

# Výzkum v oblasti ergonomie řídicích center - představení nového projektu »MEHODIS«

## RESEARCH IN ERGONOMICS OF CONTROL ROOMS - INTRODUCING OF A NEW PROJECT »MEHODIS«

MAREK, J. & SKŘEHOT, P.A. & SKŘEHOTOVÁ M.

### **Abstrakt**

*I v postmoderní době, kdy se řada činností robotizuje, hrají lidé v pracovním systému stále významnou roli. Každý člověk se ale vyznačuje různým výkonem, silnými i slabými osobnostními stránkami a svou vlastní specifickou spolehlivostí. Tu vyjadřujeme zejména pomocí atributů lidského činitele, který je charakterizován antropometrickými, fyziologickými a psychologickými parametry. Při činnostech, jejichž provádění vyžaduje maximální soustředěnost a současně potřebu činit klíčová rozhodnutí, která mohou mít zásadní společensko-ekonomický dopad, je zohlednění těchto atributů naprostou nezbytností. Týká zejména řídicích center (např. blokové dozorny jaderných elektráren, dispečinky chemických závodů, ovládací kabiny ad.), kde v rámci systému řízení bezpečnosti představuje obsluhující personál zcela klíčový prvek. Člověk, to jsou ale také chyby a selhání. Ta bývají ovšem velmi často spojena s aktuálním psychickým stavem daného jedince, jeho rozpoložením a únavou. V praxi je v této souvislosti, bohužel, věnováno jen relativně málo pozornosti faktu, že psychický stav člověka je úzce spojen s pracovním prostředím, ve kterém svou práci vykonává. Nelze tedy řešit bezpečnost provozu bez přihlídnutí k ergonomickým aspektům. To je však úkol nelehký a k jeho řešení chybí potřebné metodické nástroje. Ty je proto nutné neustále vyvíjet a přizpůsobovat novým trendům. Tento článek se zaměřuje na stručné představení projektu MEHODIS, v rámci něhož vznikne analytický software určený právě pro provádění těchto ergonomických analýz.*

### **Abstract**

*Even in the postmodern era, when many activities robotize, people in the workplace still play a significant role. Every person is characterized by different performance, strong and weak personalities and his own specific reliability. Here we express ourselves with the attributes of human factor, which is characterized by anthropometric, physiological and psychological parameters. In activities whose implementation requires maximum concentration and the need to make key decisions that can have a major socio-economic impact, taking into account these attributes is an absolute necessity. In particular, it concerns control centers (eg, nuclear power plant control rooms, chemical plant dispatchers, control cabins, etc.) where, within the*

*safety management system, the operator is a key element. Man, these are also mistakes and failures. These are, however, very often associated with the actual psychological state of the individual, his temper and fatigue. In practice, in this context, unfortunately, only relatively little attention is paid to the fact that the mental state of a person is closely linked to the working environment in which he performs his work. It is not possible to solve the safety of operation without taking into account the ergonomic aspects. However, this is a difficult task and the necessary methodological tools are lacking. It is therefore necessary to constantly develop and adapt to new trends. This article focuses on a brief introduction of the MEHODIS project, which will provide analytical software designed to perform these ergonomic analyzes.*

### ***Klíčová slova***

*Ergonomie; interakce v systému člověk-stroj; lidský činitel; lidská chyba; organizace práce.*

### ***Key Words***

*Ergonomics; Man-Machine Interaction; Human Factor; Human error; Work Organization.*

## **Úvod**

Zavedení řídicích center přineslo snížení rizik poškození zdraví pracovníků (pracovní úrazy) i četnost výskytu profesionálních onemocnění, která byla dříve typická pro práci u strojů nebo v prostředí s výskytem zdraví ohrožujících látek. Avšak na druhé straně z charakteru práce operátorů vyplývají jiné možné negativní důsledky pro jejich zdraví. Souvisejí především s vysokým vědomím odpovědnosti za správnost chodu systému, za potencionální společensky a ekonomicky značné ztráty v důsledku chybného zásahu (regulace), dále s nároky na příjem a zpracování značného počtu informací nejrůznějšího druhu, jejichž vzájemné vztahy mohou být značně komplikované, se složitým rozhodováním, jak optimálně řešit mimořádné situace apod. Tyto pracovní podmínky mohou u některých jedinců nedostatečně připravených nebo s určitými nevhodnými osobnostními vlastnostmi vyvolat příznaky přetížení lidských receptorů nebo kognitivních funkcí a v konečném důsledku i centrálního nervového systému. To je často doprovázeno fyziologickými poruchami nebo i psychosomatickými obtížemi [1].

V roce 2015 publikovala Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (EU-OSHA) výsledky v pořadí druhého společenského průzkumu (ESENER-2), zaměřeného na téma řízení BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci) a rizik na pracovišti, přičemž zvláštní pozornost byla věnována psychosociálním rizikům [2]. Výsledky shrnuje níže uvedený graf, v němž jsou uvedeny procentuální zastoupení jednotlivých rizikových faktorů, tak jak je uvedlo cca 49 tisíc dotazovaných podniků v rámci celé Evropské unie (EU). Oranžovou barvou jsou označena psychosociální rizika. Z grafu je patrné, že tato rizika spolu s riziky spojenými s obtížemi muskuloskeletálního systému (tzn. obtížemi pohybového aparátu) se významnou měrou podílejí na celkovém ohrožení zdraví zaměstnanců.

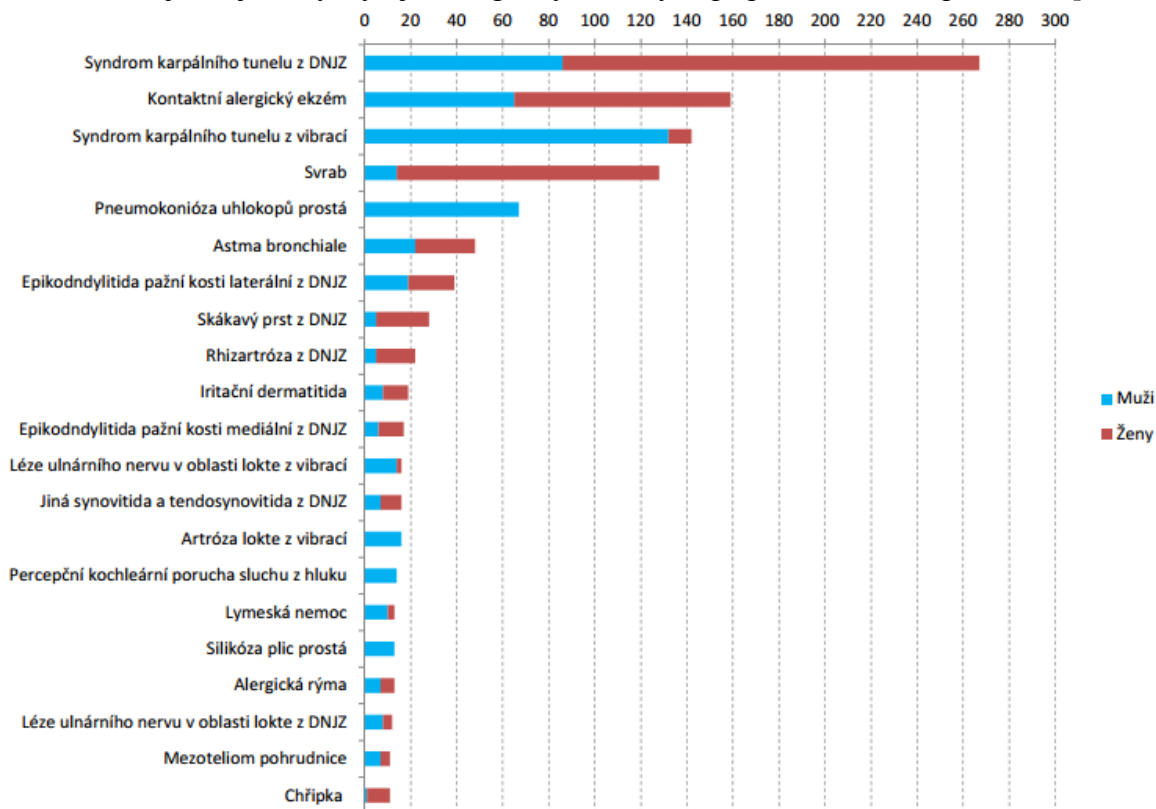
Graf 1: Rizikové faktory v podniku (% podniků, EU-28). [2]



V této souvislosti se dostáváme k dalšímu klíčovému prvku, který významně ovlivňuje spolehlivost lidského činitele, a to vliv pracovního prostředí na člověka, konkrétněji ergonomii pracovního prostředí. Všechny negativní vlivy, jako je používání nevhodného pracovního sedadla, nevhodné osvětlení pracoviště, zaujímání podmíněně přijatelných nebo nepřijatelných pracovních poloh při práci, nedostatečný pracovní nebo manipulační prostor, nedostatečná velikost kritického detailu vizuální informace apod., významnou měrou přispívají ke zvyšování fyzické i mentální únavy člověka. Ergonomie pracovního prostředí je nedílnou součástí oblasti prevence rizik a je tedy nutné věnovat ji v praxi náležitou pozornost.

Jak vyplývá ze statistik Státního zdravotního ústavu [3], který každoročně vydává zprávu zaměřenou na stav nemocí z povolání v ČR, v posledních letech lze pozorovat negativní nárůst zdravotních obtíží spojených právě s poškozením muskuloskeletálního systému člověka. V následujícím grafu jsou uvedeny nejčastěji se vyskytující diagnózy hlášených případů nemocí z povolání, přičemž neustávající nárůst diagnóz syndromu karpálního tunelu je alarmující.

Graf 2: Nejčastěji se vyskytující diagnózy hlášených případů nemocí z povolání. [3]



Pozn.: DNJZ = dlouhodobě nadměrné jednostranné zatížení

Ať se již jedná o psychosociální rizika nebo rizika ergonomická, obojí významnou měrou ovlivňují výkon a chybovost operátorů řídicích center a s nárůstem míry jejich expozice dochází rovněž k dřívějšímu nástupu únavy. Je všeobecně známo, že s únavou se značně zhoršuje detekce vizuálních podnětů, rozhodování operátorů vyžaduje delší čas a vykazují také větší chybovost při čtení [1]. Takovéto skutečnosti však mohou mít fatální důsledky, a proto je nutné jim účinně předcházet. Toho lze docílit zejména důslednou analýzou klíčových prvků systémů člověk-stroj-pracovní prostředí, na jejímž základě lze poté predikovat možné havarijní scénáře a přijmout adekvátní opatření proti jejich vzniku. A právě k tomuto účelu má sloužit softwarový nástroj, jež má být výsledkem nového projektu MEHODIS.

## Projekt MEHODIS

»MEHODIS – Informační systém pro analýzu chybování operátorů řídicích center« je projekt aplikovaného výzkumu, který od 1. 1. 2017 řeší Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví z.ú. Jedná se o projekt realizovaný v rámci programu „Bezpečnostní výzkum České republiky 2015-2020“, který financuje Ministerstvo vnitra ČR. Projekt se zaměřuje na vytvoření IT nástroje (software) pro identifikaci a vyhodnocování tradičních i nově vznikajících ergonomických rizik v řídicích centrech (blokové dozorny jaderných elektráren, dispečinky chemických závodů, ovládací kabiny ad.), kde dochází k intenzivní interakci mezi člověkem a strojem prostřednictvím prvků aktivního a pasivního interface. Klíčovým aspektem řešení je návrh a validace postupu pro analýzu možných chyb operátorů vznikajících v důsledku organizačních faktorů a ergonomických rizik.

Struktura uvedeného softwaru nástroje bude vycházet ze standardizovaných analytických metod, určených jednak k analýze spolehlivosti lidského činitele a jednak k hodnocení kvalitativních parametrů pracovního prostředí (resp. ergonomických rizik). Návrh v principu předpokládá syntézu tří metod. Pro oblast hodnocení pracovního prostředí z pohledu ergonomie byla zvolena metoda MEHOD [4] a pro řešení oblasti spolehlivosti lidského činitele byly zvoleny metody predikce chybovosti lidského operátora, konkrétněji metody PHEA a TESEO. Ve stručnosti jsou tyto metody přestaveny níže.

#### *Metoda MEHOD (Metoda Ergonomického HOdnocení DOzoren)*

Jedná se o induktivní metodu, která slouží pro analýzu ergonomických parametrů řídicích center a pro účely projektu byla tato metoda vybrána jako základní východisko pro návrh software. Metoda zahrnuje dvě části, které na sebe navazují – první je určena pro screeningové hodnocení stavu ergonomických parametrů v řídicím centru, druhá pak k posouzení jejich možného vlivu na spolehlivost operátorů. Postup aplikace metody v rámci řešeného projektu bude rozdělen do pěti kroků [4]:

- Krok 1: Hodnocení stavu ergonomických parametrů v řídicím centru.
- Krok 2: Stanovení ukazatelů ergatičnosti.
- Krok 3: Výpočet ergatičnosti jednotlivých kritérií.
- Krok 4: Stanovení ergatičnosti prostředí celého řídicího centra.
- Krok 5: Posouzení možného vlivu ergatičnosti řídicího centra na spolehlivost operátorů.

Metoda vede k semikvantitativnímu hodnocení, v rámci nějž se vyhodnotí nejen stav prostředí v řídicím centru, ale de facto také závažnost ergonomických rizik, kterým jsou operátoři vystaveni. Tyto stěžejní informace následně poslouží k odhadu pravděpodobnosti selhání lidského činitele (v důsledku účinku těchto rizik).

#### *Metoda PHEA (Predictive Human Error Analysis)*

Metoda PHEA (v překladu „Analýza odhadu chybování lidského činitele“) je deduktivní metoda, která se využívá pro modelování typů chyb, které mohou nastat v systému člověk-stroj. Díky využití principů kognitivní psychologie je v rámci této analýzy také zvažováno, jak mohou být uvažované chyby eliminovány ještě před tím, než se projeví jejich negativní následky. Vstupy pro analýzu tvoří informace o:

- strukturu úkolů a plánů (je obvykle získávána z úkolové analýzy) a
- výsledky posouzení vlivu faktorů ovlivňujících výkon člověka.

Postup aplikace metody v rámci řešeného projektu bude rozdělen do dvou kroků:

- Krok 1: Analýza chyb operátorů a stanovení jejich pravděpodobnosti.
- Krok 2: Odhad pravděpodobnosti vzniku chyb.

Výstupem této metody je vydefinování konkrétních relevantních chyb nebo chyb zcela specifických, tj. chyb stanovených na základě znalostí daného pracoviště a provedení odhadu pravděpodobnosti jejich výskytu na daném pracovišti.

## *Metoda TESEO (Tecnica Empirica Stima Errori Operator)*

Jedná se o screeningovou metodu určenou pro vyhodnocování pravděpodobnosti vzniku lidské chyby v průběhu řešení konkrétního pracovního úkolu. Obdobně jako v případě metody PHEA je tedy nutné znát charakter prováděných pracovních operací, jejich sled a náročnost, i stav pracoviště. Všechny tyto aspekty mohou mít vliv na spolehlivost lidského činitele, resp. vznik chyby, a TESEO s nimi počítá.

Ačkoli je metoda TESEO spíše jednoduchým nástrojem, poskytuje poměrně věrohodné údaje, na kterých lze stavět v rámci podrobnějších analýz. Postup aplikace metody v rámci řešeného projektu bude rozdělen do dvou kroků:

- Krok 1: Posouzení pracovních podmínek a stanovení hodnot korekčních faktorů.
- Krok 2: Výpočet pravděpodobnosti vzniku chyby operátora.

Tato metoda vede ke kvantitativnímu stanovení pravděpodobnosti vzniku lidské chyby v průběhu řešení konkrétního pracovního úkolu.

Finální validace a verifikace vytvořeného softwarového nástroje proběhne následně v průmyslových podnicích a firmách, které se zapojí do spolupráce na řešení projektu. Předběžný zájem projevíly společnosti Zentiva k.s., Spolek pro chemickou a hutní výrobu a.s. a Net4Gas s.r.o. Osloveny budou také podniky, které spolupracovali na řešení projektu „Hodnocení vlivu pracovního prostředí blokových dozoren průmyslových provozů na spolehlivost výkonu operátorů“ [4], na který projekt MEHODIS volně navazuje. Konkrétně se jednalo o ČEZ-Jadernou elektrárnu Temelín, Bonatrans a.s. a AŽD Praha s.r.o. V rámci řešení budou nově osloveny i další subjekty mimo průmyslovou sféru, které provozují řídicí centra, jako například Správa železniční dopravní cesty, Řízení letového provozu nebo dopravní podniky ad.

## **Závěr**

Je zřejmé (a vzniklé mimořádné události v praxi to potvrzují), že chybování operátorů řídicích center může mít dalekosáhlý společensko-ekonomický dopad. Zásadní roli při jejich předcházení tak představuje zejména prevence ergonomických rizik, jež jsou spojena s řešením daného řídicího centra i charakterem zde vykonávaných činností. Ústředním motivem tohoto přístupu ale není design, nýbrž člověk. Ten byl, je a pravděpodobně v blízké budoucnosti stále bude klíčovým prvkem každého pracovního systému. Bez přítomnosti lidí se nesporně neobejdeme ani na sebe lepších, technicky vysoce vyvinutých řídicích pracovištích, k nimž postupně spějí stále silící trendy Průmyslu 4.0. Software MEHODIS tak bude nesporně užitečným pomocníkem pro safety manažery, kteří budou muset stále více pozornosti věnovat právě péči o pohodlí pracovníků. Tento nástroj bude umožňovat provádět relativně jednoduché analýzy, jež pomohou odhalit existující nedostatky, predikovat a vyhodnocovat závažnost jejich potenciálních následků a v neposlední řadě také poslouží jako podpora pro zpracování návrhu adekvátních preventivních opatření.

## **Poděkování**

Tento článek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu VI2VS/473 „MEHODIS - Informační systém pro analýzu chybování operátorů řídicích center“, který je spolufinancován Ministerstvem vnitra ČR.

## Literatura

- [1] MATOUŠEK, O. Řídící centra, velíny, dozorní a jejich pracovníci. Bezpečnost a hygiena práce. 2000, No 5/6, pp. 24-26.
- [2] Druhý evropský průzkum podniků na téma nových a vznikajících rizik (ESENER-2). [online]. Lucemburk : Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, 2015. Dostupné z WWW: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/esener-ii-summary-cs.pdf>
- [3] Nemoci z povolání v České republice 2016. [online]. Praha : Státní zdravotní ústav, 2016. Dostupné z WWW: [http://www.szu.cz/uploads/NRNP/aktual\\_Hlaseni\\_NzP\\_2016.pdf](http://www.szu.cz/uploads/NRNP/aktual_Hlaseni_NzP_2016.pdf)
- [4] SKŘEHOT, P.A. a kol. Metodika pro posouzení vlivu prostředí a podmínek v blokových dozornách na spolehlivost operátorů (MEHOD). [online]. Dukovany : VÚJE Česká republika, 2016. Dostupné z WWW: <http://www.portalbozp.cz/projekt/1435/>

## Korespondenční adresa

1. Ing. Jakub Marek: Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5-Smíchov, Česká republika, e-mail: [marek@zuboz.cz](mailto:marek@zuboz.cz)
2. RNDr. Mgr. Petr Adolf Skřehot, Ph.D.: Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5-Smíchov, Česká republika, e-mail: [skrehot@zuboz.cz](mailto:skrehot@zuboz.cz)
3. RNDr. Ing. Marcela Skřehotová: Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5-Smíchov, Česká republika, e-mail: [skrehotova@zuboz.cz](mailto:skrehotova@zuboz.cz)