

# Izbor i usklađivanje rada strojeva za dio izgradnje poslovno-trgovačkog objekta

---

Jadrić, Jelena

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

*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:123:810622>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-08**



*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 U SPLITU**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Jelena Jadrić**

**Split, 2014.**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Jelena Jadrić

BROJ INDEKSA: 3944

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

PREDMET: Proizvodnja u građevinarstvu

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za dio aktivnosti izgradnje poslovno-trgovačkog objekta

Opis zadatka: Studentica će na temelju teorijskog znanja prezentirati hipotetski slučaj tvrtke i radova koje tvrtka obavlja. Za pretpostavljene radove student će analizirati aktivnosti, odabrati odgovarajuće strojeve za izvršenje aktivnosti, te uskladiti njihov rad.

U Splitu, 17.03. 2014.

Voditeljica Završnog rada: Dr.Sc. Snježana Knezić

## Sadržaj :

1. UVOD.....	4
2. OPIS TVRTKE.....	5
3. TEHNIČKI OPIS.....	10
4. RAZRADA RADOVA .....	12
5. IZBOR STROJEVA.....	17
6. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA .....	20
7. ZAKLJUČAK.....	29
8. LITERATURA .....	30
8.1. Citirana literatura i drugi izvori: .....	30
8.2. Konzultirana literatura i drugi izvori: .....	30

## 1. UVOD

Tema koja će se hipotetski razraditi u završnom radu bit će izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnost zemljanih i betonskih radova pri izgradnju poslovno-trgovačkog centra.

Pri utvrđivanju podobnosti lokacije bilo je potrebno izvršiti geološke istražne radove koji su dali podatke o tlu na kojem će se izgraditi objekt.

Zemljani radovi vršit će se na pjeskovitom i šljunčanom tlu, za koje je određeno da pripada III. kategoriji zemljišta.

Cilj kod usklađivanja rada strojeva jest postizanje optimalnih i financijski povoljnijih rješenja, što se postiže većim učincima strojeva, minimalnim praznim hodom i boljim iskorištenjem radnog vremena.

Dan je mrežni plan kojim je grafički prikazana dinamika izvođenja radova, pomoću dijagrama koji se sastoji od niza podaktivnosti koje su međusobno povezane.



Slika 1.1. Prigradsko naselje gdje će se izgraditi objekt

( Izvor : [http://www.svetanedelja.hr/upload/tbl\\_struktura/sveta-nedelja1\\_133754.jpg](http://www.svetanedelja.hr/upload/tbl_struktura/sveta-nedelja1_133754.jpg) )

## 2. OPIS TVRTKE

Nakon dugogodišnjeg iskustva u građevinskoj struci, stjecanog u Hrvatskoj i u inozemstvu, tvrtka je osnovana 2000. godine i specijalizirala se za gradnju stambenih i poslovno - trgovačkih objekata. 2004. godine proširuju svoju djelatnost nudeći usluge izrade idejnih , glavnih i izvedbenih projekata, te gradeći industrijske objekte.

Kontinuiranim radom i zalaganjem svih zaposlenika tvrtka se postupno razvijala i danas zapošljava 72 radnika svih struka.

Organizacijski ustroj tvrtke osmišljen je na način da maksimalno zadovolji sve zahtjeve koje postavlja suvremeno tržište. Visoki stupanj stručnosti i iskustvo voditelja građenja od strane izvođača, omogućuje suradnju sa investitorom i projektantom sa ciljem postizanja optimalnih rješenja i što povoljnije cijene. Konkurentnost cijena proizlazi iz kvalitetne pripreme i organizacije, pridržavanja rokova i iskorištenja kapaciteta strojeva i ljudi; sustava kontrole i isključenja nepredviđenih događaja.

Tvrtka posjeduje iduće strojeve :

→2 Buldozera John Deere 450J LT (T3) (Slika 2.1.)

- Snaga : 52 kW
- Dubina kopanja : 528 mm
- Blade width : 2464 mm
- Blade height: 955 mm
- Godina proizvodnje : 2005.
- Starost u satima rada: 2100 h



Slika 2.1. Buldozer John Deere 450J LT ( T3)

(Izvor:[http://www.deere.com/wps/dcom/en\\_US/products/equipment/crawler\\_dozers/450j\\_it4/450j\\_it4.page](http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/crawler_dozers/450j_it4/450j_it4.page) )

→ 2 Utovarivača Cat 924K ( Slika 2.2.)

- Snaga: 105 kW
- Load Capacity ( m<sup>3</sup> ) : 5
- Fuel Tank : 195 L
- Godina proizvodnje : 2008.
- Starost u satima rada: 2800 h



Slika 2.2. Utovarivač Cat 924K

( Izvor: [http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/18261886.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/18261886.html) )

→ 7 Kamiona Bell B18D ( Slika 2.3.)

- Snaga: 165 kW
- Load Capacity ( kg ) : 18000
- Load Capacity ( m<sup>3</sup> ) : 11
- Prijedeno kilometara: 40 000 km
- Godina proizvodnje : 2009.



Slika 2.3. Kamion Bell B18D

( Izvor: <http://www.palominoplant.co.za/bell-b18-articulated-dump-truck/> )

→2 Jaružala Liu Gong CLG920D ( Slika 2.4.)

- Snaga : 112 kW
- Kapacitet košare : 0,9 m<sup>3</sup>
- Starost u satima rada: 3900 h
- Godina proizvodnje: 2008.



Slika 2.4. Jaružalo Liu Gong CLG920D

( Izvor : <http://www.liugong.com/en/products/922D11.htm> )

→ 1 Jaružalo ( Slika 2.5.)

- Snaga : 209 kW
- Maksimalna dubina iskopavanja: 7340 mm
- Starost u satima rada: 3200 h
- Godina proizvodnje: 2006.
- Kapacitet košare : 1,6 m<sup>3</sup>
- Radna težina : 37 600 kg



Slika 2.5. Jaružalo Liu Gong CLG936 D

( Izvor: <http://www.liugong.com/en/products/936LC111.htm> )



→3 Automješalice Stetter F4L914 ( Slika 2.6. )

- Volumen bubnja : 7 m<sup>3</sup>
- Total geometric volume: 12 560 l
- Water line : 8 150 l
- Snaga: 59 kW
- Godina proizvodnje: 2011.
- Prijedeno kilometara : 45 000 km
- Starost u satima rada: 800 h



Slika 2.6. Automješalica Stetter F4L914

( Izvor: [http://www.schwing-stetter.co.uk/stetter\\_concrete\\_products.htm](http://www.schwing-stetter.co.uk/stetter_concrete_products.htm) )

→ 2 Toranjske dizalice Liebherr 200EC-H 10 FR.TRONIC ( Slika 2.7. )

- Visina dizanja ( ruka horizontalna ) : 68,1 m
- Dužina ruke : 60 m
- Nosivost na kraju ruke: 2 400,00 kg
- Maximalna nosivost na dohvat 50 m : 3 750 ,00 kg
- Maksimalna n Brzina kolica: 0 - 60 m/min
- Nosivost na dohvat 40 m: 5 700,00 kg
- Instalirana snaga: 40 kW
- Starost u satima rada: 800 h
- Godina proizvodnje: 2007.
- Brzina rotacije: 0 - 0,8 o/min



Slika 2.7. Toranjska dizalica Liebherr 200EC-H 10 FR.TRONIC  
( Izvor: [http://www.kulevinc-liebherr.com/en/ec\\_h\\_serisi.html](http://www.kulevinc-liebherr.com/en/ec_h_serisi.html) )

→ 1 Košara za beton BAR-BRO 483-R ( Slika 2.8. )

- Zapremnina- 1000 L
- Utovarna visina- 1,27 m
- Unutrašnji promjer- 1,20 m
- Kapacitet - 2,200 kgc



Slika 2.8. Košara za beton BAR-BRO 483-R  
( Izvor : [http://www.damon.hr/pdf/Kosare\\_Vilice.pdf](http://www.damon.hr/pdf/Kosare_Vilice.pdf) )

### 3. TEHNIČKI OPIS

Gradi se poslovno-trgovački objekt u blizini većeg grada. Građevina se sastoji od prizemlja i 3 kata.

Zemljani radovi vršit će se na pjeskovitom i šljunčanom tlu koje je razmjerno "lako" za iskop, a za koje je određeno da pripada III. kategoriji zemljišta. Šljunci i pijesci čine sitno do krupnozrna nevezana tla od zaobljenih zrna agregata ( pijesak je veličine zrna 0,06 - 2 mm, a šljunak od 2 – 60 mm).

Tablica 1.1. Težina u rastresitom stanju  
(Izvor: <http://www.gramak.com/tabele%20koeficijenata.html> )

<b>Materijal</b>	<b>Težina u rastresitom stanju</b>	<b>Rastresitost%</b>	<b>Koeficijent rastresitosti Kr</b>
<b>Suh pjesak</b>	1300-2000	10-15	0,87- 0,91
<b>Mokar pjesak</b>	1450-2300	10-15	0,87 – 0,91
<b>Suh šljunak</b>	1450-1930	12	0,89
<b>Mokar šljunak</b>	2140-2300	14	0,88

Humus pod opterećenjem znatno mijenja obujam, a pri promjenama količine vode smanjuje mu se nosivost, pa nije pogodan kao građevni materijal i mora ga se odstraniti. Volumen skinutog humusa u sraslom stanju je 240 m<sup>3</sup>, a rastresitom 300 m<sup>3</sup> (povećanje volumena kod ove kategorije tla je 1.25).

Slijedi široki iskop tla i iskop tla za temeljne trake. Ukupni volumen iskopa u sraslom stanju je 1200 m<sup>3</sup>, a u rastresitom 1500m<sup>3</sup>. Volumen od 300 m<sup>3</sup> razastire se u blizini našeg budućeg objekta , pri čemu se i nabija, jer će služiti za izradu parkirališnih mjesta.

Nakon toga vrši se betoniranje temeljnih traka i nadozida, pri čemu je za to potrebno 200 m<sup>3</sup> betona koji se doprema iz betonare udaljene 8 km od gradilišta.

Sada može započeti zatrpavanje između temeljnih traka i nadozida materijalom iz iskopa, te agregatom koji se dovodi iz obližnjeg kamenoloma, gdje se prethodno izvršila separacija agregata na nekoliko frakcija.

Ostatak materijala iz iskopa odvozimo na deponij , gdje će se taj materijal biti korišten za neke druge zemljane radove u raznorazne svrhe.

Nastavljamo s betoniranjem i to redom, podne ploče te vertikalnih i horizontalnih serklaža i katnih ploča, pri čemu je za to potrebno ukupno 20 000 m<sup>3</sup> betona.

Ukupno vrijeme planirano za obavljanje tih poslova: 210 dana

#### 4. RAZRADA RADOVA

U ovom poglavlju dana je detaljna razrada zemljanih i betonskih radova, te unutar njih aktivnosti i podaktivnosti koje se vrše na gradilištu. (Tablica 4.1.)

Tablica 4.1. Prikaz radova, aktivnosti i podaktivnosti

RADOVI	GLAVNE AKTIVNOSTI		PODAKTIVNOSTI		STROJEVI	
Z E M L J A N I	A1	Skidanje humusnog sloja	A1.1.	Skidanje humusa u debljine d= 20 cm	Buldozer	
			A1.2.	Utovarivanje	Utovarivač	
			A1.3.	Odvoz materijala na deponij I	Kamion	
	A2	Široki iskop u tlu III.kategorije	A2.1.	Široki iskop materijala	Jaružalo	
			A2.2.	Guranje i razastiranje materijala	Buldozer	
			A2.3.	Nabijanje materijala	Valjci	
	A3	Zatrpavanje između temeljnih traka i kameni nabačaj	A3.1.	Zatrpavanje materijalom iz iskopa	Jaružalo	
			A3.2.	Dovoz šljunka frakcije 32-64 mm	Kamion	
			A3.3.	Kameni nabačaj d= 20 cm	Jaružalo	
	A4	Odvoz viška materijala	A4.1.	Utovar viška materijala	Jaružalo	
			A4.2.	Odvoz materijala na deponij II	Kamion	
	A5	Nasip za drenažnu posteljicu	A5.1.	Dovoz šljunka frakcije 8-32 mm	Kamion	
			A5.2.	Nabačaj šljunka za drenažu d = 20 cm	Jaružalo	
	B E T O N S K I	B1	Betoniranje temeljnih traka i nadozida	B 1.1.	Dovoz betona do gradilišta	Automješalica
				B 1.2.	Betoniranje temeljnih traka	Pumpa za beton
B 1.3.				Betoniranje tem. nadozida	Pumpa za beton	
B2		Betoniranje ploča, serklaža i krovnih nadozida konstrukcije	B 2.1.	Dovoz betona do gradilišta	Automješalica	
			B 2.2.	Betoniranje ploča,serklaža i krovnih nadozida	Toranjaska dizalica	

Skidanje humusa u debljini od 20 cm vrši se buldozerom , a odvoz materijala na deponij I udaljen 5km od gradilišta vrši se kamionom. Široki iskop tla kategorije III. obavlja se jaružalom malog obujma košare, tj. nema potrebe za većim kapacitetom iz razloga što su u pitanju manji zemljani radovi dubine iskopa 1,1 metar. ( Slika 4.1. )



Široki iskop materijala

Utovar materijala u kamion

Istovar na deponij

Slika 4.1. Shema korištenja strojeva za zemljane radove

Dio iskopanog materijala gura se i razastire buldozerom, te se valjanjem nabija materijal u debljini 10 cm , kako bi se što bolje pripremilo tlo za stavljanje asfaltnog sloja za izradu parkirališnih mjesta.

Betoniranje temeljnih traka i nadozida vrši se pumpom za beton koji se doprema automiješalicom iz obližnje betonare. Nakon betoniranje temeljnih nadozida, jaružalom se vrši razastiranje između temeljnih traka i to materijalom iz iskopa. Višak materijala iz iskopa odvozi se na deponij II udaljen 10 km od gradilišta.

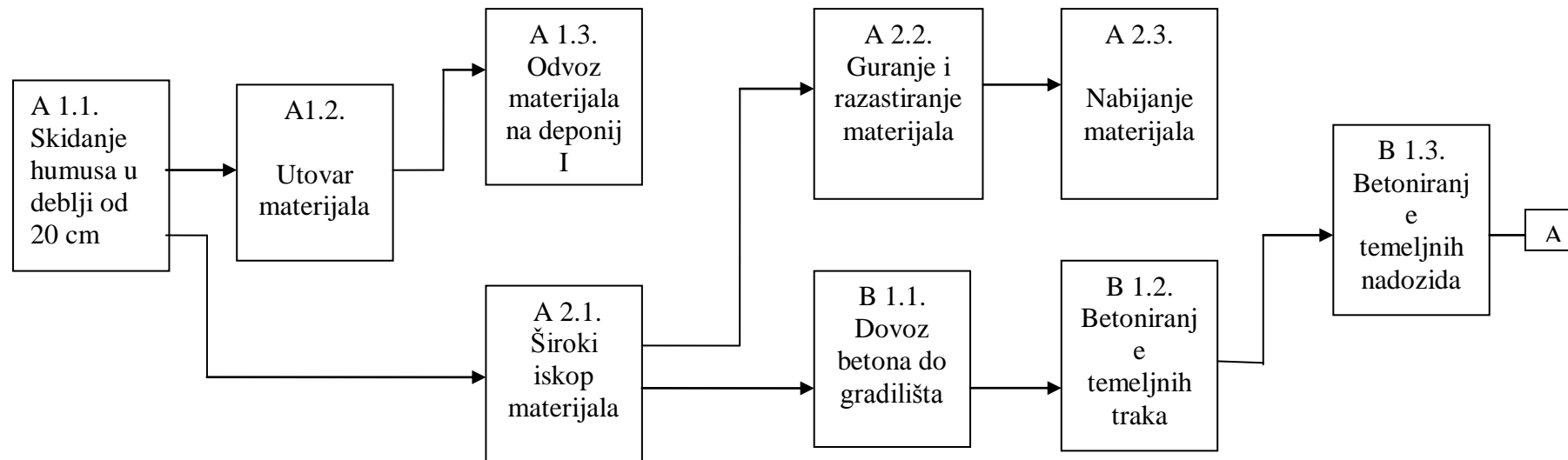
Slijedi kameni nabačaj u debljini od 20 cm, pri čemu je potreban agregat frakcije 32- 64 mm koji se dovozi kamionom iz kamenoloma udaljenog 10 km od gradilišta. Nasip za drenažnu posteljicu sastoji se od frakcije agregata 8- 32 mm koji se također doprema iz istog kamenoloma.

Betoniranje podne ploče, te vertikalnih i horizontalnih serklaža vrši se pomoću dizalice za beton i košare, jer je objekt visine 14 metara, pa je to najpovoljnije rješenje za dopremanje betona na te visine. Beton se doprema automiješalicom iz betonare udaljene 8 km od objekta. ( Slika 4.2.)



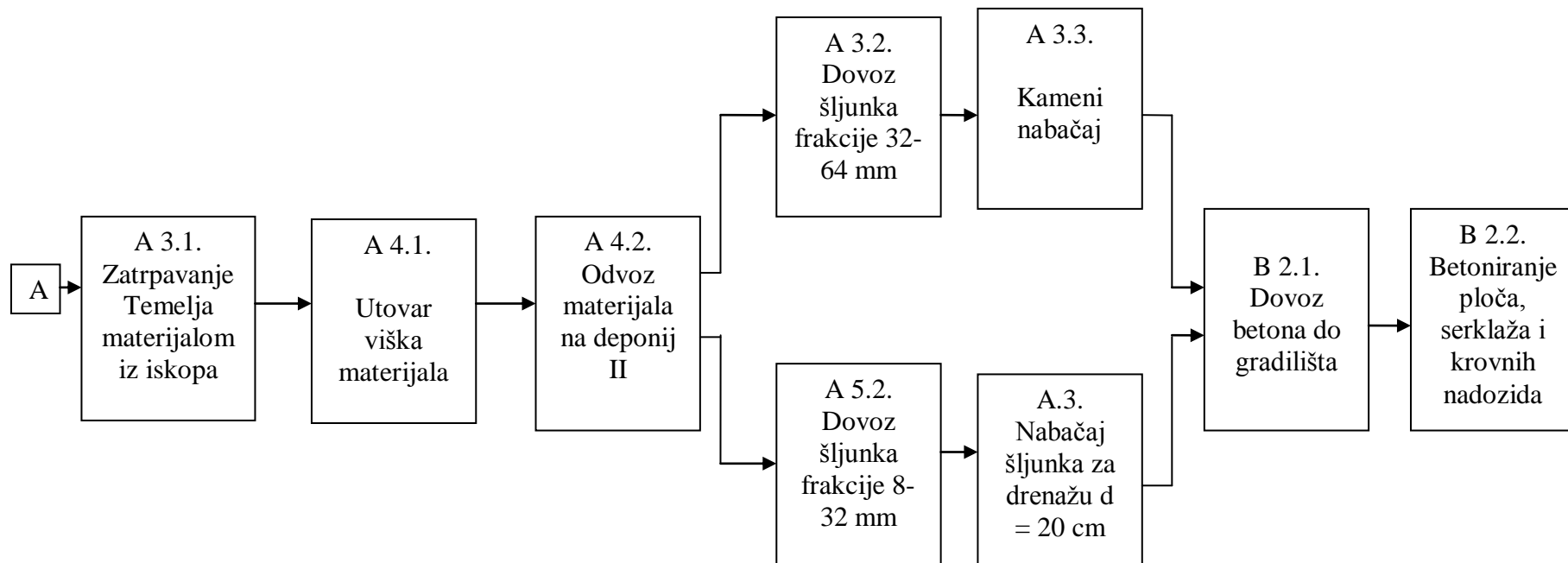
Slika 4.2. Shema korištenja strojeva za betonske radove

Dan je mrežni plan kojim je grafički prikazana dinamika izvođenja radova, pomoću dijagrama koji se sastoji od niza podaktivnosti i na kojem je prikazana njihova zavisnost. ( Slika 4.3. )



Slika 4.3.(a) Mrežni plan podaktivnosti





Slika 4.3.(b) Mrežni plan podaktivnost

## 5. IZBOR STROJEVA

U tablici ( Tablica 5.1. ) je dan broj strojeva koje tvrtka posjeduje. Neki od strojeva koji su potrebni za zemljane i betonske radove kod ovoga projekta, nisu u vlasništvu tvrtke , pa su unajmljeni ili kupljeni , ovisno o budućim projektima koje tvrtka ima u planu.

Tablica 5.1. Prikaz vlastitih, unajmljenih i kupljenih strojeva

<b>STROJEVI</b>	<b>POTREBNO</b>	<b>TVRTKA</b>	<b>NAJAM</b>	<b>KUPLJENI</b>
Buldozer	1	2	0	0
Kamion	5	6	0	0
Jaružalo	2	4	0	0
Valjak	1	0	1	0
Automješalica	9	10	0	0
Pumpa za beton	1	0	0	1
Toranjska dizalica	2	2	0	0
Utovarivač	1	1	0	0
Košara za beton	1	1	1	0

Tvrtka ne posjeduje valjak, koji nam je potreban za nabijanje sloja u debljini od 10 cm. Tvrtka će unajmiti novi valjak ( Slika 5.1. Volvo DD38HF ) od tvrtke Volvo i neće nam trebati u nekom od idućih radova.

Kupit će se pumpa za beton Schwing S 24 X ( Slika 5.3. ) , starosti 2 godine. Koristit će se u budućem projektu, a to je izgradnja industrijske hale.

Unajmiti ćemo košaru za beton GAR –BRO 483-R ( Slika 5.2. ) , koja ima zapremninu 1300 L, jer se košara za beton koju firma posjeduje ( Slika 2.8. ) koristi na drugom gradilištu za manje betonske radove.

Broj kamiona koje tvrtka koristi kod odvoza humusnog sloja na deponij : 5

Broj kamiona koje tvrtka koristi kod odvoz viška materijala nastalog pri širokom iskopu : 4

→ 1 Valjak Volvo DD38HF ( Slika 5.1. )

- Širina bubnja: 1 375 mm
- Centrifugalna sila: 36 kN
- Frekvencija vibracija: 70 Hz
- Starost u satima rada: Novi stroj
- Godina proizvodnje: 2014.
- Radna masa: 3 809 kg



Slika 5.1. Valjak Volvo DD38HF

( Izvor: <http://www.volvoce.com/dealers/hr-hr/Volvo/products/compactors/SmallAsphalt/DD38HF/Pages/specifications.aspx> )

→ 1 Košara za beton GAR –BRO 483-R ( Slika 5.2.)

- Zapremnina- 1300 L
- Utovarna visina- 1,83 m
- Unutrašnji promjer- 1,67 m
- Kapacitet - 3,450 kg



5.2. Košara za beton GAR –BRO 483-R  
( Izvor: [http://www.garbro.com/r\\_series.htm](http://www.garbro.com/r_series.htm) )

→ 1 Pumpa za beton Schwing S 24 X ( Slika 5.3. )

- Pump battery - P 2023
- Max. theor. Output - 96 m<sup>3</sup>/h
- Hydraulic drive – 380 l/min
- Snaga: 213 kW
- Godina proizvodnje: 2012.
- Prijedeno kilometara : 20 000 km
- Starost u satima rada: 560 h



Slika 5.3. Pumpa za beton Schwing S 24 X  
( Izvor : <http://www.schwing.de/en/?product=s-24-x> )

## 6. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

### Aktivnost A1: Skidanje humusa u debljini od 20 cm

- Usklađivanje rada dozera, utovarivača i kamiona

Potrebni podaci:

- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti tla ) = 0,85
- $K_v$  ( Koeficijent iskorištenja radnog vremena ) = 0,92
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja ) = 0,90
- Udaljenost od deponija (  $s = 5$  km )
- Volumen sanduka kamiona (  $q = 11$  m<sup>3</sup> )
- Specifična gustoća materijala ( 1450 kg/m<sup>3</sup> )
- Nosivost kamiona ( 18 tona )
- Duljina noža  $B = 2464$  mm
- Visina noža  $H = 955$  mm

Proračun :

#### ▪ Buldozer

Teorijski učinak :  $U_t = 3600 \cdot c / T_c$  (  $c = 0,5 \cdot B \cdot H^2$  )

Planski učinak:  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_r$

Trajanje ciklusa  $T_c$  (iskop, guranje, povratak, gubitak vremena zbog promjene smjera):

$$T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 100 \text{ ( s )}$$

$$U_t = (3600 \cdot 1,12) / 100 = 40,45 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$U_{pl} = 40,45 \cdot 0,92 \cdot 0,85 = 31,63 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

#### ▪ Utovarivač

Teorijski učinak:  $U_t = 3600 \cdot q / T_c$

Planski učinak:  $U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_p$

Trajanje ciklusa  $T_c = 140$  ( s )

$$U_t = 3600 \cdot 5 / 140 = 128,57 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

$$U_{pl} = 128,57 \cdot 0,92 \cdot 0,85 \cdot 0,90 = 90,49 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

▪ Kamion

Provjera nosivosti :  $18\ 000 / 1450 = 12,42\ m^3$  , zadovoljavajuće

$T_u$  ( Vrijeme utovara ) =  $q / U_p = 11 / 90,49 = 0,12\ h = 437,6\ (s)$

$T$ (puna+prazna voznja)=  $d/v_{pun} + d/v_{pra} = 5/20 + 5/35 = 1414\ (s)$

$T$ (istovar) =  $240\ (s)$

$T$ (manevra) =  $110\ (s)$

$T_{ciklusa} = T_u + T_v + T_i + T_m = 2201,6\ (s)$

*Potreban broj kamiona za sinhronizirani rad sa utovarivačem:*

$N = T_c / T_u = 2201,6 / 437,6 = 5\ \text{kamiona}$

*Vrijeme potrebno za skidanje humusa debljine 20 cm :*

$T = V$  (skinutog humusa) /  $U_p$  ( buldozera ) =  $240 / 31,63 = 7,59\ h = 455\ (\text{min})$

### **Aktivnost A2 : Široki iskop u tlu III. Kategorije**

- Usklađivanje rada jaružala, buldozera i valjka

Potrebno :

- $K_z$  (Koeficijent korekcijski za kut zaokreta i visinu radnog čela )=0,94
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti ) =0,85
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja ) =0,90
- $K_v$  ( Koeficijent iskorištenosti radnog vremena ) = 0,84
- $K_d$  ( Koeficijent zastarjelosti stroja )=0,95
- Brzina valjka  $v = 10\ km/h$
- $b$  ( Širina ježa ) =  $1\ 375\ mm$
- $d$  ( Debljina sloja nakon nabijanja ) =  $10\ cm$
- $n$  ( Broj prijelaza ježa po jednom traku ) =  $4$

Proračun:

▪ Jaružalo

Teorijski učinak:  $U_t = 3600 * q / T_c$

Planski učinak:  $U_p = U_t * K_z * K_p * K_v * K_r * K_d$

Trajanje ciklusa jaružala  $T_c$  (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja) = 55 s

$$U_t = 3600 * 0,9 / 55 = 58,91 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

$$U_p = 58,91 * 0,94 * 0,90 * 0,84 * 0,85 * 0,95 = 33,80 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

▪ **Buldozer**

Teorijski učinak :  $U_t = 3600 * c / T_c$  (  $c = 0,5 * B * H^2$  )

Planski učinak:  $U_p = U_t * K_v * K_r$

Trajanje ciklusa  $T_c$  (iskop, guranje, povratak, gubitak vremena zbog promjene smjera):

$$T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 80 \text{ ( s )}$$

$$U_t = (3600 * 1,12) / 80 = 50,40 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$U_{pl} = 50,40 * 0,92 * 0,85 = 39,42 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

▪ **Valjak**

Planski učinak :  $U_p = (v * d * b / n) * K_v$

$$U_p = (10000 * 0,10 * 1,375 / 4) * 0,84 = 288,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

*Vrijeme potrebno za iskop :*

$$T = V_{uk}(\text{ zemlje}) / U_p(\text{ jaružala}) = 1200 / 33,80 = \mathbf{35,50 \text{ (h)}} \Rightarrow \mathbf{5 \text{ radnih dana}}$$

*Vrijeme potrebno za valjanje:*

$$T = V(\text{ zemlje koja se nabija valjcima}) / U_p(\text{ valjka}) = 300 / 288,75 = 1,04 \text{ h} = \mathbf{62,4 \text{ min}}$$

### **Aktivnost A3 : Zatrpavanje između temeljnih traka i kameni nabačaj**

- Usklađivanje rada jaružala i kamiona

Potrebno :

- $K_z$  (Koeficijent korekcijski za kut zaokreta i visinu radnog čela) = 0,94
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti zemlje iz iskopa) = 0,85
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti agragata) = 0,89
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja ) = 0,90
- $K_v$  ( Koeficijent iskorištenosti radnog vremena ) = 0,84

- Kd ( Koeficijent zastarjelosti stroja )=0,95
- Specifična gustoća agregata 32- 64 mm( 1700 kg/m<sup>3</sup>)
- Nosivost kamiona ( 18 tona )
- Udaljenost od kamenoloma ( s = 10 km )

Proračun:

▪ Jaruzalo

Teorijski učinak:  $U_t = 3600 \cdot q / T_c$

Planski učinak:  $U_p = U_t \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_d$

Trajanje ciklusa jaruzala  $T_c$  (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja) = 50 s

$U_t = 3600 \cdot 0,9 / 50 = 64,80$  ( m<sup>3</sup>/h)

$U_p = 64,80 \cdot 0,94 \cdot 0,90 \cdot 0,84 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = \mathbf{37,19}$  ( m<sup>3</sup>/h)

▪ Kamion

Provjera nosivosti :  $18\ 000 / 1700 = 10,59$  m<sup>3</sup> , nije zadovoljavajuće pa odabiremo 10m<sup>3</sup>

$T_u$  ( Vrijeme utovara ) =  $q / U_p$  ( jaruzala ) =  $10 / 37,19 = 0,27$  h = 968,0 ( s )

$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 10/20 + 10/ 35 = 2828$ ( s )

$T(\text{istovar}) = 230$  ( s )

$T(\text{manevra}) = 110$  (s)

$T_{\text{ciklusa}} = T_u + T_v + T_i + T_m = \mathbf{3928}$  ( s )

▪ Jaruzalo

Teorijski učinak:  $U_t = 3600 \cdot q / T_c$

Planski učinak:  $U_p = U_t \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_d$

Trajanje ciklusa jaruzala  $T_c$  (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja) = 55 s

$U_t = 3600 \cdot 0,9 / 55 = 58,90$  ( m<sup>3</sup>/h)

$U_p = 64,80 \cdot 0,94 \cdot 0,90 \cdot 0,84 \cdot 0,89 \cdot 0,95 = \mathbf{38,93}$  ( m<sup>3</sup>/h)

*Vrijeme potrebno za zatrpavanje materijalom iz iskopa:*

$T = V$  ( zatrpavanja ) /  $U_p$  ( jaruzala ) =  $240 / 37,19 = 6,45$  h = **387, 2** ( min )

*Potrebna broj kamiona za sinhronizirani rad sa jaruzalom:*

$N = T_c / T_u = 3928 / 968, 0 = \mathbf{4}$  kamiona



Vrijeme potrebno za kameni nabačaj:

$$T = V (\text{ kamenog nabačaja}) / U_p (\text{ jaružala}) = 80 / 38,93 = 2,05 \text{ h} = \mathbf{123,30 \text{ ( min )}}$$

#### Aktivnost A4 : Nasip za drenažnu posteljicu

- Usklađivanje rada jaružala i kamiona

Potrebno :

- $K_z$  (Koeficijent korekcijski za kut zaokreta i visinu radnog čela) = 0,94
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti agregata) = 0,89
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja ) = 0,89
- $K_v$  ( Koeficijent iskorištenosti radnog vremena ) = 0,84
- $K_d$  ( Koeficijent zastarjelosti stroja ) = 0,94
- Specifična gustoća agregata 8- 32 mm ( 1600 kg/m<sup>3</sup>)
- Nosivost kamiona ( 18 tona )
- Udaljenost od deponija ( s = 15 km )

Proračun:

##### ▪ Jaružalo

Teorijski učinak:  $U_t = 3600 \cdot q / T_c$

Planski učinak:  $U_p = U_t \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_d$

Trajanje ciklusa jaružala  $T_c$  (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja) = 50 s

$$U_t = 3600 \cdot 0,9 / 50 = 64,80 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

$$U_p = 64,80 \cdot 0,94 \cdot 0,89 \cdot 0,84 \cdot 0,89 \cdot 0,95 = \mathbf{38,50 \text{ ( m}^3/\text{h)}}$$

##### ▪ Kamion

Provjera nosivosti :  $18\,000 / 1600 = 11,25 \text{ m}^3$  , zadovoljavajuće

$$T_u (\text{ Vrijeme utovara}) = q / U_p (\text{ jaružala}) = 11 / 38,50 = 0,286 \text{ h} = 1028,57 \text{ ( s )}$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 10/20 + 10/35 = 2828 \text{ ( s )}$$

$$T(\text{istovar}) = 230 \text{ ( s )}$$

$$T(\text{manevra}) = 100 \text{ ( s )}$$

$$T_{\text{ciklusa}} = T_u + T_v + T_i + T_m = \mathbf{4188 \text{ (s)}}$$

*Vrijeme potrebno za nasip materijala:*

$$T = V \text{ (potreban za posteljicu za drenažu) } / U_p \text{ (jaružala) } = 60 / 38,50 = 1,55\text{h} = \mathbf{93,51 \text{ (min)}}$$

*Potreban broj kamiona za sinhronizirani rad sa jaružalom:*

$$N = T_c / T_u = 4188 / 1028,57 = \mathbf{4 \text{ kamiona}}$$

### **Aktivnost A5 : Odvoz viška materijala**

- Usklađivanje rada jaružala i kamiona

Potrebno :

- Kz (Koeficijent korekcijski za kut zaokreta i visinu radnog čela) = 0,94
- Kr ( Koeficijent rastresitosti agragata) = 0,85
- Kp ( Koeficijent punjenja ) = 0,89
- Kv ( Koeficijent iskorištenosti radnog vremena ) = 0,84
- Kd ( Koeficijent zastarjelosti stroja ) = 0,94
- Specifična gustoća materijala ( 1450 kg/m<sup>3</sup>)
- Nosivost kamiona ( 18 tona )
- Udaljenost od deponija ( s = 10 km )

Proračun:

- Jaružalo

$$\text{Teorijski učinak: } U_t = 3600 \cdot q / T_c$$

$$\text{Planski učinak: } U_p = U_t \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_d$$

Trajanje ciklusa jaružala T<sub>c</sub> (vrijeme istovara, utovara, okretaja, punjenja) = 50 s

$$U_t = 3600 \cdot 0,9 / 50 = 64,80 \text{ ( m}^3/\text{h)}$$

$$U_p = 64,80 \cdot 0,94 \cdot 0,89 \cdot 0,84 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = \mathbf{36,77 \text{ ( m}^3/\text{h)}}$$

- Kamion

Provjera nosivosti : 18 000 / 1450 = 11,25 m<sup>3</sup> , zadovoljavajuće

$$T_u (\text{ Vrijeme utovara }) = q / U_p (\text{ jaružala}) = 11 / 38,50 = 0,299 \text{ h} = 1077 (\text{ s })$$

$$T(\text{puna+prazna voznja}) = d/v_{\text{pun}} + d/v_{\text{pra}} = 10/20 + 10/35 = 2828 (\text{ s })$$

$$T(\text{istovar}) = 230 (\text{ s })$$

$$T(\text{manevra}) = 100 (\text{ s })$$

$$T_{\text{ciklusa}} = T_u + T_v + T_i + T_m = \mathbf{4235 (\text{ s })}$$

*Potreban broj kamiona za sinhronizirani rad sa jaružalom:*

$$N = T_c / T_u = 4235 / 1077 = \mathbf{4 \text{ kamiona}}$$

### **Aktivnost B1 : Betoniranje temeljnih traka i nadozida**

- Usklađivanje rada automješalice i pumpe za beton

Potrebno :

- Prosječna brzina pune automješalice,  $v = 35 \text{ km/h}$
- Prosječna brzina pune automješalice,  $v = 60 \text{ km/h}$
- Udaljenost od betonara- gradilište ( $s = 8 \text{ km}$ )
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti ) = 0,90
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja ) = 0,84

Proračun:

#### ▪ Automješalica

$$\text{Planski učinak automješalice: } U_{pl,a} = (60/T_c) * q * K_p * K_r$$

$$T_{\text{utovara}} = 3,20 \text{ min}$$

$$T_{\text{vožnje, puno}} = (8/35) * 60 = 13,7 \text{ min}$$

$$T_{\text{vožnje, prazna}} = (8/60) * 60 = 8 \text{ min}$$

$$T_{\text{manevra}} = 4 \text{ min}$$

$$T_{\text{istovara}} = 2,5 \text{ min}$$

$$T_c = T_{\text{utovara}} + T_{v,pu} + T_{v,pr} + T_m + T_i = 31,4 \text{ min}$$

$$U_{pl,a} = (60/31,4) * 7 * 0,9 * 0,84 = U_{pl,a} = 10,11 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Pumpa za beton

Planski učinak pumpe za beton:  $K_v \cdot 96 = 0,9 \cdot 96 = 86,40 \text{ m}^3/\text{h}$

*Broj automješalica za sinkronizirani rad sa pumpom za beton:*

$N = U_{pl, p} / U_{pl, a} = 86,40 / 10,11 = 9$  **automješalica**

## Aktivnost B2 : Betoniranje ploča, serklaža i krovnih nadozida konstrukcije

- Usklađivanje rada automješalice i toranjske dizalice

Potrebno :

- Prosječna brzina pune automješalice,  $v = 35 \text{ km/h}$
- Prosječna brzina pune automješalice,  $v = 60 \text{ km/h}$
- Udaljenost od betonara- gradilište (  $s = 8 \text{ km}$  )
- Prosječna brzina dizanja sa punom košarom:  $v = 17 \text{ m/min}$
- Prosječna brzina spuštanja sa praznom košarom:  $v = 32 \text{ m/min}$
- Prosječna brzina kretanja po "duljini ruke" sa punom košarom:  $v = 35 \text{ m/min}$
- Prosječna brzina kretanja po "duljini ruke" sa praznom košarom:  $v = 45 \text{ m/min}$
- $K_v$  ( Koeficijent iskorištenja radnog vremena dizalice ) : 0,87
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja košare ) : 1,25
- $K_r$  ( Koeficijent rastresitosti ) : 0,90
- $K_p$  ( Koeficijent punjenja automješalice ) : 0,84
- Volumen košare : 1,3  $\text{m}^3$
- Specifična težina betona: 24  $\text{kN/m}^3$
- Nosivost toranjskih dizalica: 30  $\text{kN}$

Proračun:

▪ Automješalica

Planski učinak automješalice:  $U_{pl,a} = (60/T_c) \cdot q \cdot K_p \cdot K_r$

$T_{utovara} = 3,20$  min

$T_{vožnje, puno} = (8/35) \cdot 60 = 13,7$  min

$T_{vožnje, prazna} = (8/60) \cdot 60 = 8$  min

$T_{manevra} = 4$  min

$T_{istovara} = 2,5$  min

$T_c = T_{utovara} + T_{v,pu} + T_{v,pr} + T_m + T_i = 31,4$  min

$U_{pl,a} = (60/31,4) \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 0,84 = 10,11$  m<sup>3</sup>/h

▪ Toranjska dizalica

Planski učinak dizalice + košare :  $U_{pl,d} = (60/T_{c,d}) \cdot q \cdot K_v \cdot K_p$

$T_{punjenja} = 2,8$  min

$T_{vožnje, pune} = (13/17) = 0,76$  min

$T_{hor vožnje, pune} = (15/35) = 0,43$  min

$T_{istovara, ugradbe} = 1$  min

$T_{hor vožnje, prazna} = (15/45) = 0,33$  min

$T_{spuštanja, prazna} = (13/32) = 0,41$  min

Vrijeme ciklusa:  $T_c = 2,8 + 0,76 + 0,43 + 1 + 0,33 + 0,41 = 5,73$  min

$U_{pl,d} = (60/5,73) \cdot 1,3 \cdot 0,87 \cdot 1,25 = 14,80$  m<sup>3</sup>/h

*Provjera nosivosti:*  $\gamma \cdot q \cdot K_p = 24 \cdot 1,3 \cdot 1,25 = 39$  kN zadovoljavajuće

*Potreban broj automješalica za sinhronizirani rad s 2 toranjske dizalice:*

$N = U_{pl,d} / U_{pl,a} = 2 \cdot 14,80 / 10,11 = 3$  automješalice

## 7. ZAKLJUČAK

Za obavljanje zemljanih i betonskih radova predviđeno je vrijeme rada od 210 dana. Treba napomenuti da tesarske radove ( izrada oplata za temeljne trake, nadozide, serklaže, ploče...) i armiračke radove ( armiranje tem.traka, nadozida, ploča, serklaža...) , koji su povezani sa betonskim radovima obavljala druga tvrtka.

Za skidanje humusnog sloja je bilo potrebno 5 kamiona za sinhronizirani rad sa utovarivačem , a vrijeme obavljanja tog posla iznosilo je cca 8h.

Za aktivnost širokog iskopa radilo je jaružalo manjeg kapaciteta i to 5 radnih dana . Buldozer je gurao i razastirao materijal, a valjak je taj materijal valjao cca 1 h , brzinom od 10km/h. Pararelno s tom aktivnosti vrši se dovoz betona iz betonare udaljene 8 km od gradilišta te njegova ugradnja u oplatu temelja i nadozida. Betoniranje se vrši pumpom za beton i potrebno je 9 automiješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom.

Vrijeme potrebno za zatrpavanje slojem iz iskopa iznosilo je cca 7 sati, a za kameni nabačaj cca 2h. Višak materijala iz iskopa, volumena 660 m<sup>3</sup> odvozi se u kamenolom udaljen 10 km, gdje se vrši separacija zemljanog i kamenog materijala, te dalje frakcioniranje tog agregata. Tvrtka je za aktivnost kamenog nabačaja morala pripremiti 4 kamiona i 1 jaružalo. Potrebna su 4 kamiona za sinhronizirani rad s jaružalom kod nasipa za posteljicu drenaže. Aktivnost kamenog nabača i nasipa za posteljicu drenaže vrše se pararelno.

Betoniranje podne ploče, vertikalnih i horizontalnih serklaža vrši se dizalicom za beton i košarom, jer je objekt visine 14 metara. Beton se doprema automiješalicom iz betonare udaljene 8 km od objekta, a za sinhronizirani rad sa 2 toranjske dizalice potrebne su 3 automiješalice .

## 8. LITERATURA

### 8.1. Citirana literatura i drugi izvori:

[http://www.deere.com/wps/dcom/en\\_US/products/equipment/crawler\\_dozers/450j\\_it4/450j\\_it4.page](http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/crawler_dozers/450j_it4/450j_it4.page)

[http://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/18261886.html](http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/18261886.html)

<http://www.palominoplant.co.za/bell-b18-articulated-dump-truck/>

<http://www.liugong.com/en/products/922D11.htm>

<http://www.liugong.com/en/products/936LC111.htm>

[http://www.schwing-stetter.co.uk/stetter\\_concrete\\_products.htm](http://www.schwing-stetter.co.uk/stetter_concrete_products.htm)

[http://www.kulevinc-liebherr.com/en/ec\\_h\\_serisi.html](http://www.kulevinc-liebherr.com/en/ec_h_serisi.html)

[http://www.damon.hr/pdf/Kosare\\_Vilice.pdf](http://www.damon.hr/pdf/Kosare_Vilice.pdf)

<http://www.volvoce.com/dealers/hr->

[hr/Volvo/products/compactors/SmallAsphalt/DD38HF/Pages/specifications.aspx](http://Volvo/products/compactors/SmallAsphalt/DD38HF/Pages/specifications.aspx)

[http://www.garbro.com/r\\_series.htm](http://www.garbro.com/r_series.htm)

<http://www.gramak.com/tabele%20koeficijenata.html>

<http://www.schwing.de/en/?product=s-24-x>

[http://www.svetanedelja.hr/upload/tbl\\_struktura/sveta-nedelja1\\_133754.jpg](http://www.svetanedelja.hr/upload/tbl_struktura/sveta-nedelja1_133754.jpg)

### 8.2. Konzultirana literatura i drugi izvori:

[http://www.gradst.hr/Portals/9/PropertyAgent/1167/Files/2572/betonski\\_radovi.pdf](http://www.gradst.hr/Portals/9/PropertyAgent/1167/Files/2572/betonski_radovi.pdf)

<http://www.hr/wwwhr/business/construction/tvrtke/index.hr.html>

<http://www.baunet.hr/Tvrtke/3/gradevinske-tvrtke.aspx>