



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

---

# **ZAVRŠNI RAD**

**USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA ZA ODABRANE  
AKTIVNOSTI PRILIKOM IZGRADNJE PODZEMNE  
GARAŽE I LOKALNOG PARKINGA  
TRGOVAČKOG CENTRA**

Roko Vlaić

Split, 2024.



SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

---

**USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA ZA ODABRANE  
AKTIVNOSTI PRILIKOM IZGRADNJE PODZEMNE  
GARAŽE I LOKALNOG PARKINGA  
TRGOVAČKOG CENTRA**

Split, 2024.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI STRUČNI  
STUDIJGRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Roko Vlaić**

MATIČNI BROJ (JMBAG): **0083227979**

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

PREDMET: **Tehnologija građenja**

## **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje podzemne garaže i lokalnog parkinga trgovačkog centra.

Opis zadatka: Student će analizirati odabrane aktivnosti iz skupine pripremnih, zemljanih, betonskih i asfaltnih radova, odabrati odgovarajuće strojeve, te uskladiti rad strojeva za izgradnju podzemne garaže, lokalnog parkinga i pristupne ceste za trgovački centar.

U Splitu, 4. ožujka 2024.

Voditeljica Završnog rada:

**Doc. dr. dc. Katarina Rogulj**

## **Usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje podzemne garaže i lokalnog parkinga trgovačkog centra.**

### Sažetak:

U ovom završnom radu rješava se problem usklađivanja rada strojeva za odabrane aktivnosti izgradnje trgovačkog centra, lokalnog parkinga, pristupne ceste i podzemne garaže. Cilj je postizanje što bolje učinkovitosti i usklađenosti strojeva za što manji i efikasniji utrošak vremena i resursa.

### Ključne riječi:

Građevinski strojevi, podzemna garaža, parking, pristupna cesta, usklađivanje rada strojeva, tehnologija građenja.

## **The machines coordination for selected activities during the construction of the underground garage and the local parking lot of the shopping center.**

### Summary:

In this thesis, the problem of machines coordination for the selected activities of the construction of a shopping center, local parking, an access road and an underground garage has been analysed and solved. The goal was to achieve the best possible efficiency and compliance of the machines for the least and most efficient consumption of time and resources.

### Keywords:

Construction machinery, underground garage, parking, machinery harmonization, access road, construction technology.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. OPIS .....	2
2.1. PREGLED SITUACIJE .....	3
3. OPIS AKTIVNOSTI: .....	4
3.1. ISKOP I IZGRADNJA TRGOVAČKOG CENTRA I PODZEMNE GARAŽE ...	4
3.1.1. PRIPREMNE RADOVE:.....	4
3.1.2. ZEMLJANI RADOVI: .....	4
3.1.3. BETONIRANJE: .....	5
3.2. IZGRADNJA PARKINGA I PRISTUPNE CESTE: .....	6
3.2.1. Izgradnja donjeg ustroja ceste.....	6
3.2.2. Izgradnja gornjeg ustroja pristupne ceste .....	6
3.3. PRIKAZ RADOVA, VRSTA RADOVA I POTREBITIH STROJEVA .....	7
4. ODABRANI STROJEVI .....	8
5. KARAKTERISTIKE ODABRANIH STROJEVA .....	9
5.1. JARUŽALO S DUBINSKOM LOPATOM SREDNJE KLASE CAT 330 .....	9
5.2. KAMION KIPER MAN TGS 28.430 .....	10
5.3. GREJDER CAT24 .....	11
5.5. UTOMIJEŠALICA MAN TGS 44.400 8x4 EURO5 FML 12 M3 .....	12
5.6. VALJAK S GLATKIM ČELIČNIM KOTAČEM CP68B .....	13
5.7. UTOVARIVAČI NA KOTAČIMA CAT 938M .....	14
5.8. TERETNO VOZILO MERCEDES ACTROS 2631/6X4/45 SA PUTZMEISTER 36-4 PUMPOM ZA BETON .....	14
5.9. FINIŠER ZA ASFALTIRANJE VOGELE S1203 .....	15
5.10. KAMION KIPER ZA ASFALTIRANJE SCANIA P380 8X4 .....	16
6. USKLADIVANJE RADA STROJEVA .....	17
6.1. PRORAČUN ZA IZGRADNJU PRISTUPNE CESTE .....	17
6.1.1. SKIDANJE HUMUSNOG SLOJA .....	17
6.1.2. ZBIJANJE TAMPONSKOG SLOJA .....	21
6.1.3. TRANSPORT ASFALTA .....	22
6.1.4. UGRADNJA ASFALTA .....	24
6.2. PRORAČUN ZA IZGRADNJU PODZEMNE GARAŽE .....	25

6.2.1.	SKIDANJE HUMUSNOG SLOJA.....	25
6.2.2.	UTOVAR HUMUSNOG SLOJA.....	26
6.2.3.	TRANSPORT HUMUSNOG SLOJA NA DEPONIJ .....	28
6.2.4.	ŠIROKI ISKOP .....	30
6.2.5.	TRANSPORT MATERIJALA IZ ISKOPA NA DEPONIJ .....	32
6.2.6.	FINO PLANIRANJE DNA GRAĐEVNE JAME .....	34
6.2.7.	TRANSPORT SVJEŽEG BETONA – I. FAZA .....	35
6.2.8.	UGRADNJA SVJEŽEG BETONA – I. FAZA .....	36
6.2.9.	TRANSPORT SVJEŽEG BETONA – II. FAZA.....	37
6.2.10.	UGRADNJA SVJEŽEG BETONA – II. FAZA.....	39
6.3.	PRORAČUN ZA IZGRADNJU PARKINGA .....	40
6.3.1.	TRANSPORT TAMPONSKOG MATERIJALA DO GRADILIŠTA .....	40
6.3.2.	RAZASTIRANJE I PORAVNANJE TAMPONSKOG MATERIJALA..	42
6.3.3.	ZBIJANJE TAMPONSKOG SLOJA .....	43
6.3.4.	TRANSPORT ASFALTA .....	44
6.3.5.	UGRADNJA ASFALTA .....	46
7.	ZAKLJUČAK.....	47
8.	LITERATURA.....	48

# 1. UVOD

U ovom završnom radu analizirati će se rad i usklađivati strojevi za izradu trgovačkog centra, podzemne garaže te pristupne ceste. Usklađivanje vršimo zbog kontrole resursa na gradilištu te izbjegavanje nepotrebnog troška vremena te ostalih faktora koji utječu na vremensko ograničenje projekta, troškova i dr. Za potrebe garaže analizirat ćemo pripremne, zemljane te betonske radove. Iskop za trgovački centar sadržavat će također pripremne te zemljane radove, a za potrebe pristupne ceste izradit će se posteljica te asfaltirati površina. Navesti ćemo određene strojeve za obavljanje tih radova, njihove učinke i karakteristike te na posljetku uskladiti radove istih.

Podatci o strojevima, učinci i karakteristike određeni su kroz relevantnu literaturu te kroz programski zadatak.

## 2. OPIS

Radovi za iskop trgovačkog centra, garaže, parkinga te pristupne ceste u ovom projektu odvijaju se u 3 faze u trajanju od jedne radne smjene koja iznosi 8 sati.

### 1.faza

Prva faza obuhvaća iskop dimenzija 6 m \* 1000 m \* 0,3 m. Za iskop se koristi bager s dubinskom lopatom koji iskopani materijal odbaciva sa strane. Zapremnina lopate bagera je 1m<sup>3</sup>. Na raspolaganju je 1 bager te proračunavamo potreban broj smjena za obavljanje iskopa te učinak bagera.

### 2.faza

Druga faza obuhvaća iskop terena za trgovački centar dimenzija 100m \* 100 m \* 3 m. Za iskop se koristi bager s dubinskom lopatom, zapremnine 1m<sup>3</sup>, koji iskopani materijal utovaruje u kiper. Kiper utovareni materijal vozi do deponije udaljene 5km. Računamo potreban broj bagera i kipera za usklađeni rad, te dolazimo do potrebnih 3 kipera po 1 bageru za usklađeni rad. Vrijeme potrebno za iskop odvija se u 15 smjena po 8 sati a vrijeme potrebno za prijevoz do deponije odvija se u 13 smjena po također 8 sati. Trajanje ciklusa odvoza kipera do deponije je 32,07 minuta. Tlo je IV. Kategorije.

Iskopano tlo se mora fino poravnati te dobro zbiti. Nakon dobro pripremljenog tla dolazi betoniranje temeljne ploče dimenzija 0,7 m \* 0,7 m \* 0,5 m te stupova dimenzija 0,3 m \* 0,3 m \* 5 m. Sljedeći korak je izrada betonske ploče na vrhu. Ploča ima otvor za ulaznu rampu dimenzija te se radi posteljica(04\*05). Betonara je na udaljenosti od 15 km.

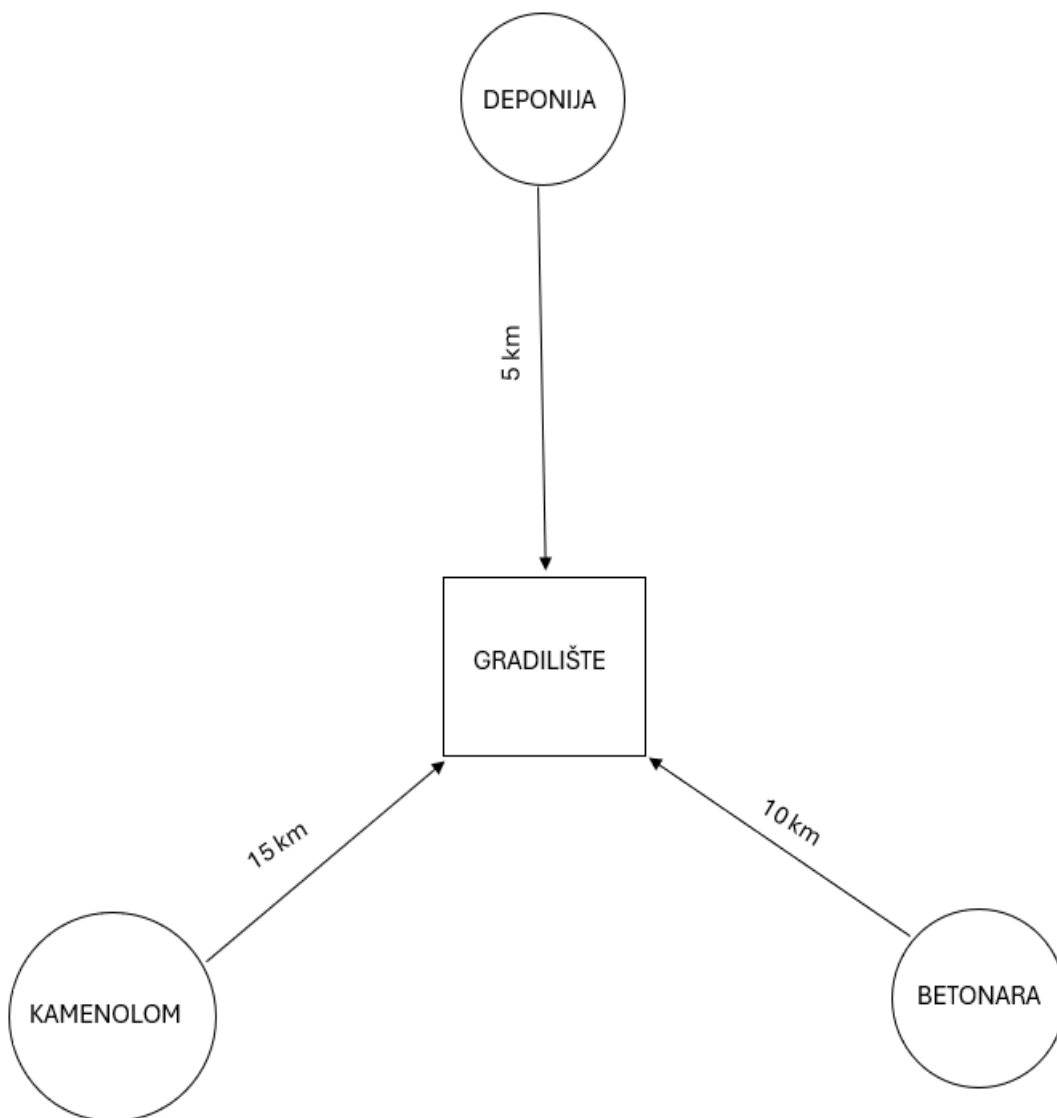
### 3.faza

Udaljenost kamenoloma od gradilišta iznosi 10 km. Dovozi se te ugrađuje asfaltni sloj debljine 10 cm.



## 2.1. PREGLED SITUACIJE

Situacija predstavlja udaljenosti deponije, kamenoloma i betonare od gradilišta.



Slika 1. Prikaz situacije udaljenosti kamenoloma, betonare i deponije od gradilišta.

### 3. OPIS AKTIVNOSTI:

Radovi se dijele na:

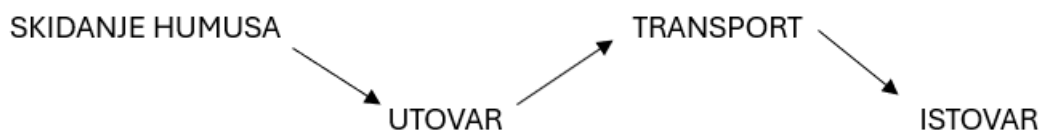
- Iskop za trgovački centar i garažu
- Izgradnja pristupne ceste i lokalnog parkinga

#### 3.1. ISKOP I IZGRADNJA TRGOVAČKOG CENTRA I PODZEMNE GARAŽE

Radove na iskopu i izgradnji trgovačkog centra i podzemne garaže dijelimo na:

##### 3.1.1. PRIPREMNE RADOVE:

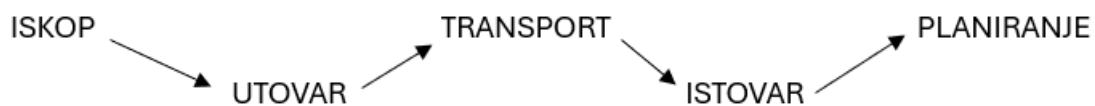
Pripremni radovi se sastoje od skidanja humusnog sloja u mjeri od 10 cm pomoću grejdera. Skinuti sloj utovaruje se u kamion kiper i odvozi do deponije udaljene 5 km od mjesta gradilišta.



*Slika 2. Shema tijekom pripremnih radova.*

##### 3.1.2. ZEMLJANI RADOVI:

Iskop za trgovački centar i podzemnu garažu radi se na 3 metra dubine u mjeri površine 100 m \* 100 m. Za iskop koristimo bager s dubinskom lopatom, za prijevoz do deponije udaljene 5 km koristimo kamion kiper. Planiranje tla vršimo s grejderom.



Slika 3. Shema tijeka zemljanih radova.

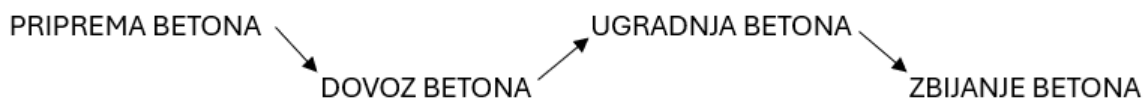
### 3.1.3. BETONIRANJE:

Betoniranje se sastoji od dovoza betona automješalicom. Betoniranje temeljne ploče izvodi se u dimenzijama 100 m \* 100 m \* 0,3 m. Nakon temeljne ploče betoniraju se stupovi.

Dimenzija jednog stupa je 0,25 m \* 0,25 m \* 3 m. Potrebno je betonirati 200 stupova.

Betoniranje gornje ploče se odvija na kraju s dimenzijama 100 m \* 100 m te 0,3 m debljine.

Betonara se nalazi 10 km od mjesta gradilišta te se zbijanje betona vrši vibratorom.

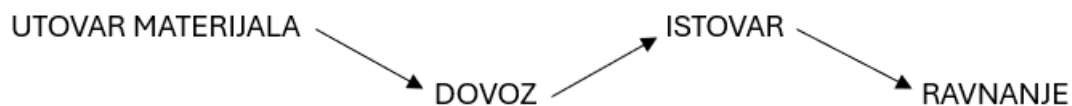


Slika 4. Shema tijeka betoniranja.

## 3.2. IZGRADNJA PARKINGA I PRISTUPNE CESTE:

### 3.2.1. Izgradnja donjeg ustroja ceste

Izgradnja posteljice vrši se kamionom kiperom kao sredstvom za dovoz materijala iz kamenoloma. Ravnanje dovezenog materijala radi se grejderom. Debljina posteljice je 8 cm.



Slika 5. Shema tijeka izgradnje donjeg ustroja ceste.

### 3.2.2. Izgradnja gornjeg ustroja pristupne ceste

Izgradnja gornjeg ustroja ceste svodi se na dovoz asfalta. Asfaltiranje se vrši na površini od 6 m \* 100 m u debljini od 10 cm. Prijevoz se vrši kamionom kiperom a asfaltiranje voznim strojevima za asfaltiranje. Poravnavanje se vrši valjcima.



Slika 6. Shema tijeka izgradnje gornjeg ustroja ceste.

### 3.3. PRIKAZ RADOVA, VRSTA RADOVA I POTREBITIH STROJEVA

Tablica prikazuje potrebne radne aktivnosti i strojeve koji su nužni za obavljanje tih radova.

AKTIVNOSTI	RADOVI	STROJEVI
<b>PRIPREMNI RADOVI</b>	Skidanje humusnog sloja	GREJDER
	Dovoz i odvoz materijala	KAMION KIPER
<b>ZEMLJANI RADOVI</b>	Iskop	JARUŽALO S DUBINSKOM LOPATOM
	Transport	KAMION KIPER
	Planiranje	GREJDER
<b>BETONSKI RADOVI</b>	Betoniranje	AUTOMJEŠALICA
	Transport	AUTOMJEŠALICA
	Ugradnja	PUMPA ZA BETON
<b>IZGRADNJA DONJEG USTROJA</b>	Dovoz materijala	KAMION KIPER
	Ravnanje	GREJDER
<b>IZGRADNJA GORNJEG USTROJA</b>	Transport	KAMION KIPER
	Asfaltiranje	FINIŠER ZA ASFALTIRANJE
	Ravnanje	VALJAK

Slika 7. Tablični prikaz vrsta aktivnosti i strojeva.

## 4. ODABRANI STROJEVI

Odabir strojeva u građevinarstvu igra ključnu ulogu u uspjehu projekta jer utječe na učinkovitost, sigurnost i troškove izgradnje. Pravilno odabrani strojevi mogu ubrzati procese gradnje, smanjiti rizik od nezgoda i optimizirati korištenje resursa poput vremena, materijala i radne snage. Stoga, pažljivo planiranje i odabir adekvatne mehanizacije od samog početka projekta ključno je za postizanje uspješnih rezultata u građevinskoj industriji. Strojevi koji su izabrani u projektu su:

- JARUŽALO S DUBINSKOM LOPATOM
- KAMION KIPER
- GREJDER
- AUTOMIJEŠALICA
- VALJAK
- UTOVARIVAČ
- PUMPA ZA BETON
- FINIŠER ZA ASFALTIRANJE
- KAMION KIPER ZA ASFALT

## 5. KARAKTERISTIKE ODABRANIH STROJEVA

### 5.1. JARUŽALO S DUBINSKOM LOPATOM SREDNJE KLASE CAT 330



*Slika 8. Jaružalo s dubinskom lopatom [1]*

Kod bagera s dubinskom lopatom iskop se vrši tako da se lopata kreće u smjeru odozgora prema dolje. On radi sa površine terena te ne mora silaziti na dno iskopa.

- Snaga motora: 204 kW
- Zapremnina žlice;  $q_{\text{žlice}} = 1 \text{ m}^3$
- Trajanje okretaja pri utovaru: 25 s
- Trajanje iskopa: 20 s

## 5.2. KAMION KIPER MAN TGS 28.430



Slika 9. Kamion kiper MAN TGS 28.430 [2]

Kamion kiper je vozilo koje služi za transport građevinskog materijala. Zapremnina njegovog koša u koje se pohranjuje materijal za prijevoz je  $20 \text{ m}^3$

- Snaga motora: 316 kW
- Zapremnina koša;  $q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$
- Max brzina (pun): 30 km/h
- Max brzina (prazan): 45 km/h



### 5.3. GREJDER CAT24



Slika 10. Grejder CAT24 [3]

Grejder se koristi za finije građevinske radove (planiranje tla, razastiranje pijeska, šljunka, skidanje humusa). Glavni dio grejdera je nož pokretljiv u svim smjerovima.

- Snaga motora: 227 kW
- Max brzina: 42.0 km/h
- Brzina kretanja: 4.5 km/h
- Širina noža: 7.3 m
- Visina noža: 1.0 m

#### 5.4. KAMION KIPER CATTEPILLAR 777G



Slika 11. Kiper cattepillar 777G [4]

- Zapremnina spremnika  $q_{\text{spremnika}} = 60.1 \text{ m}^3$
- Max brzina (prazan) = 50 km/h
- Max brzina (pun) = 35 km/h

#### 5.5. UTOMIJEŠALICA MAN TGS 44.400 8x4 EURO5 FML 12 M3



Slika 12. Automješalica MAN TGS 44.400 8x4 [5]

Automješalica je stroj koji služi za prijevoz betona do gradilišta. Okretanje njegovog koša pridonosi tome da se beton ne stvrdnjava tijekom transporta. Zapremnine koša mogu biti različite.

- Zapremnina spremnika;  $q$  spremnika = 10 m<sup>3</sup>
- Snaga motora: 294 kW
- Max brzina (pun): 70 km/h
- Max brzina (prazan): 90 km/h

## 5.6. VALJAK S GLATKIM ČELIČNIM KOTAČEM CP68B



Slika 13. Valjak s glatkim čeličnim kotačem CP68B [6]

Valjak s glatkim čeličnim kotačima pripada u vrstu građevinskih strojeva što djeluju vlastitom težinom. Rabe se za zbijanje kamenih podloga krupnijih granulacija te za završnu obradu nasutih i već nabijenih slojeva

- Snaga motora: 117 kW
- Masa: 14685 kg
- Brzina kretanja: 4.8 km/h
- Korisna širina: 2.3 m

## 5.7. UTOVARIVAČI NA KOTAČIMA CAT 938M



Slika 14. Utovarivač na kotačima CAT 938M [7]

Strojevi koji pretežno služe za utovarivanje rastresitog materijala. Postoje različite vrste utovarivača (s gusjenicama, kotačima) ovisno o zadatku koji se treba obaviti.

- Snaga motora: 127 kW
- Zapremnina lopate;  $q_{\text{lo pate}} = 4.5 \text{ m}^3$
- Brzina kretanja: 20 km/h

## 5.8. TEREETNO VOZILO MERCEDES ACTROS 2631/6X4/45 SA PUTZMEISTER 36-4 PUMPOM ZA BETON



Slika 15. Mercedes actros 2631/6x4/45 SA PUTZMEISTER [8]

Koriste se za lakše ugrađivanje betona u oplatu te se to ugrađivanje može odvijati s različite udaljenosti i na različitim visinama.

- Snaga motora: 235 kW
- Doseg: 35 m
- Teorijski učinak;  $U_t = 50 \text{ m}^3/\text{h}$
- Max brzina: 70 km/h

## 5.9. FINIŠER ZA ASFALTIRANJE VOGELE S1203



Slika 16. Finišer za asfaltiranje VOGELE S1203 [9]

Finišer za asfaltiranje se koristi za ugradbu gornjeg sloja kolnika ceste. Kod kolnika od asfalta preuzima mješavinu razastire ju i djelomično nabija.

- Masa: 17,850 kg
- Širina: 4 m
- Brzina kretanja: 30 m/min = 1.8 km/h
- Teorijski učinak;  $U_t = 165 \text{ m}^3/\text{h}$

## 5.10. KAMION KIPER ZA ASFALTIRANJE SCANIA P380 8X4



Slika 17. Kamion kiper za asfaltiranje SCANIA P380 8x4 [10]

Kamion kiper za asfaltiranje služi samo za prijevoz asfalta do gradilišta gdje će se isti i koristiti.

- Snaga motora: 380 kW
- Zapremnina koša;  $q_{\text{koša}} = 12 \text{ m}^3$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 70 km/h

## 6. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

Proračun za usklađivanje rada strojeva dijelimo na:

- Proračun za izgradnju pristupne ceste i podzemne garaže.
- Proračun za izgradnju trgovačkog centra.
- Proračun za izgradnju lokalnog parkinga.

### 6.1. PRORAČUN ZA IZGRADNJU PRISTUPNE CESTE

Za aktivnosti izgradnje pristupne ceste koriste se sljedeći strojevi: kamion kiper, grejder, finišer za asfaltiranje i valjak.

#### 6.1.1. SKIDANJE HUMUSNOG SLOJA

Dovoz tampona vršimo pomoću kamiona kipera MAN TGS 28430 :

- Snaga motora: 316kW
- Zapremnina spremnika:  $q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 80 km/h

Udaljenost kamenoloma;  $d=15\text{km}$

Potrebna količina materijala (tampona);

$$V = 6 \text{ m} * 100 \text{ m} * 0.1 \text{ m} = 60 \text{ m}^3$$

Koeficijenti:

$$k_v = 0.82, k_r = 1.12, k_d = 0.90, k_p = 0.86$$

Vrijeme utovara:

$$T_{ut} = q_{koša} / U_p$$

$$T_{ut} = 20 / 165.02$$

$$T_{ut} = 0.12 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{punog} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{kamenoloma} = 15 \text{ km}$$

$$T_{vpv} = l_{kamenoloma} / v_{punog}$$

$$T_{vpv} = 15 / 50$$

$$T_{vpv} = 0.30 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{praznog} = 80 \text{ km/h}$$

$$l_{kamenoloma} = 15 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l_{kamenoloma} / v_{praznog}$$

$$T_{vp} = 15 / 80$$

$$T_{vp} = 0.19 \text{ h}$$



Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0.12 + 0.30 + 0.033 + 0.19$$

$$T_c = 0.643 \text{ h}$$

Planski učinak kamiona:

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_p * k_r * k_d$$

$$U_p = (20 / 0.643) * 0.82 * 0.86 * 1.12 * 0.90$$

$$U_p = 22.11 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih kamiona kiperi:

$$N_{\text{kamiona kiperi}} = U_p \text{ grejdera} / U_p \text{ kamiona kiperi}$$

$$N_{\text{kamiona kiperi}} = 563.38 / 37.30$$

$$N_{\text{kamiona kiperi}} = 15.10 \approx 16$$

Potrebno je 6 kamiona kiperi.

Razastiranje tamponskog materijala vršimo pomoću grejdera CAT 24:

- Snaga motora: 227 kW
- Brzina kretanja: 4.2 km/h
- Radna širina zahvata noža;  $l_r = 7.3 \text{ m}$
- Širina preklopa;  $l_p = 0.2 \text{ m}$
- Debljina posteljice;  $d = 0.1 \text{ m}$

Potrebno je 4 prijelaza;  $n = 4$ . Koeficijenti:

$$k_v = 0.82, K_r = 1.12, k_d = 0.90$$

Teorijski učinak grejdera:

$$U_t = (v * (l_r - l_p) * 1000) / n$$

$$U_t = (4.2 * (7.3 - 0.2) * 1000) / 4$$

$$U_t = 7455.00 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$U_t = 7455.00 \text{ m}^2/\text{h} * 0.1 \text{ m} = 745.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak grejdera:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 745.50 * 0.82 * 1.12 * 0.90$$

$$U_p = 616.20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N_{\text{grejdera}} = U_p \text{ kamiona kipera} / U_p \text{ grejdera}$$

$$N_{\text{grejdera}} = 22.11 / 616.20$$

$$N_{\text{grejdera}} = 0.04 \approx 1$$

Potreban je 1 grejder

### 6.1.2. ZBIJANJE TAMPONSKOG SLOJA

Zbijanje tamponskog sloja vršimo pomoću vibracijskog valjka CAT CB16:

- Snaga motora: 117 kW
- Brzina kretanja: 4.8 km/h
- Korisna širina: 2.3 m
- Masa: 14,685 kg
- Debljina nasutog sloja;  $d = 0.1$  m

Koeficijenti:

$$k_v = 0.82, k_d = 0.9$$

Teorijski učinak vibracijskog valjka:

$$U_t = 1000 * (v * b * d) / n$$

$$U_t = 1000 * (4.8 * 2.3 * 0.1) / 4$$

$$U_t = 276 \text{ m}^2/\text{h}$$

Planski učinak vibracijskog valjka:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 276 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 203.69 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih vibracijskih valjaka:

$$N_{\text{vibr.valjka}} = U_{\text{p grejdера}} / U_{\text{p vibr.valjka}}$$

$$N_{\text{vibr.valjka}} = 616.20 / 203.69$$

$$N_{\text{vibr.valjka}} = 3.02 \approx 3$$

Potrebna su 3 valjka.

### 6.1.3. TRANSPORT ASFALTA

Transport asfalta se vrši pomoću kamiona kipera SCANIA P380 8X4:

- Snaga motora: 380 kW
- Zapremina koša;  $q_{\text{koša}} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 70 km/h

Asfalt se dovozi s udaljenosti od 10 km.

Koeficijenti:

$$k_v = 0.82, k_d = 0.90$$

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 12 / 165.02$$

$$T_{\text{ut}} = 0.1 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l = 10 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 10 / 50$$

$$T_{\text{vpv}} = 0.20 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 70 \text{ km/h}$$

$$l = 10 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{vp} = 10 / 70$$

$$T_{vp} = 0.14 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0.1 + 0.20 + 0.033 + 0.14$$

$$T_c = 0.473 \text{ h}$$

Planski učinak kamiona:

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_d$$

$$U_p = (12 / 0.473) * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 18.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 6.1.4. UGRADNJA ASFALTA

Ugradnja asfalta se vrši pomoću finišera VOGELE S1203:

- Masa: 17,850 kg
- Širina: 4 m
- Brzina kretanja: 30 m/min = 1.8 km/h
- Teorijski učinak;  $U_t = 165 \text{ m}^3/\text{h}$

Asfalt se dovozi s udaljenosti od 10 km.

Planski učinak finišera:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 165 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 121.77 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih strojeva:

$$N_{\text{kamiona kipera}} = U_p \text{ finišera} / U_p \text{ kamiona kipera}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 121.77 / 18.72$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 6.50 \approx 7$$

Potreban je 1 finišer i 7 kamiona kipera.

## 6.2. PRORAČUN ZA IZGRADNJU PODZEMNE GARAŽE

Za izgradnje podzemne garaže koristiti će se strojevi: grejder, utovarivač, jaružalo, transporter kiper, vibracijski valjak, automješalica i pumpa za beton.

### 6.2.1. SKIDANJE HUMUSNOG SLOJA

Skidanje humusnog sloja vršimo pomoću grejdera CAT 24:

- Snaga motora: 227 kW
- Brzina guranja: 4.5 km/h
- Brzina povratka: 10 km/h
- Širina noža: 7.3 m
- Visina noža: 1.0 m

c - obujam materijala koji nož gura (m<sup>3</sup>)  $c = 0.5 * B * H^2$

$$c = 0.5 * 7.3 * 1.02 = 3.65 \text{ m}^3$$

Trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o$$

$T_{gr}$  - vrijeme potrebno za guranje

$T_{pov}$  - vrijeme potrebno za povratak

$T_o$  - gubitak vremena zbog promjene smjera

$$T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_o$$

$$T_{gr} = L_i / v_{gr} = 250.00 / 1.25 = 200 \text{ s}$$

$$T_{pov} = L_{pov} / v_{pov} = 250.00 / 2.78 = 89.93 \text{ s}$$

$$T_o = 8 \text{ s}$$

$$T_c = 200 + 89.93 + 8 = 297.93 \text{ s}$$

Planski učinak grejdera:

$$U_p = U_t * K_v * K_r * K_d \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$U_t = 3600 * q / T_c$$

$$U_p = (3600 * c / T_c) * k_v * k_r * k_g * k_i$$

$$U_p = (3600 * 3.65 / 297.93) * 0.82 * 1.30 * 0.90$$

$$U_p = 42.31 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$Q = 3000.00 \text{ m}^3$$

Potrebno vrijeme za skidanje humusa računa se po formuli:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$T_{rd}$  - vrijeme

Q - zapremnina materijala

$U_p$  – planski učinak grejdera

$$T_{rd} = 3000.00 \text{ m}^3 / 42.31 \text{ m}^3\text{/h} = 70.91 \text{ h}$$

## 6.2.2. UTOVAR HUMUSNOG SLOJA

Utovar humusnog sloja vršimo pomoću utovarivača CAT 938M:

- Zapremnina lopate;  $q = 4.5 \text{ m}^3$
- Brzina kretanja 20 km/h

Trajanje ciklusa za utovar s čela:

$$T_c = T_{ut} + T_{pov} + T_o = 40 + 35 + 8 = 83 \text{ s}$$



Planski učinak utovarivača:

$$U_p = U_t * K_v * K_r * K_d \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$U_t = 3600 * q / T_c$$

q - obujam utovarne lopate (m<sup>3</sup>)

$$U_p = (3600 * q / T_c) * k_v * k_r * k_d$$

$$U_p = (3600 * 4.5 / 83) * 0,82 * 1.30 * 0.9$$

$$U_p = 187.26 \text{ m}^3\text{/h}$$

Potrebno vrijeme za utovar humusa računa se po formuli:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 3000.00 \text{ m}^3 / 187.26 \text{ m}^3\text{/h} = 16.02 \text{ h}$$

Broj potrebnih strojeva:

$$N_{\text{utovarivača}} = U_p \text{ grejdera} / U_p \text{ utovarivača}$$

$$N_{\text{utovarivača}} = 42.31 \text{ m}^3\text{/h} / 187.26 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$N_{\text{utovarivača}} = 0.23 \approx 1$$

Potreban je 1 grejder i 1 utovarivač.

### 6.2.3. TRANSPORT HUMUSNOG SLOJA NA DEPONIJ

Odvoz humusnog sloja na deponij vršimo pomoću kamiona kiperu MAN TGS 28.430:

- Ukupna količina materijala za odvoz;  $Q_{\text{materijala}} = 3000.00 \text{ m}^3$
- Volumen koša;  $q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 80 km/h
- $U_{\text{putovarivača}} = 187.26 \text{ m}^3/\text{h}$

$$T_c = T_{\text{ut}} + T_v + T_i + T_m$$

$T_{\text{ut}}$  - vrijeme utovara (min)

$T_v$  - vrijeme pune i prazne vožnje

$T_i$  - vrijeme istovara

$T_m$  - vrijeme manevriranja pri utovaru i istovaru u prosječnim uvjetima rada

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_{\text{putovarivača}}$$

$$T_{\text{ut}} = 20 / 187.26$$

$$T_{\text{ut}} = 0.11 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 5 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 5 / 50$$

$$T_{vpv} = 0.1 \text{ h}$$

Vrijeme istovara s manevrom:

$$T_{is} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{praznog} = 80 \text{ km/h}$$

$$l_{deponije} = 5 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l_{deponije} / v_{praznog}$$

$$T_{vp} = 5 / 80$$

$$T_{vp} = 0.06 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0.11 + 0.1 + 0.033 + 0.06$$

$$T_c = 0.303 \text{ h}$$

Satni učinak kamiona kiperera:

$$U_p = (q_{koša} / T_c) * k_v * k_p * k_r * k_d$$

$$U_p = (20 / 0.303) * 0.82 * 0.86 * 1.30 * 0.90$$

$$U_p = 54.46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak kamiona kiperera:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 54.46 * 8$$

$$U_d = 435.68 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Potreban broj vožnji kamiona kipera:

$$Q_{\text{materijala}} = 3000.00 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$$

$$n = Q_{\text{materijala}} / q_{\text{koša}}$$

$$n = 3000.00 / 20$$

$$n = 150 \text{ vožnji}$$

Broj potrebnih kamiona kipera:

$$T_c = 0.303 \text{ h}$$

$$T_{\text{ut}} = 0.11 \text{ h}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = T_c / T_{\text{ut}}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 0.303 / 0.11$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 2.75 \approx 3$$

Potrebna su 3 kamiona kipera.

#### **6.2.4. ŠIROKI ISKOP**

Široki iskop vršimo pomoću jaružala CAT 330:

- Zapremnina žlice;  $q_{\text{žlice}} = 1.0 \text{ m}^3$
- $T_o$  - Trajanje okretaja pri utovaru ( $180^\circ$ ) = 25 s
- $T_i$  - Trajanje iskopa = 20 s

Koeficijenti:

- $k_p = 0.86$  koeficijent punjenja
- $k_z = 0.92$  kut zaokreta jaružala

Trajanje ciklusa:

$$T_c = T_o + T_i$$

$$T_c = 25 + 20$$

$$T_c = 45 \text{ s} = 0,0125 \text{ h}$$

Satni učinak jaružala:

$$U_p = (q / T_c) * k_v * k_r * k_d * k_p * k_z$$

$$U_p = (1,0 / 0,0125) * 0,82 * 1,30 * 0,90 * 0,86 * 0,92$$

$$U_p = 60.73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak jaružala:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 60.73 * 8$$

$$U_d = 485.84 \text{ m}^3/\text{dan}$$

### 6.2.5. TRANSPORT MATERIJALA IZ ISKOPA NA DEPONIJ

Odvoz materijala iz iskopa na deponij vršimo pomoću kamiona kiperu MAN TGS 28.430:

- Ukupna količina materijala za odvoz;  $Q_{\text{materijala}} = 30000.00 \text{ m}^3$
- Zapremina koša;  $q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 80 km/h
- $U_p$  utovarivača = 187.26 m<sup>3</sup>/h

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 20 / 60.73$$

$$T_{\text{ut}} = 0.33 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 5 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 5 / 50$$

$$T_{\text{vpv}} = 0.1 \text{ h}$$

Vrijeme istovara s manevrom:  $T_{\text{is}} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 80 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 5 \text{ km}$$

$$T_{\text{vp}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{\text{vp}} = 5 / 80$$

$$T_{\text{vp}} = 0.06 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{\text{ut}} + T_{\text{vpv}} + T_{\text{is}} + T_{\text{vp}}$$

$$T_c = 0,33 + 0,1 + 0,033 + 0,06$$

$$T_c = 0.523 \text{ h}$$

Satni učinak kamiona:

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_p * k_r * k_d$$

$$U_p = (20 / 0,523) * 0.82 * 0.86 * 1.3 * 0.90$$

$$U_p = 31.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak kamiona:

$$U_p = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 31.55 * 8$$

$$U_d = 252.4 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Potreban broj vožnji kamiona kiperu:

$$Q_{\text{materijala}} = 30000.00 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{koša}} = 20 \text{ m}^3$$

$$n = Q_{\text{materijala}} / q_{\text{koša}}$$

$$n = 30000 / 20$$

$$n = 1500 \text{ vožnji}$$

Broj potrebnih kamiona kipera:

$$T_c = 0.523 \text{ h}$$

$$T_{ut} = 0.33 \text{ h}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = T_c / T_{ut}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 0.523 / 0.33$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 1.58 \approx 2$$

Potrebna su 2 kamiona kipera.

## 6.2.6. FINO PLANIRANJE DNA GRAĐEVNE JAME

Fino planiranje dna građevne jame vršimo pomoću grejdera CAT 24:

- Snaga motora: 227 kW
- Brzina planiranja: 4.5 km/h
- Brzina povratka: 10 km/h
- Radna širina zahvata noža;  $l_r = 7.3 \text{ m}$

Za građevnu jamu ukupne površine  $10000 \text{ m}^2$  predviđena je rampa za spuštanje grejdera.

Teorijski učinak:

$$U_t = (v * (l_r - l_p) * 1000) / n$$

$$U_t = (4.5 * (7.3 - 0.2) * 1000) / 4$$



$$U_t = 7987.5 \text{ m}^2/\text{h} * 0,1 \text{ m} = 798.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak :

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 798.8 * 0.82 * 1.12 * 0.90$$

$$U_p = 660.21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih grejdera:

$$N_{\text{grejdera}} = U_p \text{ kamiona kipera} / U_p \text{ grejdera}$$

$$N_{\text{grejdera}} = 22.11 / 660.21$$

$$N_{\text{grejdera}} = 0.03 \approx 1$$

Potreban je 1 grejder

### **6.2.7. TRANSPORT SVJEŽEG BETONA – I. FAZA**

Transport svježeg betona vršimo pomoću MAN TGS 44.400 8x4 EURO5 FML 12 M3:

- Snaga motora: 294 kW
- Zapremnina spremnika;  $q_{\text{spremnika}} = 10 \text{ m}^3$
- Max brzina (prazan): 90 km/h
- Max brzina (pun): 70 km/h
- Udaljenost betonare;  $d = 10 \text{ km}$
- Ukupna zapremnina betona za ugradnju:  $V = 100 * 100 * 0.3 = 3000 \text{ m}^3$

Koeficijenti:

- $k_v = 0.82$  ,  $k_d = 0.90$  ,  $k_p = 0.86$

Trajanje ciklusa:

$$T_{\text{utovara}} = q / U_{\text{betonarc}} = 10 / 90 = 0.11 \text{ h} = 6.6 \text{ min} = 396 \text{ s}$$

Vrijeme manevra na betonari i gradilištu;

$$T_{\text{mb}} + T_{\text{mg}} = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$$

$$T_{\text{dolaska}} = d / 70 = 0.14 \text{ h} = 8.4 \text{ min} = 504 \text{ s}$$

$$T_{\text{odlaska}} = d / 90 = 0.11 \text{ h} = 6.6 \text{ min} = 396 \text{ s}$$

Vrijeme zastoja;  $T_z = 6 \text{ min} = 360 \text{ s}$

Rezervno vrijeme;  $\Delta t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$

$$T_{\text{istovara}} = q / U_{\text{p crpke}} = 10 / 41 = 0.24 \text{ h} = 14.4 \text{ min} = 864 \text{ s}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{\text{mg}} + T_{\text{dolaska}} + T_{\text{odlaska}} + T_z + \Delta t + T_{\text{istovara}}$$

$$T_c = 396 + 90 + 504 + 396 + 360 + 300 + 864$$

$$T_c = 2910 \text{ s}$$

Planski učinak automješalice:

$$U_p = q * (3600 / T_c) * K_p * K_v * K_d$$

$$U_p = 10 * (3600 / 2910) * 0.86 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 7.85 \text{ m}^3/\text{h}$$

## 6.2.8. UGRADNJA SVJEŽEG BETONA – I. FAZA

Ugradnju svježeg betona vršimo pomoću pumpe MERCEDES ACTROS 2631/6x4/45 SA PUTZMEISTER 36-4.:

- Snaga motora: 235 kW
- Doseg: 35 m
- Teorijski učinak;  $U_t = 50 \text{ m}^3/\text{h}$
- Max brzina: 70 km/h

Koeficijent:  $k_v = 0.82$

Planski učinak pumpe:

$$U_p = U_t * K_v$$

$$U_p = 50 * 0.82$$

$$U_p = 41 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih strojeva:

$$N_{\text{automješalice}} = U_p \text{ pumpe} / U_p \text{ automješalice}$$

$$N_{\text{automješalice}} = 41 / 7.85$$

$$N_{\text{automješalice}} = 5.22 \approx 5$$

Potrebna je 1 pumpa i 5 automješalica.

- **Pri izradi gornje ploče podzemne garaže i gornje ploče prvoga kata koristimo iste strojeve te imamo isti tijek proračuna**

## **6.2.9. TRANSPORT SVJEŽEG BETONA – II. FAZA**

U II. se fazi izvodi betoniranje stupova.

Transport svježeg betona vršimo pomoću MAN TGS 44.400 8x4 EURO5 FML 12 M3:

- Snaga motora: 294 kW
- Zapremnina spremnika;  $q_{\text{spremnika}} = 10 \text{ m}^3$
- Max brzina (prazan): 90 km/h
- Max brzina (pun): 70 km/h
- Udaljenost betonare;  $d = 10 \text{ km}$

- Ukupna zapremnina betona za ugradnju:

$$V = 200 * 0.25 * 0.25 * 3 = 37.5 \text{ m}^3$$

Koeficijenti:

- $k_v = 0.82$  ,  $k_d = 0.90$  ,  $k_p = 0.86$

Trajanje ciklusa:

$$T_{\text{utovara}} = q / U_{\text{betonare}} = 10 / 90 = 0.11 \text{ h} = 6.67 \text{ min} = 400 \text{ s}$$

Vrijeme manevra na betonari i gradilištu;

$$T_{\text{mb}} + T_{\text{mg}} = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$$

$$T_{\text{dolaska}} = d / 70 = 0.14 \text{ h} = 8.57 \text{ min} = 514 \text{ s}$$

$$T_{\text{odlaska}} = d / 90 = 0.11 \text{ h} = 6.67 \text{ min} = 400 \text{ s}$$

Vrijeme zastoja;  $T_z = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$

Rezervno vrijeme;  $\Delta t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$

$$T_{\text{istovara}} = q / U_p \text{ crpke} = 10 / 41 = 0.24 \text{ h} = 14.63 \text{ min} = 878 \text{ s}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{\text{mg}} + T_{\text{dolaska}} + T_{\text{odlaska}} + T_z + \Delta t + T_{\text{istovara}}$$

$$T_c = 400 + 90 + 514 + 400 + 300 + 300 + 878$$

$$T_c = 2882 \text{ s}$$

Planski učinak automješalice:

$$U_p = q * (3600 / T_c) * K_p * K_v * K_d$$

$$U_p = 10 * (3600 / 2882) * 0.86 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 7.93 \text{ m}^3/\text{h}$$

## 6.2.10. UGRADNJA SVJEŽEG BETONA – II. FAZA

U II. se fazi izvodi betoniranje stupova.

Ugradnju svježeg betona vršimo pomoću pumpe MERCEDES ACTROS 2631/6x4/45 SA PUTZMESITER 36-4:

- Snaga motora: 235 kW
- Doseg: 35 m
- Teorijski učinak;  $U_t = 50 \text{ m}^3/\text{h}$
- Max brzina: 70 km/h

Koeficijenti:

- $k_v = 0.82$

Planski učinak pumpe:

$$U_p = U_t * K_v$$

$$U_p = 50 * 0.82$$

$$U_p = 41 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih strojeva:

$$N_{\text{automješalice}} = U_p \text{ pumpe} / U_p \text{ automješalice}$$

$$N_{\text{automješalice}} = 41 / 7.93$$

$$N_{\text{automješalice}} = 5.17 \approx 5$$

Potrebna je 1 pumpa i 5 automješalica.

Za izradu stupova podzemne garaže i stupova prvoga kata koristimo isti tijek proračuna te iste strojeve.

### **6.3. PRORAČUN ZA IZGRADNJU PARKINGA**

Za aktivnosti izgradnje parkinga koriste se slijedeći strojevi: kamion kiper, grejder, vibracijski valjak, kamion kiper za asfalt, finišer te valjak za asfalt.

#### **6.3.1. TRANSPORT TAMPONSKOG MATERIJALA DO GRADILIŠTA**

Transport tamponskog materijala vršimo pomoću kamiona kiperera Caterpillar 777G:

- Zapremnina spremnika;  $q_{\text{spremnika}} = 60.1 \text{ m}^3$
- Max brzina (prazan): 50 km/h
- Max brzina (pun): 35 km/h
- Udaljenost kamenoloma;  $d = 15 \text{ km}$

Zapremnina potrebnog tamponskog materijala;  $V = 70 \text{ m} * 20 \text{ m} * 0.15 \text{ m} = 210 \text{ m}^3$ .

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 60.1 / 187.26$$

$$T_{\text{ut}} = 0.32 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 35 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{kamenoloma}} = 15 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l_{\text{kamenoloma}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{vpv} = 15 / 35$$

$$T_{vpv} = 0.43 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{praznog} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{kamenoloma} = 15 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l_{kamenoloma} / v_{praznog}$$

$$T_{vp} = 15 / 50$$

$$T_{vp} = 0.3 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0.32 + 0.23 + 0.033 + 0.3$$

$$T_c = 0.88 \text{ h}$$

Planski učinak kamiona:

$$U_p = (q_{koša} / T_c) * k_v * k_p * k_r * k_d$$

$$U_p = (60.1 / 0.88) * 0.82 * 0.86 * 1.12 * 0.90$$

$$U_p = 48.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih kamiona kipera:

$$N_{\text{kamiona kipera}} = U_p \text{ grejdera} / U_p \text{ kamiona kipera}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 660.21 / 48.55$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 13.6 \approx 13 \quad \text{Potrebno je 13 kamiona kipera.}$$

### **6.3.2. RAZASTIRANJE I PORAVNANJE TAMPONSKOG MATERIJALA**

Razastiranje tamponskog materijala vršimo pomoću grejdera CAT 24:

- Snaga motora: 227 kW
- Brzina kretanja: 4.5 km/h
- Radna širina zahvata noža;  $l_r = 7.3$  m
- Širina preklopa;  $l_p = 0.2$  m
- Debljina posteljice;  $d = 0.15$  m

Teorijski učinak grejdera:

$$U_t = (v * (l_r - l_p) * 1000) / n$$

$$U_t = (4.5 * (7.3 - 0.2) * 1000) / 5$$

$$U_t = 6390.00 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$U_t = 6390.00 \text{ m}^2/\text{h} * 0.15 \text{ m} = 958.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak grejdera:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 958.50 * 0.82 * 1.12 * 0.90$$

$$U_p = 792.23 \text{ m}^3/\text{h}$$



Broj potrebnih grejdera:

$$N_{\text{grejdera}} = U_{\text{p kamiona kipera}} / U_{\text{p grejdera}}$$

$$N_{\text{grejdera}} = 22.46 / 792.23$$

$$N_{\text{grejdera}} = 0.03 \approx 1 \quad \text{Potreban je 1 grejder.}$$

### 6.3.3. ZBIJANJE TAMPONSKOG SLOJA

Zbijanje tamponskog sloja vršimo pomoću vibracijskog valjka CAT CB16:

- Snaga motora: 117 kW
- Brzina kretanja: 4.8 km/h
- Korisna širina: 2.13 m
- Masa: 14,685 kg
- Debljina nasutog sloja;  $d = 0.15$  m

Teorijski učinak vibracijskog valjka:

$$U_t = 1000 * (v * b * d) / n$$

$$U_t = 1000 * (7 * 2.13 * 0.15) / 5$$

$$U_t = 447.30 \text{ m}^2/\text{h}$$

Planski učinak vibracijskog valjka:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 447.30 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 330.11 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih vibracijskih valjaka:

$$N_{\text{vibr.valjka}} = U_p \text{ grejdera} / U_p \text{ vibr.valjka}$$

$$N_{\text{vibr.valjka}} = 792.23 / 330.11$$

$$N_{\text{vibr.valjka}} = 2.4 \approx 3$$

Potrebno je 3 vibracijska valjka.

### 6.3.4. TRANSPORT ASFALTA

Transport asfalta se vrši pomoću kamiona kipera MAN TGA 35.400 8X4:

- Snaga motora: 380 kW
- Zapremina koša;  $q_{\text{koša}} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$
- Max brzina (pun): 50 km/h
- Max brzina (prazan): 70 km/h

Asfalt se dovozi s udaljenosti od 10 km.

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 12 / 187.26$$

$$T_{\text{ut}} = 0.1 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:  $v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$

$$l = 10 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 10 / 50$$

$$T_{\text{vpv}} = 0.2 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 120 \text{ s} = 0.033 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 70 \text{ km/h}$$

$$l = 10 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{vp} = 10 / 70$$

$$T_{vp} = 0.14 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0.1 + 0.2 + 0.033 + 0.14$$

$$T_c = 0.373 \text{ h}$$

Planski učinak kamiona:

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_d$$

$$U_p = (12 / 0.373) * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 23.74 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 6.3.5. UGRADNJA ASFALTA

Ugradnja asfalta se vrši pomoću finišera VOGELE S1203:

- Masa: 17,850 kg
- Širina: 4 m
- Brzina kretanja: 30 m/min = 1.8 km/h
- Teorijski učinak;  $U_t = 165 \text{ m}^3/\text{h}$

Asfalt se dovozi s udaljenosti od 10 km.

Planski učinak finišera:

$$U_p = U_t * k_v * k_d$$

$$U_p = 165 * 0.82 * 0.90$$

$$U_p = 121.77 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih strojeva:

$$N_{\text{kamiona kipera}} = U_p \text{ finišera} / U_p \text{ kamiona kipera}$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 121.77 / 23.74$$

$$N_{\text{kamiona kipera}} = 5.13 \approx 5$$

Potreban je 1 finišer i 5 kamiona kipera.

## 7. ZAKLJUČAK

U završnom radu prikazan je proračun za usklađivanje i analiza rada strojeva za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje podzemne garaže, kata trgovačkog centra, lokalnog parkinga i pristupne ceste. Proračun za usklađivanje rada strojeva se vrši u svrhu određivanja konkretnog broja potrebnih strojeva zbog osiguranja kontinuiranog rada bez zastoja i izbjegavanja dodatnih troškova.

Zaključak ovog projekta temelji se na pažljivom planiranju i faznom izvođenju radova kako bi se osiguralo pravovremeno i učinkovito ispunjenje svih zadataka.

U prvoj fazi projekta izvodi se iskop dimenzija 6 metara širine, 1000 metara dužine i 0,3 metra dubine, pri čemu se koristi bager s dubinskom lopatom zapremnine 1 kubični metar. Iskopani materijal se odbacuje sa strane, bez potrebe za transportom. Očekivani broj smjena za ovu fazu izračunava se na temelju ukupnog volumena iskopa i učinka bagera. Nakon iskopa, buldozer širine noža 4 metra ravna površinu ceste, a ukupno trajanje ravnjanja procjenjuje se na 47,1 sat, odnosno 6 smjena po 8 sati. Za široki iskop i transport koristimo 3 kamiona kiperu, fino planiranje dna g jame 1 grejder.

U drugoj fazi vrši se iskop terena za trgovački centar, koji ima dimenzije 100 metara po 100 metara, s dubinom iskopa od 3 metra. Ovdje se također koristi bager s dubinskom lopatom zapremnine 1 kubični metar, no materijal se ovoga puta utovara u kipere koji ga voze na deponiju udaljenu 5 kilometara. Procijenjeno je da jedan bager radi s tri kiperu kako bi se osigurao neprekinuti rad. Ciklus transporta kiperu do deponije traje 32,07 minuta, a ukupno vrijeme potrebno za završetak transporta predviđeno je unutar 13 smjena po 8 sati. Vrijeme potrebno za sam iskop iznosi 15 smjena po 8 sati. Nakon što se iskop završi, slijedi fino poravnanje i zbijanje tla, a zatim betoniranje temeljne ploče i stupova, te kasnija izrada betonske ploče s otvorom za rampu. Betonara se nalazi na udaljenosti od 15 kilometara, što utječe na logističke procese dovoza betona. Za transport svježeg betona i ugradnju koristimo 1 pumpu i 5 automiješalica, za betoniranje stupova koristimo 1 pumpu i 5 automiješalica.

Treća faza projekta uključuje asfaltiranje pristupne ceste. Za skidanje humusnog sloja koristimo 1 grejder, za zbijanje 3 vibrovaljka. Asfaltni sloj debljine 10 centimetara doprema se iz kamenoloma koji je udaljen 10 kilometara od gradilišta. Svaka faza ovog projekta pažljivo je osmišljena s jasno definiranim zadacima, vremenskim okvirom i potrebnim resursima. Precizno planiranje svih aktivnosti, uključujući sinkronizaciju rada bagera i kiperu, kao i logistika dovoza materijala, ključno su za pravovremeno i uspješno izvršenje radova.

## 8. LITERATURA

1. <https://www.teknoxgroup.com/hr/proizvodi/strojevi/bageri/rovokopaci-srednje-klase/>
2. <https://autoline.hr/-/najam/kamioni-kiperi-3-5t/MAN/TGS-28-430--23011616284382262800>
3. <https://www.teknoxgroup.com/hr/proizvodi/strojevi/grejderi/>
4. <https://www.lectura-specs.hr/hr/model/gradevinski-strojevi/kruti-kiperi-kamioni-caterpillar/777g-11691910>
5. <https://machineryline.hr/-/prodaja/kamioni-mjesalica-za-beton/MAN/TGS-44-400-8x4-EURO5-FML-12-M3--24021501063782427900>
6. <https://www.teknoxgroup.com/hr/proizvodi/strojevi/vibracijski-valjci-za-podlogu/>
7. <https://www.teknoxgroup.com/hr/proizvodi/strojevi/utovarivaci-na-kotacima/>
8. <https://www.njuskalo.hr/kamioni-mikseri/pumpa-beton-putzmeister-36m-sasiji-mercedes-benz-actros-2631-oglas-41321738>
9. <https://www.njuskalo.hr/gradjevina-ostalo/finiser-asfalt-vogele-s1203-oglas-36831608>
10. <https://www.truck1.com.gh/leasing/trucks/scania/p/euro-4/from-netherlands>

