

# Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti izgradnje lukobrana i popločavanje šetnice

---

Ćurlin, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:481942>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Ivan Ćurlin**

**Split, 2019.**

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

**Ivan Ćurlin**

**Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane**  
**aktivnosti izgradnje lukobrana i popločavanje**  
**šetnice**

**Završni rad**

**Split, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Matice hrvatske 15

21000 Split

**STUDIJ:STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Ivan Ćurlin**

**BROJ INDEKSA: 1730**

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

**PREDMET: Tehnologija građenja**

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti izgradnje lukobrana i popločavanje šetnice

Opis zadatka: Student će na temelju teorijskog znanja i raspoložive literature izraditi hipotetski slučaj izgradnje lukobrana i popločavanje šetnice, te za odabrane radove izabrati odgovarajuće strojeve i uskladiti njihov rad.

U Splitu, 07.03.2019.

Voditeljica Završnog rada:

Prof.dr.sc. Snježana Kezić

# **Izbor i usklađivanje rada strojeva za odabrane aktivnosti izgradnje lukobrana i popločavanje šetnice**

## ***Sažetak:***

Ovim završnim radom predviđa se rješavanje problema usklađivanja rada strojeva prilikom izgradnje lukobrana i šetnice. Cilj je postizanje što veće učinkovitosti uz zadovoljavajuću kvalitetu uz određeni proračun poznat i definiran prije početka radova.

## ***Ključne riječi:***

građevinski strojevi, usklađivanje rada strojeva, lukobran, šetnica, popločavanje

# **Selection and harmonisation of machinery for construction of breakwater and walking trail**

## ***Abstract:***

These final works are intended to solve the problem of machine alignment when constructing breakwater and walkways. The goal was to achieve the highest satisfaction with the quality and to set the budget and define it before the works began.

## ***Keywords:***

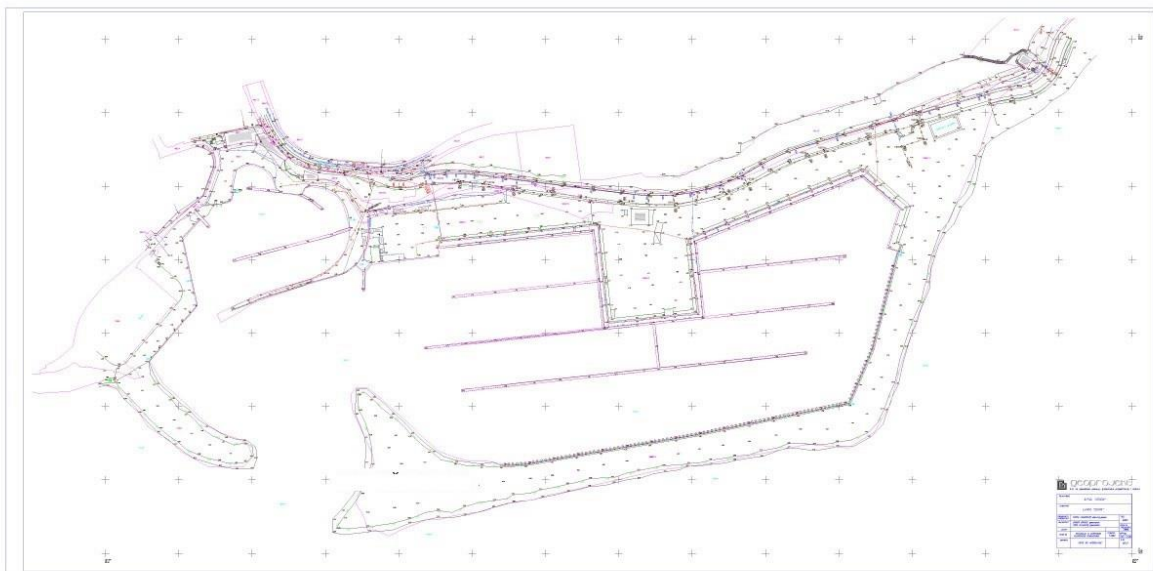
Construction machinery, machinery harmonisation, breakwater, walking trail

## **SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OPIS PROJEKTA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. OPIS AKTIVNOSTI.....</b>	<b>4</b>
<b>4. ODABIR STROJEVA.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.BULDOZER.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.UTOVARIVAČ.....</b>	<b>9</b>
<b>4.3.KAMION KIPER.....</b>	<b>10</b>
<b>4.4.VIBROVALJAK.....</b>	<b>11</b>
<b>4.5.PLOVNO JARUŽALO.....</b>	<b>12</b>
<b>4.6.DOZER.....</b>	<b>13</b>
<b>4.7.AUTOMIJEŠALICA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.8.VIBRO IGLA.....</b>	<b>16</b>
<b>4.9.KAMION KRAN.....</b>	<b>17</b>
<b>4.10. PLOVNO JARUŽALO SA ZAHVATNOM KUKOM.....</b>	<b>18</b>
<b>5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA.....</b>	<b>19</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>29</b>
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>30</b>

# 1. UVOD

Ovim radom se prikazuje hipotetski slučaj usklađivanja rada strojeva za odabrane aktivnosti u svrhu izgradnje lukobrana i šetnice. Lukobran se radi u svrhu sprječavanja velikih valova koji djeluju na obalu i uzrokuju poplave obalnog pojasa. Lokacija lukobrana nalazi se u blizini lokalne ceste, ali za potrebe izgradnje lukobrana predviđa se i izgradnja privremene pristupne ceste. Svrha pristupne ceste je omogućiti pristup potrebnim strojevima i omogućiti neometano odvijanje unutrašnjeg transporta (odvoz viška materijala i dovoz potrebnog materijala). Aktivnosti koje će se izvoditi u svrhu izgradnje lukobrana i šetnice obuhvaćaju: izgradnju pristupne ceste, čišćenje dna, utovar i odvoz materijala na deponij, dovoz i istovar potrebnog agregata za lukobran, dovoz betonskih ukrasnih ploča predviđenih za popločavanje šetnice i završnog rada popločavanja same šetnice. Cijeli projekt lukobrana nije razrađivan nego su za potrebe ovog rada uzeti primjeri iz postojeće literature i postojećih projekata. Hipotetski završni tlocrtni izgled lukobrana je prikazan na slici 1.1 [1].

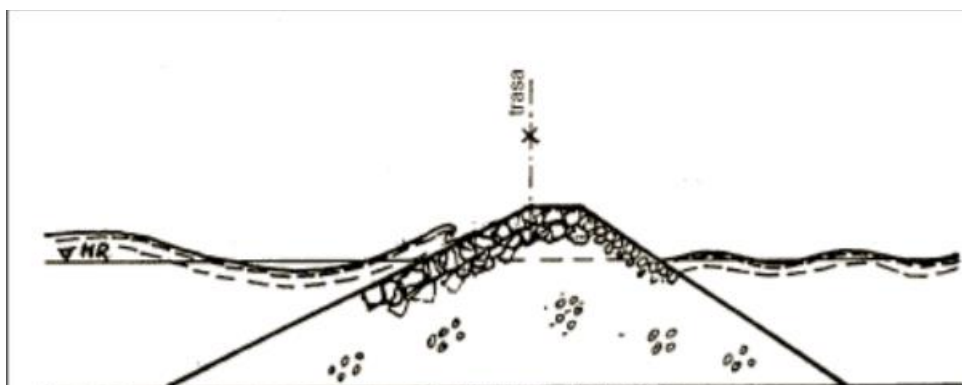


Slika 1.1. tlocrtni primjer hipotetskog lukobrana[1]

U cijelom hipotetskom projektu izgradnje zamišljenog lukobrana dubina nigdje ne prelazi 3m. U odabiru strojeva vođeno je računa da svi strojevi potrebni na izgradnji lukobrana mogu raditi na tim dubinama.

Također je pretpostavljeno da se odabrano plovno jaružalo postavlja na predviđena mjesta vodeći računa da može raditi u skladu s odabranim kamionom kiperom pri istovaru, utovaru i premještanju materijala. Nije potreban dodatan stroj koji bi povezivao te radnje.

Projektom je predviđena izgradnja troslojnog lukobrana koji se sastoji od primarne obloge, filtera i jezgre, prema primjeru na skici prikazanoj na slici 1.2. Slojevi nasutog lukobrana složeni su po filterskom pravilu. Filtersko pravilo definira princip da sitna zrna materijala ispod filtera (donji sloj) ne mogu biti strujanjem vode izvučena kroz šupljine filtera ( gornji sloj ). Glavnina presjeka lukobrana je od sitnijeg materijala, a samo obloga pokosa i krune od krupnih blokova. Ovakav tip lukobrana primjenjuje se za sve vrste tla. Može se oštetiti, ali ne i potpuno uništiti tako da nikada ne gubi zaštitnu funkciju. [2]



Slika 1.2 Primjer troslojnog nasutog lukobrana [3]

Prednost izvedbe ovih odabranih građevinskih radova predstavlja što se lukobran izvodi u području bogatom kamenom i sama lokacija lukobrana u čijoj je neposrednoj blizini nalaze kamenolom, betonara i deponij. Cilj ovog rada je prikaz rješenja problema usklađivanja strojeva uz iskorištavanje što veće učinkovitosti pri što manjim gubitcima. Odabrani radovi i strojevi uz njihov opis i usklađivanje, prikazani su u narednim poglavljima. Sve odabrane radove na ovom hipotetskom radu obavlja specijalizirana tvrtka s višegodišnjim iskustvom u izvođenju ovakvih radova.

## 2. OPIS PROJEKTA

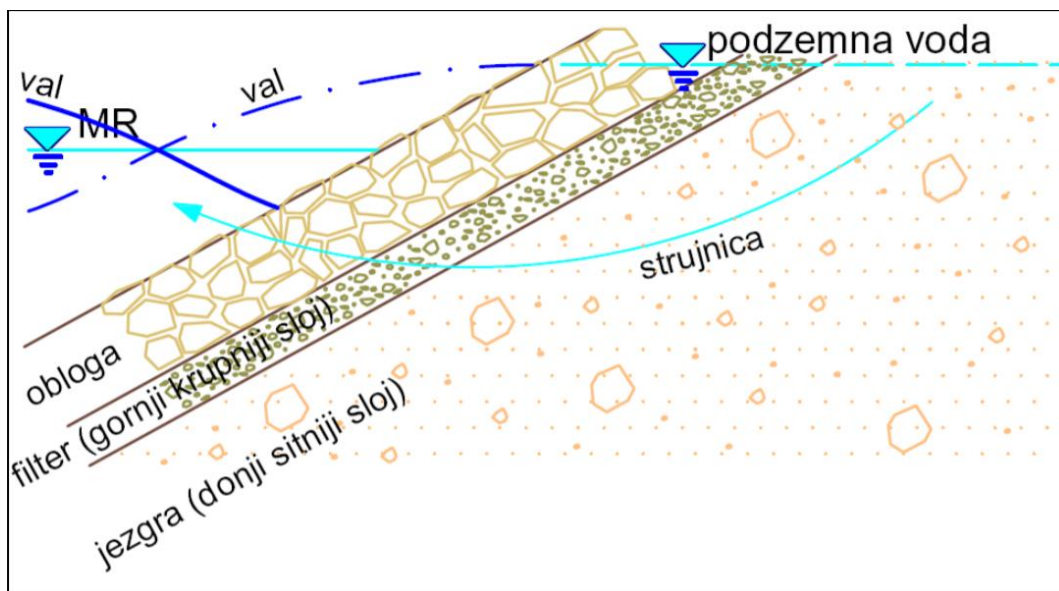
Projekt izgradnje hipotetskog nasutog lukobrana i popločavanja šetnice izvodi se kroz dvije faze.

### 1. FAZA

Prva faza započinje radovima na gradilištu. Potrebno je prvo osigurati siguran pristup do gradilišta, što znači da je prvi korak izgradnja pristupnog puta. Nakon što je omogućen pristup mjestu gdje će se nalaziti lukobran, potrebno je ukloniti mulj s dna prije početka njegovog građenja. Višak materijala utovari se u kiper, te odvozi na deponij udaljen 8 km. Kada je tlo spremno za opterećenje budućeg lukobrana, dovozi se sitni agregat za formiranje jezgre, iz kamenoloma udaljenog 15 km. Betonara za proizvodnju svježeg betona je udaljena 6 km.

Sitni agregat koji tvori jezgru potrebno je zaštititi od strujanja mora, a to se postiže filterskim slojem koji se sastoji od krupnog agregata. Filterskim slojem sprječava se izvlačenjem sitnog agregata kroz šupljine prilikom strujanja mora. Primjer strujanja mora unutar nasutog lukobrana prikazano je na slici 2.1 [4]. Zadnja zaštita lukobrana je primarna obloga, što zapravo predstavlja estetski lijepo posložena velika, masivna kamenja. Tim činom dobiva se gotov lukobran s njegovim konačnim izgledom, od korijena, preko trupa, do glave [2].



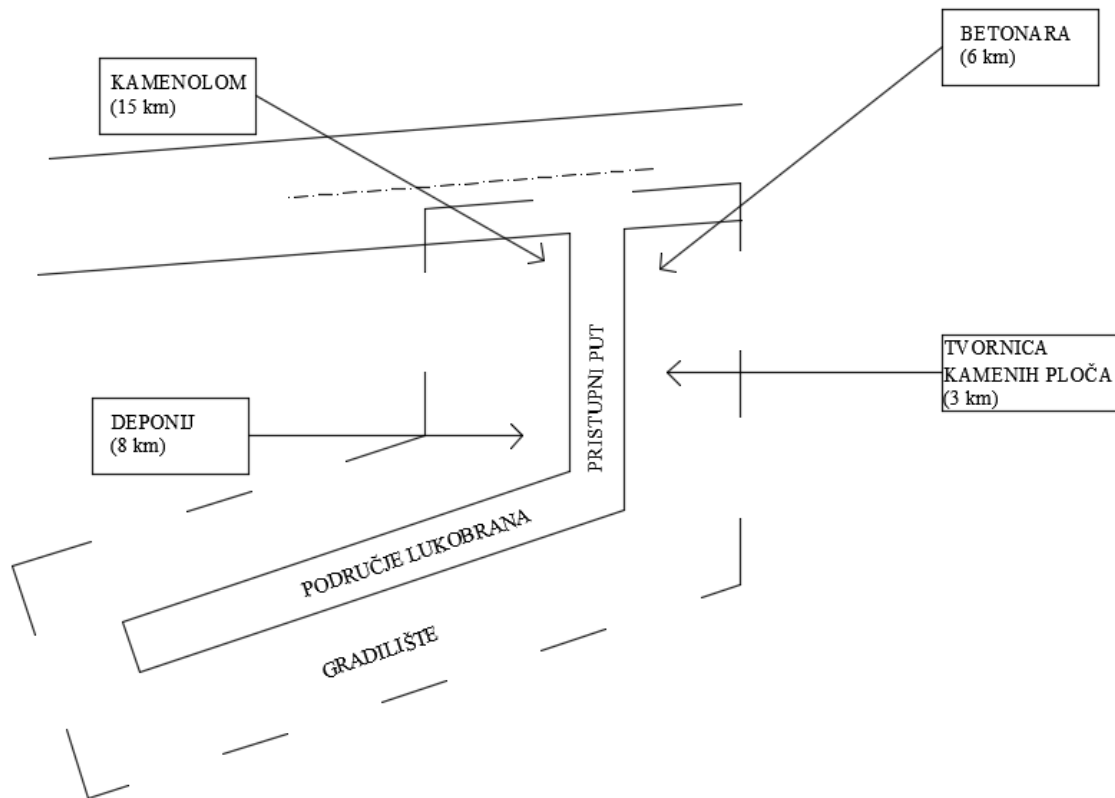


Slika 2.1 primjer strujanja mora unutar nasutog lukobrana [4]

## 2. FAZA

U drugoj fazi odvija se popločavanje šetnice. Izabrane ploče se dovozi kamionom i vrši se direktna ugradnja na već prethodno, dobro zbijeno tlo, uz istovremeno poravnavanje i zbijanje betonskih ploča. Proizvodnja betonskih ploča je udaljena 3 km od gradilišta.

Spomenuto je da prednost ovog gradilišta predstavlja blizina kamenoloma (15 km), deponija (8 km) i tvornice betonskih ploča (3 km), betonara (6km). Također, i lokalne ceste su odgovorne za dobar transport. Shematski je prikazano gradilište s pripadajućim podacima i udaljenostima (slika 2.2.).



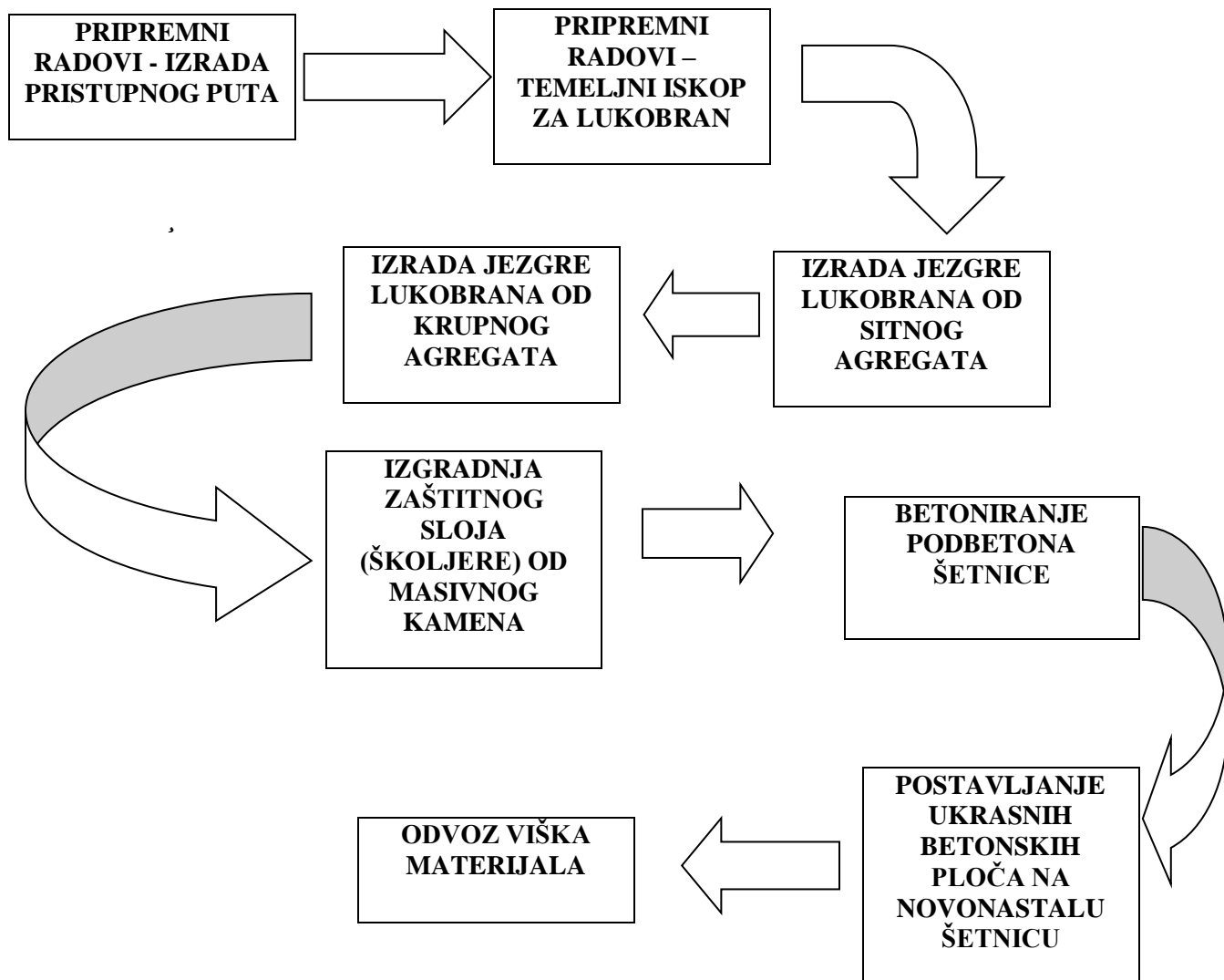
Slika 2.2. Shematski prikaz gradilišta i udaljenosti

### 3. OPIS AKTIVNOSTI

U tablici 3.1. prikazane su odabrane aktivnosti s pripadajućim podacima i strojevima, te operacijama koje se moraju izvršiti da bi se lukobran i šetnica uspješno izgradili. Poštivanjem redoslijeda aktivnosti koji je prikazan na slici 3.2. garantira se postizanje željene kvalitete buduće građevine.

Tablica 3.1 Prikaz glavnih aktivnosti s pripadajućim podacima i strojevima

<b>ODABRANE AKTIVNOSTI</b>	<b>MEĐUAKTIVNOSTI</b>	<b>STROJEVI</b>
<b>PRIPREMNI RADOVI – Izgradnja pristupnog puta</b>	Čišćenje i guranje materijala na hrpe	Buldozer
	Utovar i odvoz viška materijala na deponij	Utovarivač, Kamion kiper
	Zbijanje tla	Vibrovaljak
<b>Iskop do tvrdog nosivog tla za temelje lukobrana</b>	Čišćenje/iskop dna (mulj)	Plovno jaružalo
	Utovar i odvoz viška materijala na deponij	Kamion kiper
<b>Izgradnja jezgre nasutog lukobrana od sitnog agregata</b>	Dovoz i istovar materijala na željeno mjesto	Kamion kiper
	Nasipanje materijala na dno	Plovno jaružalo
<b>Izgradnja filterskog sloja od krupnog agregata</b>	Dovoz i istovar materijala na mjestu lukobrana	Kamion kiper
	Razastiranje materijala	Buldozer
<b>Izgradnja zaštitne obloge od masivnog kamena (školjera)</b>	Utovar kamenih blokova u transportno sredstvo	Kamion kiper
	Dovoz na gradilište i ugradnja	Kamion kiper, Plovna jaružalo
<b>Priprema tla, betoniranje šetnice i popločavanje šetnice</b>	Planiranje tla šetnice	Dozer
	Zbijanje tla	Vibrovaljak
	Dovoz svježeg betona i ugradnja	Automiješalica
	Vibriranje betona	Vibro igla
	Popločavanje šetnice	Kamion kiper



Slika 3.2 Prikaz redoslijeda aktivnosti

## 4. ODABIR STROJEVA

U prikazanoj tablici, tablica 4., prikazani su zbrojeno svi potrebni strojevi za izgradnju odabranog lukobrana. Strojevi su odabrani u svrhu maksimalne iskoristivosti za odabrane aktivnosti i radove, a to je dobiveno analizom svih potrebnih aktivnosti. U nastavku prikazan je izbor strojeva po pojedinačnim aktivnostima, te su detaljno obrađeni uz prikaz njihovih karakteristika. Tablica prikazuje odabrane strojeve potrebne kako bi se izvršili određeni odabrani radovi na izgradnji hipotetskog lukobrana.

Tablica 4. Prikaz potrebnih strojeva

	<b>POTREBNO ZA OBAVLJANJE POSLA</b>
<b>UTOVARIVAČ</b>	1
<b>BULDOZER</b>	2
<b>KAMION KIPER</b>	3
<b>VIBROVALJAK</b>	1
<b>PLOVNO JARUŽALO</b>	1
<b>DOZER</b>	1
<b>AUTOMJEŠALICA</b>	1
<b>VIBRO IGLA</b>	1
<b>KAMION KLAN</b>	1

## 4.1. BULDOZER

### 4.1.1. Opći podatci

Buldozer je građevinski stroj za iskop zemljanog materijala u slojevima guranjem i premještanjem na određenu udaljenost, za razastiranje i grubo planiranje. Temeljni je dio stroja traktor s gusjenicama ili gumenim kotačima koji sprijeda ima nož sa sječivom, a otraga trnove.

Prema položaju noža i njegovu obliku razlikuju se:

- *buldožer* (buldozer) – stroj kojemu je nož čvrsto vezan za okvir i pomiče se okomito, tako da služi za iskop tla u slojevima i njegovo premještanje prema naprijed; rijači služe za razrahljivanje tla kako bi se lakše obavio iskop,
- *anglozer* – stroj kojemu se nož može zaokretati oko okomite osi i tako bočno gurati iskopani materijal; pogodan je za iskope u zasjeku,
- *tildozer* – stroj kojemu se nož zaokreće oko okomite i vodoravne osi, tako da može obavljati sve vrste radova guranjem, pogodan je za iskope u tvrdim zemljanim materijalima. [5]

### 4.1.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabran je buldozer CAT D5K2 D6T XW/VPAT prikazan na slici 4.1 [6], s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.1 Buldozer CAT D6T XW/VPAT [6]

Karakteristike buldozera CAT D6T XW/VPAT su:

- ❖ tip noža: XW SU,
- ❖ širina noža: 2560 mm,
- ❖ približan kapacitet noža: 3,50 m<sup>3</sup>,
- ❖ snaga: 154 KW,
- ❖ težina: 1203 kg.

## 4.2. UTOVARIVAČ

### 4.2.1. Opći podatci

Utovarivač je građevinski stroj sa širokom vertikalno pokretljivom lopatom, namijenjen utovaru zemljanog ili kamenoga materijala te njegovu prijenosu na kraće udaljenosti, a može izvoditi i iskop nekih vrsta rastresita materijala. Sastoji se od traktora na pneumaticima, rjeđe na gusjenicama, na koji je pričvršćena utovarna lopata pokretana hidraulički; utovar se obavlja zahvaćanjem materijala kretanjem stroja naprijed, podizanjem lopate na utovarnu visinu, te njezinim izvrtanjem, koje se kod nekih utovarivača obavlja sprijeda (s čela), a kod drugih unazad (preko vozačeve glave). Utovarivači se uglavnom razlikuju prema obujmu lopate (od 0.3 do više od 10 m<sup>3</sup>) i pogonskoj snazi motora (od 20 do više od 400 kW), a neki od njih, radi veće pokretljivosti, imaju dvodijelnu zgloбно povezanu šasiju [7].

### 4.2.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabran je utovarivač marke Volvo model L350F [8] prikazan na slici 4.2., s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.2 Utovarivač Volvo L350F [8]

Karakteristike utovarivača Volvo L350F su:

- ❖ zapremnina lopate 2,5 m<sup>3</sup>,
- ❖ spremnik za gorivo 51.5 gal,
- ❖ snaga 397 KW,
- ❖ radna težina 28770 lb.

## **4.3. KAMION KIPER**

### **4.3.1. Opći podatci**

Samoistovarivač (kamion kiper) je kamion za prijevoz sipkoga tereta (zemlje, šljunka, rude i sl.) opremljen uređajem za samoistovar teretnoga sanduka iskretanjem; također kiper. Uređaj za istovar najčešće je hidraulični ili pneumatski, njime se sanduk iskreće unazad ili na bok, a istresanje tereta omogućuje se otvaranjem pomičnih stranica sanduka. [9]

### **4.3.2. Izabrani stroj za obavljanje radova**

Za obavljanje radova odabran je kamion kiper MERCEDES-BENZ Actros 4141 K [10] prikazan na slici 4.3 s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.3 Kamion kiper MERCEDES-BENZ Actros 4141 K [10]



Karakteristike kamiona kipera MERCEDES-BENZ Actros 4141 K su:

- ❖ volumen koša: 17,4 m<sup>3</sup>,
- ❖ najveća dopuštena masa: 41000 kg,
- ❖ 4 osovine,
- ❖ snaga: 300 KW.

## 4.4. VIBROVALJAK

### 4.4.1. Opći podatci

Valjak je u građevinarstvu građevinski stroj za zbijanje tla, kamenoga materijala, ili materijala stabiliziranih nekim vezivom (krupnozrnatih betona, asfaltnih mješavina). Zbijanjem se skraćuje vrijeme slijeganja, te povećava nosivost nasutih slojeva ili prirodnoga tla, npr. cestovnoga zastora, nasipa, nasutih brana i sl. Valjak može biti vučeni ili samokretni, imati jedan, dva ili više glatkih čeličnih cilindara (cestovni valjak), nazubljenih cilindara (jež), ili nizova pneumatika, odnosno imati pneumatike s navučenim nazubljenim plaštevima (kompaktor); zbijanje se provodi samo kretanjem valjka (valjanjem), ili uz vibriranje, kada se predviđena zbijenost postiže regulacijom amplitude (odskoka) valjka, broja vibracija i broja prijelaza. [11]

### 4.4.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabran je vibro valjak CAT CC44B [12] prikazan na slici 4.4 s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.4 Vibro valjak CAT CC44B [12]

Karakteristike vibro valjka CAT CC44B su:

- ❖ snaga: 75 kW
- ❖ težina: 7210 kg

## 4.5. PLOVNO JARUŽALO

### 4.5.1. Opći podatci

Bager (jaružalo, ekskavator; gliboder) je stroj za iskop, prebacivanje i utovar zemljane mase, pijeska, šljunka i kamenja, te za iskop i utovar ugljena i ostalih ruda u rudarskim površinskim kopovima. To su također univerzalni građevinski strojevi koji se rabe kao radna podvozja i strojevi za pogon ostale tehnološke opreme za potrebe gradnje. Bager može biti kopneni (na gusjenicama, na kotačima, na vagonskom podnožju) ili plovni, a konstrukcijski se razlikuju bager s krakom i jednom žlicom, bager s više žlica (vjedrica) i bager bez žlica. [13]

*Plovni bager* može biti sa žlicama ili vjedricama slične konstrukcije kao u kopnenih bagera, a postavljen je na poseban brod ili kao portalni bager na ponton. Obično ima i opremu za kontinuirani transport iskopanog materijala na kopno u obliku plovne transportne vrpce ili plovnog cjevovoda. [10]

Poseban je tip *plovni usisni bager* (tzv. *refuler*), koji usisnom cijevi, vezanom na snažne crpke, s podvodnoga dna siše mulj, pijesak i šljunak. Na vrhu usisne cijevi često se nalazi otkopna rotacijska glava za rahljenje tla. [13]

Kod većih radnih dubina (dubine veće od 1,5m) na odabrano plovno jaružalo se mogu dodati pontoni tako da odabrano plovno jaružalo može raditi i na većim dubinama. Plovno jaružalo ima samostalni pogon tako da i kad su mu priključeni pontoni djeluje samostalno.

### 4.5.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabrano je plovno jaružalo Big Float 1400 [14] prikazano na slici 4.5 s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.5 Plovno jaružalo Big Float 1400 [14]

Karakteristike plovnog jaružala Big Float 1400 su:

- ❖ ukupna težina: 24000 kg,
- ❖ doseg: 13 m,
- ❖ snaga: 80 KW,
- ❖ dubina kopanja: 7,5 m.

## 4.6. DOZER

### 4.6.1. Opći podatci

Dozer je građevinski stroj za iskop zemljanog materijala u slojevima guranjem i premještanjem na određenu udaljenost (do 100 m), za razastiranje i grubo planiranje. Temeljni je dio stroja traktor s gusjenicama ili gumenim kotačima koji sprijeda ima nož sa sječivom, a otraga trnove (rijače). Prema položaju noža i njegovu obliku razlikuju se: *buldožer (buldozer)*, stroj kojemu je nož čvrsto vezan za okvir i pomiče se okomito, tako da služi za iskop tla u slojevima i njegovo premještanje prema naprijed; *rijači* služe za razrahljivanje tla kako bi se lakše obavio iskop; *anglozer*, stroj kojemu se nož može zaokretati oko okomite osi i tako bočno gurati iskopani materijal; pogodan je za iskope u zasjeku; *tildozer*, stroj kojemu se nož zaokreće oko okomite i vodoravne osi, tako da može obavljati sve vrste radova guranjem; pogodan je za iskope u tvrdim zemljanim materijalima. Postoje i dozeri posebne namjene, kao *pushdozer* za guranje strojeva, *treedozer* za čupanje drveća, *amfibij-dozer* za uređenje vodotoka. [15]

#### 4.6.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabran je grejder CATERPILLAR 12M3 [16] prikazan na slici 4.6 s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.6 Dozer CAT D6K2 [16]

Karakteristike grejdera CATERPILLAR 12M3 su:

- ❖ širina noža  $b=3,5\text{m}^2$ ,
- ❖ korisna širina noža  $b=3,2\text{m}^2$ ,
- ❖ srednja brzina planiranja  $v=5\text{km/h}=1,38\text{m/s}$ .

## 4.7. AUTOMIJEŠALICA

### 4.7.1. Opći podatci

Automješalica, pretovarni silos za beton (engl. *truck mixer, transit mixer*), tipično građevinsko transportno sredstvo za autoprijevoz svježeg betona između tvornica betona i gradilišta. Automješalicu čini kamionsko podvozje na kojemu se nalazi okretni bubanj s lopaticama. Bubanj se okreće pomoću posebnog motora ili motora vezanog na pogonski motor vozila. Okretanje bubnja u jednom smjeru omogućava miješanje svježeg betona, a u drugom pražnjenje bubnja. Automješalica se prazni ili neposredno u posudu ("kiblu") za prijenos betona građevinskom dizalicom ili u betonsku crpku ili u pretovarni silos za beton. Pretovarni silos služi za postupno punjenje "kible" ili betonske crpke kako bi automješalica u međuvremenu dopremila novu količinu betona. Sastavni dio automješalice može biti crpka za beton ili transportna traka kojima se beton dotura iz bubnja neposredno na mjesto ugradnje. [17]

### 4.7.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabrana je automješalica Mercedes-Benz ACTROS 3540-B [18] prikazana na slici 4.7 [18] s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.7 Automješalica Mercedes-Benz ACTROS 3540-B [18]

Karakteristike automješalice Mercedes-Benz ACTROS 3540-B su:

- ❖ zapremnina bubnja: 12m<sup>3</sup>,
- ❖ max brzina: 90 km/h,
- ❖ snaga: 306kW ,
- ❖ ukupna masa: 32000 kg.

## 4.8. VIBRO IGLA

### 4.8.1. Opći podatci

Vibrator (prema lat. vibrare: tresti; treperiti), uređaj za zbijanje betona i slična građev. materijala vibriranjem. Njime se zrna agregata svježe mješavine međusobno približavaju, popunjavaju se šupljine, istiskuju se zračni mjehurići, pa i određen višak vode, što bi u suprotnom loše utjecalo na kvalitetu betona. Današnji se vibratori prema načinu primjene razvrstavaju na one koji na ugrađenu betonsku mješavinu djeluju izvana, tj. na njezinu površinu ili na oplatu (*vibracijske ploče, oplatni vibratori i vibracijski stolovi*), te na one s unutrašnjim djelovanjem, tj. one koji se uvode u samu mješavinu (*pervibratori ili vibracijske igle*).

*Pervibratori ili vibracijske igle* strojevi su koji se sastoje od pogonskoga dijela, savitljivoga crijeva s osovinom, te izvršnog elementa (tzv. igla); to je cijev duljine do 1 m, a promjera do 10 cm, u kojoj rotacija ekscentrične mase proizvodi vibracije. Uranjanjem igle vertikalno u svježi beton dolazi do njegova zbijanja. [19]

### 4.8.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabrana je vibro igla AVMU AX 48[20] prikazana na slici 4.8 s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.8 Vibro igla AVMU AX 48[20]

Karakteristike vibro igle AVMU AX 48 su:

- ❖ promjer glave:48 mm,
- ❖ duljina/kapacitet :370 mm/ 28m<sup>3</sup>/h,
- ❖ vibracije :13000,
- ❖ težina :3.4 kg.

## 4.9. KAMION S KRANOM

### 4.9.1. OPĆI PODACI

**Kamion** ili **teretno motorno vozilo** je motorno vozilo namenjeno za prijevoz tereta, obično u drumskom saobraćaju.

Pojedine vrste kamione imaju zasebne nazive:

- **Kiper** je kamion koji se koristi u građevinske svrhe, iza vozačke kabine se nalazi prostor (tzv. sanduk) koji je pričvršćen na njegov stražnji dio i po potrebi se može ukositi (u smjeru osi kamiona ili u smjeru okomitom na os kamiona) kako bi se iz nje ispraznio teret. Naziv dolazi od njemačke riječi "kippen", koja znači "nagnuti".
- **Cisterna** je kamion koji ima mogućnost prijevoza tekućih i rasutih tereta npr. naftinih derivata, vode, mlijeka i ostalog.
- **Kamion kran** je kamion koji ima mogućnost pomoću [krana](#) izvršiti istovar tereta koji vozi
- **Šleper** ili **tegljač** je vozilo koje za sobom vuče jednu ili više [poluprikolica](#), a koristi se za prijevoz velike količine robe. Njegov naziv potječe od također njemačke riječi "schleppen", koja znači "vući".
- **Labudica** je poluprikolica koja na sebi prevozi teret, vozila ili radne strojeve koji su izvan normiranih gabarita (u pravilu one koji nisu namjenjeni za samostalan prijevoz cestom). [21]

### 4.9.2. izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabran je Mercedes-Benz ACTROS 2636 6X4 PK15500 prikazan na slici 4.9 [22] s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.9 kamion kiper Mercedes-Benz ACTROS 2636 6X4 PK15500 [22]

Karakteristike izabranog stroja:

- ❖ Snaga motora        265 kW (360 KS)
- ❖ Bruto težina        28.000 kg
- ❖ KRAN PALFINGER PK15500 MAX 6000 kg, 3040 kg/4.5m; 2140 kg/6.1m; 1570 kg/8m; 1230 kg/10.1m,  
2 stabilizatora,  
3x hidraulično izvlačenje,  
2x ekstra hidraulika,  
daljinski upravljač,  
rotator.

## 4.10. PLOVNO JARUŽALO SA ZAHVATNOM KUKOM

### 4.10.1. Opći podatci

Bager (jaružalo, ekskavator; gliboder) je stroj za iskop, prebacivanje i utovar zemljane mase, pijeska, šljunka i kamenja, te za iskop i utovar ugljena i ostalih ruda u rudarskim površinskim kopovima. To su također univerzalni građevinski strojevi koji se rabe kao radna podvozja i strojevi za pogon ostale tehnološke opreme za potrebe gradnje. Bager može biti kopneni (na gusjenicama, na kotačima, na vagonском podnožju) ili plovni, a konstrukcijski se razlikuju bager s krakom i jednom žlicom, bager s više žlica (vjedrica) i bager bez žlica. [13]

*Plovni bager* može biti sa žlicama ili vjedricama slične konstrukcije kao u kopnenih bagera, a postavljen je na poseban brod ili kao portalni bager na ponton. Obično ima i opremu za kontinuirani transport iskopanog materijala na kopno u obliku plovne transportne vrpce ili plovnog cjevovoda. [10]

Poseban je tip *plovni usisni bager* (tzv. *refuler*), koji usisnom cijevi, vezanom na snažne crpke, s podvodnoga dna siše mulj, pijesak i šljunak. Na vrhu usisne cijevi često se nalazi otkopna rotacijska glava za rahljenje tla. [13]

Kod većih radnih dubina (dubine veće od 1,5m) na odabrano plovno jaružalo se mogu dodati pontoni tako da odabrano plovno jaružalo može raditi i na većim dubinama. Plovno jaružalo ima samostalni pogon tako da i kad su mu priključeni pontoni djeluje samostalno.

Za potrebe postavljanja kamenih blokova u izgradnji školjere koristimo isto plovno jaružalo samo mu se mijenja završetak na dohvatnoj ruci umjesto lopate stavljamo kuku. Oba potrebne završetka su dostupne kod istog proizvođača.



#### 4.5.2. Izabrani stroj za obavljanje radova

Za obavljanje radova odabrano je plovno jaružalo Big Float 1400 [14] prikazano na slici 4.10 [23] s prikazanim njegovim pripadajućim karakteristikama.



Slika 4.10 Plovno jaružalo Big Float 1400 [23]

### 5. USKLADIVANJE RADA STROJEVA

Proračun je izvršen uz pretpostavku da je osiguran minimalan prazan hod, koji se postiže tako da su strojevi maksimalno iskorišteni tijekom radnog vremena. Potrebno je uskladiti rad strojeva po aktivnostima kako bi se projekt izgradnje lukobrana i šetnice uspješno izvršio.

#### 5.1. PRIPREMNI RADOVI – IZGRADNJA PRISTUPNOG PUTA

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad buldozera, utovarivača, kamiona kiperi i vibrovaljka.

Odabrani koeficijenti:

- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)
- $d$  - udaljenost do deponija na koji se odvozi materijal (8000 m)

**Buldozer** (Slika 4.1.) [6]:

- $q$  - volumen lopate buldozera ( $3,5 \text{ m}^3$ )
- $T_i$  – vrijeme potrebno za iskop (35 s)
- $T_r$  – vrijeme potrebno za guranje (20 s)

- $T_{pov}$  – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
- $T_o$  – vrijeme izgubljeno u promjeni smjera (5 s)

**Proračun:**

$$\text{Ciklus: } T_c = T_i + T_r + T_{pov} + T_o = 35 + 20 + 15 + 5 = 75 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak buldozera: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 3,5 / 75 = 168 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak buldozera: } U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 168 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 121,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Utovarivač (Slika 4.2.) [8]:**

- $q$  – zapremina lopate utovarivača (2,5 m<sup>3</sup>)
- $T_1$  – vrijeme potrebno za podizanje lopate (25 s)
- $T_t$  – vrijeme potrebno za manevar i okret lopate (5 s)
- $T_e$  – vrijeme potrebno za pražnjenje lopate (5 s)

**Proračun:**

$$\text{Ciklus: } T_c = T_1 + T_t + T_e = 25 + 5 + 5 = 35 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak utovarivača: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 35 = 257,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak utovarivača: } U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 257,14 \cdot 0,80 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 174,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_{p\text{utovarivač}} / U_{p\text{buldozer}} = 174,86 / 121,38 = 1,44 \text{ Odabrano: } \mathbf{1 \text{ BULDOZER i } 1 \text{ UTOVARIVAČ}}$$

**Kamion kiper (Slika 4.3.) [10]:**

- $q$  – volumen koša (17,4 m<sup>3</sup>)
- $V_{pun}$  – brzina vožnje punog kamiona (60 km/h)
- $V_{prazan}$  – brzina vožnje praznog kamiona (80 km/h)

**Proračun:**

$$T_{utovar} = q / U_p = 17,4 / 174,86 = 359 \text{ s}$$

$$T_{puna+prazna \text{ vožnja}} = d / V_{pun} + d / V_{prazan} = 2 / 60 + 2 / 80 = 0,058 \text{ h} = 210 \text{ s}$$

$$T_{istovar \text{ i manevar}} = 140 \text{ s}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_u + T_{pun+praz} + T_{i+m} = 359 + 210 + 140 = 709 \text{ s}$$

$$\text{Planski učinak kamiona kiperera: } U_p = q / T_c \cdot K_d = 17,4 / 709 \cdot 1,0 = 88,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih kamiona:

$$N_{\text{potrebnih kamiona}} = T_c / T_{utovar} = 709 / 359 = 1,975 \text{ Odabrano: } \mathbf{2 \text{ KAMIONA KIPERA}}$$

**Vibrovaljak** (Slika 4.4.) [12]:

- $v$  – brzina kretanja valjka (4000 m/h)
- $d$  – debljina sloja (0,25 m)
- $b$  – radna širina valjka (1,312 m)
- $n$  – broj prijelaza valjka (4)
- $\delta$  – širina prijelaza (1 m)
- $K_d$  – koeficijent dotrajalosti stroja (1,0)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,85)
- 

**Proračun:**

Teorijski učinak vibrovaljka:  $U_t = ((v*d*b)/n) = ((4000*0,25*(1,312-1,0))/4) = 164 \text{ m}^3/\text{h}$

Planski učinak vibrovaljka:  $U_p = U_t*K_v*K_d = 164*0,85*1,0 = 139,4 \text{ m}^3/\text{h}$

**Zaključak:** Za izgradnju pristupnog puta potreban je **1 buldozer, 1 utovarivač, 2 kamiona kiperi i 1 vibrovaljak.**

## 5.2. ISKOP DO TVRDOG NOSIVOG TLA ZA TEMELJE LUKOBRANA

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad plovnog jaružala i kamiona kiperi.

Odabrani koeficijenti:

- $V_{mulja}$  – volumen mulja (18 900 m<sup>3</sup>)
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 1,25)
- $K_p$  – koeficijent punjenja lopate (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,83)
- $K_z$  – kut zaokreta (odabrano 0,98)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)
- $d$  – udaljenost do deponija na koji se odvozi materijal (8000 m)

**Plovno jaružalo** (Slika 4.5.) [14]:

- $q$  – volumen lopate jaružala (2.0 m<sup>3</sup>)
- $T_i$  – vrijeme iskopa (40 s)
- $T_p$  – vrijeme punjenja (20 s)
- $T_o$  – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)

### Proračun:

$$\text{Ciklus: } T_c = T_i + T_p + T_o = 40 + 20 + 5 = 65 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak plovnog jaružala: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,0 / 65 = 110,77 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak plovnog jaružala: } U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_p \cdot K_d = 110,77 \cdot 1,25 \cdot 0,85 \cdot 0,98 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 98,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Kamion kiper (Slika 4.3.) [10]:

- $q$  – volumen koša ( $17,4 \text{ m}^3$ )
- $V_{\text{pun}}$  - brzina vožnje punog kamiona ( $60 \text{ km/h}$ )
- $V_{\text{prazan}}$  - brzina vožnje praznog kamiona ( $80 \text{ km/h}$ )

### Proračun:

$$T_{\text{utovar}} = q / U_p = 17,4 / 98,04 = 0,177 \text{ h} = 328 \text{ s}$$

$$T_{\text{puna+prazna vožnja}} = d / V_{\text{pun}} + d / V_{\text{prazan}} = 2 / 60 + 2 / 80 = 0,058 \text{ h} = 210 \text{ s}$$

$$T_{\text{istovar i manevar}} = 140 \text{ s}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_u + T_{\text{pun+praz}} + T_{i+m} = 328 + 210 + 140 = 678 \text{ s}$$

$$\text{Planski učinak: } U_p = q / T_c \cdot K_d = 17,4 / 678 \cdot 1,0 = 92,39 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Broj potrebnih kamiona:

$$N_{\text{potrebnih kamiona}} = T_c / T_{\text{utovar}} = 678 / 328 = 2,07 \text{ Odabrano: } \mathbf{2 \text{ KAMIONA KIPERA}}$$

### Vrijeme potrebno za prijevoz materijala:

$$T = V_{\text{mulja}} / U_{p\text{jaružala}} = 18900 / 98,04 = 192,78 \text{ (sati)} \approx 24 \text{ radnih dana}$$

**Zaključak:** Za iskop do tvrde gline za temelje lukobrana potrebno je **1 plovno jaružalo i 2 kamiona kiper**a.

## 5.3. IZGRADNJA JEZGRE NASUTOG LUKOBRA NA OD SITNOG AGREGATA

Kod izgradnje jezgre lukobrana od sitnog agregata zamišljeno je da kamion kiper doprema sitni agregat na željeno mjesto ugradnje te ga iskrcava. Ukoliko bude potrebno na raspolaganju imamo i dozer.

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad kamiona kiperera i plovnog jaružala.

Odabrani koeficijenti:

- $d$  – udaljenost gradilišta od kamenoloma (15 000 m)
- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,80)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)

**Kamion kiper** (Slika 4.3.) [10]:

- $q$  – volumen koša (17,4 m<sup>3</sup>)
- $V_{pun}$  - brzina vožnje punog kamiona (60 km/h)
- $V_{prazan}$  - brzina vožnje praznog kamiona (80 km/h)

**Proračun:**

$$T_{utovar} = q/U_p = 17,4/174,86 = 359 \text{ s}$$

$$T_{puna+prazna \text{ vožnja}} = d/V_{pun} + d/V_{prazan} = 5/60 + 5/80 = 0,146 \text{ h} = 525 \text{ s}$$

$$T_{istovar \text{ i } \text{ manevar}} = 140 \text{ s}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_u + T_{pun+praz} + T_{i+m} = 359 + 525 + 140 = 1024 \text{ s}$$

$$\text{Planski učinak: } U_p = q/T_c * K_d = 17,4/1024 * 1,0 = 61,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih kamiona:

$$N_{\text{potrebnih kamiona}} = T_c/T_{utovar} = 1024/359 = 2,85 \text{ Odabrano: } \mathbf{3 \text{ KAMIONA KIPERA}}$$

**Plovno jaružalo** (Slika 4.5.) [14]:

- $q$  – volumen lopate jaružala (2,0 m<sup>3</sup>)
- $T_p$  – vrijeme punjenja (25 s)
- $T_o$  – gubitak vremena zbog promjene smjera (5 s)
- $T_i$  – vrijeme ispusta (20 s)

**Proračun:**

$$\text{Ciklus: } T_c = T_p + T_o + T_i = 25 + 5 + 20 = 50 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak plovnog jaružala: } U_t = 3600 * q/T_c = 3600 * 2,0/50 = 144 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak plovnog jaružala: } U_p = U_t * K_r * K_v * K_z * K_p * K_d = 144 * 0,80 * 0,85 * 0,98 * 0,85 * 1,0 = 81,57 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Zaključak:** Za izgradnju jezgre nasutog lukobrana od sitnog agregata potrebno je **3 kamiona kiperera i 1 plovno jaružalo.**

## 5.4. IZGRADNJA FILTERSKOG SLOJA OD KRUPNOG AGREGATA

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad kamiona kiperi i buldozera.

Odabrani koeficijenti:

- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,80)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)
- $d$  – udaljenost gradilišta od kamenoloma (15 000 m)
- $V_{krup.agr.}$  – volumen krupnog agregata (58 000 m<sup>3</sup>)

**Kamion kiper** (Slika 4.3.) [10]:

- $q$  – volumen koša (17,4 m<sup>3</sup>)
- $V_{pun}$  - brzina vožnje punog kamiona (60 km/h)
- $V_{prazan}$  - brzina vožnje praznog kamiona (80 km/h)

**Proračun:**

$$T_{utovar} = q/U_p = 17,4/174,86 = 359 \text{ s}$$

$$T_{puna+prazna \text{ vožnja}} = d/V_{pun} + d/V_{prazan} = 5/60 + 5/80 = 0,146 \text{ h} = 525 \text{ s}$$

$$T_{istovar \text{ i manevar}} = 140 \text{ s}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_u + T_{pun+praz} + T_{i+m} = 359 + 525 + 140 = 1024 \text{ s}$$

$$\text{Planski učinak: } U_p \text{ kamiona kiperi} = q/T_c * K_d = 17,4/1024 * 1,0 = 61,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

Broj potrebnih kamiona:

$$N_{potrebnih \text{ kamiona}} = T_c/T_{utovar} = 1024/359 = 2,86 \text{ Odabrano: } \mathbf{3 \text{ KAMIONA KIPERA}}$$

Vrijeme potrebno za prijevoz krupnog agregata:

$$T = V_{krupnog \text{ agregata}} / U_{putovarivača} = 58 \text{ 000} / 174,86 = 331,70 \text{ (sati)} \approx 42 \text{ radna dana}$$

**Buldozer** (Slika 4.1.) [6]:

- $q$  - volumen lopate buldozera (3,5 m<sup>3</sup>)
- $T_i$  – vrijeme potrebno za iskop (35 s)
- $T_r$  – vrijeme potrebno za guranje (20 s)
- $T_{pov}$  – vrijeme potrebno za povratak (15 s)
- $T_o$  – vrijeme izgubljeno u promjeni smjera (5 s)

### Proračun:

$$\text{Ciklus: } T_c = T_i + T_r + T_{\text{pov}} + T_o = 35 + 20 + 15 + 5 = 75 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak buldozera: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 3,5 / 75 = 148,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak buldozera: } U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d = 148,24 \cdot 0,85 \cdot 0,80 \cdot 1,0 = 100,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_{\text{putovarivač}} / U_{\text{buldozer}} = 174,86 / 100,8 = 1,73 \text{ 2 buldozer potreban za 1 utovarivač}$$

Zaključak: Za izgradnju filterskog sloja lukobrana od krupnog agregata potreban je, **3 kamiona kiperi i 2 buldozer.**

## 5.5. IZGRADNJA ZAŠTITNE OBLOGE OD MASIVNOG KAMENJA

Postavljanje blokova školjere vrši se pomoću plovne dizalice nakon što se potrebna količina blokova dovede pomoću kamiona kiperi iz kamenoloma. Prirodni kameni blokovi postavljaju se s čela prema korijenu lukobrana. S takvim načinom postavljanja kamene obloge, omogućeno je izbjeći plovna transportna sredstva. Ugradnja je olakšana kopnenim transportnim sredstvima jer se mogu kretati po nasutom dijelu lukobrana koji je iznad razine mora.

Primarna obloga „A“ ima funkciju zaštite sitnijih unutarnjih slojeva lukobrana od hidrodinamičkog djelovanja valova. U pravilu je grubo hrapava jer se izvodi od velikih kamenih ili umjetnih (betonskih elemenata), promjera većeg od metra, postavljenih na pokos bez velikog slaganja. Na taj način se dobije izgled jednoličnog pokosa od nepravilno složenih blokova, metarske hrapavosti i velike šupljikavosti. Ako su blokovi od prirodnog kamena, primarna obloga se naziva školjera.

Obzirom na djelovanje valova, od elemenata primarne obloge (školjere) se traži:

- Da im težina bude u skladu s veličinom valova prema Hudsonovoj formuli kako bi ostali stabilni na pokosu tj. onemogućili oštećenje lukobrana.
- Da budu međusobno biti dobro ukliješteni, jer se tako težina pojedinog bloka povećava tlakom okolnih blokova. Iz tog razloga ugradnja teče po horizontalnim slojevima
- Da budu čvrsti. Naime školjera je konstrukcija od točkasto oslonjenih elemenata, pa bi lom na točkama oslonca olabavio konstrukciju i doveo do oštećenja cijelog lukobrana uslijed erozije obloge.
- Da budu kompaktni; t.j. da budu teški uz to da položeni u školjeru imaju napadne plohe izložene valovima što manje.
- Da imaju veliku šupljikavost između elemenata, jedan od osnovnih zahtjeva kako bi što više vode kod valnog djelovanja moglo ući u šupljine i tamo izgubiti valnu energiju uslijed disipacije. Disipacija smanjuje uspinjanje vala na pokosu i omogućava nižu krunu. Time se školjera bitno razlikuje od obloge u, mirnijim riječnim nasipima.

## 5.6. PRIPREMA TLA I BETONIRANJE ŠETNICE

Prije početka izvođenja betoniranja šetnice kamionom kiperom se doprema šljunak male granulacije kako bi se poravnala površina i popunile moguće rupe na području buduće šetnice. Nakon iskrcavanja dopremljenom šljunka dozerom se šljunka razastire i poravnava površina prije početka betoniranja i daljnjih radova poslije betoniranja.

Kod izvođenja predviđenog betoniranja šetnice radnici razastiru i niveliraju dopremljeni svježi beton do željene razine predviđene projektom. Predviđenu ugradnju betona obavljaju radnici na mjestu ugradnje betona.

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad dozera, vibrovaljka, automiješalice i vibro igle.

**Dozer** (Slika 4.6.) [16]:

- $b$  – širina noža (3,5 m<sup>2</sup>)
- $b$  – korisna širina noža (3,2 m<sup>2</sup>)
- $v$  – srednja brzina planiranja (4 km/h = 1,11 m/s)
- $n$  – broj prijelaza (5)
- $K_{prekl}$  – koeficijent preklapanja prijelaza (0,95)
- $K_d$  – koeficijent dotrajalosti grejdera (0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,80)
- $A$  – površina planiranja (27 500 m<sup>2</sup>)

**Proračun:**

$$\text{Teorijski učinak dozera: } U_t = ((v*b)/n) = ((1,11*3,5)/5)*3600 = 2797,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak dozera: } U_p = U_t * K_v * K_{prekl} * K_d = 2797,2 * 0,80 * 0,95 * 0,85 = 1806,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vrijeme potrebno za planiranje:

$$A/U_p = 27500/1806,99 = 15,22 \text{ h} \approx 2 \text{ radna dana}$$

**Vibrovaljak** (Slika 4.4.) [12]:

- $v$  - brzina kretanja valjka (4000 m/h)
- $d$  – debljina sloja (0,25 m)
- $b$  – radna širina valjka (1,312 m)
- $n$  – broj prijelaza valjka (4)
- $\bar{s}$  – širina prijelaza (1 m)
- $K_d$  – koeficijent dotrajalosti stroja (1,0)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (0,85)

**Proračun:**

$$\text{Teorijski učinak vibrovaljka: } U_t = ((v*d*b)/n) = ((4000*0,25*(1,312-1,0))/4) = 164 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak vibrovaljka: } U_p = U_t * K_v * K_d = 164 * 0,85 * 1,0 = 139,4 \text{ m}^3/\text{h}$$



### **Automiješalica (Slika 4.8.) [20]:**

- $q$  – zapremina automiješalice ( $12 \text{ m}^3$ )
- $v_{\text{puna}}$  – maksimalna brzina pune automiješalice ( $60 \text{ km/h}$ )
- $v_{\text{prazna}}$  – maksimalna brzina prazne automiješalice ( $70 \text{ km/h}$ )
- $d$  – udaljenost gradilišta od betonare ( $6 \text{ km}$ )
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena ( $0,85$ )
- $K_d$  – koeficijent dotrajnosti stroja ( $1,0$ )
- $V_{\text{betona}}$  – volumen betona kojeg je potrebno ugraditi ( $6875 \text{ m}^3$ )
- $T_u$  – trajanje utovara ( $180 \text{ s}$ )
- $T_p$  – trajanje puta  $(7/60 + 7/70)*3600 = 780 \text{ s}$
- $T_i$  – trajanje istovara ( $1900 \text{ s}$ )

### **Proračun:**

$$T_c = T_u + T_p + T_i = 180 + 780 + 1900 = 2860 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak automiješalice: } U_t = (q/T_c) * 3600 = (12/2860) * 3600 = 15,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak automiješalice: } U_p = U_t * K_v * K_d = 15,10 * 0,85 * 1,0 = 12,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Vibro igla (Slika 4.9.) [22]:**

Vibro igla za vibriranje betona koristi se nakon što se nalije svježi beton. Ovaj proces ovisi o ljudskoj ruci i kvalificiranosti radnika te se ne može vremenski točno odrediti. Nakon što se nalije svježi beton iz automiješalice slijedi proces zbijanja betona vibro iglom tako da se ovisno o procjeni radnika nakon određenog broja vibracija premješta na sljedeće mjesto zbijanja betona. Izvođači radova znaju otprilike koliko vremena treba radniku pri korištenju vibro igle ovih karakteristika u praksi.

Pretpostavljeno vrijeme izvršetka radova iznosi 21 dan zbog potrebe njegovanja radi učvršćivanja betona zbog dostizanja njegove propisane nosivosti.

## **5.7. Postavljanje ukrasnih betonskih ploča**

Za izvođenje ovih radova potreban nam je jedan kamion kiper za dovoz materijala i jedan kamion s kranom. Na radovima je potrebna određena kvalifikacija radnika u određenom broju. Provjera kvalitete izvedenih radova se izvodi svakodnevno. Sva ugrađeni materijal mora zadovoljavati standarde propisane zakonom.

## 5.8. Odvoz viška materijala

Za izvođenje odabranih radova je potrebno uskladiti rad utovarivača i kamiona kiperera.

Odabrani koeficijenti:

- $K_r$  – koeficijent rastresitosti tla (odabrano 0,85)
- $K_v$  – koeficijent iskorištenosti radnog vremena (odabrano 0,85 tj. čistog rada po satu je 51 min)
- $K_d$  – koeficijent zastarjelosti (1,0)
- $d$  – udaljenost do deponija na koji se odvozi materijal (8km)

**Utovarivač**(Slika 4.2.) [8]:

- $q$  – zapremina lopate utovarivača (2,5 m<sup>3</sup>)
- $T_1$  – vrijeme potrebno za podizanje lopate (25 s)
- $T_t$  – vrijeme potrebno za manevar i okret lopate (5 s)
- $T_e$  – vrijeme potrebno za pražnjenje lopate (5 s)

Proračun:

$$\text{Ciklus: } T_c = T_1 + T_t + T_e = 25 + 5 + 5 = 35 \text{ s}$$

$$\text{Teorijski učinak utovarivača: } U_t = 3600 \cdot q / T_c = 3600 \cdot 2,5 / 35 = 257,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Planski učinak utovarivača: } U_p = U_t \cdot K_r \cdot K_v \cdot K_d \text{ (m}^3/\text{h)} = 257,14 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 185,79 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Kamion kiper** (Slika 4.3.) [10]:

- $q$  – volumen koša (17,4 m<sup>3</sup>)
- $V_{\text{pun}}$  – brzina vožnje punog kamiona (60 km/h)
- $V_{\text{prazan}}$  – brzina vožnje praznog kamiona (80 km/h)

Proračun:

**Kamion kiper** (Slika 4.3.) [10]:

- $q$  – volumen koša (17,4 m<sup>3</sup>)
- $V_{\text{pun}}$  – brzina vožnje punog kamiona (60 km/h)
- $V_{\text{prazan}}$  – brzina vožnje praznog kamiona (80 km/h)

**Proračun:**

$$T_{\text{utovar}} = q / U_p = 17,4 / 185,79 = 338 \text{ s}$$

$$T_{\text{puna+prazna vožnja}} = d / V_{\text{pun}} + d / V_{\text{prazan}} = 5 / 60 + 5 / 80 = 0,146 \text{ h} = 525 \text{ s}$$

$$T_{\text{istovar i manevar}} = 140 \text{ s}$$

$$\text{Ciklus: } T_c = T_u + T_{\text{pun+praz}} + T_{i+m} = 338 + 525 + 140 = 1003 \text{ s}$$

Planski učinak kamiona kiperera:  $U_p = q/T_c * K_d = 17,4/1003 * 1,0 = 62,45 \text{ m}^3/\text{h}$

Broj potrebnih kamiona:

$N_{\text{potrebnih kamiona}} = T_c/T_{\text{utovar}} = 1003/338 = 2,97$  Odabrano: **3 KAMIONA KIPERA**

Vrijeme potrebno za čišćenje:

$T = V(\text{otpada}) / U_p (\text{utovarivača}) = 13800 / 185,79 = 74 (\text{sati}) = 10 \text{ radna dana}$

## 6. ZAKLJUČAK:

Za izgradnju hipotetskog lukobrana morali smo odabrati i uskladiti strojeve kako bi se lukobran mogao izgraditi. Sam proces izgradnje lukobrana je zamišljen i podijeljen u dvije faze. Prva faza bi bila izgradnja pristupnog puta, izrada i zaštita lukobrana, nasipanje lukobrana sitnim i krupnim agregatom, poravnanje gornjeg sloja lukobrana i priprema za izradu šetnice. Druga faza se sastoji od betoniranja šetnice te završne faze, a to je postavljanje ukrasnih betonskih ploča i popločavanje šetnice. Svi radovi i odabrani strojevi su usklađeni kako ne bi imali zastoja i prekida u izgradnji.

Početak radova je zamišljen izradom pristupnog puta za čije potrebe izvedbe smo izabrali buldozer, utovarivač, vibrovaljak i kamion kiper. Nakon toga je zamišljeno pristupanje iskopu do tvrdog nosivog sloja za same temelje lukobrana. Kod te aktivnosti na raspolaganju imamo plovno jaružalo i kamion kiper. Nakon toga slijedi izgradnja jezgre zamišljenog nasutog lukobrana od sitnog agregata. Za to su odabrani kamion kiper i plovno jaružalo. Odmah nakon toga pristupa se izgradnji filterskog sloja od krupnog agregata. Za tu aktivnost smo izabrali kamion kiper i buldozer. Za potrebe izgradnje zaštitne obloge od masivnih kamenih blokova nam je potrebno kamion kiper i plovno jaružalo. S ovim odabranim aktivnostima je završena zamišljena prva faza ovog hipotetskog projekta nasipanja lukobrana.

Zamišljena druga faza je planiranje i zbijanje dovezenog šljunka sitne kalibracije kako bi se poravnalo dno i popunile moguće rupe nastale prilikom samog nasipanja lukobrana. Za ove aktivnosti smo odabrali kamion kiper i dozer. Nakon toga zamišljena je doprema svježeg betona pomoću automiješalice i iskravanje na željeno mjesto odakle radnici rasprostiru i niveliraju dopremljeni beton na željeni nivo. Nakon toga se pristupa zbijanju betona pomoću vibro igle. Za kraj je zamišljeno popločavanje šetnice ukrasnim betonskim pločama. Za dopremu i dostavu smo koristili kamion kiper.

Završetak projekta označava završetak odabranih aktivnosti te odvoz viška materijala i stvari te čišćenje samog gradilišta i uklanjanje svih privremenih objekata, te pripremanje za predaju investitoru.

Svi radovi su obavljani pod nadzorom stručnih osoba te na kraju odobreni od strane nadležnih tijela.

## 7. LITERATURA:

[1] slika 1.1 [Izvor:

[https://www.google.com/search?biw=1536&bih=754&tbm=isch&sa=1&ei=BkiCXbuDM7aJjLsPkcen2Ak&q=aci+marina+split+tloct&oq=aci+marina+split+tloct&gs\\_l=img.3...30657.33094..33296..0.0..0.91.572.7.....0....1..gws-wiz-img.....0i30j0i24.XWrYabMiozc&ved=0ahUKEwi7nqn80trkAhW2BGMBHZHjCZsQ4dUDCAc&uact=5](https://www.google.com/search?biw=1536&bih=754&tbm=isch&sa=1&ei=BkiCXbuDM7aJjLsPkcen2Ak&q=aci+marina+split+tloct&oq=aci+marina+split+tloct&gs_l=img.3...30657.33094..33296..0.0..0.91.572.7.....0....1..gws-wiz-img.....0i30j0i24.XWrYabMiozc&ved=0ahUKEwi7nqn80trkAhW2BGMBHZHjCZsQ4dUDCAc&uact=5)]

[2] [Izvor: Eduard Slunjski, STROJEVI U GRAĐEVINARSTVU, Zagreb, 1995.; Interne skripte dostupne na moodle portalu Fgag split ; Pomorske građevine interna skripta Fakulteta građevinarstva arhitekture i geodezije Split ;

[http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni\\_putevi\\_i\\_luke/predavanja/SCR\\_PPL\\_Pogl%206\\_8%20Lukobr\\_200510.pdf](http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni_putevi_i_luke/predavanja/SCR_PPL_Pogl%206_8%20Lukobr_200510.pdf)]

[3] slika 1.2

[Izvor:[http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni\\_putevi\\_i\\_luke/predavanja/SCR\\_PPL\\_Pogl%206\\_8%20Lukobr\\_200510.pdf](http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni_putevi_i_luke/predavanja/SCR_PPL_Pogl%206_8%20Lukobr_200510.pdf)]

[4] Slika 2.1

[Izvor:[http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni\\_putevi\\_i\\_luke/predavanja/SCR\\_PPL\\_Pogl%206\\_8%20Lukobr\\_200510.pdf](http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/plovni_putevi_i_luke/predavanja/SCR_PPL_Pogl%206_8%20Lukobr_200510.pdf)]

[5] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=16085>]

[6] slika 4.1 [Izvor:[https://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/dozers/small-dozers/4036913104120125.html](https://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/dozers/small-dozers/4036913104120125.html)]

[7] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63517>]

[8] slika 4.2 [Izvor: <https://www.volvoce.com/hrvatska/hr-hr/products/wheel-loaders/large/1350f/>]

[9] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=68597>]

[10] slika 4.3 [Izvor:[https://www.mercedes-benz.hr/content/croatia/mpc/mpc\\_croatia\\_website/hrng/home\\_mpc/trucks\\_/home/construction/arocs/loader\\_grounder/arocs\\_grounder.html](https://www.mercedes-benz.hr/content/croatia/mpc/mpc_croatia_website/hrng/home_mpc/trucks_/home/construction/arocs/loader_grounder/arocs_grounder.html)]

[11] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63797>]

[12] Slika 4.4 [Izvor:[https://www.cat.com/en\\_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18548180.html](https://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/compactors/tandem-vibratory-rollers/18548180.html)]

[13] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63797>]

[14] Slika 4.5 [Izvor: <https://www.remu.fi/product-series/big-float-1400>]

[15] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=16085>]

[16] Slika 4.6 [Izvor: [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000011900.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/1000011900.html)]

[17] [Izvor: <http://www.gradnja.org/gradevinski-strojevi/leksikon-strojeva/350-automjealica.html>]

[18] Slika 4.7 [Izvor: <http://www.mascus.hr/transport/rabljeni-kamioni-za-beton/mercedes-benz-actros-3540-b/8vhujqaw.html>]

[19] [Izvor: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=64468>]

[20] Slika 4.8 [Izvor: <http://www.hrgic.hr/proizvod/pervibrator-vibro-igla-avmu/>]

[21] [Izvor: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kamion>]

[22] Slika 4.9 [Izvor : <https://www.mascus.hr/transport/rabljeni-kamioni-sa-kranom/mercedes-benz-actros-2636/mjbp8kls.html>]

[23] Slika 4.10 [Izvor : <https://www.google.com/search?q=plovno+Jaru%C5%BEalo+sa+zahvatnom+lopatom&source=lnms>]

[&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwic7W8drkAhWHIZoKHTpPBG0Q\\_AUIEigB&biw=1536&bih=754#imgrc=-ctcZ6YmbpRsHM: \]](#)