

# Izgradnja olimpijskog bazena

---

**Zlomislić, Matej**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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:123:295935>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-25**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Matej Zlomislić**

**Split, rujan 2022.**

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

## **Izgradnja olimpijskog bazena**

**Završni rad**

**Split, rujan 2022.**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:           **PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT:       **MATEJ ZLOMISLIĆ**  
MATIČNI BROJ (JMBAG): **0083220642**  
KATEDRA:       **Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**  
PREDMET:       **Tehnologija građenja**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: **Izgradnja olimpijskog bazena**

Opis zadatka: Student će odabrati odgovarajuće strojeve te će na temelju podataka i literature napraviti proračun i uskladiti rad strojeva prilikom izgradnje olimpijskog bazena.

U Splitu, rujan 2022.

Voditelj Završnog rada:  
**Prof.dr.sc. Nikša Jajac**

# **Izgradnja olimpijskog bazena**

## ***Sažetak:***

Završni rad prikazuje zemljane i betonske radove prilikom izgradnje olimpijskog bazena. Kroz rad će biti odabrani odgovarajući strojevi. Cilj je uskladiti njihov rad da bude što veća učinkovitost strojeva i što manje praznog hoda.

## ***Ključne riječi:***

Zemljani radovi, betonski radovi, usklađivanje rada strojeva, bazen, tribine

# **Construction of an Olympic swimming pool**

## ***Abstract:***

The final work shows the earth and concrete works during the construction of the Olympic swimming pool. Appropriate machines will be selected through the work. The goal is to coordinate their work so that the efficiency of the machines is as high as possible and there is as little idle time as possible.

## ***Keywords:***

Coordinating the operations of machines, earth-moving works, concrete work, swimming pool, stands

## **SADRŽAJ:**

1. UVOD.....	1
2.OPIS TVRTKE .....	2
3.OPIS RADOVA .....	3
4. ODABIR STROJEVA.....	6
4.1. Dozer.....	6
4.2. Jaružalo s dubinskom lopatom .....	7
4.3.Kamion kiper .....	8
4.4. Autodizalica.....	9
4.5. Grejder.....	10
4.6.Valjak .....	11
4.7. Automješalica .....	12
4.8. Pumpa za beton.....	13
5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA.....	15
5.1. Skidanje humusnog sloja.....	15
5.2. Iskop bazena .....	16
5.3. Ravnanje bazena .....	18
5.4. Betoniranje bazena.....	20
5.5. Iskop za tribine .....	21
5.6. Betoniranje za tribine .....	22
6. ZAKLJUČAK .....	25
7. LITERATURA.....	26



## 1. UVOD

Projektni zadatak koji će se hipotetski razraditi u završnom radu bit će izbor i usklađivanje rada strojeva pri izgradnji olimpijskog bazena i tribina za bazen. Proračun koji se koristi je stvaran. U radu će se proračunati usklađivanje rada odabranih strojeva i vrijeme za koje se ukupni radovi mogu završiti i rad svakog stroja pojedinačno.

Pristupna cesta već postoji tako da ju ne treba praviti, stoga se odmah može krenuti s radovima. Projektni zadatak će obaviti hipotetska tvrtka koja izvodi pripremne, zemljane i betonske radove, dok će armaturne radove obaviti druga hipotetska tvrtka koja je kooperant. Zemljani radovi se sastoje od skidanja gornjeg sloja tla i iskopa. Nakon skidanja tla izvrši se iskop materijala i utovar materijala. Kamion odvozi materijal te se vrši istovar na deponij. Nakon obavljenih radova iskopano tlo je potrebno nasuti slojem zemlje i razastrti ga te ga zbiti.

Zatim slijedi dio radova koji će obaviti kooperant, postavljanje armaturnog koša po cijeloj unutarnjoj površini bazena.

Nakon postavljanja armature pristupamo betonskim radovima, velika je prednost što se betonara nalazi u blizini gradilišta pa se može ugrađivati svježi beton. Betonska konstrukcija se izrađuje u jednom komadu bez ikakvih razmaka.

Za tribine je potrebno skinuti humusni sloj terena, zatim izvršiti široki iskop terena. Nakon toga se vrši iskop za temelje nosivih stupova.

Pristupa se betonskim radovima, betoniraju se temelji i temeljna ploča na koju će biti postavljene montažne tribine.



## 2.OPIS TVRTKE

Većinu radova na ovom projektnom zadatku obavit će hipotetska tvrtka „Gradimo zajedno d.o.o.“. Tvrtka je osnovana 1997. godine, u vlasništvu je tri osobe koje su se dugi niz godina prije osnivanja bavile građevinskim radovima.

Bave se raznim vrstama radova, ali većinom izvode zemljane i betonske radove. Obično se bave niskogradnjom, u rijetkim slučajevima je u pitanju visokogradnja.

Kroz dugi niz godina došli su do brojke od 55 radnika, njihov broj iz dana u dan je u porastu zbog većeg obujma posla i jer se radnicima pružaju odlični uvjeti za rad. Osim građevinskih radnika, za tvrtku rade strojari i mehaničari koji održavaju strojeve koje posjeduju.

Neki od tih strojeva su:

- Dozeri
- Kamion kiper
- Grejderi
- Autodizalica
- Automješalica
- Pumpa za beton
- Jaružala

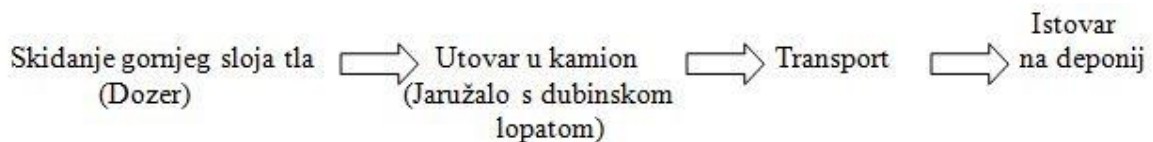
### 3.OPIS RADOVA

U projektu će se opisati koji su radovi potrebni za izgradnju olimpijskog bazena s montažnim tribinama te usklađivanje strojeva za iste radove. Površina na kojoj se obavljaju radovi je 3000 m<sup>2</sup>, površina samog bazena je 25x50m, a površina koja je potrebna za tribine je 50x15m s dvije strane bazena.

Izgradnja bazena se odvija u 4 faze:

#### 1. FAZA (Slika 3.1.)

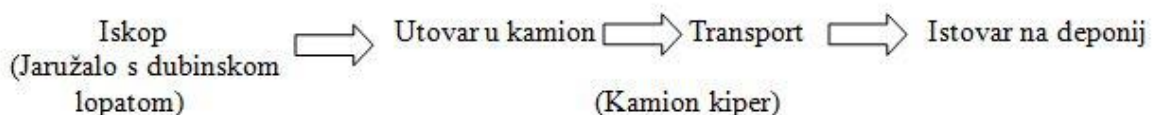
Na početku se pristupa čišćenju terena i skidanju humusnog sloja tla debljine 15 cm pomoću dozera. Površina bazena je 25x50m, što znači da će se skinuti materijal volumena 187,5m<sup>3</sup> koji je potrebno odvesti i istovariti pomoću kamion kiper na deponij udaljen 3km od gradilišta.



Slika 3.1.

#### 2. FAZA (Slika 3.2.)

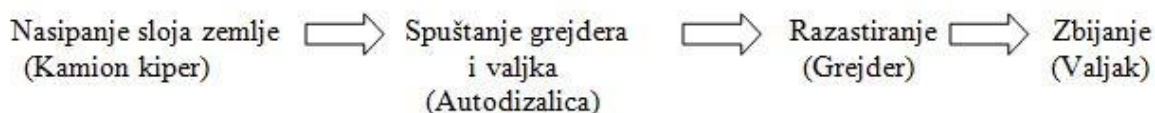
Nakon skidanja humusnog sloja pristupa se iskopu terena pomoću jaružala s dubinskom lopatom te se vrši utovar u kamion kiper i odvozi na deponij. Količina materijala koji je iskopan iznosi



Slika 3.2.

#### 3. FAZA (Slika 3.3.)

Nakon što je izvršen iskop i odvoz materijala potrebno je nasipanje sloja zemlje da bi se poravnao teren. Zemlja se nasipa pomoću kamion kiper,a razastire grejderom. Za ove radove se koristi manji grejder jer nije velika količina radova pa će se spustiti autodizalicom. Kada se završi ravnanje terena potrebno je valjkom zbiti teren koji se također spusti autodizalicom.

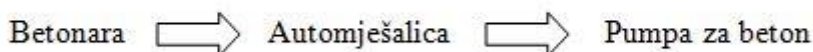


Slika 3.3.

#### 4. FAZA (Slika 3.4.)

Nakon obavljenih zemljanih pristupa se betonskim radovima. Prethodno će kooperanti obaviti svoj dio posla, što podrazumijeva postavljanje armaturnog koša po cijeloj unutarnjoj površini bazena. Betonska konstrukcija se izrađuje u jednom komadu bez ikakvih razmaka pomoću automješalice i pumpe za beton.

Betonski radovi:

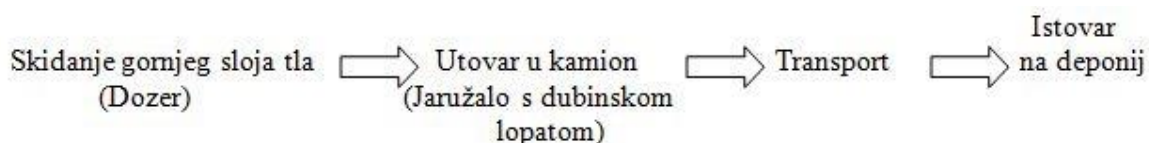


Slika 3.4.

Radovi za tribine se sastoje od:

#### 1. FAZA (Slika 3.5.)

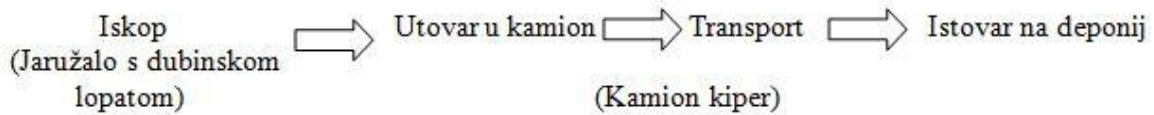
Potrebno je skinuti humusni sloj od 15 cm dozerom gdje će se nalaziti tribine, zatim materijal treba utovariti i odvesti kamion kiperom na deponij. Količina materijala koja će se odvesti je 225 m<sup>2</sup>.



Slika 3.5.

#### 2. FAZA (Slika 3.6.)

Nakon skidanja humusnog sloja tla potrebno je iskopati teren za temelje i temeljnu ploču na kojoj će se nalaziti montažne tribine. Iskop se vrši pomoću jaružala s dubinskom lopatom i tovari u kamion kiper kojim odvozimo iskopani materijal na deponij.



*Slika 3.6.*

### 3. FAZA (Slika 3.7.)

Nakon iskopa pristupa se betoniranju temelja i temeljne ploče. Za izvođenje tih radova bit će potrebni automješalica i pumpa za beton.

Betonski radovi:



*Slika 3.7.*

## 4. ODABIR STROJEVA

### 4.1. Dozer

Dozer ili buldožer je veliki, motorizirani stroj opremljen metalnom oštricom sprijeda koja služi za guranje materijala: tla, pijeska, snijega, šute ili kamenja tijekom građevinskih radova [1].

Osnovni dio stroja je traktor s gusjenicama ili gumenim kotačima koji sprijeda ima nož sa sječivom, a otraga trnove (rijače). Prema položaju i obliku noža razlikuje se:

- Buldožer (buldozer) - stroj kod kojeg je nož vezan za okvir i pomiče se okomito te na taj način služi za iskop tla u slojevima premještajući ga prema naprijed.
- Anglozer –stroj kod kojeg se nož okreće oko okomite osi i na taj način bočno gura iskopani materijal, pogodan za iskop u zasjeku
- Tildozer – stroj kod kojeg se nož može okretati oko okomite i vodoravne osi pa na taj način može obavljati sve vrste radova guranjem, pogodan za iskope u tvrdim zemljanim materijalima.

Postoje i dozeri koji imaju posebne namjene kao npr. pushdozer koji služi za guranje strojeva, treedozer koji služi za čupanje drveća te amfibij-dozer koji služi za uređenje vodotoka [2].

Za skidanje humusnog sloja izabran je dozer CAT D3 (slika 4.1.) koji ima sljedeće karakteristike:

- Snaga: 77,6 kW
- Težina: 9362 kg
- Zapremnina noža: 2,34 m<sup>3</sup>
- Širina noža: 3,22 m
- Visina noža: 1,01 m
- Brzina pri skidanju sloja:  $v_1 = 40 \text{ m/min} = 2,40 \text{ km/h}$
- Maksimalna brzina guranja:  $v_2 = 63 \text{ m/min} = 3,78 \text{ km/h}$
- Maksimalna brzina povratka:  $v_3 = 9 \text{ km/h}$



*Slika 4.1. DozerCAT D3[5]*

#### **4.2. Jaružalo s dubinskom lopatom**

Jaružala su vrsta građevinskih strojeva kojima se može obavljati iskop materijala, iskop s utovarom u transportno sredstvo, te samo utovar. Neki se od tih strojeva mogu, uz minimalnu prilagodbu, koristiti i za dizanje tereta, zabijanje pilota, nabijanje tla, razbijanje kolnika i slično. Međusobno se razlikuju u odnosu na masu, način pokretljivosti, način upravljanja i način rada, pa ih možemo razvrstati prema svim tim kriterijima.

Jaružalo s dubinskom lopatom konstruirano je da iskop obavlja ispod razine na kojoj se nalazi tako da struganjem odozgo prema dolje puni lopatu iskopenim materijalom, zatim napunjenu lopatu digne uvis te izvrtanjem istrese u vozilo [3].

Prednost ovog bagera je ta što ne mora silaziti na dno iskopa tj. radi s površine terena. Nedostatak je što kod utovara u vozilo dosta rasipa materijal i ostavlja razmjerno strmu kosinu iskopa, koja može dovesti do urušavanja [4].

Za iskop je izabrano jaružalo s dubinskom lopatom CAT 323 GC(slika) koje ima sljedeće karakteristike:

- Snaga: 117 kW
- Zapremnina žlice: 1,3 m<sup>3</sup>
- Težina: 22600 kg



*Slika 4.2. Jaružalo s dubinskom lopatom CAT 323 GC [5]*

### **4.3. Kamion kiper**

Građevinske strojeve za vuču ili prijevoz masovnog građevinskog materijala nazivamo transportnim sredstvima. Transportna sredstva mogu biti unutarnja, kakve su pretežito transportne vrpce, ili vanjska, kao što su pretežito vozila na tračnicama i vozila na kotačima s gumama. Najbrojnija transportna sredstva su vozila na kotačima s gumama, a možemo ih dijeliti na vozila što se kreću po cestovnim površinama i na vozila koja se kreću izvan cestovnih površina.

Teretno vozilo (kamion) je mnogo korišteno transportno sredstvo, potrebno svim granama gospodarstva, uključujući i graditeljstvo. Vozilom se prevoze rastresiti i komadni tereti na manje i velike udaljenosti, čak i više stotina kilometara [3].

Za prijevoz materijala izabran je kamion kiper Volvo FMX 540 8x4 koji ima sljedeće karakteristike:

- Snaga 540 kW
- Brzina punog kamiona 45 km/h
- Brzina praznog kamiona 75 km/h
- Kapacitet 19 m<sup>3</sup>



*Slika 4.3. Kamion kiper Volvo FMX 540 8x4[6]*

#### **4.4. Autodizalica**

Potreba čestog pomjeranja dizalica sa gradilišta na gradilište kao i promjena lokacije dizanja na samome gradilištu ili drugom mjestu utovara, te potreba da se određeni teret nakon utovara i prijevoza istovari, uzrokovala je razvoj autodizalica, koje se pored ostalih prednosti odlikuju vrlo velikom i efikasnom mobilnošću. Postavljene su na nešto modificiranim šasijama teretnih vozila sa pneumaticima. Broj osovina kreće se od 3 pa do 8 osovina, zavisno od veličine autodizalice. Kod mnogih autodizalica pneumatici su podešeni da mogu zauzimati položaj prema različitim položajima krivima na putu.

Usljed skoro redovne različite opterećenosti pneumatika pri podizanju tereta, što dovodi do smanjene stabilnosti dizalice, na dizalice se obavezno ugrađuju po dva para teleskopskih nosača, koja se po dovođenju autodizalice na mjesto utovara, preko hidrauličnih cilindara izvlače, oslanjaju se na tlo, i tako preuzimaju teret umjesto pneumatika čineći tako dizalicu mnogo stabilnijom. Logično je, da što je veća visina dizanja i poluprečnik djelovanja, to je i manja masa tereta koju dizalica može podizati. Brzina kretanja autodizalice pri promjeni mjesta rada zavisi od kvaliteta puta, a iznosi od 60 do 80 km/h. Terenske autodizalice mogu savladati uspon i do 50%, a normalne dizalice do 37%.

Pogone ih dizel motori koji su povezani sa hidrauličnim pumpama od kojih putem cjevovoda i crijeva struji ulje pod pritiskom od svih radnih sklopova koji su u funkciji podizanja tereta odnosno djelovanja autodizalice.

Najveću visinu podizanja donedavno su postizale autodizalice BONE-K 10 000, dižući teret od 70 t na 203 m. Imaju kontrateg od 300 t. Teleskopske strijele snabdjevane su sa hidrauličnim cilindrima dvojnog djelovanja, i automatskim uređajima za sinkronizaciju teleskopskog izvlačenja strijele. Na strijelu se, kao dodatak, postavi rešetkasti dio konstrukcije, kojom se povećava visina dizanja i radijus dometa strijele. Suvremene



konstrukcije autodizalica opremljene su uređajima za automatsku kontrolu opterećenja sa vizualnom i zvučnom signalizacijom, uređajima za fino podešavanje brzine dizanja i pomjeranja tereta. [6]

Za prijenos valjka i grejdera u bazen koristit će se autodizalica Liebherr LTM 1100 koja ima sljedeće karakteristike:

- Nosivost: 100 t
- Doseg osnovne strijele 52 m
- Dužina nastavka 32 m



*Slika 4.4. Autodizalica Liebherr LTM 1100 [8]*

#### **4.5. Grejder**

Grejder je građevinski stroj koji se koristi za finije zemljane radove kao što je planiranje tla, razastiranje šljunka, pijeska, skidanje humusa te kopanje jaraka i iskop u pjeskovitom tlu. Nož je glavni radni dio grejdera i on se može okretati u svim smjerovima. Pozicioniran je između prednjih i stražnjih kotača te je pričvršćen za nazubljeni prsten. Položajem prstena upravlja se uz pomoć hidrauličkih sklopova, čime se nož može podizati ili spuštati, te se može mijenjati njegov kut s obzirom na ravninu tla i smjer kretanja vozila ili ga se može izbaciti u stranu. Neki grejderi imaju pogon na prednje kotače za bolje performanse i opcijske stražnje priključke kao što su ripper, rahljivač ili kompaktor. Grejder se izrađuje s 4 ili 6 kotača, ovisno o masi i snazi motora [9].

Za razastiranje sloja zemlje koji je nasut nakon iskopa koristi se grejder CAT 120 GC koji ima sljedeće karakteristike:

- Težina: 16 t
- Širina noža: 3,7 m
- Snaga: 133 kW
- Kut zaokreta: 50°

- Brzina: 1,5 km/h



*Slika 4.5. GrejderCAT 120 GC[5]*

#### **4.6.Valjak**

Valjak je stroj koji spada među prva pomagala koja je čovjek upotrebljavao za zbijanje zemljanih masa i gradnju puteva. Kako se stroj razvijao mijenjali su se i materijali od kojih sepravio valjak (bubanj). Također, mijenjao se vanjski oblik stroja i bubnja te broj valjaka (bubnjeva) u jednom stroju. Danas se za izradu najčešće koristi čelični lim. Kod zbijanja tla valjkom najvažniji parametri koji utječu na zbijanje su:

- brzina valjanja
- dimenzije valjka
- debljina sloja
- broj prijelaza valjka
- način zbijanja (statičko ili dinamičko- vibriranje) [10].

Zbijanje nasute zemlje u bazen nakon rada grejdera koristi se valjak CAT CC2.7 koji ima sljedeće karakteristike:

- Težina: 2599 kg
- Širina valjka: 1,2 m
- Snaga: 36 kW
- Brzina: 11 km/h



*Slika 4.6. Valjak CAT CC2.7[5]*

#### **4.7. Automješalica**

Automješalica je građevinsko transportno sredstvo koje služi za autoprijevoz svježeg betona od betonare do gradilišta. Čini je kamionsko podvozje na kojemu se nalazi okretni bubanj s lopaticama. Bubanj se okreće posebnim motorom. Ako se bubanj okreće u jednom smjer dolazi do miješanja svježeg betona, a ako se okreće u drugom smjeru dolazi do pražnjenja. Pražnjenje se izvodi neposredno u posudu za prijenos betona građevinskom dizalicom, u pretovarni silos za beton ili u betonsku crpku[11].

Za prijevoz betona od betonare do gradilišta koristit će se automješalica Mercedes Benz 3240 koja ima sljedeće karakteristike:

- Zapremina bubnja: 10 m<sup>3</sup>
- Brzina s punim bubnjem: 40 km/h
- Brzina s praznim bubnjem: 75 km/h
- Snaga motora: 294 kW



*Slika 4.7. Automješalica Mercedes Benz 3240 [12]*

#### **4.8. Pumpa za beton**

Betonska pumpa transportira 8 do 13 m<sup>3</sup> svježega betona u jednome satu do 40 m visoko i 200 m daleko. Beton dolazi u lijevak pumpe, gdje se miješa i tjera u cilindar, a odatle ga stapovi tlače u limenu cijev promjera 10 cm. Svježi se beton prilikom gradnje stavlja u prostor oblikovan drvenom, željeznom ili kakvom drugom oplatom, zidovima ili tlom. Kako bi se osiguralo da mješavina potpuno ispuni predviđeni prostor, bez mjehurića i šupljina, zbija se titralima. Već nakon nekoliko sati beton otvrdne, nakon tjedan dana postiže 70% iznosa predviđene čvrstoće, a nakon 4 tjedna praktički punu predviđenu čvrstoću [13].

Mobilne crpke za beton vrlo su pokretljive. Sastoje se od teretnog vozila kamiona na koje je smješten lijevak za prihvatanje svježeg betona s rešetkom i poprečno vodoravnim ravnim vratilom s lopaticama koje guraju svježi beton unutar lijevka do tlačnog sklopa, a potom na višedijelnu čeličnu "ruku" sa zglobovima duljine 30 m pokretanu hidraulički. Na ruku su pričvršćene čelične cijevi profila 125-200 mm, s posebnim zglobovima, a na kraju cijevi nalazi se produžetak duljine 6 m, obvezno od gumene cijevi. Pri premještanju pokretne crpke za beton s jedne ugradbe svježeg betona na drugu, više puta tijekom jednog dana, u lijevku za prihvatanje betona i u cjevovodu ostavi se određena količina svježeg betona. Stavljanjem izlazne cijevi u lijevak za prihvatanje betona betonska mješavina cirkulira kroz sustav cijevi uključujući i crpku i sprječava stvrdnjavanje betona u cijevima. Na taj način se izbjegava podmazivanje gustim cementnim mlijekom i pranje tijekom radnog dana već se to čini na početku i na kraju bez obzira na broj premještanja crpke za beton [14].

Za ugradnju betona koristi se pumpa za beton Mercedes Benz 3541 koja ima sljedeće karakteristike:

- Teorijski učinak pumpe: 45 m<sup>3</sup>/h
- Koeficijent korištenja radnog vremena kv= 0,87



*Slika 4.8. Pumpa za beton Mercedes Benz 3541[15]*

## 5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA

### 5.1. Skidanje humusnog sloja

Prilikom skidanja humusnog sloja terena potrebni su dozer, jaružalo s dubinskom lopatom i kamion kiper. Zadatak je uskladiti te strojeve kako bi obavili posao u što kraćem vremenskom periodu.

Volumen koji je potrebno skinuti iznosi 412,5 m<sup>3</sup>, od čega je 187,5 m<sup>3</sup> volumen humusnog sloja bazena (50x25x0,15), a 225 m<sup>3</sup> se odnosi na tribine ( 2x50x15x0,15).

Potrebni podaci za proračun:

- Kr - koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,8)
- Kv - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- Kd - koeficijent dotrajalosti (odabrano 0,9)
- Kz - kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)
- Kp - koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)
- d - udaljenost deponija (3 km)

#### Dozer

- Snaga: 77,6 kW
- Težina: 9362 kg
- Zapremnina noža: 2,34 m<sup>3</sup>
- Širina noža: 3,22 m
- Visina noža: 1,01 m
- Brzina pri skidanju sloja: v1= 40 m/min = 2,40 km/h
- Maksimalna brzina guranja: v2= 63 m/min=3,78 km/h
- Maksimalna brzina povratka: v3=9 km/h

#### Proračun:

$$T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 30 + 20 + 5 = 55 \text{ s}$$

$$U_t = 3600 * \frac{c}{T_c} = 3600 * \frac{2,34}{55} = 153 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v = 153 * 0,8 * 0,85 = 104 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = V_{humusa} / U_p = 412,5 / 104 = 3,96 \text{ h}$$

#### Jaružalo s dubinskom lopatom

- Snaga: 117 kW
- Zapremnina žlice: q=1,3 m<sup>3</sup>
- Težina: 22600 kg

### Proračun:

$$T_c = 18 \text{ s}$$

$$U_t = 3600 \cdot \frac{q}{T_c} = 3600 \cdot \frac{1,3}{18} = 260 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 260 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 140,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = V_{\text{humusa}}/U_p = 412,5 / 140,34 = 2,93 \text{ h}$$

### Kamion kiper

- Snaga 540 kW
- Brzina punog kamiona 45 km/h
- Brzina praznog kamiona 75 km/h
- Kapacitet 19 m<sup>3</sup>

### Proračun:

$$T_{\text{utovar}} = \frac{q}{U_p} = \frac{19}{140,34} = 0,135 \text{ h} = 8,12 \text{ min} = 487,2 \text{ s}$$

$$T_{V(\text{puna+prazna vožnja})} = \frac{d}{v_{\text{pun}}} + \frac{d}{v_{\text{prazan}}} = \frac{3}{45} + \frac{3}{75} = 0,107 \text{ h} = 6,39 \text{ min}$$

$$T_{(\text{istovar i manevar})} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$$

$$T_c = T_u + T_v + T_{i+m} = 8,12 + 6,39 + 5 = 19,52 \text{ min} = 1171 \text{ s}$$

$$U_p = 3600 \cdot \frac{q}{T_c} \cdot K_d = 3600 \cdot \frac{19}{1171} \cdot 0,9 = 52,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potreban broj kamiona N:

$$N = \text{ciklus kamiona/vrijeme utovara} = 1171 / 487,2 = 2,4$$

Potrebna su 3 kamiona.

Vrijeme prijevoza T:

$$T = V_{\text{humus}}/U_p = 412,5 / (52,57 \cdot 3) = 2,62 \text{ h}$$

## **5.2. Iskop bazena**

Za iskop se koristi jaružalo s dubinskom lopatom, koje ujedno služi i za utovar u kamion koji odvozi materijal na deponij udaljen 3km od gradilišta. Potrebno je uskladiti rad tih dvaju strojeva.

Količina materijala koji je potrebno iskopati iznosi 7500 m<sup>3</sup> (25x50x6).

Potrebni podaci za proračun:

- Kr - koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,8)
- Kv - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- Kd - koeficijent dotrajnosti (odabrano 0,9)
- Kz - kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)
- Kp - koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)
- d - udaljenost deponija (3 km)

### **Jaružalo s dubinskom lopatom**

- Snaga: 117 kW
- Zapremnina žlice:  $q=1,3 \text{ m}^3$
- Težina: 22600 kg

Proračun:

$$T_c = 18 \text{ s}$$

$$U_t = 3600 \cdot \frac{q}{T_c} = 3600 \cdot \frac{1,3}{18} = 260 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 260 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 140,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = V_{\text{materijala}} / U_p = 7500 / 140,34 = 53,44 \text{ h}$$

### **Kamion kiper**

- Snaga 540 kW
- Brzina punog kamiona 45 km/h
- Brzina praznog kamiona 75 km/h
- Kapacitet 19 m<sup>3</sup>

Proračun:

$$T_{\text{utovar}} = \frac{q}{U_p} = \frac{19}{140,34} = 0,135 \text{ h} = 8,12 \text{ min} = 487,2 \text{ s}$$

$$T_{V(\text{puna+prazna vožnja})} = \frac{d}{v_{\text{pun}}} + \frac{d}{v_{\text{prazan}}} = \frac{3}{45} + \frac{3}{75} = 0,107 \text{ h} = 6,39 \text{ min}$$

$$T_{(\text{istovar i manevar})} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$$

$$T_c = T_u + T_v + T_{i+m} = 8,12 + 6,39 + 5 = 19,52 \text{ min} = 1171 \text{ s}$$

$$U_p = 3600 \cdot \frac{q}{T_c} \cdot K_d = 3600 \cdot \frac{19}{1171} \cdot 0,9 = 52,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potreban broj kamiona N:

$$N = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1171 / 487,2 = 2,4$$

Potrebna su 3 kamiona.



Vrijeme prijevoza T:

$$T = V_{\text{materijala}} / U_p = 7500 / (52,57 * 3) = 47,55 \text{ h}$$

### 5.3. Ravnanje bazena

Kod ravnanja bazena podrazumijeva se dovoz zemlje, razastiranje te zbijanje. Za te radove bit će potrebni kamion kiper, autodizalica, grejder i valjak. Autodizalica se koristi za spuštanje grejdera i valjka u bazen. Kroz proračun će se uskladiti rad tih strojeva. Bazen se ravna zemljom koja se dovozi s udaljenosti 3km od gradilišta. Nasipa se sloj zemlje od 30 cm, razastire te zbija valjkom. Ukupna količina zemlje koja je potrebna iznosi 375 m<sup>3</sup> (25x50x0,3).

Potrebni podaci za proračun:

- Kr – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,8)
- Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- Kd – koeficijent dotrajalosti (odabrano 0,9)
- Kz – kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)
- Kp – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)
- d – udaljenost zemlje (3 km)
- s – debljina sloja zemlje (30 cm)
- n – broj prijelaza grejdera (4)

#### Jaružalo s dubinskom lopatom

- Snaga: 117 kW
- Zapremnina žlice: q=1,3 m<sup>3</sup>
- Težina: 22600 kg

Proračun:

$$T_c = 18 \text{ s}$$

$$U_t = 3600 * \frac{q}{T_c} = 3600 * \frac{1,3}{18} = 260 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_z * K_p * K_d = 260 * 0,8 * 0,85 * 0,98 * 0,9 * 0,9 = 140,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = V_{\text{zemlje}} / U_p = 375 / 140,34 = 2,67 \text{ h}$$

#### Kamion kiper

- Snaga 540 kW
- Brzina punog kamiona 45 km/h
- Brzina praznog kamiona 75 km/h
- Kapacitet 19 m<sup>3</sup>

### Proračun:

$$T_{\text{utovar}} = \frac{q}{U_p} = \frac{19}{140,34} = 0,135 \text{ h} = 8,12 \text{ min} = 487,2 \text{ s}$$

$$T_{V(\text{puna+prazna vožnja})} = \frac{d}{v_{\text{pun}}} + \frac{d}{v_{\text{prazan}}} = \frac{3}{45} + \frac{3}{75} = 0,107 \text{ h} = 6,39 \text{ min}$$

$$T_{(\text{istovar i manevar})} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$$

$$T_c = T_u + T_v + T_{i+m} = 8,12 + 6,39 + 5 = 19,52 \text{ min} = 1171 \text{ s}$$

$$U_p = 3600 * \frac{q}{T_c} * K_d = 3600 * \frac{19}{1171} * 0,9 = 52,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potreban broj kamiona N:

$$N = \text{ciklus kamiona/vrijeme utovara} = 1171 / 487,2 = 2,4$$

Potrebna su 3 kamiona.

Vrijeme prijevoza T:

$$T = V_{\text{zemlje}} / U_p = 375 / (52,57 * 3) = 2,38 \text{ h}$$

### Grejder

- Težina: 16 t
- Širina noža:  $l = 3,7 \text{ m}$
- Snaga: 133 kW
- Kut zaokreta:  $50^\circ$
- Brzina: 1,5 km/h

### Proračun:

$$U_p = \frac{3600 * v * (\sin 50^\circ - \Delta l)}{n} * K_v = \frac{3600 * 1,5 * (\sin 50^\circ - 0,15)}{4} * 0,85 = 706,91 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$U_p = 706,91 * 0,3 = 212,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Vrijeme rada grejdera } T = 375 / 212,1 = 1,77 \text{ h}$$

### Valjak

- Težina: 2599 kg
- Širina valjka: 1,2 m
- Snaga: 36 kW
- Brzina: 11 km/h

### Proračun:

$$U_t = \frac{v * b * d}{n} * K_v = \frac{11000 * 1,2 * 0,3}{4} * 0,85 = 84,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d = 84,15 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 64,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Broj valjaka } N = U_{p\text{grejder}} / U_{p\text{valjak}} = 212,1 / 64,37 = 3,29$$

Potrebna su 3 valjka

$$\text{Vrijeme rada valjka } T = 375 / (3 \cdot 64,37) = 1,94 \text{ h}$$

#### 5.4. Betoniranje bazena

Prije betoniranja je potrebno postaviti armaturni koš po cijelom bazenu, to obavlja kooperant. Nakon armature ugrađuje se svježi beton koji se dovozi iz betonare koja se nalazi 5km od gradilišta. Beton se dovozi automješalicom i ugrađuje pumpom za beton. Količina betona koja se ugrađuje iznosi  $430 \text{ m}^3$  ( $2 \times (6 \times 50 \times 0,2) + 2 \times (6 \times 25 \times 0,2) + 25 \times 50 \times 0,2$ ).

Proračun nam služi da bi uskladili rad betonare, automješalice i pumpe za beton.

#### Betonara



Slika 5.1. Betonara[16]

- Učink betonare  $U_p = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- Udaljenost  $L = 5 \text{ km}$

#### Pumpa za beton

- Teorijski učinak pumpe:  $45 \text{ m}^3/\text{h}$
- Koeficijent korištenja radnog vremena  $k_v = 0,87$

#### Proračun:

$$U_p = U_t \cdot K_v = 45 \cdot 0,87 = 39,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### Automješalica

- Zapremina bubnja: 10 m<sup>3</sup>
- Brzina s punim bubnjem: 40 km/h
- Brzina s praznim bubnjem: 75 km/h
- Snaga motora: 294 kW

#### Proračun:

$$T_{\text{utovara}} = q_{\text{automješalica}} / U_{\text{plbetonara}} * 3600 = 10 / 39,15 * 3600 = 920 \text{ s}$$

$$T_{\text{odlaska}} = L / v_{\text{pun}} * 3600 = 5 / 45 * 3600 = 400 \text{ s}$$

$$T_{\text{istovara}} = q_{\text{automješalica}} / U_{\text{plpumpa}} * 3600 = 10 / 39,15 * 3600 = 920 \text{ s}$$

$$T_{\text{povratka}} = L / v_{\text{prazan}} * 3600 = 5 / 75 * 3600 = 240 \text{ s}$$

$$2T_{\text{manevra}} = 2 * 30 = 60 \text{ s}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{\text{odlaska}} + T_{\text{istovara}} + T_{\text{povratka}} + 2T_{\text{manevra}} = 920 + 400 + 920 + 240 + 60 = 2540 \text{ s}$$

$$\text{Broj automješalica } N_A = T_c / T_{\text{istovara}} = 2540 / 920 = 2,76$$

Potrebne su 3 automješalice.

$$\text{Broj tura automješalica } N_t = Q / U_{\text{plautomješalica}} = 430 / 10 = 43$$

Dvije automješalice će odraditi po 14 tura, a jedna 15.

$$\text{Vrijeme potrebno za betoniranje } T = Q / U_{\text{plpumpa}} = 430 / 39,15 = 11 \text{ h}$$

### **5.5. Iskop za tribine**

Iskop se radi jaružalom s dubinskom lopatom kojim se ujedno vrši utovar u kamion, kamion služi za odvoz iskopanog materijala na deponij udaljen 3km od gradilišta. Radi se široki iskop i iskop temelja za tribine pravokutnog oblika dimenzija 0,5x0,8.

Količina iskopanog materijala iznosi 507,2 m<sup>3</sup> (2x(51x16x0,3)+88x0,5x0,8x0,5)

Potrebni podaci za proračun:

- Kr - koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,8)
- Kv - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- Kd - koeficijent dotrajalosti (odabrano 0,9)
- Kz - kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)
- Kp - koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)
- d - udaljenost deponija (3 km)

#### **Jaružalo s dubinskom lopatom**

- Snaga: 117 kW
- Zapremnina žlice: q=1,3 m<sup>3</sup>
- Težina: 22600 kg

### Proračun:

$$T_c = 18 \text{ s}$$

$$U_t = 3600 * \frac{q}{T_c} = 3600 * \frac{1,3}{18} = 260 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t * K_r * K_v * K_z * K_p * K_d = 260 * 0,8 * 0,85 * 0,98 * 0,9 * 0,9 = 140,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = V_{\text{materijala}} / U_p = 507,2 / 140,34 = 4 \text{ h}$$

### Kamion kiper

- Snaga 540 kW
- Brzina punog kamiona 45 km/h
- Brzina praznog kamiona 75 km/h
- Kapacitet 19 m<sup>3</sup>

### Proračun:

$$T_{\text{utovar}} = \frac{q}{U_p} = \frac{19}{140,34} = 0,135 \text{ h} = 8,12 \text{ min} = 487,2 \text{ s}$$

$$T_{V(\text{puna+prazna vožnja})} = \frac{d}{v_{\text{pun}}} + \frac{d}{v_{\text{prazan}}} = \frac{3}{45} + \frac{3}{75} = 0,107 \text{ h} = 6,39 \text{ min}$$

$$T_{(\text{istovar i manevar})} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$$

$$T_c = T_u + T_v + T_{i+m} = 8,12 + 6,39 + 5 = 19,52 \text{ min} = 1171 \text{ s}$$

$$U_p = 3600 * \frac{q}{T_c} * K_d = 3600 * \frac{19}{1171} * 0,9 = 52,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potreban broj kamiona N:

$$N = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1171 / 487,2 = 2,4$$

Potrebna su 3 kamiona.

Vrijeme prijevoza T:

$$T = V_{\text{materijala}} / U_p = 555,2 / (52,57 * 3) = 3,5 \text{ h}$$

## **5.6. Betoniranje za tribine**

Za tribine je potrebno betonirati temelje i temeljnu ploču. Temelji su dimenzija 0,5x0,8x0,5 i ima ih ukupno 88 što daje količinu betona 17,6m<sup>3</sup>. Nakon tog se betonira temeljna ploča koje je dimenzija 15x50x0,25. Postavljaju se dvije tribine što znači da će biti dvije temeljne ploče, količina betona za njih je 375 m<sup>3</sup>.

Ukupna količina betona iznosi 392,6 m<sup>3</sup>.

## **Betonara**

- Učinkak betonare  $U_p = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- Udaljenost  $L = 5 \text{ km}$

## **Pumpa za beton**

- Teorijski učinak pumpe:  $45 \text{ m}^3/\text{h}$
- Koeficijent korištenja radnog vremena  $k_v = 0,87$

### Proračun:

$$U_p = U_t * K_v = 45 * 0,87 = 39,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

## **Automješalica**

- Zapremina bubnja:  $10 \text{ m}^3$
- Brzina s punim bubnjem:  $40 \text{ km/h}$
- Brzina s praznim bubnjem:  $75 \text{ km/h}$
- Snaga motora:  $294 \text{ kW}$

### Proračun:

$$T_{\text{utovara}} = q_{\text{automješalica}} / U_{\text{plbetonara}} * 3600 = 10 / 39,15 * 3600 = 920 \text{ s}$$

$$T_{\text{odlaska}} = L / v_{\text{pun}} * 3600 = 5 / 45 * 3600 = 400 \text{ s}$$

$$T_{\text{istovara}} = q_{\text{automješalica}} / U_{\text{plpumpa}} * 3600 = 10 / 39,15 * 3600 = 920 \text{ s}$$

$$T_{\text{povratka}} = L / v_{\text{prazan}} * 3600 = 5 / 75 * 3600 = 240 \text{ s}$$

$$2T_{\text{manevra}} = 2 * 30 = 60 \text{ s}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{\text{odlaska}} + T_{\text{istovara}} + T_{\text{povratka}} + 2T_{\text{manevra}} = 920 + 400 + 920 + 240 + 60 = 2540 \text{ s}$$

$$\text{Broj automješalica } N_A = T_c / T_{\text{istovara}} = 2540 / 920 = 2,76$$

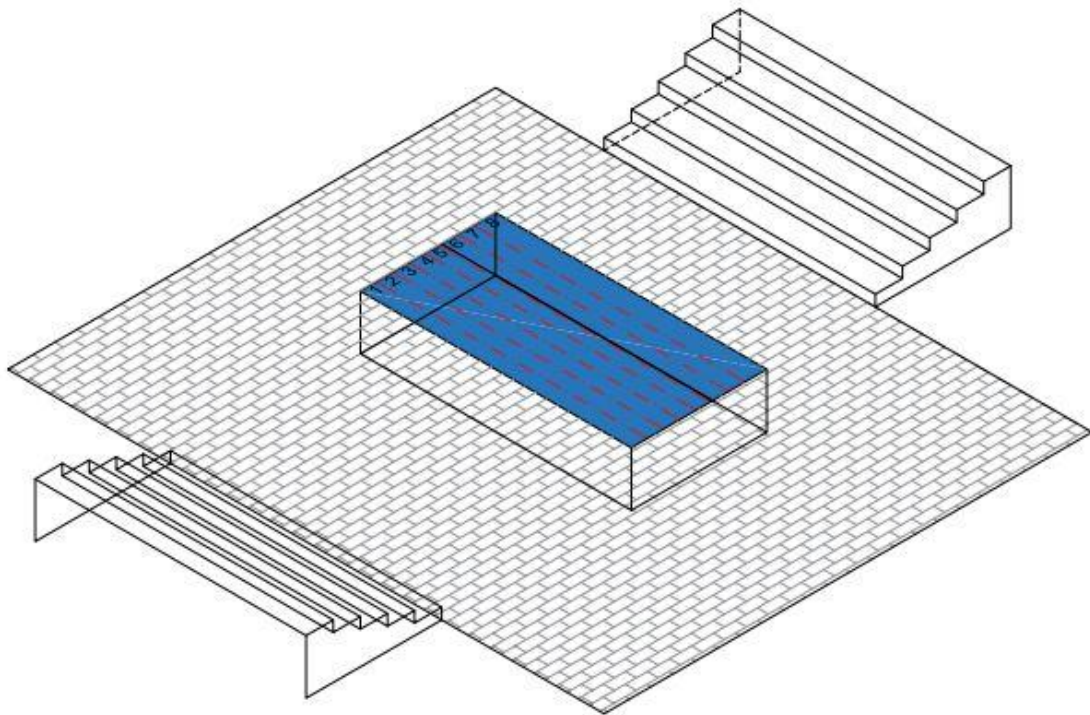
Potrebne su 3 automješalice.

$$\text{Broj tura automješalica } N_t = Q / U_{\text{plautomješalica}} = 392,6 / 10 = 40$$

Dvije automješalice će odraditi po 13 tura, a jedna 14.

$$\text{Vrijeme potrebno za betoniranje } T = Q / U_{\text{plpumpa}} = 392,6 / 39,15 = 10 \text{ h}$$

Konačan izgled bazena nakon svih radova prikazan je na slici 5.2..



*Slika 5.2. Bazen*

## 6. ZAKLJUČAK

Završni rad prikazuje usklađivanje rada strojeva za izgradnju olimpijskog bazena s tribinama koji izvodi hipotetska tvrtka zajedno sa svojim kooperantima.

Za skidanje humusnog sloja, utovar i odvoz na deponij udaljen 3 km od gradilišta potrebno je 9,51h. Za izvođenje tih radova potreban je 1 dozer, 1 jaružalo s dubinskom lopatom i 3 kamion kiperi.

Nakon skidanja humusnog sloja pristupa se iskopu bazena, iskop traje ukupno 53,44h, a prijevoz na deponij udaljen 3km 47,55h. Bit će potrebno 1 jaružalo s dubinskom lopatom i 3 kamion kiperi.

Slijedi ravnanje bazena slojem zemlje od 30cm. Jaružalom se vrši utovar u kamion i dovozi se na gradilište za što je potrebno 5,05h. Nakon što se doveze zemlja potrebno ju je rastrati pomoću grejdera i zbiti valjkom. Grejder i valjak se spuštaju u bazen autodizalicom. Vrijeme potrebno za razastiranje i zbijanje je 3,71h, a za obavljanje zadanih aktivnosti bit će potreban 1 grejder i 3 valjka.

Beton za betoniranje bazena dovozi se automješalicom iz betonare koja se nalazi 5km od gradilišta te ugrađuje pumpom za beton. Za prijevoz će biti potrebne 3 automješalice koje će odraditi 43 ture, dvije automješalice će odraditi po 14, a jedna 15 tura. Vrijeme potrebno za betoniranje je 11h.

Pristupa se širokom iskopu i iskopu temelja za tribine. Vrijeme potrebno za iskop je 4h, a za prijevoz 3,5h. Za navedene aktivnosti potrebno je 1 jaružalo i 3 kamiona.

Zadnja aktivnost koju treba obaviti je betoniranje temelja i temeljne ploče. Betoniraju se temelji za koje je potrebno 0,45h, nakon što temelji postignu potrebnu čvrstoću betonirat će se temeljna ploča za koju je potrebno 9,58h. Za usklađen rad pumpe za beton i automješalice potrebne su 3 automješalice koje će obaviti ukupno 40 tura, od kojih će dvije obaviti po 13, a jedna 14.

Nakon proračuna i usklađivanja svih strojeva izračunato je vrijeme za koje bi sve aktivnosti trebale biti obavljene, a to vrijeme iznosi 143,79 odnosno 18 radnih dana.



## 7. LITERATURA

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Bulldozer>
- [2] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=16085>
- [3] Slunjski, E./Strojevi u građevinarstvu, Zagreb: Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, 1995.
- [4] <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/rad-na-siguran-nacin-s-gradevinskim-strojevima-gradevinski-strojevi>
- [5] [https://www.cat.com/en\\_US.html](https://www.cat.com/en_US.html)
- [6] <https://www.basworld.com/hr/vehicles/used/kamion-kiper-volvo-fmx-2017-8x4-euro-6-70178609>
- [7] <http://seminarskirad.biz/seminarski/Autodizalice%20-%20pretovarna%20sredstva.pdf>
- [8] [https://vemustransport.com/autodizalice/?gclid=CjwKCAjwsfuYBhAZEiwA5a6CDFZ0apTIkzoY8rng0ZBLTQ32nRSWmRFGi8fKrAj19cBHDGNVo2barBoCkIEQAvD\\_BwE](https://vemustransport.com/autodizalice/?gclid=CjwKCAjwsfuYBhAZEiwA5a6CDFZ0apTIkzoY8rng0ZBLTQ32nRSWmRFGi8fKrAj19cBHDGNVo2barBoCkIEQAvD_BwE)
- [9] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=23302>
- [10] [http://www.geotehnika.ba/e-casopis/3\\_6.pdf](http://www.geotehnika.ba/e-casopis/3_6.pdf)
- [11] <https://egradnja.ba/pojmovnik/automjesalica>
- [12] <https://machineryline.hr/-/kamioni-mjesalica-za-beton/MERCEDES-BENZ/Arocs-3240/Euro-6--c111tm2675m31720eu6>
- [13] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=7337>
- [14] <https://repozitorij.gradst.unist.hr/islandora/object/gradst%3A371/datastream/PDF/view>
- [15] <https://machineryline.ba/-/pumpe-za-beton/MERCEDES-BENZ/Actros-3541--c112tm2675m43288>
- [16] [http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Organizacija%20i%20ekonomika/SSG%20Tehnologija/betonski\\_radovi.pdf](http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Organizacija%20i%20ekonomika/SSG%20Tehnologija/betonski_radovi.pdf)