

ERGONOMICKÉ ASPEKTY ŘÍDÍCÍCH CENTER

ERGONOMIC ASPECTS IN CONTROL ROOMS

SKŘEHOT, P.A, HOUSER, F.

Abstrakt

Posilování a rozšiřování výrobních kapacit v uplynulých dvaceti letech vyvolalo požadavek na modernizaci řídicích center, jakými jsou dozorny, velíny či dispečinky. Využití nových I&C technologií však způsobilo doslova „explozi“ informací a nových funkcionalit, kterými tato pracoviště nově disponují. Spolu s tím došlo ale také k nárůstu požadavků na výkon operátorů, což se v konečném důsledku odráží i na spolehlivosti a bezpečnosti řízeného provozu. Zvládnutí této situace si proto nutně žádá nejen zodpovědný návrh systémů kontroly a řízení, ale také implementaci ergonomických aspektů do designu operátorského rozhraní, konstrukce pracovních stanic a parametrů pracovního prostředí řídicích center. V současné době významně sílí tlak na uplatňování přístupů zohledňujících lidské potřeby a omezení (tzv. Human-Centered Design). Tato problematika je proto předmětem široké diskuse ergonomů, inženýrů i provozního managementu a vyvolává také řadu specifických otázek. Tento článek se proto zaměřuje na některé související aspekty a shrnuje nejnovější poznatky o ergonomii řídicích center, které byly získány v rámci řešení projektu č. TD020017.

Abstract

Strengthening and expanding of production capacity during last twenty years arouse need of modernization in control centers like control rooms and dispatchings. However use of new I&C technologies induced explosion of information and new functions, which are available at these workplaces. But hand in hand higher demands in performance of operators occurred, what finally influence even reliability and safety of controlled process. To cope with this situation, it requires not only responsible control system design, but even implementation of ergonomic aspects in operators interface design, in working station construction and in parameters of control center environment. Pressure in applications of approach with respect to human factors and needs (so called: Human-Centered Design) grow stronger significantly in nowadays. This problematic is the issue in discussion held by ergonomists, engineers and operation management and, it induce many specific questions. This article aims at some associated aspects and it resumes the newest knowledge in control centers ergonomics, which was gained within terms of project nu. TD020017.

Klíčová slova

ergonomie, prevence rizik, řídicí centra, lidský činitel

Key Words

ergonomics, risk prevention, control rooms, human factors

Úvod

V posledních desetiletích došlo k významnému rozvoji průmyslu, který narostl jak co do produkce tak i co do složitosti provozovaných technologií. Z tohoto důvodu bylo nutné stále více přecházet k centrálnímu způsobu řízení. Vznikla tak specifická pracoviště, dnes označovaná jako řídicí centra. S těmi se lze setkávat jak ve výrobní sféře v podobě dozoren nebo velínů, tak i při nevýrobních činnostech v podobě nejrůznějších dispečinků (Matoušek, 2000). Řídicí centra jsou proto 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) a další ekonomická odvětví.

Ve smyslu normy ISO 11064-1 se řídicím centrem rozumí základní fyzická jednotka a její struktura (včetně přímo obklopujícího prostředí), kde má obsluha provádět centralizované řízení, sledování a související administrativní činnosti. Je to tedy pracoviště určené pro ovládání určitého výrobního procesu vyznačujícího se složitými vazbami, s cílem plnit a dlouhodobě udržovat stanovené výkonnostní požadavky. To se uskutečňuje prostřednictvím přidělených funkcí rozdělených mezi člověka a stroj, jejichž společným úkolem je ovládat jednotlivé provozní zařízení na dálku. Strojem se v tomto smyslu rozumí hardware a software systému kontroly a řízení (SKŘ); člověkem se rozumí provozní obsluha, která je tvořena operátory řídicího centra, obslužným personálem a techniky pracujícími přímo ve výrobním provozu (EN 60964, 2011). Provoz řídicího centra se provádí podle parametrů stanovených provozními předpisy, přičemž jakákoli improvizace obsluhy je nepřijatelná.

Historické konsekvence

Zavádění řídicích center započalo v sektoru energetiky již koncem 20. let minulého století v USA. Tento proces byl reakcí na postupnou koncentraci stále širšího spektra výrobních prostředků při současné potřebě využívat řídicí a regulační techniku a komunikační nástroje. I dnes je společným rysem všech řídicích center integrace velkého počtu veličin, parametrů a ukazatelů na jednom místě, které jsou v reálném čase sledovány, kontrolovány a vyhodnocovány. Oproti době minulé však vlastní řízení (tj. vyhodnocování dat a provádění intervencí) přešlo z větší části z člověka na řídicí systémy. Tyto systémy jsou reprezentovány hardwarem, softwarem a interface. Z hlediska spolehlivosti výkonu systému člověk-stroj je klíčové právě jejich rozhraní. To je tvořeno klasickými sdělovači (zrakové, sluchové), soustavami displejů, ovládacími prvky a nejrůznějšími dorozumívacími prostředky. Vysoké nároky na interface jsou kladeny zejména v souvislosti s rychlostí získávání a přenosu daných informací a také jejich správnou interpretací operátory.

Ačkoli většinu činností při řízení technologického celku dnes provádí řídicí software (automatika), role člověka je stále nezastupitelná. I přes řadu výkonových omezení, které člověk oproti stroji má, se vyznačuje kreativitou a schopností improvizace. Vznikne-li situace, na kterou není řídicí systém naprogramován, může ji člověk zdárně vyřešit. Lidský mozek má totiž schopnost jít přes předem vyhrazené hranice myšlenkových vzorců (očekávání) a je schopen flexibilně zareagovat (Skřehot, 2012). Bohužel tato schopnost je mnohdy postavená jen na náhodné volbě řešení nebo na kreativním návrhu bez „domyšlení“ možných nežádoucích důsledků, což s sebou nese také vysoký potenciál provedení chybné akce. Proto je snahou inženýrů navrhovat řídicí systémy tak, aby se těmto situacím v maximální míře předešlo, a aby intervence založené na okamžitém rozhodnutí operátora byly sníženy na minimum. Jelikož ale nemůže být žádnému stroji svěřeno řízení „rizikových“ technologií

(jaderná energetika, chemický průmysl) zcela, byla role operátora povýšena na úroveň dohledu. Jeho úkolem proto již dávno není řídit, ale kontrolovat udržování stanovených výkonových parametrů a správnost fungování automatiky. Pouze v ojedinělých případech, kdy technika není schopna adekvátní reakce, může operátor převzít řízení (např. při řešení nouzových situací).

Během uplynulých 20 let došlo k významnému technickému pokroku ve vývoji I&C technologií. Analogové řídicí systémy s pevnými ovládacími panely byly postupně vytlačeny digitálními technologiemi řízenými prostřednictvím pracovních stanic. Pracovní stanicí (nebo též pracovních soustavou) se rozumí sestava zahrnující pracovní stůl, pracovní plochu, židli, zobrazovací jednotku (včetně softwarového vybavení a rozhraní), komunikační zařízení, modem, tiskárnu, stojan na dokumenty a jiné doplňkové příslušenství a také bezprostřední pracovní prostředí (HSE, 2008). Pracovní stanice nemusí nutně zahrnovat osobní počítač, jak by možná bylo logické. Dnes je naopak snahou umisťovat počítačové jednotky mimo prostor řídicího centra, a to z důvodu snížení úrovně akustického pozadí a emise tepla z těchto zařízení. Toto opatření vychází z empirických poznatků, které byly následně promítnuty do norem řady ISO 9241, ISO 11064 a EN 60964. Také vývoj technologií používaných pro zobrazování informací postupně zasáhl do změn vzhledu a charakteru práce v moderních řídicích centrech. Původní těžkopádné CRT monitory, které byly zprvu napevno zabudovány do konstrukce pracovních stanic, byly postupně nahrazeny ergonomicky výhodnějšími LCD a LED displeji, které kromě kvalitnější projekce umožňují také individuální nastavení pozice. Trendem posledních 10 let je zavádění širokoúhlých zobrazovacích prostředků, které našly široké uplatnění zejména v řízení provozu liniových infrastruktur. Obvykle se jedná o projekční stěny (matice displejů) nebo o kompaktní velkorozměrové displeje (LSD) umístěné na přední stěně řídicího centra (tj. v hlavním zorném poli operátorů), popřípadě pod stropem v blízkosti jednotlivých pracovních stanic.

Ačkoli tyto změny výrazně zjednodušily proces řízení, nelze opomenout, že vedly ke změně provozních režimů operátorů a jejich pracovních podmínek. Tím byla do řídicích center mnohdy vnesena nová, specifická rizika, jejichž důsledky si doposud plně neuvědomujeme. Z tohoto důvodu Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví již několik let varuje před nástupem psychosociálních rizik (vznikajících v důsledku psychické a sensorické zátěže) a ergonomických rizik (způsobených účinky faktorů pracovního prostředí, statickými pracovními polohami s nedostatkem pohybu, nedostatky v interface a nevhodným designem pracovních míst) (EU-OSHA, 2009). Tato rizika nelze samozřejmě paušalizovat, neboť se liší podle druhu řídicího centra a charakteru řízeného procesu.

Druhy řídicích center podle funkcí a účelu

Podle studie Hendersona a kol. (2002) se v procesním průmyslu můžeme setkávat s různými způsoby řízení založených jak na digitální tak i analogové technologii. Konkrétně se jedná o:

- Dálkově ovládaná zařízení prostřednictvím digitální technologie (60 % případů);
- Dálkově ovládaná zařízení prostřednictvím analogové technologie (13 % případů, kde se plánuje modernizace, resp. 7 % ostatních případů);
- Zařízení řízená provozní obsluhou „napřímo“ prostřednictvím menších ovládacích pultů (19 % případů);
- Jiné způsoby řízení (1 % případů);

Všechny dálkově ovládaná zařízení a jejich soubory jsou řízeny pomocí řídicích center, kde pracují současně vždy dva nebo více operátorů. Nicméně, existují značné rozdíly v tom, jak je proces řízení realizován (Henderson a kol., 2002). Proto se řídicí centra dělí do čtyř níže uvedených kategorií:

- 1) Řídicí centra, kde operátoři po většinu směny sedí v řídicí místnosti, avšak pravidelně navštěvují výrobní provoz a provádějí kontrolu stavu a další úkoly.
- 2) Řídicí centra, kde je provozní obsluha rozdělena do dvou skupin – jedna trvale pracuje ve velínu a druhá provádí kontrolu stavu technologie a průběžně se vrací do řídicího centra.
- 3) Řídicí centra, kde je provozní obsluha rozdělena do dvou nezávislých skupin – jedna trvale pracuje ve velínu a druhá trvale působí v provozu, odkud podává informace do řídicího centra.
- 4) Řídicí centra, kde je provozní zařízení ovládáno vzdáleně přes síťové připojení. Provoz je bezobslužný a to až do doby, dokud nevznikne závada vyžadující lidský zásah (výjezd technika).

Podle Hendersona spadá ve Velké Británii do čtvrté skupiny celkem 37 % provozovaných řídicích center, kdežto v 63 % případů je stále využívána provozní obsluha. Tento poměr dokládá, že je snahou operátory postupně nahradit vyspělou technikou, na kterou dohlíží malý počet supervizorů pomocí vzdáleného přístupu. Z citované práce dále vyplývá, že u 90 % zkoumaných řídicích center běžně nastávaly situace, že když operátor prováděl kontrolní činnost ve výrobním provozu, bylo řídicí centrum ponecháno zcela bez dozoru. V takových případech ale bylo až 23 % všech procesů řízeno mimo velín. To logicky vyvolává otázku, zda nedochází ke zpětnému přenášení řídicí odpovědnosti z velínu na obslužný personál (z důvodu personálních úspor). I kdyby tomu tak skutečně bylo, nic to nemění na faktu, že i když zde jsou velké snahy o „odstranění“ lidského elementu z procesu řízení, nelze se zde bez něj obejít.

V odborné literatuře lze nalézt též odkazy na provedené srovnávací studie, které poukázaly na výhody a nevýhody různých druhů řídicích center. Nespornou výhodou konvenčního (analogového) velínu je otevřenost a sdílená kontrola ovládacích panelů mezi operátory, zatímco moderní počítačové prostředí má tendenci izolovat operátory na jejich pracovních stanicích (Härefors, 2009). Digitalizace tak vyvolala zcela nové situace v mezilidské interakci, které logicky vyžadují i jiné požadavky na koordinaci uvnitř pracovních týmů, než bylo dříve zvykem (Carvalho a kol., 2011). Kromě toho, vlastní používání moderních displejů a ovládacích prvků (myš, klávesnice, trackball aj.) zvýšilo nároky na mentální a senzorický výkon operátorů, což vedlo k nárůstu požadavků na jejich kognitivní funkce, vigilanci, pozornost a reakční čas. U člověka vystaveného takovému nárokům nastává po přibližně 3 hodinách fáze snižování mentálního výkonu, přičemž samotná vigilance rapidně klesá již po 30 minutách sledování displejů. Po 5 hodinách práce pak dochází k útlumu mentálních funkcí doprovázené únavou a otupělostí (Swain a Guttman, 1983). V delším časovém horizontu pak u řady operátorů vznikají specifické psychosomatické obtíže, které mohou vést až k nemocem z povolání (EU-OSHA, 2009).

Na tento a řadu dalších negativních důsledků se přišlo až s odstupem času, kdy se projeví v celé své šíři. Z tohoto důvodu je doporučováno při navrhování a zavádění digitálních způsobů řízení udržet výhody „konvenčního“ řešení (Härefors, 2009). To je nejlépe patrné zejména v jaderné energetice, kde modernizace řídicích center (na rozdíl od procesního průmyslu) není

prováděna překotně a bez rozmyslu, nýbrž je snahou provádět ji po etapách, aby si na ně operátoři lépe zvykli.

Umístění řídicích center ve stavebních objektech

Provozní nehody, při kterých by došlo k významnému poškození budov, jsou sice ojedinělé, ale když už nastanou, mají obvykle tragické následky. V reakci na tuto hrozbu byla mnohá řídicí centra v minulosti konstruována také jako možné útočiště před požáry, výbuchy nebo účinky toxických plynů unikajících z provozovaných zařízení. Tento přístup se ale ne vždy osvědčil, a proto dnes projektanti diskutují o tom, zda je lepší stavět odolná řídicí centra, která mohou plnit i funkci krytu, anebo raději budovat levnější stavby za použití běžných konstrukcí, kde by však požadovanou úroveň bezpečnosti zaručovala dostatečná vzdálenost od zdroje rizika. Tato diskuse opět vyplynula ze zkušeností z několika průmyslových havárií. Při několika požárech se totiž stalo, že operátoři podleli dojmu bezpečí a včas se neevakovali. Důsledky pak byly fatální, neboť mnoho operátorů se udusilo zplodinami hoření (Nimmo, 2000).

Ačkoli je při navrhování řídicích center věnováno velké úsilí prevenci provozních nehod v důsledku chyby obsluhy, nesmí se také zapomínat na důkladné zvážení ochranných funkcí konstrukčních prvků budov, v nichž se bude řídicí centru nacházet. Z hlediska zajištění dostatečné úrovně ochrany personálu se jeví jako efektivnější stavět řídicí centra dostatečně daleko od potenciálních hrozeb, než zvyšovat jejich odolnost a dělat z nich bunkry.

Ovšem i v této souvislosti je nutné zvážit několik aspektů. Předně, čím blíže je řídicí centrum vlastnímu provozu, tím efektivněji mohou operátoři daná zařízení ovládat, kontrolovat, provádět zde údržbu nebo komunikovat s obslužným personálem. Je ovšem sporné, zda může tento přístup snížit pravděpodobnost vzniku potenciální nehody. Nesporně však platí, čím blíže je velín ke zdroji rizik (tj. provozovaným zařízením), tím více jsou operátoři ohroženi následky případné havárie. Snížit toto riziko lze jedině zlepšením zabezpečení (např. ochranné bariéry), což se ale výrazně projeví na konstrukčních nákladech. Vyřešit toto dilema není jednoduché a u většiny managementů nakonec zvítězí ekonomické hledisko. V praxi se tak běžně můžeme setkat s případy, kdy je postavena budova s horšími konstrukčně-ochrannými parametry, umístěná současně i na nevhodném místě (Nimmo, 2000).

Kromě konstrukce samotného objektu, kde bude řídicí centrum umístěno, by se měla pozornost soustředit také na potřeby komunikace a spolupráce operátorů s obslužným personálem. Operátor musí znát provoz i z lokální perspektivy, takže výměna informací je klíčová. Nejedná se tedy jen o interface, ale také o běžné komunikační kanály mezi lidmi. Projektant řídicího centra proto musí dokonale vědět, jaké informace budou v reálném provozu důležité a kdo, kde a kdy je bude potřebovat. V této souvislosti je nutno věnovat velkou pozornost také designu prostředí, integrity sdělovaných informací a rozmístění komunikačních prostředků (Nimmo, 2000). Tyto požadavky lze poměrně jednoduše implementovat v případě stavby nového řídicího centra, ovšem značný problém nastává v případě, kdy je snahou vylepšit či modernizovat již existující velín. V takovém případě je nutné hledat rozumný kompromis, který se ovšem neobejde bez spolupráce s ergonomií.

Navrhování řídicích center

Design řídicího centra musí být řešen tak, aby operátorům poskytoval pohodlné a dostatečně funkční prostředí s cílem zajistit podmínky pro maximální spolehlivost jejich výkonu během celé směny a za všech provozních stavů ovládaných zařízení. Každé řídicí centrum je však specifické a nelze vytvořit „defaultní“ vzor, který by bylo možné aplikovat plošně (Naito a kol., 2011). Proto byla navržena „jen“ obecná kritéria, kladená na návrh, přičemž rozhodující jsou tyto dva hlavní aspekty (HSE, 2012):

- Vhodnost stavebně-technického řešení, které musí vyhovovat potřebám vlastního provozu (funkcí) a také odolat nežádoucím důsledkům případné nehody.
- Vhodnost uspořádání interiéru (nábytek, ovládací panely, pracovní stanice, zobrazovací jednotky atd.) pro zajištění účinného provozu za normálních provozních podmínek i za nouzových stavů.

V dokumentech Mezinárodní agentury pro atomovou energii se uvádí požadavek, že provozovatel (jaderné elektrárny) musí být schopen prokázat, že výše uvedené aspekty byly při návrhu zohledněny a že byla aplikována opatření ke snížení pravděpodobnosti selhání operátorů v důsledku konstrukčních nedostatků blokové dozorny (IAEA, 2006). Je tedy nezbytné, aby na řídicí místnosti a jejich provozní obsluhu bylo nahlíženo jako na jeden komplexní pracovní systém a nikoli jako na samostatné izolované prvky či subsystémy. V této souvislosti můžeme uvést čtyři výstražné případy, které dokládají naprosté ignorování ergonomických a funkčních požadavků při navrhování nebo modernizaci řídicích center.

- Případ první: V nově navrhovaném řídicím centru jednoho chemického závodu se předpokládala práce čtyř operátorů, ale po jeho uvedení do provozu byl z ekonomických důvodů jejich počet zredukován na tři. To vedlo k problémům při přenesení všech funkcí a požadavků na řízení, v důsledku čehož vznikaly četné odstávky a výpadky provozu. Po vyčíslení ztrát se management rozhodl směnu opět posílit o jednoho pracovníka (HSE, 2012).
- Případ druhý: V 80. letech 20. století si operátoři v několika amerických jaderných elektrárnách nalepili na ovládací panely barevné pásy, neboť originální značení postrádalo jasné vymezení seskupení určitých ovládačů a sdělovačů do funkčních skupin, což zneprůhledňovalo jejich použití. Vedení však nařídilo tyto doplňující značky odstranit s odkazem na rozpor s předpisy. Estetická stránka vzhledu blokových dozoren a potřeba striktně dodržet nedokonalý standard tak byla postavena nad potřeby operátorů. 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 hlavního displeje. Provádění křížových kontrol tohoto displeje se zobrazovači na panelech se tak 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 jaderného reaktoru (Swain a Guttman, 1983).
- Případ třetí: Při výstavbě nového dispečerského pracoviště pro řízení železniční dopravy byl instalován velkorozměrový displej, na který byly vyvedeny klíčové informace o zabezpečení traťového provozu. Zobrazované prvky byly velké cca 1 centimetr, takže byly čitelné pouze pro operátory sedící nejbližší k displeji. Ti je ovšem ke své práci nepotřebovali, na rozdíl od operátorů sedících nejdále (ve třetí řadě). Tito je naopak díky velké vzdálenosti nebyli schopni přečíst, a proto si vynutili vyvedení téže obrazovky do svých osobních monitorů ve formě samostatného dialogového okna. Nákladný LSD displej se tak stal funkčně nadbytečným. Nebyl

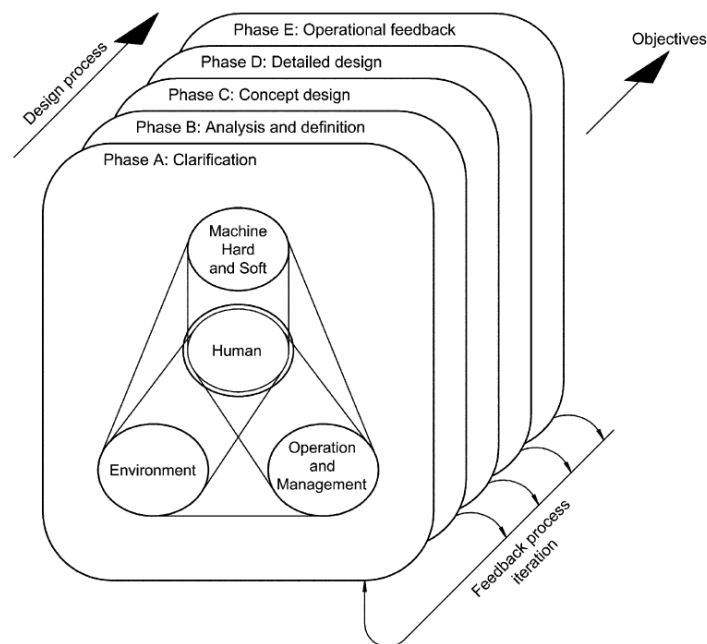
nicméně demontován a díky svému nevhodnému umístění vůči oknu způsoboval obtěžující odlesky. Operátoři proto okno zaclonili kusem látky, díky čemuž bylo nutné v místnosti svítit téměř po celý den.

- Příklad čtvrtý: Při renovaci osvětlení v řídicím centru 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 silným odleskům, že operátoři byli nuceni část osvětlovacích těles odpojit. To mělo za následek, že čtení některých sdělovačů se stalo nemožným, takže operátoři byli pro tuto činnost nuceni používat ruční baterky (Swain a Guttman, 1983).

Výše uvedené případy demonstrovaly, že ve snaze vyřešit jeden problém je mnohdy vyvoláno několik problémů nových, jen dokládají. Poukázaly také na skutečnost, že i v řídicích centrech se lze setkávat s nejrůznějšími šílenými situacemi díky organizačním chybám. Nelze se proto divit, že i nejlépe vyškolení a zkušení operátoři vykazují za takových podmínek mnohem horší výkony, popřípadě provedou naprosto nesmyslné chyby i při provádění zcela rutinních úkonů (Skřehot, 2012).

Výstavbě nebo modernizaci každého řídicího centra proto musí předcházet proces ergonomického návrhu, který by měl vycházet z principů uvedených v normách řady ISO 11064 (viz obrázek 1). Tento proces předpokládá provedení níže uvedených kroků:

- Fáze A – objasnění: Má za cíl objasnit účel, kontext, zdroje a omezení projektu, kdy začíná proces návrhu při zohlednění stávající situace, které by mohly být použity jako referenční.
- Fáze B – analýza a definice: Má za cíl analyzovat funkční a výkonnostní požadavky kladené na řídicí centrum.
- Fáze C – koncept návrhu: Má za cíl popsat požadavky na rozvržení půdorysu řídicího centra, řešení jeho interiéru, displeje, ovládací prvky, komunikační rozhraní a pracovní prostředí.
- Fáze D – podrobný návrh: Má za cíl rozvinout podrobnou specifikaci návrhu zahrnující jak informace nezbytné pro konstrukci řídicího centra, tak i na jeho vybavení včetně konkrétních typů rozhraní člověk-stroj, designu pracovních stanic a též vybavení pro zajištění požadované úrovně pracovního prostředí.
- Fáze E – operativní zpětná vazba: Má za cíl popsat způsob provedení přezkoumání splnění stanovených kritérií po uvedení řídicího centra do provozu a poukázat na dosažené úspěchy a nedostatky v návrhu, aby bylo možné pozitivně ovlivnit následné návrhy.



Obrázek 1: Ergonomický přístup k systémovému návrhu, jehož ústředním prvkem je člověk.

Výsledný design řídicího centra, jeho dispoziční uspořádání a vybavení musí tedy odpovídat jak požadavkům na provádění dílčích úkolů, tak i vyhovovat potřebám operátorů. Tento přístup je označován jako Human-Centered Design. Jeho smyslem je definovat požadavky, cíle a kritéria, které zajistí optimální pracovní podmínky s ohledem na mentální, sensorický a fyzický výkon člověka. Stanovené zásady mají obecnou platnost a není vůbec důležité, o jaké pracoviště se jedná. Vybavení a řešení pracovního místa, používaných strojů (vč. interface) i nastavení prvků pracovního prostředí se tak stává pouze prostředkem pro dosažení tohoto cíle.

Smysl používání tohoto přístupu podtrhuje mimo jiné zjištění Evropské agentury pro řízení letového provozu (Eurocontrol), která si v roce 2004 nechala zpracovat důkladnou analýzu vybraných nehod v letectví (13 událostí), jaderné energetice (35 událostí) a v železniční dopravě (5 událostí) (Roelen, Kinnersly a Drogoul, 2004). Barry Kirwan na základě těchto zjištění provedl srovnávací analýzu a došel k alarmujícímu závěru, že přibližně polovina zkoumaných nehod měla kořenovou příčinu spojenou s chybným designem (51 % v případě leteckých katastrof, resp. 46 % v případě nehod jaderných elektráren). Uvedená práce také zřetelně pojmenovala hlavní příčiny tohoto stavu. Autoři konstatovali, že chyby v designu byly způsobeny:

- Mylnými představami projektantů o uživatelích (operátorech), o účelu a smyslu používání a fungování ovládacích prvků a o požadavcích na pracovní prostředí.
- Mylnými představami uživatelů (operátorů) o možnostech a funkcích uvedených v konceptu návrhu, jejich odůvodněních a hranicích možností technických systémů zajišťujících bezpečnost letového provozu (Highways Agency, 2010).

Kirwan tato zjištění dále rozvedl a u identifikovaných chyb v designu popsal tyto kořenové příčiny:

- Povrchní přístup v implementaci ergonomických požadavků na design během fáze návrhu.

- Nekoncepční změny provedené během fáze návrhu.
- Selhání ochrany do hloubky v důsledku navržení nedostatečných ochranných bariér.
- Vzájemné nepochopení se mezi projektanty a zástupci provozovatele.
- Nedostatečné zohlednění všech relevantních způsobů selhání lidského činitele.
- Nesprávné nastavení funkcí, které nakonec vedly k nedůvěře operátorů vůči bezpečnostnímu systému.

Je tedy zřejmé, že nedodržení ergonomických zásad při navrhování řídicích center může mít v konečném důsledku vážné důsledky a to jak pro jednotlivce, tak pro celou společnost (například při vzniku závažné havárie). Účinné zvážení ergonomických aspektů proto může napomoci zajistit bezpečnější, zdravější a produktivnější pracoviště a je prakticky lhostejno, o jaký druh pracoviště se jedná. Prakticky všude člověk určitým způsobem interaguje se strojem a s pracovním prostředím, které jej obklopuje.

Závěr

Zavádění digitálních technologií řízení a zvyšování nároků na operátory je neodvratitelným procesem doprovázejícím modernizace řídicích center, popř. výstavbu nových. Spolu s tím nutně dochází také k úpravám pracovního prostředí, které ne vždy vedou ke zlepšení pracovních podmínek a pohodlí operátorů. Tento trend lze pozorovat ve všech sektorech, kde jsou v současnosti 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. V České republice má v současnosti řešení těchto otázek velký význam zejména v souvislosti s plánovaným prodloužením životnosti provozovaných bloků v Jaderné elektrárně Dukovany, s rozšířením některých výrobních provozů v chemickém průmyslu (např. Unipetrol), se zaváděním/modernizací centrálního řízení produktovodů (např. Net4Gas, MERO) a v neposlední řadě také s výstavbou Centrálního dispečinku pro řízení železniční dopravy v Praze (SŽDC).

Poděkování

Výsledky publikované v tomto článku vznikly v rámci řešení výzkumného projektu TD020017 „Hodnocení vlivu pracovního prostředí blokových dozoren průmyslových provozů na spolehlivost výkonu operátorů“, který je spolufinancován Technologickou agenturou ČR.

Literatura

Best Practice Human Factors Guidance for Control Room/HMI Design. [online]. Highways Agency. 2010. Dostupný z WWW: <http://assets.highways.gov.uk/specialist-information/knowledge-compendium/2009-11-knowledge-programme/HF_Guidance_PIN_510540.pdf>.

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>>.

ČSN EN ISO 11061-1: Ergonomické navrhování řídicích center - část 1: Zásady navrhování řídicích center Praha : Český normalizační institut, 2001. 32 s.

ČSN EN 60964: Jaderné elektrárny – Dozorný – Návrh. Praha : Český normalizační institut, 2011. 35 s.

Härefors, 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>>.

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>.

IAEA 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>.

Matoušek, O. Řídicí centra, velíny, dozorný a jejich pracovníci. Bezpečnost a hygiena práce. 2000, No 5/6, pp. 24-26.

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>>.

New and emerging risks in occupational safety and health. Bilbao : European Agency for Safety and Health at Work. 2009. ISBN 978-92-9191-223-0.

Nimmo, I. Ergonomic Design of Control Centers. [online]. 2000. Dostupný z WWW: <<https://www.asnconsortium.net/>>.

Roelen A, Kinnersly S, Drogoul F (2004). Review of Root Causes of Accidents due to Design. Eurocontrol Experimental Centre, Project Safbuild, EEC Note No. 14/04. Available at:

http://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/eec/report/2004/027_Root_Causes_of_Accidents_Due_to_Design.pdf

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.

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.

The human machine interface as an emerging risk. [on line]. Bilbao : European Agency for Safety and Health at Work. 2009. ISBN-13: 978-92-9191-300-8. Dostupný z WWW: <https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/HMI_emerging_risk>.

Work with display screen equipment. [online]. HSE. 2008. Dostupný z WWW: <Work with display screen equipment>.

Korespondenční adresa

1. RNDr. Mgr. Petr Adolf Skřehot, Ph.D.: VÚJE Česká republika s.r.o. – pracoviště Praha, Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5 – Smíchov, Česká republika, e-mail: skrehot@vuje.cz

2. Mgr. František Houser: VÚJE Česká republika s.r.o. – pracoviště Temelín, Jaderná elektrárna Temelín, 373 05 Temelín – elektrárna, e-mail: houser@vuje.cz