

IZBOR ODGOVARAJUĆE MEHANIZACIJE ZA IZVOĐENJE RADOVA (širi i uži izbor građevinskih mašina)

<http://www.gramak.com/> - na ovoj stranici imate korisne podatke o mašinama

Svrha angažovanja mašina-mehanizacija rada je:

- skraćivanje vremena proizvodnje-izvođenja građevine
- smanjenje napora radnika

Razlozi za angažovanje mašina su: porast obima radova, zahtjevi za ujednačenim kvalitetom, racionalizacija radova i napredak industrijske proizvodnje.

Prilikom **izbora mašina** i njihovog međusobnog povezivanja u jednom tehnološkom procesu treba voditi računa da se mehanizovani rad odvija bez zastoja.

Na korišćenju građevinskih mašina zasniva se većina radova u građevinarstvu. U takvoj situaciji veoma je bitno da mašine budu optimalno izabrane i usklađene za konkretan zadatak koji obavljaju. Uslov za kvalitetan izbor je poznavanje tehnologije radova, karakteristika mašina i uslova rada. Samo dobro izabrane i usklađene mašine mogu obezbediti **efikasan rad i konkurentnu cijenu**.

Izbor građevinske mehanizacije predstavlja kompleksan postupak svojevrstne optimizacije u kojoj se kao radni parametri javljaju:

- vrsta i obim planiranih radova
- lokalni uslovi izvođenja radova
- izabrana metoda građenja
- tehničko-tehnološke karakteristike dostupne mehanizacije

Izbor mašina se vrši u **dva koraka**. Prvi korak je tzv. **širi izbor mašina**, koji treba da pruži uvid u sve raspoložive mašine koje bi mogle da učestvuju u izvršavanju pojedinih operacija tehnološkog procesa. Pri širem izboru mašina potrebno je: analizom tehnološkog procesa izvršiti definisanje zadataka građevinske mehanizacije, raščlaniti tehnološki process na pojedine rdane operacije, sagledati raspoložive mašine za izvršenje pojedinih operacija, proučiti uslove koje mašina treba da ispuni za pojedine operacije, izvršiti izbor mašina koje odgovaraju usvojenoj tehnologiji, odabrati mašinu koja može izvršiti zadatu operaciju. Drugi korak, tzv. **uži izbor mašina**, ima zadatak da od mogućih mašina ukaže na one koje pružaju najveću ekonomsku prednost tj. najnižu cijenu po jedinici mjere. **Odabiranje mašina** vršimo nakon provedene detaljne tehnokonomske analize, tj. nakon proračuna **koštanja radnog časa** i **praktičnog učinka** za svaku mašinu.

Usklađivanje rada mašina jednog tehnološkog procesa se zasniva na pojmu **“ključne mašine”**, tj. mašine koja obavlja operaciju ključnu za odvijanje proizvodnog procesa. To su obično vrlo skupe mašine. Visoki troškovi njihovog angažovanja nameću dodatni zahtjev- kontinualan rad ključne mašine sa maksimalnim korišćenjem njenih radnih mogućnosti. Ostale mašine posmatranog sistema mogu imati manji stepen korišćenja, ali njihovi praktični učinci ($n \times U_p$) moraju biti najmanje jednaki praktičnom učinku ključne mašine.

$$n \times U_p \geq U_p \text{ (ključne mašine)}$$

Nekada se može zahtjevati da se na gradilištu ostvari učinak, koji je dosta veći ili dosta manji od učinka ključne mašine. U tom slučaju, taj zahtjevani, tj. potrebni praktični učinak (pot Up) se mora ostvariti na gradilištu, pa se broj mašina određuje tako da za svaku mašinu bude zadovoljeno sledeće:

$$n \times Up \geq \text{pot } Up$$

Osnovni principi za uspešan izbor građevinskih mašina su:

- ne odabirati ni mnogo velike ni mnogo male mašine
- planirati što veći broj mašina istog tipa radi smanjena troškova održavanja
- nastojati da što veći broj različitih mašina ima istu vrstu pogonskog goriva
- koristiti što više standardne mašine jer su jeftinije od specijalno izrađenih

Izbor varijantnih rešenja, prilikom šireg izbora mašina, zavisi od sledećih karakteristika:

- front rada
- količina i vrsta rada,
- rok izgradnje,
- terenski uslovi i lokalne prilike,
- stanje raspoložive mehanizacije,
- finansijsko stanje preduzeća,
- stanje tržišta mašina,
- mogućnost održavanja mašina,
- stanje kadrova.

Principi izbora:

- izvršavanje što većeg broja radova mašinama,
- najprije izabrati ključnu mašinu,
- ostale mašine prilagoditi ključnoj mašini (po kapacitetu i uslovima)
- izabrati standardne mašine, koje su ujedno i jeftinije
- za veći obim radova predvidjeti specijalizovane mašine
- za manji obim različitih radova birati univerzalne mašine
- iskoristiti postojeće mašine u preduzeću.

PODJELA MAŠINA PO VRSTI RADA

- Iskop i utovar zemlje
- Sabijanje tla
- Prenos i dizanje
- Proizvodnja i prerada materijala
- Transport i vuča
- Radovi u stijeni
- Specijalni radovi
- Radovi na putevima
- Prefabrikacija betonskih elemenata
- Mehanizovani alati i pribor

ŠIRI IZBOR MAŠINA

TABELA 2 - 01

№	Operacija Vrsta mašine									
		Istok	Utovar	Transport	Istovar	Razastiranje	Fino planiranje	Kvašenje	Kompaktiranje	Rapavijenje
1.	Buldozer	■								
	Utovarivač		■							
	Istovarivač pozadi			■	■					
	Lakši buldozer					■				
	Grejder						■			■
	Autocisterna							■		
	Vučeni vibro jež								■	
2.	Vibroploča								■	
	Skreper	■	■	■	■	■				
	Buldozer pomoćni	■	■							
	Grejder						■			■
	Autocisterna							■		
	Vučeni vibro jež								■	
3.	Vibroploča								■	
	Bager	■	■							
	Istovarivač pozadi			■	■					
	Lakši buldozer					■				
	Grejder						■			■
	Autocisterna							■		
	Vučeni vibro jež								■	

PRORAČUN UČINAKA MAŠINA

Pod učinkom građevinskih mašina podrazumeva se proizvodnja u jedinici vremena, izražena zapreminski, težinski ili po komadu, u zavisnosti od prirode proizvodnje. Učinak se izražava jedinicom mere rada u jedinici vremena (m^3/h , m^2/h , kom/h ...)

Vrste učinaka

- U zavisnosti od uslova koje obuhvataju
 - ✓ Teorijski učinak - U_t
 - rad pod optimalnim tehničkim uslovima
 - rad pod optimalnim organizacionim uslovima
 - ✓ Praktičan učinak - korekcija teorijskog - U_p
 - određeno mjesto
 - određeni uslovi
 - očekivana usporenja i zastoji
- U zavisnosti od načina rada mašine
 - ✓ za ciklično dejstvo mašine
 - ✓ za kontinualno dejstvo mašine

Da bi se neku mašinu odredio učinak potrebno je poznavati sve uslove pod kojim se obavlja rad. Obično se polazi od optimalnih uslova da bi se utvrdio jedan čvrsto određen početni učinak koji se naziva **teorijski učinak - U_t** . Teorijskim učinkom građevinske mašine podrazumjeva se onaj učinak koji se može ostvariti pod optimalnim uslovima eksploatacija (optimalni uslovi na samom radnom mjestu, optimalna organizacija tehnološkog procesa, optimalno rukovanje i snadbjevanje).

Zatim se, vodeći računa o svim specifičnostima vezanim za konkretan slučaj, putem redukcije dolazi do realnog učinka za određene uslove. Ovaj učinak se naziva **praktični učinak - U_p** . Pod praktičnim učinkom podrazumjeva se stvarni učinak građevinske mašine na određenom gradilištu i pod određenim uslovima eksploatacije. Pri tome se uzima u obzir sve objektivne i subjektivne okolnosti koje dovode do smanjenja teorijskog učinka. Uobičajeno je da se svi utucaji koji dovode do smanjenja teorijskog učinka izražavaju koeficijentima korekcije, kojima se množi teorijski učinak. Razlika između teorijskog i praktičnog učinka može biti velika, što ukazuje na objektivne i subjektivne teškoće vezane za konkretne uslove.

Osnovni faktori koji utiču na veličinu učinka su:

- konstruktivne osobine mašina
- vrsta radova
- uslovi rada
- režim korišćenja radnog vremena

TEORIJSKI UČINAK ZA MAŠINE SA CIKLIČNIM DEJSTVOM

- Tokom rada ponavljaju ciklus rada (na primer: utovar, transport, istovar, povratak)
- Ključni podaci su trajanje ciklusa T_c i zapremina radnog organa q
- Da bi se dobio broj ciklusa u jedinici vremena (obično čas, [h]) koristimo konstantu T

$$U_t = \frac{T}{T_c} \cdot q$$

TEORIJSKI UČINAK ZA MAŠINE SA KONTINUALNIM DEJSTVOM

Tokom rada obrađuju (zbijaju, ravnaju, kopaju) jednu traku u kontinuitetu. (finišeri, valjci, grejderi)

Ključni podaci su:

- širina trake B
- brzina obrade (rada) V
- debljina (dubina) trake d
- broj prolaza n
- širina preklapanja trake a

$$U_t = \frac{V \cdot d \cdot (B - 2 \cdot a)}{n}$$

PRAKTIČNI UČINAK MAŠINA

Formula za proračun praktičnog učinka glasi:

$$U_p = U_t \cdot k_p \cdot k_v \cdot k_r \cdot \dots \cdot k_n$$

Utjecaji koji dovode do smanjenja teorijskog učinka izražavaju se koeficijentima korekcije kojima se množi teorijski učinak. Koeficijenti korekcije su proizašli iz [osnovnih faktora](#) i oni ih numerički opisuju.

Najčešće korišćeni koeficijenti korekcije su:

- k_v - [koeficijent korišćenja radnog vremena](#)
- k_p - [koeficijent punjenja radnog organa](#)
- k_r - [koeficijent rastresitosti](#)

Ostali koeficijenti koji se javljaju kod nekih mašina:

- k_o - [koeficijent okreta](#)
- k_i - [koeficijent načina istovara](#)
- k_z - [koeficijent zahvatanja materijala](#)
- k_{ut} - [koeficijent usklađenosti transporta](#)
- k_u - [koeficijent optimalnosti uslova rada](#)

k_v - koeficijent korišćenja radnog vremena

Predstavlja odnos radnog vremena koji mašina zaista radi i raspoloživog radnog vremena

Zavisí od [režima korišćenja radnog vremena](#)

Kreće se u rasponu od 0,95 do 0,65 (tabela 1. i 2.)

Veće vrednosti ukazuju na bolju organizaciju rada

Manje vrednosti ukazuju na lošiju organizaciju rada

Koeficijent korišćenja radnog vremena treba usvojiti u skladu sa datim kriterijumima. U slučaju da na rada utiče više parametara, koeficijent k_v se usvaja kao prosječna vrijednost koeficijenata k_{vi} za "n" mjerodavnih uticajnih parametara.

$$K_v = \frac{\sum_{i=1}^n * K_{vi}}{n}$$

Tabela 1. - Koeficijent korišćenja radnog vremena k_v

Uticajni parametri	$K_v = 0,80$	$K_v = 0,65$	$K_v = 0,50$
Uslovi rada	laki	srednji	teški
Materijal	rastresita zemlja, suva glina	pesak, šljunak	nabijena zemlja, vlažna glina, kamen
Zona rada	širok prostor, suvo tlo, ravnica	talasast teren, dosta zakrčen	vlažan teren, klizav, mekan, skučen prostor
Putevi	stalno održavani	povremeno održavani	neodržavani
Zona istovara	širok prostor	zakrčen prostor, mek teren	skučen prostor, vlažan i mek teren
Saobraćaj	nezavisan od javnih puteva i železnica	ukrštanje sa javnim putevima i železnicama	saobraćaj javnim putem
Klima	vedro	pretežno vedro	sklono promenama
Smena	dnevna	dnevna	redovno dnevna i noćna
Rukovaoc	dobar	srednji	loš
Kontrola rada	adekvatna	povremena	minimalna

Tabela 2. - Koeficijent korišćenja radnog vremena k_v

USLOVI RADA	k_v
ODLIČNI	0.87-0.95
PROSEČNI	0.75-0.83
SLABI	0.65-0.70

 k_p - koeficijent punjenja radnog organa

Predstavlja odnos zapremine materijala koji je realno zahvaćen i nominalne zapremine radnog organa

Kreće se u rasponu od 1,10 do 0,40

Zavisi od [vrste radova](#), posebno od koherentnosti i tvrdoće materijala, kao i od [konstruktivnog oblika mašine](#), odnosno oblika radnog organa.

Tabela 3. - Koeficijent punjenja radnog organa k_p

USLOVI RADA	k_p
ODLIČNI	0.90
PROSEČNI	0.80
SLABI	0.70

Tabela 4. - Koeficijent punjenja radnog organa k_p

Materijal	Bageri	Utovarivači	Skreperi	
			klasični	elevatorski
meka glina	1,00 – 1,10	1,00 – 1,10	0,75 – 1,05	0,90 – 1,00
zemlja sa glinom	0,90 – 1,05	1,00 – 1,10	0,75 – 1,05	0,90 – 1,05
prirodni šljunak	0,90 – 1,05	0,95 – 1,00	0,70 – 0,90	0,85 – 0,95
mleveni kamen	0,90 – 0,95	0,85 – 0,95	0,50 – 0,80	0,50 – 0,80
tvrdna glina	0,75 – 0,85	0,85 – 0,95	0,60 – 0,85	0,60 – 0,85
lomljeni kamen	0,60 – 0,75	0,80 – 0,85	ne primenjuju se	
grubo lomljeni kamen	0,40 – 0,60	0,60 – 0,65	ne primenjuju se	

Tabela 5. - Koeficijent punjenja utovarivača k_p

Vrsta tla	Suvo	Vlažno
pesak i peskovito tlo	0,95 ÷ 1,05	1,15 ÷ 1,25
glina, mekša	1,05 ÷ 1,10	1,20 ÷ 1,40
glina, srednje tvrda	1,10 ÷ 1,20	1,30 ÷ 1,50
glina, teška	0,95 ÷ 1,10	1,25 ÷ 1,45

 k_r - koeficijent rastresitosti

Predstavlja odnos zapremine materijala u rastresitom stanju (u radnom organu) i u neporemećenom (zbijenom) stanju

Kreće se u rasponu od 0,89 do 0,67

Zavisi od [vrste radova](#), odnosno vrste materijala

Tabela 6. - Koeficijent rastresitosti k_r

Materijal	Težina u rastresitom stanju	Rastresitost %	Koeficijent rastresitosti (K_r)
suva glina	1370	25	0,80
laka glina	1660	30	0,77
zbijena žilava i vlažna glina	1780	33	0,75
suva zemlja	1660	25	0,80
vlažna zemlja	2000	25	0,80
zem. pomešana sa pes. i šljunkom	1840	18	0,85
mešavina zemlje i kamena	1490 ÷ 1780	30	0,77
suv pesak	1300 ÷ 2000	10 ÷ 15	0,91 ÷ 0,87
mokar pesak	1450 ÷ 2300	10 ÷ 15	0,91 ÷ 0,87
suvi šljunak	1450 ÷ 1930	12	0,89
mokar šljunak	2140 ÷ 2300	14	0,88
škrijci ili meka stena	1780	33	0,75
drobljeni kamen i stena	1950 ÷ 2330	35	0,74
tvrdna stena dobro minirana	2880 ÷ 2970	50	0,67

Tabela 7. – Koeficijent rastresitosti k_r

KATEGORIJA TLA	VRSTA ZEMLJE	ALAT	k_r	$k_t=1/ k_r$	TRAJNO POVEĆANJE ZAPREMINE
I	rastresito zemljište	lopata	0.87	1.15	0-2%
II	obična zemlja	ašov	0.83	1.20	2-4%
III	čvrsta zemlja	teški ašov i pijuk	0.80	1.25	3-5%
IV	trošna stena	pijuk i čuskija	0.77	1.30	4-7%
V	meka stena	barut	0.71	1.40	8-10%
VI	čvrsta stena	dinamit	0.67	1.50	10-15%
VII	vrlo čvrsta stena	dinamit	0.67	1.50	10-15%

k_t – koeficijent tovarenja (povećanje zapremine iskopanog tla u odnosu na samoniklo tlo)

k_o - koeficijent okreta

Koriguje učinak prema visini radnog čela i uglu okretanja [bagera](#)
 Zavisí od [uslova rada](#) i javlja se samo kod rada bagera
 Iznosi 1,0 za optimalnu visinu radnog čela i okretanje od 90°
 Kreće se u intervalu od 0,59 do 1,26

Tabela 7. – Koeficijent okreta k_o

VRSTA KAŠIKE	UGAO OKRETANJA			
	45°	90°	150°	180°
ČEONA, DUBINSKA	1.26	1.0	0.79	0.71
SKREPERSKA	1.17	1.0	0.83	0.77

Tabela 8. – Koeficijent okreta bagera sa čeonom kašikom k_o

Odnos u procentima od optimalne visine radnog čela	Ugao zaokreta						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
	Korekcioní koeficijent (k_o)						
20%	0,93	0,89	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
40%	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,65
60%	1,16	1,07	1,00	0,94	0,84	0,75	0,68
80%	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100%	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120%	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140%	1,16	1,08	1,00	0,94	0,84	0,75	0,68

Tabela 8. – Koeficijent okreta bagera sa skreperskom kašikom k_o

Odnos u procentima od optimalne visine radnog čela	Ugao zaokreta						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
	Korekcionni koeficijent (k_o)						
20%	0,99	0,94	0,90	0,87	0,81	0,76	0,70
40%	1,08	1,02	0,97	0,93	0,85	0,78	0,72
60%	1,13	1,06	1,01	0,97	0,88	0,80	0,74
80%	1,19	1,09	1,04	0,99	0,90	0,82	0,76
100%	1,17	1,11	1,05	1,00	0,91	0,83	0,77
120%	1,17	1,09	1,03	0,98	0,90	0,82	0,76
140%	1,14	1,06	1,00	0,96	0,88	0,81	0,75

k_i - koeficijent načina istovara

Zavisi od [uslova rada](#), odnosno od načina istovara

$k_i = 1,00$ za istovar na gomilu

$k_i = 0,90$ za istovar na vozilo

k_z - koeficijent zahvatanja materijala

Zavisi od [vrste radova](#), odnosno od kategorije tla koji se iskopava

Kreće se od 1,00 (I kategorija tla) do 0,65 (VII kategorija tla)

Tabela 9. – Koeficijent zahvatanja materijala k_z

Kategorija tla	I	II	III	IV	V	VI	VII
k_z	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70	0,65

k_{ut} - koeficijent usklađenosti transporta

Zavisi od [uslova rada](#), odnosno od odnosa zapremine kašike q i zapremine koša transportnog sredstva Q

Kreće se od 0,82 za $Q/q=2$ do 1,00 za $Q/q=9$

Tabela 10. – Koeficijent usklađenosti transporta k_{ut}

r	2	3	4	5	6	7	8	≥ 9
k_{ut}	0,82	0,88	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00

k_u - koeficijent optimalnosti uslova rada

Zavisi od [uslova rada](#), odnosno od optimalnosti uslova rada na terenu

Kreće se od 1,00 za optimalne uslove do 0,56 za rad sa prostornim ograničenjima

Tabela 11. – Koeficijent optimalnosti ulova rada k_u

RUKOVOĐENJE RADOVIMA	ORGANIZACIJA GRADILIŠTA			
	odlična	dobra	srednja	loša
odlično	0.84	0.81	0.76	0.70
dobro	0.78	0.75	0.71	0.65
srednje	0.72	0.69	0.65	0.60
loše	0.63	0.61	0.57	0.52

Tabela 12. – Koeficijent optimalnosti ulova rada k_u

Uslovi rada	Opis rada	K_u
Optimalmi uslovi	– utovar peska – uzimanje sa gomile – istovar na gomilu	0,85 ÷ 1,00
Optimalmi uslovi sa premeštanjem	– iskopavanje šljunka – rad u kamenolomu – rad u proseku	0,66 ÷ 0,83
Rad sa prostornim ograničenjem	– kopanje temeljnih jama – iskop većih jama i – istovar na kamion	0,56 ÷ 0,58

Ostali koeficijenti

Tabela 13. – Koeficijent uticaja nagiba terena k_n

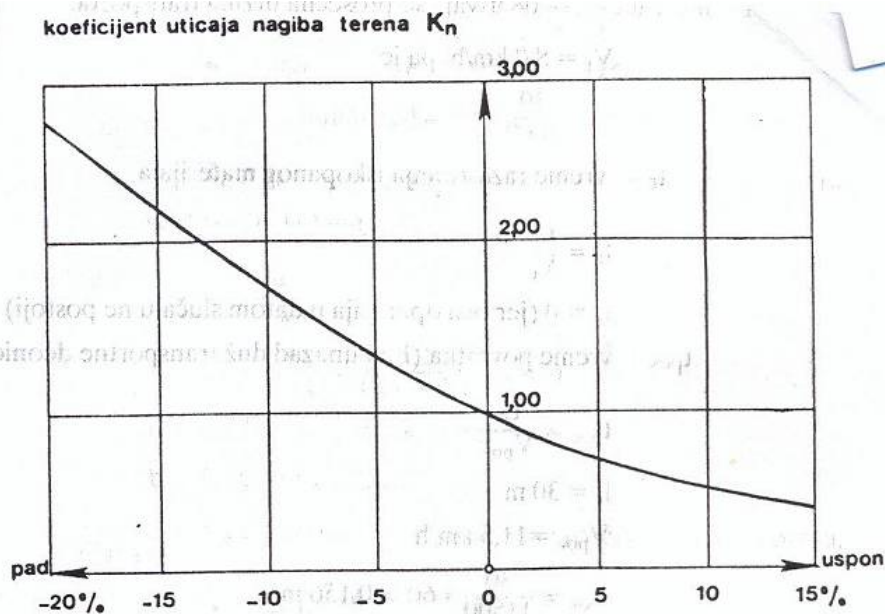


Tabela 14. - Tabela vremena istovarivača (trajanje ciklusa T_c)

Uslovi rada	Okretanje i istovar (t_i)		Manevar za utovar (t_m)	
	pozadi	kroz dno	pozadi	kroz dno
povoljni	1,00	0,30	0,15	0,15
prosečni	1,30	0,60	0,30	0,50
nepovoljni	1,5 ÷ 2,0	1,50	0,50	1,00

Tabela 15.- Trajanje radnog ciklusa u sekundama, bagera sa čeonom kašikom, za ugao zaokreta 90°

Vrsta iskopa	Zapremina čeonog bagerske kašike m^3					
	0,38	0,57	0,75	0,95	1,15	1,53
Trajanje ciklusa u sekundama (T_c)						
Lak	20	24	24	24	24	24
Srednje težak	24	26	26	26	26	26
Težak	32	35	35	35	35	35

Tabela 16. -Transportne dužine

Mašina	Dužina transporta		
	min.	optimalna	max.
lakši buldozer – guseničar	–	–	60
lakši buldozer na točkovima	–	–	150
teški buldozer guseničar	–	20 ÷ 150	300
skreper na gumenim točkovima i traktor	60	120 ÷ 300	400
skreper i traktor na gumenim točkovima	60	–	750
samohodni skreper na gumenim točkovima	80	200 ÷ 1200	2000
Istovarivač unazad	–	1000 ÷ 2000	–
istovarivač kroz dno	–	1000 ÷ 2000	–
damper	50	100 ÷ 1000	2000

Tabela 17.- Brzina kretanja dozera

Vrsta tla	Operacija			
	iskop	transport	razastiranje	prazan hod
pesak, suva glina, zemlja bez vegetacije	50 ÷ 80	60 ÷ 120	70 ÷ 120	100 ÷ 150
vlažna i tvrda glina, smrznuta zemlja, tlo sa niskom vegetacijom	50 ÷ 55	60 ÷ 75	60 ÷ 80	65 ÷ 110
drobina, raspadnuti slojevi mekih stena, mokar i zbijen šljunak	10 ÷ 20	35 ÷ 50	40 ÷ 55	40 ÷ 75

Tabela 18.- Ugao unutrašnjeg trenja

Materijal	φ	$\text{tg } \varphi$
pesak – suv	31°	0,600
šljunak	30°	0,577
tucanik	35°	0,700
zemlja – suva	30°	0,577
glina – suva	35°	0,700

Tabela 19.- Tabela amplituda kod zbijanja

Materijal	Veličina amplitude (mm)
Sabijanje zaštitnih nasipa i nosećih slojeva	0,8 – 0,9
Sabijanje šljunkovitih ili makadamskih površina	0,65 – 0,80
Završna obrada površina od šljunka i makadama	0,4 – 0,65
Sabijanje asfaltnih veznih površina	0,4
Sabijanje asfaltnih završnih slojeva u vrlo tankim slojevima ili vrlo vrućih masa	0,25

Tabela 20. - Preporuke za optimalan izbor građevinske mehanizacije prema radnim operacijama

N ⁰	Radna operacija	Kategorija tla	bageri								Buldozer	Angl i tilt dozer	Grejder	Skreper	Utovarna lopata
			sa kašikom				vedričar	rotacioni	rovokopač						
			čeonom	dubinskom	povlačnom	zahvatnom									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Skidanje humusa	I								N	N	P	PN		
2.	Otkop u horizontalnim ili blago nagnutim slojevima sa transportom do 150 m. do 1000 m do 2000 m	I i III								N	N	N	P		
		III								N	P	PN	P		
		IV									N				
		I-III												N	
		IV												PN	
		I-IV												PN	
3.	Otkop vertikalno ili sa strmim kosim slojevima, otkop dovoljnih dimenzija i tlo dovoljne nosivosti – bager na dnu	I-VII	N												
4.	Otkop vertikalno ili sa strmim kosim slojevima – široki otkop – bager na vrhu	I-VIII		N		P									
5.	Široki otkop po kosim – bager na vrhu	I-III			N		N								
		III-VIII			N										
6.	Otkop rovova	I-III		PN				P	N						
		IV		P				N	NP						

Legenda:

N – najbolji rezultat

P- pogodno za primjenu

PN- primjena u nedostatku boljih mašina

SP – specijalna primjena

Tabela 21. - Preporuke za optimalan izbor građevinskih mašina za zbijanje u zavisnosti od vrste tla

N ^o	Vrsta tla	Statički vajjak	Kompaktor	Vibro vajjak	Vibro ploče	Jež	Vibro jež	Dinamički nabijač	Hidromonitor
1.	Pesak				SP				
2.	Šljunkoviti pesak		N	PN	SP				
3.	Peskoviti šljunak		N	PN	SP				
4.	Šljunak		N	PN	SP				
5.	Glinoviti šljunak		PN		SP		PN		
6.	Les				SP		PN		
7.	Peskuše				SP				
8.	Ilovača					N	N		
9.	Glina					N	N		
10.	Šljunkovita glina					P	N		
11.	Škriljci		P		SP		N		
12.	Tucanik	N		P	SP				
13.	Lomljen kamen	PN		N					N
14.	Kameni nabačaj		PN						

Legenda:

N – najbolji rezultat

P- pogodno za primjenu

PN- primjena u nedostatku boljih mašina

SP – specijalna primjena

TEORIJSKI I PRAKTIČNI UČINCI MAŠINA

BAGERI

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \times k_o \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Pored pomenutih k_v , k_p i k_r , koriste se još:

- k_o - koeficijent okreta, a mogu se primijeniti i
- k_i - koeficijent načina istovara
- k_z - koeficijent zahvatanja materijala
- k_{ut} - koeficijent usklađenosti transporta
- k_u - koeficijent optimalnosti uslova rada

UTOVARIVAČI (sa čela i preko glave)

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Vrijeme ciklusa

- za utovarivač sa čela od 1,25 do 1,5 min
- za utovarivač preko glave od 1-1,25 min

Negdje u literaturi se koristi i **k_z - koeficijent zahvatanja materijala** i zavisi od kategorije tla koje se iskopava.

UTOVARIVAČI (sa koficama)

$$U_p = \frac{q}{a} \cdot v \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

q - zapremina jedne kofice [m³]

a - razmak između kofica [m]

v - brzina kretanja kofica [m/h]

DOZERI

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \times k_n \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Operacije

- iskop
- guranje
- razastiranje
- povratak

Vrijeme ciklusa se kreće od 90 do 150 sekundi

Vrijeme ciklusa zavisi i od daljine guranja

Ekonomično je gurati zemlju dozerom na rastojanju do 100 m

Zapremina količine zemlje q koju dozer može da gura ispred sebe, utvrđuje se na osnovu posebnog proračuna i q zavisi od snage motora dozera.

q - zapremina radnog organa, pod zapreminom radnog organa podrazumeva se zapremina tla koju nož širine b i visine h potiskuje ispred sebe.

$$q = (b \times h^2 / 2 \times \text{tg } \varphi) \times (1 - 0,005 \times Lt) \quad [m^3]$$

gde je:

Lraz - dužina deonice na kojoj se iskopani materijal razastire

$$T_c = t_k + t_t + t_r + t_{pov} + t_m$$

t_k - vreme kopanja

t_t - vreme transporta

t_r - vreme razastiranja

$t_r = L_{raz} / V_{raz}$, V_{raz} - brzina pri razastiranju, $V_{raz} = 4 - 6 \text{ km / h}$

t_{pov} - vreme povratka, $t_{pov} = L_{pov} / V_{pov}$, V_{pov} - brzina povratka vozila $V_{pov} = 6 - 9 \text{ km / h}$

t_m - vreme manevrisanja

K_v - koeficijent korišćenja radnog vremena

K_p - koeficijent punjenja kašike

K_r - koeficijent rastresitosti materijala

K_n - koeficijent uticaja nagiba terena

SKREPERI

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

T_c - trajanje ciklusa (min ili sec)

q - zapremina radnog organa (m^3)

T - konstanta (60 za T_c u min, 3600 za T_c u sec)

Operacije ciklusa - pojedine komponente treba sračunati ili izmjeriti na licu mesta

$$T_c = t_u + t_{t,\text{pun}} + t_i + t_{t,\text{pra}} + t_m$$

- t_u - vrijeme iskopa (utovara)
- $t_{t,\text{pun}}$ - vrijeme transporta mašine punog koša, $t_{t,\text{pun}} = L_t / V_{\text{pun}}$, $V_{\text{pun}} = 20 - 30 \text{ km/h}$
- t_i - vrijeme istovara
- $t_{t,\text{pra}}$ - vrijeme transporta (povratka) mašine praznog koša, $t_{t,\text{pra}} = L_t / V_{\text{pra}}$, $V_{\text{pra}} = 30 - 40 \text{ km/h}$
- t_m - vrijeme manevrisanja
- L_t - dužina transporta
- V_{pun} - brzina kretanja mašine punog koša
- V_{pra} - brzina kretanja mašine praznog koša

Vrijeme ciklusa T_c zavisi od daljine transporta

Ekonomično je prevoziti zemlju skreperom na rastojanju do 1000 m za samohodne i 500 m za vučene.

MAŠINE ZA TRANSPORT I VUČU (kamioni, kiperi, damperi, automješalice)

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \text{ ili } \left[\frac{\text{t}}{\text{h}} \right] \text{ ili } \left[\frac{\text{kom}}{\text{h}} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \text{ ili } \left[\frac{\text{t}}{\text{h}} \right] \text{ ili } \left[\frac{\text{kom}}{\text{h}} \right]$$

q - je zapremina, odnosno nosivost transportnog sredstva

$$T_c = t_u + t_{pv} + t_i + t_{prv} + t_{ma}$$

t_u - vrijeme utovara $t_u = q / V_u$ (V_u - brzina utovara, tj punjenja transportnog sredstva)

t_i - vrijeme istovara $t_i = q / V_i$ (V_i - brzina istovara, tj pražnjenja transportnog sredstva)

t_{pv} - vrijeme odlaska $t_{pv} = L_t / V_{pv}$ (V_{pv} - brzina kretanja punog, tj natovarenog vozila)
(L_t - transportna daljina)

t_{prv} - vrijeme povratka $t_{prv} = L_t / V_{prv}$ (V_{prv} - brzina kretanja praznog vozila)
(L_t - transportna daljina)

t_{ma} - vrijeme manipulacije

GREJDERI

$$U_t = \frac{V \times d \times (B - 0,20)}{n} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad B = b \times \cos \alpha$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

- B - širina trake u metrima , $B = b \times \cos \alpha$
b - dužina noža, kreće se od 2,3 m do 4,8 m,
 α - ugao zakošenja noža u odnosu na pravac kretanja, kreće se od 30° do 50°,
V - radna brzina grejdera, kreće se od 1,6 **km/h** do 8 km/h (16 km/h za čišćenja snega),
d - debljina sloja koji se obrađuje,
n - broj prelazaka grejdera preko istog mesta, kreće se u rasponu od 5 do 8,
0,20 m - smanjenje efektivne širine zbog preklapanja traka za 10 cm sa svake strane.

MAŠINE ZA ZBIJANJE TLA

VALJCI (npr. samohodni valjak)

$$U_t = \frac{V \times d \times (B - 0,20)}{n} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

- V - brzina kojom se mašina kreće
n - broj prelaza valjka po jednoj traci
d - debljina nasutog sloja poslije nabijanja (približno 65 % debljine sloja prije nabijanja)
B - Širina valjka je jednaka širini trake.
0,20 m - smanjenje efektivne širine zbog preklapanja traka za 10 cm sa svake strane.

Brzina V, debljina sloja d i broj prelaza n se određuju opitom na opitnoj dionici da bi se postigla optimalna zbijenost.

n - broj prelazaka mašine preko istog mesta se može odrediti na sledeći način:

$$n = B \times C \times d / z$$

z = potrebna vučna sila (40 % mase valjka)

C = potrebna energija sabijanja ($1,5 \times 10^3 \text{ kN} / \text{m}^3$)

VIBROPLOČE

$$U_t = \frac{V \times d \times (B - 0,20)}{n} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

V – brzina kojom se mašina kreće

n - broj prelaza vibroploče po jednoj traci

d – debljina nasutog sloja poslije nabijanja (približno 65 % debljine sloja prije nabijanja)

B - Širina vibroploče je jednaka širini trake.

0,20 m - smanjenje efektivne širine zbog preklapanja traka za 10 cm sa svake strane.

Brzina V, debljina sloja d i broj prelaza n se određuju opitom da bi se postigla optimalna zbijenost.

PERVIBRATORI

$$U_t = 2 \times R^2 \times d \times \frac{T}{T_c} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$q = 2 \times R^2 \times d$, - zapremina zone koja se obrađuje u jednom prolazu:

- R - radijus dejstva
- d - debljina sloja betona
- R i d se dobijaju iz tabela za određene prečnike igala

Vrijeme ciklusa se kreće od 40 do 60 sekundi

$$T_c = t_o + t_p$$

- t_o - vrijeme obrade - 30÷40 sekundi
- t_p - vrijeme premiještanja - 10÷15 sekundi

k_v oko 0,85

OPLATNI I POVRŠINSKI VIBRATORI

$$U_t = F \times d \times \frac{T}{T_c} \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_r \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$q = F \times d$ - zapremina zone koja se obrađuje u jednom prolazu:

- F - površina koja se vibrira
- d - debljina sloja
- F i d se sračunavaju za konkretne uslove vibriranja

Vrijeme ciklusa se kreće od 40 do 70 sekundi

$$T_c = t_o + t_p$$

- t_o - vrijeme obrade - 30÷50 sekundi
- t_p - vrijeme premiještanja - 10÷20 sekundi

k_v od 0,75 do 0,80

MJEŠALICE ZA BETON

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad \text{ili} \quad U_t = (Q \cdot n) / 1000 \quad [m^3/h]$$

$$U_p = U_t \cdot k_v \cdot k_r \quad [m^3/h]$$

- Radni organ je bubanj mešalice zapremine i predstavlja sadržaj dozirane mase u rastresitom stanju (q u m^3 , ili Q u litrima)
- Vrijeme ciklusa se kreće od 75 do 270 sekundi
- Često se U_t ne računa, nego se mjeri ili usvaja na osnovu preporuke proizvođača
- $kr=0.8$ za prirodne mješavine
- $kr=0.75$ za agregate od rječnog materijala
- $kr=0.70$ za drobljene agregate

FABRIKE BETONA

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$U_p = U_t \cdot k_v \cdot k_r \quad [m^3/h]$$

q – je zapremina bubnja (radnog organa) fabrike betona u m^3

T_c - je trajanje radnog ciklusa

TORANJSKE DIZALICE (npr. kod transporta betona):

$$U_t = \frac{T}{T_c} \times q \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \text{ ili [t/h] ili [KN/h] ili [kom/h]}$$

$$U_p = U_t \times k_v \times k_p \times k_r \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \text{ ili [t/h] ili [KN/h] ili [kom/h]}$$

- Radni organ je korpa u koju se smešta teret ili radna platforma
- Radni organ može biti i kuka na koju se veša teret
- Tada se q izražava u KN i učinak se dobija u [KN/h]
- Vrijeme ciklusa se kreće od 90 do 240 sekundi
- Vrijeme ciklusa zavisi i od daljine prenosa i brzine transporta tereta i minipulacije toranjske dizalice

Ciklus se sastoji od:

Punjenje korpe

Dizanje ($v = 20 - 70 \text{ m/min}$)

Okretanje ($v = 0,7 - 1,0 \text{ / min}$)

Brzina mačke ($v = 20 \text{ m/min}$)

Spuštanje

Pražnjenje korpe za beton

Povratak

q - zapremina korpe za beton (0,5, 0,75, 1 m³)

K_v - koeficijent korišćenja radnog vremena

K_p - koeficijent punjenja

K_r - koeficijent rastresitosti (obično je 0,95)

PUMPA ZA BETON

$$U_p = U_t \times K_v \times K_r \times K_p \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

PRORAČUN KOŠTANJA EFEKTIVNOG SATA RADA MAŠINA

Koštanje efektivnog sata rada mašine K_h [KM/h]

$$K_h = J_t/hgr + (E_e + E_{os}) \times (1 + \varphi) \quad [KM/h]$$

gde su:

- J_t - jednokratni troškovi
- hgr - planirani fond radnih sati mašine na gradilištu (tabela br.1)
- E_e - eksploatacioni troškovi
- E_{os} - troškovi osnovnog sredstva
- φ - faktori kalkulisanja režijskih troškova i neproizvodnog rada

Jednokratni troškovi- J_t

Jednokratni troškovi predstavljaju sve troškove dopreme mehanizacije na gradilište, montaže, probnog rada, puštanja u rad , demontaže, kao i otpreme sa gradilišta. Ovi troškovi se definišu prema nabavnoj vrijednosti mašine:

$$J_t = p \times NV \quad [KM]$$

gdje su:

- p - procentualni iznos usvojen prema vrsti mašine (tabela br.5) – bezdimenzionalna veličina
- NV - nabavna vrednost mašine [KM]

Eksploatacioni troškovi - E_e

Eksploatacioni troškovi predstavljaju grupu troškova koja obuhvata:

$$E_e = E_{rs} + E_{en} + E_{maz} + E_{to} + E_{hab} \quad [KM/h]$$

gdje su:

E_{rs} - troškovi radne snage -bruto lični dohodak rukovaoca mašine

E_{en} - troškovi utrošene energije:

$$E_{en} = q_{en} \times C_{en} = N_o \times g_s \times K_o \times C_{en} \quad [KM/h]$$

gdje su:

q_{en} -količina utrošene energije [l/h]

N_o - nominalna snaga motora (kW)

g_s - specifičan utrošak goriva u toku jednog časa rada za svaki kW nominalne snage motora (tabela br. 2) [l/kWh]

K_o - koeficijent opterećenja motora (0,5 - 0,9)

C_{en} - jedinična cena energenta (goriva) [KM/l]

E_{maz} - troškovi utrošenog maziva

$$E_{maz} = q_{maz} \times C_{maz} = N_o \times g_{maz} \times K_o \times C_{maz} \quad [KM/h]$$

gdje su:

q_{maz} - količina utrošenog maziva [l/h] ili [kg/h]

g_{maz} - specifičan utrošak maziva u toku jednog časa rada za svaki kW nominalne snage motora (tabela br. 3) [l/kWh] ili [kg/kWh]

C_{maz} - jedinična cena maziva [KM/l] ili [KM/kg]

Eto - troškovi tekućih opravki

$$\mathbf{Eto} = \mathbf{p_{to}} \times \mathbf{NV} / \mathbf{15000} \quad \text{[KM/h]}$$

p_{to} – procentualni iznos, usvojen prema vrsti mašine (tabela br. 4) – bezdimenzionalna veličina

NV - nabavna vrednost mašine [KM]

Ehab - troškovi habajućih delova

$$\mathbf{Ehab} = \mathbf{1.10} \times \mathbf{NVhab} / \mathbf{Hek,hab} \quad \text{[KM/h]}$$

gdje su:

NVhab - nabavna vrednost habajućeg dela (guma) [KM]

Hek,hab - ekonomski vek habajućeg dela (guma) [h]

$$\mathbf{Ehab} \approx \mathbf{Eto}$$

Troškovi osnovnog sredstva- Eos

Troškovi osnovnog sredstva obuhvataju sledeće troškove:

$$\mathbf{Eos} = \mathbf{Eam} + \mathbf{Einv} + \mathbf{Ekios} \quad \text{[KM/h]}$$

gdje je:

Eam - troškovi amortizacije

$$\mathbf{Eam} = \mathbf{NV} / \mathbf{hek} \quad \text{[KM/h]}$$

gdje su:

hek - ekonomski vek trajanja mašine (tabela br. 1) [h]

Einv - troškovi investicionog održavanja

$$\mathbf{Einv} = \mathbf{0.15} \times \mathbf{NV} / \mathbf{hgod} \quad \text{[KM/h]}$$

Ekios - troškovi kamate i osiguranja

hgod - godišnji fond radnog vremena mašine [h]

$$\mathbf{Ekios} = \mathbf{0.10} \times \mathbf{NV} / \mathbf{hgod} \quad \text{[KM/h]}$$

Tabela br. 1

Pregled karakterističnih vremena mašina

B - benzinski motor ; D - dizel motor ; E – elektromotor

H	Врста машине	Врста мотора	hEK	hGOD	hOPR
			h	h	h
1	Ваљци на пнеуматицима	Д	6000	950	335
2	Ваљци (два точка) статички	Д	10000	1100	105
3	Вибро - плоче	Б , Д	3600	560	15
4	Вибро - ваљци (вучени)	Б , Д	5500	800	170
5	Вибро - ваљци (ручни)	Б , Д	5000	685	45
6	Вибро - ваљци (тандем)	Б , Д	7560	850	120
7	Фабрика бетона	Е	6090	610	150
8	Ауто - мешалица	Д	10015	1315	155
9	Пумпе за бетон	Д	6000	1200	85
10	Корпа за бетон	-	6420	860	15
11	Вибратори	Б , Е	4800	650	5
12	Грејдери (до 65 kw)	Д	7400	1155	250
13	Грејдери (65 - 130 kw)	Д	15275	1385	165
14	Грејдери (130 - 280 kw)	Д	15275	1385	400
15	Утоваривачи (на гусеницама)	Д	9475	1100	350
16	Утоваривачи (до 1,35 м ³)	Д	9395	1750	260
17	Утоваривачи (до 2,90 м ³)	Д	12500	1335	210
18	Утоваривачи (преко 3,0 м ³)	Д	15280	1735	530
19	Скрепери (до 280 kw)	Д	12800	1255	510
20	Скрепери (преко 280 kw)	Д	13475	1580	730
21	Дозери (до 95 kw)	Д	7210	1190	400
22	Дозери (95 - 195 kw)	Д	9770	1340	465
23	Дозери (195 - 260 kw)	Д	11470	1550	655
24	Дозери (преко 260 kw)	Д	11150	1560	685
25	Багери	Д	10000	1000	725
26	Багери (грејфери)	Д	14940	1690	505
27	Багери (скреперски)	Д	14040	1640	615
28	Ровокопач са точком	Д	5200	590	815
29	Ровокопач са кофицама	Д	3800	475	695
30	Генератори	Б , Д	10000	1100	305
31	Ауто дизалица (до 45 кН)	Д	12845	1230	290
32	Ауто дизалица (преко 45 кН)	Д	15000	1270	280
33	Торањски кран - статични	Е	13960	1390	213
34	Торањски кран - телескопски	Е	15100	1335	195
35	Торањски кран - покретни	Е	15165	1390	200
36	Пумпе центрифугалне	Б	5220	810	40
37	Пумпе центригугалне	Д	7420	1335	60
38	Цистерне за воду	Д	14000	1200	25
39	Камиони (за јавне путеве)	Д	10100	1150	150
40	Дампери (ван јавних путева)	Д	12500	1400	285

Табела бр.2 и Табела бр.3
Вредност коефицијената " g_s " и " g_{maz} "

Машина	Номинална снага мотора			
	до 150 kw		преко 150 kw	
	g_s - гориво	g_{maz} - мазива	g_s - гориво	g_{maz} - мазива
Булдозери	0,165	0,0046	0,160	0,0037
Багери	0,180	0,0084	0,165	0,0068
Утоваривачи - гусеничари	0,180	0,0059	0,170	0,0050
Утоваривачи - точкаши	0,160	0,0058	0,155	0,0050
Скрепери	0,155	0,0035	0,150	0,0031
Дампери	0,130	0,0040	0,125	0,0036
Кипери	0,125	0,0035	0,120	0,0031
Компактори	0,220	0,0047	0,210	0,0040

Табела бр.4
Фактор " r_{to} " трошкова текућег одржавања E_{to}

Радни услови	Врста машина		
	скрепери	дампери	истоваривачи
Повољни	0,45	0,40	0,50
Просечни	0,55	0,50	0,60
Неповољни	0,65	0,50	0,80
Веома неповољни	0,75	0,70	0,90

Табела бр.5
Груба процена једнократних трошкова p ; NV - набавна вредност машине

	Врста машина	Дио набавне вриједности - p
1	Самоходне машине	0,002 - 0,008
2	Машине за земљане радове	0,01
3	Градилишне фабрике бетона , покретне асфалтне базе	0,02
4	Централне фабрике бетона , асфалтне базе	0,06
5	Дробилане и сепарације	0,06
6	Торањске дизалице тежих конструкција	0,05
7	Кабл кран , дерик кран	0,10

PRIMJER ŠIREG I UŽEG IZBORA MAŠINA ZA ZEMLJANE RADOVE VELIKOG OBIMA (npr. IZGRADNJA NASIPA I USJEKA PRILIKOM IZGRADNJE SAOBRAĆAJNICE)

Za potrebe izgradnje nasipa i usjeka prilikom izgradnje saobraćajnice, potrebno je uraditi širi i uži izbor mašina. Na gradilištu je potrebno ostvariti učinak od $150 \text{ m}^3/\text{h}$.

Prvo je potrebno uraditi širi izbor mašina. Nakon toga je potrebno za svaku mašinu izračunati praktičan učinak i cijenu koštanja efektivnog sata rada mašine (tabela 1.)

Tabela 1. – PRORAČUN KOŠTANJA EFEKTIVNOG SATA RADA MAŠINA

Vrsta i tip mašine	Buldozer KOMATSU D 355 – A	Utovarivač pozadi WABCO 35C	Buldozer CATERPILLAR D5	Grejder FRISH F 95 P	Vučeni vibro jež DYNAPAC CF 51
q	$5,1 \text{ m}^3$	$22,2 \text{ m}^3$	$1,8 \text{ m}^3$	3,66 m	2,13 m
NV	$100 \cdot 10^6$	$2,29 \cdot 10^6$	$1,22 \cdot 10^6$	$1,985 \cdot 10^6$	$1,37 \cdot 10^6$
SNAGA MOTORA	301,5 kW	300 kW	77,5 kW	73 kW	66 kW
h _{EK}	15000	15000	10000	12000	15000
h _{GR}	980	980	980	980	980
J _t	$5,2 \cdot 10^4$	$2,29 \cdot 10^4$	$1,22 \cdot 10^4$	$1,985 \cdot 10^4$	$1,37 \cdot 10^4$
J _t /h _{GR}	53,06	23,37	12,45	20,25	13,98
E _{RS}	34,50	34,50	34,50	34,50	34,50
K ₀	0,65	0,55	0,65	0,55	0,80
g _s (gorivo)	0,1600	0,1200	0,1650	0,1250	0,1650
E _{EN}	219,50	138,60	58,19	35,14	60,99
g _s (mazivo)	0,0037	0,0031	0,0046	0,0035	0,0046
E _{maz}	21,75	15,35	6,95	4,22	7,28
p	0,55	0,60	0,55	0,50	0,45
E _{TO}	190,67	91,60	44,73	66,17	41,10
E _{HAB}	190,67	91,60	44,73	66,17	41,10
E _E	657,09	371,65	189,10	206,20	184,97
E _{INV}	425,3	187,3	99,78	162,35	112,05
E _{AM}	346,67	152,67	122,00	165,42	91,33
E _{K i OS}	283,53	124,86	66,52	98,33	74,70
E _{OS}	1055,50	464,83	288,30	436,00	278,08
K _h	2313,00	1127,00	642,00	867,00	625,00

Tabela 2. – UŽI IZBOR MAŠINA

NAPOMENA: Na gradilištu je potrebno ostvariti učinak od 150 m³/h.

Br.	Vrsta i tip mašine	U_p m ³ /h	broj mašina (n)	$n \cdot U_p$ m ³ /h	K_h din/h	$n \cdot K_h$ din/h	$\frac{\sum n \cdot K_h}{n \cdot U_p}$	C din/m ³
1.	Buldozer (D 355 – A)	154,0	1	154,0	2313,00	2313,00	$\frac{16722,00}{154,0}$	108,00
	Utovarivač (RD – 175)	82,8	2	165,6	852,00	1704,00		
	Istovarivač pozadi (35C)	28,0	6	168,0	1127,00	6765,00		
	Buldozer (D 5)	44,5	4	178,0	642,00	2570,00		
	Grejder (F 95 P)	167,0	1	167,0	867,00	867,00		
	Vučeni vibro jež (CF 51)	38,5	4	154,0	625,00	2500,00		
2.	Buldozer (D 355 – A)	154,0	1	154,0	2313,00	2313,00	$\frac{16403,00}{151,5}$	108,00
	Utovarivač (RD – 175)	82,8	2	165,6	852,00	1704,00		
	Istovarivač pozadi (180-1)	30,3	5	151,5	1289,00	6446,00		
	Buldozer (D 5)	44,5	4	178,0	642,00	2570,00		
	Grejder (F 95 P)	167,0	1	167,0	867,00	867,00		
	Vučeni vibro jež (CF 51)	38,5	4	154,0	625,00	2500,00		
3.	Buldozer (D 355 – A)	154,0	1	154,0	2313,00	2313,00	$\frac{15573,00}{153,4}$	101,00
	Utovarivač (F 1800 – B)	153,4	1	153,4	1683,00	1683,00		
	Istovarivač pozadi (35C)	35,0	5	175,0	1127,00	5637,00		
	Buldozer (D 5)	44,5	4	178,0	642,00	2570,00		
	Grejder (F 95 P)	167,0	1	167,0	867,00	867,00		
	Vučeni vibro jež (CF 51)	38,5	4	154,0	625,00	2500,00		
4.	Buldozer (D 355 – A)	154,0	1	154,0	2313,00	2313,00	$\frac{15093,00}{153,4}$	98,00
	Utovarivač (F 1800 – B)	153,4	1	153,4	1683,00	1683,00		
	Istovarivač pozadi (180-1)	39,2	4	156,8	1289,00	5157,00		
	Buldozer (D 5)	44,5	4	178,0	642,00	2570,00		
	Grejder (F 95 P)	167,0	1	167,0	867,00	867,00		
	Vučeni vibro jež (CF 51)	38,5	4	154,0	625,00	2500,00		

Usvaja se 4. grupa mašina jer je najpovoljnija.

PRIMJER ŠIREG I UŽEG IZBORA MAŠINA ZA BETONSKE RADOVE
(na gradilištu je potrebno ostvariti učinak od 20 m³/h)

Tabela 1. - ŠIRI IZBOR MAŠINA ZA BETONSKE RADOVE

BROJ GRUPE MAŠINA	VRSTA MAŠINE	RADNA OPERACIJA					
		IZRADA BETONA	SPOLJAŠNJI TRANSPORT	UNUTRAŠNJI TRANSPORT	UGRADNJA BETONA	NJEGA BETONA	PRENOS OPLATE I ARMATURE
VARIJANTA 1	CENTRALNA FABRIKA BETONA „GRADIS“ SB 1000/60						
	AUTOMJEŠALICA „PROGRES“ AM6						
	PUMPA ZA BETON „SCHEELE“ K6018						
	PERVIBRATOR „VIBROFIKS“ IHE 35A						
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4						
TORANJSKI KRAN „PEINER“ SK 710 (za transport oplata i armature)							
VARIJANTA 2	CENTRALNA FABRIKA BETONA „PROGRES“ AB-45						
	AUTOMJEŠALICA „PROGRES“ AM6						
	PRETOVARNI BUNKER „FAGRAM“ PS 89-6,5						
	PERVIBRATOR „WACKER“ IREK 08/42						
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4						
TORANJSKI KRAN „MIN“ 744E							
VARIJANTA 3	GRADILIŠNA FABRIKA BETONA „PROGRES“ AB-50						
	KAMION „INTERNACIONAL“ 180-2						
	MINI DAMPER „LORO&PARSINI“ 2000						
	PUMPA ZA BETON „SCHEELE“ K 3516						
	PERVIBRATOR „VIBROFIKS“ IHE 35A						
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4						
TORANJSKI KRAN „PEINER“ SK 710 (za transport oplata i armature)							

Posle šireg izbora mašina je potrebno za svaku mašinu izračunati praktični učinak.

CENTRALNA FABRIKA BETONA „GRADIS“ SB 1000/60		
Snaga	No	75 kW
Koeficijent efektivnog radnog vremena	Kv	0,75
Koeficijent rastresitosti	Kr	0,95
Teorijski učinak	Ut	60 m³/h
Praktični učinak	$Up = Ut * Kv * Kr$ $Up = 60 * 0,75 * 0,95$ $\underline{Up = 42,75 \text{ m}^3/\text{h}}$	

PERVIBRATOR „VIBROFIKS“ IHE 35 A		
Snaga mašine	No	3,2 kW
Prečnik igle	r	35 mm
Radius dejstva	R	35 cm
Dužina igle	l	34 cm
Koeficijent efektivnog radnog vremena	Kv	0,75
Koeficijent rastresitosti materijala	Kr	0,95
Teorijski učinak	Ut	15 m³/h
Praktični učinak	$Up = Ut * Kv * Kr$ $Up = 15 * 0,75 * 0,95$ $\underline{Up = 10,69 \text{ m}^3/\text{h}}$	

TORANJSKI KRAN „PEINER“ SK 710		
Snaga mašine	No	192 kW
Zapremina radnog organa	q	1,6 m ³
Koeficijent efektivnog radnog vr.	Kv	0,70
Koeficijent rastresitosti materijala	Kr	0,95
Koeficijent punjenja radnog organa	Kp	0,90
Maksimalna visina dizanja	Hmax	70 m
Maksimalna daljina dohvata	Rmax	69 m
Moć dizanja na daljini Rmax	Q	89 kN = 8,9 t
Trajanje ciklusa	(za materijal) Tc = 5,5 min	
Teorijski učinak	(za oplatu i armaturu) $Ut = \frac{T}{Tc} * Q = \frac{60}{5,5} * 8,9 = 97,1 \text{ t/h}$ (za beton) $Ut = \frac{T}{Tc} * q = \frac{60}{5,5} * 1,6 = 17,45 \text{ m}^3/\text{h}$	
Praktični učinak	$Up = Ut * Kv * Kp * Kr$ $Up = 97,1 * 0,7 * 0,9 * 0,95 = \underline{58,11 \text{ t/h}}$ $Up = 17,45 * 0,7 * 0,9 * 0,95 = \underline{10,45 \text{ m}^3/\text{h}}$	
	za oplatu i armaturu za beton	

Takođe, posle šireg izbora mašina je potrebno za svaku mašinu izračunati cijenu koštanja efektivnog sata rada mašine.

Tabela 2. - Proračun koštanja efektivnog sata rada mašina za betonske radove

VRSTA MAŠINE		CENTRALNA FABRIKA BETONA "GRADIS" SB1000/60	AUTOMJEŠALICA "PROGRES" AM6	PUMPA ZA BETON "SHEELER" K6018	PERVIBRATOR "VIBROFIKS" IHE35A	PUMPA ZA VODU "JASTREBAC" CVN 2-4	TORANJSKI KRAN "PEINER" SK 710
$q [m^3]$		-	6,00	-	-	10,5	1,6
NV	KM	450 000	160 000	220 000	18 000	8 000	150 000
J_t	KM	27 000	1 500	2 200	360	800	7 500
h_{gr}	h	500	500	500	500	500	500
J_t/h_{gr}	KM/h	54,00	3,00	4,40	0,72	1,60	15,00
E_{rs}	KM	7,63	4,45	4,03	3,67	2,90	7,63
gorivo	-	el.energija	dizel	dizel	el.energija	dizel	el.energija
N_o	kW	75	112	140	3,2	5,5	192
g_s	-	1,00	0,125	0,07	1,00	0,125	1,00
K_o	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,60
q_{en}		45,00	7,70	4,90	1,60	0,34	115,20
C_{en}	KM	0,30	2,00	2,00	0,30	2,00	0,30
E_{en}	KM	13,50	15,40	9,80	0,48	0,68	34,56
g_{maz}	-	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
q_{maz}		0,158	0,216	0,245	0,006	0,010	0,403
C_{maz}	KM	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
E_{maz}	KM	1,50	2,05	2,33	0,06	0,10	3,83
p	-	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,40
E_{to}	KM	15,00	4,80	6,60	0,66	0,29	4,00
E_{hab}	KM	15,00	4,80	6,60	0,66	0,29	4,00
E_e	KM	52,63	31,50	29,36	5,53	4,26	54,02
h_{ek}	h	7 000	10 020	6 000	5 000	8 000	13 900
E_{am}	KM	64,29	15,97	36,67	3,60	1,00	10,79
h_{god}	h	2 136	2 136	2 136	2 136	2 136	2 136
E_{inv}	KM	31,60	11,24	15,45	1,26	0,56	10,53
E_{kios}	KM	21,07	7,49	10,30	0,84	0,37	7,02
E_{os}	KM	116,96	34,70	62,42	5,70	1,93	28,34
φ	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Kh	KM/h	282,95	92,37	128,30	15,88	9,96	126,19

Tabela 3.- UŽI IZBOR MAŠINA ZA BETONSKE RADOVE

Napomena: (na gradilištu je potrebno ostvariti učinak od 20 m³/h)

	VRSTA MAŠINE	U_p [m ³ /]	Broj mašina n	$n * U_p$ [m ³ /h]	K_h [KM/h]	$n * K_h$ [KM/h]	$\frac{\sum n \times K_h}{\min(n \times U_p)}$	C [KM/m ³]
VARIJANTA 1	CENTRALNA FABRIKA BETONA „GRADIS“ SB 1000/60	42,75	1	20,00	282,95	132,37	$\frac{671,86}{20,00}$	33,59
	AUTOMJEŠALICA „PROGRES“ AM6	6,49	4	25,96	92,37	369,48		
	PUMPA ZA BETON „SCHEELE“ K6018	37,55	1	37,55	128,30	128,30		
	PERVIBRATOR „VIBROFIKS“ IHE 35A	10,69	2	21,38	15,88	31,76		
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4	-	1	-	9,96	9,96		
	TORANJSKI KRAN „PEINER“ SK 710 (transport oplata i armature)	58,11	1	-	126,19	-		
VARIJANTA 2	CENTRALNA FABRIKA BETONA „PROGRES“ AB-45	32,06	1	20,00	257,19	160,44	$\frac{746,29}{20,00}$	37,31
	AUTOMJEŠALICA „PROGRES“ AM6	6,49	4	25,96	92,37	369,48		
	PRETOVARNI BUNKER „FAGRAM“ PS 89-6,5	-	1	-	20,31	20,31		
	PERVIBRATOR „WACKER“ IREK 08/42	12,83	2	25,66	16,64	33,28		
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4	-	1	-	9,96	9,96		
	TORANJSKI KRAN „MIN“ 744E (transport betona i oplata i armature)	12,02	2	24,04	76,41	152,82		

Tabela 3.- UŽI IZBOR MAŠINA ZA BETONSKE RADOVE

Napomena: (na gradilištu je potrebno ostvariti učinak od 20 m³/h)

	VRSTA MAŠINE	U_p [m ³ /]	Broj mašina n	$n * U_p$ [m ³ /h]	K_h [KM/ h]	$n * K_h$ [KM/ h]	$\frac{\sum n \times K_h}{\min(n \times U_p)}$	C [KM/m ³]
VARIJANTA 3	GRADILIŠNA FABRIKA BETONA „PROGRES“ AB-50	35,63	1	20,00	161,11	90,44	$\frac{1013,53}{20,00}$	50,68
	KAMION „INTERNACIONAL“ 180-2	28,73	1	28,73	127,87	127,87		
	MINI DAMPER „LORO&PARSINI“ 2000	6,07	4	24,28	92,37	369,48		
	PUMPA ZA BETON „SCHEELE“K 3516	27,80	1	27,80	128,30	128,30		
	PERVIBRATOR „VIBROFIKS“ IHE 35A	10,69	2	21,38	76,14	152,28		
	PUMPA ZA VODU „JASTREBAC“ CVN 2-4	-	1	-	145,16	145,16		
	TORANJSKI KRAN „PEINER“ SK 710 (transport oplata i armature)	58,11	1	-	11,91	-		

Usvaja se 1. kombinacija mašina jer je najpovoljnija.