

# Iskop građevne jame i izrada tamponskog sloja prometnice

---

Miljak, Jure

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:415850>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-24**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Jure Miljak**

**Split, 2015.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Jure Miljak**

**Iskop građevne jame i izrada  
tamponskog sloja prometnice**

**Završni rad**

**Split, 2015.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ**  
**GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Jure Miljak

BROJ INDEKSA: 1514

KATEDRA: **Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**

PREDMET: Tehnologija Građenja

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za iskop građevne jame i izrada tamponskog sloja prometnice

Opis zadatka: Na temelju teorijskog znanja student će na primjeru hipotetskih radova i tvrtke odabrati i uskladiti rad strojeva za iskop građevne jame i postavljanje tamponskog sloja prometnice.

U Splitu, 01.04.2015.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc Snježana Knezić

# **Iskop građevne jame i izrada tamponskog sloja prometnice**

## ***Sažetak:***

Za iskop i odvoz materijala te izradu tampona potrebno je uskladiti rad strojeva. Rad prikazuje metodologiju usklađivanja rada strojeva na hipotetskom primjeru.

## ***Ključne riječi:***

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, građevna jama, prometnica

# **Excavation of construction pit and making ballast roads**

## ***Abstract:***

For the excavation and removal of the material and making road ballast is necessary to harmonize the work of machines. The paper presents a methodology of harmonization of the machinery on a hypothetical example.

## ***Keywords:***

Construction machinery, machinery harmonisation, construction pit, road

**Sadržaj:**

stranica:

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>Uvod.....</b>                          | <b>6</b>  |
| <b>1. Opis tvrtke.....</b>                | <b>7</b>  |
| <b>2. Opis radova.....</b>                | <b>16</b> |
| <b>3. Prikaz aktivnosti.....</b>          | <b>20</b> |
| <b>4. Usklađivanje rada strojeva.....</b> | <b>21</b> |
| <b>5. Odabir strojeva.....</b>            | <b>29</b> |
| <b>6. Zaključak.....</b>                  | <b>30</b> |
| <b>7. Literatura.....</b>                 | <b>31</b> |

## **UVOD**

U završnom radu će se prikazati slučaj usklađivanja rada strojeva na određenom projektnom zadatku. Projektni zadatak je hipotetski, ali za njega se vrši stvarni izračun rada strojeva.

Tvrtka izvodi radove raznim strojevima za zemljane radove, od kojih je potrebno pojedine unajmiti. U radu se nalazi detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva i određeno je vrijeme potrebno kako za ukupnu tako i za pojedinu operaciju.

## 1.OPIS TVRTKE

Tvrtka je osnovana 2000. godine i od tad se razvija izvođeći građevinske poslove u području niskogradnje, ponajviše zemljane radove te rekonstrukciju i izgradnju cesta. Tvrtka zapošljava oko dvadeset radnika koji su kvalificirani za obavljanje svojih dužnosti i koji garantiraju kvalitetu radova. Tvrtka se bavi još i iznajmljivanjem građevinskih strojeva i transport istih te vrši usluge prijevoza i transporta roba.

### 1.1 Strojevi koje tvrtka posjeduje

- 1 buldozer *Cat D6K* (slika 1.1)



Karakteristike stroja:

-snaga 93,0 kW

-težina 12886 kg

-zapremina noža 2,70m<sup>3</sup> -širina noža 3,05m -visina 0,90cm

-max. Brzina 10km/h

-godina proizvodnje 2007 - 3500h

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))



- 1 utovarivač Cat 930K slika 1.2



Karakteristike stroja:

-snaga 115,0 kW

-težina 13830 kg

-zapremina korpe 3,0m<sup>3</sup>

-prosječna radna brzina 18km/h

-godina proizvodnje 2009 -4500h

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))

- 5 Mercedes Actros 4144 k 8x4 (slika1.3)



Karakteristike stroja:

-snaga 320,0 kW

-zapremina 15m<sup>3</sup>

-težina praznog/punog vozila 18000/41000kg

-prosječna brzina praznog vozila 55km/h -punog vozila 30km/h

-godina proizvodnje 2009 -125000km

(izvor:[http://daimlertrucksadelaide.com.au/truckcentre/...../benz\\_spec\\_41xx\\_b\\_8x4.pdf](http://daimlertrucksadelaide.com.au/truckcentre/...../benz_spec_41xx_b_8x4.pdf))

- 2 jaružala *Cat 330 D L* (slika 1.4)

-pneumatski čekić *Cat Hs120* (slika 1.4a)



Karakteristike stroja:

-snaga 200,0 kW

-težina 37500 kg

-zapremina korpe 2,5m<sup>3</sup>

-godina proizvodnje 2010 -2500h

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))

- 1 jaružalo *Komatsu pc27-mr2* (slika 1.5)



Karakteristike stroja:

-snaga 19,2 kW

-težina 2930 kg

-zapremina korpe 0,05m<sup>3</sup>

-godina proizvodnje 2009 -2200h

(izvor: <http://www.komatsuamerica.com/equipment/excavators/0-25000lbs/pc27mr-3>)

- 1 jaružalo *Komatsu pc88-mr2* (slika 1.6)



Karakteristike stroja:

-snaga 50,7 kW

-težina 8580 kg

-zapremina korpe 0,5m<sup>3</sup>

-godina proizvodnje 2009 -2600h

(izvor: <http://www.komatsuamerica.com/equipment/excavators/0-25000lbs/pc88mr-10>)

- 2 Mercedes Actros 1832 k 4x4 (slika1.7)



Karakteristike stroja:

-snaga 240,0 kW

-zapremina 5,5m<sup>3</sup>

-težina praznog/punog vozila 10000/18000kg

-prosječna brzina praznog vozila 55km/h -punog vozila 30km/h

-godina proizvodnje 2010 -115000km

(izvor:[http://daimlertrucksadelaide.com.au/truckcentre/...../benz\\_spec\\_41xx\\_b\\_8x4.pdf](http://daimlertrucksadelaide.com.au/truckcentre/...../benz_spec_41xx_b_8x4.pdf))

- 1 vibracijski valjak *Cat CS 56 B* (slika 1.8)



Karakteristike stroja:

-snaga 117,0 kW

-težina 11500 kg

-max.brzina 11,4km/h -radna brzina 5km/h

-godina proizvodnje 2007 -1500h

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))

- 1 grejder *Cat 140 M3 AWD* (slika 1.9)



Slika 5.1.

Karakteristike stroja:

-snaga 179,0 kW

-težina 20830kg

-širina noža 3,7m

-max. brzina 46,6km/h

-godina proizvodnje 2008 -1200h

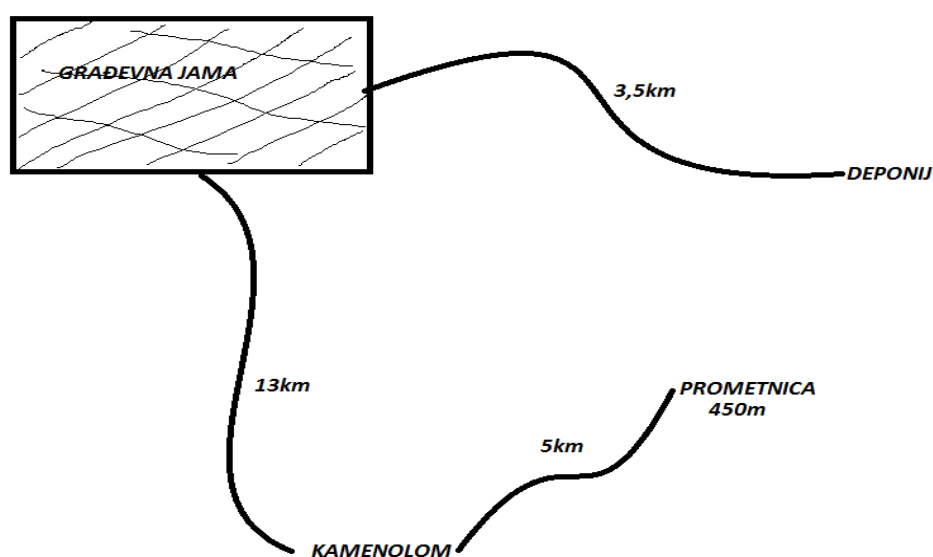
(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))



## 2.OPIS RADOVA

Radovi se sastoje od iskopa građevne jame cca.  $6000\text{m}^3$  u tlu IV kategorije ,te odvoza viška zemljanog materijala na deponiju dok će se višak kamenog materijala obraditi u kamenolomu za daljnju upotrebu kod izgradnje tamponskog sloja prometnice (cca.  $800\text{m}^3$ ).Teren na koje se izvode radovi je pretežno ravan,a vegetacija nije visoka (korov,grmlje).

(slika2.1)



Tablica 2.1 -prikaz strojeva koji su u posjedu tvrtke

| STROJEVI                           | TVRTKA |
|------------------------------------|--------|
| Buldozer                           | 1      |
| Utovarivač                         | 1      |
| Kamion kiper ( $Q=15\text{m}^3$ )  | 5      |
| Jaružalo s dubinskom lopatom       | 4      |
| Pneumatski čekić                   | 1      |
| Vibracijski valjak $>5\text{t}$    | 1      |
| Grejder                            | 1      |
| Kamion kiper ( $Q=5-8\text{m}^3$ ) | 2      |

Strojevi kojima tvrtka ne raspolaže nalaze se u kamenolomu te ih je potrebno unajmiti.

Tvrka(koperant) se bavi vađenjem i eksploatacijom kamena u 13km udaljenom pogonu.

- pneumatski čekić *Cat H130 Es*

-jaružalo *Cat 324 E L* (slika 2.2)



Karakteristike bagera:

-snaga 142,0 kW

-težina 29500 kg

-zapremina korpe 2,2 m<sup>3</sup>

-godina proizvodnje 2010 -1700h

Karakteristike čekića:

-težina 1950kg

-320-600 udaraca/min

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))

-pokretna drobilica *INNOCRUSH 35* (slika2.3)



Karakteristike stroja:

-snaga 287,0 kW

-težina 35500 kg

-učinak 35,5t/h

-zapremina košare 4m<sup>3</sup>

-godina proizvodnje 2008 -6000h

(izvor: <http://www.innocrush.com/dsb/index.php?mod=products>)

-utovarivač *Cat 432F* (slika 2.4)



Karakteristike stroja:

-snaga 70,9 kW

-težina 7620 kg

-zapremina prednje korpe 1,03m<sup>3</sup>      zadnje korpe 0,2m<sup>3</sup>

-prosječna brzina 18km/h

-godina proizvodnje 2009 -3500h

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html))

### 3. PRIKAZ AKTIVNOSTI

U tablici 3.1 redom su prikazane aktivnosti koje se izvode na gradilištu. Postoji 5 glavnih aktivnosti koje sadrže svoje podaktivnosti radi lakšeg organizacije radova i usklađivanja rada strojeva.

Tablica 3.1 – prikaz aktivnosti

| <i>GLAVNE AKTIVNOSTI</i> |                                      | <i>PODAKTIVNOSTI</i> |                                                                                       | <i>STROJEVI</i>                     |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>A1</b>                | <i>Skidanje humusa</i>               | <b>A 1.1</b>         | <i>Skidanje humusa</i>                                                                | <i>Buldozer</i>                     |
|                          |                                      | <b>A 1.2</b>         | <i>Utovar i odvoz materijala na deponij</i>                                           | <i>Utovarivač +kamion</i>           |
| <b>A2</b>                | <i>Široki iskop i transport</i>      | <b>A 2.1</b>         | <i>Iskop građevne jame i utovar</i>                                                   | <i>Jaružalo sa utovarnom žlicom</i> |
|                          |                                      | <b>A 2.3</b>         | <i>Odvoz materijala na deponij</i>                                                    | <i>Kamion</i>                       |
|                          |                                      | <b>A 2.4</b>         | <i>Odvoz kamena u kamenolom</i>                                                       | <i>Kamion</i>                       |
| <b>A3</b>                | <i>Planiranje dna iskopa</i>         | <b>A 3.1</b>         | <i>Planiranje građevne jame</i>                                                       | <i>Buldozer</i>                     |
|                          |                                      | <b>A 3.2</b>         | <i>Jednoliko zbijanje</i>                                                             | <i>Vibracijski valjak</i>           |
| <b>A4</b>                | <i>Obrada kamena u kamenolomu</i>    | <b>A 4.1</b>         | <i>Razbijanje kamenih gromada</i>                                                     | <i>Jaružalo s čekićem</i>           |
|                          |                                      | <b>A 4.2</b>         | <i>Drobljenje kamena na frakciju 31-62mm</i>                                          | <i>Droblilica sa sitom</i>          |
| <b>A5</b>                | <i>Postavljanje tamponskog sloja</i> | <b>A 5.1</b>         | <i>Utovar i odvoz tampona iz kameonoloma te razastiranje na gradilištu prometnice</i> | <i>Utovarivač +kamion</i>           |
|                          |                                      | <b>A 5.2</b>         | <i>Planiranje i zbijanje tampona</i>                                                  | <i>Grejder, vibracijski valjak</i>  |

#### 4.USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

Proračun je izvršen tako da su strojevi tijekom radnog vremena maksimalno iskorišteni i da je prazni hod što manji.

Građevna jama je: - širine 40m,

-dužine 50m,

-dubine 3m.

##### A 1 Skidanje humusa

Usklađivanje rada buldozera, utovarivača i kamion kipera, na površini od  $2000\text{m}^2$  u debljini od cca.15cm te utovar i odvoz na deponiju, ukupna količina humusa kojeg treba odvesti iznosi:  $2000\text{m}^2 * 0,15\text{m} * K_r = 420,0\text{m}^3$ . Humus se skida buldozerom na određeno mjesto nakon čega slijedi utovar i odvoz materijala.

##### Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate buldozera, utovarivača, kipera
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 1,4)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,82)
- $K_d$  – koeficijent dotrajalosti radnih strojeva (0,85)
- $T_{gr}$ -vrijeme potrebno za guranje( i utovar)
- $T_{pov}$ - vrijeme potrebno za povratak
- $T_o$ -gubitak vremena zbog promjene smjera
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (3500 m)
- $q$  – zapremnina lopate, korpe, noža, koša

## Proračun:

### A 1.1 Skidanje humusa

#### **Buldozer** (slika 1.1)

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 30 + 20 + 5 = 55 \text{ s}$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,7 / 55 = 175 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 175 \cdot 1,40 \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 170,0 \text{ (m}^3/\text{h)}$

### A 1.2 utovar i odvoz

#### **Utovarivač** (slika 1.2)

Nakon skidanja humusa slijedi utovar i odvoz na deponiju

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 15 + 10 + 5 = 30 \text{ s}$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 3,0 / 30 = 360 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 360 \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 251 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Ukupan broj buldozera:  $U_{p_{utovarivač}} / U_{p_{buldozer}} = 251 / 170 = 1 \text{ buldozer}$

#### **Kamion kiper** (slika 1.3)

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 251 = 245 \text{ (s)}$
- $T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{pun} + d / v_{pra} = 3,5 / 30 + 3,5 / 55 = 650 \text{ (s)}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$
- Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1195 \text{ (s)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K_d = 15 / 1195 \cdot 3600 = 45,20 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Izračun broja potrebnih kamiona:
- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1195 / 245 = 5 \text{ kamiona}$

#### Vrijeme potrebno za utovar:

- $T = V(\text{humusa}) / U_p (\text{buldozera}) = 420 / 170 = 148(\text{min})$

Zaključak: Potrebno nam je **5 kamiona , 1 buldozer i 1 utovarivač** za skidanje i odvoz humusa.

## A 2 Široki iskop i transport

Usklađivanje iskopa, utovara i prijevoza materijala na deponiju, volumen sraslog stanja iznosi cca.  $5700\text{m}^3$ , volumen za transport iznosi  $V_i \cdot K_r \approx 7200\text{m}^3 + 800\text{m}^3$  (kamena)

### Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate jaružala, utovarivača, kipera
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,40)
- $K_p$  – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,82)
- $K_z$  – kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)
- $T_i$  – vrijeme iskopa (punjenja) (30 s)
- $T_p$  – vrijeme prijenosa i istovara (15 s)
- $T_o$  – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

### Proračun:

#### A 2.1 Široki iskop

**Jaružalo s dubinskom lopatom** (slika 1.4)

- Ciklus:  $T_c = T_i + T_p + T_o = 30 + 15 + 5 = 50$  s
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 50 = 180$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Stvarni učinak:  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 180 \cdot 1,4 \cdot 0,82 \cdot 0,98 \cdot 0,90 \cdot 0,85 = 155$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) - koristimo 2 jaružala za iskop = 310 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

#### A 2.2 Utovar i odvoz

**Kamion kiper** (slika 1.3)

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 155 = 175$  (s)
- $T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 3,5 / 30 + 3,5 / 55 = 650$  (s)
- $T(\text{istovar i manevar}) = 300$  (s)
- Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1119$  (s)
- Stvarni učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K_d = 15 / 1119 \cdot 3600 = 48.25$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Izračun broja potrebnih kamiona:
- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1119 / 245 = 5$  kamiona

#### Vrijeme potrebno za utovar:

- $T = V(\text{materijala}) / U_p (\text{jaružala}) = 7200 / 155 \approx 2790$  (min)

**Zaključak:** Potrebno nam je **5 kamiona i 1 jaružalo s dubinskom lopatom** za utovar i odvoz na deponiju



### A 2.3 Utovar i odvoz

#### **Kamion kiper** (slika 1.3)

- $T(\text{utovar}) = q/U_p = 15/155 = 175 \text{ (s)}$
- $T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 13/30 + 13/55 = 2410 \text{ (s)}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$
- $\text{Ciklus : } T_c = T_i + m + T_u + T_v = 2885 \text{ (s)}$
- $\text{Stvarni učinak : } U_p = q/T_c \cdot K_d = 15/2885 \cdot 3600 = 18.20 \text{ (m}^3/\text{h)}$

#### Vrijeme potrebno za utovar:

- $T = V(\text{materijala}) / U_p (\text{jaružala}) = 800/155 \approx 310(\text{min})$

Zbog vrste i kategorije zemljišta kamene gromade koje se izvade bit će odvedene u kamenolom nakon što se nakupi dovoljna količina kamena za jedan kamion koji će se posebno unajmiti da se ne narušava odvoz zemljanog materijala na deponij.

**Zaključak:** Potrebno nam je **1 kamion i 1 jaružalo s dubinskom lopatom** za odvoz kamenih gromada u kamenolom

### A 3 Planiranje dna iskopa

Usklađivanje rada buldozera i vibracijskog valjka s točnošću od  $\pm 5\text{cm}$  na dnu građevne jame. Površina terena za izvođenje radova iznosi  $2000\text{m}^2$

#### Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate buldozera
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 1,4)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,82)
- $K_d$  – koeficijent dotrajivosti radnih strojeva (0,85)
- $T_{gr}$ -vrijeme potrebno za guranje( i utovar)
- $T_{pov}$ - vrijeme potrebno za povratak
- $T_o$ -gubitak vremena zbog promjene smjera
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (3500 m)
- $q$  – zapremnina lopate, korpe, noža, koša

#### Proračun:

##### A 3.1 Planiranje jame

###### **Buldozer** (slika 1.1)

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 30 + 20 + 5 = 55\text{ s}$
- Potrebno je cca.15 prijelaza

##### A 3.2 Jednoliko zbijanje

###### **Vibracioni valjak** (slika 1.8)

- Brzina kretanja valjka  $v = 5\text{ km/h}$
- Debljina sloja  $= 15\text{ cm}$
- Broj prijelaza  $n = 3$
- Širina valjka  $b = 2,1\text{ m}$
- Stvarni učinak :  $U_p = (v \cdot b \cdot d / n) \cdot K_v = ((5000 \cdot 2,1 \cdot 0,15) / 3) \cdot 0,82 = 430\text{ (m}^3/\text{h)}$

Zaključak: Potrebno nam je **1 buldozer i 1 vibracioni valjak** za planiranje dna iskopa

#### A 4 Obrada kamena u kamenolomu

Usklađivanje rada jaružala s pneumatskim čekićem, drobilice i utovarivača za utovar tražene frakcije 31-62mm.

- $q$  – volumen lopate
- Trz- vrijeme potrebno za razbijanje blokova
- Tprb- vrijeme potrebno za promjenu bloka
- To- gubitak vremena zbog promjene smjera
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti kamenog bloka (1,0)  $K_{rd}$  - drobljenog kamena (1,20)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,82)
- $K_d$  – koeficijent dotrajalosti radnih strojeva (0,85)
- $K_p$  – koeficijent punjenja lopate

#### Proračun:

##### A 4.1 Razbijanje kamenih gromada

**Jaružalo s pneumatskim čekićem** (slika 2.2)

- Ciklus:  $T_c = T_{rz} + T_{prb} + T_o = 35 + 10 + 5 = 50$  s
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2 / 50 = 145$  (m<sup>3</sup>/h)
- Stvarni učinak:  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_d =$   
 $145 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 101$  (m<sup>3</sup>/h)

##### A 4.2 Drobljenje kamena

**Droblilica INNOCRUSH** (slika 2.3)

- $U_t = 35,5$  t/h (podatak iz tvornice)  $\rightarrow 12,7$  m<sup>3</sup>/h
- $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d$  (m<sup>3</sup>/h)
- $\rho$  = specifična gustoća materijala = 2,8 kg/m<sup>3</sup>
- $U_p = 12,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 10,8$  (m<sup>3</sup>/h)
- Potrebno je zdrobiti 800 m<sup>3</sup> vapnenca
- $T_{drobljenja} = 800 / 12,7 = 4445$  (min)

**Utovarivač** (slika 2.4)

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 15 + 10 + 5 = 30$  s
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 1,03 / 30 = 125$  (m<sup>3</sup>/h)
- Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \cdot K_p$  (m<sup>3</sup>/h) =  $125 \cdot 1,2 \cdot 0,82 \cdot 0,85 \cdot 0,85$   
 $= 90$  (m<sup>3</sup>/h)

**Zaključak :** Potrebno nam je unajmiti **1 utovarivač, 1 čeljusna drobilica i 1 jaružalo s pneumatskim čekićem** za obradu kamena u kamenolomu.

## A 5 Postavljanje tamponskog sloja

Nakon drobljenja kamena u kamenolomu isti se odvozi na gradilište prometnice.

Prometnica se rekonstruira u duljini od 450m i širini 6m. Potrebno je postaviti tamponski sloj od kamenog drobljenca 31-62mm u debljini 30cm (cca. 800m<sup>3</sup>). Potrebno je usklađivanje rada utovarivača, kamiona, valjka i grejdera. Ukoliko količina kamena iz iskopa ne bude dovoljna, uzima se kamen iz kamenoloma.

### Potrebni podaci:

- q – volumen kiper, noža grejdera
- Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,82)
- Kd – koeficijent dotrajnosti radnih strojeva (0,85)
- Tgr- vrijeme potrebno za guranje( i utovar)
- Tpv- vrijeme potrebno za povratak
- To- gubitak vremena zbog promjene smjera
- d – udaljenost na koju se odvozi materijal (5000 m)
- q – zapremnina lopate, korpe, noža, koša

### A 5.1 Utovar i odvoz tampona

#### Utovarivač (slika 1.2)

Nakon drobljenja kamena slijedi utovar i odvoz na gradilište

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pv} + T_o = 15 + 10 + 5 = 30s$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 3,0 / 30 = 360 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 360 \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 251 \text{ (m}^3/\text{h)}$

#### Kamion kiper (slika 1.3)

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 251 = 245 \text{ (s)}$
- $T(\text{puna} + \text{prazna voznja}) = d / v_{pun} + d / v_{pra} = 5 / 30 + 5 / 55 = 930 \text{ (s)}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$
- Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1475 \text{ (s)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K_d = 15 / 1475 \cdot 3600 = 36.60 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Izračun broja potrebnih kamiona:
- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1475 / 245 = 6 \text{ kamiona}$

#### Vrijeme potrebno za utovar:

- $T = V(\text{kamena}) / U_p (\text{utovarivača}) = 800 / 251 = 190(\text{min})$

Zaključak: Potrebno nam je **6 kamiona i 1 utovarivač** za postavljanje tamponskog sloja

#### A 5.2 Razastiranje i zbijanje tampona

##### **Grejder** (slika 1.9)

Nakon istovara tampona potrebno je razastiranje. Razastiranje se vrši grejderom po cijeloj površini prometnice nakon čega slijedi zbijanje valjkom.

- Ciklus:  $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 250 + 200 + 15 = 465s$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 18 / 465 = 140,0 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 140 \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 101 \text{ (m}^3/\text{h)}$

##### **Vibracijski valjak** (slika 1.8)

- Brzina kretanja valjka  $v = 5 \text{ km/h}$
- Debljina sloja  $= 30 \text{ cm}$
- Broj prijelaza  $n = 4$
- Širina valjka  $b = 2,1 \text{ m}$
- Stvarni učinak :  $U_p = (v \cdot b \cdot d / n) \cdot K_v = ((5000 \cdot 2,1 \cdot 0,30) / 3) \cdot 0,82 = 645 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Zaključak: Potreban nam je **1 grejder i 1 valjak** za razastiranje i zbijanje tampona.

## 5.ODABIR STROJEVA

U prikazanoj tablici se nalazi potrebni broj strojeva za izvođenje radova. Strojevi koji su u sastavu tvrtke nisu dovoljni za obavljanje radova pa će trebati unajmiti strojeve za pojedine aktivnosti.

tablica 5.1

| STROJEVI                            | POTREBNO | TVRTKA | NAJAM |
|-------------------------------------|----------|--------|-------|
| Buldozer                            | 1        | 1      | 0     |
| Utovarivač                          | 1        | 1      | 0     |
| Kamion kiper ( $Q > 15\text{m}^3$ ) | 6        | 5      | 1     |
| Jaružalo s dubinskom lopatom        | 2        | 4      | 0     |
| Kamion kiper ( $Q < 10\text{m}^3$ ) | 0        | 2      | 0     |
| Grejder                             | 1        | 1      | 0     |
| Valjak                              | 1        | 1      | 0     |
| Droblilica kamena                   | 1        | 0      | 1     |
| *Utovarivač                         | 1        | 1      | 1     |
| *Jaržalo s pneumatskim čekićem      | 1        | 1      | 1     |

\*Tvrtka posjeduje ove strojeve, ali ih je potrebno unajmiti jer su zauzeti unaprijed dogovorenim poslovima.

## 6. ZAKLJUČAK

Završni rad sadrži prikaz usklađivanja rada strojeva za hipotetski primjer iskopa građevne jame i hipotetsku tvrtku. Nakon detaljnog proračuna i analize dobiveni su slijedeći rezultati:

Skidanje humusa, utovar i odvoz traje 6,05 h i za to je potreban 1 buldozer, 1 utovarivač i 5 kamiona kiperi. Nakon skidanja humusa slijedi široki iskop građevne jame za koji su potrebna 2 jaružala s dubinskom lopatom koji ujedno vrše i utovar materijala. Dio materijala se odvaja (kamene gromade), a ostatak ide na deponij. Za odvoz je potrebno 5 kamiona kiperi. Trajanje ove aktivnosti iznosi 61,2 h.

Planiranje dna iskopa se izvodi s 1 buldozerom i 1 valjkom kojima je potrebno 0,95 h.

Obrada kamena u kamenolomu se sastoji od razbijanja kamenih gromada i samog drobljenja tog razbijenog kamena za što su potrebni 1 jaružalo s pneumatskim čekićem i 1 drobilica. Ovaj proces traje 83 h dok će za utovar i odvoz drobljenca (tampona) trebati 30 h i bit će potrebno 6 kamiona kiperi i 1 utovarivač. Nakon što se tampon dopremi i grubo razvuče kiperima po novoj prometnici 1 grejder će ga razastrijeti i 1 valjak izvaljati. Za ove radove potrebno je 9,25 h.

Ukupan broj strojeva: buldozer x 1, utovarivač x 2, jaružalo s dubinskom lopatom x 2, kamion kiper x 6, vibracijski valjak x 1, i čeljusna drobilica x 1, jaružalo s pneumatskim čekićem x 1, grejder x 1.

Nakon što je utvrđen broj strojeva izračunato je ukupno vrijeme potrebno za izvršenje rada:

$$T_{\text{ukupno}} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4} + T_{A5} = 6,05 + 61,2 + 0,95 + (83 + 30) + 9,25$$

$$T_{\text{ukupno}} = 190,45 \text{ (h)} \approx 24 \text{ radna dana potrebna za obavljanje zadanih aktivnosti.}$$

## 7. LITERATURA

### 7.1 LITERATURA

- Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.
- Petar Đukan Strojevi u građevinarstvu-priručnik Zagreb,1991.

### 7.2. OSTALI IZVORI

- [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/dozers.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers.html)
- <http://daimlertrucksadelaide.com.au/actros>
- [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/motor-graders.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/motor-graders.html)
- [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/excavators.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators.html)
- [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/compactors.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/compactors.html)
- [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/backhoe-loaders.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/backhoe-loaders.html)
- [http://www.komatsu.eu/komatsu-utility-machine.asp?machine\\_type\\_id=18](http://www.komatsu.eu/komatsu-utility-machine.asp?machine_type_id=18)
- <http://www.innocrush.com/dsb/index.php?mod=innocrush>