

UDK 331.04/05

Nova metoda določanja ergonomskih obremenitev pri delu v strojni industriji

A New Method for the Calculation of Ergonomic Loads at Work in Engineering Industry

ANDREJ POLAJNAR – VEKOSLAV VERHOVNIK

0. UVOD

Delitev dela v proizvodnjem procesu je privедla do tega, da mora človek pri delu stalno ponavljati predpisani preprost delovni proces, kar obremenjenost delavca povečuje in s tem zmanjšuje učinkovitost. Zato moramo v takih primerih določati dopustno obremenitev in obremenjenost, v odvisnosti od pogostosti in časa trajanja. Pri tehničnem razvoju izdelkov prihaja vedno znova do sprememb sestave izdelkov kakor tudi do čedalje večje mehanizacije in avtomatizacije postopkov. Ergonomija mora ugotoviti, katerim obremenitvam je izpostavljen človek v teh spremenljivih okoliščinah in kako bi lahko najbolje izrabili njegove posebne zmožnosti.

Članek predstavlja poseben metodološki prijem študija obremenitev in obremenjenosti pri delu v strojni industriji z namenom, da bi uredili prevelike obremenitve v obliki dodatnega časa, ki z ergonomskim koeficientom K_{er} podaljša izdelovalni čas in s tem zagotovi dopustno obremenjenost delavca.

Kakor prikazuje slika 1 je metodološki potek ugotavljanja ergonomskih obremenitev in obremenjenosti sestavljen iz treh korakov:

- V 1. koraku izvedemo analizo MTO (metoda trenutnih opažanj) z namenom, da bi ugotovili zastopanost elementov dela, časa izpostavljenosti, kateri je izpostavljen posamezen element dela in ugotavljanje dopolnilnega koeficiente K_d ; Izvedena OADM (ocenjevalna analiza delovnega mesta) pa da potrebe za izvedbo MADM (merska analiza delovnega mesta).

- V 2. koraku izvedemo potrebne merske analize delovnega mesta.

- V 3. koraku sledi stopnjevanje in vrednotenje obremenitev in obremenjenosti, dobljenih v drugem koraku. Izračun ergonomskega koeficiente K_{er} in njegova vgradnja v izračun norme t_1 .

1. UPORABLJENE METODE

1.1 Metoda trenutnih opažanj

MTO je statistična metoda vzorčnega ugotavljanja vnaprej izbranih stanj, pri katerih je lahko obravnavana oseba ali predmet posamič ali v skupini, s posnetki ob naključnih trenutkih. Na podlagi tega določamo pričakovani delež določenega stanja v časovni celoti s predpisano natančnostjo in verjetnostjo [1].

0. INTRODUCTION

Division of labour in the production process has led to the appearance of highly repetitive short-cycle operations, which increase the workload of the operator and decrease operating efficiency. In such cases, permitted level of stress and strain ought to be set, depending on the frequency and duration of operations. The technical development of products has also led to changes in product composition, and to increased mechanization and automation of processes. Ergonomics is assumed to determine the workload of the operator in these changing conditions and to establish how to make best use of the operator's potentials.

The article presents a special methodological approach to the study of stress and strain in the engineering industry. The aim is to reduce excessive workload by allowing extra time for the operation. The ergonomic coefficient K_{er} was calculated, which increases the production time and so ensures that the workload of the operator is not exceeded.

In figure 1 the methodology for establishing the ergonomic stress and strain is presented. It consists of three steps:

- In the 1st step, activity sampling is performed, the aim of which is to establish the percentage of different elements of work in a work cycle (the time of exposure of each element of work), and the extra coefficient K_d . The job analysis and evaluation which are derived from the activity sampling, serve as a basis for the measurement of workplace conditions.

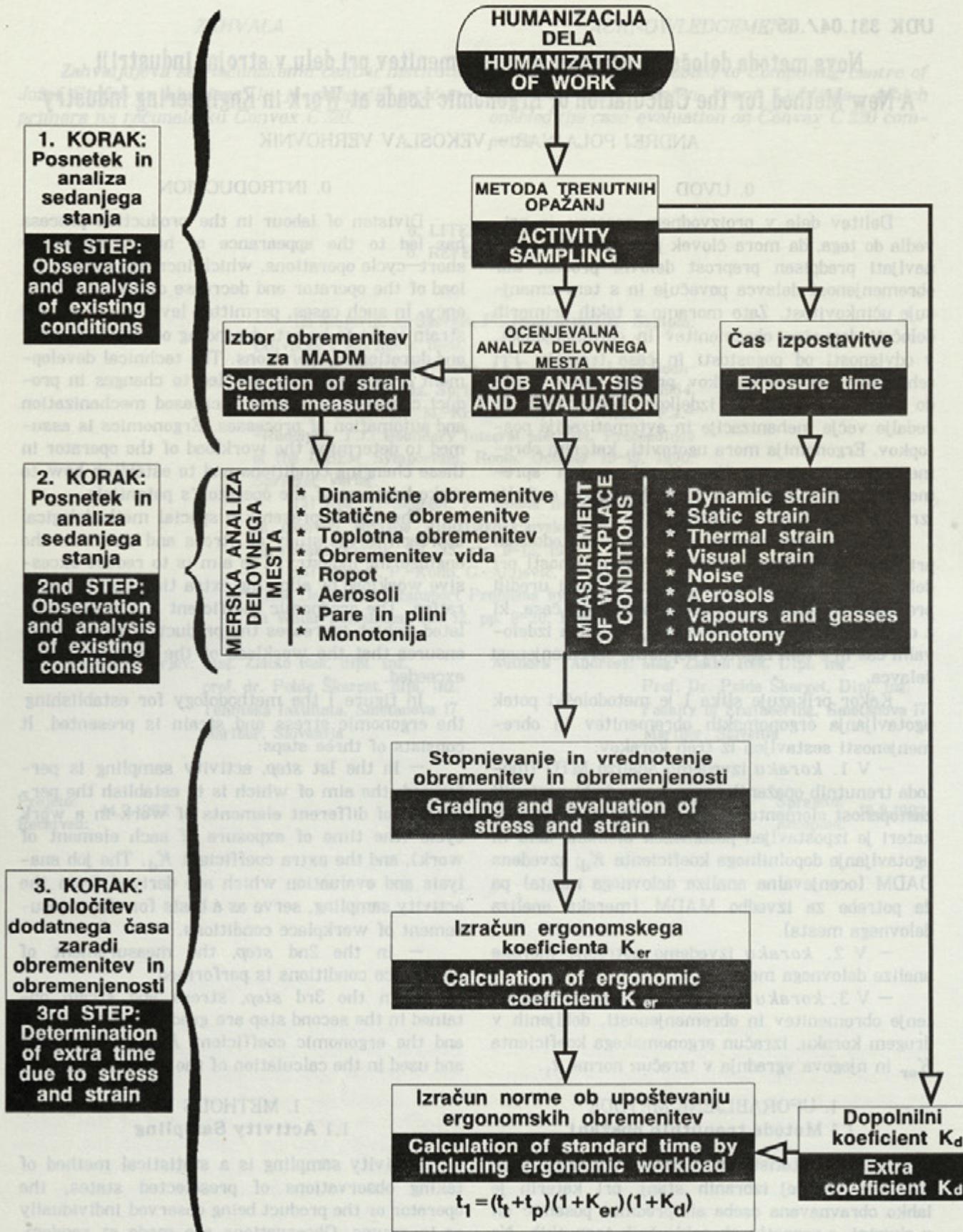
- In the 2nd step, the measurement of workplace conditions is performed.

- In the 3rd step, stress and strain obtained in the second step are graded and evaluated, and the ergonomic coefficient K_{er} is calculated and used in the calculation of the standard time t_1 .

1. METHODS

1.1 Activity Sampling

Activity sampling is a statistical method of taking observations of preselected states, the operator or the product being observed individually or in groups. Observations are made at random. This is the basis for establishing the predicted proportion of the state in the unit of time with the required degree of accuracy and reliability [1].



SI. 1. Potez ugotavljanja ergonomskih obremenitev in obremenjenosti pri delu.

Fig. 1. Methodology of establishing ergonomic stress and strain at work.

1.2 Ocenjevalna analiza delovnega mesta

OADM je prva stopnja analize delovnega mesta, ko delovne karakteristike ocenimo na podlagi pogоворов in opazovanj. Metoda celovito obravnava delovne sisteme, naloge in zahteve, zdravstveno ogroženost in potrebo po ergonomskih ukrepah. Karakteristike ocenjujemo z različnimi ključi na večstopenjskih lestvicah. Kljub njihovi strukturiranosti in definicijam, s čimer se povečuje njihova objektivnost, veljavnost in zanesljivost, ostaja metoda subjektivna [2].

1.3 Merska analiza delovnega mesta

MADM je druga stopnja analize delovnega mesta in praviloma sledi OADM. Za to analizo uporabljamo različne merske instrumente v reprezentativnem okolju, v reprezentativnem času in v ustreznji populaciji [3].

1.3.1 Fizične obremenitve

Fizične obremenitve razdelimo v *dinamične* in *statične*. Z MTO in analizo različnih leg pri delu po Spitzer-Hettingerjevih preglednicah izračunamo obremenitve različnih del. Pri analizi leg pri delu uporabimo modificirano metodo Owasa (OVACO Working Postures Analysing System).

1.3.2 Toplotna obremenitev

Izmerimo štiri klimatske veličine (temperatujo, vlago, gibanje zraka, topotno sevanje) ter določimo dve neklimatski veličini (metabolizem in topotno upornost delovne obleke). Izračunamo indeks topotnega udobja PMV (Predicted Mean Vote) in PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). PMV primerjamo s subjektivno oceno klimatskega udobja.

1.3.3 Obremenitev vida

Raziskujemo ostrino vida, svetlobni kontrast in smer pogleda. Kot potrebno ostrino vida določimo dvojno ostrino vida, s katero je mogoče videti najmanjšo delovno nadrobnost »P« v delovni razdalji »D«.

1.3.4 Ropot

Začasni pomik praga slišnosti (Temporary Threshold Shift TTS) po osemurnem izpostavljanju ropot ugotavljamo tako, da audiometriramo pred začetkom dela (izmene) in takoj po njem (koniec izmene). Izgubo sluha izračunamo po Fowlerju.

1.2 Job Analysis and Evaluation

This is the first stage in workplace assessment, by which work characteristics are evaluated on the basis of interviews and observations. The method is an integral study of a work system, tasks, requirements, health requirements, and necessary ergonomic improvements to be made. Different keys are used to evaluate characteristics, graded in multiple steps. In spite of making extensive use of definitions and being highly structured, which adds to objectivity, validity and reliability, the method remains subjective [2].

1.3 Measurement of Workplace Conditions

This is the second step in workplace assessment and is, as a rule, a continuation of the job evaluation. Various measuring instruments were used and applied in the representative environment, in the representative time, and on the corresponding population [3].

1.3.1 Physical Strain

Physical strain can be dynamic or static. On the basis of activity sampling and the analysis of postures at work, and by the use of Spitzer—Hettinger tables, the physical strain for different job—tasks was calculated. The modified method according to Owas was used (OVACO Working Postures Analysing System) to analyse postures at work.

1.3.2 Thermal Strain

Four atmosphere conditions (temperature, moisture, air movements, and heat radiation) were measured, and the metabolism and heat resistance of protective working clothes were determined. The indexes of thermal discomfort, PMV (Predicted Mean Vote) and PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) are calculated. The predicted mean value is compared to the subjective assessment of the atmosphere discomfort.

1.3.3 Visual Strain

The sharpness of vision, the light contrast and the angle of inclination of the gaze were investigated. Double sharpness from that needed to see the smallest working detail »P« in the working distance »D« was taken as the required sharpness of vision.

1.3.4 Noise

Temporary threshold shift (TTS) after an eight hour exposure to noise was determined by making audiometric recordings before the start of the shift and immediately after its termination. Hearing disturbances were calculated due to Fowler.

1.3.5 Aerosoli, pare in plini

Obremenitve prikazujemo kot utežena dnevna izpostavljanja in jih primerjamo z MDK (maksimalno dovoljena koncentracija).

1.3.6 Monotonija

Za oceno monotonije uporabimo rezultate OADM.

1.4 Določitev dodatnega časa zaradi obremenitev in obremenjenosti

1.4.1 Stopnjevanje in vrednotenje obremenitev in obremenjenosti

Uporabili smo metodo, ki daje merila in stopnje za raziskavo in oceno obremenitev na delovnem mestu. To so fizične obremenitve (dinamične in statične), toplotne obremenitve, obremenitve vida, obremenitve zaradi ropota, stika z aerosoli, plini in parami ter zaradi monotonije. Merijo se kot ekološki in fiziološki indeksi, indeksi tveganja in udobja [3].

1.4.2 Metoda izračuna K_{er} in uporaba pri vnaprejšnjem določanju časov

Obremenitve in obremenjenosti zavzemajo pomembno mesto med vplivi, ki zmanjšujejo učinek delavčevega dela. Zato jih moramo napovedati v normi, da bi izravnali manjši učinek delavčevega dela, ki nastane zaradi telesnega in duševnega napora v delovnem dnevu. Utrujen delavec porabi več energije, da bi obdržal pravilen ritem dela. Ker ne želimo delavca prisiliti, da bi se naprezal in prekomerno utrujal do svojega daljšega odmora, mu moramo z več postanki in premori med delom omogočiti, da z običajnim prizadevanjem opravi delovno nalogu. Potrebno korekcijo izdelavnega časa dodamo v obliki ergonomskega koeficiente K_{er} [4].

Ergonomski koeficient izračunamo:

$$K_{er} = \frac{\text{št. točk obremenitev}}{\text{maks. št. točk obremenitev}} \times 0,3423^*$$

(number of load points)
(maximum number of load points)

1.3.5 Aerosols, Vapours and Gases

Discomfort due to aerosols, vapor and gases is shown as a ratio between the weighted daily exposition and the maximum permissible concentration (TLV - Threshold Limit Values).

1.3.6 Monotony

The results of the job analysis and evaluation were used to assess monotony.

1.4 Determination of Extra Production Time due to Stress and Strain

1.4.1 Grading and Evaluating Stress and Strain

A method which provides criteria and grading for investigating and evaluating stress and strain at the workplace was used. Physical strain (dynamic and static), thermal strain, visual strain, discomfort due to noise, aerosols, gases, vapours and monotony were evaluated. They were measured as ecological, physiological, hazard and discomfort indexes [3].

1.4.2 Calculation of K_{er} and its Use in the Prediction and Determination of Time

Stress and strain play an important role among the factors that reduce work performance efficiency. They must therefore be included in standards to compensate for the operator's decreased efficiency due to physical and psychic overload. A tired operator uses more energy to maintain the correct rhythm of work. Since we do not want the operator to overexert and to be excessively tired before his main break, we have to give him the possibility of several short breaks during the work to accomplish his task at normal effort. The necessary correction of the production time is made by the ergonomic coefficient K_{er} [4].

The ergonomic coefficient is calculated by:

*Konstanta, ki uravnoveži izračun dodatnih koeficientov napora K_n in K_o s K_{er} , kjer sta K_n – količnik napora [5] in K_o – količnik okolja [5].

*The constant that compensates for extra coefficients K_n and K_o with K_{er} , where: K_n – coefficient of effort and K_o – coefficient of environment [5].

Časovni normativ NORMO pa izračunamo:

$$t_1 = (t_t + t_p) (1 + K_{er}) (1 + K_d) \text{ [min]}$$

Pri tem pomenijo: t_1 – normo, t_t – tehnološki čas, t_p – pomožni čas, K_{er} – ergonomski koeficient zajema 6 oz. 8 obremenitev, K_d – dopolnilni koeficient organizacijskih izgub in fiziološih potreb.

2. APLIKACIJA MODELA

Predstavljamo uporabo modela za določanje ergonomskih obremenitev in obremenjenosti pri delu v strojni industriji.

2.1 MTO IN OADM

2.1.1 MTO

Analizo strukture časovnega fonda pri delu smo izvedli za dela in opravila na numerično krmiljenih vretenskih stružnicah, numerično krmiljenih karuselskih stružnicah, numerično krmiljenih obdelovalnih centrih (veliki), numerično krmiljenih obdelovalnih centrih (srednji). Zastopanost posameznih aktivnosti na teh delovnih mestih je prikazana v preglednici 1.

2.1.2 OADM

Analizirana delovna mesta po metodi OADM smo opisno na grobo ocenili glede na izpostavljenost, zahteve, obremenitve, obremenjenosti in tveganja. Ta groba ocena je celovito osvetlila značilnosti, ki so izstopale in kjer bodo najbrž potrebeni ukrepi, bodisi pri izbiri in varstvu delavcev ali pa pri urejanju samega dela.

Iz preglednice 2 lahko razberemo potrebne ergonomiske pogoje za uspešno delo.

2.2 MADM

2.2.1 Fizične obremenitve

Energetska poraba pri dinamičnih in statičnih obremenitvah je podana v preglednici 3.

2.2.2 Toplotna obremenitev

V preglednici 4 so rezultati izmerjenih klimatskih veličin (temperatura, vlaga, gibanje zraka) in izračunana normalna dejanska temperatura NAT.

2.2.3 Obremenitev vida

Osvetljenost je prikazana v preglednici 5. Vidne zahteve analiziranih delovnih mest so velike in tu mora biti osvetlitev večja ali enaka 300 luksom.

Where: t_1 – standard time, t_t – technological time, t_p – unproductive time, K_{er} – ergonomic coefficient which includes 6 or 8 items of strain, K_d – extra coefficient of organizational losses and physiological needs.

2. APPLICATION OF THE MODEL

A model to determine ergonomic stress and strain in the engineering industry is presented.

2.1 Activity Sampling and Job Analysis and Evaluation

2.1.1 Activity Sampling

The structural analysis of working time was performed for the operations on NC-spindle lathes, NC-turn table lathes, NC-working centres (large), and NC-working centres (medium). The percentage of working time and unproductive time for the above tasks is presented in table 1.

2.1.2 Job Analysis and Evaluation

Job-tasks were roughly evaluated in relation to the time of exposure, requirements, stress and strain, and hazards. This rough evaluation pointed out those job features that did not conform to the standard and would need to be remedied, either in regard to the choice of workers and safety at work or the arrangement of the work place itself.

Table 2 shows the necessary ergonomic disposition for successful work.

2.2 Measurement of Workplace Conditions

2.2.1 Physical Strain

The consumption of energy in dynamic and static strain is shown in table 3.

2.2.2 Thermal strain

The results of the measurement of atmosphere conditions (temperature, moisture, air movements) are presented in table 4. The normal actual temperature (NAT) has been calculated.

2.2.3 Visual Strain

Lighting and contrast is presented in table 5. Visual requirements for the analysed operations are set at a high level: the lighting has to exceed or be equal 300 lux.

Preglednica 1: Delež zastopanosti vseh elementov dela in nedela ter dopolnilni koeficient K_d za analizirana dela na strojih NC.

Table 1: The percentage of all productive and unproductive operations on NC-machines, and the extra coefficient K_d .

Razvrščene aktivnosti (%) Activities per groups (%)	Delovno mesto (DM) Workplace	NC-vreten. stružnice NC-spindle lathes		NC-karousel stružnice NC-turntable lathes		NC-obdelov. centri-veliki FMS - large		NC-obdelov. centri-sred. FMS - medium		NC-stroji skupno FMS total	
		Dopolnilni koeficient K_d (%) Extra coefficient K_d (%)		10,54		10,96		10,65		11,60	
	1	Neposredna avtomatska obdelava Direct automatic machining	49,35	54,89	53,12	-	55,04	-	53,48	-	1,70
D E L O W O R K	2	Neposredna ročna obdelava Direct manual working of material	0,25	2,88	3,82	-	-	-	-	-	7,46
	3	Odsotnost delavca pri avtomatskem delovanju Absence of worker from automatic operation	6,18	8,54	8,29	-	6,65	-	-	-	0,65
	4	Vpenjanje in izpenjanje orodja Clamping and unclamping of tools	0,45	0,50	0,95	-	0,73	-	-	-	0,47
	5	Vpenjanje in izpenjanje obdelovalca Clamping and unclamping of workpiece	7,86	6,28	7,52	-	10,87	-	-	-	8,19
	6	Preverjanje dimenzijs Checking dimensions	2,89	1,75	3,06	-	2,26	-	-	-	2,39
	7	Testiranje NC-programa NC part program testing	0,64	0,16	0,19	-	0,87	-	-	-	0,47
	Skupaj - Total		67,65	75,04	76,97	-	75,45	-	74,37	-	-
N A Č P L A N N E D I Z G U B E	1	Priprava delovnega mesta Workplace preparing	0,38	0,16	0,82	-	0,65	-	0,48	-	-
	2	Študij dokumentacije Work directives studying	-	0,04	-	-	-	-	-	0,01	-
	3	Službeni razgovor Instructions for work	0,06	0,08	0,19	-	0,34	-	0,17	-	-
	4	Priprava orodja Preparing tools	0,96	1,08	0,25	-	0,60	-	0,75	-	-
	5	Dvig in umerjanje orodja Tool pick-up and calibration	0,32	0,16	1,78	-	1,04	-	0,78	-	-
	6	Čiščenje stroja Cleaning of machine	2,12	2,30	0,63	-	1,26	-	1,62	-	-
	7	Osebne potrebe Personal needs	5,67	6,03	5,93	-	6,48	-	6,07	-	-
	8	Evidenca opravljenega dela Survey of work done	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Predaja dela Handing work over	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skupaj - Total		9,53	9,88	9,63	-	10,40	-	9,91	-	-	-
N E N A Č U N P L A N N E D I Z G U B E	1	Čakanje na delo - ni dokumentacije Waiting for work - directives missing	0,06	-	-	-	0,43	-	0,14	-	-
	2	Čakanje na delo zaradi transportov Waiting for work due to transport	-	0,12	-	-	-	-	0,03	-	-
	3	Čakanje na mostni žerjav Waiting for bridge crane	-	0,12	-	-	-	-	0,03	-	-
	4	Okvara stroja Machining breakdown	9,72	1,29	0,57	-	0,56	-	2,61	-	-
	5	Odsotnost iz podjetja Absence from work	4,12	4,43	-	-	2,04	-	2,77	-	-
	6	Samoupravne aktivnosti Meetings	0,64	0,62	0,63	-	0,65	-	0,64	-	-
	7	Izpad električne energije Breakdown of electric supply network	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Zastoje - popravilo orodja Standstill - repairing tools	0,57	-	1,72	-	0,60	-	0,64	-	-
	9	Pomoč na drugem delovnem mestu Helping at other workplaces	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skupaj - Total		15,14	6,61	2,93	-	4,30	-	6,89	-	-	-
NEDISCI PLINA	1	Privatni razgovori Private conversation	4,57	3,85	4,97	-	7,74	-	4,48	-	-
	2	Neopravičena odsotnost z delovnega mesta Inexcusable absence from workplace	3,09	4,60	5,48	-	4,09	-	4,33	-	-
Skupaj - Total		7,66	8,45	10,45	-	8,83	-	8,81	-	-	-
SKUPAJ - TOTAL		100,00	100,00	100,00	-	100,00	-	100,00	-	100,00	-

Preglednica 2: Potrebne ergonomiske dispozicije za uspešno delo, dobljene z OADM.

Table 2: Ergonomic dispositions obtained by job analysis and evaluation, and required for successful work.

Zaposlena številka Item number	Delovno mesto - Workplace	Potrebno je - Required dispositions									
		Ostrina vida na bližu Sharp vision at close work	Dober globinski vid Good depth of vision	Nemalo vidno polje Infield field of vision	Normalna glibljivost očesnih zrkcl Normal flexibility of the eye balls	Normalna lumbalna hrbičnica Normal position of the lumbar part of the spine	Strukturna in morfološka hrbičnica Structural and morphological intactness of the spine	Spiščna inteligencija General intelligence	Hitro in natančno reagiranje Prompt and precise reactions	Pozornost in budnost Attention and watchfulness	
1	Strugar na NC-vretenski stružnici Turner at NC-spindle lathe	X	X	X	X			X	X	X	
2	Strugar na NC-karousel stružnici Turner at NC-turntable lathe	X	X	X	X			X		X	
3	Rezkalec na NC-obd. centru-srednji Milling worker at FMS - medium	X	X	X	X					X	
4	Rezkalec na NC-obd. centru - veliki Milling worker at FMS - large			X	X	X				X	
		3	4	4	4	-	1	2	-	4	

Preglednica 3: Energetska poraba.

Table 3: Energy consumption.

Zap št. - It.	PODGETJE - COMPANY STATISTIČNE SPREMENLJIVKE STATIST. VARIABLES NIKLIMATSKE VELIČINE NONCLIMATIC VALUES	METALNA n=8			TAM n=22			ELKO n=6			Σ n=36		
		—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	M/ADU (kJ/m ² h)	386,9	16,91	5,98	395,8	25,77	5,49	396,3	27,89	11,39	393,0	23,52	3,92

Preglednica 4: Toplotno okolje.

Table 4: Thermal environment.

Zap št. - It.	PODGETJE - COMPANY STATISTIČNE SPREMENLJIVKE STATIST. VARIABLES KLIMATSKE VELIČINE CLIMATIC VALUES	METALNA n=8			TAM n=22			ELKO n=6			Σ n=36		
		—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	T _z (°C)	24,9	0,50	0,18	26,0	0,93	0,20	24,6	0,57	0,23	25,1	0,67	0,11
2	RV (%)	48,3	5,36	1,89	57,7	2,75	0,59	58,3	1,36	0,55	54,8	3,16	0,53
3	v (m/s)	0,19	0,16	0,06	0,18	0,14	0,03	0,15	0,12	0,05	0,17	0,14	0,02
4	NAT (°C)	22,1	0,87	0,31	23,6	1,01	0,22	22,6	0,99	0,40	22,7	0,96	0,16

Preglednica 5: Osvetljenost.

Table 5: Lighting.

Zap št. - It.	PODGETJE - COMPANY STATISTIČNE SPREMENLJIVKE STATIST. VARIABLES EKOLOŠKE MERITVE ECOLOGICAL MEASUREMENTS	METALNA n=8			TAM n=22			ELKO n=6			NOMATIV - STANDARD		
		—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE	—X	SD	SE
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	OSVETLJENOST - LIGHTING (lx)	146,9	70	419	242,9	130,7	507	236,2	123	423	300		

2.2.4 Ropot

V preglednici 6 je prikazana ekvivalentna stopnja ropota (Leq) v decibelih.

Preglednica 6: *Ropot.*

Zap št. - It.	PODJETJE - COMPANY	METALNA n=8			TAM n=22			ELKO n=6			Σ n=36				
		STATISTIČNE SPREMENLJIVKE STATIST. VARIABLES			Št.	SD	SE	Št.	SD	SE	Št.	SD	SE		
		EKOLOŠKE MERITVE ECOLOGICAL MEASUREMENTS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	ROPOT	NOISE	Leq (dB (A))	79,2	1,37	0,48	80,8	1,27	0,27	81,2	0,85	0,35	80,4	1,16	0,19

2.2.5 Aerosoli, pare in plini

V preglednici 7 so prikazane koncentracije prahu.

Preglednica 7: *Prah.*

Zap št. - It.	PODJETJE - COMPANY	METALNA n=8			TAM n=22			ELKO n=6			Σ n=36			NOR MATIV - STAN DARD		
		STATISTIČNE SPREMENLJIVKE STATIST. VARIABLES			Št.	SD	SE	Št.	SD	SE	Št.	SD	SE			
		EKOLOŠKE MERITVE ECOLOGICAL MEASUREMENTS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	KONC. PRAHU-CONC. OF DUST (mg/m³)	0,20	0,02	0,01	0,32	0,09	0,02	0,20	0,01	0,00	0,24	0,04	0,01	5		

2.2.6 Monotonija

Delo je sestavljeno iz majhnega števila prijemov, ki so enaki in časovno nespreminjajoči ter izvedeni pri zmernem časovnem pritisku.

2.2.7 Izračun točk obremenitev

Glej preglednico 8.

2.2.8 Izračun ergonomskega koeficiente K_{er}

Ergonomski koeficient je:

$$K_{er} = \frac{\text{št. točk obremenitev} \\ (\text{number of load points})}{\text{maks. št. točk obremenitev} \\ (\text{maximum number of load points})}$$

3. RAZPRAVA IN SKLEPI

Za izvedbo neke operacije je v vsakem primeru treba določiti normativni čas, če hočemo optimalno organizirati izvedbo dela. Zaradi večplastnega pomena časa je nujna stalna analiza in poznavanje časov oblikovanja proizvodnih sistemov. Le-ta je tem uspešnejša, čim natančneje je čas določen. Pri tem je v veliko pomoč ergonomski koeficient K_{er} , ki upošteva čas oziroma dodatek za okrevanje po določeni obremenitvi izvajanja dela.

2.2.4 Noise

Table 6 presents the level of noise (Leq) in decibels.

Table 6. *Noise.*

2.2.5 Aerosols, Vapor and Gases

Table 7 shows the concentration of dust.

Table 7. *Dust.*

2.2.6 Monotony

The operations consist of a low number of grasps, which are equal in time, and are performed at a moderate temporal strain.

2.2.7 Calculation of load points

See table 8.

2.2.8 Calculation of the Ergonomic Coefficient K_{er}

The ergonomic coefficient is:

$$\times 0,3423 = \frac{6,1}{21} \cdot 0,3423 = 0,099 = 9,9 \%$$

3. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

It is necessary to determine the standard time to perform an operation if optimum organization of work is to be achieved. Due to different meanings of time, the analysis and thorough knowledge of time in designing production processes is of great importance. The analysis is the more successful, the more accurately the time is determined. Here it is greatly helpful if we know the ergonomic coefficient K_{er} , which determines extra time required for the operator's recovery due to overload at work.

PANOГA : Kovinsko predelovalna

BRANCH : Metal working

ŠIFRA - CODE :

POДJETJE : TAM

COMPANY : TAM

OBRAT - PLANT :

DELOVNO MESTO : CNC - obdelovalni center (srednji) - OCH 500

WORKPLACE : CNC - working centre (medium) - OCH 500

Zap Štev	OPIS DELA		1		2		3		4		5		6		7		8	
It.	DESCRIPTION OF WORK		Dinamične obremenitve Dynamic strain		Statične obremenitve Static strain		Toplotne obremenitve Thermal strain		Obremenitve vida Visual strain		Ropot Noise		Aerosoli Aerosols		Pare in plini Vapours and gases		Monotonija Monotony	
	DELOVNA OPERACIJA - WORK OPERATION	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN
1	Neposredna avtomatska obdelava Direct automatic machining	247,8	1	247,8	1	247,8	2	247,8	2	247,8	2	247,8	0	247,8	0	247,8	1	247,8
2	Neposredna ročna obdelava Direct manual working of material	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Vpenjanje in izprenjanje orodja Clamping and unclamping of tools	3,3	1	3,3	1	3,3	2	3,3	2	3,3	2	3,3	0	3,3	0	3,3	0	3,3
4	Vpenjanje in izprenjanje obdelovanca Clamping and unclamping of workpiece	48,9	1	48,9	1	48,9	2	48,9	2	48,9	2	48,9	0	48,9	0	48,9	0	48,9
5	Preverjanje dimenzij Checking dimensions	10,2	1	10,2	1	10,2	2	10,2	2	10,2	2	10,2	0	10,2	0	10,2	0	10,2
6	Testiranje NC-programa NC part program testing	3,9	1	3,9	1	3,9	2	3,9	2	3,9	2	3,9	0	3,9	0	3,9	0	3,9
7	Odsotnost delavca pri avtomatski obdelavi Absence of worker from automatic operation	29,9	1	29,9	1	29,9	2	29,9	2	29,9	2	29,9	0	29,9	0	29,9	0	29,9
8	Priprava delovnega mesta Workplace preparing	2,9	1	2,9	1	2,9	2	2,9	2	2,9	2	2,9	0	2,9	0	2,9	0	2,9
9	Študij dokumentacije Work directives studying	-	1	-	1	-	2	-	2	-	2	-	0	-	0	-	0	-
10	Priprava orodja Preparing tools	2,8	1	2,8	1	2,8	2	2,8	2	2,8	2	2,8	0	2,8	0	2,8	0	2,8
11	Dvig in umerjanje orodja Tool pick-up and calibration	4,7	1	4,7	1	4,7	2	4,7	2	4,7	2	4,7	0	4,7	0	4,7	0	4,7
12	Čiščenje stroja Cleaning the machine	5,7	1	5,7	1	5,7	2	5,7	2	5,7	2	5,7	0	5,7	0	5,7	0	5,7
13	Drugo Other	89,9	1	89,9	0	89,9	2	89,9	0	89,9	2	89,9	0	89,9	0	89,9	0	89,9
14	Σ	450		450		450		450		450		450		450		450		450
15	Število točk - Number of points	Σ = 6,1		1,0		0,6		1,5		1,5		1,2		0		0		0,3

Preglednica 8: Izračun točk obremenitev.
Table 8: Calculation of load points.

Pri postavljenem modelu dobimo z metodo trenutnih opažanj MTO strukturo časovnih zastopanosti obremenitev. Ocenjevalna analiza delovnega mesta OADM da orientacijo za potrebo mersko analizo in oceno stopnje monotonijske. S samo mersko analizo delovnega mesta MADM dobimo dejanske obremenitve in obremenjenosti, ki jih uporabimo pri stopnjevanju obremenitev.

Stopnjevanje in vrednotenje obremenitev in obremenjenosti je postavljeno po teoretičnih in praktičnih izkušnjah, pri čemer velja predpostavka, da vsaka obremenitev deluje neodvisno od drugih. To je mogoče pri delu v strojni industriji.

Dosedanje metode so obremenitve in obremenjenosti zajemale v dveh koeficientih K_n in K_o (utrujenost zaradi fizičnih aktivnosti in monotonijske ter ekološkega vpliva okolja). Obremenitve v našem modelu pa smo sistemizirali in jih združili v skupni indeks K_{er} . Pri tem smo upoštevali večje število obremenitev in obremenjenosti kakor doslej (ropot, vid).

Ugotovljeni ergonomski koeficient K_{er} pomeni manjši dodatek kakor dosedanja koeficiente K_n in K_o v strojni industriji, kar pomeni, da smo za tolikšen delež zmanjšali tudi časovno vrednost strojno-ročnih in ročnih prijemov v okviru časa izdelave. Iz tega izhaja tudi ustrezno povečanje produktivnosti, seveda ob upoštevanju predpisane metode dela, ker le takšni odmori in počitki med delom omogočijo delavcu običajno storilnost, pri tem pa utrujenost ne preseže predvidenih vrednosti.

By applying the activity sampling method to a set model, the time structure of the load at work is obtained. Job analysis and evaluation serves as an orientation for the measurement of workplace conditions and the assessment of monotony. By the measurement of workplace conditions, actual stress and strain are obtained and used in grading the workload.

Grading and evaluation of stress and strain are based on theoretical and practical experience, with a presumption that each load is applied independently of the other. This is possible at work in the engineering industry.

The methods used to date express stress and strain by two coefficients, K_n and K_o (fatigue due to physical activities and monotony, and ecological influence of the environment). In our model, stress and strain were systemized and united in a joint index K_{er} . A higher number of stress and strain items are encompassed (noise, vision) in comparison with the old method.

In the engineering industry, the established coefficient K_{er} , represents a lower extra than the old coefficients K_n and K_o , which means that the proportion of time for machine-manual and manual operations in the total production time has been decreased. This results in an increase of productivity if the required working methods are followed, because short breaks during work enable the operator to achieve normal efficiency, without being tired above the permitted level.

4. LITERATURA

4. REFERENCES

- [1] Polajnar, A.: Študij dela. Tehniška fakulteta Maribor, 1986.
- [2] Sušnik, J. s sodelavci: Ocenjevalna analiza delovnega mesta. ČGP Delo - TOZD Gospodarski vestnik, Ljubljana 1983.
- [3] Verhovnik, V.-Sušnik, J.: Kriteriji in stopnje desetih obremenitev na delovnih mestih. IMPŠ Ljubljana, 1973.
- [4] Polajnar, A. s sodelavci: Študij časa in dela v avtomatizirani proizvodnji. Poročilo o raziskovalnih nalogah URP C2-1529-795/86, 87, 88, 89, 90, 91.
- [5] Taboršak D.: Studij rada. Tehnička knjiga. Zagreb 1987.

Naslov avtorjev: prof. dr. Andrej Polajnar, dipl. inž.
prof. dr. Vekoslav Verhovnik, dipl. inž.
Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru
Oddelek za strojništvo
Smetanova 17
Maribor, Slovenija

Authors' Address: Prof. Dr. Andrej Polajnar, Dipl. Ing.
Prof. Dr. Vekoslav Verhovnik, Dipl. Ing.
Faculty of Engineering, University of Maribor
Department of Mechanical Engineering
Smetanova 17
Maribor, Slovenia