

MIROLJUB GROZDANOVIĆ

**ERGONOMSKO PROJEKTOVANJE
CENTARA ZA KONTROLU
I UPRAVLJANJE
AUTOMATIZOVANIM SISTEMIMA**

**BIBLIOTEKA
SCIENCIA**

**IZDAVAČKA JEDINICA
UNIVERZITETA U NIŠU**

Biblioteka: SCIENCIA

Dr Miroljub Grozdanović, vanredni profesor Fakulteta zaštite na radu

**ERGONOMSKO PROJEKTOVANJE CENTARA ZA KONTROLU
I UPRAVLJANJE AUTOMATIZOVANIM SISTEMIMA**

MONOGRAFIJA

Prvo izdanje, 2003

Recenzenti: *Dr Ivan Štajnberger, red. prof. Filozofskog fakulteta u Beogradu*
Dr Miomir Stanković, red. prof. Fakulteta zaštite na radu u Nišu

Glavni i odgovorni urednik: *Prof. dr. Nenad Radojković*

Likovno-tehnički urednik: *Dipl. ing. arh. Gradimirka Stojiljković-Jovanović*

Tehnička priprema: *Jelana Bubalo, dipl. ing. elektronike*

Izdavač: *Izdavačka jedinica Univerziteta u Nišu*

Za izdavača: *Prof. dr. Zoran Milenković, rektor Univerziteta*

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta Zaštite na radu u Nišu, broj 03-468/8.
od 25.09.2002. godine, rukopis je preporučen za štampu kao monografija.

Tiraž 100 primeraka

Štampa: "SVEN" Niš

ISBN 86-7181-064-X

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна билиотека Србије, Београд

331.101.1:681.5

331.103:007.51

ГРОЗДАНОВИЋ, Мирољуб

Ergonomsko projektovanje centara za
kontrolu i upravljanje automatizovanim
sistemima : monografija / Miroljub
Grozdanović. - Niš : Izdavačka jedinica
Univerziteta, 2003 (Niš : Sven). [XII],
263 str. : ilustr. ; 24 cm. (Biblioteka
Sciencia)

Tiraž 100.

ISBN 86-7181-064-X

a) Системи аутоматског управљања -
Ергономски аспект б) Оператери система
даљинског управљања - Радна средина
COBISS.SR-ID 107953420

SADRŽAJ

<i>Predgovor</i>	1
1. UVOD	4
2. AUTOMATIZACIJA I LJUDSKI FAKTOR	12
2.1. Razvoj sistema čovek-mašina za kontrolu i upravljanje automatizovanim sistemima	20
2.2. Bibliografska analiza o istraživanjima ljudskih faktora u kontroli i upravljanju automatizovanim sistemima	29
2.2.1. Problematika područja istraživanja	29
2.2.2. Problemska područja istraživanja kod nas	35
2.2.3. Kritički osvrt na dosadašnja rešavanja ove problematike	37
2.3. Analiza ergonomske istraživanja o centrima za kontrolu i upravljanje automatizovanim sistemima	40
2.3.1. Istraživački radovi u svetu	45
2.3.2. Istraživački radovi kod nas	47
2.4. Standardizacija ergonomske projektovanja centara kontrole i upravljanja ..	50
3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA SISTEMA "OPERATOR-CENTAR KONTROLE I UPRAVLJANJA-RADNA SREDINA" ..	59
3.1. Metodologija istraživanja biokibernetičkog sistema "čovek-operator"	62
3.1.1. Antropometrijske metode istraživanja	62
3.1.2. Biomehaničko-kineziološke metode istraživanja	66
3.1.3. Informacione metode istraživanja	69
3.1.3.1. Informacioni kanali	72
3.1.3.2. Propusne sposobnosti operatora	75
3.1.3.3. Greške operatora	78
3.1.3.3.1. Istraživanje pogrešnih reakcija operatora	

pri obradi informacionih signala	80
3.1.4. Istraživanje uzroka i posledica stresnih situacija	83
3.1.5. Istraživanje radne aktivnosti operatora	85
3.1.5.1. Istraživanje zamora operatora	87
3.1.6. Formiranje mentalnih modela aktivnosti operatora	89
3.1.7. Obuka operatora EES	92
3.2. Metodologija istraživanja informaciono-upravljačkog sistema	
"centar kontrole i upravljanja"	99
3.2.1. Ergotehnička istraživanja prikaznih ploča	101
3.2.1.1. Kodiranje vizuelnih informacija	102
3.2.1.1.1. Alfnumerički znaci	103
3.2.1.1.2. Oblici vizuelnih znakova	104
3.2.1.2. Osvetljenost, sjajnost i kontrast	105
3.2.1.3. Istraživanje ugaonih dimenzija vizuelnih znakova	107
3.2.1.4. Istraživanje vidnog polja operatora	108
3.2.2. Ergotehnička istraživanja grafičkih ekrana	111
3.2.2.1. Dimenzije ekrana	113
3.2.2.2. Dimenzije simbola na ekranu	115
3.2.2.3. Osvetljenost ekrana	116
3.2.2.4. Sjajnost ekrana	117
3.2.2.5. Kontrast između osnove ekrana i simbola	118
3.2.2.6. Refleksije ekrana	119
3.2.2.7. Brzina osvežavanja ekrana	121
3.2.2.8. Boje na ekranu	122
3.2.2.9. Elektromagnetska zračenja ekrana	124
3.2.2.10. Tastatura grafičkih ekrana	128
3.2.3. Ergotehnička istraživanja komandnih pultova	130
3.2.4. Istraživanja karakterističnih dimenzija sedišta	134
3.2.5. Kvantifikacija kompatibilnosti čoveka i sistema	135
3.3. Metodologija istraživanja pratećeg sistema "radna sredina"	137
3.3.1. Ergotehnička organizacija radnog prostora	137
3.3.2. Istraživanje osvetljenosti	140
3.3.3. Istraživanje buke	142
3.3.4. Istraživanje mikrokline	144
4. ANALIZA REZULTATA	151
4.1. Analiza biokibernetskog sistema "čovek-operator"	152
4.1.1. Analiza antropometrijskih karakteristika operatora	152
4.1.2. Analiza pokreta tela i ekstremiteta operatora	156
4.1.3. Izračunavanje količina informacija	160
4.1.3.1. Verovatnoće karakterističnih grešaka operatora	
u izboru smera pokreta i izboru ruke	161

4.1.4. Operatori i stres	163
4.1.5. Analiza radne aktivnosti operatora	165
4.1.5.1. Analiza simptoma zamora operatora	167
4.2. Analiza informaciono-upravljačkog sistema "centar kontrole i upravljanja"	174
4.2.1 Ergotehnička analiza prikaznih ploča	177
4.2.1.1. Analiza indikacionih elemenata na prikaznim pločama	178
4.2.1.2. Analiza dimenzija prikaznih ploča u zavisnosti od vidnog polja operatora	180
4.2.2. Ergotehnička analiza video terminala	184
4.2.2.1. Ergotehnička analiza kontrolnih uređaja za komunikaciju sa video terminalima	190
4.2.2.2. Komparativna ergotehnička analiza prikaznih ploča i video terminala	193
4.2.3. Ergotehnička analiza komandnih pultova	195
4.2.3.1. Analiza tastera komandnog pulta	198
4.2.4. Ergotehnička analiza sedišta	201
4.2.5. Analiza havarijskih situacija, zastarelosti i grešaka centara kontrole i upravljanja	203
4.2.5.1. Analiza raspada elektroenergetskih sistema	205
4.2.5.2. Analiza grešaka uređaja u centrima kontrole i upravljanja	207
4.2.5.3. Analiza havarije postrojenja BHOPAL	208
4.3. Analiza pratećeg sistema "radna sredina"	211
4.3.1. Analiza osvetljenosti u centrima kontrole i upravljanja	213
4.3.2. Analiza buke u centrima kontrole i upravljanja	217
4.3.3. Analiza mikroklimе u centrima kontrole i upravljanja	219
5. SINTEZA REZULTATA	222
5.1. Ergonomska ocena determinirajućih faktora jedinstvenog sistema "operator - centar kontrole i upravljanja - radna sredina"	223
5.2. Redizajniranje centara za kontrolu i upravljanje	226
5.3. Predlog modela upravljanja i kontrole rezultata ergonomskih istraživanja sistema "operator - centar kontrole i upravljanja - radna sredina" u skladu sa ergonomskim standardima i preporukama	234
6. ZAKLJUČCI	238
PRILOZI	
Prilog 1: Bibliografija radova	241
Prilog 2: Ergonomsko-antropometrijska lista	248
Prilog 3: Antropometrijski i antropotehnički parametri operatora	249
Prilog 4: Standardi o video terminalima	252
Prilog 5: Koeficijenti korelacije	254

Prilog 6: Upitnik o uslovima rada i zamora čoveka-operatora u radu sa prikaznim pločama i grafičkim ekranima	255
Prilog 7: Operativna stanja elektroenergetskog sistema	259
Prilog 8: Prikazne ploče centara kontrole i upravljanja	260
Prilog 9: Kontrolni uređaji proizvedeni specijalno za komunikaciju sa kompjuterima	261
Prilog 10: Klasifikacija spontanih prelazaka iz režima u režim (EES)	262
Prilog 11: Analiza elektroenergetskih centara kontrole i upravljanja	263