

Izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnosti sanacije dijela zasjeka ceste

Akmađić, Marinela

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:755986>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



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

Marinela Akmadžić

Split, 2014.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Marinela Akmadžić

BROJ INDEKSA: 3946

KATEDRA: Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja

PREDMET: Proizvodnja u građevinarstvu

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: izbor i usklađivanje rada strojeva za aktivnosti sanacije dijela zasjeke ceste.

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

U Splitu, 12. 09. 2014.

Voditeljica Završnog rada:

Dr.sc. Snježana Knezić

Sadržaj

1. UVOD	Error! Bookmark not defined.
2. OPIS TVRTKE	4
3. TEHNIČKI OPIS	13
4. RAZRADA RADOVA	15
5. ODABIR STROJEVA	17
6. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA	19
6.1. A1 Skupljanje odronjenog materijala	19
6.2. A2 Razbijanje dijela brda u dužini od 40 metara	22
6.3. A3 ZAŠTITA KOSINE PRSKANIM BETONOM	24
7. ZAKLJUČAK	26
8. LITERATURA I DRUGI IZVORI	27
8.1. LITERATURA	27
8.2. DRUGI IZVORI	27

1. UVOD

Tema završnog rada je odabir i usklađivanje strojeva za sanaciju odrona koji se dogodio uslijed obilnih kiša.

Građevinska tvrtka i radovi nisu stvarni, odnosno simulirani su za potrebe završnog rada.

60 m³ kamenog i zemljanog materijala je palo na cestu što je prouzročilo zastoje u prometu te je cilj ovog završnog rada što prije ukloniti odronjeni materijal i osigurati kosinu zbog mogućnosti pojave novih odrona. Osiguranje kosine će se izvršiti prskanim betonom.

2. OPIS TVRTKE

Tvrtka je započela s radom 2000. godine, kao obrt za cestovni prijevoz robe i za graditeljstvo. Tvrtka danas posluje kao jako dobro ustrojena organizacija, koja već nekoliko godina, uz brojne javne zahvate, odrađuje ključne zemljane radove na trasama hrvatskih autocesta. Visoke građevinske potrebe prihvaća kao izazov i kroz značajne projekte postavlja čvrste temelje suradnje sa mnogim velikim i uglednim građevinskim tvrtkama.

Tvrtka zapošljava preko stotinu djelatnika, koji svojim radnim iskustvom i motiviranim zalaganjem jamče najvišu kvalitetu radova. Tvrtka je specijalizirana za sve vrste zemljanih radova, koje izvodi u najsloženijim konfiguracijskim i vremenskim uvjetima. Ističe se rad u tunelima, pod vodom u morskim i riječnim lukama, u blizini stambenih i drugih objekata te u vodozaštićenim i sličnim područjima gdje miniranje nije dopušteno.

Važno je napomenuti da su svi bageri i čekići opremljeni zračnim instalacijama za iskope u tunelima i rad pod vodom. Za prijevoz građevinskih strojeva koriste se vlastite labudice što omogućava dostavu bilo kojeg stroja u vrlo kratkom roku. Mehanizaciju održava vlastita servisna služba, te se kontinuirano provodi zamjena dotrajalih strojeva novima. Takvo redovito obnavljanje mehanizacije osigurava veliku pouzdanost strojeva i kontinuiranu izvedbu projekata u skladu sa zahtjevima i vremenskim rokovima.

2.1. Strojevi koji su u posjedu tvrtke

- bager Komatsu PC 800, (slika 2.1)

- težina bagera 80 t
- hidraulički čekić AtlasCopco HB 7000 Dust težine 7 t (slika 2.2.)
- jedini takav bager u Hrvatskoj
- snaga 257/345 kW/KS
- radna težina 44.4-46.5 t
- maksimalna dubina kopanja 9.3 m
- kapacitet lopate maksimalna 3.6 m³
- godina proizvodnje 2010.
- sati rada 2400 h



Slika 2.1 bager Komatsu PC800

([\)](https://www.google.hr/search?hl=hr&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=632&q=bager+Komatsu+PC+800&oq=bager+Komatsu+PC+800&gs_l=img.3...2097.26182.0.26604.20.14.2.0.0.0.163.1483.3j11.14.0....0...1ac.1j2.43.img..10.10.990.gXBBJOH-qgA#imgdii=)

- bageri Komatsu od 21 do 80 tona (slika2.3.)

- snaga 85 Kw
- zapremina žlice $q=1\text{m}^3$
- kut zaokreta 90°
- trajanje okretaja pri istovaru $T_c=22\text{ s}$
- Koeficijent iskorištenja radnog vremena $K_v=0.83$
- koeficijent starosti $K_s=1$



Slika2.3. bageri Komatsu

(<http://www.katicbau.hr/strojevi-i-oprema.html>)

- minibageri od 900 kg do 10 t (slika2.4.)

- kapacitet žlice 2,47-2,62 m³
- motor D1.1DCEAE4
- godina proizvodnje 1995.
- dubina kopanja 2,12-2,32 m
- radna težina 1630 kg
- sati rada 16720 h



Slika 2.4 minibager

(<http://www.goglas.com/frame?eid=53210624&q=slicni:2773481%20VOLVO%20bager>)

- kombinirani strojevi- volvo BL 71 (slika2.5.)

- kapacitet žlice 1.5 m³
- kapacitet lopate 3 m³
- godina proizvodnje 2009.
- sati rada 7500 h



Slika 2.5 kombinirani stroj-volvo BL71

(<http://www.njuskalo.hr/gradevinska-mehanizacija/volvo-bl-71-2003-god-oglas-2610525>)

- utovarivači Komatsu od 5 do 30 t (slika 2.6)

- kapacitet lopate 1.7 m³
- snaga 72 Kw
- godina proizvodnje 2010.
- 4000 sati rada



Slika2.6 utovarivač Komatsu težine 10 tona

- buldožeri Komatsu od 30 do 50 t (Slika2.7)

- snaga 69,2 KW
- godina proizvodnje 2007.
- zapremina 3 m³
- pređeno 6499 h
- 1500 sati rada



Slika 2.7 buldožer Komatsu

(<http://www.katicbau.hr/strojevi-i-oprema.html>)

- valjci HAMM od 12 do 19 t s vibro pločama (slika 2.8)

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



Slika2.8 valjak HAMM s vibro pločom

(<http://autoline-eu.rs/sf/gradevinske-masine-mali-valjak-HAMM-HD10-CV--13052416154347321200.html>)

- kamioni Volvo FM 12 I FM 13 (slika2.9 i slika 2.10)



Slika2.9. kamion VOLVO FM 12

(http://www.mojauto.rs/mobile-de/status/kamioni/vozilo_je/polovan/marka_kk/Volvo_2733/kategorija_kk/Kiper_2699/poredjaj-po/oglas_najnoviji/po_stranici/18/)

- Karakteristike kamiona:

- Nosivost 20 t
- Snaga 170 Kw
- Zapremina na vrh 8 m³
- Maximalna brzina $V_{max}=65$ km/h
- Pretpostavljena brzina punog kamiona (ovisno o stanju prometnice) $v=35-45$ km/h
- Pretpostavljena brzina praznog kamiona $v= 50-70$ km/h
- godina proizvodnje 2007.
- pređeno 46200 km



Slika 2.10 kamion VOLVO FM 13

(http://www.mojauto.rs/mobile-de/status/kamioni/vozilo_je/polovan/marka_kk/Volvo_2733/kategorija_kk/Kiper_2699/poredjaj-po/oglas_najnoviji/po_stranici/18/)

-kiperi damperi- Tirez TA 30 (slika2.11)

- snaga 235 KW
- nosivost 24 tone
- zapremina na vrh 11.7 m³
- težina praznog dampera 24000 kg
- težina punog dampera 48000 kg (maximalna)
- godina proizvodnje 2009

- brzina praznog dampera(ovisno o terenu) 40-50km/h
- brzina punog dampera 10-25 km/h
- 1500 sati rada $K_d=1,0$
- prijeđeno kilometara 52500 km



Slika2.11 kiper damperTirex TA 30

(<http://www.njuskalo.hr/demperi/demper-terex-ta-30-oglas-3933038>)

- labudice od 100,60 i 30 tona nosivosti (slika2.13)



Slika 2.13 labudica od 30 tona nosivosti

(<http://www.njuskalo.hr/kamioni-tegljaci/labudica-yuksel-oglas-2540022>)

- kamion s kranom 16 m (slika 2.14)



Slika 2.13 kamion s kranom 16 m

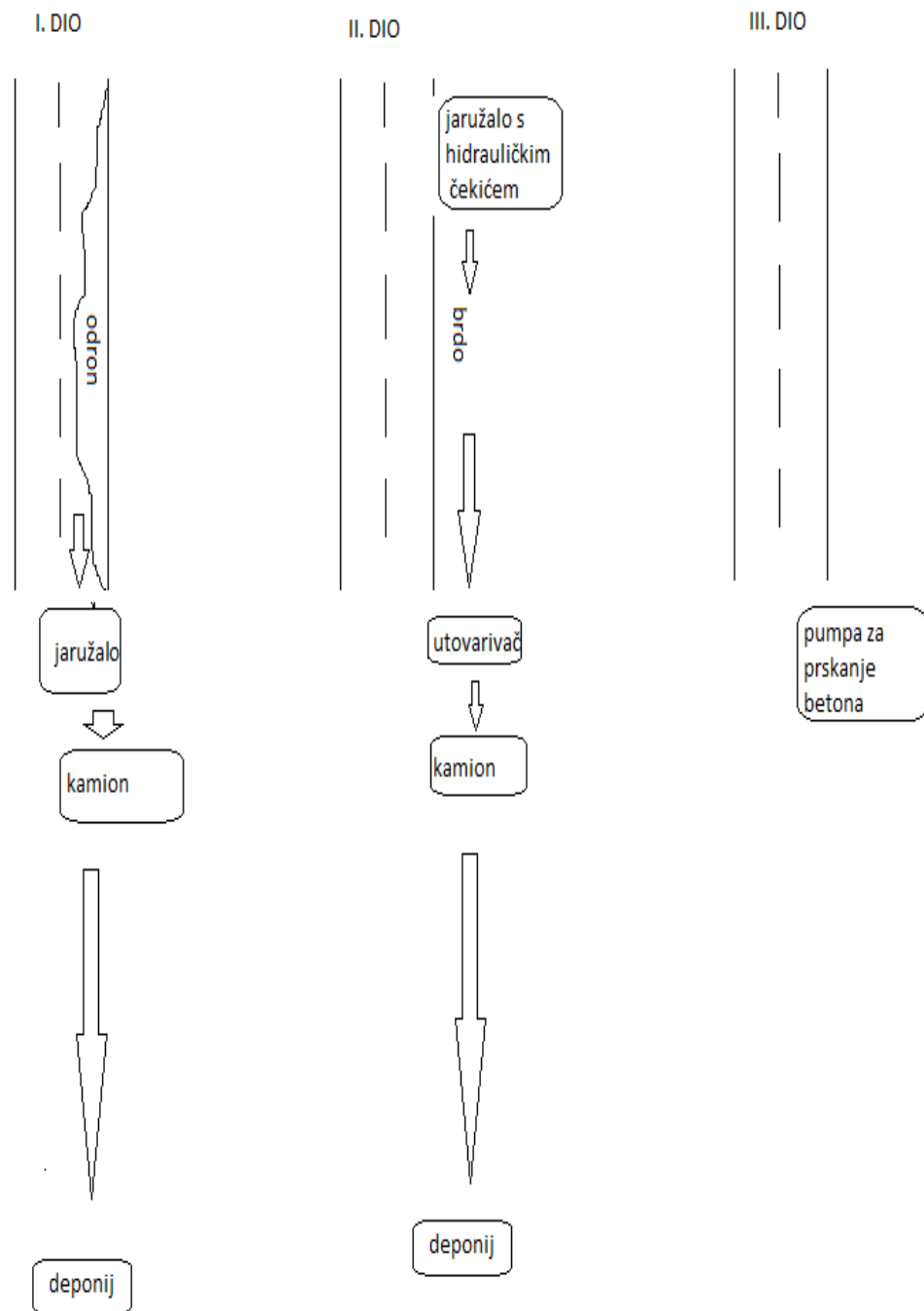
(<http://www.njuskalo.hr/kamioni-tegljaci/kamion-kranom-oglas-11511948>)

(izvor:<http://www.georad-makarska.hr/strojevi-oprema.php>)

3. TEHNIČKI OPIS RADOVA

Na dionici Jadranske magistrale, zbog obilnih kiša, došlo je do velikog odrona od 60 m^3 kamenja i zemljanog materijala. U elaboratu je dana procjena tla, te je zaključeno da je tlo jako rastresito te da spada u 4. kategoriju. Specifična težina tla u rastresitom stanju iznosi $\gamma_r = 20 \text{ kN/m}^3$. Također je zaključeno da prijete novi odroni ukoliko se kosina na prihvatljiv način ne osigura i stabilizira. Odlučeno je da se ukloni dio brda težine oko 300 tona u dužini od 40 metara, kako bi se došlo do tvrdog terena.

Odron je blokirao jedan prometni trak te promet teče usporeno što predstavlja problem koji zahtjeva usklađen i brz rad kako bi se šteta što brže sanirala te promet normalno nastavio. Opisana tvornica u poglavlju 2. najbliža je mjestu odrona, te je izabrana na javnom natječaju za sanaciju. Slika 3.1 predstavlja shematski prikaz odvijanja radova i slijeda korištenja strojeva.



Slika 3.1 Shematski prikaz slijeda korištenja strojeva

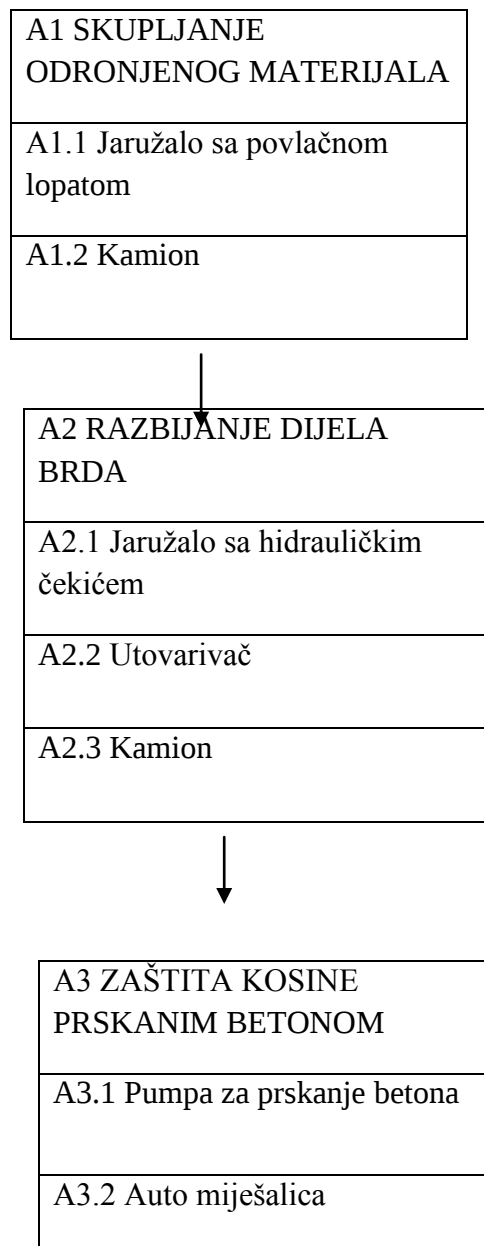
4. RAZRADA RADOVA

Za prvu fazu radova, a to je uklanjanje odronjenog materijala, su potrebni jaružalo ili utovarivač i transporter koji materijal odvozi na deponij udaljen 10 km. U drugoj fazi radova se zahtijeva jaružalo sa hidrauličkim čekićem velike težine da bi se stijenska masa što prije razbila i dionica magistrale osigurala. Razbijeni materijal se utovarivačem prebacuje u transporter te se odvozi na isti deponij kao i odronjeni materijal. Treća faza radova zahtijeva upotrebu pumpe za prskanje betona kako bi se sa sigurnošću spriječili novi odroni. U ovoj fazi je potrebna i auto miješalica za transport betona iz betonare do mjesta odrona. Tvrtka odabrana za izvršenje radova ne posjeduje navedenu pumpu i auto miješalicu pa se odlučila za najam tih strojeva. Ova odluka povlači vremensko ograničenje izvođenja radova uzrokovano cijenom najma. U tablici 4.1 prikazane su aktivnosti i odgovarajući strojevi za izvršenje tih aktivnosti

<i>GLAVNE AKTIVNOSTI</i>		<i>PODAKTIVNOSTI</i>		<i>STROJEVI</i>
<i>A1</i>	<i>Skupljanje odronjenog materijala</i>	<i>A1.1</i>	<i>utovar</i>	<i>Jaružalo ili utovarivač</i>
		<i>A1.2</i>	<i>Odvoz materijala na deponij</i>	<i>kamion</i>
<i>A2</i>	<i>Razbijanje stijenske mase u dužini od 40 m</i>	<i>A2.1</i>	<i>Razaranje stjenovitog materijala</i>	<i>Jaružalo sa hidrauličkim čekićem</i>
		<i>A2.2</i>	<i>utovar</i>	<i>utovarivač</i>
		<i>A2.3</i>	<i>Odvoz materijala na deponij</i>	<i>kamion</i>
<i>A3</i>	<i>Nanošenje betona na kosinu</i>	<i>A3.1</i>	<i>Nabacivanje betona po kosini</i>	<i>Pumpa za prskanje betona</i>
		<i>A3.2</i>	<i>Transport betona</i>	<i>Auto miješalica</i>

Tablica 4.1 Prikaz aktivnosti i odgovarajućih strojeva

Slijed aktivnosti za zadane radove zajedno sa pripadnim strojevima prikazan je na Slici 4.1



Slika 4.1 Slijed glavnih aktivnosti zajedno sa pripadnim strojevima za odgovarajuće podaktivnosti

5. ODABIR STROJEVA

U tablici 5.1 prikazani su svi potrebni strojevi, strojevi koje tvrtka posjeduje, a potrebni su za obavljanje zadanih radova, te strojevi koje je potrebno iznajmiti.

Zaključak: $N_{\text{Potrebno}} - N_{\text{Tvrtka}} = N_{\text{Najam}}$,

N- broj strojeva.

STROJEVI	POTREBNO	U VLASNIŠTVU TVRTKE	NAJAM
Jaružalo s povlačnom lopatom	1	5	0
Transporter	6	8	0
Jaružalo sa hidrauličkim čekićem	1	3	0
Utovarivač	1	4	0
Pumpa za prskanje betona	1	0	1
Auto miješalica	1	0	1

Tablica 5.1 Prikaz broja potrebnih strojeva, strojeva u posjedu tvrtke i broja unajmljenih strojeva

Izračun točnog broja potrebnih strojeva za usklađen rad i osiguranje vremenskih rokova se nalazi u sljedećem poglavlju. Iz prethodne tablice je vidljivo da tvrtka raspolaže sa 5 jaružala, 8 transportera, 3 jaružala sa hidrauličkim čekićem, 4 utovarivača. No za izvršenje projekta primorana je unajmiti jednu pumpu za prskanje betona i jednu auto miješalicu.

Strojevi kojima raspolaže tvrtka:

- 5 jaružala s povlačnom lopatom, (Komatsu)
- 8 transportera (VOLVO FM 12)
- 3 jaružala s hidrauličkim čekićem
- 4 utovarivača (Komatsu)

Strojevi koje tvrtka treba uzeti u najam:

1. pumpa za prskanje betona (Slika 4.4)



Slika 4.4 pumpa za prskanje betona

(<http://www.gradimo.hr/clanak/uredaji-za-izradu-mlaznog-betona/21007>)

2. auto miješalica Mercedes-Benz 3234 (Slika 4.5)

Karakteristike auto miješalice :

- Godina proizvodnje 1992
- prijeđeni kilometri 500 000 km
- mjenjač Manual gearbox
- kapacitet 9m³



Slika 4.5 auto miješalica Mercedes-Benz 3234

(<http://www.mascus.hr/transport/auto-mjesalica/mercedes-benz-3234/images/drmogx8p.html>)

6. USKLADIVANJE RADA STROJEVA

Zbog hitnosti projekta potrebno je što bolje uskladiti rad strojeva sa što manje praznog hoda i bespotrebnog gubitka vremena da bi se promet normalno nastavio bez značajnijih zastoja. Rad strojeva ćemo uskladiti na način da se oni potpuno iskoriste u svom sinkroniziranom radu što će donijeti maksimalan učinak sa minimalnim gubitkom vremena. Uvjet je da svi radovi budu gotovi unutar 2 dana.

6.1. A1 Skupljanje odronjenog materijala

Usklađivanje rada jaružala i transportera

Potrebni podatci:

- q – zapremina žlice $q=1\text{m}^3$
- kut zaokreta - 90°
- T_c – trajanje okretaja pri istovaru - 30 s

- Kr – koeficijent rastresitosti (za IV. Kategoriju-0.81)
- Kp – koeficijent punjenja Kp= 0.85
- Koeficijent iskorištenja radnog vremena Kv=0.83
- Nosivost transportera 20 t
- Snaga transportera 170 Kw
- Zapremina na vrh 8 m³
- Maximalna brzina V_{max}=80 km/h
- Brzina punog transportera v=50 km/h
- Brzina praznog transportera v=65 km/h

PRORAČUN:

- UČINAK BAGERA

Teoretski učinak

$$U_t = \frac{q}{T} \left(\frac{m^3}{h} \right) = 3600 \times \frac{1}{30} = 120 \frac{m^3}{h}$$

Praktični učinak:

$$\begin{aligned} U_p &= U_t \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_v \cdot K_r \cdot K_d \text{ (m}^3\text{/h)} \\ U_p &= 120 \cdot 0.99 \cdot 0.85 \cdot 0.83 \cdot 0.81 \cdot 1.0 \\ U_p &= 67.88 \text{ (m}^3\text{/h)} \cong 68 \text{ (m}^3\text{/h)} \end{aligned}$$

Dnevni učinak:

$$U_{p,DN} = U_p \cdot \text{smjena} = 68 \cdot 10 = 680 \text{ m}^3\text{/dan}$$

Vrijeme potrebno za utovar:

$$60/68 = 0.88h = 52 \text{ min} \cong 60 \text{ min}$$

Za 52 minute će jaružalo utovariti odronjeni material u transporter, ali za daljnje planiranje možemo uzeti 1 sat zbog mogućih rizika.

Provjera nosivosti kamiona

Nosivost kamiona je 20 tona, a može primiti 8 m³ materijala. Materijal koji se utovaruje je 4. kategorije specifične težine u rastresitom stanju $\gamma_r = 20 \frac{kN}{m^3}$.

$$20 \frac{kN}{m^3} = 20\,000 \frac{N}{m^3} = 2000 \frac{kg}{m^3} = 2 \frac{t}{m^3}$$

Provjera nosivosti: $8 \cdot 2 = 16$ tona

Nosivost kamiona zadovoljava traženi kapacitet!

- UČINAK KAMIONA

Ukupno vrijeme ciklusa vožnje kamiona je:

$$T_c = T_u + T_{vp} + T_{is} + T_p$$

Vrijeme utovara:

$$T_u = 8/68 = 0.118 \text{ h} = 423.5 \text{ s}$$

Vrijeme vožnje punog kamiona:

$$T_{vp} = 10/50 = 0.2 \text{ h} = 720 \text{ s}$$

Vrijeme istovara s manevrom:

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

Vrijeme povratka:

$$T_p = 10/65 = 0.154 \text{ h} = 553.84 \text{ s}$$

$$T_c = 423.5 + 720 + 300 + 553.84 = 1997.34 \text{ s} = 33.29 \text{ min} \approx 34 \text{ min}$$

Potreban broj transportera za sinkroniziran rad s jaružalom je:

$$N_{DAN} = T_c / T_u = 1997.34 / 423.5 \approx 5 \text{ kamiona}$$

6.2. A2 Razbijanje dijela brda u dužini od 40 metara

Jaružalo sa hidrauličkim čekićem radi neprestano 8 sati, te nakon što razbije 250 m³ brda, usklađujemo rad utovarivača i kamiona.

tablica 6.1 Učinak udarnih čekića pri iskupu prosječne stijene (u sraslom stanju)			
masa udarnog čekića sa dlijetom (kg)	broj udara u minuti	učinak (m ³ /8sati) pri širokom iskupu stijene	učinak (m ³ /sati) pri (skučenom) Iskupu rovova
695	415-665	150-250	0-20
837	385-880	200-450	15-50
1100	400-800	340-700	30-90
1380	400-1050	400-1200	40-120
1505	540-770	360-1200	35-110
2440	510-1160	660-1700	55-250
3170	440-1045	1200-1370	110-570

Slika 6.1 Učinak udarnih čekića pri iskupu prosječne stijene

(http://www.balavto.com.hr/hidraulicni_cekici_bat)



Slika 6.2 upotrijebljeni hidraulički čekić

Očitane karakteristike jaružala sa hidrauličkim čekićem:

- Masa udarnog čekića sa dlijetom: 837kg
- Broj udara u minuti: 385-880 udaraca
- Učinak ($\text{m}^3/8\text{h}$) pri širokom iskopu stijene: 200-450
- Masa bagera koji nosi čekić: 9-16 t
- Praktični učinak jaružala: 250 $\text{m}^3/8\text{h}$

Pošto se ovdje radi o iskopu uz cestu koja je prometna, puno strojeva bi ometalo promet, stoga jaružalo s hidrauličkim čekićem radi neprestano 8 sati i razbije 250 m^3 brda, te nakon njegovog rada dovozimo utovarivač i kamion kiper koji utovaruju razbijeni materijal i odvoze ga na deponij.

Karakteristike utovarivača:

- Snaga motora 85 Kw
- Kapacitet korpe $q=1.7\text{m}^3$
- Teret prevrtanja 7.005 kg
- Radna težina 10.1 kg
- Trajanje okretaja pri istovaru $T_c=35\text{ s}$
- Koeficijent rastresitosti $K_r=0.81$
- Koeficijent punjenja $K_p=0.83$
- Koeficijent iskorištenja radnog vremena $K_v=0.80$

- UČINAK UTOVARIVAČA

Teoretski učinak

$$U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 1.7 / 35 \approx 175 \text{ m}^3/\text{h}$$

Praktični učinak:

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

$$U_p = 175 \cdot 0.83 \cdot 0.80 \cdot 0.81$$

$$U_p = 94.12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak:

$$U_{P,DN}=U_p \cdot \text{smjena}$$

$$U_{P,DN}=94.12 \cdot 10=941.2 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Vrijeme potrebno za utovar:

$$250/94.12=2.66 \text{ h}=159.37 \text{ min}$$

UKUPNO VRIJEME CIKLUSA VOŽNJE KAMIONA JE:

$$T_c=T_u+T_{vp}+T_{is}+T_p$$

Vrijeme utovara:

$$T_u=8/94.12=0.085 \text{ h}=306 \text{ s}$$

Vrijeme vožnje punog kamiona

$$T_{vp}=10/50=0.2 \text{ h}=720 \text{ s}$$

Vrijeme istovara s manevrom

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

Vrijeme povratka

$$T_p=10/65=0.154 \text{ h}=554 \text{ s}$$

$$T_c=306+720+300+554=1880 \text{ s}$$

Potreban broj kipera za sinkroniziran rad s utovarivačem je:

$$N_{DAN}=T_c/T_u=1880/306 \approx 6$$

Potrebno je 6 kamiona kipera i jedan utovarivač kako bi se razbijeni materijal uklonio sa prometnice.

6.3. A3 ZAŠTITA KOSINE PRSKANIM BETONOM

Za ovu aktivnost tvrtka je unajmila pumpu za prskanje betona koja ima učinak $50 \text{ m}^3/\text{h}$, no zbog otežanih uvjeta rada na prometnici taj učinak je smanjen na $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Svježi beton se utovaruje u auto miješalicu u obližnjoj betonari 10 kilometara udaljenoj od mjesta odrona.

-Usklađivanje rada pumpe za beton i auto miješalice

Potrebni podatci:

- Učinak betonare $40 \text{ m}^3/\text{h}$
- Koeficijent korištenja radnog vremena crpke $k_v=0.7$
- Učinak crpke $= 40 \text{ m}^3/\text{h} * k_v = 28 \text{ m}^3/\text{h}$
- Brzina pune auto miješalice 35 km/h
- Brzina prazne auto miješalice 60 km/h
- Kapacitet auto miješalice 9 m^3
- Udaljenost betonare 10 km
- Vrijeme manevra na betonari 1.5 min
- Vrijeme manevra na mjestu betoniranja 1.5 min
- Vrijeme zastoja 3.5 min
- Rezervno vrijeme 5 min

-UKUPNO VRIJEME CIKLUSA VOŽNJE AUTO MIJEŠALICE JE:

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_{t.pun} + T_{mg} + T_{istovar} + \Delta T$$

$$T_{utovara} = Q_{\text{auto-miješalice}} / U_{\text{betonare}} = 9 / 40 = 0,23 \text{ h} = 828 \text{ s}$$

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

$$T_{t.pun} = L_{\text{transporta}} / V_{\text{transporta pune auto-miješalice}} = 10 / 35 = 0,3 \text{ h} = 1080 \text{ s}$$

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

$$T_{istovara} = Q_{\text{auto-miješalice}} / U_{\text{crpke}} = 9 / 28,0 = 0,32 \text{ h} = 1152 \text{ s}$$

$$\Delta T = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$T_c = 828 + 90 + 1080 + 90 + 1152 = 3240 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{Količina ugrađenog betona iznosi: dužina kosine * visina kosine * debljina sloja} \\ \text{betona} = 40 \text{ m} * 4 \text{ m} * 0.08 \text{ m} = 12.8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ukupan broj tura auto-miješalice je:

$$N = V / Q_{\text{auto-miješalice}} = 12.8 / 9 = 1.42 \approx 2 \text{ ture}$$

Vrijeme betoniranja:

$$V / U_{\text{crpke}} = 12.8 / 28 = 0.45 \text{ h} = 27.4 \text{ min}$$

7. ZAKLJUČAK

Da bi se uklonio odronjeni materijal sa ceste je potrebno jedno jaružalo i 5 transportera koji će taj posao obaviti za sat vremena. Materijal se odvozi na deponij udaljen 10 km od odrona. Tvrtka se odlučila za korištenje jaružala za ovaj dio posla jer se utovaruje mala količina materijala ali i zbog toga što se u sljedećem koraku zahtijeva upotreba hidrauličkog čekića koji se jednostavno montira na upotrijebljeno jaružalo.

Nakon što se prometnica očisti potrebno je dovesti jaružalo sa hidrauličkim čekićem koje će za 8 sati razbiti 250 m^3 brda.

Za uklanjanje razbijenog materijala potreban je jedan utovarivač za sinkronizirani rad sa 6 transportera. Materijal se vozi na deponij udaljen 10 km od mjesta odrona. Ovaj dio posla će se obaviti za 2 sata i 39 minuta.

U trećem dijelu radova je usklađivan rad auto-miješalice i pumpe za beton. Potrebna je jedna auto-miješalica i jedna pumpa za beton da bi posao bio obavljen za otprilike 30 minuta.

Ukupan broj strojeva : jaružalo x 1, utovarivač x 1, transporter x 6, auto-miješalica x 1, pumpa za beton x 1, jaružalo s hidrauličkim čekićem x 1.

Nakon odabira broja i vrste strojeva izračuna se ukupno vrijeme za izvršenje projekta.

$$T_{\text{ukupno}} = T_{\text{utovara i odvoza}} + T_{\text{razbijanja brda}} + T_{\text{utovara i odvoza}} + T_{\text{betoniranja kosine}} = 1 + 8 + 2.66 + 0.46 = 12.11 \text{ h} \\ < 2 \text{ radna dana}$$

Iz ukupnog vremena trajanja radova je vidljivo da će radovi biti završeni u zahtijevanom roku od dva dana.

Svi radovi su usklađeni, strojevi odabrani po principu financijske i vremenske isplativosti te je tvrtka spremna na konačnu realizaciju projekta.

8. LITERATURA I DRUGI IZVORI

8.1. LITERATURA

- Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.
- Nives Ostojić Škomrlj, MREŽNO PLANIRANJE (studentska skripta)
- Rudolf Lončarić, ORGANIZACIJA IZVEDBE GRADITELJSKIH PROJEKATA, Zagreb, 1995.
- Petar Krstulović, TEHNOLOGIJA I SVOJSTVA BETONA, Zagreb, 2000.

8.2. DRUGI IZVORI

https://www.google.hr/search?hl=hr&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1280&bih=632&q=bager+Komatsu+PC+800&oq=bager+Komatsu+PC+800&gs_l=img.3...2097.26182.0.26604.20.14.2.0.0.0.163.1483.3j11.14.0....0...1ac.1j2.43.img..10.10.990.gXBBJOH-qgA#imgdii=_

<http://www.mascus.co.uk/construction/used-hammers---breakers/atlas-copco-krupp-hb7000-dp/xfxkonth.html>

<http://www.katicbau.hr/strojevi-i-oprema.html>

<http://www.goglasi.com/frame?eid=53210624&q=slicni:2773481%20VOLVO%20bager>

<http://www.njuskalo.hr/gradevinska-mehanizacija/volvo-bl-71-2003-god-oglas-2610525>

<http://www.katicbau.hr/strojevi-i-oprema.html>

<http://autoline-eu.rs/sf/gradevinske-masine-mali-valjak-HAMM-HD10-CV--13052416154347321200.html>

http://www.mojauto.rs/mobile-de/status/kamioni/vozilo_je/polovan/marka_kk/Volvo_2733/kategorija_kk/Kiper_2699/poredjaj-po/oglas_najnoviji/po_stranici/18/

<http://www.njuskalo.hr/demper/demper-terex-ta-30-oglas-3933038>

<http://www.njuskalo.hr/kamioni-tegljaci/labudica-yuksel-oglas-2540022>

<http://www.njuskalo.hr/kamioni-tegljaci/kamion-kranom-oglas-11511948>

<http://www.gradimo.hr/clanak/uredaji-za-izradu-mlaznog-betona/21007>

<http://www.mascus.hr/transport/auto-mjesalica/mercedes-benz-3234/images/drmogx8p.html>