

# Izbor i usklađivanje rada strojeva za izgradnju lukobrana i valobrana

---

Cetinić, Petra

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:123:990595>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*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**

**Petra Cetinić**

**Split, 2016.**

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

**Petra Cetinić**

**Izbor i usklađivanje rada strojeva za**  
**izgradnju lukobrana i valobrana**

**Završni rad**

**Split, 2016.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Petra Cetinić

BROJ INDEKSA: 1528

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

PREDMET: Tehnologija građenja

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za izgradnju lukobrana i valobrana

Opis zadatka: Studentica će na temelju teorijskog znanja prezentirati hipotetski slučaj tvrtke koja ima zadatak odabrati i uskladiti rad strojeva za konkretan primjer za izgradnju lukobrana i valobrana.

U Splitu, 01.04.2016.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc Snježana Knezić

# **Izbor i usklađivanje rada strojeva za izgradnju lukobrana i valobrana**

## ***Sažetak:***

U ovom završnom radu rješava se problem usklađivanja rada strojeva prilikom izgradnje lukobrana i valobrana. Cilj je postizanje što veće učinkovitosti uz zadovoljavajuću kvalitetu, i završetak svih radova unutar zadanog vremenskog roka.

## ***Ključne riječi:***

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, lukobran, valobran

# **Selection and harmonisation of machinery for construction of breakwater and seawall**

## ***Abstract:***

The aim of this final thesis is to resolve the problem of the synchronisation of the machinery during the construction of the breakwater and seawall. The purpose is to achieve maximum efficiency with suitable quality and completion of work within the given time frame.

## ***Keywords:***

Construction machinery, machinery harmonisation, breakwater, seawall

## **SADRŽAJ:**

<i>1. UVOD.....</i>	<i>1</i>
<i>2. OPIS TVRTKE.....</i>	<i>2</i>
<i>3. OPIS AKTIVNOSTI.....</i>	<i>3</i>
<i>4. ODABIR STROJEVA.....</i>	<i>7</i>
<i>4.2. STROJEVI KOJE TVRTKA IMA .....</i>	<i>7</i>
<i>4.3. STROJEVI KOJE ĆE TVRTKA UZETI U NAJAM.....</i>	<i>8</i>
<i>5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA.....</i>	<i>17</i>
<i>5.1 PRIPREMNI RADOVI-IZGRADNJA PRISTUPNOG PUTA .....</i>	<i>17</i>
<i>5.2 TEMELJNI ISKOP ISPOD LUKOBRANA DO TVRDE GLINE.....</i>	<i>19</i>
<i>5.3 IZGRADNJA SLOJA LUKOBRANA OD KRUPNOG AGREGATA.....</i>	<i>20</i>
<i>5.4 IZGRADNJA SLOJA LUKOBRANA OD SITNIJEG AGREGATA.....</i>	<i>21</i>
<i>5.5 BETONIRANJE KRUNE LUKOBRANA .....</i>	<i>24</i>
<i>5.6 ODVOZ VIŠKA MATERIJALA.....</i>	<i>25</i>
<i>5.7 IZGRADNJA SLOJA VALOBRANA OD KRUPNOG AGREGATA .....</i>	<i>26</i>
<i>5.8 IZGRADNJA SLOJA VALOBRANA OD TETRAPODA .....</i>	<i>28</i>
<i>6. ZAKLJUČAK.....</i>	<i>29</i>
<i>7. LITERATURA.....</i>	<i>30</i>

# ***1. UVOD***

U radu će se prikazati hipotetski slučaj planiranja rada strojeva na projektnom zadatku izrade lukobrana i valobrana.

Pretpostavljeno je da treba izvesti radove sa svojim i iznajmljenim strojevima.

U radu je dan detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva i preporuka za njihovo korištenje u okviru zadanog vremena kako bi se ostvarili uvjeti za izvršenje koje rezultira građevinom prema zadanoj dokumentaciji i funkcionalnosti.

Pretpostavljene su udaljenosti betonare, kamenoloma i deponija. Gradilište se nalazi 4 km od glavne prometnice.

Cilj rada je riješiti problem usklađivanja rada i strojeva uz što manje gubitke i uz što veću učinkovitost.

Radi se o nasipavanju lukobrana i valobrana, u dvije faze, sa zadanim rokom izgradnje od 180 dana.

U prvoj fazi izrađuje se prilazna cesta te uređuje gradilište veličine potrebne za manevriranje strojeva koji sudjeluju u gradnji. Nakon uređenja gradilišta vrši se ugradnja masivnog sloja lukobrana i paralelno valobrana krupnim agregatom dovezenim iz obližnjeg kamenoloma.

U drugoj fazi vrši se nasipavanje i razastiranje lukobrana sitnim agregatom kupljenim u kamenolomu, planiranje te nabijanje površine te naposljetku betoniranje, dok se istovremeno vrši ugradnja tetrapoda u valobran.

Detaljniji opis radova i strojeva uključenih u proizvodni proces kao i njihov odabir i usklađivanje opisani su u sljedećim poglavljima.

## ***2. OPIS TVRTKE***

Tvrtka se bavi izvođenjem svih vrsta objekata niskogradnje po fazama radova, pretežno obalnih konstrukcija.

Tvrtka je osnovana 2010. godine i posjeduje licencu na rok od 10 godina za izvođenje radova kod objekata visokogradnje i niskogradnje.

Direktor i vlasnik tvrtke osnovao je tvrtku nakon 15 godina rada u građevinarstvu.

Tvrtka posjeduje dobru tehničku opremljenost.

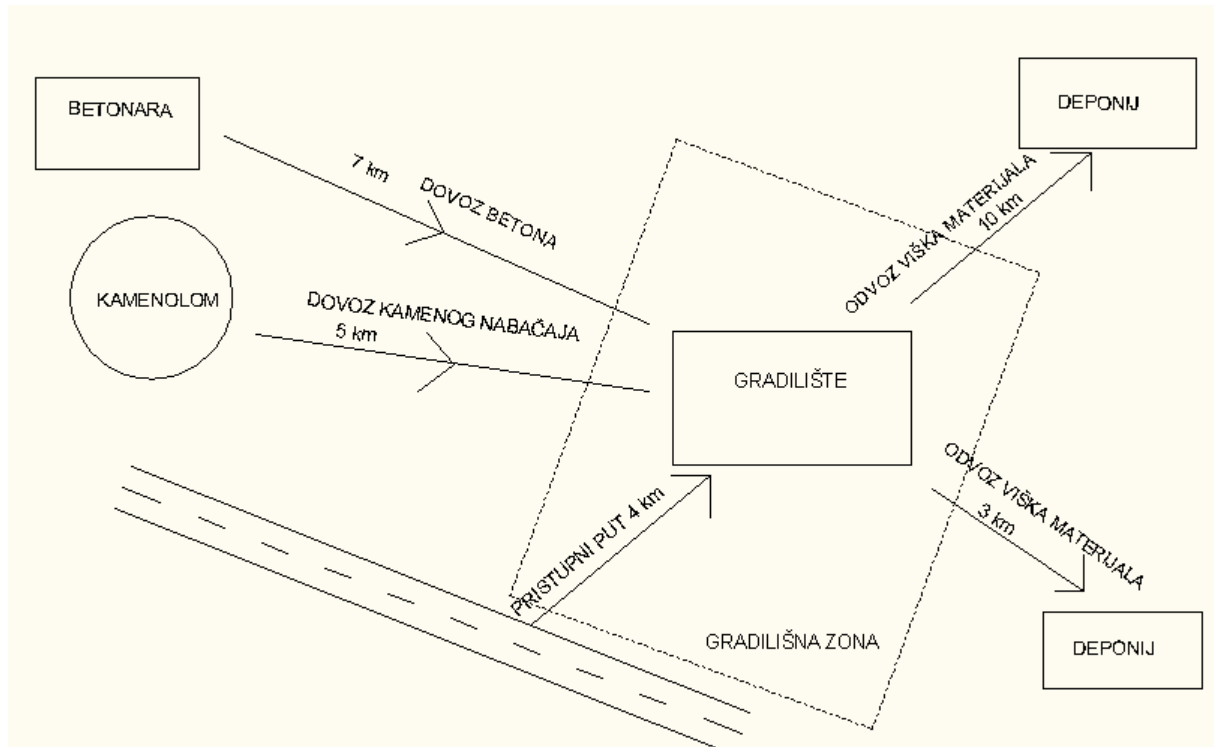
### **SRATEŠKI CILJEVI TVRTKE:**

- U potpunosti ostvariti zadovoljstvo svojih klijenata
- Konkurrirati na tržištu
- Unaprijeđenje kvaliteta usluge
- Dodatno kvalificirati i unaprijediti svoje osoblje
- Održavati imidž tvrtke
- Ispunjavati dogovorene rokove gradnje



### 3. OPIS AKTIVNOSTI

Da bi se izvršila gradnja lukobrana i valobrana potrebno je izvršiti više različitih aktivnosti koje su prikazane u tablici 3.1. Aktivnosti se izvode na širem području a kako je shematski prikazano na slici 3.1.



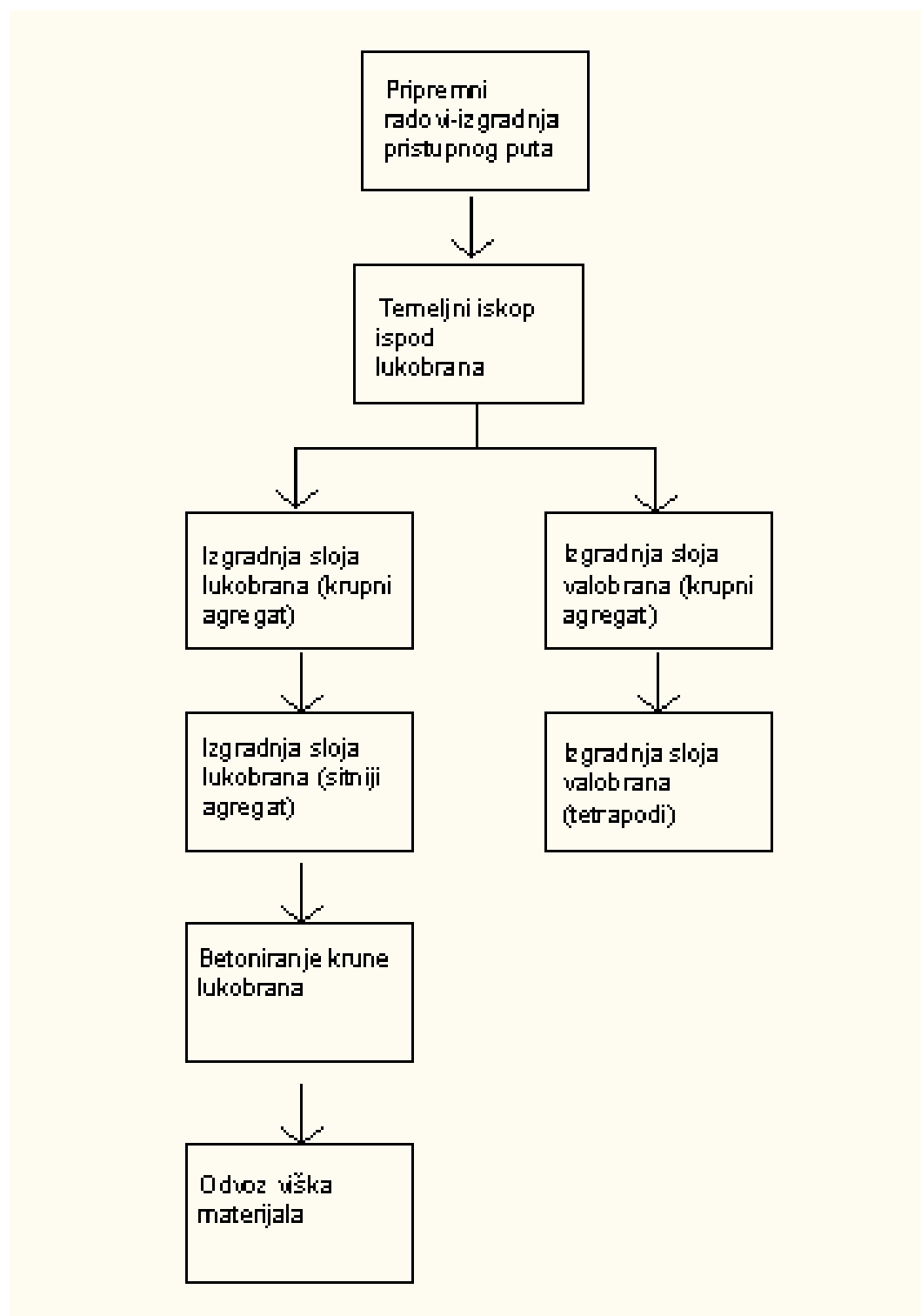
Slika 3.1: Shematski prikaz mjesta odvijanja radova

U tablici 3.1 prikazane su aktivnosti i podaktivnosti potrebne za izgradnju lukobrana i valobrana, a kako je prethodno određeno analitičkim postupkom, i potrebni strojevi koji će se koristiti u projektu, a na slici 3.2 je dan detaljan dijagram toka radova.

Tablica 3.1.Prikaz aktivnosti i odgovarajućih strojeva

AKTIVNOSTI	PODAKTIVNOSTI	VRSTA STROJEVA
Pripremni radovi-izgradnja pristupnog puta	površinski iskop i skupljanje materijala na hrpe	buldozer
	utovar i odvoz materijala na deponij	utovarivač, kamion kiper
	nabijanje	vibrovaljak
Temeljni iskop ispod lukobrana do tvrde gline	iskop materijala(mulj) i utovar u transportno sredstvo	plovno jaružalo plovne teglenice (maone)
	odvoz viška materijala na deponij	plovne teglenice (maone)
Izgradnja sloja lukobrana od krupnog agregata	utovar kamenog nabačaja u kamenolomu	utovarivač
	dovoz i istovar krupnog agregata na lokaciji lukobrana	kamion kiper
Izgradnja sloja lukobrana od sitnijeg agregata	drobljenje kamena i utovar u transportno sredstvo u kamenolomu	čeljusna drobilica, utovarivač, kamion kiper
	dovoz i istovar sitnog agregata na lokaciji lukobrana	kamion kiper
	razastiranje materijala	buldozer
	planiranje	grejder
	nabijanje krune lukobrana	vibrovaljak
Betoniranje krune lukobrana	transport betona i ugrađivanje betona	automiješalica
	zbijanje betona	pervibrator
Odvoz viška materijala	utovar viška materijala u transporter	utovarivač, damper
	prijevoz i istovar viška materijala	damper

AKTIVNOSTI	PODAKTIVNOSTI	VRSTA STROJEVA
Izgradnja sloja valobrana od krupnog agregata	utovar kamenog nabačaja u transporter u kamenolomu	utovarivač, kamion kiper
	dovoz i istovar krupnog agregata u transporter	kamion kiper plovne teglenice (maone)
	pomorski transport i ugradnja	plovne teglenice (maone)
Izgradnja sloja valobrana od tetrapoda	utovar tetrapoda u transporter	dizalica, kamion kiper
	istovar iz cestovnog transportera i utovar u pomorski transporter	kamion kiper plovne teglenice (maone), dizalica
	pomorski transport i ugradnja	plovne teglenice (maone), plovna dizalica



Slika 3.2 : Prikaz slijeda aktivnosti za zadane radove

## 4. ODABIR STROJEVA

Temeljem aktivnosti i podaktivnosti analizom su određeni potrebni strojevi. U tablici 4.1 prikazan je točan broj strojeva koji su nam potrebni, koje tvrtka posjeduje i koje trebamo uzeti u najam. Potreban broj strojeva dobili smo u sljedećem poglavlju na osnovu proračuna.

Tablica 4.1.Prikaz broja potrebnih strojeva, koliko ih tvrtka ima i koliko će ih uzeti u najam

<b>STROJEVI</b>	<b>POTREBNO</b>	<b>TVRTKA POSJEDUJE</b>	<b>NAJAM</b>
Buldozer	1	1	0
Utovarivač	2	3	0
Kamion kiper	5	6	0
Vibrovaljak	1	1	0
Plovno jaružalo	1	0	1
Plovna teglenica (maona)	2	0	2
Čeljusna drobilica	1	1	0
Grejder	1	0	1
Automiješalica	2	1	1
Pervibrator	7	5	2
Damper	4	1	3
Autodizalica	1	0	1
Plovna dizalica	1	0	1

### 4.2. STROJEVI KOJE TVRTKA IMA :

- 1 Buldozer
- 3 Utovarivača
- 6 Kamiona kiper
- 1 Čeljusna drobilica
- 1 Vibrovaljak
- 1 Damper
- 1 Automiješalica
- 5 Pervibratora

#### 4.3. STROJEVI KOJE ĆE TVRTKA UZETI U NAJAM :

- 1 Plovno jaružalo
- 1 Plovna teglenica (maona)
- 1 Plovna dizalica
- 1 Autodizalica
- 1 Grejder

U nastavku je dan pregled svih potrebnih strojeva :

#### **Buldozer Caterpillar D6T XW/VPAT** (Slika 4.1)

- Tip noža: XW SU
- Širina noža: 3560 mm
- Približan kapacitet noža: 5,05 m<sup>3</sup>
- Snaga: 154 KW
- Težina: 1203 kg



Slika 4.1: Buldozer Caterpillar D6T XW/VPAT

(izvor: <http://www.teknoxgroup.com/hr/proizvodi/strojevi/buldozeri>)

**Utovarivač Caterpillar 926 M** (Slika 4.2)

- Zapremnina lopate 2,5 m<sup>3</sup>
- Spremnik za gorivo 51.5 gal
- Snaga 110 KW
- Radna težina 28770 lb



Slika 4.2: Utovarivač Caterpillar 926 M

(izvor: [http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user\\_upload/926M\\_930M\\_938M\\_cro.pdf](http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/926M_930M_938M_cro.pdf))

**Kamion kiper Mercedes Benz actros 4141K** (Slika 4.3)

- Volumen koša: 17,4 m<sup>3</sup>
- Najveća dopuštena masa: 41000 kg
- 4 osovine
- Snaga: 300 KW



Slika 4.3: Kamion kiper Mercedes actros 4141

(izvor: <http://autoline.hr/-/prodaja/novi/kiperi/MERCEDES-BENZ-Actros-4141-K--13061017411247919000> )

**Vibrovaljak Cat CS44B** (Slika 4.4)

- Snaga: 75 kW
- Težina: 7210 kg



Slika 4.4: Vibrovaljak Cat CS44B

(izvor: [http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user\\_upload/CS44B\\_eng.pdf](http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/CS44B_eng.pdf))



**Automiješalica Mercedes-Benz ACTROS 3540-B** (Slika 4.5)

- Zapremnina bubnja: 9m<sup>3</sup>
- Max brzina: 90 km/h
- Snaga: 306kW
- Ukupna masa: 32000 kg



Slika 4.5: Automiješalica Mercedes-Benz ACTROS 3540-B

(izvor: <http://www.mascus.hr/transport/rabljeni-kamioni-za-beton/mercedes-benz-actros-3540-b/8vhujqaw.html> )

**Pervibrator AVMU AX 48** (Slika 4.6)

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



Slika 4.6: pervibrator AVMU AX 48

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

**Plovno jaružalo Big Float 1400** (Slika 4.7)

- Ukupna težina: 24000 kg
- Doseg: 13 m
- Snaga: 80 KW
- Dubina kopanja: 7,5 m



Slika 4.7: Plovno jaružalo Big Float 1400

(izvor: [http://www.kenburnsinc.com/images/REMU\\_Big\\_Float\\_Brochure.pdf](http://www.kenburnsinc.com/images/REMU_Big_Float_Brochure.pdf) )

**Plovna teglenica ECMA** (Slika 4.8)

- Zapremina: 900 m<sup>3</sup>
- Snaga: 1065 KW



Slika 4.8: Plovna teglenica ECMA

(izvor: <https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/ecologico-segundo> )

**Čeljusna drobilica EXTEC C10** (Slika 4.9)

- Broj obrtaja = 150 o/min = 9000 o/h
- Ulaz 1000x650 mm
- Širina čeljusti 650 mm
- Minimalni otvor čeljusti = 350 mm 0 mm
- Max otvor čeljusti = 1000 mm
- Ugao naklona između čeljusti = 38°
- 3000 sati rada



Slika 4.9: Čeljusna drobilica Extec C10

(izvor: <http://www.market.ba/oglas/gradjevinski-materijal/celjusna-droblilica/646200>)

***Grejder Caterpillar 12M3*** (Slika 4.10)

- Širina noža  $b=3,5\text{m}^2$
- Korisna širina noža  $b=3,2\text{m}^2$
- Srednja brzina planiranja  $v=5\text{km/h}=1,38\text{m/s}$
- Koeficijent iskorištenosti radnog vremena
- 500 sati rada



Slika 4.10: Grejder Caterpillar 12M3

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552888.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552888.html))

**Damper Volvo A25F**(Slika 4.11)

- Snaga: 235 kW
- Nosivost: 24 tona
- Zapremina na vrh: 11,7 m<sup>3</sup>
- Težina praznog dampera: 24000kg
- Težina punog dampera (maksimalna): 48000 kg
- Brzina punog dampera: 10 km/h
- Brzina praznog dampera: 15 km/h
- 1500 sati rada



Slika 4.11: Damper Volvo A25F

(izvor:[http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/articulated%20haulers/ProductBrochure\\_A25F\\_A30F\\_EN\\_21A1006560.pdf](http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/articulated%20haulers/ProductBrochure_A25F_A30F_EN_21A1006560.pdf))

**Autodizalica Krupp 25 GMT-AT**(Slika 4.12)

- Snaga: 141 kW
- Maksimalna brzina kretanja: 78 km/h
- Nosivost: 25 t





Slika 4.12: Autodizalica Krupp 25 GMT-AT

(izvor: [http://www.fleetfile.com/krane/datenblatt/type\\_id=449](http://www.fleetfile.com/krane/datenblatt/type_id=449) )

**Plovna dizalica Marjanka** (Slika 4.13)

- Snaga: 30 kW
- Dimenzije pontona: 40 x 19 x 3 m
- Nosivost pontona: 200 t
- Bruto tonaža: 675,48
- Mogućnost okretanja grane: 360°
- Maksimalna visina dizanja: 25 m
- Pogon/propulzija: 2 x 150 kW Daitz
- Nosivost: 100t
- Brzina dizanja: 3m/min



Slika 4.13: Plovna dizalica Marjanka

(izvor: <http://www.brodosplit.hr/Portals/17/PD%20Marjanka.pdf> )

## 5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA

Potrebno je uskladiti rad strojeva kako bi se projekt mogao izvršiti. Do izvršenja proračuna dolazi kada su strojevi tijekom radnog vremena maksimalno iskorišteni kako bi se osigurao minimalan prazan hod uz uvjet da radovi budu gotovi unutar 180 dana.

### 5.1 PRIPREMNI RADOVI-IZGRADNJA PRISTUPNOG PUTA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad buldozera, utovarivača, kamion kipera i vibrovaljka.

Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate buldozera ( $5,05 \text{ m}^3$ )
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 0,74)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)
- $T_i$  – vrijeme potrebno za iskop (40 s)
- $T_{tr}$  – vrijeme potrebno za guranje (30 s)
- $T_{pov}$  – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
- $T_o$  – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (3000 m)
- $q$  – zapremnina lopate utovarivača ( $2,5 \text{ m}^3$ )
- brzina vožnje punog kamiona 30 km/h, brzina vožnje praznog kamiona 58 km/h

**Proračun:**

**Buldozer (Slika 4.1)**

- Ciklus:  $T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 40 + 30 + 15 + 5 = 90 \text{ s}$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 5,05 / 90 = 202 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t * K_r * K_v * K_d = 202 * 0,74 * 0,90 * 1,0 = 134,53 \text{ m}^3/\text{h}$

### Utovarivač (Slika 4.2)

- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 90 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 100 \cdot 0,74 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 66,60 \text{ m}^3/\text{h}$
- Ukupan broj utovarivača:  $U_{p\text{buldozer}} / U_{p\text{utovarivač}} = 134,53 / 66,6 = 2,0 = 2 \text{ utovarivača}$

### Kamion kiper (Slika 4.3)

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 17,4 / 134,53 = 465 \text{ s}$
  - $T(\text{puna} + \text{prazna vožnja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 3 / 30 + 3 / 58 = 0,151 \text{ h} = 550 \text{ s}$
  - $T(\text{istovar i manevar}) = 150 \text{ s}$
  - Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1165 \text{ s}$
  - Planski učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K = 17,4 / 1165 \cdot 1,0 = 53,77 \text{ m}^3/\text{h}$
- Izračun broja potrebnih kamiona:
- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1165 / 465 = 3 \text{ kamiona}$
- Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:
- $T = V(\text{krupnog agregata}) / U_p (\text{utovarivača}) = 18000 / 66,6 = 270,27 \text{ (sati)} \approx 34 \text{ radna dana}$
- Vrijeme potrebno za čišćenje:
- $T = V(\text{otpada}) / U_p (\text{buldozera}) = 1500 / 134,53 = 11,15 \text{ h}$

### Mali valjak (Slika 4.4)

- Brzina kretanja valjka  $v = 5 \text{ km/h}$
- Debljina sloja  $= 15 \text{ cm}$
- Broj prijelaza  $n = 4$
- Širina valjka  $b = 2 \text{ m}$
- Planski učinak :  $U_p = (v \cdot b \cdot d / n) \cdot K_v = ((5000 \cdot 2 \cdot 0,15) / 4) \cdot 0,90 = 337,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Zaključak: Potrebno nam je **3 kamiona kiper, 1 buldozer, 2 utovarivača i 1 valjak**



## 5.2 TEMELJNI ISKOP ISPOD LUKOBRANA DO TVRDE GLINE

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad plovnog jaružala i plovne teglenice (maone).

Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate jaružala ( $2,6 \text{ m}^3$ )
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,2)
- $K_p$  – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)
- $K_z$  – kut zaokreta (odabrano 0,98)
- $T_i$ -vrijeme iskopa (30 s)
- $T_p$ -vrijeme punjenja (15 s)
- $T_o$ -gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

**Proračun:**

**Plovno jaružalo s dubinskom lopatom (Slika 4.7)**

- Ciklus:  $T_c = T_i + T_p + T_o = 30 + 15 + 5 = 50 \text{ s}$
- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 2,6 / 50 = 187,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t * K_r * K_v * K_z * K_p * K_d = 187,2 * 1,2 * 0,90 * 0,98 * 0,85 * 1,0 = 168,41 \text{ m}^3/\text{h}$

**Plovna teglenica (maona) (Slika 4.8)**

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 900 / 168,41 = 19240 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna vožnja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 10/6 + 10/10 = 2,66 \text{ h} = 9576 \text{ s}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 210 \text{ s}$
- Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 29026 \text{ s}$
- Planski učinak :  $U_p = q / T_c * K = 900 / 29026 * 1,0 = 111,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:

- $T = V(\text{materijala}) / U_p (\text{jaružala}) = 20000 / 168,41 = 118,8 \text{ (sati)} \approx 15 \text{ radnih dana}$

Zaključak: Potrebno nam je **1 plovno jaružalo i 2 plovne teglenice (maone)**

### 5.3 IZGRADNJA SLOJA LUKOBRANA OD KRUPNOG AGREGATA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad utovarivača i kamiona kiperu.

Potrebni podaci:

- $K_r$  – koeficijent rastresitosti materijala (odabrano 0,74)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)
- $T_c$  – trajanje ciklusa utovarivača (vrijeme istovara, transporta, okretaja, punjenja, uzimamo 90 s)
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (5 km)
- $q$  – volumen kamiona kiperu (17,4 m<sup>3</sup>)
- brzina praznog kamiona 58 km/h
- brzina punog kamiona 30 km/h

**Proračun:**

#### Utovarivač

- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 17,4 / 90 = 708 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 708 \cdot 0,74 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 468,6 \text{ m}^3/\text{h}$

#### Kamion kiper

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 17,4 / 468,6 = 0,037 \text{ h} = 133 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna vožnja}) = d / v_{\text{pun}} + d / v_{\text{pra}} = 5 / 30 + 5 / 58 = 0,253 \text{ h} = 910 \text{ s}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 150 \text{ s}$
- Ciklus :  $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 2001 \text{ s}$
- Planski učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K = 17,4 / 2001 \cdot 1,0 = 0,0087 \text{ m}^3/\text{s} = 31,3 \text{ m}^3/\text{h}$

#### Izračun broja potrebnih kamiona:

- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 2001 / 941 = 2 \text{ kamiona}$

#### Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:

- $T = V(\text{krupnog agregata}) / U_p(\text{utovarivača}) = 18000 / 468,6 = 38,4 \text{ (sati)} \approx 34 \text{ radna dana}$

Zaključak: Potrebno nam je **1 utovarivač i 2 kamiona kiperu**

## 5.4 IZGRADNJA SLOJA LUKOBRANA OD SITNIJEG AGREGATA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad čeljusne drobilice, utovarivača, kamiona kipera, buldozera, grejdera i vibrovaljka.

Potrebni podaci:

- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (5000 m)
- $q$  – zapremina lopate utovarivača ( $2,5 \text{ m}^3$ )
- $U_t$  – teorijski učinak buldozera ( $202 \text{ m}^3$ )
- $T_c$  – ciklus buldozera (90 s)

**Proračun:**

**Čeljusna drobilica (Slika 4.9)**

- $U_p = 0,03 * K_r * K_v * K_d * n * b * s * (d+e) * \rho / \text{tg} \alpha$  (t/h)
- $n$  = broj obrtaja = 150 o/min = 9000 o/h
- $b$  = širina čeljusti 650 mm
- $s$  = hod pokretne čeljusti = 650 mm
- $d$  = max otvor čeljusti ( $e+s$ ) = 1000 mm
- $e$  = minimalni otvor čeljusti = 350 mm
- $\rho$  = specifična gustoća vapnenca =  $2,600 \text{ kg/m}^3 = 2,6 * 10^{-6} \text{ t/mm}^3$
- $\alpha$  = ugao naglona između čeljusti =  $38^\circ$
- $U_p = 0,03 * 0,65 * 0,90 * 0,91 * 9000 * 650 * 650 * (1000 + 350) * 2,6 * 10^{-6} / 0,78 = 270 \text{ t/h}$
- Potrebno je zdrobiti  $12000 \text{ m}^3$  vapnenca:  $m = V * \rho = 12000 * 2,600 = 31200000 \text{ (kg)}$   
 $= 31,200 \text{ t}$

Vrijeme potrebno za drobljenje vapnenca:

- $T_{\text{drobljenja}} = m / U_p = 31,200 / 270 = 116 \text{ h}$

**Utovarivač**

- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 2,5 / 90 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t * K_r * K_v * K_d$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) =  $100 * 0,74 * 0,90 * 1,0 = 66,6 \text{ m}^3/\text{h}$

### **Kamion kiper**

- $T(\text{utovar}) = q/U_p = 17,4/66,6 = 941 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 5/30 + 5/58 = 910 \text{ s}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 150 \text{ s}$
- $\text{Ciklus : } T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 2001 \text{ s}$

#### Izračun broja potrebnih kamiona:

- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 2001 / 941 = 3 \text{ kamiona}$

### **Buldozer**

- $\text{Ciklus: } T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 40 + 30 + 15 + 5 = 90 \text{ s}$
  - $\text{Teorijski učinak : } U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 5,05 / 90 = 202 \text{ m}^3/\text{h}$
  - $\text{Planski učinak : } U_p = U_t * K_r * K_v * K_d = 202 * 0,74 * 0,90 * 1,0 = 134,53 \text{ m}^3/\text{h}$
- Ukupan broj utovarivača:  $U_{p\text{buldozer}} / U_{p\text{utovarivač}} = 134,53/66,6 = 2,0 = 2 \text{ utovarivača}$

### **Grejder (Slika 4.10)**

- Širina noža  $b = 3,5 \text{ m}^2$
- Korisna širina noža  $b = 3,2 \text{ m}^2$
- Srednja brzina planiranja  $v = 5 \text{ km/h} = 1,38 \text{ m/s}$
- Broj prijelaza  $n = 5$
- Koeficijent iskorištenosti radnog vremena  $K_v = 0,75$
- Koeficijent preklapanja prijelaza  $K_{\text{prekl}} = 0,95$

\*u koeficijent iskorištenja radnog vremena uračunat je i gubitak zbog okretanja i manevriranja stroja.

- Koeficijent dotrajalosti stroja  $K_d = 0,90$
  - $\text{Teorijski učinak grejdera: } U_t = ((v * b) / n) = ((1,38 * 3,2) / 5) * 3600 = 3477 \text{ m}^2/\text{h}$
  - $\text{Planski učinak grejdera: } U_p = ((V * d * b) / n) * K_v * K_{\text{prekl}} * K_d = ((1,38 * 3,2) / 5) * 3600 * 0,75 * 0,95 * 0,9 = 2229,6 \text{ m}^2/\text{h}$
- Vrijeme potrebno za planiranje:  $A/U_p = 600/2229,6 = 0,27 \text{ h}$

### **Valjak**

- Brzina kretanja valjka  $v=5000$  m/h
  - Debljina nasutog sloja  $d=30$  cm
  - Korisna širina valjka  $b=2$  m
  - Broj prijelaza valjka po jednom traku  $n=10$
  - Koeficijent dotrajivosti stroja  $K_d=1.0$
  - Vrijeme čistog rada  $t=52$  min
  - Teorijski učinak valjka:  $U_t = ((v*d*b)/n) = ((5000*0,3*2)/10) = 300$  m<sup>3</sup>/h
  - Planski učinak valjka:  $U_p = ((v*d*b)/n) * (t/60) = ((5000*0,3*2)/10) * (52/60) = 260$  m<sup>3</sup>/h
- Vrijeme potrebno za nabijanje površinskog sloja nasipa:  $V / U_p = 180 / 260 = 0,69$  h

**Zaključak : Potrebne su nam 1 čeljusna drobilica, 2 utovarivača, 3 kamion kipera, 1 buldozer, 1 grejder i 1 valjak**

## 5.5 BETONIRANJE KRUNE LUKOBRANA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad automiješalice i pervibratora.

Potrebni podaci:

➤  $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,95)

- $T_c$  – trajanje ciklusa automiješalice
- $T_c = T_u + T_p + T_i$
- Trajanje utovara - 180s
- Trajanje puta – odvoz i povratak  $= (7/35 + 7/60) * 3600 = 1140s = 19 \text{ min}$
- Trajanje istovara – 1200s
- $T_c = 2520s$
- $K_d = 1,0$
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (7 km)
- Zapremnina automiješalice:  $q = 9 \text{ m}^3$
- Prosječna brzina pune automiješalice  $v = 35 \text{ km/h}$
- Prosječna brzina prazne automiješalice  $v = 60 \text{ km/h}$

### Automiješalica (Slika 4.5)

- Teorijski učinak automiješalice:  $U_t = (q/T_c) * 3600 = (9/2520) * 3600 = 28,86 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak automiješalice:  
 $U_p = (q/T_c) * 3600 * K_d * K_v = (9/2520) * 3600 * 1,0 * 0,95 = 27,42 \text{ m}^3/\text{h}$

### Pervibrator (Slika 4.6)

- $d$  (debljina igle) = 80 mm
- $R$  (radijus djelovanja) = 45 cm
- $T_c = 25s$  (vrijeme vibriranja) + 5s (vrijeme premještanja) = 30 s
- $K_v = 1,0$
- Planski učinak pervibratora:  
 $U_p = 2 * R^2 * d * 3600 / T_c * K_v = 2 * 0,452 * 0,080 * 3600 / 30 * 1,0 = 3,89 \text{ m}^3/\text{h}$   
Izračun broja potrebnih pervibratora:  $U_{p \text{ AUTOMJEŠALICA}} / U_{p \text{ PERVIBRATORA}} = 27,42 / 3,89 = 7$  pervibratora
- Volumen betona kojeg je potrebno ugraditi  $V = 110 \text{ m}^3$   
Vrijeme potrebno za betoniranje površinskog sloja nasipa:  $V / U_{p \text{ AUTOMJEŠALICA}} = 110 / 27,42 = 4$  sata  
+ vibriranje  $\approx 1$  radni dan

Zaključak: Potrebno nam je **2 automiješalice i 7 pervibratora.**

## 5.6 ODVOZ VIŠKA MATERIJALA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad utovarivača i dampera

Potrebni podaci:

- $q$  – volumen lopate utovarivača ( $2,5 \text{ m}^3$ )
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 0,74)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu

odabrano 0,90)

- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (3000 m)
- $q$  – volumen sanduka dampera ( $11,7 \text{ m}^3$ )
- $N$  – nosivost dampera (24 000 kg)
- $\rho$  – specifična gustoća materijala ( $1600 \text{ kg/m}^3$ )

### Utovarivač

- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 90 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 100 \cdot 0,74 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 66,6 \text{ m}^3/\text{h}$

### Damper (Slika 4.11)

- provjera nosivosti =  $24\ 000 / 1600 = 15 \text{ m}^3$ , zadovoljavajuće
- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 11,7 / 66,6 = 632 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 3/10 + 3/15 = 1800 \text{ s} = 30 \text{ min}$
- $T(\text{istovar}) = 40 \text{ s}$
- $T(\text{manevra}) = 120 \text{ s}$
- Ciklus :  $T_c = T_i + T_u + T_v + T_m = 2592 \text{ s}$
- Izračun broja potrebnih dampera:
- $N_{\text{potrebnih dampera}} = \text{ciklus dampera} / \text{vrijeme utovara} = T_c / T_u = 2592 / 632 = 4 \text{ dampera}$
- Vrijeme potrebno za čišćenje:
- $T = V(\text{otpada}) / U_p \text{ (utovarivača)} = 1000 / 66,6 = 15,01 \text{ (sati)} = 2 \text{ radna dana}$

Zaključak: Potreban nam je **1 utovarivač i 4 dampera**

## 5.7 IZGRADNJA SLOJA VALOBRANA OD KRUPNOG AGREGATA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad utovarivača, kamiona kiperu i plovne teglenice (maone).

Potrebni podaci:

- $K_r$  – koeficijent rastresitosti materijala (odabrano 0,74)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)
- $T_c$  – trajanje ciklusa utovarivača (vrijeme istovara, transporta, okretaja, punjenja, uzimamo 90 s)
- $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (5 km)
- $q$  – volumen kamiona kiperu (17,4 m<sup>3</sup>)
- brzina praznog kamiona 58 km/h
- brzina punog kamiona 30 km/h

**Proračun:**

### Utovarivač

- Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 17,4 / 90 = 7020 \text{ m}^3/\text{h}$
- Planski učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d (m^3/h) = 7020 \cdot 0,74 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 4620 \text{ m}^3/\text{h}$

### Kamion kiper

- $T(\text{utovar}) = q / U_p = 17,4 / 4620 = 3,76 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna vožnja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 5/30 + 5/58 = 0,253 \text{ h} = 910 \text{ s}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 150 \text{ s}$
- Ciklus :  $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 2001 \text{ s}$
- Planski učinak :  $U_p = q / T_c \cdot K = 17,4 / 2001 \cdot 1,0 = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}$

#### Izračun broja potrebnih kamiona:

- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 2001 / 941 = 2 \text{ kamiona}$

#### Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:

- $T = V(\text{krupnog agregata}) / U_p (\text{utovarivača}) = 10000 / 4620 = 2,16 \text{ (sati)} \approx 19 \text{ radnih dana}$



### **Plovna teglenica (maona)**

- $T(\text{utovar}) = q/U_p = 900/31,3 = 103514 \text{ s}$
- $T(\text{puna+prazna vožnja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 2/6 + 2/10 = 0,53 \text{ h} = 1920 \text{ s}$
- $T(\text{istovar i manevar}) = 210 \text{ s}$
- **Ciklus :**  $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 105644 \text{ s}$
- **Planski učinak :**  $U_p = q/T_c * K = 900/105644 * 1,0 = 30,67 \text{ m}^3/\text{h}$
- Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:
- $T = V(\text{materijala}) / U_p \text{ (plovne teglenice)} = 10000 / 30,67 = 326 \text{ (sati)} \approx 40 \text{ radnih dana}$

**Zaključak: Potreban nam je 1 utovarivač, 2 kamiona kipera i 1 plovna teglenica**

## 5.8 IZGRADNJA SLOJA VALOBRANA OD TETRAPODA

Sukladno tablici, a u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad autodizalice, kamiona kiperera, plovne teglenice (maona) i plovne dizalice.

### Proračun:

#### Autodizalica na proizvodnom pogonu u betonari (Slika 4.12)

- Ciklus:  $T_c(\text{korigirano}) = 10 \text{ min}$
- Planski učinak :  $U_p = q/T_c = 1/10 * 60 = 6 \text{ kom/h}$

#### Kamion kiper

- Ciklus :  $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 10 + 28 + 10 = 48 \text{ min}$
- Planski učinak :  $U_p = q/T_c = 3/48 * 60 = 3 \text{ kom/h}$

#### Broj potrebnih kamiona:

- $N_{\text{potrebnih kamiona}} = 2 \text{ kamiona}$

#### Autodizalica

- Ciklus:  $T_c(\text{korigirano}) = 10 \text{ min}$
- Planski učinak :  $U_p = q/T_c = 1/10 * 60 = 6 \text{ kom/h}$

#### Plovna teglenica (maona)

- Ciklus :  $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 480 + 40 + 480 = 1000 \text{ min}$

#### Plovna dizalica (Slika 4.13)

- Ciklus:  $T_c(\text{korigirano}) = 10 \text{ min}$
- Planski učinak :  $U_p = q/T_c = 1/10 * 60 = 6 \text{ kom/h}$

Zaključak: Potreban nam je **1 autodizalica u betonari, 2 kamiona kiperera, 1 autodizalica na gradilištu, 1 plovna dizalica i 1 plovna teglenica**

## **6. ZAKLJUČAK**

Za čišćenje terena potrebno nam je 3 kamiona kiperera, 2 utovarivača, 1 buldozer i 1 valjak, a sve te strojeve tvrtka posjeduje stoga najam nije potreban. Nakon što se teren očisti, plovnom jaružalom i plovnom teglenicom se vrši temeljni iskop do tvrde gline. Tvrtka te strojeve ne posjeduje stoga će se strojevi unajmiti. Utovarivačem se vrši utovar krupnog materijala sa kamenoloma u kamione kiperera kojima se dalje vrše dovoz i istovar materijala. Tvrtka posjeduje 6 kamiona kiperera a to omogućuje odvijanje dovoza u kontinuitetu.

Za nasipavanje lukobrana sitnim agregatom odabran je agregat iz kamenoloma jer tvrtka ne posjeduje strojeve za usitnjavanje agregata, a ostvaruje se i ušteda na vremenu.

Samo nasipavanje obavlja se direktno iz kamiona kiperera a razastiranje se vrši tvrtkinim buldozerom, i radi uštede novca (kako se neće unajmljivati još jedan) i radi poboljšanja učinkovitosti uslijed olakšanog manevriranja. Planiranje će se obaviti unajmljenim grejderom a nabijanje vlastitim valjkom.

Nakon završetka nabijanja površina lukobrana se betonira betonom kupljenim u obližnjoj betonari direktno iz automiješalica. Odabrane su dvije automiješalice kako bi ugradnja bila u kontinuitetu (zbog postizanja što veće kvalitete betona) stoga se jedna unajmljuje. Vibriranje se vrši paralelno sa ugradnjom pomoću 7 pervibratora, od kojih su dva unajmljena.

Za izgradnju sloja valobrana krupnim agregatom utovarivačem se vrši utovar u kamenolomu u 2 kamiona kiperera kojima se agregat prevozi do plovne teglenice koja tek kad se napuni do punog kapaciteta odlazi na lokaciju valobrana i ispušta agregat.

Za izgradnju sloja valobrana od tetrapoda vodili smo se iskustvom i zaključili da nam trebaju 1 autodizalica u betonari, 1 autodizalica na gradilištu, 1 plovna dizalica i 1 plovna teglenica (strojevi koji se unajmljuju) i 2 kamiona kiperera.

Nakon utvrđenog točnog broja i vrste strojeva, u skladu da je financijski i vremenski isplativo, izračunava se točno vrijeme potrebno za izvršenje projekta.

Tukupno = 110 dana < 180dana

Iz Tukupno se jasno vidi kako će radovi biti završeni u skladu s vremenskim ograničenjem od 180 dana.

Prikaz svih djelatnosti, radova sa strojevima i opisa posla je usklađen te je tvrtka osposobljena da se prebaci na konačnu realizaciju projekta.

## **7. LITERATURA**

### **7.1. LITERATURA**

Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.

Rudolf Lončarić, ORGANIZACIJA IZVEDBE GRADITELJSKIH PROJEKATA, Zagreb,  
1995

### **7.2. DRUGI IZVORI**

<http://www.teknogroup.com/hr/proizvodi/strojevi/buldozeri>)

[http://www.teknogroup.com/fileadmin/user\\_upload/926M\\_930M\\_938M\\_cro.pdf](http://www.teknogroup.com/fileadmin/user_upload/926M_930M_938M_cro.pdf)

<http://autoline.hr/-/prodaja/novi/kiperi/MERCEDES-BENZ-Actros-4141-K--13061017411247919000>

[http://www.teknogroup.com/fileadmin/user\\_upload/CS44B\\_eng.pdf](http://www.teknogroup.com/fileadmin/user_upload/CS44B_eng.pdf)

<http://www.mascus.hr/transport/rabljeni-kamioni-za-beton/mercedes-benz-actros-3540-b/8vhujqaw.html>

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

[http://www.kenburnsinc.com/images/REMU\\_Big\\_Float\\_Brochure.pdf](http://www.kenburnsinc.com/images/REMU_Big_Float_Brochure.pdf)

<https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/ecologico-segundo>

<http://www.market.ba/oglas/gradjevinski-materijal/celjusna-drobilica/646200>

[http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/motor- graders/m-series-motor- graders/18552888.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/motor- graders/m-series-motor- graders/18552888.html)

[http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/articulated%20haulers/ProductBrochure\\_A25F\\_A30F\\_EN\\_21A1006560.pdf](http://www.volvoce.com/SiteCollectionDocuments/VCE/Documents%20Global/articulated%20haulers/ProductBrochure_A25F_A30F_EN_21A1006560.pdf)

[http://www.fleetfile.com/krane/datenblatt/type\\_id=449](http://www.fleetfile.com/krane/datenblatt/type_id=449)

<http://www.brodosplit.hr/Portals/17/PD%20Marjanka.pdf>