

# Projekt splitska luka, gat sv. Petra

---

Rubić, Mislav

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:814940>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-04**



*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**

**Mislav Rubić**

**Split, 2015.**

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

**Mislav Rubić**

**Projekt splitska luka, gat sv. Petra**

**Završni rad**

**Split, 2015.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Mislav Rubic

BROJ INDEKSA: 1535

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

PREDMET: Tehnologija Građenja

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Usklađivanje rada strojeva za projekt proširenja Gata Sv. Petra

Opis zadatka: Student će na temelju teorijskog znanja definirati hipotetski slučaj tvrtke koje ima zadatak odabrati i uskladiti rada strojeva za primjer dogradnje i proširenja gata sv. Petra u splitskoj luci.

U Splitu, 1.04.2015.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc Snježana Knezić

## Proširenje gata sv. Petra u splitskoj luci

### **Sažetak:**

Za proširenje gata Sv. Petra potrebno je uskladiti rad strojeva. Rad prikazuje metodologiju usklađivanja rada strojeva na hipotetskom primjeru.

### **Ključne riječi:**

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, gat

## Construction of the pier St. Peter

### **Abstract:**

For the construction of the St. Peter pier it is necessary to harmonize the work of machines. The paper presents a methodology of harmonization of machinery on a hypothetical example.

### **Keywords:**

Construction machinery, machinery harmonisation, pier

<b>Sadržaj:</b>	<b>stranica:</b>
<b>Uvod.....</b>	<b>6</b>
<b>1. Opis poduzeća.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Opis radova.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Prikaz aktivnosti.....</b>	<b>22</b>
<b>4. Usklađivanje rada strojeva.....</b>	<b>24</b>
<b>5. Odabir strojeva.....</b>	<b>31</b>
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>33</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 PODUZEĆA

Poduzeće je osnovano 1997. godine i od tad se razvija izvodeći građevinske poslove u području niskogradnje, cestogradnje, montažnih i pomorskih objekata. Poduzeće danas dobro posluje kao jako dobro ustrojena organizacija koja uz brojne zahvate uglavnom odrađuje i izvodi ključne radove na trasama hrvatskih cesta. Djelujući i izvodeći građevinske radove ostvarila je čvrste temelje suradnje sa velikim i uglednim građevinskim tvrtkama. Poduzeće zapošljava oko stotinjak radnika koji su kvalificirani za obavljanje svojih dužnosti i time jamče najvišu kvalitetu radova. Osim što poduzeće vrši sve građevinske poslove u niskogradnji još se bavi i proizvodnjom asfaltnih mješavina i iznajmljivanjem građevinskih strojeva te transport istih jer poduzeće posjeduje vlastite labudice.

STROJEVI KOJE TVRTKA POSJEDUJE:

-Jaružalo sa dubinskom lopatom



Slika 1.1. Bager Caterpillar 375 LME

(izvor screenshot: <https://www.youtube.com/watch?v=QP3T6kwWWIk>)

Karakteristike stroja

- težina bagera 80 t
- snaga 270kW
- radna težina 52 t
- max dubina kopanja 13.8 m
- kapacitet lopate max 2 m<sup>3</sup>
- godina proizvodnje 2009.
- trajanje ciklusa 24 sek
- sati rada 2400 h



-kiper damper Mercedes Benz 4141K



Slika 1.2. kiper damper

(Izvor:

[http://www.truck1.eu/TEN\\_auto\\_972831\\_Truck\\_Tipper\\_Mercedes\\_Benz\\_4141\\_K\\_8x4\\_Act\\_ros.html](http://www.truck1.eu/TEN_auto_972831_Truck_Tipper_Mercedes_Benz_4141_K_8x4_Act_ros.html))

- snaga 375 KW
- nosivost 40 tone
- zapremina na vrh 15 m<sup>3</sup>
- težina praznog dampera 23000 kg
- težina punog dampera 63000 kg (maximalna)
- godina proizvodnje 2009
- brzina praznog dampera (ovisno o terenu) 40-60km/h
- brzina punog dampera 25-40 km/h
- 1600 sati rada
- prijeđeno kilometara 466500 km

- kamion MAN



Slika 1.3. kamion MAN

(Izvor: <http://www.karasica-vucica.hr/strojevi.html>)

- Nosivost 20 t
- Snaga 170 Kw
- Zapremina na vrh 8 m<sup>3</sup>
- Maximalna brzina  $V_{\max}=65$  km/h
- Pretpostavljena brzina punog kamiona  $v=35-45$  km/h

-buldozer Komatsu 30 t



Slika 1.5. Buldozer

(Izvor: <https://commons.wikimedia.org/wiki/>)

- snaga 69,2 KW
- godina proizvodnje 2007.
- zapremina 3 m<sup>3</sup>

-mini utovarivač Komatsu 2.5 t



Slika 1.6. Mini utovarivač

(Izvor: <http://hr.machinerypark.com/mini-utovariva%C4%8D-komatsu-sk714-2-super-flow-polovno-it-39100>)

- kapacitet lopate 0.5 m<sup>3</sup>
- snaga 55 Kw
- godina proizvodnje 2010.
- 4000 sati rada

-Utovarivač Furukawa 17.8 t



Slika 1.7. Utovarivač

(Izvor: <http://hr.machinerypark.com/utovariva%C4%8D-na-kota%C4%8Dima-furukawa-345-ii-polovno-de-18334>)

- kapacitet lopate 3.8 m<sup>3</sup>
- snaga 154 Kw
- godina proizvodnje 2003.
- 10800 sati rada



-valjak HAMM



Slika 1.8. Valjak

(Izvor: <http://m.autoline-eu.rs/s/spectehnika-dorozhnyy-katok-HAMM--c7tk2467tm2594.html>)

- Težina: 13.6t
- 2 vibroploče
- Snaga: 100 kw

-Vögele SUPER finiđer za asfalt



Slika 1.9. Finiđer

(Izvor: <http://hr.machinerypark.com/fini%C5%A1er-za-asfalt-v%C3%B6gele-super-1600-2-ergoplus-polovno-nl-6603-3>)

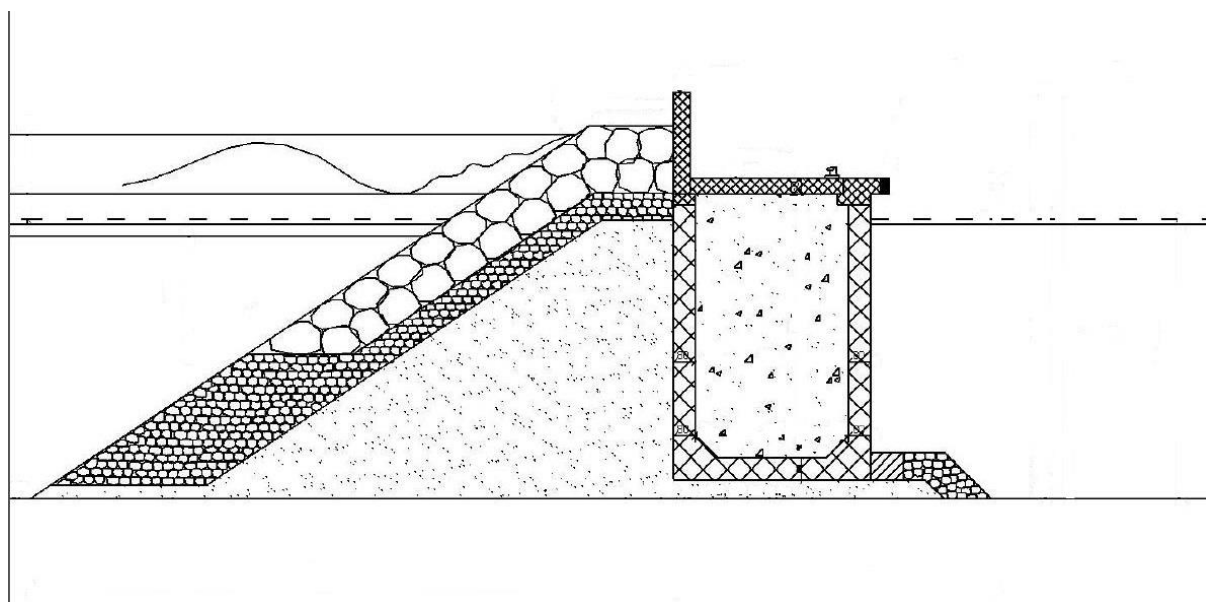
- Najveća radna širina: 4,0 m
- Radna brzina: 29,0 m/min

## 2. OPIS RADOVA

Projektom splitska luka, širi se i dograđuje Gat sv. Petra. Ovim infrastrukturnim zahvatom planira se izgraditi 146 metara dužu obalu uz koju se mogu privezati 180 metara dugi kruzeri i do tri dvotrupca. Planira se izvedba zemljanih i betonskih radova. Na zemljanim radovima u sklopu dogradnje sudjeluju strojevi za iskop i transport materijala. Prijevoz iskopanog materijala odvozi se na deponij udaljen 3 km.

Od zemljanih materijala radi se na iskopu jaružalom (slika 1.1.) za temelje upornjake gatova u iznosu od 5400m<sup>3</sup> te produbljivanje dna jaružalom sa dubinskom lopatom (slika 2.1.) uz postojeći obalni zid u muljevitom materijalu u iznosu od 1800 m<sup>3</sup>,

Nakon iskopa i odvoza materijala kamionima (slika 1.2. i slika 1.3.), automiješalicom (slika 2.6.) se dovozi beton za temelje upornjake te crpkom za beton nanosi (slika 2.7.). Kamionima (slika 1.2. i slika 1.3.) se onda dovozi kamen sa tri frakcije iz obližnjeg kamenoloma udaljenog 3 km. Prva i druga frakcija se sastoje od sitnoznog kamena te manjeg kamenog nabačaja koji ide u jezgru gata koju razastiremo grejderima (slika 2.4.) i zbijamo valjcima (slika 1.8.). Treća frakcija ide u školjeru gata sa vanjske strane koju postavljamo dizalicom (slika 2.3.) kako bi lomio valove te služio kao valobran za splitsku luku. Zadnji dio izrade gata se sastoji od dovoza asfalta kamionima (slika 1.2.), nanosa sloja finisherom (slika 1.9.) te valjanje asfalta valjkom (slika 1.8.). Poprečni presjek gata prikazan je slikom 2.1.



Slika 2.1. Poprečni presjek gata



Strojevi koje tvrtka treba iznajmiti:

-Jaružalo sa zahvatnom lopatom



Slika 2.2. jaružalo sa zahvatnom lopatom

(Izvor: <http://www.gramak.com/bageri.html>)

- težina bagera: 80 t
- snaga: 270kW
- radna težina: 52 t
- max dubina kopanja: 19.8 m
- kapacitet lopate max: 1,8 m<sup>3</sup>
- godina proizvodnje: 2007.
- trajanje ciklusa: 30 sek

## -Dizalica



Slika 2.3. dizalica

(Izvor: <http://www.intra.hr/index.php?page=rent>)

- Max. kapacitet dizanja: 30 t
- Ruka: 7,5 - 32,7 m
- Snaga motora: 148 kW/ 202 KS
- Brzina: 2,7 km/h
- Vitla: 90 - 120 kN
- Težina: 32,5 t

## -Grejder



Slika 2.4. grejder

(Izvor: <http://www.argradnja.com/gradjevinske-masine-grejderi.php>)

- Snaga: 179,0 kW,
- Maximalna brzina: 46,6 km/h
- Širina noža: 3,7m

## -Pervibrator



Slika 2.5. pervibrator

(Izvor: <http://www.hrgic.hr/proizvod/pervibrator-vibro-igla-avmu/>)

- Promjer glave: 48 mm
- Duljina/Kapacitet: 370 mm/ 28m<sup>3</sup>/h
- Vibracije: 13000
- Težina: 3.4 kg

-Auto miješalica



Slika 2.6. automiješalica

(Izvor: <http://prijevoz-betona.com/nggallery/page/2/>)

- Zapremnina bubnja: 9 m<sup>3</sup>
- Max brzina: 90 km/h

## -Crpka za beton



Slika 2.7. crpka za beton

(Izvor: <http://www.regramkop.rs/Srpski%20jezik/beton%20pumpe.html>)

- Snaga pumpe: 260 kW
- Ukupna masa: 26000 kg
- Doseg: 30 m

### 3. PRIKAZ AKTIVNOSTI

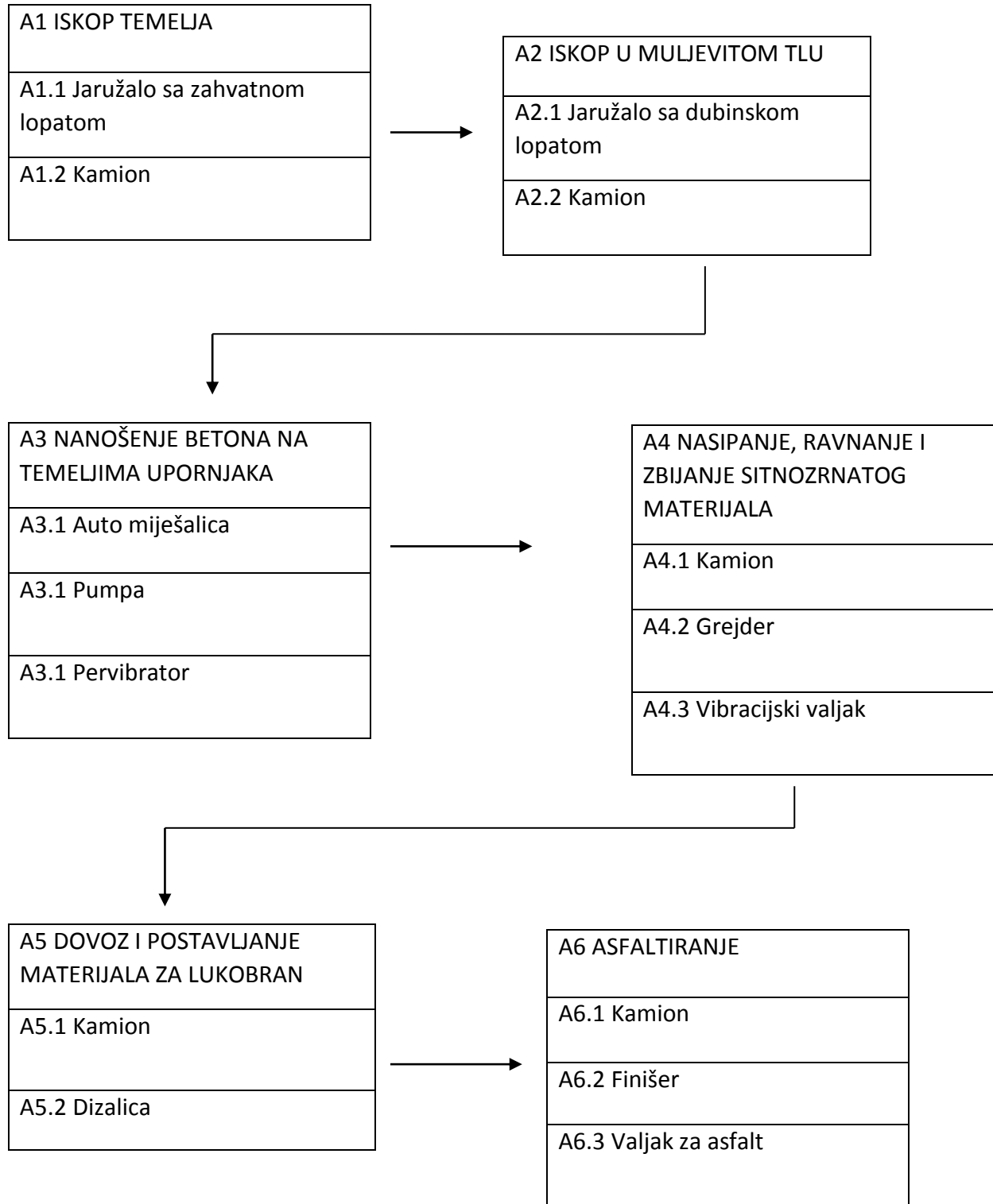
U tablici 3.1. redom su prikazane aktivnosti koje se izvode na gradilištu. Postoji 6 glavnih aktivnosti koje sadrže svoje podaktivnosti radi lakše organizacije radova i usklađivanja rada strojeva.

GLAVNE AKTIVNOSTI		PODAKTIVNOSTI		STROJEVI
A1	Iskop temelja	A1.1	Iskop i utovar	jaružalo sa dubinskom lopatom
		A1.2	Odvoz materijala na deponij	kamion
A2	Iskop u muljevitom tlu	A2.1	Iskop i utovar	jaružalo sa zahvatnom lopatom
		A2.2	Odvoz materijala na deponij	kamion
A3	Nanošenje betona na temeljima upornjacima	A3.1	Transport betona i ugradnja	auto miješalica, crpka za beton i pervibrator
A4	Nasipanje, ravnanje i zbijanje sitnozrnog materijala (1. I 2. frakcija)	A4.1	Dovoz materijala i istresanje	kamion
		A4.2	Jednoliko razastiranje	grejder
		A4.3	Zbijanje	vibracijski valjak
A5	Dovoz i postavljanje materijala 3. frakcije za lukobran	A5.1	Dovoz materijala	kamion
		A5.2	Postavljanje kamenih blokova za valobran	dizalica
A6	Asfaltiranje	A6.1	Dovoz asfalta	kamion
		A6.2	Nanos debljine sloja asfalta	finišer
		A6.3	Valjanje asfalta	valjak za asfalt

Tablica 3.1 – prikaz aktivnosti

Slijed aktivnosti za zadane radove zajedno sa pripadnim strojevima

Tablica 3.2 – slijed potrebnih strojeva po aktivnostima



## 4. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

Kako bi se projekt uspješno izvršio treba uskladiti rad strojeva. Proračun je izvršen tako da su strojevi tijekom radnog vremena maksimalno iskorišteni kako bi se osigurao minimalan prazan hod uz uvjet da radovi budu gotovi unutar 20 dana.

### A1 ISKOP TEMELJA

Usklađivanje rada jaružala sa dubinskom lopatom i kamiona kipera

Potrebni podaci:

q – volumen lopate jaružala (2 m<sup>3</sup>)

Kr – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,79)

Kp – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,80)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)

Kz – kut zaokreta (odabrano 0,98)

Ti-vrijeme iskopa (17 s)

Tp-vrijeme punjenja (7 s)

To-gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

Proračun:

#### **Jaružalo s dubinskom lopatom (slika 1.1)**

Ciklus:  $T_c = T_i + T_p + T_o = 17 + 7 + 5 = 29$  s

Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2 / 29 = 248,3$  (m<sup>3</sup>/h)

Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 248,3 \cdot 0,79 \cdot 0,90 \cdot 0,98 \cdot 0,80 \cdot 1,0 = 138,41$  (m<sup>3</sup>/h)

#### **Kamion 15m<sup>3</sup> (slika 1.2)**

T(utovar) =  $q / U_p = 15 / 138,41 = 390$  (s)

T(puna+prazna voznja) =  $d / v_{pun} + d / v_{pra} = 3 / 30 + 3 / 45 = 600$  (s)

T(istovar i manevar) = 250 (s)

Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1240$  (s) = 20,7 min

#### **Kamion 8m<sup>3</sup> (slika 1.3)**

T(utovar) =  $q / U_p = 8 / 138,41 = 208$  (s)

T(puna+prazna voznja) =  $d / v_{pun} + d / v_{pra} = 3 / 30 + 3 / 40 = 630$  (s)

T(istovar i manevar) = 350 (s)

Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1188$  (s) = 19,8 min



Izračun broja potrebnih kamiona:

$$N_{k15m^3} = T_{Ck15m^3} / T_{utovara1} = 1240 / 390 = 4 \text{ kamiona}$$

$$N_{k8m^3} = T_{Ck8m^3} / T_{utovara2} = 1188 / 208 = 6 \text{ kamiona}$$

$$N_{pk} = \{(T_{Ck15m^3} + T_{Ck8m^3})/2\} / \{(T_{u1} + T_{u2})/2\} = 1214 / 299 = 5 \text{ kamiona}$$

Vrijeme potrebno za čišćenje:

$$T = V(\text{otpada}) / U_p (\text{jaružala}) = 5400 / 138,41 = 39(\text{h})$$

Zaključak: Potrebno nam je **5 kamiona(3k<sub>15m<sup>3</sup></sub>+2k<sub>8m<sup>3</sup></sub>) i 1 jaružalo s zahvatnom lopatom**, te ce iskop temelja završiti za 39h

**A2 ISKOP TEMELJA U MULJEVITOM TLU**

Usklađivanje rada jaružala sa zahvatnom lopatom i kamiona kiperu

Potrebni podaci:

q – volumen lopate jaružala (1,8 m<sup>3</sup>)

Kr – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,69)

Kp – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,80)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)

Kz – kut zaokreta (odabrano 0,98)

Ti-vrijeme iskopa (15 s)

Tp-vrijeme punjenja (10 s)

To-gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

Proračun:

**Jaružalo s zahvatnom lopatom (slika 2.2)**

$$\text{Ciklus: } T_c = T_i + T_p + T_o = 15 + 5 + 5 = 30 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak : } U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 1,5 / 30 = 180 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$\text{Stvarni učinak : } U_p = U_t * K_r * K_v * K_z * K_p * K_d = 180 * 0,69 * 0,90 * 0,98 * 0,80 * 1,0 = 79,59 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

**Kamion 15m<sup>3</sup> (slika 1.2)**

$$T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 79,59 = 678 \text{ (s)}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{pun} + d / v_{pra} = 3 / 30 + 3 / 45 = 600 \text{ (s)}$$

$$T(\text{istovar i manevar}) = 250 \text{ (s)}$$

$$\text{Ciklus : } T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1528 \text{ (s)} = 25,5 \text{ min}$$

### **Kamion 8m<sup>3</sup>** (slika 1.3)

$$T(\text{utovar}) = q/U_p = 8/79,59 = 362 \text{ (s)}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 3/30 + 3/40 = 630 \text{ (s)}$$

$$T(\text{istovar i manevar}) = 350 \text{ (s)}$$

$$\text{Ciklus : } T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 1341 \text{ (s)} = 22,4 \text{ min}$$

#### Izračun broja potrebnih kamiona:

$$N_{k15m^3} = T_{Ck15m^3} / T_{\text{utovara}1} = 1528 / 678 = 3 \text{ kamiona}$$

$$N_{k8m^3} = T_{Ck8m^3} / T_{\text{utovara}2} = 1341 / 362 = 4 \text{ kamiona}$$

$$N_{pk} = \{(T_{Ck15m^3} + T_{Ck8m^3})/2\} / \{(T_{u1} + T_{u2})/2\} = 1434 / 520 = 3 \text{ kamiona}$$

#### Vrijeme potrebno za čišćenje:

$$T = V(\text{otpada}) / U_p (\text{jaružala}) = 1800 / 79.59 = 22,7(\text{h})$$

Zaključak: Potrebno nam je **3 kamiona(2k<sub>15m<sup>3</sup></sub>+1k<sub>8m<sup>3</sup></sub>) i 1 jaružalo s dubinskom lopatom**, te ce iskop temelja završiti za 22 h i 40 min

### **A3 NANOŠENJE BETONA NA TEMELJIMA UPORNJAKA**

Usklađivanje rada auto mješalice, crpke za beton i pervibratora

#### **Potrebni podaci:**

q – volumen lopate jaružala, auto mješalice, kipera

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena

Ti-vrijeme punjenja

Tp-vrijeme prijenosa i istovara

To-gubitak vremena zbog promjene smjera

### **Auto mješalica** (slika 2.6)

$$q = 5 \text{ m}^3$$

$$\text{Stvarni učinak : } U_p = 60 \cdot q / T_c \cdot k_v = 60 \cdot 5 / 27 \cdot 0,90 = 12,34 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{vp} + T_{pr} + T_m + T_{vp\text{praz}} + \Delta T$$

$$T_{\text{utovara}} = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$T_{\text{manvera na betonari}} = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$$

$$T_{vp} = L_{\text{transporta}} / v_{\text{transporta}} \text{ pune auto-mijesalice} = 6/30 = 0.2 \text{ h} = 720 \text{ s}$$

$$T_{\text{manvera na gradilištu}} = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$$

$$T_{pr} = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}$$

$$\Delta T = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$$

$$T_c = 300 + 720 + 180 + 240 + 180 = 1620 \text{ s} = 27 \text{ min}$$

### **Crpka za beton (slika 2.7)**

Teorijski učinak :  $U_t=35 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$U_p = U_t * K_v = 35 * 0,90 = 31,5 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$N_{am}=U_{pc}/U_{pa}=31,5/12,34 = 2,55 = 3 \text{ auto mješalice}$

### **Pervibrator (slika 2.5)**

Teorijski učinak :  $U_t=17 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$U_p=U_t*K_v=17*0,80=13,6 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$N_{pervibratora}=U_{pcb}/U_{pp}= 31,5/13,6 = 2,3 = 3$

Vrijeme potrebno za  $1800 \text{ m}^3$  je:  $1800 / U_{pcb} * N_{cb} = 57,14\text{h}$

Zaključak : Potrebne su nam **3 automješalice ,1 crpka za beton i 3 pervibratora**, pervibratori zbog jeftinije cijene su predimenzionirani.

### **A4 RASIPANJE, RAVNANJE I ZBIJANJE SITNOZRNOG MATERIJALA**

Dovoz sitnozrnatog materijala, razastiranje, ravnanje te zbijanje. U kamenolomu se utovarivačem utovaruje sitnozrnati materijal dvije frakcije. Frakcije idu slijedno jedna iza druge te nije potreban detaljan proračun svake posebno. Up utovarivača u kamenolomu je  $138 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### **Potrebni podaci:**

q – volumen kiper,noža grejdera

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena

$K_d$  – 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/dovozi materijal

### **Kamion $15\text{m}^3$ (slika 1.2)**

$T(\text{utovar})= q/U_p = 15/138 = 391 \text{ (s)}$

$T(\text{puna+prazna voznja})= d/v_{pun} + d/v_{pra} = 3/30 + 3/ 45 = 600 \text{ (s)}$

$T(\text{istovar i manevar}) = 250 \text{ (s)}$

Ciklus :  $T_c = T_i+m + T_u + T_v = 1241 \text{ (s)} = 20,7 \text{ min}$

$U_p$  kamiona:  $43,5 \text{ m}^3/\text{h}$

### **Grejder (slika 2.4)**

Nakon istovara potrebno je razastiranje.

$$\text{Ciklus: } T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 250 + 200 + 15 = 465 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 18 / 465 = 140,0 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$\text{Stvarni učinak: } U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 140 \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 101 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$N_{\text{kamiona/grejderu}} = U_p_{\text{grejder}} / U_p_{\text{kamion}} = 101 / 43,5 = 2,3 = 2 \text{ kamiona}$$

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

Brzina kretanja valjka  $v = 5 \text{ km/h}$

Debljina sloja  $= 30 \text{ cm}$

Broj prijelaza  $n = 4$

Širina valjka  $b = 2,1 \text{ m}$

$$\text{Stvarni učinak: } U_p = (v \cdot b \cdot d / n) \cdot K_v = ((5000 \cdot 2,1 \cdot 0,30) / 4) \cdot 0,82 = 645 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$\text{Vrijeme radova } T_c \text{ za } 5000 \text{ m}^3: 5000 / (U_p_{\text{kamion}} \cdot N_{\text{kamion}}) = 28,7 \text{ h}$$

Zaključak: Potreban nam je **4 kamiona, 2 grejdera i 1 valjak**, odlučeno je da će valjak čekati zbog prevelikog učinka.

### **A5 DOVOZ I POSTAVLJANJE MATERIJALA ZA LUKOBRAN**

Dovoz kamenih blokova na lukobran i postavljanje. U kamenolomu utovarivačem se utovaruju kakmeni blokovi.  $U_p$  utovarivača u kamenolomu je  $138 \text{ m}^3/\text{h}$ . Veličina jednog bloka je cca  $1,5 \text{ m}^3$ .

#### **Potrebni podaci:**

$q$  – volumen kiper, noža grejdera

$K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena

$K_d$  – 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/dovoz materijal

#### **Kamion $15 \text{ m}^3$ (slika 1.2)**

$$T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 138 = 391 \text{ (s)}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 3 / 30 + 3 / 45 = 600 \text{ (s)}$$

$$T(\text{istovar i manevar}) = 250 \text{ (s)}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1241 \text{ (s)} = 20,7 \text{ min}$$

$$N_b = V_{\text{kamiona}} / V_{\text{blokova}} = 15 / 1,5 = 10 \text{ (blokova po kamionu)}$$

$$N_{uk}: (60 \cdot N_{\text{blokova/kamionu}}) / T_c = 60 \cdot 10 / 20,7 = 29 \text{ blokova/h}$$

#### **Dizalica 30t (slika 2.3)**

Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 60 \text{ (s)} = 1 \text{ (min)}$

Dimenzije  $a * b * c = 146 * 2 * 15$

Debljina bloka  $h = 1,5 \text{ m}$

Potrebno:  $a * b * c / h = 2920 \text{ blokova}$

$U_{p \text{ dizalice}} : T_c * 60 = 60 \text{ blokova/h}$

$T_c \text{ ukupno} : 60 * 2920 = 175200 \text{ (s)} = 48,7 \text{ h}$

Vrijeme radova: 48,7 h

Zaključak: Potrebno nam je **2 kamiona, 1 dizalica**, odlučeno je da će dizalica čekati

### **A6 ASFALTIRANJE**

Asfaltiranje gornjeg i bočnog sloja pristana brodova.

#### **Potrebni podaci:**

q – volumen kiper, noža grejdera

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena

Kd – koeficijent dotrajalosti radnih strojeva (0,85)

Tgr-vrijeme potrebno za guranje( i utovar)

Tpov- vrijeme potrebno za povratak

To-gubitak vremena zbog promjene smjera

d – udaljenost na koju se odvozi/dovozi materijal

#### **Kamion 15m<sup>3</sup> (slika 1.2)**

$T(\text{utovar}) = q / U_p = 15 / 138 = 391 \text{ (s)}$

$T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 3 / 30 + 3 / 45 = 600 \text{ (s)}$

$T(\text{istovar i manevar}) = 250 \text{ (s)}$

Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1241 \text{ (s)} = 20,7 \text{ min}$

$U_p \text{ kamiona} : 43,5 \text{ m}^3/\text{h}$

#### **Finisher (slika 1.9)**

Teorijski učinak :  $U_t = 1740 \text{ (m/h)}$

Radna širina: 4 m

Debljina asfalta: 0,1 m

$U_p = U_t * K_v = 1740 * 0,80 * 4 * 0,1 = 556,8 \text{ (m}^3/\text{h)}$

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

Brzina kretanja valjka  $v=5$  km/h

Debljina sloja= $10$  cm

Broj prijelaza  $n=4$

Širina valjka  $b=2,1$  m

Stvarni učinak :  $U_p = (v \cdot b \cdot d / n) \cdot K_v = ((5000 \cdot 2,1 \cdot 0,10) / 4) \cdot 0,82 = 287$  (m<sup>3</sup>/h)

Vrijeme potrebno: 1h 25 min = 1,42 h

$$N_{\text{kamiona}} = U_{p_{\text{v}}v} / U_{p_{\text{kamiona}}} = 287 / 43,5 = 6,6 = 7 \text{ kamiona}$$

Zaključak: Potreban nam je **7 kamiona, 1 finisher i 1 valjak**, finisher će čekati jer je njegov učinak prevelik

## 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
Jaržalo s zahvatnom lopatom	1	0	1
Jaržalo s dubinskom lopatom	1	1	0
Kamion kiper (Q>15m <sup>3</sup> )	7	3	4
Dizalica	1	0	1
*Kamion kiper (Q<8m <sup>3</sup> )	3	3	2
Grejder	1	0	1
*Valjak	1	1	1
Pervibrator	3	0	3
Automiješalica	3	0	3
Betonska crpka	1	0	1
*Finisher	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 dogradnje splitske luke i hipotetsku tvrtku.

Nakon detaljnog proračuna i analize dobiveni su slijedeći rezultati:

Iskop temelja traje 39 h i za to je potreban 1 jaružalo sa zahvatnom lopatom 5 kamiona kiper od kojih su 3 kamiona od 15 m<sup>3</sup> te 2 od 8 m<sup>3</sup>.

Nakon iskopa temelja slijedi iskop u muljevitom tlu za koji je potrebno 1 jaružalo s zahvatnom lopatom, te za odvoz je potrebno 3 kamiona kiper, od kojih su 2 velika od 15 m<sup>3</sup> i jedan od 8 m<sup>3</sup>.

Nakon iskopa u muljevitom tlu vrši se nanošenje betona na temeljima upornjaka za koji nam je potrebno 3 automiješalice, 1 crpka i 3 pervibratora.

Kada se nanese beton za temelje upornjake, dovozimo materijal za razastiranje između temelja upornjaka (2 kamiona, 1 grejder i 1 valjak), pa materijal za lukobran (2 kamiona i 1 dizalica) te onda asfaltiramo pristan (7 kamiona, 1 finisher i 1 vibrovaljak)

Ukupan broj strojeva: jaružalo s dubinskom lopatom x 1, jaružalo s zahvatnom lopatom x 1, kamion kiper od 15 m<sup>3</sup> x 5, kamion kiper od 8 m<sup>3</sup> x 3, automiješalica x 3, crpka za beton x 1, pervibrator x 3, 1 finisher, vibrovaljak x 1, grejder x 1 i dizalica x 1.

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

$$T_{\text{ukupno}} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4} + T_{A5} + T_{A6} = 39 + 22,7 + 57,14 + 57,5 + 48,7 + 1,42$$

$$T_{\text{ukupno}} = 226,46 \text{ (h)} \approx 28,4 \text{ radna dana (Radni dan od 8 h)}$$

Radovi će biti završeni u roku od 28,4 dana što nije u skladu s planom.

Da bi se radovi završili u 20 dana trebalo bi pojačati kapacitet stroja.



## 7. LITERATURA

### 7.1. LITERATURA

- ✚ Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.

### 7.2. OSTALI IZVORI

<https://www.youtube.com/>

<http://www.truck1.eu/>

<http://www.karasica-vucica.hr/strojevi.html>

<http://klaritac.hr/usluge.php>

<https://commons.wikimedia.org/wiki/>

<http://hr.machinerypark.com/>

<http://m.autoline-eu.rs/s/spectehnika-dorozhnyy-katok-HAMM--c7tk2467tm2594.html>

<http://www.gramak.com/bageri.html>

<http://www.intra.hr/index.php?page=rent>

<http://www.argradnja.com/gradjevinske-masine-greideri.php>

<http://prijevoz-betona.com/nggallery/page/2/>

<http://www.regramkop.rs/>