

## Poglavlje

# Uvod u predmet

### Ključni pojmovi

označavanje navoja  
svojstva materijala (mehanička, tehnološka, kemijska i fizikalna)  
organizacija rada - proizvodnja  
elementi proizvodnje (rad, predmeti rada i sredstva za rad)  
sila (njutn)  
rad (džul)  
snaga (vat)  
tlak (paskal)  
obujamni protok

### Ciljevi

Znati razlikovati vrste navoja i njihovo označavanje  
Znati nabrojiti i uočiti važnost svojstava materijala koja su važna za njihov odabir  
Znati što je organizacija rada  
Znati nabrojiti osnovne elemente proizvodnje  
Znati glavni cilj organizacije rada  
Znati nabrojiti glavne zadatke organizacije rada  
Znati nabrojiti osnovne veličine i mjerne jedinice SI sustava  
Znati nabrojiti izvedene veličine i mjerne jedinice SI sustava za silu, rad, snagu, tlak i energiju  
Znati izračunati protok medija kroz cijev određenog poprečnog presjeka

Na samom početku učenika koji se služi ovim udžbenikom želim upoznati s onim pojmovima, veličinama i temama s kojima se susreao tijekom osnovne škole i u prvom razredu škole koju trenutačno pohađa, a sve s ciljem da što lakše savlada gradivo ovog predmeta koje mu stoji na raspolaganju. Naime, ovaj se predmet uči i prelistavajući kojekakve brošure – kataloge proizvoda koji su ponuđeni na tržištu, a dio su gradiva ovog predmeta, primjerice različitih dijelova cijevne instalacije. Ovaj se predmet uči i pregleđavajući različite tiskovne i elektronske medije. U tim se raspoloživim i dostupnim informacijama susrećemo:

- s matematičkim znakovima
- s predmetcima
- s grčkim alfabetom
- s označavanjem navoja
- sa svojstvima materijala
- s osnovnim i izvedenim veličinama i mjernim jedinicama s posebnim objašnjenjem za silu  $F$ , rad  $W$ , snagu  $P$ , tlak  $p$ , obujamni protok  $q_v$  itd.
- s organizacijom rada.

Kada se upoznate sa svim navedenim u ovom uvodu i uočite zašto nam je sve ovo važno, daleko ćete lakše savladavati predviđene cjeline ovog predmeta.

## Matematički znakovi

Tablica 1-1 predočava nam samo neke od matematičkih znakova s kojima se susrećemo u katalozima proizvoda, npr. nazivna snaga  $\leq 1150 \text{ W}$  (primljena); toplinsko istezanje cijevi je  $0,5\%$ , radni tlak manji je od ispitnog tlaka, max. ili min. opterećenje je toliko i toliko itd.

Tablica 1-1

Matematički znakovi

simbol	značenje
=	jednako
$\equiv$	istovjetno
$\neq$	nije jednako
$\approx$	približno jednako
<	manje od
>	veće od
$\leq$	manje ili jednako
$\geq$	veće ili jednako
$\parallel$	usporedno
$\#$	usporedno ili jednako
$\sim$	slično
$\cong$	sukladno
$\Rightarrow$	slijedi

$\triangleleft$	kut
$\square$	pravi kut
$\cap$	luk
$\infty$	beskonačno
$\%$	postotak
$\%o$	promil
$ a $	apsolutna vrijednost broja $a$
$f()$	funkcija neke varijable
$\partial$	parcijalna derivacija
$\int$	integral
$\Sigma$	suma, zbroj
$\vec{a}$ ili $a$	oznaka vektora
$\cdot$ ili $\times$	puta ili množenje

:	dijeljenje
—	razlomačka crta
ε	element
∉	nije element
√	kvadratni ili drugi korijen
$\sqrt[n]{\cdot}$	n-ti korijen
( )	okrugla zagrada
[ ]	uglata zagrada
{ }	vitičasta zagrada
...	od - do
...()	od - do isključivo

)...	od isključivo - do
konst ili const	konstanta
lim	limes
→	teži ka nečemu
i	imaginarna jedinica
ln	prirodni logaritam
log	dekadski logaritam
min	minimalno
max	maksimalno
x	eksponent
x	indeks

Tablica 1-2

Grčki alfabet

alfa	A	α
beta	B	β
gama	Γ	γ
delta	Δ	δ
epsilon	Ε	ε
zeta	Z	ζ
eta	Η	η
theta	Θ	θ
jota	I	ι
kapa	K	κ
lambda	Λ	λ
mi	M	μ

ni	•	N	v
ksi		Ξ	ξ
omikron	O	ο	ο
pi	Π	π	π
ro	Ρ	ρ	ρ
sigma	Σ	σ	σ
tau	Τ	τ	τ
ipsilon	Υ	υ	υ
fi	Φ	φ	φ
hi	X	χ	χ
psi	Ψ	ψ	ψ
omega	Ω	ω	ω

## Grčki alfabet

Oznake kutova trokuta ( $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ ) ili oznaka koeficijenta trenja  $\mu$ , otpora  $\xi$ , dužinskog istezanja  $\alpha_i$ , volumnog širenja  $\beta_i$  i stupnja iskoristivosti  $\eta$  označavaju se malim grčkim slovima. Tablica 1-2 daje nam pregled velikih i malih slova grčkog alfabeta.

## Predmetci i decimalni množitelji

Brojčana vrijednost 1 000 000 000 vrlo je velika, a 0,000 000 001 vrlo je mala. Napisane brojčane vrijednosti teško je pamtit u takvom obliku. Realnije vrijednosti lakše je pamtit i na njih smo više navikli. Da bismo izbjegli pomutnju u pisanju tako velikih brojčanih vrijednosti, a time i pojednostavnili i olakšali pamćenje izmjerena vrijednosti, uvedeni su decimalni množitelji jedinica koji umanjuju ili uvećavaju vrijednost broja.

**Tablica 1-3**

Decimalni množitelji za mjerne jedinice

<b>predmetak</b>	<b>naziv predmetka</b>	<b>iznos predmeta</b>	<b>naziv broja</b>
P	peta	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$	bilijarda
T	tera	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$	bilijun
G	giga	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$	milijarda
M	mega	$10^6 = 1\ 000\ 000$	milijun
k	kilo	$10^3 = 1\ 000$	tisuća
h	hekto	$10^2 = 100$	sto
da	deka	$10^1 = 10$	deset
		$10^0 = 1$	jedan
d	deci	$10^{-1} = 0,1$	desetina
c	centi	$10^{-2} = 0,01$	stotina
m	mini	$10^{-3} = 0,001$	tisućina
μ	mikro	$10^{-6} = 0,000\ 001$	milijuntina
n	nano	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$	milijardina
p	piko	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$	bilijuntina
f	femto	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$	bilijardina

Koristeći tablicu 1-3 lakše je pamtititi broj zapisan kao  $0,3 \cdot 10^{-9}$ , nego ga pamtititi u obliku 0,000 000 003 (brzina rasta kose je 0,000 000 003 m/s). Također, odstupanje od zadane mjere 34 μm lakše je pamtititi zapisano u obliku  $34 \cdot 10^{-6}$ , nego napisano kao 0,000 034. Ovo su samo neki primjeri upotrebe predmetaka.

**Tablica 1-4**

Vrste navoja

M 10	normalni metrički navoj
M 10 × 1	metrički fini navoj
1"	Whitworthov normalni navoj
W 84 × 1/8"	Whitworthov fini navoj
R 3/4"	Whitworthov cijevni navoj
E 27	Edisonov navoj
Tr 50 × 8	trapezni navoj
S 50 × 8	kosi navoj
Rd 52 × 1/8"	obli navoj
Re 9	navoj za oklopne cijevi
	kvadratni navoj - kotiraju se uspon i dubina navoja
Bi 3/8"	navoj za bicikle

## Označavanje navoja

Navojno spajanje ubraja se u rastavljive spojeve. Navoj može biti vanjski (narezan na vanjskoj strani) i unutarnji (narezan na unutarnjoj strani). Također, navoj može biti desni i lijevi, odnosno jednonavojni, dvonavojni i višenavojni (samo za vanjske navoje).

Kod navoja valja razlikovati korak navoja  $P$ , uspon navoja  $h$  i kut profila  $\alpha$ .

Za spajanje se upotrebljavaju navozi koji imaju mali uspon i oštar profil.

Za pretvaranje okretnog u pravocrtno gibanje koriste se navozi s velikim usponom i plosnatim ili profiliranim oblikom (trapezni navoj).

Tablica 1-4 pokazuje nam na koji se način označavaju navozi.

Pojedine vrste navoja objašnjavamo na sljedeći način:

- za M 10 → promjer je 10 mm
- za M 10 × 1 → promjer × korak; u ovom slučaju korak je 1 mm
- za R3/4" → daje približan promjer cijevi u colima
- za Rd 52 × 1/8" → kod ovog navoja promjer je dat u mm, a korak u colima.

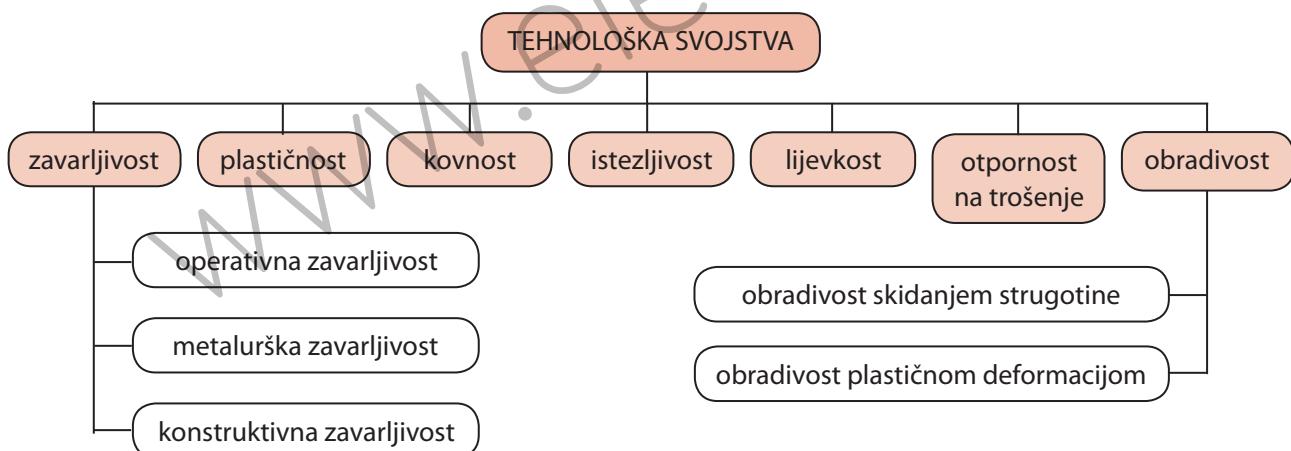
### Pitanja za provjeru

1. Koji se navoji upotrebljavaju za spajanje?
2. Za koji je navoj oznaka R ½"?
3. Kako se označava metrički fini navoj?
4. Gdje upotrebljavamo trapezni navoj?
5. Objasnite način označavanja oblog navoja.

## Svojstva materijala

Svojstva materijala određuju uporabivost nekog materijala za neki određeni sklop. Ona nam pokazuju osobnost i karakteristike, odnosno oznaku za razlikovanje materijala. S pomoću svojstava materijala određuje se pri-padnost datog materijala nekoj vrsti. Osnovna svojstva materijala dijele se na četiri grupe: **mehanička, tehnološka, fizikalna i kemijska**. Projektant ili konstruktor prilikom odabira materijala mora poznavati sva navedena svojstva odabranog materijala kako bi ga ispravno i dobro upotrijebio za određeni dio montaže-sklopa.

**Tehnološka svojstva** su ona svojstva koja nam govore o obradivosti materijala, odnosno o tome kako se materijal ponaša prilikom obrade. Dijagramom su prikazana najvažnija tehnološka svojstva.



**Tablica 1-5**

Fizikalna svojstva

svojstvo	opis
boja	karakterizira vrstu tvari
gustoća	masa kubne jedinice tvari
temperatura taljenja	temperatura prelaza iz krutog u kapljivo stanje
toplinska provodnost materijala	sposobnost provođenja topline
električno svojstvo	ponašanje materijala pri propuštanju električne struje
specifični električni otpor	svojstvo materijala pri prolazu struje
električna vodljivost	sposobnost provođenja električne struje
koefficijent toplinskog širenja	promjene dimenzija tvari pri promjeni temperature

**Kemijska svojstva** su ona svojstva koja nam govore kako se pojedini materijal ponaša pri atmosferskim pojavama. U kemijska svojstva ubrajamo kemijski sastav, otpornost na koroziju i vatru, toplinsku otpornost te kristalografska svojstva. Kemijska svojstva materijala određuju se u laboratoriju.

### Pitanja za provjeru

1. Zašto je potrebno poznavati svojstva materijala?
2. Kako je načinjena osnovna podjela svojstava materijala?
3. Što obuhvaćaju tehnička svojstva materijala?
4. U koja se svojstva ubrajaju tvrdoća, čvrstoća i plastičnost?
5. Što su fizikalna svojstva materijala?
6. Gdje se određuju kemijska svojstva materijala i što sve ubrajamo u ta svojstva?

**Tablica 1-6**

Osnovne jedinice u SI međunarodnom sustavu mjera

mjerna jedinica	naziv jedinice	fizikalna veličina
m	metar	duljina
kg	kilogram	masa
s	sekunda	vrijeme
A	amper	jakost struje
K	kelvin	termodinamička temperatura
mol	mol	količina tvari
cd	kandela	svjetlosna jakost

**Tablica 1-7**

Izvedene jedinice SI sustava

fizikalna veličina	oznaka i mjerna jedinica
površina	$A$ , $\text{m}^2$
obujam	$V$ , $\text{m}^3$
brzina	$v$ , $\text{m/s}$
obujamni protok	$q_v$ , $\text{m}^3/\text{s}$
maseni protok	$q_m$ , $\text{kg/s}$
gustoća	$\rho$ , $\text{kg/m}^3$
sila (njutn)	$F$ , $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
tlak (paskal)	$p$ , $\text{Pa}$ ili $\text{N/m}^2$
rad (džul)	$W, J$
snaga (vat)	$P, W$
toplina	$Q, J$
entalpija	$H, J$
specifični toplinski kapacitet	$c$ , $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
gustoća toplinskog toka	$q$ , $\text{W/m}^2$
toplinska provodnost	$\lambda$ , $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
koeficijent prolaza topline	$k$ , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
toplinski tok	$\Phi, W$

## Međunarodni sustav SI mjernih jedinica

Sve što se da i može mjeriti po veličini i mjeri jest **veličina** (npr. temperatura, masa, brzina itd.). Veličinu možemo mjeriti na različite načine. Možemo je usporediti s nekom vrijednošću iste veličine ako smo je odabrali za mjernu veličinu.

Međusobna zavisnost između određenih veličina definirana je fizikalnim zakonima. Sustav mjernih jedinica počeo se stvarati još davne 1799. godine, kada je u Francuskoj ustanovljena jedinica za duljinu (metar) i za masu (kilogram). Međunarodnu metarsku konvenciju potpisalo je 17 država 1875. godine u Parizu. Toj konvenciji pristupale su i druge države.

Sustav mjernih jedinica zatim se dopunjavao kroz niz godina. Godine 1960. sustav je dobio naziv Međunarodni sustav mjernih jedinica, koji tvore osnovne jedinice SI sustava - tablica 1-6 (sedam osnovnih jedinica) i sve ostale izvedene jedinice SI sustava - tablica 1-7 i 1-8 (izvedene su iz osnovnih jedinica).

Slijedi objašnjenje nekih izvedenih jedinica.

⇒ za silu  $F = m \cdot a$  ( $N = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ )

i težina  $G$  je sila  $G = m \cdot g$ ,

gdje je:

$m$  kg masa

$a$   $\text{m/s}^2$  ubrzanje

$g$   $\text{m/s}^2$  gravitacija ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

### Primjer 1

Kojom težinom čovjek djeluje na tlo na kojem stoji ako mu je masa 85 kg?

$$m = 85 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$G = ?$$

Rješenje:

$$G = m \cdot g = 85 \cdot 9,81 = 833,85 \text{ N}$$

Sila je uzrok promjene stanja nekog tijela ili gibanja. Njutn (N) je sila koja tijelu mase 1 kg daje ubrzanje od  $1 \text{ m/s}^2$ .

⇒ rad  $W = F \cdot s$  ( $J = \text{N} \cdot \text{m}$ ),

gdje je:

$s$  m put

$F$  N sila.

Rad je sposobnost djelovanja sile na nekom putu. Džul (J) je radnja sile od 1 N na putu od 1 m.

Radnju vrše ljudi, životinje i strojevi.

Tablica 1-8

Izvedene jedinice s posebnim nazivom

mjerna jedinica	naziv mjerne jedinice		naziv veličine
	izvorni	fonetski	
rad	radian	radijan	kut (ravninski kut)
sr	steradian	steradijan	ugao (prostorni kut)
Hz	hertz	herc	frekvencija
N	newton	njutn	sila
Pa	pascal	paskal	tlak
J	joule	džul	energija, rad, toplina
W	watt	vat	snaga
C	coulomb	kulon	električni naboј
V	volt	volt	električni napon
$\Omega$	ohm	om	električni otpor
S	siemens	simens	vodljivost (za istosmjernu struju)
F	farad	farad	kapacitet
Wb	weber	veber	magnetski tok
H	henry	henri	samoindukcija
T	tesla	tesla	gustoća magnet-skog toka
lm	lumen	lumen	svjetlosni tok
lx	lux	luks	osvjetljenje
Bq	becquerel	bekerel	radioaktivnost
Gy	gray	grej	upijena doza (apsorbirana)
Sv	sievert	sivert	ekvivalentna doza

Stara jedinica za snagu je konjska snaga (KS).

$$1 \text{ kW} = 1,3596 \text{ KS}$$

$$1 \text{ KS} = 0,7355 \text{ kW}$$

## Primjer 2

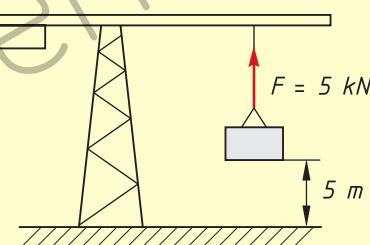
Kran diže teret silom  $F = 5 \text{ kN}$  na visinu  $h = 5 \text{ m}$ . Izračunajte radnju koju je izvršio kran. Kolika je potencijalna energija pri dizanju tereta mase  $510 \text{ kg}$  na visinu  $5 \text{ m}$  (prema slici)?

$$F = 5 \text{ kN}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$m = 510 \text{ kg}$$

$$W = ?, E_p = ?$$



### Rješenje:

$$W = F \cdot s = 5000 \text{ N} \cdot 5 \text{ m}$$

$$= 25\,000 \text{ J} = 25 \text{ kJ}$$

$$E_p = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

$$= 510 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m}$$

$$= 25\,015,5 \text{ J} = 25,015 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow \text{snaga } P = \frac{W}{\tau} \quad (\text{W = J/s}),$$

gdje je:

$$\begin{array}{ll} W & \text{J} \\ \tau & \text{s} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{rad} \\ \text{vrijeme.} \end{array}$$

Snaga je rad obavljen u jedinici vremena. Vat (W) je snaga koja se dobije izvršenom radnjom od 1 J u vremenu od 1 s.

## Primjer 3

Izračunajte snagu ako je poznata radnja  $W = 2 \text{ kJ}$  i vrijeme 45 min.

$$W = 20 \text{ kJ} = 20\,000 \text{ J}$$

$$\tau = 45 \text{ min} = 2700 \text{ s}$$

$$P = ?$$

### Rješenje:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{20\,000 \text{ J}}{2700 \text{ s}} = 7,4 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \text{tlak } p = \frac{F}{A} \quad (\text{Pa} = \text{N/m}^2),$$

gdje je:

F	N	sila
A	$\text{m}^2$	površina

1 bar =  $10^5$  Pa.

Tlak je omjer sile i površine na koju ta okomita sila djeluje. Paskal (Pa) je tlak koji dobivamo djelovanjem sile od 1 N na površinu od  $1 \text{ m}^2$ .

#### Primjer 4

Koliki tlak proizvede sila od 15 kN na površini  $0,5 \text{ m}^2$ ?

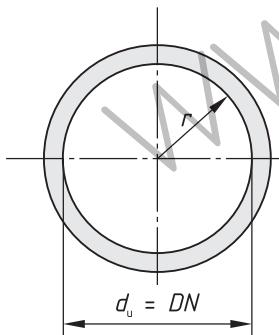
$$F = 15 \text{ kN} = 15000 \text{ N}$$

$$A = 0,5 \text{ m}^2$$

$$p = ?$$

Rješenje:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{15000 \text{ N}}{0,5 \text{ m}^2} = 30000 \text{ Pa} = 0,3 \text{ bara}$$



Slika 1-1

Poprečni presjek cijevi

$\Rightarrow$  obujamni protok  $q_v = A \cdot v$  ( $\text{m}^3/\text{s}$  ili  $\text{l/s}$ ),

gdje je:

A	m <sup>2</sup>	površina poprečnog presjeka strujanja
---	----------------	---------------------------------------

v	m/s	brzina strujanja.
---	-----	-------------------

Kod cijevnih instalacija riječ je o poprečnom presjeku koji je okruglog oblika (slika 1-1).

$\Rightarrow$  površina poprečnog presjeka  $A = \frac{d_u^2 \cdot \pi}{4} = r^2 \cdot \pi$ ,

gdje je:

d <sub>u</sub>	unutarnji promjer cijevi ili nazivni promjer (DN) cijevi
----------------	--

r	polumjer cijevi.
---	------------------

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$$

#### Primjer 5

Koliki je obujamni protok vode kroz cijev promjera 32 mm ako je brzina vode koja protječe kroz cijev 2 m/s?

$$d_u = 32 \text{ mm} = 0,032 \text{ m}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$q_v = ? \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}}, \frac{1}{\text{s}} \right)$$

Rješenje:

$$A = \frac{d_u^2 \pi}{4} = \frac{0,032^2 \pi}{4} = 0,0008 \text{ m}^2$$

$$q_v = A \cdot v = 0,0008 \cdot 2 = 0,0016 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$q_v = 0,0016 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1000 \frac{1}{\text{m}^3} = 1,6 \frac{1}{\text{s}}$$

## Pitanja za provjeru

1. Nabrojite osnovne jedinice SI sustava.
2. Što je sila i koja joj je jedinica u SI sustavu?
3. Koja se veličina izražava izvedenom jedinicom džul (J)?
4. Objasni formulu  $P = W/\tau$ .
5. Koja je jedinica za tlak?
6. Kako se dobiva snaga od 1 W?
7. Izračunajte protok medija kroz cijev promjera  $d_u = 50 \text{ mm}$  ako je brzina medija  $v = 10 \text{ m/s}$  (protok izražen u l/s).  
(Rješenje: 19,6 l/s)
8. Koliki tlak dobijemo kada silom od 40 kN djelujemo na površinu od  $2 \text{ m}^2$ ? (Rješenje: 0,8 bar)

## Organizacija rada

Organizacija rada (proizvodnje) širok je pojam. Obuhvaća mnogo aktivnosti za koje je neophodno mnogo znanja i iskustava iz različitih područja, a s ciljem što veće kvalitete i kvantitete proizvoda. Osnovni elementi proizvodnje su:

- rad
- predmeti rada
- sredstva za rad.

Organizacijom rada potrebno je dovesti u sklad sve elemente proizvodnje i postaviti ih u prostor i vrijeme da bi se na najbolji i najlakši način ostvarili ciljevi proizvodnje.

Cilj organizacije rada je osposobiti djelatnike da svim raspoloživim sredstvima uz najmanje ulaganje energije i truda postignu najveći radni učinak.

Zadataci organizacije rada su:

- jasno postaviti ciljeve i zadatke koje je potrebno redom obaviti
- složenije zahvate raščlaniti na jednostavnije, kako bi se lakše i učinkovitije izvršili
- osposobiti sve djelatnike za obavljanje pojedinih zadataka
- osigurati djelatnicima sva moguća sredstva za rad
- osigurati povoljne uvjete rada i zaštitu radnih ljudi
- osigurati djelotvornu pripremu proizvodnje
- osigurati vrlo dobar sustav kontrole.

Ako se sve navedeno ispunii, uspjeh ne bi smio izostati.

Nakon klasične Taylorove teorije, neoklasične i moderne organizacije rada u kojoj je informatika odigrala glavnu ulogu, pojavilo se još mnogo metoda i teorija organizacije.

### **Pitanja za provjeru** .....

1. Što obuhvaća organizacija rada?
2. Nabrojite glavne elemente proizvodnje.
3. Koji je cilj organizacije rada?
4. Koji su zadaci organizacije rada?
5. Objasnite zašto je potrebno dobro poznavati navedene zadatke organizacije.