



ERGONOMICKÉ HODNOTENIE - METÓDY A TECHNOLOGIE

THE ERGONOMIC ASSESSMENT – METHODS AND TECHNOLOGIES

Blanka HORVÁTHOVÁ – Eleonóra BIGOŠOVÁ – Ivana ČECHOVÁ –
– Ľuboslav DULINA

Abstract: The article focuses on the data collection for the ergonomic assessment of manual work tasks. It gives a brief overview of the current methods and practices used by ergonomics. The article also provides an overview of available technologies that provide a solution for obtaining more accurate data to identify risk factors at work. Quantification of the influence of the investigated factors acting on the human – work system and understanding of their interdependencies is a prerequisite for effective ergonomic assessment and design of healthy workplaces.

Abstrakt: Príspevok je zameraný na problematiku zberu údajov pre ergonomické hodnotenie manuálnych pracovných činností. Prináša stručný pohľad na súčasné metódy a postupy, ktoré ergonómia využíva. Zároveň ponúka prehľad dostupných technológií, ktoré poskytujú riešenie pre získavanie presnejších údajov o rizikových faktoroch pôsobiacich na človeka pri práci. Kvantifikácia pôsobenia skúmaných faktorov pôsobiacich v systéme človek - práca a pochopenie ich vzájomných závislostí je predpokladom pre efektívne ergonomické hodnotenie a navrhovanie zdravých pracovísk.

Keywords: ergonomics evaluation methods, data collection.

Kľúčové slová: ergonomické hodnotiace metódy, zber údajov.

Úvod

Pred vykonaním akéhokoľvek projektu na zlepšenie pracoviska je dôležité mať jasnú a štruktúrovanú predstavu o tom, aké podmienky tvoria súčasný stav pracoviska. Existuje veľa faktorov, ktoré je potrebné zohľadniť pri hodnotení pracoviska. Ľudská schopnosť podávať dobrý pracovný výkon je ovplyvnená množstvom rôznych vonkajších vplyvov a vnútornými fyzickými a psychickými reakciami [1]

Jadro pracovných činností, ktoré ergonómia v súčasnosti skúma, je prevažne zamerané na manuálne činnosti vo výrobe a montáži. Na základe predpokladu pôsobenia negatívnych vplyvov na zdravie pracovníkov práve v oblasti manuálnych činností, pri ktorých môže vznikáť neprimerané namáhanie organizmu, sú zostavené aj jednotlivé zákony, normy a ergonomické hodnotiace metódy. V dobe, kedy zaznamenávame prudký technologický vývoj a expanziu nových technológií do bežného života môžeme vymedziť dva základné pohľady na postavenie ergonómie:

1. Ako zmení technologický pokrok pracovné činnosti, ktoré ergonómia skúma?

2. Aké nové technológie môže ergonómia využívať pre zabezpečenie zdravých pracovísk?

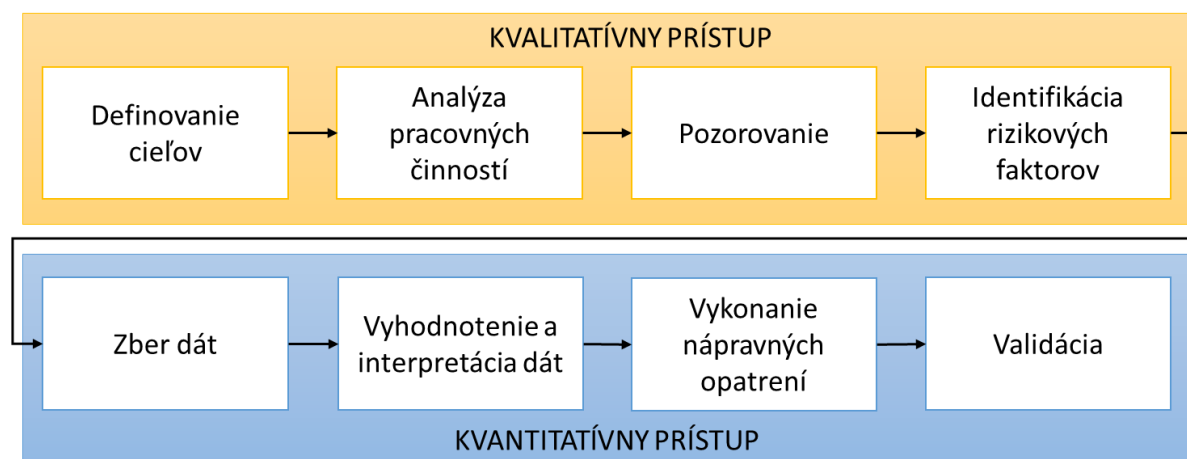
Pracovné činnosti sa vplyvom neustáleho technologického pokroku postupne transformujú z manuálnych na psychické a tým sa zmení aj oblasť pôsobenia ergonómie. Zavádzanie technológií, ktoré eliminujú ťažkú monotónnu manuálnu prácu je však postupným a zdĺhavým procesom. Z tohto dôvodu je potrebné stále dbať na zdravie pracovníkov v oblasti



manuálnej práce a využívať technológie, ktoré umožnia ergonómom rýchly, exaktný a efektívny zber údajov o pracovnej činnosti.

Aktuálne metódy a postupy ergonómického hodnotenia

Cieľom ergonómického hodnotenia je identifikovať ergonómické rizikové faktory, kvantifikovať ich a potom vykonať merateľné zlepšenia na pracovisku a zabezpečiť, aby pracovné miesta a úlohy boli v rámci fyzických možností pracovníkov a bez ich obmedzovania. [2] Pri ergonómickom hodnotení sa využívajú dva hlavné prístupy k zberu údajov pre ergonómiu; kvantitatívny prístup a kvalitatívny prístup. Kvantitatívny prístup sa zameriava na meranie a kvantifikáciu pôsobenia jednotlivých skúmaných faktorov. Kvalitatívny prístup sa snaží pochopiť procesy, dôvody a vzájomné závislosti medzi sledovanými faktormi [1]. Oba tieto prístupy sú súčasťou komplexného procesu hodnotenia pracoviska z pohľadu ergonómie (Obr. 1 Proces ergonómického hodnotenia pracoviska (autor, [1]))



Obr. 1 Proces ergonómického hodnotenia pracoviska (autor, [1])

Pracovná poloha, pohyby a záťaž vyvíjaná na pracovníka sú základnými informáciami pre identifikovanie rizikových faktorov spôsobujúcich ochorenia alebo zranenia muskuloskeletálneho systému človeka. Pre túto identifikáciu sa v ergonómii sa využíva široké spektrum metód a nástrojov [3]. Tieto metódy umožňujú ergonómom študovať, analyzovať a hodnotiť človeka pri vykonávaní pracovnej činnosti. Kombinácia týchto metód so znalosťami o anatomickej štruktúre tela a o tom, ako reaguje na zaťaženie, umožňuje navrhovať efektívne a zdravé pracoviská. Použitie ustálených zdokumentovaných metód je dôležité pri vykonávaní akéhokoľvek posúdenia, pretože zabezpečuje, aby sa analýzy vykonávali štandardizovaným a opakovateľným spôsobom. [1,3]

Tab. 1 Najpoužívanéjšie ergonómické hodnotiace metódy

Analytické metódy hodnotiace biomechanické kritériá a pracovné polohy	OWAS, RULA, REBA, OCRA
Analytické metódy hodnotiace prácu s bremenom	NIOSH, Snook & Cierello, KIM.
Metódy hodnotiace na základe fyziologických funkcií	Elektromyografia, Elektrodermatografia, Meranie energetického výdaja na základe srdcovej frekvencie.
Analýzy pracovného prostredia	Meranie fyzikálnych faktorov prostredia
Analýzy na báze dotazníkov a checklist-ov	Nordic Questionnaire, Rapid Office Strain Assessment.



Ergonomické hodnotiace metódy a analýzy môžeme rozdeliť do piatich základných skupín (**Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**).

Konvenčné metódy sledovania a vyhodnocovania parametrov z vyššie spomínaných oblastí sú využívané väčšinou v papierovej podobe vo forme dotazníkov a pracovných hárkov alebo v podobe jednoduchých výpočtových softvérových nástrojov s manuálnym zadávaním vstupných údajov. S nástupom digitalizácie sa ergonómia postupne stáva súčasťou komplexných podnikových systémov, čím sa vo veľkej miere uľahčila orientácia v problematike ergonómie pri projektovaní a optimalizácii výrobných, montážnych a podporných procesov. Proaktívna a rovnako aj reaktívna ergonómia začínajú využívať technológie, ktoré umožňujú získavať údaje o rizikových faktoroch pôsobiacich na človeka v pracovnom procese detailnejšie, presnejšie a efektívnejšie.

Technologická podpora zberu údajov

Kľúčovými technológiami pre nový koncept ergonómie sa stane využitie Internetu vecí, zdieľanie údajov prostredníctvom cloud technológií, snímanie a zaznamenávanie pohybu materiálu a pracovníkov s využitím nových možností prenosu údajov a využitie technológií, prostredníctvom ktorých bude možné získavať presné údaje potrebné pre hodnotenie ergonómie bez nutnosti zásahu do pracovného procesu.

Konvenčné metódy hodnotenia vzťahu človek – práca sú zdĺhavé a výsledky môžu byť ovplyvnené subjektívnym postojom hodnotiteľa. Výsledky analýz sú rovnako ovplyvnené aj priamym pôsobením hodnotiteľa na sledovanom pracovisku. Tento vplyv možno eliminovať prostredníctvom implementácie technológií pre zber údajov do procesu ergonomického hodnotenia. Dostupné technológie, ktorými je možné podporiť presnejší a rýchlejší zber údajov, ich funkcionality, sledované parametre a využiteľnosť so stávajúcimi ergonomickými metódami sú uvedené v tab. 2 (Tab. 2 Dostupné technológie zberu údajov pre ergonomické hodnotenie a ich využitie).

Z vyššie uvedenej tabuľky je zrejmé, že v súčasnosti máme na výber širokú škálu diagnostických nástrojov pre zber údajov. Avšak ani jeden z nich nám nedokáže pokryť kompletnú škálu základných hodnotených parametrov. K vytvoreniu komplexného hodnotenia je preto vhodné a žiadúce použiť kombináciu minimálne dvoch až troch technológií resp. ergonomických metód.

Systémy nositeľných senzorov umožňujú nahrávanie činnosti pracovníka v pracovnom procese so súčasnou synchronizáciou realizovaného videa a senzorov. Výstupom je grafické zobrazenie zozbieraných údajov z jednotlivých senzorov v čase. Synchronizácia videozáznamu činnosti a grafických výstupov zo senzorov umožňuje jednoduché pozorovanie zmien sledovaných charakteristík [4]. Simulačné softvéry, mobilné aplikácie a senzory nie sú ekonomicky náročné a nevyžadujú konštrukčné ani procesné zmeny na pracovisku a je teda možné ich integrovať do procesu ergonomického hodnotenia. Systémy pre snímanie pohybu človeka si vyžadujú zásah do sledovaného pracoviska v podobe inštalácie kamerových systémov, prepojenia jednotlivých softvérových a hardvérových prvkov a rozsiahle školenie pracovníkov vykonávajúcich ergonomické hodnotenie. V súčasnosti však celý výskum a vývoj v oblasti ergonómie smeruje k inováciám [5], a preto možno predpokladať, že rýchly technologický pokrok vyrieši aj nedostatky v oblasti implementácie spomínaných diagnostických nástrojov do ergonomických postupov.



Tab. 2 Dostupné technológie zberu údajov pre ergonomické hodnotenie a ich využitie

Typ technológie	Funkcionalita	Základné hodnotené parametre								Ovplyvnenie sledovanej pracovnej činnosti ● žiadne ● čiastočné	Metódy a spôsoby hodnotenia	
		Poloha horných končatín	Postavenie dolných končatín	Poloha trupu	Poloha hlavy a krku	Použitie sily	Frekvencia pohybov	Energetický výdaj	Subjektívne hodnotenie záťaže			Usporiadanie pracoviska
Systémy nositeľných senzorov	Senzory určené pre meranie fyziologických funkcií					✓	✓	✓			● diskomfort spôsobený nosením senzorov	Legislatíva, Ruffierova metóda, Indexová metóda
Motion Capture	Snímanie postavenia a pohybu človeka	✓	✓	✓	✓		✓				● Snímanie bez markerov ● Snímanie s markermi	Legislatíva, OWAS, RULA, REBA
CERAA	skrining pracoviska s využitím rozšírenej reality	✓		✓	✓		✓			✓	● prítomnosť pozorovateľa na pracovisku	Legislatíva, OWAS
Simulačný softvér	Modelovanie a simulácia pracovnej činnosti a pracoviska	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	●	Legislatíva, OWAS, RULA, REBA, NIOSH
Mobilné aplikácie	Dotazníky a checklisty								✓	✓	●	Legislatíva, Nordic questionnaire

Záver

Ergonomické metódy, ktoré sú dnes používané sú známe už niekoľko desiatok rokov a veľmi dobre mapujú rizikové faktory pôsobiace na človeka pri manuálnej pracovnej činnosti. Hlavnými cieľmi integrácie technológií zberu údajov do ergonomického hodnotenia sú:

1. Skrátenie zdlhavého procesu získavania údajov konvenčnými pozorovacími metódami.
2. Získanie presných hodnôt jednotlivých sledovaných parametrov.
3. Eliminácia vplyvu hodnotiteľa na výsledky analýz.

Výsledky môžu byť ovplyvnené subjektívnymi faktormi hodnotiteľa a zároveň aj jeho prítomnosťou na sledovanom pracovisku, kedy sa pracovníci pod vplyvom pozorovania začínajú správať mimo svojich zaužívaných pracovných návykov. Technológie vo forme senzorov a snímačov pre zber údajov, ktoré sú dnes dostupné, čiastočne eliminujú tento vplyv avšak nosenie týchto zariadení môže spôsobiť nepohodlie a ovplyvniť posturálne správanie. Správnou kombináciou technológií, hodnotiacich metód a poznatkov ergonómov je však možné vytvoriť komplexný ergonomický hodnotiaci systém pre reaktívnu aj proaktívnu ergonómiu.



PodĎakovanie

Článok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 022ŽU-4/2018

Použitá literatúra

- [1] BERLIN, C. – ADAMS, C.: Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance. P. 127 – 138. London: Ubility Press, 2017.
ISBN 978-1-911529-13-2
- [2] MIDDLESWORTH, M.: Recommended Ergonomic Assessment Tools. [Cit. 14-12-2018]
Online <<https://ergo-plus.com/ergonomic-assessment-tools/>>
- [3] PLANTARD, Pierre, et al. Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data in real workplace conditions. Applied ergonomics, 2017, 65: 562-569.
- [4] KRAMÁROVÁ, M. – GAŠO, M.: Tool of modern ergonomics for measure a psychophysiological human functions. in: Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti [online], 2016, vol. 9. ISSN 1803-3687
- [5] GAŠOVÁ, M. – GAŠO, M. – ŠTEFÁNIK, A.: Advanced industrial tools of ergonomics based on Industry 4.0 concept. Procedia engineering, 2017, 192: 219-224.

Kontakt

Ing. Blanka Horváthová, e-mail: blanka.horvathova@fstroj.uniza.sk

Ing. Eleonóra Bigošová, e-mail: eleonora.bigosova@fstroj.uniza.sk

Ing. Ivana Čechová, e-mail: ivana.cechova@fstroj.uniza.sk

doc. Ing. Ľuboslav Dulina, PhD., e-mail: luboslav.dulina@fstroj.uniza.sk

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovensko