



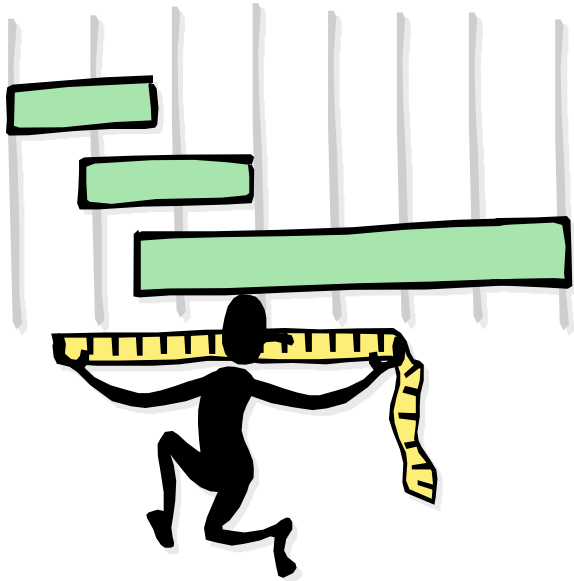
ИНДУСТРИЈСКО И МЕНАџМЕНТ ИНЖЕЊЕРСТВО
INDUSTRIAL & MANAGEMENT ENGINEERING



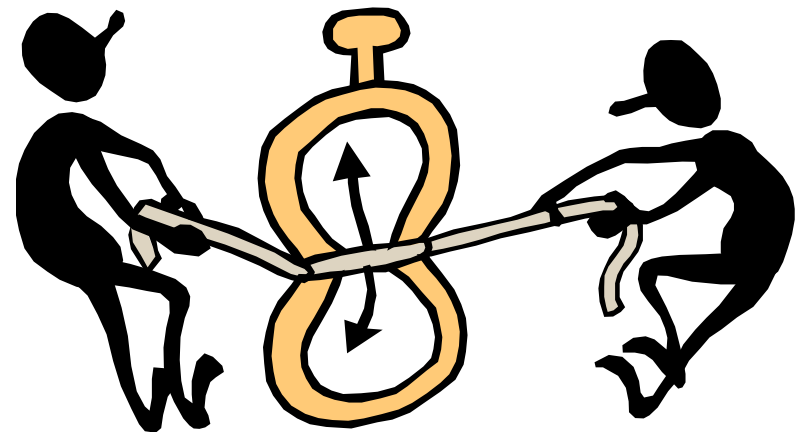
Osnove industrijskog inženjerstva

Utvrđivanje potrebnog vremena

Dragoslav Slović

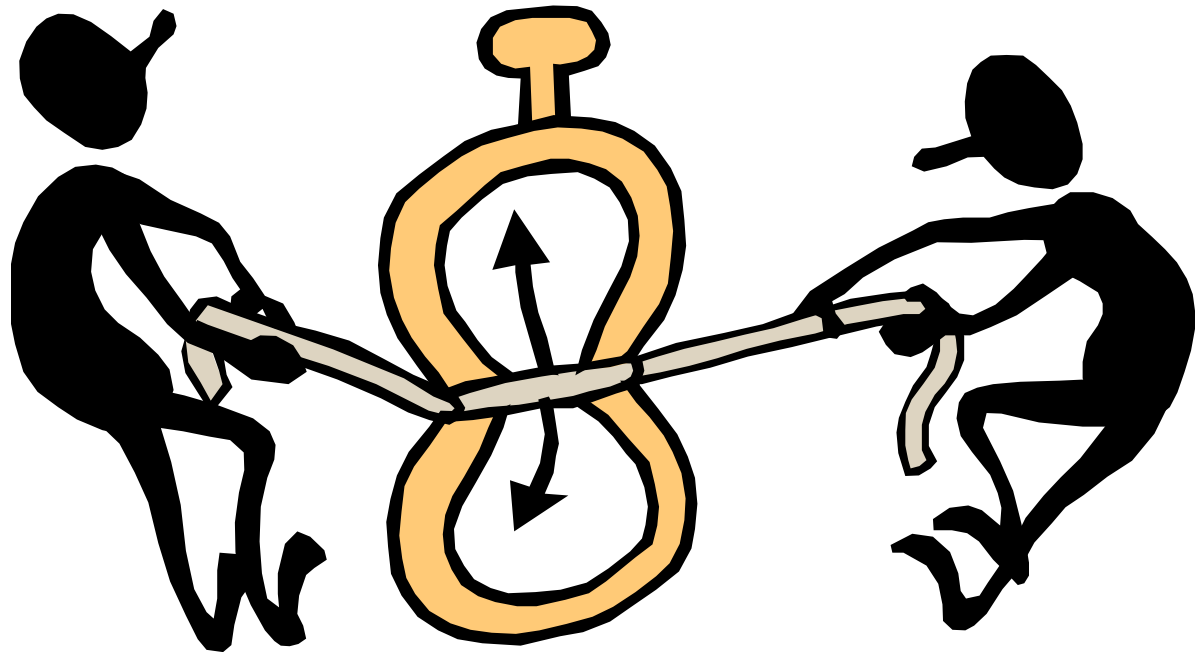


Utvrdjivanje potrebnog vremena



Potrebno vreme za operaciju

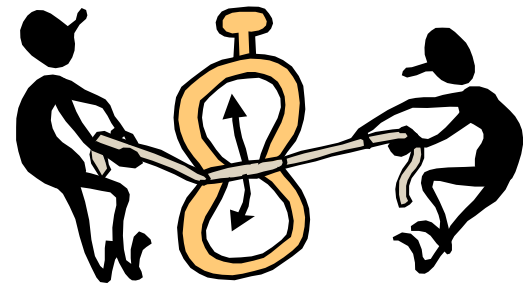
Potrebno vreme za operaciju je vreme potrebno kvalifikovanom i motivisanom radniku, koji radi standardnim intenzitetom, po definisanom metodu rada i pod stručnim nadzorom, da obavi tu operaciju na jednom proizvodu standardnog kvaliteta.



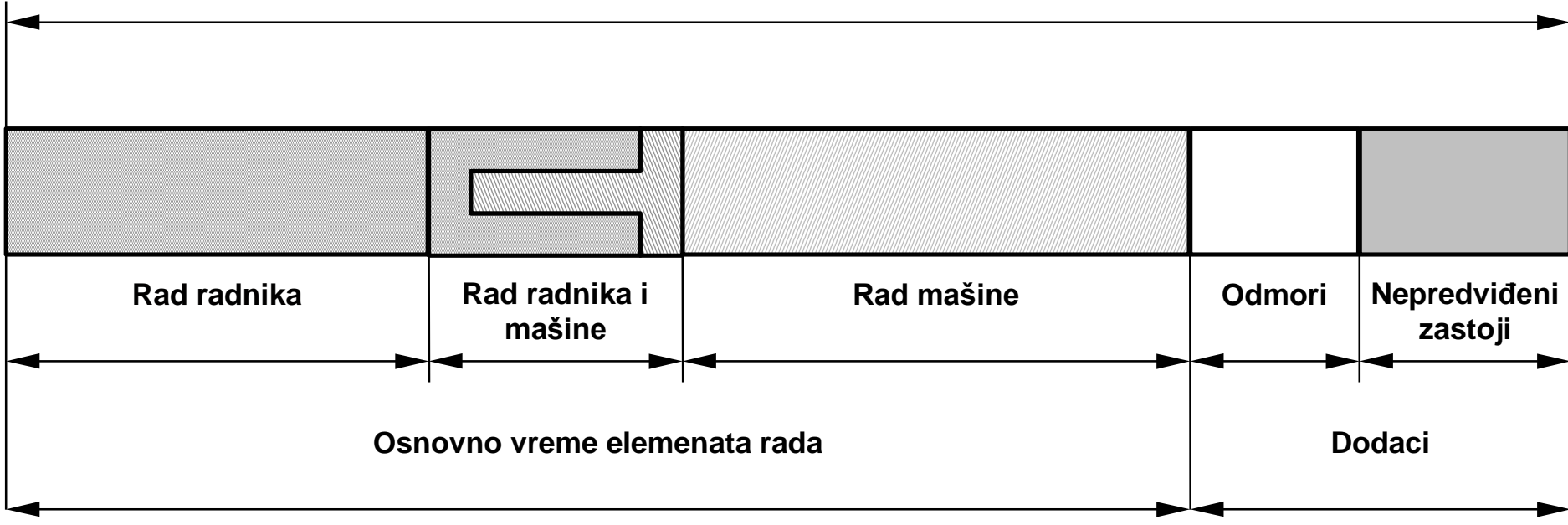
Potrebno vreme za operaciju

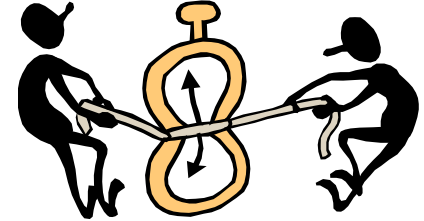
Potrebno vreme za izvođenje operacije ima složenu strukturu jer obuhvata više elemenata:

- osnovno vreme elemenata rada radnika (samostalno ili uz korišćenje mašine),
- osnovno vreme elemenata rada mašine,
- dodatno vreme za odmore (zbog ličnih potreba i zamora)
- dodatno vreme za nepredviđene zastoje.



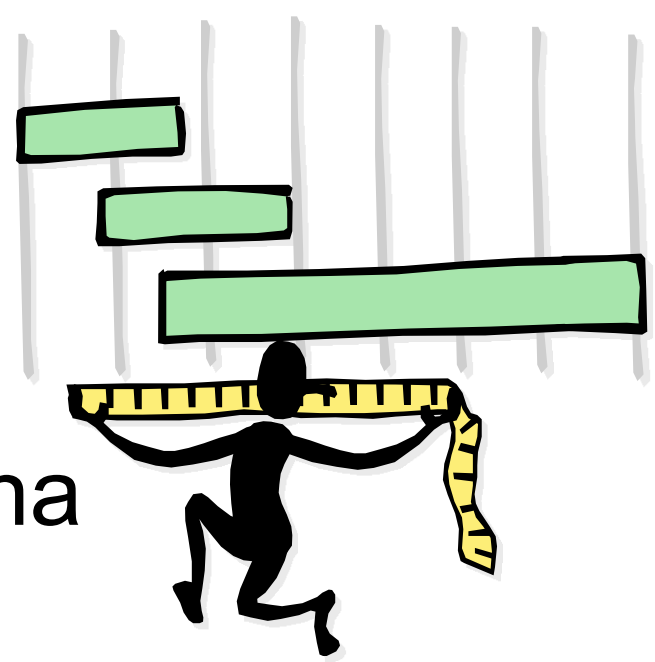
Potrebno vreme za operaciju





Potrebno vreme i normativi rada i vremena

- Potrebno vreme za operaciju se odnosi na samo jednu operaciju na jednom predmetu rada.
- Potrebno vreme po komadu se odnosi na jedan predmet rada, a može obuhvatiti i više operacija, to jest ceo postupak izrade jednog dela.
- Potrebno vreme za seriju se može odnositi na obradu cele serije predmeta rada na jednoj operaciji ili na ceo postupak izrade serije delova.
- Standardno vreme i normativ vremena su sinonimi za potrebno vreme.
- Normativ rada pokazuje koliko predmeta rada se može obraditi u jedinici vremena – na sat ili u smeni i obrnuto je proporcionalan potrebnom vremenu.



Utvrđivanje potrebnog vremena

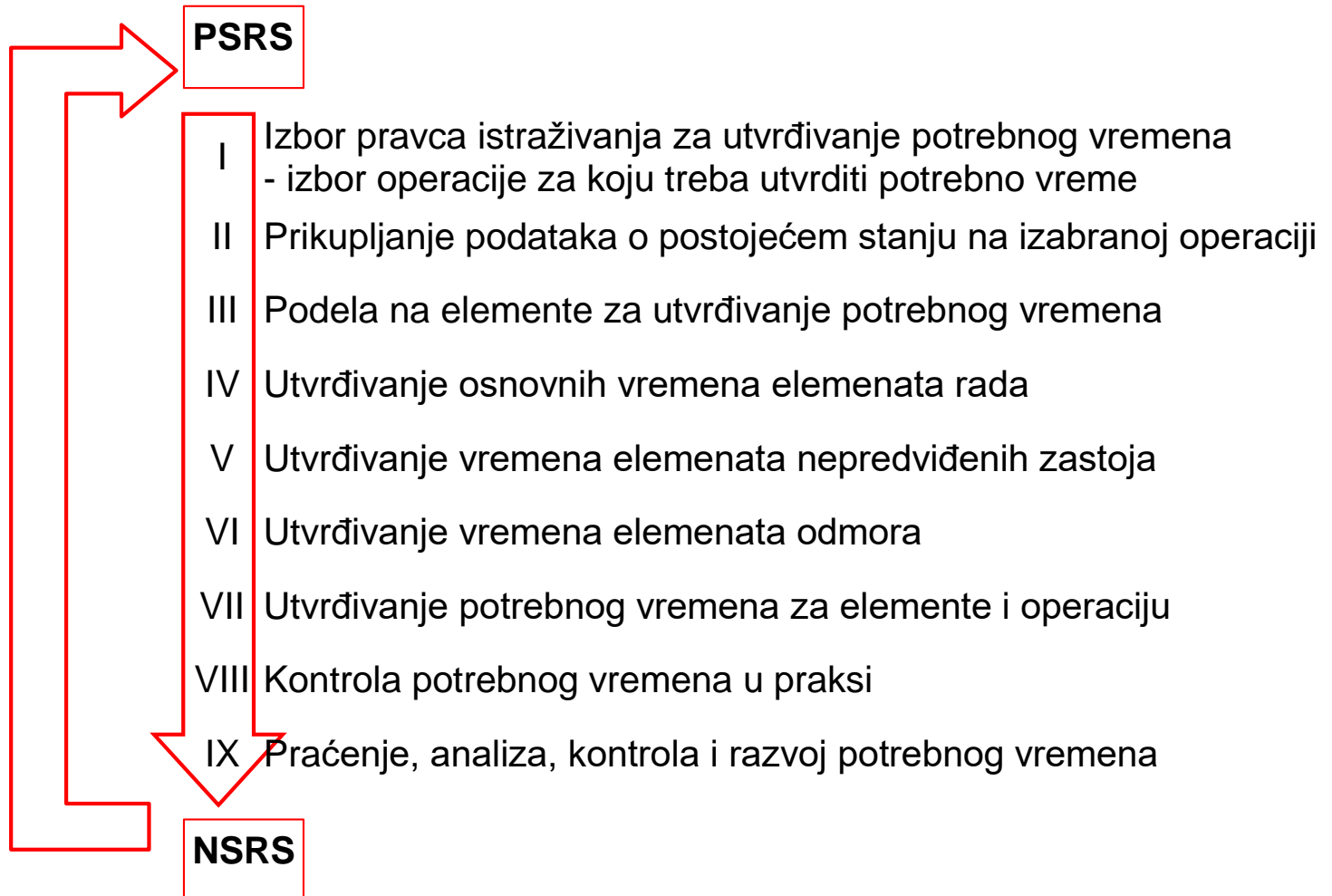
Utvrđivanje potrebnog vremena je proces utvrđivanja "tačnog vremena" potrebnog za obavljanje operacije na radnom mestu obučenom radniku, ili sprezi radnik - mašina, ili grupi radnika, u datom okruženju, sa unapred definisanim stepenom zalaganja i primenom propisane metode rada i tehnologije proizvodnje, pri čemu je proizvod propisanog kvaliteta.

Metod utvrđivanja potrebnog vremena

Metod utvrđivanja potrebnog vremena je složen proces u kome se sistematski, smišljeno i planski postupa pri utvrđivanju osnovnih vremena elemenata rada, dodataka za nepredviđene zastoje i odmore, utvrđivanju potrebnog vremena i normativa rada, kao i korišćenju dobijenih rezultata kao podataka za ocenu metoda rada, planiranje, kontrolu i obračun, radi ostvarivanja unapred postavljenog cilja – povećanja produktivnosti i humanizacije rada, koji se meri unapred definisanim kriterijumima, kao što su produktivnost, humanizacija, vreme, vrednost, troškovi, a realizuje u okviru datih ograničenja – novčanih, prostornih, tehničkih i vremenskih, a njegova primena zahteva upotrebu raznih posebnih metoda istraživanja.

Metod utvrđivanja potrebnog vremena

Metod utvrđivanja potrebnog vremena sadrži brojne faze koje se se odvijaju u određenom nizu i između kojih postoji složena zavisnost:



Osnovno vreme

Osnovno vreme je vreme za koje kvalifikovan radnik radeći standardnim intenzitetom, po propisanom metodu rada, uz upotrebu odgovarajućih sredstava (mašina, alata i druge opreme) obavi elemente rada u operaciji.

Osnovno vreme obuhvata:

- osnovno vreme elemenata rada radnika,
- osnovno vreme elemenata rada radnika i mašine i
- osnovno vreme elemenata rada mašine.

Osnovno vreme elemenata rada radnika

Problem u određivanju osnovnog vremena predstavlja to što radnici mogu svoje aktivnosti (elemente rada radnika samostalno ili uz korišćenje mašine) da obavljaju različitim intenzitetom. Radnik u zavisnosti od svoje obučenosti, sposobnosti i motivisanosti može da radi brže ili sporije.

Prilikom određivanja osnovnog vremena elemenata rada radnika potrebno je odrediti jedno jedino osnovno vreme za koje obučen radnik može da obavi elemente rada radeći standardnim intenzitetom.

Standardni intenzitet i ocena brzine i efikasnosti

Standardni intenzitet je intenzitet koji obučeni radnik može ostvariti bez žurbe kao prosek tokom radnog dana ili smene i kojim može raditi stalno bez opasnosti po zdravlje.

Ocenu brzine i efikasnosti ili intenziteta rada je numerička ocena brzine i efikasnosti kojom se obavljaju pojedini elementi rada, na osnovu unapred definisane skale.

Postoje različite skale za ocenu brzine i efikasnosti ili intenziteta rada, a najčešće se koristi skala ocena kod koje je osnovna ocena brzine i efikasnosti $v_0 = 100$, a pojedine ocene se razlikuju za po pet (5) jedinica.

Osnovno vreme elemenata rada se može odrediti na osnovu izmerenog vremena i ocene brzine i efikasnosti rada posmatranog radnika jer važi zavisnost da je proizvod izmerenog vremena (t_i) i ocene brzine i efikasnosti (v_i) konstantan i jednak proizvodu osnovnog vremena (t_o) i osnovne (standardne) ocene brzine i efikasnosti rada (v_o):

$$t_i * v_i = t_o * v_o \Rightarrow$$
$$\Rightarrow t_o = (t_i * v_i) / v_o,$$

$$\text{za } v_o = 100 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow t_o = (t_i * v_i) / 100$$

Izmereno vreme elemenata rada radnika koji radi brže od standardnog intenziteta

$$t_i = 10 \text{ s}$$

$$v_i = 120$$

Ocena brzine i efikasnosti radnika koji radi brže od standardnog intenziteta

Izmereno vreme elemenata rada radnika koji radi standardnim intenzitetom

$$t_i = 12 \text{ s}$$

$$v_i = 100$$

Ocena brzine i efikasnosti radnika koji radi standardnim intenzitetom

Izmereno vreme elemenata rada radnika koji sporije od standardnog intenziteta

$$t_i = 15 \text{ s}$$

$$v_i = 80$$

Ocena brzine i efikasnosti radnika koji sporije od standardnog intenziteta

Osnovno vreme elemenata rada radnika

$$t_o = 12 \text{ s}$$

$$v_o = 100$$

Osnovna (standardna) ocena brzine i efikasnosti radnika

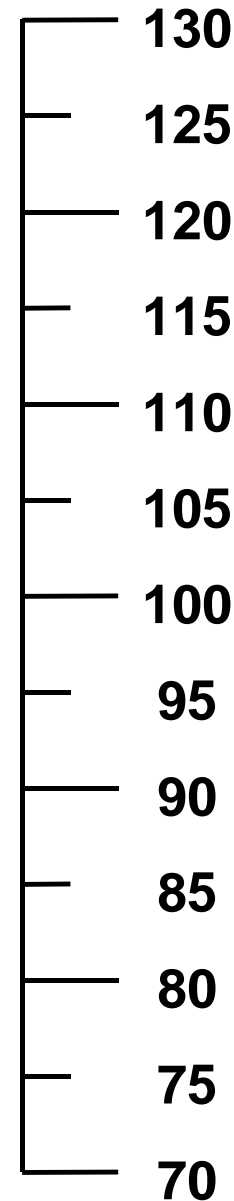
Izuzetno brz, virtuoazan rad, radnik veoma skoncentrisan na posao i radi ga sa izuzetnom spretnošću.

Vrlo vredno, sigurno izvršavanje posla dobro uvežbanog radnika koji je stimulisan da uradi više

Vredno, ozbiljno izvršavanje posla prosečno uvežbanog radnika čiji je rad stimulisan i može raditi celu smenu bez opasnosti po zdravlje.

Ležerno, mirno, oprezno izvršavanje posla, bez žurbe, pod stručnim nadzorom, izgleda sporo ali se ne rasipa vreme namerno

Sporo, nespretno, pipavo izvršavanje posla, radnik radi kao da je nezainteresovan za posao, kao da je pospan ili da nezna šta treba da uradi



Osnovno vreme elemenata rada mašine

Osnovno vreme elemenata rada mašine prilikom obavljanja operacije je definisano tehnologijom i režima obrade i trebalo bi da bude konstantno za određenu operaciju.

Ukoliko postoji definisana tehnologija moguće je osnovno vreme elemenata rada mašine odrediti na osnovu režima obrade i odgovarajuće matematičke formule,

a ukoliko nije definisana moguće je odrediti osnovno vreme elemenata rada mašine merenjem vremena izvođenja ovih elemenata pri čemu se podrazumeva da je brzina i efikasnost (ili intenzitet rada) mašine konstantan i jednak osnovnoj brzini i efikasnosti rada.

Ukupno osnovno vreme elemenata rada

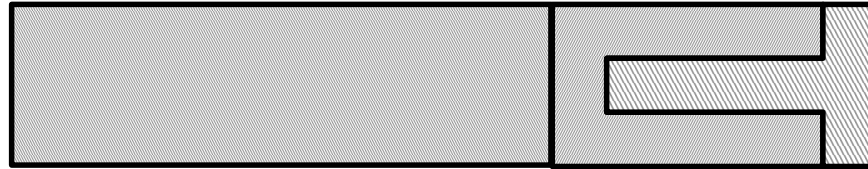
Nakon određivanja osnovnog vremena elemenata rada radnika i mašine potrebno je odrediti osnovno vreme za operaciju.

Problem je u tome što pojedine elemente rada radnici i mašine mogu obavljati istovremeno - paralelno, pa zbog toga ukupno vreme za obavljanje operacije može biti kraće od zbira osnovnih vremena elemenata rada radnika i mašina.

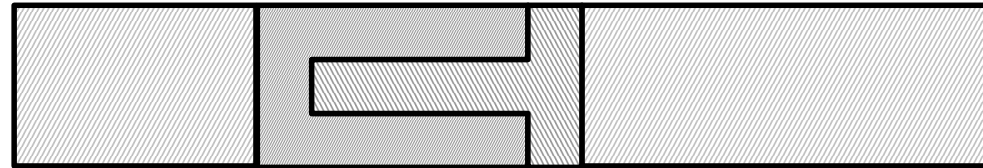
Zbog toga je potrebno pažljivo proučiti međuzavisnost između elemenata rada radnika ili grupe radnika i mašina, kako bi se tačno odredilo ukupno osnovno vreme elemenata rada.

Ukupno osnovno vreme elemenata rada

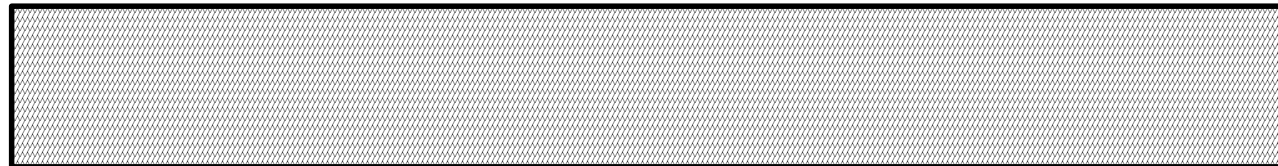
Osnovno vreme elemenata
rada radnika
(samostalno i mašinom)



Osnovno vreme elemenata
rada mašine
(samostalno i rad radnika)



Ukupno osnovno vreme
elemenata rada



Tačnost rezultata

Da bi se povećala preciznost i pouzdanost rezultata dobijenih studijom vremena posmatra se više ciklusa operacije.

Na osnovu postojanja statističkih zakontosti definisano je koliko ciklusa treba snimiti zavisno od trajanja ciklusa operacije:

Trajanje ciklusa operacije	do 6 s	do 15 s	do 30 s	do 45 s	do 1 min	do 2 min	do 5 min	do 10 min	do 20 min	do 40 min	preko 40 min
Preporučeni broj ciklusa	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Nepredviđeni zastoji

Nepredviđeni zastoji su kratki prekidi u radu (trajanja do 10 minuda) do kojih dolazi zbog dejstva:

- tehničko - tehnoloških činilaca,
- organizacionih činilaca ili
- više sile.

Za nepredviđene zastoje se ne može unapred utvrditi kada će nastati, pa su zbog toga i dobili ime, ali se može vrlo precizno utvrditi njihovo učešće, na nivou pogona, u odnosu na elemente rada.

Tokom nepredviđenih zastoja radnik je najčešće angažovan i radi na njihovom otklanjanju.

Nepredviđeni zastoji se određuju kao procentualni dodatak na osnovno vreme i u dobro organizovanim firmama iznosi oko 5%.

Učešće nepredviđenih zastoja u odnosu na elemente rada može se odrediti analizom istorijskih podataka, studijom vremena ili uzorkovanjem rada.

Utvrđivanje dodataka za odmore

Prilikom obavljanja operacije dolazi do zamora radnika zbog čega se umanjuje njegova sposobnost da nastavi sa produktivnim i bezbednim radom.

Pored toga, radnik povremeno mora da prekine sa radom da bi obavio lične potrebe.

Da bi se ovi problemi razrešili potrebno je odrediti vreme za odmor radnika.

Odmori su prekidi u radu koje radnik pravi, svesno, da bi obavio lične potrebe ili da bi se odmorio od zamora nastalog zbog prethodnog rada i na taj način bio u stanju da nakon odmora nastavi sa produktivnim i bezbednim radom.

Uticajni činioci na odmore

Na potrebne odmore utiče više činilaca koji se mogu grupisati na sledeći način:

- Konstantni uticajni činioci:
 - Lične potrebe,
 - Minimalni zamor;
- Promenljivi uticajni činioci:
 - Zamor zbog prirode posla i
 - Zamor zbog radne okoline.

Dodatno vreme za odmore zbog konstantnih činilaca se određuje kao procentualni dodatak na osnovno vreme i minimalno iznosi:

9% za muškarce (5% lične potrebe + 4% minimalni zamor) i
11% za žene (7% lične potrebe + 4% minimalni zamor).

Dodatno vreme za odmore zbog promenljivih činilaca se određuje kao procentualni dodatak na osnovno vreme primenom različitih tehnika (na primer PSP tehnika).

Određivanje potrebnog vremena

Nakon određivanja osnovnog vremena elemenata rada i procentualnog dodatka za odmore i nepredviđene zastoje izračunava se potrebno (ili standardno) vreme za operaciju - za elemente rada i deo:

Standardna vremena elementa za 1 deo se računaju po formuli:

$$t_{sed} = t_{oed} * \left(1 + \frac{NZ_{\%}}{100} \right) * \left(1 + \frac{O_{\%}}{100} \right) \text{ [ss/kom]}$$

Standardno vreme za jedan deo računa se sabiranjem standardnih vremena elemenata za jedan deo:

$$Tsd = \sum t_{sed}$$