

# Прорачун основних механизма багера дреглајна ЕШ10/70

Милан Миљковић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

**[ДР РГФ]**

Прорачун основних механизма багера дреглајна ЕШ10/70 | Милан Миљковић | | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006325>

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



**ДИПЛОМСКИ РАД**

**ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ МЕХАНИЗАМА БАГЕРА  
ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70**

Ментор:

проф. др Драган Игњатовић

Студент:

Милан Миљковић Р66/17

Београд, 2022.

## Комисија:

1. Проф. др Драган Игњатовић, ментор

---

Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет

2. Проф. др Предраг Јованчић, члан комисије

---

Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет

3. Проф. др Милош Танасијевић, члан комисије

---

Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет

Датум одбране: \_\_\_\_\_

**Сажетак:** Повећање потрошачких потреба људи, ствара потребу за повећањем различитих облика сировина и енергије. Раст индустријских производних капацитета налаже да се сваке године повећавају и капацитети експлоатације лежишта различитих сировина. Како би се задовољили потребни капацитети, неопходна је примена савремене механизације, великих капацитета и поузданости у раду. Активности у рударству, конкретно, при површинској експлоатацији укључује велики број високо продуктивних машина које су међусобно координисане. Рударска механизација користи се у основним процесима експлоатације – откопавању, транспорту, одлагању/депоновању јаловине или корисне минералне сировине. Поред тога, механизација је неопходна и за стварање оптималних услова рада – при помоћним пословима. Присутне су тенденције ка примени механизације већег јединичног капацитета. Као пример се може навести багер дреглајн ЕШ 10/70. У овом раду извршена је анализа основних механизма багера дреглајна ЕШ 10/70 који активно учествује у процесима откопавања јаловине или корисне минералне сировине и у различитим помоћним пословима на површинском копу. Поузданост, расположивост и адекватна усклађеност механизма на багеру обезбеђују несметан рад што је предуслов за економску оправданост процеса експлоатације лежишта.

**Кључне речи:** рударство, багер, дреглајн, ЕШ10/70, експлоатација, механизми

**Abstract:** *The increase in consumer needs of people creates the need for an increase in various forms of raw materials and energy. The growth of industrial production capacities dictates, that every year, the capacities of exploitation of deposits of various raw materials also increase. In order to meet the required capacities, it is necessary to apply modern mechanization, with large capacities and reliability in operation. Mining activities, specifically surface mining, involve a large number of highly productive machines that are coordinated with each other. Mining machinery is used in the basic processes of exploitation – excavation, transport, disposal/depositing of tailings or useful mineral raw materials. In addition, mechanization is also necessary to create optimal working conditions – for auxiliary tasks. There are tendencies towards the application of mechanization with a larger unit capacity. Excavator dragline ESh10/70 can be cited as an example. In this paper, an analysis of the basic mechanisms of a dragline excavator ESh10/70, which actively participates in the process of digging out tailings or useful raw materials and in various auxiliary jobs in surface mining, was performed. Reliability, availability and adequate coordination of mechanisms on the excavator ensure smooth operation, which is a prerequisite for the economic justification of the deposit exploitation process.*

**Key words:** *mining, excavator, dragline, ESh10/70, exploitation, mechanisms*

# САДРЖАЈ

1. УВОД .....	1
2. БАГЕРИ ДРЕГЛАЈНИ .....	3
2.1 Кашика багера дреглајна .....	4
2.2 Стрела багера дреглајна.....	5
2.3 Доња градња багера дреглајна и уређај за транспорт.....	7
3. ОДРЖАВАЊЕ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА .....	9
3.1 Стратегија одржавања дреглајна .....	9
3.2 Планирање гашења багера.....	11
3.3 Гашење багера и препоруке за успешно одржавање .....	11
3.4 Одржавање појединачних склопова .....	12
4. ТЕХНОЛОШКЕ ШЕМЕ И РАДНИ ПАРАМЕТРИ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА .....	14
5. БАГЕР ДРЕГЛАЈН ЕШ10/70 .....	16
6. ПРИМЕНА И ЕКСПЛОАТАЦИЈА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70 .....	20
6.1 Прорачун капацитета багера дреглајна ЕШ10/70 .....	29
7. ОСНОВНИ МЕХАНИЗМИ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70 .....	31
7.1 Постоље багера и механизам за окретање обртне платформе .....	32
7.2 Механизам за вучу кашике.....	34
7.2 Механизам за дизање кашике .....	35
7.3 Механизам за транспорт багера.....	37
7.4 Механизам за подизање стреле.....	38
7.5 Систем управљања багера дреглајна ЕШ10/70 .....	39
7.6 Систем за подмазивање механизма .....	40
8. ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ МЕХАНИЗАМА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70.....	43
8.1 Прорачун снаге механизма за транспорт багера .....	43
8.2 Прорачун снаге механизма за дизање кашике.....	44
8.3 Прорачун снаге механизма за вучу кашике .....	47
8.4 Прорачун снаге механизма за окретање обртне платформе .....	52
8.5 Прорачунати технички параметри багера дреглајна ЕШ10/70 .....	57
9. ЗАКЉУЧАК .....	58
10. ЛИТЕРАТУРА .....	59

<b>БРОЈ</b>	<b>НАЗИВ</b>	<b>СТРАНА</b>
<b>СЛИКЕ</b>		
1	Багер дреглајн	3
2	Основни елементи багера дреглајна	4
3	Кашика багера дреглајна	5
4	Решеткаста конструкција	6
5	Рибља конструкција са добунским подвескама	6
6	Ужетна конструкција	6
7	Трограна крута конструкција	6
8	Багер дреглајн на гусеничном транспортном уређају	7
9	Багер дреглајн на корачајућем транспортном уређају	8
10	Операција кретања багера дреглајна	8
11	Приказ расподеле модела одржавања	10
12	Гашење багера	11
13	Приказ „чвора“ на стрели багера дреглајна	13
14	Радни параметри багера дреглајна	14
15	Технолошке шеме рада багера дреглајна	15
16	Багер дреглајн ЕШ10/70	16
17	Приказ А габаритних димензија багера дреглајна ЕШ10/70	17
18	Приказ Б габаритних димензија багера дреглајна ЕШ10/70	18
19	Технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у дубинском раду у меком материјалу у блоку	23
20	Технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у висинском раду у меком материјалу у блоку	26
21	Пребацивање маса багером ЕШ10/70	27
22	Израда усека багером ЕШ10/70	28
23	Распоред механизма багера дреглајна ЕШ10/70	31
24	Доње постоље са зупчастим венцем багера дреглајна ЕШ10/70	33
25	Конструктивни изглед обртног венца багера дреглајна ЕШ10/70	33
26	Изглед и конструктивна шема механизма за окретање обртне платформе багера дреглајна ЕШ10/70	33
27	Изглед и конструктивна шема механизма за вучу кашике дреглајна ЕШ10/70	34
28	Изглед и конструктивна шема механизма за дизање кашике багера дреглајна ЕШ10/70	36
29	Кашика и систем ужади за подизање кашике дреглајна ЕШ10/70	36
30	Конструктивна шема механизма за транспорт – корачајући механизам багера дреглајна ЕШ10/70	37
31	Извршни део корачајућег механизма	38
32	Механизам за подизање стреле и његови елементи	39
33	Конструктивна шема система управљања багера дреглајна ЕШ10/70	39
34	Циклус рада једноступеног клипног компресора	40
35	Шема циркулационог система подмазивања уљем	41
36	Кашика багера дреглајна и распоред сила при копању	48
37	Параметри обртне платформе багера дреглајна	53
<b>ТАБЕЛЕ</b>		
1	Основне карактеристике багера дреглајна ЕШ10/70	17
2	Габаритне димензије багера дреглајна ЕШ10/70	18
3	Величине параметара струје, снаге, и масе багера и противтега	19
4	Полазни параметри за израду технолошке шеме рада дреглајна ЕШ10/70 у дубинском раду	21
5	Усвојени параметри етаже за откопавање	21
6	Полазни параметри за израду технолошке шеме рада дреглајна ЕШ10/70 у висинском раду	24
7	Усвојени параметри етаже за откопавање	24
8	Коефицијенти пропорционалности у зависности од врсте материјала	45
9	Прорачунати технички параметри багера дреглајна ЕШ10/70	57

## 1. УВОД

Приликом експлоатације лежишта минералних сировина важно је посебну пажњу обратити на услове у којима ће се експлоатација вршити. Код основних услова посебно се издвајају: моћност и угао нагиба лежишта, моћност и механичке особине откривке, квалитативни и квантитативни показатељи лежишта, тржишна вредност минералне сировине, хидрогеологија и клима региона у којем је лежиште лоцирано. Економска оправданост експлоатације постиже се одговарајућим одабиром механизације на припреми, откопавању и транспорту корисне сировине и откривке. У зависности од поменутих услова и избора механизације, на површинским коповима се углавном примењују континуални и дисконтинуални системи експлоатације. У првом случају, експлоатација се врши непрекидно (24/7). Ове околности налажу ангажовање машине изразито великог капацитета при чему се не могу откопавати материјали велике чврстоће. Такви системи најчешће се користе у експлоатацији угља (лигнита) и чине их роторни багери – транспортери са гуменом траком – одлагачи/депонијске машине. Други случај подразумева коришћење машина прекидног рада у циклусима откопавања, транспорта и одлагања или директно пребацивање. Предност оваквих система је могућност откопавања материјала веће чврстоће и веће дубине лежишта. На откопавању и утовару или директном пребацивању се најчешће користе багери кашикари, дреглајни или хидраулични багери; у транспорту се користе камиони/дампери, док су у процесима одлагања ангажоване различите машине – багери, утоварачи, дозери и сл.

Багери дреглајни су веома заступљене машине на површинским коповима. Примењују се као основна механизација у дисконтинуалним системима експлоатације лежишта минералних сировина, где им је тада основна улога у откопавању минералних сировина. Најпогоднији су условима где су лежишта хоризонтална или благо нагнута, са угловима нагиба не већим од 5-10°. Поред тога, на великим површинским коповима (лигнита) примењују се као помоћна механизација. У таквим околностима раде на помоћним, припремним и накнадним радовима. Основни циљ је стварање оптималних



услова за рад и потпуно временско и капацитетно искоришћење основне механизације. Први багери дреглајни појавили су се педесетих година прошлог века на нашим коповима, а током седамдесетих набављени су багери типа ЕШ и то модели 5/45, 6/45, 10/70. Најчешћи тип транспортног система оваквих багера је корачајући. У раду их одликује мали специфични притисак на тло, што се постиже ослањањем на кружну платформу велике површине што им омогућава рад на теренима са отежаним условима рада. Да би багер дреглајн могао да испуни своју основну функцију, његов рад се обавља погоном из основних механизма смештених на доњем постољу багера.

Основне механизме багера дреглајна чине механизам за окретање обртне платформе, механизам за подизање кашике, механизам за вучу кашике, механизам за подизање стреле и механизам за транспорт – корачајући механизам. У овом раду биће извршен прорачун основних механизма багера дреглајна ЕШ10/70 и на тај начин стећи шира слика о експлоатационим могућностима поменуте машине. Како је машина старијег датума производње, вежно је прорачунати механизме у датим, савременим условима рада и на тај начин оправдати њену функцију на копу. На основу доступне литературе, прорачун је извршен за врло специфичне услове рада, где се добијене снаге погонских агрегата могу разликовати од снага које су инсталисане на самом багеру.

## 2. БАГЕРИ ДРЕГЛАЈНИ

Багери дреглајни спадају у багере са једним радним елементом – багере са гипко везаним радним органом, у случају багера дреглајна, са повлачном кашиком. Као такви, конструктивно су предодређени за откопавање материјала испод нивелете планума, тј. за дубински рад. Међутим, багери дреглајни се могу користити и за висински рад, где висина блока откопавања не сме прелазити 0.5-0.7 висине истресања кашике багера. Изглед багера дреглајна приказан је на слици 1. [1] [2]

Конструкцију багера дреглајна чине неколико основних група елемената:

- Доњи градња са или без транспортног уређаја (у зависности од типа);
- Обртна платформа са механизмима;
- Радни орган;

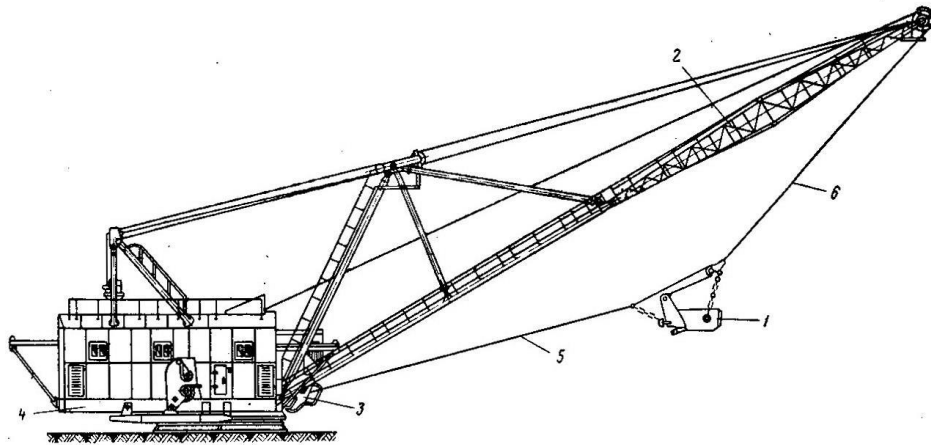


Слика 1. Багер дреглајн [1]

Багери дреглајни предвиђени су за откопавање материјала класе чврстоће I-IV, а за откопавање материјала користи се радни орган багера – кашика са својим пратећим елементима:

- Кашика са ланцима за подизање и вучу, истоварни блок (котурови), истоварно уже;
- Стрела која је зглобно везана за окретну платформу;
- Усмеривачи – усмеравајући котурови за вучно уже.

Шематски приказ основних конструктивних целина багера дреглајна приказан је на слици 2.



Слика 2. Основни елементи багера дреглајна; 1 – кашика, 2 – стрела, 3 – усмеравајући котурови, 4 – обртна платформа, 5 – вучно уже, 6 – подизно уже [1]

## 2.1 Кашика багера дреглајна

Кашика представља основни елемент радног органа и као таква служи за копање, транспорт откопаног материјала на релативно кратком простору и истовар откопаног материјала на депонију или утовар у средства транспорта. Сходно овоме, кашика је изложена великим оптерећењима и хабању, посебно у свом резном делу (1). [1]

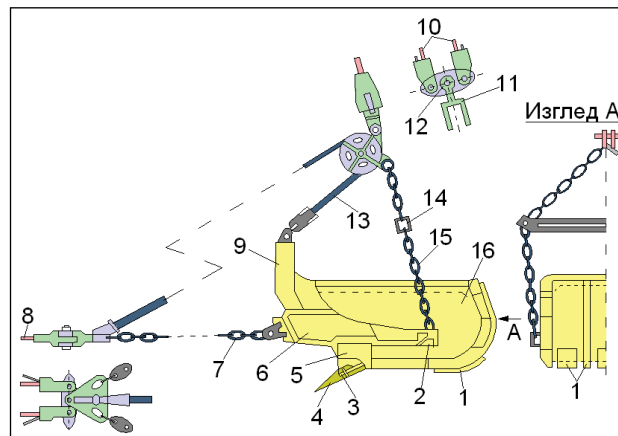
Одабир и технологија израде кашике унапред је дефинисана условима рада за које је багер предвиђен или којима ће бити изложен. Тако, кашике могу бити израђене у ливеној конструкцији за рад у тешким условима, заварено – ливене (комбиноване) за рад у средње тешким условима, док су рад у лакшим условима предвиђене заварене конструкције кашике. [2]

Кашика багера дреглајна израђена је као заварена конструкција са различитим ојачањима на местима веза кашике и ужади. Према томе, кашика дреглајна се састоји из вареног дела, резног дела са ушицама и јарма који служи за ојачање везе ужета за истовар и кашике. [1]

У задњем бочном зиду се налазе ушице за везу ланца за подизање кашике, на које се каче траверза и балансер за спајање на уже за подизање кашике. [2]

Резни део чине корени зуба, на које се навлаче круне зуба, а да би се дно заштитило од прекомерног хабања и превременог лома, ојачање корена зуба врши се приваривањем челичних полууга.

Такође, веома је битно обратити пажњу и на појаву трења између ланца за подизање и кашике, а за смањење силе трења која се јавља на овом месту, поставља се распињача. Како се тежиште кашике са материјалом налази испод ланца за подизање кашике и јарма, при отпуштању вучног ужета и истоварног, кашика се креће око осе причвршћивања ланца за подизање и материјал се слободно – под дејством силе земљине теже празни кроз отвор испод јарма између вучних ланаца. На слици 3 приказана је кашика багера дреглајна и њени делови. [2]



Слика 3. Кашика багера дреглајна;

1 – челичне полууге, 2 – ушице, 3 – корени зуба, 4 – круне зуба,  
5 – резни део зуба/оштрица, 6 – ушице, 7 – вучни ланци, 8 – вучно уже, 9 – јарам,  
10 – уже за подизање кашике, 11 – траверза, 12 – балансер, 13 – уже за истовар,  
14 – распињача, 15 – ланац за подизање кашике, 16 – варени део [1]

## 2.2 Стрела багера дреглајна

Стрела багера дреглајна представља виталну конструкцију у његовом раду. Како маса саме стреле износи 4.5-7% масе целог багера, њена конструкција мора бити предвиђена и израђена тако да издржи 30-40% момента инерције целог багера са пуном кашиком. Стрела је изложена великим

динамичким ударима и оптерећењима у процесу рада па тако постоје различите конструкције по којима стрела може бити израђена. Ове различите конструкције представљају **конструктивна обележија** стреле могу се поделити у четири групе [2]:

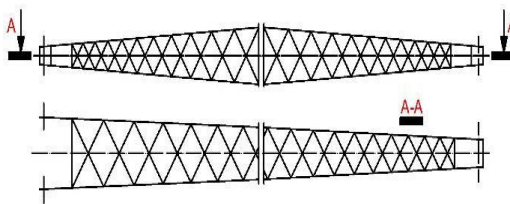
- Ужетне;
- Трогране круте;
- Решеткасте;
- Комбиноване.

*Ужетне стреле* се састоје из два различита дела. Први (задњи) део стреле је везан за платформу зглобном везом састављен је од цевних елеманата и као такав представља круту конструкцију. Остале три конструктивне целине састављене су из ужади, повезаних у решетку са крутим вертикалама. [2]

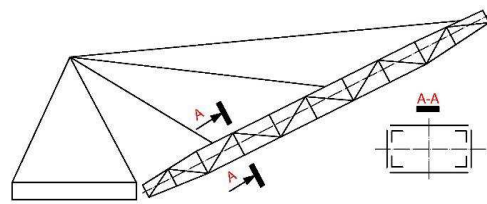
*Трогране круте стреле* састоје се из три крута цевна појаса који са цевним елементима и дијагоналама чине пирамидну конструкцију. [2]

*Решеткасте стреле* су изведене од угаоних профила, док су дијагонале изведене од цевних профила. [2]

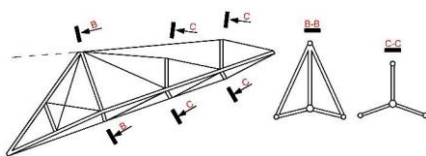
На следећим сликама (4, 5, 6, 7) приказана су конструктивна решења стреле багера дреглајна.



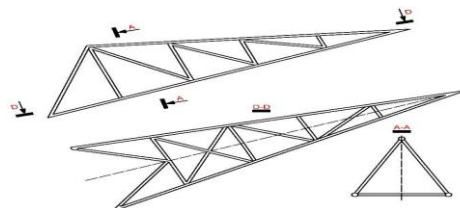
Слика 4. Решеткаста конструкција [2]



Слика 5. Рибља конструкција са допунским подвескама [2]



Слика 6. Ужетна конструкција [2]



Слика 7. Трограна крута конструкција [2]

### 2.3 Доња градња багера дреглајна и уређај за транспорт

Доња градња представља челичну конструкцију на багеру и служи за ношење горње градње багера као и стабилно ослањање багера на тло. На доњој градњи може бити смештен транспортни уређај багера (дреглајни са гусеничним транспортним уређајем). Такође, транспортни уређај може бити смештен и на горњој градњи багера (корачајући транспортни уређај).

Задатак уређаја за транспорт багера дреглајна јесте да обезбеди његово кретање и стабилно ослањање на подлогу при транспорту или у раду. Такође, уређај за транспорт мора обезбедити и пренос притиска на тло. Уређај за транспорт бира се на основу услова рада у којима ће се багер налазити као и његове намене у динамици копа. Сходно томе, примењују се следећи транспортни уређаји: *гусенични, корачајући, комбиновани (шинско корачајући)*. [1]

*Гусенични транспортни уређај* одликује релативно мали специфични притисак на тло и примењује се у условима кретања по беспућу, меког тла и насутим путевима. Гусеничним транспортним уређајем могу се остварити задовољавајуће брзине кретања багера, где је могуће достићи 10-15km/h код мањих машина и 6-10 m/min код већих машина. На слици 8 приказан је багер дреглајн на гусеничном транспортном уређају. [1] [2]



Слика 8. Багер дреглајн на гусеничном транспортном уређају [1]

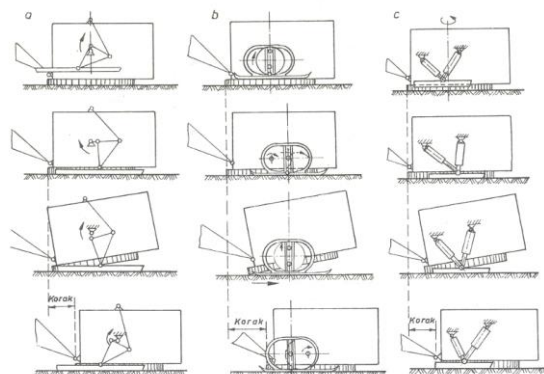
**Корачајући транспортни уређај** састоји се из ослоних папуча, механизма за кретање и погонских агрегата. Корачајући уређаји се разликују по конструкцији и могу бити кривајни или хидраулични. Овај систем одликује висока стабилност у процесу рада, али и мала брзина кретања багера. На слици 9 приказан је багер дреглајн на корачајућем транспортном уређају.



Слика 9. Багер дреглајн на корачајућем транспортном уређају [1]

Операција кретања багера (слика 10) састављена је из више целина и изгледа следеће:

1. Окретање папуча у правцу транспорта багера;
2. Спуштање папуча на тло;
3. Подизање багера;
4. Окретање багера у правцу транспорта посредством механизма на обртној платформи;
5. Спуштање багера на тло;
6. Подизање папуча у почетни положај. [1] [2]



Слика 10. Операција кретања багера дреглајна [1]

### 3. ОДРЖАВАЊЕ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА

Одржавање багера дреглајна представља врло комплексан систем, састављен од више чинилаца који се не могу разврстати по битности, већ сваки од њих игра кључну улогу у одржавању функције багера и његовог стања исправности и спремности за рад. Како се ради о комплексном систему, у овом поглављу биће речи о концепту планирања и егзекуције принудног гашења багера ради његовог одржавања. [6]

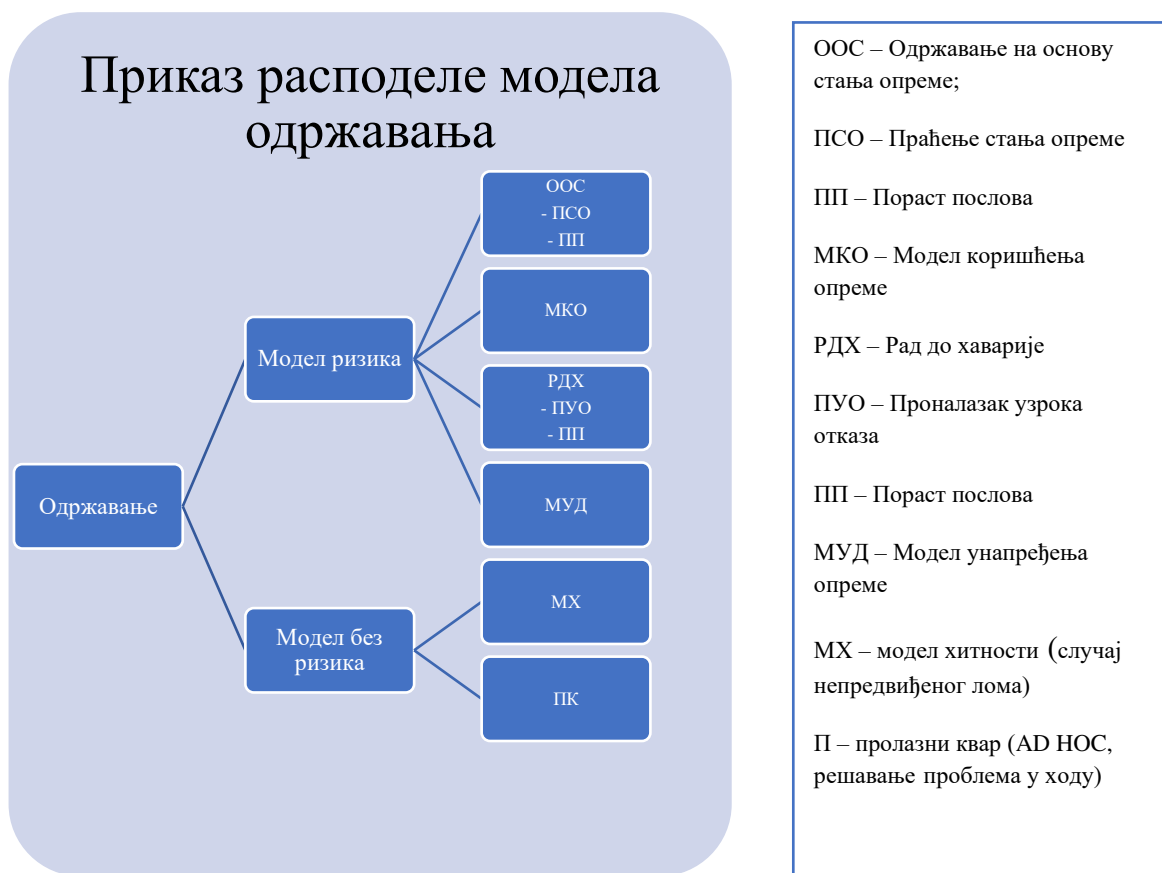
Овакво одржавање односи се на модел стратегије одржавања, чији су чиниоци планирање, егзекуција и затварање циклуса принудног гашења. Циљ је демонстрација комплексности поравнања захтева одржавања, стратегија обезбеђивања делова и детаљи планирања самог процеса поправки и послова након гашења багера. [5] [6]

Да би се омогућиле велике структурне поправке на багеру, врло је значајно прорачунати потребно време ван експлоатације багера како би сви радови били комплетирани успешно; време ван експлоатације може варирати од једне до десет недеља, зависно од обима радова за извршење. Велика гашења багера због одржавања могу варирати од једне до пет година између гашења. Време ван експлоатације мора бити урачунато у планирање животног века самог багера како би експлоатација багера била економски исплатива. [5] [6]

#### 3.1 Стратегија одржавања дреглајна

Стратегија одржавања везана за гашења багера дреглајна варирају зависно од механизованости рудника и услова експлоатације у руднику и базиране су на *Моделу ризика*. *Моделу стања багера*, *коришћења* и *унапређивања делова* су методологије коришћење при планирању стратегије одржавања гашењем, док методологија *Рад до хаварије* није у употреби при планирању модела ризика, али представља значајну карику у планирању века трајања самог багера дреглајна. На слици 11 приказана је расподела модела одржавања имајући у виду моделе одржавања са ризиком и без ризика. [6]





Слика 11. Приказ расподеле модела одржавања [6]

У случају рудника које опслужује само један багер дреглајн, може се користити модел базиран на стању опреме преко модела базираног на коришћењу опреме како би се повећало време ефикасног откопавања супстанце. Оваква поставка механизованости рудника захтева много виши ниво инспекције опреме и посвећености одржавању обзиром на критичност улоге коју један багер има у експлоатацији сировине. У случају рудника које опслужује више багера дреглајна, више је у употреби модел базиран на коришћењу опреме; овај модел дозвољава руднику флексибилност у планирању одржавања и генералних гашења багера, чиме је такође и мониторинг опреме много једноставнији и мање учестао. Недостатак оваквог система одржавања представља ограничена могућност индивидуалних гашења багера у плану експлоатације. Уколико се један од багера искључи из експлоатације, могућ је отказ другог багера чији су елементи прекорачили свој радни век чиме се повећава ризик појаве изненадне хаварије. [5] [6]

### 3.2 Планирање гашења багера

Планирање наредног гашења багера може почети одмах након претходног гашења багера или се могу планирати мања, краткотрајнија и једноставнија гашења пре једног целокупног гашења и искључења из експлоатације. Комплексност задатака одржавања и високи трошкови проузроковани искључењем багера из експлоатације могу одредити ниво детаљности планирања одржавања, где је важно направити одговарајући и прилагођени план захтевима рудника и крајњег корисника сировине која се откопава. [6]

Важну ставку у планирању представља и људство које ће радити поправке на багеру. У већини случајева, ангажовано је и екстерно поред интерног, обзиром на ограниченост људства на остатку појединачних послова у руднику. Још једну битну ставку представља и планирани буџет рудника предвиђен за одржавање опреме. Буџет се усваја на почетку године и покрива набавке делова, радну снагу и време уложено у поправке на багеру, односно време које је сам багер ван експлоатације. [6]

### 3.3 Гашење багера и препоруке за успешно одржавање

Само гашење багера представља важан поступак у његовом животном веку. Интензитет комплексних задатака које треба обавити у кратком временском периоду захтева организован распоред ресурса и опреме на одржавању за шта је задужено особље менаџмента на контроли квалитета одржавања. На слици 12 приказано је гашење багера заједно са опремом на његовом одржавању. [5] [6]



Слика 12. Гашење багера [6]

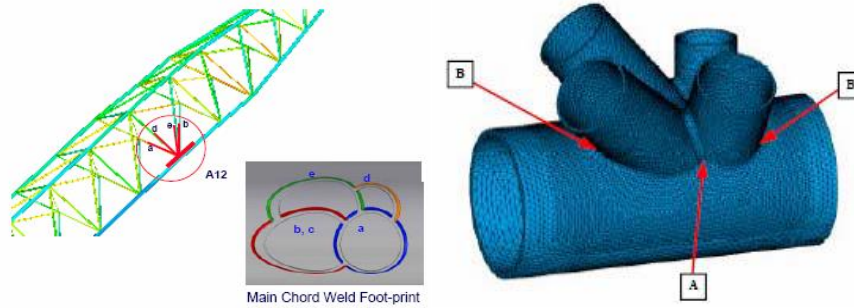
Препоруке за успешан процес одржавања багера дреглајна су следеће:

1. Креирати матрицу појединачних компоненти на одржавању и појединачне стратегије одржавања која ће представљати јединствени избор информација при извршењу послова;
2. Извршити анализу комерцијалних одлука везаних за велика гашења багера које су имале утицај на динамику осталих рудника у којима багери раде;
3. Оформити тим људи који ће у одређеном временском периоду радити и пратити одржавање циљне машине.

### **3.4 Одржавање појединачних склопова**

Познавање конфигурације појединачних склопова багера умногоме олакшава цео процес планског одржавања истих. Како се на коповима може наћи више различитих произвођача багера, тако су и њихове конфигурације и препоруке различите. Међутим, како постоји неколико стандардизованих конструкција различитих по волумену, тако је могуће дати универзалне препоруке приликом поправки склопова и делова. [6]

*Стрела багера* подразумева решеткасту конструкцију, некад додатно конфигурисану конструкцијом ужади. Међутим, такозвани „чворови“ на решеткастој конструкцији представљају места на којима је конструкција најслабија због технологије заваривања имплементиране на поменутом месту. Квалитет вара зависиће од поменуте технологије и стручности особља на заваривању, а сам процес заваривања подразумева појаву концентрације напона и измену карактеристика материјала који су изложени заваривању, па су ово места на којима може доћи до изненадних ломова или појава напрелина услед истрошености материјала или великих динамичких удара. На слици 13 приказан је један „чвор“ на решеткастој конструкцији стреле. [6]



Слика 13. Приказ „чвора“ на стрели багера дреглајна [6]

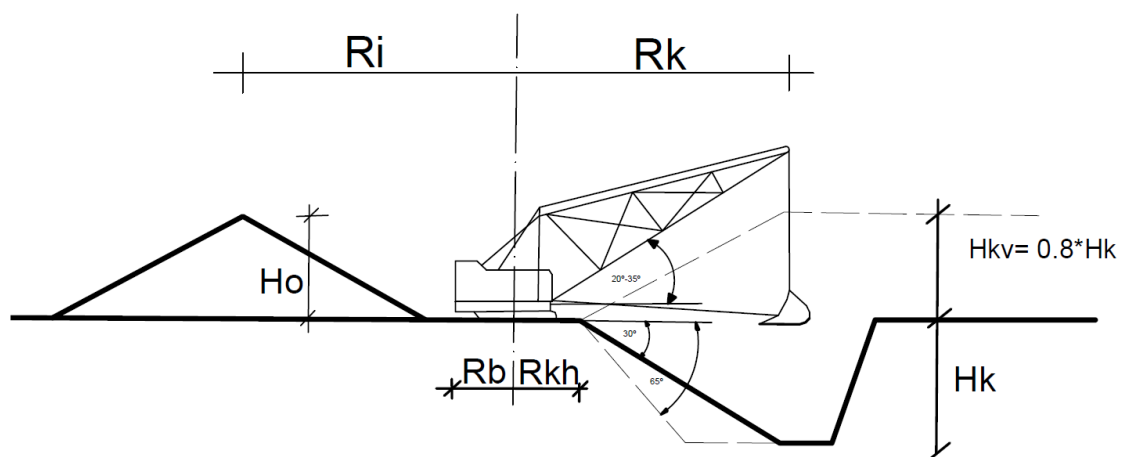
**Уређај за корачање** подразумева папуче за корачање и погон истих. Са великим уделом мањих делова у овом механизму, као што су осовине и лежајеви, овај део конструкције захтева велику пажњу. Радни век лежајева и осовина се мора будно пратити, као и примена одговарајућих уља и масти за подмазивање ових склопова. Овакав тип одржавања захтева одређену количину делова и мазива на стању у магацину руднику да не би долазило до непланираних застоја узрокованим недостатком поменутих. [6]

**Кашика багера**, као комплексна конструкција, састављена је из више од 15 појединачних делова. На кашици багера има доста превојних тачака, као и тачака изложених претходном заваривању како би се целокупна конструкција ојачала за рад. Спојеви са ланцима за вучу, подизање и истовар кашике захтевају константно подмазивање и проверу за прлинама и ломовима, заварени спојеви на ојачањима на дну кашике и ојачањима на зубима представљају места појаве претходне концентрације напона и изложене су сталним динамичким ударима услед откопавања материјала, па су сменске провере неопходне како би се предупредили ломови и заустављала експлоатација [6].

## 4. ТЕХНОЛОШКЕ ШЕМЕ И РАДНИ ПАРАМЕТРИ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА

Како је багер дреглајн машина која је предвиђена за дубински рад, његов процес рада се може представити на следећи начин. Просторно, багер се поставља у близини горње ивице етажне косине. Вучно уже се опушта, а посредством ужета за подизање кашике она се спушта на дно, затим се вучним ужетом кашика повлачи ка стрели багера. Под дејством сопствене тежине, кашика се урезује у материјал и пуни се откопаним материјалом. Дубина одреска се регулише затезањем ужета за подизање кашике. Када је кашика пуна, накратко се прикочи вучни добош и ставља у погон добош за подизање кашике – као резултат тога, уже за подизање кашике, вучно уже и истоварно уже се затежу при чему се кашика подиже у хоризонталном положају. Истовремено са подизањем кашике, у погон се ставља и механизам за окретање обртне платформе и багер се окреће ка месту истовара кашике. Истовар кашике обавља се опуштањем вучног ужета чиме се кашика преврће и празни. [1] [2]

На слици 14 приказани су радни параметри багера дреглајна.



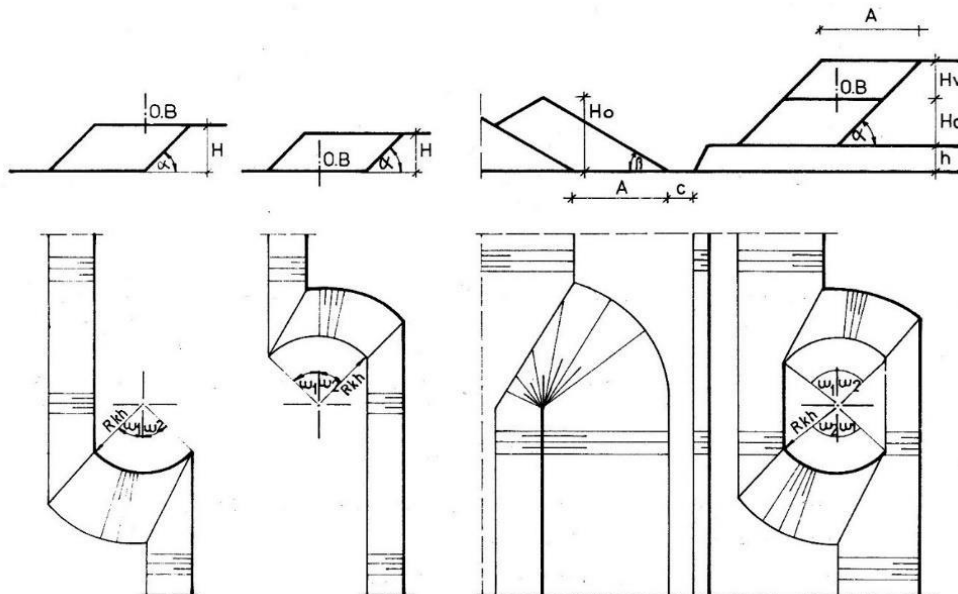
Слика 14. Радни параметри багера дреглајна [1]

- **Радијус копања,  $R_k$**  – хоризонтално растојање од окретне осе платформе до врха зуба на кашици у процесу копања. Разликују се

радијус копања без забацивања кашике ( $R_k$ ) и максимални радијус копања са забацивањем кашике ( $R_{kmax}$ );

- **Радијус пражњења,  $R_p$**  – хоризонтално растојање од вертикалне осе окретања платформе до осе кашике при пражњењу.
- **Дубина копања,  $H_k$**  – вертикално растојање од нивелете планума на којој се багер налази до врха зуба на кашици.
- **Висина пражњења,  $H_{kv}$**  – вертикално растојање од нивелете планума на којем се багер налази до врха зуба на кашици у процесу пражњења.

Технолошке шеме рада багера дреглајна израђују се на основу улазних техничких параметара самог багера, као и на основу услова рада у којима багер ради. Тако, разликују се шеме рада багера на основу класе чврстоће материјала коју ће багер откопавати, да ли је транспорт материјала директно у одлагалишни простор или у средства транспорта, као и да ли багер ради у усеку, насипу или блоку. На слици 15 приказане су основне технолошке шеме рада багера дреглајна. На првој половини слике се налазе се прикази висинског и дубинског рада багера дреглајна респективно, док се на другој половини налази приказ комбинације дубинског и висинског рада на етажи.

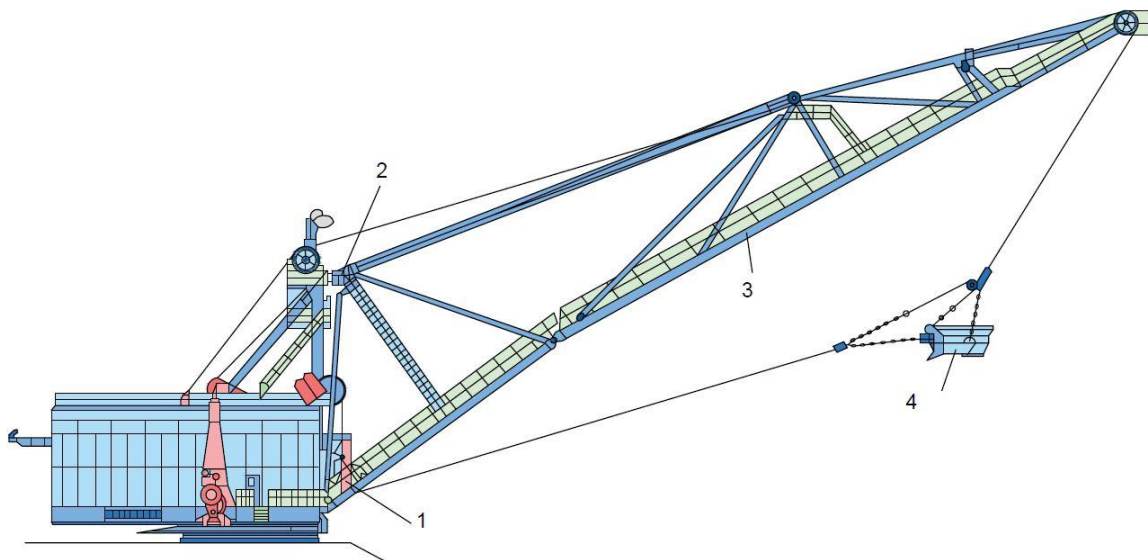


Слика 15. Технолошке шеме рада багера дреглајна; дубински рад, висински рад, комбиновани (дубинско-висински) рад [7]

## 5. БАГЕР ДРЕГЛАЈН ЕШ10/70

Багери дреглајни ознаке ЕШ (екскаватор шагајућий – корачајући багер) су багери руске производње (тадашњи СССР) и на нашим коповима су се појавили 1970-их година прошлог века. Конструктивно су предодређени као багери средњег капацитета и носе ознаке пр. ЕШ10/70. Ознака ЕШ карактеристична је за багере дреглајне, и говори да багер користи корачајући транспортни уређај док бројна ознака 10/70 представља запремину кашике –  $10\text{m}^3$  и дужину стреле – 70m.

Дреглајн ЕШ10/70 представља потпуно заокретну електричну машину за третман тла. Намењен је за откопавање тла класе чврстоће I-IV без транспортовања, дакле директно пребацивање у унапред предвиђен одлагалишни простор или по ивицама копа, при чему је неопходно претходно растресање материјала чврстоће III и IV. На слици 16 приказан је багер дреглајн ЕШ10/70 док је бројевима означено неколико његових елемената.



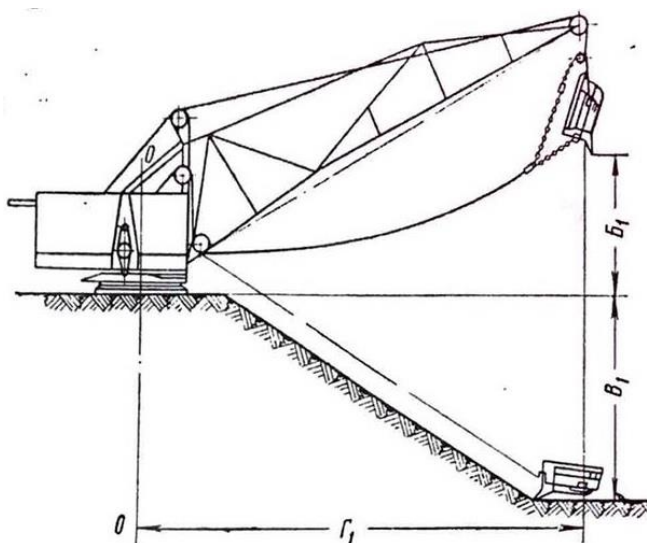
Слика 16. Багер дреглајн ЕШ10/70; 1 – котурови за намотавање вучног ужета, 2 – котурови за намотавање подизног ужета; 3 – стрела; 4 – кашика [10]

У табели 1 дати су основни технички подаци багера дреглајна ЕШ10/70.

**Табела 1.** Основне карактеристике багера дреглајна ЕШ10/70 [4]

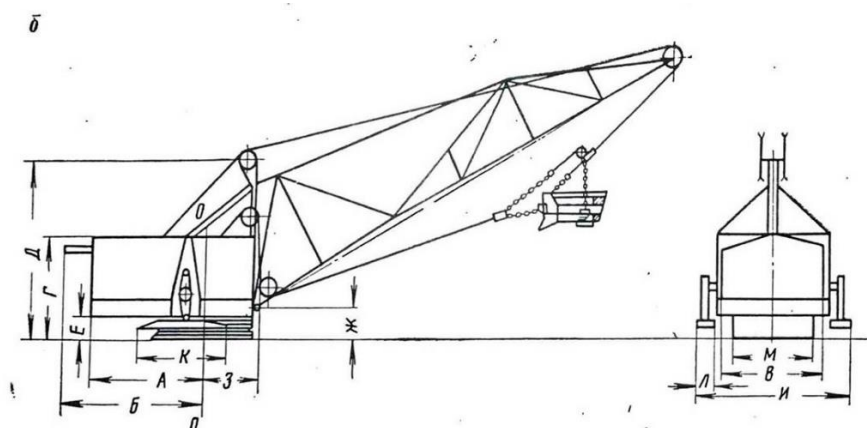
Карактеристика	Величина	Јединица
Запремина кашике	10	m <sup>3</sup>
Дужина стреле	70	m
Угао нагиба стреле у односу на хоризонталу	30	°
Средњи специфични притисак на тло – у раду	$9,218 \times 10^4$	kN/cm <sup>2</sup>
Средњи специфични притисак на тло – у кретању	$14,622 \times 10^4$	kN/cm <sup>2</sup>
Максимална брзина корачања	0,2	km/h
Енергетско постројење	Електрично – наизменична струја	
Управљање главним погонима	Електрично – наизменична струја	

Габаритне димензије багера дреглајна представљају полазну тачку за прорачун самог багера, као и његових параметара у раду. Ови параметри биће показатељ његових експлоатационих могућности, продуктивности као и економске исплативости и оправданости. На сликама 17 и 18 приказан је багер дреглајн ЕШ10/70 са својим габаритним димензијама.



Слика 17. Приказ А габаритних димензија багера дреглајна ЕШ10/70 [4]





Слика 18. Приказ Б габаритних димензија багера дреглајна ЕШ10/70 [4]

Карактеристичне габаритне димензије приказане на претходним сликама су дате у табели 2, њихов опис, као и величине својствене описаном багеру.

Табела 2. Габаритне димензије багера дреглајна ЕШ10/70 [4]

Приказ	Ознака	Карактеристика	Величина	Јединица
А	Г <sub>1</sub>	Највећи радијус копања и истресања	66,5	m
А	В <sub>1</sub>	Највећа дубина копања	35	m
А	Б <sub>1</sub>	Највећа висина копања	27,5	m
Б	Д	Висина потпорног стуба изнад тла	22,8	m
Б	Г	Висина крова изнад тла	9,6	m
Б	Е	Висина обртна платформе изнад тла	1,28	m
Б	А	Радијус окретања задњег дела горњих колица	15	m
Б	К	Дужина папуче за корачање	11	m
Б	З	Радијус окретања обртне тачке стреле	4,99	m
Б	Б	Радијус окретања задњег дела носача кранске стазе	19	m
Б	Ж	Висина обртне тачке стреле изнад тла	2,15	m
Б	И	Ширина багера	14,6	m
Б	В	Ширина кућишта багера	10	m
Б	Л	Ширина папуче за корачање	1,8	m
Б	М	Растојање погона папуча	13,7	m

Као погон дрегљајна ЕШ10/70 изабран је електрични погон, а у табели 3 дати су основни подаци о погону са њиховим карактеристичним величинама и мерним јединицама.

**Табела 3.** Величине параметара струје, снаге и масе багера и противтега [4]

Карактеристика	Величина	Јединица
<b>Струја напајања</b>		
Врста	Наизменична струја	
Напон	6000 (+300; -600)	V
Фреквенција	50	Hz
Дозвољени пад напона	1800	V
Еквивалентна струја при раду	110	A
Струја искључења	9,6	kA
Номинална струја високонапонске ћелије	400	A
Струја коју багер троши приликом стартовања	990	A
<b>Снаге погонских агрегата</b>		
Снага погонског синхроног мотора	1460	kVA
Средња експлоатациона снага	800	kW
Максимално дозвољено оптерећење погонске главе елеватора	280	kN
<b>Маса багера и противтега</b>		
Конструкциона маса багера без противтега и резербних делова	630	t
Конструкциона маса противтега	58	t

## **6. ПРИМЕНА И ЕКСПЛОАТАЦИЈА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70**

Примена багера дреглајна није ограничена само на откопавање и транспорт јаловине и корисне сировине. Наиме, багер дреглајн ЕШ10/70 ради на српским површинским коповима деценијама уназад и тренутно је један такав распоређен на површинском копу „Дрмно“ у костолачком руднику. Искуства багериста са овог багера нам говоре да управљање овом машином није нимало једноставно, да је потребно навикавање на саму машину, њену динамику кретања и рада, синхронизацију покрета рада руку и ногу при управљању багером. [10]

Тренутно, багер дреглајн ЕШ10/70 је истиснут из главног откопавања угља са костолачких копова од стране роторних багера, веће и комплексније механизације, међутим његова улога и примена на поменутих коповима је много шира од самог откопавања. Дреглајн ЕШ10/70 се тренутно највише користи на припремним и помоћним радовима у костолачком басену. Ови радови укључују скидање јаловине са угљеног слоја и припрему угљеног слоја за даље откопавање, затим израду водосабирника, равнање косина етажа, израда рампи, канала за одвод воде, припрема терена за транспорт већих машина као што су роторни багери, ведричари, одлагачи. [10]

Како багер дреглајн ЕШ10/70 може радити на материјалима класе чврстоће I-IV, у наставку овог поглавља биће приказан један краћи прорачун и графички приказ – технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у блоку, у меком материјалу. У табели 4 дати су полазни параметри за овакав прорачун. Такође, поред технолошких шема дубинског и висинског рада, дате су и шеме пребацивања маса и израде усека.

**Табела 4.** Полазни параметри за израду технолошке шеме рада дреглајна ЕШ10/70 у дубинском раду [4]

Параметри багера:	<b>БАГЕР ДРЕГЛАЈН ЕШ 10/70</b>	
Запремина кашике, $V$	10	$m^3$
Дужина стреле, $L$	70	m
Радијус копања, $R_k$	66,5	m
Радијус истресања, $R_i$	66,5	m
Висина копања, $H_k$	27,5	m
Дубина копања, $H_d$	35	m
Висина истресања, $H_i$	27,5	m

**Табела 5.** Усвојени параметри етаже за откопавање [7], [8]

<b>УСВОЈЕНИ ПАРАМЕТРИ ЕТАЖЕ ЗА ОТКОПАВАЊЕ</b>		
Угао чеоне косине	$\alpha_\zeta =$	$40^\circ$
Угао бочне косине	$\alpha_b =$	$50^\circ$
Угао окретања багера према откопаном простору	$\beta_o =$	$45^\circ$
Стабилан угао косине етаже на смицање	$\gamma =$	$45^\circ$
Ширина пута	$\check{S}_p =$	10 m

**Висина етаже,  $H$**

$$H = (0,8 - 1 \cdot H_d) = 0,8 \cdot 35 = 28m \quad (6.1)$$

Усвојена висина етаже износи  $H_u = 28m$ .

**Радијус копања на нивоу стајања,  $R_{kh}$**

$$R_{kh} = R_k - H_u \cdot ctg\alpha_\zeta = 66,5 - 28 \cdot ctg40^\circ = 33,13m \quad (6.2)$$

**Берма сигурности,  $Z$**

$$Z = H_u \cdot (ctg\gamma - ctg\alpha_b) = 28 \cdot (ctg45^\circ - ctg50^\circ) = 4,50m \quad (6.3)$$

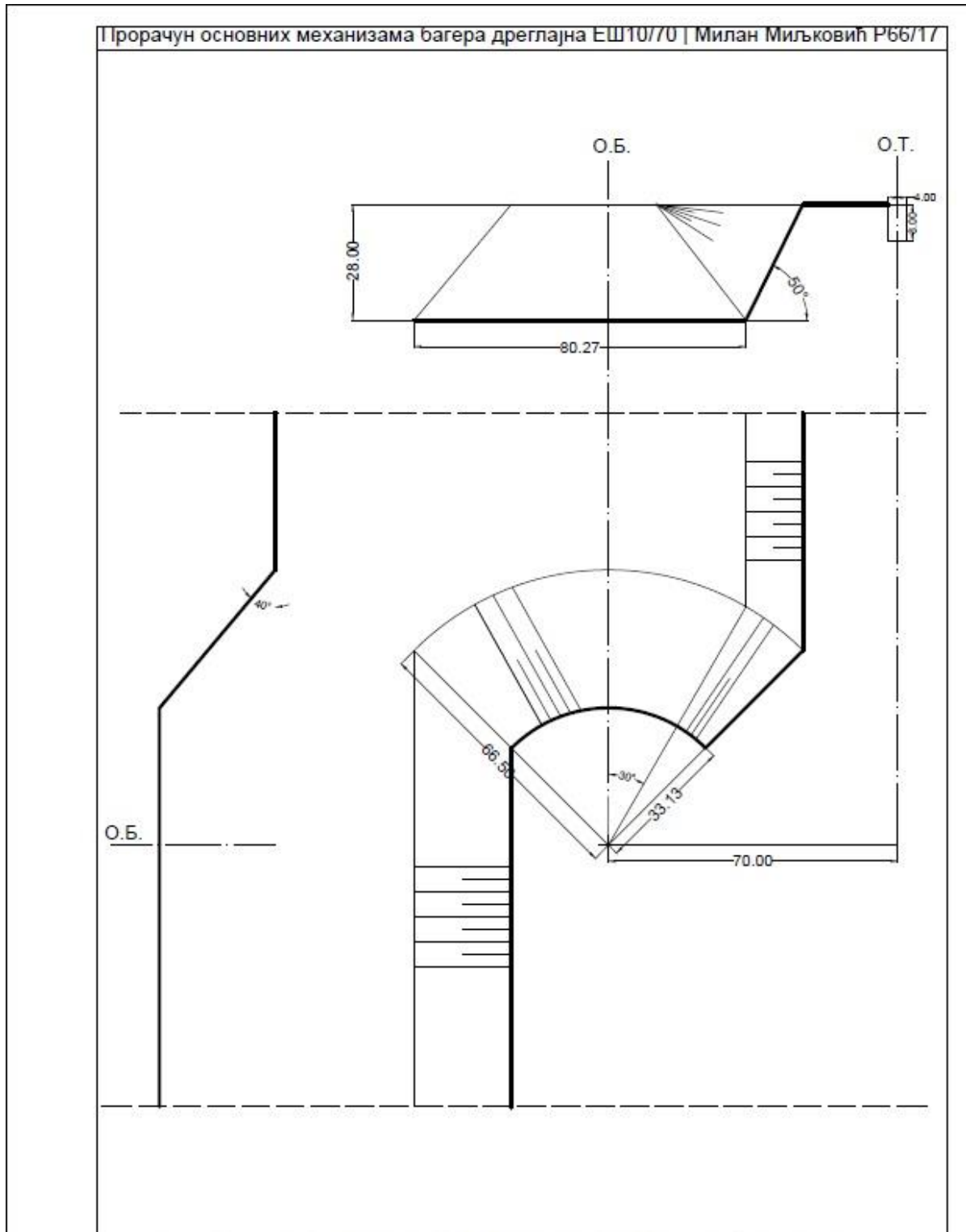
**Угао окретања багера према транспортном средству,  $\beta_{ts}$**

$$\text{Из услова: } R_i \geq R_k \cdot \sin \beta_{ts} + H_u \cdot ctg\alpha_b + Z + \frac{\check{S}_p}{2} \quad (6.4)$$

$$\begin{aligned} \text{Следи: } \beta_{ts} &= \arcsin \left( \frac{R_i - \frac{\check{S}_p}{2} - Z - H_u \cdot ctg\alpha_b}{R_k} \right) \\ &= \arcsin \left( \frac{66,5 - 5 - 4,50 - 28 \cdot ctg50^\circ}{66,5} \right) = 30^\circ \end{aligned} \quad (6.5)$$

**Ширина блока,  $S$**

$$S = R_k \cdot (\sin \beta_{ts} + \sin \beta_o) = 66,5 \cdot (\sin 30^\circ + \sin 45^\circ) = 80,27m \quad (6.6)$$



Слика 19. Технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у дубинском раду у меком материјалу, у блоку; Извор: Аутор

Поред дубинског рада, багер дреглајн ЕШ10/70 може радити и висински, па је у наставку дат краћи прорачун и графички приказ – технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у висинском раду у меком материјалу, у блоку. У табели 6 дати су су полазни параметри за овакав прорачун.

**Табела 6.** Полазни параметри за израду технолошке шеме рада дреглајна ЕШ10/70 у висинском раду [4]

Параметри багера:	<b>БАГЕР ДРЕГЛАЈН ЕШ 10/70</b>	
Запремина кашике, $V$	10	$m^3$
Дужина стреле, $L$	70	m
Радијус копања, $R_k$	66,5	m
Радијус истресања, $R_i$	66,5	m
Висина копања, $H_k$	27,5	m
Дубина копања, $H_d$	35	m
Висина истресања, $H_i$	27,5	m

У табели 7 дати су параметри етаже потребни за прорачун.

**Табела 7.** Усвојени параметри етаже за откопавање [7], [8]

<b>УСВОЈЕНИ ПАРАМЕТРИ ЕТАЖЕ ЗА ОТКОПАВАЊЕ</b>		
Угао чеоне косине	$\alpha_\zeta =$	$25^\circ$
Угао бочне косине	$\alpha_b =$	$60^\circ$
Угао окретања багера према масиву	$\beta_m =$	$45^\circ$
Растојање од ивице етаже до осе транспортне комуникације	$c =$	5m
Ширина пута	$\check{S}_p =$	10m

### **Радијус копања на нивоу стајања, $R_{kh}$**

Како нам овај параметар није познат, усвајамо да је номинална вредност радијуса копања на нивоу стајања:  $R_{khmin} = 15\%(R_k) = 0,15 \cdot 66,5 = 9,97m$

Радијус копања на нивоу стајања усвајамо тако што нам мора бити задовољен следећи услов:  $R_{kh} \geq R_{khmin}$

На основу овог услова, усвајамо  $R_{kh} = 10m$ .

### **Максимална висина етаже, $H_e$**

$$H_e = \min (H_k, (R_k - R_{kh}) \cdot \tan \alpha_{\zeta}) \quad (6.7)$$

$$H_e = \min (27,5, (66,5 - 10) \cdot \tan 25^\circ) \quad (6.8)$$

$$H_e = \min (27,5, 26,34) \quad (6.9)$$

Усвајамо:  $H_e = 26,34m$

### **Рачунски радијус копања, $R_{rk}$**

$$R_{rk} = R_{kh} + H_e \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\zeta} = 10 + 26,34 \cdot \operatorname{ctg} 25^\circ = 66,48m \quad (6.10)$$

### **Угао окретања багера према транспортном средству, $\beta_{ts}$**

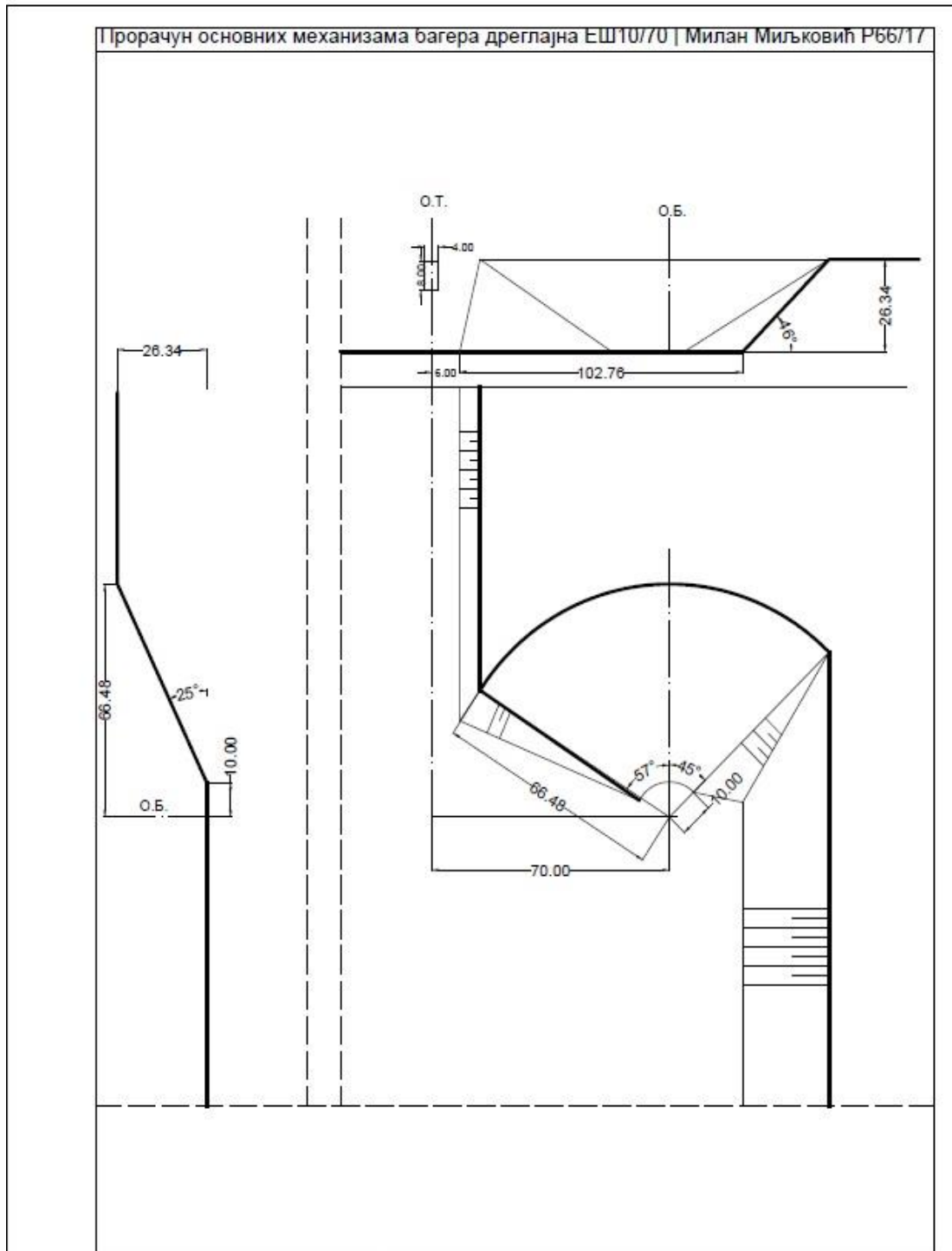
$$\text{Из услова: } R_i \geq R_{rk} \cdot \sin \beta_{ts} + c + H_e \cdot \operatorname{ctg} \alpha_b + \frac{\xi_p}{2} \quad (6.11)$$

$$\text{Следи: } \beta_{ts} = \arcsin \left( \frac{R_i - \frac{\xi_p}{2} - c - H_e \cdot \operatorname{ctg} \alpha_b}{R_{rk}} \right) = \arcsin \left( \frac{66,5 - 5 - 5 - 26,34 \cdot \operatorname{ctg} 60^\circ}{66,48} \right) = 57^\circ \quad (6.12)$$

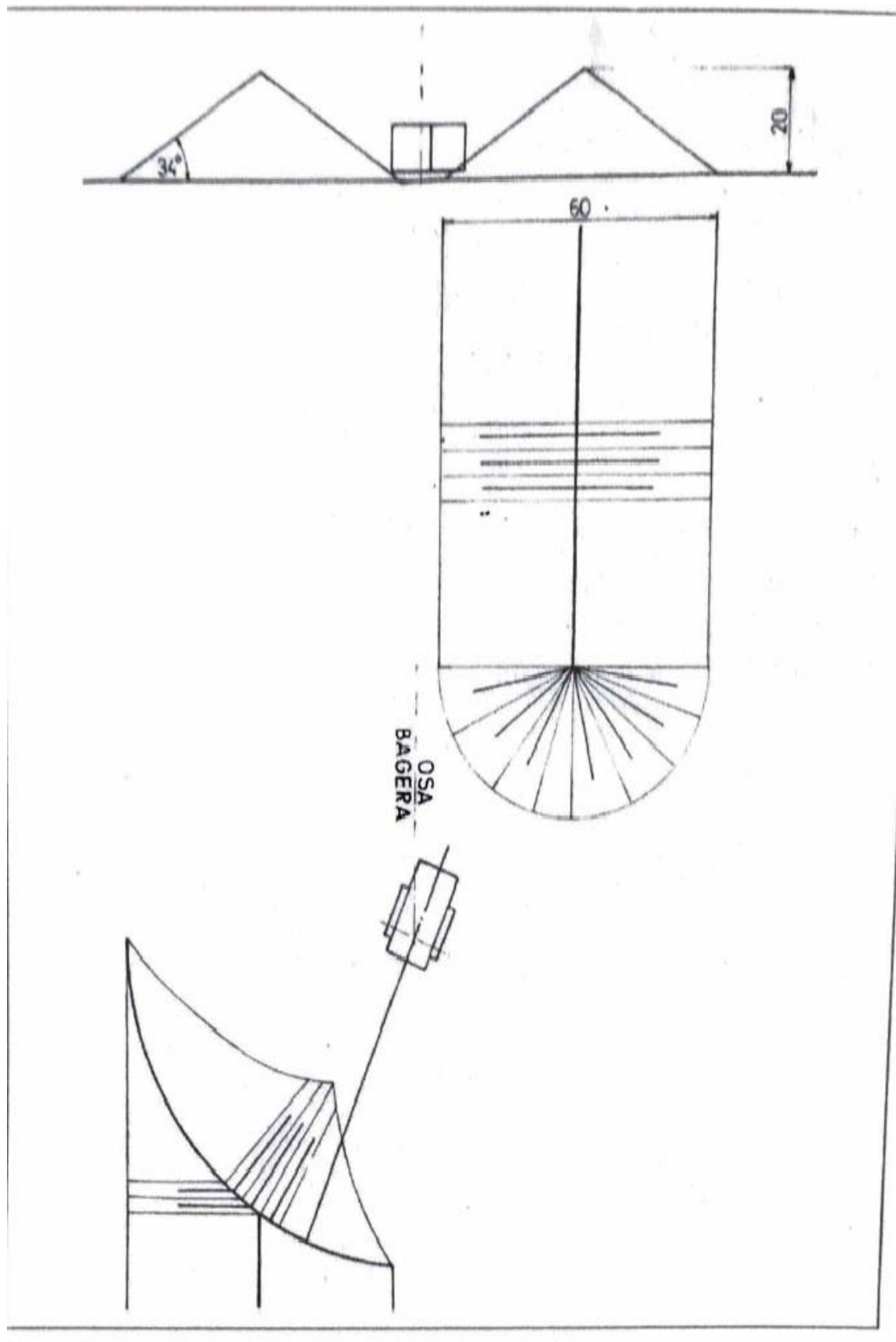
### **Ширина блока, $S$**

$$S = R_{rk} \cdot (\sin \beta_{ts} + \sin \beta_m) = 66,48 \cdot (\sin 57^\circ + \sin 45^\circ) = 102,76m \quad (6.13)$$

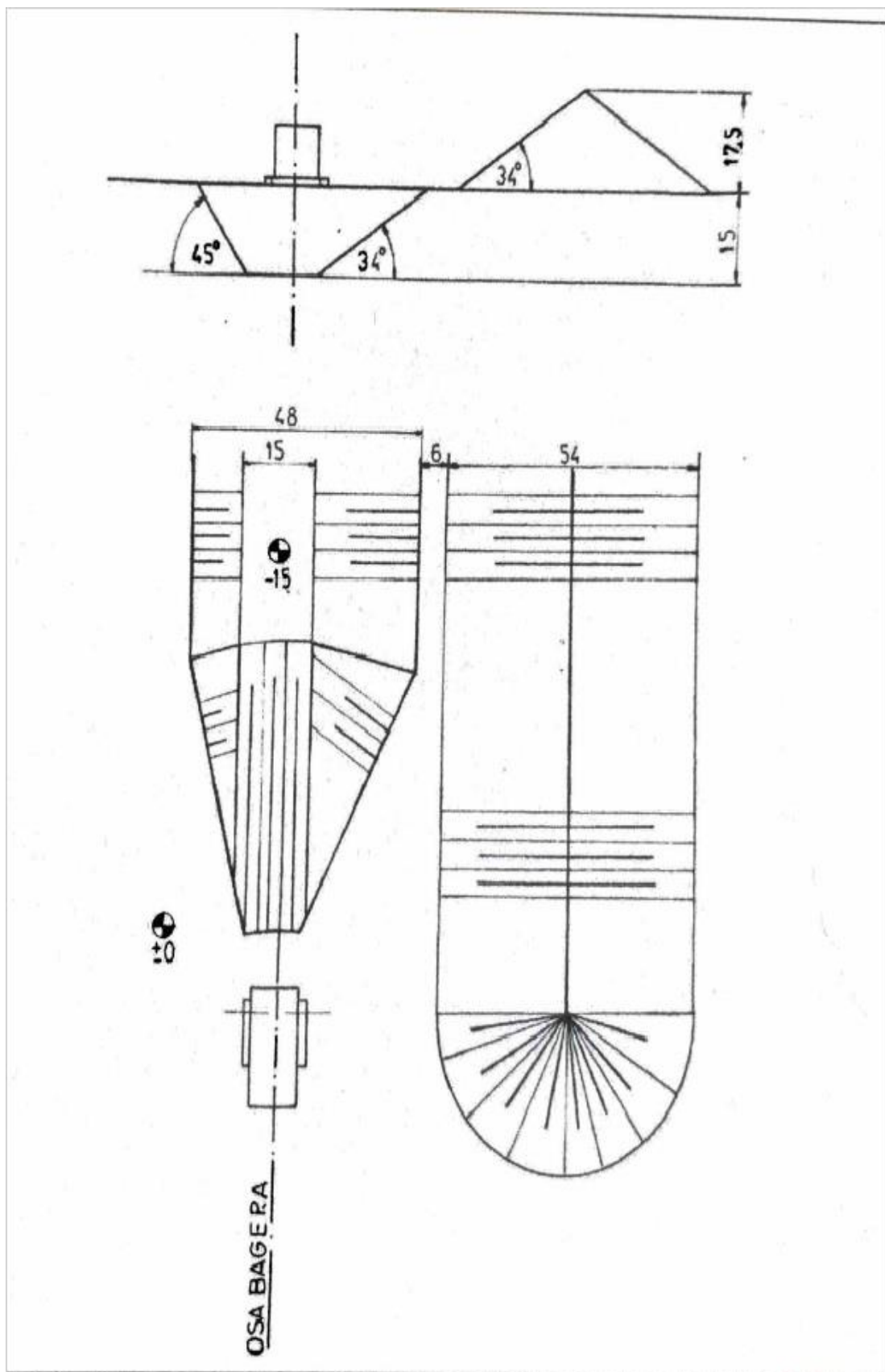




Слика 20. Технолошка шема рада багера дреглајна ЕШ10/70 у висинском раду у меком материјалу, у блоку; Извор: Аутор



Слика 21. Пребацивање маса багером дреглајном ЕШ10/70 [9]



Слика 22. Израда усека багером дреглајном ЕШ10/70 [9]

## 6.1 Прорачун капацитета багера дреглајна ЕШ10/70

Капацитет багера дреглајна зависи од њетири основна фактора: особина стене, облика и димензија откопа, конструкције багера и организације радова. Разликују се три основне врсте капацитета који се прорачунава: **теоретски**, **технички** и **експлоатациони капацитет** багера дреглајна. [1] [2] [7] [8]

Прорачун **теоретског капацитета** базира се само на конструктивним карактеристикама багера. Теоретски капацитет се прорачунава на основу запремине кашике и броја циклуса у минути. Теоретски капацитет заправо представља учинак багера за један сат непрекидног рада. Како се у процесу копања кашика пуни растреситим материјалом, теоретски капацитет се изражава у метрима кубним растресите масе на час. [1] [2] [7] [8]

$$Q_t = 60 \cdot q \cdot n_t = 60 \cdot q \cdot \frac{60}{t_c} = 60 \cdot 10 \cdot \frac{60}{45} = 800 \frac{m^3}{h} \text{ P. M} \quad (6.14)$$

где су:

$q$  – запремина кашике багера;

$n_t$  – број циклуса у минути;

$t_c$  – теоретско трајање циклуса.

За прорачун теоретског капацитета узима се идеалан случај где су коефицијент растреситости материјала  $K_r$  и коефицијент пуњења кашике  $K_p$  једнаки 1. У пракси, овакве околности нису могуће првобитно због услова рада у којима се багери налазе. Тако, за прорачун **техничког капацитета** се у обзир узимају ови коефицијенти који могу варирати у зависности од карактеристика материјала који се откопава. Технички капацитет представља максимални могући учинак багера у метрима кубним чврсте масе за један сат рада, при одређеним карактеристикама материјала и параметрима радилишта које се откопава. [1] [2] [7] [8]

$$Q_{teh} = Q_t \cdot \frac{K_p}{K_r} = 800 \cdot \frac{0.8}{1.3} = 492 \frac{m^3}{h} \text{ Ч. М.} \quad (6.15)$$

**Експлоатациони капацитет** узима у обзир карактеристике материјала који се откопава, параметре радилишта као ии степен искоришћења календарског фонда времена на багеровању. Дакле, на величину експлоатационог капацитета утичу све организациони и технолошки застоји на радилишту у целини. Тако, експлоатациони капацитет је реалан показатељ рада багера у специфичним условима копа и може се рачунати за смену, дан, месец, квартал и годину. Најчешће се прорачунава за годину, јер коефицијент временског искоришћења није репрезентативна величина за краће временске интервале као што су час, смена, дан. [1] [2] [7] [8]

$$K_v = \frac{T_b}{T_k} = \frac{4800}{8760} = 0,548 \quad (6.16)$$

$$Q_e = Q_{teh} \cdot K_v = 492 \cdot 0,548 = 270 \frac{m^3}{h} \text{ P. M.} \quad (6.17)$$

Годишњи експлоатациони капацитет:

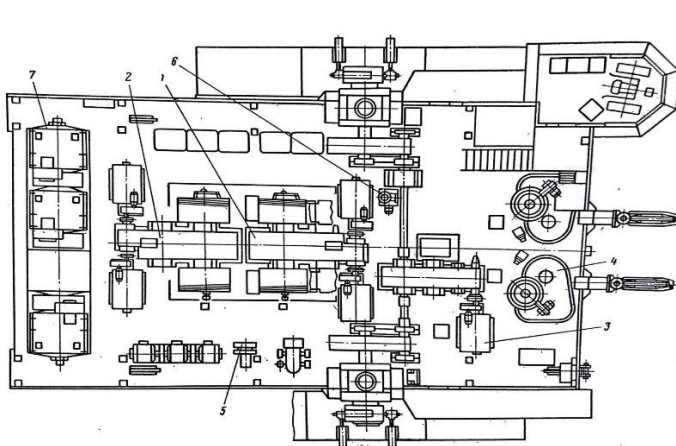
$$Q_{god} = Q_{teh} \cdot T_b = 492 * 4800 = 2\,361\,600 \text{ m}^3 \quad (6.17)$$

## 7. ОСНОВНИ МЕХАНИЗМИ БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70

Механизми багера дреглајна јесу предуслов за његово обављање функције у руднику и смештени су на доњој градњи багера. Сваки механизам има своју погонску групу и сваки механизам је прва карика у ланцу функционисања склопа за који је везан. Тако, багер дреглајн ЕШ10/70 карактерише неколико појединачних група механизма:

- Механизам за вучу кашике
- Механизам за дизање кашике
- Механизам за окретање обртне платформе
- Механизам за подизање стреле
- Механизам за транспорт багера – корачајући механизам

Поред ових пет основних механизма, на доњој градњи багера смештена су и два система: систем за управљање багером и систем за подмазивање склопова и појединачних делова као и пратећа електроопрема. На слици 23 приказана је доња градња са распоредом поменутих механизма дреглајна ЕШ10/70.



Слика 23. Распоред механизма багера дреглајна ЕШ10/70; 1 – механизам за вучу кашике, 2 – механизам за подизање кашике, 3 – механизам за корачање (транспорт), 4 – механизам за обртање платформе, 5 – пнеуматски систем управљања, 6 – систем подмазивања, 7 – електропогон [4]

## 7.1 Постоље багера и механизам за окретање обртне платформе

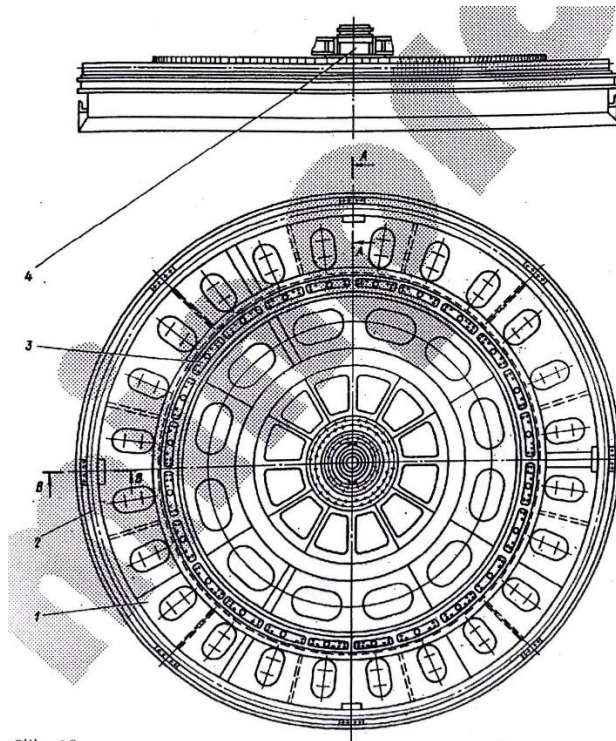
Постоље багера јесте непокретна конструкција која на себе прима сва оптерећења приликом стајања багера на плану, као и у процесу рада багера. Примарно, на себе прима оптерећења од тежине саме платформе и механизма на њој, тежине стреле, кашике са материјалом, као и хоризонталне силе од инерције неуравнотежених маса. Како постоље представља ослонац машине у сваком тренутку њеног рада или мировања, оно мора задовољити услов предвиђене крутости. Конструктивно, постоље је изграђено од хоризонталних и вертикалних блокова које се међусобно заварују. [1] [2]

Механизам за окретање обртне платформе служи за промену правца обртања платформе багера. Обртна платформа се преко ваљка ослања на предњу страну зупчастог венца. У захвату са зупчастим венцем налази се мали зупчаник за обртање, који се обрће са вратилом учвршћеним у лежишта на обртној платформи. [1] [2]

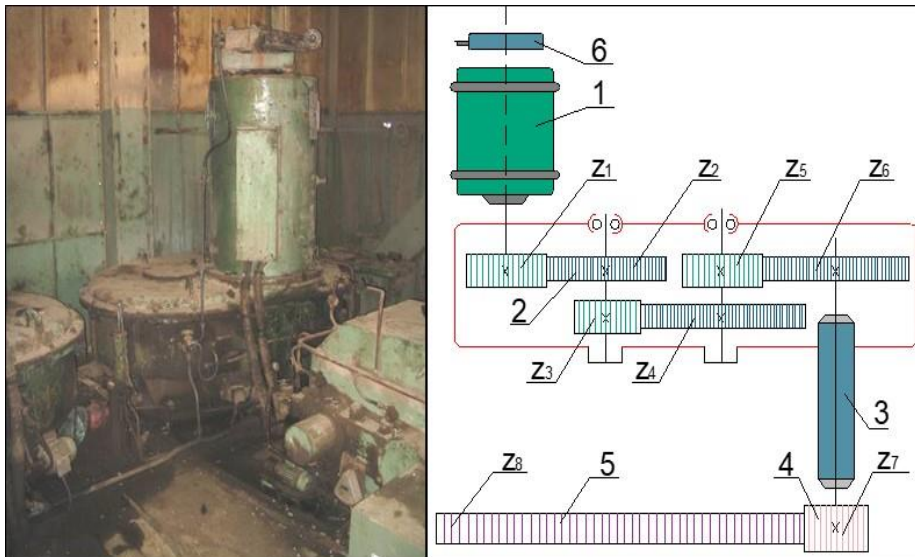
На постоље багера се поставља зупчасти венац који служи за обртно кретање платформе багера. Зупчасти венац се састоји из четири сектора који су међусобно спојени завртњима. Тако састављени зупчасти венац се поставља на прстенасто постоље базе и учвршћује се у њу завртњима. Чауре се постављају у рупе носећег дела венца и приварују се на базу ради осигурања завртњева. Тако, чауре на себе примају силе смицања настале услед обртања багера. На слици 24 приказано је доње постоље са зупчастим венцем, а на сликама 25 и 26 приказан је механизам за окретање обртне платформе и његова конструктивна шема. [1] [2]



Слика 24. Доње постоље са зупчастим венцем багера дреглајна ЕШ10/70 [9]



Слика 25. Конструктивни изглед обртног венца багера дреглајна ЕШ10/70; 1 – обртни венац, 2 – доња кружна шина, 3 – озубљени венац, 4 – централни стуб [4]

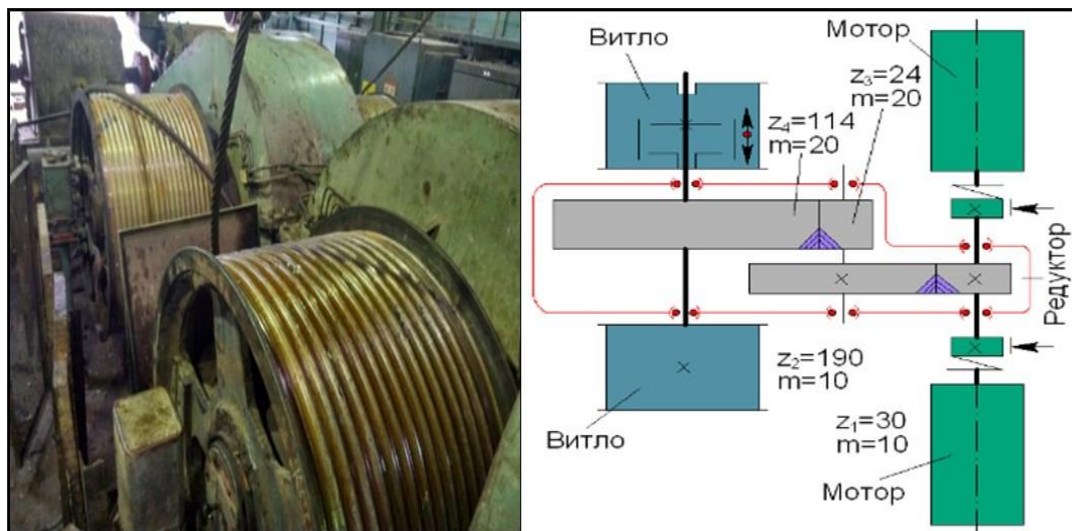


Слика 26. Изглед и конструктивна шема механизма за окретање обртне платформе багера ЕШ10/70 [11]



## 7.2 Механизам за вучу кашике

Механизам за вучу кашике багера дреглајна своју улогу проналази у операцијама копања и истовара кашике багера. Састоји се из следећих елеманата и погонских група: еластичне канцасте спојнице са кочионим добошем, папучасте кочнице, тростепеног цилиндричног редуктора, фриксионе дизалице, тракасте кочнице, механизма за прикључивање добоша. Бубњеви дизалица израђују се од ливеног гвожђа или челика са фино обрађеном површином са урезаним жлебовима за намотавање ужади. На слици 27 приказана је конструктивна шема механизма за вучу кашике заједно са механизма за вучу кашике багера дреглајна ЕШ10/70. [1] [2]



Слика 27. Изглед и конструктивна шема механизма за вучу кашике [11]

Вучни витао – дизалица слободно се окреће на осовина и спојена је са излазним вратилом тростепеног цилиндричног редуктора преко нормално спојене канцасте спојнице. Улазно вратило редуктора спојено је са вратилом електромотора једносмерне струје помоћу еластичне канцасте спојнице са кочионим добошем папучасте кочнице. [1] [2]

Приликом транспорта багера, неопходно је извршити одвајање бубња од редуктора, а бубањ закочити трачном кочницом, јер се погон бубња за вучу користи и за покретање уређаја за транспорт багера. [1] [2]

**Еластична канџаста спојница са кочионим добошем** – кочиони добош канџасте спојнице постављен је на конусном вратилу мотора, где је спој извршен преко клина. Како би се спречило аксијално померање, добош се фиксира матицом и сигурносним шрафом.

**Папучаста кочница** – пнеуматска папучаста кочница предвиђена је за хаварно кочење дизалице када багер није под напоном. Кочница се ставља у рад посредством пнеуматског цилиндра, чије је кућиште спојено са вареном осовиницом. Приликом рада дизалице, кочница се држи у размакнутом положају.

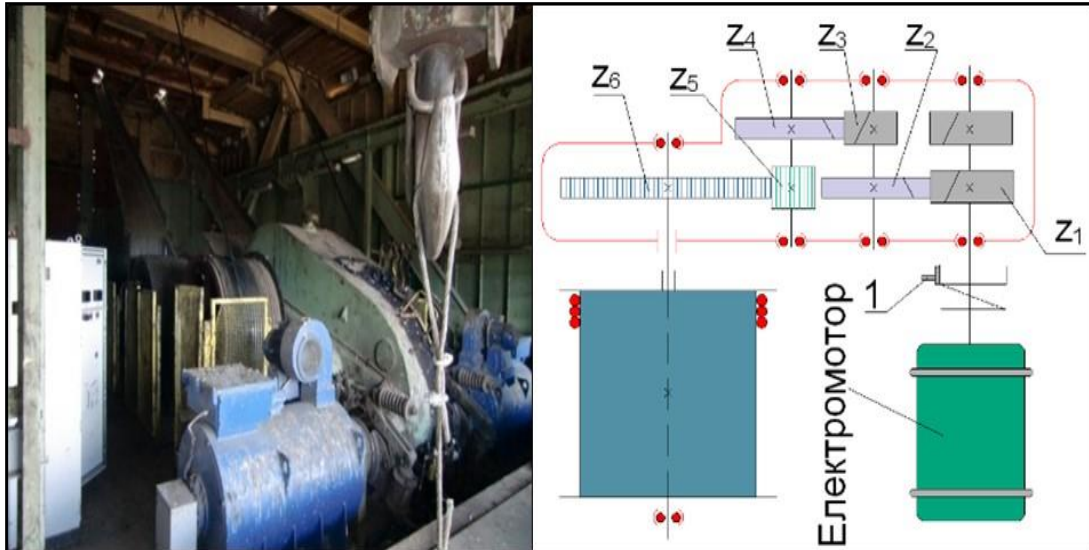
**Тростепени цилиндрични редуктор** – уграђен у челично кућиште које је постигнуто заваривањем лимова. Први и други зупчасти пар су остварени као цилиндрични зупчаници са косим зупцима, док је трећи пар са правим зупцима.

**Дизалица** – слободно се окреће на клизним лежајевима. Чауре клизних лежајева су пресоване у главчину добоша. Слободно аксијално померање добоша је дозвољено у границама од 2 – 6mm. Крај челичног ужета учвршћује се на добош помоћу плочица.

**Тракаста кочница добоша** – кочење се остварује преко гипке челичне траке која чврсто обухвата површину кочионог добоша. Крај траке је фиксно учвршћен у на односу на добош помоћу ушица. Кочница се ставља у дејство помоћу пнеуматске коморе преко ручице.

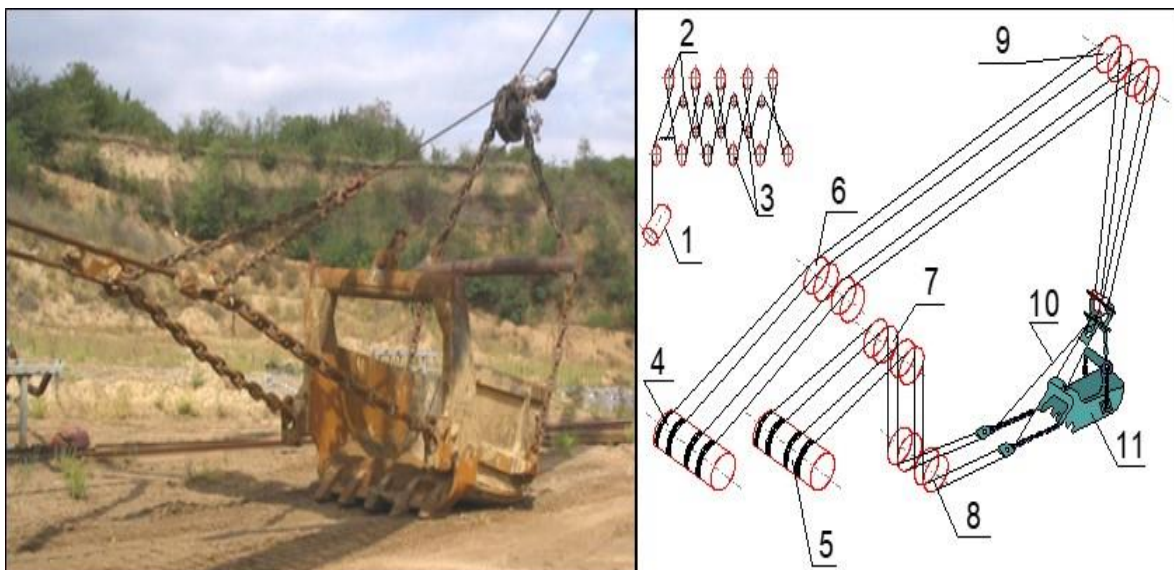
## 7.2 Механизам за дизање кашике

Механизам за дизање кашике намењен је за операцију подизања кашике и држање кашике у потребном положају у процесу окретања багера према месту истовара кашике, као и за спуштање кашике у процесу копања. Механизам за дизање састоји се из следећих елемената и склопова: канџасте спојнице, кочнице са папучама, тростепеног редуктора, дизалице, крајњег прекидача. На слици 28 приказана је кинематска шема механизма за дизање кашике. [1] [2]



Слика 28. Изглед и конструктивна шема механизма за дизање кашике [11]

Механизам за дизање карактерише гранични апарат на позицији 1 са претходне конструктивне шеме који ограничава дизање кашике. Приликом сваке промене кретања ужета, слика 29, за дизање кашике, обавезно је и поновно подешавање граничног апарата, јер у противном може доћи до хаварије на стрели багера. Хаварија је узрокована заказивањем у раду граничног апарата, где искључујући брег не искључује мотор а механичка кочница не проради. Овај процес се мора одвити на растојању кашике од ужетнице од 2.5m. [1] [2]

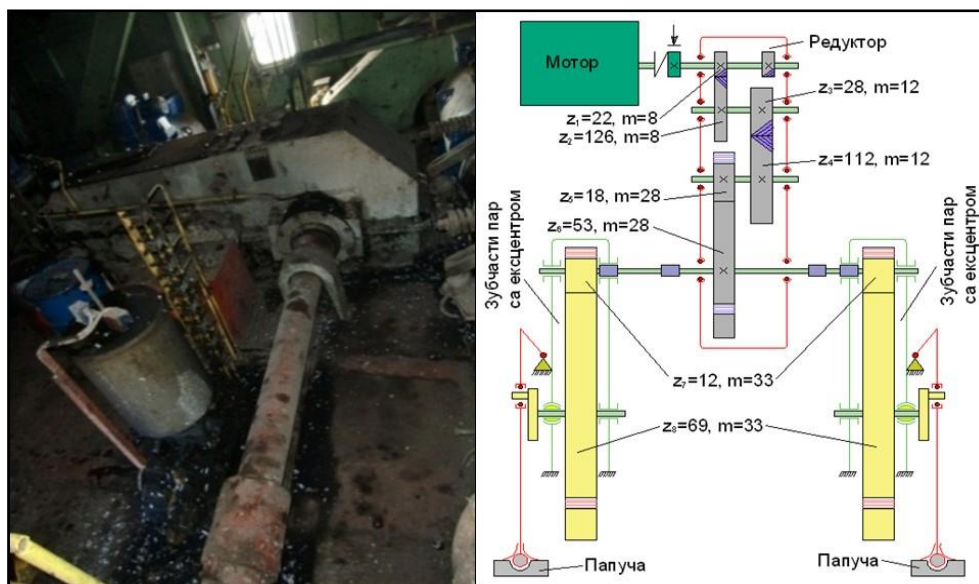


Слика 29. Кашика и систем ужади за подизање кашике дреглајна ЕШ10/70 [10]

### 7.3 Механизам за транспорт багера

Механизам за транспорт багера служи за кретање багера на радилишту, те за транспорт багера на нова радилишта, са ограничењем у растојању које багер може прећи приликом транспорта. Кретање багера се увек врши у правцу супротном од стреле багера, како би се уравнотежили превртни и задржани momenti, повлачењем по тлу у подигнутом косом положају плоче на којој багер стоји. Кретање се остварује преко корачајућег транспортног уређаја, који је изведен као механички помоћу ексцентра. [1] [2]

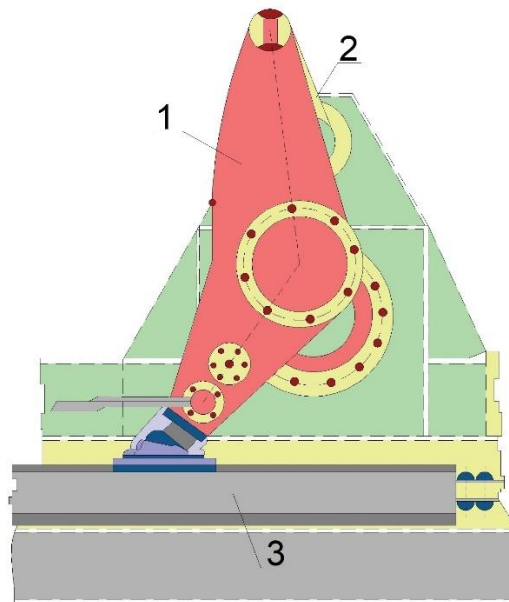
Кретање багера врши се механизмом корачања који се погони електромотором механизма за вучу преко зупчастог преноса смештеног на осовини за ходање. Окретањем осовине за корачање која је постављена изнад тежишта багера, крећу се и ексцентри са папучама наниже. Папуче ступају на тло пре завршетка вертикалног кретања. Код даљег кретања корачајуће осовине која лежи изван централне осовине багера, подиже се багер задњим крајем, а ослања се предњим крајем на тло и премешта се повлачењем. Кретање се остварује понављањем циклуса. На слици 30 приказана је конструктивна шема механизма за транспорт багера – корачајућег механизма. [1] [2]



Слика 30. Изглед и конструктивна шема механизма за транспорт багера – корачајућег механизма [11]

Корачајући механизам се састоји из два дела – *погонског* и *извршног* дела. Погонски део се састоји из: зупчате спојнице, механизма за прикопчавање спојнице, вратила са зупчаником, зупчаника постављеног на две конзоле, осовине која се састоји из три саставна дела и кочнице. [1] [2]

Извршни део механизма корачања, приказан на слици 31, састоји се из: пара ексцентара, ногу (1), клипњаче (2) и папуча (3).

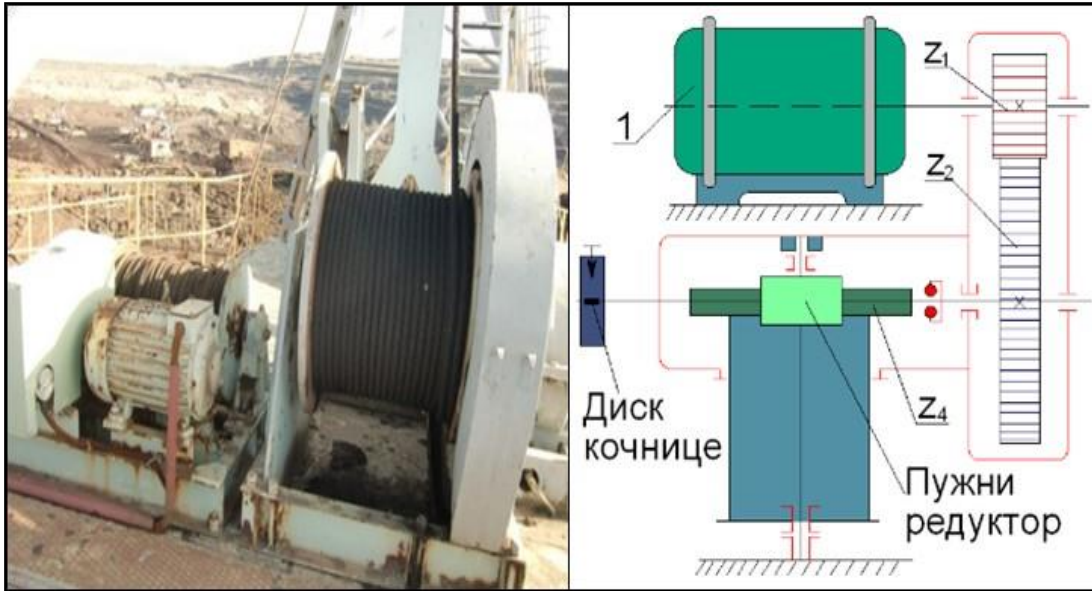


Слика 31. Извршни део корачајућег механизма [2], [4]

У процесу откопавања, папуче се одржавају у подигнутом положају помоћу кочионих уређаја, док се багер ослања на постоље.

#### 7.4 Механизам за подизање стреле

Механизам за подизање стреле јесте помоћни механизам и служи за промене угла нагиба стреле у односу на хоризонталу, као и за држање стреле у задатом положају. На слици 32 приказана је конструктивна шема механизма за подизање стреле са његовим основним елементима. [1] [2]



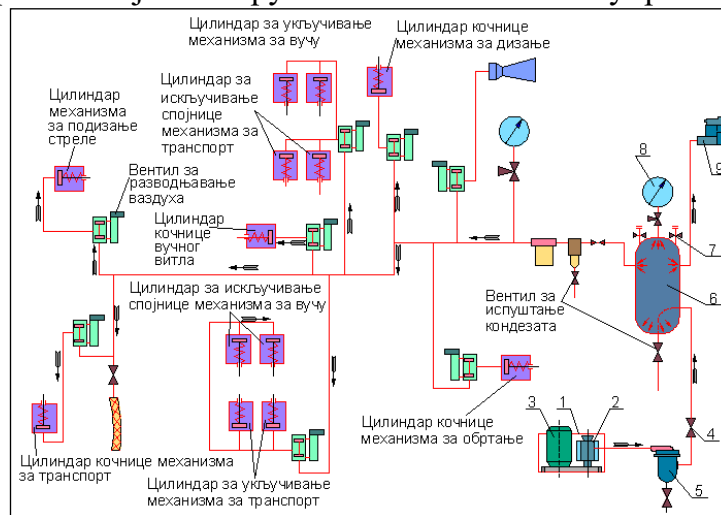
Слика 32. Механизам за подизање стреле и његови елементи [11]

## 7.5 Систем управљања багера дреглајна ЕШ10/70

Систем управљања багера ЕШ10/70 јесте електропнеуматски и првобитно је предвиђен за погон следећих елемената система:

- Папучасте кочнице витла за дизање;
- Папучасте кочнице вучне дизалице;
- Папучасте кочнице механизма за обртање;
- Механизма за укључивање и искључивање вучног добоша;
- Тракасте кочнице вучног добоша;
- Уређаја за исључивање спојнице механизма за корачање. [1] [2]

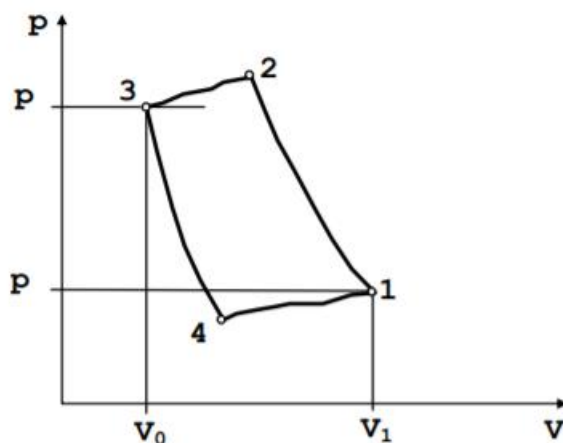
На слици 33 приказана је конструктивна шема система управљања.



Слика 33. Конструктивна шема система управљања багера дреглајна [4]

Погон система за управљање чине електромотор наизменичне струје (позиција 3), компресор (позиција 1), филтер (позиција 2), одељивач уља (позиција 5), повратни вентил (позиција 4) и ваздушни резервоар (позиција 6). Компресор, погоњен електромотором преко филтера вуши усисавање ваздуха из атмосфере и потискује га у ваздушни резервоар. Ваздух, на путу до ваздушњог резервоара пролази кроз одељивач уља и повратни вентил. [1] [2]

На ваздушном резервоару се налазе два сигурносна вентила (7), манометар за мерење притиска ваздуха (8) и релеј притиска (9). Релеј притиска ограничава величине горње и доње границе притиска у резервоару. Када се достигне горња граница притиска, релеј аутоматски искључује електромотор компресора како би престало снабдевање ваздухом и систем се преоптеретио. Када притисак опадне до доње границе, релеј аутоматски укључује мотор компресора како би се систем снабдео новом количином ваздуха. Компресор је клипни, једноредно вертикални и једностепени. То што је компресор једностепени значи да се за један такт рада клипа и клипњаче обави један циклус усисавања ваздуха и један циклус потискивања ваздуха. На слици 34 приказан је циклус рада једностепеног клипног компресора. [1] [2]

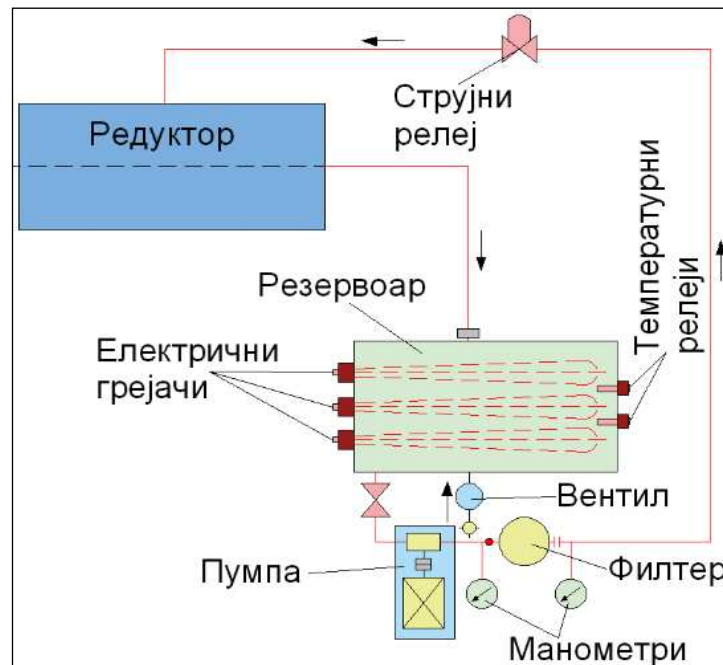


Слика 34. Циклус рада једностепеног клипног компресора [5]

## 7.6 Систем за подмазивање механизма

Систем подмазивања багера дреглајна ЕШ 10/70 чине три система – један циркулациони систем подмазивања уљем и два циркулациона система

подмазивања машћу, док се делови који се ретко подмазују, подмазују се ручном пумпом. Циркулациони систем подмазивања уљем подмазује озубљења (зупчанике) и лежајеве редуктора механизма за окретање обртне платформе, вучне дизалице и дизалице за дизање – мобилног крана. На слици 35 приказана је шема система подмазивања уљем. [1] [2]



Слика 35. Шема циркуляционог система подмазивања уљем [4]

Зупчаста пумпа узима уље из резервоара и кроз један од пречистача са дисковима потискује уље кроз потисни цевовод ка мазајућим местима. Уље које долази до мазајућег места уређаја, цури у картер редуктора који су преко сливних цевовода стално спојени са уљним резервоаром у који уље отиче слободним падом. [1] [2]

На местима довода уља у озубљења и лежајеве постављени су показивачи додавања уља предвиђени за контролу и регулацију. У случају да не постоји номинални радни притисак у цевоводу, шемом је предвиђена могућност укључења главних погона. У систему је такође предвиђено и аутоматско загревање уља. [1] [2]

Систем за подмазивање машћу снабдева се механизам за окретање обртне платформе, централне осовине, механизам за подизање кашике, као и



мањи механизми као што је механизам вучне дизалице, лежајеви осовина корачајућег уређаја и уређај за вођење вучног ужета. Подмазивање отворених зупчастих преноса врши се помоћу вентила и специјализоване дизне кроз коју се доводи компримовани ваздух који служи за распрашивање доведене масти у танким слојевима на површину зупчаника. [1] [2]

Системи подмазивања на багеру морају бити беспрекорно изведени, температура мазива се мора контролисати, притисак мазива у систему се такође мора стално контролисати. Сама мазива имају улогу и у хлађењу делова у спреси, поред смањења силе трења и спречавања пребрзог хабања на додирним површинама. [1] [2]

## 8. ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ МЕХАНИЗАМА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА ЕШ10/70

Претходни прорачун механизма гарантоваће поузданост у раду и економску оправданост једне машине. Како се прорачун једног механизма у већини случајева своди на прорачун номиналне снаге потребне за обављање одређене функције, тако су прорачуни углавном базирани на прорачун снаге погонског агрегата одређеног механизма. Инсталисани агрегати за обављање функција условљени су специфичним условима рада у којима ће се багер налазити и зависе од различитих фактора који ће бити приказани у наставку овог поглавља. Погонски агрегати пре свега морају задовољити основни услов механизма, а то је погон специфичног склопа, а затим и савладавати све претходне и новонастале отпоре у процесу рада самог багера. [1] [2] [3]

### 8.1 Прорачун снаге механизма за транспорт багера

Снага погонског агрегата за транспорт одређује се на основу утрошеног рада при кретању багера дреглајна на плану:му:

$$N = \frac{A_1 + A_2}{0,25 \cdot T \cdot \eta_t} [kW] \quad (8.1)$$

где је:

$A_1$  – рад утрошен на подизање багера,  $kNm$

$$A_1 = k \cdot M_b \cdot h_T \cdot g [kNm] \quad (8.2)$$

$$A_1 = 0,75 \cdot 688 \cdot 0,15 \cdot 9,81 = 759 kNm \quad (8.3)$$

где су:

$M_b$  – маса багера (маса багера ЕШ10/70 са противтегом је 688t),  $t$

$k$  – коефицијент који показује који део тежине багера се предаје на папуче (0,70 – 0,80, усвојено 0,75)

$h_T$  – висина подизања тежишта багера (усвојено 0,15m),  $m$

$A_2$  – рад који се троши на савлађивање силе трења о материјал тла,  $kNm$

$$A_2 = M_b \cdot g \cdot s_k \cdot [\mu_1 \cdot (1 - k) + \sin \alpha_u] \text{ [kNm]} \quad (8.4)$$

$$A_2 = 688 \cdot 9,81 \cdot 1,3 \cdot [0,75 \cdot (1 - 0,75) + \sin 8^\circ] = 2866 \text{ kNm} \quad (8.5)$$

где су:

$s_k$  – дужина корака (усвојено 1,3m),  $m$

$\mu_1$  – коефицијент трења базе и материјала (0,5 – 1,0, усвојено 0,75)

$\alpha_u$  – угао успона планума,  $^\circ$

**Према томе, снага погона за транспорт багера ће износити:**

$$N = \frac{A_1 + A_2}{0,25 \cdot T \cdot \mu_t} = \frac{759 + 2866}{0,25 \cdot 70 \cdot 0,6} = 345 \text{ kW} \quad (8.6)$$

где су:

$T$  – трајање једног корака багера (усвојено 70s),  $s$

$\mu_t$  – коефицијент корисног дејства механизма корачања (0,5 – 0,7, усвојено 0,6)

## 8.2 Прорачун снаге механизма за дизање кашике

Прорачун снаге механизма за дизање кашике своди се на прорачун снаге погонског агрегата ( $N_{sr,d}$ ) и зависи од снаге за дизање кашике у операцијама откопавања материјала, подизања пуне кашике и спуштања празне кашике. Такође, снага погонског агрегата зависи и од временског периода потребног за обављање ових функција.

$$N_{sr,d} = \frac{N_d \cdot t_k + N'_d \cdot t_{pu} + N''_d \cdot t_{pr}}{t_k + t_{pu} + t_{pr}} \text{ [kW]} \quad (8.7)$$

где су:

$N_d$  – снага мотора механизма у операцији откопавања,  $kW$

$N'_d$  – снага мотора механизма у операцији подизања пуне кашике,  $kW$

$N''_d$  – снага мотора механизма у операцији спуштања празне кашике,  $kW$

$t_k$  – време копања, ( $t_k = 2.5 \text{ s}$ ),  $s$

$t_{pu}$  – време пуњења кашике ( $t_{pu} = 16 \text{ s}$ ),  $s$

$t_{pr}$  – време пражњења кашике ( $t_{pr} = 16 \text{ s}$ ),  $s$

Снага мотора механизма за дизање кашике у операцији откопавања добија се на основу силе у ужету, брзине дизања кашике и коефицијента корисног дејства механизма за дизање кашике.

$$N_d = \frac{S_d \cdot v_d}{\eta_d} [kW] \quad (8.8)$$

где су:

$S_d$  – сила у ужету за дизање кашике при операцији копања,  $kW$

$v_d$  – брзина дизања кашике ( $v_d = 1,5 \text{ m/s}$ ),  $m/s$

$\eta_d$  – коефицијент корисног дејства механизма за дизање кашике

Сила у ужету за дизање кашике добија се на основу тежине кашике са материјалом.

$$S_d = G_{k+m} \cdot (1,5 - 1,7) [kN] \quad (8.9)$$

$$G_{k+m} = (M_k + M_m) \cdot g [kN] \quad (8.10)$$

Маса саме кашике добија се на основу коефицијената пропорционалности, усвојених из табеле 8, на основу врсте материјала која се откопава и запремине кашике самог багера. За усвојени материјал који се откопава изабран је *средње тешки материјал*.

**Табела 8.** Коефицијенти пропорционалности у зависности од врсте материјала [3]

Материјал	$k_1$	$k_2$
Лак материјал	0,143	9,6
<b><u>Средње тешки</u></b> <b><u>материјал</u></b>	<b><u>0,0925</u></b>	<b><u>20,0</u></b>
Тежак материјал	0,046	40,6

$$M_k = k_1 \cdot (k_2 \cdot q) \cdot q^{\frac{2}{3}} = 0,0925 \cdot (20,0 \cdot 10) \cdot 10^{\frac{2}{3}} = 13 \text{ t} \quad (8.11)$$

Маса материјала у кашици добија се на основу запремине кашике, насипне масе материјала и коефицијента растреситости материјала. Како насипна маса материјала није унапред одређена, за прорачун је усвојено:

$$\gamma_m = 2 \text{ t/m}^3$$

$$M_m = \frac{q \cdot \gamma_m}{k_r} = \frac{10 \cdot 2}{1,3} = 15,38 \text{ t} \quad (8.12)$$

Напокон, тежина материјала у кашици износи:

$$G_{k+m} = (13 + 15,38) \cdot 9,81 = 278,4 \text{ kN} \quad (8.13)$$

Сила у ужету износи:

$$S_d = 278,4 \cdot 1,6 = 445,4 \text{ kN} \quad (8.14)$$

Снага мотора за подизање кашике у операцији копања износи:

$$N_d = \frac{445,4 \cdot 1,5}{0,8} = 835 \text{ kW} \quad (8.15)$$

Снага мотора за подизање пуне кашике добија се на основу следеће формуле:

$$N'_d = \frac{S'_d \cdot v_d}{\eta_d} \text{ [kW]} \quad (8.16)$$

$$S'_d = G_{k+m} = 278,4 \text{ kN} \quad (8.17)$$

Снага мотора за подизање пуне кашике износи:

$$N'_d = \frac{278,4 \cdot 1,5}{0,8} = 522 \text{ kW} \quad (8.18)$$

Снага мотора за подизање празне кашике добија се на основу следеће формуле:

$$N''_d = \frac{S''_d \cdot v_d}{\eta_d} [kW] \quad (8.19)$$

$$S''_d = G_k = M_k \cdot g = 13 \cdot 9,81 = 127,5 \text{ kN} \quad (8.20)$$

Снага мотора за подизање празне кашике износи:

$$N''_d = \frac{127,5 \cdot 1,5}{0,8} = 239 \text{ kW} \quad (8.21)$$

Напоследку, како су све вредности неопходне за прорачун снаге механизма за подизање кашике прорачунате и усвојене, оне се враћају у формулу са почетка овог поглавља и добија се снага потребна за погонски агрегат механизма за подизање кашике.

Снага погона механизма за подизање кашике износи:

$$N_{sr,d} = \frac{N_d \cdot t_k + N'_d \cdot t_{pu} + N''_d \cdot t_{pr}}{t_k + t_{pu} + t_{pr}} = \frac{835 \cdot 2,5 + 522 \cdot 16 + 239 \cdot 16}{2,5 + 16 + 16} \quad (8.22)$$

$$N_{sr,d} = 413 \text{ kW}$$

### 8.3 Прорачун снаге механизма за вучу кашике

Прорачун снаге механизма за вучу кашике своди се на прорачун снаге погонског агрегата ( $N_{sr,k}$ ) и зависи од снаге мотора за вучу кашике у операцијама копања, вуче празне и пуне кашике багера. Такође, при прорачуну снаге овог погонског агрегата у обзир се узима и теоретско трајање циклуса.

$$N_{sr,k} = \frac{N_v \cdot t_k + N'_v \cdot t_{op} + N''_v \cdot t_{opr}}{t_c} [kW] \quad (8.23)$$

где су:

$N_v$  – снага мотора механизма за вучу кашике у операцији копања,  $kW$

$N'_v$  – снага мотора за операцију подизања кашике,  $kW$

$N''_v$  – снага мотора за операцију спуштања кашике,  $kW$

$t_k$  – време копања ( $t_k = 0,3 \cdot t_c = 0,3 \cdot 50 = 15 s$ ),  $s$

$t_{op}$  – време подизања кашике и окретања ( $t_{op} = 16 s$ ),  $s$

$t_{opr}$  – време спуштања кашике и окретања ( $t_{opr} = 16 s$ ),  $s$

Снага мотора механизма та вучу кашике у операцији копања добија се на основу силе у вучном ужету током копања, брзине вучног ужета и коефицијента корисног дејства механизма за вучу кашике.

$$N_v = \frac{S_v \cdot v_u}{\eta_k} [kW] \quad (8.24)$$

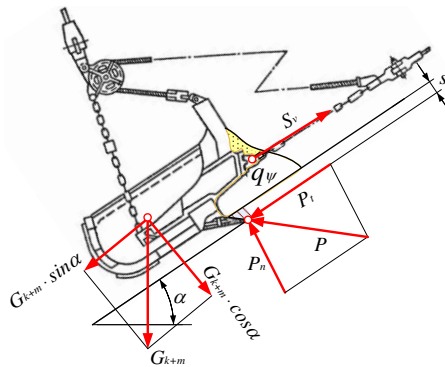
где су:

$S_v$  – сила у вучном ужету,  $kN$

$v_u$  – брзина вучног ужета ( $v_u = 1,1 m/s$ ),  $m/s$

$\eta_k$  – коефицијент корисног дејства механизма за вучу кашике

На слици 36 приказана је кашика багера дреглајна и распоред сила при копању.



Слика 36. Кашика багера дреглајна и распоред сила при копању [3]

Када се изврши разлагање сила са претходне слике, долази се до формуле за прорачун силе у вучном ужету у операцији копања. Тако, силе које ће

утицати на силу у вучном ужету јесу следеће: тангенцијална компонента отпора на копање ( $P_t$ ) и сила тежине кашике са материјалом. Формула за прорачун силе у вучном ужету дата је у наставку.

$$S_v = P_t + G_{k+m} \cdot \sin \alpha + \mu * G_{k+m} \cdot \cos \alpha \text{ [kN]} \quad (8.25)$$

где су:

$P_t$  – тангенцијална компонента отпора на копање,  $kN$

$G_{k+m}$  – тежина кашике са материјалом (вредност добијена у прорачуну механизма за дизање кашике),  $kN$

$\mu$  – коефицијент трења између кашике и материјала при копању ( $\mu = 0,4$ )

$\alpha$  – гранични угао нагиба етажне косине ( $\alpha = 35^\circ$ ),  $^\circ$

За прорачун тангенцијалне компоненте отпора на копање потребно је познавати специфични отпор материјала на копање који се откопава, као и површину одреска у кашини. Специфични отпор материјала на копање је усвојен и он износи  $k_f = 25 \text{ N/cm}^2$ , док се површина одреска у кашици рачуна на основу формуле. Формула тангенцијалне компоненте отпора на копање дата је у наставку.

$$P_t = k_f \cdot F = k_f \cdot b \cdot s = k_f \cdot \frac{q \cdot (1 + \psi)}{l_k \cdot \lambda \cdot k_r} \text{ [kN]} \quad (8.26)$$

где су:

$k_f$  – специфични отпор материјала на копање,  $N/cm^2$

$F$  – површина попречног пресека одреска,  $m^2$

$\psi$  – однос запремине вучне призме материјала испред кашике и запремине кашике;  $\frac{q\psi}{q} = 0,25$



$\lambda$  – однос дужине пута где се врши пуњење кашике и конструктивне дужине кашике;  $\frac{l_p}{l_k} = 4$

$k_r$  – коефицијент растреситости материјала,  $k_r = 1,3$

Из претходне формуле непозната је конструктивна дужина кашике која се добија на основу ширине кашике која зависи од запремине саме кашике. У наставку дате су ове две формуле неопходне за даљи прорачун. Прво ће се прорачунати ширина кашике, а затим и дужина.

$$b_k = 1,15 \cdot \sqrt[3]{q} = 1,15 \cdot \sqrt[3]{10} = 2,5 \text{ m} \quad (8.27)$$

$$l_k = 1,2 \cdot b_k = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{ m} \quad (8.28)$$

Како су сви неопходни подаци добијени, сада је могуће прорачунати тангенцијалну компоненту отпора на копање.

$$P_t = k_f \cdot \frac{q \cdot (1 + \psi)}{l_k \cdot \lambda \cdot k_r} = 25 \cdot 10^4 \cdot \frac{10 \cdot (1 + 0,25)}{3 \cdot 4 \cdot 1,3} \quad (8.29)$$

$$P_t = 200 \text{ kN}$$

Сада, када нам је позната тангенцијална компонента отпора на копање, вратићемо је у формулу за прорачун силе у вучном ужету и добити поменућу силу. Након прорачуна силе у вучном ужету, могуће је прорачунати снагу мотора механизма за вучу у операцији копања.

$$S_v = P_t + G_{k+m} \cdot \sin \alpha + \mu \cdot G_{k+m} \cdot \cos \alpha \text{ [kN]} \quad (8.30)$$

$$S_v = 200 + 278,4 \cdot \sin 35^\circ + 0,4 \cdot 278,4 \cdot \cos 35^\circ = 450 \text{ kN} \quad (8.31)$$

Снага мотора механизма за вучу у операцији копања:

$$N_v = \frac{S_v \cdot v_u}{\eta_k} = \frac{450 \cdot 1,1}{0,8} = 619 \text{ kW} \quad (8.32)$$

У случају прорачуна снаге у операцији подизања и окретања кашике мора се узети у обзир и коефицијент убрзања вучног ужета, за који је усвојено:

$$k_i = 1,15$$

Формула за прорачун снаге мотора за подизање и окретање кашике дата је у наставку:

$$N'_v = \frac{S'_v \cdot v_u}{\eta_k} \cdot k_i \text{ [kW]} \quad (8.33)$$

Сила у вучном ужету у операцији подизања и окретања кашике зависи од тежине кашике са материјалом, масе кашике са материјалом, угаоне брзине кашике и максималног радијуса пражњења кашике, датог међу техничким параметрима багера дреглајна ЕШ10/70. Формула је дата у наставку.

$$S'_v = \frac{G_{k+m}}{2} + M_{k+m} \cdot \omega^2 \cdot R_{pmax} \text{ [kN]} \quad (8.34)$$

Потребна угаона брзина добија се на следећи начин:

$$\omega = \frac{\pi \cdot 1,2}{30} = 0,125 \text{ rad/s} \quad (8.35)$$

Сила у вучном ужету у операцији подизања и окретања кашике износи:

$$S'_v = \frac{G_{k+m}}{2} + M_{k+m} \cdot \omega^2 \cdot R_{pmax} = \frac{278,4}{2} + 28,38 \cdot 0,125^2 \cdot 66,5$$

$$S'_v = 169 \text{ kN} \quad (8.36)$$

Сада је могуће прорачунати снагу мотора механизма за вучу у операцији подизања и окретања кашике.

Снага мотора механизма за вучу у операцији подизања и окретања кашике:

$$N'_v = \frac{S'_v \cdot v_u}{\eta_k} \cdot k_i = \frac{169 \cdot 1,1}{0,8} \cdot 1,15 = 267 \text{ kW} \quad (8.37)$$

Снага мотора механизма за вучу у операцији пражњења и окретања кашике једнака је нули, зато што је у току те операције добош за намотавање вучног ужета откочен и вучно уже је опуштено.

$$N''_v = 0 \text{ kW}$$

Сада, када су све вредности познате, могуће је прорачунати снагу погонског агрегата потребну за погон механизма за вучу кашике.

**Снага погона механизма за вучу кашике:**

$$N_{sr,k} = \frac{N_v \cdot t_k + N'_v \cdot t_{op} + N''_v \cdot t_{opr}}{t_c} = \frac{619 \cdot 15 + 267 \cdot 16 + 0 \cdot 16}{45} \quad (8.38)$$

$$N_{sr,k} = 271 \text{ kW}$$

## 8.4 Прорачун снаге механизма за окретање обртне платформе

Прорачун снаге погонског агрегата механизма за окретање обртне платформе ( $N_o$ ) зависи од момената инерције самог багера приликом окретања платформе, где се у обзир мора узети окретање багера са пуном и празном кашиком. Снага агрегата такође зависи и од угаоне брзине платформе приликом окретања, као и теоретског трајања циклуса процеса откопавања.

$$N_o = \frac{(J_{pu} + J_{pr}) \cdot \omega^2}{t_c} \text{ [kW]} \quad (8.39)$$

где су:

$J_{pu}$  – момент инерције багера приликом окретања са пуном кашиком,  $tm^2$

$J_{pr}$  – момент инерције багера приликом окретања са празном кашиком.  $tm^2$

$\omega$  – угаона брзина окретања платформе,  $rad/s$

$t_c$  – време трајања циклуса,  $s$

Формуле за прорачунавање момената инерције багера приликом окретања са пуном и празном кашиком дате су у наставку.

$$J_{pu} = J_{pl} + J_{k+m} + J_s \text{ [tm}^2\text{]} \quad (8.40)$$

$$J_{pr} = J_{pl} + J_k + J_s [tm^2] \quad (8.41)$$

где су:

$J_{pl}$  – момент инерције маса при окретању платформе,  $tm^2$

$J_{k+m}$  – момент инерције кашике са материјалом.  $tm^2$

$J_s$  – момент инерције стреле,  $tm^2$

$J_k$  – момент инерције празне кашике,  $tm^2$

Момент инерције маса при окретању платформе зависи од момента инерције маса платформе, масе платформе и растојања између осе обртања платформе и геометријског центра платформе. Формула је дата у наставку.

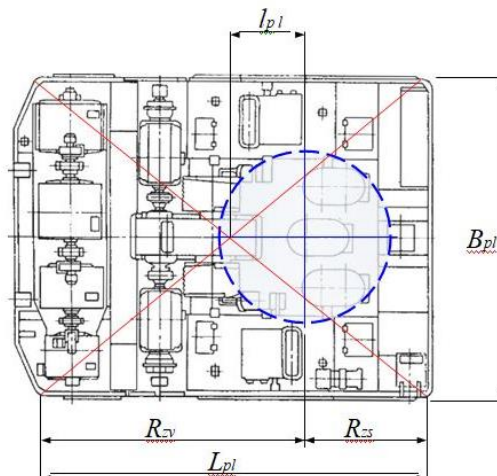
$$J_{pl} = J_o + M_{pl} \cdot l_{pl}^2 [tm^2] \quad (8.42)$$

$$J_o = M_{pl} \cdot \frac{(0,5 \cdot B_{pl})^2 + (0,5 \cdot l_{pl})^2}{3} [tm^2] \quad (8.43)$$

Непозната је маса платформе и она се добија на основу коефицијента масе платформе (0,70 – 0,80) и масе самог багера.

$$M_{pl} = k_{mpl} \cdot M_b = 0,75 \cdot 688 = 516 t \quad (8.44)$$

На слици 37 приказани су параметри платформе неопходни за даљи прорачун.



Слика 37. Параметри обртне платформе багера дреглајна [3]

Како би се прорачунала дужина платформе, неопходно је претходно прорачунати радијусе предњег и задњег дела платформе.

$$R_{zs} = k_{zs} \cdot \sqrt[3]{M_b} = 0,69 \cdot \sqrt[3]{688} = 6 \text{ m} \quad (8.45)$$

$$R_{zv} = k_{zv} \cdot \sqrt[3]{M_b} = 1,5 \cdot \sqrt[3]{688} = 13,2 \text{ m} \quad (8.46)$$

Напокон, дужина платформе износи:

$$L_{pl} = R_{zs} + R_{zv} = 6 + 13,2 = 19,2 \text{ m} \quad (8.47)$$

Ширина платформе потребна за прорачун износи:

$$B_{pl} = k_{B,pl} \cdot \sqrt[3]{M_b} = 1,125 \cdot \sqrt[3]{688} = 10,8 \text{ m} \quad (8.48)$$

Растојање између осе обртања платформе и геометријског центра платформе износи:

$$l_{pl} = \frac{L_{pl}}{2} - R_{zs} = \frac{19,2}{2} - 6 = 3,6 \text{ m} \quad (8.49)$$

Сада су прорачунате све вредности неопходне за израчунавање момента инерције масе палтформе:

$$J_o = M_{pl} \cdot \frac{(0,5 \cdot B_{pl})^2 + (0,5 \cdot l_{pl})^2}{3} = 516 \cdot \frac{(0,5 \cdot 10,8)^2 + (0,5 \cdot 3,6)^2}{3} \quad (8.50)$$

$$J_o = 5572,8 \text{ tm}^2$$

Момент инерције масе платформе при окретању износи:

$$J_{pl} = J_o + M_{pl} \cdot l_{pl}^2 = 5572,8 + 516 \cdot 3,6^2 = 12260,2 \text{ tm}^2 \quad (8.51)$$

Момент инерције масе кашике са материјалом рачуна се на основу масе кашике са материјалом и максималног радијуса пражњења при откопавању.

Маса кашике са материјалом прорачуната је раније у овом раду, док се радијус пражњења усваја из техничких параметара багера пописаних у претходним поглављима.

Момент инерције масе кашике са материјалом:

$$J_{k+m} = M_{k+m} \cdot R_{pmax}^2 = 28,38 \cdot 66,5^2 = 125503,5 \text{ tm}^2 \quad (8.52)$$

Момент инерције масе празне кашике рачуна се на основу масе кашике и максималног радијуса пражњења кашике, претходно прорачунатих и наведених у претходним поглављима.

Момент инерције масе празне кашике:

$$J_k = M_k \cdot R_{pmax}^2 = 13 \cdot 66,5^2 = 57489,3 \text{ tm}^2 \quad (8.53)$$

Момент инерције масе стреле рачуна се на основу масе стреле и растојања између тежишта стреле и тачке вешања стреле на платформу. Поменуте величине добијају се на основу формула датих у наставку.

$$J_s = M_s \cdot l_s^2 \text{ [tm}^2\text{]} \quad (8.54)$$

$$M_s = k_{st} \cdot M_b = 0,065 \cdot 688 = 44,7 \text{ t} \quad (8.55)$$

$$l_s = \frac{L}{2} \cdot \cos\alpha + R_{zs} = \frac{70}{2} \cdot \cos 25^\circ + 6 = 34,7 \text{ m} \quad (8.56)$$

Момент инерције масе стреле:

$$J_s = M_s \cdot l_s^2 = 44,7 \cdot 34,7^2 = 53822,8 \text{ tm}^2 \quad (8.57)$$

Сада је могуће израчунати моменте инерције маса багера приликом окретања платформе са пуном и празном кашиком.

Момент инерције маса багера приликом окретања са пуном кашиком:

$$J_{pu} = J_{pl} + J_{k+m} + J_s = 12260,2 + 125503,5 + 53822,8 = 191586,5 \text{ tm}^2 \quad (8.58)$$

Момент инерције маса багера приликом окретања са празном кашиком:

$$J_{pr} = J_{pl} + J_k + J_s = 12260,2 + 57489,3 + 53822,8 = 123572,3 \text{ tm}^2 \quad (8.59)$$

Угаона брзина прорачуната је у претходном прорачуну и она износи:

$$\omega = \frac{\pi \cdot 1,2}{30} = 0,125 \text{ rad/s} \quad (8.60)$$

Како су сви подаци сада доступни, а потребне вредности израчунате, могуће је одредити снагу погонског агрегата потребног за погон механизма за окретање обртне платформе.

**Снага механизма за окретање обртне платформе:**

$$N_o = \frac{(J_{pu} + J_{pr}) \cdot \omega^2}{t_c} = \frac{(191586,5 + 123572,3) \cdot 0,125^2}{50} = 155 \text{ kW} \quad (8.61)$$

## 8.5 Прорачунати технички параметри багера дреглајна ЕШ10/70

У претходним поглављима извршен је прорачун четири основна механизма багера дреглајна ЕШ10/70 чиме су стечени услови да се подаци о багеру уоквиру на једном месту. Прорачунате вредности добијене су на основу одређених произвољно усвојених параметара, произвољно усвојених коефицијената и унапред емпиријски одређених формула. Такође, вредности су добијене и на основу специфичних услова рада, унапред одабраних како би прорачун био могућ. Добијене вредности тиме и представљају показатељ рада багера у усвојеним условима, а не реалним у којима се тренутно један багер налази. У табели 9 је извршени попис прорачуном добијених вредности.

**Табела 9.** Прорачунати технички параметри багера дреглајна ЕШ10/70, Извор: Аутор

<b><i>Прорачунати технички параметри багера дреглајна ЕШ10/70</i></b>			
<b>Параметар</b>	<b>Ознака</b>	<b>Величина</b>	<b>Јединица</b>
Маса кашике	$M_k$	13	$t$
Маса кашике са материјалом	$M_{k+m}$	28,38	$t$
Маса стреле	$M_s$	44,7	$t$
Маса платформе	$M_{pl}$	516	$t$
Снага механизма за корачање	$N$	345	$kW$
Снага механизма за дизање кашике	$N_{sr,d}$	413	$kW$
Снага механизма за вучу кашике	$N_{sr,k}$	271	$kW$
Снага механизма за окретање обртне платформе	$N_o$	155	$kW$



## 9. ЗАКЉУЧАК

Иако је багер дреглајн ЕШ10/70 машина старије производње, и дан данас је једна од најважнијих машина помоћне механизације на косточачким површинским коповима, конкретно на копу „Дрмно“, а претходно на копу „Ћириковац“. Својом продуктивношћу у раду и поузданошћу, учествује на радовима отклањања јаловине до угљеног слоја – углавном мекших материјала, као што су песковите глине, глине, пескови и дијатомејска земља, где умногоме олакшава целокупну експлоатацију лигнита која се врши на овим коповима.

Ова машина највеће капацитете управо и остварује на отклањању јаловине, док у експлоатацији корисне супстанце има задовољавајуће капацитете што га чини неизоставним делом возног парка.

Како је главни задатак овог рада био прорачун основних механизма багера дреглајна ЕШ10/70, тако је његов главни циљ да представи поступан начин добијања потребних вредности поступно и испуњен одговарајућим усвајањем неопходних вредности, као и прорачунавањем преко емпиријски утврђених формула. Имајући то у виду, вредности добијене у овим прорачунима могу осциловати зависно од услова рада у којима багер ради, као и зависно од усвојених вредности које је аутор произвољно усвојио на основу литературе која му је била доступна при прорачуну.

Полазне и препоручене вредности, односно вредности снага погона инсталисане на самом багеру прописују се од стране произвођача, руске фирме НКМЗ.

Несумњиво је да одступања од полазних вредности прописаних од стране произвођача постоје, међутим, оне су резултат произвољно усвојених вредности које могу осциловати у широким границама због специфичности формула које стоје на располагању и специфичности самог предмета овог рада, као и компетенција аутора.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Игњатовић Д., *Скрипта из предмета Рударске машине – предавање број 6*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2019.
- [2] Игњатовић Д., *Скрипта из предмета Машине за површинску експлоатацију – I део*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2020.
- [3] Игњатовић Д., Јованчић П., *Машине и уређаји за површинску експлоатацију и транспорт – Збирка задатака*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2012.
- [4] Мин пројект дд, *Каталог појединачних делова и монтажних јединица корачајућег багера ЕШ10/70*, Ниш, 1997.
- [5] Јованчић П., *Одржавање рударских машина*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2014
- [6] Цонс Томас Б., *Dragline maintenance Engineering*, Универзитет Јужног Квинсланда, Факултет инжењерства, 2007
- [7] Павловић В., *Технологија површинског откопавања*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 1992.
- [8] Димитријевић Б., *Технологија површинске експлоатације – Техника и технологија дисконтинуалне механизације, скрипта са практикумом*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2021.
- [9] Кричковић А., *Машине за површинску експлоатацију угља – Костолачки угњени басен*, 2011.
- [10] Игњатовић Д., Шубарановић, Т., Ђенадић, С. *Машине и помоћни радови на површинским коповима*. Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 2021.
- [11] Оборудование для механизации производственных процессов на карьерах, Издательство Недрa, Москва, 1974.

Образац 1

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Милан Миљковић

Број индекса Р66/17

### Изјављујем

да је завршни рад под насловом

ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ МЕХАНИЗАМА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА  
ЕШ10/70

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 06.09.2022.

Потпис студента

Образац 2

**ИЗЈАВА**  
**О ИСОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ**  
**ЗАВРШНОГ РАДА**

Име (име родитеља) и презиме студента Милан (Сузана) Миљковић  
Број индекса Р66/17  
Студијски програм РУДАРСКО ИНЖЕЊЕРСТВО  
Наслов рада ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ МЕХАНИЗАМА БАГЕРА ДРЕГЛАЈНА  
ЕШ10/70  
Ментор ПРОФ. ДР АРАГАН ИЉАТОВИЋ

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, 06.09.2022.

Потпис студента

Милан Миљковић

Образац 3

### ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Прорачун основних механизма багера дрег-лајна ЕШ10/70

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је (заокружити једну од две опције):

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, 06.09.2022.

Потпис ментора

Потпис студента