

# Iskop i zaštita građevne jame

---

**Balić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:291899>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

**ZAVRŠNI RAD**

Ivan Balić

Split, 2016

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Ivan Balić

**ISKOP I ZAŠTITA GRAĐEVNE JAME**  
ZAVRŠNI RAD

Split, 2016

## SADRŽAJ:

|     |                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | UVOD .....                                                     | 1  |
| 2.  | TEHNIČKI OPIS .....                                            | 2  |
| 3.  | AKTIVNOSTI .....                                               | 4  |
| 3.1 | UKLANJANJE SLOJA HUMUSA .....                                  | 4  |
| 3.2 | ISKOP UVODNOG KANALA .....                                     | 6  |
| 3.3 | BETONIRANJE UVODNOG KANALA .....                               | 7  |
| 3.4 | ISKOP AB DIJAFRAGME I ODVOZ MATERIJALA .....                   | 9  |
| 3.5 | BETONIRANJE AB DIJAFRAGME .....                                | 10 |
| 3.6 | ŠIROKI ISKOP TLA DO OPERATIVNOG PLATO ZA UGRADNJU SIDARA ..... | 12 |
| 3.7 | URADNJA GEOTEHNIČKIH SIDARA U AB DIJAFRAGMU .....              | 13 |
| 3.8 | ŠIROKI ISKOP TLA DO KRAJNJE DUBINSKE KOTE .....                | 14 |
| 4.  | PRORAČUN UČINKA STROJEVA I USKLADIVANJE RADA .....             | 15 |
| 4.1 | UKLANJANJE SLOJA HUMUSA .....                                  | 15 |
| 4.2 | ISKOP UVODNOG KANALA .....                                     | 18 |
| 4.3 | BETONIRANJE UVODNOG KANALA .....                               | 20 |
| 4.4 | ISKOP AB DIJAFRAGME .....                                      | 21 |
| 4.5 | BETONIRANJE AB DIJAFRAGME .....                                | 23 |
| 4.6 | ŠIROKI ISKOP TLA DO OPERATIVNOG PLATO ZA SIDRENJE .....        | 25 |
| 4.7 | UGRADNJA HIDROTEHNIČKIH SIDARA .....                           | 27 |
| 4.8 | ŠIROKI ISKOP TLA DO KONAČNE DUBINSKE KOTE JAME .....           | 27 |
| 5.  | ZAKLJUČAK .....                                                | 30 |
| 6.  | LITERATURA .....                                               | 31 |
| 7.  | POPIS SLIKA .....                                              | 32 |

## 1. UVOD

Građevinskom jamom naziva se prostor unutar kojeg se izvode građevinski radovi. Taj prostor mora biti siguran za rad i dostupan ljudima i strojevima. Izbor najboljeg rješenja izvedbe građevinske jame ovisi o građevini, karakteristikama terena, prisutnosti vode u tlu ili podzemne vode i o drugim ambijentalnim okolnostima. Zaštitom ili osiguranjem iskopa jame mora se spriječiti prodiranje vode u slobodni prostor njezina iskopa i osigurati stabilnost iskopanih stranica. Može se zaključiti kako su u pogledu vodonepropusnosti mogući različiti načini i oblici složenosti zahvata zaštite građevinskih jama kao i mogući oblici izvedbe nosivih konstrukcija radi osiguranja stabilnosti iskopa njihovih stranica.

Ovaj rad obuhvaća odabir strojeva te usklađivanje rada istih za iskop i zaštitu građevne jame na fiktivnoj lokaciji sa fiktivnim ulaznim podacima o karakteristikama tla i dimenzijama iskopa. Iskop i zaštitu građevne jame radove moguće je izvesti na nekoliko načina. U konkretnom slučaju odabrana je zaštita građevne jame armirano betonskom dijafragmom, nakon čega se izvodi iskop materijala unutar jame do određene kote, sidrenje AB dijafragme geotehničkim sidrima te i iskop materijala do konačne dubinske kote jame. Kao primjer ovakvog načina iskopa i zaštite građevne jame uzeta je podzemna garaža na Kapucinskom trgu u Varaždinu.

U nastavku je dat tehnički opis slijeda radova iskopa i zaštite jame. Primjer izvođenja dijela radova uzet je po uzoru na podzemnu garažu na Kapucinskom trgu u Varždinu.

## 2. TEHNIČKI OPIS

Osnovni zadatak je iskop i zaštita građevne jame na fiktivnoj lokaciji sa fiktivnim ulaznim podacima o tlu i dimenzijama jame. Jama tlocrtne površine od 450 m<sup>2</sup> sa dimezijama od (30x15) m izvodi se u tlu 1.-3. kategorije. Geotehničkim elaboratom utvrđen je sastav tla gdje se do dubine od 4 m pojavljuje sloj zaglinjenog šljunka pomiješanog s pijeskom dobro zbijenog, te do dubine od 12 m također sloj šljunka pjeskovitog, dobro graduiranog.

Radove možemo podijeliti u 4 faze izvođenja od površine do konačne dubinske kote:

- I. faza - široki površinski iskop i uklanjanje sloja humusa  
do operativnog platoa za izvođenje AB dijafragme
- II. faza - iskop i betoniranje AB dijafragme
- III. faza - iskop materijala do radnog platoa za sidra i ugradnja sidara
- IV. faza - iskop do konačne dubinske kote jame

### I. FAZA

Prva faza uključuje uklanjanje i odvoz sloja humusa u debljini od 20 cm na mjestima i veće debljine do operativnog platoa za iskop i betoniranje AB dijafragme. Za uklanjanje sloja humusa angažiran je dozer, utovarivač i kamion.

### II. FAZA

Iskop AB dijafragme uključuje iskop uvodnog kanala koji ima svrhu pridržanja tla pri iskopu dijafragme te se izvodi u cijeloj dužini iskopa AB dijafragme. Za to je angažirano jaružalo te kamion. Slijedi betoniranje uvodnog kanala crpkom za beton i automijšalicom. Nakon potpune izvedbe uvodnog kanala vrši se iskop same dijafragme u etapama uz betoniranje same. Iskop se vrši posebnim strojem mehaničkom grabilicom a materijal se kamionom odlaže na odlagalište.

### **III. FAZA**

Široki iskop izvodi se do kote na kojoj će se izvoditi sidrenje AB dijafragme. Iskop se vrši jaružalom, a materijal se odvozi kamionima na odlagalište. Ugradnja geotehničkih sidara izvodi se specijalnim strojem za bušenje. Sidra se ugrađuju na razmaku od jednog metra u dva reda .

### **IV. FAZA**

Iskop materijala do konačne dubinske kote vrši se jaružalom uz odvoz materijala kamionima na odlagalište.

### 3. AKTIVNOSTI

Planirane aktivnosti su sljedeće:

- 1- Uklanjanje sloja humusa
- 2- Iskop uvodnog kanala
- 3 -Betoniranje uvodnog kanala
- 4- Iskop AB dijafragme
- 5- Betoniranje AB dijafragme
- 6- Široki iskop tla do operativnog platoa za sidrenje
- 7 -Sidrenje AB dijafragme geotehničkim sidrima
- 8- Široki iskop tla do konačne dubinske kote jame

U nastavku poglavlja prikazan je izbor strojeva za svaku pojedinu aktivnost.

#### 3.1 UKLANJANJE SLOJA HUMUSA

Za pripremu operativne površine te uklanjanje i odvoz sloja humusa debljine 20 cm angažirali smo dozer, utovarivač i kamion.

Ukupan iznos materijala za odvoz iznosi  $V = 450 \cdot 0,20 = 90 \text{ m}^3$

Materijal se deponira na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta.



Slika 1. Dozer Caterpillar d5k xl Cat 4.4ACERT [3]

Karakteristike dozera:

|                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| Snaga:                  | 140 hp               |
| Kapacitet:              | 2.2 m <sup>3</sup>   |
| Težina:                 | 9408 kg              |
| Dim. noža:              | 3265*1050 mm (š x v) |
| Min. Radijus okretanja: | 1.8 m                |





Karakteristike utovarivača:

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| Volumen lopate | 3,2m <sup>3</sup> |
| Snaga          | 148 kW            |
| Težina         | 16,8 t            |
| Max brzina     | 38km/h            |

Slika 2. Utovarivač Cat 7.1 ACERT [4]



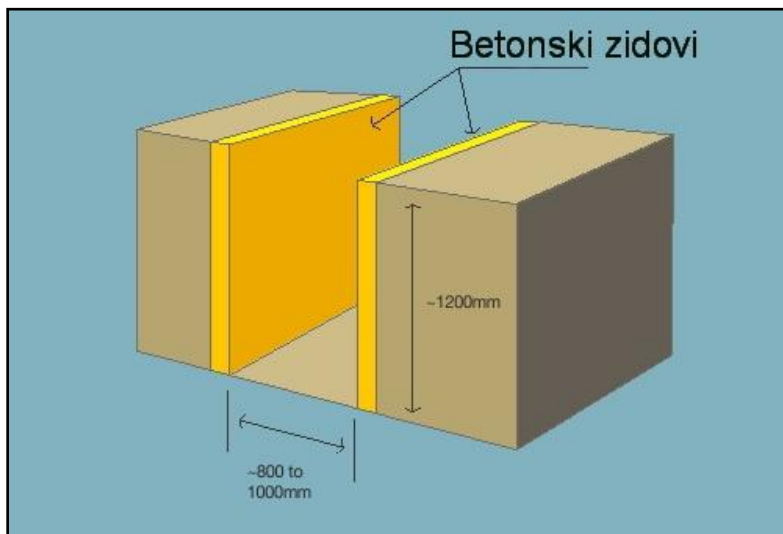
Karakteristike kamiona:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Zapremnina                 | 18m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 250 kW           |
| Težina                     | 40 t             |
| Max brzina punog kamiona   | 40 km/h          |
| Max brzina praznog kamiona | 60 km/h          |

Slika 3. Kamion MAN TGS 41400 [5]

### 3.2 ISKOP UVODNOG KANALA

Uvodni kanal ima svrhu pridržanja tla pri iskopu dijafragme ali i odvodnju isplake. Izvodi se tako da se u tlu izrade dva usporedna betonska zida visine od 80 do 100 cm kojima je vrh u razini terena, širine minimalno 10 cm veće od širine dijafragme. [6] U konkretnom slučaju dimezije uvodnog kanala iznose 100 x 100 cm (visina x širina) u cijeloj dužini izvođenja dijafragme od 90 m. Količina materijala za iskop iznosi  $V = (1 \times 1 \times 90) = 90 \text{ m}^3$ . [6]



Slika 4. Uvodni kanal [6]

Za iskop uvodnog kanala angažirano je jaružalo i kamion za odvoz materijala na odlagalište udaljeno 10 km.



Slika 5. Jaružalo Cat C7 with ACERT Technolog [7]

#### Karakteristike jaružala:

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Volumen lopate             | 0.72-1.5 m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 140 kW                  |
| Težina                     | 24240 kg                |
| Maksimalna brzina vožnje   | 5.5 km/h                |
| Maksimalna visina kopanja  | 9665mm                  |
| Maksimalna dubina kopanja  | 5825mm                  |
| Maksimalna visina istovara | 6715mm                  |



Slika 6. Kamion MAN TGS 41400 [5]

Karakteristike kamiona:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Zapremnina                 | 18m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 250 kW           |
| Težina                     | 40 t             |
| Max brzina punog kamiona   | 40 km/h          |
| Max brzina praznog kamiona | 60 km/h          |

### 3.3 BETONIRANJE UVODNOG KANALA

Lagano armiran uvodni kanal u dužini cijele dijafragme betonira se crpkom za beton uz automijšalice za transport betona od betonare na gradilište. Betonara je udaljena 20 km od gradilišta. Ukupna količina betona za ugradnju iznosi

$$V = (0,15 \times 1,0 \times 90) \times 2 = 27 \text{ m}^3$$



Slika 7. Uvodni kanal [6]



Slika 8. Pumpa za beton MAN JXM 4215 TGA 41.390 [5]

## Karakteristike pumpe:

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| Učinak pumpe | 20 m <sup>3</sup> /h |
| Snaga        | 250 kW               |
| Doseg        | 36 m                 |



Slika 9. Automiješalica MAN 33360 [8]

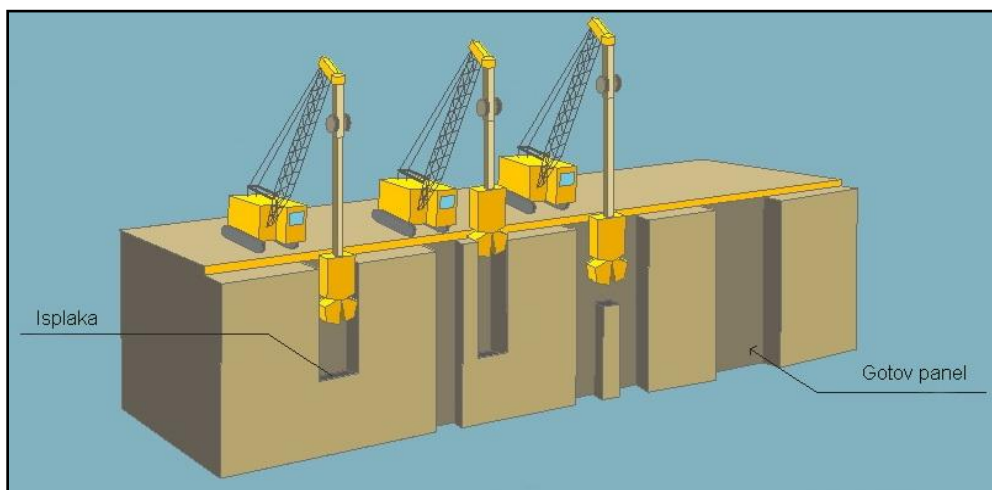
## Karakteristike automiješalice:

|                                            |                      |
|--------------------------------------------|----------------------|
| Kapacitet                                  | 9 m <sup>3</sup>     |
| Snaga                                      | 265 kW               |
| Težina                                     | 13,1 t               |
| Max brzina pun                             | 40 km/h              |
| Max brzina prazan                          | 60 km/h              |
| Kapacitet istovara (5min/ m <sup>3</sup> ) | 12 m <sup>3</sup> /h |



### 3.4 ISKOP AB DIJAFRAGME I ODVOZ MATERIJALA

Iskop AB dijafragme vrši se mehaničkom grabilicom, a metrijal se odlaže kamionom na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta. Grabilica omogućuje iskop dubine 20 m i širine 0.6 m na sve četiri strane građevne jame. Iskop se vrši uzastopnim elementima duljine 5 m tako da se na preskok ugrađuju najprije neparne stranice. Ukupna količina materijala za iskop iznosi  $V = (5\text{ m} \times 12\text{ m} \times 0.6\text{ m}) \times 18 = 1080\text{ m}^3$  (duljina x dubina x širina x broj segmenata).



Slika 10. Iskop AB dijafragme mehaničkim grabilicama [6]



Slika 11. Mehanička grabilica CMX [9]

Karakteristike meh. grabilice:

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Širina zahvata    | 0.6 m            |
| Duljina zahvata   | 2.5 m            |
| Kapacitet zahvata | $1.5\text{ m}^3$ |



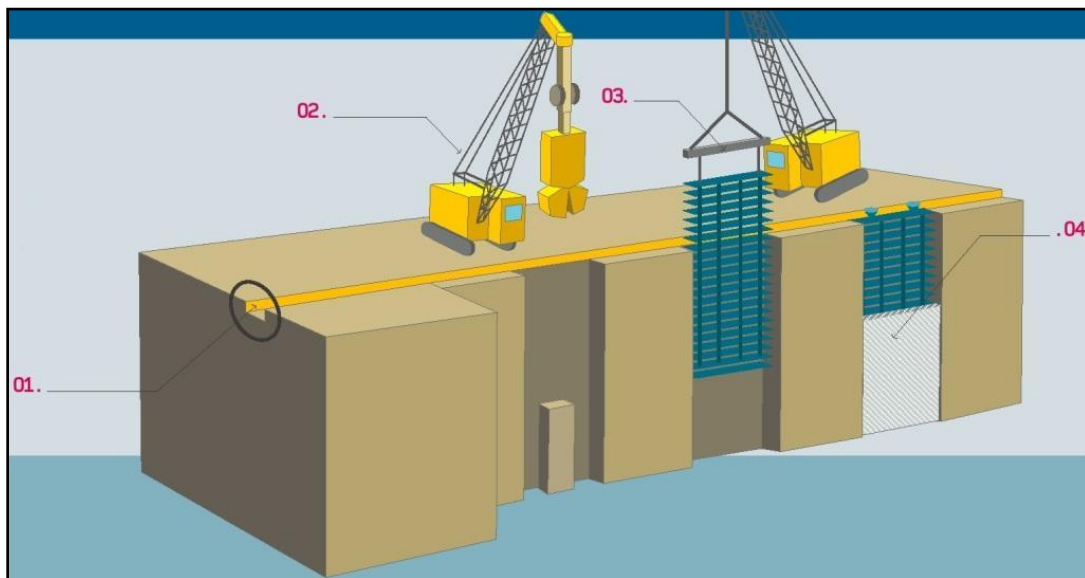
Slika 12. Kamion MAN TGS 41400 [5]

## Karakteristike kamiona:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Zapremnina                 | 18m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 250 kW           |
| Težina                     | 40 t             |
| Max brzina punog kamiona   | 40 km/h          |
| Max brzina praznog kamiona | 60 km/h          |

### 3.5 BETONIRANJE AB DIJAFRAGME

Ab dijafragma se betonira segment po segment odmah nakon iskopa. Tijekom betoniranja isplaka istječe uvodnim kanalom do sljedećeg segmenta. Betonira se crpkom za beton te automiješalicama za transport betona od betonare na gradilište uz korištenje igličastog vibratora za beton. Betonara je udaljena 20 km od gradilišta. Ukupna količina betona za ugradnju iznosi  $V=1080 \text{ m}^3$ . [6]



Slika 13. Betoniranje AB dijafragme [6]



Slika 14. Pumpa za beton MAN JXM 4215 TGA 41.390 [5]

## Karakteristike pumpe:

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| Učinak pumpe | 20 m <sup>3</sup> /h |
| Snaga        | 250 kW               |
| Doseg        | 36 m                 |



Slika 15. Automiješalica MAN 33360 [8]

## Karakteristike automiješalice:

|                                            |                      |
|--------------------------------------------|----------------------|
| Kapacitet                                  | 9 m <sup>3</sup>     |
| Snaga                                      | 265 kW               |
| Težina                                     | 13,1 t               |
| Max brzina pun                             | 40 km/h              |
| Max brzina prazan                          | 60 km/h              |
| Kapacitet istovara (5min/ m <sup>3</sup> ) | 12 m <sup>3</sup> /h |



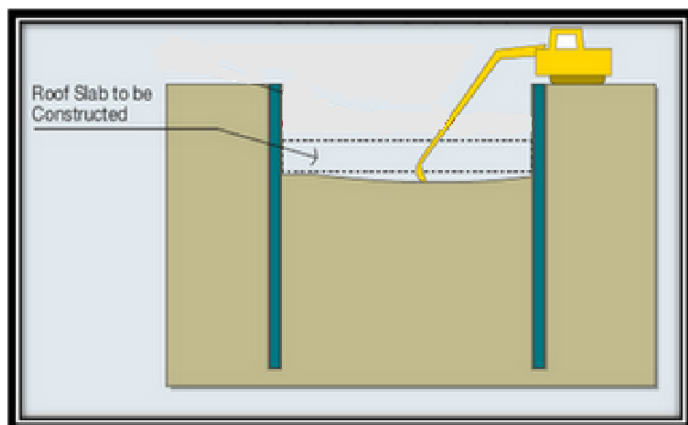
Slika 16. Igličasti vibrator IREN 57 [4]

## Karakteristike vibratora:

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Polumjer djelovanja: | 100cm |
| Debljina sloja       | 30cm  |

### 3.6 ŠIROKI ISKOP TLA DO OPERATIVNOG PLATOA ZA UGRADNJU SIDARA

Široki iskop tla izvodi se do dubine od (-6 m) na kojoj će se obavljati sidrenje. Za iskop je angažirano jaružalo i kamion. Materijal se odlaže na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta. Ukupna količina materijala za iskop iznosi  $V=450 \times 6 = 2700 \text{ m}^3$



Slika 17. Široki iskop tla do razine za ugradnju sidara [6]



Slika 17. Jaružalo Cat C7 with ACERT Technolog [7]

Karakteristike jaružala:

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Volumen lopate             | 0.72-1.5 m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 140 kW                  |
| Težina                     | 24240 kg                |
| Maksimalna brzina vožnje   | 5.5 km/h                |
| Maksimalna visina kopanja  | 9665mm                  |
| Maksimalna dubina kopanja  | 25mm                    |
| Maksimalna visina istovara | 6715mm                  |





Karakteristike kamiona:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Zapremnina                 | 18m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 250 kW           |
| Težina                     | 40 t             |
| Max brzina punog kamiona   | 40 km/h          |
| Max brzina praznog kamiona | 60 km/h          |

Slika 18. Kamion MAN TGS 41400 [5]

### 3.7 URADNJA GEOTEHNIČKIH SIDARA U AB DIJAFRAGMU

Geotehnička sidra se ugrađuju u razmaku od 1m. Ukupan broj sidara iznosi 86. Izvode se pomoću specijalnih strojeva za bušenje.



Slika 19. Ugradnja geotehničkih sidara

### 3.8 ŠIROKI ISKOP TLA DO KRAJNJE DUBINSKE KOTE

Široki iskop tla izvodi se do dubine od (-12m) . Za iskop je angažirano jaružalo s dubinskom lopatom i kamion. Materijal se odlaže na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta. Ukupna količina materijala za iskop iznos  $V=450 \times 6 = 2700 \text{ m}^3$



Karakteristike jaružala:

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Volumen lopate             | 0.93 m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 228 kW              |
| Težina                     | 43t                 |
| Maksimalna brzina vožnje   | 5.5 km/h            |
| Maksimalna visina kopanja  | 15620mm             |
| Maksimalna dubina kopanja  | 13080mm             |
| Maksimalna visina istovara | 3210mm              |

Slika 20. Jaružalo Cat® C9.3 ACERT™ [7]



Karakteristike kamiona:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Zapremnina                 | 18m <sup>3</sup> |
| Snaga                      | 50 kW            |
| Težina                     | 40 t             |
| Max brzina punog kamiona   | 40 km/h          |
| Max brzina praznog kamiona | 60 km/h          |

Slika 21. Kamion MAN TGS 41400 [5]

## 4. PRORAČUN UČINKA STROJEVA I USKLAĐIVANJE RADA

U ovom dijelu vrši se proračun potrebnih strojeva te njihovo usklađivanje. Aktivnosti su podijeljene po etapama, te u svakoj etapi strojevi rade ciklički. Proračun se vrši za strojeve koji rade ciklički, pojedine strojeve i njihove učinak neće se proračunavati.

### 4.1 UKLANJANJE SLOJA HUMUSA

Ukupan iznos materijala za iskop iznosi  $V=90 \text{ m}^3$ . Potrebno je uskladiti rad dozera, utovarivača i kamiona za uklanjanje humusnog sloja debljine 20cm.

Volumen iskopa  $V=90 \text{ m}^3$

#### Učinak dozera:

Vrijeme ciklusa uzeti ćemo  $T_c = 30\text{s}$

$q$  – volumen lopate (odabrano  $2.2 \text{ m}^3$ )

$K_z$  – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za I. kategoriju odabrano 0,80)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$U_p = 2,2\text{m}^3 * \frac{3600}{30\text{s}} * 0,8 * 0,83 * 0,97 * 1 \cong 150\text{m}^3/\text{h}$$

**Učinak utovarivača:**

$q$  – volumen lopate utovarivača (odabrano 3,2 m<sup>3</sup>)

$K_p$  – koeficijent punjenja lopate bagera (za zemljani teren odabrano 0,9)

$K_z$  – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za III. kategoriju odabrano 0,80)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

$T_c$  – trajanje ciklusa bagera (vrijeme punjenja lopate, povlačenja i povratka lopate te vrijeme istovara i zaustavljanja za iskop, uzimamo 30s)

$$U_t = \frac{q}{T_c} = \frac{3,2 \text{ m}^3}{\frac{30}{3600}} = 384 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_p * K_d * K_z = 384 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,8 * 0,83 * 0,9 * 1 * 0,97 \cong 267 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Učinak kamiona:**

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (kao i za bager 0,80)

$q$  – volumen košare transportera 18 m<sup>3</sup>

$L$  – 10 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v$  – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \text{ i } manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = \frac{q}{U_{dozera}} \frac{18 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{h}} = 432 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 600 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 900 \text{ s}$$

$$T_c = 432 + 600 + 120 + 900 = 2050 \text{ s}$$

$$U_p = 18 \text{ m}^3 * \frac{3600}{2050 \text{ s}} * 0,8 * 0,83 * 0,8 * 1 \cong 17 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Broj kamiona za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h kamiona}} = \frac{U_{p, \text{dozera}}}{U_{p, \text{kamion}}} = \frac{150 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 8,82$$

(Odabrano je 3 kamiona za usklađen rad sadozerom i utovarivačem iz ekonomskih razloga)

## 4.2 ISKOP UVODNOG KANALA

Za iskop uvodnog kanala i odvoz materijala koristimo jaružalo i kamion. Količina materijala iznos  $90 \text{ m}^3$ . Materijal se deponira na 10 km udaljeno odlagalište.

Volumen iskopa  $V=90 \text{ m}^3$

### Učinak jaružala:

$q$  – volumen lopate jaružala (odabrano  $1 \text{ m}^3$ )

$K_p$  – koeficijent punjenja lopate bagera (za zemljani teren odabrano 0,9)

$K_z$  – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za III. kategoriju odabrano 0,80)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

$T_c$  – trajanje ciklusa bagera (vrijeme punjenja lopate, povlačenja i povratka lopate te vrijeme istovara i zaustavljanja za iskop, uzimamo 30s)

$$U_t = \frac{q}{T_c} = \frac{1 \text{ m}^3}{\frac{30 \text{ h}}{3600}} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_p * K_d * K_z = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,8 * 0,83 * 0,9 * 1 * 0,97 \cong 68 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

### Učinak kamiona:

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (kao i za bager 0,80)

$q$  – volumen košare transportera  $18 \text{ m}^3$

$L$  – 10 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v = 40 \text{ km/h}$  (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \text{ i } manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = \frac{q}{U_{dozera}} \frac{18 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{h}} = 432 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 600 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 900 \text{ s}$$

$$T_c = 432 + 600 + 120 + 900 = 2050 \text{ s}$$

$$U_p = 18 \text{ m}^3 * \frac{3600}{2050 \text{ s}} * 0,8 * 0,83 * 0,8 * 1 \cong 17 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Broj kamiona za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h kamiona}} = \frac{U_{p, \text{jaru žala}}}{U_{p, \text{kamion}}} = \frac{68 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 4,0$$

(Odabrano je 3 kamiona za usklađen rad s jaružalom iz ekonomskih razloga)



### 4.3 BETONIRANJE UVODNOG KANALA

Za betoniranje uvodnog kanala koristimo pumpu za beton i automiješalice. Betonara je udaljena 20 km od gradilišta. Ukupna količina betona za ugradnju iznosi 27 m<sup>3</sup>.

Volumen iskopa  $V=27 \text{ m}^3$

#### Učinak automiješalice:

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$q$  – volumen automiješalice  $9 \text{ m}^3$

$L$  – 20 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v$  – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \text{ i } manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = 300 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{20 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1200 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \frac{\text{min}}{\text{m}^3} = 2 * 60 * 9 = 1000 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{20 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1800 \text{ s}$$

$$T_c = 300 + 1200 + 1000 + 1800 = 4300 \text{ s}$$

$$U_p = 9m^3 * \frac{3600}{4300s} * 0,8 * 0,83 * 1 \cong 5m^3/h$$

#### **Učinak crpke za beton:**

$$U_p = 20 m^3/h$$

#### **Broj automiješalica za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h automje šalica}} = \frac{U_{p, \text{crpke}}}{U_{p, \text{automj.}}} = \frac{20 \frac{m^3}{h}}{5 \frac{m^3}{h}} = 4,0$$

(Odabrano je 3 automiješalice za usklađen rad s crpkom za beton iz ekonomskih razloga)

### **4.4 ISKOP AB DIJAFRAGME**

Iskop AB dijafragme vrši se mehaničkom grabilicom širine lopate 60 i duljine 250 cm, a metrijal se odlaze kamionom na mjesto 10 km od gradilišta. Količina materijala za iskop iznosi  $V=1080m^3$

#### **Učinak mehaničke grabilice**

q – volumen lopate (odabrano 1.5 m<sup>3</sup>)

Kp – koeficijent punjenja lopate (za zemljani teren odabrano 0,9)

Kz – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

Kr – koeficijent rastresitosti tla (za I. kategoriju odabrano 0,80)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

Kd – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

Tc= 100 s

$$U_p = 3600/T_c * q = 3600/100 * 1.5 * 0,9 * 0,97 * 0,83 * 0,8 \cong 54 m^3/h$$

**Učinak kamiona:**

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (kao i za bager 0,80)

$q$  – volumen košare transportera  $18 \text{ m}^3$

$L$  – 10 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v$  – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \text{ i } manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = \frac{q}{U_{dozera}} \frac{18 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/h} = 432 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{h}} = 600 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{h}} = 900 \text{ s}$$

$$T_c = 432 + 600 + 120 + 900 = 2050 \text{ s}$$

$$U_p = 18 \text{ m}^3 * \frac{3600}{2050 \text{ s}} * 0,8 * 0,83 * 0,8 * 1 \cong 17 \text{ m}^3/h$$

**Broj kamiona za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h kamiona}} = \frac{U_{p, \text{me h. grab}}}{U_{p, \text{kamion}}} = \frac{54 \frac{m^3}{h}}{17 \frac{m^3}{h}} = 3,18$$

(Odabrano je 3 kamiona za usklađen rad s mehaničkom grabilicom)

**4.5 BETONIRANJE AB DIJAFRAGME**

Betoniranje se vrši crpkom za beton uz automijšalice za transport betona od betonare na gradilište te vibratore za kvalitetniju ugradnju betona. Betonara je udaljena 20 km od gradilišta. Ukupna količina betona za ugradnju iznosi  $V=1080 \text{ m}^3$ .

**Učinak automiješalice:**

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$q$  – volumen automiješalice  $9 \text{ m}^3$

$L$  – 20 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v$  – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{\text{utovar}} + T_{\text{prijevoz}} + T_{\text{istovar i manevar}} + T_{\text{povratak}}$$

$$T_u = 300 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{20 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1200 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \frac{\text{min}}{\text{m}^3} = 2 * 60 * 9 = 1000 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{20 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1800 \text{ s}$$

$$T_c = 300 + 1200 + 1000 + 1800 = 4300 \text{ s}$$

$$U_p = 9 \text{ m}^3 * \frac{3600}{4300 \text{ s}} * 0,8 * 0,83 * 1 \cong 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### **Učinak crpke za beton:**

$$U_p = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### **Učinak igličastog vibratora za beton:**

$$U_p = 2 * R * R * d * \frac{3600}{T_c} * K_d$$

$$U_p = 2 * 1 * 1 * 0,3 * \frac{3600}{60} * 0,8 \cong 29 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### **Broja utomiješalica za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h automije šalice}} = \frac{U_{p, \text{crpke}}}{U_{p, \text{automj}}} = \frac{20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 4,0$$

(Odabrano je 3 automiješalice za usklađen rad sa crpkom za beto i vibratorom za beton)

#### 4.6 ŠIROKI ISKOP TLA DO OPERATIVNOG PLATO ZA SIDRENJE

Široki iskop tla izvodi se do dubine od (-6m) . Za iskop je angažirano jaružalo s dubinskom lopatom i kamion. Materijal se odlaže na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta. Ukupna količina materijala za iskop iznosi  $V=2700 \text{ m}^3$

##### Učinak jaružala:

$q$  – volumen lopate jaružala (odabrano  $1 \text{ m}^3$ )

$K_p$  – koeficijent punjenja lopate bagera (za zemljani teren odabrano 0,9)

$K_z$  – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za III. kategoriju odabrano 0,80)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

$T_c$  – trajanje ciklusa bagera (vrijeme punjenja lopate, povlačenja i povratka lopate te vrijeme istovara i zaustavljanja za iskop, uzimamo 30s)

$$U_t = \frac{q}{T_c} = \frac{1 \text{ m}^3}{30} = 120 \frac{\text{m}^3}{h}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_p * K_d * K_z = 120 \frac{\text{m}^3}{h} * 0,8 * 0,83 * 0,9 * 1 * 0,97 \cong 68 \frac{\text{m}^3}{h}$$

##### Učinak kamiona:

$K_p$  – koeficijent punjenja (0,8)

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

$K_d$  – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

$K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (kao i za bager 0,80)

$q$  – volumen košare transportera  $18 \text{ m}^3$

$L$  – 10 km

$v$  – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

$v$  – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \ i \ manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = \frac{q}{U_{dozera}} \frac{18 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/h} = 432 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{h}} = 600 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{h}} = 900 \text{ s}$$

$$T_c = 432 + 600 + 120 + 900 = 2050 \text{ s}$$

$$U_p = 18 \text{ m}^3 * \frac{3600}{2050 \text{ s}} * 0,8 * 0,83 * 0,8 * 1 \cong 17 \text{ m}^3/h$$

### **Broj kamiona za usklađen rad:**

$$N_{\text{potrebni h kamiona}} = \frac{U_{p, \text{jaru žala}}}{U_{p, \text{kamion}}} = \frac{68 \frac{\text{m}^3}{h}}{17 \frac{\text{m}^3}{h}} = 4,0$$

(Odabrano je 3 kamiona za usklađen rad jaružalom)

#### 4.7 UGRADNJA HIDROTEHNIČKIH SIDARA

Geotehnička sidra se ugrađuju u razmaku od 1m. Ukupan broj sidara iznosi 86. Izvode se pomoću specijalnih strojeva za bušenje. Učinak rada kao i usklađivanje rada strojeva koji sudjeluju u ugradnji geotehničkih sidara nije navedeno zbog složenosti samog rada strojeva.



Slika 22. Geotehnička sidra ( Ban centar Zagreb)

#### 4.8 ŠIROKI ISKOP TLA DO KONAČNE DUBINSKE KOTE JAME

Široki iskop tla izvodi se do dubine od (-12m) . Za iskop je angažirano jaružalo s dubinskom lopatom i kamion. Materijal se odlaže na mjesto 10 km udaljeno od gradilišta. Ukupna količina materijala za iskop iznosi

$$V=450 \times 6 = 2700 \text{ m}^3$$

##### Učinak jaružala:

q – volumen lopate jaružala (odabrano 1 m<sup>3</sup>)

Kp – koeficijent punjenja lopate bagera (za zemljani teren odabrano 0,9)

Kz – korekcijski koeficijent (odabrano 0,97)

Kr – koeficijent rastresitosti tla (za III. kategoriju odabrano 0,80)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,83)

Kd – koeficijent zastarjelosti stroja (strojevi su novi, pa je odabrana vrijednost 1)

Tc – trajanje ciklusa bagera (vrijeme punjenja lopate, povlačenja i povratka lopate te vrijeme istovara i zaustavljanja za iskop, uzimamo 30s)



$$U_t = \frac{q}{T_c} = \frac{1 \text{ m}^3}{\frac{30}{3600}} = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_p * K_d * K_z = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,8 * 0,83 * 0,9 * 1 * 0,97 \cong 68 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

### **Učinak kamiona:**

K<sub>p</sub> – koeficijent punjenja (0,8)

K<sub>v</sub> – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,83)

K<sub>d</sub> – koeficijent zastarjelosti (za nove strojeve 1)

K<sub>r</sub> – koeficijent rastresitosti tla (kao i za bager 0,80)

q – volumen košare transportera 18 m<sup>3</sup>

L – 10 km

v – 60 km/h (brzina praznog kamiona)

v – 40 km/h (brzina punog kamiona)

$$U_p = q * \frac{3600}{T_c} * K_r * K_v * K_p * K_d$$

$$T_c = T_{utovar} + T_{prijevoz} + T_{istovar \text{ i } manevar} + T_{povratak}$$

$$T_u = \frac{q}{U_{dozera}} \frac{18 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{h}} = 432 \text{ s}$$

$$T_{pov} = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{60 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 600 \text{ s}$$

$$T_i = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_p = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 900 \text{ s}$$

$$T_c = 432 + 600 + 120 + 900 = 2050 \text{ s}$$

$$U_p = 18m^3 * \frac{3600}{2050s} * 0,8 * 0,83 * 0,8 * 1 \cong 17m^3/h$$

**Broj kamiona za usklađen rad:**

$$N_{potrebni\ h\ kamiona} = \frac{U_{p,jaru\ žala}}{U_{p,kamion}} = \frac{68 \frac{m^3}{h}}{17 \frac{m^3}{h}} = 4,0$$

(Za usklađen rad s jaružalom odabrano je 3 kamiona)

## 5. ZAKLJUČAK

Građevne jame zauzimaju posebno mjesto u građevinarstvu bilo kao samostalne građevine, bilo kao dio većih konstrukcija. U posljednje vrijeme građevne jame sve su složeniji građevinski podvizi zbog gradnje u velikim gradovima gdje postoji ograničenost prostornog manevriranja, opasnost od urušavanja susjednog objekta, podzemne vode itd. Razvilo se nekoliko načina izgradnje i osigurnja građevnih jama kao što su mlazno injektiranje sa štapnim sidrima, žmurja, mlazno injektirani stupnjaci, AB dijafragme i druge. Metoda sidrene AB dijafragme jedna je od pouzdanijih i trajnijih rješenja, ali zahtjeva i veća ulaganja. Ovaj rad obuhvaća odabir strojeva i usklađivanje rada istih za iskop i osiguranje građevne jame metodom AB dijafragme. Neki od strojeva koji sudjeluju u cijelom procesu su izostavljeni zbog same složenosti njihovih rada. Svakako možemo reći da je u stvarnom prijemjeru to mnogo složeniji proces zbog više drugih faktora koji utječu na organizaciju cjelokupnog procesa kao što su vremenski uvjeti, ljudski faktor itd. U novije vrijeme u urbanim sredinama počela se primjenjivati tzv. TOP DOWN metoda građenja koja uvelike pojednostavljuje građenje u urbanim sredinama s nedostatkom prostora.

## 6. LITERATURA

[1] Roje – Bonacci, T; Potporne građevine i građevne jame; Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2005.

[2] Conex d.o.o.; Glavni projekt zaštite građevinske jame javne podzemne garaže na Kapucinskom trgu u Varaždinu, Zagreb, rujan 2010.

B. Nadilo – „STAMBENO-POSLOVNA ZGRADA BAN CENTRA U ZAGREBU“, Časopis "Građevinar 63 (2011) 6"

[3] [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000011900.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000011900.html)

[4] [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/1000001281.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/1000001281.html)

[5] <http://www.mantruckandbus.com/en/index.html>

[6] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/2012-2prilog-1-Gradilista.pdf>

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

[8] <https://www.kleyntucks.com/truck/detail/235715/>

[9] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/2012-2prilog-1-Gradilista.pdf>

[10] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-63-2011-02-09.pdf>

## 7. POPIS SLIKA

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| SLIKA 1. DOZER CATERPILLAR D5K XL CAT 4.4ACERT [3]          | 4  |
| SLIKA 2. UTOVARIVAČ CAT 7.1 ACERT [4]                       | 5  |
| SLIKA 3. KAMION MAN TGS 41400 [5]                           | 5  |
| SLIKA 4. UVODNI KANAL [6]                                   | 6  |
| SLIKA 5. JARUŽALO CAT C7 WITH ACERT TECHNOLOG [7]           | 6  |
| SLIKA 6. KAMION MAN TGS 41400 [5]                           | 7  |
| SLIKA 7. UVODNI KANAL [6]                                   | 7  |
| SLIKA 8. PUMPA ZA BETON MAN JXM 4215 TGA 41.390 [5]         | 8  |
| SLIKA 9. AUTOMIJEŠALICA MAN 33360 [8]                       | 8  |
| SLIKA 10. ISKOP AB DIJAFRAGME MEHANIČKIM GRABILICAMA [6]    | 9  |
| SLIKA 11. MEHANIČKA GRABILICA CMX [9]                       | 9  |
| SLIKA 12. KAMION MAN TGS 41400 [5]                          | 10 |
| SLIKA 13. BETONIRANJE AB DIJAFRAGME [6]                     | 10 |
| SLIKA 14. PUMPA ZA BETON MAN JXM 4215 TGA 41.390 [5]        | 11 |
| SLIKA 15. AUTOMIJEŠALICA MAN 33360 [8]                      | 11 |
| SLIKA 16. IGLIČASTI VIBRATOR IREN 57                        | 11 |
| SLIKA 17. ŠIROKI ISKOP TLA DO RAZINE ZA UGRADNJU SIDARA [6] | 12 |
| SLIKA 17. JARUŽALO CAT C7 WITH ACERT TECHNOLOG [7]          | 12 |
| SLIKA 18. KAMION MAN TGS 41400 [5]                          | 13 |
| SLIKA 19. UGRADNJA GEOTEHNIČKIH SIDARA                      | 13 |
| SLIKA 20. JARUŽALO CAT® C9.3 ACERT™ [7]                     | 14 |
| SLIKA 21. KAMION MAN TGS 41400 [5]                          | 14 |