

Vliv automatizace řízení výrobních procesů na kvalitu práce a motivaci operátorů řídicích center

The influence of automation of production process control on the quality of work and motivation of control rooms operators

RNDr. Mgr. Petr A. Skřehot, Ph.D.^{1,2}

Ing. Jakub Marek^{1,2}

RNDr. Ing. Marcela Skřehotová¹

doc. Ing. Peter Korba, PhD.³

doc. Ing. Michal Hovanec, PhD.³

¹Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5, Česká republika

²Česká ergonomická společnost, z.s., Jeruzalémská 1283/9, 110 00 Praha 1

³Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdravia, s.r.o., Štúrova 27, 040 01 Košice, Slovensko

Anotace

Při výstavbě nových nebo při modernizaci stávajících řídicích center je snahou ergonomů a projektantů navrhovat taková řešení, která umožní zlepšit pracovní podmínky operátorů, včetně pracovního komfortu a snížit jejich psychickou zátěž pramenící z náročnosti jimi vykonávaných činností i vysoké odpovědnosti, kterou nesou. Ovšem vyhovět potřebám operátorů, a současně se přizpůsobit prostorovým omezením či specifickým technickým požadavkům kladených na řídicí systém, je velmi těžké. Zvládnutí tohoto nelehkého úkolu si proto žádá zodpovědný přístup spočívající v implementaci mnoha ergonomických principů, a to již ve fázi návrhu pracoviště. Za tímto účelem se v praxi úspěšně využívá přístup známý jako Human-Centered Design. Jeho cílem je navrhovat a vytvářet pracovní podmínky tak, aby u operátorů při práci nedocházelo ke vzniku fyzického diskomfortu, pocitům odcizení nebo osobní nespokojenosti. Kvalita pracovního prostředí i vlastní organizace práce tak nezbytně musí zohledňovat lidské potřeby i omezení a současně odrážet řadu souvisejících psychologických aspektů. S nástupem Průmyslu 4.0 se bude charakter práce operátorů měnit. Dříve či později se i zde prosadí robotizace, což ovlivní socio-kognitivní interakce uvnitř pracovního systému. Taktéž se výrazně zvýší požadavky na mentální výkon operátorů. Ruku v ruce s tím ale budou také operátoři vyžadovat lepší pracovní podmínky. Zaměstnavatelé by se tak už dnes měli těmito otázkami vážně zabírat a začít se připravovat na tyto očekávané změny. Jaké problémy lze v souvislosti s pravděpodobným vývojem očekávat, i jaké se nám otevírají příležitosti, se pokusí nastínit tento příspěvek.

Abstract

When constructing new or modernizing existing control centers, it is the task of ergonomists and designers to propose solutions that will improve operators' working conditions, including work comfort, and reduce their mental strain arising from the intensity of their activities and the high responsibility they carry. However, meeting the needs of operators while adapting to spatial constraints or specific technical requirements placed on the control system is very difficult. To master this difficult task, therefore, calls for a responsible approach to implementing many ergonomic principles, at the design stage of the workplace. For this purpose, an approach known as Human-Centered Design is successfully used in practice. Its aim is to design and create conditions so that operators do not experience physical discomfort, alienation and personal dissatisfaction at work. The quality of the work environment and of the organization itself must necessarily take into account human needs and constraints, while reflecting a number of related psychological aspects. With the arrival of Industry 4.0, the nature of the work of the operators will change. Sooner or later, robotization will work out, which will affect socio-cognitive interactions within the work system. Also, the requirements for the mental performance of operators will increase significantly. Hand in hand, however, operators will also require better working conditions. Employers should take these issues seriously, and start preparing for these expected changes. What problems can be expected of the probable development, and what opens up opportunities, will try to outline this contribution.

Klíčová slova

ergonomie, řídicí centra; design; lidský činitel; průmysl 4.0; roboti.

Key Words

Ergonomics; Control Rooms; Design; Human Factors, Industrie 4.0, Robots.

Úvod

V uplynulém století došlo k významnému rozvoji průmyslu, který narostl jak v produkci, tak i ve složitosti provozovaných technologií. Za skutečně moderní způsob průmyslové výroby je považována pásová výroba, kterou v roce 1913 zavedl Henry Ford ve své továrně v Highland Park [1]. Výrobní linky založené na manuální práci ale byly postupně nahrazeny automatizací. V průmyslové výrobě se pak automaty poprvé uplatnily v roce 1928 ve Smithově továrně v Milwaukee. Dramatického rozvoje se ale automatizace dočkala až s příchodem elektronického zpracování dat, které se stalo základem pro vytvoření číslicově řízených strojů [2]. Základy pro dálkové řízení výroby byly položeny až koncem padesátých let 20. století s vynálezem samočinných počítačů. Uplatnění digitálního způsobu řízení technologických procesů do praxe ale bylo možné až s výkonnější výpočetní technikou, která začala být dostupná od začátku osmdesátých let. Ruku v ruce s tím se vyvíjela také zobrazovací technika a počítačová grafika. To umožnilo nahradit jednoduchá informační schémata používaná od sedmdesátých let vizuálně lépe zpracovanými přehledovými displeji, které pak v devadesátých letech postupně nahradily funkční ovládací displeje, které jsou používány dodnes [18]. Zrodil se tak koncept moderního řídicího centra, kde digitalizace (až na výjimky) zcela vytlačila analogové způsoby zpracování dat. Taková centra jsou typická zejména pro energetiku (tj. klasické a jaderné elektrárny), procesní průmysl (chemie, hutnictví, potravinářství apod.), dálkovou přepravu médií (produktovody, plynovody), dopravu (letecká, železniční a silniční) i mnohá další hospodářská odvětví.

Ve smyslu normy ISO 11064-1 [3] se řídicím centrem rozumí základní fyzická jednotka a její struktura (včetně přímo obklopujícího prostředí), kde obsluha provádí kontrolní a manipulační činnosti včetně plnění administrativních úkolů. Jedná se o pracoviště určené pro ovládání určitého výrobního celku vyznačujícího se složitými vazbami. Cílem je plnit a dlouhodobě udržovat stanovené bezpečnostní a výkonnostní požadavky, a to pomocí funkcí rozdělených mezi člověka a stroj, jejichž společným úkolem je ovládat jednotlivé provozní zařízení. Strojem se v tomto smyslu rozumí hardware a software systému kontroly a řízení; člověkem je pak míněna provozní obsluha (operátoři řídicího centra, obslužný personál a technici pracující přímo ve výrobním provozu) [4]. Chod řídicího centra a činnosti obslužného personálu jsou pevně stanoveny příslušnými provozními předpisy, přičemž jakákoli improvizace obsluhy je nepřijatelná.

Specifika řídicích center

Podle studie Hendersona [5] se v procesním průmyslu (vč. energetiky) používají různé varianty řízení výrobního procesu založené na digitální a na analogové technologii. Nejsložitějšími řídicími centry jsou blokové dozorní jaderných elektráren. U nich se v současnosti používá výlučně dálkové ovládání prostřednictvím digitální technologie. Operátoři trvale pracují v řídicím centru, zatímco provozní personál provádí fyzickou kontrolu stavu technologických zařízení v souladu s provozními předpisy, popřípadě provádí drobné ruční manipulace podle pokynů operátorů.

Tato řídicí centra mají pochopitelně i své slabiny. Leckde pokročilá digitalizace vyvolala nové situace v mezilidské interakci (např. odcizení od reality výrobního procesu) [6], což ergonomi nutí navrhovat specifická opatření pro lepší koordinaci činností uvnitř pracovních týmů [7]. Kromě toho používání displejů a ovládacích prvků (myš, klávesnice, trackball aj.) zvýšilo nároky na mentální a senzorický výkon operátorů, tedy nároky na kognitivní funkce, vigilanci, pozornost a reakční čas. Bylo zjištěno, že u člověka vystaveného těmto nárokům nastává přibližně po třech hodinách fáze snižování mentálního výkonu, přičemž samotná vigilance rapidně klesá již po 30 minutách sledování displejů. Po pěti hodinách práce pak dochází k útlumu mentálních funkcí doprovázeného únavou a otupělostí [8]. V delším časovém horizontu vznikají u některých operátorů specifické psychosomatické obtíže, které mohou vést až k různým onemocněním, zvláště pokud na operátora současně působí i jiné negativní vlivy (např. nevhodné mikroklimatické podmínky, trvalá poloha vsedě aj.) [9]. Na tento a řadu dalších negativních důsledků se přišlo až s odstupem času, kdy se projeví v celé své šíři.

Zásady navrhování řídicích center

U řídicích center platí základní pravidlo, že jejich vzhled a provedení musí operátorům poskytovat pohodlí a dostatečně funkční podmínky [18]. Pracovní prostředí uvnitř řídicího centra proto musí být stabilní, ale současně musí umožňovat určité korekce pro uspokojení individuálních potřeb jednotlivých operátorů. Pouze tak lze zajistit podmínky pro jejich maximální spolehlivost, jak po standardní pracovní směnu, tak i během abnormálních provozních stavů [14].

Při navrhování designu řídicího centra se proto vychází především z antropometrických údajů člověka, z jeho fyzických potřeb a fyziologických omezení. Také se přihlíží k organizačním faktorům, které by mohly negativně ovlivnit mentální nebo senzorický výkon operátora. Ústředním prvkem pracovního systému je člověk, jemuž se snažíme vytvořit vyvážené podmínky a pohodlí při současném plném zachování všech funkčních a bezpečnostních požadavků kladených na řízení daného výrobního procesu [10, 14]. Tento přístup se nazývá Human-Centered Design (HCD) a kromě zajištění optimálního fyzického pohodlí člověka na pracovišti se snaží též o dosažení podmínek pro jeho uspokojení z prováděné práce [7]. Operátor by při své práci neměl být vystavován zbytečnému psychickému diskomfortu. A proto je už v rámci fáze návrhu (job design) nezbytné předcházet možným stavům a situacím, které by mohly u operátorů vyvolávat nespokojenost, frustraci, úzkost, pocit odcizení apod.

S ohledem na to, že každé řídicí centrum je pracovištěm velmi specifickým, nelze vytvořit jakýsi „defaultní“ vzor [11]. Pro dosažení ideálního, či lépe řečeno maximálně možného kvalitativního stavu, se musí vždy vytvořit individuální návrh. Musí se přitom zohlednit dvě základní zásady [12]:

- Stavebně-technické řešení musí vyhovovat potřebám vlastního provozu a současně musí poskytovat dostatečnou ochranu operátorů v případě vzniku abnormálních situací nebo havarijních stavů.

- Vybavení a uspořádání interiéru (nábytek, ovládací panely, pracovní stanice, zobrazovací jednotky atd.) musí zajistit náležitě pohodlí obsluhy a zabezpečit provoz řídicího centra za všech provozních podmínek.

Velmi přísně se na výše uvedená kritéria dbá především v jaderné energetice. Mezinárodní agentura pro atomovou energii po provozovateli jaderné energetických zařízení dokonce požaduje, aby doložili, jakým způsobem tyto požadavky splnili a jaká přijali opatření ke snížení možného selhání operátorů v důsledku konstrukčních nedostatků blokové dozorny [13]. Na řídicí centrum a její obsluhu tedy musí být nahlíženo jako na jeden komplexní celek a nikoli jako na samostatné izolované prvky či subsystémy. V této souvislosti lze uvést dva historické případy, které dokreslují, jaké důsledky může mít ignorování tohoto přístupu v praxi.

- Případ první: V osmdesátých letech 20. století si operátoři v několika amerických jaderných elektrárnách nalepili na ovládací panely barevné pásky, neboť originální značení postrádalo jasné vymezení seskupení určitých ovládačů a sdělovačů do funkčních skupin, což znehledňovalo jejich použití. Vedení elektrárny však nařídilo tyto značky odstranit s odkazem na rozpor s předpisy. Estetická stránka vzhledu blokové dozorny a potřeba striktního dodržení nedokonalého standardu tak byla postavena nad potřeby operátorů. Ve svém důsledku to vedlo k nedostatku informací o stavu měřených veličin a postupem času se u většiny operátorů zakořenil pocit, že se lze spolehnout pouze na informace získané jen z jednoho displeje. Provádění křížových kontrol hodnot na hlavním displeji a hodnot na panelech se tak postupně přestalo provádět. V důsledku toho začaly vznikat situace, kdy nebyly včas zachyceny přechodové stavy, neboť nebylo možné potvrdit, zda používaný displej funguje správně. Následkem toho došlo několikrát ke zcela zbytečnému odstavení reaktoru [8].
- Případ druhý: Při renovaci osvětlení v blokové dozorně jedné jaderné elektrárny byla použita levnější osvětlovací tělesa bez difúzních krytů, což způsobilo nehomogenitu v rozložení intenzity světla v místnosti. Při odečítání hodnot z některých ovládacích panelů docházelo k tak výrazným odleskům, že operátoři byli nuceni část osvětlovacích těles odpojit. To mělo ovšem za následek, že čtení některých sdělovačů se stalo nemožným, takže operátoři byli nuceni začít používat ruční baterky [8].

Ačkoli jsou výše uvedené případy již více jak 30 let staré, řada autorů poukazuje na to, že v praxi se lze i dnes setkávat s obdobnými situacemi. Snaha vyřešit jeden problém totiž může snadno vyvolat několik problémů nových, které se leckdy projeví až po delší době [6, 9, 14]. A na to se často zapomíná. V konečném důsledku tak mohou i nejlépe vyškolení a dostatečně zkušené operátoři snadno provést „začátečnické“ ba až nelogické chyby, a to i při jinak zcela rutinních úkonech [15].

Robotizace řídicích center

Práce operátorů je závislá od charakteru řízeného procesu i míry zavedené digitalizace. V moderních řídicích centrech se ale prakticky „smrskla“ jen na několik úkonů [19]:

- Zapínání/vypínání systému, resp. jeho dílčí části nebo funkce.
- Kontrolování, ovládání řídicích prvků a provádění operativních zásahů.
- Sledování aktuálního stavu a monitorování nastalých změn či vývoje trendů.
- Zaznamenávání naměřených dat a podávání hlášení.
- Upravování nastavení a udržování řízených veličin v požadovaných mezích.
- Analyzování, plánování a prognózy dalšího vývoje.

Pro jejich úspěšné plnění ale musí operátoři disponovat řadou klíčových dovedností a schopností, které lze v principu rozdělit do sedmi skupin [14]:

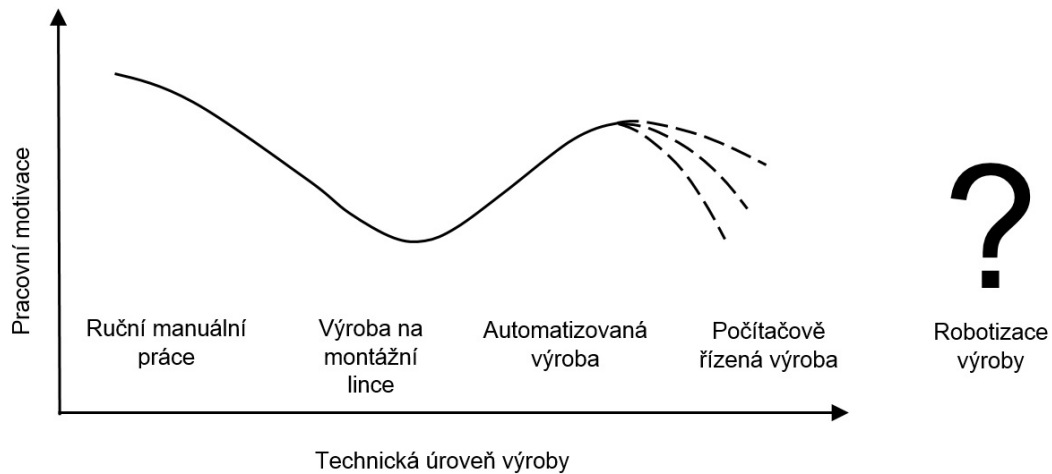
1. **Vnímání** (perceptive ability) – jsou to především schopnosti zaznamenávat rozličné signály (nejčastěji světelné nebo zvukové), rozlišovat je od pozadí a interpretovat je v rámci složitých vzorů. Příkladem obtížného vnímání je tzv. „radarová práce“, kdy operátor neustále monitoruje své okolí, přijímá množství signálů (podnětů) a ihned vyhodnocuje informace, které takto získává.
2. **Kognitivní schopnosti** (cognitive ability) – požadavky na způsob řízení se v různých typech řídicích center může lišit. Někdy jsou požadavky velmi malé, například když má operátor za úkol pouze dohlížet na průběh určitého procesu. Když ale jeho práce zahrnuje také plánování a analýzu, jsou požadavky na mentální výkon poměrně značné. V takových případech je nezbytné dodržet, aby požadavky kladené na operátory odpovídaly jejich schopnostem zkušenostem a znalostem. Pro rozvoj kognitivních funkcí je také výhodné, když se požadavky na operátory zvyšují pozvolna, spolu s tím, jak se zvyšují jejich profesní zkušenosti.
3. **Bdělost** (vigilance ability) – v digitalizovaných řídicích centrech jsou požadavky na paměť a bdělost operátorů obvykle relativně nízké. Počítač (softwarový robot) plně zajišťuje řízení daného procesu a operátoři na tento proces v podstatě jen dohlížejí, resp. dávají pozor, aby vše fungovalo, jak má. Počítač přitom generuje obrovské množství dat, které jsou operátorům zobrazovány ve formě grafů, tabulek, čísel nebo barevných indikací. Většinu z nich ale operátoři vůbec nepotřebují, resp. je využívají nanejvýš při diagnostice abnormálních stavů. Postupem času tak pozornost operátorů otupí a rychle nastupuje duševní únava.
4. **Diagnostika** (diagnostic ability) – představuje schopnosti operátorů vyhledávat závady v technickém systému, což je zapotřebí zejména během provádění oprav a údržby. V principu to zahrnuje schopnost najít potřebné návody, pokyny a manuály, schopnost interpretovat problém (např. příčinu vzniklé odchylky od stanovených požadavků) a také schopnost zvolit efektivní postup pro řešení dané situace včetně ověření, že přijaté opatření bylo provedeno správně.

5. Senzomotorické dovednosti (senzomotor skill) – představují kombinaci znalostí a manuální zručnosti potřebné zejména pro provoz technických zařízení. Příkladem může být řízení auta. Řidič potřebuje mít jak znalosti (tedy znát konstrukci a funkci auta a také pravidla silničního provozu), tak i jistou zručnost, tj. řidičské schopnosti.
6. Motorické dovednosti (motor skill) – dobrá motorika je zapotřebí všude tam, kde jsou prováděny čistě manuální úkoly. I práce v řídicích centrech vyžaduje určitý stupeň motorických dovedností, zejména při ručním nastavování různých veličin apod.
7. Ovládací schopnosti (control skill) – jedná se o kombinaci manuálních dovedností a určité intuice, která operátorům pomáhá vyhodnotit aktuální stav a přijmout rozhodnutí, co a jak se má udělat. Tato intuice se nedá popsat a naučit, ale pouze získat dlouholetou praxí. Každý operátor si tak během své profesní praxe vytvoří svůj vlastní koncepční model vztahů mezi intervenčními zásahy a konečným výsledkem. Ovládací dovednosti jsou proto klíčové především pro operátory, kteří pracují ve starších typech řídicích center, kde se řízení uskutečňuje převážně manuálními zásahy.

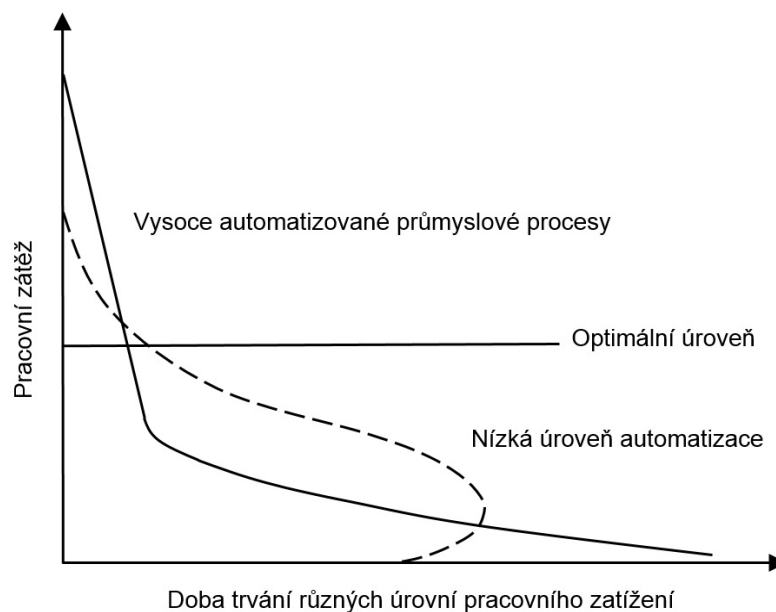
Všechny lidské schopnosti jsou značně ovlivňovány změnami na pracovištích (tj. automatizací, digitalizací, robotizací), respektive jejími sociálními aspekty. Technologie pro řízení a zpracování informací pronikly v uplynulých dvaceti letech téměř do všech průmyslových oblastí, což změnilo jak trh práce, tak i pracovní klima uvnitř těchto firem. I přes optimistické očekávání, že to lidem pomůže, se mnohde dostavil efekt zcela opačný. Došlo nejen ke zhoršení pracovních podmínek, ale zejména k nárůstu psychické zátěže. To se významnou měrou promítá do samotné motivace lidí danou prací vykonávat.

Dlouhodobý výzkum prováděný v USA prokázal, že vztah mezi motivací lidí k pracovním výkonům a úrovní technického vývoje (resp. míry automatizace vykonávané práce) lze vyjádřit prostřednictvím tzv. U-křivky (viz obrázek 1) [14]. V první polovině 20. století, po masovém rozšíření pásové výroby, se spokojenost lidí s jejich prací začala rychle snižovat. Po druhé světové válce ale došlo k podstatnému zlepšení pracovních podmínek, a to jak v organizaci práce, tak i v rovině sociálních vztahů. Na pracoviště, kde byly vykonávány fyzicky náročné práce, byla také postupně zaváděna jednoduchá automatizace, což se pozitivně odrazilo v pracovní motivaci zaměstnanců. S nástupem digitalizace na konci 20. století se ale tento trend nečekaně obrátil. Zprvu to nikdo nechápal. Všeobecně se totiž mělo za to, že počítače ještě více sníží pracovní zátěž zaměstnanců a lidé se tak budou cítit spokojeněji. Tento efekt se ale nedostavil a dnes již víme proč. Na počítačově řízených nebo vysoce automatizovaných pracovištích (zejm. ve výrobní sféře) se motivace lidí snížila v důsledku několika vlivů, s nimiž se původně nepočítalo. Předně, automaty sice zredukovaly potřebu lidské práce, ale současně s tím vytvořily podmínky pro „optimalizaci lidských zdrojů“. Došlo tedy k převádění „nadbytečných“ pracovníků na jiná místa, případně k jejich propouštění. Ti, kteří si práci udrželi, pak začali čelit zvyšujícím se požadavkům na produktivitu práce ze strany managementů firem. Člověk se na takových pracovištích rázem stal druhořadým prvkem, neboť pracovní normu (i tempo práce) nově určoval počítač. Naproti tomu u některých profesí, jako například u operátorů řídicích center, digitalizace

prakticky eliminovala příležitosti k aktivnímu zapojení lidí do prováděných úkonů. Došlo k prodloužení doby „nicedělání“ (obrázek 2) a nudného posedávání – leckdy i téměř po celou pracovní směnu [14]. U takto nevytížených lidí dříve či později dochází k deaktivaci kognitivních funkcí, protože jejich mozek není vystaven podnětům, jež by je nutily k nějakému fyzickému či mentálnímu výkonu. Navíc, tento druh činností nevede ani k žádnému hmatatelnému výsledku, který by mohl u operátorů vyvolávat pocit uspokojení nebo radost z dobře vykonané práce. Není proto divu, že u řady lidí taková práce nakonec vede k psychickému a sociálnímu diskomfortu, frustraci a pocitům zbytečnosti.



Obr 1. Míra motivace lidí k práci při různých technických úrovních výroby [14].



Obr 2. Vztah mezi pracovní zátěží a mírou automatizace pracovišť [14].

Výhled do budoucna

Dělat prognózy vzdálené budoucnosti je z vědeckého hlediska stejně pofidérní, jako hádat z křišťálové koule nebo psát sci-fi romány. Avšak při znalosti aktuální úrovně poznání, dosaženého technického pokroku a stávajících trendů v robotizaci, jež jsou dnes velmi diskutovány, lze s určitou dávkou spekulativnosti nastínit možný budoucí vývoj.

V horizontu deseti, dvaceti let se v dálkovém řízení procesů ve značné míře uplatní virtuální realita. Ta je už dnes předmětem velkého zájmu odborníků na počítačové modelování i široké veřejnosti (např. hráči 3D video her). A její potenciál bude nesporně chtít využívat i průmysl. Počáteční vysoké náklady mohou přinést velké úspory a předcházet k řadě provozních nehod. Virtuální realita nepochybně přinese dosud neskýtané možnosti, kdy např. při pohybu ve virtuálním prostředí bude mít operátor možnost vidět kompletní a detailní 3D model daného předmětu (např. reaktoru, potrubní trasy, vnitřní prostory chemických reaktorů apod.) a dokáže s přesností na jednotky milimetrů určit místo vzniklé závady a ihned přijmout adekvátní opatření na její odstranění (např. vyslat na její opravu servisní tým). Ovšem po práci, během níž se operátor pohyboval výlučně ve virtuálním prostředí, bude konfrontován s reálným světem. Řada lidí tím bude zmatena a postupem času se u nich mohou vyvinout i duševní poruchy. Na druhou stranu nelze vyloučit, že si někteří lidé na virtuální realitě vypěstují závislost. Budou v ní totiž trávit nejen pracovní dobu, ale také většinu svého volného času. Bude jim vyhovovat, že umělý svět si mohou vytvořit zcela podle svých představ a ideálů. „Fyzická samota“, do níž se budou tito lidé postupně propadat, ale vážně naruší jejich chápání přirozených mezilidské vztahů a vazeb.

Předpokládá se, že v horizontu třiceti let začnou na řadě pracovišť spolu s lidmi pracovat androidi [16]. Tomuto trendu se patrně nevyhnou ani řídicí centra. S ohledem na jejich důležitost se ale lze domnívat, že se zde budou androidi zavádět opatrně a v menším měřítku. Zřejmě ani nebudou provádět všechny pracovní operace, ale spíše jen ty, v nichž je technika už dnes lepší než člověk – zpracovávání velkých množství dat, monitoring širokého spektra ukazatelů, rychlá reakce na vzniklé odchylky a další. To z pohledu bezpečnosti provozu může přinést pozitivní efekty. Na druhou stranu začlenění androidů do pracovního kolektivu podstatně změní dosavadní kulturu práce a zřejmě tím i definitivně padne mýtus o nenahraditelnosti člověka v procesu řízení.

Tyto změny se promítnou i do designu řídicích center a způsobu řízení personálu. Pakliže bude zachována vůdčí role člověka, bude nutné mnohem více než dnes přihlížet k přirozeným fyzickým, zdravotním, mentálním i sociálním potřebám operátorů, a také k jejich náležitému finančnímu ohodnocení [17]. Prostředí v řídicích centrech bude muset být variabilnější, útulnější, osobitější... zkrátka atraktivní a přívětivé. Vytvořit optimální podmínky, které by umožnily skloubit práci lidí a androidů, si nesporně vyžádá velké úsilí a dnes si patrně ani nedokážeme představit, co vše pro to bude zapotřebí. Snaha o integraci požadavků na bezpečné řízení daných procesů, provozních potřeb robotů a současně kognitivních funkcí lidí, si vyžádá hledání nových řešení. Na těchto pracovištích totiž budou vznikat zcela nové situace, jež povedou k dosud nepoznaným úskalím, případně i ke konfliktům mezi lidskými a robotickými operátory. Bylo by proto bláhové domnívat se, že kooperace lidí s androidy bude bezproblémová. Na druhou stranu, už dnes v tomto směru panuje jistá obava, a tak lze jen

doufat, že zaměstnavatelé dříve, než androidy do společného kolektivu s lidmi nasadí, pečlivě zváží všechna pro a proti.

Závěr

Zvyšování nároků na operátory je neodvratitelným důsledkem digitalizace řídicích center. Spolu s tím nutně dochází také ke změnám v pracovním prostředí, které ne vždy vedou ke zlepšení pracovních podmínek a pohodlí operátorů. Tento trend lze pozorovat ve všech sektorech, kde jsou řídicí centra využívána. Je proto nezbytné diskutovat vhodnost navržených konceptů nejen na úrovni projektant-zadavatel (management provozovatele), ale také na úrovni koncových uživatelů (operátorů) a odborníků na aplikovanou ergonomii. Možným východiskem pro praktické zvládnutí tohoto úkolu je uplatnění principů Human-Centered Design. Cílem HCD je přizpůsobovat prvky pracovního systému lidským potřebám a omezením, což v konečném důsledku umožní též předcházet chybám operátorů.

V řídicích centrech se ovšem nepotýkáme pouze s otázkami veskrze ergonomickými, ale stále častěji také s otázkami socio-kognitivními. Jedná se zejména o psychickou zátěž vyplývající ze zvyšování požadavků na pracovní výkony operátorů, z pocitu jejich odcizení nebo deprivace z abstraktna. Na mnoha řídicích centrech je totiž už dnes zcela běžná práce v ne-reálném prostředí, kdy operátoři řídí provozy vzdálené stovky ba i tisíce kilometrů, které fyzicky nikdy neviděli a ani nikdy neuvidí. Tento způsob řízení bude patrně brzy ještě „vylepšen“ virtuální realitou. Operátor si jen nasadí přilbu pro virtuální realitu, případně bude pobývat v malé hermeticky uzavřené místnosti vybavené senzory a obrazovkami s 3D projekcí, a daný provoz bude řídit způsobem, jako by byl sám přímo na místě u jednotlivých technologických zařízení. Ovšem jaké bude mít takováto práce důsledky na lidskou psychiku, na sensorické a zejména kognitivní funkce člověka, je dnes velkou neznámou. Ani odborníci se neshodnou na tom, zda se tím práce operátorů stane zajímavější a poutavější, než je tomu dnes, anebo naopak budou tito lidé strádat psychickým diskomfortem.

Je bez jakýchkoli pochyb, že psychický diskomfort člověka snižuje motivaci k práci [14] a promítá se následně i do sociální roviny. Negativními projevy tohoto stavu tak může být zasaženo i nejbližší (lidské) okolí. Psychická zátěž má na zdraví člověka také mnohem závažnější důsledky nežli únava způsobená fyzickým výkonem. Hůře se diagnostikuje a její projevy se také obtížněji „léčí“.

Je pravděpodobné, že řada negativních efektů se bude postupem času ještě prohlubovat. S nástupem Průmyslu 4.0 totiž přichází i robotizace a využívání umělé inteligence. Ani řídicí centra se tomu nevyhnou. O důsledcích, které přinese začlenění humanoidních robotů do pracovních týmů operátorů, lze prozatím jen spekulovat. Stále častěji se ale objevují spíše negativistické vize a prognózy [16]. Éra digitalizace vedla k degradaci obsahu práce operátorů [14], neboť potlačila některé přirozené povahové rysy člověka, jakými jsou iniciativnost, ctizádnost, soutěživost, kreativita, snaha se zlepšovat nebo kolegialita. Robotizace tyto důsledky nesporně ještě zhorší, neboť operátoři budou „vytěsněni“ i z posledního zbytku aktivních činností a jejich práce bude spočívat pouze v dohledu nad roboty. Někteří autoři proto již dnes varují, že spolupráce s umělou inteligencí bude pro lidi velmi deprimující [18] a mnoho z nich nebude schopno v ní dlouhodobě obstát.

Otázek souvisejících s tímto tématem se postupně objevuje stále více a více. Výhledově proto bude nutné tomuto tématu věnovat pozornost, a to na všech úrovních. Jelikož je tato problematika úzce spojena se sociální ergonomií, pokusili jsme se v samostatném přehledovém díle zmapovat aktuální stav a dosavadní trendy. Případně zájemce o tuto problematiku proto odkazujeme na navazující článek «Kritický pohled na robotizaci pracovišť, aneb kdo ovládne dálková řídicí centra – robot nebo člověk?», který bude vydán v průběhu roku 2018. Článek bude současně dostupný také na webu Znaleckého ústavu bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú. na adrese <http://www.zuboz.cz/reference/publikace/>.

Poděkování

Výsledky publikované v tomto článku vznikly v rámci výzkumného projektu VI20172019107 „MEHODIS – Informační systém pro analýzu chybování operátorů řídicích center“, který je řešen v rámci programu Bezpečnostní výzkum České republiky 2015-2020 za finanční podpory Ministerstva vnitra ČR. Projekt řeší Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú. za aktivního přispění svých členů a partnerských organizací.

Literatura

- [1] *Rozvoj sériové výroby*. [online]. FORD MOTOR COMPANY, s.r.o. Dostupný z WWW: <<http://www.ford.cz/AboutFord/Corporateinformation/Heritage/TheEvolutionofMassProduction>>
- [2] ŽÁČEK M. *Historický vývoj automatizace? Poznejte 12 zásadních dat*. [online]. Factory Automation – Časopis o automatizaci a robotice. [17-03-2015]. Dostupný z WWW: <<https://factoryautomation.cz/historicky-vyvoj-automatizace-poznejte-12-zasadnich-dat/>>
- [3] ČSN EN ISO 11064-1: Ergonomické navrhování řídicích center - část 1: Zásady navrhování řídicích center Praha : Český normalizační institut, 2001. 32 s.
- [4] ČSN EN 60964: Jaderné elektrárny – Dozorný – Návrh. Praha : Český normalizační institut, 2011. 35 s.
- [5] HENDERSON J. a kol. *Human factors aspects of remote operation in process plants*. [online]. Health and Safety Executive. 2002. Dostupný z WWW: <http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2002/crr02432.pdf>.
- [6] HÅREFORS E. *Use of large screen displays in nuclear control room*. [online]. 2009. Dostupný z WWW: <<http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:278953/FULLTEXT01.pdf>>.
- [7] CARVALHO P. a kol. *Human centered design for nuclear power plant control room modernization*. [online]. 2011. Dostupný z WWW: <<http://ceur-ws.org/Vol-696/paper4.pdf>>.
- [8] SWAIN A.D., GUTTMAN, H.E. *Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications*. NUREG/CR-1278. US Nuclear Regulatory Commission. 1983.

- [9] *The human machine interface as an emerging risk*. [on line]. European Agency for Safety and Health at Work. 2009. Dostupný z WWW: <https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/HMI_emerging_risk>.
- [10] *Office Ergonomics: Practical solutions for a safer workplace*. [online]. Washington State Department of Labor and Industries. 2002. Dostupný z WWW: <<http://www.lni.wa.gov/IPUB/417-133-000.pdf>>.
- [11] NAITO T. a kol. *Control Room Design for Efficient Plant Operation*. [online]. 2011. Dostupný z WWW: <<https://www.yokogawa.com/rd/pdf/TR/rd-te-r05401-008.pdf>>.
- [12] *Control room design*. [online]. Health and Safety Executive. 2012. Dostupný z WWW: <<http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeascontrol.htm>>.
- [13] *Safety Standards for protecting people and the environment: Application of the Management System for Facilities and Activities*. Safety Guide No. GS-G-3.1. [online]. IAEA. 2006. Dostupný z WWW: <http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1253_web.pdf>.
- [14] IVERGARD T., HUNT B. *Handbook of Control Room Design and Ergonomics: A Perspective for the Future*. CRC Press. 2nd ed. 2009. ISBN 13: 978-1-4200-6429-2.
- [15] SKŘEHOT P. *Spolehlivost lidského činitele v prevenci závažných havárií*. Ostrava : Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava. Fakulta bezpečnostního inženýrství. Katedra bezpečnostního managementu, 2012. 113 p. (+ 4 přílohy). Vedoucí disertační práce: Doc. Dr. Ing. Aleš Bernatík.
- [16] ŠICHTAŘOVÁ M., PIKORA V. *Robot na konci tunelu: Zpráva o podivném stavu světa a co s tím*. 1. vyd. NF Distribuce, 2017. ISBN 978-80-88200-04-8.
- [17] KVAPIL K. *Manuální a rutinní profese nahradí roboti. Právo*, vydáno 7.3.2018.
- [18] KARWOWSKI W. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2006. 3606 p. ISBN 0-415-30430-X.
- [19] SKŘEHOT P.A. a kol. *Ergonomická rizika a pracovní podmínky operátorů v řídicích centrech*. In *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2015*. Ostrava : SPBI, 2015. s 87-92. ISBN 978-80-7385-162-0.

Kontakt na hlavního autora:

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