Izbor i usklađivanje rada strojeva za dio aktivnosti pri izgradnji dionice lokalne ceste

Anić, Mate

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:123:249997

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

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

ZAVRŠNI RAD

Mate Anić

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

MATE ANIĆ

IZBOR I USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA ZA DIO AKTIVNOSTI PRI IZGRADNJI DIONICE LOKALNE CESTE

Završni rad

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Mate Anić

BROJ INDEKSA: 1629

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

PREDMET: Tehnologija građenja

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za dio aktivnosti pri izgradnji dionice lokalne ceste

Opis zadatka: Student će na temelju teorijskog znanja prezentirati hipotetski slučaj tvrtke čiji je zadatak prikazati rješenje odabira te usklađivanja strojnog rada za dio aktivnosti na projektu izgradnje dionice lokalne ceste.

U Splitu, 15. ožujka 2017.

Voditeljica završnog rada:

Prof.dr.sc Snježana Knezić

Izbor i usklađivanje rada strojeva za dio aktivnosti pri izgradnji dionice lokalne ceste

Sažetak:

U ovom završnom radu dano je rješenje odabira i usklađivanja rada strojeva za izvođenje dijela radova na izgradnji dionice lokalne prometnice. Cilj ovog rješenja je postizanje što veće učinkovitosti odabranih strojeva, kao i zadovoljenje potrebne kvalitete izvedenih radova.

Ključne riječi:

Dionica lokalne ceste, građevinski stroj, izbor i usklađivanje, učinak

Selection and harmonisation of machinery for selected construction activities for a part of the local road

Abstract:

In this final thesis, a potential solution for selection and adjustment of the work of the machines for carrying out selected construction activities for a part of the local road is being elaborated. The aim of this solution is to achieve the highest possible efficiency of selected machines, as well as to meet the required quality of the delivered work.

Keywords:

part of a local road, construction machine, select, adjust, efficiency

SADRŽAJ:

1. *UVOD……..1*
2. *OPIS TVRTKE…….2*
3. *OPIS AKTIVNOSTI……....3*
4. *SHEMA GRADILIŠTA I ORGANIZACIJA RADOVA……..4*
5. *ODABIR STROJEVA……6*
6. *UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA……17*
7. *USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA……..19*
    - *7.1. PRIPREMNI RADOVI……...19*
    - *7.2. ISKOP……...22*
    - *7.3. IZRADA POSTELJICE……..26*
    - *7.4. UGRADNJA BITUMENIZIRANOG NOSIVOG SLOJA…….....30*
    - *7.5. UGRADNJA ASFALTNOG HABAJUĆEG SLOJA……..33*
8. *ZAKLJUČAK……36*
9. *LITERATURA……....…....37*

1. UVOD

U završnom radu će se prikazati rješenje usklađivanja strojnog rada za dio aktivnosti na projektu izrade dionice lokalne ceste. Pretpostavljeno je da tvrtka koja je na temelju javnog natječaja osigurala status izvođača radova na ovom projektu, izvodi radove sa vlastitim i iznajmljenim strojevima. U rješenju je prikazan detaljni proračun odabira i usklađivanja rada potrebnih strojeva u cilju postizanja što veće učinkovitosti radova i što manjih gubitaka. Radovi se izvode na određenoj trasi uz pretpostavljene veličine i dimenzije. Također se pretpostavljaju i udaljenosti od lokalne ceste, udaljenog i lokalnog deponije te postrojenja za asfalt. Izgradnja lokalne ceste podijeljena je u pet faza. Detaljni opis tvrtke, te radova i strojeva potrebnih za realizaciju ovog projektnog zadatka, kao i njihov odabir i međusobno usklađivanje prikazan je u sljedećim poglavljima.

2. OPIS TVRTKE

Osnovna djelatnost tvrtke je održavanje i zaštita javnih cesta. Pored osnovne djelatnosti tvrtka je registrirana i za izvođenje drugih radova u niskogradnji. Za razne investitore tvrtka uspješno izvodi radove na izgradnji i rekonstrukciji pojedinih dionica javnih cesta, radove na izgradnji prilaza i priključaka na javne ceste, sanaciju cesta nakon polaganja instalacija, održavanje nekategoriziranih prometnica za potrebe gradova i općina i sl.

Tvrtka je osnovana u travnju 1999. godine te trenutno zapošljava 95 djelatnika, te tvrtka raspolaže sa vlastitim dobro opremljenim strojno – voznim parkom i opremom [3].

3. OPIS AKTIVNOSTI

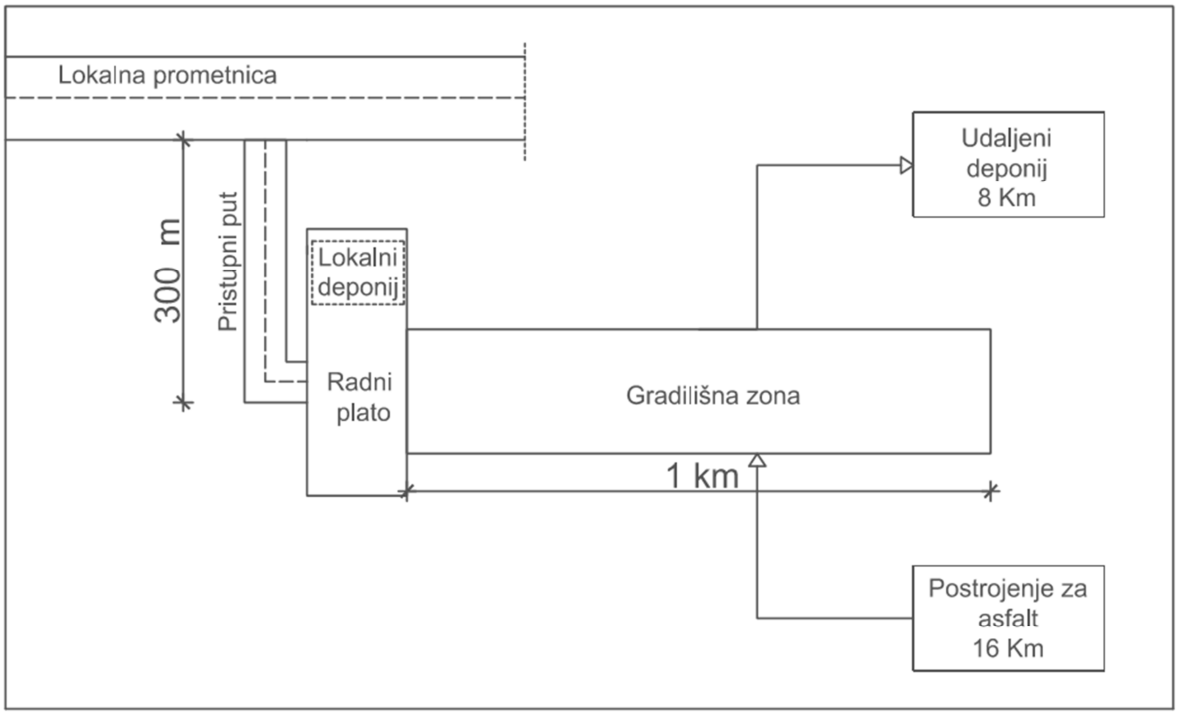
Tablica 3.1. Prikaz aktivnosti i odgovarajućih strojeva:

GLAVNE AKTIVNOSTI		*PODAKTIVNOSTI*	*STROJEVI*
A1	*Pripremni radovi (izrada pristupnog puta i platoa)*	***A 1.1.** Uređenje pristupnog puta i plato*	*buldozer*
		***A 1.2.** Utovar,odvoz i istovar iskopanog materijala na lokalni deponij*	*utovarivač + damper*
A2	*Iskop*	***A 2.1.** Razbijanje tvrde stijene*	*jaružalo sa hidrauličkim čekićem*
		***A 2.2.** Utovar, transport i istovar odabranog stijenskog materijala na lokalni deponij*	*jaružalo sa lopatom + damper*
		***A 2.3.** Utovar, transport i istovar ostalog stijenskog materijala na udaljeni deponij*	*jaružalo sa lopatom + kiper*
A3	*Izrada posteljice*	***A 3.1.** Drobljenje kamenog materijala na lokalnom deponiju*	*utovarivač + mobilna čeljusna drobilica*
		***A 3.2**. Utovar i transport drobljenog kamenog materijala do mjesta ugradnje*	*damper*
		***A 3.3.** Grubo razastiranje*	*damper*
		***A 3.4.** Fino planiranje*	*grejder*
		***A 3.5.** Nabijanje*	*valjak*
A4	*Ugradnje bitumeniziranog nosivog sloja*	***A 4.1.** Transport vruće bitumenske mješavine do mjesta ugradnje*	*kiper*
		***A 4.2.** Ugradnja*	*finišer*
		***A 4.3.** Nabijanje*	*valjak*
A5	*Ugradnja asfaltnog habajućeg sloja*	***A 5.1.** Transport vruće asfaltne mješavine do mjesta ugradnje*	*kiper*
		***A 5.2.** Ugradnja*	*finišer*
		***A 5.3.** Nabijanje*	*valjak*

4. SHEMA GRADILIŠTA I ORGANIZACIJA RADOVA

4.1. SHEMA GRADILIŠTA

Gradilište se sastoji od pristupnog puta, radnog platoa unutar kojeg je smješten i lokalni deponija te same gradilišne zone. Udaljeni deponij se nalazi 8 km od pristupnog puta gradilišta dok je postrojenje za asfalt udaljeno 16 km (Slika 4.1).



Slika 4.1: Shematski prikaz gradilišta

4.2. ORGANIZACIJA RADOVA

Pripremni radovi počinju uređenjem pristupnog puta dužine 300 m i širine 6 m. Iskop se vrši buldozerom u slojevima prosječne debljine 20 cm. Nakon pristupnog puta na isti način se uređuje građevinski plato. Paralelno sa buldozerskim iskopom u slojevima vrši se utovar iskopanog materijala utovarivačem u dampere te odvoz i istovar na lokalni deponij. Nakon uređenja pristupnog puta i opremanja građevinskog platoa svim potrebnim resursima, kreće iskop mješovite stijenske mase, u kojoj dominira vapnenačka stijena, u širini od 15 m duž cijele dionice od 1 km. Prvo se jaružalom sa hidrauličkim čekićem razbija vapnenac koji se zatim jaružalom sa lopatom grabi te utovaruje u dampere koji odvoze krupni kameni materijal na lokalni deponij gdje se vrši istovar. Nakon što se potrebna količina krupnog kamenog materijala za izradu posteljice prebaci na lokalni deponij, umjesto dampera, jaružalo sa lopatom utovaruje ostatak kamenog materijala u kamione kipere, koji odvoze i istovaruju materijal na 8 km udaljeni deponij. Paralelno sa iskopom vrši se drobljenje vapnenačke stijene mobilnom čeljusnom drobilicom na građevinskom platou neposredno uz lokalni deponij. Proces drobljenja vrši se utovarom krupnog kamenog materijala utovarivačem u lijevak drobilice. Drobljeni kameni materijal se s produženom transportnom trakom utovaruje u dampere koji odvoze fino drobljeni materijal do mjesta ugradnje te vrše grubo razastiranje. Nakon razastiranja slijedi fino planiranje grejderom koje se vrši u ukupno tri prelaska. Proces izrade posteljice, širine 12 m i debljine sloja od 30 cm, završava višestrukim prelaskom valjaka u svrhu što boljeg nabijanja sloja. Po završetku nabijanja slijedi transport vruće asfaltne mješavine kiperima sa postrojenja za asfalt udaljenog 16 km od mjesta ugradnje. Ugradnja prvog asfaltnog sloja (bitumeniziranog nosivog sloja) debljine 6 cm vrši se finišerima duž čitave dionice duljine 1 km. Nakon ugradnje bitumeniziranog nosivog sloja vrši se nabijanje višestrukim prelascima valjaka. Na kraju se na isti način transportira, ugrađuje i nabija asfaltni habajući sloj debljine 4 cm. Po završetku asfaltiranja slijedi uređenje infrastrukture te opremanje ceste.

5. ODABIR STROJEVA

Na osnovu svih aktivnosti i podaktivnosti potrebnih za realizaciju ovog projektnog zadatka, odabrani su potrebni strojevi i usklađen je njihov međusobni rad. U tablici 5.1. prikazan je ukupan broj strojeva koji su potrebni, koje tvrtka posjeduje te oni koje tvrtka mora unajmiti. Potreban broj strojeva dobiven je na osnovu proračuna u poglavlju broj 7 .

Tablica 5.1. Prikaz ukupnog broja potrebnih strojeva, koje tvrtka posjeduje te koje mora unajmiti.

STROJEVI	**POTREBNO**	**TVRTKA POSJEDUJE**	**NAJAM**
Buldozer	2	2	0
Utovarivač	1	3	0
Damper	3	4	0
Jaružalo sa lopatom	1	3	0
Jaružalo sa hidrauličkim čekićem	2	0	2
Mobilna čeljusna drobilica	1	0	1
Grejder	1	2	0
Kamion kiper	7	4	3
Finišer	1	2	0
Valjak	4	4	0

U nastavku je dan pregled svih potrebnih strojeva:

Buldozer Caterpillar D6N (Slika 5.1)

- Snaga: 124 kW
- Radna težina: 16 757 kg
- Širina noža: 3126 mm
- Približan kapacitet noža: 4,0 m^3

Slika 5.1: Buldozer Caterpillar D6N

(izvor: http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/D6N_eng_15.pdf)

Utovarivač Caterpillar 930M (Slika 5.2)

- Snaga: 117 kW
- Radna težina: 14 007 kg
- Zapremnina lopate: 4,6 m^3
- Maksimalna visina istovara: 4332 mm

Slika 5.2: Utovarivač Caterpillar 930M

(izvor: http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/910M_914M_918M__2017_.pdf)

Damper Caterpillar 725C (Slika 5.3)

- Snaga: 234 kW
- Radna težina: 23 220 kg
- Kapacitet koša: 15,0 m^3
- Težina punog dampera: 46 820 kg

Slika 5.3: Damper Caterpillar 725C

(izvor: http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/725C_eng_hrc.pdf)

Jaružalo Caterpillar M316F (Slika 5.4)

- Snaga:105 kW
- Radna težina: 19 320 kg
- Kapacitet žlice: 1,9 m^3
- Maksimalna visina kopanja: 9400 mm
- Maksimalna dubina kopanja: 6100 mm

Slika 5.4: Jaružalo Caterpillar M316F

(izvor: http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/M316F_eng.pdf)

Hidraulički čekić Hammer HS 1000 (Slika 5.5)

- Radna težina:1050 kg
- Broj udaraca u min: 450-750/min
- Ukupna duljina špice: 1000 mm
- Promjer špice: 115 mm

Slika 5.5: Hidraulički čekić Hammer HS 1000

(izvor: http://wtgrupa.com/product/16/hs-1000)

Grejder Caterpillar 160M3 (Slika 5.6)

- Snaga: 165 kW
- Radna težina: 21 552 kg
- Širina noža: 4200 mm
- Srednja brzina planiranja: 5 km/h

Slika 5.6: Grejder Caterpillar 160M3

(izvor: http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/160M3_160M3_AWD.pdf)

Mobilna čeljusna drobilica KEESTRACK Argo (Slika 5.7)

- Radni učinak: 300 t/h
- Radna težina: 29 000 kg
- Otvor čeljusti: 1000 mm x 600 mm
- Kapacitet usipnog lijevka: 4,0 m^3

Slika 5.7: Mobilna čeljusna drobilica KEESTRACK Argo

(izvor: http://www.keestrack.com/products/crushers/b3)

Kiper VOLVO FM 420 8x4 (Slika 5.8)

- Snaga: 420 kW
- Radna težina: 19 280 kg
- Kapacitet koša: 22 m^3
- Težina punog kipera: 32 000 kg

Slika 5.8: Kiper VOLVO FM 420 8x4

(izvor: https://www.bastrucks.com/vehicles/used/truck-tipper-volvo-fm_420-2017-8x4-5-70048594)

Finišer VOLVO P8820C ABG (Slika 5.9)

- Snaga: 200 kW
- Radna težina: 17 700 kg
- Širina asfaltiranja: 6000 mm
- Brzina asfaltiranja: 20 m/min

Slika 5.9: Finišer VOLVO P8820C ABG

(izvor: https://www.volvoce.com/hrvatska/hr-hr/products/asphalt-pavers/abg-tracked/p8820c-abg/)

Valjak HAMM HD+140i VV (Slika 5.10)

- Snaga: 115 kW
- Radna težina: 12 855 kg
- Širina valjka 2140 mm
- Radna brzina: 4 km/h

Slika 5.10: Valjak HAMM HD+140i VV

(izvor: https://www.hamm.eu/en/products/tandem-rollers/series-hd-tier-4/hd-140i-vv.182425.php)

6. UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA

Pri izboru i planiranju rada standardnih građevinskih strojeva i transportnih sredstava razlikujemo tri osnovne vrste učinka građevinskog stroja, a to su [2]:

- temeljni učinak stroja "U_t" (to je najveći mogući tehnički ili tzv. "teorijski" učinak građevinskog stroja u idealnim uvjetima rada na idealnom radnom prostoru sa idealnim svojstvima gradiva),
- planski učinak stroja "U_p" (to je planirani učinak za pretpostavljane uvjete rada građevinskog stroja pa se često naziva "praktički" učinak; također je to i normativni učinak jer se njegova prosječna vrijednost može naći u priručnicima odnosno knjigama "građevinskih normi"),
- mjereni učinak "U_m" (određen prilikom korištenja stroja).

„Planski učinak (U_p) je na neki način umanjeni "teorijski" učinak stroja (U_t) glede pretpostavljenih ili zadanih uvjeta u kojima se planira raditi sa određenim strojem, a koji su daleko teži i složeniji od idealnih uvjeta rada koji određuju "teorijski" učinak stroja (U_t). "Teorijski" učinci građevinskih strojeva računaju se na bilo koji način - u krajnjem slučaju putem statističke obrade podataka mjerenih učinaka (U_m). Kao "teorijski" učinak može se također uzeti nazivni (instalirani) učinak stroja ili onaj koji je naveden u pripadnoj tehničkoj ili sličnoj dokumentaciji. Mjereni učinak (U_m) dobije se praćenjem ostvarenih učinaka tijekom rada građevinskog stroja na određenom gradilištu i određenom poslu.„ (izvor citata: Zdravko Linarić, UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA, predavanje, GF Zagreb)[2]

Odnosi pojedinih vrsta učinaka najčešće su slijedeći [2]:

$$U_p \leq U_t$$

$$U_p \Leftrightarrow U_m$$

Umanjenje odnosno korekcija "teorijskog" učinka stroja (U_t) prilikom izračuna planskog učinka (U_p) ostvaruje se pomoću koeficijenta ispravke "teorijskog" učinka (k_i) odnosno [2]:

$$U_p = k_i * U_t$$

pri čemu se najčešće pretpostavlja da je $k_i \leq 1{,}00$.

Koeficijentom ispravke "teorijskog" učinka (k_i) trebalo bi obuhvatiti sve moguće pretpostavke stanja i uvjeta rada strojeva koje bi mogle imati utjecaj na planirani radni učinak (U_p) stroja kao primjerice [2]:

- utjecaj vrste i stanja gradiva prilikom strojnog rada,
- predviđeni organizacijski i tehnološki odnos sa drugim strojevima,
- utjecaj radnog prostora na rad stroja,
- uvjeti manevriranja i putanje kretanja stroja,
- utjecaj ukupnih prilika organizacije građenja i gradilišta,

- tehničko održavanje i servisiranje stroja,
- gubici radnog vremena (organizacijski, tehnološki, radni, itd.),
- starost, dotrajalost, održavanost, stroja, itd.

„Puno je činioca koji utječu na učinkovitost u radu nekog građevinskog stroja odnosno utječu na iskorištenje njegova nazivnog kapaciteta ili mogućeg tehničkog ("teorijskog") učinka. Za praktične inženjerske potrebe zadovoljavajuća metodologija planiranja ili proračuna planskog učinka pojedinačnog stroja pretpostavlja da je koeficijent ispravke "teorijskog" učinka (k_i) : $k_i = k_o \ x \ k_p$.„ (izvor citata: Zdravko Linarić, UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA, predavanje, GF Zagreb)[2]

Koeficijent "k_o" predstavlja umnožak svih općih koeficijenata korekcije "teorijskog" učinka i on je isti za sve strojeve koji rade u okviru određenog tehnološkog procesa ili gradilišta (tzv. opći koeficijenti korekcije) [2].

Koeficijent "k_p" predstavlja umnožak svih posebnih koeficijenata korekcije "teorijskog" te se pretpostavlja različit za pojedine vrste strojeve koji rade u okviru nekog tehnološkog procesa ili gradilišta (tzv. posebni koeficijenti korekcije) [2].

Koeficijenti ispravke korišteni u daljnjem proračunu (k_i) [2]:

Opći koeficijenti ispravke (k_o):

- Koef. organizacije strojnog rada (k_{og})
- Koef. dotrajalosti strojeva (k_{ds})
- Koef. Rastresitosti (k_r)

Posebni koeficijenti ispravke (k_p):

- Koef. radnog prostora (k_{rp})
- Koef. nagiba terena (k_{nt})
- Koef. punjenja lopate (k_{pl})

7. USKLAĐIVANJE RADA STROJEVA

7.1. Pripremni radovi: uređenje pristupnog puta i platoa

Sukladno tablici, u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad buldozera, utovarivača i dampera.

PRORAČUN:

Buldozer (Slika 5.1)

q = 4,0 m^3

- Buldozer vrši iskop u slojevima srednje dubine od 20 cm

- Širina noža buldozera je 3120 mm = 3,12 m

L = Duljina potrebna za punjenje noža

3,12 m x 0,2 m x L = 4,0 m^3

L = 6,4 m

- Srednja udaljenost guranja iskopanog materijala je do 20 m

- Brzina punjenja noža buldozera je 3 km/h = 0,84 m/s

0,84 m/s = 6,4m / $T_{punjenja}$

$T_{punjenja}$ = 8 sec

- Brzina guranja iskopanog materijala je 5 km/h = 1,4 m/s

1,4 m/s = 20m / $T_{guranja}$

$T_{guranja}$ = 14 sec

- Odlaganje i manevriranje T_{om} = 20 sec

- Brzina povratka praznog dampera je 10 km/h = 2,8 m/s

2,8 m/s = 20m / $T_{povratka}$

$T_{povratka}$ = 7 sec

Ciklus buldozera: $T_C = T_{punjenja +} T_{guranja} + T_{om +} T_{povratka} = 8 + 14 + 20 + 7 = 49$ sec

Teorijski učinak buldozera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 4 / 49 = 296$ m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 0,66 = 0,56$

Planski učinak buldozera: $U_p = U_t \times k_i = 296 \times 0,56 = 145$ m^3/h

Utovarivač (Slika 5.2)

$q = 4,6$ m^3

$T_C = 35$ sec

Teorijski učinak utovarivača: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 4,6 /35 = 473$ m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 0,8 = 0,6$

Planski učinak utovarivača: $U_p = U_t \times k_i = 473 \times 0,6 = 284$ m^3/h

Izračun broja potrebnih buldozera:

- Ukupan broj buldozera : $U_{p\ UTOVARIVAČA} / U_{p\ BULDOZERA} = 284 /145 = 1,96$

- Ukupno 2 buldozera

Damper (Slika 5.3)

$q = 15$ m^3

- Vrijeme utovara dampera $T_{utovara}$

$T_{utovara} = 15 /283,88 = 0,0528$ h $= 3,17$ min $= 190$ sec

- Vrijeme odvoza na lokalni deponij pri brzini punog dampera od 10 km/h = 2,8 m/s

- Srednja udaljenost lokalnog deponija je 150 m

2,8 m/s = 150 m / T_{odvoza}

T_{odvoza} = 54 sec

- Vrijeme povratka praznog dampera pri brzini od 15 km/h = 4,2 m/s

4,2 m/s = 150 m / $T_{povratka}$

$T_{povratka}$ = 36 sec

- Istovar i manevar T_{im} = 100 sec

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{povratka} + T_{im} = 190 + 54 + 36 + 100 = 380$ sec

Teorijski učinak dampera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 15 / 380 = 143$ m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 1 = 0,75$

Planski učinak dampera: $U_p = 142,37 \times 0,75 = 107$ m^3/h

Izračun broja potrebnih dampera:

- Ukupan broj dampera: $U_{p\ UTOVARIVAČA} / U_{p\ DAMPERA} = 284 / 107 = 2,7$

- Ukupno 3 dampera

Volumen iskopanog materijala iznosi V = 900 m^3.

Broj tura dampera:

$N_{TURA} = V / q_{DAMPERA} = 900\ m^3 / 15\ m^3 = 60$ tura dampera

ZAKLJUČAK: Potrebna su nam **2 buldozera, 1 utovarivač i 3 dampera** .

7.2. Iskop

U okviru ove aktivnosti, potrebno je uskladiti rad jaružala sa hidrauličkim čekićem, jaružala sa lopatom te transportnih sredstava dampera i kamiona kipera.

PRORAČUN:

Jaružalo sa hidrauličkim čekićem (Slika 5.5)

Teorijski učinak: $U_t = 350\ m^3/8h = 44\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,98 \times 0,92 = 0,9$

Planski učinak: $U_p = U_t \times k_i = 44 \times 0,9 = 40\ m^3/h$

Jaružalo sa lopatom (Slika 5.4)

$q = 1,9\ m^3$

$T_C = 25$ sec

$U_t = 3600 \times 1,9 /25 = 274\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,63 \times 0,7 = 0, 45$

$U_p = Ut \times k_i = 274 \times 0,45 = 123\ m^3/h$

Izračun broja potrebnih jaružala sa hidrauličkim čekićem:

- Ukupan broj jaružala sa hidrauličkim čekićem:

$U_{p\ JAR.\ SA\ LOP.} / U_{p\ JAR.\ SA\ HID.\ ČEK.} = 123 /40 = 3,1$

- Za sinkronizirani rad sa jaružalom sa lopatom potrebna su 3 jaružala sa hidrauličkim čekićem, ali zbog ekonomičnosti i optimalnog iskorištavanja radnog prostora odabiremo 2 jaružala sa hidrauličkim čekićem.

Damper (Slika 5.3)

- Materijal potreban za izradu posteljice utovaruje se u dampere i odvozi na lokalni deponij.

$q = 15\ m^3$

- Vrijeme utovara dampera $T_{utovara}$

$T_{utovara} = 15 / 123.12 = 0,122\ h = 7,3\ min = 438\ sec$

- Vrijeme odvoza na lokalni deponij pri brzini punog dampera od 10 km/h = 2,8 m/s

- Srednja udaljenost lokalnog deponija je 500 m

$2,8\ m/s = 500\ m / T_{odvoza}$

$T_{odvoza} = 178\ sec$

- Vrijeme povratka praznog dampera pri brzini od 15 km/h = 4,2 m/s

$4,2\ m/s = 500\ m / T_{povratka}$

$T_{povratka} = 120\ sec$

- Istovar i manevar $T_{im} = 100\ sec$

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{povratka} + T_{im} = 438 + 178 + 120 + 100 = 836\ sec$

Teorijski učinak dampera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 15 / 836 = 65\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 1 = 0,75$

Planski učinak dampera: $U_p = 65 \times 0,75 = 50\ m^3/h$

<u>Izračun broja potrebnih dampera</u>:

- Ukupan broj dampera: $U_{p\ JARUŽALA} / U_{p\ DAMPERA} = 123 / 50 = 2,5$

- Ukupno 3 dampera

- Volumen krupnog kamenog materijala potrebnog za izradu posteljice iznosi V = 3600 m^3

Broj tura dampera:

$N_{TURA} = V / q_{DAMPERA} = 3600\ m^3 /15\ m^3 = 240$ tura dampera

Kamion kiper (Slika 5.8)

- Višak kamenog materijala utovaruje se u kipere i odvozi na 8 km udaljeni deponij.

q = 22 m^3

-Vrijeme utovara kipera $T_{utovara}$

$T_{utovara} = 22 /123.12 = 0,179$ h = 10,72 min = 643 sec

- Vrijeme odvoza na udaljeni deponij pri brzini punog kipera od 30 km/h = 8,4 m/s

- Udaljenost deponija je 8 km

8,4 m/s = 8000 m / T_{odvoza}

T_{odvoza} = 952 sec

- Vrijeme povratka praznog kipera pri brzini od 54 km/h = 15 m/s

15 m/s = 8000 m / $T_{povratka}$

$T_{povratka}$ = 534 sec

- Istovar i manevar T_{im} = 240 sec

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{povratka} + T_{im} = 643 + 952 + 534 + 240 = 2369$ sec = 39,5 min

Teorijski učinak kipera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 22 / 2369 = 33\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,92 \times 0,85 = 0,78$

Planski učinak kipera: $U_p = 33,43 \times 0,78 = 26\ m^3/h$

Izračun broja potrebnih kipera:

- Ukupan broj kipera: $U_{p\ JARUŽALA\ S\ HID.\ ČEK.}$ / $U_{p\ KIPERA}$ = 80 /26 = 3,1

- Ukupno 3 kamiona kipera

- Volumen viška krupnog kamenog materijala koji se odvozi na udaljeni deponij iznosi V = 20 400 m^3

Broj tura kipera:

N_{TURA} = V / q_{KIPERA} = 20 400 m^3 /22 m^3 = 928 tura kipera

ZAKLJUČAK: Potrebna su nam **2 jaružala sa hidrauličkim čekićem, 1 jaružalo sa lopatom, 3 dampera i 3 kamiona kipera** .

7.3. IZRADA POSTELJICE

Sukladno tablici, u okviru ove aktivnosti potrebno je uskladiti rad utovarivača, čeljusne drobilice, dampera, grejdera i valjka.

PRORAČUN:

Utovarivač (Slika 5.2)

$q = 4,6\ m^3$

$T_C = 30$ sec

$U_t = 3600 \times 4,6 / 30 = 552\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 0,58 = 0,44$

Planski učinak utovarivača: $U_p = U_t \times k_i = 552 \times 0,435 = 240\ m^3/h$

Mobilna čeljusna drobilica (Slika 5.7)

$U_t = 300$ t/h = 300 000 kg/h

- Specifična gustoća vapnenca: 2600 kg/m^3

$m = V \times \rho$

$300\ 000\ kg = V \times 2600\ kg/m^3$

$V = 115,5\ m^3$

$U_t = 115,5\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,92 \times 1 = 0,92$

$U_p = U_t \times k_i = 115,5 \times 0,92 = 106\ m^3/h$

Damper (Slika 5.3)

$q = 15\ m^3$

- Vrijeme utovara dampera $T_{utovara}$

$T_{utovara} = 15 /106,17 = 0,14\ h = 8,48\ min = 508\ sec$

- Vrijeme odvoza do mjesta ugradnje pri brzini punog dampera od 10 km/h = 2,8 m/s

- Srednja udaljenost do mjesta ugradnje je 500 m

$2,8\ m/s = 500\ m / T_{odvoza}$

$T_{odvoza} = 178\ sec$

- Vrijeme grubog razastiranja $T_{raz} = 100\ sec$

- Vrijeme povratka praznog dampera pri brzini od 15 km/h = 4,2 m/s

$4,2\ m/s = 500\ m / T_{povratka}$

$T_{povratka} = 120\ sec$

- Manevar $T_m = 80\ sec$

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{raz} + T_{povratka} + T_m = 508 + 178 + 100 + 120 + 80 = 986\ sec$

Teorijski učinak dampera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 15 /986 = 55\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,75 \times 1 = 0,75$

Planski učinak dampera: $U_p = 55 \times 0,75 = 41\ m^3/h$

<u>Izračun broja potrebnih dampera</u>:

- Ukupan broj dampera: $U_{p\ DROBILICE} / U_{p\ DAMPERA} = 106 /41 = 2,6$

- Ukupno 3 dampera

-Volumen fino drobljenog kamenog materijala za izradu posteljice iznosi $V = 3600\ m^3$

<u>Broj tura dampera</u>:

$N_{TURA} = V / q_{DAMPERA} = 3600\ m^3 /15\ m^3 = 240$ tura dampera

Grejder (Slika 5.6)

- Širina noža: b = 4,2 m

- Srednja brzina planiranja v = 5 Km/h = 1,4 m/s

- Radna širina noža grejdera l_r = 4,2 m

- Širina preklopa radnih površina l_p = 0,25 m

- Debljina nasutog sloja d = 0,30 m

- Broj prijelaza n = 3

Teorijski učinak grejdera:

Ut = [v x (l_r – l_p) x d x 1000] / n = [5 x (4,2 – 0,25) x 0,30 x 1000 / 3

Ut = 1975 m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): k_i = 0,7 x 0,86 = 0,6

Planski učinak grejdera: U_p = 1975 x 0,6 = 1185 m^3/h

Valjak (Slika 5.10)

- Širina valjanja: l_v = 2140 mm = 2,14 m

- Širina preklopa: l_p = 0,25 m

- Debljina nasutog sloja d = 0,30 m

- Radna brzina v = 4 km/h

- Broj prijelaza n = 5

Teorijski učinak valjka:

Ut =[v x (l_v – l_p) x d x 1000] / n =[4 x (2,14 – 0,25) x 0,30 x 1000] / 5

Ut = 454 m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,87 \times 0,92 = 0,8$

Planski učinak valjka: $U_p = 454 \times 0,8 = 363\ m^3/h$

Izračun broja potrebnih valjaka:

- Ukupan broj kipera: $U_{p\ GREJDERA} / U_{p\ VALJKA} = 1185 / 363 = 3,3$

- Ukupno 3 valjka

ZAKLJUČAK: Potreban nam je **1 utovarivač, 1 mobilna čeljusna drobilica, 3 dampera, 1 grejder i 3 valjka.**

7.4. Ugradnja bitumeniziranog nosivog sloja

U okviru ove aktivnosti, potrebno je uskladiti rad finišera, kamiona kipera i valjka.

PRORAČUN:

Finišer (Slika 5.8)

Ut = 1100 t/h

- Brzina asfaltiranja v = 20 m/min = 1,2 km/h

v = 1200 m/h

- Radna širina asfaltiranja: 6 m

- Debljina sloja asfaltiranja: 6 cm

U_t = 1200 x 6 = 7200 m^2/h

U_t = 1200 x 6 x 0,06 = 432 m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): k_i = 0,92 x 0,98 = 0,9

U_p = 7200 x 0,9 = 6480 m^2/h

U_p = 432 x 0,9 = 390 m^3/h

Kamion kiper (Slika 5.8)

q = 22 m^3

- Vrijeme utovara asfaltne mješavine na postrojenju u kamion kiper $T_{utovara}$

$T_{utovara}$ = 300 sec

- Vrijeme dovoza potrebnog materijala do mjesta ugradnje pri brzini punog kipera od 30 km/h = 8,4 m/s

- Udaljenost postrojenja za asfalt 16 km

8,4 m/s = 16 000 m / T_{odvoza}

T_{odvoza} = 1905 sec

- Vrijeme kontinuiranog utovarivanja asfalta u finišer tijekom asfaltiranja T_{ut} = 500 sec

- Vrijeme povratka praznog kipera pri brzini od 54 km/h = 15 m/s

15 m/s = 16000 m / $T_{povratka}$

$T_{povratka}$ = 1067 sec

- Manevar T_m = 140 sec

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{ut} + T_{povratka} + T_m = 300 + 1905 + 500 + 1067 + 140$

T_C = 3912 sec = 65.2 min

Teorijski učinak kipera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 22 / 3912 = 20{,}3\ m^3/h$

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0{,}92 \times 0{,}9 = 0{,}83$

Planski učinak kipera: $U_p = 20{,}3 \times 0{,}83 = 17\ m^3/h$

Izračun broja potrebnih kipera:

- Ukupan broj kipera: $Up_{FINIŠERA} / Up_{KIPERA} = 390 / 17 = 23$

- Za sinkronizirani rad sa finišerom potrebna su 23 kamiona kipera. Zbog malog broja tura kipera i ekonomičnosti proizvodnje odabiremo 7 kamiona kipera.

- Volumen potrebnog bitumeniziranog nosivog sloja za ugradnju iznosi V = 720 m^3

Broj tura kipera:

$N_{TURA} = V / q_{KIPERA} = 720\ m^3 / 22\ m^3 = 33$ ture kipera

Valjak (Slika 5.10)

- Širina valjanja: l_v = 2140 mm = 2,14 m

- Širina preklopa: l_p = 0,25 m

- Radna brzina v = 4 km/h

- Broj prijelaza n = 4

Teorijski učinak valjka:

U_t =[v x (l_v – l_p) x 1000] / n =[4 x (2,14 – 0,25) x 1000] / 4

U_t = 1890 m^2/h

Koeficijenti ispravke (k_i): k_i = 0,87 x 0,92 = 0,8

Planski učinak valjka: U_p = 1890 x 0,8 = 1512 m^2/h

Izračun broja potrebnih valjaka:

- Ukupan broj kipera: $U_{p\ FINIŠERA}$ / $U_{p\ VALJKA}$ = 6480 /1512 = 4,3

- Ukupno 4 valjka

ZAKLJUČAK: Potreban nam je **1 finišer, 7 kamiona kipera i 4 valjka .**

7.5. Ugradnja asfaltnog habajućeg sloja

Sukladno tablici, okviru ove aktivnosti, potrebno je uskladiti rad finišera, kamiona kipera i valjka.

PRORAČUN:

Finišer (Slika 5.8)

U_t = 1100 t/h

- Brzina asfaltiranja v = 20 m/min = 1,2 km/h

v = 1200 m/h

- Radna širina asfaltiranja: 6 m

- Debljina sloja asfaltiranja: 4 cm

U_t = 1200 x 6 = 7200 m^2/h

U_t = 1200 x 6 x 0,04 = 288 m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): k_i = 0,92 x 0,98 = 0,9

U_p = 7200 x 0,9 = 6480 m^2/h

U_p = 288 x 0,9 = 260 m^3/h

Kamion kiper (Slika 5.8)

q = 22 m^3

- Vrijeme utovara asfaltne mješavine na postrojenju u kamion kiper $T_{utovara}$

$T_{utovara}$ = 300 sec

- Vrijeme dovoza potrebnog materijala do mjesta ugradnje pri brzini punog kipera od 30 km/h = 8,4 m/s

- Udaljenost postrojenja za asfalt 16 km

8,4 m/s = 16 000 m / T_{odvoza}

T_{odvoza} = 1905 sec

- Vrijeme kontinuiranog utovarivanja asfalta u finišer tijekom asfaltiranja T_{ut} = 500 sec

- Vrijeme povratka praznog kipera pri brzini od 54 km/h = 15 m/s

15 m/s = 16000 m / $T_{povratka}$

$T_{povratka}$ = 1067 sec

- Manevar T_m = 140 sec

$T_C = T_{utovara} + T_{odvoza} + T_{ut} + T_{povratka} + T_m = 300 + 1905 + 500 + 1067 + 140$

T_C = 3912 sec = 65,2 min

Teorijski učinak kipera: $U_t = 3600 \times q / T_C = 3600 \times 22 / 3912 = 20,24$ m^3/h

Koeficijenti ispravke (k_i): $k_i = 0,92 \times 0,9 = 0,83$

Planski učinak kipera: $U_p = 20,24 \times 0,83 = 16,8$ m^3/h

- <u>Izračun broja potrebnih kipera</u>:

- Ukupan broj kipera: $U_{p\ FINIŠERA} / U_{p\ KIPERA} = 260 / 16,8 = 15,5$

- Za sinkronizirani rad sa finišerom potrebno je 16 kamiona kipera. Zbog malog broja tura kipera i ekonomičnosti proizvodnje odabiremo 7 kamiona kipera.

- Volumen potrebnog bitumeniziranog nosivog sloja za ugradnju iznosi V = 480 m^3

<u>Broj tura kipera</u>:

$N_{TURA} = V / q_{KIPERA} = 480\ m^3 / 22\ m^3 = 22$ ture kipera

Valjak (Slika 5.10)

- Širina valjanja: l_v = 2140 mm = 2,14 m

- Širina preklopa: l_p = 0,25 m

- Radna brzina v = 4 km/h

- Broj prijelaza n = 4

Teorijski učinak valjka:

U_t =[v x (l_v – l_p) x 1000] / n =[4 x (2,14 – 0,25) x 1000] / 4

U_t = 1890 m^2/h

Koeficijenti ispravke (k_i): k_i = 0,87 x 0,92 = 0,8

Planski učinak valjka: U_p = 1890 x 0,8 = 1512 m^2/h

- <u>Izračun broja potrebnih valjaka</u>:

- Ukupan broj kipera : $U_{p\ FINIŠERA}$ / $U_{p\ VALJKA}$ = 6480 /1512 = 4,3

- Ukupno 4 valjka

ZAKLJUČAK: Potreban nam **1 finišer, 7 kamiona kipera i 4 valjka.**

6. ZAKLJUČAK

Za potrebe pripremnih radova, uređenja pristupnog puta i građevinskog platoa potrebno je 2 buldozera, 1 utovarivač i 3 dampera. Svi spomenuti strojevi su u posjedu tvrtke i na raspolaganju od samog početka gradnje. Potrebno je iskopati, utovariti i transportirati oko 900 m^3 zemljanog materijala. Nakon dovršenja pripremnih radova slijedi iskop mješovite stijenske mase u kojoj dominira vapnenačka stijena. Tvrtka unajmljuje dva jaružala sa hidrauličkim čekićem uz 1 jaružalo sa lopatom, 3 dampera i 3 kamiona kipera koje ima u svom posjedu. Sami iskop i transport iskopanog materijala je vremenski najduža aktivnost u ovom procesu realizacije projektnog zadatka. Na predviđenoj traci potrebno je iskopati, utovariti i transportirati oko 24000 m^3 mješovitog kamenog materijala. Paralelno sa iskopom, na lokalnom deponiju se vrši drobljenje oko 3600 m^3 dovezenog kamenog materijala, mobilnom čeljusnom drobilicom koju tvrtka uzima u najam. Kameni materijal se drobi za potrebe izgradnje posteljice. Odluka o unajmljivanju mobilne čeljusne drobilice i drobljenju materijala na lokalnom deponiju je usvojena zbog velike udaljenosti najbližeg kamenoloma. Nakon obavljenog iskopa slijedi izrada posteljice za koju su uz već spomenutu mobilnu čeljusnu drobilicu još potrebni i 1 utovarivač, 3 dampera, 1 grejder i 3 valjka te su svi u vlasništvu tvrtke. Za potrebe izgradnje bitumeniziranog nosivog sloja i asfaltnog habajućeg sloja tvrtka unajmljuje 1 finišer i 3 kamiona kipera uz još 4 kamiona kipera i 4 valjka koja su u posjedu tvrtke. Za sinkronizirani rad finišera i kamiona kipera potrebno je puno više kamiona kipera zbog velike udaljenosti postrojenja za asfalt i velike učinkovitosti finišera u odnosu na kamion kiper. Unatoč tome zbog malog broja tura kamiona kipera i ekonomičnosti proizvodnje odabrano je 7 kamiona kipera za rad sa finišerom.

7. LITERATURA

1. Zdravko Linarić, "Učinak standardnih građevinskih strojeva za zemljane radove", Građevni godišnjak, Zagreb 1996.
2. Zdravko Linarić, UČINAK GRAĐEVINSKIH STROJEVA, predavanje, GF Zagreb, (zadnji pristup, 21. srpnja 2017.)
3. http://www.ceste-split.hr/ (zadnji pristup, 5. svibnja 2017.)
4. http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/D6N_eng_15.pdf (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
5. http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/910M_914M_918M__2017_.pdf (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
6. http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/725C_eng_hrc.pdf (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
7. http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/M316F_eng.pdf (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
8. http://wtgrupa.com/product/16/hs-1000 (zadnji pristup, 15. srpnja 2017)
9. http://www.teknoxgroup.com/fileadmin/user_upload/160M3_160M3_AWD.pdf (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
10. http://www.keestrack.com/products/crushers/b3 (zadnji pristup, 15. srpnja 2017)
11. https://www.bastrucks.com/vehicles/used/truck-tipper-volvo-fm_420-2017-8x4-5-70048594 (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
12. https://www.volvoce.com/hrvatska/hr-hr/products/asphalt-pavers/abg-tracked/p8820c-abg/ (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)
13. https://www.hamm.eu/en/products/tandem-rollers/series-hd-tier-4/hd-140i-vv.182425.php (zadnji pristup, 15. srpnja 2017.)