

# Izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnosti izgradnje dionice autoceste

---

**Bušić, Davor**

**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:123:476790>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-15**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Davor Bušić**

**Split, 2015.**

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

**Izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnosti  
izgradnje dionice autoceste**

**Završni rad**

**Split, 2015.**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: DAVOR BUŠIĆ

BROJ INDEKSA: 4051

KATEDRA: Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja

PREDMET: PROIZVODNJA U GRAĐEVINARSTVU

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnosti izgradnje dionice autoceste

Opis zadatka: Student će izvršiti usklađivanje rada strojeva za sljedeće aktivnosti:

- Čišćenje i probijanje zamišljene trase
- Iskop stijene iz kamenoloma
- Ugradnja tamponskog sloja
- Ugradnja asfaltnog sloja

U Splitu, 10.03.2015

Voditelj Završnog rada:



Dr.sc.Snježana Knezić

***Sažetak:***

Na zamišljenoj trasi će se graditi dionica autoceste. Teren je pretežno brdski te je potrebno izvesti probijanje trase te očistiti teren. U blizini trase se nalazi kamenolom iz kojeg ćemo iskoristiti stijenu za izradu tamponskog sloja kolničke konstrukcije. Nakon ugradnje tamponskog sloja ćemo pristupiti asfaltiranju. Proveden je proračun usklađivanja rada strojeva kako bismo imali što manje vremenske gubitke. Također, prije početka radova je izvršeno ispitivanje tla kako bi se dokazala potrebna kvaliteta tla.

***Ključne riječi:***

Autocesta, iskop, kamenolom, transport, ugradnja, usklađivanje

**Selection and harmonization of machines for construction of highway*****Abstract:***

At the chosen route investor wants to build highway. Because of the mountainous condition of the imagine route, the first step will be perforation of route and cleaning the terrain. Near te imagine route is stonepit from which we are going to extract the rock for buffer layer of pavement structure. After installation of buffer layer comes the phase of transport and installation of asphalt layer. The analysis is been done to harmonize the work of machines, so we have less time losses. Also, before we started the project we made soil testing to prove required soil quality.

***Keywords:***

Highway, excavation, stonepit , transport, installation, harmonization

# SADRŽAJ:

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1. UVOD.....                        | 1  |
| 2. OPIS TVRTKE.....                 | 2  |
| 3. RAZRADA RADOVA .....             | 10 |
| 3.1. Prikaz aktivnosti.....         | 10 |
| 3.2. Slijed aktivnosti.....         | 11 |
| 4. ODABIR STROJEVA.....             | 12 |
| 5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA ..... | 16 |
| 5.1. Čišćenje terena.....           | 16 |
| 5.2. Iskop u kamenolomu .....       | 17 |
| 5.3. Ugradnja tamponskog sloja..... | 20 |
| 5.4. Ugradnja asfalta .....         | 21 |
| 6. ZAKLJUČAK.....                   | 24 |
| 7. LITERATURA I DRUGI IZVORI .....  | 25 |

# 1.UVOD

Investitor želi izgraditi dionicu autoceste u duljini od 5km širine 30m u zadanom roku. Teren je pretežito brdski,udaljenost kamenoloma od mjesta izgradnje je otprilike 1km.Razbijanje stijene i usitnjavanje će se odvijati paralelno s čišćenjem trase radi uštede vremena.Tlo na kojem se dovozi građevinski materijal je uglavnom zemljano IV kategorije,a u kamenolomu je tlo VI kategorije.

U IV kategoriju tla spadaju za iskop teška tla i „tvrdo“ do „vrlo tvrdo“ srasla tla što će bit pogodno za deponij materijala.

U VI kategoriju tla spadaju za iskop teške i „tvrde“ stijene koje ćemo razbijati prikladnim strojevima te ćemo taj materijal kasnije koristiti kao tamponski sloj za kolničku konstrukciju u debljini od 30 cm.Nakon ugradnje tamponskog sloja ćemo pristupiti transportu asfalta čija je tvornica udaljena 3km te ugraditi ga u debljini od 20cm pomoću finišera.Koncesija terena za deponij je unaprijed plaćena.

Sveukupni cilj našeg zadatka je riješiti problem organiziranja rada i strojeva uz što manje vremenske gubitke.

## 2.OPIS TVRTKE

Djelatnost male tvrtke (30-tak zaposlenih) je građenje, sanacija te izvođenje pripremnih i završnih radova objekata niskogradnje.

Tvrtka je osnovana 1992. godine i 100% je u privatnom vlasništvu.

Direktor i vlasnik tvrtke je osnovao tvrtku nakon 10 godina radnog iskustva u građevinskom poduzeću. Stečeno iskustvo i znanje je iskoristio pri osnivanju i vođenju vlastite tvrtke.

Tvrtka posjeduje licencu za izvođenje radova na građevinama niskogradnje.

### SRATEŠKI CILJEVI:

- U potpunosti ostvariti zadovoljstvo svojih klijenata
- Konkurrirati na tržištu
- Unaprijeđenje kvaliteta usluge
- Održavati imidž tvrtke
- Ispunjavati dogovorene rokove gradnje



STROJEVI KOJE TVRTKA POSJEDUJE:

- **Jaružalo Caterpillar 335F L CR Medium hydraulic excavator** (Slika 2.1)
- Kapacitet lopate 1.3 m<sup>3</sup>
- Maksimalna brzina vožnje 5.5 km/h
- Težina 24000 kg
- Snaga 152.0 KW
- Godina proizvodnje 2012.
- Maksimalna visina kopanja 9665 mm
- Maksimalna visina istovara 6715 mm
- 2000 sati rada Kd=1.0



**Slika 2.1. Jaružalo tvrtke Caterpillar 335F L CR**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/1000001857.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/1000001857.html))

- **Utovarivač Caterpillar 973D** (Slika 2.2.)
- Snaga: 196 kw
- Nosivost: 28 tona
- Zapremina na vrh: 3.21 m<sup>3</sup>
- Težina praznog utovarivača: 25400kg
- Rezervoar 621 l
- Brzina punog utovarivača: 5 km/h
- Brzina praznog utovarivača: 11 km/h
- Godina proizvodnje 2012.
- 1500 sati rada Kd=1.0



**Slika 2.2. Utovarivač tvrtke Caterpillar 973D**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/track-loaders/track-loaders/17540852.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/track-loaders/track-loaders/17540852.html))

- **Kamion Mercedes-Benz Arocs 2645 (Slika 2.3.)**
- Snaga 450 ks
- Godina proizvodnje 2014.
- Međuosovinski razmak 3900
- Masa 26000 kg
- Dimenzije prtljažnog prostora 5100x2390x1050
- Vanjske dimenzije vozila 8.25 m
- 3000 sati rada  $K_d=0.98$
- Kapacitet:10 m<sup>3</sup>



**Slika 2.3. Kamion Mercedes-Benz Arocs**

(izvor: <http://www.mascus.hr/transport/kipar-kamioni/mercedes-benz-arocs-2645/kn8v8n1r.html>)

- **Mobilno sito FRONTIER** (Slika 2.4.)
- Spremnik: 7 m<sup>3</sup>
- Sito: površine 8,10 m<sup>2</sup> na obe etaže
- Tri otpremne trake hidraulički sklopive
- Učinak: U=200 m<sup>3</sup>/h
- Ukupna masa cca. 30 T
- Transportna visina: 3.15 m
- Transportna širina: 2.55 m
- Godina proizvodnje 2011.



**Slika 2.4. Mobilno sito tvrtke Frontier**

(izvor: <http://www.gradimo.hr/proizvod/mobilna-sita-za-prosijavanje-materijala-frontier/90831>)

- **140M3 Motor Grader** (Slika 2.5.)
- Snaga 149 kw
- Maksimalna brzina 49.9 km/h
- Kut zaokreta 50°
- Koeficijent iskorištenja radnog vremena  $K_v=0.75$
- 400 sati rada  $K_d=0.95$
- Visina noža 610 mm
- Širina noža 3.2 m
- Težina 20827 kg
- Godina proizvodnje 2012.
- Koeficijent dotrajivosti stroja  $K_d=0.9$



**Slika 2.5. 140M3 Motor Grader**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552915.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552915.html))

- **Finišer Caterpillar AS4252C** (Slika 2.6.)
- Širina asfaltiranja 5-8 m
- Maksimalna brzina 30 km/h
- Snaga 166 hp
- Učinak finišera: 200 m<sup>3</sup>/h
- Težina 3200 kg
- Godina proizvodnje 2012.



**Slika 2.6. Finišer Caterpillar AS4252C**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/asphalt-pavers/screeds/18187626.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/asphalt-pavers/screeds/18187626.html))

- **Valjak Caterpillar CB54B-Split Drum** (Slika 2.7.)
- Širina zbijanja 2.0 m
- Maksimalna brzina 12 km/h
- Snaga 98 kw
- Težina 10670 kg
- Godina proizvodnje 2012.
- Broj prijelaza po jednom traku  $n=6$
- Koeficijent dotrajalosti stroja  $K_d=1.0$



**Slika 2.7. Valjak CB54B-Split Drum**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18349914.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18349914.html))

### 3. RAZRADA RADOVA

Radovi na projektu se mogu razvrstati u slijedeće aktivnosti i podaktivnosti (Tablica 3.1.) Pri utovaru u pokretnu drobilicu koristimo jaružalo s dubinskom lapatom, te nekon toga koristimo utovarivač za utovar u damper.

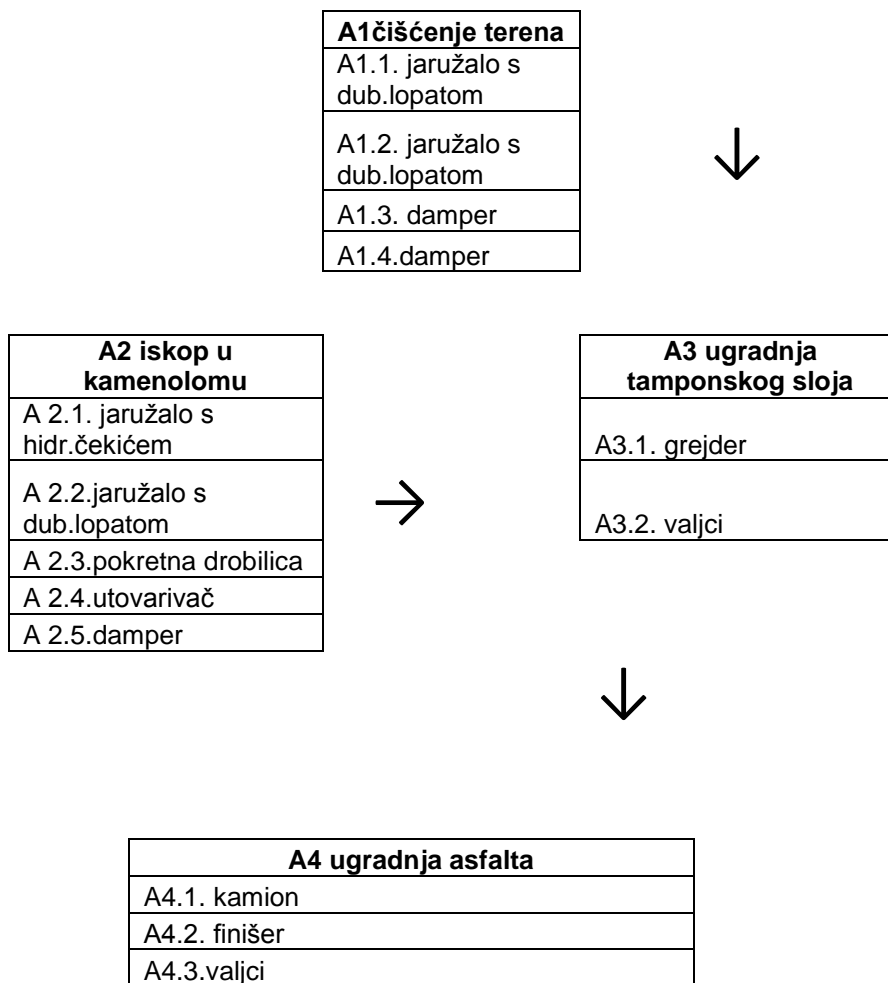
Tablica 3.1. Prikaz aktivnosti i odgovarajućih strojeva

| GLAVNE AKTIVNOSTI |                        | PODAKTIVNOSTI |                                   | STROJEVI                    |
|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| A1                | čišćenje terena        | A1.1.         | vađenje manjih stabala i raslinja | jaružalo sa dub. lopatom    |
|                   |                        | A1.2.         | utovar u damper                   | jaružalo sa dub. lopatom    |
|                   |                        | A1.3.         | odvoz materijala na otpad         | damper                      |
|                   |                        | A1.4.         | odvoz materijala na deponij       | damper                      |
| A2                | iskop iz kamenoloma    | A2.1.         | razaranje stijene                 | jaružalo sa hidra. čekićem  |
|                   |                        | A2.2.         | utovar u drobilicu                | jaružalo sa dub. lopatom    |
|                   |                        | A2.3.         | drobljenje mater. iz kamenoloma   | pokretna drobilica          |
|                   |                        | A2.4.         | utovar u damper                   | utovarivač                  |
|                   |                        | A2.5.         | odvoz materijala na gradilište    | damper                      |
| A3                | ugradnja tampon. sloja | A3.1.         | razastiranje materijala           | grejder                     |
|                   |                        | A3.2.         | nabijanje tamp. sloja             | valjci                      |
| A4                | ugradnja asfalta       | A4.1.         | transport asfalta                 | kamion                      |
|                   |                        | A4.2.         | ugradnja asfalta                  | finišer                     |
|                   |                        | A4.3.         | završno nabijanje                 | valjci                      |
| A5                | ispitivanje tla        | A5.1.         | vađenje uzorka iz bušotine        | rotacijska motorna bušilica |



Slijed aktivnosti za zadane radove je prikazan na slici 3.2. Ispitivanje tla „insitu“ je aktivnost koja ne ovisi ostalim aktivnostima. Izvodi se na početku projekta prije svih ostalih aktivnosti.

Slika 3.2. Slijed aktivnosti



## 4. ODABIR STROJEVA

U tablici 4.1. prikazano je koliko je strojeva potrebno, koliko ih tvrtka posjeduje i koliko će ih uzeti u najam. Iz toga možemo zaključiti:  $N_{\text{potrebno}} - N_{\text{tvrtka}} = N_{\text{najam}}$ , N predstavlja broj strojeva.

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

| STROJEVI                   | POTREBNO | TVRTKA | NAJAM |
|----------------------------|----------|--------|-------|
| Kamion                     | 5        | 5      | 0     |
| Utovarivač                 | 2        | 2      | 0     |
| Damper                     | 3        | 0      | 3     |
| Valjak                     | 4        | 4      | 0     |
| Grejder                    | 2        | 2      | 0     |
| Hidraulički čekić          | 1        | 0      | 1     |
| Finišer                    | 1        | 1      | 0     |
| Pokretna drobilica         | 1        | 1      | 0     |
| Jaružalo                   | 3        | 3      | 0     |
| Rotaciona motorna bušilica | 1        | 0      | 1     |

Izračun točnog broja potrebnih strojeva nalazi se u sljedećem poglavlju.

Nakon prethodne analize iz tablice ustanovljeno je da tvrtka posjeduje odgovarajući broj jaružala sa dubinskom lopatom, kamiona, utovarivača, valjaka, grejdera, finišera te pokretne drobilice. Međutim za izvršenje projekta potrebno je u najam uzeti sljedeće strojeve: 3 dampera, hidraulički čekić te rotacionu motornu bušilicu.

Strojevi kojima raspolaže tvrtka :

- 3 Jaružala Caterpillar 335F L CR Medium hydraulic excavator
- 2 Utovarivača Caterpillar 973D
- 5 Kamiona Mercedes-Benz Arocs 2645
- 2 Grejdera 140M3 Motor
- 1 Pokretna drobilica FRONTIER
- 1 Finišer Caterpillar AS4252C
- 4 Valjaka Caterpillar CB54B-Split Drum

Strojevi koje ce tvrtka uzeti u najam :

- **Hidraulički čekić Caterpillar** (Slika 4.2.)

Karakteristike hidrauličkog čekića:

- Raspon težine stroja: 17-26t
- Promjer šiljka: 119.5 mm
- Tempo udaranja: 352 – 620 udaraca u minuti
- Učinak: 8.0 m<sup>3</sup>/h
- Godina proizvodnje 2010.
- 3000 sati rada  $K_d = 0,91$



**Slika 4.2. Hidraulički čekić Caterpillar**

(izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/attachments/hammers/hammers\\_excavators/18106326.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/attachments/hammers/hammers_excavators/18106326.html))

- **3 Dampera Volvo A25F (Slika 4.3.)**
- Snaga: 235 kW
- Nosivost: 24 tona
- Zapremina na vrh: 15 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
- Godina proizvodnje 2012.
- 1500 sati rada  $K_d = 1,0$



**Slika 4.3. Damper tvrtke 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))

► **Rotaciona motorna bušilica (Slika 4.4.)**

- Max dubina bušenja 200 m
- Max prečnik bušenja 250 mm
- Broj obrtaja bušačeg vretena 0 – 650 min<sup>-1</sup>
- Godina proizvodnje 2011.
- 1500 sati rada,  $K_d = 1,0$



**Slika 4.4. Rotaciona motorna bušilica**

(izvor: [http://www.geomasina.co.rs/prospekti\\_program/prospekti.pdf](http://www.geomasina.co.rs/prospekti_program/prospekti.pdf))

# 5. 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.

Potrebno je dopremiti 45000 m<sup>3</sup> tampona i 30000 m<sup>3</sup> asfalta.

Ustanovljeno je da damperi na deponij trebaju odvesti 10000 m<sup>3</sup> otpada.

## 5.1. ČIŠĆENJE TERENA

- ▶ Usklađivanje rada jaružala sa dubinskom lopatom i dampera

### Potrebni podaci:

- ▶  $q$  – volumen lopate jaružala (1.3 m<sup>3</sup>)
- ▶ Trajanje okretanja pri istovaru  $T_c=26$  s
- ▶  $K_r$  – 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)
- ▶  $T_c$  – trajanje ciklusa jaružala (vrijeme istovara, transporta, okretaja, punjenja, uzimamo 90 s)
- ▶  $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (1000 m)
- ▶  $q$  – volumen sanduka dampera (11,7 m<sup>3</sup>)
- ▶  $N$  – nosivost dampera (24 000 kg)
- ▶  $\rho$  – specifična gustoća materijala (1 600 kg/m<sup>3</sup>)

### Proračun:

- ▶ **Jaružalo**
- ▶ Teorijski učinak :  $U_t=3600*c/T_c= 3600*1.3/26 = 166$  (m<sup>3</sup>/h)
- ▶ Stvarni učinak :  $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d= 166*0,74*0,90*1,0 = 110$  (m<sup>3</sup>/h)
- ▶ Dnevni učinak:  $U_p,d_n=U_p*sm_jena=110*8=880$ (m<sup>3</sup>/h)
- ▶ Vrijeme potrebno za utovar:  $T=10000/110=91$ h

- ▶ **Damper**
- ▶ provjera nosivosti =  $24\ 000 / 1600 = 15\ m^3$  , zadovoljavajuće
- ▶  $T(\text{utovar}) = q/U_p = 15/110 = 491\ (s)$
- ▶  $T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 1/10 + 1/15 = 600\ (s)$
- ▶  $T(\text{istovar}) = 40\ (s)$
- ▶  $T(\text{manevra}) = 120\ (s)$
- ▶ **Ciklus** :  $T_c = T_i + T_u + T_v + T_m = 1251\ (s)$

Izračun broja potrebnih dampera:

- ▶  $N_{\text{potrebnih dampera}} = \text{ciklus dampera} / \text{vrijeme utovara} = T_c / T_u = 1251/491 = \mathbf{3}$   
**dampera**

- ▶ Vrijeme potrebno za čišćenje:

$$T = V(\text{otpada}) / U_p (\text{jaružala}) = 10000 / 110 = \mathbf{91h}$$

Zaključak: Potrebna su nam **3 dampera i jaružalo** kako bi dobili najbolji učinak iskoristivosti radnog vremena i strojeva.

## 5.2.ISKOP U KAMENOLOMU

- ▶ Usklađivanje rada jaružala s hidrauličkim čekićem, jaružala s dubinskom lopatom, pokretne drobilice, utovarivača i dampera.

**Potrebni podaci:**

- ▶  $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,65 za VI. kat)
- ▶  $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 54 min čistog rada po satu odabrano 0,90)
- ▶  $T_c$  – trajanje ciklusa jaružala (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja, uzimamo 50s)
- ▶  $d$  – udaljenost na koju se odvozi materijal (1000 m)
- ▶  $q$  – volumen sanduka dampera ( $15\ m^3$ )
- ▶  $N$  – nosivost dampera (24 000 kg)
- ▶  $\rho$  – specifična gustoća šljunka ( $2\ 400\ kg/m^3$ )
- ▶  $T_c$  – ciklus utovarivača (90 s)
- ▶ Trajanje okretanja jaružala s dubinskom lopatom pri istovaru  $T_c=26\ s$

## Proračun:

### ▶ Hidraulički čekić

- ▶ Učinak:  $8 \text{ m}^3/\text{h}$
- ▶ Volumen stijene za razaranje je  $10000 \text{ m}^3$
- ▶  $T_{\text{potrebno}} = V_{\text{stijene}}/U_{\text{čekića}} = 10000/8 = 1250 \text{ h}$

### ▶ Jaružalo

- ▶ Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot c / T_c = 3600 \cdot 1.3 / 26 = 166 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- ▶ Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 166 \cdot 0,74 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 110 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- ▶ Dnevni učinak:  $U_{p,dn} = U_p \cdot \text{smjena} = 110 \cdot 8 = 880 \text{ (m}^3/\text{h)}$   
Vrijeme potrebno za utovar:  $T = 10000 / 110 = 91 \text{ h}$

### ▶ Pokretna drobilica

- ▶  $U_t = 200 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- ▶  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d = 200 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 180 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Potrebno je prosijati  $10000 \text{ m}^3$  zdrobljene stijene

$$\rho_{\text{šljunka}} = 1970 \text{ (kg/m}^3) \quad m_{\text{šljunka}} = V_{\text{šljunka}} \cdot \rho_{\text{šljunka}} = 10000 \cdot 1970 = 19700 \text{ (t)}$$

$$m_{\text{ukupno}} = m_{\text{šljunka}} = 19700 \text{ (t)}$$

- ▶  $T_{\text{prosijavanja}} = 19700 / 180 = 56 \text{ (h)}$

### ▶ Utovarivač

- ▶ Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot c / T_c = 3600 \cdot 3.21 / 90 = 128 \text{ (m}^3/\text{h)}$
- ▶ Stvarni učinak :  $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v = 128 \cdot 0,65 \cdot 0,90 = 75 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Izračun broja potrebnih dampera:

- ▶  $N_{\text{potrebnih utovarivača}} = U_d / U_u = 180 / 75 = 2 \text{ utovarivača}$



▶ **Damper**

- ▶ provjera nosivosti =  $24\ 000 / 2400 = 10\ \text{m}^3$  , nije zadovoljavajuće  $15\ \text{m}^3$  stoga odabiremo  $10\ \text{m}^3$
- ▶  $T(\text{utovar}) = q/U_p = 10/75 = 480\ (\text{s})$
- ▶  $T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 1/10 + 1/15 = 600\ (\text{s})$
- ▶  $T(\text{istovar}) = 40\ (\text{s})$
- ▶  $T(\text{manevra}) = 120\ (\text{s})$
- ▶ **Ciklus** :  $T_c = T_i + T_u + T_v + T_m = 1240\ (\text{s})$

Izračun broja potrebnih dampera:

- ▶  $N_{\text{potrebnih dampera}} = \text{ciklus dampera} / \text{vrijeme utovara} = T_c / T_u = 1240/480 = 3$   
**dampera**

Zaključak : Potrebno nam je **jaružalo s hidrauličkim čekićem, jaružalo s dubinskom lopatom, 2 utovarivača i 3 dampera te pokretna drobilica** kako bi dobili najbolju iskoristljivost radnog vremena i strojeva.

### 5.3.UGRADNJA TAMPONSKOG SLOJA

▶ **Grejder**

- ▶ Širina noža: 3.2 m
- ▶ Srednja bruina 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  $K_{\text{prekl}}=0.95$
- ▶ Koeficijent dotrajnosti stroja  $K_d=0.9$
- ▶ Teorijski učinak grejdera:  
 $U_t^G = ((v \cdot b) / n)$
- ▶  $U_t^G = ((1,38 \cdot 3.2) / 5) \cdot 3600 = 3477 \text{ m}^2/\text{h}$
- ▶  $U_p^G = ((1,38 \cdot 3.2) / 5) \cdot 3600 \cdot 0,75 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 2229,6 \text{ m}^2/\text{h}$
- ▶ Potrebno je isplanirati površinu od 150000 m<sup>2</sup> na zamišljenoj trasi.

Vrijeme potrebno za razastiranje i planiranje:

$$T = 150000 / 2229.6 = 68\text{h}$$

▶ **Valjak**

- ▶ Debljina nasutog sloja  $d=30 \text{ cm}$
- ▶ Brzina kretanja valjka  $v=4000 \text{ m/h}$
- ▶ Korisna širina valjka:  $b=2\text{m}$
- ▶ Potrebno je zbiti površinu od 150000 m<sup>2</sup> na zamišljenoj trasi.
- ▶ Broj prijelaza valjka po jednom traku  $n=6$
- ▶ Koeficijent dotrajnosti valjka  $K_d=1.0$
- ▶ Vrijeme čistog rada  $t_r=50 \text{ min}$
- ▶ Teorijski učinak valjka:

$$U_t^V = ((v \cdot d \cdot b) / n)$$

$$U_t^V = ((4000 \cdot 0,3 \cdot 2) / 6) = 240\text{m}^3/\text{h}$$

- ▶ Planski učinak valjka:

$$U_p^V = ((v \cdot d \cdot b) / n) \cdot (t_r / 60)$$

$$U_p^V = ((4000 \cdot 0,3 \cdot 2) / 6) \cdot (50 / 60) = 200\text{m}^3/\text{h}$$

Vrijeme potrebno za zbijanje tampona:

$$T = 45000 / 200 = 220\text{h}$$

Zaključak: Potrebna su nam **2 grejdera te 4 valjka** za razastiranje i zbijanje tamponskog sloja kako bi dobili najbolji učinak iskoristljivosti radnog vremena i strojeva.

#### 5.4.UGRADNJA ASFALTA

Usklađivanje rada kamiona,finišera i valjaka.

Učinak tvornice asfalta je  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Učinak finišera:  $200 \text{ m}^3/\text{h}$

Količina asfalta za ugradnju:  $30000 \text{ m}^3$

##### Proračun:

- ▶ **Kamion i finišer**
- ▶ Volumen koša:  $10 \text{ m}^3$
- ▶ Brzina praznog kamiona:  $v=60 \text{ km/h}$
- ▶ Brzina punog kamiona:  $v=45 \text{ km/h}$
- ▶ Vrijeme utovara  $T_u=10/40=0.375 \text{ h}=900 \text{ s}$
- ▶ Vrijeme vožnje punog kamiona  $T_{vp}=3/45=240 \text{ s}$
- ▶ Vrijeme vožnje praznog kamiona  $T_k=3/60=180 \text{ s}$
- ▶ Vrijeme povratka  $T_p=180 \text{ s}$
- ▶  $T_c=900+240+180+180=1500 \text{ s}$
- ▶  $T_c \text{ finišera}=300 \text{ s}$

Potreban broj kamiona za sinkronizirani rad s finišerom

- ▶  $N_{\text{kamiona}}=1500/300=5 \text{ kamiona}$

Potrebano vrijeme za asfaltiranje dionice ceste dužine 5 km i širine 30m.

- ▶  $T_{\text{potrebno}} = 30000/200=150 \text{ h}$

- ▶ **Valjak**
- ▶ Debljina sloja  $d=20$  cm
- ▶ Brzina kretanja valjka  $v=4000$  m/h
- ▶ Korisna širina valjka:  $b=2$ m
- ▶ Potrebno je zbiti površinu od  $150000$  m<sup>2</sup> na zamišljenoj trasi.
- ▶ Broj prijelaza valjka po jednom traku  $n=6$
- ▶ Koeficijent dotrajalosti valjka  $K_d=1.0$
- ▶ Vrijeme čistog rada  $t_r=50$  min
- ▶ Teorijski učinak valjka:  

$$U_t^v = (v \cdot d \cdot b) / n$$

$$U_t^v = ((4000 \cdot 0,2 \cdot 2) / 6) = 268 \text{ m}^3/\text{h}$$
- ▶ Planski učinak valjka:  

$$U_p^v = (v \cdot d \cdot b) / n \cdot (t_r / 60)$$

$$U_p^v = ((4000 \cdot 0,3 \cdot 2) / 6) \cdot (50 / 60) = 224 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vrijeme potrebno za zbijanje tampona:  
 $T = 45000 / 224 = 200 \text{ h}$

Zaključak: Potrebno nam je **5 kamiona, 3 valjka i finišer** za ugradnju asfaltnog sloja.

## **ISPITIVANJE TLA „IN SITU“**

Teren se ispituje radi potpune geotehničke identifikacije, klasifikacije i određivanja geotehničkih karakteristika tla i stijene na zamišljenoj trasi.

Geotehničke karakteristike se određuju ispitivanjima na terenu (istraživanja in situ) i laboratorijskim ispitivanjem poremećenih i neporemećenih uzoraka.

Ispitivanja na terenu se izvode pomoću rotacione motorne bušilice

Za ispitivanje uzoraka tla u laboratoriji radi upoznavanja karakteristika temeljnog tla vadi se propisan, odnosno potreban broj poremećenih uzoraka. Uzorci se pažljivo pakiraju u odgovarajuće sanduke, označavaju i otpremaju u geotehnički laboratorij.

Za prikaz rezultata istražnih radova koriste se sondažni profil i geotehnički profil koji nastaje spajanjem više sondažnih profila.

## 6. ZAKLJUČAK

Za čišćenje terena potrebna su nam 3 dampera i jaružalo s dubinskom lopatom. Radove u kamenolomu vrši jaružalo s hidrauličkim čekićem, jaružalo s dubinskom lopatom, 2 utovarivača, 3 dampera te pokretna drobilica kako bi mogli odvojiti tampon koji ćemo poslije ugraditi u kolničku konstrukciju. Prilikom ugradnje tamponskog sloja koristimo grejdere za razastiranje tamponskog sloja te glatke valjke za zbijanje tampona. Prema proračunu za razastiranje tampona ćemo koristiti 2 grejdere, a za zbijanje te površine potrebna su nam 4 valjka. Za asfaltiranje kolničke konstrukcije u debljini od 20 cm koristiti ćemo 5 kamiona, 3 valjka te finiše. Kako se radovi na čišćenju trase i radovi u kamenolomu rade paralelno, potrebno nam je jaružalo s hidrauličkim čekićem te 2 jaružala s dubinskom lopatom.

**Ukupan broj strojeva:** damper x 3 , jaružalo s mehaničkim čekićem, jaružalo s dubinskom lopatom x 2 , utovarivači x 2 , pokretna drobilica x 1 , grejder x 2 , kamion x 5, valjak x 4, finiše x 1.

# 7. LITERATURA I DRUGI IZVORI

## 7.1. LITERATURA

- Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.
- Rudolf Lončarić, ORGANIZACIJA IZVEDBE GRADITELJSKIH PROJEKATA, Zagreb, 1995.

## 7.2. DRUGI IZVORI

[http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/1000001857.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/1000001857.html)

[http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/track-loaders/track-loaders/17540852.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/track-loaders/track-loaders/17540852.html)

<http://www.mascus.hr/transport/kiper-kamioni/mercedes-benz-aocs-2645/kn8v8nlr.html>

<http://www.gradimo.hr/proizvod/mobilna-sita-za-prosijavanje-materijala-frontier/90831>

[http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552915.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders/18552915.html)

[http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/asphalt-pavers/screeds/18187626.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/asphalt-pavers/screeds/18187626.html)

[http://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18349914.html](http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18349914.html)

[http://www.cat.com/en\\_US/products/new/attachments/hammers/hammers-excavators/18106326.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/attachments/hammers/hammers-excavators/18106326.html)

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

[http://www.geomasina.co.rs/prospekti\\_program/prospekti.pdf](http://www.geomasina.co.rs/prospekti_program/prospekti.pdf)