

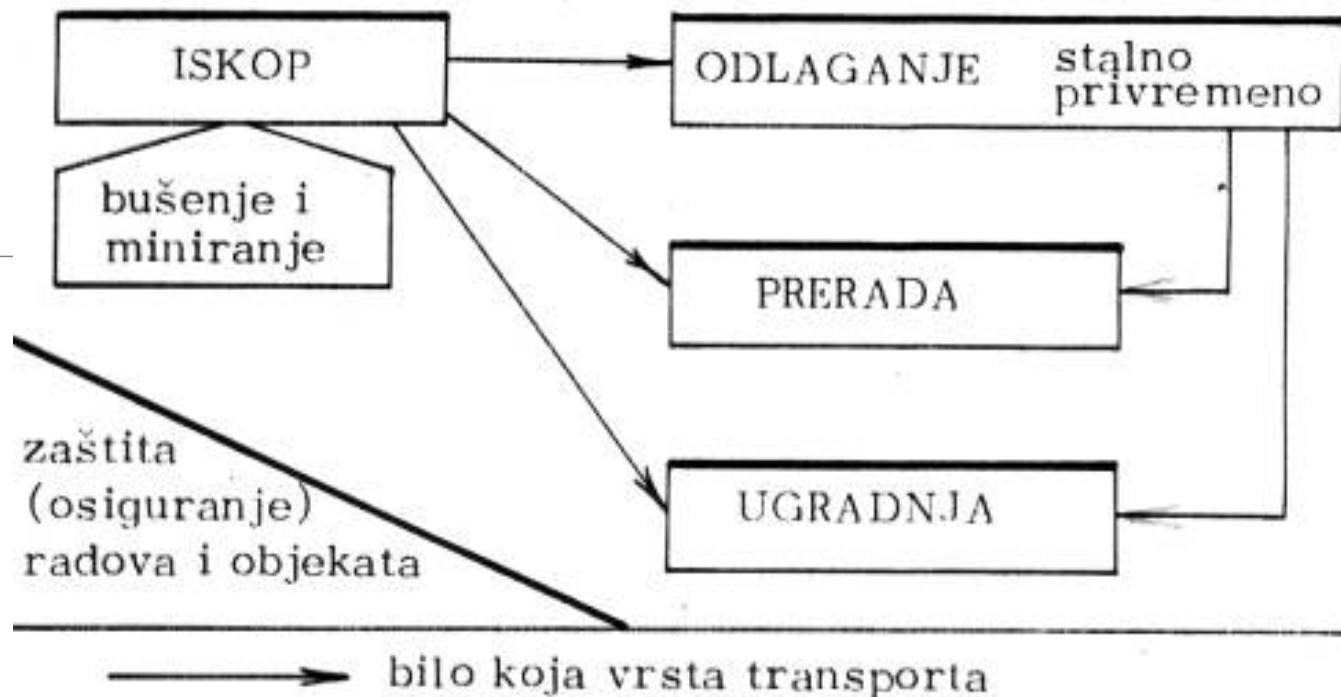
TEHNOLOGIJA GRAĐENJA NISKOGRADNJA

6. PREDAVANJE

IZBOR TEHNIKE I TEHNOLOGIJE ZEMLJANIH RADOVA
UČINAK STROJEVA I VOZILA PRI ZEMLJANIM RADOVIMA

Izbor tehnike i tehnologije zemljanih radova Učinak strojeva i vozila pri zemljanim radovima

Izbor tehnike i tehnologije zemljanih radova



Dvije faze u cjelokupnom strojnom radu u građenju ili građevnoj proizvodnji:

- I. izbor strojeva i ostale slične strojno-tehnološke opreme
 - ✓ planiranje strojnog rada i njegovih učinaka za potrebe budućeg građenja
 - ✓ izbor strojeva može obuhvatiti također bilo koji oblik nabave građevinske mehanizacije,
- II. strojni rad odnosno korištenje strojeva (eksploatacija strojeva) i ostale strojno-tehnološke opreme prilikom građenja.



Osnovni cilj pri planiranju strojnog rada

➤ *najmanji troškovi učinaka:*

- *odabrani strojevi odnosno strojno-tehnološka oprema i njima odgovarajući radni učinci (za pretpostavljane ili zadane uvjete i ograničenja u radu) daju najmanje troškove po jedinici **kvalitetnog proizvoda***

➤ *kvalitetni proizvod:*

- *proizvod koji prihvaća tržište ali*
- *ujedno proizvod koji zadovoljava sve uvjete,*
 - *bilo zakonom obvezatno propisane*
 - *bilo po naručitelju tražene ili zadane,*
 - *i to u pogledu njegove kvalitete*
 - *te u pogledu sigurnosti i učinkovitosti njegova korištenja*

Tko vrši izbor strojeva i planiranje strojnog rada ?

u načelu izvoditelj radova,

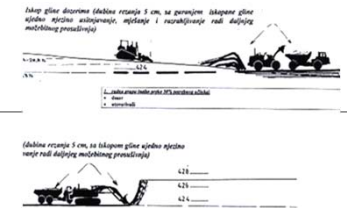
a može također provoditi –

Investitor

- *ukoliko se radi o izvođenju takvih građevinskih radova koji zahtijevaju primjenu posebne građevinske mehanizacije.*
- *za standardnu građevinsku mehanizaciju ukoliko želi, kao njezin vlasnik, istu dalje primjeniti na nekom slijedećem sličnom projektu.*

projektant građevine

- *u smislu moguće primjenljivosti pri realizaciji konstrukcije projektirane građevine može.*



1. širi izbor

- **okvirni odabir vrste građevinskih mehanizacije za realizaciju odabrane tehnologije razmatranih radova,**
 - **promišljanje primjene raznih inačica strojno-tehnoloških radnih grupa koje mogu ostvariti u pogledu logistike i organizacije izvedbe razmatranih radova,**

unutar kojih se dalje provodi

2. uži izbor

- **odabir jedne (ili dvije inačica strojno-tehnološke radne grupe za izvedbu razmatranih radova gdje je druga najpovoljnija alternativa prvoj kao osnovnoj)**
- **određenje tipa, radnih učinaka te broja strojeva u okviru odabranih grupa strojeva**

3. završni izbor

- **određenje troškova izvedbu razmatranih radova odabranom vrsta i tipova građevinske mehanizacije**

sagledavanje građevine te vrste i količine građevinskih radova,	građevina
tehnološke aktivnosti po vrstama građevinskih radova i po dijelovima građevine (tehnološke karte i dijagrami tokova za pojedine aktivnosti),	tehnološke aktivnosti
promišljanje organizacije proizvodnje, transporta i ugradnje materijalnih resursa po tehnološkim aktivnostima (tzv. organizacija tehnoloških tokova građenja),	logistika i organizacija građenja
izbor i utvrđivanje vrste građevinskih strojeva i ostale tehnološke opreme,	građevinska mehanizacija
izrada tehnološkog plana građenja odnosno plana tehnoloških aktivnosti (tehnološki mrežni plan svih aktivnosti),	tehnološka analiza
utvrđivanje okrivnog vremena građenja i trajanja pojedinih tehnoloških aktivnosti,	vrijeme građenja
odabir tipova građevinskih strojeva po pojedinim vrstama i utvrđivanje njihovih radnih obilježja kao i radnih učinaka	učinak građevinskih strojeva
utvrđivanje broja strojeva,	veličina mehanizacije
izrada konačnog plana vremena građenja,	vrijeme građenja
kalkulacija cijena odnosno troškova razmatranih građevinskih radova temeljem odbarane tehnike, tehnologije i organizacije tehnoloških tokova građenja.	troškovi građenja

Određenje broja strojeva

U smislu određenja broja strojeva n postoji **dvojak pristup** (pojednostavljeni prikaz):

- **broj n strojeva se proračunava -**
 - kada je poznat potrební učinak U_{po} i
 - kada je poznat potrební planski (planirani) učinak stroja U_{pl}
 - **$n = U_{po} / U_{pl}$**
 - gdje je
 - $U(p) = QA / t_A$
- **vrijeme trajanja aktivnosti se proračunava -**
 - kada je poznat broj strojeva n i
 - kada je poznat potrební planski (planirani) učinak stroja U_p
 - **$t_A = QA / (n * U_p)$**

Nabava građevinske mehanizacije od strane građevinske tvrtke

Uži izbor i korištenje strojeva provodi se -

- *unutar “vlastite” (u vlasništvu tvrtke) postojeće (raspoložive, predodređene, «stare») građevinske mehanizacije, ili*
- *preko uvođenja (dodatne) mehanizacije izvan vlasništva tvrtke:*
 - *iznajmljivanje građevinske mehanizacije* (posebice pri zadovoljavanju «vršnih» potreba tvrtke za građevinskim strojevima),
 - *kupnja nove građevinske mehanizacije -*
 - - *plaćanjem cijene stroja odjednom i to*
 - § ili gotovinom
 - § ili gotovinom preko bankovnog zajma
 - - *otplaćivanjem (plaćanje u dijelovima) cijene stroja ugovorom između kupca i prodavatelja* gdje na kraju nakon otplaćivanja kupac postaje vlasnik stroja za ugovorenu minimalnu svotu,
 - *nabava stroja putem leasinga (putem ugovora o zakupu stroja zakupac dobije na korištenje stroj od zakupodavca).*

Određenje **učinka** proizlazi iz određenja **kapaciteta**.

Kapacitet -

- **obujam, doseg, najveća mogućnost uopće,**
- **tehnička sposobnost** izvršenja učinaka, usluga i materijalne proizvodnje (lat. *capacitas* - sposobnost).
- **obujam neke proizvodnje Q u vremenu T ostvarenja** toga obujma proizvodnje:

$$K = Q / T$$

- **propusna moć proizvodno-tehnološkog sustava.**

Učinak - količina (obujam) kvalitetnog proizvoda u jedinici vremena.

Temeljne kategorije radnih učinka građevinskih strojeva

- **U_t - (temeljni) tehnički ("teorijski") učinak**
 - učinak stroja u idealnim uvjetima rada na idealnoj putanji rada sa idealnim obilježjima gradiva,
 - učinak naveden u tehničkoj dokumentaciji o stroju,
 - **nazivni učinak stroja,**
- **U_p - planski (potrebni "praktički") učinak stroja**
 - umanjeni "teorijski" učinak stroja za očekivane radne uvjete koji su daleko teži i složeniji od idealnih uvjeta rada stroja koji određuju njegov "teorijski" učinak;
 - **"normativni učinak"** (prosječna vrijednost **mjerenih učinaka stroja**, nalazi se u **"građevinskim normama"**),
- **U_m - mjereni učinak stroja**
 - ostvareni (izmjereni) učinak pri radu stroja na određenom gradilištu i određenim građevinskim radovima.

Polazišta u svezi određenja učinaka građevinskih strojeva:

- složenija proizvodno-tehnološke oprema (**postrojenja općenito, strojevi proizvodnih pogona**) unaprijed je izrađena (složena) za određeni proizvodni učinak tzv. **osnovni instalirani (nazivni) učinak U_o** koji se pomoću općih koeficijenata ispravke **k_i** prilagođava potrebama određenja planskog učinka **U_p** :

$$U_p = k_i * U_o$$

- **učinak samohodnih ili pokretnih strojeva** izvan- ili malo-serijske proizvodnje (primjerice finišeri)

$$U_p = v_o * F$$

- **očekivana brzina kretanja stroja v_o** (uvjetovana je također vrstom gradiva koje se ugrađuje)
- **mjere i oblik (površina F) radnog presjeka konstrukcije koja se izvodi .**

□ računa se (*satni*) učinak U standardnih građevinskih strojeva i vozila koji ciklički rade:

$$U_p = k_i * U_t$$

$$U_t = n_c * Q_c$$

$$n_c = T / t_c$$

$$U_t = (60 / t_c) * Q_c = (3600 / t_c) * Q_c$$

Količina učinka po jednom ciklusu (Q_c) ukoliko se učinak izražava kroz obujam :

$$Q_c = q * k_{pu} \text{ (m3 "rastresito")}$$

$$Q_c = q * k_{pu} * k_r \text{ (m3 "sraslo")}$$

$$k_r = 1 / r$$

q – utovarni volumen

k_{pu} – koeficijent punjenja

k_r – koeficijent rastresitosti

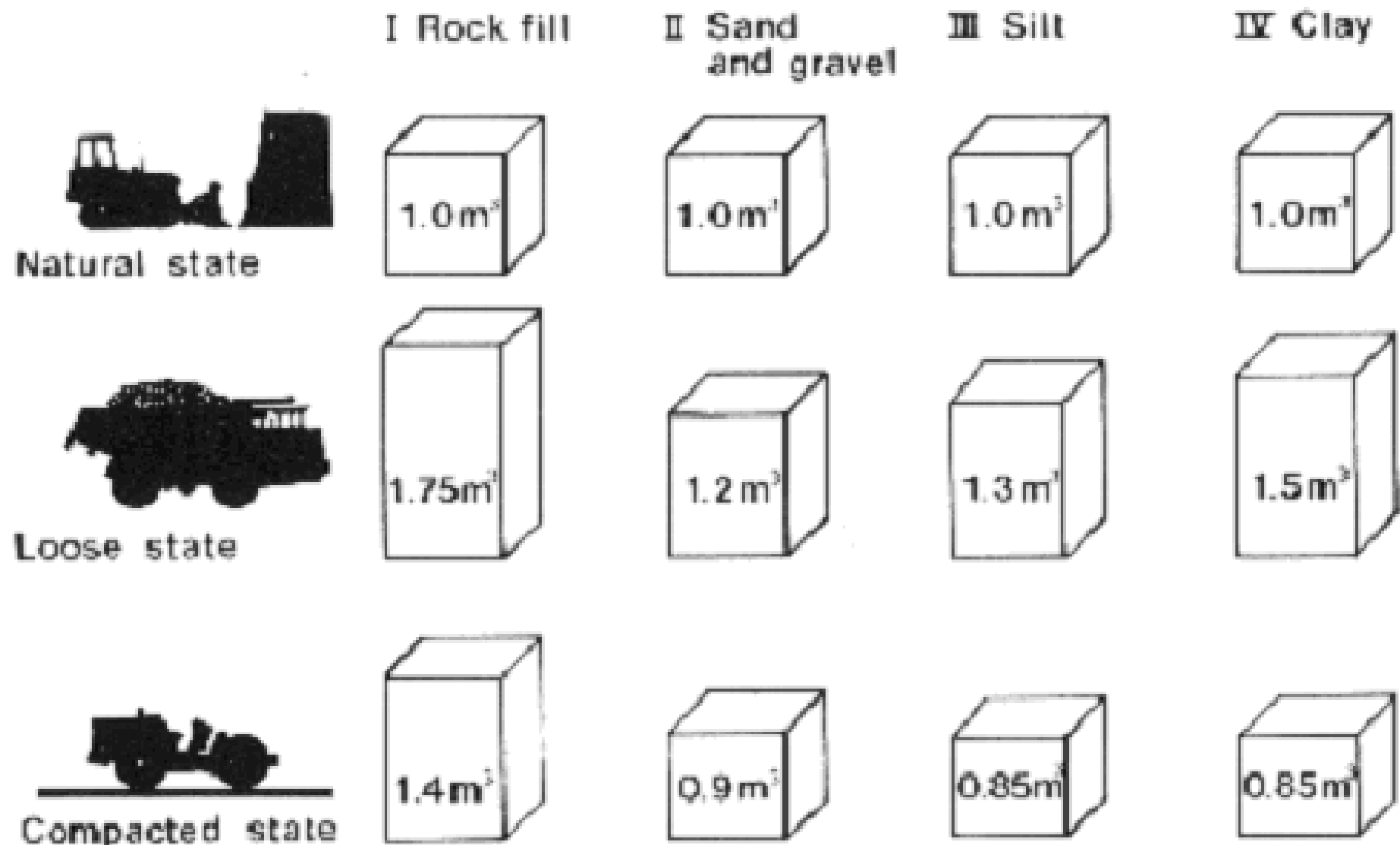
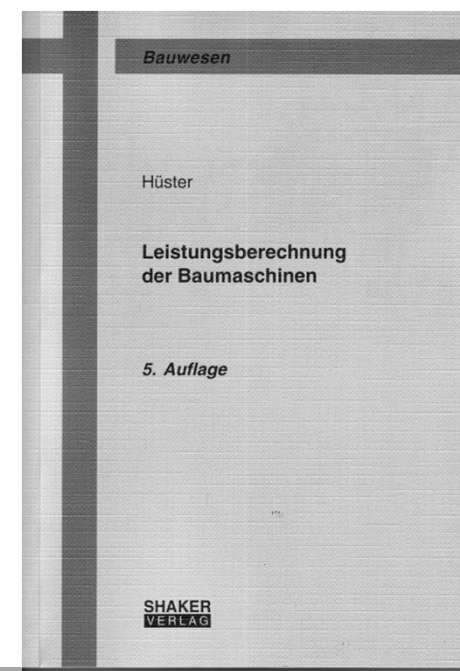
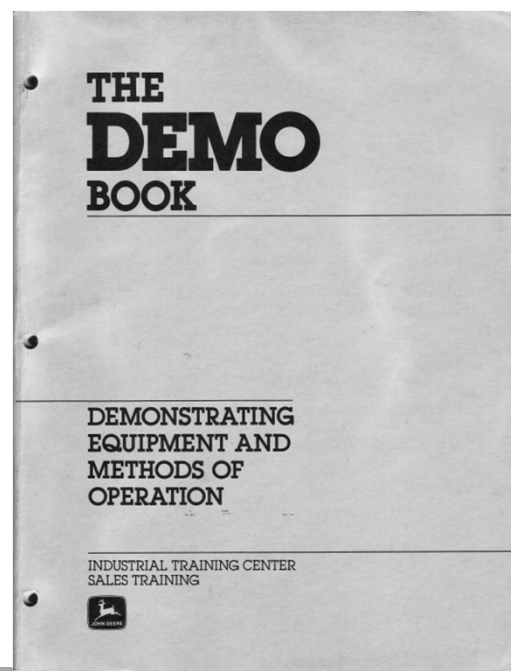
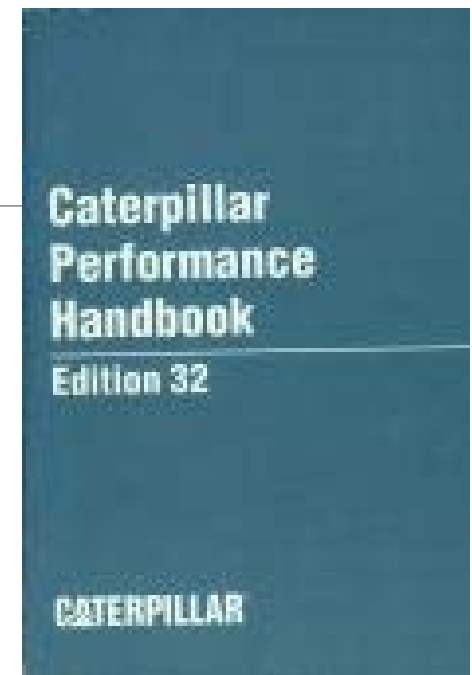
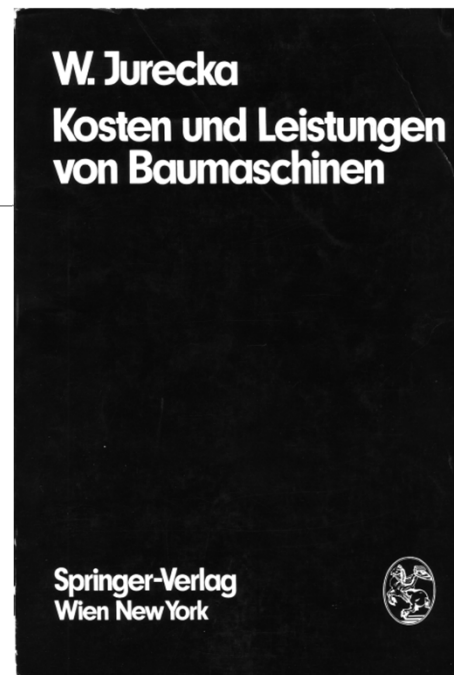
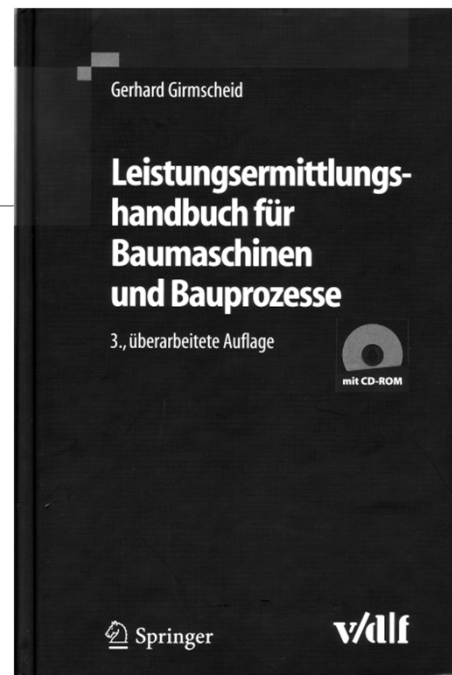
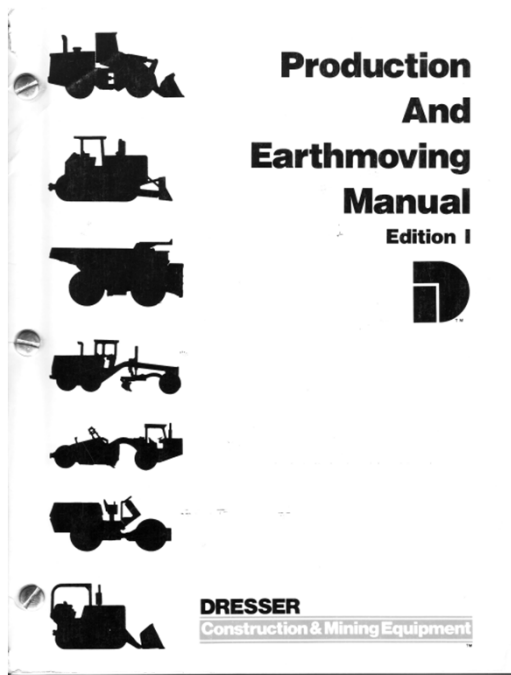


Fig. 10.9 *Volumes of different types of fill materials in natural, loose and compacted state.*

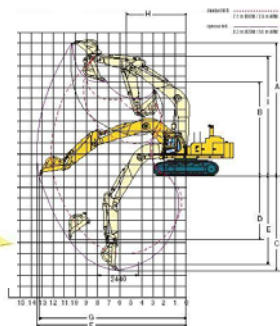
Koeficijent ispravke "teorijskog" učinka ki obuhvaće sve pretpostavke ili čimbenike (očekivanja) stanja i uvijeta strojnog rada koje utječu na radni učinak strojeva, _____ primjerice –

- ***obilježja organizacije građenja i gradilišta,***
- ***uvjeti rukovođenja građenjem,***
- ***vrsta i stanje gradiva,***
- ***gubici radnog vremena u strojnom radu (organizacijski, tehnološki, zbog klime itd.),***
- ***tehničko održavanje i opsluživanje (servisiranje) strojeva,***
- ***starost (dotrajalost, održavanost) stroja,***
- ***obilježja radnog prostora,***
- ***pretpostavljeni organizacijski i tehnološki odnos sa drugim strojevima,***
- ***uvjeti putanje kretanja stroja, itd.***



**Metodologije
određenja
(proračuna)
radnih učinaka
pojedinačnih
građevinskih
strojeva i slične
strojno-
tehnoške
opreme**

Primjeri metodologija proračuna pojedinačnih radnih učinaka hidrauličnog bagera sa otkopnom (dubinskom) lopatom kao standardnim građevinskim strojem za zemljane radove koji radi ciklički (u ciklusima) po nekim priručnicima proizvođača takvih strojeva



Učinak hidrauličnog bagera po CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK EDITION 32

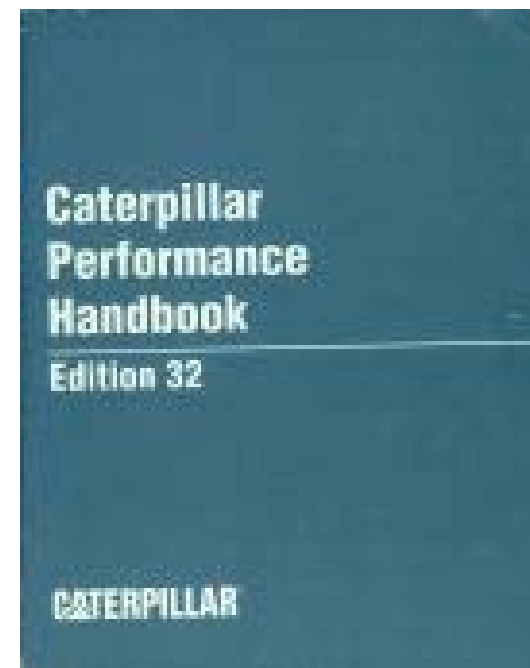
$$U_p = n_c * Q_c * E$$

$$n_c = T / t_c$$

$$Q_c = q * k_{pu}$$

E – radna učinkovitost - efikasnost

<i>radni uvjeti</i>	<i>radna učinkovitost E</i>
<i>dobri</i>	<i>0,83</i>
<i>prosječni</i>	<i>0,80</i>
<i>slabi</i>	<i>0,75</i>
<i>vrlo slabi</i>	<i>0,70</i>



CYCLE TIME ESTIMATING CHART													
CYCLE TIME	MACHINE SIZE CLASS												CYCLE TIME
	307C	311C	M312 312C	M315 315C L 317B L	M318 318B L	M320 320C	322C	325B	330B	345B Series II	365B L	375	
10 SEC.													0.17 min.
15													0.25 min.
20 SEC.													0.33 min.
25													0.42 min.
30 SEC.													0.50 min.
35													0.58 min.
40 SEC.													0.67 min.
45													0.75 min.
50 SEC.													0.83 min.
55													0.92 min.
60 SEC.													1.0 min.

Fastest Possible

Fastest Practical

Typical Range

Slow

KEY

A — Excellent

B — Above Average

C — Average

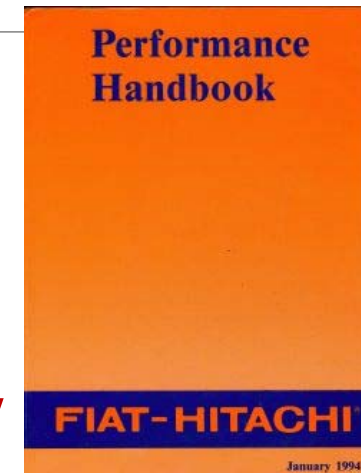
D — Below Average

E — Severe

Učinak hidrauličnog bagera po PERFORMANCE HANDBOOK, FIAT-HITACHI

$$U_p = n_c * Q_c$$
$$n_c = T / t_c$$
$$Q_c = q * k_{pu}$$

$$t_c = T_o \pm tA \pm tB \pm tC \pm tD \pm tE$$



- **T_o** – osnovno vrijeme jednog radnog ciklusa [sec]
- **tA** – utjecaj vrste iskopa na vrijeme ciklusa [sec]
- **tB** – utjecaj uvjeta rada na vrijeme ciklusa [sec]
- **tC** – utjecaj kuta okretanja bagera na vrijeme ciklusa [sec]
- **tD** – utjecaj dubina iskopa na vrijeme ciklusa [sec]
- **tE** – utjecaj uvjeta istovara na vrijeme ciklusa [sec]

snaga [kw]	obujam lopate* [m³]	T_o [sec] ovisno načinu rada bagera		
		SP/S	P	E
64	0,23-0,66	-	11-15	12-16
71,5	0,23-0,93	-	12-16	13-17
71,5	0,25-0,93	-	16-20	18-22
94	0,27-1,31	-	12-16	13-17
116,5	0,58-1,40	-	14-18	15-19
150	0,70-1,75	-	14-18	16-20
214	1,20-2,20	14-17	15-18	16-20
214	1,83-2,62	15-18	15-19	17-21

- **SP/S način rada bagera temelji se na postizavanju što većih učinaka i najvećem mogućem iskorištenju njegovih radnih mogućnosti**
- **P način rada bagera temelji se na najvećem radnim mogućnostima bagera**
- **E način rada temelji se na uštedi goriva**

<i>vrsta iskopa</i>	<i>tA +/- osnovnom vremenu trajanja radnog ciklusa [sec]</i>
<i>šljunak</i>	<i>-1</i>
<i>zemlja i ilovača, mješavina gline i pijeska</i>	<i>0</i>
<i>svrdnuta glina</i>	<i>+3</i>
<i>zbijeni šljunak</i>	<i>+5</i>
<i>komadi stijene</i>	<i>+8</i>

<i>smetnje pri radu</i>	<i>tB +/- osnovnom vremenu trajanja radnog ciklusa [sec]</i>
<i>bez smetnji pri radu, slobodan iskop</i>	<i>-1</i>
<i>uzak kanal, više smetnji pri radu</i>	<i>0</i>
<i>nešto smetnji pri radu, prostrana jama</i>	<i>+2</i>
<i>puno smetnji pri radu</i>	<i>+5</i>
<i>puno smetnji, vrlo ograničen rad, ljudi u području rada stroja</i>	<i>+5</i>

<i>kut okretanja</i>	<i>tC +/- osnovnom vremenu trajanja radnog ciklusa [sec]</i>
<i>0-45°</i>	<i>0</i>
<i>46-90°</i>	<i>+1</i>
<i>91-135°</i>	<i>+2</i>
<i>136-180°</i>	<i>+3</i>

<i>% od moguće najveće dubine iskopa bagera</i>	<i>tD +/- osnovnom vremenu trajanja radnog ciklusa [sec]</i>
<i>25%</i>	<i>-1</i>
<i>50%</i>	<i>0</i>
<i>75%</i>	<i>+1</i>
<i>100%</i>	<i>+2</i>

<i>položaj istovra (odlaganja)</i>	<i>tE +/- osnovnom vremenu trajanja radnog ciklusa [sec]</i>
<i>odmah pored iskopa</i>	<i>-1</i>
<i>utovar u kamion – ispod bagera</i>	<i>-2</i>
<i>utovar u kamion – pored bagera</i>	<i>0</i>
<i>mala površina za istovar</i>	<i>+1</i>
<i>krajnji doseg bagera</i>	<i>+2</i>

Učinak hidrauličnog bagera po SPECIFICATION AND APPLICATION HANDBOOK, edition 18, KOMATSU

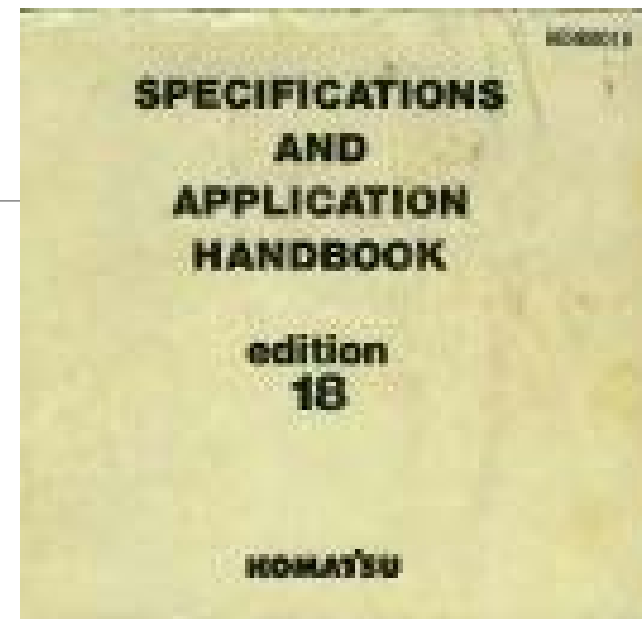
$$U_p = n_c * Q_c * E$$

$$n_c = T / t_c$$

$$Q_c = q * k_{pu}$$

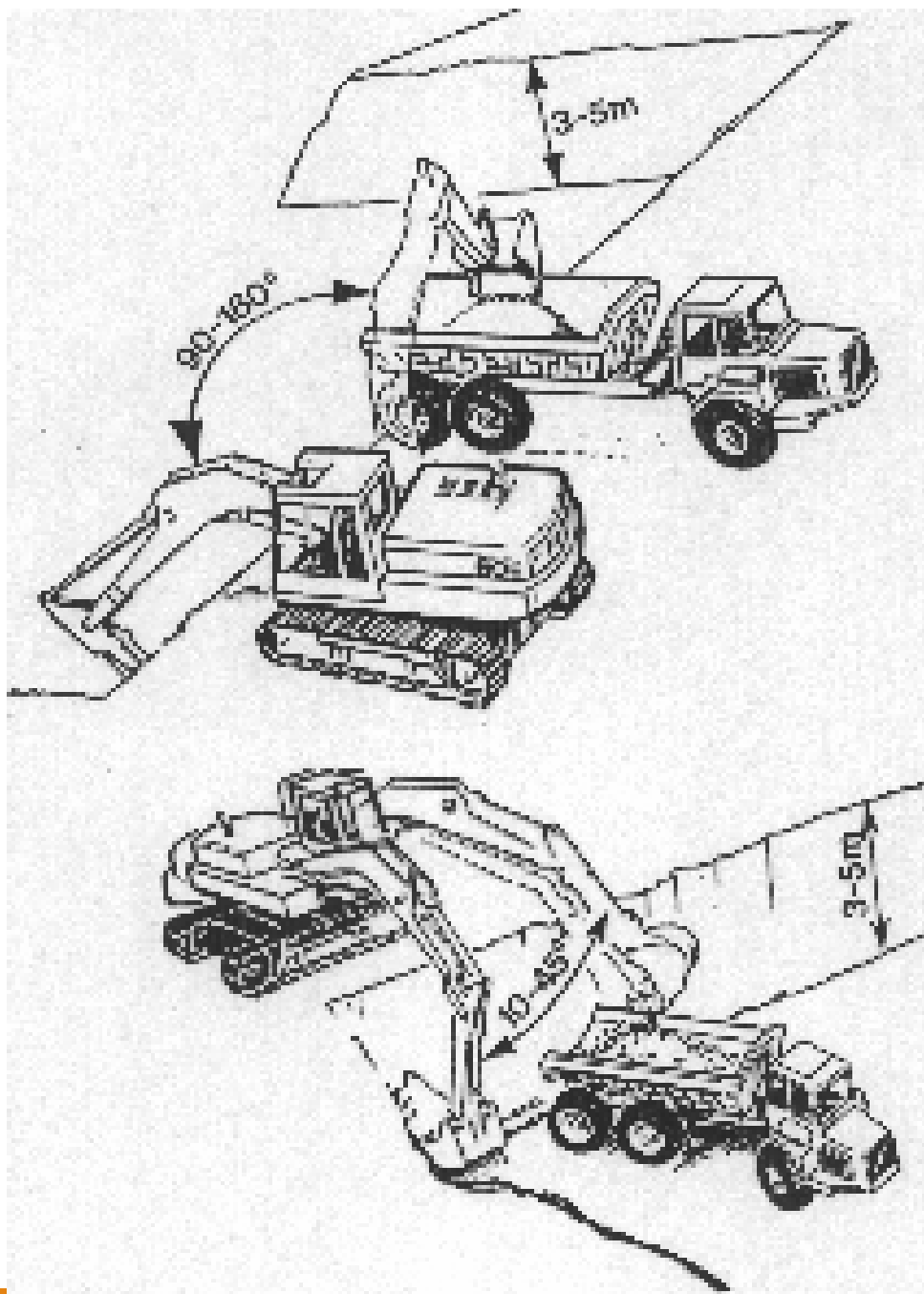
$$t_c = T_o * k_t$$

- E – (radna) učinkovitost (“efikasnost”)
- T_o – osnovno vrijeme jednog radnog ciklusa [sec]
- k_t - korekcijski faktor osnovnog vremena radnog ciklusa



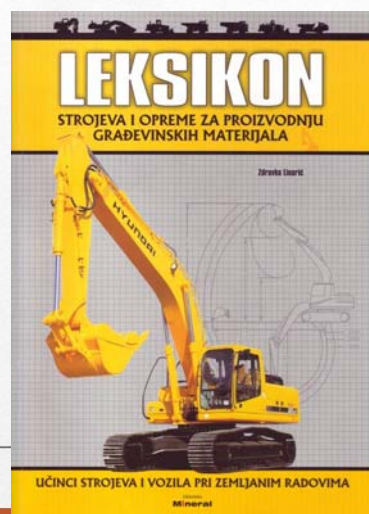
radno vrijeme po satu	E
60 min	100%
55 min	91%
50 min	83%
45 min	75%
40 min	67%

snaga [kW]	obujam lopate [m ³]	osnovno vrijeme ciklusa T_o [sec] za kut okretanja	
		45° -90°	90° -180°
40	0,09-0,36	10-13	13-16
60	0,18-0,55	11-14	14-17
64	0,5	11-14	14-17
78	0,27-0,95	13-16	16-19
78	0,4-1,14	13-16	16-19
99	0,5-1,17	13-16	16-19
118	0,72-1,26	14-17	17-20
118	1,00	14-17	17-20
118	0,49-1,30	15-18	18-21
128	0,76-1,53	15-18	18-21
173	0,52-1,80	15-18	18-21
173	0,52-1,80	16-19	19-22
228	1,30-2,20	16-19	19-22
331	2,80-3,10	18-21	21-24
331	3,40	18-21	21-24
405	3,10-5,40	22-25	25-28
603	4,30-11,0	24-27	27-30



iskorištenje najveće moguće dubine iskopa bagerom	koeficijent korekcije k_t osnovnog vremena T_0 za uvjeti istovara			
	lagani (istovar na velikom prostoru)	prosječni (velika istovarna površina)	teški (mala istovarna površina)	vrlo teški (mala istovarna površina koja zahtjeva najveći doseg)
ispod 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
40 - 75%	0,8	1,0	1,3	1,6
iznad 75%	0,9	1,1	1,5	1,8

UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA



Sadržaj:

1. Predgovor
2. Određenje i podjela građevinskih strojeva
3. Ciljevi i problemi pri planiranju učinka građevinskih strojeva
4. Učinak standardnih građevinskih strojeva
 - 4.1. Učinak i kapacitet općenito
 - 4.2. Učinci standardnih građevinskih strojeva
5. Učinak standardnih građevinskih strojeva za zemljane radove
 - 5.1. Učinak dozera na gusjenicama
 - 5.2. Učinak standardnog hidrauličnog bagera
 - 5.3. Učinak utovarivača na kotačima
 - 5.4. Učinak grejdera
 - 5.5. Učinak samohodnog valjka
 - 5.6. Učinak skrejpera
6. Učinak tehnološke opreme za minerske radove
 - 6.1. Minerski radovi
 - 6.2. Učinak bušilica
 - 6.3. Učinak kompresora
7. Učinak transportnih sredstva za potrebe građenja
 - 7.1. Učinak vozila
 - 7.1.1. Autoprijevoz
 - 7.1.2. Učinak dampera
 - 7.1.3. Učinak kamiona kiperu
 - 7.2. Učinak dizalica
 - 7.2.1. Toranjske dizalice
 - 7.2.2. Učinak toranjske dizalice sa vodoravnom granom

5.2. Učinak hidrauličnih bagera s jednom lopatom

Bageri su velika grupa raznovrsnih strojeva za iskop tla i trošne stijene uz istovremeni utovar iskapanog materijala u bilo koju vrstu transportnih sredstva. Dije se u bagere sa jednim krakom i jednom lopatom koji rade u ciklusima, bagere sa više lopata ili vjedrica (bageri vjedričari) koji izvođe neprekidni iskop te bagere bez lopata ili vjedrica (bageri vjedričari te neke vrste rovokopača ili trenčera, zatim bageri sisavci ili refuleri itd.) koji također izvođe neprekidni iskop.

Bageri sa jednim krakom i jednom lopatom dijele se na bagere sa lansiranjem te hidraulične bagere sa lomljivim ili teleskopskim krakom. Najviše i najčešće se u građenju rabe **standardni hidraulični građevinski bageri sa jednim lomljivim krakom i jednom lopatom**. Stoga je velika ponuda takovih bagera i po snazi i po veličini i po mogućim radnim učincima kao tipičnih građevinskih strojeva za raznovrsne zemljane radove. Ovi hidraulični građevinski bageri mogu biti na gusjenicama (to su srednji do teški bageri srednje do velike snage i tome odgovarajućeg srednjeg do velikog radnog učinka) ili na kotačima (to su uglavnom laki bageri manje snage i manjeg radnog učinka). U bagere na kotačima pripadaju također autobageri sa teleskopskim krakom.

Pojedinačni učinak standardnih hidrauličnih bagera sa jednim krakom odnosno sa jednom lopatom **na iskopu zemljanih (koherentnih) i sličnih kamenih (nekoherentnih, aluvijalnih) materijala** dobije se također na temelju činjenice njegova cikličkog rada. Na radni učinak ovih bagera posebice utječe kut njegova okretanja od položaja zahvata gradiva do položaja istovara iz lopate. Stoga se u načelu "teorijski" učinak bagera računa odnosno iskazuje za kut okretanja bagera prilikom njegova rada (iskopa i utovara odnosno privremenog odlaganja) od oko 90°.

Vrijeme jednog ciklusa " t_c " rada hidrauličnog bagera sa jednom lopatom ide najviše do jedne minute što ovisi posebice o tome kako bager radi: ili sa **dubinskom lopatom** (što znači da glavninu iskopa izvodi ispod razine na kojoj stoji bager) ili sa **utovarnom (čeonom) lopatom** (što znači da glavninu iskopa izvodi iznad razine na kojoj stoji bager uz napomenu da se ovi bageri koriste uglavnom za utovar prethodno na bilo koji način iskapanog gradiva).

$$U_p = k_i \cdot U_t \quad (\text{m}^3/\text{sat} - \text{"sraslo" ili "rastresito" ovisno o } Q_c)$$

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

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{rp} \cdot k_{uv} \cdot k_{kz}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c$$

$$n_c = (60 / t_c) \quad (t_c \text{ u minutama})$$

$$n_c = (3600 / t_c) \quad (t_c \text{ u sekundama})$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q \cdot k_r \quad (\text{obujam za učinak izražen "sraslo"})$$

$$Q_c = k_{pu} \cdot q \quad (\text{obujam za učinak izražen "rastresito"})$$

gdje je q **konstruktivni obujam lopate ili utovarne lopate bagera**.

Posebni koeficijenti ispravke "teorijskog" učinka jesu -

- " k_{vm} " **koeficijent vlažnosti gradiva** (isto kao kod dozera i utovarivača),
- " k_{rp} " **koeficijent radnog prostora** (isto kao kod dozera i utovarivača),
- " k_{uv} " **koeficijent utovara u vozilo**,
- " k_{kz} " **koeficijent radnog kuta zaokreta bagera**.

Koeficijent vlažnosti gradiva " k_{vm} " i koeficijent radnog prostora " k_{rp} " može se pretpostaviti kao kod dozera prema **Tablici 5.1.1.** odnosno opisu uvjeta radnog prostora.

Koeficijent utovara " k_{uv} " može se pretpostaviti -

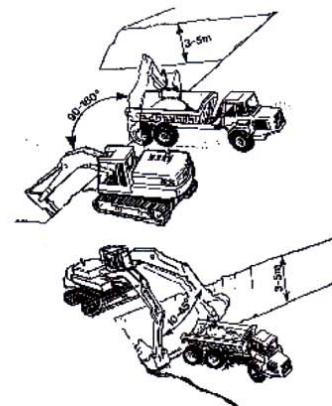
- oko **1,00** ako se ne tovari vozilo nego se gradivo odlaže iza ili sastrane bagera, zatim
- oko **0,91** ako se tovari (za utovar) **pogodno vozilo** odnosno
- oko **0,83** ako se tovari (za utovar) **nepogodno vozilo**.



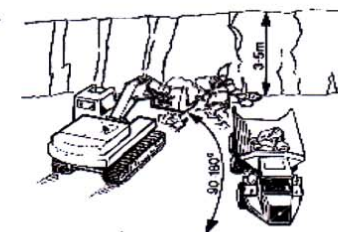
Koeficijent ispravke "teorijskog" učinka bagera glede kuta njegova okretanja prilikom rada " k_{kz} " uzima se 1,00 za 100% iskorištenja optimalne visine radnog čela bagera i kut okretanja prilikom rada 90°. Ukoliko se smanjuje kut okretanja učinak raste zbog skraćivanja radnog ciklusa bagera (" k_{kz} " je do 1,26 za kut 45°) a ukoliko se kut okretanja povećava učinak pada zbog produženja radnog ciklusa bagera (" k_{kz} " je do 0,71 za kut 180°). Vidi dalje **Tablicu 5.2.1.**

Tablica 5.2.1.

Iskorištenje optimalne visine radnog čela bagera u postocima	Bager s jednom lopatom						
	Kut okretanja u stupnjevima						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
	Korekcijski 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
160%	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
180%	1,07	1,00	0,93	0,88	0,78	0,70	0,64
200%	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62



Odnos u postocima od optimalne visine radnog čela pokazuje utjecaj korištenja visine radnog čela iskopa bagera na njegov učinak. Primjerice, ako je (prema dostupnim podacima iz radnog diagrama bagera, primjerice iz prospektne dokumentacije koja se najčešće daje u priručnicima vezanim na odoređeni proizvodni program bagera) optimalna dubina iskopa oko 5 m a dubina iskopa, opet primjerice, nekog rova ili kanala 4 m onda je iskorištenje optimalne visine radnog čela toga bagera u odnosu na dubinu iskopa 80 %.



Koeficijent punjenja " k_{pu} " radnog dijela stroja ili alata može se kod bagera može pretpostaviti prema donjoj **Tablici 5.2.2.** (vrijednosti i opis su isti kao kod dozera u **Tablici 5.1.2.**):

Tablica 5.2.2.

Vrsta iskopa	" k_{pu} "
laki iskop	0,95 do 1,00 i više
srednji iskop	0,80 do 0,90
srednje tvrdi iskop	0,65 do 0,80
za tvrdi iskop	0,40 do 0,65

Za vrijednost vremena radnog ciklusa hidrauličnog bagera mogu se koristiti razni izvori. U jednoj knjizi daju se primjerice slijedeća prosječna vremena radnog ciklusa hidrauličnog bagera sa jednom lopatom ili utovarnom lopatom (**Tablica 5.2.3** - vrijedi također isti opis vrste iskopa kao kod bagera odnosno dozera):

Tablica 5.2.3.

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

U priručniku tvrtke Komatsu daju se prosječna temeljna (u priručniku nazvana "standardna") vremena ciklusa rada (u sekundama) pojedinih modela bagera prikazana u tablici 5.2.3. uz napomenu da se ovdje u svrhu općenitog korištenja podataka umjesto naziva modela bagera daje obujam njegove standardne lopate pri čemu valja istaći da bager može upotrebljavati nekoliko vrsta lopata u određenom rasponu konstruktivnog obujma- što je iskop teži to je lopata koja se rabi manjeg konstruktivnog obujma i uža):

Tablica 5.2.3.

Obujam standardne lopate bagera u m ³	Trajanje ciklusa u sekundama za kut okretanja bagera		
	45°	90°	180°
dubinska lopata (eng. "backhoes excavator")			
0,09 - 0,36	10	13	16
0,18 - 0,60 (0,76)	11	14	17
(0,18) 0,36 - 1,17	13(14)	16(17)	19(20)
0,57 - 1,34	14	17	20
0,52 - 1,80	15(16)	18(19)	21(22)
(0,96) 1,30 - 2,20	16	19	22
2,40 - 3,70 (4,3)	18	21	24
3,10 - 6,30	22	25	28
4,30 - 11,00	24	27	30
utovarna lopata (eng. "front shovels")			
1,30 - 2,20	16 - 20		
2,40 - 3,70	18 - 22		
3,10 - 6,30	20 - 24		
4,30 - 11,00	27 - 31		

U priručniku tvrtke Caterpillar daju se vremena ciklusa rada pojedinih modela bagera (vrijedi ista napomena kao za prethodnu tabelu) prikazana u "Tablici 5.2.4."

Tablica 5.2.4

Prostorna obilježja iskopa		Vrijeme ciklusa pojedinog slučaja radnih uvjeta bagera (vidi opis) u sekundama				
obujam lopate (m ³)	dubina iskopa (m)	A	B	C	D	E
bager sa dubinskom lopatom ("backhoes excavator") na iskopu uslojene zemlje						
0,28	1,50	12 - 14	14 - 16	16 - 18		19 - 22
0,45	1,50	11 - 14		16 - 18		20 - 22
0,52	1,80	12 - 14		16 - 18		20 - 22
0,63	1,80	14 - 15		16 - 19	16 - 19	21 - 24
bager sa dubinskom lopatom ("backhoes excavator") na iskopu tvrde gline						
0,80	2,30	13 - 15		18 - 21		23 - 26
0,102	3,20	15 - 17		18 - 22		24 - 28
0,11	3,20	13 - 16		18 - 22		24 - 28
0,14	3,40	14 - 17		20 - 23		26 - 29
2,10	4,00	15 - 18		23 - 28		35 - 41
1,90	4,20	14 - 17		22 - 27		33 - 40
2,80	5,20	15 - 18		23 - 28		35 - 44

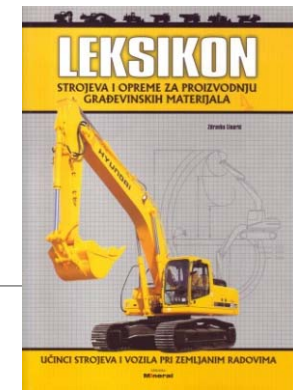
U navedenoj tabeli prikazana su također iz istog priručnika za pojedine navedene modele bagera (odnosno obujam njihove standardne lopate) područja vremena trajanja radnog ciklusa za slijedeće slučajeve radnih uvjeta bagera -

- **područje A)**
 - donja granica: najbrža (teorijska) mogućnost (radnog ciklusa)
 - gornja granica: praktična najbrža (mogućnost radnog ciklusa)
 - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: laki iskop (rahla zemlja, pijeskoviti šljunak); iskop do oko 40% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje oko 30°; istresanje na deponiju ili kamion u razini iskopa; nema ograničenja; dobar strojari;
 - ocjena: odlični (uvjeti rada)
- **područje B)**
 - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: srednji iskop (zbijena zemlja, tvrda suha glina, tlo koje sadrži do 25% stijenovitog kamenog građiva); iskop do oko 50% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje do 60°; istresanje na poduznu deponiju; mala ograničenja;
 - ocjena: iznad prosječni (uvjeti rada)
- **područje C)**
 - (granice daju) područje uobičajenog (vremena radnog ciklusa) - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: srednji do teški iskop (čvrsto zbijena tlo sadržaja preko 55% stijenovitog kamenog građiva); iskop do oko 70% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje do 90°; istresanje na kamion u razini bagera; - ocjena: prosječni (uvjeti rada)
- **područje D)**
 - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: tvrdi iskop (meka stijena ili tlo sadržaja preko 75% stijenovitog kamenog građiva); iskop do oko 90% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje do 120°; skučeni prostor istresanje; mala iskop iznad cjevovoda;
 - ocjena: ispod prosječani (uvjeti rada)
- **područje E)**
 - (granice daju) područje sporog (vremena radnog ciklusa)
 - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: iskop u čvrstom (piješčenjak, šejl, tvrdi vapnenac); iskop preko 90% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje preko 120°; vrlo skučeni prostor istresanje u najvećoj mjeri onemogućava bager (u radu); ljudi i ograničenja u području rada;
 - ocjena: teški (uvjeti rada)
 - opis radnih uvjeta u svezi vremena radnog ciklusa: iskop u čvrstom (piješčenjak, šejl, tvrdi vapnenac); iskop preko 90% najveće moguće visine dohvata bagera; okretanje preko 120°; vrlo skučeni prostor istresanje u najvećoj mjeri onemogućava bager (u radu); ljudi i ograničenja u području rada;
 - ocjena: teški (uvjeti rada)

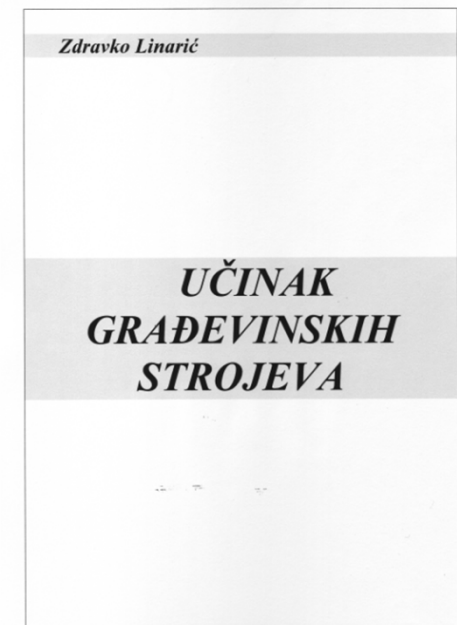


Pomoću ovih vremena dobivenu vrijednost "teorijskog" učinka ne bi valjalo ispraviti za potrebe proračuna planskog učinka sa posebnim koeficijentima ("k_p") nego samo sa općim koeficijentom ("k_o") ispravke "teorijskog" učinka. Naime navedena vremena ciklusa obuhvaćaju pretpostavke uvjeta rada i obilježja građiva koji bager kopa.

Planski učinak (Up)



- $U_p = k_i * U_t$
- $U_t = n_c * Q_c$
- Za praktične potrebe pretpostavlja se -
- $k_i = k_o * k_p$
- k_o - opći koeficijent korekcije U_t
 - isti za sve strojeve koji rade u okviru određenog tehnološkog procesa ili gradilišta
 - umnožak općih koeficijenata korekcije "teorijskog" učinka
- k_p - posebni koeficijent korekcije U_t
 - različit za pojedine vrste strojeve koji rade u okviru određenog tehnološkog procesa ili gradilišta
 - umnožak posebnih koeficijenata korekcije "teorijskog" učinka



Opći koeficjent korekcije "teorijskog" učinka k_o obuhvaća tri temeljne kategorije čimbenika koje utječu na pretpostavku iskorištenja mogućeg "teorijskog" učinka stroja:

$$k_o = k_{og} * k_{rv} * k_{ds}$$

- **k_{og} koeficjent ispravke "teorijskog" učinka koji obuhvaća pretpostavku uvjeta organizacije građenja i strojnog rada (koeficjent organizacije),**
- **k_{rv} koeficjent ispravke "teorijskog" koji obuhvaća pretpostavku iskorištenja radnog vremena (koeficjent radnog vremena),**
- **k_{ds} koeficjent ispravke "teorijskog" učinka koji obuhvaća pretpostavku starosti, stanja i održavanosti strojeva (koeficjent dotrajalosti strojeva).**

Koeficijent organizacije (k_{og})

<i>Uvjeti strojnog rada</i>	<i>Održavanje strojeva</i>				
	<i>izvrsno</i>	<i>dobro</i>	<i>uobičajeno</i>	<i>loše</i>	<i>nezadovoljavajuće</i>
<i>jako dobri</i>	<i>0,84</i>	<i>0,81</i>	<i>0,76</i>	<i>0,70</i>	<i>0,63</i>
<i>dobri</i>	<i>0,78</i>	<i>0,75</i>	<i>0,71</i>	<i>0,65</i>	<i>0,60</i>
<i>uobičajeni</i>	<i>0,72</i>	<i>0,69</i>	<i>0,65</i>	<i>0,60</i>	<i>0,54</i>
<i>loši</i>	<i>0,63</i>	<i>0,61</i>	<i>0,57</i>	<i>0,52</i>	<i>0,45</i>
<i>nezadovoljavajući</i>	<i>0,52</i>	<i>0,50</i>	<i>0,47</i>	<i>0,42</i>	<i>0,32</i>

Koeficijent dotrajalosti stroja (k_{ds})

Stanje strojeva	sati u eksploataciji	k_{ds}
<i>kao novi strojevi</i>	<i>do 2.000</i>	<i>1,00</i>
<i>očuvani strojevi</i>	<i>od 2.000 do 4.000</i>	<i>0,91</i>
<i>dotrajali strojevi</i>	<i>preko 4.000</i>	<i>0,80</i>

Koeficijent radnog vremena (k_{rv})

<i>odlično korištenje radnog vremena</i>	<i>$k_{rv} = 0,92$ efektivni rad 55 minuta/sat</i>
<i>dobro korištenje radnog vremena</i>	<i>$k_{rv} = 0,84$ efektivni rad 50 minuta/sat</i>
<i>slabo korištenje radnog vremena</i>	<i>$k_{rv} = 0,75$ efektivni rad 45 minuta/sat</i>

Učinak hidrauličnih bagera s jednom lopatom

$$U_p = k_i * U_t$$

————— (m³/sat - "sraslo" ili "rastresito" ovisno o Q_c) —————

$$k_i = k_o * k_p$$

$$k_p = k_{vm} * k_{rp} * k_{uv} * k_{kz}$$

$$U_t = n_c * Q_c$$

$$n_c = (3600 / t_c) \quad (t_c \text{ u sekundama})$$

$$Q_c = k_{pu} * q * k_r \quad (\text{obujam za učinak izražen "sraslo"})$$

$$Q_c = k_{pu} * q \quad (\text{obujam za učinak izražen "rastresito"})$$

Posebni koeficijenti ispravke "teorijskog" učinka -

- ❑ *" k_{vm} " koeficijent vlažnosti gradiva*
- ❑ *" k_{rp} " koeficijent radnog prostora*
- ❑ *" k_{uv} " koeficijent utovara u vozilo*
- ❑ *" k_{kz} " koeficijent radnog kuta zaokreta bagera.*

Koeficijent vlažnosti gradiva (k_{vm})

materijal (gradivo)	k_{vm}
<i>mokar čisti kamen</i>	<i>0,95</i>
<i>mokar čisti šljunak i pijesak</i>	<i>0,93</i>
<i>mokra zemlja</i>	<i>0,80 - 0,95</i>
<i>mokra ljepljiva zemlja</i>	<i>0,67 - 0,71</i>
<i>mokra ljepljiva trošna stijena ili glina</i>	<i>0,30</i>

Koeficijent radnog prostora "krp" -

1,00 - slobodan pregledan razmjerno širok radni prostor

0,95 - razmjerno skučen radni prostoru (radovi na iskopu u usjecima i uskim zasjecima, radovi na iskopu kanala i sl.)

Koeficijent utovara "kuv" -

1,00 ako se ne tovari vozilo nego se gradivo odlaže iza ili sastrane bagera ili utovarivača

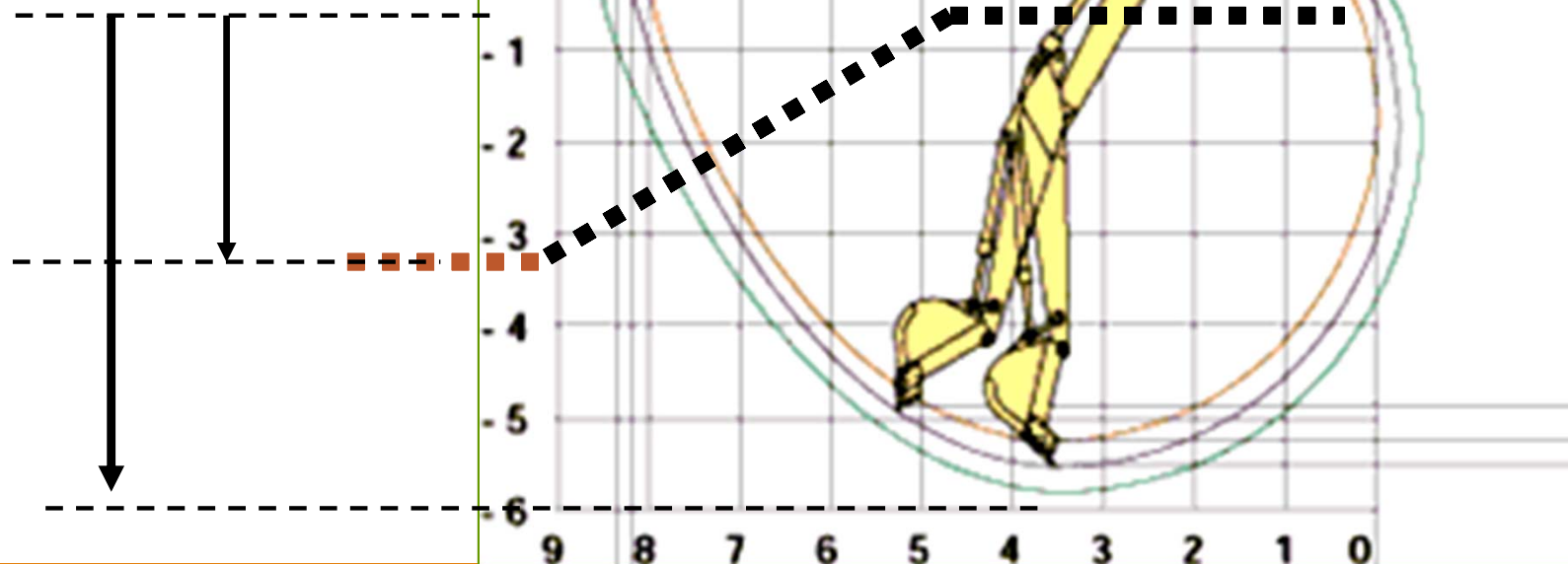
0,91 ako se tovari (za utovar) pogodno vozilo

0,83 ako se tovari (za utovar) nepogodno vozilo.

Koeficijent kuta zaokreta bagera (kkz)

Iskorištenje optimalne visine radnog čela bagera u postocima	Bager s jednom lopatom						
	Kut okretanja u stupnjevima						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
	Korekcijski koeficijent (k_{kz})						
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
160%	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
180%	1,07	1,00	0,93	0,88	0,78	0,70	0,64
200%	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

***Iskorišćenje
optimalne
visine
radnog čela
bagera***



ISKOP KANALA U ZEMLJANOM TLU		bager		
metodologija proračuna ili određenja učinka	snaga [kW]]	obujam lopatе[m³]	učinak [m³/h]	Index
Performance handbook Fiatallis	58	0,26	55,71	1,07
	80	0,54	108	1,67
	80	1,13	226	1,73
Performance handbook Fiat-Hitachi	71,5	0,25	47,50	0,91
	64	0,66	134,36	2,07
	71,5	0,93	139,50	1,07
Specification and application handbook edition 6 Komatsu	37	0,3	58,32	1,25
	67	0,55	111,38	1,72
	101	1,1	178,2	1,36
Specification and application handbook edition 18 Komatsu	78	0,27	75,85	1,46
	60	0,55	140,46	2,17
	78	1,14	260,21	1,99
Komatsu sales mates hydraulic excavator (učinci bagera na probnim poljima)	61	0,45	180	2,78
	58	0,45	131	2,02
Caterpillar performance handbook edition 32	41	0,28	76,44	1,47
	67	0,52	148,72	2,29
	125	1,1	287,24	2,19
Z. Linarić; Učinci građevinskih strojeva, elektronski udžbenik, www.grad.hr	-	0,38	51,83	1,00
	-	0,57	64,79	1,00
	-	1,15	130,72	1,00
određenje učinka prema normativima				
Tehnički normativi, IV dio, G.P. Hidroelektra	76	0,15-1,5	40	0,62
Prosečne građevinske norme, I. dio, zemljani radovi	63	0,35	28	0,54
	120	0,8	55	0,85
	135	1,00-1,25	82	0,63
Normativi i standardi rada u građevinarstvu, 6, niskogradnja, zemljani radovi		0,41-1,53	60	0,93
Prosječni normativi, radovi u vodnom gospodarstvu, Hrvatske vode	76-120	0,6	43	0,66

2,78



0,54

ISKOP KANALA U ŠLJUNKU I PIJESKU		bager		
metodologija proračuna ili određenja učinka	snaga [kW]]	obujam lopate[m ³]	učinak [m ³ /h]	Index
Perfomance handbook Fiatallis	58	0,26	41,17	0,84
	80	0,54	81	1,32
	80	1,13	169,5	1,36
Perfomance handbook Fiat-Hitachi	71,5	0,25	37,5	0,76
	64	0,66	104,21	1,64
	71,5	0,93	116,25	0,94
Specification and application handbook edition 6 Komatsu	37	0,3	48,6	0,99
	67	0,55	92,81	1,51
	101	1,1	148,5	1,20
Specification and application handbook edition 18 Komatsu	78	0,27	59,82	1,21
	60	0,55	113,14	1,84
	78	1,14	205,2	1,65
Komatsu sales mates hydraulic excavator (učinci bagera na probnim poljima)	65	0,5	101	1,64
	63	0,5	126	2,04
	89	0,87	217	-
	78	1,05	152	1,22
	111	1,12	280	2,25
Caterpillar performance handbook edition 32	41	0,28	69,49	1,41
	67	0,52	129,05	2,10
	125	1,1	240,24	1,93
Z. Linarić; Učinci građevinskih strojeva, elektronski udžbenik, www.grad.hr	-	0,38	49,24	1,00
	-	0,57	61,55	1,00
	-	1,15	124,18	1,00
određenje učinka prema normativima				
Tehnički normativi, IV dio, G.P. Hidroelektra	76	0,15-1,5	40	0,65
Prosečne građevinske norme, I. dio, zemljani radovi	63	0,35	27	0,55
	120	0,8	51	0,83
	135	1,00-1,25	79	0,64
Normativi i standardi rada u građevinarstvu, 6. niskogradnja, zemljani radovi		0,41-1,53	60	0,97
Prosječni normativi, radovi u vodnom gospodarstvu, Hrvatske vode	76-120	0,6	43	0,70

2,25



0,55

ISKOP KANALA U TROŠNOJ STIJENI		bager		
metodologija proračuna ili određenja učinka	snaga [kW]]	obujam lopate[m ³]	učinak [m ³ /h]	Index
Perfomance handbook Fiatallis	58	0,26	28,36	0,82
	80	0,54	56,35	1,18
	80	1,13	117,91	1,22
Perfomance handbook Fiat-Hitachi	71,5	0,25	28,57	0,83
	64	0,66	79,2	1,65
	71,5	0,93	93	0,96
Specification and application handbook edition 6 Komatsu	37	0,3	39,74	1,15
	67	0,55	75,9	1,59
	101	1,1	121,44	1,26
Specification and application handbook edition 18 Komatsu	78	0,27	49,85	1,44
	60	0,55	94,29	1,97
	78	1,14	171	1,77
Caterpillar performance handbook edition 32	41	0,28	40,67	1,18
	67	0,52	72,51	1,51
	125	1,1	127,82	1,32
Z. Linarić; Učinci građevinskih strojeva, elektronski udžbenik, www.grad.hr	-	0,38	34,56	1,00
	-	0,57	47,85	1,00
	-	1,15	96,53	1,00
određenje učinka prema normativima				
Tehnički normativi, IV dio, G.P. Hidroelektra	76	0,15-1,5	32	0,67
Prosečne građevinske norme, I. dio, zemljani radovi (iskop zemlje sa kamenjem i korijenjem sa odbacivanjem u stranu)	63	0,35	10	0,29
	120	0,8	28	0,56
	135	1,00-1,25	41	0,42
Prosječni normativi, radovi u vodnom gospodarstvu, Hrvatske vode	76-120	0,6	55	1,15

1,97



0,29

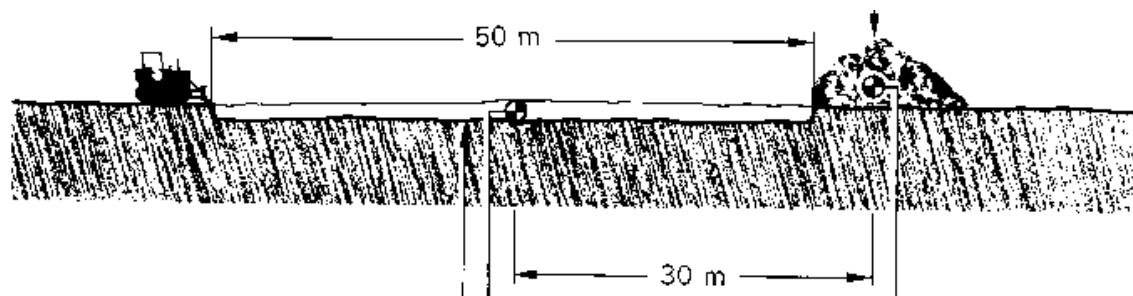
ISKOP KANALA U DOBRO MINIRANOJ STIJENI		bager		
metodologija proračuna ili određenja učinka	snaga [kW]]	obujam lopate[m ³]	učinak [m ³ /h]	Index
Perfomance handbook Fiatallis	58	0,26	21,27	1,31
	80	0,54	42,26	1,90
	80	1,13	88,43	1,97
Perfomance handbook Fiat-Hitachi	71,5	0,25	19,57	1,20
	64	0,66	54	2,43
	71,5	0,93	62	1,38
Specification and application handbook edition 6 Komatsu	37	0,3	26,35	1,63
	67	0,55	50,33	2,27
	101	1,1	80,52	1,79
Specification and application handbook edition 18 Komatsu	78	0,27	40,71	2,51
	60	0,55	77	3,45
	78	1,14	139,65	3,11
Caterpillar performance handbook edition 32	41	0,28	30,99	1,91
	67	0,52	57,55	2,59
	125	1,1	93,91	2,09
Z. Linarić; Učinci građevinskih strojeva, elektronski udžbenik, www.grad.hr	-	0,38	16,2	1,00
	-	0,57	22,21	1,00
	-	1,15	44,82	1,00
određenje učinka prema normativima				
Tehnički normativi, IV dio, G.P. Hidroelektra (<i>iskop kanala u IV kategoriji - trošna stijena</i>)	76	0,15-1,5	32	1,44
Prosečne građevinske norme, I. dio, zemljani radovi (iskop zemlje sa kamenjem i korijenjem sa odbacivanjem u stranu)	63	0,35	10	0,62
	120	0,8	28	1,26
	135	1,00-1,25	41	0,91
Prosječni normativi, radovi u vodnom gospodarstvu, Hrvatske vode	76-120	0,6	53	2,38

3,45



0,62

Očekivanja prosječnog radnog učinka (rastresito) dozera snage oko 230 kW na iskopu zemljanog materijala (tla) sa guranjem prosječno do 50 m sa prosječnim obujmom guranja oko 8,5 m³:



- **TNTH160 m³/sat (index 0,94)**
- **sPGMN150 m³/sat (index 0,88)**
- **nNSRG80 m³/sat (index 0,47)**
- **Priručnik CAT190 m³/sat (index 1,12)**
- **Priručnik Liebherr220 m³/sat (index 1,26)**
- **Priručnik FA240 m³/sat (index 1,41)**
- **Priručnik FH180 m³/sat (index 1,06)**
- **Priručnik Komatsu190 m³/sat (index 1,12)**
- **Z.L./GF/Učinak građe. strojeva115 m³/sat (index 0,68)**
- **prosjek razmatranih učinaka170 m³/sat (index 1,00)**

**Zaključno: bilo koja *metodologija* za potrebe
određenja radnih učinaka standardnih
građevinskih strojeva i transportnih sredstava
koji ciklički rade –**

1. *ne može smatrati konačnom i jedinom mogućom,*
2. *nije standard koji omogućava u bilo kojem slučaju arbitražu određenja učinka strojeva,*
3. *daje svoja polazišta odnosno pretpostavke osnovnih parametara temeljnog načela proračuna radnih učinaka strojeva ili transportnih sredstava.*

$$U_p = k_i * U_t$$

$$k_i = k_o * k_p$$

$$U_t = n_c * Q_c$$

$$n_c = T / t_c$$