Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje industrijske hale i pristupne ceste

Babić, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:123:823349

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Marija Babić

Split, 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Marija Babić

Usklađivanje rada strojeva potrebnih za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje industrijske hale i pristupne ceste

Završni rad

Split, 2019

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:	**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	**Marija Babić**
BROJ INDEKSA:	**4765**
KATEDRA:	**Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**
PREDMET:	**Proizvodnja u građevinarstvu**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti prilikom izgradnje industrijske hale i pristupne ceste

Opis zadatka: Studentica će na temelju teorijskog znanja prezentirati hipotetski slučaj izgradnje ceste i industrijske hale te za odabrane aktivnosti izabrati strojeve i uskladiti njihov rad.

U Splitu, 22. ožujak 2019.

Voditeljica Završnog rada:

Prof.dr.sc. Snježana Knezić

Usklađivanje rada strojeva potrebnih za odabrane aktivnosti izgradnje industrijske hale i pristupne ceste

Sažetak:

U ovom završnom radu rješava se problem usklađivanja rada strojeva za odabrane aktivnosti izgradnje ceste i industrijske hale. Cilj je postizanje što veće učinkovitosti uz zadovoljavajuću kvalitetu, kao i završetak svih radova unutar određenog vremenskog roka.

Ključne riječi:

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, cesta, industrijska hala

Harmonization of selected machinery for the construction of the road and the industrial hall

Abstract:

The aim of this final thesis is to resolve the problem of the synchronisation of the machinery during the construction of the road and the industrial hall. The purpose is to achieve maximum efficiency having adequate quality and completion of work within the given time frame.

Keywords:

Construction machinery, machinery harmonisation, road, industrial halle

Sadržaj:

1. Uvod ... 1

2. Opis projekta ... 2

2.1. Izgradnja pristupne ceste ... 3

2.1.1. Izgradnja donjeg ustroja ceste ... 3

2.1.2. Izgradnja gornjeg ustroja ceste ... 4

2.2. Izgradnja industrijske hale ... 5

2.2.1. Pripremni radovi ... 6

2.2.2. Zemljani radovi ... 6

2.2.3. Betonski radovi ... 7

2.2.4. Montažni radovi ... 8

3. Opis i analiza aktivnosti ... 10

4. Izbor strojeva za odabrane aktivnosti ... 11

4.1. Jaružalo ... 12

4.2. Valjak ... 13

4.3. Kamion kiper ... 16

4.4. Dozer ... 17

4.5. Grejder ... 20

4.6. Finišer ... 21

4.7. Utovarivač ... 22

4.8. Automiješalica ... 24

4.9. Pumpa za beton ... 25

5. Usklađivanje rada strojeva ... 26

5.1. Iskop usječnog dijela zasjeka ... 27

5.2. Izrada nasipnog dijela zasjeka ... 28

5.3. Izrada posteljice ... 29

5.4. Asfaltiranje ... 30

5.5. Čišćenje terena i skidanje humusa ... 31

5.6. Iskop temeljne jame ... 32

5.7. Izrada tamponskog sloja ... 33

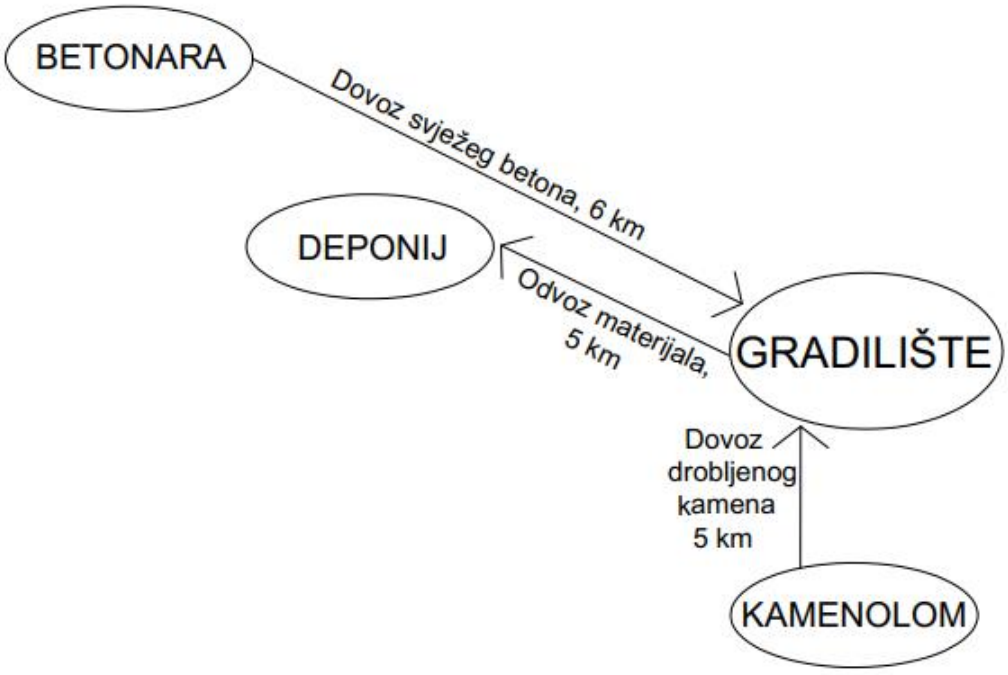
5.8. Betoniranje temeljne ploče ... 34

6. Zaključak ... 35

7. Literatura ... 36

1. Uvod

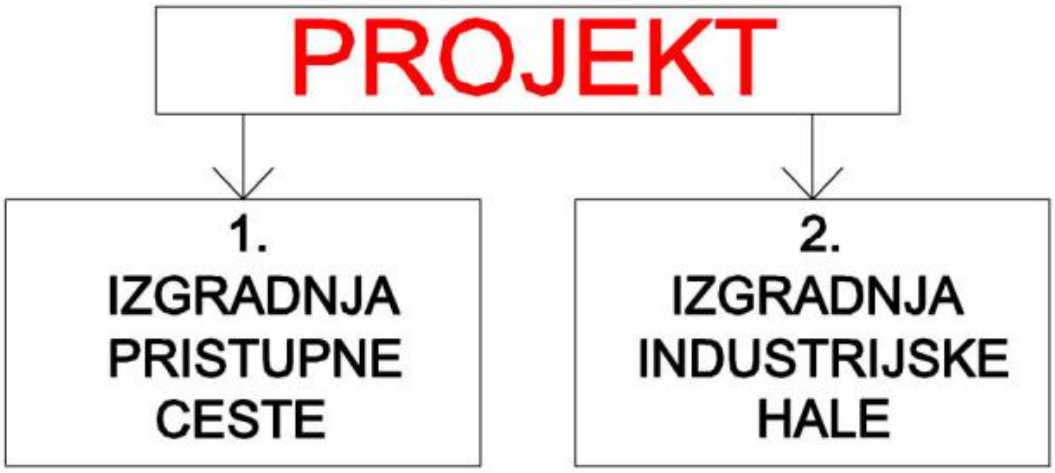
U ovom završnom radu prikazati će se hipotetski slučaj u kojemu je potrebno uskladiti rad strojeva koji su potrebni prilikom izgradnje pristupne ceste i izgradnje industrijske hale u poslovno-industrijskoj zoni. Navedeni radovi sastoje se od izgradnje ceste od glavne prometnice do lokacije objekta. Izgradnja ceste sastoji se od izgradnje donjeg ustroja ceste (zasjeka) te izgradnje gornjeg ustroja (kolničke konstrukcije), odnosno izrade posteljice i asfaltiranja ceste. Nakon izgradnje pristupne ceste kreće izgradnja industrijske hale, odnosno redom pripremni, zemljani, betonski te montažni radovi. Pripremni radovi obuhvaćaju čišćenje terena i skidanje sloja humusa. Zemljani radovi obuhvaćaju široki iskop tla, odvoz iskopanog materijala na deponij, zatim dovoz, nasipanje i zbijanje kamenog materijala iz kamenoloma (tamponski sloj). U betonske radove spada dovoz betona iz betonare i betoniranje temeljne ploče. Nakon izvedbe temeljne ploče, doprema se čelična konstrukcija i vrši se montaža industrijske hale. Tvrtka koja izvodi radove posjeduje sve potrebne strojeve te nije nužno unajmljivanje istih, već samo njihovo usklađivanje. U blizini lokacije na kojoj se izvodi građenje nalazi se deponij, kamenolom i manja betonara kao što je prikazano na slici 1.1.



Slika 1.1. Udaljenost gradilišta u odnosu na kamenolom, betonaru i deponij

2. Opis projekta

Projekt se sastoji od dviju aktivnosti koje su prikazane na slici 2.1.. Prva aktivnost je izgradnja pristupne ceste koja obuhvaća dvije podaktivnosti, druga aktivnost je izgradnja industrijske hale koja obuhvaća četiri podaktivnosti. Aktivnosti i podaktivnosti su prikazane u tablici 2.1. a detaljnije su opisane u nastavku ovoga dijela.



Slika 2.1. Aktivnosti unutar projekta

Tablica 2.1. Podjela projekta na aktivnosti i podaktivnosti

	AKTIVNOSTI	PODAKTIVNOSTI
PROJEKT	**2.1. IZGRADNJA PRISTUPNE CESTE**	2.1.1. IZGRADNJA DONJEG USTROJA CESTE
		2.1.2. IZGRADNJA GORNJEG USTROJA CESTE
	2.2. IZGRADNJA INDUSTRIJSKE HALE	2.2.1. PRIPREMNI RADOVI
		2.2.2. ZEMLJANI RADOVI
		2.2.3. BETONSKI RADOVI
		2.2.4. MONTAŽNI RADOVI

2.1. Izgradnja pristupne ceste

Potrebno je izgraditi dionicu ceste dužine 4,5 km koja je shematski prikazana na slici 2.2.



Slika 2.2. Shematski prikaz ceste

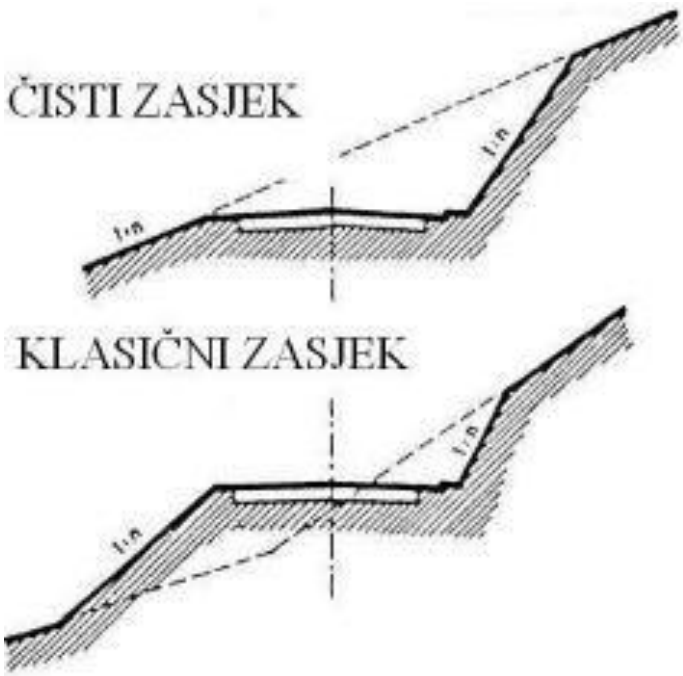
Za izgradnju ceste od postojeće glavne ceste do lokacije objekta potrebno je izvesti radove koji su prikazani u tablici 2.2.

Tablica 2.2. Radovi pri izgradnji pristupne ceste

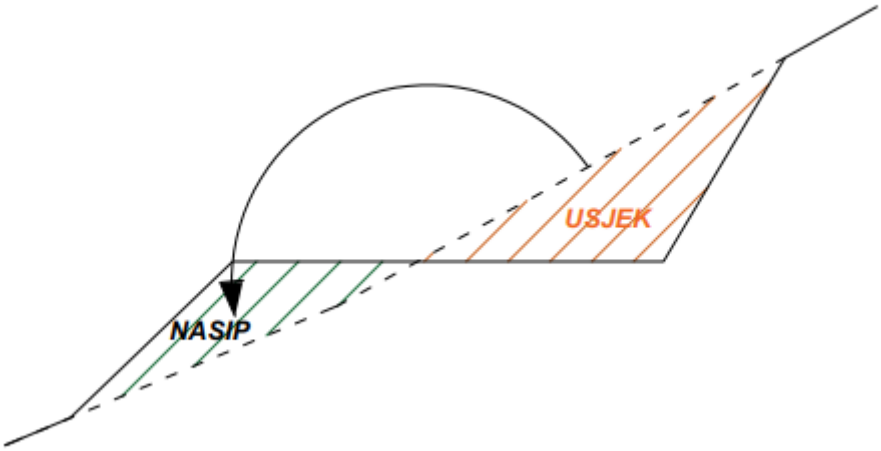
2.1. IZGRADNJA PRISTUPNE CESTE	**2.1.1. IZGRADNJA DONJEG USTROJA CESTE**	IZRADA ZASJEKA	ISKOP USJEKA
			IZRADA NASIPA
	2.1.2. IZGRADNJA GORNJEG USTROJA CESTE	IZRADA POSTELJICE	DOVOZ MATERIJALA
			RAZASTIRANJE MATERIJALA
			ZBIJANJE
		ASFALTIRANJE	DOVOZ ASFALTA
			UGRADNJA ASFALTA
			ZBIJANJE

2.1.1. Izgradnja donjeg ustroja ceste

Dionica ceste većinom se nalazi u zasjeku (klasični zasjek prikazan na slici 2.3.) pa je potrebno izvesti iskop usjeka i nasuti dijelove nasipa kako je prikazano na slici 2.4. Nasip zasjeka se nasipa materijalom iskopanim iz usjeka, a volumen nasipa odgovara volumenu materijala iskopanog iz usjeka [7].



Slika 2.3. Cesta u zasjeku [1]



Slika 2.4. Izrada nasipa zasjeka

2.1.2. Izgradnja gornjeg ustroja ceste

Izgradnja gornjeg ustroja ceste sastoji se od izvedbe posteljice (podloge) i cestovnog zastora (asfalt). Od posteljice se zahtijeva da bude čvrsta, dobro zbijena, da ima ravnu površinu i veliku nosivost. Asfalt se ugrađuje pri toplom vremenu, nikako po kiši i vlazi. Rad se prekida kad temperatura padne na $+5^{o}$C. Asfaltne mješavine se ugrađuju pomoću završivača (finišera), a zbijaju glatkim valjcima i valjcima na gumenim kotačima. Valjanje se vrši od rubova prema sredini, a tragovi valjanja se moraju preklapati 10-20 cm [7].

2.2. Izgradnja industrijske hale

Potrebno je izvesti pripremne, zemljane, betonske i montažne radove. Radovi su detaljnije prikazani u tablici 2.3. i opisani u nastavku.

Tablica 2.3. Radovi pri izgradnji industrijske hale

2.2. IZGRADNJA INDUSTRIJSKE HALE	**2.2.1. PRIPREMNI RADOVI**	ČIŠĆENJE TERENA	UKLANJANJE GRMLJA I DRVEĆA
			SKIDANJE SLOJA HUMUSA
			UTOVAR I ODVOZ MATERIJALA
	2.2.2. ZEMLJANI RADOVI	ISKOP TEMELJNE JAME	ISKOP TLA
			UTOVAR I ODVOZ MATERIJALA
		IZRADA TAMPONSKOG SLOJA	DOVOZ DROBLJENOG KAMENA
			RAZASTIRANJE
			ZBIJANJE
	2.2.3. BETONSKI RADOVI	BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE	DOVOZ BETONA
			BETONIRANJE
	2.2.4. MONTAŽNI RADOVI	MONTAŽA HALE	DOVOZ MONTAŽNIH ELEMENATA
			MONTAŽA KONSTRUKCIJE

2.2.1. Pripremni radovi

Pripremni radovi obuhvaćaju čišćenje terena koji je prikazan na slici 2.5. Čišćenje terena uključuje uklanjanje grmlja, vađenje korijenja, šiblja i starih panjeva koji se na gradilištu nalaze te skidanje sloja humusa u debljini 10 cm na cijelom području zahvata [1]. Površina parcele koju je potrebno očistiti iznosi 2390 m^2. Očišćeni i iskopani materijal se potom odvozi i odlaže na deponij koji je udaljen 5 km od lokacije gradilišta.



Slika 2.5. Teren koji je potrebno očistiti prije početka zemljanih radova [2]

2.2.2. Zemljani radovi

Zemljani radovi obuhvaćaju široki iskop tla (C kategorije) i odvoz iskopanog materijala na deponij koji je udaljen 5 km od gradilišta. Volumen tla u sraslom stanju je 375 m^3, a u rastresitom stanju, odnosno nakon iskopa iznosi 470 m^3. Po svršetku iskopa slijedi dovoz drobljenog kamena iz kamenoloma udaljenog 5 km od gradilišta te nasipanje, razastiranje i zbijanje dovezenog materijala (tamponski sloj). Potrebna količina drobljenog kamena je 125 m^3. Debljina tamponskog sloja je 10 cm. Tlo nakon iskopa i postavljenog tamponskog sloja je prikazano na slici 2.6.



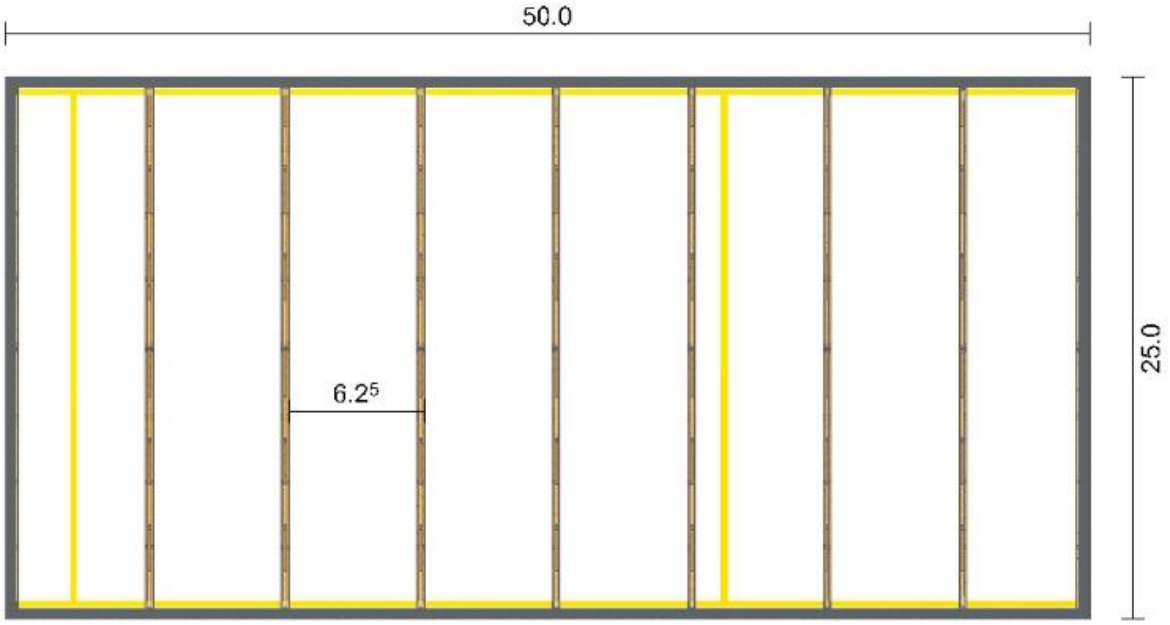
Slika 2.6. Stanje temeljnog tla nakon zemljanih radova [3]

2.2.3. Betonski radovi

Betonski radovi obuhvaćaju dovoz svježeg betona iz betonare udaljene 6 km od gradilišta i betoniranje armirano-betonske temeljne ploče industrijske hale. Stupovi montažnih hala se inače temelje na temeljima samcima ili trakastim temeljima, ali u ovom slučaju izabrana je temeljna ploča zbog lošijeg temeljnog tla i zbog buduće namjene hale. Temeljna ploča ima ulogu i podne ploče industrijske hale. Temeljna ploča se betonira na način da se unutar postavljene oplate sa postavljenom armaturom, kako je prikazano na slici 2.7, izlije svježi beton. Površina temeljne ploče iznosi 1250 m^2, a debljina temeljne ploče je 0,25 m. Dimenzije temeljne ploče hale preuzete su sa primjera [5] prikazanog na slici 2.8. Potrebna količina betona iznosi 312 m^3.



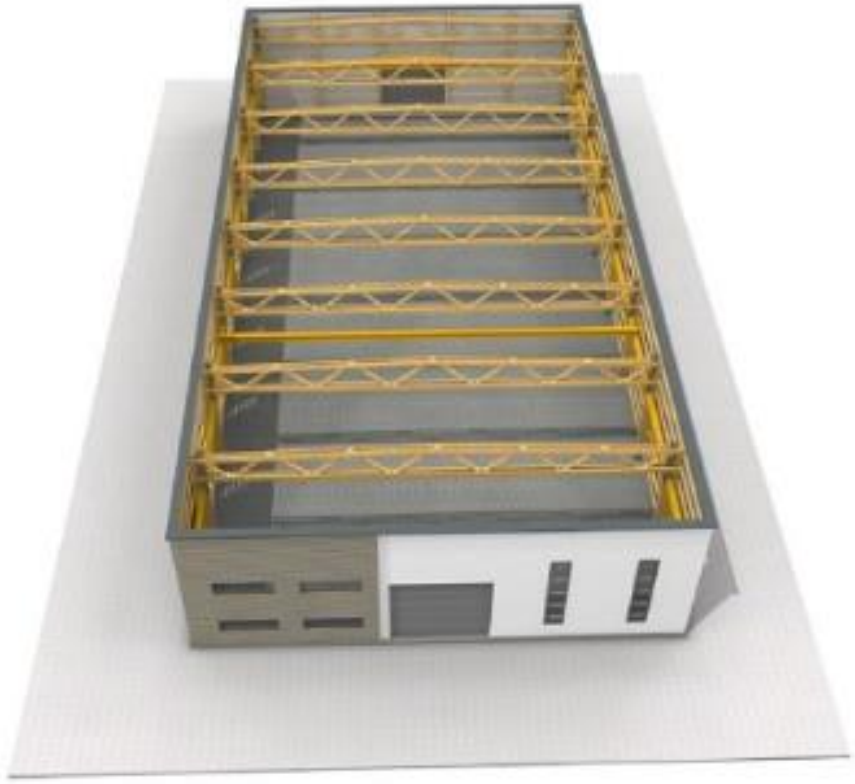
Slika 2.7. Temeljna ploča [4]



Slika 2.8. Dimenzije temeljne ploče hale [5]

2.2.4. Montažni radovi

Montažni radovi na industrijskoj hali nisu obuhvaćeni ovim završnim radom, ali su zbog cjelovitosti rada uključeni i ukratko opisani. Industrijska hala je u potpunosti montažna sa nosivom konstrukcijom od čelika i oblogama od dvostrukog lima. Primjer nosive konstrukcije industrijske hale prikazan je na slici 2.9. Svi elementi su proizvedeni unaprijed i dovezeni na mjesto montaže gdje ih građevinski radnici uz pomoć građevinske mehanizacije spajaju u gotovu konstrukciju [10]. Primjer gotove montažne hale prikazan je na slici 2.10. Dovoz montažnih dijelova vrši se pomoću kamiona sa prikolicom, a montaža se obavlja pomoću pokretne dizalice.



Slika 2.9. Primjer nosive konstrukcije hale [5]



Slika 2.10. Primjer montažne hale [5]

3. Opis i analiza aktivnosti

U tablici 3.1. su sažete aktivnosti koje su obuhvaćene ovim završnim radom, a u nastavku su opisani strojevi koji su potrebni za izvođenje radova.

Tablica 3.1. Sumaran prikaz svih aktivnosti

	VRSTA RADOVA	AKTIVNOST	PODAKTIVNOSTI	POTREBNI STROJEVI
IZGRADNJA PRISTUPNE CESTE	IZGRADNJA DONJEG USTROJA	IZRADA ZASJEKA	ISKOP USJEKA	JARUŽALO
				KAMION KIPER
			IZRADA NASIPA	VIBRO VALJAK
				GREJDER
	IZGRADNJA GORNJEG USTROJA	IZRADA POSTELJICE	DOVOZ MATERIJALA	KAMION KIPER
			RAZASTIRANJE	GREJDER
			ZBIJANJE	VIBRO VALJAK
		ASFALTIRANJE	DOVOZ ASFALTA	KAMION KIPER
			UGRADNJA ASFALTA	FINIŠER
			ZBIJANJE	VALJAK ZA ASFALT
IZGRADNJA INDUSTRIJSKE HALE	PRIPREMNI RADOVI	ČIŠĆENJE TERENA	UKLANJANJE GRMLJA I DRVEĆA	DOZER
			SKIDANJE SLOJA HUMUSA	DOZER
			UTOVAR I ODVOZ MATERIJALA	UTOVARIVAČ
				KAMION KIPER
	ZEMLJANI RADOVI	ISKOP TEMELJNE JAME	ISKOP TLA	JARUŽALO
			UTOVAR I ODVOZ MATERIJALA	JARUŽALO
				KAMION KIPER
		IZRADA TAMPONSKOG SLOJA	DOVOZ DROBLJENOG KAMENA	KAMION KIPER
			RAZASTIRANJE	DOZER
			ZBIJANJE	VIBRO VALJAK
	BETONSKI RADOVI	BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE	DOVOZ BETONA	AUTOMIJEŠALICA
			BETONIRANJE	PUMPA ZA BETON

4. Izbor strojeva za odabrane aktivnosti

Strojevi potrebni za izvođenje aktivnosti koje su prikazane u prethodnom poglavlju, odabrani su sukladno analizi tih aktivnosti, te su prikazani u tablici 4.1. i detaljno opisani u nastavku.

Tablica 4.1. Strojevi potrebni za izvođenje aktivnosti

4.1.	**Jaružalo**
4.2.	**Valjak (Vibro valjak i valjak za asfalt)**
4.3.	**Kamion kiper**
4.4.	**Dozer**
4.5.	**Grejder**
4.6.	**Finišer**
4.7.	**Utovarivač**
4.8.	**Automiješalica**
4.9.	**Pumpa za beton**

4.1. Jaružalo

Jaružalo je univerzalni samohodni građevinski radni stroj sa širokim obimom izvođenja radnih zahvata u zemlji, kamenu i pod vodom. Neki od najčešćih radova su iskop, utovar materijala, prijenos i podizanje tereta, izrada nasipa i pokosa, grubo ravnanje i planiranje terena. Osnovna karakteristika jaružala je kupola koja se okreće za 360°. Kupola je montirana na podvozje koje je na gumenim kotačima ili čeličnim gusjenicama [11]. Tvrtka koja izvodi radove raspolaže sa jaružalom marke Cat 325F L koji spada u grupu hidrauličnih jaružala srednje veličine. Jaružalo Cat 325F L je prikazano je na slici 4.1. Karakteristike navedenog jaružala se nalaze u tablici 4.2.



Slika 4.1. Jaružalo Cat 325F L [6]

Tablica 4.2. Karakteristike jaružala Cat 325F L

NETO SNAGA	**120 kW**
MAKSIMALNI DOHVAT	**9,79 m**
KAPACITET LOPATE	**2 m^3**
RADNA TEŽINA	**27.230 kg**

4.2. Valjak

Valjak je građevinski stroj za zbijanje tla, kamenoga materijala, ili materijala stabiliziranih nekim vezivom (krupnozrnatih betona, asfaltnih mješavina). Zbijanjem se skraćuje vrijeme slijeganja, te povećava nosivost nasutih slojeva ili prirodnoga tla (npr. cestovnoga zastora, nasipa, nasutih brana i sl.). Ovisno o materijalu koji se zbija biramo vrstu valjka (krupnozrna tla bolje je zbijati glatkim vibrirajućim valjcima dok će se sitnozrna tla bolje zbijati valjcima sa stopama i ježevima). Dobar izbor strojeva za zbijanje ovisno o materijalu koji se zbija prikazan je na slici 4.3. Zbog karakteristika nasutog materijala, odabran je vibro valjak (glatki) kao najbolje rješenje u ovom slučaju. Valjak može biti vučeni ili samokretni, imati jedan, dva ili više glatkih čeličnih cilindara (cestovni valjak), nazubljenih cilindara (jež), ili nizova pneumatika, odnosno imati pneumatike s navučenim nazubljenim plaštevima (kompaktor). Zbijanje se provodi samo kretanjem valjka (valjanjem), ili uz vibriranje, kada se predviđena zbijenost postiže regulacijom amplitude (odskoka) valjka, broja vibracija i broja prijelaza [12].

Prilog:IZBOR I PRIMJENA STROJEVA I OPREME ZA ZBIJANJE ZEMLJANIH I KAMENIH GRADIVA

Vrsta gradiva / stroj	Organski materijal (humus)	Sitnozrni zemljani materijali (tla)			Pijesci – prirodni i drobljeni			sipine – - Šljunci – drobljenci – -(dobro minirana stijena)		
		prašina	glina	kredna tla	glinoviti pjesci	čisti loše graduirani pijesci	čisti dobro graduirani pijesci	loše graduirani šljunci ili ostali	dobro graduirani šljunci ili ostali	vrlo krupni komadi šljunaka ili ostalo
1. statički glatki valjak		moguća uporaba za svakodnevno zatvaranje i glađenje nakon glavnog zbijanja				ne-učinkovit	nikako ili slabo učinkovit	razmjerno učinkovit	nikako ili slabo učinkovit	ne-učinkovit
2. valjak-(vibro) jež	moguća uporaba	dobro prilagođen i učinkovit	razmjerno ili slabo učinkoviti		prilagđen, razmjerno učinkovit	neučinkovit odnosno neuporabljiv		slabo učinkovit	slabo prilagodljiv	ne-uporabljiv
3. valjak-gumenjak	moguća uporaba	vrlo uporabljiv odnosno dobro prilagodljiv				razmjerno učinkovit	dobro prilagodljiv			ne-učinkovit
4. valjak-(vibro) glatki		moguća uporaba za svakodnevno zatvaranje i glađenje nakon glavnog zbijanja				dobro do prilično dobro prilagodljiv		razmjerno učinkovit	dobro prilagodljiv	kad je težak vrlo je učinkovit
5. vibro-ploča		izbjegavati uporabu			moguća uporaba	dobro do prilično dobro prilagodljiva		razmjerno učinkovita	dobro prilagodljiva	teška vrlo učinkovita
6. skakav. (žaba) (udar)		moguća uporaba	izbjegavati uporabu		moguća uporaba	ne-učinkovit	prilično dobro prilagodljiv	slabo prilagodljiv	prilično prilagodljiv	



Slika 4.3. Izbor i primjena strojeva za zbijanje obzirom na vrstu materijala [7]

Vibracijama se, u odnosu na masu, djelovanje višestruko povećava (5 do 7 puta). Vibriranje ne treba koristiti na samom početku zbijanja i pri okretanju stroja jer se time stvaraju valovi na još mekom i svježe nasutom sloju. Frekvencija vibracija iznosi od 20 do 75 Hz (broj vibracija u sekundi), a vibriranjem se postiže da se u nasipnom materijalu za vrijeme vibracija smanjuju kohezijske sile i trenje, pa se čestice materijala slažu u slobodne prostore stvarajući tako najveću moguću gustoću u nasipnom materijalu [12].

Tvrtka koja izvodi radove raspolaže sa valjcima marke Cat CP44B i HAMM HD+ 90i. Valjak Cat CP44B (slika 4.4.) spada u vibracijske valjke, a karakteristike navedenog valjka nalaze se u tablici 4.3. Valjak HAMM HD+ 90i je valjak za asfalt (slika 4.5.) sa karakteristikama prikazanim u tablici 4.4.



Slika 4.4. Vibro valjak Cat CP44B [8]

Tablica 4.3. Karakteristike vibro valjka Cat CP44B

BRUTO SNAGA	**75 kW**
RADNA TEŽINA	**7471 kg**
ŠIRINA VALJKA	**1800 mm**
MAKSIMALNA FREKVENCIJA	**30,5 Hz**



Slika 4.5. Valjak za asfalt HAMM HD+ 90i [9]

Tablica 4.4. Karakteristike valjka za asfalt HAMM HD+ 90i

BRUTO SNAGA	**85 kW**
RADNA TEŽINA	**9320 kg**
ŠIRINA VALJKA	**1680 mm**
MAKSIMALNA RADNA BRZINA	**10 km/h**

4.3. Kamion kiper

Kiper je kamion koji se koristi u građevinske svrhe za prijevoz većih količina tereta u cestovnom prometu, iza vozačke kabine se nalazi prostor (tzv. sanduk) koji je pričvršćen na njegov stražnji dio i po potrebi se može ukositi (u smjeri osi kamiona ili u smjeru okomitom na os kamiona) kako bi se ispraznio teret. Naziv dolazi od njemačke riječi "kippen", koja znači "nagnuti" [6]. Tvrtka koja izvodi radove raspolaže sa kamionom marke Mercedes-Benz Actros 4150 koji je prikazan na slici 4.6., sa karakteristikama prikazanim u tablici 4.5.



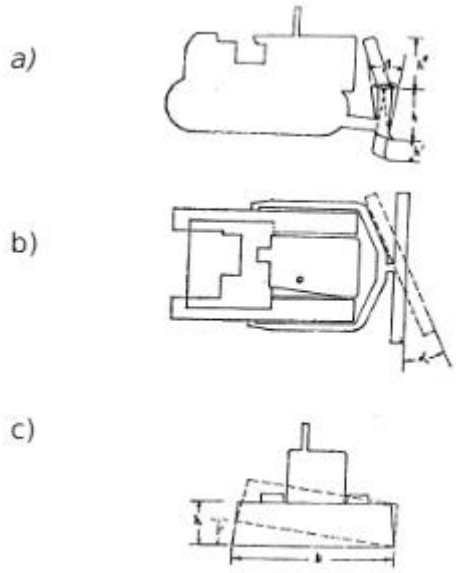
Slika 4.6. Kamion kiper Mercedes-Benz Actros 4150 [10]

Tablica 4.5. Karakteristike kamiona kipera Mercedes-Benz Actros 4150

NETO SNAGA	**370 kW**
NOSIVOST	**4 t**
VOLUMEN KOŠA	**16 m^3**
BRZINA PRAZNOG VOZILA	**60 km/h**
BRZINA PUNOG VOZILA	**30 km/h**

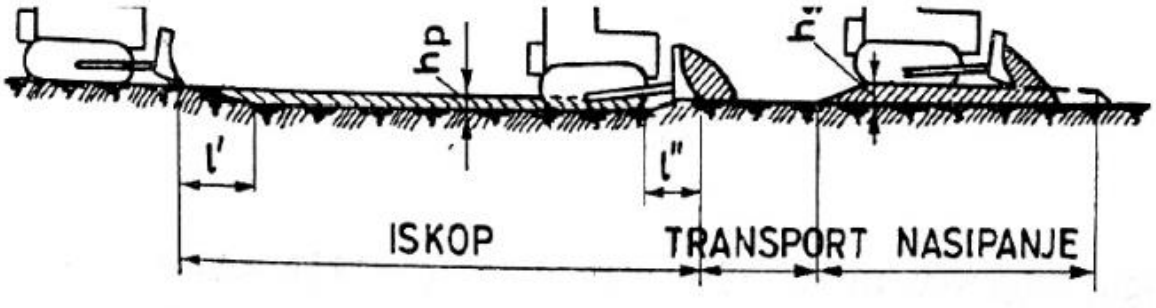
4.4. Dozer

Dozer je tipični građevinski stroj za zemljane radove. Ovisno o mogućem položaju dozerskog noža (slika 4.7.) i njegovom obliku, odnosno o primjeni dozera razlikujemo buldozere, angldozere i tiltdozere [3].



Slika 4.7. Vrste dozera – buldozer (a), angldozer (b) i tiltdozer (c) [11]

Osnovni zahvati koje izvodi su iskop tla ili trošne stijene struganjem pomoću njegova osnovnog alata tzv. noža (na prednjoj strani) dozera, transport iskopanog materijala guranjem te odlaganje materijala odnosno razastiranje i planiranje odloženog materijala. Pomoću ripera, kao pomoćnog alata učvršćenog sa stražnje strane dozera, može se izvoditi iskop i nekih vrsta prirodno dezintegriranih stijena njihovim prethodnim "ripanjem" (rijanjem,oranjem) [3]. Način rada dozera prikazan je na slici 4.8., a na slici 4.9. prikazan je buldozer sa svojim osnovnim dijelovima [4].



Slika 4.8. Princip rada dozera [12]



Slika 4.9. Osnovni dijelovi buldozera [11]

Tvrtka raspolaže sa buldozerom Cat D5K2 koji je prikazan na slici 4.10., a inače spada u skupinu malih buldozera.



Slika 4.10. Buldozer Cat D5K2 [13]

Buldozer Cat D5K2 na lancima konstruiran je tako da optimalizira brzinu, sposobnost prijevoza, pokretljivost, svestranost i preciznost kod finog ravnanja.
Ovaj buldozer idealan je kod izgradnje stambenih objekata, te obavlja poslove kao što je čišćenje i ravnanje gradilišta, pravljenje nagiba na rubovima cesta, nasipanje, te završno ravnanje kod uređenja dvorišta i izgradnje prilaza za auto. Karakteristike stroja izvučene su u tablici 4.6.

Tablica 4.6. Karakteristike buldozera Cat D5K2

NETO SNAGA	**77,6 kW**
RADNA TEŽINA	**9.214 kg**
ŠIRINA NOŽA	**2782 mm**
VISINA NOŽA	**1073 mm**
KAPACITET NOŽA	**3.20 m^3**

4.5. Grejder

Grejder je građevinski stroj za finije zemljane radove (npr. za planiranje tla, razastiranje pijeska, šljunka, tucanika, skidanje humusa, uređenje kosina te za kopanje jaraka i iskop u pjeskovitome tlu). Glavni radni dio grejdera je nož (grejderski nož), pokretljiv u svim smjerovima. Smješten je između prednjih i stražnjih kotača i pričvršćen za nazubljeni prsten. Uz pomoć hidrauličkih sklopova upravlja se položajem prstena, čime se nož može podizati ili spuštati, može se mijenjati njegov kut s obzirom na smjer kretanja vozila i ravninu tla ili ga se može izbaciti u stranu. Područje primjene grejdera i njegov učinak mogu se proširiti različitom priključnom opremom i uređajima: rijačem s trnovima za razrahljivanje tla, dozerskim nožem za čišćenje snijega i uklanjanje grmlja, vibracijskim uređajem za stabilizaciju tla [13]. Ovisno o masi (8 do 25 tona) i snazi motora (do 200 kW), grejder se izrađuje s 4 ili 6 kotača. Tvrtka koja izvodi radove posjeduje grejder Cat 160M3/160M3 AWD koji je prikazan na slici 4.11. Karakteristike navedenog grejdera nalaze se u tablici 4.7.



Slika 4.11. Grejder Cat Cat 140M3 / 140M3 AWD [14]

Tablica 4.7. Karakteristike grejdera Cat 140M3 / 140M3 AWD

SNAGA MOTORA	**149 kW**
ŠIRINA NOŽA	**3,7 m**
VISINA NOŽA	**0,6 m**

4.6. Finišer

Finišer je građevinski stroj za ugradnju gornjeg sloja kolnika ceste. Kod betonskih kolnika preuzima svježi beton, razastire ga, nabija vibrogredom, ugrađuje čelične moždanike, zaglađuje površinu i obavlja njegu emulzijama. Sastoji se od okvira na kotačima koji se kreću po tračnicama, ravnalice, vibrogrede, te vodoravne gladilice. Kod kolnika od asfalta preuzima mješavinu, razastire ju i djelomično nabija. Sastoji se od čeličnog postolja na gumenim kotačima ili gusjenicama sa spremnikom za prihvat mješavine, pločastog transportera za prebacivanje mješavine do pužastog transportera koji ju razastire te čelične grede za fino ravnanje i djelomično nabijanje [9]. Tvrtka koja izvodi radove posjeduje finišer VÖGELE SUPER 1303-3i koji je prikazan na slici 4.12. Karakteristike navedenog finišera nalaze se u tablici 4.8.



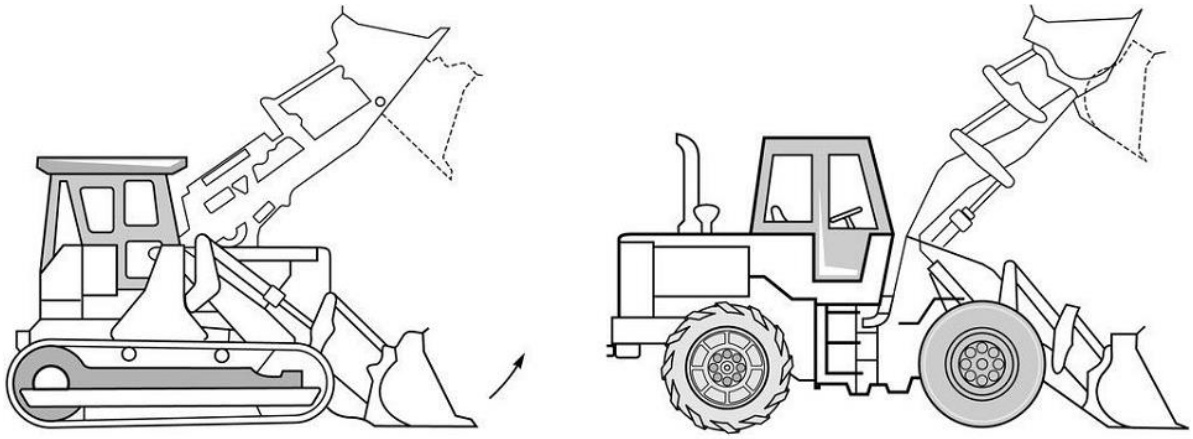
Slika 4.12. Finišer VÖGELE SUPER 1303-3i [15]

Tablica 4.8. Karakteristike finišera VÖGELE SUPER 1303-3i

SNAGA MOTORA	**74.4 kW**
NAJVEĆA RADNA ŠIRINA	**4,5 m**
KAPACITET UGRADNJE ASFALTA	**250 t/h**

4.7. Utovarivač

Utovarivač je građevinski stroj sa širokom, vertikalno pokretljivom lopatom, namijenjen utovaru zemljanog ili kamenoga materijala te njegovu prijenosu na kraće udaljenosti, a može izvoditi i iskop nekih vrsta rastresitih materijala. Utovarivač, koji je prikazan na slici 4.13., sastoji se od voznog uređaja na pneumaticima, rjeđe na gusjenicama, na koji je pričvršćena utovarna lopata koja se pokreće hidraulički. Utovar se obavlja zahvaćanjem materijala kretanjem stroja naprijed, podizanjem lopate na utovarnu visinu, te njezinim izvrtanjem, koje se kod nekih utovarivača obavlja sprijeda (s čela), a kod drugih unazad (preko vozačeve glave). Utovarivači se razlikuju prema obujmu lopate (od 0,3 do više od 10 m³) i pogonskoj snazi motora (od 20 do više od 400 kW), a neki od njih, radi veće pokretljivosti, imaju dvodijelnu zglobno povezanu šasiju. Postoje i kombinirani strojevi koji sprijeda imaju lopatu utovarivača, a straga žlicu jaružala [5].



Slika 4.13. Princip rada utovarivača [16]

Tvrtka raspolaže sa utovarivačem Cat 950M koji je prikazan na slici 4.14., a njegove karakteristike se nalaze u tablici 4.9. Utovarivač Cat 950M spada u utovarivače na kotačima i srednje je veličine. Opseg lopate ovoga utovarivača kreće se od 2,5 – 9,2 m^3.



Slika 4.14. Utovarivač Cat 950M [17]

Tablica 4.9. Karakteristike utovarivača Cat 950M

NETO SNAGA	**171 kW**
RADNA TEŽINA	**19.269 kg**
OBUJAM LOPATE	**3 m^3**

4.8. Automiješalica

Automiješalica je tipično građevinsko transportno sredstvo za autoprijevoz svježeg betona između tvornica betona i gradilišta. Automiješalicu čini kamionsko podvozje na kojemu se nalazi okretni bubanj s lopaticama. Bubanj se okreće pomoću posebnog motora ili motora vezanog na pogonski motor vozila. Okretanje bubnja u jednom smjeru omogućava miješanje svježeg betona, a u drugom pražnjenje bubnja. Automiješalica se prazni ili neposredno u posudu za prijenos betona građevinskom dizalicom ili u betonsku crpku ili u pretovarni silos za beton. Sastavni dio automiješalice može biti crpka za beton ili transportna traka kojima se beton transportira iz bubnja neposredno na mjesto ugradnje [8]. Tvrtka koja izvodi radove raspolaže sa automiješalicom marke MAN TGS koja je prikazana na slici 4.15., a karakteristike navedene automiješalice se nalaze u tablici 4.10.



Slika 4.15. Automiješalica MAN TGS 8X4 440 9M3 CIFA MIXER [18]

Tablica 4.10. Karakteristike automiješalice MAN TGS 8X4 440 9M3 CIFA MIXER

SNAGA MOTORA	**328 KW**
ZAPREMNINA	**9 m^3**
MAKSIMALNA BRZINA PUNOG VOZILA	**40 km/h**
MAKSIMALNA BRZINA PRAZNOG VOZILA	**70 km/h**

4.9. Pumpa za beton

Pumpa za beton je građevinski stroj koji pomoću tlaka ubrizgava svježi beton u cijevi i tako ga prenosi po gradilištu. S obzirom na način guranja betona kroz cijevi, betonske pumpe mogu biti klipne ili rotacijske. Mogu biti vučene na kotačima, samohodne na kamionskom podvozju (autobetonske pumpe) te prenosive na postolju. Svježi beton se još naziva i pumpani. Tvrtka koja izvodi radove posjeduje betonsku pumpu marke Putzmeister M20-4 koja je prikazana na slici 4.16. Karakteristike pumpe su prikazane u tablici 4.11.



Slika 4.16. Pumpa za beton Putzmeister M20-4 [19]

Tablica 4.11. Karakteristike pumpe za beton Putzmeister M20-4

SNAGA MOTORA	**75 kW**
VISINA PODIZANJA BETONA	**24 m**
UČINAK PUMPE	**90 m³ / h**

5. Usklađivanje rada strojeva

Potrebno je uskladiti rad strojeva da bi se projekt uspješno izvršio. Proračun usklađivanja rada strojeva izvršen je na način da su strojevi tijekom rada maksimalno iskorišteni uz minimalan prazan hod između aktivnosti. Strojevi koje je potrebno međusobno uskladiti prikazani su u tablici 5.1.

Tablica 5.1. Strojevi koje je potrebno međusobno uskladiti

	Aktivnost		Strojevi
5.1.	**IZGRADNJA PRISTUPNE CESTE**	ISKOP USJEČNOG DIJELA ZASJEKA	JARUŽALO + KAMION KIPER
5.2.		IZRADA NASIPNOG DIJELA ZASJEKA	GREJDER + VIBRO VALJAK
5.3.		IZRADA POSTELJICE	GREJDER + VIBRO VALJAK
5.4.		ASFALTIRANJE CESTE	KAMION KIPER + FINIŠER + VALJAK ZA ASFALT
5.5.	**IZGRADNJA INDUSTRIJSKE HALE**	ČIŠĆENJE TERENA I SKIDANJE HUMUSA	DOZER + UTOVARIVAČ + KAMION KIPER
5.6.		ISKOP TEMELJNE JAME	JARUŽALO + KAMION KIPER
5.7.		IZRADA TAMPONSKOG SLOJA	DOZER + VIBRO VALJAK
5.8.		BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE	AUTOMIJEŠALICA + PUMPA ZA BETON

5.1. Iskop usječnog dijela zasjeka

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **jaružala i kamiona kipera.**.

Napomena: Nakon iskopa usjeka materijal se odvozi na privremeni deponij te se taj isti materijal koristi za izradu nasipa zasjeka. Privremeni deponij se nalazi 0,5 km od gradilišta.

Potrebni podaci:

- K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- K_p – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,88)
- K_z – kut zaokreta (odabrano 0,99)

Jaružalo

q – volumen lopate jaružala (2,0 m^3)
T_i – vrijeme iskopa (35 s)
T_p – vrijeme punjenja i pražnjenja (15 s)
T_o – gubitak vremena zbog okretanja (5 s)
Ciklus: $T_c = T_i + T_p + T_o = 35 + 15 + 5 = 55$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q / T_c = 3600*2,0/55 = 130,91$ m^3/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_z*K_p*K_d = 130,91*0,85*0,90*0,99*0,88*1,0 = 87,25$ m^3/h

Kamion kiper

q – volumen koša kamiona (16,0 m^3)
$T_{(utovar)} = q/U_{p,jaružalo} = 16/87,25 = 660$ s
$T_{(puna+prazna\ vožnja)} = d/v_{pun} + d/v_{pra} = 0,5/30 + 0,5/60 = 90$ s
$T_{(istovar\ i\ manevar)} = 250$ s
Ciklus: $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 250 + 90 + 660 = 1000$ s

Broj potrebnih kamiona:
$N_{potrebnih\ kamiona} = T_c/T_u = 1000/660 = 2$ kamiona

Zaključak: Potrebna su 2 kamiona kipera za sinkroniziran rad sa jaružalom.

5.2. Izrada nasipnog dijela zasjeka

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **grejdera i vibro valjka**.

Potrebni podaci:

- K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)

Grejder

v – brzina kretanja grejdera (2 km/h)
n – broj prijelaza (8)
lr – radna širina zahvata noža (3,7)
lp – širina preklopa (0,2)

Teorijski učinak: $U_t = (v * (lr – lp) * 1000) / n = (2*(3,7-0,2)*1000)/8 = 875$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_v*K_d* K_r = 875*0,90*1,0*0,85 = 669,38$ m³/h

Vibro valjak

v – brzina kretanja valjka (5 km/h)
d – debljina nasutog sloja (0,3 m)
b – širina valjka (1,8 m)
n – broj prijelaza (6)

Teorijski učinak: $U_t = (v*d*b)/n = (5000*0,3*(1,8-0,2))/6 = 400$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_v*K_d = 400*0,90*1,0 = 360$ m³/h

Broj potrebnih valjaka:
$N_{potrebnih\ valjaka} = U_{p,grejder}/U_{p,valjak} = 669,38/360 = 2$ valjka

Zaključak: Potrebna su 2 vibro valjka za sinkroniziran rad sa grejderom.

5.3. Izrada posteljice

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **grejdera i vibro valjka**.

Napomene:

1. Kamion kiper je prethodno razasuo materijal po trasi te je potrebno taj materijal poravnati sa grejderom i zbiti vibro valjkom.
2. Trasa je dužine 4,5 km i širine 8 m. Debljina nasutog sloja iznosi 20 cm.

Potrebni podaci:

- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)

Grejder

v – brzina kretanja grejdera (1,5 km/h)
n – broj prijelaza (8)
lr – radna širina zahvata noža (3,7)
lp – širina preklopa (0,2)

Teorijski učinak: $U_t = (v * (lr – lp) * 1000) / n = (1,5*(3,7-0,2)*1000)/8 = 656,25$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_v*K_d* K_r = 656,25*0,90*1,0*0,85 = 502$ m³/h

Vibro valjak

v – brzina kretanja valjka (6 km/h)
d – debljina nasutog sloja (0,2 m)
b – širina valjka (1,8 m)
n – broj prijelaza (6)

Teorijski učinak: $U_t = (v*d*b)/n = (6000*0,2*(1,8-0,2))/6 = 320$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_v*K_d = 320*0,90*1,0 = 288$ m³/h

Broj potrebnih valjaka:
$N_{potrebnih\ valjaka} = U_{p,grejder}/U_{p,valjak} = 502/288 = 2$ valjka

Zaključak: Potrebna su 2 vibro valjka za sinkroniziran rad sa grejderom.

5.4. Asfaltiranje

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **kamiona kipera, finišera i valjka za asfalt**.

Napomena: 1 m^3 asfalta približno iznosi 2,25 t asfalta [14].

Potrebni podatci:

- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- d – udaljenost gradilišta od kamenoloma (5 km)

Finišer

Teorijski učinak: U_t = 250 t/h ≈ 111,11 m^3/h (izvučeno iz karakteristika stroja)
Planski učinak: $U_p = U_t * K_v * K_d$ = 111,11*0,90*1,0= 100 m^3/h

Valjak za asfalt

v – brzina kretanja valjka (2 km/h)
d - debljina sloja asfalta (0,13 m)
b - širina valjka (1,68 m)
n - broj prijelaza (6)

Teorijski učinak: $U_t = (v*d*b)/n$ = (2000*0,13*(1,68-0,2)) /6 = 64,13 m^3/h
Planski učinak: $U_p = U_t * K_v * K_d$ = 64,13*0,90*1,0 = 57,72 m^3/h

Broj potrebnih valjaka:
$N_{potrebnih\ valjaka} = U_{p,finišer}/U_{p,valjak}$ = 100/57,72 = 2 valjka

Kamion kiper

$T_{(utovar)}$ = 600 s
$T_{(puna+prazna\ vožnja)} = d/v_{pun} + d/v_{pra}$ = 5/30+5/60 = 900 s
$T_{(istovar\ i\ manevar)}$ = 250 s
Ciklus: $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v$ = 250 + 600 + 900 = 1750 s ≈ 0,49 h

Planski učinak: $U_p = 3600*q*K_d/T_c$ = 3600*16*1,0/1750 = 33 m^3/h

Broj potrebnih kamiona:
$N_{potrebnih\ kamiona} = U_{p,finišer}/U_{p,kamion}$ = 100/33 = 3 kamiona

Zaključak: Potrebna su 2 valjka za asfalt i 3 kamiona kipera za sinkroniziran rad sa finišerom.

5.5. Čišćenje terena i skidanje humusa

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **dozera, utovarivača i kamiona kipera**.

Potrebni podatci:

- K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,80)
- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- d – udaljenost gradilišta od deponija (5,0 km)

Dozer

q – volumen lopate dozera (3,2 m^3)
T_i – vrijeme potrebno za istovar (40 s)
T_u – vrijeme potrebno za istovar (30 s)
T_{pov} – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
T_o – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
Ciklus : $T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 40 + 30 + 15 + 5 = 90$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*3,2/90 = 128$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d = 128*0,80*0,90*1,0 = 92,16$ m³/h

Utovarivač

q – volumen lopate utovarivača (3,0 m^3)
T_i – vrijeme potrebno za punjenje lopate (35 s)
T_g – vrijeme potrebno za guranje (25 s)
T_{pov} – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
T_o – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
Ciklus: $T_c = T_i + T_g + T_{pov} + T_o = 35 + 25 + 15 + 5 = 80$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*3,0/80 = 135$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_r*K_v*K_d = 135*0,80*0,90*1,0 = 97,20$ m³/h

Broj potrebnih utovarivača:
$N_{potrebnih\ utovarivača} = U_{p,dozer}/U_{p,utovarivač} = 92,16/97,20 = 1$ utovarivač

Kamion kiper

q – volumen koša kamiona (16,0 m^3)
$T_{(utovar)} = q/U_{p,utovarivač} = 16/141,38 = 408$ s
$T_{(puna+prazna\ vožnja)} = d/v_{pun} + d/v_{pra} = 5/30+5/60 = 900$ s
$T_{(istovar\ i\ manevar)} = 250$ s
Ciklus: $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 250 + 408 + 900 = 1558$ s
Planski učinak: $U_p = 3600*q*K_d/T_c = 3600*16*1,0/1558 = 36,97$ m³/h

Broj potrebnih kamiona:
$N_{potrebnih\ kamiona} = U_{p,dozer}/U_{p,kamion} = 92,16/36,97 = 3$ kamiona

Zaključak: Potreban je 1 utovarivač i 3 kamiona kipera za sinkroniziran rad sa dozerom.

5.6. Iskop temeljne jame

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **jaružala i kamiona kipera**.

Potrebni podatci:

- K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,80)
- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- K_p – koeficijent punjenja (odabrano 0,85)
- K_z – koeficijent za kut zaokreta lopate (odabrano 0,98)
- d – udaljenost gradilišta od deponija (5,0 km)

Jaružalo

q – volumen lopate jaružala (2,0 m^3)
T_i – vrijeme potrebno za iskop (25 s)
T_p – vrijeme potrebno za punjenje (15)
T_o – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
Ciklus: $T_c = T_i + T_p + T_o = 25 + 15 + 5 = 45$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*2,0/45 = 160$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_p*K_z*K_r*K_v*K_d = 160*0,85*0,98*0,80*0,90*1,0 = 95,96$ m³/h

Kamion kiper

q – volumen koša kamiona (16,0 m^3)
$T_{(utovar)} = q/U_{p,jaružalo} = 16/95,96 = 600$ s
$T_{(puna+prazna\ vožnja)} = d/v_{pun} + d/v_{pra} = 5/30+5/60 = 900$ s
$T_{(istovar\ i\ manevar)} = 250$ s
Ciklus: $T_c = T_{i+m} + T_u + T_v = 1750$ s

Planski učinak: $U_p = 3600*q*K_d/T_c = 3600*16*1,0/1750 = 32,91$ m³/h

Broj potrebnih kamiona:
$N_{potrebnih\ kamiona} = U_{p,jaružalo}/U_{p,kamion} = 95,96/32,91 = 3$ kamiona

Zaključak: Potrebna su 3 kamiona kipera za sinkroniziran rad sa jaružalom.

5.7. Izrada tamponskog sloja

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **dozera i vibro valjka**.

Napomene:

1. Zbog relativno plitke temeljne jame (prosječno 0,3 m) i prirodnog nagiba terena omogućen je slobodan pristup građevinskih strojeva.
2. Kamion kiper je prethodno razasuo materijal po terenu te je potrebno taj materijal poravnati sa dozerom i zbiti vibro valjkom.

Potrebni podatci:

- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,90)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- d – debljina tamponskog sloja (10 cm)

Dozer

q – volumen lopate dozera (3,2 m^3)
T_i – vrijeme potrebno za istovar (40 s)
T_u – vrijeme potrebno za istovar (30 s)
T_{pov} – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
T_o – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
Ciklus : $T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o = 40 + 30 + 15 + 5 = 90$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*3,2/90 = 128$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t* K_v*K_d = 128*0,90*1,0 = 115,2$ m³/h

Vibro valjak

v – brzina kretanja valjka (5 km/h)
d – debljina nasutog sloja (0,1 m)
b – širina valjka (1,8 m)
n – broj prijelaza (6)

Teorijski učinak: $U_t = (v*d*b)/n = (5000*0,1*(1,8-0,2))/6 = 133,33$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t*K_v*K_d = 133,33*0,90*1,0 = 120$ m³/h

Broj potrebnih valjaka:
$N_{potrebnih\ valjaka} = U_{p,dozer}/U_{p,valjak} = 115,2/120 = 1$ valjak

Zaključak: Potreban je 1 vibro valjak za sinkroniziran rad sa dozerom.

5.8. Betoniranje temeljne ploče

U ovoj aktivnosti potrebno je uskladiti rad **automiješalice i pumpe za beton**.

Napomena: Učinak betonare iz koje se dovozi svježi beton je 25 m³/h.

Potrebni podatci:

- K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,80)
- K_d – koeficijent zastarjelosti (odabrano 1,0)
- d – udaljenost betonare od gradilišta (6,0 km)

Pumpa za beton
Teorijski učinak: U_t = 90 m³/h (izvučeno iz karakteristika stroja)
Planski učinak: $U_p = U_t * K_v * K_d = 90*0,80*1,0 = 72$ m³/h

Automiješalica

q – zapremnina automiješalice (9,0 m^3)
$T_{utovar} = q_{am}/U_{betonara} = 9/25 = 1296$ s
$T_{manevar,betonara} = 90$ s
$T_{vpu} = L / v_{pu} = 6/40 = 540$ s
$T_{manevar,gradilište} = 90$ s
$T_{vpr} = L / v_{pr} = 6/70 = 309$ s
$T_i = q_{am}/U_{pumpa} = 9/72 = 450$ s
$\Delta T = 300$ s
$T_c = T_{ut} + T_{m,b} + T_{vpr} + T_{m,g} + T_{vpu} + T_i + \Delta T$
$T_c = 1296 + 90 + 540 + 90 + 309 + 450 + 300 = 3075$ s

Teorijski učinak: $U_t = 3600*q/T_c = 3600*9/3075 = 10,54$ m³/h
Planski učinak: $U_p = U_t * K_v * K_d = 10,54*0,80*1,0 = 8,43$ m³/h

Potreban broj automiješalica:
$N_{potrebnih\ automiješalica} = T_c / (T_i + \Delta T) = 3075 / (450+300) = 4$ automiješalice

Zaključak: Potrebne su 4 automiješalice za sinkroniziran rad sa betonskom pumpom.

6. Zaključak

Radovi kreću sa izgradnjom pristupne ceste od glavne ceste do lokacije industrijske hale. Prva aktivnost kod izgradnje pristupne ceste je izrada zasjeka. Vrši se iskop usjeka zasjeka te se iskopani materijal odlaže na privremeni deponij. Proračunom je utvrđeno da je za aktivnost iskopa usjeka potrebno 1 jaružalo i 2 kamiona kipera. Potom se vrši nasipanje, razastiranje i zbijanje nasipa zasjeka materijalom iz usjeka pomoću 1 grejdera i 2 vibro valjka. Sljedeća aktivnost je izvedba posteljice ceste odnosno ravnanje i zbijanje kamenog materijala koji je prethodno dovezen kamionom kiperom. Za tu aktivnost proračunom je predviđen 1 grejder i 2 vibro valjka. Nakon izvedbe posteljice kreće asfaltiranje ceste koje obuhvaća dovoz, ugradnju i zbijanje asfaltne mješavine. Za izvođenje asfaltiranja potreban je 1 finišer, 3 kamiona kipera i 2 valjka za asfalt. Asfaltiranjem ceste završen je prvi dio radova te kreće drugi dio radova koji se odnosi na izgradnju industrijske hale. Prvo se vrše pripremni radovi koji obuhvaćaju čišćenje terena i skidanje sloja humusa. Iskopani materijal se odvozi na deponij. Za pripremne radove potreban je 1 utovarivač, 1 dozer i 3 kamiona kipera. Nakon pripreme terena kreću zemljani radovi odnosno izvodi se iskop temeljne jame te se dovozi, razastire i zbija tamponski sloj ispod temeljne ploče. Za iskop temeljne jame potrebno je 1 jaružalo i 3 kamiona kipera, dok je za izradu tamponskog sloja potreban 1 dozer i 1 vibro valjak. Nakon pripreme podloge izvodi se temeljna ploča na način da se u unaprijed postavljenu oplatu ulijeva svježi beton dopremljen iz betonare. Proračunom je dobiveno da je potrebna 1 pumpa za beton i 4 automiješalice. Temeljna ploča ima ulogu podne ploče hale pa se na nju montira čelična nosiva konstrukcija. Proračun usklađivanja strojeva izveden je na način da se osigura što veća kvaliteta radova, brzina i ekonomika građenja. Nakon proračuna usklađivanja, dobiven je ukupan broj strojeva (prikazan u tablici 6.1.) koji su potrebni za izvođenje radova.

Tablica 6.1. Ukupan broj potrebnih strojeva

Jaružalo	**2**
Kamion kiper	**11**
Vibro valjak	**5**
Valjak za asfalt	**2**
Grejder	**2**
Finišer	**1**
Dozer	**2**
Utovarivač	**1**
Pumpa za beton	**1**
Automiješalica	**4**

7. Literatura

1) https://myhomeagency.com/zemljiste/gradevinsko-zemljiste?fbclid=IwAR0ByEViaBjwpGyXXu8rBW55JrrzD5-lNb6a4OhNRxXHgYX5vlRhU6KvtfI (zadnji pristup: kolovoz 2019)
2) http://www.geotehnika.ba/e-casopis/3_6.pdf?fbclid=IwAR0Dz3gYhN6jcNXAWIJENVgAUV241W6KIEn6WIfYNOu5Cs7lfHBQWcN6n30 (zadnji pristup: rujan 2019)
3) https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/4_TGV_strojevi.pdf?fbclid=IwAR0D3yk34IlhmTyby_Vdh8iO9QZmGltNX4daGIHH1dLhPLZmTHJtnvAUn5o (zadnji pristup: rujan 2019)
4) https://dokumen.tips/documents/seminarski-rad-1-cat-d8r.html?fbclid=IwAR0ByEViaBjwpGyXXu8rBW55JrrzD5-lNb6a4OhNRxXHgYX5vlRhU6KvtfI (zadnji pristup: rujan 2019)
5) https://hr.wikipedia.org/wiki/Utovariva%C4%8D?fbclid=IwAR3zhdDIMK1m1WBIu0ASwJvxfig6Ebu27DsiTUrFwo71ZwDuHPnnykyv0JI (zadnji pristup: rujan 2019)
6) https://hr.wikipedia.org/wiki/Kamion?fbclid=IwAR0Eakce1K4f9PpKmJ9ssIe7ck6TgOrQq2hJK8HHx3E9SO4YnFT90c_U7RA (zadnji pristup: rujan 2019)
7) http://ss-graditeljska-zg.skole.hr/upload/ss-graditeljska-zg/images/static3/2021/File/CESTE_2_RAZ.pdf?fbclid=IwAR04-QsOFlchPQw1q1hwB_MXAdIXLtkuQedBC7xWWK2JY3emWTRVacbmOjI(zadnji pristup: rujan 2019)
8) http://www.gradnja.org/gradevinski-strojevi/leksikon-strojeva/350-automjealica.html?fbclid=IwAR0z3_eNUkP_yyikigBwMe6KiUkp7Xcl8w6wUqXTr80sI786qP7s928v7i8 (zadnji pristup: rujan 2019)
9) http://www.rotech.hr/246/novi-finicer-vgele-super-1303-3i-isporucen-tvrtki-ceste-dd-bjelovar.html?fbclid=IwAR0oqtiZZDRgct5AqiUr3j61D6_j7BAsP_HQmofLTGRkwkeOqI6ziNRhqtI (zadnji pristup: rujan 2019)
10) http://www.konstrukcije-gorsko.si/projekt-535-proizvodna-hala-25x50m/ (zadnji pristup: rujan 2019)
11) https://hr.wikipedia.org/wiki/Bager (zadnji pristup: rujan 2019)
12) http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63797 (zadnji pristup: rujan 2019)
13) http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=23302 (zadnji pristup: rujan 2019)
14) https://graf48.ru/bs/how-much-is-1-m3-of-asphalt-in-tons-basic-calculation-and-experimental-dependences-for-optimal-structures-of-asphalt-concrete.html (zadnji pristup: rujan 2019)

Slike:

1) https://www.prometna-zona.com/donji-ustroj-ceste/ (zadnji pristup: kolovoz 2019)
2) https://myhomeagency.com/zemljiste/gradevinsko-zemljiste?fbclid=IwAR0nxxlBzTlYzFfPB7D3YPjMZ5_DymPVwpGKtVhA5pTm59AgQVCcBUI-oDo (zadnji pristup: kolovoz 2019)
3) https://pravimajstor.hr/pripreme-za-temeljnu-plocu (zadnji pristup: kolovoz 2019)

4) https://uredarhitekta.wixsite.com/soba360/copy-of-kuca-p-opatija-1?lightbox=dataItem-jqw3r8hs (zadnji pristup: rujan 2019)
5) http://www.konstrukcije-gorsko.si/projekt-535-proizvodna-hala-25x50m/ (zadnji pristup: rujan 2019)
6) http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/325F_L_AEHQ7852-00.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
7) https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/d-izborgradevinskihstrojeva.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
8) http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/SCOM_Family_Brochure_2016_CRO.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
9) https://autoline.hr/-/prodaja/valjci-za-asfalt/HAMM-HD-90i-VO--19020619314178918500 (zadnji pristup: rujan 2019)
10) https://www.njuskalo.hr/kamioni-kiperi/mercedes-benz-actros-4150-v8-kiper-8-4-511-oglas-2160458 (zadnji pristup: rujan 2019)
11) https://www.slideserve.com/taji/buldozeri-dozeri
12) https://dokumen.tips/documents/seminarski-rad-1-cat-d8r.html (zadnji pristup: rujan 2019)
13) http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/D5K2.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
14) http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/140M3_140M3_AWD.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
15) http://www.rotech.hr/246/novi-finicer-vgele-super-1303-3i-isporucen-tvrtki-ceste-dd-bjelovar.html (zadnji pristup: rujan 2019)
16) http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63517 (zadnji pristup: rujan 2019)
17) http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/950M.pdf (zadnji pristup: rujan 2019)
18) https://www.truck1.eu/trucks/man-tgs-8x4-440-9m3-cifa-mixer-a2873493.html (zadnji pristup: rujan 2019)
19) http://thisbuildis.com/hr/pages/203214 (zadnji pristup: rujan 2019)