GRAĐEVINSKI STROJEVI

III PREDAVANJE

UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA ZA ZEMLJANE RADOVE

Što je učinak?

Učinak - je izvršenje kvalitetne količine obujma neke planirane proizvodnje (Q), u jedinici vremena (T).

Učinak stroja u određenoj jedinici vremena izračunamo iz izraza

$$U = \frac{T_h}{t_c} \times Q_c$$

gdje je:

T_h = *vrijeme jednog sata,*

Q_c = *količina proizvoda po ciklusu,*

t_c = *vrijeme jednog ciklusa,*

Obujam po jednom radnom ciklusu za učinak "sraslo" (Q_c) izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$Q_c = q \times k_{pu} \times k_r$$

gdje je:

k_{pu} = *koeficijent punjenja,*
q = *konstruktivni obujam radnog dijela stroja,*
k_r = *koeficijent rastresitosti.*

Obujam po jednom radnom ciklusu za učinak "rastresito" (Q_c) izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$Q_c = k_{pu} \times q$$

gdje je:

k_{pu} = koeficijent punjenja,
q = konstruktivni obujam radnog dijela stroja,

Približna rastresitost

Tablica 4.1.

Materijal (gradivo)	Rastresitost (*r*)
suhi šljunak	1,10
mokri šljunak	1,20
suha glina, zemlja	1,25
vlažna glina	1,30
meka minirana stijena	1,35
tvrda minirana stijena	1,55

Što je koeficijent rastresitost?

$$k_r = \frac{1}{r}$$

gdje je:

r = rastresitost materijala,

k_r = koeficijent rastresitosti,

Pojednostavljene vrijednosti veličine obujma sraslo, rastresito i ugrađeno za stijenu (kamen), šljunak i pijesak, prašinu i glinu prema knjizi Lars Forssbald «Vibration soil and rock fill compaction».

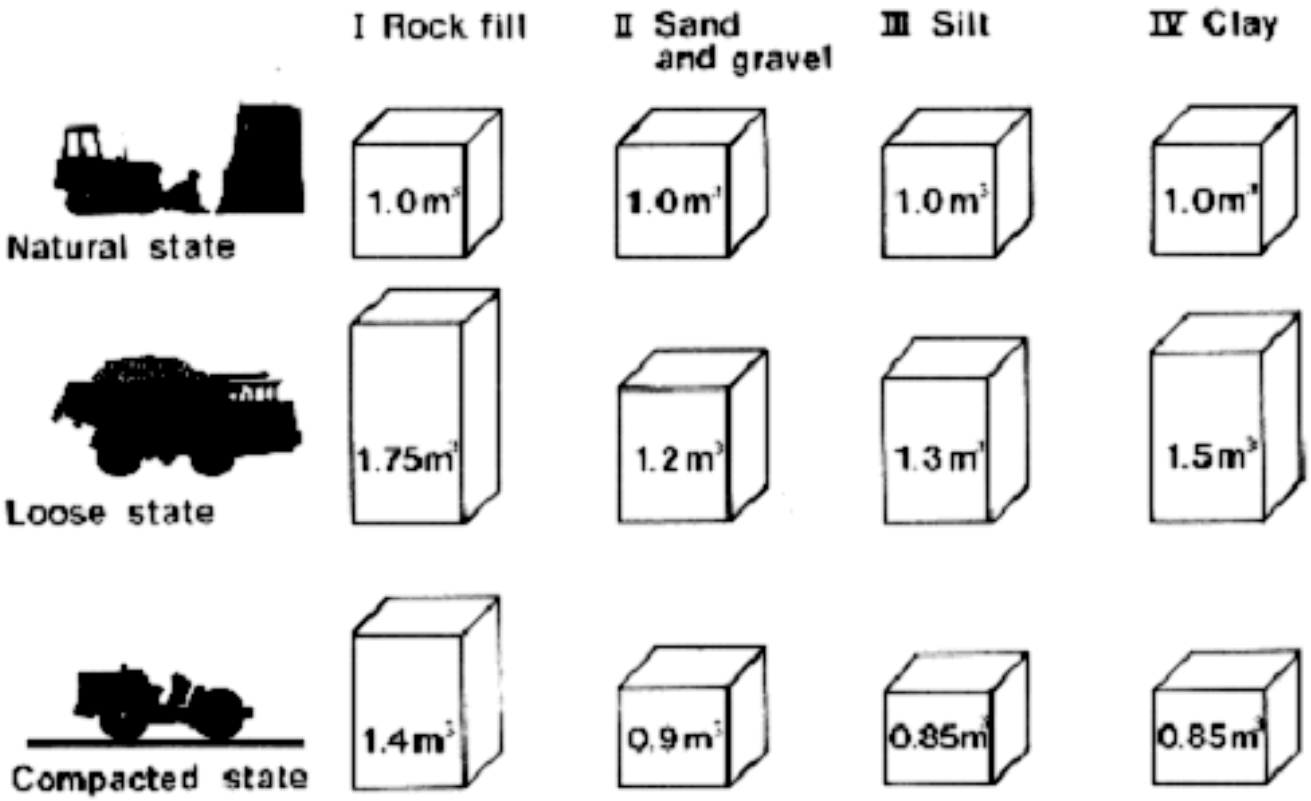

Fig. 10.9 *Volumes of different types of fill materials in natural, loose and compacted state.*

Koliko kategorija učinaka stroja razlikujemo?

U praksi se koriste tri temeljne kategorije radnih učinaka:

- Temeljni teorijski ili tehnički učinak stroja (U_t),
- Praktični ili planski učinak (U_p),
- Mjereni učinak (U_m).

Temeljni teorijski ili tehnički učinak stroja (U_t) računamo preko broja ciklusa (n_c) u promatranoj vremenskoj jedinici (T_h), odnosno po jednom satu (m^3/h).

$$U_t = \frac{T_h}{t_c} \times Q_c = n_c \times Q_c$$

gdje je:

Q_c = količina proizvoda po jednom ciklusu,
n_c = broj ciklusa (u jednom satu),
t_c = vrijeme jednog ciklusa.

Praktični ili planski učinak (U_p) izračunamo tako da teorijski ili tehnički učinak (U_t) umanjimo za koeficijent korekcije (k_i), pa dobijemo izraz

$$U_p = k_i \times U_t$$

gdje je:

U_t = učinak teorijski,

k_i = koeficijent korekcije.

Koeficijent korekcije

Za praktične inženjerske potrebe zadovoljavajuća metodologija planiranja ili proračuna planskog učinka pojedinačnog stroja pretpostavlja da je koeficijent ispravke "teorijskog" učinka (k_i)

$$k_i = k_o \cdot k_p$$

$$k_i \text{ £ } 1{,}oo$$

Opći koeficijent korekcije - k_o
(Organizacijski gubici)

Organizacijski gubici se odnose na izgubljeno vrijeme za prekide rada, a izražavamo ih kroz;

- **(k_{og}) koeficijent organizacije,**
- **(k_{rv}) koeficijent iskorištenja radnog vremena,**
- **(k_{ds}) koeficijent dotrajalosti stroja,**

Posebni koeficijent korekcije - k_p
(Ograničenja u tijeku rada)

Ograničenja u tijeku rada se odnose na radni prostor te konstrukcijska ograničenja sredstva rada (stroja) s obzirom na predmet i materijal izrade predmetnog rada .

- (k_{vm}) koeficijent vlažnosti materijala,
- (k_r) koeficijent rastresitosti materijala,
- (k_{rp}) koeficijent radnog prostora,
- (k_{nt}) koeficijent nagiba terena,
- (k_n) koeficijent noža (dozer),
- (k_{uv}) koeficijent utovara,
- (k_{kz}) koeficijent kuta zaokreta (bager),
- (k_{pu}) koeficijent punjenja,
- (k_g) koeficijent gubitka gradiva,

UČINAK DOZERA NA GUSJENICAMA

CAT

Koje poslove obavlja dozer?

Najčešći poslovi koji se obavljaju pomoću dozera su;

- iskop,
- guranje,
- razastiranje,
- planiranje, i
- iskop panjeva, itd.

O čemu ovisi učinak dozera?

Učinak ovisi o;

- trajanju jednog ciklusa
- korekcijskim koeficijentima
- i obujmu radnog dijela (noža)

Praktični ili planski učinak (U_p) dozera izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$U_p = k_i \times U_t$$

gdje je:

U_t = učinak teorijski,

k_i = koeficijent korekcije.

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za buldozer

VRSTA RADA	iskop	guranje	odlaganje	povrat	promjena smjera
iskop	+	+	-	+	+
guranje	+	+	+	+	+
razastiranje	+	+	-	+	+
planiranje	-	-	-	-	-
Iskop panjeva	+	-	-	-	+

Elementi za izračun učinka buldozera

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m^3/h
Učinak teorijski	$U_t = n_c \cdot Q_c$	m^3/h
Radni ciklus	$t_c = t_i + t_g + t_o + t_p + 2t_m$	min
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o \cdot k_p$	-
Radni kapacitet noža	$Q_c = q \cdot k_{pu}$	m^3
Koeficijent punjenja noža	$k_{pu} = k_n \cdot k_g$	-
Teoretski obujam	$q = h^2 \cdot l$	m^3
Dužina iskopa	$l_i = Q_c / l \cdot d \cdot k_{pn}$	m

UČINAK BAGERA S JEDNOM LOPATOM

Koje poslove obavlja bager?

Najčešći poslovi koji se obavljaju pomoću bagera su;

- iskop
- utovar
- planiranje
- iskop panjeva
- itd.

Bager na gusjenicama

O čemu ovisi učinak bagera?

Učinak ovisi o;

- ***trajanju jednog ciklusa***
- ***korekcijskim koeficijentima***
- ***i obujmu radnog dijela (lopata)***

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za bager

VRSTA RADA	zahvat materijala	podizanje	okretanje	istresanje materijala	povrat
iskop	+	+	+	+	+
utovar	+	+	+	+	+

Elementi za izračun učinka bagera

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m3/h
Učinak teorijski	$U_t = n_c \cdot Q_c$	m3/h
Radni ciklus	$t_c = t_{zm} + t_{ok} + t_{is} + t_{po}$	sek/min
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o \cdot k_p$	-
Radni kapacitet lopate	$Q_c = q \cdot k_{pu}$	m3
Koeficijent punjenja	k_{pu}	-
Kut zaokreta krana	45^0 do 180^0	-

Radni ciklus (t_c) bagera izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$t_c = t_{zm} + t_{ok} + t_{is} + t_{po}$$

gdje je:

t_{zm} = *vrijeme zahvata materijala,*
t_{ok} = *vrijeme okretanja krana,*
t_{is} = *vrijeme istresanja materijala,*
t_{po} = *vrijeme povrata,*

Unaprijed određena vremena

Vrsta iskopa	Obujam bagerske lopate (m^3)								
	0,38	0,57	0,75	0,95	1,15	1,53	1,91	2,30	3,06
	Vrijeme ciklusa u sekundama (t_c)								
laki iskop	20	24	24	24	24	24	26	29	32
srednje teški (srednji do srednje tvrdi) iskop	24	26	26	26	26	26	29	32	35
teški (tvrdi) iskop	32	35	35	35	35	35	38	40	40

UČINAK UTOVARIVAČA NA KOTAČIMA

Koje poslove obavlja utovarivač?

Najčešći poslovi koji se obavljaju pomoću utovarivača su;

- ***utovar,***
- ***prenos materijala, i***
- ***rad sa dodatnim alatima, itd.***

Utovarivač na pneumaticima

O čemu ovisi učinak utovarivača?

Učinak ovisi o;

- trajanju jednog ciklusa
- korekcijskim koeficijentima
- i obujmu radnog dijela (lopate)t

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za utovarivač

VRSTA RADA	zahvat	podizanje	okretanje	vožnja	istresanje	okretanje	povrat
utovar	+	+	+	+	+	+	+

Elementi za izračun učinka utovarivača

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m3/h
Učinak teorijski	$U_t = n_c \cdot Q_c$	m3/h
Radni ciklus	$t_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + ... + t_9$	sek/min
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o \cdot k_p$	-
Radni kapacitet lopate	$Q_c = q \cdot k_{pu}$	m3
Koeficijent punjenja	k_{pu}	-

Unaprijed određena vremena

Tablica 5.3.1.

Konstruktivni obujam "q" utovarne lopate	Snaga utovarivača	vrijeme jednog ciklusa “t_c” u minutama
1,0 m3 - 3,5 m3	60 kW - 149 kW	o,45 - o,50
3,5 m3 - 5,3 m3	164 kW - 205 kW	o,50 - o,55
5,4 m3 - 8,6 m3	298 kW - 455 kW	o,55 - o,60
9,6 m3 - 20,0 m3	515 kW - 932 kW	o,60 - o,70

UČINAK SAMOHODNOG VALJKA

Koje poslove obavljaju valjci?

Osnovna namjena rada valjaka je zbijanje;

- ***koherentnih***
- ***nekoherentnih materijala***

Kako dijelimo valjke prema djelovanju ?

Prema djelovanju valjke možemo podijeliti u dvije osnovne grupe, i to sa;

- statičkim
- dinamičkim djelovanjem

Za nekoherentne materijale (npr. šljunak) valjci sa čeličnim kotačima (bandažama)

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za samohodni valjak

VRSTA RADA	vožnja naprijed	promjena smjera	vožnja nazad
zbijanje	+	+	+

Elementi za izračun učinka valjka

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m3/h
Učinak teorijski	$U_t = (v \cdot l_v \cdot h \cdot 1000)/n$	m3/h
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o \cdot k_p$	-
Brzina kretanja	v	km/h
Širina valjanja	l_v	m(mm)
Visina sloja zbijanja	h	m(cm)
Broj prelaza valjka	n	-

Teorijski učinak (U_t) samohodnog valjka izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$U_t = \frac{(v \times l_v \times h \times 1000)}{n}$$

gdje je:

v = prosječna brzina kretanja,
l_v = širina valjanja,
h = visina sloja zbijanja,
n = broj prijelaza.

Tablica sa brojem prijelaza

Gradivo	debljina sloja	brzina valjanja	Broj prijelaza valjka po pojasu valjanja		
			4 prijelaza	6 prijelaza	8 prijelaza
glina i sl. koherentna gradiva (valjak radi kao jež)	0,3 m	3 km/sat	1417 m2/sat	945 m2/sat	709 m2/sat
	0,5 m	2 km/sat	945 m2/sat	630 m2/sat	472m2/sat
dobro graduirana kamena gradiva (glatki valjak)	0,4 m	4 km/sat	1890 m2/sat	1260 m2/sat	945 m2/sat
	0,8 m	3 km/sat	1417 m2/sat	945 m2/sat	709 m2/sat

UČINAK GREJDERA

Koje poslove obavlja grejder?

Najčešći poslovi koji se obavljaju pomoću grejdera su;

- manji iskop
- premještanje materijala
- planiranje
- izrada jaraka
- itd.

GREJDER

Grejder u načelu radi ciklički međutim ti su ciklusi uglavnom nejednoliki i što se tiče vremena odvijanja i što se tiče duljine rada.

Iz tih razloga radni se učinak računa kao kontinurani rad grejdera

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za grejder

VRSTA RADA	vožnja naprijed	promjena smjera	vožnja nazad
razastiranje	+	+	+
planiranje	+	+	+

Elementi za izračun učinka grejdera

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m2/h
Učinak teorijski	$U_t = [v \cdot (l_r - l_p) \cdot 1000]/n$	m2/h
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o \cdot k_p$	-
Brzina rada grejdera	v	km/h
Radna širina daske (noža)	l_r	m(mm)
Visina sloja zbijanja	h	m(cm)
Broj prelaza grejdera	n	-

Teorijski učinak (U_t) grejdera izračunamo iz slijedećeg izraza;

$$U_t = \frac{\left[v \times \left(l_r - l_p\right) \times 1000\right]}{n}$$

gdje je:

- v = prosječna brzina kretanja,
- l_r = radna širina daske,
- l_p = širina preklopa radnih površina,
- n = broj prelaza.

3. UČINAK TEHNOLOŠKE OPREME ZA MINERSKE RADOVE

Minerski radovi

Miniranje je razaranje ili razbijanje ili usitnjavanje neke, uvjetno rečeno, čvrste ili tvrde građe (primjerice stijene) djelovanjem eksplozivne tvari odnosno njezinom eksplozijom.

Učinak bušilica

Radovi na bušenju i miniranju

Bušenje stijene (u smislu načina neposrednog djelovanja samog alata na stijen) može biti;

- dinamičko (drobljenje stijene udarom alata), i
- statičko (mrvljenje ili rezanje stijene okretanjem pritiskom alata).

Radovi na bušenju i miniranju

U minerskim radovima za potrebe građenja u stijeni uglavnom se primjenjuje udarno (perkusivno) bušenje stijene koje obuhvaća istovremeni ili usporedni udar na alat za bušenje sa djelomičnim zakretanjem alata za bušenje.

Radovi na bušenju i miniranju

Laki vanjski ručni udarni bušači čekići uglavnom na zračni pogon:

- omogućavaju izvedbu bušotina promjera do oko 40 mm,
- primjenjuju se za dubine bušenja do oko 4 m,
- imaju brzinu prodiranja "v_p" u stijenu oko 20 cm/min,
- omogućavaju praktički učinak bušenja sa premještanjem opreme i pribora "v_b" oko 6 m/sat,
- troše do oko 6 m3/min stlačenog zraka (pritiska oko 7 bara).

Radovi na bušenju i miniranju

Teški vanjski lafetirani bušaći (vibro-) čekići uglavnom na hidraulični pogon:

- omogućavaju izvedbu bušotine za potrebe miniranja u građenju promjera do oko 100 mm,
- primjenjuju se do dubine bušenja oko 25 m,
- imaju brzinu prodiranja "v_p" oko 150 cm/min,
- omogućavaju praktični učinak bušenja "v_b" preko 20 m/sat.
- izvode danas uz visokofrekventno udarno (perkusivno) bušenje (vibrobušenje) po potrebi također kružno bušenje pritiskom bez udara.

Planirani radni učinak (U_p) bušenja bušaćih čekića izračunamo pojednostavljeno iz slijedećeg izraza;

$$U_{p(bušenja)} = k \times U_{t(bušenja)}$$

gdje je:

U_p = učinak praktični,
k = koeficijent korekcije,
U_t = učinak teorijski.

Brzina bušenja (v_b) se izračuna iz slijedećeg izraza;

$$v_b = k \cdot v_p$$

$$k = k_o \cdot k_{pb}$$

$$k_o = k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds}$$

gdje je:

k_o = *opći koeficijent korekcije,*
k_{pb} = *posebni koeficijent korekcije,*
"v_p" = *brzina prodiranja*
"v_b" = *brzina bušenja,*

4. UČINAK TRANSPORTNIH SREDSTAVA ZA POTREBE GRAĐENJA

Optimalne duljine transporta

Optimalne duljine transporta zemljanih i kamenih gradiva (prema jednom priručniku) općenito su za;

- dozere (guranje) do 100 m,
- utovarivača na kotačima (prijenos) od 50 do 120 m, a
- skrejpera (iskop, samoutovar, prijevoz, smoistovar sa razastiranjem) od 130 do 1.300 m.

Koja se vozila koriste za prijevoz gradiva?

Najčešće se koriste slijedeća vozila;

- kamioni kiper
- damperi

UČINAK KAMIONA KIPERA

Kiper vs. Damper (eng. Highway vs. Off-Highway trucks)

Klasifikacija vremenskog ciklusa (t_c) za kamion (damper)

VRSTA RADA	okretanje	čekanje na utovar	vožnja s teretom	istresanje materijala	povrat bez tereta
prijevoz	+	+	+	+	+

Elementi za izračun učinka kamiona

ELEMENTI IZRAČUNA	IZRAZ	JED
Učinak planski	$U_p = k_i \cdot U_t$	m3/h
Učinak teorijski	$U_t = n_c \cdot Q_c$	m3/h
Koeficijent korekcije	$k_i = k_o = k_{og} \cdot k_{rv}$	-
Radni obujam sanduka	$Q_c = q \cdot k_{pu}$	m3
Broj ciklusa	$n_c = 60/t_c$	-
Radni ciklus	$t_c = t_u + t_{vo} + t_{vp} + t_i + \Sigma t_m$	h/min
Koeficijent punjenja	k_{pu}	-

Radni ciklus (t_c) kamiona

$t_u = (Q_c / U_o)$	vrijeme utovara
$t_{vo} = L_{do} / v_{po})$	vrijeme vožnje punog vozila u odlasku
$t_{vp} = L_{dp} / v_{pp})$	vrijeme vožnje praznog vozila u povratku
t_i	vrijeme istovara
t_m	vrijeme svih manevara i izmjene vozila
$U_o = k_p * U_t$	djelomice ispravljeni temeljni tehnički (teorijski) učinak utovarivača ili bagera ili nekog drugog sredstva
L_{do}	ukupna duljina vožnje punog vozila u odlasku
L_{vp}	ukupna duljina praznog vozila u povratku
v_{po}	prosječna brzina na čitavom putu u odlasku punog vozila
v_{pp}	prosječna brzina na čitavom putu u povratku praznog vozila

Prosječne brzine vozila

- punog vozila
  - razmjerno vodoravnim putem do 30 km/sat
  - uzbrdo do 20 km/sat
  - nizbrdo do 20 km/sat
- praznog vozila
  - razmjerno vodoravnim putem do 60 km/sat
  - uzbrdo do 40 km/sat
  - nizbrdo do 40 km/sat