

Odabir i usklađivanje strojeva za zemljane, betonske i asfaltne radove na odabranom primjeru

Kokan, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:123:957575>

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

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



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

ZAVRŠNI RAD

Ante Kokan

Split, 2021

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

**Odabir i usklađivanje strojeva za zemljane,
betonske i asfaltne radove na odabranom primjeru**

Završni rad

Split, 2021

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Ante Kokan

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083223901

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

PREDMET: Proizvodnja u građevinarstvu

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Odabir i usklađivanje strojeva za zemljane, betonske i asfaltne radove na odabranom primjeru

Opis zadatka: Student će koristeći raspoloživu literaturu i dostupne mrežne izvore odabrati i uskladiti strojeve za odabrane aktivnosti unutar zemljanih, betonskih i asfaltnih radova na primjeru građevinskog objekta i popratnih sadržaja.

U Splitu, 10. ožujka 2021.

Voditeljica Završnog rada:
prof.dr.sc. Snježana Knezić



Odabir i usklađivanje strojeva za zemljane, betonske i asfaltne radove na odabranom primjeru

Sažetak: U ovom radu prezentiran je hipotetski slučaj graditeljskog poduhvata za koji su odabrani strojevi i usklađen njihov rad za konkretan primjer iskopa građevinske jame, zaštite pokosa te izrade parkinga. Cilj je postizanje što veće učinkovitosti uz zadovoljavajuću kvalitetu izgradnje.

Ključne riječi: građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, iskop građevne jame i zaštita pokosa, asfaltiranje

Selection and harmonization of machinery for earth, concrete and asphalt works for a specific example

Abstract: This paper presents a hypothetical case of a construction project for which machines have been selected and their work has been harmonized for a specific example for excavating a construction pit, the protection of slopes and asphalt work for a parking. The goal is to achieve greater efficiency with a satisfactory quality of construction.

Keywords: construction machinery, harmonization of machine operation, excavation of construction pits, slope protection, asphalt work

SADRŽAJ :

1. UVOD	6
2. TEHNIČKI OPIS RADOVA.....	7
3. PRIKAZ AKTIVNOSTI	10
4. POPIS STROJEVA I NJIHOVIH TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA	11
4.1. Dozer - D6N.....	11
4.2. Utovarivač Cat 930K	12
4.3. Kamion MAN TGS	13
4.4. Jaružalo Cat 330 D L	14
4.5. Kamion sa mješalicom za beton, Sinotruck serija HOWO	15
4.6. Grejder	16
4.7. Valjak CAT	17
4.8. Finišer	18
4.9. Pumpa za beton Putzmeister P730	19
4.10. Pneumatski čekić,Caterpillar.....	20
5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA	21
5.1. Skidanje i odvoz humusnog sloja	22
5.2. Široki iskop u tlu kategorije „C“ i transport na deponiju.....	25
5.3. Široki iskop u tlu kategorije „B“ te transport na susjedno gradilište.....	27
5.4. Zaštita pokosa prskanim betonom.....	30
5.5. Izrada parkinga	32
6. ZAKLJUČAK.....	36
7. LITERATURA	37

1. UVOD

Projektni zadatak se sastoji od međusobnog usklađivanja rada strojeva pri izvođenju zemljanih radova u slučaju zamišljene izgradnje bolnice i parkinga za radnike bolnice. U hipotetskom slučaju investitor je sa nekom firmom ugovorio radove na iskopu i prskanoj zaštiti pokosa građevinske jame.

Zamišljena tvrtka je specijalizirana za izvođenje zemljanih radova te za ugovoreni posao posjeduje ljudske i strojne kapacitete za izvođenje ugovorenih radova.

U zadatku nije navedena izrada velikog parking za sva osobna vozila odnosno korisnike bolnice. Taj građevinski pothvat izrađuje druga firma tek nakon izvršenja ovog zadatka.

Dio neobrađenog terena koji se nalazi između bolnice i parkinga izrađuje izvođač komunalnih usluga.

Zaštitu pokosa prskanim betonom izvodi tvrtka specijalizirana za izvođenje te vrste radova.

Radi što efikasnije izvedbe u vrlo kratkim ugovornim rokovima, neophodan je detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva i odrediti vrijeme potrebno kako za pojedine radne operacije tako i za ukupni završetak ugovorenih radova.

2. TEHNIČKI OPIS RADOVA

Pretpostavljeni radovi se sastoje od iskopa građevinske jame u nagibu tlocrtne površine 6750 m² i sa dubinom iskopa koji ide od 4 m na zapadnoj do 16 m na istočnoj strani.

Na slici 2.1 je shematski prikaz položaja građevinske jame i udaljenost lokacija na koje se odvozi materijal iz iskopa.

Površinski sloj humusa, na mjestu građevinske jame, je debljine 15 cm. Površinski sloj humusa, na mjestu izrade parkinga, je debljine 30 cm. Volumen iskopa humusa iznosi 1665 m³. Slojevi humusa se kopaju i odvoze na trajnu deponiju udaljenu 5 km od mjesta rada.

Geomehaničkim ispitivanjem je ustanovljeno da se na dubini od 10.7 m nalazi tlo kategorije „C“ koje obuhvaća prvu i drugu kampadu. Tlo je potrebno iskopati i odvesti na istu trajnu deponiju. Volumen iskopa iznosi cca 32085 m³.

Preostalo tlo do dubine temeljenja je tlo kategorije „B“. Volumen iskopanog materijala iznosi cca 36720 m³. Materijal se odvozi na susjedno gradilište, koje se prodaje kupcu, na udaljenosti od 5 km.

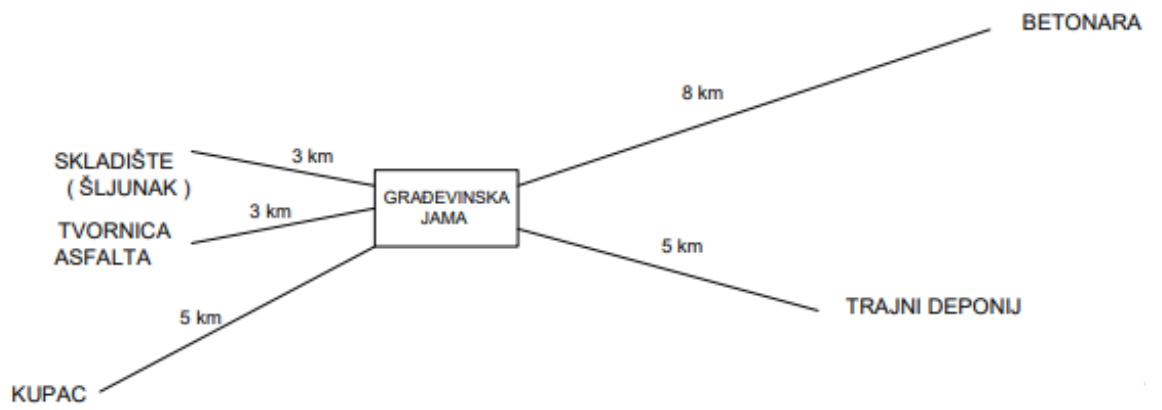
Na slici 2.2 je shematski je prikazan tlocrt i presjeci gradilišta.

Radovi na iskopu će započeti na istočnoj strani kako bi se osiguralo vrijeme za izvođenje radova na zaštiti pokosa prskanim betonom koji ostaje trajno vidljiv.

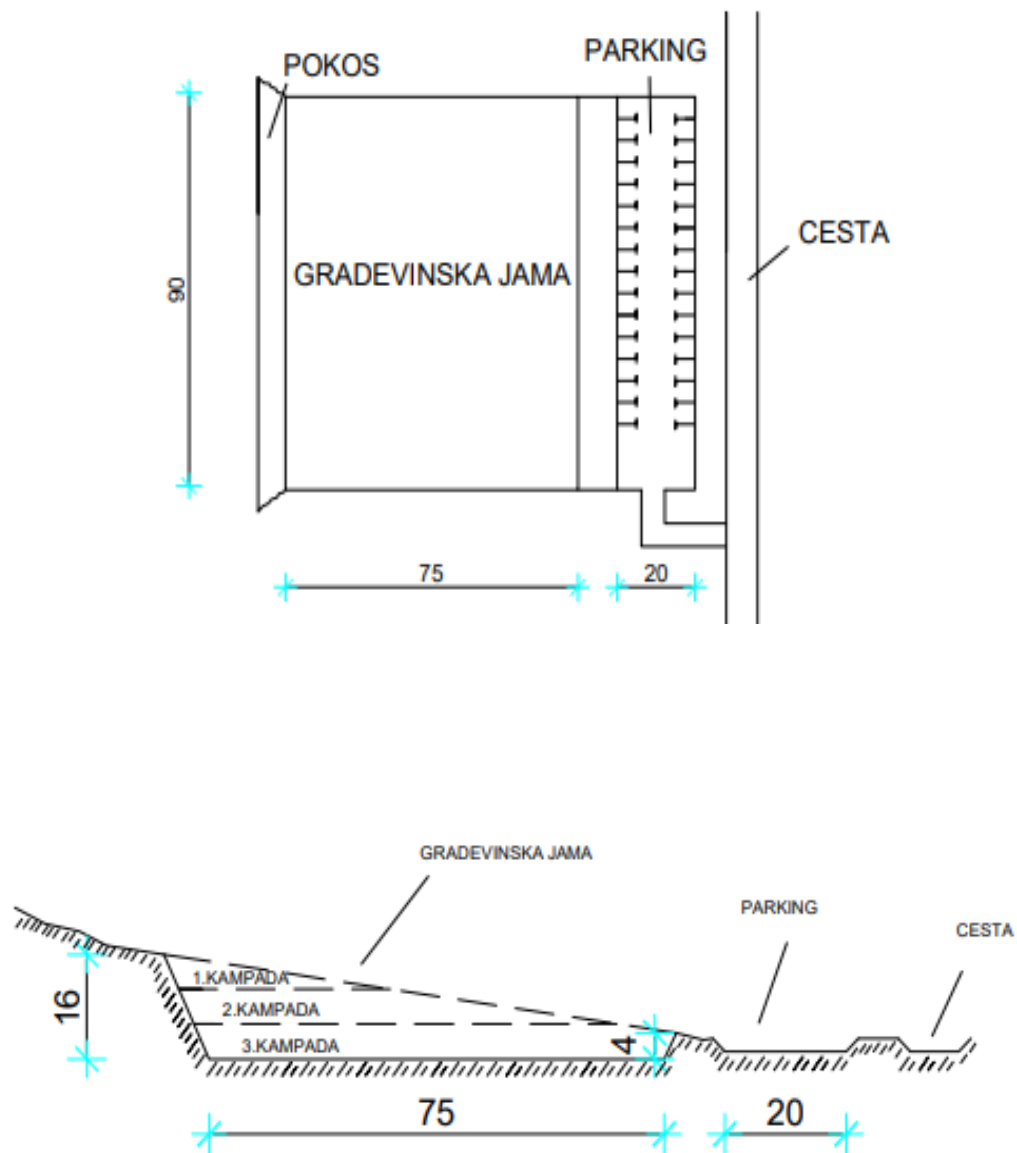
Iskopi i zaštita pokosa će na toj strani biti obavljani u 3 kampade. Visina svake kampade iznosi 5,33 metra.

Nakon iskopa prve kampade, iskopi će se preseliti na zapadniji dio građevinske jame gdje započinje iskop 2. kampade dok na istočnoj strani kreće zaštita pokosa. Time će se osigurati kontinuitet i međusobna usklađenost radova.

Ukupna površina koja će se zaštititi prskanim betonom je cca 1700 m² što sa prosječnim nanosom od 10 cm prskanog betona zahtjeva ugradnju 170 m³ betona.



Slika 2.1 Shematski prikaz gradilišta i udaljenosti



Slika 2.2 Shematski prikaz objekata

3. PRIKAZ AKTIVNOSTI

Prikazane su aktivnosti koje se izvode na gradilištu

SKIDANJE HUMUSA

1. Skidanje i guranje površinskog sloja humusa do mjesta utovara
2. Utovar humusa u kamion
3. Transport humusa do deponije
4. Izvrtanje humusa iz kamiona na deponiju

ISKOP GRAĐEVINSKE JAME

1. Iskop tla kategorije „C“
2. Prijenos iskopane zemlje kategorije „C“ u kamion
3. Prijevoz zemlje kategorije „C“ kamionom do deponije
4. Istovar zemlje kategorije „C“ iz kamiona na deponiju
5. Iskop tla kategorije „B“
6. Prijenos iskopane zemlje kategorije „B“ u kamion
7. Prijevoz zemlje kategorije „B“ kamionom do susjednog gradilišta
8. Istovar zemlje kategorije „B“ iz kamiona na susjedno gradilište

ZAŠTITA POKOSA

1. Uzimanje gotovog betona iz obližnje betonare
2. Transport betona na gradilište
3. Ubacivanje betona u pumpu za prskanje
4. Prskanje betona se vrši po stjenkama pokosa

IZRADA PARKINGA

1. Dovož šljunka kamionima na mjesto razastiranja
2. Razastiranje šljunka grejderom
3. Valjanje prvog sloja valjcima
4. Proizvodnja asfalta u tvornicama
5. Dovož asfalta kamionima
6. Razastiranje asfalta se vrši finišerom
7. Valjanje asfalta valjci

4. POPIS STROJEVA I NJIHOVIH TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA

4.1. Dozer - D6N

Dozer je tipični građevinski stroj za zemljane radove. Razlikujemo: buldozer, angledozer i tiltadozer. 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.[5]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.1):

- Duljina noža: 4.08 m
- Kapacitet noža: 3.3 m³
- Brzina pri iskopu: 3 km/h
- Brzina guranja materijala: 6 km/h
- Brzina pri povratku: 9 km/h



Slika 4.1 Dozer D6N

(Izvor: www.teknoxgroup.com)

4.2. Utovarivač Cat 930K

Građevinski utovarivač je transportno sredstvo za utovar zemljanih, kamenih i ostalih sličnih materijala. Utovarivač može biti gusjeničar ili zglobni utovarivač na gumenim kotačima. Kod proračuna radnog učinka utovarivača na kotačima sa gumama se polazi od pretpostavke cikličkog načina rada. Pri tome utovarivač ima tzv. "V" kretanje gdje izvodi zahvate punjenja utovarne lopate, podizanje lopate, hod unatrag sa zakretanjem, promjenu smjera sa hodom unaprijed uz zakretanje prema mjestu istovara, pražnjenje lopate, hod unatrag sa zakretanjem, promjenu smjera sa hodom unaprijed prema mjestu zahvata punjenja, ponovni zahvat gradiva (punjenje utovarne lopate) itd.[5]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.2):

- Učinak utovarivača: 56 m³/h
- Snaga: 119 kW
- brzina stroja: 20 km/h
- Kapacitet / zapremina košare: 2.7 m³



Slika 4.2 Utovarivač Cat 930K

(Izvor: <https://www.jcb.com/en-gb/construction>)

4.3. Kamion MAN TGS

Samoistovarivač (kamion kiper) je kamion za prijevoz sipkoga tereta (zemlje, šljunka, rude i sl.) opremljen uređajem za samoistovar teretnoga sanduka iskretanjem; također kiper. Uređaj za istovar najčešće je hidraulični ili pneumatski, njime se sanduk iskreće unazad ili na bok, a istresanje tereta omogućuje se otvaranjem pomičnih stranica sanduka.[1]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.3):

- Snaga: 250 kW
- Težina: 4000 kg
- Kapacitet: 20 m³
- Maksimalna brzina punog kamiona: 40 km/h
- Maksimalna brzina praznog kamiona: 60 km/h



Slika 4.3 Kamion MAN TGS

(Izvor: <https://www.bastrucks.com/hr/vehicles/new/kamion-kiper-man-tgs-41-400-m-new-8x4-euro-3-70094066>)

4.4. Jaružalo Cat 330 D L

Jaružala su velika grupa raznovrsnih strojeva za iskop tla i trošne stijene uz istovremeni utovar iskopanog materijala u bilo koju vrstu transportnih sredstva. Dije se u jaružala sa jednim krakom i jednom lopatom koji rade u ciklusima, jaružala sa više lopata ili vjedrica (bageri vjedričari) koji izvode neprekidni iskop te bagere bez lopata ili vjedrica (bageri vjedričari te neke vrste rovokopača ili trenčera, zatim jaružala sisavci ili refuleri itd.) koji također izvode neprekidni iskop. Jaružala sa jednim krakom i jednom lopatom dijele se na bagere sajlaše te hidraulične bagere sa lomljivim ili teleskopskim krakom.[5]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.4):

- Snaga: 200 kW
- Težina: 37500 kg
- Kapacitet korpe: 2,5 m³



Slika 4.4 Jaružalo Cat 330 D L

(Izvor: https://www.cat.com/en_IN/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000033139)

4.5. Kamion sa mješalicom za beton, Sinotruck serija HOWO

Automješalica je građevinsko sredstvo koje služi za transport svježeg betona od betonare do gradilišta. Sastavni dijelovi automješalice su kamion sa podvozjem te na njemu okretni bubanj za beton. Bubanj se okreće pomoću vlastitog pomoćnog motora ili direktno sa pogonskog motora vozila. Okretanje bubnja u jednom smjeru znači miješanje betona, dok u drugom smjeru pražnjenje betona iz bubnja. Automješalica se prazni direktno na mjesto ugradnje ukoliko je moguće, ili u transportnu posudu ili pretovarni silos. [6]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.5):

- Kapacitet: 12 m³
- Maksimalna brzina: 90 km/h
- Brzina punog vozila: 30 km/h
- Brzina praznog vozila: 60 km/h
- Izlazna brzina betona: 3 m³/min
- Dimenzije: 11.335 × 2496 × 3980 mm



Slika 4.5 Kamion sa mješalicom za beton, Sinotruck serija HOWO

(Izvor: <http://hr.cnhtctruck.net/heavy-truck/concrete-mixer-truck/sinotruk-howo-8x4-12-16cmb-cement-mixer.html>)

4.6. Grejder

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.[1]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.6):

- Brzina pri planiranju: 4 km/h
- Brzina pri razastiranju: 3 km/h
- Duljina noža: 5 m
- Visina noža: 0.6 m



Slika 4.6 Grejder

(Izvor: www.teknoxgroup.com)

4.7. Valjak CAT

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. Valjak može biti vučeni ili samokretni, imati jedan, dva ili više glatkih čeličnih cilindara (cestovni valjak), nazubljenih cilindara (jež), ili nizova pneumatika.[1]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.7):

- Srednja brzina: 5 km/h
- Širina valjka: 1400 mm



Slika 4.7 Valjak CAT

(Izvor: www.teknoxgroup.com)

4.8. Finišer

Građevinski stroj za ugradbu 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.[1]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.8):

- Brzina pri nabijanju: 3 km/h
- Duljina razastirača: 2.5 - 5.0 m
- Pređena kilometraža: 30 000 km



Slika 4.8 Finišer

(Izvor: www.teknoxgroup.com)

4.9. Pumpa za beton Putzmeister P730

Pumpe za beton su prijenosni strojevi idealni za transport finog betona na teže dostupna ili udaljenija mjesta na gradilištu, za ugradnju torkret beton i injektiranje. Mješač koji je nisko pozicioniran, na hidraulični pogon održava smjesu homogenom. Čak i kod jako grubih materijala, granulacije do 16 mm održava se konstantan protok materijala. Ovisno o karakteristikama strojeva količina može se postizati impozantan prijenos materijala i velike brzine ugradnje.[1]

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.9):

- Količina prijenosa: 3 – 30 m³/h
- Granulacija: maks. 32 mm
- Spremnik za miješanje: 300 l / 360 l



Slika 4.9 Pumpa za beton Putzmeister P730

(Izvor: <http://budmar-mb.pl/pl/763-putzmeister-p730.html>)

4.10. Pneumatski čekić,Caterpillar

KARAKTERISTIKE STROJA (Slika 4.10):

- Energetska snaga udara 4547 J
- Težina 1862
- Udarci u minuti: 350 – 580 udaraca



Slika 4.10. Pneumatski čekić,Caterpillar

(Izvor: <https://www.machineseecker.hr/caterpillar-h140cs/i-6140404>)

5. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

Proračun je izvršen tako da su strojevi tijekom radnog vremena maksimalno iskorišteni i da je prazni hod što manji.

Građevinska jama se kopa u terenu nagiba u smjeru istok-zapad (dubina iskopa od 4 m na zapad do 16 m na istok). Parking se radi na udaljenosti 10 m, zapadno, od građevinske jame. Parking će bit priključen na prometnu cestu sa sjeverne strane.

Zadani podaci :

GRAĐEVINSKA JAMA

Tlocrtna dužina je 90 m, a širina 75 m,
Dubina iskopa je 4-16 m,
Tlocrtna površina iskopa je $90 \cdot 75 = 6750 \text{ m}^2$,

Volumen iskopa humusa 1125 m^3 (debljina sloja 15 cm, iskop se vrši dozerom),

Volumen tla kategorije "C", 32085 m^3 (iskop se vrši jaružalom s dubinskom lopatom),

Volumen tla kategorije "B", 36720 m^3 (iskop se vrši jaružalom s pneumatskim čekićem).

PARKING

Tlocrtna dužina je 90 m, a širina 20 m,
Dubina iskopa je 0.3 m,
Tlocrtna površina iskopa je $90 \cdot 20 = 1800 \text{ m}^2$,

Volumen iskopa humusa 540 m^3 (debljina sloja 30 cm, iskop se vrši dozerom).

5.1. Skidanje i odvoz humusnog sloja

Ukupan iznos materijala za iskop iznosi $V = 1665 \text{ m}^3$. Potrebno je uskladiti rad dozera, utovarivača i kamiona za uklanjanje humusnog sloja. Humus se skida dozerom u debljini od cca 15 i 30 cm.

Ukupna količina humusa treba iznositi:

$$1125 \text{ m}^3 + 540 \text{ m}^3 = 1665 \text{ m}^3$$

Zadani podatci :

q – volumen lopate dozera, utovarivača, kiper
 K_r – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,25)
 K_v – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,9)
 K_d – koeficijent dotrajalosti radnih strojeva (odabrano 0.9)
 T_{gr} - vrijeme potrebno za guranje (i utovar)
 T_{pv} - vrijeme potrebno za povratak
 T_o - gubitak vremena zbog promjene smjera
 d – udaljenost na koju se odvozi materijal
 q – zapremnina lopate

5.1.1. Skidanje humusa

DOZER (slika 4.1)

Skidanje humusa dozerom (slika 1.1). Iskop se vrši na duljini od 22.5 m (pola širine) brzinom od 3 km/h, nakon čega dozer gura materijal na duljini od 10 m brzinom od 6 km/h, bez razastiranja materijala na deponiji, a vraća se brzinom od 9 km/h. Vrijeme odlaganja zemljanog materijala iznosi 10 s. Manevarsko vrijeme je 20 s.

Proračun:

$$T \text{ ciklusa} = T \text{ iskop} + T \text{ guranje} + T \text{ odlaganje} + T \text{ manevra} + T \text{ povratak}$$

$$T \text{ iskop} = s/v(\text{iskop}) = 45 \text{ m}/3000 \text{ m/h} = 54 \text{ sekundi}$$

$$T \text{ guranja} = 10 \text{ m} / 6000 \text{ m/h} = 9 \text{ sekundi}$$

$$T \text{ odlaganje} = 10 \text{ sekundi}$$

$$T \text{ povratak} = 100 \text{ m} / 9000 \text{ m/h} = 40 \text{ sekundi}$$

$$T \text{ manevra} = 20 \text{ sekundi}$$

$$T \text{ ciklus} = 133 \text{ sekundi}$$

$C = \text{obujam materijala koji nož gura, kod buldožera } c = 0.5B * h^2$

$B = \text{duljina noža ;}$

$h = \text{visina noža}$

$C = 3.26 \text{ m}^3$

Teorijski učinak:

$U_t = (3600 * 3.26) / 133 = 88.24 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Planski učinak:

$U_p = U_t * K_r * K_v * K_d = 88.24 * 1.25 * 0.9 * 0.9 = 89.4 \text{ (m}^3/\text{h)}$

5.1.2. Utovar i odvoz

Koordinirano sa radom dozera koji skida sloj humusa i gura ga na predviđenu poziciju, utovarivačem se vrši utovar nakupljenog humusa u kamione.

Utovarivač (slika 4.2)

Zadani podaci :

q –zapremnina lopate utovarivača (2,7 m³)

T_p –vrijeme potrebno za punjenje lopate(20 s)

T_{pr} –vrijeme potrebno za prijenos (10 s)

T_i –vrijeme potrebno za istovar (10 s)

T_{pov} –vrijeme potrebno za povratak (10 s)

T_o –gubitak vremena zbog promjene smjera(5 s)

Proračun:

$T \text{ ciklus} = T_{pl} + T_{pr} + T_{is} + T_{po} + T_o = 55 \text{ sekundi}$

Teorijski učinak

$U_t = 3600 * q / T_c = 3600 * 2,7 / 55 = 176,70 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Planski učinak

$U_p = U_t * K_v * K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 176,70 * 0,90 * 0,90 = 144 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Ukupan broj dozera

$U_{\text{putovarivač}} / U_{\text{pdozer}} = 144 / 89.4 = \underline{2 \text{ dozera}}$

Kamion kiper(slika 4.3)

Zadani podaci:

q- volumen košare (20 m³)

vpun- brzina punog vozila (40 km/h)

vpraz- brzina praznog vozila (60 km/h)

Proračun:

T ciklus= t(utovar) + t(vožnja) + t(istovar) + t(okret) + t(povratak)

t(utovar) = q/Up = 20 m³ /144 m³/h = 500 sekundi

t(vožnje) = udaljenost deponija/vpun= 5km/40km/h= 0.125h = 450 sekundi

t(istovar+okret) = 200 sekundi

t(povratak) = udaljenost deponija/vpraz= 5km/60km/h= 0.083h= 300 sekundi

T ciklus = 500+450+200+300=1450sek = 0.404 h

Planski učinak

Up= 20m³/0.404h*0.9 = 45 (m³/h)

Vrijeme potrebno za utovar:

T = V(zemlje) / Up (dozer) = 1665m³/ 89.4 (m³/h) = 18.62 (h) = 1117.5 (min)

UKUPAN BROJ KAMIONA KIPERA

Up(utovarivač)/Up(kamion kiper) = 144(m³/h) / 45 (m³/h) = 3.2 → 4 kamiona

Zaključak:

Pretpostavljamo radni dan od 8 sati. Računamo da su nam za skidanje,utovar i odvoz humusa na deponij potrebna 3 radna dana, uz pomoć 4 kamiona,2 dozera i 1 utovarivač.

5.2. Široki iskop u tlu kategorije „C“ i transport na deponiju

Usklađivanje iskopa, utovara i prijevoza materijala na deponiju, volumen tla kategorije "C" iznosi 32085 m³ (iskop i utovar se vrši jaružalom s dubinskom lopatom , a odvoz na deponiju kamionima)

5. 2.1. Široki iskop

Jaružalo s dubinskom lopatom (slika 4.4)

Zadani podaci:

q = 2,50 m³ , volumen lopate jaružala, utovarivača

Kr – koeficijent rastresitosti tla kategorije „C“ (odabrano 1,25)

Kp – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90 za srednje tvrdi iskop)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)

Kz – kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)

Kd - koeficijent zastarjelosti = odabrano 0,9

Kuv - koeficijent utovara = odabrano 0,9

Ti-vrijeme iskopa (punjenja) = (25 s)

Tp-vrijeme prijenosa i istovara = (10 s)

To-gubitak vremena zbog promjene smjera = (5 s)

Proračun:

$$T_{\text{ciklus}} = T_i + T_p + T_o = 25 + 10 + 5 = 40 \text{ s}$$

Teorijski učinak

$$U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 40 = 225 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Planski učinak

$$U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d \cdot K_{uv}$$

$$= 225 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,9 = 170,1 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

5. 2.2. Utovar i odvoz

Kamion kiper (slika 4.3)

Zadani podaci:

q- volumen košare (20 m³)

vpun- brzina punog vozila (40 km/h)

vpraz- brzina praznog vozila (60 km/h)

Proračun:

T ciklus= t(utovar) + t(vožnja) + t(istovar) + t(okret) + t(povratak)

t(utovar) = 20 m³/h / 170.1 m³/h = 425 sekundi

t(vožnje) = udaljenost deponija/vpun=5km/40km/h=0.125h = 450 sekundi
t(istovar+okret) = 200 sekundi

t(povratak) = udaljenost deponija/vprazan=5km/60km/h=0.083h=300 sekundi

T ciklus = 425+450+200+300=1375sek = 0.382 h

Planski učinak

Up = 20m³/0.382h*0.9 = 47.1 m³/h

UKUPAN BROJ KAMIONA KIPERA:

Up(jaružalo)/Up(kamion kiper)= 170.1 m³/h / 47.1 m³/h = 3.6 → 4 kamiona

Vrijeme utovara:

V / Ujaružalo = 32085 / 170.1 = 188.62 h

Zaključak:

Pretpostavljamo radni dan od 8 sati. Računamo da nam je za iskop i odvoz materijala potrebno 23 radna dana, uz pomoć 4 kamiona i 1 jaružalo.

5.3. Široki iskop u tlu kategorije „B“ te transport na susjedno gradilište

Usklađivanje iskopa, utovara i prijevoza materijala na susjedno gradilište.

Volumen tla kategorije "B" iznosi 36720 m³. Procesi do gradilišta (iskop se vrši jaružalom s pneumatskom čekićem, utovar se vrši jaružalom s dubinskom lopatom, a materijal se odvozi na susjedno gradilište kamionima).

Zadani podaci:

q = 2,50 m³, volumen lopate jaružala, utovarivača, kiperera

Kr – koeficijent rastresitosti tla kategorije „B“ (odabrano 1,25)

Kp – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,90 za srednje tvrdi iskop)

Kv – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)

Kz – kut zaokreta jaružala (odabrano 0,98)

Kd - koeficijent zastarjelosti = 0,90

Kuv - koeficijent utovara = 0,90

Ti - vrijeme iskopa (punjenja) = (25 s)

Tp - vrijeme prijenosa i istovara = (10 s)

To - gubitak vremena zbog promjene smjera = (5 s)

5.3.1. Učinkat jaružala sa udarnim čekićem pri iskopu (slika 4.10)

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

Slika 5.1 Učinkat udarnih čekića pri iskopu prosječne stijene [7]

Očitane karakteristike:

Broj udara u minuti: 350 – 580 udaraca

Učinkat pri širokom iskopu stijene: 200 – 450 (m³ / 8h)

Temeljem tabele usvojen teoretski učinkat jednog jaružala sa udarnim čekićem:

Ut = 300 (m³ / 8h)

Kv - koeficijent iskorištenosti radnog vremena = 0,82

Kd - koeficijent zastarjelosti = 0,85

Proračun:

Planski učinak

$$U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d = 300 \text{ (m}^3\text{/8h)} \cdot 0,82 \cdot 0,85 = 209 \text{ m}^3\text{/8h} = 26 \text{ m}^3\text{/h}$$

Vrijeme potrebno za iskop

$$T = V_{\text{iskopa}} / U_p \cdot 5 = 36720 \text{ m}^3 / 26 \cdot 6 = 30 \text{ radnih dana}$$

Pretpostavljamo radni dan od 8 sati. Računamo da nam je za iskop materijala kategorije „B“ potrebno 30 radnih dana, pomoću 6 jaružala sa pneumatskim čekićem.

Paralelno sa iskopom, jaružalo sa dubinskom lopatom vrši utovar iskopanog materijala u kamione kipere koji utovareni materijal odvozi na gradilište gdje se materijal prodaje kupcu.

5.3.2. Utovar iskopanog materijala

Jaružalo s dubinskom lopatom (slika 4.4)

Proračun:

$$T_{\text{ciklus}} = T_i + T_p + T_o = 25 + 10 + 5 = 40 \text{ s}$$

Teorijski učinak

$$U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 40 = 225 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Planski učinak

$$U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d \cdot K_{uv} \\ = 225 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,9 = 170,1 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

5.3.3. Odvoz iskopanog materijala

KAMION KIPER (slika 4.3)

Zadani podaci:

q- volumen košare (20 m³)

v_{pun}- brzina punog vozila (40 km/h)

v_{praz}- brzina praznog vozila (60 km/h)

T ciklus= t(utovar) + t(vožnja) + t(istovar) + t(okret) + t(povratak)

t(utovar) = 20 m³ / 170.1 m³/h = 425 sekundi

t(vožnje) = udaljenost deponija/v_{pun}=5km/40km/h=0.125h = 450 sekundi t(istovar+okret)
= 200 sekundi

t(povratak) = udaljenost deponija/v_{prazan}=5km / 60km/h=0.083h=300 sekundi

T ciklus = 425+450+200+300=1375sek = 0.382 h → trajanje ciklusa

Planski učinak

U_p=20 m³ / 0.382h*0.9 = 47.1 m³/h

Vrijeme potrebno za utovar:

T = V(zemlje) / U_p (jaružalo) = 36720 m³ / 170.1 (m³/h) = 215.87 (h)

UKUPAN BROJ KAMIONA KIPERA:

U_p(jaružalo)/U_p(kamion kiper)= 170.1 m³/h / 47.1 m³/h = 3.6 → 4 kamiona

Zaključak:

Pretpostavljamo radni dan od 8 sati. Računamo da nam je utovar i odvoz materijala potrebno 27 radnih dana, pomoću 1 jaružala sa dubinskom lopatom i 4 kamiona kiperu.

5.4. Zaštita pokosa prskanim betonom

Pokos se štiti prskanim betonom pomoću klipne pumpe, **Pumpa za beton Putzmeister P730**(slika 4.9). Količina prijenosa 3-30 m³/h. Dok se na prvoj kampadi pokos štiti prskanim beton, zapadno od toga vrši se iskop druge kampade .

Na pojedinoj kampadi osigura se dužina rada od 22.5 m odnosno površine 130 m². Količina betona iznosi 13 m³. Zbog svoje praktičnosti pumpa se u slučaju zastoja može jednostavno prenositi na drugo mjesto rada. Svježi beton se ubacuje u automješalicu(slika 4.5). Betonara se nalazi 8 kilometara od gradilišta te je rad same betonare 40 m³/h .

5. 4.1. Usklađivanje rada pumpe za beton i kamion sa miješalicom za beton

Zadani podaci:

Učinak betonare: 40 m³/h

Koeficijent korištenja radnog vremena crpke: $k_v = 0.8$

Rad crpke: 25 m³/h

Učinak crpke: $25 \text{ m}^3/\text{h} * k_v = 20 \text{ m}^3/\text{h}$

Automješalica:

Kapacitet automješalice, $Q = 12 \text{ m}^3$

Maksimalna brzina: 90 km/h

Brzina punog vozila: 40 km/h

Brzina praznog vozila: 60 km/h

Udaljenost betonare: 8 km

Vrijeme manevra na betonari: 1.5 min

Vrijeme manevra na mjestu betoniranja: 1.5 min

Rezervno vrijeme: 5 min

Proračun:

UKUPNO VRIJEME CIKLUSA VOŽNJE AUTOMIJEŠALICE

$T_{\text{ciklus}} = T_u + T_{\text{mb}} + T_{\text{tp}} + T_{\text{mg}} + T_{\text{is}} + T$

$T_{\text{tovara}} = Q_{\text{auto-miješalice}}/U_{\text{betonare}} = 12 / 40 = 0,3 \text{ h} = 1080 \text{ s}$

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

$T_{\text{t. pun}} = L_{\text{transporta}} / V_{\text{transporta pune automješalice}} = 8 / 40 = 0,2 \text{ h} = 720 \text{ s}$

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

$$T_{\text{istovara}} = Q_{\text{auto-miješalice}} / U_{\text{crpke}} = 12 / 20 = 0.60 \text{ h} = 2160 \text{ s}$$

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

$$T_{\text{ciklus}} = 1080 + 90 + 720 + 90 + 2160 = 4440 \text{ s}$$

Potreban broj automješalica za sinkroniziran rad:

$$N_{\text{dan}} = T_{\text{c}} / (T_{\text{istovara}} + T) = 4440 / 2460 = 1.80$$

Vrijeme betoniranja:

$$V / U_{\text{crpke}} = 13 / 20 = 0.65 \text{ h} = 40 \text{ min}$$

ZAKLJUČAK :

Na jednoj kampadi, na dionici od 22.5 metara, zaštita prskanim betonom trajat će 40 minuta. Za prskanje cijele kampade potreban je 2.7 h. Za zaštitu pokosa potrebne su 2 automješalice i 1 pumpa za prskanje betona.

5.5. Izrada parkinga

Nakon skidanja humusnog sloja, izrada parkinga izvodi se u dvije faze.

1.faza: usklađivanje rada kamiona, grejdera i valjaka na površini od 1800 m² u debljini od 20 cm. Ukupna količina šljunka kojeg treba dovesti je 380 m³.

2. faza: usklađivanje rada kamiona, finišera i valjaka na površini od 1800 m² u debljini od 10 cm. Ukupna količina asfalta kojeg treba dovesti je 180 m³.

Zadani podaci:

Kv (koeficijent iskorištenosti radnog vremena) = 0.8

Kr (koeficijent rastresitosti) = 0.9

Kd (koeficijent zastarjelosti) = 1.0

5.5.1. Dovoz materijala na gradilište

KAMION KIPER (slika 4.3)

Zadani podaci:

q- volumen košare (20 m³)

vpun- brzina punog vozila (40 km/h)

vpraz- brzina praznog vozila (60 km/h)

Proračun:

$T_c = t(\text{utovar}) + t(\text{vožnja}) + t(\text{istovar}) + t(\text{povratak})$

$t(\text{utovar}) = 200 \text{ sek}$

$t(\text{vožnje}) = \text{udaljenost skladišta} / v_{\text{pun}} = 3 \text{ km} / 40 \text{ km/h} = 0.075 \text{ h} = 270 \text{ sek}$
 $t(\text{istovar} + \text{okret}) = 200 \text{ sekundi}$

$t(\text{povratak}) = \text{udaljenost skladišta} / v_{\text{prazan}} = 3 \text{ km} / 60 \text{ km/h} = 0.05 \text{ h} = 180 \text{ sekundi}$

$T_{\text{ciklus}} = 200 + 270 + 200 + 180 = 850 \text{ sek} = 0.236 \text{ h}$

Planski učinak

$U_p = 20 \text{ m}^3 / 0.236 \text{ h} * 0.9 = 85 \text{ m}^3/\text{h}$

5.5.2. Razastiranje šljunka

GREJDER (slika 4.6)

Zadani podaci:

Brzina kretanja grejdera: $v = 3.5 \text{ km/h}$

Broj prijelaza: $n = 8$

Širina noža – $l_g = 5 \text{ m}$

Širina preklopa – $l_p = 0.6 \text{ m}$

Proračun:

Teorijski učinak

$$U_t = v \cdot l_g \cdot T \cdot d / n = 1 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ m} \cdot 3600 \cdot 0.2 \text{ m} / 8 = 450 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak

$$U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 324 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj kamiona

$$U_p(\text{grejder}) / U_p(\text{kamion}) = 324 / 85 = 3.8 = 4 \text{ kamiona kiperera}$$

5.5.3. Nabijanje šljunčane površine

VALJAK (slika 4.7)

Zadani podaci:

b - širina valjka = 1.4 m

d - debljina sloja za nabijanje = $20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

n - broj potrebnih prijelaza valjka = 5

Proračun:

$$U_t = v \cdot l \cdot T \cdot d / n = 1.4 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ m} \cdot 1000 \cdot 0.2 \text{ m} / 5 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d = 252 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ukupan broj valjaka

$$U_p(\text{grejder}) / U_p(\text{valjak}) = 324 / 252 = 1.29 = 2 \text{ valjka}$$

5.5.4. Dovoz asfalta

KAMION KIPER (slika 4.3)

Zadani podaci:

q- volumen košare (20 m³)
vpun- brzina punog vozila (40 km/h)
vpraz- brzina praznog vozila (60 km/h)

Proračun:

$$T_c = t(\text{utovar}) + t(\text{vožnja}) + t(\text{istovar}) + t(\text{povratak})$$

$$t(\text{utovar}) = 200 \text{ sek}$$

$$t(\text{vožnje}) = \text{udaljenost skladišta} / v_{\text{pun}} = 3\text{km} / 40\text{km/h} = 0.125\text{h} = 270\text{sek}$$
$$t(\text{istovar+okret}) = 200 \text{ sekundi}$$

$$t(\text{povratak}) = \text{udaljenost deponija} / v_{\text{prazan}} = 3\text{km} / 60\text{km/h} = 0.083\text{h} = 180 \text{ sekundi}$$

$$T_{\text{ciklus}} = 200 + 270 + 200 + 180 = 850 \text{ sekundi} = 0.236\text{h}$$

Planski učinak

$$U_p = 20 \text{ m}^3 / 0.236\text{h} * 0.9 = 85 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.5.5. Razastiranje asfalta

FINIŠER (slika 4.8)

Zadani podaci:

Širina okvira: $b = 2.5 - 5.0 \text{ m}$
Debljina sloja za ugradnju: $d = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$
Broj potrebnih prijelaza finišera: $n = 1$

Proračun:

Planski učinak

$$U_p = 3000 \text{ m}^3/\text{h} * 0.10\text{m} * 2.5\text{m} / 1 * 0.9 = 675 \text{ m}^3/\text{h}$$

UKUPAN BROJ KAMIONA KIPERA:

$$U_p(\text{finišer}) / U_p(\text{kamion kiper}) = 675 \text{ m}^3/\text{h} / 85 \text{ m}^3/\text{h} = 8 \text{ kamiona kiper}$$

5.5.6. Nabijanje asfaltnog sloja

VALJAK (slika 4.7)

Zadani podaci:

b - širina valjka = 1.4 m

d - debljina sloja za nabijanje = 10 cm = 0.1 m

n - broj potrebnih prijelaza valjka = 5

Proračun:

Teorijski učinak

$$U_t = v \cdot l \cdot n = 1.4 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ m} \cdot 1000 \cdot 0.1 / 5 = 140 \text{ m}^3/\text{h}$$

Planski učinak

$$U_p = U_t \cdot K_v \cdot K_d = 126 \text{ m}^3/\text{h}$$

UKUPAN BROJ VALJAKA:

$$V(\text{finašer}) / U_p(\text{valjak}) = 675 \text{ m}^3/\text{h} / 126 \text{ m}^3/\text{h} = 6 \text{ valjaka}$$

Zaključak:

Pretpostavljamo radni dan od 8 sati. Računamo da nam je za dovoz, razastiranje i nabijanje šljunka te dovoz, razastiranje i nabijanje asfalta potreban 1 radni dan, uz pomoć 8 kamiona, 1 finašera i 6 valjaka, ukoliko finašer radi bez prestanka.

6. ZAKLJUČAK

Građevinske jame zauzimaju posebno mjesto u građevinarstvu bilo kao samostalne građevine, bilo kao dio konstrukcija. U posljednje vrijeme građevinske jame sve su složeniji građevinski podvizi zbog gradnje u velikim gradovima gdje postoji ograničenost prostornog manevriranja, opasnost od urušavanja susjednog objekta, podzemne vode itd. Na temelju analize ustanovljena je vrsta i broj strojeva potrebnih za obavljanje pojedinim radovima kao i ukupno vrijeme neophodno za obavljanje predmetnog posla. Iskopi kod tla kategorije „C“ izvode se pomoću jaružala sa dubinskom lopatom dok se iskopi tla kategorije „B“ izvode pomoću jaružala sa pneumatskim čekićem.

Prijevoz materijala važan je segment u ovom dijelu posla. Može se izvoditi na samom gradilištu, po gradilišnom putu ili prijevozu po javnim prometnicama. Ako se radi o prijevozu preko javnih prometnica, onda se takav transport mora izvršiti veoma oprezno kako bi sigurnost ljudi bila na najvišem nivou. Za transport se koriste kamioni sa velikom zapremninom koša kako bi se materijal morao što manje puta prevoziti.

Zaštitu pokosa je neophodno organizirati neposredno nakon iskopa dijela kampade dovoljne dužine za dopremu i prskanje betona. Iz tog razloga je odabrana lagana i praktička pumpa koja po potrebi u vrijeme među faza može biti korištena na drugom gradilištu i vraćana po potrebi.

U prikazanoj tablici se nalazi potrebni maksimalni broj strojeva za izvođenje radova u vršnim momentima.

STROJEVI	BROJ STROJEVA
Dozer	2
Utovarivač	1
Kamion	4
Kamion za asfalt	8
Jaružalo sa dubinskom lopatom	1
Jaružalo sa pneumatskim čekićem	6
Automješalica	2
Grejder	1
Valjak	6
Finišer	1
Pumpa za beton	1

Tablica 6.1 Tablica s prikazom potrebnog broja strojeva

7. LITERATURA

- [1] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=68597>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [2] https://www.cat.com/en_MX/news/machine-press-releases/new-cat-d6k-versatile-fuel-efficient-dozer-now-even-more-productive-with-grade-technology-features.html
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [3] https://www.cat.com/en_US/products/new/attachments/hammers/hammers/18106326.html
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [4] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/2012-2prilog-1-Gradilista.pdf>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [5] Prof.dr sc.Zdravko Linarić: UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [6] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A2569/datastream/PDF/view>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [7] <https://www.yumpu.com/xx/document/view/8197546/200teh-grad-i-poglavlje5>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [8] www.teknoxgroup.com
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [9] <https://www.jcb.com/en-gb/construction>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [10] https://www.bastrucks.com/hr/vehicles/new/kamion-kiper-man-tgs_41_400_m-new-8x4-euro_3-70094066
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [11] https://www.cat.com/en_IN/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000033139
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)
- [12] <http://hr.cnhtctruck.net/heavy-truck/concrete-mixer-truck/sinotruk-howo-8x4-12-16cmb-cement-mixer.html>
(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)

[13] www.teknoxgroup.com

(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)

[14] www.teknoxgroup.com

(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)

[15] www.teknoxgroup.com

(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)

[16] <http://budmar-mb.pl/pl/763-putzmeister-p730.html>

(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)

[17] <https://www.machineseeker.hr/caterpillar-h140cs/i-6140404>

(Zadnji pristup: Rujan, 2021.)