Izbor i usklađivanje rada strojeva prilikom iskopa tunela i izgradnje ceste

Bratović, Šime

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:865179

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Šime Bratović

Split, 2016.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Šime Bratović

Izbor i usklađivanje rada strojeva prilikom iskopa tunela i izgradnje ceste

Završni rad

Split, 2016.

Iskop tunela i izgradnja ceste

Sažetak:

U ovom završnom radu prikazuje se rješenje problema usklađivanja rada strojeva prilikom iskopa tunela i izgradnje ceste duge 10km. Cilj je postizanje rješenja koje koje će biti što kvalitetnije i ekonomski prihvatljivije.

Ključne riječi:

Građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, cesta, tunel

Tunnel excavation and road construction

Abstract:

In this final work is the resolve problem of synchronisation of the machynery during the tunnel excavation and construction road 10km long. The aim is to achive a solution that will be best possible and economically acceptable.

Keywords:

Construction machinery, machinery harmonisation, road , tunnel

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. AKTIVNOSTI 2
   2.1 Iskop tunela 2
   2.2 Iskop zasjeka 2
   2.3 Izrada nasipa 2
   2.4 Izrada posteljice 2
   2.5 Asfaltiranje 2
3. STROJEVI 3
4. IZBOR I ANALIZA STROJEVA 5
   4.1 Jaružalo Cat 330 D L 5
   4.2 Kamion kiper Mercedes Benz actros 4141 5
   4.3 TBM stroj „krtica“ 6
   4.4 Utovarivač Cat 907H 6
   4.5 Buldozer Cat D3K2 7
   4.6 Čeljusna drobilica 8
   4.7 Grejder Cat 140 K 8
   4.8 Valjak Cat CS-563C 9
   4.9 Finišer na gusjenicama Vogele BF 700 C-2 10
5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA 11
   5.1 AKTIVNOST: ISKOP TUNELA 11
      5.1.1 TBM stroj „krtica“ 11
      5.1.2 Utovarivač 11
      5.1.3 Kamion kiper 12
   5.2 AKTIVNOST: ISKOP ZASJEKA 12
      5.2.1 Jaružalo s dubinskom lopatom 12
      5.2.2 Kamion kiper 13
   5.3 AKTIVNOST: IZRADA NASIPA 13
      5.3.1 Buldozer 14
      5.3.2 Utovarivač 14
      5.3.3 Kamion kiper 14
   5.4 AKTIVNOST: IZRADA POSTELJICE 14
      5.4.1 Čeljusna drobilica 15
      5.4.2 Utovarivač 15

5.4.3 Kamion kiper 15
5.4.4 Grejder 15
5.4.5 Valjak 16
5.5 AKTIVNOST: ASFALTIRANJE 16
5.5.1 Finišer na gusjenicama 16
5.5.2 Kamion kiper 17
5.5.3 Valjak 17
6. ZAKLJUČAK 18
7. LITERATURA 19

1. UVOD

U radu će se prikazati hipotetski slučaj odabira i usklađivanja rada strojeva na projektnom zadatku iskopa tunela i izgradnje ceste.
Tvrtka posjeduje sve odabrane strojeve te nije potrebno unajmljivanje istih.

U radu je prikazan detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva prikazanih slikama i potrebnim karakteristikama.

2. AKTIVNOSTI

U ovom završnom radu prikazati će se usklađivanje strojeva za iskop tunela i izradu ceste. U tom smislu ovdje će se promatrati slijed aktivnosti. U tablici 1. razrađene su aktivnosti.

2.1 Iskop tunela
2.2 Iskop zasjeka
2.3 Izrada nasipa
2.4 Izrada posteljice
2.5 Asfaltiranje

Tablica 1. Prikaz aktivnosti

AKTIVNOSTI	PODAKTIVNOSTI
Iskop tunela	Iskop materijala iz tunela
	Odvajanje kvalitetnog materijala za izradu posteljice
	Utovar i odvoz viška materijala na deponij
Iskop zasjeka	Iskop materijala za izradu nasipa
	Odvoz materijala za izradu nasipa
Izrada nasipa	Utovar i dovoz materijala za izradu nasipa
	Izrada nasipa
Izrada posteljice	Drobljenje kamena
	Utovar i dovoz materijala za izradu posteljice
	Razastiranje materijala za izradu posteljice
	Zbijanje materijala za izradu posteljice
Asfaltiranje	Dovoz asfalta
	Izrada ceste

3. STROJEVI

Za izvršenje aktivnosti odnosno podaktivnosti koje su navedeni u tablici 1. potrebni su strojevi koji su navedeni u tablici 2.

Jaružalo
Kamion kiper
TBM stroj „krtica“
Utovarivači
Buldozer
Čeljusna drobilica
Grejderi
Valjci
Finišer na gusjenicama

Tablica 2. Prikaz aktivnosti i odgovarajućih strojeva

AKTIVNOSTI	PODAKTIVNOSTI	VRSTA STROJEVA
Iskop tunela	Iskop materijala iz tunela	TBM stroj „krtica“
	Odvajanje kvalitetnog materijala za izradu posteljice	Utovarivač
	Utovar i odvoz viška materijala na deponij	Utovarivač, Kamion kiper
Iskop zasjeka	Iskop materijala za izradu nasipa	Jaružalo
	Odvoz materijala za izradu nasipa	Kamion kiper
Izrada nasipa	Utovar i dovoz materijala za izradu nasipa	Utovarivač, Kamion kiper
	Izrada nasipa	Buldozer
Izrada posteljice	Drobljenje kamena	Čeljusna drobilica
	Utovar i dovoz materijala za izradu posteljice	Utovarivač, kamion kiper
	Razastiranje materijala za izradu posteljice	Grejderi
	Zbijanje materijala za izradu posteljice	Valjci
Asfaltiranje	Dovoz asfalta	Kamion
	Izrada ceste	Finišer na gusjenicama

4. IZBOR I ANALIZA STROJEVA

U nastavku su prikazani potrebni stojevi sa slikama i potrebnim karakteristikama.

4.1 Jaružalo Cat 330 D L

-Volumen lopate: 2,6 m^3

- Snaga: 201,3 kW

- Radna Težina: 36 151 kg
- Maksimalna dubina kopanja: 7485 mm
- Maksimalni doseg na razini tla: 11714 mm



Slika 1. Jaružalo s dubinskom lopatom [2]

4.2 Kamion kiper Mercedes Benz actros 4141

- Volumen koša 16 m^3
- Najveća dopuštena masa 40000 kg
- 4 osovine
- Snaga 300 KW



Slika 2. Kamion kiper [3]

4.3 TBM stroj „krtica“



Slika 3.TBM stroj „krtica“ [4]

- Maksimalni promjer bušenja: 10,82 m
- Iskop materijala po danu: 24 m/dan

4.4 Utovarivač Cat 907H

- Zapremnina lopate 2,5 m^3
- Spremnik za gorivo 51,5 gal
- Snaga 110 KW
- 3600 sati rada K_d = 0,90

- Radna težina 13073 kg



Slika 4. Utovarivač [5]

4.5 Buldozer Cat D3K2

- Dimenzije noža: 3.38x0.85 m
- Volumen lopate: 2,3 m^3
- Snaga: 92 kW
- Maksimalna brzina: 12 km/h
- 3000 sati rada, K_d = 1,0



Slika 5. Buldozer [6]

4.6 Čeljusna drobilica

- Broj okretaja = 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
- Kut naklona između čeljusti = 38°
- 3000 sati rada K_d = 0,91



Slika 6. Čeljusna drobilica [7]

4.7 Grejder Cat 140 K

- Težina: 14 768 kg
- Snaga: 127 kW
- Maksimalna brzina: 46 km/h
- Dimenzije noža: 663 mm x 512 mm
- Maksimalno okretanje noža: 90°
- Maksimalno upadanje noža u materijal: 462 mm

- Širina noža: 3,7 m



Slika 7. Grejder [8]

4.8 Valjak Cat CS-563C

- Snaga: 112 KW
- Ukupna dužina 5760 mm
- Visina do vrha kabine 3070 mm
- Međuosovinski razmak 2900 mm
- Maksimalna brzina: 11,4 km/h
- Širina valjka: 2,74 m
- Težina: 11215 kg



Slika 8. Valjak na kotačima s gumama [9]

4.9 Finišer na gusjenicama Vogele BF 700 C-2

- Nazivna snaga pri 1800 o / min bruto 235 KS
- Maksimalna širina asfaltiranja 8,6 m
- Najveća brzina asfaltiranja 20,12 m/min
- Maksimalno popločavanje debljine 0,30 m



Slika 9. Finišer na gusjenicama [10]

5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

5.1 AKTIVNOST: ISKOP TUNELA

Usklađivanje rada TBM stroja „krtica“, utovarivača i kamion kipera.

Potrebni podaci:

Zapremina lopate = 2,5 m^3

K_r– koeficijent rastresitosti tla (za A kategoriju odabrano 1,5)

K_v– koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 1 sat čistog rada po satu odabrano 0,90)

K_d- koeficijent zastarjelosti (1,0)

T_i- vrijeme potrebno za iskop (40 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 (5000 m)

q– zapremnina lopate utovarivača (2,5 m^3)

brzina vožnje punog kamiona 30 km/h, brzina vožnje praznog kamiona 45 km/h

5.1.1 TBM stroj „krtica“

- Teorijski učinak: 30 m/dan
- Planski učinak: 30*0,8 = 24 m/dan
- Količina koja se iskopa po danu: $24*3,5^2*\Pi = 923,6$ m^3/dan

5.1.2 Utovarivač

- Teorijski učinak: $U_t=3600*q/T_c = 3600*2,5/90 = 100$ (m^3/h)
- Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d$ (m^3/h) = 100*1,5*0,9*1,0 = 135 (m^3/h)
- Ukupan broj utovarivača: $U_{p\ utovarivač}/ U_{p\ krtice}$ = 135/128,73 = 1 utovarivač

5.1.3 Kamion kiper

- T(utovar)= q/U_p = 16/135 = 427 (s)
- T(puna+prazna voznja) = $d/v_{pun}+d/v_{pra}$ = 5/30+5/45 = 0,277 h = 1000 (s)
- T(istovar i manevar) = 300 (s)
- Ciklus: $T_c = T_i+m+T_u+T_v$ = 1727 (s)
- Planski učinak: $U_p = q/T_c*K$=16/1727*1,0 = 33,35 (m^3/h)
- Izračun broja potrebnih kamiona:
- $N_{potrebnih\ kamiona}$ = ciklus kamiona/vrijeme utovara = 1728/427 = 4 kamiona

Zaključak: Potrebno nam je **4 kamiona, 1 utovarivač i 1 TBM stroj „krtica“**

5.2 AKTIVNOST: ISKOP ZASJEKA

Usklađivanje rada jaružala s dubinskom lopatom i kamion kipera.

Potrebni podaci:

q– volumen lopate jaružala (2,6 m^3)

K_r– koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,74)

K_p– koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,85)

K_v– koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 52 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:

5.2.1 Jaružalo s dubinskom lopatom

- Ciklus: $T_c = T_i+T_p+T_o$ = 30+15+5 = 50 s
- Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c$ = 3600*2,6/50 = 187,2 (m^3/h)

- Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_z*K_p*K_d = 187,2*0,74*0,90*0,98*0,85*1,0 = 103,85$ (m^3/h)

5.2.2 Kamion kiper

- T(utovar) = $q/U_p = 16/103,85 = 555$ (s)
- T(puna+prazna voznja) = $d/v_{pun}+d/v_{pra} = 5/30+5/45 = 1000$ (s)
- T(istovar i manevar) = 300 (s)
- Ciklus: $T_c = T_i+m+T_u+T_v = 1855$ (s)
- Izračun broja potrebnih kamiona: $N_{potrebnih\ kamiona}$ = ciklus kamiona/vrijeme utovara = 1855/555 = 4 kamiona

Zaključak: Potrebno nam je **4 kamiona i 1 jaružalo**.

5.3 AKTIVNOST: IZRADA NASIPA

Usklađivanje rada buldozera, utovarivača i kamion kipera

Potrebni podaci:

q– volumen lopate buldozera (2,3 m^3)

K_r– koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 0,74)

K_v– koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 52 min čistog rada po satu odabrano 0,90)

K_d- koeficijent zastarjelosti (1,0)

T_i- vrijeme potrebno za istovar (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 sa koje se dovozi materijal (5000 m)

q– zapremnina lopate utovarivača (2,5 m^3)

Brzina vožnje punog kamiona 30 km/h, brzina vožnje praznog kamiona 45 km/h.

Proračun:

5.3.1 Buldozer

- Ciklus: $T_c = T_i+T_{tr}+T_{pov}+T_o = 40+30+15+5 = 90$ s
- Teorijski učinak: $U_t = 3600*c/T_c = 3600*2,3/90 = 92$ (m^3/h)
- Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d = 92*0,74*0,90*1,0 = 61,27$ (m^3/h)

5.3.2 Utovarivač

- Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*2,5/90 = 100$ (m^3/h)
- Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d$ (m^3/h) = $100*0,74*0,90*1,0 = 59,94$ (m^3/h)

5.3.3 Kamion kiper

- T(utovar) = $q/U_p = 16/61,27 = 940$ (s)
- T(puna+prazna voznja) = $d/v_{pun}+d/v_{pra} = 5/30+5/45 = 0,277$ h = 1000 (s)
- T(istovar i manevar) = 300 (s)
- Ciklus: $T_c = T_i+m+T_u+T_v = 2240$ (s)
- Planski učinak: $U_p = q/T_c*K = 16/2240*1,0 = 25,71$ (m^3/h)
- Izračun broja potrebnih kamiona: $N_{\text{potrebnih kamiona}} = 60/25 = 3$ kamiona

Zaključak: Potrebno nam je**: 1 utovarivač, 1 buldozer, 3 kamiona.** Odabran je jedan utovarivač jer stvarni učinak buldozera približno odgovara učinku utovarivača.

5.4 AKTIVNOST: IZRADA POSTELJICE

Usklađivanje rada čeljusne drobilice, utovarivača, kamiona kipera, grejdera i valjka.
Potrebni podaci:
d– udaljenost sa koje se dovozi materijal (5000 m)
q– zapremnina lopate utovarivača (7 m^3)
U_t– teorijski učinak buldozera (92 m^3)
T_c– ciklus buldozera (90 s)

Proračun:

5.4.1 Čeljusna drobilica

-$U_p = 0,03*K_r*K_v*K_d*n*b*s(d+e)*\rho /tg\alpha$ (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
- ρ = specifična gustoća stijene = 2600 kg/m^3
- α = ugao naklona između čeljusti = 38°
- $U_p = 0,03*0,65*0,90*0,91*9000*650*650(1000+350)*2600/0,78 = 273275$kg/h = 273t/h ≈ 160 m^3/h (Učinak drobilice: 60-300 m^3/h)

- Potrebno je zdrobiti: 10000*0,1*5 = 5000 m^3 kamenog materijala
- Vrijeme potrebno za drobljenje materijala: T = 5000/160 = 32 h

5.4.2 Utovarivač

- Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*2,5/90 = 100$ (m^3/h)
- Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d$ (m^3/h) = 100*0,74*0,90*1,0 = 59,94 (m^3/h)

5.4.3 Kamion kiper

- (utovar) = $q/U_p = 16/59,94 = 961$ (s)
- T(puna+prazna voznja) = $d/v_{pun}+d/v_{pra} = 5/30+5/45 = 1000$ (s)
- T(istovar i manevar) = 300 (s)
- Ciklus: $T_c = T_i+m+T_u+T_v = 2261$ (s)
- Izračun broja potrebnih kamiona: $N_{potrebnih\ kamiona}$= 60 / 25 = 3 kamiona

5.4.4 Grejder

- v- brzina kretanja, 3 km/h

- K_v- koeficijent radnog vremena, 0,8
- n- broj prijelaza, n = 4
- L- duljina kretanja, 10 km
- Vrijeme trajanja: $T = \frac{n \cdot L \cdot K_v}{V} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 0.8}{3} = 11h$
- Planski učinak: $Up = \frac{5000}{11} = 454\ m^3/\text{h}$

5.4.5 Valjak

- v- brzina valjka, v = 3 km/h
- d- debljina nasutog sloja, d = 10 cm
- b- širina valjka, b = 2,74 m
- n- broj prijelaza, n = 4
- K_v-koeficijent korištenja radnog vremena 0,8

$$Up = \frac{v \cdot d \cdot b}{n} \cdot K_v = \frac{3000 \cdot 0{,}1 \cdot 2{,}74}{4} \cdot 0{,}8 = 164{,}4 m^3/h$$

$N_{grejder}$/valjak=$Up_{grejder}/Up_{valjak}$ = 454 / 164,4 =3 valjka

Zaključak: Potrebne su nam 1 čeljusna drobilica, 1 utovarivač, 3 kamion kipera i 1 grejder, 3 valjka.

5.5 AKTIVNOST: ASFALTIRANJE

Usklađivanje rada finišera na gusjenicama, kamion kipera i valjka:

5.5.1 Finišer na gusjenicama

- Teorijski učinak: $U_t = 20{,}12 \cdot 60 = 1207\ m/h$
- Radna širina: 5 m
- Debljina asfalta: 0,05 m
- Planski učinak: $Up = U_t \cdot K_v = 1207 \cdot 0{,}80 \cdot 5 \cdot 0{,}05 = 241{,}4\ m^3/h$

5.5.2 Kamion kiper

- T(utovar) = q/U_p = 16/59,94 = 961 (s)
- T(puna+prazna vožnja) = $d/v_{pun}+d/v_{pra}$ = 5/30+5/45 = 1000 (s)
- T(istovar i manevar) = 300 (s)
- Ciklus: $T_c = T_i+m+T_u+T_v$ = 2261 (s) =37,7 min
- U_p kamiona = 30 m^3/h

$$N_{potrebnih\ kamiona} = \frac{241,4}{25} = 8\ kamiona$$

5.5.3 Valjak

- v- brzina valjka, v = 6 km/h
- d- debljina nasutog sloja, d = 0,05 cm
- b- širina valjka, b = 2,74 m
- n- broj prijelaza, n = 5
- K_v- koeficijent korištenja radnog vremena 0,8
- Planski učinak

$$Up = \frac{v \cdot d \cdot b}{n} \cdot K_v = \frac{6000 \cdot 0,05 \cdot 2,74}{5} \cdot 0,8 = 131,52 m^3/h$$

$$N_{potrebnih\ valjaka} = \frac{241,4}{131,52} = 2\ valjka$$

Zaključak: Potrebno nam je 8 kamiona, 2 valjka, 1 finišer.

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano usklađivanje rada strojeva za izradu ceste duljine 10 km uz iskopavanje tunela dužine 500m.

Nakon analize dobiveni su slijedeći rezultati koji su navedeni u nastavku.

Za iskop tunela je potrebno: 1 TBM stroj „krtica“, 1 utovarivač i 4 kamion kipera. Kvalitetan materijal se odvaja odmah po iskopu tunela te se vozi na drobljenje za izradu posteljice. Višak materijala se odvozi na deponij. Zatim se radi iskop zasjeka za koji je potrebno 1 jaružalo s dubinskom lopatom koji vrši iskop materijala i 4 kamiona kipera koji odvoze materijal. Jaružalo ukrcava materijal u kamione te se odvozi na deponij za odvajanje kvalitetnog materijala za izradu nasipa. Za izradu nasipa potreban je 1 utovarivač, 1 buldozer, 3 kamiona. Utovarivač odvaja dovezeni materijal za izradu nasipa te buldozerom radimo nasip. Za izradu posteljice je potrebna 1 čeljusna drobilica, 1 utovarivač, 3 kamion kipera, 1 grejder, 3 valjka. Posteljica se radi od materijala iz tunela koji se drobi čeljusnom drobilicom te trasportira kamion kiperima. Za asfaltiranje je potrebno 8 kamiona, 2 valjka, 1 finišer na gusjenicama. Asfalt se dovozi kamionima koji se razastire finišerom. Nakon razastiranja zbijanje asfalta se radi valjcima.

Ukupan broj strojeva: TBM stroj „krtica“ x 1 , utovarivač x 3, jaružalo s dubinskom lopatom x 1, kamion kiper x 22, buldozer x 1, čeljusna drobilica x 1, grejder x 1, valjak x 5, finišer na gusjenicama x 1.

7. LITERATURA

[1] Slunjski E.; *Strojevi u građevinarstvu*, Zagreb 1995.

[2] http://www.megacontracting.com/excavators/?&SingleProduct=204

[3] http://www.truck1.eu/trucks/tippers/mercedes_benz_actros_4141_8x4-a2028109.html

[4] http://www.therobbinscompany.com/en/our-products/tunnel-boring-machines/main-beam/

[5] http://www.cat.com/en_US/products/rental/equipment/wheel-loaders/compact-wheel-loaders/18344435.html

[6] http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/small-dozers/1000001453.html

[7] http://www.mascus.hr/gra%C4%91evinarstvo/rabljene-drobilice/jost-gipo/cwjxepis.html

[8]http://www.ritchiespecs.com/specification?type=con&category=Motor+Grader&make=Caterpillar&model=140H&modelid=91709

[9] https://www.w-equipment.com/machinery-specifications/models/52786/caterpillar-cs-563c.html

[10] http://www.bomag.com/world/en/products/asphalt/Paver/BF+700+C-2.html