracoviště ruční montáže ve firmě vedoucí ke snížení rizika poranění operátora. První část článku popisuje problematiku ergonomických simulací a výhody jejich využití při procesu návrhu a přestavby pracoviště. Následující část článku analyzuje stávající uspořádání pracoviště, specifikuje předmět montáže a stávající montážní postup. Pro zhodnocení ergonomie stávajícího pracoviště je využita analýza OWAS. V následující části je proveden dispoziční návrh čtyř variant montážního pracoviště, s cílem minimalizovat riziko úrazu operátora. V poslední části jsou jednotlivé varianty zhodnoceny prostřednictvím ergonomické analýzy OWAS a Lower back analysis a je vybrána ergonomicky nejvhodnější varianta.

1 Ergonomické simulace

Evropská unie uvádí, že onemocnění svalů a pohybového aparátu představují cca 53 % nemocí z povolání. V České republice činí nemoci pohybového aparátu cca 33 % všech nemocí z povolání a jedná se o druhou nejčastější příčinu pracovní neschopnosti. Vzhledem k nárůstu počtu onemocnění pohybového aparátu je nutné uplatňování ergonomických zásad při navrhování a přestavbě pracovišť. Současné metody posuzování pracovního prostředí a ergonomie práce jsou založeny především na pozorování a statistickém vyhodnocování získaných údajů. Monitorována je pouze aktuální situace na pracovišti a případná rizika nejsou řešena preventivně.

Ergonomická simulace je moderním nástrojem, který umožňuje vyhodnotit rizika úrazu pracovníka, proveditelnost montážních úkonů a zhodnotit ergonomii pracoviště již ve vývojové fázi produktu. Využití ergonomických simulací představuje pro firmy prostředek pro minimalizaci nákladů spojených s přestavbou pracoviště a fluktuací zaměstnanců. [1][2]

2 Analýza současného stavu

Následující kapitola popisuje analýzu současného stavu montážního pracoviště ve firmě. V první části kapitoly je popsán předmět montáže a montážní postup, v části následující je analyzováno současné pracoviště z hlediska uspořádání a ergonomie.

2.1 Analýza předmětu montáže

Prvním krokem pro analýzu předmětu montáže je určení součástkové základky. Montáž statoru elektromotoru probíhá na stacionárním pracovišti ruční montáže. Model statoru elektromotoru a seznam montovaných komponent lze vidět v Tab. 1.

Tab. 1. Model statoru a součástková základna

Model	Označení součásti	Název	Počet ks	Náhled
	E1	Cívka	3	
	SP1	Stahovací páska	1	
	P1	Podstava	1	
	E2	Izolace	3	

Stávající montážní postup lze vidět v Tab. 2. Veškerá montáž je prováděna ručně, stejně tak i manipulace s materiálem. Při montáži využívá operátor kleště ke zkrácení drátu kleště, ruční šroubovák pro dotažení stahovací pásky a k úpravě pozice cívek a AKU šroubovák pro zajištění stahovací pásky.

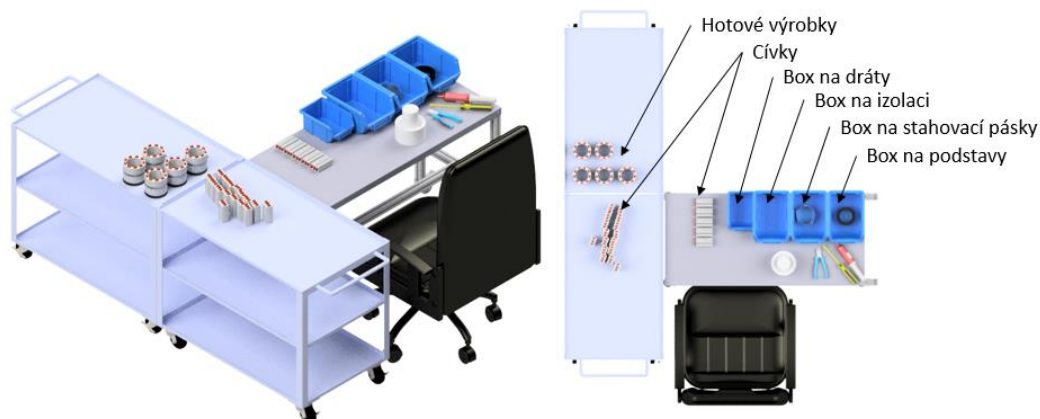
Tab. 2. Montážní postup

Číslo operace	Popis činnosti	Nástroj	Čas [s]
1	Vložení cívky do přípravku (3x)		50
2	Zkrácení drátu	Kleště	4
3	Nasunutí stahovací pásky		5
4	Zajištění stahovací pásky	AKU šroubovák	6
5	Úprava pozice cívek	Šroubovák	19
6	Dotažení stahovací pásky	Šroubovák	6
7	Nasazení podstavy		12
8	Nasazení izolace		53
9	Umístění výrobku na vozík		2

Stávající montážní postup nelze více simplifikovat. Pro některé montážní operace jsou použity nevhodné nástroje, které mohou zapříčinit zranění operátora. Jedná se například o operaci 5, kdy jsou cívky ustavovány v přípravku prostřednictvím šroubováku.

2.2 Stávající pracoviště montáže

Firma v současné době používá stacionární montážní pracoviště, které obsluhuje 1 operátor montáže a 1 operátor, který zajišťuje logistiku dílčích součástek pro více pracovišť. Model stávajícího pracoviště lze vidět na Obr. 1.



Obr. 1. Model stávajícího pracoviště

Prvním problémem, který lze identifikovat je použitá pracovní židle. Tato židle je určena pro kancelářskou práci, nikoliv však pro použití na montážním pracovišti. Dalším problémem bude pravděpodobně umístění hotového výrobku na vozík, protože již z pozice vozíku je patrné, že pohyb operátora při ukládání hotového výrobku na transportní vozík je ergonomicky nevhodný. Stávající pracoviště je v následující kapitole podrobeno ergonomické simulaci, která určí ergonomii pracoviště.

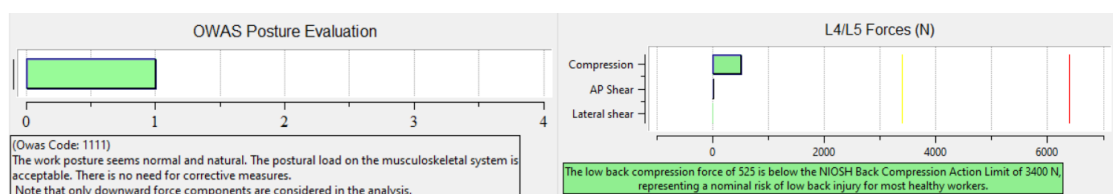
2.3 Ergonomická simulace stávajícího pracoviště

Pro simulaci byl využit software Siemens Tecnomatix Jack 8.4, v němž byla vytvořena simulace celého montážního postupu. Úvodem je nutné zmínit, že přesnou ergonomickou simulaci není možné realizovat bez detailních znalostí tělesných proporcí konkrétních operátorů, kteří pracoviště obsluhují. Výsledky analýz mohou být drobně zkresleny, avšak poskytují dostatečnou představu o ergonomii pracoviště. Pro rozbor výsledků byla použita analýza OWAS (Ovako Working posture Assessment Systém), která umožňuje kontrolu pohodlí pracovních poloh a podle systému hodnocení popisuje naléhavost možných opatření. OWAS definuje celkem 252 poloh těla, které zapisuje pomocí čtyřmístného kódu. Výsledek analýzy je rozdělen do 4 úrovní viz. Tab. 3.

Tab. 3. Hodnocení analýzy OWAS

Úroveň	Popis
Úroveň 1	Pozice normální, žádný zásah není potřebný.
Úroveň 2	Poloha může mít škodlivý efekt na tělo, nejsou vyžadovány žádné okamžité zásahy.
Úroveň 3	Poloha má škodlivý efekt, opravné zásahy jsou vyžadovány co nejdříve.
Úroveň 4	Poloha má velice škodlivý dopady na tělo, zásah je okamžitě vyžadován.

Jednotlivé montážní operace byly podrobeny analýze OWAS a byla vyhodnocena jejich zátěž na pracovníka. Mimo OWAS analýzy byla provedena i Lower Back Analysis (dále také LBA), která pomáhá určit síly působící v oblasti dolních zad a vyhodnotit riziko poranění zad operátora. Výsledky LBA jsou popsány v kap. 4. Ukázky výstupů z jednotlivých analýz lze vidět na Obr. 2. Výsledky analýzy OWAS společně s obrázky montážních operací ze simulace lze vidět v Tab. 4.



Obr. 2. Ukázka výstupu analýz OWAS a LBA

Tab. 4. Výsledky analýzy OWAS pro průvodní pracoviště

Operace	1	2	3	4	5
Simulace					
OWAS	2	2	2	1	2
Operace	6	7	8	9	
Simulace					
OWAS	2	1	2	3	

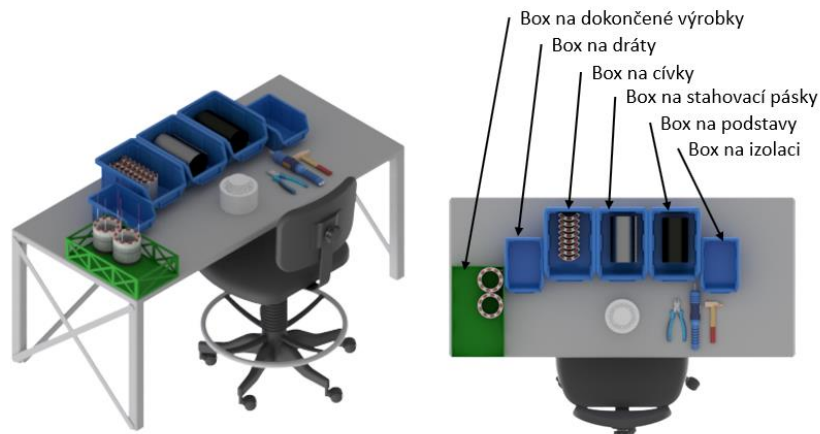
Z výsledků analýzy OWAS lze pozorovat, že současná konfigurace pracoviště montáže je z dlouhodobého hlediska nevyhovující a je vyžadován okamžitý zásah, aby nebylo ohroženo zdraví operátora. Především operace 9 je z ergonomického hlediska nevhodná a vykazuje zvýšené riziko úrazu operátora.

3 Návrh nového pracoviště

Následující kapitola se zabývá návrhem nového uspořádání montážního pracoviště, které by přineslo snížení rizika poranění operátora. V kapitole jsou představeny čtyři varianty optimalizace pracoviště, které by měly být z ergonomického hlediska vhodnější než pracoviště stávající.

3.1 Varianta 1

Varianta 1 počítá se změnou uspořádání prvků na pracovním stole. Je přidán box na cívky, které jsou určeny k montáži. Zároveň jsou boxy na ostřížení dráty a izolaci umístěny blíže k židli operátora, tak aby bylo zamezeno namáhání zad při natahování se pro díly. Ruční šroubovák byl nahrazen AKU šroubovákem, který disponuje dvěma utahovacími momenty. Jeden moment je určen pro operaci č. 4 (zajištění stahovací pásky) a druhý moment pro operaci č.6 (dotažení stahovací pásky). Jednotlivé díly jsou v boxech umístěny tak, aby byly eliminovány zbytečné pohyby při montáži. Hotové výrobky jsou odkládány do bedničky, kterou po naplnění umístí operátor pracoviště na vozík, případně tuto operaci provede operátor logistiky (zároveň doplní díly v přepravních). Kancelářská židle příslušející k pracovišti byla nahrazena židli pro montážní pracoviště. Nová židle disponuje oporou pro nohy a umožňuje vzpřímený posed operátora. Schematické znázornění pracoviště lze vidět na Obr. 3.

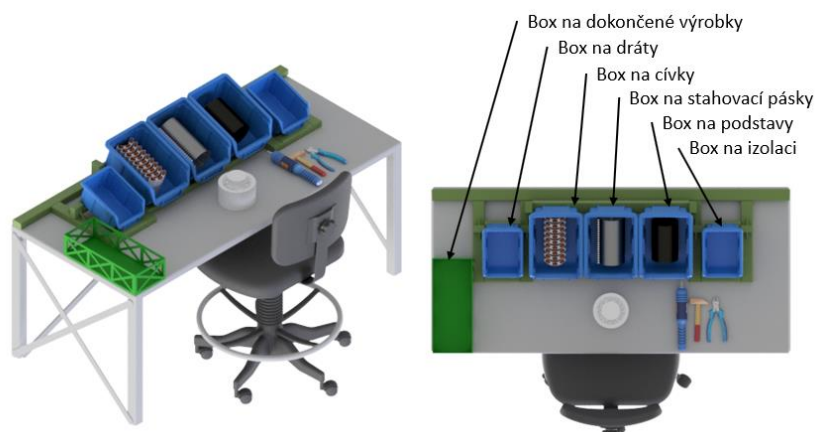


Obr. 3. Model pracoviště: Varianta 1

Varianta 1 odstraňuje ergonomicky nevhodnou montážní operaci č.9, eliminuje ergonomicky namáhavý proces přípravy cívek a nahrazuje nevhodně používané nástroje.

3.2 Varianta 2

Varianta 2 je modifikovanou verzí varianty 1. Hlavní změnou je naklonění boxů obsahujících součástky o 20°, které ovlivní zátěž operátora při uchopování dílů. Operátor nyní do přepravek lépe vidí, což umožňuje snadnější a rychlejší uchopení dílu v přepravce. Naklonění boxů a jejich ustavení v definované pozici je realizováno prostřednictvím speciálního přípravku, který je přišroubován k pracovní ploše stolu. Přípravek je konstruován jako svařenec, případně šroubovaná konstrukce vyrobená z normalizovaných profilů. Schematické znázornění této varianty lze vidět na Obr. 4.



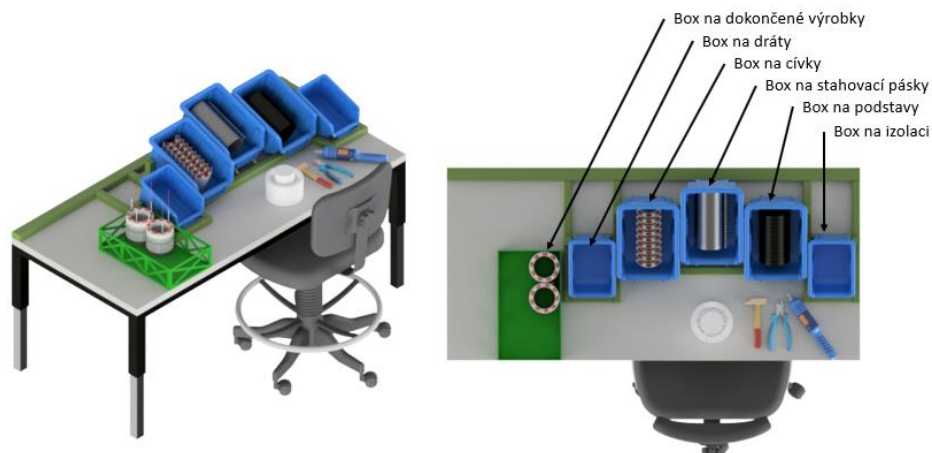
Obr. 4. Model pracoviště: Varianta 2

Varianta 2 snižuje především psychickou a fyzickou zátěž pracovníka, při uchopování dílů a minimalizuje zatížení v oblasti dolních zad.

3.3 Varianta 3

Varianta 3 je modifikací varianty 2. Přepravky jsou přemístěny k pravému okraji stolu, kde se nachází nevyužitá plocha. Tímto opatřením je maximalizována odkládací plocha pro hotové výrobky a na zbývající plochu může operátor logistiky umísťovat součástky připravené k montáži. Boxy jsou nakloněny a rozmístěny stupňovitě, tak aby byla minimalizována délka pohybu pro uchopení dílu. Další modifikací je použití stolu s regulovatelnou vzdáleností pracovní plochy od podlahy. Toto opatření

umožňuje přizpůsobení pracoviště různým tělesným proporcím obsluhujících operátorů. Schématické znázornění pracoviště lze vidět na Obr. 5.

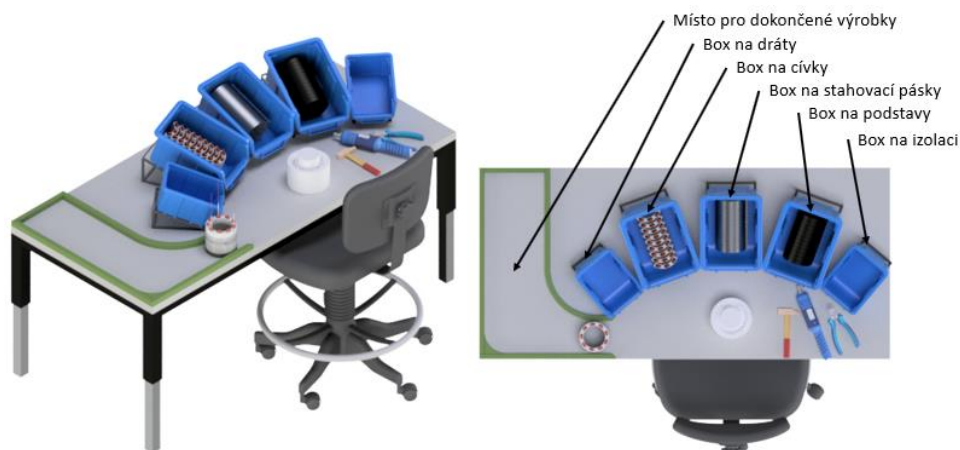


Obr. 5. Model pracoviště: Varianta 3

Účelem provedených modifikací ve Variantě 3 je minimalizovat fyzickou zátěž při uchopování dílů a umožnit snadné přizpůsobení pracoviště operátorům s různými tělesnými proporcemi.

3.4 Varianta 4

Varianta 4 je rozšířením varianty 3. Boxy s díly jsou umístěny na podstavcích, které zajišťují náklon boxů pod úhlem 20 stupňů. Podstavy si může přemístit každý operátor tak, aby bylo pracoviště pro jeho potřeby co nejpohodlnější. Židle i sůl jsou výškově nastavitelné, aby mohl operátor upravit dle individuálních potřeb vzdálenost dosedací a pracovní plochy od země. Přepravka na hotové výrobky je nahrazena speciálními lištami, které umožňují odkládání výrobků přímo na pracovní plochu. Při odložení nového výrobku je výrobek na stávajícím místě posunut do prostoru, který ohraničují lišty. Manipulaci s výrobky může provádět operátor pracoviště nebo operátor logistiky. Podstavy jsou rozmístěny tak, aby byla minimalizována námaha operátora při uchopení dílu. Schématické znázornění varianty 4 lze pozorovat na Obr. 6.



Obr. 6. Model pracoviště: Varianta 4

Varianta 4 je finální variantou, která umožňuje nejlepší přizpůsobení pracoviště jednotlivým operátorům. Pozice všech prvků na pracovišti si může operátor upravit dle své potřeby a snížit tak fyzickou námahu při vykonávání montážního procesu.

4 Ergonomická simulace jednotlivých variant

Pro všechny varianty popsané v kapitole 3 byly provedeny simulace montážního procesu v programu Siemens Tecnomatix Jack 8.4. Následně byla provedena pro jednotlivé montážní operace analýza OWAS a LBA. Výsledky analýzy OWAS lze vidět v Tab. 5.

Tab. 5. Výsledky analýzy OWAS

Analýza OWAS						
Číslo operace	Popis operace	Původní pracoviště	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
1	Vložení cívký do přípravku (3x)	2	2	2	1	1
2	Zkrácení drátu	2	2	2	1	1
3	Nasunutí stahovací pásky	2	2	2	2	1
4	Zajištění stahovací pásky	1	2	1	1	1
5	Úprava pozice cívek	2	2	1	2	1
6	Dotážení stahovací pásky	2	1	1	1	1
7	Nasazení podstavy	1	1	1	1	1
8	Nasazení izolace	2	1	1	1	1
9	Umístění výrobku na vozík	3	2	2	2	1
Aritmetický průměr		1,89	1,67	1,44	1,33	1,00

Z výsledků je patrné, že dle analýzy OWAS je nejvýhodnější Varianta 4, jelikož se podařilo dosáhnout ve všech pracovních polohách hodnocení 1. Stupnice analýzy OWAS udává, že při hodnocení 1 jsou všechny polohy těla normální a není vyžadován žádný zásah.

V dalším kroku byla jednotlivá pracoviště podrobena analýze Lower back analysis, která zkoumá silové působení v oblasti zad v různých pracovních polohách. Výstupem analýzy v programu Jack je okno udávající tlaky v oblasti dolních zad. Výsledky LBA lze vidět v Tab. 6.

Tab. 6. Výsledky Lower back analysis

Lower back analysis						
Číslo operace	Popis operace	Původní pracoviště	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
1	Vložení cívký do přípravku (3x)	1593	952	862	517	511
2	Zkrácení drátu	973	631	640	499	485
3	Nasunutí stahovací pásky	1476	1069	1027	983	500
4	Zajištění stahovací pásky	550	536	570	475	468
5	Úprava pozice cívek	908	568	602	751	723
6	Dotážení stahovací pásky	682	593	623	497	476
7	Nasazení podstavy	1208	998	950	454	525
8	Nasazení izolace	1077	984	997	754	689
9	Umístění výrobku na vozík	1874	1050	1006	981	758
Aritmetický průměr		1149	820	809	657	570

Z LBA analýzy lze pozorovat, že nejlepší výsledky vykazuje Varianta 4. Jednotlivé tlaky jsou téměř ve všech pracovních polohách nižší než v předchozích variantách. Výrazně nižší je tlak při operaci 3, kdy došlo vzhledem k optimálnímu rozmístění boxů ke snížení tlaku cca o polovinu oproti předchozím variantám.

Závěr

Výsledkem činností popsaných v článku je návrh ergonomicky nejvhodnější varianty pracoviště pro ruční montáž statoru elektromotoru ve firmě, s využitím ergonomické simulace. Motivací pro zvyšování ergonomie pracoviště a zlepšování pracovních podmínek je důraz na zdraví zaměstnanců a úspory nákladů spojených s jejich fluktuací.

V rámci článku bylo analyzováno současné montážní pracoviště jak z technického, tak z ergonomického hlediska a byla provedena jeho ergonomická simulace, která určila kritická místa montážního procesu. V další části byly navrženy 4 varianty montážního pracoviště, které měly za cíl zlepšit ergonomii pracoviště a optimalizovat proces montáže. Pro jednotlivé varianty byla provedena ergonomická simulace v programu Siemens Tecnomatix Jack a varianty byly vyhodnoceny prostřednictvím analýz OWAS a Lower back analysis. Prostřednictvím přestavby pracoviště by mohlo být výrazně sníženo riziko úrazu operátora.

Literatura

- [1] VALEČKOVÁ, Alena. Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik [online]. Státní zdravotní ústav Praha, 30.04.2008 [cit. 2019-09-9]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>
- [2] BAUMRUK, Martin. *Tecnomatix Jack 7.0: Software pro ergonomii v praxi* [online]. Siemens Product Lifecycle Management Software, 2010, 2010 [cit. 2019-09-14]. Dostupné z: https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/Images/Tecnomatix_Jack_7_tcm841-117308.pdf

Štúdia merania práce na zvýšenie produktivity výrobnéj linky

Daniela Onofrejevová¹, Jaroslava Janeková²

¹ *Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika, daniela.onofrejova@tuke.sk*

² *Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Ústav manažmentu priemyselného a digitálneho inžinierstva, Park Komenského 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika, jaroslava.janekova@tuke.sk*

Abstrakt: Hlavným cieľom práce je navrhnúť riešenie na zvýšenie kapacity procesu montáže na vybranej výrobnéj linke. Hlavný obsah je zameraný na metódu Basic Most a jej aplikáciu v procese zlepšovania. Existuje teoretické očakávanie, že po použití metódy Basic Most na proces montáže by sa kapacita výrobnéj linky zvýšila o dvadsať percent. Štúdie pohybu a času sa často používajú na zlepšenie efektívnosti procesov montáže. Najprv je aplikovaná metóda Snímky operácie, ktorá sa používa na získanie informácií o správaní sa procesu a jeho individuálnom, čiastočnom a celkovom trvaní. Potom je aplikovaná metóda Basic Most na všetky procesy montáže analyzovanej výrobnéj linky. Konečné riešenie pozostáva z nového dispozičného riešenia pracovnej stanice na vybranej výrobnéj linke.

Kľúčová slova: Ergonómia, Basic Most metóda, Snímka operácie, Zvýšenie kapacity.

Úvod

Základným predpokladom zlepšenia práce operátora v priemyselnom závode je analýza a meranie práce. Kubalák vo svojej knihe definuje analýzu práce ako: „analýza jednotlivých pracovných operácií z hľadiska ich rozsahu, obmedzenia, trvania a pracovných podmienok“ [1]. Meranie práce je špecifickou súčasťou procesu zlepšovania práce, obvykle prepojeného s analýzou práce.

Meranie práce je definované ako „uplatňovanie techník určených na stanovenie času, ktorý potrebuje kvalifikovaný personál na vykonanie špecifikovanej práce za určitých technických a organizačných podmienok pri danej úrovni výkonu“ [2]. Poskytuje manažmentu prostriedky na meranie času operácie, keď sa zobrazuje efektívny a neefektívny pracovný čas [3, 9].

Štandardné techniky merania práce rozlišujeme:

- **odhady**
- **priame metódy**
- **nepriame metódy**

Priame metódy zahŕňajú také metódy, ktoré určujú presnú spotrebu času a poskytujú presný obraz o rozvrhnutí času. V literatúre sa táto skupina nazýva aj časové štúdie. Na základe dĺžky a kontinuity merania času by sa časové štúdie mohli rozdeliť na [4]:

1. Kontinuálne časové štúdie

2. Snímky časových štúdií.

Nepriame metódy určujú presnú spotrebu času na základe pohybov operátora počas jeho práce. V literatúre sa uvádzajú aj ako pohybové štúdie. Pre tieto metódy sa používajú dva názvy: systém predurčeného času pohybu (angl. Predetermined Motion Time System - PMTS) alebo preddefinované štandardy času (angl. Predetermined Time Standards - PTS). Tieto metódy sú založené na vopred určených časoch štandardných pohybov a skutočnosti, že pracovné operácie pozostávajú z elementárnych pohybov [5]. Najvhodnejšia aplikácia je, keď je čas cyklu nízky alebo stredný a objem výroby je vysoký alebo stredný [6, 8]. Najznámejšie nepriame metódy sú:

1. MTM (angl. Methods Time Measurement - metódy merania času),

2. MOST (angl. Maynard Operation Sequence Technique),

3. MODAPY (angl. Modular Arrangement of Predetermined Time Standards - Modulárne usporiadanie vopred stanovených časových štandardov).

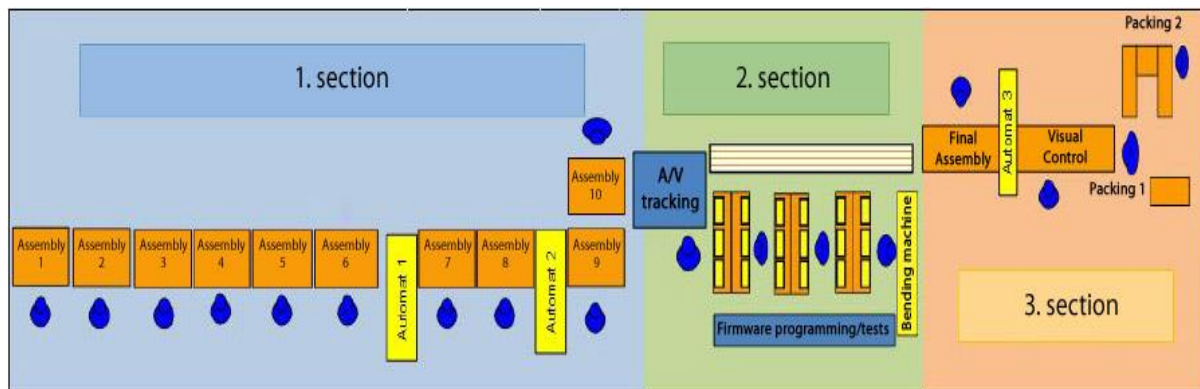
Technika **MOST (Maynard Operation Sequence Technique)** je jednou z najproduktívnejších metód merania práce. Táto technika merania práce je založená na pohybe objektov a všeobecnej skúsenosti. Pre výpočet doby prevádzky používa 4 štandardné postupnosti pohybu (všeobecný pohyb, riadený pohyb, použitie nástroja a použitie ručného manipulátora), ktoré sú zložené zo základných akcií (dosah, uchopenie, pohyb, umiestnenie objektu atď.). Pri použití metódy sú numerické parametre priradené k základným akciám podľa konkrétnych charakteristík akcií preddefinovaných v tabuľkách MOST. Konečný čas sa potom vypočíta zo súčtu priradených parametrov. Pretože konečný čas sa meria v špeciálnej jednotke nazývanej jednotka merania času (TMU), je potrebný prevod na jednotku bežného času (1 TMU = 0,036 sekundy). Višnanský [7] uvádza nasledujúce výhody techniky MOST: nie sú potrebné stopky, vhodné pre každé prostredie, rýchla aplikácia, presnosť a nízke náklady.

Basic MOST je stredne pokročilá metóda MOST. Jeho použitie je odporúčané pri operáciách so 150 až 1500 opakovaniami za týždeň a časovým odstupom 2 až 10 minút [6, 8].

1 Experimentálne materiály a metódy

1.1 Analýza hodnoteného objektu – finálna montážna linka

Hlavným cieľom práce je navrhnuť riešenie na zvýšenie kapacity procesu montáže na vybranej výrobnéj linke. Štúdie pohybu a času sa často používajú na zlepšenie efektívnosti procesov montáže [9, 10]. Hlavný obsah je zameraný na metódu Basic MOST a jej aplikáciu v procese zlepšovania.



Obr. 1. Finálna montážna linka – sériové usporiadanie

Analyzovaná výroba sa vykonáva vo výrobnéj hale pozostávajúcej z niekoľkých výrobných liniek nasadených na zabezpečenie čo najefektívnejšieho toku materiálu. Výrobný proces pozostáva z niekoľkých vstupov - komponentov, ktoré sa transformujú na výstupy - polotovary a finálny produkt tak, aby bol finálny produkt pripravený na odoslanie. Konečné výrobky sa primárne odoberajú z výrobnéj haly do skladu a potom sa posielajú zákazníkovi. Náčrt usporiadania výrobnéj haly (obrázok 1) mapuje tok materiálu pre výrobné linky v spoločnosti, ako je zrejme, tok materiálu má sériovú postupnosť v časti 1. Konečná výrobná linka, ktorá je predmetom štúdie, je rozdelená do troch sekcií. Výstupy z každej sekcie sú predmetom skúmania a následného hodnotenia.

V prvej časti linky vykonávajú hlavné montážne práce desiat operátori a dva skrutkovacie automaty. V tejto časti je zmontovaný celý výrobok okrem horného krytu. Automatické skrutkovače sa používajú na priskrutkovanie dosiek plošných spojov k spodnému rámu prehrávača. Z dôvodu presnosti

skrutkovania, dodržiavania krútiaceho momentu a rýchlosti jazdy skrutky sú stroje výhodnejšie ako obsluha. Týmto spôsobom sa dá vyhnúť chybám, ako sú odskrutkované alebo zakrútené skrutky.

Druhá časť linky pozostáva z troch pracovísk, ktoré prevádzkujú štyria operátori. Na prvom pracovisku sa vykonáva kontrola zvuku / videa a operačný program produktu sa vypáli pomocou inštalčných CD alebo USB kľúčov. Druhým pracoviskom je bunka „Inšpekcia“, ktorej úlohou je skontrolovať funkčnosť celého produktu vrátane testovania obrazu a zvuku. Posledným pracoviskom je „Ohýbacia operácia“, pri ktorej je horný kryt prehrávača ohnutý automatickým ohýbacím strojom a je obsluhovaný jedným operátorom.

Tretiu časť tvoria štyri pracovné stanice. Prvou z nich je finálna zostava, kde je na výrobu umiestnený vrchný tvarovaný kryt. Následne vizuálnu kontrolu finálneho produktu vykoná operátor. Na tomto pracovisku sa odstránia všetky ochranné fólie a produkt je pripravený na zabalenie do kartónovej škatule spolu s príslušenstvom, ako sú používateľské príručky, diaľkové ovládanie, napájací kábel a batérie. Ako poslednú operáciu paletizáciu produktu vykonáva obsluha, po ktorej je produkt pripravený na uskladnenie alebo odoslanie.

Celkovo pracuje na finálnej linke s 22 operačnými stanicami 18 špecializovaných operátorov.

1.2 Basic MOST – metóda na analýzu a meranie práce

Techniky na analýzu a meranie práce sú vynikajúcim nástrojom na odstránenie neefektívnosti pri vykonávaní práce.

Analýza a meranie práce sa vzťahuje na systematické preskúmanie pracovných tokov s cieľom zlepšiť efektívnosť zdrojov (produktivitu) a definovať časové štandardy pre každú činnosť.

Základná metóda MOST je systém na analýzu, meranie a zlepšovanie pracovných procesov; preto sa zameriava na pohyb objektov. Pohyb sa môže uskutočniť dvoma spôsobmi:

- objekty sú uchopené a voľne sa pohybujú v priestore,
- objekty sa pohybujú v priestore tak, aby boli v neustálom kontakte s akýmkoľvek iným povrchom.

Most		Montáž 10																	Fr	TMU	sec
P.č.	Popis	Sekvencia																	Fr	TMU	sec
	Sériová linka	A	B	G	A	B	P	M	X	I	F	C	S	T	R	A	repe	TMU	SEC		
1	Otoč jig				1			1									1,0	20	0,6		
2	Vezmi set	3		1													1,0	40	1,2		
3	Pripoj fan motor kábel do digital PCB				1		3	1									1,0	50	1,4		
4	Vlož set do jigu				3		3	1									1,0	70	2,0		
5	Otoč jig						1	1									1,0	20	0,6		
6	Vezmi Predný panel	1		3													1,0	40	1,2		
7	Skontroluj gasket				1									6			1,0	70	2,0		
8	Vlož Predný panel do setu				1		3	3									1,0	70	2,0		
9	Pripoj Predný panel FFC kábel s PCB				1		3	3									1,0	70	2,0		
10	Otvor Predný panel dvierka				1		1	3									1,0	50	1,4		
11	Skontroluj display and remaining grase				1									6			0,0	0	0,0		
12	Vezmi SD card	1		1													1,0	20	0,6		
13	Vlož SD card do setu				1		3										1,0	40	1,2		
14	Zatvor FP dvierka				1		1	3									1,0	50	1,4		
15	Vezmi set	1		3													1,0	40	1,2		
16	Skontroluj skrutky a káble a radiator sheet				1									24			0,0	0	0,0		
17	Presuň set na dopravník				6		3	3								6	1,0	180	5,2		
Celková spotreba času:																	830	23,9			
																	TMU	sek			

Obr. 2. Aplikácia metódy Basic MOST na sériovej linke, operácia Montáž

Pre každý pohyb sa vyskytuje celý rad ďalších udalostí, preto základný MOST používa celý rad sekvenčných modelov aktivity (obrázok 2). Na popis manuálnej práce sú v zásade potrebné iba tri

základné činnosti s najsilnejšou aktivitou, plus štvrtá na meranie pohybových objektov pomocou ručného žeriavu. Sú to tieto:

- Sekvencia premiestnenia (premiestnenia) - voľný pohyb objektu v priestore;
- Sekvencia riadeného premiestnenia - spojený pohyb objektu v priestore zostáva pri pohybe v kontakte s iným povrchom, alternatívne je súčasťou iného pohybujúceho sa objektu;
- Sekvencia použitia nástrojov - použitie bežných ručných nástrojov.

2 Výsledky a merania

Merania sa vykonávajú na optimalizáciu výrobných nákladov pred začatím sériovej výroby modelu vo vývojovej fáze. V tejto fáze sa skúmajú jednotlivé operácie a pohyby obsluhy, ktoré sa vykonávajú počas montáže produktu. Čas výroby sa analyzuje, preskúmajú sa úzke miesta a zodpovedajúcim spôsobom sa stanovujú normy výkonu linky. Súčasťou procesu merania je poskytnúť snímku operácie zaznamenananej v kontrolnom zozname. Vedúci tímu meria každú operáciu pomocou stopiek alebo videorekordéra. Analyzovaná prevádzková jednotka pozostáva z 22 pracovných staníc obsluhovaných osemnástimi operátormi a troch automatov usporiadaných do sériovej linky.

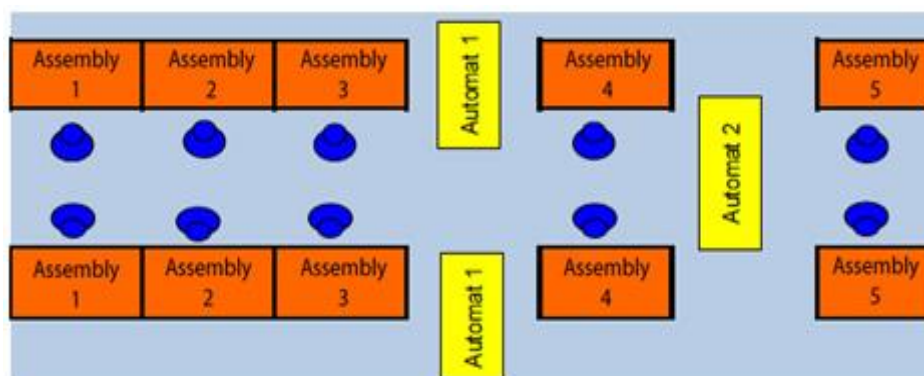
Použitie metódy Basic MOST zahŕňa zaznamenanie počtu pohybov v konkrétnom indexe do záznamového listu. Záznam obsahuje číslo operácie, podrobný opis vykonaného pohybu v práci, pomocou ktorého je možné určiť postupnosť pohybu. Klasifikácia sekvencií je spracovaná pomocou tabuliek (obrázok 2). Následne sú sekvenciám priradené vopred určené hodnoty indexu podľa pohybu. Hodnota premeny na konverziu TMU na meranie času je nasledovná: 1TMU = 0,036 s.

Sekvencia A popisuje vzdialenosť, sekvencia G opisuje získanie kontroly nad objektom. Indexová hodnota vzdialenosti A je definovaná indexom 3 - to znamená vzdialenosť objektu v rámci 1-2 krokov. Následne musí byť pre A3 a G3 priradený sekvenčný index. Jednoduchý výpočet metódy Basic MOST pre operáciu č. 1 (Zobrať horný kryt z rámečka) je súčtom indexových hodnôt 3 + 3 a ich násobením 10, čím sa získá čas v TMU. Vynásobením hodnoty 0,036 sekundy sa TMU prevedie na sekundy (obrázok 2).

$$\text{Sekvencia (S):} \quad A3 G3 = 3 + 3 = 6 \cdot 10 = 60 \text{ TMU} \quad (1)$$

$$T = S \cdot 0,036 \cdot I = 60 \cdot 0,036 \cdot 0,8 = 1,7 \text{ s} \quad (2)$$

Porovnajú sa namerané hodnoty času pomocou metódy Snapshot a metódy Basic MOST a z vyhodnotených operácií sa zistia divergencie.



Obr. 3. Nové usporiadanie montážnej linky – prvá časť, paralelné usporiadanie.

Z výsledkov je možné určiť, že kritickým bodom je aj po aplikácii metódy Basic MOST prvá časť linky, kde sa dosiahne najnižšie množstvo výroby (obrázok 3). Použitím metódy Basic MOST bolo zvýšené

množstvo výroby na pracovnú smenu šesť percent (z 806 kusov na 852 kusov). Aj zvýšenie výroby v počte výrobkov bolo viac ako 46 kusov za smenu, v porovnaní s ostatnými časťami linky sú straty stále dosť vysoké. Preto medzi jednotlivými prevádzkami existujú problémy s jednotlivými prestojmi, keďže prvá časť linky pozostáva z 10 operátorov, je preto zrejme, že straty v prestojoch s najvyšším počtom prevádzkovateľov sú neprijateľné. Návrh na zvýšenie efektívnosti je úprava pracoviska - sériovej finálnej výrobnéj linky. Nový dizajn predstavuje zmenu v najkritickejšom bode, a teda sériové usporiadanie bolo zmenené na paralelné usporiadanie pracoviska (obrázok 3). Táto zmena predpokladá skrátenie prestojov, čím sa dosiahne väčšie množstvo výroby.

Počet kusov vyrobených v pracovnej zmene znamená po implementácii paralelného dizajnu pracoviska o 140 kusov viac. Použitím metódy Basic MOST pre paralelné rozmiestnenie liniek sa dosiahlo šesťpercentné zvýšenie objemu výroby (z 852 kusov na 992 kusov) v porovnaní s metódou Basic MOST pri paralelnom usporiadaní pracoviska. Po novom dizajne pracoviska sa cieľ množstva výroby dosiahol vyšší ako bol stanovený odhad očakávania. Aplikáciou metódy Basic MOST bolo plánované dosiahnutie efektívnosti 20% zvýšenie a dosiahnuté výsledky po implementácii boli 23% účinnosti.

Záver

Metóda MOST je považovaná za produktívny systém pre analýzu a meranie práce prostredníctvom metód vopred určených časov. Cieľom príspevku bolo zvýšiť objem výroby za jednu pracovnú zmenu na finálnej výrobnéj linke. Prvým krokom bolo aplikovanie snímky operácie, ktorá meria pracovnú činnosť v reálnom čase. Následne boli realizované merania metódou Basic MOST, ktorá vypočítava trvanie pracovnej operácie na základe vopred stanoveného času pohybových činností. Porovnaním oboch metód sme dospeli k zisteniu, že pomocou metódy Basic MOST je možné dosiahnuť kratšie časy jednotlivých operácií, a tým aj vyššie výrobné množstvo. Na základe výsledkov metódy Basic MOST by operátori mali byť schopní vykonávať operácie v danej úlohe v kratšom čase. Použitím snímky operácie je možné určiť priemerný čas pre danú operáciu, nie je však možné vyhodnotiť, či je výsledný čas dostatočne efektívny. Preto sme sa rozhodli použiť metódu Basic MOST, a jej aplikáciou bolo zvýšené množstvo výroby na pracovnú zmenu o šesť percent (z 806 kusov na 852 kusov). Plánovaný cieľ bol stanovený na približne 20 percentný nárast objemu výroby, a preto sa šesť percentná hranica prehodnotila ako nedostatočná. Z tohto dôvodu bolo potrebné pristúpiť k ďalšiemu kroku, ktorým bolo rozvrhnutie linky zmenené zo sériovej na paralelné. Pri návrhu paralelnej linky sa zohľadnila skutočnosť, že nebolo potrebné navýšiť počet operátorov. Desiat operátorov vykonávalo finálnu montáž na sériovej linke. Výsledkom tohto sériového usporiadania bol vysoký počet prestojov medzi operátormi, čo malo za následok nedostatočnú účinnosť linky. Pri navrhnutí a zmene usporiadania finálnej montážnej linky na paralelné, sa počet operácií na operátora navýšil o plus dva kroky v pracovnom postupe, čím finálnu montáž vykonáva päť operátorov, a zároveň bolo dosiahnuté zníženie prestojov.

Podakovanie

Tento článok bol podporený grantovým projektom KEGA 026TUKE-4/2017 „Implementácia inovatívnych vzdelávacích prístupov a nástrojov na podporu rozvoja magisterského študijného programu Priemyselné inžinierstvo“ a Grantovej agentúry KEGA 030TUKE-4/2017 „Implementácia inovačných nástrojov zvyšovania kvality vysokoškolskej výučby v študijnom odbore 5.2.52 Priemyselné inžinierstvo“.

Literatúra

- [1] KUBALÁK, Milan. *Efektívne riadenie ľudských zdrojov*. Žilina: Eurokódex, 2013, ISBN 978-8-08-155016-4.
- [2] ZANDIN, Kjell B.. *MOST – Work Measurement Systems*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2003,. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482275940>. ISBN 978-0-42-917765-1.
- [3] VIŠŇANSKÝ, Matúš, KRIŠŤAK, Jozef, KYSEĽ Marek. *Analýza, meranie a normovanie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 2010.
- [4] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C.H. Beck pro praxi, 2007, ISBN 978-80-7179-534-6.
- [5] GROOVER, M.P. *Work Systems and the Methods, Measurement, and Management of Work*. London: Pearson Education International, 2006.
- [6] KRIŠŤAK, Jozef a kol. *Analýza a meranie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 2009.
- [7] VIŠŇANSKÝ, Matúš. *Basic MOST (workshopy štíhlejší výroby)*, Žilina: IPA Slovakia, 2010
- [8] KOŠTURIÁK, Ján, KRIŠŤAK, Jozef, KYSEĽ, Marek, BEDNÁR, R. *Analýza a meranie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 2005.
- [9] HITKA, Miloš. *Snímka pracovného dňa*. Dostupné na internete: www.miloshitka.szm.sk/cop_2007.doc, 2016-04-10. 2007.
- [10] SZOMBATHYOVÁ, Edita, KRAUSZOVÁ, Andrea. *Ergonomický proces a jeho aplikácia v praxi*. In: Manažment podnikov, Prešov: VPS – SLOVAKIA, Vol. 4, No. 2, pp. 132-136, 2014, ISSN 1338-4104.

Zlepšování ergonomie práce a prevence nemocí z povolání s využitím moderních metod a technologií

MUDr. Lukáš Šoltys¹, Alexandra Procházková²

¹Česká ergonomická společnost, z. s., Masarykova 699/9, Liberec

²Premedis s.r.o., Liberec

Abstrakt: ergonomické projekty jsou důležitým nástrojem pro zlepšování ergonomického designu výrobních linek a pracovišť. Považují za velmi důležité používat pro analýzy a hodnocení ergonomických rizik moderní metody a technologie. Pro nás ergonomisty i pro naše klienty tedy průmyslové podniky jsou klíčové návrhy vhodných technických řešení a ozdravných opatření, které umožní eliminaci rizik, dosažení pracovní pohody a reálnou prevenci nemocí z povolání.

Klíčová slova: ergonomické projekty, moderní metody a technologie, pracovní pohoda

Úvod:

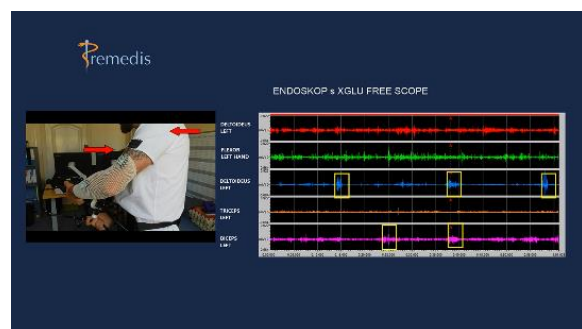
Ergonomie práce je základním nástrojem ke snižování pracovní zátěže zaměstnanců zejména v odvětvích, kde základním pracovním prostředkem zůstává používání svalového aparátu horních končetin. Jedná se především o dlouhodobou fyzickou zátěž při práci ve výrobních a zpracovatelských závodech v různých oborech průmyslu nejen v ČR.

1 Moderní způsob řešení ergonomických projektů

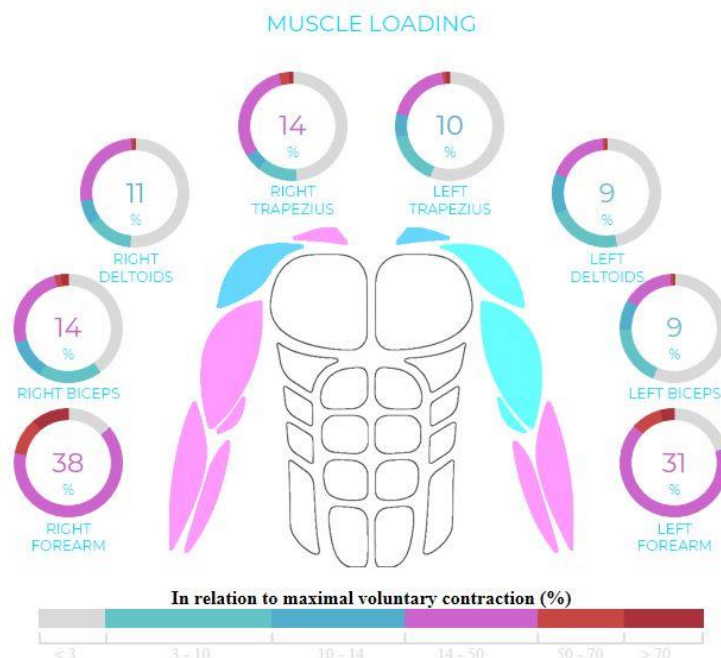
Moderní přístup při realizaci ergonomických projektů preferuje používání inovativních technologií a metodik, které se zaměřují na rychlé vyhledání kritických míst a umožňují v krátkém čase najít a posoudit vhodná technická či ozdravná opatření. S využitím Biometrics DataLite System, Myontec EMG Muscle Activity Measuring Technology a Premedis MSDs Risk Analysis provádíme celou řadu ergonomických analýz a studií za účelem optimalizace ERGO designu výrobních pracovišť a procesů, eliminace rizika přetěžování pohybového aparátu a prevence nemocí z povolání.



Obr. 1. DataLite – výstupy z EMG měření



Obr. 2 XGLU holder – nižší svalová zátěž



Obr. 2. Myontec EMG měření – příklad výsledku

Zlepšení ergonomického designu pracoviště a zavedení optimálních ergonomických postupů v technologii výroby vede ke snížení časové expozice v nepříjemných pracovních polohách (až o 6% pracovního fondu v roce), snižuje počet repetitivních pohybů často o více než 500.000 pohybů/rok u jednoho operátora, zvyšuje kvalitu a efektivitu výroby a je jedním z klíčových nástrojů pro skutečnou ochranu zdraví zaměstnanců. V rámci našich projektů jsme posuzovali mimo jiné efekt používání Exoskeletonu při manipulaci s výrobkem, vliv zlepšeného designu endoskopu na zátěž horních končetin endoskopistů, posouzení zátěže při různých způsobech uchopení a manipulace nebo efekt zlepšeného ergonomického designu na eliminaci nepříjemných poloh a počtu pohybů. Ve všech uvedených případech jsme s využitím moderních technologií a přístupů našli vhodná řešení a spolehlivě prokázali účinnost doporučených ergonomických opatření.

Závěr:

Na základě našich zkušeností můžeme jednoznačně konstatovat, že investice do optimalizace ergonomie výrobních pracovišť mají vysoký efekt a přínos pro zaměstnance i zaměstnavatele. Hlavním výsledkem úspěšných ERGO projektů je eliminace skutečných příčin přetěžování pohybového aparátu a omezení rizika vzniku nemocí z povolání. Rozhodně je implementace technických a ergonomických opatření mnohem efektivnější a smysluplnější než často zbytečné a nekvalitní preventivní prohlídky, které v žádném případě neodstraňují příčiny zdravotních obtíží. Ergonomii práce bychom tedy měli věnovat více úsilí a prostředků. Je to cesta nejen k prevenci rizik a definovaných nemocí z povolání, ale i účinný prostředek zlepšování zdraví a pracovní pohody zaměstnanců.

CERAA Glove – inovácia na poli ergonómie

Martina Gašová¹, Martin Gašo², Miroslava Kramárová³

¹ CEIT, a.s., Univerzitná 8661/6A, 010 08 Žilina, SR, martina.gasova@ceitgroup.eu

² Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR, martin.gaso@fstroj.uniza.sk

³ CEIT, a.s., Univerzitná 8661/6A, 010 08 Žilina, SR, miroslava.kramarova@ceitgroup.eu

Abstrakt: Spoločnosť CEIT, a.s. a Žilinská univerzita v Žiline, v spolupráci so Slovenskou ergonomickou spoločnosťou, už niekoľko rokov riešia výskum v oblasti hodnotenia fyzickej záťaže v rôznych procesoch. Celý výskum je realizovaný z dôvodu požiadaviek praxe vychádzajúcich z nárastu poškodení podporno-pohybového systému vplyvom nárazovej rizikovej činnosti, alebo vplyvom opakovanej manipulácie s bremenom za nevhodných pracovných podmienok, cyklicky opakovaných činnostiach, vyvíjaných celotelových akčných síl a akčných síl rúk. Článok sa zaoberá opisom vyvinutého inovatívneho nástroja ergonómie CERAA. Jadro článku tvorí predstavenie najnovšieho modulu CERAA Glove.

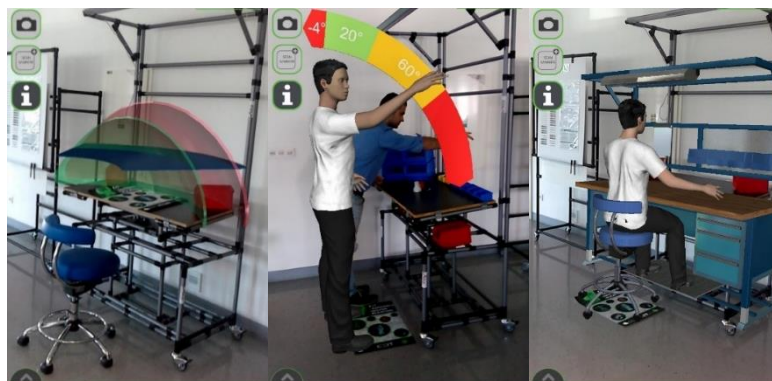
Kľúčové slová: Ergonómia, CERAA, Úchop, Zaťaženie rúk.

Úvod

Pred pár rokmi, na základe požiadaviek priemyslu ale i odborníkov v ergonómii, vznikla myšlienka vytvoriť jednoduchú mobilnú aplikáciu ako screeningový nástroj, teda nástroj pre identifikáciu základných rizík v ergonómii. Inak nazvaný aj nástroj prvej úrovne, čo znamená, že týmto nástrojom získame informáciu o existencii rizika ale nemáme ešte vyjadrenú mieru rizika, prípadne informáciu o prekročení limitoch. Vývojom sa však už za krátku dobu táto aplikácia stala nástrojom druhej úrovne, teda vieme s jeho pomocou preveriť do akej miery je pracovná činnosť, či pracovisko „rizikové“ z pohľadu ergonómie, prípadne, či sú prekračované legislatívou dané limity. Ide o mobilnú aplikáciu CERAA, ktorá aktuálne obsahuje už 4 funkčné moduly, využívané na Slovensku i v zahraničí. Je to inovácia formou modulárneho systému pre ergonómov.

2 Modulárny systém CERAA

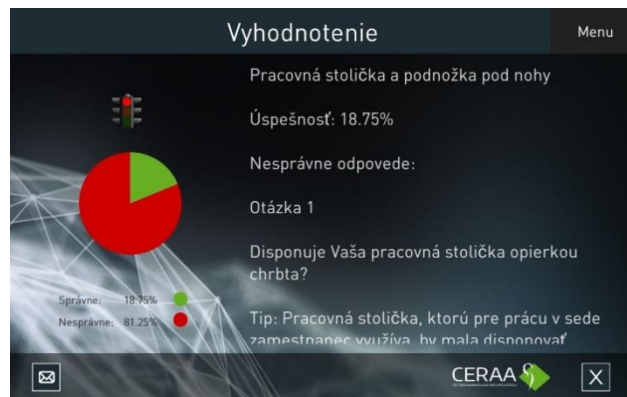
Prvý modulom identifikujeme riziká na pracovisku a pri pracovnej činnosti. V prípade hodnotenia pracovných polôh vieme narátať i samotný čas trvania rizikovej polohy a teda preveriť prípadné prekročenie zákonných limitov.



Obr. 3. Ukážky hodnotenia s využitím rozšírenej reality

Pomocou tohto nástroja hodnotíme pravidelné pracovné činnosti a pracoviská, na ktorých pracovník vykonáva svoju činnosť viac ako polovicu pracovnej zmeny. Jednou z najväčších výhod je, že užívateľ nemusí byť odborníkom na ergonómiu, postačujú základné znalosti z oblasti priemyselnej ergonómie a detailného projektovania pracovísk, ktoré získa po absolvovaní prislúchajúceho školenia k tomuto modulu.

Modul hodnotenia pracovísk so zobrazovacou jednotkou je plnohodnotný nástroj druhej úrovne, ktorým preveríme riziká na pracoviskách, kde musia pracovníci vykonávať administratívne činnosti (slovami tvorcov technických noriem, preverujeme činnosti práce so zobrazovacou jednotkou).



Obr. 4. Vyhodnotenie auditu pracoviska so zobrazovacou jednotkou

Tretí modul sa venuje hodnoteniu ručnej manipulácie s bremenom. Hodnotenie je pripravené na základe legislatívnych požiadaviek. Hodnotí zdvíhanie a pokladanie bremena. V tomto module zatiaľ nie je použitá rozšírená realita, čo je dané charakterom samotného hodnotenia v legislatíve. Modul aplikácie využíva virtuálne modely, kalkulačku a kameru. Výhodou je predovšetkým okamžité riešenie a preverenie nápravných opatrení priamo na pracovisku, už pri hodnotení rizík. Je to vďaka rýchlosti hodnotenia a možnostiam reportov.

Žena / Stoj / 40 - 49 rokov / Priedrživé podmienky / Vyhodnotenie pre jednorazový zdvih			
Názov Bremena	Váha	Vyhodnotenie	
kocka	45 kg	Limit prekročený o 30 kg	
xx	15 kg	OK (váha v limite)	
y	8 kg	OK (váha v limite)	

Obr. 5. Ukážka z hodnotenia manipulácie s bremenom

3 CERAA Glove

Víziu vytvorenia komplexnej aplikácie, ktorá bude obsahovať podrobnú a presnú vizualizáciu všetkých relevantných metód hodnotenia a legislatívnych predpisov, ktoré sú využívané v ergonómii, dopĺňa modul spojený s tzv. rukavicou pre snímanie akčných síl rúk. Takáto aplikácia predstavuje inovatívne riešenie problému potreby rýchleho hodnotenia pracovísk z pohľadu ergonómie. Hlavnými prínosmi takéhoto komplexného riešenia je možnosť rýchleho hodnotenia na reálnom pracovisku s okamžitým výstupom na základe legislatívy.

CERAA Glove (Ceit ERgonomics Analysis Application Glove) je systém merania a vyhodnocovania akčných síl rúk v technických úchopoch. Je to zariadenie na meranie tlačných síl, ktoré umožňuje snímať aktuálne sily vyvíjané prstami a rukou. Zariadenie využíva Bluetooth technológiu pomocou ktorej komunikuje s tabletom a s nainštalovanou používateľskou aplikáciou.

Samotná rukavica obsahuje 8 senzorov, ktoré zaznamenávajú nameranú silu v momente nahrávania videozáznamu na tablet s užívateľskou aplikáciou. Dáta sú tak synchronizované a ihneď po natočení videozáznamu hodnotenej pracovnej činnosti a nameraní síl je možné realizovať hodnotenie. Systém už sám prepočíta sily konkrétnych úchopov a na základe vstupných parametrov vygeneruje limity síl a porovná s nameranými silami úchopov. Užívateľ má tak okamžitú informáciu o nameraných silách, limitných silách, kedy a na ako dlho boli sily prekročené a o koľko boli prekročené.

3.1 Zameranie CERAA Glove

Riešenie bolo vyvíjané pre potreby identifikácie a eliminácie fyzickej záťaže a teda zlepšovania zdravia na pracoviskách. Využiteľné je však nie len v priemysle, ale pri všetkých pracovných činnostiach, kde hovoríme o záťaži rúk.

Užívateľmi môžu byť ergonómovia, bezpečnostní technici, verejní zdravotníci, priemyselní inžinieri, procesní inžinieri, pracovníci z univerzitného prostredia, pracovníci z oblasti výskumu, konštruktéri, ale i športoví lekári, fyzioterapeuti, rehabilitační pracovníci a pod.



Obr. 4. Ukážka hardvérového riešenia CERAA Glove

3.2 Príklady využitia v priemyselnej praxi

Uvádame v skratke iba niektoré hlavné oblasti využitia CERAA Glove v priemyselných podmienkach:

- uvádzanie zariadenia do chodu,
- obsluha ovládacích prvkov,
- používanie nástroja (kliešte, brúska, pinzeta, uťahovačka a pod.)
- spájanie viacerých častí komponentov,
- zaklipovávanie konektorov,
- dotláčanie / zatlačenie dielov na stroji,
- pridržanie dielu / predmetu silou,
- stlačenie / zatlačenie spúšťacích prvkov nástroja,
- povoľovanie upnutia,
- doťahovanie/povoľovanie skrutiek, matíc,
- silové čistenie,
- zatláčanie predmetov dlaňou,
- a pod.

3.3 Oblasti využitia

Hlavnými oblasťami využitia v priemysle sú projektovanie prvkov pracovísk v zmysle ergonomie vo výrobe, na montáži, v logistike, údržbe, administratíve, či vývoj a testovanie produktov so zohľadnením vyvíjanej sily ruky v úchope.

Ďalšou oblasťou je meranie vynakladaných síl prstov, jednotlivých senzorov či technických úchopov s využitím implementovanej metodiky v aplikáciách, ale tiež hodnotenie vynakladaných síl pre každý senzor zvlášť s možnosťou následnej aplikácie vlastného systému hodnotenia.

Všeobecné využitie je možné zosumarizovať v bodoch:

- meranie vynakladaných síl v technických úchopoch ruky,
- meranie vynakladaných síl jednotlivými senzormi,
- meranie síl jednotlivých prstov,
- hodnotenie vynakladaných síl v definovaných technických úchopoch,
- hodnotenie vynakladaných síl na základe technických noriem,
- hodnotenie vynakladaných síl pre každý senzor zvlášť s možnosťou následnej aplikácie vlastného systému hodnotenia,
- ergonomické hodnotenie zaťaženia ruky definovaným úchopom,
- videozáznam pracovnej činnosti s možnosťou odčítania vynakladanej sily v konkrétnom časovom okamihu,
- možnosť okamžitého preverenia nápravného opatrenia.

3.4 Jedinečnosť riešenia CERA Glove

Toto riešenie je unikátne práve spojením vlastného hardvéru, softvéru a metodiky vyhodnocovania, a teda ponúka komplexné riešenie od merania, identifikácie rizík, vyhodnotenia rizík, cez identifikáciu parametrov, ktoré riziká spôsobujú. Priamo na pracovisku už pri prvej analýze je možné preveriť i potenciálne nápravné opatrenia, pre verifikáciu poklesu miery rizika. Celé meranie a analýzu s následným generovaním reportov v rôznych formátoch je možné realizovať v priebehu niekoľkých minút.

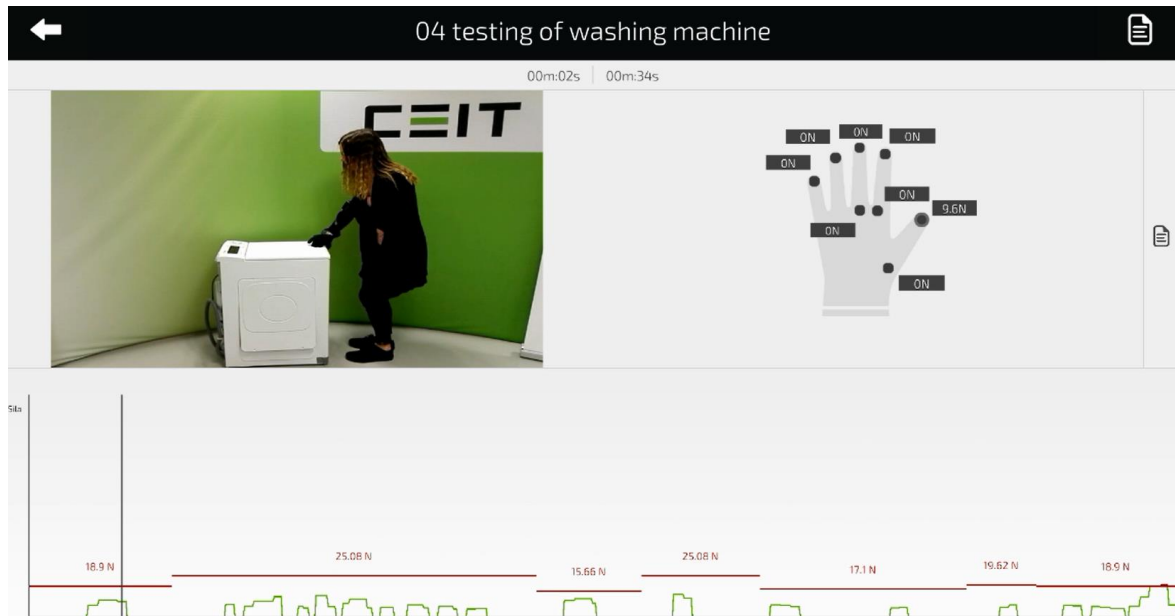
Komplexnosť riešenia, jednoduchosť, rýchlosť merania a hodnotenia s vysokou presnosťou merania a veľkým dosahom zariadenia, sú hlavnými výhodami tohto riešenia, ktoré je vo svojom rozsahu unikátne. Taktiež je možné hovoriť o unikátnom systéme kalibrácie, od ktorej je samotný užívateľ odbremený.

Tento systém je použiteľný pre identifikáciu, meranie a analýzu rizík fyzickej záťaže vo vzťahu k rukám pracovníkov na väčšine činností vykonávaných hornými končatinami.

Prioritne nemerame silu akú dokáže vyvinúť jedinec, ale silu akú je potrebné vyvinúť pre vykonanie pracovnej činnosti. Prečo? Pretože sila úchopu a typ úchopu sú základnými faktormi, ktoré ovplyvňujú vznik CTD a chorôb z povolania ako karpálny tunel.

3.5 Spolupracujúce organizácie v rámci výskumu

CEIT, a.s. divízia Digitálny podnik vyvíjala toto riešenie v spolupráci s Katedrou priemyselného inžinierstva a Katedrou teoretickej elektrotechniky a biomedicínskeho inžinierstva na Žilinskej univerzite v Žiline, so spoločnosťou KRASPLAST AMG, s.r.o. a s odbornou podporou Slovenskej ergonomickej spoločnosti. V oblasti korekcií, pripomienok a testovania neustále prebieha úzka spolupráca s vybranými zástupcami priemyselných spoločností, ale i s verejnými zdravotníkmi a lekármi.



Obr. 5. Ukážka hardvérového riešenia CERAA Glove

3.6 Metodológia vývoja

Vývoj riešenia CERAA Glove začal vo februári 2017, kedy začal súbežne vznikať hardvér, softvér a metodika vyhodnocovania. Pre metodiku boli využité okrem iného atlas síl a európske technické normy, softvér je postavený na vlastnej platforme CEIT a hardvér vznikal od základnej schémy a vzorového prototypu cez ďalšie prototypy až do finálnej fázy. Riešenie sa postupne zdokonaľovalo, miniaturizovalo a jednotlivé potencionálne nedostatky boli odstraňované až do finálnej verzie, ktorá začala byť testovaná mimo laboratórnych podmienok, v priemyselných spoločnostiach, koncom leta 2018. Následne bol zdokonaľovaný samotný dizajn a výrazne zmenené materiály až do fázy šitia samotnej rukavice obsahujúcej elektroniku. Významným krokom, bolo v pomerne krátkej dobe, vyriešenie problému rozkladania síl cez tzv. distribútory síl, ktoré sú už v súčasnosti vyrábané na mieru, a teda je dosiahnutá vysoká presnosť s minimálnymi (zanedbateľnými) odchýlkami. Finálne riešenie formou kufríka s potrebnými časťami zariadenia si veľmi rýchlo našlo svojich užívateľov na Slovensku i v zahraničí.

Meranie tlačných síl prstov ruky je oblasťou ergonómie, v ktorej je realizácia meraní v reálnom čase a podmienkach na pracoviskách veľmi náročná a výsledky môžu byť výrazne skreslené, prípadne nezískateľné. Dôvodmi sú komplexnosť pohybov prstov a dlane, častá robustnosť alebo neefektívnosť dostupných meracích zariadení spôsobujúcich výsledky s veľkými odchýlkami, pretože materiálom a tvarom modelujú a ovplyvňujú úchop, a tým aj vyvíjanú silu a tlak počas ergonomickej analýzy pracovnej činnosti, vonkajšie podmienky v pracovnom prostredí, prípadne iné nedostatky. Všetky spomenuté požiadavky vytvárajú súbor vysokých nárokov na funkčný dizajn, technickú realizáciu aj samotnú efektivitu merania aj na možnosti použitia tohto snímacieho zariadenia.

Záver

Hlavným cieľom prezentovaného riešenia CERAA je snaha o vytvorenie unikátneho komplexného nástroja pre moderného ergonóma. Priebežné závery z riešení v praxi dokazujú, že výskum a vývoj takýchto riešení je nielen potrebný, ale ide aj v súlade s aktuálnymi problémami a požiadavkami priemyselnej praxe.

Už teraz sa kreujú možnosti piateho modulu, ktorý by pokryl ďalšie oblasti merania fyzickej záťaže, konkrétne energetický výdaj a lokálnu svalovú záťaž, napríklad s využitím vodivých textílií. Všetky moduly CERAA, tie existujúce i tie vo fáze vývoja, môžeme chápať ako komplexný nástroj ergonomie, ktorý umožňuje efektívny a dostatočne presný zber údajov a ich vyhodnocovania v rôznorodých podmienkach priemyslu.

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu KEGA 022ŽU-4/2018.: Vypracovanie inovatívnych učebných osnov z predmetov Ergonómia a Inovačný manažment pre študentov technického a vedeckého zamerania.

Literatúra

- [1] GAŠOVÁ, M. 2016 Pokrokové nástroje CEIT pre ergonómiu. In ProIN. ISSN 1339-2271, 2016, roč. 17, č.3, s.34-37
- [2] DULINA, Ľ. – ŠTEFÁNIK, A.: 2017 Riešenie ergonomie pracoviska s využitím digitálnych technológií. In ProIN. ISSN 1339-2271, 2017, roč. 18, č.2a, s.11-14
- [3] GAŠOVÁ, M. – GAŠO, M. – ŠTEFÁNIK, A.: Research and development of a new ergonomic tool in the meaning of the Industry 4.0 concept. In: New Trends in Process Control and Production Management, 2018 Taylor & Francis Group, London, UK, ISBN 978-1-138-05885-9, pg. 157
- [4] FURMANN, R. – KRAJČOVIČ, M. 2011. Modern approach of 3D layout design. In: TRANSCOM 2011 – 9th European conference of young research and scientific workers, Section no. 2 (Economics and Management) – Part no. 1, Žilina, EDIS – ŽU 2011, p. 43-46, ISBN 978-80-554-0370-0
- [5] GREGOR, M. – ŠTEFÁNIK, A. 2006. Optimization as a tool for time reduction in simulation projects, Applied computer science, Vol. 2, No 1 (2006), p. 135-147, ISSN 1895-3735

Jiří Kyncl, Tomáš Kellner, Martin Kyncl
Aplikovaná ergonomie 2019 – Sborník konference
Sbírka článků z vědecké konference

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav
technologie obrábění, projektování a metrologie

Zpracovala: Fakulta strojní

Kontaktní adresa: Technická 4, 160 00 Praha 6

Tel.: +420 224 352 604

Tisk: Pouze elektronická verze na www.ergonomickakonference.cz

Počet stran: 61 Náklad: elektronicky Pořadí vydání: první

ISBN 978-80-01-06642-3

