

# TEHNOLOGIJA GRAĐENJA

nastavni materijali - predavanja : prof dr.sc. Snježana Knezić

## LITERATURA:

- Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, HDGI, 1995.
- Rudolf Lončarić, ORGANIZACIJA IZVEDBE GRADITELJSKIH PROJEKATA, Sveučilište u Zagrebu i HDGI, 1995.
- Gorazd Bučar, NORMATIVI I CIJENE U GRADITELJSTVU, Sveučilište u Rijeci, 2001.

## **Posebnost graditeljske proizvodnje:**

- proizvod je nepokretan i nedjeljiv
- dugo vrijeme proizvodnje
- naporan i složen rad
- posebna dokumentacija za svaki proizvod
- uključene raznovrsne grane industrije
- proizvod je složen
- timski rad (složenost i raznolikost radnih procesa)

## **Približavanje industrijskoj proizvodnji**

- prefabrikacija
- mehanizacija
- automatizacija
- racionalna tehnologija i organizacija građenja

# **Mehanizacija**

## **Namjena mehanizacije:**

- zamjena ručnog rada u proizvodnji s mehaničkim
- skraćivanje vremena proizvodnje
- smanjenje napora radnika

## **Mehanizirani sustavi za cjelokupne tehnološke linije:**

- sustavi za tehnološki istovrsne proizvode prvog stupnja
- sustavi za tehnološki istovrsne proizvode drugog stupnja (dio objekta, graditeljski elementi ili skupno dovršavanje objekta)
- sustavi za tehnološki istovrsne proizvode trećeg stupnja (nosive konstrukcije objekata)

## **Tehnološki sustavi prema vrsti graditeljskih objekata:**

- industrijski i poljoprivredni objekti
- prometnice i mostovi
- inženjerski objekti niskogradnje
- stambeni i poslovni prostori
- industrija graditeljskih materijala

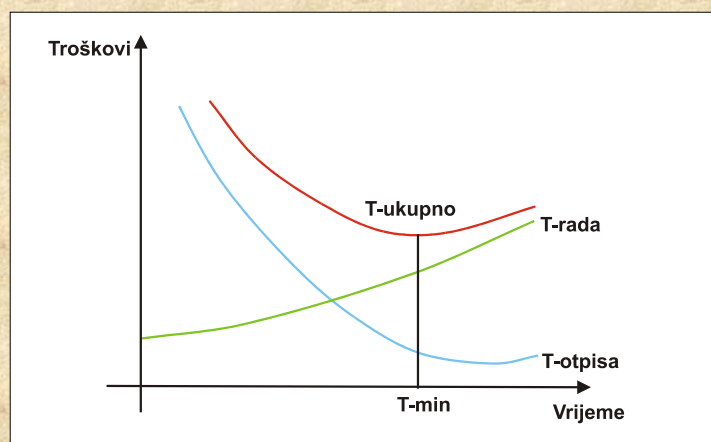
## Dio mehaniziranog sustava sadržava:

- specifikacija strojeva, uređaja i opreme
- usklađenje parametara učinaka

### Dijagram optimalnog korištenja strojeva

$T_{rada}$  - troškovi opremanja i korištenja strojeva

$T_{otpisa}$  - teorijska veličina svih otpisa vrijednosti i troškova amortizacije mehanizacije



## **Težnja za povećanjem mehaniziranosti i razvoja strojeva**

**u:**

- povećanju učinka
- uporabi univerzalnih strojeva i strojeva za viševrsku uporabu
- primjeni novih konstrukcija strojeva
- primjeni mobilnih strojeva
- primjeni pogonskih motora s odgovarajućom rezervom učinka
- unaprjeđenjima i primjeni hidrauličnih uređaja za upravljanje.

## **Automatizacija**

Daljnji stupanj razvoja, nakon postignute mehanizacije, i znači potrebu uspostavljanja više razine industrijalizacije.

## **Uvođenje automatizacije u graditeljstvo:**

- automatska proizvodnja graditeljskih materijala i gotovih elemenata za ugradnju
- logistička koncepcija za transport, premještanje i skladištenje materijala
- razvoj tehnoloških koncepcija za graditeljske strojeve za potpuni i djelomični automatski rad
- analitičko-tehnološki rad na istraživanju metodike uključivanja automatizacije u graditeljstvu

- razvoj teorijskih koncepcija za automatske strojeve i matematičko-konstruktivna istraživanja za upravljanje i reguliranje
- razvoj software-a za upravljanje proizvodnjom i rješenja za visokokvalitetno upravljanje graditeljskim strojevima pomoću lasera

## **Racionalna tehnologija i organizacija građenja**

Racionalizacija je skup mjera kojima se postižu promjene u organizaciji, u upravljanju i uporabi postojećih tehničkih uređaja, materijala, pogonske energije i ljudske radne snage.

## **Primjena racionalizacije omogućuje:**

- smanjenje napora radnika
- poboljšanje kvalitete
- povećanje radnog učinka



**Tehnološki proces** je skup izabranih postupaka radnih operacija pomoću alata, strojeva, opreme i uređaja uz određivanje njihova redoslijeda i uvjeta u kojima se odvija proizvodnja

### **Načela vrjednovanja tehnoloških procesa:**

- postupak se mora provoditi timski, interdisciplinarno i svestrano
- mora se isključiti subjektivizam
- mora se raspolagati dovoljnim brojem informacija
- trebaju biti ispitane sve specifičnosti i svi faktori koji imaju utjecaj na građenje

## **Prednosti montažnog načina građenja u smislu racionalnosti:**

- bolje korištenje fonda radnog vremena i produženje sezone građenja
- skraćenje vremena građenja
- postizanje bolje kvalitete

## **Tehnološki proces**

## **Najvažniji procesi tehnološkog podsustava:**

- zemljani radovi
- proizvodnja betona
- transport i ugradba betona
- proizvodnja mortova
- ugradba mortova
- proizvodnja asfaltnih masa za kolničke zastore
- ugradba asfaltnih masa
- oplata s montažom i demontažom
- proizvodnja armature
- ugradba armature

- prefabrikacija
- transport
- način građenja (tradicijsko, polumontažno ili montažno)
- ugradba i montaža
- finalizacija

## **Primjer optimizacije nosivih sustava gospodarskih objekata**

Potrebno je uskladiti konstrukcijski sustav objekata s tehnološkim sustavom kako bi se izvedba pojednostavnila i postigli što povoljniji učinci u proizvodnom sustavu. Tržište traži objekt u obliku hala.

Pri formulaciji problema uzeti su u obzir:

- zahtjevi tehnologije
- zahtjevi za projektiranjem i izgradnjom
- zahtjevi tržišta

## Kriteriji na temelju pokazatelja učinkovitosti konstrukcijskih rješenja:

- utroškom osnovnih materijala za izradu nosivih konstrukcija - betona i čelika
- utroškom rada za izradu elemenata nosive konstrukcije
- troškovima rada za izradu i montažu, odnosno izvedbu nosive konstrukcije

## Neki kriteriji za optimizaciju nosivih konstrukcija:

- veličina raspona
- volumen konstrukcije
- težina konstrukcije
- količina rada
- količina materijala (betona, čelika i dr.)
- konstrukcijski sustav konstrukcije
- cijena

Kod objekata koji se izvode montažnim načinom građenja mogu se uzeti slijedeći posebni parametri:

- udio montaže
- složenost procesa montaže
- pogodnost elemenata za transport
- strojevi za montažu
- sustav građenja, i dr.

Optimizacija za sniženje troškova posebno je djelotvorna kod:

- velikih serija tipskih elemenata ili brojnih tipskih konstrukcija
- konstrukcija s velikim utroškom materijala
- pokretnim konstrukcijama
- upotrebi novih materijala, najčešće kad su u pitanju potpuno nekonvencionalne konstrukcije

## **Korištenje građevinskih strojeva**

### **Razlozi:**

- porast obujma radova
- zahtjev za ujednačenom kakvoćom
- društveno - kulturni razlozi
- ekonomski razlozi (racionalizacija radova)
- razvojni napredak industrijske proizvodnje

## Radovi:

- **niskogradnja**: prometni i vodoprivredni projekti, opsežnost zemljanih radova
- **visokogradnja**: stambeni, industrijski društveni objekti, proizvodnja i transport svježeg betona
- **ostali radovi**: mostovi vijadukti, prethodni radovi, ispitivanja tla, saniranje tla, radovi na proizvodnji klasičnih građevinskih materijala, održavanje izgrađenih objekata, završni radovi u visokogradnji

## Značajke građevinskih strojeva



**Stupanj opremljenosti strojevima:**

$$S_0 = \frac{\text{vrijednost strojeva uprimjeni}}{\text{vrijednost radova sa strojevima}} \cdot 100(\%)$$

**Stupanj zahvata strojevima:**

$$S_z = \frac{\text{vrijednost radova sa strojevima}}{\text{ukupna vrijednost radova}} \cdot 100(\%)$$

**Stupanj korištenja strojeva:**

$$S_i = \frac{\text{stvarno utrošeno vrijeme}}{\text{moguće raspoloživo vrijeme}} \cdot 100(\%)$$

**Stupanj energije:**

$$S_e = \frac{\text{instalirana snaga (kW)}}{\text{broj radnika}}$$

## **Podjela građevinskih strojeva:**

### **U odnosu na masu:**

- male (do 80 kg)
- srednje (od 80kg do 6t)
- velike (od 6t do 18t)
- vrlo velike (više od 18t)

## **U odnosu na pokretljivost:**

- prijenosne
- samohodne
- montažno/demontažne
- stabilne

## **U odnosu na pogonske motore:**

- strojeve s parnim pogonom
- strojeve s eksplozivnom pogonskim motorima
- strojeve s električnim pogonskim motorima
- strojeve s pogonskim motorima na stlačeni zrak ili ulje
- strojeve s daljinskim upravljanjem

## **U odnosu na način rada:**

- strojeve kontinuiranog rada
- strojeve cikličkog rada

## **U odnosu na temeljnu funkciju:**

- za zemljane radove
- za preradu kamena
- za stabilizaciju tla
- za betonske radove
- za asfaltne radove
- za dizanje i prijenos
- za pripremu građenja posebnih objekata
- za održavanje izgrađenih građevina
- za pomoćne radove

## Održavanje građevinskih strojeva

### **Mjere:**

- profilaktične mjere (povremeni pregledi)
- tekuće održavanje
- srednje održavanje
- investicijsko održavanje

## **"Strojna knjiga" sadrži:**

- tehničke podatke o stroju
- popis pripadajućeg oruđa i rezervnih dijelova
- popis dokumenata o stroju
- evidencija rada stroja
- podatke o održavanju stroja
- podatke o izmjeni dotrajalih dijelova
- podatke o upravljaču strojem
- ostale podatke važne za konkretni stroj

## **"Kolna knjiga" sadrži:**

- podatke o tehničkom pregledu i registraciji
- podatke o kretanju i kilometraži
- podatke o vozačima

## **Učinak građevinskog stroja**

### **Faktori koji utječu na veličinu učinka:**

- konstruktivna svojstva stroja
- obilježja proizvodnje
- radni uvjeti
- korištenje radnog vremena

## **Način rada:**

- ciklički
- kontinuirano

## **Cikličko djelovanje:**

- koristan rad stroja
- prazan hod
- zastoj stroja



## Učinci:

- teorijski  $U_t$
- planski  $U_p$
- stvarni  $U_s$

$$U_t > U_p \geq U_s$$

### Teorijski učinak:

$$U_t = T Q_t \text{ (kontinuirano djelovanje)}$$

$$U_t = (T / T_c) Q_c \text{ (cikličko djelovanje),}$$

$$T / T_c = n, \quad U_t = n Q_c$$

$U_t$  - teorijski učinak

$T$  - jedinično trajanje radnog vremena

$T_c$  - vrijeme trajanja punog radnog ciklusa

$Q_t$  - količina proizvedena u jedinici vremena

$Q_c$  - količina proizvedena jednim radnim ciklusom

$n$  - broj ciklusa u jedinici vremena

**Planski učinak** se dobiva redukcijom teorijskog učinka:

$$U_p = U_t K_o K_p K_r K_v K_g K_d \dots$$

$U_p$  - planski učinak

$U_t$  - teorijski učinak

$K_o$  - koeficijent okretanja

$K_p$  - koeficijent punjenja

$K_r$  - koeficijent rastresitosti (za sraslo stanje)

$K_v$  - koeficijent korištenja radnog vremena

$K_g$  - koeficijent organiziranosti gradilišta

$K_d$  - koeficijent dotrajalosti

**$K_o$  - koeficijent okretanja**

90° optimum

**$K_p$  - koeficijent punjenja**

$K_p$  = stvarna popunjenost / optimalno moguća popunjenost

**$K_r$  - koeficijent rastresitosti (za sraslo stanje)**

$K_r$  = obujam sraslog stanja / obujam rastresitog stanja

**$K_v$  - koeficijent korištenja radnog vremena**

$K_v$  = vrijeme čistog rada / ukupno radno vrijeme

## Troškovi strojeva

### Tri načina angažmana strojeva:

- vlastiti strojevi
- leasing
- najam strojeva

### Oblikovanje jedinične proizvodne cijene

#### **Jedinična cijena proizvoda $C_j$ sadrži:**

$T_g$  - troškova građevinskog stroja

$T_p$  - organizacijsko - proizvodnih troškova

$T_r$  - posrednih režijskih troškova.

$$C_j = T_g + T_p + T_r$$

#### **Troškovi građevinskog stroja $T_g$ se sastoje od:**

$T_o$  - troškova otpisa stroja

$T_{os}$  - troškova osiguranja stroja

$T_i$  - troškova investicijskog održavanja stroja

$T_j$  - jednokratnih troškova

$T_{os} =$  troškovi osiguranja / godišnji kapacitet

$T_i =$  nabavna vrijednost 8 / godišnji kapacitet 100

$T_j =$  ukupni jednokratni troškovi za godinu / godišnji kapacitet

**Organizacijsko proizvodni troškovi  $T_p$  se sastoje od:**

- troškova plaća proizvodnih radnika
- troškova tekućeg održavanja stroja
- troškova zamjene potrošnih dijelova stroja
- troškova pogonske energije

$T_p$  = ukupni organizacijsko-proizvodni troškovi za godinu / godišnji kapacitet

**Posredni troškovi  $T_r$  se sastoje od:**

- materijalnih posebnih troškova
- plaća posrednih radnika
- troškova za porez itd.
- troškova za društvena i druga davanja
- planirane dobiti

$T_r$  = ukupni posredni troškovi za godinu / godišnji kapacitet

## **Planovi organizacije rada sa strojevima**

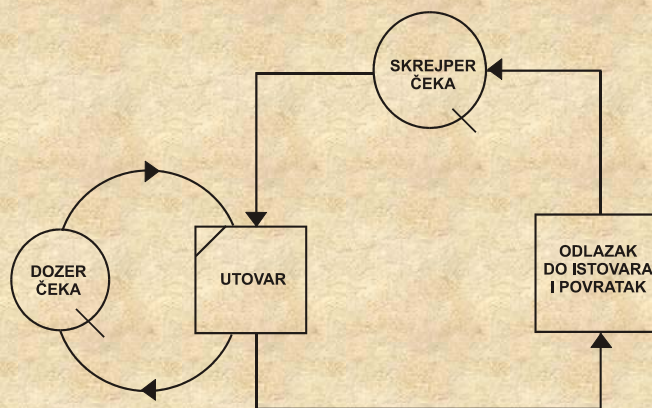
### **Mogućnosti povezivanja građevinskih strojeva:**

- pojedini građevinski stroj radi neovisno o drugima
- građevinski strojevi rade u skupini od 2 do tri stroja (djelomično povezani)
- građevinski strojevi su lančano potpuno ovisni

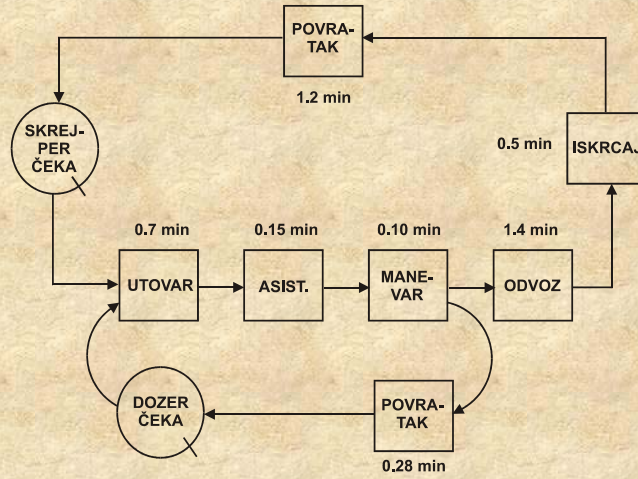
Zajednički rad skrejpera i dozera:  
dozer gure skrejper fazi iskopa



Shema rada "dvojca" dozer-skrejper



### Usklađivanje rada "dvojca" dozer-skrejper



Ciklus dozera =  $0.70 + 0.15 + 0.10 + 0.28 = 1.23$  min  
Ciklus skrejpera =  $0.95 + 1.2 + 1.4 + 0.5 = 4.05$  min