

# Proizvodnja u građevinarstvu

---

Mijić, Dario

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*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:123:672515>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-05**



*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**

**Dario Mijić**

**Split, 2022.**

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

# **Iskop i zaštita građevne jame te izrada igrališta**

**Završni rad**

**Split, 2022.**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Dario Mijić**

MATIČNI BROJ (JMBAG): **0083223798**

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

PREDMET: **Proizvodnja u građevinarstvu**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za iskop i zaštitu građevinske jame te izgradnju vanjskog sportskog igrališta.

Opis zadatka: Student će koristeći raspoloživu literaturu i dostupne mrežne izvore odabrati i uskladiti rad strojeva neophodnih za izvršetak projektnog zadatka.

U Splitu, 16. rujna 2022.

Voditeljica Završnog rada:

prof.dr.sc. Snježana Knezić

## **Iskop i zaštita građevne jame te izrada igrališta**

### ***Sažetak:***

U ovome radu prezentiran je hipotetski slučaj građevinskog projekta za koji su odabrani prikladni strojevi i usklađen njihov rad pri iskopu i zaštiti pokosa građevinske jame te izradi vanjskog sportskog igrališta. Cilj je postizanje što veće učinkovitosti uz zadovoljavajuću razinu kvalitete izgradnje.

### ***Ključne riječi:***

Iskop, zaštita pokosa, građevinska jama, građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, asfaltiranje.

## **Excavation and protection of a construction pit and construction of a playground**

### ***Abstract:***

This paper presents hypothetical case of a construction project for which suitable machines have been selected and their work has been harmonized for excavating and protecting the slope of a construction pit and building an outside sports playground. The goal is to achieve better efficiency with satisfying level of construction quality.

### ***Keywords:***

Excavation, protection of the slope, construction pit, construction machines, synchronizing the operation of machines, paving.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEHNIČKI OPIS RADOVA.....	2
3. PRIKAZ AKTIVNOSTI I TEHNOLOŠKA KARTA PROCESA.....	5
3.1. Skidanje humusnog sloja.....	5
3.2. Iskop građevinske jame.....	6
3.3. Zaštita pokosa građevinske jame.....	7
3.4. Izgradnja vanjskog sportskog igrališta.....	8
4. ODABIR STROJEVA I NJIHOVE KARAKTERISTIKE.....	9
4.1. Buldozer.....	9
4.2. Utovarivač.....	10
4.3. Kamion kiper.....	11
4.4. Jaružalo s dubinskom lopatom.....	12
4.5. Pneumatski čekić.....	13
4.6. Automješalica.....	14
4.7. Pumpa za prskani beton.....	15
4.8. Grejder.....	16
4.9. Valjak.....	17
4.10. Finišer.....	18
5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA.....	19
5.1. Skidanje i odvoz površinskog humusnog sloja.....	19
5.2. Iskop građevinske jame.....	22
5.3. Zaštita pokosa prskanim betonom.....	26
5.4. Izgradnja vanjskog sportskog igrališta.....	28
6. ZAKLJUČAK.....	32
7. LITERATURA.....	33

# 1. UVOD

Cilj ovog projektnog zadatka je međusobno usklađivanje rada strojeva pri zamišljenom iskopu i zaštiti pokosa građevinske jame sportske dvorane te izgradnji vanjskog sportskog igrališta.

Investitor je s nekom tvrtkom ugovorio radove na iskopu i prskanoj zaštiti pokosa. Ista tvrtka će obaviti i skidanje humusnog sloja na mjestu izgradnje igrališta. Navedena tvrtka je specijalizirana za tu vrstu radova te posjeduje sve potrebne resurse za izvršetak ugovorenog posla.

Tek nakon radova na građevinskoj jami pristupa se izgradnji vanjskog sportskog igrališta. Izgradnju je ugovorio investitor s drugom tvrtkom.

Teren između građevinske jame i igrališta obrađuje izvođač komunalnih usluga.

Potreban je detaljan proračun usklađivanja rada strojeva, određivanje trajanja pojedinih građevinskih pothvata te ukupno vrijeme potrebno za izvršenje projektnog zadatka. Spomenuti proračun vrši se zbog efikasnosti i ekonomičnosti izvedbe.

## 2. TEHNIČKI OPIS RADOVA

Zamišljeni radovi podrazumijevaju iskop građevinske jame u nagibu s pripadajućom tlocrtnom površinom 3500 m<sup>2</sup>. Dubina iskopa ide od 5 m na zapadnoj strani do 15 m na istočnoj strani.

Iskop i zaštita pokosa će se na istočnoj strani obavljati u 3 kampade. Visina svake kampade iznosi 5 m. Nagib pokosa je 1:1,5.

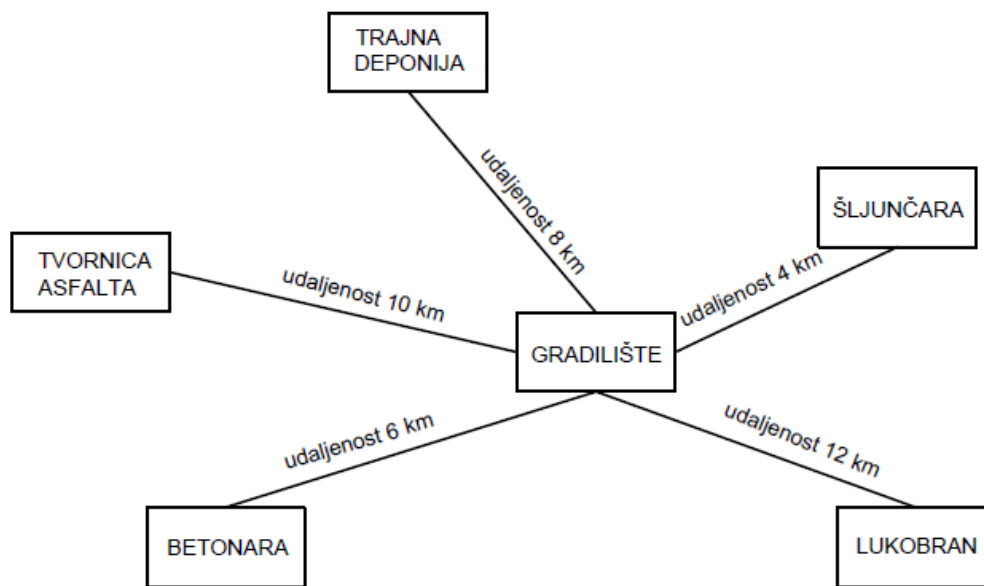
Površinski sloj humusa na mjestu građevinske jame debljine je 25 cm. Humusni slojevi se kopaju i odvoze na trajnu deponiju udaljenu 8 km od gradilišta. Ukupni volumen iskopa humusa iznosi cca 875 m<sup>3</sup>.

Geomehaničkim ispitivanjem utvrđen je sastav tla. Tlo C kategorije zauzima prvih 10 metara dubine iskopa, odnosno prvu i drugu kampadu. Preostalo tlo, treća kampada, do dubine temeljenja je B kategorije. Iskopano tlo C kategorije (volumen iskopa cca 24300 m<sup>3</sup>) potrebno je odvesti na trajnu deponiju. Iskopano tlo B kategorije (volumen iskopa cca 19700 m<sup>3</sup>) potrebno je dostaviti na mjesto gradnje lukobrana udaljeno 12 km.

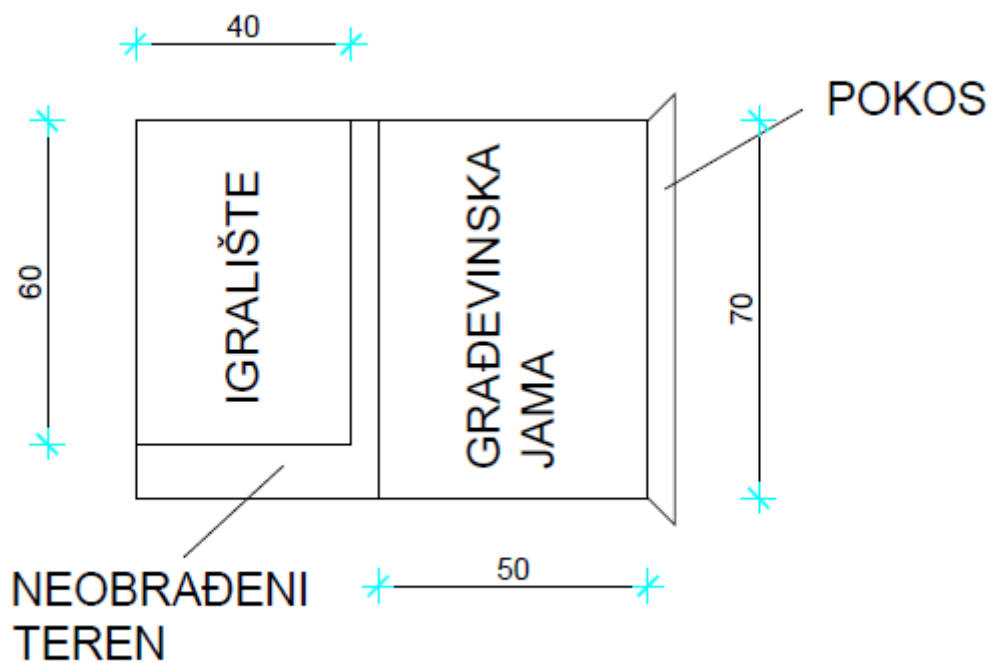
Radovi započinju iskopom prve kampade na istočnoj strani. Završetkom iskopa prve, započinje iskop druge kampade, ali na zapadnoj strani. Zbog efikasnosti, na istočnoj će strani započeti zaštita pokosa prskanim betonom. Ukupna površina koja će se zaštititi prskanim betonom iznosi 1690 m<sup>2</sup>. Uz debljinu sloja od 8 cm, potrebno je ugraditi 136 m<sup>3</sup> prskanog betona.

Tek nakon završetka radova na građevinskoj jami pristupa se izgradnji vanjskog sportskog igrališta. Tlocrtna površina igrališta iznosi 2400 m<sup>2</sup>, a podloga će biti asfalt. Humusni sloj će se kopati i odvoziti na trajnu deponiju udaljenu 8 km od gradilišta u isto vrijeme kada se te aktivnosti budu obavljale na mjestu građevinske jame. Debljina humusnog sloja na mjestu igrališta iznosi 20 cm, a ukupni volumen iskopa iznosi 480 m<sup>3</sup>.

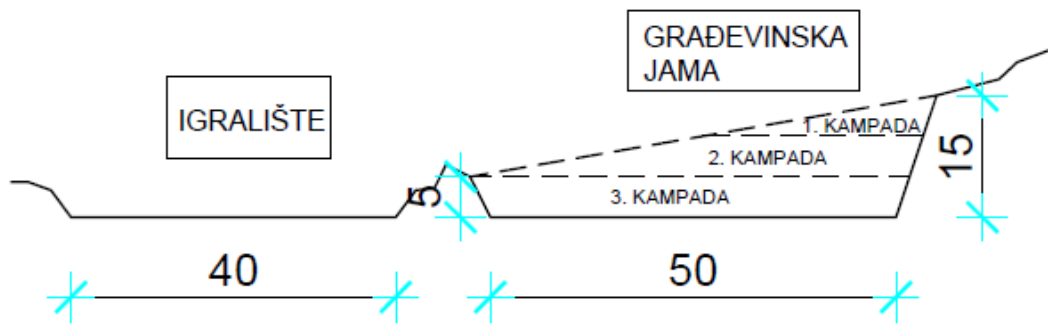




Slika 2.1. Shematski prikaz gradilišta i ključnih mjesta za izvršenje projekta



Slika 2.2. Tlocrt gradilišta

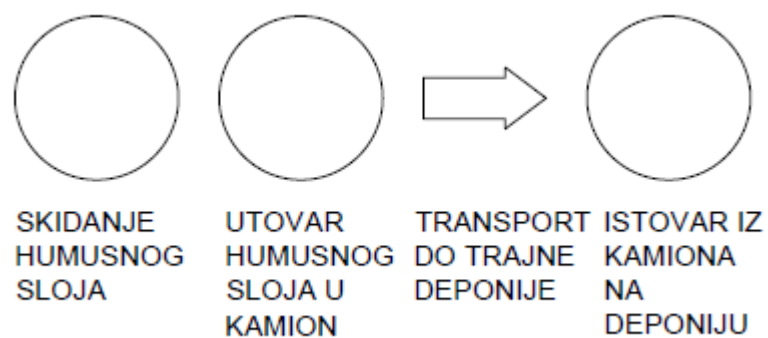


Slika 2.3. Presjek gradilišta

### 3. PRIKAZ AKTIVNOSTI I TEHNOLOŠKA KARTA PROCESA

#### 3.1. Skidanje humusnog sloja

- 1) Iskop i guranje humusnog sloja do mjesta utovara
- 2) Utovar humusnog sloja u kamion
- 3) Transport humusnog sloja do trajne deponije
- 4) Istovar humusnog sloja iz kamiona na trajnu deponiju



Slika 3.1. Tehnološka karta procesa za skidanje humusnog sloja

### 3.2. Iskop građevinske jame

- 1) Iskop tla C kategorije
- 2) Utovar tla C kategorije u kamion
- 3) Transport tla C kategorije do trajne deponije
- 4) Istovar tla C kategorije iz kamiona na trajnu deponiju
- 5) Iskop tla B kategorije
- 6) Utovar tla B kategorije u kamion
- 7) Transport tla B kategorije do mjesta gradnje lukobrana
- 8) Istovar tla B kategorije iz kamiona na mjesto gradnje lukobrana



Slika 3.2. Tehnološka karta procesa za iskop građevinske jame

### 3.3. Zaštita pokosa građevinske jame

- 1) Proizvodnja betona u obližnjoj betonari
- 2) Transport betonske mješavine na gradilište
- 3) Istovar betonske mješavine u pumpu za prskanje
- 4) Prskanje betona po stijenkama pokosa



Slika 3.3. Tehnološka karta procesa za zaštitu pokosa građevinske jame

### 3.4. Izgradnja vanjskog sportskog igrališta

- 1) Priprema potrebnih frakcija šljunka na šljunčari
- 2) Dovod šljunka na mjesto razastiranja
- 3) Razastiranje šljunka grejderom
- 4) Valjanje i zbijanje šljunka
- 5) Priprema asfalta u tvornici
- 6) Dovod asfalta na igralište
- 7) Razastiranje asfalta finišerom
- 8) Valjanje i zbijanje asfalta valjcima



Slika 3.4. Tehnološka karta proces za izgradnju vanjskog sportskog igrališta

## 4. ODABIR STROJEVA I NJIHOVE KARAKTERISTIKE

### 4.1. Buldozer

Dozer je građevinski stroj za iskop zemljanog materijala u slojevima guranjem i premještanjem na određenu udaljenost, za razastiranje i grubo planiranje. Temeljni je dio stroja traktor s gusjenicama ili gumenim kotačima koji sprijeda ima nož sa sječivom, a otraga trnove. Prema položaju noža i njegovu obliku razlikuju se: buldozer, stroj kojemu je nož čvrsto vezan za okvir i pomiče se okomito; angldozer, stroj kojemu se nož može zakretati oko okomite osi i tako bočno gurati iskopani materijal; tildozer, stroj kojemu se nož zakreće oko okomite i vodoravne osi, tako da može obavljati sve vrste radova guranjem. [1]

Karakteristike stroja:

- 1) Kapacitet noža: 3.3 m<sup>3</sup>
- 2) Brzina pri iskopu: 4 km/h
- 3) Brzina guranja materijala: 6 km/h
- 4) Brzina na povratku: 8 km/h



Slika 4.1. Buldozer [2]

## 4.2. Utovarivač

Utovarivač je samohodni radni stroj za utovar rastresitog materijala. Sastoji se od pogonskog motora, podvozja i utovarne korpe. Pogonski motor služi za pogon hidraulične pumpe, preko koje se pokreću kotači i utovarna korpa. Utovarna korpa nalazi se na prednjem dijelu stroja. [3]

Karakteristike stroja:

- 1) Brzina stroja: 20 km/h
- 2) Zapremnina košare: 3 m<sup>3</sup>
- 3) Snaga: 110 kW



Slika 4.2. Utovarivač [4]



### 4.3. Kamion kiper

Kiper je kamion koji se koristi u građevinske svrhe, iza vozačke kabine se nalazi sanduk koji je pričvršćen na njegov stražnji dio i po potrebi se može ukositi (u smjeru osi kamiona ili u smjeru okomitom na os kamiona) kako bi se iz nje ispraznio teret. Uređaj za istovar najčešće je hidraulični ili pneumatski, njime se sanduk iskreće unazad ili na bok, a istresanje tereta omogućuje se otvaranjem pomičnih stranica sanduka. [5] [6]

Karakteristike stroja:

- 1) Volumen sanduka: 18 m<sup>3</sup>
- 2) Brzina praznog vozila: 60 km/h
- 3) Brzina punog vozila: 45 km/h
- 4) Snaga: 300 kW



Slika 4.3. Kamion kiper [7]

#### 4.4. Jaružalo s dubinskom lopatom

Jaružala su vrsta građevinskih strojeva kojima se može obavljati iskop materijala, iskop s utovarom u transportno sredstvo, te samo utovar. Neki se od tih strojeva mogu, uz minimalnu prilagodbu, koristiti i za dizanje tereta, zabijanje pilota, nabijanje tla, razbijanje kolnika i slično. Kod jaružala s dubinskom lopatom iskop se vrši tako da se lopata kreće u smjeru odozgo prema dolje. [8]

Karakteristike stroja:

- 1) Zapremnina lopate: 3 m<sup>3</sup>
- 2) Snaga: 180 kW



Slika 4.4. Jaružalo s dubinskom lopatom [9]

#### 4.5. Pneumatski čekić

Pneumatski čekić je nastavak koji se ugrađuje na kran jaružala. Služi za iskop tla A i B kategorije.

Karakteristike stroja:

- 1) Broj udaraca po minuti: 400 - 800
- 2) Masa: 1100 kg



Slika 4.5. Pneumatski čekić [10]

#### 4.6. Automješalica

Automješalica je tipično građevinsko transportno sredstvo za autoprijevoz svježeg betona između tvornica betona i gradilišta. Automješalicu čini kamionsko podvozje na kojemu se nalazi okretni bubanj s lopaticama. Okretanje bubnja u jednom smjeru omogućava miješanje svježeg betona, a u drugom pražnjenje bubnja. Automješalica se prazni ili neposredno u posudu za prijenos betona građevinskom dizalicom ili u betonsku crpku ili u pretovarni silos za beton. [11]

Karakteristike stroja:

- 1) Zapremnina automješalice: 12 m<sup>3</sup>
- 2) Brzina praznog vozila: 60 km/h
- 3) Brzina punog vozila: 45 km/h
- 4) Masa: 30000 kg



Slika 4.6. Automješalica [12]



#### 4.7. Pumpa za prskani beton

Pumpa za beton je stroj koji se primjenjuje za transport finog betona na teže dostupna mjesta na gradilištu, za ugradnju prskanog betona i za injektiranje. Mješalica na hidraulični pogon održava smjesu homogenom. Ovisno o karakteristikama stroja, mogu se postići velike brzine ugradnje.

Karakteristike stroja:

- 1) Rad crpke: 25 m<sup>3</sup>/h
- 2) Zapremnina crpke: 300 - 360 l



Slika 4.7. Pumpa za prskani beton [13]

## 4.8. Grejder

Grejder je tipičan, vrlo pokretljiv i razmjerno brz, građevinski stroj za razastiranje, planiranje i oblikovanje svih vrsta sipkih tla. Grejder čini traktorska osnova na gumenim kotačima (dva ili četiri straga te dva sprijeda) na čiji je izduženi središnji okvir (povezuje prednje i stražnje kotače) učvršćena u svim smjerovima okretna, dugačka i razmjerno uska daska. [14]

Karakteristike stroja:

- 1) Duljina noža: 5 m
- 2) Visina noža: 0.6 m
- 3) Brzina planiranja: 5 km/h
- 4) Brzina razastiranja: 4 km/h



Slika 4.8. Grejder [15]

#### 4.9. Valjak

Valjci pripadaju skupini strojeva za nabijanje. Razlikujemo valjke sa glatkim čeličnim kotačima i valjke na kotačima s gumama. Koriste se za nabijanje slojeva debljine 10 cm do najviše 20 cm. Valjke možemo podijeliti i prema njihovoj masi na male i srednje teške (do 6000 kg), srednje veliki i teški (masa 6000 - 12000 kg) te velike i vrlo teške (masa veća od 12000 kg).

Karakteristike stroja:

- 1) Širina valjka: 1.6 m
- 2) Brzina valjka: 5 km/h



Slika 4.9. Valjak [16]

#### 4.10. Finišer

Finišer je složena samohodna tehnološka oprema na jedinstvenom podvozju sa gusjenicama ili gumenim kotačima za izvedbu nevezanih nosivih slojeva te vezanih betonskih i asfaltbetonskih zastora cestovnih prometnica, pista te ostalih plošnih razmjerno tanjih konstrukcija linijskih građevina. [14]

Karakteristike stroja:

- 1) Širina okvira: 2.5 - 5 m
- 2) Brzina pri razastiranju: 2 km/h



Slika 4.10. Finišer [17]



## 5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA

Potrebno je provesti analizu rada strojeva pri iskopu i zaštiti pokosa građevinske jame te izradi vanjskog sportskog igrališta. Cilj je uskladiti njihov međusobni rad kako bi bili maksimalno iskorišteni tijekom radnog vremena, odnosno kako bi smanjili prazni hod strojeva.

Zadani podaci za građevinsku jamu:

- 1) Tlocrtna površina iskopa:  $3500 \text{ m}^2$
- 2) Dubina iskopa: od 5 m na zapadu do 15 m na istoku
- 3) Volumen iskopa humusnog sloja:  $875 \text{ m}^3$
- 4) Volumen iskopa tla C kategorije:  $24300 \text{ m}^3$
- 5) Volumen iskopa tla B kategorije:  $19700 \text{ m}^3$
- 6) Površina koja će se zaštititi prskanim betonom:  $1690 \text{ m}^2$

Zadani podaci za vanjsko igralište:

- 1) Tlocrtna površina:  $2400 \text{ m}^2$
- 2) Volumen iskopa humusnog sloja:  $480 \text{ m}^3$

### 5.1. Skidanje i odvoz površinskog humusnog sloja

Za navedenu aktivnost odabrani su sljedeći strojevi: buldozer, utovarivač i kamion kiper.

Ukupni volumen iskopa humusnog sloja:  $875 \text{ m}^3 + 480 \text{ m}^3 = 1355 \text{ m}^3$

Zadani su i sljedeći podaci:

- a)  $q$  - zapremnina lopate buldozera, utovarivača i kamion kiper
- b)  $K_R$  - koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,25)
- c)  $K_V$  - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0.85)
- d)  $K_D$  - koeficijent dotrajalosti strojeva (odabrano 0.85)
- e)  $T_{GUR}$  - vrijeme potrebno za guranje i utovar
- f)  $T_{POV}$  - vrijeme potrebno za povratak
- g)  $T_0$  - vrijeme izgubljeno zbog promjene smjera
- h)  $d$  - udaljenost na koju se materijal odvozi (8000 m)

- i) q - zapremnina lopate, korpe, noža, koša

## Buldozer

Za iskop humusnog sloja odabran je buldozer.

Iskop se vrši na duljini 35 m. Brzina buldozera pri iskopu je 4 km/h. Zatim, buldozer gura iskopani materijal na duljini od 10 m i nakon toga se vraća na početak. Brzina buldozera pri iskopu je 4 km/h, pri guranju materijala 6 km/h, a pri povratku 8 km/h. Vrijeme odlaganja materijala je 8 s, a manevarsko vrijeme je 12 s. Duljina noža buldozera je 3,19 m, a visina noža je 1,25 m.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{ISKOP}} + T_{\text{GURANJE}} + T_{\text{ODLAGANJE}} + T_{\text{MANEVAR}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{ISKOP}} = 35 \text{ m} / 4000 \text{ m/h} = 31.5 \text{ s}$$

$$T_{\text{GURANJE}} = 10 \text{ m} / 6000 \text{ m/h} = 6 \text{ s}$$

$$T_{\text{ODLAGANJE}} = 8 \text{ s}$$

$$T_{\text{MANEVAR}} = 12 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 45 \text{ m} / 8000 \text{ m/h} = 20.25 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 78 \text{ s}$$

Obujam materijala koji nož gura:  $c = 0.5B * h^2$ ; gdje je B duljina noža buldozera, a h visina noža buldozera.

$$c = 0.5 * 3,19 * 1,25^2 = 2,49 \text{ m}^3$$

Teorijski učinak:

$$U_T = (3600 * q) / T_{\text{CIKLUSA}} = (3600 * 2,49 \text{ m}^3) / 78 \text{ s} = 114,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_R * K_V * K_D = 114,92 \text{ m}^3/\text{h} * 1,25 * 0,85 * 0,85 = 103,79 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Utovarivač

Utovarivač je izabran za utovar iskopanog humusnog sloja u kamion kiper.

Zapremnina lopate utovarivača je  $3 \text{ m}^3$ . Za punjenje navedene lopate potrebno je 16 s, vrijeme potrebno za prijenos je 10 s, vrijeme potrebno za istovar je 10 s, a vrijeme potrebno za povratak je 8 s. Vrijeme izgubljeno zbog promjene smjera je 6 s.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{PUNJENJE}} + T_{\text{PRIJENOS}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{POVRATAK}} + T_0$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 50 \text{ s}$$

Teorijski učinak:

$$U_T = (3600 * q) / T_{\text{CIKLUSA}} = (3600 * 3 \text{ m}^3) / 50 \text{ s} = 216 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_V * K_D = 216 \text{ m}^3/\text{h} * 0,85 * 0,85 = 156,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj buldozera:

$$U_{\text{PUTOVARIVAČ}} / U_{\text{BULDOZER}} = 156,06 \text{ m}^3/\text{h} / 103,79 \text{ m}^3/\text{h} = 2 \text{ buldozera}$$

### **Kamion kiper**

Za transport iskopanog humusnog sloja na trajnu deponiju odabran je kamion kiper.

Zapremnina sanduka kamion kiper je  $18 \text{ m}^3$ , vrijeme potrebno za istovar je 120 s, a vrijeme okreta iznosi 40 s. Brzina praznog vozila je 60 km/h, a brzina napunjenog kamiona je 45 km/h.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{VOŽNJA}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{OKRET}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 18 \text{ m}^3 / 156,06 \text{ m}^3/\text{h} = 416 \text{ s}$$

$$T_{\text{VOŽNJA}} = 8 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 640 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{OKRET}} = 40 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 8 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 480 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 1696 \text{ s}$$

Planski učinak:

$$U_P = (q * 3600) / (T_C * K_D) = (18 \text{ m}^3 * 3600) / (1696 \text{ s} * 0,85) = 44,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamion kiper:

$$U_{\text{PUTOVARIVAČ}} / U_{\text{PKAMION}} = 156,06 \text{ m}^3/\text{h} / 44,95 \text{ m}^3/\text{h} = 4 \text{ kamion kipera}$$

Vrijeme potrebno za utovar:

$$T_U = V_{\text{HUMUS}} / U_{\text{PUTOVARIVAČ}} = 1355 \text{ m}^3 / 156,06 \text{ m}^3/\text{h} = 8,68 \text{ h}$$

Za skidanje i odvoz površinskog humusnog sloja potrebna su 2 buldozera, 1 utovarivač i 4 kamion kipera. Uz pretpostavku trajanja smjene od 8 h, za obavljanje navedene aktivnosti potrebna su 2 dana.

## 5.2. Iskop građevinske jame

Za navedenu aktivnost odabrani su sljedeći strojevi: jaružalo s dubinskom lopatom, jaružalo s pneumatskim čekićem, utovarivač i kamion kiper.

Volumen iskopa tla C kategorije je  $24300 \text{ m}^3$ , a volumen iskopa tla B kategorije je  $19700 \text{ m}^3$ .

Zadani su i sljedeći koeficijenti:

- a)  $K_R$  - koeficijent rastresitosti tla (1,25 za C kategoriju tla)
- b)  $K_P$  - koeficijent punjenja lopate (0,9 za srednje tvrdi iskop)
- c)  $K_V$  - koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- d)  $K_Z$  - kut zaokreta jaružala (odabrano 0,97)
- e)  $K_D$  - koeficijent dotrajalosti strojeva (odabrano 0,85)
- f)  $K_U$  - koeficijent utovara (odabrano 0,9)

### Jaružalo s dubinskom lopatom

Za iskop tla C kategorije zaduženo je jaružalo s dubinskom lopatom.

Zapremnina dubinske lopate je  $3 \text{ m}^3$ . Vrijeme iskopa, samim time i punjenja lopate je 20 s, vrijeme prijenosa i istovara je 10 s, a vrijeme izgubljeno na promjenu smjera je 6 s.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{ISKOP}} + T_{\text{PI}} + T_{\text{PS}} = 36 \text{ s}$$

Teorijski učinak:

$$U_T = (3600 * q) / T_C = (3600 * 3 \text{ m}^3) / 36 \text{ s} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_R * K_V * K_Z * K_P * K_D * K_U = 300 \text{ m}^3/\text{h} * 1,25 * 0,85 * 0,97 * 0,9 * 0,85 * 0,9 \\ = 212,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Kamion kiper**

Za transport iskopanog tla C kategorije na trajnu deponiju odabran je kamion kiper. Zapremnina sanduka kamion kiper je  $18 \text{ m}^3$ , vrijeme potrebno za istovar je 120 s, a vrijeme okreta iznosi 40 s. Brzina praznog vozila je 60 km/h, a brzina napunjenog kamiona je 45 km/h.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{VOŽNJA}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{OKRET}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 18 \text{ m}^3 / 212,88 \text{ m}^3/\text{h} = 305 \text{ s}$$

$$T_{\text{VOŽNJA}} = 8 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 640 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{OKRET}} = 40 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 8 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 480 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 1585 \text{ s}$$

Planski učinak:

$$U_P = (q * 3600) / (T_C * K_D) = (18 \text{ m}^3 * 3600) / (1585 \text{ s} * 0,85) = 48,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamion kiper:

$$U_{\text{PJARUŽALO}} / U_{\text{PKAMION}} = 212,88 \text{ m}^3/\text{h} / 48,10 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ kamion kiper}$$

Vrijeme potrebno za utovar:

$$T_U = V_C / U_{\text{PJARUŽALO}} = 24300 \text{ m}^3 / 212,88 \text{ m}^3/\text{h} = 114,15 \text{ h}$$

Za iskop tla C kategorije i njegov odvoz na trajnu deponiju potrebno je 1 jaružalo s dubinskom lopatom i 5 kamion kipera. Uz pretpostavku trajanja smjene od 8 h, za obavljanje navedene aktivnosti potrebno je 15 dana.

### Jaružalo s pneumatskim čekićem

Za iskop tla B kategorije koristi se jaružalo s pneumatskim čekićem.

Masa pneumatskog čekića je 1100 kg. Za navedenu masu čekića potrebno je očitati potrebne podatke.

*Tablica 5.3.2 Učinak udarnih čekića pri iskopu prosječne stijene (u sraslom stanju) prema prospektu tvrtke O&K*

<i>masa udarnog čekića sa dlijetom (kg)</i>	<i>broj udara u minuti</i>	<i>učinak (m<sup>3</sup> / 8 sati) pri širokom iskopu stijene</i>	<i>učinak (m<sup>3</sup> / 8 sati) pri (skučenom) iskopu rovova i sl.</i>	<i>masa bagera koji nosi čekić (t)</i>
695	415 – 665	150 – 250	8 – 20	7 – 16
837	385 – 880	200 – 450	15 – 50	9 – 16
1100	400 – 800	340 – 700	30 - 90	15 – 25
1380	400 – 1050	400 – 1200	40 – 120	16 – 27
1505	540 – 770	360 – 1200	35 - 110	18 – 30
2440	510 – 1160	660 – 1700	55 - 250	25 – 37
3170	440 - 1045	1200 - 2450	110 - 570	32 - 55

Slika 5.2.1. Učinak udarnih čekića pri iskopu prosječne stijene (u sraslom stanju) [18]

Za masu pneumatskog čekića od 1100 kg očitani su sljedeći podaci:

- Broj udara u minuti: 400 – 800
- Učinak pri širokom iskopu stijene: 340 – 700 m<sup>3</sup>/8h

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_V * K_D = 400 \text{ m}^3/\text{h} * 0,85 * 0,85 = 289 \text{ m}^3/8\text{h} = 36,13 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj jaružala s pneumatskim čekićem (pretpostavlja se rok iskopa od 20 dana):

$$n = V_B / (U_T * 20) = 19700 \text{ m}^3 / (289 \text{ m}^3/8\text{h} * 20 \text{ dana}) = 4 \text{ jaružala s pneumatskim čekićem}$$

Kako bi se iskop tla B kategorije završio u roku 20 dana (trajanje smjene od 8 h), potrebno je angažirati 4 jaružala s pneumatskim čekićem.

## Utovarivač

Utovarivač je izabran za utovar iskopanog tla B kategorije u kamion kiper.

Zapremnina lopate utovarivača je  $3 \text{ m}^3$ . Za punjenje navedene lopate potrebno je 16 s, vrijeme potrebno za prijenos je 10 s, vrijeme potrebno za istovar je 10 s, a vrijeme potrebno za povratak je 8 s. Vrijeme izgubljeno zbog promjene smjera je 6 s.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{PUNJENJE}} + T_{\text{PRIJENOS}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{POVRATAK}} + T_0$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 50 \text{ s}$$

Teorijski učinak:

$$U_T = (3600 * q) / T_{\text{CIKLUSA}} = (3600 * 3 \text{ m}^3) / 50 \text{ s} = 216 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_V * K_D = 216 \text{ m}^3/\text{h} * 0,85 * 0,85 = 156,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Kamion kiper

Za transport iskopanog tla B kategorije na mjesto gradnje lukobrana udaljeno 12 km odabran je kamion kiper.

Zapremnina sanduka kamion kipera je  $18 \text{ m}^3$ , vrijeme potrebno za istovar je 120 s, a vrijeme okreta iznosi 40 s. Brzina praznog vozila je 60 km/h, a brzina napunjenog kamiona je 45 km/h.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{VOŽNJA}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{OKRET}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 18 \text{ m}^3 / 156,06 \text{ m}^3/\text{h} = 416 \text{ s}$$

$$T_{\text{VOŽNJA}} = 12 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 960 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{OKRET}} = 40 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 12 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 720 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 2256 \text{ s}$$

Planski učinak:

$$U_P = (q * 3600) / (T_C * K_D) = (18 \text{ m}^3 * 3600) / (2256 \text{ s} * 0,85) = 33,79 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamion kipera:

$$U_{\text{PUTOVARIVAČ}} / U_{\text{PKAMION}} = 156,06 \text{ m}^3/\text{h} / 33,79 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ kamion kipera}$$

Vrijeme potrebno za utovar:

$$T_U = V_B / U_{\text{PUTOVARIVAČ}} = 19700 \text{ m}^3 / 156,06 \text{ m}^3/\text{h} = 126,23 \text{ h}$$

Za iskop tla B kategorije i njegov odvoz na mjesto gradnje lukobrana u roku 20 dana (uz pretpostavku trajanja smjene od 8 h) potrebna su 4 jaružala s pneumatskim čekićem, 1 utovarivač i 5 kamion kipera.

### **5.3. Zaštita pokosa prskanim betonom**

Za zaštitu pokosa prskanim betonom odabrani su automješalica i hidraulična klipna pumpa za beton.

Beton za prskanje se uzima iz obližnje betonare udaljene 6 km. Ukupna površina koju je potrebno zaštititi prskanim betonom je  $1690 \text{ m}^2$  (za sloj debljine 8 cm potrebno je  $136 \text{ m}^3$  betona), a površina jedne kampade je  $564 \text{ m}^2$  (za sloj debljine 8 cm potrebno je  $46 \text{ m}^3$ ) betona. Kada počne iskop druge kampade (na zapadnoj strani), započet će proces zaštite prve kampade na istočnoj strani. Na svakoj kampadi se osigura duljina rada na dionici 17,5 m, odnosno površine  $110 \text{ m}^2$ . Količina betona za sloj debljine 8 cm je  $8,8 \text{ m}^3$ .

#### **Hidraulična klipna pumpa za beton**

Za zaštitu pokosa građevinske jame prskanim betonom izabrana je hidraulična klipna pumpa. Rad crpke iznosi  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  te je zadan koeficijent iskorištenosti radnog vremena  $K_V$  koji iznosi 0,7.

Planski učinak:

$$U_P = q * K_V = 25 \text{ m}^3/\text{h} * 0,7 = 17,5 \text{ m}^3/\text{h}$$



## Automješalica

Za transport betona od betonare do gradilišta izabrana je automješalica.

Beton se uzima iz obližnje betonare udaljene 6 km. Kapacitet betonare je  $35 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Zapremnina automješalice je  $12 \text{ m}^3$ . Brzina prazne automješalice je  $60 \text{ km/h}$ , a napunjene  $45 \text{ km/h}$ . Vrijeme manevra na betonari je  $1.5 \text{ min}$ , a vrijeme manevra na gradilištu  $2 \text{ min}$ .

Rezervno vrijeme je  $5 \text{ min}$ .

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{MANBET}} + T_{\text{PUNIT}} + T_{\text{MANGRAD}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{REZ}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 12 \text{ m}^3 / 35 \text{ m}^3/\text{h} = 1235 \text{ s}$$

$$T_{\text{MANBET}} = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$$

$$T_{\text{PUNIT}} = 6 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 480 \text{ s}$$

$$T_{\text{MANGRAD}} = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 12 \text{ m}^3 / 17.5 \text{ m}^3/\text{h} = 2469 \text{ s}$$

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

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 4694 \text{ s}$$

Potreban broj automješalica za sinkroniziran rad sa hidruličnom klipnom pumpom:

$$N = T_{\text{CIKLUSA}} / (T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{REZ}}) = 4694 \text{ s} / (2469 \text{ s} + 300 \text{ s}) = 2 \text{ automješalice}$$

Vrijeme betoniranja na dionici:

$$V_{\text{POTREBNO}} / U_{\text{P}} = 8,8 \text{ m}^3 / 17,5 \text{ m}^3/\text{h} = 1811 \text{ s} = 30,19 \text{ min}$$

Vrijeme betoniranja kampade:

$$T_{\text{BETONIRANJA}} = 4 * 1811 \text{ s} = 7244 \text{ s} = 121 \text{ min}$$

Za dionicu kampade duljine  $17,5 \text{ m}$  zaštita pokosa prskanim betonom će se obaviti za  $30,19 \text{ minuta}$ , a zaštita pokosa cijele kampade bit će gotova za  $121 \text{ min}$ . U radu će sudjelovati  $1 \text{ hidrulična klipna pumpa}$  te  $2 \text{ automješalice}$ .

#### 5.4. Izgradnja vanjskog sportskog igrališta

Za izradu vanjskog sportskog igrališta odabrani su kamion kiper, grejder, valjak i finišer. Tvrтка koja je obavljala skidanje humusnog sloja na mjestu iskopa građevinske jame isti je posao obavila i na mjestu izgradnje igrališta (usklađivanje strojeva obavljeno u podnaslovu 5.1.). Tlocrtna površina igrališta je 2400 m<sup>2</sup>. Podloga vanjskog sportskog igrališta je asfalt debljine sloja 8 cm. Ispod asfaltnog sloja nalazi se sloj šljunka debljine 16 cm.

Zadani su sljedeći koeficijenti:

- a) Koeficijent rastresitosti materijala (odabrano 0,9)
- b) Koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- c) Koeficijent dotrajnosti radnih strojeva (odabrano 0,85)

#### Kamion kiper

Za dopremu šljunka na gradilište angažiran je kamion kiper.

Šljunak se dovodi iz obližnje šljunčare udaljene 4 km. Potrebna količina šljunka je 384 m<sup>3</sup>. Zapremnina sanduka kamion kiper je 18 m<sup>3</sup>, vrijeme potrebno za istovar je 120 s. Brzina praznog vozila je 60 km/h, a brzina napunjenog kamiona je 45 km/h. Zadano je vrijeme utovara na šljunčari u trajanju 180 s.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{VOŽNJA}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 180 \text{ s}$$

$$T_{\text{VOŽNJA}} = 4 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 320 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 4 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 240 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 860 \text{ s}$$

Planski učinak:

$$U_P = (q * 3600) / (T_C * K_D) = (18 \text{ m}^3 * 3600) / (860 \text{ s} * 0,85) = 88,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Grejder

Za razastiranje šljunka na mjestu izgradnje igrališta odabran je grejder.

Grejder se kreće brzinom od 4,5 km/h. Širina noža grejdera je 5 m, a broj prijelaza grejdera je 6.

Teorijski učinak:

$$U_T = (v * l * d) / n = (4500 \text{ m/h} * 5 \text{ m} * 0,16 \text{ m}) / 6 = 600 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_R * K_V * K_D = 600 \text{ m}^3/\text{h} * 0,9 * 0,85 * 0,85 = 390,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamion kiperi:

$$U_{PGREJDER} / U_{PKAMION} = 390,15 \text{ m}^3/\text{h} / 88,65 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ kamion kiperi}$$

## Valjak

Za nabijanje sloja šljunka debljine 16 cm odabran je valjak.

Brzina kretanja valjka je 5 km/h, a korisna širina valjka je 1.6 m. Broj prijelaza valjka je 8.

Teorijski učinak:

$$U_T = (v * b * d) / n = (5000 \text{ m/h} * 1,6 \text{ m} * 0,16 \text{ m}) / 8 = 160 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_V * K_D = 160 \text{ m}^3/\text{h} * 0,85 * 0,85 = 115,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj valjaka:

$$U_{PGREJDER} / U_{PVALJAK} = 390,15 \text{ m}^3/\text{h} / 115,60 \text{ m}^3/\text{h} = 4 \text{ valjka}$$

## Kamion kiper

Za dopremu asfalta na gradilište angažiran je kamion kiper.

Šljunak se dovodi iz tvornice asfalta udaljene 10 km. Potrebna količina asfalta, za debljinu sloja od 8 cm, je 192 m<sup>3</sup>.

Zapremnina sanduka kamion kipera je 18 m<sup>3</sup>, vrijeme potrebno za istovar je 120 s. Brzina praznog vozila je 60 km/h, a brzina napunjenog kamiona je 45 km/h. Zadano je vrijeme utovara u tvornici asfalta u trajanju 180 s.

$$T_{\text{CIKLUSA}} = T_{\text{UTOVAR}} + T_{\text{VOŽNJA}} + T_{\text{ISTOVAR}} + T_{\text{POVRATAK}}$$

$$T_{\text{UTOVAR}} = 180 \text{ s}$$

$$T_{\text{VOŽNJA}} = 10 \text{ km} / 45 \text{ km/h} = 800 \text{ s}$$

$$T_{\text{ISTOVAR}} = 120 \text{ s}$$

$$T_{\text{POVRATAK}} = 10 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 600 \text{ s}$$

$$T_{\text{CIKLUSA}} = 1700 \text{ s}$$

Planski učinak:

$$U_P = (q * 3600) / (T_C * K_D) = (18 \text{ m}^3 * 3600) / (1700 \text{ s} * 0,85) = 44,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

## **Finišer**

Za razastiranje asfaltnog sloja zadužen je finišer.

Brzina finišera pri razastiranju je 2 km/h. Širina okvira finišera je 3 m, a broj potrebnih prijelaza je 1. Debljina asfaltnog sloja je 8 cm.

Planski učinak:

$$U_P = (v * d * b) / (n * K_R) = (2000 \text{ m/h} * 0,08 \text{ m} * 3 \text{ m}) / (1 * 0,9) = 533,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamion kipera:

$$U_{\text{FINIŠER}} / U_{\text{PKAMION}} = 533,33 \text{ m}^3/\text{h} / 44,85 \text{ m}^3/\text{h} = 12 \text{ kamion kipera}$$

## **Valjak**

Za nabijanje asfaltnog sloja debljine 8 cm odabran je valjak.

Brzina kretanja valjka je 5 km/h, a korisna širina valjka je 1.6 m. Broj prijelaza valjka je 8.

Teorijski učinak:

$$U_T = (v * b * d) / n = (5000 \text{ m/h} * 1,6 \text{ m} * 0,08 \text{ m}) / 8 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak:

$$U_P = U_T * K_V * K_D = 80 \text{ m}^3/\text{h} * 0,85 * 0,85 = 57,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj valjaka:

$$U_{\text{PFINIŠER}} / U_{\text{PVALJAK}} = 533,33 \text{ m}^3/\text{h} / 57,80 \text{ m}^3/\text{h} = 10 \text{ valjaka}$$

Uz pretpostavku trajanja smjene od 8 sati, pomoću 12 kamion kipera, 1 grejdera, 1 finišera i 10 valjaka posao dovoda šljunka sa obližnje šljunčare, njegovog razastiranja i nabijanja na mjestu izgradnje igrališta, dovoda asfalta iz tvornice asfalta te njegovog razastiranja i nabijanja na mjestu izgradnje igrališta bit će završen za 1 radni dan.

## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem izbora strojeva, detaljnog proračuna njihovog pojedinačnog rada i usklađivanja njihovog međusobnog rada projektni zadatak iskopa i zaštite pokosa građevinske jame te izgradnje vanjskog sportskog će biti izvršen za 38 dana.

Tablica 6.1. Prikaz vrste i maksimalnog broja strojeva u vršnim momentima građenja

STROJ	BROJ STROJEVA
Buldozer	2
Utovarivač	1
Kamion kiper	12
Jaružalo s dubinskom lopatom	1
Jaružalo s pneumatskim čekićom	4
Automješalica	2
Pumpa za prskani beton	1
Grejder	1
Valjak	10
Finišer	1

## 7. LITERATURA

Literatura:

[1]

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=16085>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[2]

[https://www.truck1.hr/img/auto/XXL/2382/2382\\_5090801153137.jpg](https://www.truck1.hr/img/auto/XXL/2382/2382_5090801153137.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[3]

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Utovariva%C4%8D>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[4]

<https://euromarkt.hr/wp-content/uploads/2017/03/Utovariva%C4%8D-XCMG-17.jpg>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[5]

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Kamion>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[6]

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=68597>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[7]

[https://autoline.hr/img/s/kamion-kiper-MERCEDES-BENZ-ACTROS-2644-Kipper-6x4---1606487543798179659\\_big--20112716243813933400.jpg](https://autoline.hr/img/s/kamion-kiper-MERCEDES-BENZ-ACTROS-2644-Kipper-6x4---1606487543798179659_big--20112716243813933400.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[8]

<https://zir.nsk.hr/islandora/object/gradst:397/preview>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[9]

<https://docplayer.rs/docs-images/113/205812492/images/28-1.jpg>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[10]

[https://www.oglasnik.hr/repository/images/\\_var/5/0/50a4c3483bb73803dc6d661a1dee54da6740bae1-GalleryBig.jpg](https://www.oglasnik.hr/repository/images/_var/5/0/50a4c3483bb73803dc6d661a1dee54da6740bae1-GalleryBig.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[11]

<https://egradnja.ba/pojmovnik/automjesalica>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[12]

[https://beta.finance.si/bmc/pics//cache\\_03/036-041-IVECO-BENUSI-1-5bcf2f9e8dc99-5bcf2f9e8f349.jpg](https://beta.finance.si/bmc/pics//cache_03/036-041-IVECO-BENUSI-1-5bcf2f9e8dc99-5bcf2f9e8f349.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[13]

[https://www.integritet-sanacije.hr/wp-content/uploads/2015/03/20-00227\\_720\\_frei.png](https://www.integritet-sanacije.hr/wp-content/uploads/2015/03/20-00227_720_frei.png)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[14]

<http://naziavlje.hr/uploads/files/344fb33e163493d729aa5ce31bfa7874.pdf>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[15]

[https://www.polovniautomobili.com/porta1/Zanimljivosti/2017\\_04/grejder/Grejder\\_u\\_radu.jpg](https://www.polovniautomobili.com/porta1/Zanimljivosti/2017_04/grejder/Grejder_u_radu.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)



[16]

<https://media.machinerypark.com/offer/images/e6/5c/381-286/a97b6a2a7d6871d9c14ba359366629fa3b997497ba.jpg>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[17]

[https://beta.finance.si//bmc/pics//cache\\_03/036-037-ROTECH-VOGELE-1-5eaa97d6c8471-5eaa97d6c9308.jpg](https://beta.finance.si//bmc/pics//cache_03/036-037-ROTECH-VOGELE-1-5eaa97d6c8471-5eaa97d6c9308.jpg)

(zadnji pristup: rujan, 2022.)

[18]

<https://www.yumpu.com/xx/document/view/8197546/200teh-grad-i-poglavlje5>

(zadnji pristup: rujan, 2022.)