

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

SPOLEHLIVOST
LIDSKÉHO ČINITELE



MATERIÁLY Z XIX. SETKÁNÍ
ODBORNÉ SKUPINY PRO SPOLEHLIVOST

Praha, květen 2005

OBSAH

SPOLEHLIVOST LIDSKÉHO ČINITELE V ŠIRŠÍM RÁMCI SPOLEHLIVOSTI A RIZIKA PROVOZU MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ TECHNOLOGIE	3
--	----------

RNDr. Jaroslav Holý

ZKUŠENOSTI Z ANALÝZ PROVOZNÍCH UDÁLOSTÍ S VÝSKYTY SELHÁNÍ OBSLUHY	13
--	-----------

Mgr. Jan Kubiček

JAK ZVÝŠIT SPOLEHLIVOST LIDSKÉHO FAKTORU V BIOTECHNICKÝCH SYSTÉMECH	21
--	-----------

Doc. Ing. Vladimír Eck, CSc.

VLIV MOTIVACE NA SPOLEHLIVOST LIDSKÉHO FAKTORU	30
---	-----------

Ing. Petr Kolář

SPOLEHLIVOST LIDSKÉHO ČINITELE V ŠIRŠÍM RÁMCI SPOLEHLIVOSTI A RIZIKA PROVOZU MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ TECHNOLOGIE

RNDr. Jaroslav Holý, ÚJV Řež a.s.



Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.
Oddělení analýz spolehlivosti a rizik



Spolehlivost lidského činitele v širším rámci spolehlivosti a rizika provozu moderní průmyslové technologie

RNDr. Jaroslav Holý

seminář Odborné skupiny pro spolehlivost v Praze, 30. května 2005



Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.
Oddělení analýz spolehlivosti a rizik

Lidský faktor jako nedílná složka spolehlivého a bezpečného provozu

- spolehlivost lidského činitele je **nutnou součástí** analýzy spolehlivosti a rizika větších technologických celků, protože závazná pravidla jejich provozu počítají s přímým zapojením člověka do procesu jejich údržby a řízení
- praktické zkušenosti z pravděpodobnostních analýz rozvoje složitějších havarijních scénářů ukazují, že spolehlivost člověka v rámci odezvy na vznik nestandardního stavu je často **klíčovým faktorem** pro dosaženou úroveň bezpečnosti provozu a je proto nutné zahrnout ji do pravděpodobnostního modelu a důkladně analyzovat



HRA a její role v PSA studii

- **důležitý bod** aktivit realizovaných v rámci PSA projektu
- součást **vytváření logiky** PSA modelu
- součást **vytváření datových vstupů** PSA modelu
- součást **vyhodnocování** kvalitativních a kvantitativních **výsledků** studie PSA
- součást procesu **navrhování opatření** ke snížení rizika provozu (nové podněty, které přináší tento druh analýz mohou být **velmi efektivní**)



Organizační faktory (OF)

- relativně nová, speciální oblast analýz
- faktory ovlivňující kvalitu práce obsluhy na **velmi obecné** úrovni
- **vysoká úroveň** obecnosti má za následek **velkou šíři** působení faktoru přesahující hranice jednotek pokládaných v logicko-pravděpodobnostních modelech technologie za nezávislé
- velká šíře působení organizačních faktorů **narušuje** působení prostředků hloubkové ochrany proti riziku
- velká šíře faktorů implikuje **obtížnost** jejich detailní analýzy, současné analýzy zůstávají na kvalitativní úrovni
- **příklady OF** - funkce a způsoby řízení, rozdělování zdrojů, koordinace činností, komunikace

Historie užití metod HRA v ÚJV Řež

- metody **pravděpodobnostního** hodnocení jsou v ÚJV Řež při hodnocení spolehlivosti lidského činitele využívány **od počátku devadesátých let**, základy metodických postupů osvojeny a adaptovány v letech 1992-1994
- zdrojem poznatků spolupráce se zahraničními dodavateli aplikací pravděpodobnostního hodnocení, stáže a kurzy MAAE, dalším zdrojem poznatků bohatá účast na **projektech MAAE, PHARE, DOE a OECD NEA**
- od poloviny devadesátých let jsou osvojené metodické přístupy **samostatně zdokonalovány a aplikovány** při řešení problematiky HRA na průmyslových technologiích provozovaných v ČR, především v oblasti jaderné energetiky
- od konce devadesátých let jsou metodická zdokonalení a závěry z analýz **prezentovány** na mezinárodních diskusních fórech a **aktivně využívány** v rámci **mezinárodní spolupráce**

Kvantitativní analýzy spolehlivosti lidského činitele v ÚJV Řež

- HRA v rámci **PSA** pro JE **Dukovany**
- HRA v rámci **PSA** pro JE **Temelín**
- projekt **Living PSA** pro JE **Dukovany**, průběžné revize základní verze HRA
- studie **LPS PSA** pro JE **Dukovany**, JE **Jaslovské Bohunice V-2** a JE **Mochovce**
- analýza manipulací s těžkými břemeny na reaktorovém sále v JE **Temelín**



Kvalitativní analýzy lidského faktoru v ÚJV Řež

- projekt DOE **sběru dat na plnorozsahovém trenážeru**
- detailní analýza **ergonomie symptomově založených havarijních procedur** pro provoz JE Dukovany na plném výkonu i pro odstávku
- **periodické hodnocení bezpečnosti** provozu JE Dukovany
- vývoj sady metodických postupů pro analýzy lidského faktoru pro **Státní úřad pro jadernou bezpečnost**
- průběžné řešení metodických otázek kvalitativní analýzy lidské spolehlivosti v **grantových projektech Ministerstva průmyslu a obchodu**
- detailní řešení **specifických témat** spolehlivosti lidského činitele pro **JE Dukovany**



Užití metod HRA v ČR - zdroje informace

- **dokumentace PSA studií** českých jaderných elektráren
- **dokumentace projektů** PHARE, pracovních skupin OECD NEA (PWG5), projektů DOE, regionálních projektů MAAE
- prezentace na **odborných konferencích** (PSAM-3 1996, PSA-99, PSAM-5, PSAM7, NUSIM, Vlčí kopec, Demenová)
- **příspěvky do časopisů** (Bezpečnost jaderné energie, Nukleon, Reliability Engineering and System Safety)

Užití metod HRA v ČR - příklady publikací

- Holý J., **Some Insights from HRA Related to Low Power and Shutdown Scenarios**, PSAM7-ESREL '04 international conference, Berlin, June 14-18th, 2004
- Holý J., **Some Insights from Recent Applications of HRA Methods in PSA Effort and Plant Operation Feedback in Czech Republic**, Reliability Engineering and System Safety, 83 (2004), p. 169-177
- Stojka T., Holý J., **Human Reliability Analysis Approach to Level-1 PSA-Shutdown and Low Power operation on Mochovce NPP, Unit 1, Slovakia, ICONE 11**, international conference, Tokyo, April 2003
- Holý J., **NPP Dukovany Simulator Data Collection Project, Proceedings of international conference PSAM5**, Osaka, 27. 11. – 1. 12. 2000
- Holý J., **New Emergency Procedures of Westinghouse Type from Point of View of Human Factors and Human Reliability, PSA 99** - International Topical Meeting on Probabilistic Safety Assessment, Washington D.C., August 1999

Projekt sběru dat na тренаžeru - některé kvalitativní závěry

- klíčovým faktorem ovlivňujícím spolehlivost směny, a to zvláště v kontextu práce se symptomově založenými procedurami, je **schopnost kvalitně komunikovat**
- velmi důležitá je **úroveň výběru pracovníků** pro funkce obsluhy blokové dozorny a speciálně pro funkci **vedoucího reaktorového bloku**
- byly identifikovány statisticky významné rozdíly **v kvalitě práce jednotlivých směn**
- **nebyl** identifikován statisticky významný rozdíl v kvalitě práce **operátora primárního a sekundárního okruhu**
- nebyl prokázán negativní vliv **chyby** obsluhy v procedurálním kroku na její úspěšnost v krocích **bezprostředně následujících**

Projekt sběru dat na trenážeru - některé kvalitativní závěry (2)

- **nebyl** prokázán negativní vliv **sebeuspokojení** směny při delší sérii úspěšně provedených kroků
- **byl** indikován statisticky významný **rozdíl** v kvalitě práce u "**velmi dlouhých**" a **ostatních** kroků, neindikován rozdíl mezi krátkými a středně dlouhými kroky
- **byl** indikován statisticky významný rozdíl ve zvládnutí kroků zaměřených pouze na **kontrolu** stavu zařízení a kroků spojených s **manipulacemi**
- **neprojevila** se významně závislost kvality práce obsluhy na **denní době**
- na hladině významnosti 95% byla přesvědčivě **zamítnuta** hypotéza o **stejně kvalitě** práce směn blokových dozoren EDU v období rekvalifikace na nový havarijní předpis a v období po ukončení rekvalifikace - **spolehlivost práce směn se během tohoto období výrazně zlepšila**

Projekt analýzy nového symptomově založeného havarijního předpisu

- realizován v letech 1997 – 1999 v rámci specifického kontraktu mezi ÚJV a EDU, další příbuzná témata řešena jednotlivě v dalších letech
- provedena **systematická** a **kompletní** analýza **ergonomie** všech částí předpisu, **krok po kroku, instrukce po instrukci**, více než **1000 instrukcí**
- definováno zhruba **70 témat** pro diskusi o možném zdokonalení ergonomie předpisu

Nový havarijní předpis - další vývoj

- předpis uveden do provozu a postupně se stává **nezbytnou součástí** procedurálního vybavení
- metodami pravděpodobnostního hodnocení odhadnuto **snížení aktuálního rizika provozu** bloku po přechodu na nový předpis – **cca 40%**
- v roce 2002 uveden do provozu symptomově založený havarijní předpis pro provoz **na nízkém výkonu a při odstávce** – snížení rizika o **cca 20%**

Analýzy LF v rámci periodického hodnocení bezpečnosti provozu JE Dukovany

- **periodické hodnocení bezpečnosti** – provádí se dle metodických materiálů MAAE – 1x za 10 let
- 14 hodnocených oblastí, oblast č.12 je „**Lidský faktor**“
- v roce 2004 v ÚJV Řež vytvořena **kritéria** pro všechny hodnocené oblasti
- oblast **lidského faktoru** vybrána jako nejvhodnější pro **pilotní projekt aplikace kritérií**, zpracovatel – ÚJV Řež



Analýzy LF v rámci periodického hodnocení bezpečnosti provozu JE Dukovany (2)

- v roce 2005 je realizováno hodnocení **všech kritérií** bezpečného provozu pro oblast „**Lidský faktor**“
- oblast Lidského faktoru zahrnuje **11 dílčích oblastí** (výcvik, ergonomie předpisů, zpětná vazba, výběr pracovníků), celkem **více než 100 kritérií**
- **příklad kritéria:** *Lokální obsluha prochází tréninkem souměřitelným s vlastními povinnostmi a odpovědností. Všechny personál v této kategorii má detailní znalosti vybraných provozních parametrů elektrárny a praktické zkušenosti.*



Obecný komentář k analýzám lidské spolehlivosti

- **závažnost** lidského faktoru pro bezpečnost provozu elektrárny je nutné chápat jako **důležitost** práce člověka a nikoli jako projev špatné úrovně práce obsluhy
- **vysoká úroveň nejistoty** výsledků analýzy lidského činitele ještě **neznamená nemožnost** užitečné analýzy



Obecný komentář k analýzám lidské spolehlivosti (2)

- doporučení v oblasti lidského činitele je nutné efektivně prosazovat, často jde o **preventivní opatření**, které si okamžitá situace nevynucuje
- současně jsou však doporučení v oblasti lidského faktoru obvykle **relativně ekonomicky výhodná**
- pro podporu realizaci opatření je nutné hledat **pravé partnery** - přístup specialistů analyzované technologie k výsledkům analýzy LF je obvykle silně nejednotný



Analýza spolehlivosti lidského činitele – porovnání technologií

- pro každou technologii je **úroveň lidské spolehlivosti** zásadně **odrazem podmínek** vytvořených pro práci obsluhy
- **relativní úroveň lidské spolehlivosti** zásadně **kopíruje dosaženou úroveň kultury bezpečnosti**
- z praktických zkušeností ze širokého spektra analýz vyplývá, že **dosažená úroveň lidské spolehlivosti je u jaderně-energetické technologie relativně velmi vysoká**
- předchozí závěr lze prakticky demonstrovat různými způsoby, například analýzou kvality a spolehlivosti práce **subdodavatelů** jaderně energetických zařízení



Analýza lidské spolehlivosti – rysy naplňující požadavky na kvalitu

- analýza lidské spolehlivosti by měla být pro konkrétní technologii **ustáleným procesem** typickým následujícími rysy zajištění kvality:
- **kontinuálností** – proces by měl být nepřetržitý
- **systematičností** – měl by postihnout všechny složky lidského faktoru a organizačních faktorů
- **profesionalitou** – k řešení problémů by měla být využita nejmodernější metodika (s důrazem na možnosti kvantitativních přístupů k analýze rizika)
- **formalizací** - řešení problematiky by mělo být typické postupným přechodem od spontánních analýz zajímavých témat k formalizovanému postupu využívajícímu procedurální podporu

ZKUŠENOSTI Z ANALÝZ PROVOZNÍCH UDÁLOSTÍ S VÝSKYTY SELHÁNÍ OBSLUHY

Mgr. Jan Kubiček, ÚJV Řež a.s.



Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.



Zkušenosti z analýz provozních událostí s výskyty selhání obsluhy

Jan Kubiček

Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.

Oddělení analýz spolehlivosti a rizik

Jan Kubiček



Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.

Analýza provozních událostí

- ❑ **Zkušenosti s provozními událostmi z jaderných zařízení vycházejí zejména z následujících studií:**
 - Analýza událostí spojených s projevy lidského faktoru z let 1997 až 2003 s hlavním cílem identifikovat nejvýznamnější faktory ovlivňující výkon personálu v jaderné elektrárně Dukovany
 - Analýza všech provozních událostí za posledních 10 let za účelem verifikace plnění kritérií bezpečnosti týkající se lidského faktoru
 - Analýza provozních událostí z let 1997 až 2003 zaměřená na činnost operátorů blokové dozorny v EDU

Oddělení analýz spolehlivosti a rizik

Jan Kubiček



Sledovaná fakta

- Základní údaje o události** (datum, čas, původce chyby, stav bloku...)
- Charakter selhání** (error of omission (46%) x error of commission (54%))
- Příčiny zásahu personálu a typ zásahu**
- Faktory ovlivňující spolehlivost personálu** (Prostředí, komunikace, dynamičnost úkolu,...)
- Práce s procedurami**
- Účinnost kontroly a sebekontroly na pracovišti**



Základní údaje o zásahu

Jako ilustrativní příklad může posloužit následující formulář

EDU	Ranní (6h-14h)	Odpolední(14h-22h)	Noční(22h-6h)
1997	4	5	1
1998	4	2	2
1999	4	5	3
2000	4	1	2
2001	4	6	0
2002	2	5	3
2003	3	1	3
Celkem	25	25	14



Příčiny zásahu personálu

- Potíže s řešením problému (25% událostí)**
- Problémy iniciovány vlastní chybou obsluhy (75% událostí)**

Typ zásahu personálu

- Jednoduchá intuitivní akce (20% případů)**
- Součást procedurálního postupu (75% případů)**
- Kognitivní akce (5% případů)**



Faktory ovlivňující spolehlivost personálu 1

- Výběr sledovaných faktorů se opíral o celosvětově uznávané metodiky v tomto oboru:**
 - **THERP (Technique for Human Error Rate Prediction)**
 - **SHARP (Systematic Human Action Reliability Procedure)**
 - **HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique)**
 - **Metoda Decision Tree (Metoda rozhodovacích stromů)**



Faktory ovlivňující spolehlivost personálu 2

- Nekvalitní komunikace (20% událostí)**
 - V minulosti byl tento faktor v porovnání se zahraničními elektrárnami u nás výrazně horší
 - V posledních letech je na dodržování zásad komunikace kladen při výcviku personálu zvláštní důraz, příkladem je dodržování pravidla třicetné komunikace
 - Problému komunikace bude věnována větší pozornost v blízké budoucnosti v rámci grantového projektu
- Nedokonalost v procedurách (viz dále)**



Faktory ovlivňující spolehlivost personálu 3

- Stres**
 - Nedostatek času (4% událostí)
 - Nadměrný počet současných úkolů (11% událostí)
 - Negativní vývoj situace (2,5% událostí)
- Ergonomie (nevýrazné označení ovladačů, neoptimální design,...)**
 - Problém s indikátorem (11% událostí)
 - Problém s ovladačem (10% událostí)



Faktory ovlivňující spolehlivost personálu 4

- Informační přetížení obsluhy (4% událostí)**
 - Problémem obsluhy (především na blokové dozorně) je zde příliš velké množství současných nebo v krátkém časovém sledu aktivovaných informačních vstupů
- Nezkušenost obsluhy (6% událostí)**
 - Bylo by zajímavé porovnat tento faktor s faktorem někdy nazývaným provozní slepota
- Nejasné rozdělení funkcí a zodpovědnosti (1.2%)**
 - S poklesem rizikové významnosti scénáře význam správného a především jednoznačného rozdělení odpovědnosti poněkud klesá



Faktory ovlivňující spolehlivost personálu 5

- Psychologické faktory (zde sehrál poměrně významnou roli subjektivní úsudek analytika a výsledky je tedy nutné chápat kvalitativně)**
 - špatné soustředění
 - přecenění vlastních schopností
 - omezená schopnost rozlišování
 - dostupnost varianty („vezmu to, co je blíže, udělám to, co je jednodušší“)
 - přílišné zjednodušení („jednoduchá pravda je ta pravá, protože ji chápů“)



Procedury

- Nerespektování kroku procedury, porušení předpisů, instrukcí (56%)**
- Procedura neposkytuje další vodítko (14%)**
- Málo konkrétní slovní informace (15%)**
- Málo specifický požadavek na měření či ověřování hodnoty parametru (7%)**
- Malé nebo žádné pochopení principu prováděné procedury (8%)**
- Chyba při práci s komponentou explicitně neuvedenou v proceduře (2,5%!)**



Kontrola a sebekontrola

- Neúčinná sebekontrola (90% událostí)**
 - představuje proces, kdy si pracovník sám zkontroluje právě vykonanou činnost
 - je nutné přimět zaměstnance, aby se po vykonané činnosti na okamžik zastavili a zkontrolovali si korektnost právě provedené akce.
 - Pravidlo čtyř Z: Zastav se, Zamysli se, Zrealizuj, Zkontroluj!
- Neúčinná následná kontrola**
 - **2. Kontrola neúčinná (14% událostí)**
 - **3. Kontrola neúčinná (7% událostí)**



Identifikované oblasti problémů

Následující oblasti se ukázaly být nejrizikovějšími a vyžádaly si tedy konkrétní doporučení popřípadě další detailnější zkoumání.

- Komunikace**
- Práce s procedurami**
- Kontrola (sebekontrola)**
- Nevýrazné označení některých ovladačů a signálů**
- Špatné soustředění**



Proces zpětné vazby z provozních událostí

- Směrnice č. 09/01 zabezpečuje zpětnou vazbu provozních událostí za účelem zlepšování prevence nehod a snižování následků provozních událostí**
- Proces zpětné vazby z provozních událostí je řízen Oddělením šetření událostí na Odboru jaderné bezpečnosti**
- Lidský faktor provozního personálu dále podrobně analyzován přímo v Odboru řízení provozu**
- Každý evidenční list události na elektrárně musí obsahovat také uložená nápravná opatření (UNO)**



Uložená nápravná opatření

- Nápravná opatření jsou závěrečnou fází analýzy provozní události**
- Jejich cílem je předcházet opakování provozních událostí**
- Konkrétní příklady:**
 - **Událost proškolit na ŠD řídicího směnového personálu.**
 - **Provést změnu v označení plnicích armatur na panelu BD. Sjednotit označení na všech BD**
 - **Do PP P015m kap. 6.1 krok 5 doplnit k náhřevu TU30 odkaz na příslušnou kapitolu PP P053 m.**

Jak zvýšit spolehlivost lidského faktoru v biotechnických systémech

Doc. Ing. Vladimír Eck, CSc. a spolupracovníci

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická,
Katedra kybernetiky
Technická 2, Praha 6, 166 27
eck@fel.cvut.cz

Abstrakt: Příspěvek je věnován způsobu zvýšení spolehlivosti lidského faktoru v biotechnických systémech. Zabývá se dvěma základními tématy: 1. Měřením psychosomatických veličin na operátorovi a problematice odhadů jeho okamžité úrovně stresu z těchto veličin a 2. Časovou optimalizací výcviku operátorů na simulátoru minimalizací průběžné hodnoty stresu operátora při výcviku.

1. Úvod

Jedním z největších přínosů rozvoje výpočetní techniky byl proces automatizace technologických procesů, který umožnil současný rozmach průmyslové výroby. Spolu se zaváděním komplexních automatizovaných systémů, jejichž složitost neustále roste, se postupně mění i funkce člověka jako operátora. Funkce operátora v současně plně automatizovaných technologických procesech spočívá převážně v dohlížení na bezporuchový proces, jakmile byl operátory spuštěn. Chování a spolehlivost operátora při najíždění a odstavování technologie, jakož i odstraňování poruchových stavů, což nemůže být řešeno automatizací, resp. automatizačním systémem, jež je schopen zajistit pouze zastavení provozu v části, kde se vyskytla porucha, tvoří klíčový problém v systémech člověk-stroj. Selhání lidského faktoru je v těchto situacích z ekonomického hlediska nežádoucí, neboť vede na škody značného technologického rozsahu.

Je pro to více než žádoucí studovat vliv lidského faktoru v řízení rozsáhlých technologických systémů, studovat retrospektivně nehody, které se objevily, a prostřednictvím simulací se snažit předpovídat vývoj systému při různých poruchových situacích včetně operátorského řízení. Důležitou roli při tom sehrává právě znalost chování operátora, jeho odolnost vůči stresovým situacím a požadovaný stupeň jeho „vycvičenosti“. Proto je tento příspěvek věnován způsobům měření psychosomatických veličin operátora, odhadům okamžité úrovně jeho stresu a časové optimalizaci jeho výcviku na simulátoru řízeného „pseudominimalizací“ povolené úrovně stresu operátora. Příspěvek se zatím pohybuje v počátečních úvahách a dílčích výsledcích. Ucelené řešení spolehlivosti lidského faktoru založené na tomto přístupu si vyžádá ještě mnoho práce.

První část příspěvku je věnována způsobům měření psychosomatických veličin na operátorovi, měřicímu systému vyvíjenému na katedře kybernetiky elektrotechnické fakulty ČVUT a průběžnému odhadování stupně stresu a stupně únavy operátora z průběžně na něm měřených psychosomatických veličin.

Druhá část diskutuje ideu možné časové optimalizace výcviku operátorů na simulátoru řízenou „pseudominimalizací“ jejich stresů vyvolaných simulovanými poruchami. Do jaké míry by tak mohla výuka na simulátoru probíhat automaticky bez účasti učitele ukáží až experimenty, které však ještě na simulátoru neproběhly.

2. Měření psychosomatických veličin a odhad stupně stresu a únavy jako doplňková metoda pro vyhodnocování míry zvládnutí trénované situace při trénování operátorů

2.1 Odhad okamžitého stupně únavy a stupně stresu z neinvazivně měřených psychosomatických veličin operátora

Projekt inteligentního systému provádějícího estimaci okamžitého stupně stresu a stupně únavy pokusné osoby byl inspirován prací japonských vědců z Institutu pro atomovou energii univerzity v Kyoto. Zatímco japonský projekt si kladl za cíl odhad aktivit částí centrálního nervového systému operátora, které jsou zatěžovány řešením různých úloh, projekt realizovaný v laboratoři biokybernetiky si klade za cíl návrh a realizaci systému umožňujícího odhadování stupně stresu a stupně únavy operátora na základě průběžného měření některých jeho psychosomatických veličin. V laboratoři byla navržena jednotná koncepce tohoto měřicího a vyhodnocovacího systému.

Poznamenejme, že již v předchozích letech byly na pracovišti stávající laboratoře biokybernetiky realizovány jednak projekty zaměřené na odraz psychosomatických stavů do neinvazivně měřitelných psychosomatických veličiny, a jednak byla věnována pozornost aplikacím metod umělé inteligence při estimaci stupně únavy a stresu z průběžně měřených změn psychosomatických veličin testovaných osob. Všechny tyto projekty se odrazily v zaměření celé řady diplomních prací.

Dále byl již dříve realizován vyhodnocovací a řídicí systém pro zjišťování přenosů mezi kognitivními vstupy a motorickými a akustickými výstupy člověka v kanálech oko-ruka, oko-noha, ucho-ruka, ucho-noha, oko-generování tónů hlasivkami, ucho-generování tónů hlasivkami, dvou- až čtyřdimenzionální testy oko-motorika končetin s hlasovým testem na sudost či lichost číslic.

Bylo testováno i centrum rovnováhy pomocí statokinese. Obtížnost joginských cviků byla transformována do plochy vyplňující pohyb těžiště měřené osoby. Pro aktivování testovaných osob byly převážně používány sledovací a kompenzační testy s přídatnou rotací sledovaných objektů. Dynamika operátora byla vyhodnocována mnohazměrovými dynamickými regresními modely i serioparalelními adaptivními modely. Ve spolupráci s lékařskými pracovišti IKEM byly sledovány dynamické charakteristiky člověka za vybraných extrémních situací (např. několikadenní hladovění, nespání).

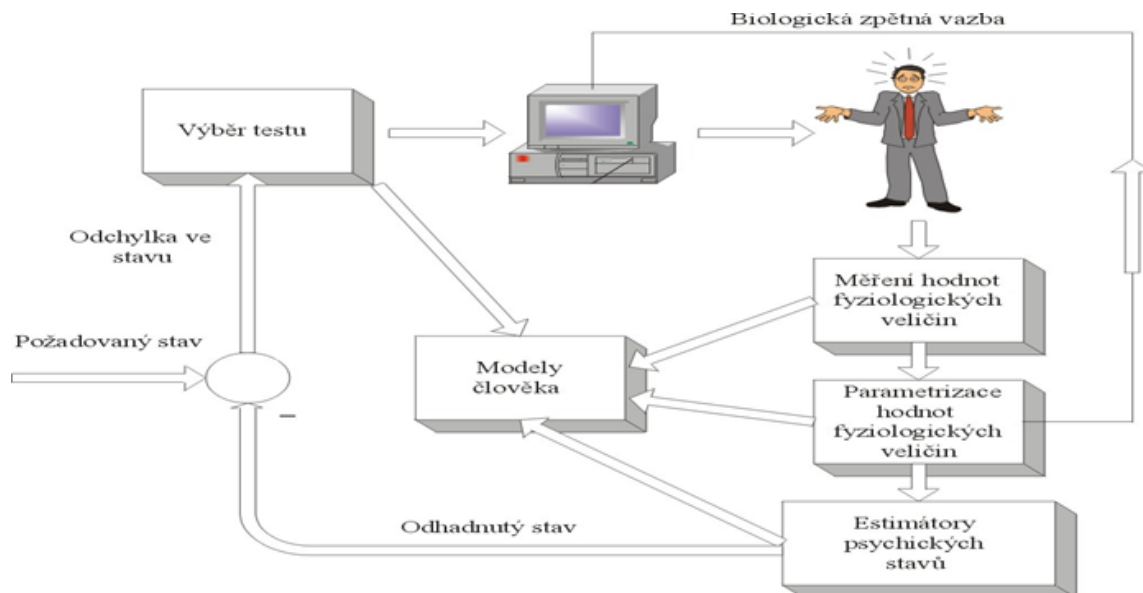
V současné době je v laboratoři biokybernetiky vyvíjen systém pro estimaci okamžitého stupně stresu a stupně únavy pokusné osoby – operátora na základě měření jeho psychosomatických veličin, jako odezev organismu na psychickou a fyzickou zátěž. Pokusná osoba je zatěžována sestavou testů (testovou baterií) vyvolávajících stres, resp. únavu. Zátěžové testy jsou voleny podle požadavků konkrétních experimentů. Důležitým prvkem pro vytvoření stresové situace je i motivace pokusné osoby. Během experimentu je na pokusné osobě měřen předem stanovený soubor psychosomatických veličin (např. tepová frekvence, systolický a diastolický tlak krve, kožní odpor, frekvence dýchání, mozková aktivita a další.). Měření jednotlivých psychosomatických veličin probíhají synchronizovaně, tj. je možné synchronizovat hodnoty získané během jednoho měření různými měřicími přístroji a tyto hodnoty analyzovat. Měřené veličiny jsou předzpracovávány a parametrizovány, přičemž výstupy – parametrizované hodnoty – tvoří vstupy pro inteligentní analyzátoři dat využívající některé metody umělé inteligence. Změřená data mohou být analyzována jednak v reálném čase a jednak retrospektivně s cílem získat podrobnější a přesnější závislosti než je tomu u zpracování v reálném čase, kdy jsou metody limitovány časem a kauzalitou prováděných měření.

Při analýze v reálném čase bude možné z dat odhadovat okamžité stupně stresu a únavy. Na budovaný testovací, vyhodnocovací a řídicí systém je možno pohlížet jako na

zpětnovazební systém umožňující stabilizovat nebo řídit psychický stav (zátěž, stres) operátora změnou jeho psychické zátěže – obdoba biofeedbacku.

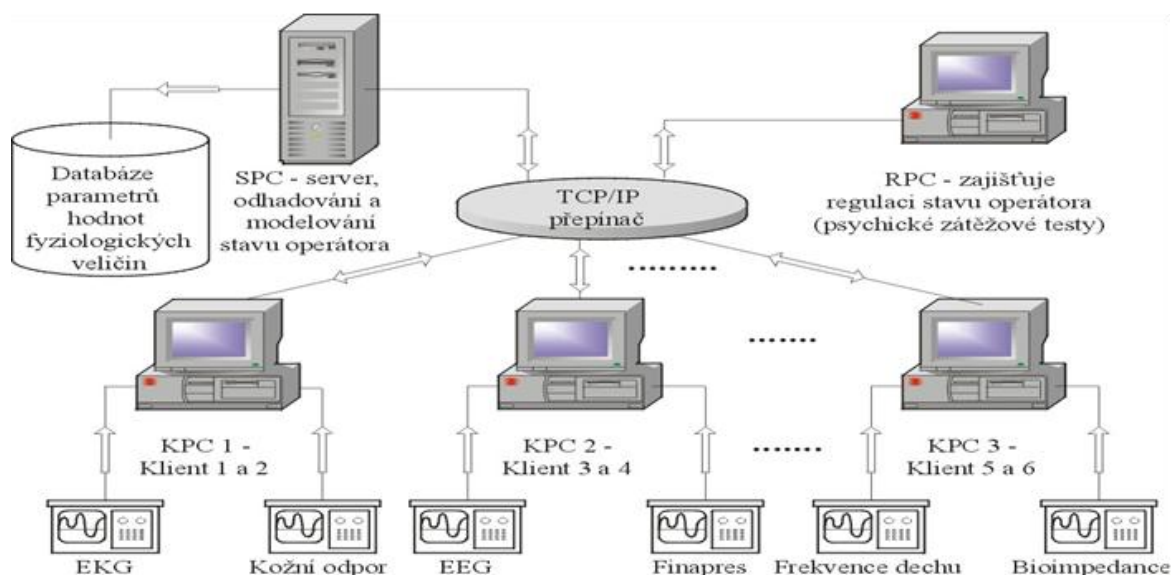
2.2 Systém pro synchronizované paralelní snímání psychosomatických veličin

Při návrhu struktury systému pro synchronizované paralelní snímání fyziologických veličin jsme vycházeli z blokového schématu uvedeného na obr. 1.



Obr. 1 Blokové schéma testovacího, vyhodnocovacího a řídicího systému pro odhadování stavů operátora

Z tohoto obrázku je patrné, že měření hodnot psychosomatických veličin a jejich parametrizace může probíhat nezávisle na ostatních modulech systému; to ale neplatí pro všechny moduly systému. Proto bylo možné definovat strukturu systému pro synchronizované paralelní snímání psychosomatických veličin jako systém pracující na bázi architektury klient-server, viz obr. 2.



Obr. 2 Architektura systému pro synchronizované paralelní snímání psychosomatických veličin

Vlastní měřicí přístroje jsou připojeny ke klientským PC (dále KPC - klientské PC) – v daném systému představují klienty. Každý klient měří hodnoty jedné psychosomatické veličiny operátora. V pravidelných časových intervalech jsou klienty na server zasílány parametry vypočtené z těchto hodnot. Na jednom KPC může být zprovozněno více simultánně spuštěných klientů. Server je umístěn na zvláštním PC vyhrazeném pouze pro běh serveru; na tomto PC tedy nemohou být spuštěny klienty, a tedy k němu nemohou být připojovány ani měřicí přístroje. Server má několik funkcí. Jednak je zodpovědný za spouštění a synchronizaci klientů a jednak slouží jako kolektor sbírající parametry naměřených hodnot, které jsou na server zasílány klienty. Z uživatelského rozhraní serveru probíhá řízení běhu systému.

Existují dvě varianty, jak lze systém realizovat. Obě varianty představují aplikaci ovládanou z uživatelského rozhraní serveru, avšak liší se způsobem komunikace klient - server a sběrem parametrů psychosomatických veličin na serveru. Princip první varianty spočívá v zasílání parametrizovaných měřených dat klienty na server v pravidelných časových intervalech prostřednictvím vlastního komunikačního prostředí. Server je zodpovědný pouze za spouštění a synchronizaci klientů a za vyhodnocování získaných dat.

V druhé variantě realizace systému nejsou klienti vybaveni komunikačním rozhraním klient-server. Nelze tedy využít typ komunikace, kdy klient po přijetí spouštěcího příkazu ze serveru začne v pravidelných intervalech odesílat parametrizovaná měřená data. Server postupně oslovuje všechny klienty a ty mu zasílají data na vyžádání. To znamená, že si server každou periodu vyžádá zaslání výsledků měření prováděných a zpracovávaných klienty (parametry hodnot měřených veličin) a zároveň řídí běh klientů. Nespornou výhodou první varianty realizace měřicího systému je snížení komunikačních nároků kladených na server.

V našem případě byly implementovány obě varianty, ale pro vlastní měření je vhodná z výše zmíněného důvodu první varianta. Při volbě vhodného hardware pro realizaci celého měřicího systému pro synchronizované paralelní snímání psychosomatických veličin jsme vycházeli jednak z požadavků vyplývajících z návrhu systému a jednak z dostupnosti měřicích přístrojů, přičemž byl kladen důraz na využití těch měřicích přístrojů, které jsou vlastnictvím katedry, a jsou běžně dostupné v laboratoři biokybernetiky.

Synchronizace měření psychosomatických veličin je zajišťována serverem. To znamená, že měření na všech přístrojích jsou spuštěna ve stejném okamžiku. Reálně však může dojít k fyzickému zpoždění spuštění měření, proto je synchronizace zajištěna s určitou chybou. Parametry naměřených hodnot jsou na server odesílány v pravidelných intervalech. Pro správný chod systému bylo bezpodmínečně nutné vytvořit ke každému přístroji speciální programové vybavení, které by podle požadovaných pravidel umožňovalo komunikaci se serverem systému. Jelikož klientská PC provádějí předzpracování měřených dat, parametrizaci měřených veličin nebo extrakci požadovaných příznaků, je z hlediska výpočetních nároků server méně vytížen než klientská PC, a to zejména v případech, kdy na klientských PC běží více klientů, a tedy zpracovávají data měřená více přístroji najednou. Během realizace systému vznikla otázka, zda by v některých případech mohl být server umístěn na stejném počítači jako klienti. Z provedených testů však vyplývá, že z hlediska přesnosti synchronizace klientů je výhodné umístit server samostatně na zvláštní PC.

Požadavky na hardware lze tedy shrnout následovně:

- hardwarová základna systému je tvořena měřicími přístroji, klientskými PC a PC, na kterém běží server
- všechna PC jsou propojena v rámci jednoho segmentu počítačové sítě Ethernet s rychlostí minimálně 10MB/s
- měřicí přístroje musí splňovat požadavky uvedené v předchozím textu.

Při výběru vhodného software pro realizaci systému se objevily tři základní okruhy problémů, a to: Výběr operačního systému, výběr software pro server systému, výběr software pro klienty systému.

Operační systém je základem úspěchu vytvoření spolehlivého a plně funkčního systému. Důležitá je stabilita operačního systému a možnost přístupu k přístrojům připojeným přes periferie PC v režimu reálného času. Nejlepší volbou pro splnění těchto požadavků by bylo zvolení některé modifikace operačního systému Unix nebo Linux, které jsou v současné době z hlediska použití systému v režimu reálného času jedny z nejlepších. Proti výběru operačního systému však stála skutečnost, že přístroje dostupné v laboratoři biokybernetiky, jsou vybaveny programovým vybavením vytvořeným pro operační systém MS Windows. Nejvíce upřednostňován je systém MS Windows 2000 Professional, systém však podporuje i jiné typy operačních systémů firmy Microsoft, tedy např. MS Windows 98 nebo nejnovější MS Windows XP Professional Edition.

2.3 Psychosomatické veličiny vhodné pro odhad stupně stresu a únavy operátora

Dva psychosomatické stavy důležité z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti operátora jsou stres a únava. Oba tyto stavy se výrazně odrážejí ve změnách psychosomatických veličin. Systém popsáný v kap. 2.2. předpokládá paralelní synchronizované měření více psychosomatických veličin, které umožňuje robustnější stanovení stupně stresu a únavy.

Vyvíjený systém počítá s možností měřit následující veličiny: EEG, EKG, systolický a diastolický tlak krve, EOG, EMG, kožní odpor, frekvenci dýchání, bioimpedanci, snímání očních pohybů a parametrů oka kamerou. Signál EOG se jeví jako vhodný kandidát pro detekci únavy (v signálu EOG lze zřetelně vyzorovat zavírání očí, spolu se stupňující se únavou se prodlužuje doba, po kterou zůstávají oči zavřené). EOG představuje záznam změřené polohy oka a jeho časových změn.

Na druhé straně EOG nelze jednoznačně použít k určení stavu operátora, lze jej však doplnit o informace získané z měření jiných psychosomatických veličin – EKG, EEG nebo EMG. Z hlediska návrhu uživatelského rozhraní může být měření EOG velmi významné, neboť umožňuje stanovit míru vhodnosti rozvržení prvků na obrazovce řídicího systému. Dalším psychosomatickým parametrem je i analýza hlasového výstupu operátora a celkové chování operátora snímat televizním řetězcem.

2.4 Použití systému pro odhad okamžitého stupně únavy a stupně stresu při trénování operátorů

Jednou z možných aplikačních oblastí systému pro odhad stupně stresu a únavy z průběžně měřených psychosomatických veličin je použití tohoto přístupu jako doplňkové metody pro vyhodnocování míry zvládnutí trénované situace při trénování (výcviku) operátorů. Míra zvládnutí trénované poruchové situace je charakterizována následujícími faktory:

- 1) rychlostí vyřešení trénované situace
- 2) mírou oscilací prováděného regulačního zásahu
- 3) úrovní stresu, který je danou situací u operátora vyvolán

Použití systému pro měření psychosomatických veličin a odhad stupně stresu z těchto psychosomatických veličin se jeví jako metoda, která by mohla vhodně doplnit a individualizovat stávající praktickou část školení kandidátů na funkci operátora. Individualizace spočívá v tom, že počet opakování trénování jedné a téže poruchové situace by nemusel být stanoven jako konstanta, nýbrž přizpůsobován podle předpokladů

trénovaného kandidáta na funkci operátora. Jednalo by se tak o časovou optimalizaci výcviku řízenou „pseudominimalizací“ průběžné estimované (odhadované) míry stresu operátora.

3. Časová optimalizace výcviku operátorů

Výcvik operátorů na тренаžeru provádí v současné době učitel zadáváním technologických poruch, jejichž odstranění co do časových limitů, tak i správnosti v postupech podléhá přísným technologickým předpisům.

Navrhovaný systém, zatím v ideové podobě, by měl výběr simulovaných technologických poruch generovat v závislosti na „pseudominimalizaci“ průběžně měřeného zátěžového stavu operátora. Předpokládá se, že okamžitá hodnota stresu operátora je indikátorem jeho stupně „vycvičenosti“. Ověření této hypotézy bylo experimentálně provedeno a výsledkem bylo vytvoření „stresoměru“ jako grafického indikátoru stupně stresu testované osoby na vyvolanou proměnnou psychickou zátěž. Mechanismus výběru simulované technologické poruchy tak bude předkládat častěji operátorovi ty poruchy, které mu dělají problémy, vyvolávají v něm neúměrnou stresovou zátěž, převážně způsobenou nejasnostmi v řešení, nerutinním přístupem k její eliminaci apod. Předpokládá se střídání zátěže s vnucenou relaxací operátora.

Informace o úrovni stresu by měl v grafické podobě podávat jak učiteli, tak i žákovi „monitor operátora“. Zatím co o stavu technologického procesu je operátor informován „stránkováním“ na technologických monitorech, informace o operátorově zátěžovém stavu je učiteli k dispozici zatím pouze z vizuální informace - pohledem na žáka (popřípadě z televizního záznamu). Monitor operátora by měl podávat bohatší informaci o zátěži a relaxaci operátora jak učiteli, tak i žákovi.

Předpokládá se tento navrhovaný systém doplnit i o sonifikační úroveň, kdy by došlo k ozvučení psychosomatických veličin měřených na operátorovi a posléze i jeho zátěžového stavu. Došlo by tak ke zdvojení informace o stresu – kromě grafické i akustickou cestou. Jednalo by se o přiřazení tónů k průměrným hodnotám v časových intervalech měřeného kardiovaskulárního, respiračního i nervového systému. Jak grafická, tak sonifikační úroveň bude vypínatelná, aby zbytečně nestresovala samotného žáka. Nepříjemností zůstává „oblepení“ operátora elektrodami, i když se již v současné době vyrábějí kombinézy i dresy pro sportovce s integrovanými snímači psychosomatických veličin přímo zašitými v látce.

4. Podpora výběru vhodných kandidátů na funkci operátora

V současné době probíhá výběr kandidátů na funkci operátora podle dvou hlavních kritérií. Prvním z nich je vhodnost osoby pro funkci operátora z hlediska osobnostního profilu dané osoby. Druhým kritériem je míra zvládnutí odborné přípravy. Osobnostní profil kandidáta na funkci operátora je zjišťován psychologickým vyšetřením, přičemž je kladen důraz na schopnosti a na sledování těchto osobnostních rysů, např. odolnost vůči stresu, odolnost vůči únavě, sebeovládání, rozhodnost. Existuje několik přístupů, které by mohly účinným způsobem vylepšit proces výběru kandidátů na funkci operátora. Jsou to:

1. Analýza údajů získaných z psychologického vyšetření vzhledem k pozdější pracovní úspěšnosti/neúspěšnosti operátora. Cílem této analýzy je nalezení nových kritérií, které by v budoucnosti doplnily stávající kritéria pro výběr kandidátů a umožnily tak vyloučit co nejdříve osoby pro toto povolání nevhodné a přesměrovat je již před absolvováním operátorského školení na jinou práci. Za tím účelem pracujeme na databázi I (statická data), na kterou bude aplikována metoda dobývání znalostí z dat. (Data Mining)

2. Doplnění psychologického vyšetření. Měření změn psychosomatických veličin a stanovení míry psychosomatických reakcí na různé typy zatížení během zátěžových testů s vhodně motivovaným operátorem představuje metodu, která by mohla posloužit jako

doplnění stávajícího psychologického profilu. Na katedře v biokybernetické laboratoři byly provedeny již některé experimenty studující využitelnost moderních metod umělé inteligence a fuzzy logiky při klasifikaci introverze/extroverze, sklonu k rizikovému chování a neuroticismu z naměřených psychosomatických dat. Opět se plánuje vytváření databáze II (dynamická data), a dále jejich spojení (databáze III) s opětnou možností dobývání znalostí z dat (Data Mining).

Výše zmíněné přístupy se z teoretického hlediska jeví jako vhodný doplněk stávajících metod výběru kandidátů na funkci operátora, avšak jejich praktická realizace je podmíněna mnoha faktory, které mohou zredukovat jejich použitelnost v praxi. Použití sofistikovaných metod pro analýzu dat vyžaduje vyváženou reprezentaci dat v elektronické podobě, což v případě údajů získaných při psychologickém vyšetření není vůbec snadné. Nejprve je třeba stanovit soubor veličin, na jejichž základě je určován psychologický profil potencionálních kandidátů. Pro jednotlivé veličiny je potřeba stanovit způsob, jak je kvantifikovat. Dále je třeba zvolit vhodný matematický aparát pro práci s neurčitostí, který umožňuje popsat vágně formulovaná pravidla a kritéria. Jako vhodný se z lingvistických důvodů jeví aparát fuzzy logiky, zejména díky možnosti matematicky vyjádřit neurčité kvantifikační pojmy jako např. „málo, mnoho, trochu, více, atd.“. Jako vhodné metody analýzy se jeví některé z metod umělé inteligence, zejména systémy využívající strojové učení.

5. Závěr

Cílem prezentovaného výzkumu byl jednak popis vyvíjeného systému pro odhad stupně únavy a stresu z psychosomatických veličin měřených v reálném čase, a jednak způsob ověření teoretických výsledků v praktických aplikacích na příkladu optimalizace výcviku operátorů. Můj dík patří všem spolupracovníkům, kteří se na výzkumu podíleli a Vzdělávací společnosti EDOST s.r.o., kde se plánuje systém instalovat a provést jeho ověření při výběru a výcviku operátorů.

Literatura

- [1] Eck, V., Janku, L., Sorf, M., Novak, D., Fejtova, M., Roknic, J.: Applications of the Fuzzy Rule System and Neural Net to the Human Operator Stress Level Estimation. In: Proceedings. Zittau: Institut für Prozesstechnik und Messtechnik, Germany, 2001
- [2] Janku, L., Sorf, M., Lhotska, L., Eck, V.: Five Approaches to Computational Personality Classification Problem, In: Kuncheva (Ed.), Proceedings of CIMA 2001, ICSC/NAISO conference, UK, 2001
- [3] Janku, L., Lhotska, L., Eck, V. : Some Aspects of the Simulation of Supervisory Human Operator Behavior in Complex Working Environments, accepted for presentation on EMCSR 2002, Vienna
- [4] Sheridan, T.B.: Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control, The MIT Press, Cambridge, MA, 1992
- [5] Sorf, M., Eck, V., Janku, L., Lhotska, L. Application of Neural Network for Stress Classification. In: The State of the Art in Computational Intelligence. Heidelberg : Physica-verlag, Germany, 2000
- [6] Takahashi, M., Kitamura, M., Yoshikawa, H.: Development of Real-Time Cognitive State Estimator, Institute of Atomic Energy, Kyoto University Press, Japan, 1995
- [7] Takahashi, M., Kubo, O., Yoshikawa, H.: Mutual Adaptive Interface: Basic Concept, Institute of Atomic Energy, Kyoto University Press, Japan, 1993

- [8] Yoshikawa,H., Kitamura,M., Takahashi,M.: Development of Biocybernetic Analysis System (BIOCYS) for MMI - Related Cognitive Factor Analysis, Institute of Atomic Energy, Kyoto University Press, Japan, 1985
- [9] Yoshikawa,H., Takahashi,M., Arai,T.: Concept on Mutual Adaptive Interface and Related Experimental Study, Institute of Atomic Energy, Kyoto University Press, Japan, 1994
- [10] Kubo,O., Takahashi,M., Yoshikawa,H.: Mutual Adaptive Interface: Laboratory Experiments for Human State Estimation, Institute of Atomic Energy, Kyoto University Press, Japan 1993
- [11] Mühle, E.: Popis chování operátora v regulační smyčce, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1978
- [12] Tillmann, P.: Ovladače pro testování lidského operátora, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1980
- [13] Kulhavý, R.: Identifikace a klasifikace operátorů, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1981
- [14] Černá, E.: Klasifikace operátorů, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1981
- [15] Mulak, J.: Systém člověk-stroj, diplomová práce, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1982
- [16] Kamburov, K.: Dynamický model rovnovážného systému člověk-robot, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1982
- [17] Broftová, J.: Identifikace dynamických vlastností systému operátorem s využitím metody škálování, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1984
- [18] Zavadil, P.: Počítačové řešení biotestů, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1997
- [19] Roknič, J.: Určování stavů operátora, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1997
- [20] Drozen, P.: Kardiovaskulární systém - monitorování vybraných parametrů, diplomová práce, katedra řídicí techniky FEL, ČVUT v Praze, 1997
- [21] Spilka, O.: Biologická zpětná vazba, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 1998
- [22] Adamec, M.: Vyhodnocování a modelování stresu, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 1999
- [23] Brejcha, R.: Pohyby očí a stres, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2000
- [24] Kvapil, T.: Měření a vyhodnocování mozkové aktivity, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2000
- [25] Fiala, J.: Klasifikace psychické a fyzické zátěže, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2000
- [26] Ťopek, M.: Krevní tlak a stres, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2000
- [27] Křemen, V.: Systém pro měření fyziologických parametrů, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2002
- [28] Michněvič, P.: Vázané říditelné biologické pseudooscilátory, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2003

- [29] Čerych, D.: Měření a vyhodnocování hemodynamiky člověka, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2003
- [30] Rádl, O.: Akustické projevy mozku, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2003
- [31] Lát, O.: Modelování závislostí psychosomatických veličin operátora na zátěžových testech, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2003
- [32] Zahradníková, J.: Testování účinnosti psychowalkmanu, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2004
- [33] Brada, J.: Počítačově podporovaný akustický biofeedback, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2004
- [34] Slavíček, T.: Grafické znázornění psychosomatických veličin, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2004
- [35] Slánský, L. : Estimátory psychických stavů, diplomová práce, katedra kybernetiky FEL, ČVUT v Praze, 2004

Vliv motivace na spolehlivost lidského faktoru

Ing. Petr Kolář

České vysoké učené technické v Praze, Fakulta strojní,
Ústav přístrojové a řídicí techniky

Abstrakt: Ve všech etapách životního cyklu produktu (ať už se jedná o software, či hardware) a v procesech zúčastněných organizací se objevuje člověk jako základní činitel ovlivňující jakost. Lidský faktor (HF) je tedy nutné zahrnout do všech úvah o zlepšování či zabezpečování jakosti. Tento příspěvek se věnuje jednomu ze způsobů, jak ovlivňovat významné vlastnosti lidského faktoru - motivaci.

1. Úvod

Při úlohách hodnocení HF lze vycházet z mnoha metod, které mimo jiné podchycují kvalitativně i kvantitativně spolehlivost HF – např. zdroje lidského selhání, průběh tohoto selhání, důsledky selhání, chování v procesu opravy apod. Zabezpečení a zlepšování spolehlivosti HF je zajišťováno např. určením nezbytné odborné způsobilosti pro pracovníky, poskytováním potřebného výcviku, definováním přesných procedur pro procesní zásahy HF. Dalším důležitým prvkem při sledování a ovlivňování HF je úroveň stresu pracovníka, kterou lze efektivně snižovat a při zjištění korelace stresu na jednotlivé podněty i zahrnout do pravděpodobnostního modelu hodnocení HF.

V celém průběhu pracovního procesu lze ale využít i velice významný prvek při práci s HF, jehož vliv na spolehlivost je neoddiskutovatelný – je jím motivace.

Běžnou součástí pracovních týmů se stává tzv. teamleader – osoba, která nemá v kompetenci žádné výkonné pravomoci, její hlavní činností je motivace pracovního týmu, snaha o co největší kompaktnost pracovních skupin.

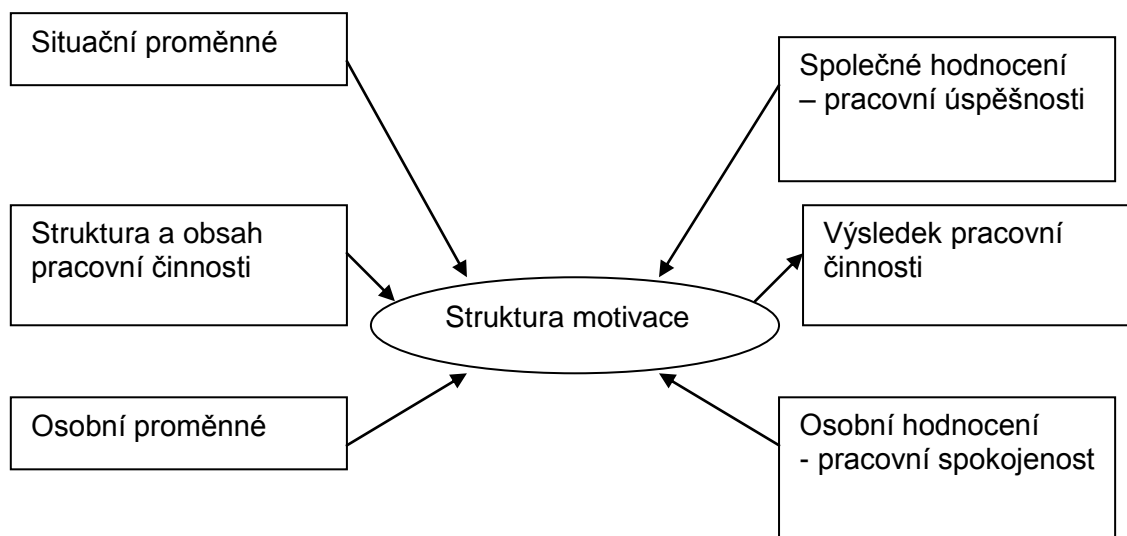
Tento příspěvek popisuje členění motivace a příklady praktických důsledků.

2. Motivace pracovního chování

Základním prvkem v ovládní člověka je motivace [5, 6]. Motivací lze ovlivňovat některé významné vlastnosti spolehlivosti lidského faktoru. Na následujících stránkách je demonstrováno, že pokud je motivace lidí podceňována a není odlišována jako specifický cílený podnět, může být obtížně kvantitativně hodnotit spolehlivost člověka. Výsledná činnost je totiž velice korelována se všemi podněty – čím více podnětů bereme při analýze člověka v potaz a čím přesněji je dokážeme kvantifikovat, tím spolehlivější jsou odhady a pravděpodobnostní modely vyjadřující činnost člověka jako matematický model; navíc lze použít i adaptivní vazby struktury tohoto modelu a následně je využít k automatickému nastavování a integraci do expertních systémů začleněných do širších neuronových sítí.

Motivace:

- soubor činitelů – vnitřní hnací síly činnosti člověka, které usměřňují lidské jednání a prožívání,
- proces aktivace člověka k určitému programu činnosti.



Obr. 1 - Schématické znázornění motivace pracovního jednání

Motiv:

- specifické vnitřní podmínky, které vzbuzují a udržují aktivitu člověka a orientují ji směrem k určitému cíli,
- motivem se mohou stát potřeby, city, zájmy, pudy, ideály, hodnoty, přání.

Motivační vlastnosti:

- trvalé charakteristiky osobnosti člověka, které podmiňují nebo přímo určují, jak často, jak silně a jakým způsobem se bude v prožívání a jednání lidí uplatňovat motiv-

Pracovní motivace:

- aspekt motivace lidského chování, který je spojen s výkonem pracovní činnosti, se zastáváním určité pracovní pozice, s plněním pracovních úkolů.

Existují dvě skupiny motivů k práci:

1) Intrinsická motivace – motivy, které souvisejí s prací samotnou

- motivы práce:
- potřeba činnosti vůbec,
 - potřeba kontaktu s druhými lidmi,
 - potřeba výkonu,
 - touha po moci,
 - potřeba smyslu života.

2) Extrinsická motivace – motivy, které leží mimo vlastní práci

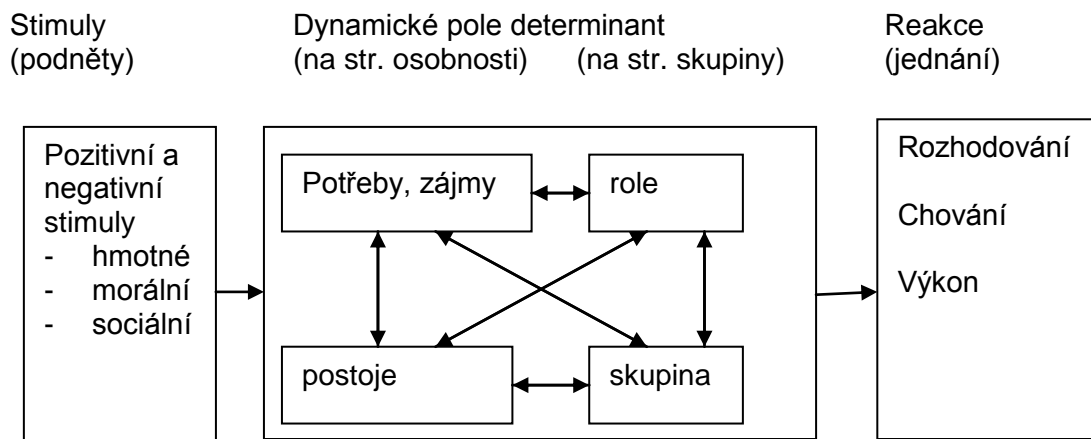
- motivы práce:
- motiv peněz,
 - potřeba jistoty,
 - potvrzení vlastní důležitosti,
 - motiv sociálních kontaktů,
 - sexualita.

Motivační profil člověka představuje relativně trvalou nebo dlouhodobou orientaci, motivační preferenci jako součást celkového profilu osobnosti. Je podmíněn zkušeností člověka.

Stimulace práce

- podstatou je záměrné ovlivňování motivace pracovníků,
- podněcování přiměřeného přístupu pracovníků k vykonávání požadované činnosti a utváření vlastností dobrého pracovníka.

Motivační mechanismus



Obr. 2 – Motivační mechanismus

Stimulující význam v rámci pracovní skupiny mohou mít:

- peněžní odměna,
- neformálně prováděné hodnocení činnosti,
- společenské hodnocení práce (prestiž),
- hodnocení jedince v pracovní skupině,
- porovnání výsledků vlastní pracovní činnosti s průběhem a výsledky činnosti druhých pracovníků,
- postup vedoucího pracovníka,
- samotné provádění pracovní činnosti,
- osobnost a jednání vedoucího pracovníka.

Motivační program:

- soubor skutečností které stimulují členy podnikového kolektivu v souladu s výrobními a dalšími úkoly a se společenským posláním podniku,
- zahrnuje okolnosti a způsoby uplatňování stimulačních prostředků,
- konkretizuje soubor práv a povinností pracovníků se zdůrazněním vazby na plnění plánovaných úkolů.

Motivační program podniku usiluje o cílevědomé a komplexní působení na kolektiv pracovníků. Musí zahrnovat všechny skutečnosti podnikového dění:

- vymezení ekonomického a společenského postavení podniku,
- zařazení, uplatnění a perspektiva pracovníků v podniku,
- zajištění podmínek pro optimální využití pracovníků,
- zajišťování připravenosti pracovníků podniku na změny,

- vymezení zdravotní, sociální a kulturní péče podniku o pracovníky,
- vymezení vztahů mezi pracovníky, pracovními skupinami a podnikem.

3. Jaké jsou pohledy na praktické použití motivace?

3.1 Pracovní způsobilost

„Jakost začíná v hlavě, tedy při motivaci každého pracovníka. Platí to i pro posledního muže u stroje, který se musí ztotožnit s touto filosofií“ [3]. To plně to potvrzuje tezi o prioritě myšlenek, nápadů, invence, inovací, zlepšovatelství (např. japonský KAIZEN). Domnívám se, že se lze plně ztotožnit s myšlenkou novátora W.E. Deminga, že „85% vad výrobků má na svědomí management a ne dělník“. Dle Warehama je pro pracovní způsobilost rozhodující těchto 5 ukazatelů:

- a) cíle člověka odpovídající jeho práci,
- b) efektivní pracovní návyky,
- c) inteligence a zdravý rozum,
- d) dobré komunikační schopnosti a
- e) zralost a emoční vyrovnanost.

Motivační systémy svou celkovou orientací na lidskou aktivitu zásadně ovlivňují vnitřní výkonnost celkového systému řízení. Motivační systémy směřují k vytváření vnitřních pohnutek ve vědomí lidí s cílem dosáhnout jejich požadovaného chování v institucích.

3.2 Poznatky z praxe

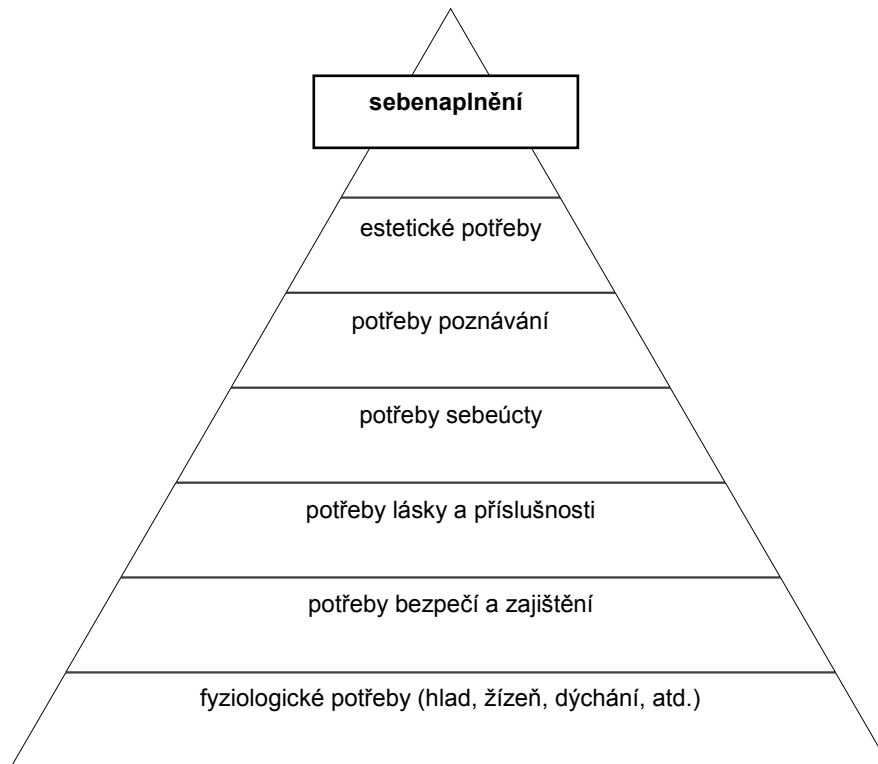
Lee Iacocca (proslulý šéf automobilky Chrysler, který ji vytáhl z kdysi největší známé průmyslové ztráty) formuloval osmero rad, jak řídit lidské zdroje [2]:

1. Pracujte s těmi nejlepšími.
2. Vyložte své priority a své podřízené okamžitě informujte.
3. Vyjadřujte se srozumitelně a stručně. Bez prázdných frází.
4. Když jde do tuhého, je to liniová organizace, jež vydělává peníze, z funkčních štábů nevypadne ani halíř.
5. Vytyčte mantinely, ve kterých se mohou linioví vedoucí vcelku volně pohybovat, ale které nesmějí bez vyššího souhlasu překročit.
6. Obklopte se nekonformními lidmi. Snažte se mít kolem sebe chytré lidi, kteří dokáží o věci polemizovat, nepřístupují k řešení problémů vyšlapanými cestičkami a nepadnou na zadek před otřelou logikou, že "tak se to přece dělá odedávna".
7. Neztrácejte hlavu pro výhledové a dobré výděvky. Výhled potřebujete mít v hlavě, už ne tolik na papíře.
8. Nezapomínejte na klasické metody. Ne všechno, co se tváří jako nové, vám hned pomůže. Starou osvědčenou metodou je sehraný tým, který rychle podává a útočí na bránu.

3.3 Maslowova teorie motivace

Jeden z nejvlivnějších psychologů z oblasti motivace, A.H. Maslow, vytvořil její popisný model [1]. Model má podobu hierarchie, ve které se postupuje od základních potřeb k rozumovým směrem nahoru. Z Maslowova modelu vyplývá, že osobní potřeby, umístěné níže v hierarchii (potřeby fyziologické s potřebami bezpečí a zajištěnosti), jsou největší

měrou vrozené, zatímco společenské, rozumové a další vyšší potřeby obsahují vrozené činitele stále více propojení s naučenými odezvami. Ve světle našeho současného poznání není jasné, jak tento pochod projevování probíhá, ale Maslow nevyklučuje faktor vrozenosti i u touhy po sebeúctě a sebeuskutečnění, i když tyto kvality nejsou bezprostředně nutné k přežití.



Obr. 3 - Popisný model Maslowovy teorie motivace

3.4 Moderní technologie řízení

Významný krok ve studiu lidského faktoru učinil ve 20. letech profesor Harvardské university Elton Mayo (1880-1949), jeden ze zakladatelů školy lidských vztahů (human relations) [6]. Ze získaných poznatků vyvozoval E. Mayo závěr, že na pracovní výkon dělníka mají psychologické činitele podstatný vliv. Podstata Mayovy koncepce lidských vztahů se v současné době shrnuje obvykle do tří tezí:

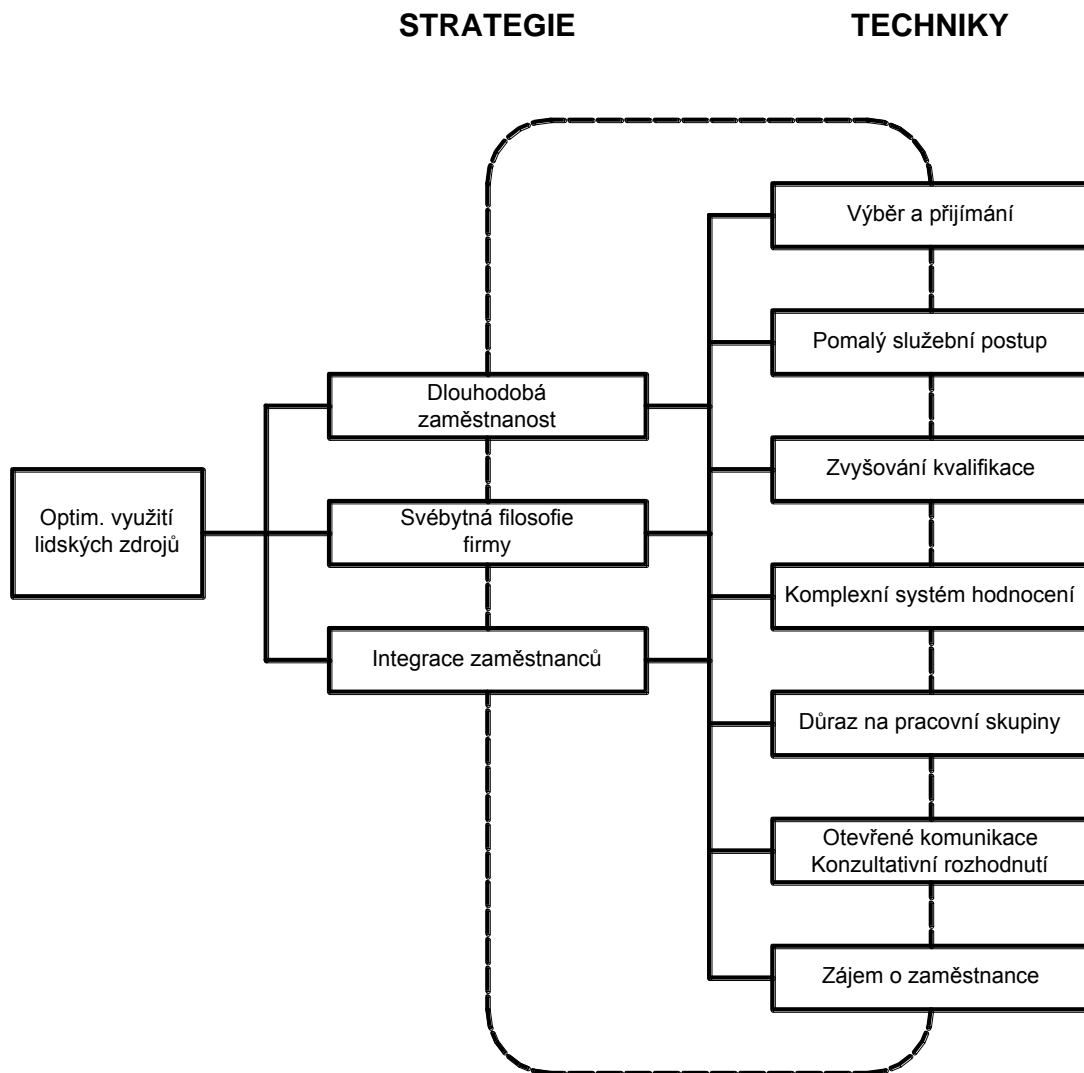
- člověk je sociálním živočichem,
- tvrdá hierarchie podřízenosti je cizí podstatě člověka,
- řešení problému člověka ve výrobě je věcí podnikatelů.

3.5 Japonské systémy řízení

Motivační systémy svou celkovou orientací na lidskou aktivitu zásadně ovlivňují vnitřní výkonnost celkového systému řízení [4]. Motivační systémy v řízení definujeme jako systémy, které směřují k vytváření motivů, tj. vnitřních pohnutek ve vědomí lidí s cílem dosáhnout jejich požadovaného chování v institucích.

V japonských motivačních systémech se nejvýraznějším způsobem projevují zvláštnosti japonského stylu řízení. Obsahují různé specifické komponenty, které ve svém celku

představují velmi spletitou síť neobvyklých vazeb a chování. Středem všeobecného neutuchajícího studijního zájmu jsou právě tyto systémy, protože je jim připisován největší podíl na dosahování vysoké produktivity japonské výroby. Pochopit je, znamená pochopit i japonské odlišnosti rozhodovacích, plánovacích, organizačních a kontrolních systémů.



Obr. 4 - Deskripce základních charakteristik japonských motivačních systémů

4. Závěr

Cílem příspěvku bylo demonstrovat motivaci jako nedílnou součást procesů zabezpečování a zlepšování HF jako celku s důrazem na oblasti bezpečnosti a spolehlivosti. Bylo vysvětleno, jak motivace ovlivňuje únavu, stres, sociální citění a tudíž i celkový výkon lidského faktoru.

Seznam literatury

- [1] DOBROVSKÁ, D.: *Psychologie pro techniky*. Praha : ČVUT 2000. 120 s. PLU 2444.
- [2] IACOCCA, L.: *Lee Iacocca to říká na rovinu*. Praha : Management Press, 1994. 215 s.

- [3] Kolektiv: *Soudobé trendy v řízení jakosti XI*. In. Sborník přednášek ze semináře. Zlenice, Praha : ISQ PRAHA prosinec 2003, 144 s.
- [4] MARHULOVÁ, D.: *Japonské systémy řízení*. Praha : Institut řízení 1991. 278 s. ISBN 80-7014-033-X.
- [5] ŠIMANOVSKÝ, Z. - RAIN, T.: *Průvodce kurzem didaktiky, rétoriky a psychologie*. Praha : Autocont 2001. 52 s.
- [6] TER-MANUELIANC, A.: *Moderní technologie řízení*. Praha : Institut řízení 1990. 162 s. ISBN 80-7014-022-4, ISBN 80-7014-015-1.