

UDK 331.101.1:331.101.4:331.103.3

Upoštevanje ergonomskih obremenitev pri določanju časa izdelave v prilagodljivi proizvodnji

Considering Ergonomic Stresses in Determining Production Times in Flexible Manufacturing Systems

ANDREJ POLAJNAR — VEKOSLAV VERHOVNIK

Na zmanjšanje obremenitev, ki se pojavljajo pri delu, vpliva dodatni čas v okviru dejansko potrebnega časa za izvedbo dela. V članku predstavljamo uporabo metode določanja ergonomicnih obremenitev pri delu z izračunom ergonomskega količnika K_{er} in njegovo vključevanje v enačbe za izračun časa v prilagodljivi proizvodnji. S tem smo dopolnili dosedanja spoznanja z novimi, kar bo vodilo k plodnejšemu in humanejšemu delu.

The reduction of stresses at work is influenced by the extra time in the total production time. This paper shows the application of the method for the calculation of ergonomic loads at work and the calculation of the ergonomic coefficient K_{er} and its integration in the equations for the calculation of time in flexible manufacturing systems. In such a way we supplemented previous conceptions with new conditions in up-to-date production which will result in more productive and more humane work.

0. UVOD

Delavec in okolje, v katerem dela, sta specifičen ergonomski sistem. V delovnem okolju je več dejavnikov, ki delujejo na delavčev organizem. V organizmu se, zaradi obremenitev, pojavi obremenjenost. Med obremenitvami in obremenjenostjo je ravnovesje, tako da večje obremenitve povzročajo večje obremenjenosti. Spremembe, ki nastanejo zaradi obremenitve, so v določenih mejah združljive z običajnimi fiziološkimi reakcijami človeka. Te meje so največje dovoljene obremenjenosti. Obremenjenosti lahko ocenimo z merjenjem parametrov v delavčevem organizmu (krvna slika, analiza urina, kardiovaskularne funkcije, delovanje pljuč itn.). Velikosti teh parametrov morajo biti v mejah običajnih vrednosti.

Obremenitve so lahko psihične, fizične in ekološke. Obremenjenosti so lahko fizične in psihične.

Če sistem obremenitve — obremenjenosti ni v ravnovesju, se pojavljajo: utrujenost, poškodbe, poklicne bolezni itn. Zato moramo obremenitve objektivno meriti in če ne ustrezajo predpisom, jih moramo popraviti.

Možen ukrep za zmanjšanje obremenitev je tudi dodatni čas v okviru dejansko potrebnega časa za izvedbo dela. Zato smo v večletni raziskavi ugotavljali vpliv delovnega okolja na človeka in na čas izdelave, kar smo kot novo metodo določanja ergonomicnih obremenitev pri delu v strojni industriji že predstavili [6].

Ta članek pa predstavlja uporabo navedene metode pri vključitvi ergonomskega količnika K_{er} v enačbe za izračun časa v prilagodljivi proizvodnji.

0. INTRODUCTION

The operator and his working environment represent a specific ergonomic system. A number of factors (stresses) from the working environment exert pressure on the operator's organism, the consequence of which is the strain incurred. Stress at work and inducing strain are interdependent, the greater the stress, the larger the strain. Changes in the operator's organism due to stress may represent normal physiological reactions if they remain within the permissible physiological limits. These limits are taken as the maximum strain permitted at work. Strain can be assessed by controlling certain physiological parameters in the worker's organism (blood and urine analysis, cardiovascular functions, lung function, etc.), the values of which must not exceed normal amounts.

Stress can be psychological, physical and ecological. Strain may be physical and psychological.

If the stress-strain balance is disturbed, the effects induced are fatigue, injuries, occupational diseases etc. Stresses should, therefore, be measured by objective methods and they should be remedied if they do not comply with the standard.

A possible way to decrease stress on a worker is to allow extra time in the total production time. In an investigation lasting several years, we concentrated on the impact of the working environment upon a person and consequently upon production time. This new method of determining ergonomic loads in the machine-building industry was already explained [6].

The present paper shows the application of the above mentioned method and the integration of the ergonomic coefficient K_{er} in equations for calculating standard times in flexible manufacturing systems.

1. UPORABLJENE METODE

1.1 MTO, OADM, MADM in K_{er}

Metoda trenutnih opažanj MTO, ocenjevalna analiza delovnega mesta OADM, merska analiza delovnega mesta MADM in metoda izračuna ergonomskega koeficiente K_{er} so bile že predstavljene [6].

1.2 Časovna določila

v prilagodljivi protzvodnji

Temelj avtomatizirane proizvodnje so numerično in računalniško krmiljeni stroji, pri katerih določimo čas za izdelavo enega kosa po enačbi [4]:

$$t_i = [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_n K_0)](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (1),$$

kjer pomenijo: t_{KA} – čas avtomatskega vodenja stroja (min), t_{KN} – čas, na katerega lahko vpliva operater (min), t_c – čas zaustavitve zaradi procesa (min), K_n – količnik napora, K_0 – količnik okolice, K_d – dopolnilni količnik.

Čas avtomatskega vodenja stroja t_{KA}

Določimo ga lahko z analitično metodo po enačbi:

$$t_{KA} = t_{ta} + t_{tap} = t_{ta} + (t_{ppr} + t_{ppoz} + t_{por} + t_{psm} + t_{pvr} + t_{pz} + t_{pc}) \quad (\text{min}) \quad (2),$$

pri tem pomenjo: t_{ta} – glavni tehnološki čas pri avtomatskem vodenju, t_{tap} – pomožni strojni čas pri avtomatskem vodenju, t_{ppr} – čas za zagon vretena, t_{ppoz} – čas pozicioniranja orodja, t_{por} – čas zamenjave orodja, t_{psm} – čas sukanja mize, t_{pvr} – čas za spremembo smeri vrtenja, t_{pz} – čas programiranega zastoja, t_{pc} – čas za bralnik luknjanega traku.

Če še nimamo na voljo programa NC za obdelavo, izvedemo časovno preračunavanje z empirično metodo po enačbi:

$$t_{KA} = t_{ta} + 0.2 m + yw + 0.174 + t_{ta} f \quad (\text{min}) \quad (3),$$

kjer pomenjo: t_{ta} – tehnološki glavni čas (min), $0.2 m$ – delež časa vseh sprememb smeri vrtenja vretena, (0.2 – povprečno potreben čas za ustavljanje in zagon pogonskega motorja ter preklop sklopnike (min)), m – število sprememb smeri vrtenja v programu), yw – čas, potreben za vse zamenjave orodja (min) (y – povprečno potreben čas za zamenjavo orodja (min), w – število zamenjav orodja v programu), $0.174 = 0.106 + 0.068$ – dodatek za zagon vretena, primik s startne točke ter po končanem ciklu odmak v startno točko in ustavljanje vretena, f – količnik dodatka za vse druge pomožne čase, na katere delavec ne more vplivati.

1. METHODS USED

1.1 Activity sampling, analysis and evaluation of the workplace conditions, and K_{er}

Activity sampling, analysis and evaluation of the workplace, measurement of the workplace conditions, and the calculation of the ergonomic coefficient K_{er} were already described [6].

1.2 Time standards in flexible manufacturing systems

Automated production is based on numerically controlled and computerized numerically controlled machines (NC- and CNC-machines). The standard production time per piece [4] is calculated from the equation:

$$t_i = [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_n K_0)](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (1),$$

where: t_{KA} – time for the numerical control of the machine (min), t_{KN} – time controlled by the operator (min), t_c – delay time due to the interruption of the process (min), K_n – strain coefficient, K_0 – environmental coefficient, K_d – additional coefficient.

Time for the numerical control of the machine t_{KA}

It can be determined using the analytical method from the equation:

$$t_{KA} = t_{ta} + t_{tap} = t_{ta} + (t_{ppr} + t_{ppoz} + t_{por} + t_{psm} + t_{pvr} + t_{pz} + t_{pc}) \quad (\text{min}) \quad (2),$$

where: t_{ta} – main machine time in the numerically controlled process, t_{tap} – machine idle time in the numerically controlled process, t_{ppr} – time for starting the spindle, t_{ppoz} – time for positioning the tools, t_{por} – time for replacing the tools, t_{psm} – time for turning the table, t_{pvr} – time for changing the rotating direction, t_{pz} – time for programmed delay, t_{pc} – time for reading the perforated tape.

If no numerically controlled machining program is available, the time calculation can be made using the empirical method from the equation:

$$t_{KA} = t_{ta} + 0.2 m + yw + 0.174 + t_{ta} f \quad (\text{min}) \quad (3),$$

where: t_{ta} – main machine time (min), $0.2 m$ – proportion of time for all changes in the rotating direction (0.2 – average time necessary to stop and start the drive motor and to engage the clutch), m – number of changes in the rotating direction, yw – time for all replacements of tools (min), (y – average time for tool replacement (min), w – number of tool replacements in the program), $0.174 = 0.106 + 0.068$ – extra time for starting the spindle, advancing the tool from the starting point and returning the tool to the starting point after the finished cycle, and stopping the spindle, f – additional coefficient for all delay times which are not controlled by the operator.

Čas, na katerega delavec lahko vpliva t_{KN}

Poleg avtomatskega vodenja imamo na strojih NC tudi možnost ročnega vnašanja podatkov z uporabo tipkovnice na krmilni enoti. Tak način dela je v nasprotju z avtomatizacijo proizvodnje in je upravičljiv le v posebnih primerih (če se npr. obdelovanec nekoliko razlikuje od programiranega). Za to delo je porabljen glavni čas, na katerega vpliva operater (t_{ma}), za izračun pa veljajo iste formule kakor za glavni čas, le da upoštevamo še čas ročnega vnašanja podatkov.

V okviru izvajanja neke operacije se pojavijo tudi prijemi, ki jih delavec izvaja v času, ko stroj miruje, npr. vpenjanje, izpenjanje, centriranje, čiščenje vpenjalnega mesta, morebitno merjenje, ki terja zaustavitev avtomatskega cikla, in prijemi, ki niso povsod avtomatizirani (zamenjava orodja, zasuk mize itn.). Potreben čas za navedene prijeme zajamemo s pomožnim časom, na katerega vpliva delavec.

Skupni čas, na katerega delavec lahko vpliva, je torej:

$$t_{KN} = t_{ma} + t_{map} \quad (\text{min}) \quad (4)$$

Čas zaustavitve zaradi procesa (t_c)

Zaustavitve procesa obdelave navadno niso potrebne v vsakem ciklu, ampak npr. po določenem številu ponovljenih ciklov zaradi obrabe orodja, deformacije noža oz. oziroma doseganja mer zunaj tolerančnega območja. V tem primeru določimo čas zaustavitve po enačbi:

$$t_c = \frac{t_{cp}}{n_e}$$

pri tem pomenijo: t_{cp} – predvideni čas zaustavitve (min), določimo ga s snemanjem ali s sistemi vnaprej določenih časov (uporaba preglednice standardnih časov), n_e – število obdelovancev, ki smo jih obdelali med dvema zaustavitvama.

Čas (t_s) za izdelavo enega kosa

Zajema osnovni normativni čas, čas za okrevanje ter dodatni čas. Določimo ga z enačbo (1).

Pripravljalni in končni čas (t_{pz})

Tudi pri pripravljalnih in končnih delih moramo upoštevati dodatni čas za okrevanje ter dodatni čas, ki upošteva organizacijske izgube:

$$t_{pz} = t_{pzo}(1 + K_n K_0)(1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (6)$$

Vrednosti za glavni pripravljalni in končni čas t_{pzo} dobimo iz standardnih preglednic, ki jih za posamezna delovna mesta izdelamo s snemanjem prijemov s kronometrom ali s sistemom vnaprejšnjega določanja časov.

Time controlled by the operator t_{KN}

In addition to the automated control, the NC-machines offer the possibility of manual data input using a key board on the control unit. Such an operation mode is contrary to automated production and is allowed only in special cases, such as, for example, when producing a workpiece slightly differing from the programmed one. This operation is performed in the main production time, which can be controlled by the operator (t_{ma}). It is obtained from the formulas for calculating main production times by taking into consideration the time for manual data input.

Operations consist also of grasps performed by the operator when the machine is at a standstill, such as, for example, clamping, unclamping, centering, cleaning the clamping jaw, possible measurements which require an interruption of the automated cycle, as well as of grasps which are not automated in all types of machines (replacing tools, turning the table, etc.) The time necessary to perform the above operations is considered to be idle time, which is controlled by the operator.

The total time which can be controlled by the operator is:

$$t_{KN} = t_{ma} + t_{map} \quad (\text{min}) \quad (4)$$

Delay time owing to the interruption of the process (t_c)

Interruptions of the machining process do not occur in every cycle but after a certain number of repeated cycles inducing wear of tools, deformations of the knife or a change of workpiece dimensions which surpasses the tolerance range. In such cases, the interruption time is determined from the equation:

$$(min) \quad (5)$$

where: t_{cp} – predicted interruption time (min), which is determined by recording the interruptions or by applying the predetermined time systems (using the standard time tables), n_e – number of workpieces machined between two interruptions.

Standard time per piece (t_s)

It includes the basic standard time, the fatigue recovery time, and additional time. It is determined from equation (1).

Setup and cleanup times (t_{pz})

In determining the setup and cleanup times, the fatigue recovery time and the time allowance required to cover organizational losses must also be taken into consideration:

$$t_{pz} = t_{pzo}(1 + K_n K_0)(1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (6)$$

The basic setup and cleanup times t_{pzo} are obtained by using standard tables compiled by timing grasps by a chronometer or by predetermined time systems.

Čas, potreben za izvedbo naročila (t_N)

Čas, potreben za izdelavo naročene količine izdelkov, določimo z upoštevanjem prejšnjih elementov po naslednji enačbi:

$$t_N = t_{pz} + n t_i = t_{pz} + n [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_n K_o)](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (7)$$

Normativni in pripravljalni končni čas ob upoštevanju količnika K_{er}

Ob upoštevanju količnika K_{er} , ki nadomešča količnika K_n in K_o , dobri splošna enačba za izračun norme naslednjo obliko:

$$t_i = [t_{ta} + t_{pa} + (t_{tar} + t_{tr} + t_{par} + t_{pr})(1 + K_{er})](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (8)$$

Pri tem sta časa t_{ta} in t_{pa} časa avtomatskega tehnološkega oziroma pomožnega prijema, medtem ko moramo časovno trajanje strojno-ročnih in ročnih prijemov popraviti na dejansko vrednost z ergonomskim količnikom K_{er} .

V razmerah avtomatizirane prilagodljive proizvodnje pa dobri enačba za normativni kosovni čas naslednjo obliko:

$$t_i = [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_{er})](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (9)$$

Vrednosti za t_{KA} določimo iz enačb, ki so za posamezne vrste obdelav ter prijeme definirane v [4].

Prijeme, na trajanje katerih lahko delavec vpliva, prav tako standardiziramo za posamezne vrste obdelave ter tako določenim standardnim prijemom določimo pripadajoče časovne vrednosti, ki veljajo v določenem delovnem okolju in pri predpisani delovni metodi.

Enačba za pripravljalni končni čas dobri obliko:

$$t_{pz} = t_{pzo}(1 + K_{er})(1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (10)$$

Tako določeni časovni normativi bodo kot eden od sistemov vnaprejšnjega določanja časov podlaga za vnaprejšnjo ocenitev stroškov izdelave, kakor tudi za načrtovanje rokov izdelave.

2. REZULTATI RAZISKAV

2.1 Izračun točk obremenitve

Obremenitve je mogoče izraziti z ekološkim, fiziološkim in psihološkim indeksom. Indeksi so tehtani. Utež vsebuje faktor teže in časa ekspozicije obremenitve. Teža je izražena s številom točk, katerih se stevek — največ 21 točk — naj bi bil enak šestim oziroma osmim obravnavanim obremenitvam.

Primer izračuna točk obremenitve prikazuje preglednica 1 [5].

Time for executing an order (t_N)

The time necessary to produce the ordered quantity of products is determined from the following equation by taking into consideration the above stated elements:

$$t_N = t_{pz} + n t_i = t_{pz} + n [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_n K_o)](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (7)$$

Standard, setup and cleanup times and the application of K_{er}

Introducing the coefficient K_{er} , which replaces the coefficients K_n and K_o , into the general equation, the standard time is:

$$t_i = [t_{ta} + t_{pa} + (t_{tar} + t_{tr} + t_{par} + t_{pr})(1 + K_{er})](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (8)$$

where t_{ta} and t_{pa} are the times for automated and semi-automated grasps, while the time for machine-manual and manual grasps must be corrected to the actual value by applying the ergonomic coefficient K_{er} .

In automated flexible manufacturing systems, the equation for calculating the standard time per piece is:

$$t_i = [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_{er})](1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (9)$$

The values for t_{KA} are obtained from the equations for calculating times for different machining processes and grasps known in the literature [4].

The grasps which can be controlled by the operator are also standardized for individual machining operations. The obtained standard grasps are then assigned adequate time values which are valid in a set working environment and with the required working method.

The equation for the setup and cleanup time is:

$$t_{pz} = t_{pzo}(1 + K_{er})(1 + K_d) \quad (\text{min}) \quad (10)$$

Time standards determined in this way are one of the predetermined time systems and serve as a basis for planning production and making the preliminary calculations of production costs.

2. RESULTS OF INVESTIGATIONS

2.1 Calculation of load points

Work load can be expressed with ecological, physiological and psychological indexes. The calculation of the indexes includes the factors of load intensity and of the time of exposure to load. The pondering is expressed by a total of points, the maximum being 21, obtained by summing up all load points in the table. The sum is supposed to be an adequate assessment of 6 or 8 discussed loads, respectively.

Table 1 is an example of the calculation of load points in the metal working industry [5].

Preglednica 1: Izračun točk obremenitev.

PANOGLA : Kovinsko predelovalna

BRANCH : Metal working

ŠIFRA - CODE :

PODGETJE : TAM

COMPANY : TAM

OBRAT - PLANT :

DELOVNO MESTO : CNC - vretenska stružnica AT 400 1.

WORKPLACE : CNC - spindle lathe AT 400 1.

Zap. št. it.	OPIS DELA DESCRIPTION OF WORK	1		2		3		4		5		6		7		8	
		Dinamične obremenitve Dynamic strain		Statične obremenitve Static strain		Toploine obremenitve Thermal strain		Obremenitve vida Visual strain		Ropot Noise		Aerosoli Aerosols		Pare in plini Vapours and gasses		Monotonija Monotony	
		DELOVNA OPERACIJA - WORK OPERATION	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN	S	MIN
1	Neposredna avtomatska obdelava Direct automatic machining	222,0	1	222,0	1	222,0	2	222,0	2	222,0	0	222,0	0	222,0	1	222,0	
2	Neposredna ročna obdelava Direct manual working of material	1,2	1	1,2	1	1,2	2	1,2	2	1,2	0	1,2	0	1,2	0	1,2	
3	Vpenjanje in izpenjanje orodja Clamping and uncoupling of tools	2,0	1	2,0	1	2,0	2	2,0	2	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0	
4	Vpenjanje in izpenjanje delovancev Clamping and uncoupling of workpiece	35,4	1	35,4	1	35,4	2	35,4	2	35,4	0	35,4	0	35,4	0	35,4	
5	Preverjanje dimenzijs Checking dimensions	13,0	1	13,0	1	13,0	2	13,0	2	13,0	0	13,0	0	13,0	0	13,0	
6	Testiranje NC-programa NC part program testing	2,9	1	2,9	1	2,9	2	2,9	2	2,9	0	2,9	0	2,9	0	2,9	
7	Odsotnost delavca pri avtomatski obdelavi Absence of worker from automatic operation	27,8	1	27,8	1	27,8	2	27,8	2	27,8	0	27,8	0	27,8	0	27,8	
8	Priprava delovnega mesta Workplace preparing	1,8	1	1,8	1	1,8	2	1,8	2	1,8	0	1,8	0	1,8	0	1,8	
9	Študij dokumentacije Work directives studying	-	1	-	1	-	2	-	2	-	0	-	0	-	0	-	
10	Priprava orodja Preparing tools	4,3	1	4,3	1	4,3	2	4,3	2	4,3	0	4,3	0	4,3	0	4,3	
11	Dvig in ujemanje orodja Tool pick-up and calibration	1,5	1	1,5	1	1,5	2	1,5	2	1,5	0	1,5	0	1,5	0	1,5	
12	Clejanje stroja Cleaning the machine	9,5	1	9,5	1	9,5	2	9,5	2	9,5	0	9,5	0	9,5	0	9,5	
13	Drugo Other	128,6	1	128,6	0	128,6	2	128,6	0	128,6	2	128,6	0	128,6	0	128,6	
14	Σ	450															
15	Število točk - Number of points	$\Sigma = 6,05$		1,0		0,55		1,5		1,5		1,2		0		0	0,3

2.2 Izračun ergonomskih količnikov

Z enačbo:

2.2 Calculation of ergonomic coefficients

Using the equation:

$$K_{er} = \frac{\text{število točk obremenitev (number of load points)}}{\text{največje število točk obremenitev (maximum number of load points)}} \cdot 0,3423 \quad (11)$$

objavljeno v [6], smo izračunali ergonomske količnike za tri skupine obdelovalnih strojev CNC. Rezultati so podani v preglednici 2 [5].

Preglednica 2

Zap. št. No.	Delovno mesto Workplace	Št. točk obremenitve Number of load points	Največje št. točk obremenitev Max. number of load points	Ergonomski količnik K_{er} Ergonomic coeff. K_{er}	Količnika $K_n K_0$ Coefficients $K_n K_0$
1	vretenska stružnica CNC CNC-spindle lathe	6,05	21	0,098	0,148
2	karusel stružnica CNC CNC-turntable lathe	6,1	21	0,099	0,143
3	obdelovalni CNC center-srednji CNC-working centre (medium)	6,1	21	0,099	0,143

Table 2

Zap. št. No.	Delovno mesto Workplace	Št. točk obremenitve Number of load points	Največje št. točk obremenitev Max. number of load points	Ergonomski količnik K_{er} Ergonomic coeff. K_{er}	Količnika $K_n K_0$ Coefficients $K_n K_0$
1	vretenska stružnica CNC CNC-spindle lathe	6,05	21	0,098	0,148
2	karusel stružnica CNC CNC-turntable lathe	6,1	21	0,099	0,143
3	obdelovalni CNC center-srednji CNC-working centre (medium)	6,1	21	0,099	0,143

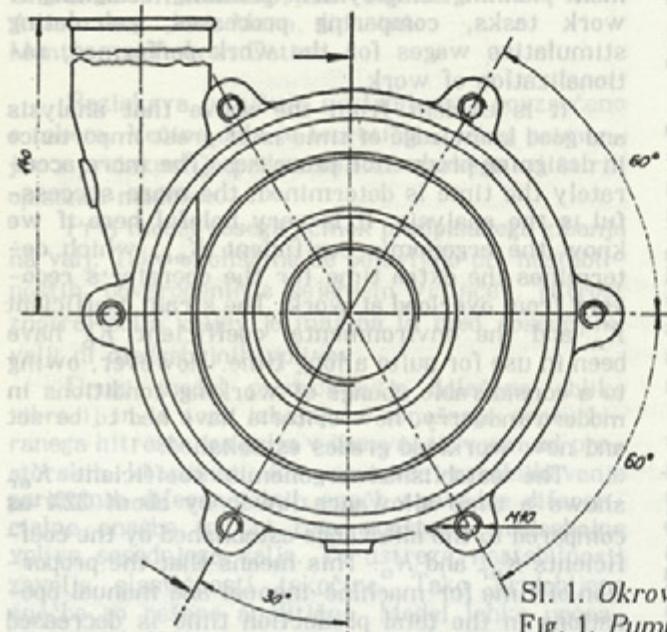
presented in [6], the ergonomic coefficients for three groups of CNC-machines were calculated. The results are shown in Table 2 [5].

2.3 Določanje norme v avtomatizirani proizvodnji

Normativni čas za izdelavo okrova črpalk (sl. 1) na stružnici NC Georg Fischer smo ocenili z uporabo enačbe (9) in enačb (3), (4) in (5):

$$t_1 = [t_{KA} + (t_{KN} + t_c)(1 + K_{er})](1 + K_d) = 12.485 + (1.697 + 0.032)(1 + 0.098)(1 + 0.14)$$

$$\underline{t_1 = 16.395 \text{ min}}$$



Sl. 1. Okrov črpalke
Fig. 1. Pump casing.

Pripravljalni in končni čas je (10):

$$t_{pz} = t_{pzo}(1 + K_{er})(1 + K_d) = 182.726 (1 + 0.098)(1 + 0.14) =$$

$$\underline{= 228.5 \text{ min}}$$

Čas za serijo 100 kosov je:

$$t_N = t_{pz} + n t_1 = 228.5 + 100 \cdot 16.395 =$$

$$\underline{= 1868 \text{ min ali (or) } 31.13 \text{ ur (hours)}}$$

Ob upoštevanju enačb (1), (6) in (7), v katerih sta uporabljeni količnika napora in okolice K_N in K_0 , so vrednosti izračunanih časov:

$$t_1 = 16.430 \text{ min}, t_{pz} = 237 \text{ min}, t_N = 1880 \text{ min}$$

ali 31.33 ur.

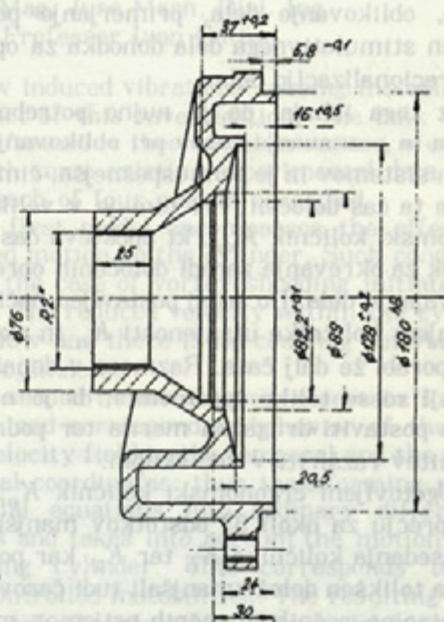
Manjše obremenitve in obremenjenosti, ki smo jih ugotovili v avtomatizirani proizvodnji s stroji NC in CNC se kažejo v ergonomskem količniku K_{er} in imajo zato tudi nižje, realne časovne vrednosti.

3. RAZPRAVA IN SKLEPI

Za izvedbo nekega dela je v vsakem primeru treba določiti normativni čas, če hočemo optimalno organizirati njegovo izvedbo. Predstavljen primer določanja časa potrjuje, da lahko to delo dobro

2.3 Determining standard time in automated production

The calculation of the standard time for machining a pump casing (fig. 1) on a NC-lathe, made by Georg Fischer, was made from equations (9), (3), (4), and (5):



The setup and cleanup time equation (10) is:

The time for a 100 piece series is:

Considering equations (1), (6), and (7), in which the strain coefficient K_N and the environmental coefficient K_0 are applied, the values calculated for individual times are:

$$t_1 = 16.430 \text{ min}, t_{pz} = 237 \text{ min}, t_N = 1880 \text{ min}$$

or 31.33 hours.

Lower stresses and strains established in the NC- and CNC-production are seen in the ergonomic coefficient K_{er} and consequently in the lower, real time values.

3. DISCUSSION AND CONCLUSION

To perform an operation in due time it is necessary to determine the standard time if optimal organization of work is to be achieved. Proof that this can be done is provided by the above-stated example for determining the time

opravimo in pri tem upoštevamo vsa načela humanega dela. Študij in analiza časa nista v nasprotju z ergonomijo, ampak lahko rezultate raziskav s teh področij zelo uspešno uporabimo pri poenostavljanju dela in humanem oblikovanju dela, predvsem pa za ugotavljanje in izračunavanje časa, potrebnega za izvedbo dela. Uporabimo ga lahko večnamensko [1], npr. za: stroškovno ocenitev izdelka, določanje rokov proizvodnje, izračun gospodarnosti, investicijsko načrtovanje, načrtovanje zaposlitve osebja, oblikovanje dela, primerjanje postopkov, izračun stimulativnega dela dohodka za opravljeno delo, racionalizacijo dela.

Iz tega izhaja, da je nujno potrebna stalna analiza in poznavanje časov pri oblikovanju proizvodnih sistemov in je tem uspešnejša, čim natančneje je ta čas določen. Pri tem je v veliko pomoč ergonomski količnik K_{er} , ki upošteva čas oziroma dodatek za okrevanje zaradi določenih obremenitev pri izvajaju delu. Do sedaj postavljen način z upoštevanjem količnika utrujenosti K_n in okolice K_o , je v uporabi že dalj časa. Razmere v današnji proizvodnji so se toliko spremenile, da je nujno potrebno postaviti drugačna merila ter področja obremenitev razširiti v več skupin.

Ugotovljeni ergonomski količnik K_{er} pomeni v povprečju za okoli 32 odstotkov manjši dodatek kot dosedanja količnika K_n ter K_o , kar pomeni, da smo za tolikšen delež zmanjšali tudi časovno vrednost strojno-ročnih in ročnih prijemov med izdelavo. Iz tega izhaja tudi ustrezno povečanje produktivnosti, seveda ob upoštevanju predpisane metode dela, ker le takšni odmori in počitki med delom omogočajo delavcu primerno storilnost, pri tem pa utrujenost ne preseže dovoljenih vrednosti.

which takes into consideration all principles of work humanization. Time study and analysis are not contrary to ergonomics. The results of investigation in these fields can be successfully applied both in simplifying and humanizing work, and especially in determining and calculating the production time. The production time, once determined, can be used in numerous applications [1], as for example: product cost calculations, production scheduling, efficiency calculations, investment planning, employment planning, designing of work tasks, comparing processes, calculating stimulative wages for the work performed, rationalization of work.

It is evident from the above that analysis and good knowledge of time is of great importance in designing production processes. The more accurately the time is determined, the more successful is the analysis. It is very helpful here if we know the ergonomic coefficient K_{er} , which determines the extra time for the operator's recovery from overload at work. The strain coefficient K_n and the environmental coefficient K_o have been in use for quite a long time. However, owing to a considerable change of working conditions in modern industry, new criteria have had to be set and new workload grades established.

The established ergonomic coefficient K_{er} shows a time allowance lower by about 32% as compared to the allowance established by the coefficients K_{er} and K_o . This means that the proportion of time for machine-manual and manual operations in the total production time is decreased accordingly. Consequently, productivity is increased, on condition that the required working methods are used. Short breaks and stops allowed 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. TF Maribor, 1986.

[2] Sušnik, J. s sodelavci: Ocenjevalna analiza delovnega mesta. ČGP Delo – Gospodarski vestnik, 1983.

[3] Verhovnik, V.-Sušnik, J.: Kriteriji in stopnje delovih obremenitev na delovnih mestih. IMPŠ Ljubljana, 73.

[4] Polajnar, A.: Priročnik za vrednotenje uporabnosti NC-strojev. Visoka tehniška šola, Maribor, 1983.

[5] Polajnar, A. s sodelavci: Študij časa in dela v avtomatizirani proizvodnji. Porocilo o raziskovalnih nalogah URP C2-1529-795/86, 87, 88, 89, 90, 91.

[6] Polajnar, A.-Verhovnik, V.: Nova metoda določanja ergonomskih obremenitev pri delu v strojni industriji. SV 1992/7-9, 171-180.

Preglednica 2

Naslov avtorjev: prof. dr. Andrej Polajnar, dipl. inž., prof. dr. Vekoslav Verhovnik, dipl. inž Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru Smetanova 17, Maribor, Slovenija
Prejeto: 26.5.1993 Received: 26.5.1993

Authors' Address: Prof. Dr. Andrej Polajnar, Dipl. Ing. Prof. Dr. Vekoslav Verhovnik, Dipl. Ing. Faculty of Engineering, University of Maribor Smetanova 17, Maribor, Slovenia
Sprejeto: Accepted: 9.9.1993