

Izrada skladišta i vojne piste uz prethodno uređenje puta

Matijević, Marijan

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:145204>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Marijan Matijević

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Marijan Matijević

**Izrada skladišta i vojne piste uz prethodno
uređenje puta**

Završni rad

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

KANDIDAT: Marijan Matijević

BROJ INDEKSA: 1527

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

PREDMET: Tehnologija Građenja

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za izgradnju vojne piste i skladišta uz prethodno uređenje puta

Opis zadatka: Na temelju teorijskog znanja student će na hipotetskom primjeru tvrtke i radova odabrati i uskladiti rad strojeva za uređenje prilaznog puta, izradu skladišta i piste za postrojavanja ljudstva i strojeva.

U Splitu, 1.04.2015.

Voditeljica Završnog rada:

Prof.dr.sc Snježana Knezić

Uređenje prilaza, izrada skladišta i piste

Sažetak:

Za uređenje puta te izgradnju skladišta i piste potrebno je uskladiti rad građevinskih strojeva. Rad prikazuje primjenu metodologije usklađivanja rada strojeva na hipotetskom primjeru.

Ključne riječi:

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, skladište, pista, prilazni put

Excavation of construction pit

Abstract:

For construction of road as well as construction of warehouse and plateau it is necessary to harmonise the work of construction machinery. The work shows an application of the methodology for harmonisation and coordination of working machines given by a theoretical example.

Keywords:

construction machinery, coordination of working machines, warehouse, plateau, road

Sadržaj:

stranica:

1. Uvod.....	6
2. Opis vojne inženjerije.....	7
3. Opis građevinske tvrtke.....	8-14
4. Opis radova.....	18
5. Prikaz aktivnosti.....	19
6. Uskladjivanje rada strojeva.....	20-31
7. Odabir strojeva.....	32
8. Zaključak.....	33
9.Literatura.....	34

1. 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.

Vojna inženjerija radi projekt vježbovnog poligona. Pošto MORH nema potrebite strojeve unajmljuje građevinsku tvrtku za izradu građevinskih radova. U radu se nalazi detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva i određeno je vrijeme potrebno kako za ukupnu tako i za pojedinu operaciju.

2. OPIS VOJNE INŽENJERIJE

Inženjerija je rod vojske koji izvršava zadatke tehničkog i borbenog karaktera. Izvodi radove na suhozemnim komunikacijama i logorskim građevinama, pronalazi i eksploatira vodu, ruši razne objekte, postavlja i savladava razne vrste minsko-eksplozivnih prepreka, vodene i fortifikacijske prepreke i objekte, raspolaže inženjerijskim mašinama i drugim inženjerijskim sredstvima.

Zbog velikog nedostatka građevinskih strojeva za ovaj projekt Ministarstvo obrane republike Hrvatske će unajmiti građevinsku tvrtku koja će obavljati te poslove.

3. OPIS GRAĐEVINSKE TVRTKE

Tvrtka „Inženjerko gradnja d.o.o.“ bavi se poslovima u graditeljstvu, prijevozu mehanizacije, izgradnjom i prodajom stanova, prodajom i transportom betona te trgovinom nekretninama. Baveći se graditeljstvom tvrtka se razvijala i tijekom tog razdoblja prolazila kroz različite organizacijske oblike. Osnovni princip na kojemu se zasniva cijelokupno poslovanje tvrtke su: kvaliteta usluge, poštivanje dogovorenih rokova te korištenje modernih tehnologija.

3.1 Strojevi koje tvrtka posjeduje, a potrebni su u ovom projektu:

- **BULDOZER Cat®C15 ACERT™ (slika 3.1)**

Tip noža XW SU

Širina noža 3000 mm

Kapacitet noža 2,7 m³

Snaga 105 KW

1500 sati rada $K_d = 0,85$

Težina 12803 kg



SLIKA 3.1 Buldozer Cat®C15 ACERT™

(Izvor: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html)

- **GREJDER VOLVO G-900 SERIJE C (slika 3.2)**

snaga 179,0 kW

težina 20830kg

širina noža 4,0m

max. brzina 46,6km/h

godina proizvodnje 2014



SLIKA 3.2 Grejder Volvo G-900

(izvor: http://www.volvoce.com/dealers/hr-hr/volvo/products/motorgraders/G930C_G940C_G946C_G960C/Pages/featuresandbenefits.aspx)

- **UTOVARIVAČ Volvo L20 F (slika 3.3)**

Zapremnina lopate 2,5 m³

Spremnik za gorivo 50.0 gal

Snaga 110 KW



SLIKA 3.3 Utovarivač Volvo L20F

(izvor: http://technikboerse.com.hr/thumbnails/49013070/1673031/4bf09c73-de8d-4b08-8da9-822ae114c7a1_0x0.jpg)

- **KAMION KIPERA HD 1500-7 (slika 3.4)**

Volumen koša 20 m³

Najveća dopuštena masa 40000 kg

4 osovine

Max. Brzina 58km/h

Snaga 1100 KW



SLIKA 3.4 Kamion kiper HD 1500-7

(izvor: <http://www.komatsuamerica.com/equipment/trucks/mechanical/hd1500-7>)

- **JARUŽALO KOMATSU PC290LC-11 (slika 3.5)**

Obujam žlice $q_{\text{žlice}} = 2,0 \text{ m}^3$

Trajanje okretaja pri utovaru (180°) = 25 sec

Trajanje iskopa = 35 sec



SLIKA 3.5 Jaružalo Komatsu PC290LC-11

(izvor: <http://www.komatsuamerica.com/equipment/excavators/25001-70000lbs/pc290lc-11>)

- **VIBRO-LETVA (slika 3.6)**

Snaga motora = 1.5 KS/ 1,1 KW

Frekvencija = 83 Hz

Max. Dubina sabijanja 7,5 cm

Dimenzije 700mm x 440mm x 1040mm



SLIKA 3.6 Vibroletva

(izvor: <http://www.scheda.hr/proizvodi/gradevinski-strojevi/vibro-letve-za-ravnanje-betona-dvorucna/belle/easy-screed-pro-pogonska-jedinica-sama/>)

- **AUTOMJEŠALICA Renault Kerax 385 8x4 blad (slika 3.7)**

Volumen automješalice $Q = 7m^3$

Brzina pune automješalice 30km/h

Brzina prazne automješalice 50km/h



SLIKA 3.7 Automješalice Renault Kerax 385

(izvor: <http://www.mascus.hr/transport/auto-mjesalica/renault-kerax-385-8x4-blad/mn9vji8p.html>)

- **FINISHER (slika 3.8)**

Najveća radna širina 4,0m

Radna brzina 30m/min



SLIKA 3.8 Finišer

(izvor: <http://elitacop.com/assets/gallery/17/226.jpg>)

- **VIBRACIJSKI VALJAK (slika 3.9)**

snaga 117,0 kW

težina 11500 kg

max.brzina 11,4km/h -radna brzina 6km/h

godina proizvodnje 2007 -1500h



SLIKA 3.9 Valjak

(izvor: <http://elitacop.com/assets/gallery/25/356.jpg>)

3.2 prikaz strojeva koji su u posjedu tvrtke :

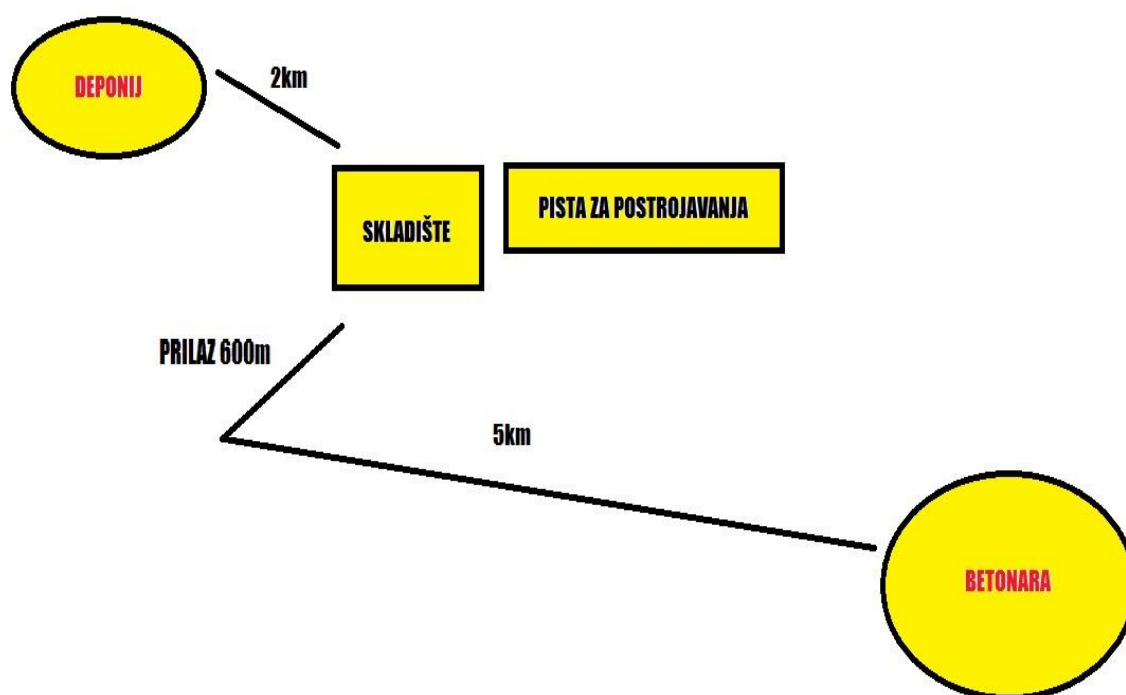
Tablica 3.2

STROJEVI	TVRTKA
Buldozer (slika 3.1)	4
Grejder (slika 3.2)	4
Utovarivač (slika 3.3)	10
Kamion kiper (slika 3.4)	20
Jaružalo (slika 3.5)	10
Vibro-ploča (slika 3.6)	8
Automješalica (slika 3.7)	10
Vibracijski valjak (slika 3.8)	6
Finisher (slika 3.9)	2

4.OPIS RADOVA

Prvi dio radova se sastoji od skidanja humusnog sloja debljine 10cm. Potrebno je skinuti humus na dionici prilaznog puta duljine 600m, širine 12m. Također je potrebno isto to skidanje humusa izvesti na parceli gdje je planirano skladište dimenzija 48m x 12m. Drugi dio radova je dovoz i nasipanje prilaznog puta šljunkom koji se dovozi direktno iz tvrke. Treći dio radova sadrži iskop građevne jame na mjesetu gdje će se graditi skladište, a dubina je 70cm. Sav višak materijala se odvozi na deponij kako od skidanja humusa, tako i nakon kopanja građevinske jame. Sljedeća aktivnost koji je potrebno izvesti je tamponski sloj asfalta za pistu kojoj su poznate dimenzije (100m x 20m). Naposljetku je potrebno betoniranje temelja koji se sastoje od temeljnih traka po vanjskom dijelu građevine te AB ploče debljine 15 cm. Prostor između AB ploče i trakastih temelja potrebno je nasuti šljunkom.

(slika4.1) Prikaz ključnih točaka projekta:



5. PRIKAZ AKTIVNOSTI

U tablici 5.1 redom su prikazane aktivnosti koje se izvode na gradilištu. Postoji 5 glavnih aktivnosti koje sadrže svoje podaktivnosti radi lakše organizacije radova i usklađivanja rada strojeva.

Tablica 5.1 – prikaz aktivnosti

GLAVNE AKTIVNOSTI		PODAKTIVNOSTI		STROJEVI
A1	Pripremni radovi (cesta, skladište)	A 1.1	Skidanje humusa	Buldozer
		A 1.2	Utovar i odvoz materijala na deponij	Utovarivač + kamion
A2	Izrada prilaznog puta	A 2.1	Dovoz materijala (kameni nabačaj)	Kamion
		A 2.2	Razastiranje materijala (kamenog nabačaja)	Grejder
A3	Iskop	A 3.1	Iskop sraslog tla (zemlja)	Jaružalo
		A 3.2	Odvoz materijala (zemlja)	Kamion
A4	Izrada piste	A 4.1	Skidanje humusa	Buldozer
		A 4.2	Utovar humusa i odvoz na deponij	Utovarivač + Kamion
		A 4.3	Dovoz šljunka i razastiranje	Kamion + grejder
		A 4.4	Zbijanje kamenog nabačaja i asfaltiranje	Valjak + finisher
A5	Betonski radovi	A 5.1	Dovoz i ugradnja betona u temeljne trake	Automješalica
		A 5.2	Dovoz i nasipanje šljunka između temeljnih traka	Kamion
		A 5.3	Dovoz betona i ugradnja u temeljnu ploču (d=15cm)	Automješalica + vibro-letva

6.USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

Proračun je izvršen tako da su strojevi tijekom radnog vremena maksimalno iskorišteni i da je prazni hod što manji.

A 1 Pripremni radovi

Usklađivanje rada buldozera, utovarivača i kamiona kiperu, na površini od 8 000m² u debljini od cca. 10 cm te utovar i odvoz na deponij, ukupna količina humusa kojeg treba odvesti iznosi: $8\,000\text{m}^2 \cdot 0,10\text{m} \cdot K_r = 1120,00\text{m}^3$

Potrebni podaci:

q - volumen lopate buldozera (2,70 m³)

K_r - koeficijent rastresitosti tla (za IV. kategoriju odabrano 1,4)

K_v - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,80)

K_d - koeficijent zastarjelosti (0,85)

T_i - vrijeme potrebno za iskop (35 s)

T_{gr} - 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 (2000 m)

q - zapremnina lopate utovarivača (2,5 m³)

brzina vožnje punog kamiona 30 km/h, brzina vožnje praznog kamiona 58 km/h

Proračun:

A 1.1 Skidanje humusa

Buldozer (slika 3.1)

Ciklus: $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 30 + 15 + 5 = 50\text{s}$

Teorijski učinak : $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,70 / 50 = 194,4 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Stvarni učinak : $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 194,4 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 185,07 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Vrijeme potrebno za skidanje humusa:

$T = V(\text{humusa}) / U_p (\text{buldozera}) = 1120 / 185,07 = 6,05 \text{ (h)}$

A 1.2 Utovar i odvoz materijala na deponij

Utovarivač (slika 3.3)

Ciklus: $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 25 + 15 + 5 = 45s$

Teorijski učinak : $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2.5 / 45 = 200,0 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Stvarni učinak : $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 200 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 190,4 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Ukupan broj buldozera: $U_{p_{utovarivač}} / U_{p_{buldozer}} = 190,4 / 185,07 = 1 \text{ buldozer}$

Kamion kiper (slika 3.4)

$T(\text{utovar}) = q / U_p = 20 / 190,4 = 378,15 \text{ (s)}$

$T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{pun} + d / v_{pra} = 2 / 30 + 2 / 58 = 0,101 \text{ h} = 364,14 \text{ (s)}$

$T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$

Ciklus : $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 300 + 378,15 + 364,14 = 1042,8 \text{ (s)}$

Stvarni učinak : $U_p = q / T_c \cdot K_d = 20 / 1042,8 \cdot 0,85 = 58.7 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Izračun broja potrebnih kamiona:

$N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1042,8 / 378,15 = 2,76$

potrebna 3 kamiona

Vrijeme potrebno za utovar:

$T = V(\text{humusa}) / U_p (\text{utovarivača}) = 1120 / 190,4 = 5,88 \text{ (h)}$

ZAKLJUČAK:

Za aktivnost A1 su nam potrebna **3 kamiona kiper**, **1 buldozer** i **1 utovarivač**

A 2 Izrada prilaznog puta:

Nakon što je skinut humus i očišćen teren u prethodnoj aktivnosti, potrebno je kamionima dovesti šljunak te zasuti predviđenu trasu. Šljunak razastirem s grederima bez naknadnog valjanja. Cesta dimenzija 12m * 600m * 0,1m

Potrebni podaci:

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,80)

Kd – koeficijent dotrajivosti radnih strojeva (0,85)

Ki – faktor korekcije

Tgr-vrijeme potrebno za guranje

Tpov- vrijeme potrebno za povratak

To-gubitak vremena zbog promjene smjera

d – udaljenost s koje se dovozi materijal (5000 m)

q – zapremnina noža,koša

lp – širina preklopa

lr – radna širina daske

n – br. prijelaza

Proračun:

A 2.1 Doprema šljunčanog materijala

Kamion kiper (slika 3.4)

T(utovar)= q/Up = utovar je normaliziran pošto se utovara u firmi a traje 250 (s)

T(puna+prazna voznja)= d/v_{pun} + d/v_{pra} = 5/30 + 5/ 58 =0,253 h= 910,8 (s)

T(istovar i manevar) = 300 (s)

Ciklus : Tc = Ti+m + Tu + Tv = 300 + 250 + 910,8 = 1460,8 (s)

Stvarni učinak jednog kamiona : Up= q/Tc*Kd=20/1460,8*0,85=41.9 (m³/h)

Vrijeme potrebno za dopremu:

T = V(kamena) / Up (kamiona) = 720/41,9 = 17,18 (h)

A 2.2 Razastiranje materijala

Grejder (slika 3.2)

Teorijski učinak : $U_t = [v * (l_r - l_p) * 1000] / n = [10 \text{ km/h} * (4 \text{ m} - 0,3 \text{ m}) * 1000] / 4 = 9250 \text{ km}^2/\text{h}$

Stvarni učinak : $U_p = k_i * U_t = 0,8 * 9250 = 7400 \text{ km}^2/\text{h}$

Vrijeme rada grejdera: $t = (n * L) / (v * k_i) = (4 * 0,6) / (10 * 0,8) = 2,4 / 8 = 0,3 \text{ (h)}$

Izračun broja potrebnih kamiona:

$N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme razasitranja} = 1460,8 / 1080 = 1,35$

potreban 1 kamion

ZAKLJUČAK:

Za aktivnost A2 su nam potrebni **1 kamiona kiper** i **1 grejder**

A 3 Iskop i transport

Usklađivanje iskopa, utovara i prijevoza materijala na deponij. Volumen sraslog stanja iznosi cca. $345,6\text{m}^3$, volumen za transport iznosi $V_i \cdot K_r = 345,6\text{m}^3 \cdot 1,4 = 483,84\text{m}^3$
Jaružalo ujedno vrši iskop tla i utovar kamiona.

Potrebni podaci:

q – volumen lopate jaružala, utovarivača, kiper

K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,40)

K_p – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90)

K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,80)

K_z – kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)

T_i – vrijeme iskopa (punjenja) (35 s)

T_p – vrijeme prijenosa i istovara (25 s)

T_o – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

Proračun:

A 3.1 Iskop temeljne jame

Jaružalo (slika 3.5)

Ciklus: $T_c = T_i + T_p + T_o = 35 + 25 + 5 = 65\text{ s}$

Teorijski učinak : $U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,0 / 65 = 110,77\text{ (m}^3/\text{h)}$

Stvarni učinak: $U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 110,77 \cdot 1,4 \cdot 0,80 \cdot 0,98 \cdot 0,90 \cdot 0,9 = 100,94\text{ (m}^3/\text{h)}$

Vrijeme potrebno za iskop:

$T = V(\text{materijala}) / U_p (\text{jaružala}) = 483,84 / 100,94 = 4,79\text{ (h)}$

A 3.2 Odvoz materijala

Kamion kiper (slika 3.4)

$T(\text{utovar}) = q / U_p = 20 / 100,94 = 713,3\text{ (s)}$

$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 2/30 + 2/58 = 0,101\text{ h} = 364,14\text{ (s)}$

$T(\text{istovar i manevar}) = 300\text{ (s)}$

Ciklus : $T_c = T_i + T_m + T_u + T_v = 1377,44\text{ (s)}$

Stvarni učinak : $U_p = q / T_c \cdot K_d = 20 / 1377,44 \cdot 3600 \cdot 0,85 = 44,43\text{ (m}^3/\text{h)}$

Izračun broja potrebnih kamiona:

$N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 1377,44 / 713,3 = 1,93$

- 2 kamiona

Vrijeme potrebno za odvoz materijala:

$$T = V(\text{materijala}) / U_p (\text{kamiona}) = 483,4/44,43 \cdot 2 = 5,44 \text{ (h)}$$

ZAKLJUČAK:

Za aktivnost A3 su nam potrebna **2 kamiona kipera** i **1 jaružalo**

A 4 Izrada piste

Nakon što sam izradio prilazni put građevini i započeo s radovima na kopanju temelja, paralelno s time počinjem i skidati humus ($d=20\text{cm}$) na parceli na kojoj će bit izgrađena pista. Nakon što se na površini od $2\,000\text{ (m}^2\text{)}$ skine humus slijedi nasipanje šljunka, zbijanje i izrada tamponskog sloja asfalta.

Potrebni podaci:

q – volumen kiper, noža grejdera

K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (za 50 min čistog rada po satu odabrano 0,80)

K_d – koeficijent dotrajlosti radnih strojeva (0,85)

T_{gr} -vrijeme potrebno za guranje

T_{pov} - vrijeme potrebno za povratak

T_o -gubitak vremena zbog promjene smjera

d – udaljenost na koju se odvozi materijal (5000 m)

q – zapremnina lopate, korpe, noža, koša

Proračun:

A 4.1 Skidanje humusa

Buldozer (slika 3.1)

Ciklus: $T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o = 30 + 15 + 5 = 50\text{s}$

Teorijski učinak : $U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 2,70 / 50 = 194,4\text{ (m}^3/\text{h)}$

Stvarni učinak : $U_p = U_t * K_r * K_v * K_d = 194,4 * 1,4 * 0,8 * 0,85 = 185,07\text{ (m}^3/\text{h)}$

Vrijeme potrebno za skidanje humusa:

$T = V(\text{humusa}) / U_p (\text{buldozera}) = 400 / 185,07 = 2,16\text{ (h)}$

A 4.2 Utovar i odvoz humusnog sloja

Utovarivač (slike 3.3)

Teorijski učinak : $U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 2,5 / 45 = 200,0\text{ (m}^3/\text{h)}$

Stvarni učinak : $U_p = U_t * K_r * K_v * K_d\text{ (m}^3/\text{h)} = 200 * 1,4 * 0,8 * 0,85 = 190,4\text{ (m}^3/\text{h)}$

Ukupan broj utovarivača: $V_{\text{materijala}} / U_{p\text{utovarivač}} = 400 / 190,4 = 2,1 = 2\text{ utovarivača}$

Odabirem 2 utovarivača kako kamioni nebi imali prazan hod, a kako bi što prije završio aktivnost.

Kamion kiper (slika 3.4)

$$T(\text{utovar}) = q/U_p = 20/190,4 \cdot 2 = 189,08 \text{ (s)}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 2/30 + 2/58 = 0,101 \text{ h} = 364,14 \text{ (s)}$$

$$T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$$

$$\text{Ciklus : } T_c = T_i + m + T_u + T_v = 300 + 189,08 + 364,14 = 853,22 \text{ (s)}$$

$$\text{Stvarni učinak : } U_p = (q/T_c \cdot K_d) \cdot 3600 = 20/853,22 \cdot 0,85 = 99,28 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Izračun broja potrebnih kamiona:

$$N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme utovara} = 853,22 / 189,08 = 4,51$$

Potrebno mi je 5 kamiona

Zaključak: Potrebno mi je 5 kamiona, 2 utovarivača i 1 buldozer.

Vrijeme potrebno za odvoz:

$$T = V(\text{humusa}) / U_p (\text{kamiona}) = 400/99,28 \cdot 5 = 0,80 \text{ (h)}$$

A 4.3 Dovož šljunka iz tvrtke i razastiranje

Kamion kiper (slika 3.4)

$$T(\text{utovar}) = q/U_p = \text{utovar je normaliziran pošto se utovara u firmi a traje 250 (s)}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 5/30 + 5/58 = 0,253 \text{ h} = 910,8 \text{ (s)}$$

$$T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$$

$$\text{Ciklus : } T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1460,8 \text{ (s)}$$

$$\text{Stvarni učinak : } U_p = (q/T_c \cdot K) \cdot 3600 = 20/1460,8 \cdot 0,85 = 58,00 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Vrijeme potrebno za dovoz šljunka:

$$T = V(\text{kamena}) / U_p (\text{kamiona}) = 400/58 = 6,9 \text{ (h)}$$

Grejder (slika 3.2)

Teorijski učinak : $U_t = [v * (l_r - l_p) * 1000] / n = [10 \text{ km/h} * (4 \text{ m} - 0,3 \text{ m}) * 1000] / 4 = 9250 \text{ km}^2/\text{h}$

Stvarni učinak : $U_p = k_i * U_t = 0,8 * 9250 = 7400 \text{ km}^2/\text{h}$

Vrijeme rada grejdera: $t = (n * L) / (v * k_i) = (4 * 0,6) / (10 * 0,8) = 2,4 / 8 = 0,3 \text{ (h)}$

Izračun broja potrebnih kamiona:

$N_{\text{potrebnih kamiona}} = \text{ciklus kamiona} / \text{vrijeme razasitranja} = 1460,8 / 1080 = 1,35$

potreban 1 kamion

Zaključak: Potrebno nam je 1 kamion i 1 grejder

A 4.4 Zbijanje i asfaltiranje

Vibracijski valjak (slika 3.9)

Brzina kretanja valjka $v = 6 \text{ km/h}$

Debljina sloja $= 10 \text{ cm}$

Broj prijelaza $n = 4$

Širina valjka $b = 2,5 \text{ m}$

Stvarni učinak : $U_p = (v * b * d / n) * K_v = ((6000 * 2,5 * 0,10) / 8) * 0,82 = 153,75 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Finisher (slika 3.8)

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

Radna širina: 4 m

Debljina asfalta: $0,1 \text{ m}$

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

Izračun broja potrebnih valjaka:

$N_{\text{potrebnih valjaka}} = \text{učinak finishera} / \text{učinak valjka} = 556,8 / 153,75 = 3,62$

Potreban broj valjaka je 4.

Zaključak: Potrebno nam je 1 finisher i 4 valjka

Vrijeme potrebno za asfaltiranje:

$$T = V(\text{asfalta}) / U_p (\text{finishera}) = 200/556,8 = 21,55 \text{ (min)} = 0,36 \text{ (h)}$$

Zaključak ukupne aktivnosti A4: Potrebno nam je **5 kamiona , 1 grejder, 2 utovarivača, 4 valjka i 1 finišer.**

ZAKLJUČAK:

Za aktivnost A4 potrebno nam je **5 kamiona kipera, 1 grejder, 2 utovarivača, 4 valjka i 1 finišer.**

A 5 Betonski radovi

Nakon što je na gradilištu dovršen prilazni put i asfaltirana vojna pista na red je došlo betoniranje trakastih temelja u građevnoj jami, zasipanje prostora između trakastih temelja krupnim kamenom te izrada temeljne ploče debljine 15 cm.

Proračun:

A 5.1 Dovoz i ugradnja betona u trakaste temelje

Automješalica (slika 3.7)

Stvarni učinak : $U_p = 60 \cdot q / T_c \cdot k_v = 60 \cdot 7 / 27 \cdot 0,90 = 14 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$T_c = T_{utovara} + T_{vpu} + T_{vpr} + T_m + T_{vp raz} + \Delta T$

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

$T_{manvera \text{ na betonari}} = 1,5 \text{ min} = 90 \text{ s}$

$T_{vpu} = L_{transporta} / v_{transporta \text{ pune auto-mijesalice}} = 5 / 30 = 0,167 \text{ h} = 601,2 \text{ s}$

$T_{manvera \text{ na gradilištu}} = 1,5 \text{ min} = 90 \text{ s}$

$T_{vpr} = L_{transporta} / v_{transporta \text{ prazne auto-mijesalice}} = 5 / 50 = 0,1 \text{ h} = 360 \text{ s}$

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

$T_c = 300 + 90 + 601,2 + 90 + 360 + 240 = 1681,2 \text{ s} = 28,02 \text{ min}$

Vrijeme potrebno za betoniranje:

$T = V(\text{betona}) / U_p (\text{automješalice}) = 41,3 / 14 \cdot 2 = 1,48 \text{ (h)}$

A 5.2 Dovoz i nasipanje šljunka direktno iz kamiona

Kamion (slika 3.4)

$T(\text{utovar}) = q / U_p = \text{utovar je normaliziran pošto se utovara u firmi a traje } 250 \text{ (s)}$

$T(\text{puna+prazna voznja}) = d / v_{pun} + d / v_{pra} = 5 / 30 + 5 / 58 = 0,253 \text{ h} = 910,8 \text{ (s)}$

$T(\text{istovar i manevar}) = 300 \text{ (s)}$

Ciklus : $T_c = T_i + m + T_u + T_v = 1460,8 \text{ (s)}$

Stvarni učinak : $U_p = q / T_c \cdot K = 20 / 1460,8 \cdot 1,0 = 49,29 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Vrijeme potrebno za nasipanje jame šljunkom:

$T = V(\text{šljunka}) / U_p (\text{kamiona}) = 361,9 / 49,29 \cdot 4 = 110,13 \text{ (min)} = 1,84 \text{ (h)}$

A 5.3 Doprema betona i izrada temeljne ploče

Automješalica (slika 3.7)

Stvarni učinak : $U_p = 60 \cdot q / T_c \cdot k_v = 60 \cdot 7 / 27 \cdot 0,90 = 14 \text{ (m}^3/\text{h)}$

$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{\text{vpu}} + T_{\text{vpr}} + T_m + T_{\text{vp raz}} + \Delta T$

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

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

$T_{\text{vpu}} = L_{\text{transporta}} / v_{\text{transporta pune auto-mijesalice}} = 5/30 = 0.167 \text{ h} = 601,2 \text{ s}$

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

$T_{\text{vpr}} = L_{\text{transporta}} / v_{\text{transporta prazne auto-mijesalice}} = 5/50 = 0.1 \text{ h} = 360 \text{ s}$

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

$T_c = 300 + 90 + 601,2 + 90 + 360 + 240 = 1681,2 \text{ s} = 28,02 \text{ min}$

Vrijeme potrebno za betoniranje:

$T = V(\text{betona}) / U_p (\text{automješalice}) = 86,4 / 14 \cdot 2 = 185,14 \text{ (min)} = 3,09 \text{ (h)}$

Vibro-letva (slika 3.6)

Radna brzina $v = 20 \text{ m/min} = 1200 \text{ m/h}$

Radna širina $b = 1,04 \text{ m}$

Dubina nabijanja $d = 0,075 \text{ m}$

Broj prijelaza $n = 4 \text{ prijelaza}$

$k_v = 0.76$

$k_g = 0.84$

$U_p = (v \cdot b \cdot d) / n \cdot k_v \cdot k_g = (1200 \cdot 1,04 \cdot 0,075 / 4) \cdot 0,76 \cdot 0,84$

$U_p = 14.94 \text{ m}^3/\text{h}$

Vrijeme potrebno za vibriranje:

$T = V(\text{betona}) / U_p (\text{vibro-letve}) = 86,4 / 14,94 \cdot 4 = 1,45 \text{ (h)}$

ZAKLJUČAK:

Za aktivnost A5 potrebno nam je **4 kamiona kiperi**, **2 automješalice** i **4 vibro-letve**.

7.ODABIR STROJEVA

U prikazanoj tablici se nalazi potreban broj strojeva za izvođenje radova. Pošto vojna inženjerija nema adekvatnih strojeva cjelokupni dio radova izvodi građevinska firma „Inženjerko d.o.o.“ Dakle možemo zaključiti da su svi građevinski strojevi u najamu jer gradilištem zapovijeda, tj. građenje vode stručni ljudi iz Inženjerske pukovnije.

tablica 7.1

STROJEVI	POTREBNO	INŽENJERIJA	NAJAM
Buldozer	1	0	1
Grejder	2	0	2
Kamion kiper ($Q > 20\text{m}^3$)	5	0	5
Utovarivač	2	0	2
Jaružalo	1	0	1
Vibro-letva	4	0	4
Automješalica	2	0	2
Finisher	1	0	1
Vibro valjak	4	0	4

6. ZAKLJUČAK

Završni rad sadrži prikaz usklađivanja rada strojeva za hipotetski primjer izgradnje skladišta i vojne piste uz prethodno uređenje put. Nakon detaljnog proračuna i analize dobiveni su slijedeći rezultati:

Skidanje humusa na dijelu buduće prometnice i skladišta, utovar i odvoz na deponij udaljen 2 km traje 11,93h i za to su nam potrebni 1 buldozer, 1 utovarivač i 3 kamiona kiper. Nakon skidanja humusa na gradilište je dopremljen šljunak za postavljanje tamponskog sloja debljine 10cm. Trajanje ove aktivnosti je 17,18h a za to su nam potrebni 1 kamion kiper i 1 grejder. Pošto na gradilištu sad postoji put, tj. dovoz materijala se obavlja nesmetano počinje se s kopanjem temeljne jame. Za iskop i odvoz viška materijala koristimo jaružalo koje ujedno vrši i utovar te kamion kiper za odvoz materijala. Za ovu vrstu posla koriste se 2 kamiona kiper i 1 jaružalo. Vrijeme potrebno za izkop jame i odpremu materijala iznosi 10,23h. Glavni dio posla je izrada vojne piste za koju je prvo potrebno skinuti humus te ga odvesti na deponij. Ove poslove obavljaju 1 grejder, 2 utovarivača i 5 kamiona kiper, a za to im je potrebno 2,96h posla. Drugi dio izvedbe piste je doprema i razastiranje tamponskog sloja šljunka koji vršimo s 1 kamionom kiperom i 1 grejderom. Vrijeme potrebno za ovu vrstu rada je 6,9h. Završni dio izvedbe piste je vibriranje, tj. valjanje nasutog šljunka te asfaltiranje istog. Strojevi koji obavljaju valjanje i asfaltiranje su 4 vibro valjka i 1 finisher. Vrijeme potrebno za njihov rad je 0,36h. Zadnji poslovi na ovom projektu su betonerski radovi. Potrebno je izbetonirati trakaste temelje, prostor između trakastih temelja nasuti šljunkom i na kraju preko svega izbetonirati temeljnu ploču debljine 15cm. Za ove radove koristi se 4 kamiona kiper, 2 automješalice i 4 vibro-letve. Trajanje izvedbe ovih radova je 7,86h.

Ukupan broj strojeva: buldozer x1, grejder x2, utovarivač x2, kamion kiper x5, jaružalo x1, vibro-letva x4, automješalica x2, finisher x1, vibro valjak x4

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

$$T_{\text{ukupno}} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4} + T_{A5} = 11,93 + 17,18 + 10,23 + 10,22 + 7,86$$

$$T_{\text{ukupno}} = 57,42 \text{ (h)} \approx 8 \text{ radnih dana}$$

Radovi će biti završeni u roku od 8 radnih dana što je u skladu s planom, s tim da u obzir nije uzeto vrijeme vezanja betona i asfalta.

7. LITERATURA

7.1 LITERATURA

- Vojna priručnik za kadete

7.2. OSTALI IZVORI

- http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment.html
- http://www.volvoce.com/dealers/hr-hr/volvo/products/motorgraders/G930C_G940C_G946C_G960C/Pages/featuresandbenefits.aspx
- http://technikboerse.com.hr/thumbnails/49013070/1673031/4bf09c73-de8d-4b08-8da9-822ae114c7a1_0x0.jpg
- <http://www.komatsuamerica.com/equipment/trucks/mechanical/hd1500-7>
- <http://www.komatsuamerica.com/equipment/excavators/25001-70000lbs/pc290lc-11>
- <http://www.scheda.hr/proizvodi/gradevinski-strojevi/vibro-letve-za-ravnanje-betona-dvorucna/belle/easy-screed-pro-pogonska-jedinica-sama/>
- <http://www.mascus.hr/transport/auto-mjesalica/renault-kerax-385-8x4-blad/mn9vji8p.html>
- <http://elitacop.com/assets/gallery/17/226.jpg>
- <http://elitacop.com/assets/gallery/25/356.jpg>
- http://info.grad.hr!/res/gf_osoblje/1033044770/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinakgradevinskihstrojeva.pdf