

Autori: Dr Milorad Zlatanović, red. prof.  
Mr Biljana Matejević, asistent

# TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA

## ZBIRKA REŠENIH ZADATAKA SA IZVODIMA IZ TEORIJE

Prvo izdanje, 2012. godina.

Izdavač:  
GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET  
UNIVERZITETA U NIŠU  
18000 Niš  
Telefon/fax: 018/588-202

Recenzenti: Prof. dr Velimir Dutina  
Doc. dr Ljubo Marković

Nastavno-naučno veće Građevinsko-arhitektonskog fakulteta  
Univerziteta u Nišu na sednici održanoj 15.10.2012.  
godine, prihvatilo je pozitivnu recenziju pomoćnog  
udžbenika **TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA  
GRAĐENJA zbirka rešenih zadataka sa izvodima iz  
teorije** i odobrilo njenu publikaciju.

Urednik: Dr Milorad Zlatanović, red. prof.  
Priprema: Mr Biljana Matejević, asistent

ISBN 978-86-88601-07-8

Tiraž: 300 primeraka

Štampa: M COPS CENTAR, Niš

## Sadržaj

|  |     |
|--|-----|
| Predgovor .....                              | 3   |
| <b>1 GRAĐEVINSKA MEHANIZACIJA</b>            |     |
| 1.1 Mašine za zemljane radove.....           | 7   |
| 1.2 Mašine za podizanje i prenos tereta..... | 33  |
| 1.3 Mašine za betonske radove .....          | 46  |
| 1.4 Jedinična cena mašinskog rada.....       | 64  |
| <b>2 ORGANIZACIJA GRAĐENJA</b>               |     |
| 2.1 Studija tehnološkog procesa .....        | 89  |
| 2.2 Nomiranje procesa rada .....             | 115 |
| 2.3 Dinamičko planiranje.....                | 199 |
| Ispitna pitanja .....                        | 271 |
| Literatura .....                             | 285 |
| Biografija autora .....                      | 289 |

---

## Predgovor

Tehnologija i organizacija građenja predstavljaju kompleksan problem koji se razmatra sa različitih stanovišta. Ova knjiga je nastala na osnovu dugogodišnjeg teoretskog i praktičnog iskustva. Nadamo se da će doprineti razrešenju konkretnih problema u ovoj oblasti. Prikazan je veliki broj različitih metoda, rešenja problema i konstatacija, koji su pisani jezikom i stilom razumljivim za širok stručni krug potencijalnih korisnika ove knjige.

Knjiga je podeljena u dva tematska poglavlja, koja odgovaraju u najvećoj meri programu nastave na istoimenom predmetu koji se izučava na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Nišu. U izlaganju materije ističu se bitni principi i ukazuje na iskustvene preporuke i standarde. Knjiga je ilustrovana mnogobrojnim tabelama i grafičkim priložima.

Tehnologija i organizacija građenja je veoma složen i kompleksan proces. U njemu do punog izražaja dolazi znanje, iskustvo i kreativnost inženjera. Ovde se sintetizuju teoretska i iskustvena znanja iz oblasti koja se obrađuje.

Osnovna namena ove knjige je da posluži obrazovanju studenata, budućih arhitektonskih i građevinskih inženjera na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Nišu. Knjiga može poslužiti i studentima drugih visokoškolskih ustanova na kojima se izučava ova disciplina. Nadamo se da će i diplomirani inženjeri koji se bave projektovanjem i izvođenjem građevinskih objekata u ovoj knjizi pronaći korisno štivo.

Bićemo zahvalni kolegama i stručnjacima, kao i svima ostalima, koji nam budu dobronamerno ukazali na eventualne propuste u ovoj knjizi.

Zahvaljujemo se recenzentima na korisnim savetima.

# 1. GRAĐEVINSKA MEHANIZACIJA

## 1.1 MAŠINE ZA ZEMLJANE RADOVE

Mašine za zemljane radove mogu da izvode operacije iskopa, utovara, transporta, razastiranja, planiranja i zbijanja zemljanog materijala, pa se prema tome i vrši njihova podela. Detaljnije će biti obrađene sledeće mašine:

- Bageri;
- Transportna sredstva;
- Dozeri;
- Utovarivači;
- Grejderi;
- Valjci i ostale mašine za zbijanje tla.

**Bageri** su najstarije i najčešće primenjivane mašine za iskop i utovar zemljanih i rastresitih materijala (I-IV kategorije). Osnovni konstruktivni elementi bagera su: donji stroj sa uređajima za kretanje, bagerska mašina sa kabinom i radni organ.

Postoji više podela bagera od kojih su najznačajnije prema:

- Konstrukciji radnog organa;
- Veličini radnog organa;
- Stepenu univerzalnosti;
- Vrsti uređaja za kretanje;
- Vrsti pogona;
- Načinu rada.

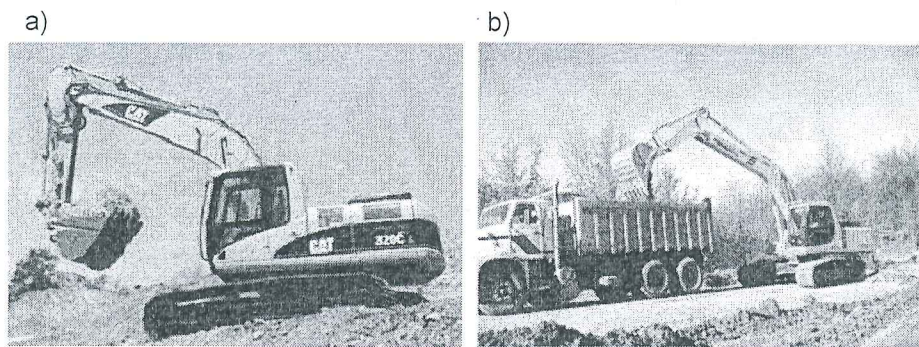
Najčešće vrste bagera prema konstrukciji radnog organa:

- Bageri sa dubinskom kašikom;
- Bageri sa visinskom kašikom;
- Bageri sa zahvatnom kašikom;
- Bageri sa povlačnom (skrepernom) kašikom.

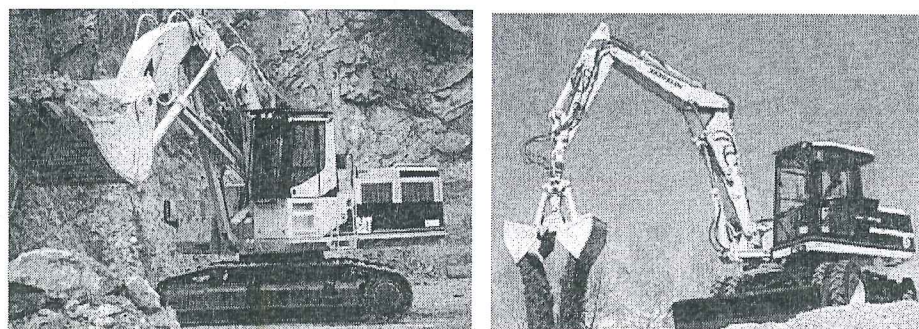
**Bager sa dubinskom kašikom** namenjen je za iskop zemlje ispod nivoa stajanja (slika 1.1.1). Radni organ je podešen tako da iskop vrši ka sebi, donekle sa strane i u nivou, ali najčešće ispod nivoa svog kretanja. Pri radu pomeranje bagera se vrši unazad. Spada u grupu bagera sa ciklusnim načinom rada. Uređaji za kretanje mogu biti gusenice ili točkovi. Primenjuje se kod zamljišta od I do III kategorije, od vrlo slabih terena do terena srednje čvrstoće. Koristi se za iskop ili otkop temelja zgrada, iskop za kanale za vodovod i kanalizaciju, i dr.

**Bager sa visinskom kašikom** namenjen je za iskop zemlje iznad nivoa stajanja (slika 1.1.2). Radni organ je podešen tako da vrši iskop od sebe. Pri radu pomeranje bagera se vrši unapred.

Spada u grupu bagera sa ciklusnim načinom rada. Uređaji za kretanje mogu biti gusenice ili točkovi. Bager sa visinskom kašikom koristi se za iskop zemljišta od I do IV kategorije, a kod jakih konstrukcija bagera može neposredno, bez prethodnih miniranja i kod zemljišta V kategorije. Primenjuje se kod iskopa useka sa čela, kod otkopa sa strane i kod utovara miniranog materijala.



Slika 1.1.1 – Bager sa dubinskom kašikom:  
a) pri iskopu; b) pri utovaru iskopanog materijala



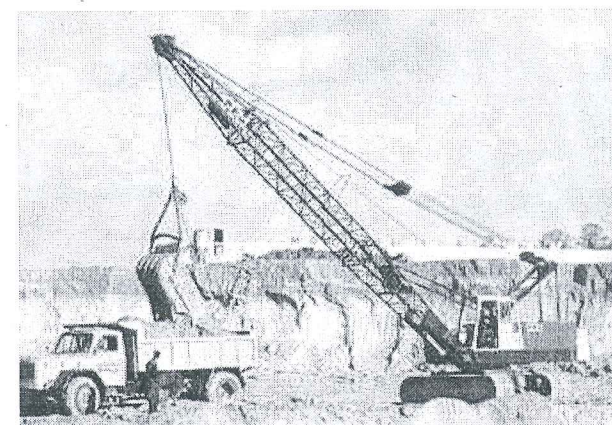
Slika 1.1.2 – Bager sa visinskom kašikom

Slika 1.1.3 – Bager sa zahvatnom kašikom

**Bager sa zahvatnom kašikom (grajfer)**, tzv. grabilicom ili hvatačem (slika 1.1.3) koristi se pretežno za utovarno-istovarne radove sa zrnastim i rastersitim materijalima. Mogu da se koriste i za iskop lakih vrsta zemlje (obično I kategorije). Upotrebljava se za zemljane radove manjeg obima, kao što su temeljne jame i bunari. Takođe se upotrebljava za manje iskope pod vodom, za produblivanje korita, kod obaloutvrda, u šljunkarama i sl. Radni organ-grabilica može biti zatvorena i otvorena. Zatvorena grabilica služi za otkop rastresitog materijala u vodi. Otvorena grabilica služi za dizanje i prenos kamenja većih težina.

**Bager sa povlačnom (skreperskom) kašikom - dreglajn** (slika 1.1.4) uglavnom je namenjen za iskop zemlje ispod nivoa, ali može da vrši iskop u nivou i iznad nivoa svog kretanja.

Pogodan je kod regulacionih radova, kod iskopa velikih jama u širokom obimu. Moguć je i iskop pod vodom, pod uslovom da se za vreme povlačenja kašike kroz vodu materijal ne ispire i da je moguće iskop vršiti sa kopna. Kod bagera sa povlačnom kašikom strela je rešetkaste konstrukcije, a skreperska kašika je otvorena spređa i odozgo, a na dnu ojačana zubima.



Slika 1.1.4 – Bager sa povlačnom kašikom - dreglajn

#### Proračun praktičnog učinka bagera

Praktični učinak svih opisanih bagera se izračunava prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{3600}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v \quad [m^3/h] \quad (1.1.1)$$

gde je:

$t_c$  – trajanje ciklusa (sec)

$q$  – zapremina radnog organa (kašike) bagera ( $m^3$ )

$k_p$  – koeficijent punjenja kašike

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

Trajanje ciklusa rada bagera predstavlja zbir vremena potrebnog za izvršenje operacija pri iskopu i utovaru zemlje:

$$t_c = t_u + t_{oi} + t_m + t_i + t_{op} + t_s \quad [sec] \quad (1.1.2)$$

gde je:

$t_u$  – vreme potrebno za iskop zemlje (punjenje, utovar kašike) (sec)

$t_{oi}$  – vreme potrebno za okretanje obrtne platforme bagera za istovar iskopane zemlje (sec)

$t_m$  – vreme manevrisanja na mestu istovara (sec)

$t_i$  – vreme istovara zemlje iz kašike (sec)

$t_{op}$  – vreme potrebno za okretanje obrtne platforme bagera u povratku (sec)

$t_s$  – vreme potrebno za spuštanje kašika za ponovni iskop (sec)

Vreme okretanja bagera pri istovaru i u povratku zavisi od ugla okretanja i ugaone brzine:

$$t_{oi} = t_{op} = \frac{\varphi}{\omega} \quad [sec] \quad (1.1.3)$$

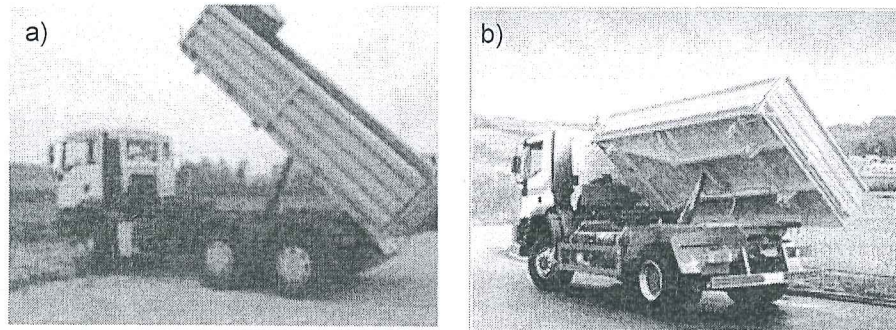
gde je:

$\varphi$  – ugao okretanja bagera (rad)

$\omega$  – ugaona brzina (sec/rad)

**Transportna vozila (kiperi i damperi)** služe za transport i istovar materijala.

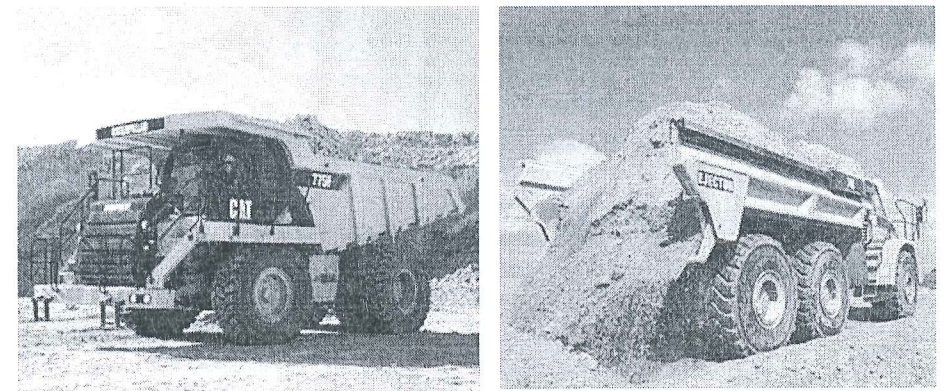
**Kiperi** istovar vrše izvrtanjem koša pomoću hidrauličkih komandi, kroz dno, preko zadnjeg dela i sa strane. Istovar se vrši tako što naginjanjem koša, teret počinje da klizi, a pri tom se vozilo pomera napred i teret se istovaruje. Nosivost je različita u zavisnosti od tipa i modela. Ekonomski daljina prevoza tereta je od 1 do 1.5 km za kiperne male i srednje nosivosti, a od 3 do 5 km za kiperne velike nosivosti.



Slika 1.1.5 – Istovar kiperi: a) preko zadnje strane; b) sa bočne strane

**Damperi** (slika 1.1.6) su transportna vozila kod kojih se istovar vrši oslobađanjem koša koji je u labilnoj ravnoteži, izmenom položaja težišta tereta. Imaju kratku šasiju što im omogućuje visoku manevarsku sposobnost.

Često nije potrebno okretanje vozila jer je komandno mesto podešeno tako da može da se okreće za 180°. Za gradilišni transport veoma je pogodna primena mini dampera zapremine koša do 1 m<sup>3</sup>.



Slika 1.1.6 – Damper

### Proračun praktičnog učinka transportnih sredstava

Praktični učinak kiperi i dampera izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{60}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v \quad [m^3/h] \quad (1.1.4)$$

gde je:

$t_c$  – trajanje ciklusa (sec)

$q$  – zapremina radnog organa (koša) transportnog vozila (m<sup>3</sup>)

$k_p$  – koeficijent punjenja koša

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

Trajanje ciklusa rada transportnog vozila predstavlja zbir vremena potrebnog za utovar, odlazak punog vozila, istovar i povratak praznog vozila:

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p \quad [min] \quad (1.1.5)$$

gde je:

$t_u$  – vreme potrebno za utovar transportnog vozila (min)

$t_o$  – vreme potrebno za odlazak punog vozila (min)

$t_i$  – vreme istovara koša (min)

$t_p$  – vreme potrebno za povratak praznog vozila (min)

Vreme utovara transportnog vozila:

$$t_u = \frac{q \cdot k_p}{U_{pr}} \quad [min] \quad (1.1.6)$$

gde je:

$U_{pr}$  – praktični učinak mašine koja vrši utovar (bager, utovarivač) ( $m^3/h$ )

Vreme odlaska i povratka transportnog vozila:

$$t_o = \frac{L}{V_o}; t_p = \frac{L}{V_p} \quad [min] \quad (1.1.7)$$

gde je:

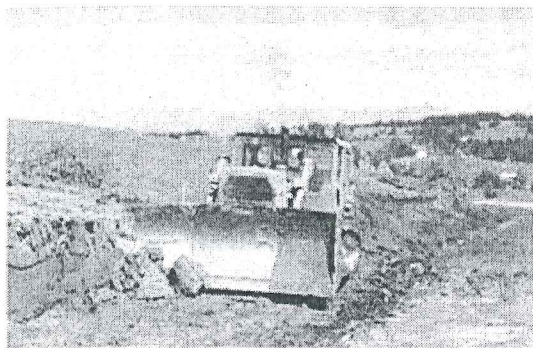
$L$  – transportna daljina (km)

$V_o, V_p$  – brzina odlaska, povratka vozila (km/h)

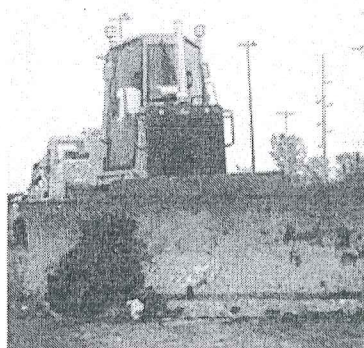
**Dozeri** su građevinske mašine koje služe za iskop i transport zemljanog materijala na kraća rastojanja. Sastoje se od osnovne mašine na gusenicama ili pneumaticima, radnog organa – noža i hidrauličnih komandi.

Prema položaju noža, dozeri mogu biti:

- Buldozeri, nož je upravno u odnosu na osnovnu mašinu (slika 1.1.7);
- Anglidozer (slika 1.18), nož može da se postavi pod nekim uglom u odnosu na čelo osnovne mašine (levo ili desno);
- Tiltidozer, nož može da se postavi pod nekim uglom u odnosu na horizontalu.



Slika 1.1.7 – Buldozer



Slika 1.1.8 – Anglidozer

Dozeri se koriste za sledeće radove:

- Iskop zemlje III i IV kategorije;
- Razastiranje materijala;
- Grubo planiranje materijala;
- Izrada manjih nasipa i bočnih pozajmišta;
- Skidanje humusa;
- Zatrpavanje temeljnih jama, kanala, rovova;
- Čišćenje terena od šiblja, korenja, sitnog rastinja;
- Obaranje stabala;
- Čišćenje snega, itd.

Dozeri pri iskopu mogu raditi prema oscilatornoj šemi ili kružnoj šemi. Prema oscilatornoj šemi rada, dozer vrši iskop zemljanog materijala na određenoj dužini, transport iskopanog materijala i po potrebi razastiranje, a onda se unazad vraća na početak deonice gde ponovo vrši iste operacije. Po kružnoj šemi rada, dozer vrši iskop zemljanog materijala na određenoj dužini, transport iskopanog materijala i po potrebi razastiranje, a onda se okreće i vraća na početak. Transport materijala dozerima ekonomičan je samo na malim rastojanjima. Optimalne dužine transporta za dozere guseničare su 30 - 60 m i ne dalje od 100 m, a kod dozera točkaša do 150 m.

### Proračun praktičnog učinka dozera

Praktični učinak dozera izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{3600 \cdot q \cdot k_u}{t_c} \cdot k_v \quad [m^3/h] \quad (1.1.8)$$

gde je:

$q$  – kapacitet noža ( $m^3$ )

$k_u$  – koeficijent uticaja nagiba

$t_c$  – trajanje ciklusa (min)

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

Trajanje ciklusa rada buldozera zavisi od tehnološke šeme rada. Za rad po kružnoj tehnološkoj šemi, trajanje ciklusa se izračunava prema:

$$t_c = \frac{l_u}{V_u} + \frac{L_{tr}}{V_o} + \frac{l_i}{V_i} + \frac{L_{tr}}{V_p} + 2t_{okr} + t_s \quad [min] \quad (1.1.9)$$

gde je:

$\frac{l_u}{V_u}$  – vreme potrebno za iskop (min)

$\frac{L_{tr}}{V_o}$  – vreme potrebno za transport (guranje) (min)

$\frac{l_i}{V_i}$  – vreme istovara (razastiranja) (sec)

$\frac{L_{tr}}{V_p}$  – vreme povratka (min)

$t_{okr}$  – vreme potrebno za okretanje dozera (min)

$t_s$  – vreme potrebno za spuštanje noža (min)

Za rad po oscilatornoj tehnološkoj šemi, trajanje ciklusa se izračunava prema:

$$t_c = \frac{l_u}{V_u} + \frac{L_{tr}}{V_o} + \frac{l_i}{V_i} + \frac{L_{tr}}{V_p} + t_s \quad [min] \quad (1.1.10)$$

**Utovarivači** su građevinske mašine koje služe uglavnom za utovar materijala u transportna sredstva, a po potrebi kada je materijal lak i sipak (zemlja I i donekle II kategorije) mogu da vrše i iskop sa utovarom. Utovarivači su samohodne mašine sa dvodelnom šasijom zglobno vezanom. Veoma su pokretljivi zahvaljujući hidrauličnim komandama. Radni organ je utovarna kašika. Upotrebom specijalnih dodataka primena utovarivača znatno se povećava i oni mogu da se koriste i kao: mašine za čišćenje, čistači snega, čeoniljači, uređaji za presađivanje, nosači blokova, bageri, podizači, viljuškari, obrtni kranovi. Uređaji za kretanje mogu biti gusenice ili točkovi sa pneumo gumama.

Podela utovarivača prema konstrukciji i načinu rada:

- Utovarivači sa čela;
- Utovarivači preko glave;
- Utovarivači sa strane;
- Utovarivači sa koficama.

Utovarivači sa cikličnim načinom rada su: utovarivači sa čela, utovarivači za utovar preko glave i utovarivači za utovar sa strane, a sa kontinualnim načinom rada su utovarivači sa koficama. Prema konstrukciji šasije, mogu biti sa krutom ili sa razlomljenom šasijom.

Utovarivači sa čela krute šasije svoj rad obavljaju na sledeći način: zahvataju materijal utovarnom kašikom i izdižu ga do visine transportnog sredstva, zatim se kreću unazad da bi transportno sredstvo došlo ispred utovarivača, i ponovnim približavanjem vrše istovar kašike. Zatim se transportno sredstvo pomera da bi utovarivač mogao da zahvati materijal. Ovo se ponavlja naizmenično. Za vreme ovakvog utovara, transportno sredstvo je neprekidno sa upaljenim motorom, što je znatna nepovoljnost. Druga varijanta utovara je okretanje utovarivača, dok transportno vozilo stoji na jednom mestu. Ovaj način ima nedostatak što je trajanje ciklusa znatno duže nego u prethodnom slučaju.

Utovarivači sa čela razlomljene šasije (slika 1.1.9) imaju veću manevarsku sposobnost i veću pokretljivost, čime se skraćuje vreme trajanja ciklusa. U radu ovakvog utovarivača transportno vozilo stoji na jednom mestu za vreme utovara.

Utovarivači za utovar preko glave, vrše istovar kašike prebacivanjem preko mašine (slika 1.1.10). Na taj način se povećava brzina rada (smanjuje se vreme manipulacije mašinom). Ovi utovarivači mogu biti samo krute šasije. Utovarivači preko glave pogodni su kod podzemnih radova.

Utovarivači za utovar sa strane (slika 1.1.11) rade po skoro istom principu kao i utovarivači sa čela. Zahvataju materijal utovarnom kašikom, izdižu ga do visine transportnog sredstva i vrše istovar.

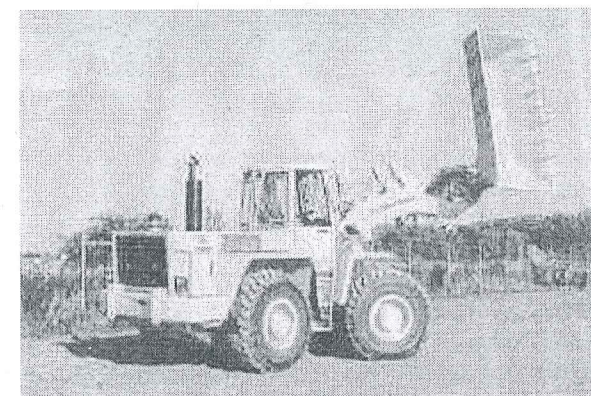


Slika 1.1.9 – Utovarivač sa čela



Slika 1.1.10 – Utovarivač preko glave

Prema konstrukciji i načinu rada razlikuju se dva tipa: sa bočnim izvrtanjem utovarne kašike i sa obrtanjem utovarne kašike. Za njihov rad potrebno je manje prostora. Transportno vozilo ne mora da se pomera za vreme utovara.



Slika 1.1.11 – Utovarivač sa strane

### Proračun praktičnog učinka utovarivača

Praktični učinak utovarivača sa ciklusnim načinom rada izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{60}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v \quad [m^3/h] \quad (1.1.11)$$

gde je:

$t_c$  – trajanje ciklusa (sec)

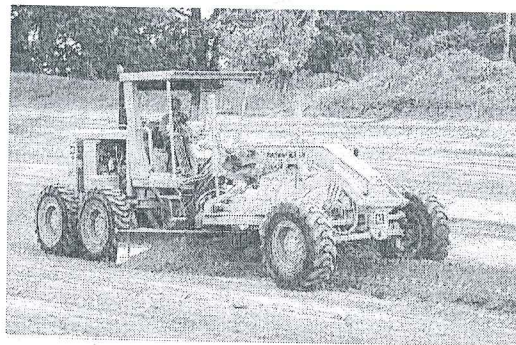
$q$  – zapremina radnog organa (kašike) utovarivača ( $m^3$ )

$k_p$  – koeficijent punjenja kašike

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

**Grejderi** su građevinske mašine kojima se mogu izvoditi sledeći radovi:

- Planiranje;
- Profilisanje;
- Razastiranje;
- Skidanje humusa;
- Izrada kosina i kanala;
- Čišćenje snega.



Slika 1.1.12 – Grejder

Grejder je samohodna mašina na točkovima na dve ili tri osovine, koja ima svestrano pokretljiv blago zaobljen nož koji se nalazi između prednjih i zadnjih točkova. Pomoću posebnih uređaja nož se može pokretati oko vertikalne i horizontalne osovine pa se mogu vršiti sledeći pokreti: izdizanje i spuštanje noža iznad tla, menjanje ugla noža u odnosu na tlo u oba smera, promena ugla u odnosu na pravac kretanja u oba smera, isturanje noža u stranu u oba smera. Prednji točkovi takođe su svestrano pokretljivi što omogućuje rad na kosinama. Kod primene grejdera treba voditi računa da, s obzirom na njihovu relativno veliku dužinu, imaju obezbeđen dovoljno veliki front rada.

#### Proračun praktičnog učinka grejdera

Praktični učinak grejdera izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{3600 \cdot V(l \cdot \sin \alpha - \Delta b)}{n} \cdot k_v \quad [m^2/h] \quad (1.1.12)$$

gde je:

$V$  – brzina kretanja grejdera (km/h)

$l$  – dužina noža (m)

$\alpha$  – ugao zakošenja noža

$\Delta b$  – širina preklapanja prelaza (m)

$n$  – broj prelaza preko jednog mesta pri planiranju

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

**Mašine za zbijanje tla**, generalno se mogu podeliti na:

- Mašine za zbijanje sa statičkim dejstvom;
- Mašine za zbijanje sa dinamičkim dejstvom.

Kod mašina za zbijanje tla sa statičkim dejstvom zbijanje se vrši valjanjem uz pritisak sopstvenom težinom mašine na tlo.

Osnovna podela mašina za zbijanje tla sa statičkim dejstvom je po obliku pritisne površine na:

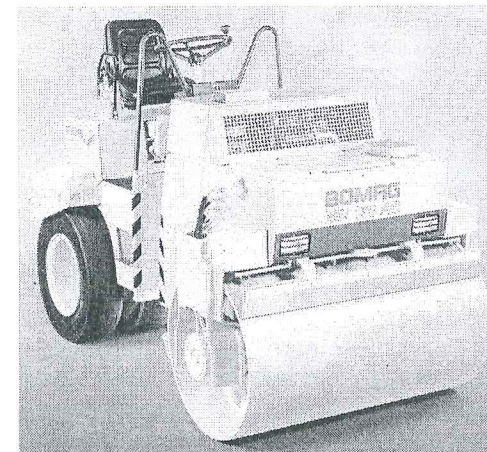
- Glatke valjke;
- Valjke na pneumaticima;
- Jež valjke.

Težina valjaka može biti stalna ili promenljiva. Mašine za zbijanje tla sa statičkim dejstvom koriste se za zbijanje srednje koherentnih tla peskovito-glinenih, u malo ili nimalo restresitom stanju, dakle bliže prirodnom, sa malim šupljinama ispunjenim vazduhom i vodom.

**Glatki valjak** (slika 1.1.13) je najstariji predstavnik mašina za zbijanje tla. Postoje valjci sa dva valjka, istog ili sličnog prečnika (tandem valjci) i sa tri točka, jednim prednjim za upravljanje, širim i nižim, i dva zadnja pogonska,

jednaka i uporedna, viša i uža.

Glatki valjci služe za valjanje-obrađu površina glačanjem. I pored velikog specifičnog opterećenja dejstvo rada im je ograničeno na malu dubinu. Koriste se isključivo za obradu površine (glačanje, peglanje) i to kao dopuna ostalih sredstava za zbijanje. Primenuju se za nabijanje tampon slojeva i kolovoznih zastora a najmanje su pogodni za zbijanje tla.



Slika 1.1.13 – Glatki valjak

**Valjci na pneumaticima** (slika 1.1.14) su mašine za zbijanje tla kod kojih se pritisak na tlo prenosi preko guma. Valjak na točkovima sastoji se od čeličnog sanduka, koji leži na većem broju naduvanih guma. Sanduk se opterećuje vodom, peskom ili tegovima. Da bi se obezbedilo podjednako prenošenje



Slika 1.1.14 – Valjak na pneumaticima

opterećenja na tlo treba da postoji uređaj za jednaku raspodelu tereta na sve točkove, bez obzira po kakvom se terenu kreće. Valjci na pneumaticima primenjuju se pri izgradnji puteva, nasutih brana, aerodromskih pista i sl.

**Jež valjak** (slika 1.1.15) sastoji se od glatkog valjka, kome su po obimu zavarene "noge", sa zadatkom da prodiru u nasutu zemlju, i na taj način je sabiju.



Slika 1.1.15 – Jež valjak

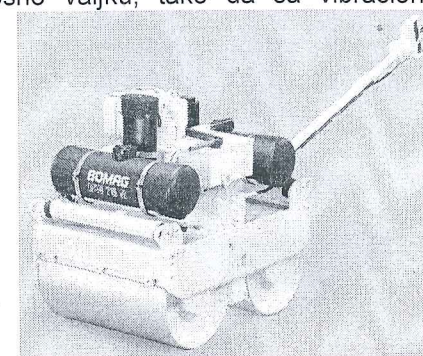
Mašine za zbijanje tla **dinamičkim dejstvom** su novije konstrukcije od mašina sa statičkim dejstvom. One na tlo deluju dinamički, usled čega se njihovo dejstvo znatno povećava. Zbog ovoga, njihova težina može biti znatno manja od težine mašina sa statičkim dejstvom. Koriste se za sabijanje nekoherentnih materijala, iako daju dobre učinke i kod valjanja lako vezanih tla gde bi vibracioni valjak odgovarao glatkom valjku sa, približno šest puta većom težinom.

Mašine za zbijanje tla dinamičkim dejstvom dele se na:

- Vibro valjke;
- Vibro ježeve;
- Ostale mašine sa dinamičkim dejstvom.

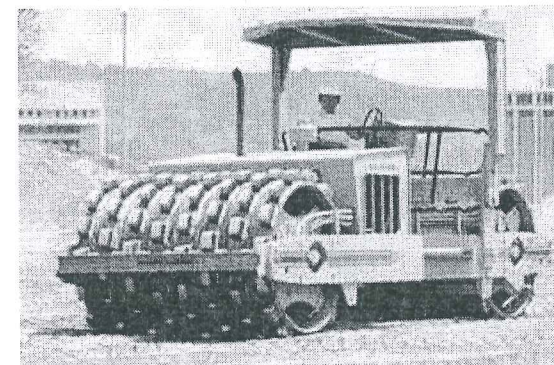
Pobuđivači vibracija su najčešće zamajci sa ekscentričnom masom - jedan, dva ili više, ugrađeni u ploči, odnosno valjku, tako da sa vibracionim elementom čine kruto spojenu celinu, elastično obešenu o šasiju.

**Vučeni vibro valjci** (slika 1.1.16) sa uređajem za izazivanje frekvenci. Za pogon pobuđivača vibracija koristi se dizel ili benzinski motor i ceo sistem je smešten na šasiji valjka. Vibrirajuća masa i amplituda mogu da se variraju tako da se za konkretno tlo dobija optimalno zbijanje.



Slika 1.1.16 – Vučeni vibro valjak

**Vibro ježevi** (slika 1.1.17) su mašine koje se koriste za sabijanje tla koristeći dinamičko dejstvo. Primenjuju se za sabijanje nekoherentnih i slabokoherentnih materijala. Efikasnost ježa potiče otuda što se pri kotrljanju celokupna njegova težina koncentriše na srazmerno malu površinu gaženja



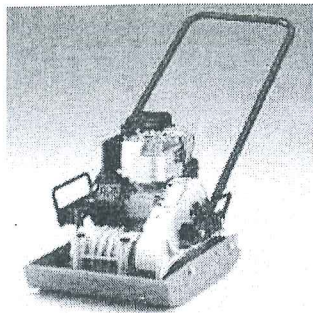
Slika 1.1.17 – Jež valjak

nogama duž jedne izvodnice. Pošto valjak tone u sveže nasuti sloj za visinu svoje noge, prvo se zbijaju najniže čestice sloja, pa postupno one gornje. Debljina pojedinih slojeva nasutih za nabijanje ne treba da je viša od visine nogu, čak treba da je i malo niža od njih. Sloj je nabijen kada se valjak kotrlja po njemu bez upadanja nogu.

Od ostalih mašina za zbijanje tla biće pomenute vibro ploče i eksplozivni nabijači.

**Vibro ploče** (slika 1.1.18) su građevinske mašine koje se koriste za stabilizaciju podloge od nevezanih materijala, peska, šljunka, zemlje i sl. Imaju ugrađen vibrator sa frekvencijama i tako su konstruisani da se prilikom rada sami kreću unapred (poskakuju), te je potrebno samo održavanje pravca kretanja, što se postiže upravljačem.

**Eksplozivni nabijač "žaba"** (slika 1.1.19) služi za sabijanje zemljanih površina teško pristupačnih za valjke. Vršiti zbijanje zemlje u dva maha i to prilikom odskoka od tla i pri padu težinom dinamičkog udara.



Slika 1.1.18 – Vibro ploča



Slika 1.1.19 – Eksplozivni nabijač "žaba"

### Proračun praktičnog učinka valjaka

Praktični učinak bilo kog valjka izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = \frac{V \cdot d \cdot b}{n} \cdot k_v \quad [m^2/h] \quad (1.1.13)$$

gde je:

$V$  – brzina kretanja valjka (km/h)

$d$  – debljina sloja posle zbijanja (m)

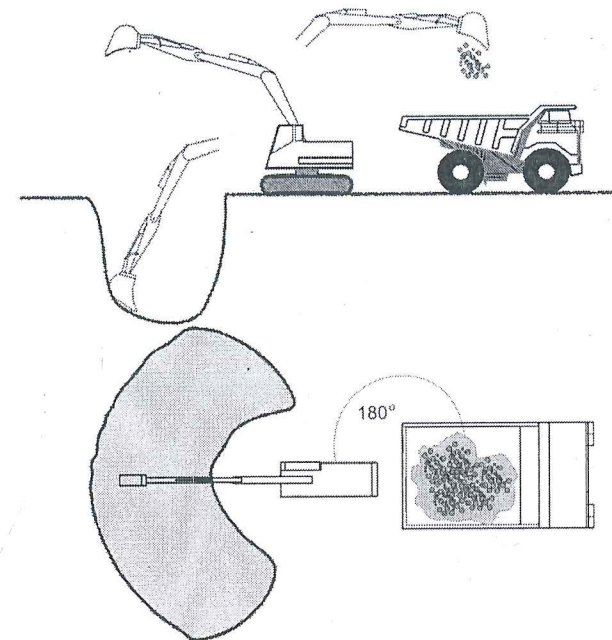
$b$  – korisna širina valjka (m)

$n$  – broj prelaza preko jednog mesta

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

**1.1.1** Nacrati i objasniti tehnološku šemu rada bagera sa dubinskom kašikom na iskopu zemlje iz temeljnog rova. Istovar iskopane zemlje vrši se u damper koji se nalazi pod uglom od  $180^\circ$  u odnosu na bager.

**REŠENJE:**



Slika 1.1.20 – Tehnološka šema rada bagera (rešenje zadatka 1.1.1)

**1.1.2** Za iskop zemlje koristi se bager sa dubinskom kašikom sledećih karakteristika:

- Zapremina kašike bagera -  $q=1.25 \text{ m}^3$ ;
- Koeficijent punjanja kašike -  $k_p=1.05$ ;
- Vreme potrebno za iskop (utovar-punjenje kašike) -  $t_u=9 \text{ sec}$ ;
- Vreme potrebno za istovar kašike -  $t_i=4 \text{ sec}$ ;
- Vreme manevrisanja kašike na mestu istovara -  $t_m=2.5 \text{ sec}$ ;
- Vreme spuštanja kašike -  $t_s=3 \text{ sec}$ ;
- Ugaon okretanja bagera pri istovaru i u povratku -  $\varphi=90^\circ$ ;
- Ugaona brzina okretanja obrtne platforme bagera -  $\omega=\pi/10 \text{ rad/sec}$ ;
- Koeficijent iskorišćenja radnog vremena bagera -  $k_v=0.79$ ;

Izračunati praktični učinak bagera u rastresitom stanju.

**REŠENJE:**

Vreme okretanja bagera pri istovaru i u povratku

$$t_{oi} = t_{op} = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\pi/2}{\pi/10} = 5 \text{ sec}$$

Trajanje ciklusa rada bagera

$$t_c = t_u + t_{oi} + t_m + t_i + t_{op} + t_s = 9 + 5 + 2.5 + 4 + 5 + 3 = 28.5 \text{ sec}$$

Praktični učinak bagera

$$U_{pr} = \frac{3600}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v = \frac{3600}{28.5} \cdot 1.25 \cdot 1.05 \cdot 0.79 = 130.97 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1.1.3** Za prevoz iskopane zemlje koristi se damper sledećih karakteristika:

- Zapremina koša dampera -  $q=10 \text{ m}^3$ ;
- Koeficijent punjanja koša -  $k_p=1.07$ ;
- Koeficijent iskorišćenja radnog vremena dampera -  $k_v=0.91$ ;
- Vreme istovara dampera -  $t_i=0.18t_u$ ;
- Prosečna brzina kretanja dampera -  $V_{sr}=42 \text{ km/h}$
- Transportna daljina -  $L=3.5 \text{ km}$ .

Izračunati praktični učinak dampera za čiji se utovar koristi bager praktičnog učinka  $U_{pr}=52 \text{ m}^3/\text{h}$  (u rastresitom stanju).

**REŠENJE:**

Vreme utovara dampera

$$t_u = \frac{q \cdot k_p}{U_{pr}} = \frac{10 \cdot 1.07}{52} = 0.20577 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = 12.35 \text{ min}$$

Vreme odlaska i povratka

$$t_o = t_p = \frac{L}{V_{sr}} = \frac{3.5}{42} = 0.08333 \text{ h} \cdot 60 = 5.00 \text{ min}$$

Vreme istovara

$$t_i = 0.18 \cdot t_u = 0.18 \cdot 12.35 = 2.22 \text{ min}$$

Trajanje ciklusa rada dampera

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p = 12.35 + 5.00 + 2.22 + 5.00 = 24.57 \text{ min}$$

Praktični učinak dampera

$$U_{pr} = \frac{60}{t_c} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v = \frac{60}{24.57} \cdot 10 \cdot 1.07 \cdot 0.91 = 23.78 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1.1.4** Za transport iskopane zemlje II kategorije (koeficijent rastresitosti -  $k_r=1.20$ ) na daljinu od 1.20 km predviđa se rad dampera sledećih karakteristika:

- Geometrijska zapremina koša -  $3.0 \text{ m}^3$ ;
- Koeficijent punjenja koša -  $k_p=1.05$ ;
- Brzina kretanja punih dampera (brzina odlaska) -  $V_o=9 \text{ km/h}$ ;
- Brzina kretanja praznih dampera (brzina povratka) -  $V_p=17 \text{ km/h}$ ;
- Vreme istovara dampera -  $t_i=0.10 \text{ min}$ ;
- Koeficijent iskorišćenja voznog parka -  $k_i=0.80$ ;

Utovar dampera vrši bager sa dubinskom kašikom praktičnog učinka  $U_{pr}=85 \text{ m}^3/\text{h}$  (u rastresitom stanju). Rad se odvija u mesecu julu (4 neradna dana) u jednoj smeni od 10 sati. Koeficijent zaposlenosti (uticaja nadmorske visine) je  $k_z=0.75$ .

Potrebno je odrediti:

- a) Potreban broj dampera za sinhronizovan rad sa bagerom;
- b) Eksploatacioni broj dampera;
- c) Količinu prevezene zemlje za dato vreme.

**REŠENJE:**

- a) Potreban broj dampera za sinhronizovan rad sa bagerom

Trajanje ciklusa rada dampera

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p \quad [\text{min}]$$

*BRZINA  
UTOVARA*  $t_u = \frac{q \cdot k_p}{U_{pr}} = \frac{3 \cdot 1.05}{85} = 0.037059 \text{ h} \cdot 60 = 2.22 \text{ min}$

*BRZINA  
ODLASKA*  $t_o = \frac{L}{V_o} = \frac{1.20}{9} = 0.13333 \text{ h} \cdot 60 = 8.00 \text{ min}$

*BRZINA  
POVRATKA*  $t_p = \frac{L}{V_p} = \frac{1.20}{17} = 0.07059 \text{ h} \cdot 60 = 4.24 \text{ min}$

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p = 2.22 + 8.00 + 0.10 + 4.24 = 14.56 \text{ min}$$

$$n_d = \frac{t_c}{t_u} = \frac{14.56}{2.22} = 6.56 \cong 7 \text{ dampera}$$

- b) Eksploatacioni broj dampera

$$n_e = \frac{n_d}{k_i} = \frac{7}{0.8} = 8.75 \cong 9 \text{ dampera}$$

c) Količina prevezene zemlje za dato vreme

Broj radnih dana u mesecu julu

$$D_r = (31 - 4) \cdot k_z = 27 \cdot 0.75 = 20.25 \approx 21 \text{ dan}$$

Količina prevezene zemlje u rastresitom stanju

$$n_{rd} = \frac{Q_{z.rs.}}{U_{pr,b} \cdot n_{sm} \cdot n_h \cdot n_b} \Rightarrow Q_{z.rs.} = U_{pr,b} \cdot n_{sm} \cdot n_h \cdot n_b \cdot n_{rd} =$$

$$= 85 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 21 = 17\,850 \text{ m}^3 \text{ (rastresito stanje)}$$

gde je:

$n_{sm}$  – broj smena

$n_h$  – trajanje smene

$n_b$  – broj bagera

$n_{rd}$  – broj radnih dana

Količina prevezene zemlje u samoniklom stanju

$$Q = \frac{Q_{z.rs.}}{k_r} = \frac{17\,850}{1.20} = 14\,875 \text{ m}^3 \text{ (samoniklo stanje)}$$

**1.1.5** Utovar iskopane zemlje vrši utovarivač praktičnog učinka  $U_{pr}=50 \text{ m}^3/\text{h}$  (rastresito stanje), a prevoz na daljini od  $L=2.5 \text{ km}$  vrše kiperi sa karakteristikama:

- Prosečna brzina kretanja punih kiperi -  $V_0=18 \text{ km/h}$ ;
- Prosečna brzina kretanja praznih kiperi -  $V_p=24 \text{ km/h}$ ;
- Zapremina koša kiperi -  $q=4.5 \text{ m}^3$ ;
- Koeficijent punjenja koša -  $k_p=0.91$ ;
- Vreme istovara kiperi -  $1.2 \text{ min}$ .

Potrebno je odrediti:

- a) Trajanje ciklusa kiperi;
- b) Broj kiperi za sinhronizovan rad sa utovarivačem;
- c) Nacrtati grafikon kretanja kiperi;
- d) Komentarisati grafikon nacrtan u prethodnoj tački.

### REŠENJE:

a) Izračunavanje trajanja ciklusa kiperi

Vreme utovara

$$t_u = \frac{q \cdot k_p}{U_{pr,u}} = \frac{4.5 \cdot 0.91}{50} = 0.0819 \text{ h} \cdot 60 = 4.91 \text{ min}$$

Vreme odlaska i povratka

$$t_o = \frac{L}{V_0} = \frac{2.5}{18} = 0.13889 \text{ h} \cdot 60 = 8.33 \text{ min}$$

$$t_p = \frac{L}{V_p} = \frac{2.5}{24} = 0.10417 \text{ h} \cdot 60 = 6.25 \text{ min}$$

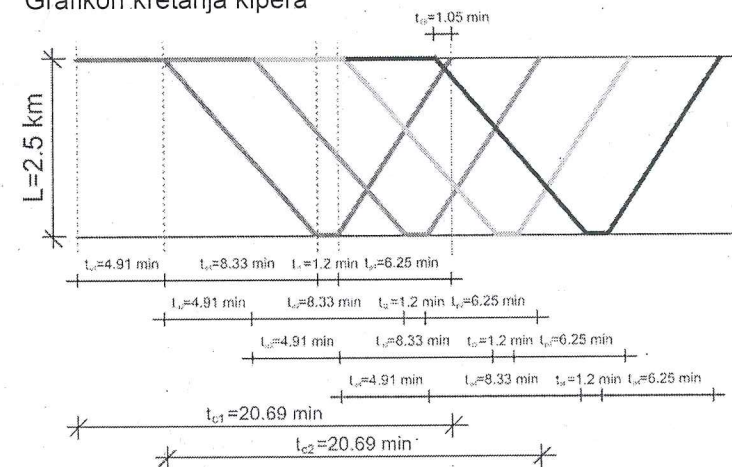
Trajanje ciklusa rada kiperi

$$t_c = t_u + t_o + t_i + t_p = 4.91 + 8.33 + 1.2 + 6.25 = 20.69 \text{ min}$$

b) Određivanje broja kiperi za sinhronizovan rad sa utovarivačem

$$n = \frac{t_c}{t_u} = \frac{20.69}{4.91} = 4.21 \approx 4 \text{ kiperi}$$

c) Grafikon kretanja kiperi



Slika 1.1.21 – Grafikon kretanja kiperi (rešenje zadatka 1.1.5)

d) Komentar grafikona

Za usvojeni broj kiperi  $n=4$  izvršena je dobra sinhronizacija sa utovarivačem. Vreme čekanja utovarivača iznosi  $1.05 \text{ min}$  posle utovara četvrtog kiperi, dok se ne vrati prvi kiper za utovar.

**1.1.6** Na iskopu zemlje II kategorije (koeficijent rastresitosti -  $k_r=1.20$ ) i transportu na  $L_{tr}=35$  m po horizontali sa nasipanjem, radi buldozer po kružnoj tehnološkoj šemi. Rezanje zemlje vrši se u debljini od  $d_1=15$  cm u samoniklom stanju, a razastiranje u sloju od  $d_2=25$  cm u rastresitom stanju. Zapremina skupljene zemljane prizme ispred raonika iznosi  $q=1.90$  m<sup>3</sup> u rastresitom stanju. Dužina raonika buldozera iznosi  $b=2.5$  m. Brzine kretanja buldozera su:

- Pri rezanju zemlje -  $V_u=2.5$  km/h;
- Pri transportu i razastiranju -  $V_o=V_i=3.0$  km/h;
- Pri povratku -  $V_p=6.0$  km/h.

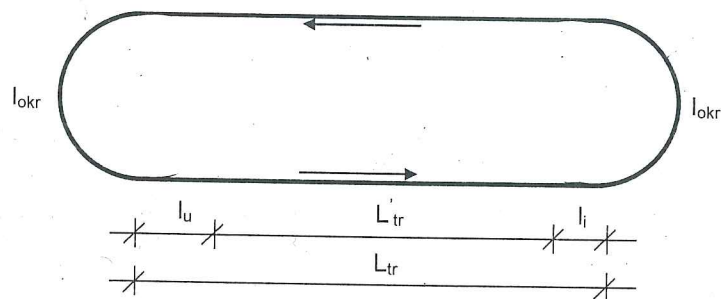
Vreme spuštanja raonika iznosi  $t_s=0.10$  min, a vreme okretanja buldozera  $t_{okr}=0.5$  min. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena u toku jednog sata je  $k_v=0.8$ .

Potrebno je:

- a) Nacrtati tehnološku šemu rada buldozera;
- b) Odrediti praktični učinak buldozera.

#### REŠENJE:

- a) Tehnološka šema rada buldozera



Slika 1.1.22 – Kružna tehnološka šema rada buldozera (rešenje zadatka 1.1.6)

- b) Izračunavanje praktičnog učinka buldozera

Dužina utovara (dužina na kojoj se vrši iskop zemlje)

Zapremina skupljene zemljane prizme ispred raonika iznosi  $1.9$  m<sup>3</sup> pa se na osnovu toga može izračunati dužina na kojoj se vrši iskop:

$$q' = q \cdot k_r = b \cdot d_1 \cdot l_u \cdot k_r \Rightarrow l_u = \frac{q'}{b \cdot d_1 \cdot k_r} = \frac{1.90}{2.5 \cdot 0.15 \cdot 1.20} = 4.22 \text{ m}$$

Dužina istovara (dužina na kojoj se vrši razastiranje zemlje)

Zapremina zemljane prizme ispred raonika posle guranja je manja zbog rastura zemljanog materijala. Koeficijent gubitka zemljanog materijala je:

$$k_g = 1 - 0.005 \cdot L_{tr} = 1 - 0.005 \cdot 35 = 0.825,$$

pa je zapremina zemlje koja se razastire umanjena:

$$q'' = k_g \cdot q' = b \cdot d_2 \cdot l_i \Rightarrow l_i = \frac{k_g \cdot q'}{b \cdot d_2} = \frac{0.825 \cdot 1.9}{2.5 \cdot 0.25} = 2.51 \text{ m}$$

Dužina transporta (dužina na kojoj se vrši guranje zemlje)

$$L'_{tr} = L_{tr} - l_u - l_i = 35 - 4.22 - 2.51 = 28.27 \text{ m}$$

Trajanje ciklusa rada buldozera

$$t_c = \frac{l_u}{V_u} + \frac{L'_{tr}}{V_o} + \frac{l_i}{V_i} + \frac{L_{tr}}{V_p} + 2t_{okr} + t_s$$

Brzine kretanja buldozera preračunate su u *m/min*.

$$t_c = \frac{4.22}{41.67} + \frac{28.27}{50} + \frac{2.51}{50} + \frac{35}{100} + 2 \cdot 0.5 + 0.10 = 2.17 \text{ min} = 130 \text{ sec}$$

Praktični učinak buldozera

Zapremina zemlje koja se razastire:

$$q'' = k_g \cdot q' = 0.825 \cdot 1.9 = 1.567 \text{ m}^3$$

Koeficijent utivaja nagiba  $k_u=1$ , za kretanje buldozera po horizontalnom terenu, pa je praktični učinak:

$$U_{pr} = \frac{3600 \cdot q'' \cdot k_u \cdot k_v}{t_c} = \frac{3600 \cdot 1.567 \cdot 1}{130} \cdot 0.8 = 34.71 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1.1.7** Na iskopu zemlje II kategorije (koeficijent rastresitosti -  $k_r=1.20$ ) i transportu na  $L_{tr}=35$  m po horizontali sa nasipanjem, radi buldozer po oscilatornoj tehnološkoj šemi. Rezanje zemlje vrši se u debljini od  $d_1=15$  cm u samoniklom stanju, a razastiranje u sloju od  $d_2=25$  cm u rastresitom stanju. Zapremina skupljene zemljane prizme ispred raonika iznosi  $q=1.90$  m<sup>3</sup> u rastresitom stanju. Dužina raonika buldozera iznosi  $b=2.5$  m. Brzine kretanja buldozera su:

- Pri rezanju zemlje -  $V_u=2.5$  km/h;
- Pri transportu i razastiranju -  $V_o=V_i=3.0$  km/h;
- Pri povratku -  $V_p=6.0$  km/h.

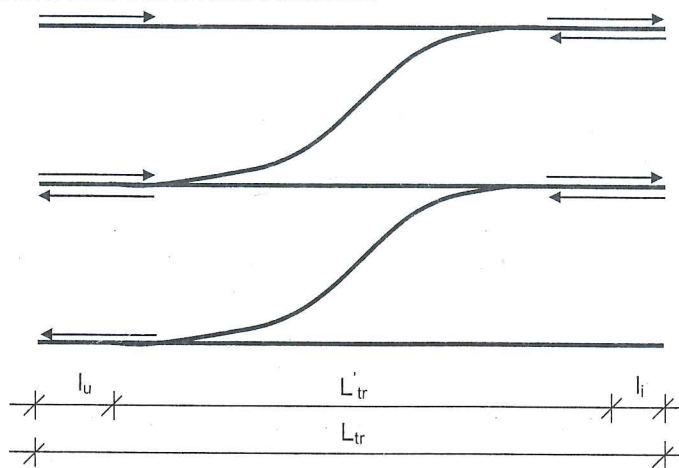
Vreme spuštanja raonika iznosi  $t_s=0.10$  min. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena u toku jednog sata je  $k_v=0.8$ .

Potrebno je:

- Nacrtati tehnološku šemu rada buldozera;
- Odrediti praktični učinak buldozera.

**REŠENJE:**

- a) Tehnološka šema rada buldozera



Slika 1.1.23 – Oscilatorna tehnološka šema rada buldozera (rešenje zadatka 1.1.7)

- b) Izračunavanje praktičnog učinka buldozera

Dužina utovara (dužina na kojoj se vrši iskop zemlje)

Zapremina skupljene zemljane prizme ispred raonika iznosi  $1.9 \text{ m}^3$  pa se na osnovu toga može izračunati dužina na kojoj se vrši iskop:

$$q' = q \cdot k_r = b \cdot d_1 \cdot l_u \cdot k_r \Rightarrow l_u = \frac{q'}{b \cdot d_1 \cdot k_r} = \frac{1.90}{2.5 \cdot 0.15 \cdot 1.20} = 4.22 \text{ m}$$

Dužina istovara (dužina na kojoj se vrši razastiranje zemlje)

Zapremina zemljane prizme ispred raonika posle guranja je manja zbog rastura zemljanog materijala. Koeficijent gubitka zemljanog materijala je:

$$k_g = 1 - 0.005 \cdot L_{tr} = 1 - 0.005 \cdot 35 = 0.825,$$

pa je zapremina zemlje koja se razastire umanjena:

$$q'' = k_g \cdot q' = b \cdot d_2 \cdot l_i \Rightarrow l_i = \frac{k_g \cdot q'}{b \cdot d_2} = \frac{0.825 \cdot 1.9}{2.5 \cdot 0.25} = 2.51 \text{ m}$$

Dužina transporta (dužina na kojoj se vrši guranje zemlje)

$$L'_{tr} = L_{tr} - l_u - l_i = 35 - 4.22 - 2.51 = 28.27 \text{ m}$$

Trajanje ciklusa rada buldozera

$$t_c = \frac{l_u}{V_u} + \frac{L'_{tr}}{V_o} + \frac{l_i}{V_i} + \frac{L_{tr}}{V_p} + t_s$$

$$t_c = \frac{4.22}{41.67} + \frac{28.27}{50} + \frac{2.51}{50} + \frac{35}{100} + 0.10 = 1.17 \text{ min} = 70 \text{ sec}$$

Praktični učinak buldozera

Zapremina zemlje koja se razastire:

$$q'' = k_g \cdot q' = 0.825 \cdot 1.9 = 1.567 \text{ m}^3$$

Koeficijent utivaja nagiba  $k_u=1$ , za kretanje buldozera po horizontalnom terenu, ppa je praktični učinak:

$$U_{pr} = \frac{3600 \cdot q'' \cdot k_u}{t_c} \cdot k_v = \frac{3600 \cdot 1.567 \cdot 1}{70} \cdot 0.8 = 64.47 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1.1.8** Na planiranju površine radi grejder sledećih karakteristika:

- Dužina noža -  $l=3.0 \text{ m}$ ; -  $e$
- Dužina preklapanja prelaza -  $\Delta b=0.60 \text{ m}$ ;
- Radna brzina -  $V=2.8 \text{ km/h}$ ;
- Ugao zakošenja noža prema smeru kretanja -  $\alpha=30^\circ$ ;
- Koeficijent iskorišćenja vremena -  $k_v=0.80$ .

Količina zemlje koju grejder treba da skine iznosi  $Q=1500 \text{ m}^3$ , širina površine koja se planira je  $B=15 \text{ m}$ , prosečna debljina sloja zemlje koja se skida sa dela planiranja je  $h=5 \text{ cm}$ . Pri ravnanju, grejder zahvata zemlju prosečno u poprečnom preseku  $f=0.15 \text{ m}^2$ .

Potrebno je odrediti:

- Praktični učinak grejdера;
- Potrebno vreme za planiranje predviđene površine.

**REŠENJE:**

- a) Izračunavanje praktičnog učinka grejdера

Broj prelaza preko istog mesta

$$n = \frac{B \cdot h}{f} = \frac{15 \cdot 0.05}{0.15} = 5 \text{ puta}$$

Praktični učinak grejdera

Brzina kretanja grejdera je preračunata u  $m/sec$

$$U_{pr} = \frac{3600 \cdot V(l \cdot \sin \alpha - \Delta b)}{n} \cdot k_v = \frac{3600 \cdot 0.778(3 \cdot \sin 30^\circ - 0.6)}{5} \cdot 0.8$$

$$= 403.20 \text{ m}^2/h,$$

ili u  $m^3/h$

$$U_{pr} = 403.2 \cdot 0.05 = 20.16 \text{ m}^3/h$$

b) Izračunavanje potrebnog vremena za planiranje predviđene površine

$$n_h = \frac{Q}{U_{pr}} = \frac{1500}{20.16} = 74.4 \text{ h}$$

**1.1.9** Na gradilištu koje se nalazi na nadmorskoj visini 245 m (koeficijent uticaja nadmorske visine -  $k_z=0.75$ ), vrši se iskop zemlje III kategorije (koeficijent rastresitosti -  $k_r=1.25$ ), njen transport, razastiranje i zbijanje u količini od  $15\,000 \text{ m}^3$  (samoniklo stanje). Iskop vrši bager čija je norma vremena  $0.02 \text{ nč/m}^3$ , transport i razastiranje buldozer sa normom vremena  $0.03 \text{ nč/m}^3$ , a zbijanje vrše valjci sa normom vremena  $0.075 \text{ nč/m}^3$ . Rad se odvija u jednoj smeni od 10 h. Sve date norme vezane su za rastresito stanje.

Potrebno je odrediti:

- Potrebno vreme za izvršenje date količine radova;
- Broj mašina u sastavu (uzeti da radi jedna glavna mašina);
- Procenat iskorišćenja mašina u sastavu.

**REŠENJE:**

a) Izračunavanje radnog vremena

Količina zemlje koja treba da se iskopa u rastresitom stanju

$$Q_r = Q \cdot k_r = 15\,000 \cdot 1.25 = 18\,750 \text{ m}^3$$

Praktični učinci mašina

Bager

$$U_{pr,b} = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ m}^3/h$$

Buldozer

$$U_{pr,bul} = \frac{1}{0.03} = 33.33 \text{ m}^3/h$$

Valjak

$$U_{pr,v} = \frac{1}{0.075} = 13.33 \text{ m}^3/h$$

Broj dana za izvršenje predviđenih zemljanih radova

$$n_{rd} = \frac{Q_r}{U_{pr,b} \cdot n_b \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{18\,750}{50 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10} = 37.5 \approx 38 \text{ radnih dana}$$

b) Izračunavanje broja pratećih mašina

$$n_b = \frac{Q_r}{U_{pr,bul} \cdot n_{rd} \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{18\,750}{33.33 \cdot 38 \cdot 1 \cdot 10} = 1.48 \approx 2 \text{ buldozera}$$

$$n_v = \frac{Q_r}{U_{pr,v} \cdot n_{rd} \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{18\,750}{13.33 \cdot 38 \cdot 1 \cdot 10} = 3.70 \approx 4 \text{ valjka}$$

c) Izračunavanje pokazatelja iskorišćenja

$$i_b = \frac{n_{rd}}{n_{rd,usv}} = \frac{37.5}{38} = 0.9868 = 99\%$$

$$i_{bul} = \frac{n_{bul}}{n_{bul,usv}} = \frac{1.48}{2} = 0.7402 = 74\%$$

$$i_v = \frac{n_v}{n_{v,usv}} = \frac{3.70}{4} = 0.9254 \approx 93\%$$

**1.1.10** Na gradilištu investicionog objekta vrši se iskop, transport, razastiranje i zbijanje zemlje III kategorije (koeficijent rastresitosti -  $k_r=1.25$ ) u količini od  $25\,000 \text{ m}^3$  (samoniklo stanje). Rad se odvija u jednoj smeni u radnom danu sa trajanjem smene od 11 sati. Iskop u slojevima, transport i razastiranje vrši jedan buldozer praktičnog učinka  $74 \text{ m}^3/h$  (rastresito stanje). Zemlju treba sabiti pneumovaljcima. Na raspolaganju su pneumovaljci sa sledećim normama (rastresito stanje):

$$V_1=0.012 \text{ nč/m}^3; \quad V_2=0.06 \text{ nč/m}^3; \quad V_3=0.05 \text{ nč/m}^3;$$

Potrebno je odrediti:

- Broj radnih dana za iskop i sabijanje date količine zemlje;
- Broj pneumovaljaka za sinhronizovan rad sa buldozerom uz uslov najvećeg stepena iskorišćenja.

**REŠENJE:**

a) Izračunavanje potrebnog radnog vremena

Količina zemlje koja treba da se iskopa u rastresitom stanju

$$Q_r = Q \cdot k_r = 25\,000 \cdot 1.25 = 31\,250 \text{ m}^3$$

Broj dana za izvršenje predviđenih zemljanih radova

$$n_{rd} = \frac{Q_r}{U_{pr,b} \cdot n_b \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{31\,250}{74 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 11} = 38.39 \approx 39 \text{ radnih dana}$$

b) Izračunavanje broja pneumovaljaka

Praktični učinak pneumovaljaka

$$U_{pr1} = \frac{1}{V_1} = \frac{1}{0.012} = 83.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_{pr2} = \frac{1}{V_2} = \frac{1}{0.06} = 16.67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_{pr3} = \frac{1}{V_3} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj pneumovaljaka:

$$n_1 = \frac{Q_r}{U_{pr1} \cdot n_{rd} \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{31\,250}{83.33 \cdot 39 \cdot 1 \cdot 11} = 0.87 \approx 1 \text{ pneumo valjak}$$

$$n_2 = \frac{Q_r}{U_{pr2} \cdot n_{rd} \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{31\,250}{16.67 \cdot 39 \cdot 1 \cdot 11} = 4.37 \approx 5 \text{ pneumo valjaka}$$

$$n_3 = \frac{Q_r}{U_{pr3} \cdot n_{rd} \cdot n_{sm} \cdot n_h} = \frac{31\,250}{20 \cdot 39 \cdot 1 \cdot 11} = 3.64 \approx 4 \text{ pneumo valjka}$$

Pokazatelj iskorišćenja

$$i_1 = \frac{n_1}{n_{1usv}} = \frac{0.87}{1} = 0.87413 \approx 87.4\%$$

$$i_2 = \frac{n_2}{n_{2usv}} = \frac{4.37}{5} = 0.87395 \approx 87.3\%$$

$$i_3 = \frac{n_3}{n_{3usv}} = \frac{3.64}{4} = 0.91055 \approx 91\%$$

Najveći procenat iskorišćenja valjka dobija se ako se usvoji treća varijanta, tj. rad 4 valjka sa praktičnim učinkom:  $U_{pr3} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 1.2 MAŠINE ZA PODIZANJE I PRENOS TERETA

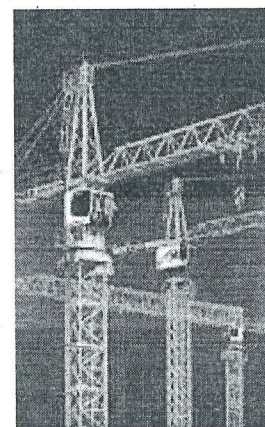
Mašine za podizanje i prenos tereta spadaju u grupu mašina za transport na kraća rastojanja – unutrašnji (gradilišni) transport. Mašina za podizanje i prenos tereta su:

- Kranovi (toranjski, portalni, mostni, kabl, derik, i dr);
- Samohodne dizalice - autodizalice;
- Ostale mašine za podizanje i prenos (lift dizalice, konzolne dizalice, pumpe za beton, viljuškari, itd).

U ovoj knjizi obrađeni su: toranjski kranovi, autodizalice, lift dizalice i konzolne dizalice u okviru ovog dela, kao i betonske pumpe u okviru dela *Mašine za betonske radove*.

**Toranjski kranovi su** mašine za transport i prenos materijala unutar gradilišta. Primenjuju se u visokogradnji i kod drugih visokih konstrukcija. Sastoje se od okretnog tornja koji po potrebi može biti pokretan (horizontalno kretanje po šinama), na kome se nalazi strela sa opremom za dizanje tereta pomoću užadi. Strela može biti horizontalna (slika 1.2.1a) ili kosa (1.2.1b) pokretna u vertikalnom smislu. Uglavnom prevlađuju kranovi sa horizontalnom strelom.

a)



b)



Slika 1.2.1 – Toranjski kran sa:

a) horizontalnom strelom; b) kosom strelom

Kranovi mogu da stoje slobodno, da budu oslonjeni na građevinu, ili budu unutar građevine. Bitna karakteristika kranova je nosivost i dejstvo (radijus i visina).

### Proračun praktičnog učinka kрана

Praktični učinak toranjskog kрана izračunava se prema izrazu:

$$U_{pr} = Q_{max} \cdot k_n \cdot n \cdot k_v \quad [kN/h], [t/h], [m^3/h] \quad (1.2.1)$$

gde je:

$Q_{max}$  – nosivost kрана (kN)

$k_n$  – koeficijent nosivosti

$n$  – broj ciklusa rada kрана (cikl/h)

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena

Trajanje ciklusa rada kрана sastoji se od vremena potrebnog za izvršenje samog prenosa -  $T_1$  i vremena potrebnog za izvršenje pomoćnih ručnih operacija -  $T_2$ :

$$t_c = T_1 + T_2 \quad (1.2.2)$$

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_1} + \frac{H}{V_2} + \frac{S_1}{V_3} + \frac{S_2}{V_4} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K \quad (1.2.3)$$

gde je:

$H$  – dužina horizontalnog kretanja kрана (m)

$S_1$  – visina podizanja tereta (m)

$S_2$  – visina spuštanja tereta (m)

$V_1$  – brzina horizontalnog kretanja kрана sa teretom (m/min)

$V_2$  – brzina horizontalnog kretanja kрана bez tereta (m/min)

$V_3$  – brzina izdizanja tereta (m/min)

$V_4$  – brzina spuštanja kuke (m/min)

$\alpha$  – ugao okretanja strele ( $^\circ$ )

$n$  – broj okretaja strele ( $^\circ$ /min)

$K$  – koeficijent sažimanja operacija

**Autodizalice** se najčešće koriste za prenos i podizanje tereta pri izgradnji montažnih objekata. Sastoje se od kamiona sa okretnim postoljem koje nosi strelu dizalice. Mogu biti sa nepromenljivom rešetkastom strelom i sa promenljivom, teleskopskom strelom. Postoji mnogo različitih vrsta i tipova posebno teleskopskih autodizalica (slika 1.2.2) u pogledu veličine, nosivosti konstrukcije, kao i načina rada strele. Velike dizalice imaju hidraulične stabilizatore koje se izvlače bočno (slika 1.2.3).

### Proračun praktičnog učinka autodizalica

Praktični učinak autodizalice izračunava se prema izrazu:

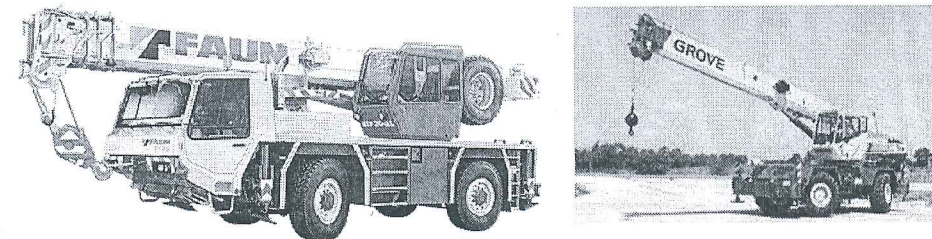
$$U_{pr} = \frac{3600}{t_c} \cdot Q \cdot k_v \quad [kN/h], [t/h], [m^3/h] \quad (1.2.4)$$

gde je:

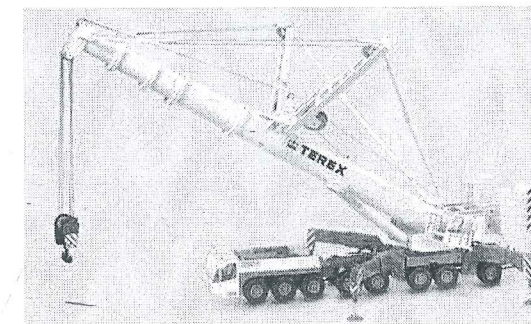
$t_c$  – trajanje ciklusa rada autodizalice (sec)

$Q$  – težina ili zapremina tereta (kN, t ili  $m^3$ )

$k_v$  – koeficijent iskorišćenja radnog vremena



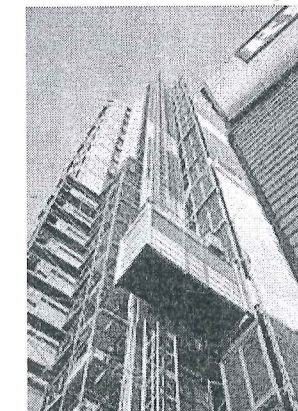
Slika 1.2.2 – Autodizalice sa teleskopskom strelom



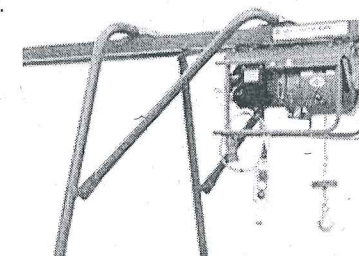
Slika 1.2.3 – Autodizalice sa teleskopskom strelom i stabilizatorima

**Lift dizalice** se koriste u visokogradnji za dizanje tereta manje težine i radnika (slika 1.2.4). Sastoje se od platforme ili kabine koja se kreće po šinama vođicama pričvršćenim za objekat. Proizvode se i dizalice sa dve platforme, koje se kreću naizmenično gore-dole, čime je povećan učinak.

**Konzolne dizalice** se koriste kao pomoćna sredstva na gradilištu za podizanje manjih tereta do 500 kg. Na slici 1.2.5 prikazana je konzolna dizalica.



Slika 1.2.4 – Lift dizalica



Slika 1.2.5 – Konzolna dizalica

**1.2.1** Izračunati praktični učinak toranjskog kрана nosivosti 80 kN, koji radi na prenosu elemenata težine 40 kN. Trajanje ciklusa rada kрана je  $t_c=4$  min, a koeficijent iskorišćenja radnog vremena iznosi  $k_v=0.79$ .

**REŠENJE:**

$$n = \frac{3600}{t_c} = \frac{60}{4} = 15 \text{ cikl/h}$$

$$k_n = \frac{Q}{Q_{max}} = \frac{40}{80} = 0.5$$

$$U_{pr} = Q_{max} \cdot k_n \cdot n \cdot k_v = 80 \cdot 0.5 \cdot 15 \cdot 0.79 = 474 \text{ kN/h}$$

**1.2.2** Toranjski kran dužine strele 25 m radi na prenosu betona za betoniranje međuspratne konstrukcije, u količini od  $150 \text{ m}^3$ , iznad III sprata objekta dimenzija u osnovi  $18 \times 30 \text{ m}$ , spratne visine 3.0 m, kota poda prizemlja je  $\pm 0.00$ . Trajanje ciklusa rada kрана iznosi  $t_c=6.5$  min, koeficijent iskorišćenja radnog vremena je  $k_v=0.8$ , max nosivost kрана je  $Q_{max}=2.5 \text{ t}$ . Korpa kojom se prenosi beton ima zapreminu  $q=0.90 \text{ m}^3$ , zapreminska težina betona je  $\gamma=24 \text{ kN/m}^3$ . Kran opslužuju dva pomoćna radnika RII sa pojedinačnim koštanjem radnog sata od 158 din/h. Koštanje jednog sata rada kрана je  $M_h=10\,600 \text{ din/h}$ .

Potrebno je:

- Izračunati praktični učinak toranjskog kрана (u  $\text{m}^3/\text{h}$ );
- Nacrati tehnološku šemu rada kрана;
- Odrediti jediničnu cenu navedenog rada preko koštanja mašinskog časa.

**REŠENJE:**

- Izračunavanje praktičnog učinka toranjskog kрана

Broj ciklusa u toku jednog sata rada kрана

$$n = \frac{3600}{t_c} = \frac{60}{6.5} = 9.23 \text{ cikl/h}$$

Težina betona koji se prenosi

$$Q = q \cdot \gamma = 0.9 \cdot 24 = 21.6 \text{ kN}$$

Koeficijent iskorišćenja nosivosti

$$k_n = \frac{Q}{Q_{max}} = \frac{21.6}{25} = 0.864$$

Praktični učinak

$$U_{pr} = Q_{max} \cdot k_n \cdot n \cdot k_v = 25 \cdot 0.864 \cdot 9.23 \cdot 0.8 = 159.49 \text{ kN/h}$$

ili

$$U_{pr} = \frac{159.49}{24} = 6.65 \text{ m}^3/\text{h}$$

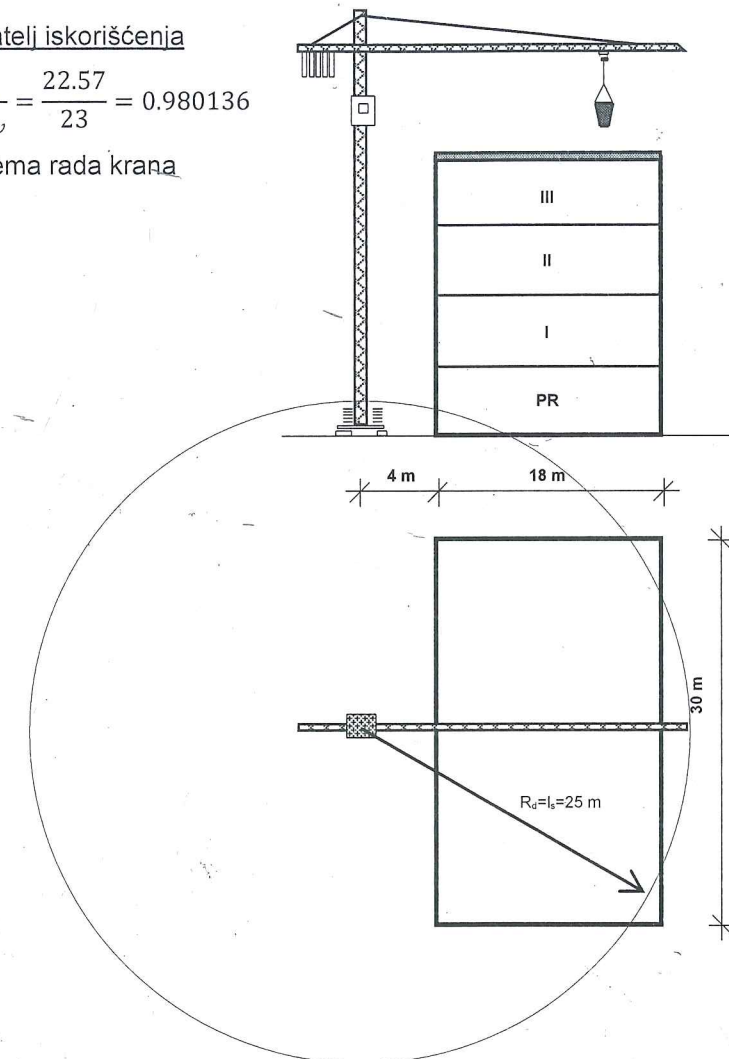
Potrebna broj radnih sati

$$n_{rd} = \frac{Q}{U_{pr}} = \frac{150}{6.65} = 22.57 \approx 23 \text{ radnih sati}$$

Pokazatelj iskorišćenja

$$i = \frac{n}{n_{usv}} = \frac{22.57}{23} = 0.980136$$

b) Šema rada kрана



Slika 1.2.6 – Tehnološka šema rada kрана (rešenje zadatka 1.2.2)

c) Izračunavanje jedinične cene preko koštanja mašinske smene

$$C_k = \frac{M_h + R}{U_{pr} \cdot i} = \frac{10\,600 + 2 \cdot 158}{6.65 \cdot 0.98071} = 1673.79 \text{ din/m}^3$$

**1.2.3** Izračunati praktični učinak toranjskog kрана sa strelom koja ima samo horizontalni položaj, u sledećim uslovima rada:

- Nosivost kрана -  $Q_{\max}=65$  kN;
- Visina izdizanja tereta, odnosno spuštanja kuke kрана -  $H=18$  m;
- Kran prelazi horizontalno rastojanje od  $S=10$  m sa teretom, kao i bez tereta;
- Brzina izdizanja tereta -  $V_1=20$  m/min;
- Brzina spuštanja kuke kрана -  $V_2=30$  m/min;
- Brzina kretanja kрана sa opterećenjem (horizontalno) -  $V_3=5$  m/min, a bez opterećenja  $V_4=10$  m/min;
- Broj okretaja strele u jednom minutu -  $n=2$ , dok je ugao okretanja strele -  $\alpha=90^\circ$ ;
- Koeficijent sažimanja pojedinih operacija i postupaka -  $K=0.8$ ;
- Efektivno radno vreme kрана u toku jednog sata -  $t_{ef}=42$  min;
- Koeficijent iskorišćenja nosivosti kрана -  $k_n=0.75$ ;
- Vreme potrebno za ostvarivanje ručnih operacija i postupaka -  $T_2=2.3$  minuta.

#### REŠENJE:

Izračunavanje praktičnog učinka:

Trajanje ciklusa rada kрана

$$t_c = T_1 + T_2$$

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_1} + \frac{H}{V_2} + \frac{S_1}{V_3} + \frac{S_2}{V_4} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K$$

$$T_1 = \left( \frac{18}{20} + \frac{18}{30} + \frac{10}{5} + \frac{10}{10} + \frac{2 \cdot 90^\circ}{360^\circ \cdot 2} \right) \cdot 0.8 = (0.9 + 0.6 + 2 + 1 + 0.25) \cdot 0.8 = 3.8 \text{ min}$$

$$T_2 = 2.3 \text{ min}$$

$$t_c = 3.8 + 2.3 = 6.1 \text{ min}$$

Broj ciklusa u toku jednog sata rada kрана

$$n = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{6.1} = 9.84 \text{ cikl/h}$$

Koeficijent iskorišćenja radnog vremena

$$k_v = \frac{t_{ef}}{t} = \frac{42}{60} = 0.7$$

Praktični učinak

$$U_{pr} = Q_{\max} \cdot k_n \cdot n \cdot k_v = 65 \cdot 0.75 \cdot 9.84 \cdot 0.7 = 335.79 \text{ kN/h}$$

**1.2.4** Izračunati praktični učinak auto-dizalice koja radi na montaži prefabrikovanih elemenata pri izgradnji industrijske hale, u sledećim uslovima rada:

- Nosivost auto-dizalice iznosi  $Q=180$  kN, za dužinu strele od 17 m, i radijus dejstva 5 m;
- Visina izdizanja tereta, osno spuštanja kuke kрана -  $H=4.20$  m;
- Brzina izdizanja tereta -  $V_1=7.5$  m/min;
- Brzina spuštanja strele i kuke -  $V_2=5.0$  m/min;
- Broj okretaja obrtne platforme sa strelom -  $n=2$  obr/min, dok je ugao okretanja strele -  $\alpha=25^\circ$ ;
- Koeficijent sažimanja pojedinih operacija i postupaka -  $K=0.85$ ;
- Razmak između stajališta dizalice pri montaži -  $S=6.5$  m;
- Brzina kretanja dizalice pri premeštanju sa jednog na drugo stajalište -  $V_3=10$  m/min;
- Koeficijent iskorišćenja nosivosti auto-dizalice -  $k_n=0.833$ ;
- Vreme potrebno za izvršenje pomoćnih operacija -  $T_2=18$  min;
- Efektivno radno vreme kрана u toku jednog sata -  $t_{ef}=48$  min.

#### REŠENJE:

Izračunavanje praktičnog učinka:

Trajanje ciklusa rada auto-dizalice

$$t_c = T_1 + T_2$$

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_1} + \frac{H}{V_2} + \frac{S}{V_3} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K$$

$$T_1 = \left( \frac{4.2}{7.5} + \frac{4.2}{5} + \frac{6.5}{10} + \frac{2 \cdot 35^\circ}{360^\circ \cdot 2} \right) \cdot 0.85 = (0.56 + 0.84 + 0.65 + 0.097) \cdot 0.85 = 1.83 \text{ min}$$

$$T_2 = 18 \text{ min}$$

$$t_c = 1.83 + 18 = 19.83 \text{ min}$$

Broj ciklusa u toku jednog sata rada auto-dizalice

$$n = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{19.83} = 3.03 \text{ cikl/h}$$

Koeficijent iskorišćenja radnog vremena

$$k_v = \frac{t_{ef}}{t} = \frac{48}{60} = 0.8$$

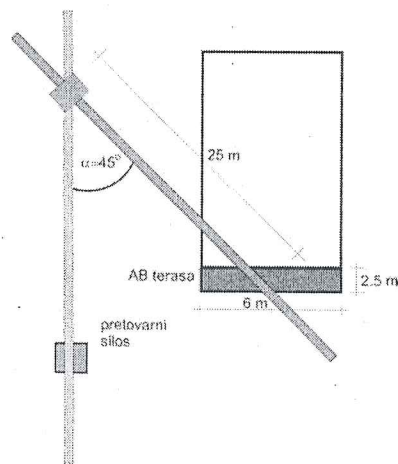
Praktični učinak

$$U_{pr} = Q \cdot n \cdot k_v = 180 \cdot 3.02 \cdot 0.8 = 436.32 \text{ kN/h}$$

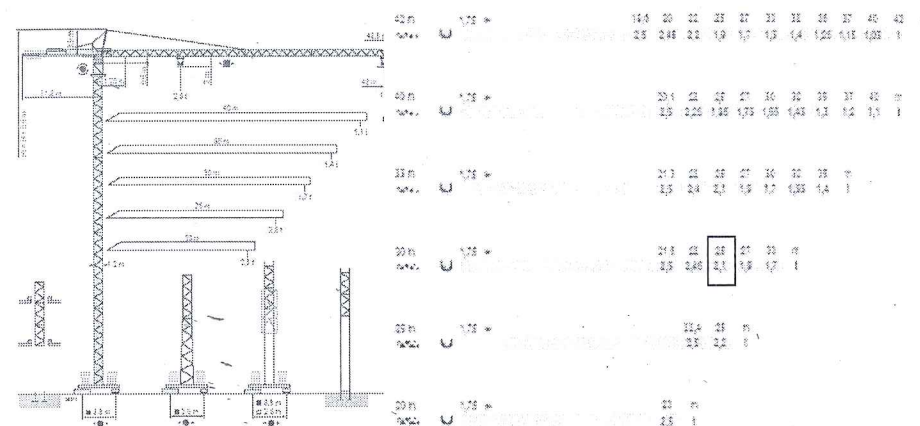
**1.2.5** Na prenosu betona za betoniranje AB ploče terase dimenzija  $2.50 \times 6.00 \times 0.25$  m, na visini od 12 m, koristi se toranjski kran marke "potain-city crane MC 50B" dužine strele  $l_s=30$  m, maksimalne nosivosti  $Q_{max}=2.5$  t (koja je konstantna na dužini strele od 1.75 m od ose tornja, do 21.5 m), minimalne nosivosti  $Q_{min}=1.7$  t (na kraju strele). Beton se spravlja u fabrici betona odakle se na gradilište dovozi mikserima, koji vrše istovar u pretovarni silos (položaj prema slici 1.2.7). Iz pretovarnog silosa utovar betona se vrši u kransku korpu koja se prenosi kranom do mesta betoniranja. Brzina izdizanja pune korpe je  $V_{iz}=0.7$  m/sec, a brzina spuštanja prazne korpe je  $V_{sp}=1.5$  m/sec; broj okretaja tornja u toku jednog minuta iznosi  $n=2$  okr/min. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena  $k_v=0.76$ , potrebno vreme za pomoćne ručne operacije  $T_2=2$  min, koeficijent sažimanja operacija  $K=0.8$ . Računati sa maksimalnom mogućom težinom tereta na odgovarajućem delu strele.

Potrebno je odrediti:

- Praktični učinak kрана na prenosu betona;
- Potrebno radno vreme za betoniranje date terase;
- Nacrtni dijagram nosivosti kрана.



Slika 1.2.7 – Položaj kрана u odnosu na objekat (zadatak 1.2.5)



Slika 1.2.8 – Podaci iz prospekta (zadatak 1.2.5)

**REŠENJE:**

a) Izračunavanje praktičnog učinka

Trajanje ciklusa rada kрана

$$t_c = T_1 + T_2$$

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_1} + \frac{H}{V_2} + \frac{S_1}{V_3} + \frac{S_2}{V_4} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K$$

Kako nema horizontalnog kretanja kрана, članovi:  $\frac{S_1}{V_3}$  i  $\frac{S_2}{V_4}$  su jednaki nuli, pa izraz za praktični učinak glasi:

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_{iz}} + \frac{H}{V_{sp}} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K$$

$$T_1 = \left( \frac{12}{0.7} + \frac{12}{1.5} + \frac{2 \cdot 45^\circ}{360^\circ \cdot 2} \right) \cdot 0.8 = 20.21 \text{ sec}$$

$$T_2 = 2 \text{ min} = 120 \text{ sec}$$

$$t_c = 20.21 + 120 = 140.21 \text{ sec}$$

Broj ciklusa u toku jednog sata rada kрана

$$n = \frac{3600}{t_c} = \frac{3600}{140.21} = 25.67 \text{ cikl/h}$$

Praktični učinak

Nosivost na delu strele koji se koristi, prema datim podacima iz prospekta je 2.1 t, pa je:

$$U_{pr} = Q_{max} \cdot k_n \cdot n \cdot k_v = 2.1 \cdot 1 \cdot 25.67 \cdot 0.8 = 43.13 \text{ t/h} = 431.3 \text{ kN/h}$$

ili praktični učinak izražen u m<sup>3</sup>/h

$$U_{pr} = \frac{431.3}{24} = 17.97 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Potrebno radno vreme za betoniranje date terase

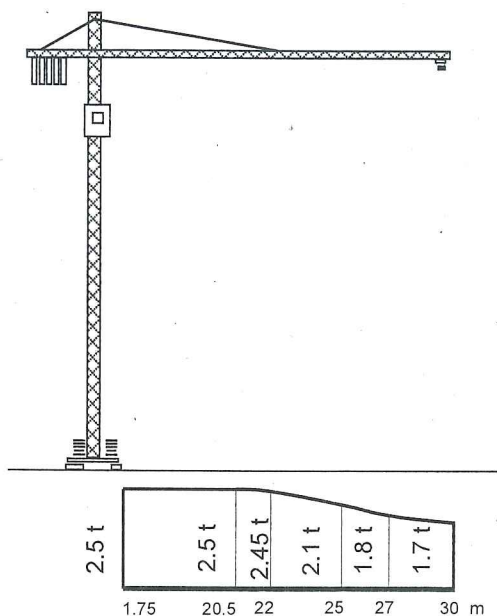
Količina betona

$$Q = 2.50 \cdot 6.00 \cdot 0.25 = 3.75 \text{ m}^3$$

Potrebno vreme za betoniranje terase

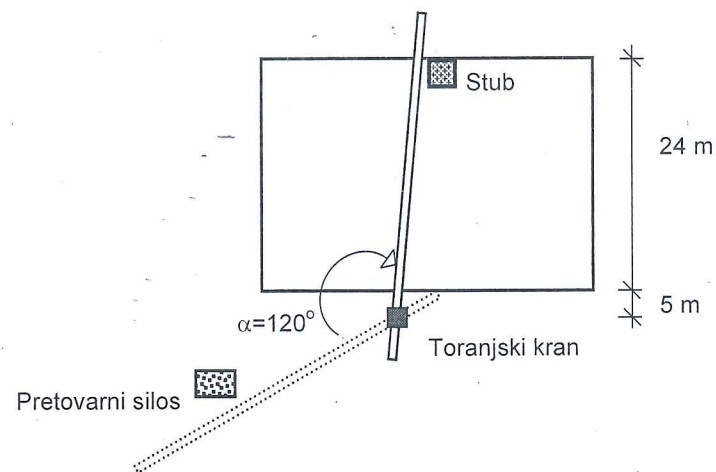
$$n = \frac{Q}{U_{pr}} = \frac{3.75}{17.97} = 0.20869 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = 12.52 \text{ min} \cong 13 \text{ min}$$

c) Dijagram nosivosti kрана



Slika 1.2.9 – Dijagram nosivosti kрана (rešenje zadatka 1.2.5)

**1.2.6** Izračunati praktični učinak toranjskog kрана koji vrši prenos betona za potrebe betoniranja stuba prema slici 1.2.10. Maksimalna nosivost kрана je  $Q_{max}=2.5 \text{ t}$ , a minimalna nosivost je  $Q_{min}=1.2 \text{ t}$  (koja se koristi u ovom slučaju). Dužina strele je  $l_s=30 \text{ m}$ , brzina izdizanja tereta  $V_{iz}=5 \text{ m/min}$ , a brzina spuštanja tereta je  $V_{sp}=8 \text{ m/min}$ , broj okretaja tornja u toku jednog minuta iznosi  $n=1.8 \text{ okr/min}$ . Potrebno vreme za pomoćne ručne operacije iznosi  $T_2=2.2 \text{ min}$ , koeficijent sažimanja pojedinih operacija i postupaka iznosi  $K=0.8$ , a koeficijent iskorišćenja radnog vremena  $k_v=0.85$ . Visina objekta u trenutku betoniranja datog stuba je  $20 \text{ m}$ .



Slika 1.2.10 – Položaj kрана za betoniranje stuba (zadatak 1.2.6)

**REŠENJE:**

a) Izračunavanje praktičnog učinka

Trajanje ciklusa rada kрана

$$t_c = T_1 + T_2$$

$$T_1 = \left( \frac{H}{V_{iz}} + \frac{H}{V_{sp}} + \frac{2\alpha}{360^\circ \cdot n} \right) \cdot K$$

$$T_1 = \left( \frac{20}{5} + \frac{20}{8} + \frac{2 \cdot 120^\circ}{360^\circ \cdot 2} \right) \cdot 0.8 = 5.47 \text{ min}$$

$$T_2 = 2.2 \text{ min}$$

$$t_c = 5.47 + 2.2 = 7.67 \text{ sec}$$

Broj ciklusa u toku jednog sata rada kрана

$$n = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{7.67} = 7.82 \text{ cikl/h}$$

Praktični učinak

$$U_{pr} = Q \cdot n \cdot k_v = 1.2 \cdot 7.82 \cdot 0.85 = 7.98 \text{ t/h} = 79.8 \text{ kN/h}$$

**1.2.7** Izvrši izbor potrebne dužine strele auto-dizalice, za montažu stubova i rigli pri izgradnji industrijske hale, za uslove rada prema slici 1.2.11.

Oznake na slici:

$b'$  – širina jednog polja, 6 m

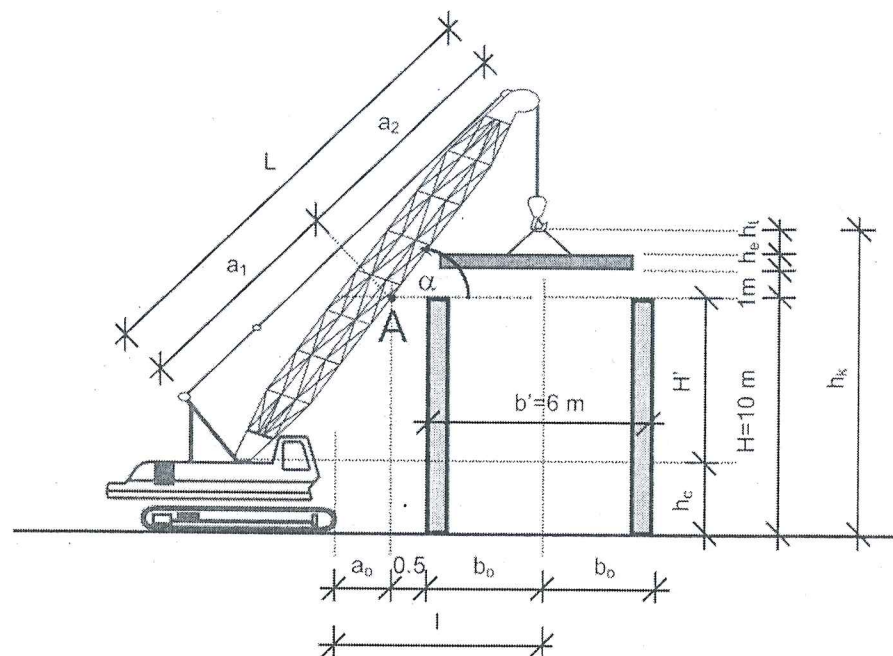
$b_o$  – unutrašnja polovina širine objekta zajedno sa debljinom stuba

$H$  – visina stuba, 10 m

$h_c$  – visina od tla do donjeg vrha strele, 1.5 m

$h_t$  – visina prihvatnja elementa, 1.5 m

$h_e$  – visina rigli, 0.5 m



Slika 1.2.11 – Auto-dizalica pri montaži stubova i rigli (zadatak 1.2.7)

### REŠENJE:

Visina do kuke dizalice određuje se prema izrazu:

$$h_k = H + h_e + h_t + 1.0 \text{ m}$$

$$h_k = 10 + 0.5 + 2.5 + 1 = 14.0 \text{ m}$$

Portrebna dužina strele određuje se prema:

$$L = a_1 + a_2$$

gde je:

$$a_1 = \frac{H'}{\sin \alpha}$$

$$a_2 = \frac{b_0 + 0.5}{\cos \alpha}$$

Da bi strela autodizalnice ispunila date uslove, tj. da doseže do polovine širine objekta i da prođe kroz tačku A, dužina strele kрана L biće izražena samo u funkciji ugla  $\alpha$ . Minimalna dužina strele dobijena je kao prvi izvod funkcije L po uglu  $\alpha$ , izjednačen sa nulom.

$$L = a_1 + a_2 = \frac{H'}{\sin \alpha} + \frac{b_0 + 0.5}{\cos \alpha}$$

Prvi izvod prethodnog izraza je

$$\frac{dL}{d\alpha} = -\frac{H' \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} + \frac{(b_0 + 0.5) \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0$$

odakle se dobija optimalni ugao  $\alpha_{opt}$

$$\tan \alpha_{opt} = \sqrt[3]{\frac{H'}{b_0 + 0.5}}$$

pa je

$$H' = H_0 - h_c = 10 - 1.5 = 8.5 \text{ m}$$

$$\tan \alpha_{opt} = \sqrt[3]{\frac{8.5}{3 + 0.5}} = 1.34 \Rightarrow \alpha_{opt} = 53^\circ 21'$$

dužina strele dizalice

$$L = \frac{8.5}{\sin \alpha_{opt}} + \frac{3.5}{\cos \alpha_{opt}} = 16.46 \approx 17 \text{ m}$$

radni domet strele

$$l = a_0 + b_0 + 0.5$$

$$a_0 = \frac{H}{\tan \alpha_{opt}} = \frac{8.5}{1.34} = 6.34 \text{ m}$$

$$l = 6.34 + 3 + 0.5 = 9.84 \text{ m}$$