

Индекси контроле одржавања и коришћења роторног багера

Јована Митровић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Индекси контроле одржавања и коришћења роторног багера | Јована Митровић || 2023 ||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007786>

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



ДИПЛОМСКИ РАД

**ИНДЕКСИ КОНТРОЛЕ ОДРЖАВАЊА
И КОРИШЋЕЊА РОТОРНОГ БАГЕРА**

Ментор:

проф. др Предраг Јованчић

Студент:

Јована Митровић Р63-19

Београд, 2023.

Комисија:

1. Проф. др Предраг Јованчић, ментор

Универзитет у Београду, Рударско - геолошки факултет

2. Проф. др Драган Игњатовић, члан комисије

Универзитет у Београду, Рударско - геолошки факултет

3. Доц. др Стеван Ђенадић, члан комисије

Универзитет у Београду, Рударско - геолошки факултет

Датум одбране: _____

Сажетак: Развој површинске експлоатације се у великом степену заснива на свестраној механизацији рударских радова. Како би се задовољили потребни капацитети, неопходна је примена савремене механизације, великих капацитета и поузданости у раду. Наиме, са степеном повећања механизованости радова смањује се број запослених радника, повећава продуктивност рада, смањују трошкови по јединици производа, а самим тим и повећава економичност површинске експлоатације. Предмет истраживања су роторни багери SRs1200 који представљају самоходну машину континуираног дејства намењену за откопавање јаловине и корисне супстанце на површинским коповима. У овом раду коришћени су индекси контроле одржавања роторних багера и индекси коришћења роторних багера, на основу којих је извршено рангирање роторних багера методом TOPSIS која се заснива на концепту да одабрана алтернатива треба имати најкраћу удаљеност од позитивног идеалног решења, односно највећу удаљеност од негативног идеалног решења.

Кључне речи: рударство, роторни багер, индекси одржавања, индекси коришћења, TOPSIS

Садржај

1	Увод	1
2	Техничко-технолошке карактеристике роторног багера	5
2.1	Технолошка предодређеност роторних багера	5
2.2	Техничке карактеристике роторних багера	15
3	Процес одржавања и експлоатације роторних багера на површинским коповима	23
3.1	Примењено одржавање роторних багера	23
3.2	Индекси контроле одржавања роторних багера	29
3.3	Индекси коришћења роторних багера	32
4	Остварени радно-експлоатациони параметри роторних багера на површинском копу	35
4.1	Роторни багери – објекти истраживања	35
4.2	Остварени параметри одржавања роторних багера	37
4.3	Остварени параметри коришћења роторних багера.....	39
5	Израчунавање индекса одржавања роторних багера	40
6	Израчунавање индекса коришћења роторних багера	43
7	Збирни показатељи рада роторних багера	44
8	Закључак	50
9	Литература	51

1 Увод

Рударска производња представља топлотну и сировинску базу савремене индустрије. Она снабдева горивом енергетику и друге гране привреде рудама – металургију, хемијским сировинама – хемијску индустрију и др. Површинска експлоатација минералних сировина се изводи непосредно са земљине површине и обухвата две основне групе радова: радове на откривци (јаловини) и радове на корисној минералној сировини. [1]

Избор начина експлоатације, техничких средстава и технологије вођења рударских радова зависи од бројних и разноврсних чинилаца: моћности и угла нагиба лежишта, моћности и физичко-механичких особина откривке, квалитативних и квантитативних показатеља лежишта, тржишне вредности минералне сировине, хидрогеологије и климе региона у којем је лежиште лоцирано, транспортних комуникација, радних и материјалних ресурса и др. [1]

Основни утицај на избор технологије и механизације рударских радова, а самим тим и на техно-економске показатеље површинске експлоатације, имају услови залегања лежишта. [1]

Развој површинске експлоатације се у великом степену заснива на свестраној механизацији рударских радова. Наиме, са степеном повећања механизованости радова смањује се број запослених радника, повећава продуктивност рада, смањују трошкови по јединици производа, а самим тим и повећава економичност површинске експлоатације. Процес механизације рударских радова се одвија по принципу од простог ка сложеном – од механизације појединачних операција до механизације укупног технолошког процеса. Механизација рударских радова на површинским коповима у различитим природним условима остварује се различитим машинама и уређајима, при чему се увек настоји да се појединачне операције у времену и простору повежу у јединствену технолошку шему. Иза операције која се изводи једном машином, следи друга која се у истом темпу изводи следећом машином, при чему друга машина мора бити повезана са првом тако да се

обезбеди непрекидост укупног процеса. Овако постављена организација технолошког процеса одговара принципима комплексне механизације производних процеса. [1]

Под комплексном механизацијом рударских радова се подразумева високи степен механизације при којем је тешки ручни рад истиснут не само из основних, већ и из помоћних процеса. [1]

Роторни багер представља самоходну машину континуираног дејства намењену за откопавање јаловине и корисне супстанце на површинским коповима. Откопавање материјала врши се ведрицама које су равномерно распоређене и причврћене на ободу роторног точка. Истовремено са обртањем роторног точка у вертикалној равни и окретањем роторне стреле заједно са платформом у хоризонталној равни свака ведрица откопава из масива одрезак који је одређен обликом и геометријским параметрима. Обртањем роторног точка и наиласком пуних ведрица у зону истоварног сектора, материјал се празни из ведрица, предаје пријемном транспортеру на роторној стрели и даље редом, зависно од броја транспортера на багеру, задњем истоварном транспортеру. [1]

Код роторних багера се, дакле, истовремено са откопавањем врши транспорт и утовар откопаног материјала у транспортна средства, ређе директно пребацивање у одлагалишни простор или складиштење на депонији. [1]

Класификација роторних багера може се вршити по бројним и веома разноврсним конструкционим и технолошким обележјима.

Роторни багер можемо класификовати :

1. По намени:
 - багери за површинске копове,
 - багери за грађевинске радове,
 - специјални багери.

2. По теоретском капацитету:
 - малог капацитета (до 630 m³/h)
 - средњег капацитета (од 630 до 2500 m³/h)
 - великог капацитета (од 2500 до 5000 m³/h),
 - врло великог капацитета (од 5000 до 10000 m³/h),
 - изузетно великог капацитета (преко 10000 m³/h).
3. По теоретском капацитету:
 - малог капацитета (до 630 m³/h),
 - средњег капацитета (од 630 до 2500 m³/h),
 - великог капацитета (од 2500 до 5000 m³/h),
 - врло великог капацитета (од 5000 до 10000 m³/h),
 - изузетно великог капацитета (преко 10000 m³/h).
4. По начину откопавања блока:
 - за висински рад (са дубином копања испод нивелете радног планума багера не већом од полупречника радног точка),
 - за висински и дубински рад
5. По начину усецања у блок:
 - са усецањем у блок при померању целог багера (багери са роторним стрелама констрантне дужине и фиксним ослоњцима стреле),
 - са усецањем у блок при истурање роторне стреле
6. По типу транспортног уређаја:
 - са гусеничним транспортним уређајем,
 - са корачајуће-шинским транспортним уређајем,
 - са шинско-гусеничним транспортним уређајем,
 - са шинским транспортним уређајем,
 - са корачајућим транспортним уређајем.
7. По узајамном положају горњег окретног и доњег неокретног дела багера:
 - са уређајем за хоризонтирање горњег окретног дела багера,
 - без уређаја за хоризонтирање

8. По типу и положају осе окретања претоварног уређаја:

- са истоварном конзолом чија се оса окретања поклапа са осом централне окретне платформе,
- са истоварном конзолом чија се оса окретања не поклапа са осом централне окретне платформе,
- са претоварним мостом на сопственом претоварном уређају чија се оса ослоња на багеру поклапа са осом централне окретне платформе,
- са претоварним мостом на сопственом претоварном уређају чија се оса ослоња на багеру не поклапа са осом централне окретне платформе.

9. По шеми распореда основних уређаја:

- са једном централном окретном платформом на којој су ослонци за радни орган и истоварни уређај,
- са једном централном окретном платформом на којој је ослонац за радни орган, док је ослонац за истоварни уређај на доњем неокретном делу багера,
- са две окретне платформе при чему је на горњој ослонац за радни орган, а на доњој за истоварни уређај.

10. По степену окретљивости горњег окретног дела багера:

- делимично окретни,
- потпуно окретни.

11. По типу роторне стреле:

- са роторном стрелом константне дужине и фиксним ослонцем на горњем окретном делу багера,
- са стрелом константне дужине и померљивим ослонцем на горњем окретном делу багера,
- са телескопском (продужном) стрелом.

12. По степену уравнотежености багера:

- потпуно уравнотежени,
- делимично уравнотежени. [3]

2 Техничко-технолошке карактеристике роторног багера

Роторни багер представља самоходну машину континуираног дејства намењену за откопавање јаловине и корисне супстанце на површинским коповима. Откопавање материјала врши се ведрима које су равномерно распоређене и причврћене на ободу роторног точка. Истовремено са обртањем роторног точка у вертикалној равни и окретањем роторне стреле заједно са платформом у хоризонталној равни свака ведрца откопава из масива одрезак који је одређен обликом и геометријским параметрима. [3]

Обртањем роторног точка и наилазком пуних ведрца у зону истоварног сектора, материјал се празни из ведрца, предаје пријемном транспортеру на роторној стрели и даље редом, зависно од броја транспортера на багеру, задњем истоварном транспортеру. Код роторних багера се, дакле, истовремено са откопавањем врши транспорт и утовар откопаног материјала у транспортна средства, ређе директно пребацивање у одлагалишни простор или складиштење на депонији. [3]

Величина, облик и конструкција роторног багера зависе посебно од захтеваног капацитета, начина утовара материјала, и специфичних услова рада на копу. На облик и конструкцију битно утиче дозвољени нагиб косина, затим чврстоћа материјала који се откопава, и дозвољени специфични притисак на тло. Облик и конструкција морају бити прилагођени условима доброг и лаког одржавања. [3]

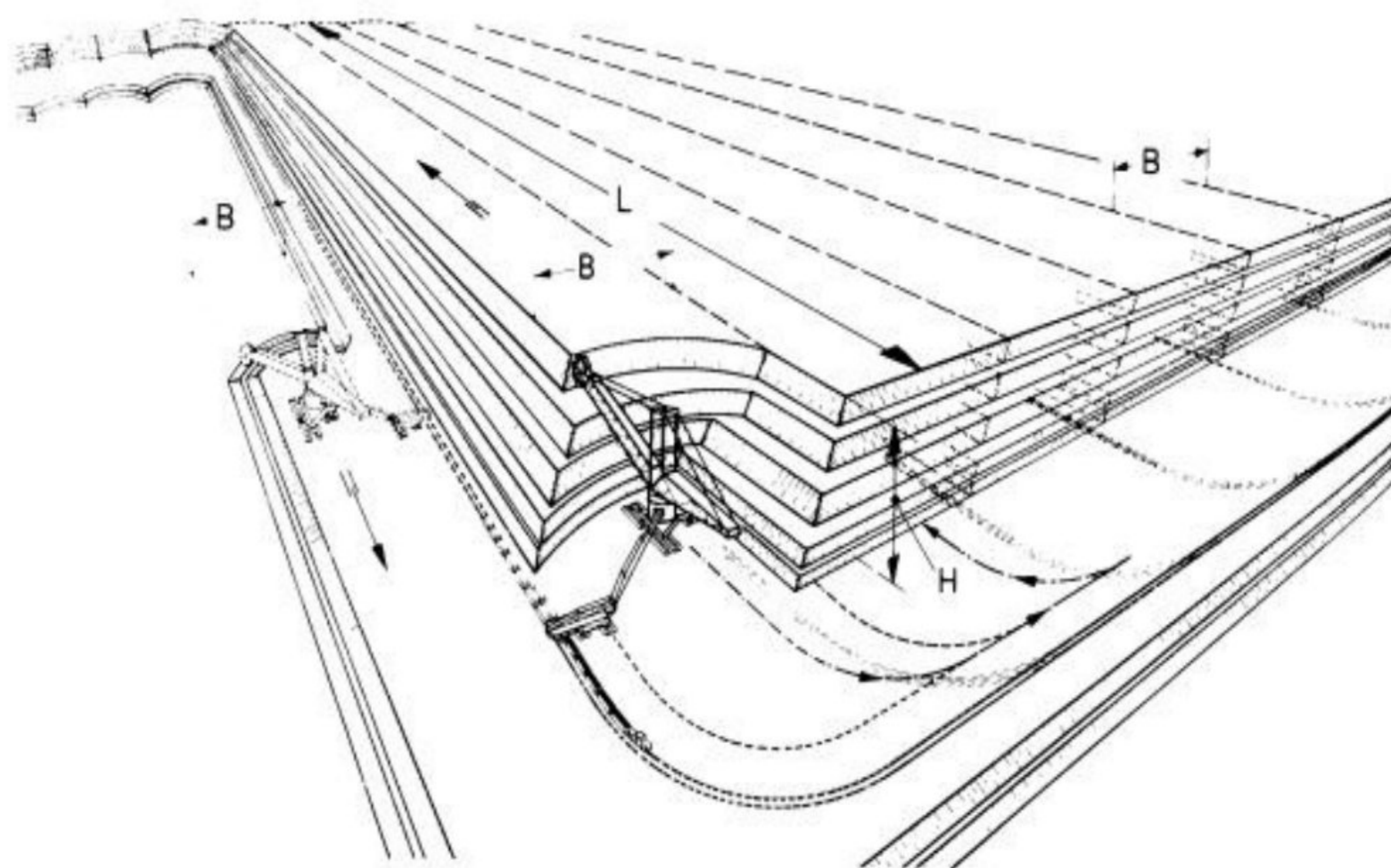
2.1 Технолошка предодређеност роторних багера

Технологија рада роторног багера је иста за све типове и величине багера, са незнатном изменом код роторних багера са телескопском стрелом роторног точка (са помаком). [2]

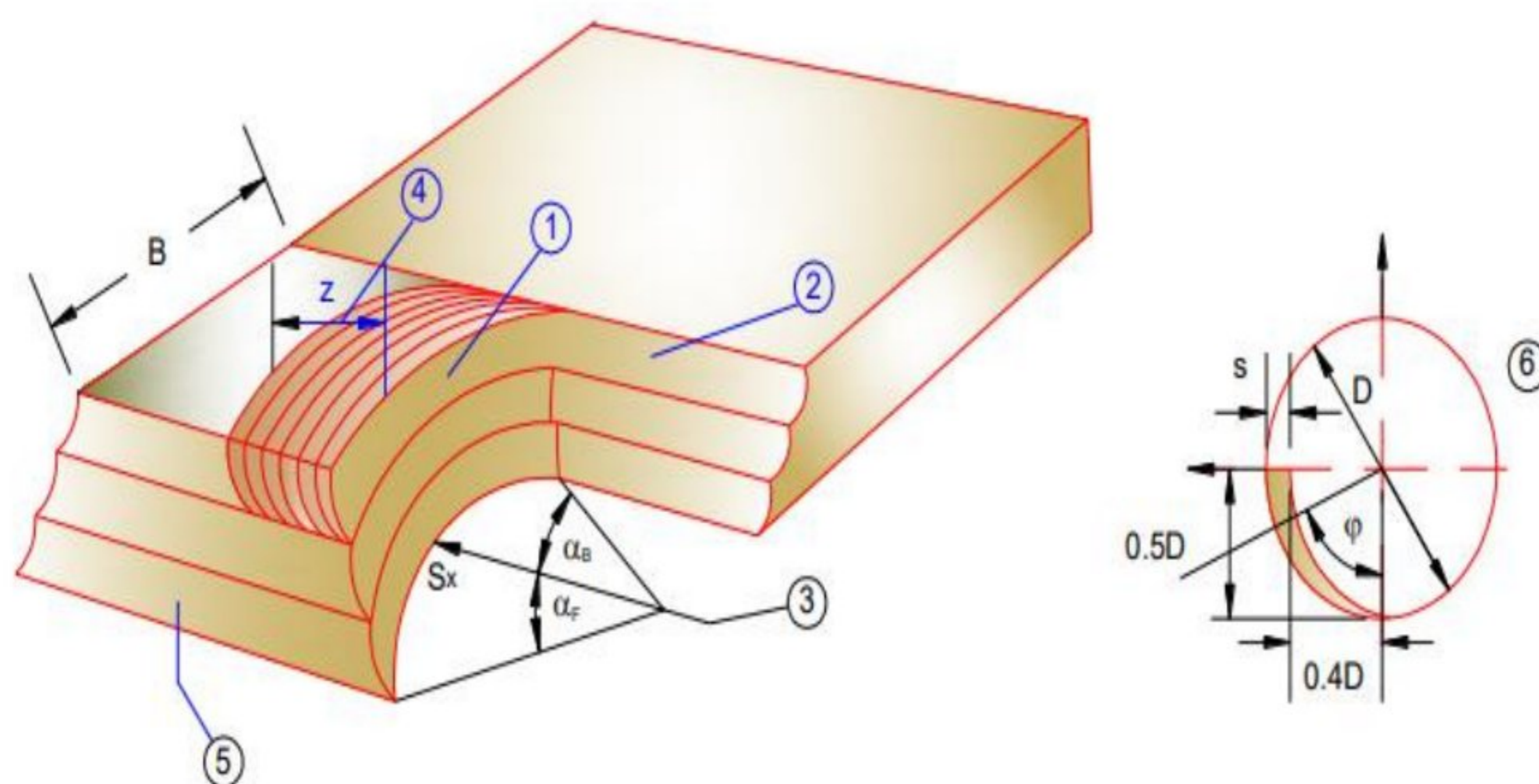
Утицај на саму технологију рада багера има, пре свега, висина откопавања, затим угао нагиба радне косине, ширина блока, дебљина реза и пречник роторног точка. Остали елементи, као брзина резања, број пражњења

ведрица, брзина обртања стреле роторног точка и облик одреска, имају битан утицај на капацитет роторног багера, али не и на технологију рада. [2]

По начину рада роторног багера разликују се следеће технологије: рад у блоку, фронтални рад, рад у бочном блоку, дубински рад. Роторни багер је конструктивно предодређен за откопавање материјала у блоку и то за висински рад најчешће. Блок представља део етаже који се откопава низом узастопних повезаних и непрекидних технолошких операција које чине технолошки циклус. [2]



Слика 1. Висински рад роторног багера у блоку [3]



Слика 2. Елементи етаже; блока [3]

H- висина блока

B- пречник ротора

D- пречник ротора

s- дебљина одреска

Z- дужина откопавања блока

α_B – заокретни угао према унутрашњој косини

α_F - заокретни угао према спољашњој косини

1- чеона косина

2- бочна косина, унутрашња

3- оса кретања багера

4- радни рез у појасу

5- бочна косина, спољашња

6- тежиште одреска

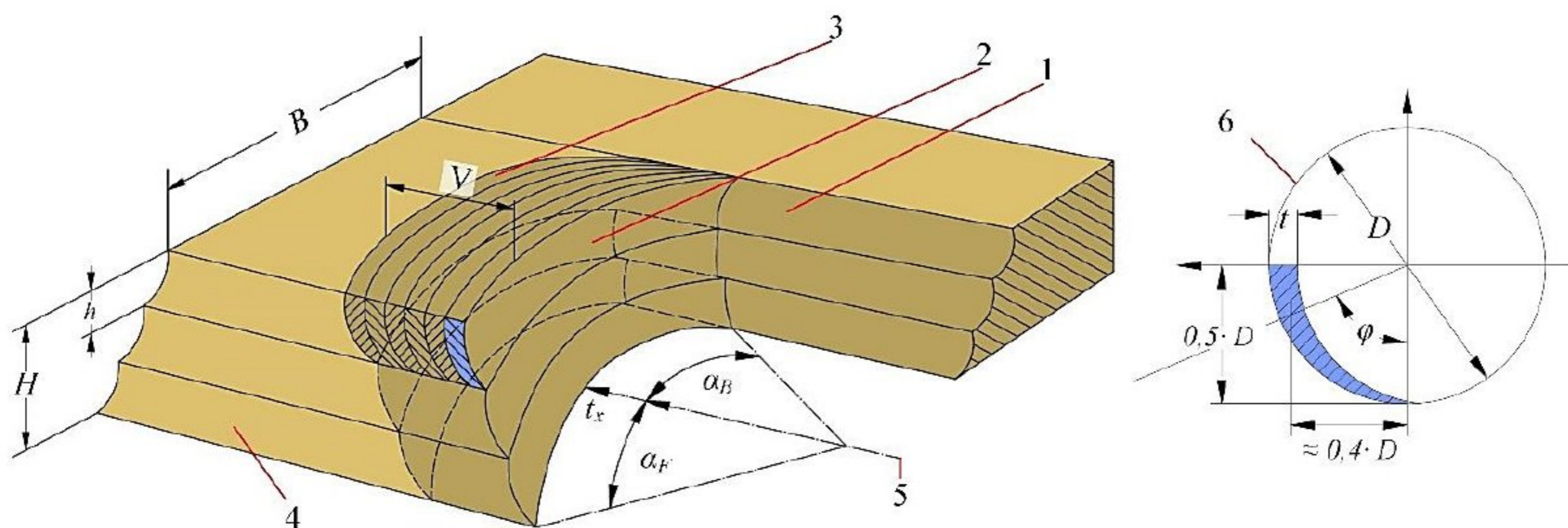
Основни конструкциони-кинематски параметри роторног багера су:

- висина, односно дубина копања, H (m),
- радијус копања роторног багера, R (m),
- пречник роторног точка, D (m),
- запремина ведрине, q (m³),
- број истресаја у минути, n (min⁻¹),
- брзина окретања горње градње багера, V_b (m/min),
- брзина дизања и спуштања стреле, V_d (m/min),
- брзина транспорта багера, V_t (m/min),
- висина зглобне везе стреле од планума, y (m),
- хоризонтално растојање од вертикалне осе багера до зглобне везе стреле, e (m),
- хоризонтално растојање од обртне осе багера до предње ивице гусеница, Φ (m),
- угао слободног резања, ψ (°),

- хоризонтално растојање од бочне ивице гусеница до подужне осе багера, E (m),
- одстојање доње ивице стреле од њене осе, d (m),
- гранична удаљеност приближавања конструкције стреле горњој ивици ниже подетаже, t (m),
- сигурносно растојање, Φ' (m),
- минимално растојање предње ивице гусеница до доње ивице косине, Φ (m).

Основна технолошка шема рада роторних багера на површинском копу је висински рад у блоку. Површински коп је подељен по вертикали на етаже, које се откопавају у блоковима. Под блоком се подразумева део етаже који се откопава низом узастопних, повезаних и непрекидних операција од врха до дна етаже, што представља један технолошки циклус. [2]

Роторни багери могу радити и дубински у блоку, али је дубина откопавања ограничена максималним успоном траке ротора. Дубински рад захтева и додатне радове који утичу на смањење капацитета багера. [2]



Слика 3. Откопавање у блоковском раду са роторним багером без помака стреле; h – висина подетаже (реза), H – висина блока, B – ширина блока, D – пречник роторног точка, t – дебљина реза, V – дужина откопавања подетаже, α_B – заокретни угао према унутрашњој косини, α_F – заокретни угао према спољашњој косини, 1 – чеона косина, 2 – бочна косина, нова, 3 – оса кретања багера, 4 – задњи рез у подетажи, 5 – бочна косина, стара, 6 – тежиште одреска [7]

Висина блока (H) може али не мора да одговара максималној откопној висини багера (H_{max}). Максимална висина блока може се одредити из зависности:

$$H_{max} = L * \sin\alpha_g + y + h_1 - r, (m) \quad (1)$$

где су:

L - дужина стреле ротора, од зглобне везе са платформом до осе ротора (m)

α_g - вертикални гранични угао нагиба стреле ротора при откопавању првог реза у односу на хоризонталну раван повучену кроз зглобну везу носача са платформом ($^\circ$),

y - висина зглобне везе стреле ротора са окретном платформом мерена од нивелете етажног планума (m),

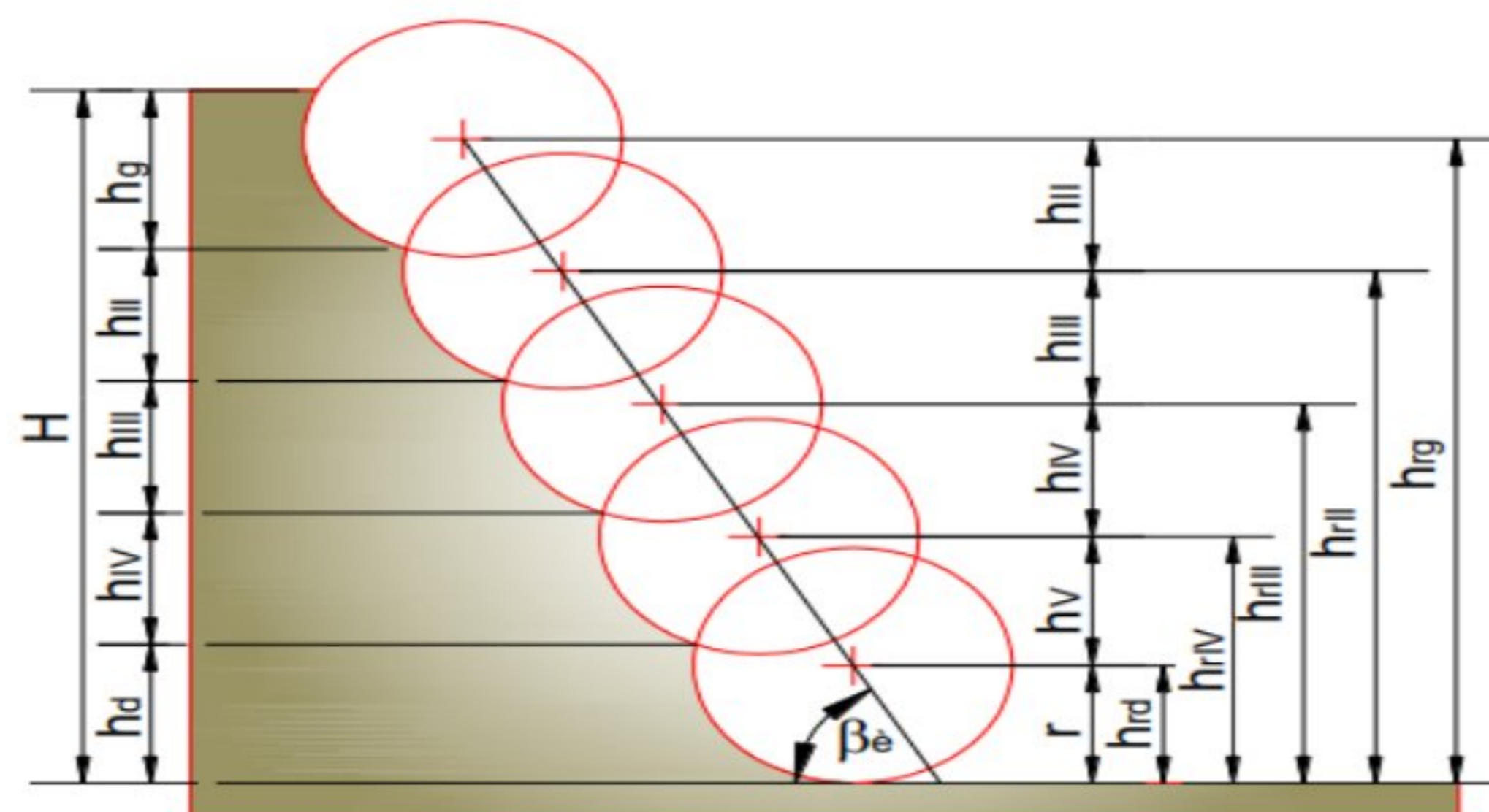
h_1 - висина првог (горњег) реза (m),

r - полупречник ротора (m).

Висина и број резова у блоку

Висински рад роторног багера у блоку са вертикалним резovima састоји се у откопавању целокупне висине блока у неколико резова. Висине резова по правилу треба да износе.

$$0.5 D < h_i < 0.7 D \quad (2.2)$$



Слика 4. Шема за одређивање висине резова [2]

Угао нагиба бочне косине

Угао нагиба бочне косине може се одредити из релације :

$$\beta_b = \arctg \frac{h_{rg} - r}{l_g - l_d} \quad (2.3)$$

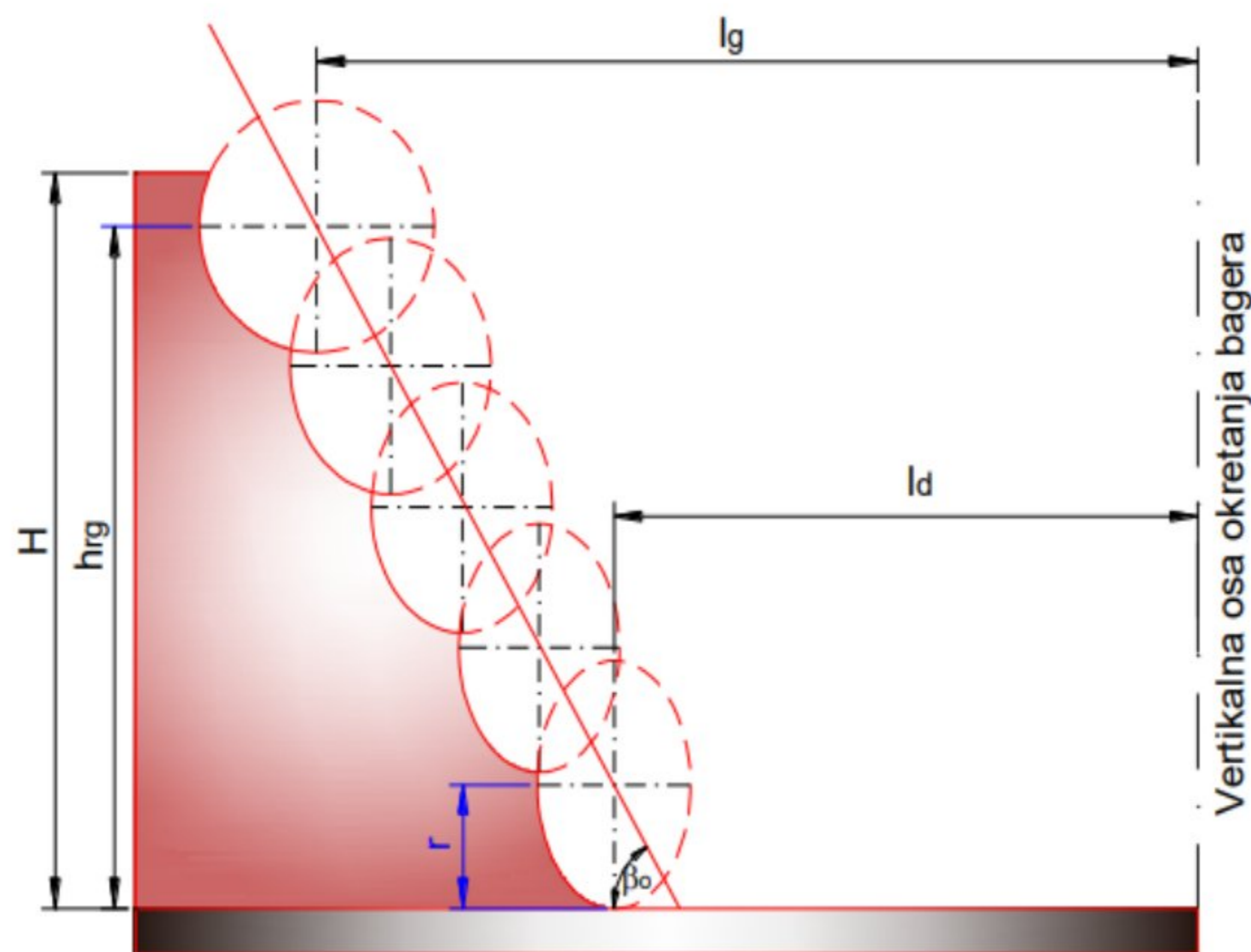
где су:

h_{rg} - висина откопавања мерена од нивоа планума до центра осе ротора при откопавању првог реза (m),

r - полупречник ротора (m),

l_g - хоризонтално растојање између подужне осе багера и осе ротора при откопавању првог реза (m),

l_d - хоризонтално растојање између подужне осе багера и доње ивице бочне косине, (m)



Слика 5. Шематски приказ бочне косине [2]

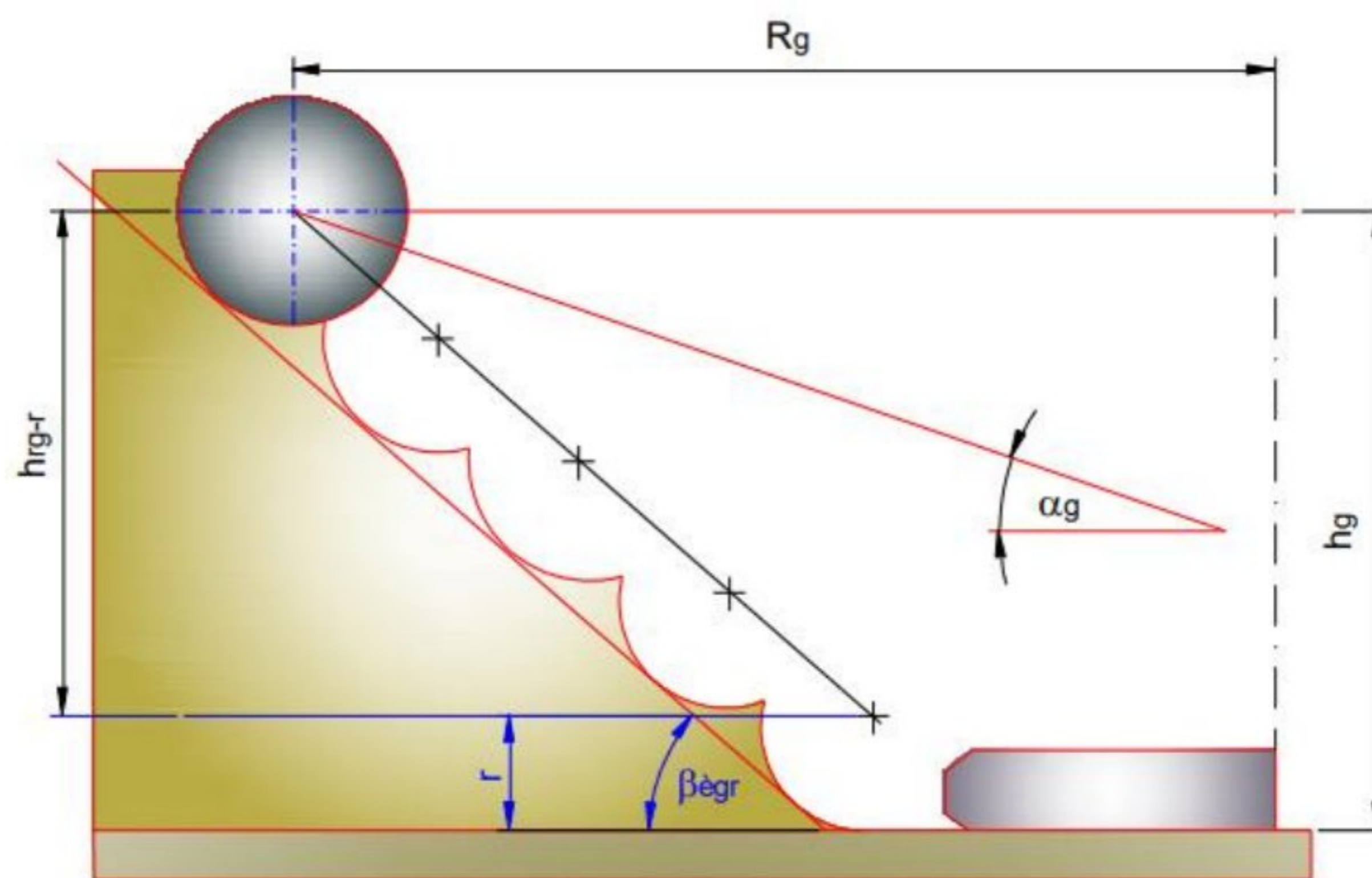
Угао нагиба чеоне косине

Угао нагиба чеоне косине може се кретати у границама:

$$\beta_{\check{c}gr} < \beta_{\check{c}} < \frac{\pi}{2} \quad (2.4)$$

где је:

$\beta_{\check{c}gr}$ – гранични угао нагиба чеоне косине ($^{\circ}$)



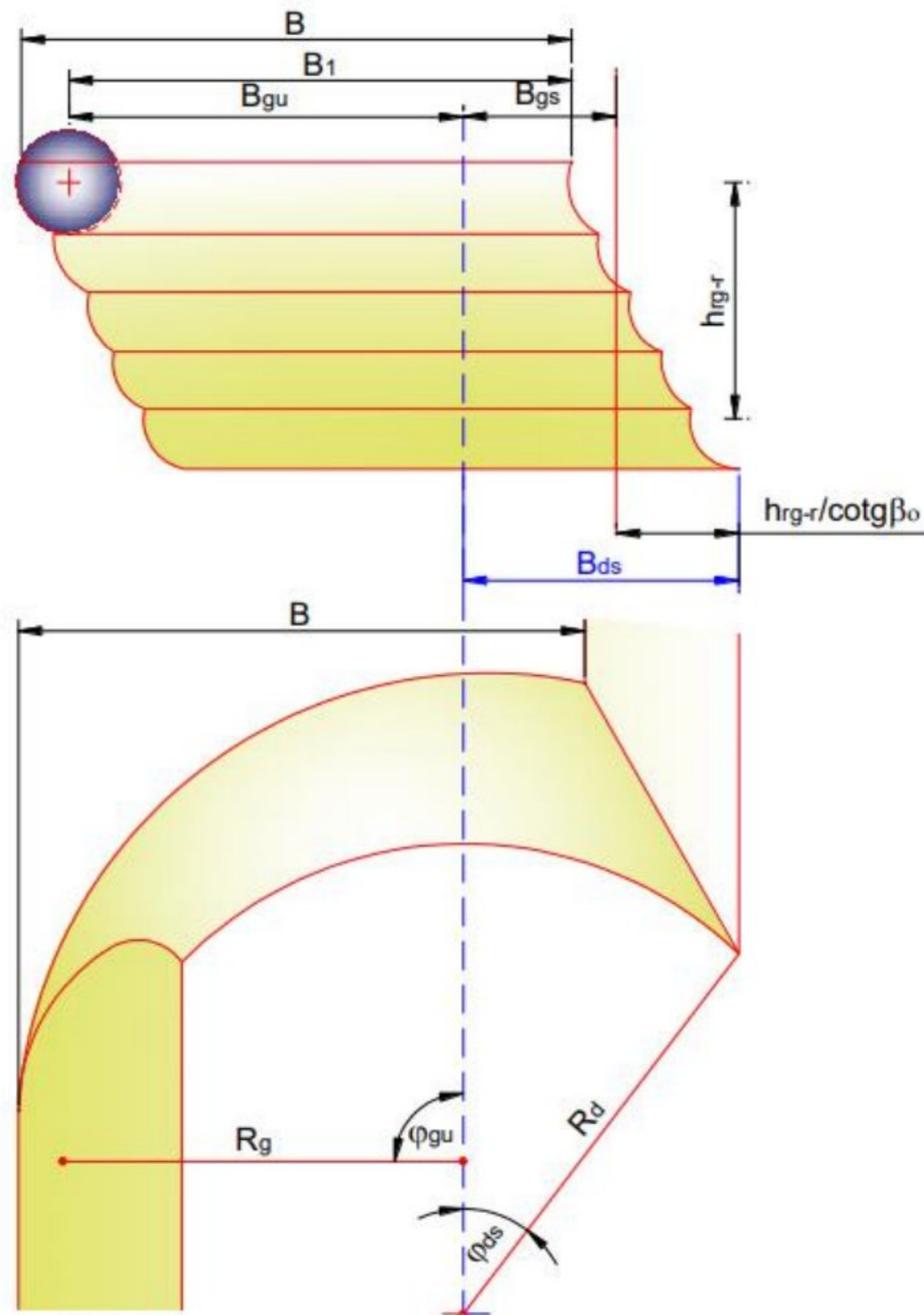
Слика 6. Шема за одређивање граничног угла нагиба чеоне косине [2]

Ширина блока

Ширина блока је у функцији радијуса откопавања првог реза и доњег реза, висине блока, угла нагиба бочне косине и угла заокретања стреле ротора према унутрашњој бочној косини при откопавању првог реза и угла заокретања према спољној бочној косини при откопавању најнижег реза. [2]

$$B = R_g \sin \varphi_{du} + R_d \sin \varphi_{ds} - (h_{rg} - r) \operatorname{ctg} \beta_b, (m) \quad (2.5)$$

Максимална ширина блока која се може остварити роторним багером при одређеном углу заокретања стреле ротора према спољашњој косини при откопавању доњег реза смањује се порастом висине блока и смањењем угла нагиба бочне косине. [2]



Слика 7. Шема за одређивање ширине блока [2]

Дужина откопавања блока

Дужина откопавања блока представља збир дебљина појединачних резова по дубини блока који се откопавају у једном наступању багера по његовој оси кретања. [2]

За стварну максималну дужину откопавања блока усваја се мања вредност која се добија по основу два ограничења:

$$Z_{max} = \min (Z_1, Z_2) \quad (2.6)$$

Дужина откопавања блока која произилази из ограничења приласка багера доњој ивици чеоне косине:

$$Z_1 = R_g - (f - F) - (h_{rg} - r) \operatorname{ctg} \beta_{\check{c}} \quad (2.7)$$

Дужина откопавања блока која произилази из ограничења додира конструкције стреле ротора и горње ивице другог реза:

$$Z_2 = r + \left(r - \frac{d + t}{\cos \alpha_g} \right) \operatorname{ctg} \alpha_g - h_1 \operatorname{ctg} \beta_{\zeta} \quad (2.8)$$

где су:

d - одстојање крајње доње ивице стреле ротора од њене осе (m),

t - гранична удаљеност приласка конструкције стреле ротора горњој ивици другог реза (m),

h_i - висина првог реза (m),

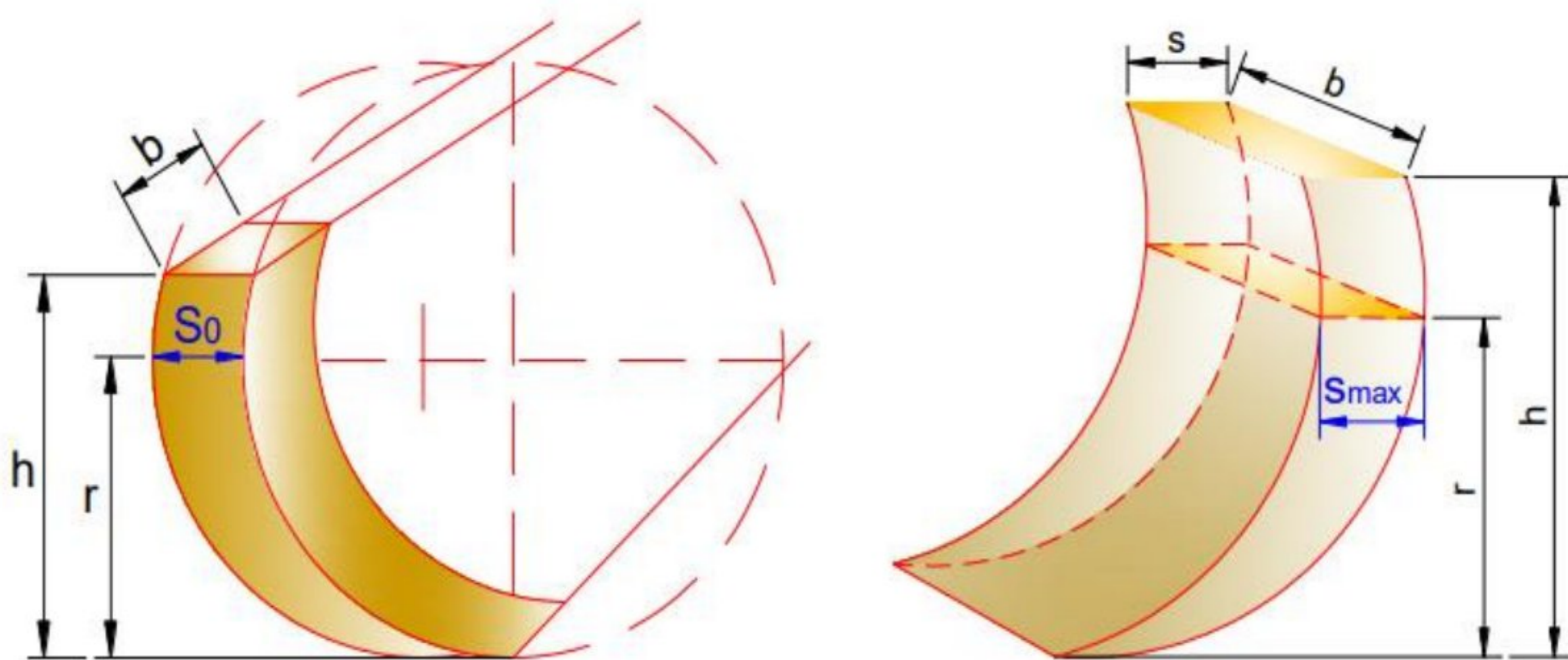
α_g - вертикални угао нагиба стреле ротора при откопавању првог реза ($^{\circ}$).

Технолошки параметри одреска:

h - висина одреска која одговара висини реза, (m)

s - дебљина одреска која је у функцији угла заокретања стреле ротора у односу на подужну осу багера φ и угла резања ρ , (m)

b - ширина одреска која је у функцији брзине заокретања стреле ротора, $V\varphi$ односно угла заокретања стреле ротора у односу на подужну осу багера φ



Слика 8. Технолошки параметри одреска [2]

Висина одреска

Са аспекта капацитативног искоришћења багера, висине одрезака треба да се крећу у дијапазону:

$$0.5 D < h < 0.7 D \quad (2.9)$$

при чему се горња вредност $h = 0,7 D$, по правилу усваја за први рез.

Уколико се код избора висине одреска не испоштује напред наведени критеријум, односно ако се за висине одрезака усвоје вредности $h=0,5 D$ тада најчешће није могуће остварити задовољавајуће пуњење ведрице, чак ни са комбинацијом максималних ширина и дебљина одрезака. [2]

Дебљина одреска

Дебљина одреска s , се остварује померањем багера на почетку уласка у нови рез односно када је стрела ротора у крајњем левом или крајњем десном положају где уједно мења смер окретања.

$$s\varphi\rho = s_0 \cos\varphi \sin\rho \quad (2.10)$$

$s\varphi\rho$ - текућа вредност дебљине одреска у функцији од угла заокретања стреле ротора φ и угла резања ρ ,

s_0 - дебљина одреска мерена на висини полупречника ротора ($\rho=90^\circ$) и за положај стреле ротора у правцу подужне осе багера ($\rho=0^\circ$), у ком случају је $s_0 = s_{max}$.

Ширина одреска

Ширина одреска b , се мења у зависности од брзине окретање стреле ротора у односу на подужну осу багера и броја пражњења ведрица у минути.

При константној брзини окретања стреле ротора, ширине одрезака у оквиру реза су једнаке и износе:

$$b = \frac{V_b}{n} \quad (2.11)$$

При промењливој брзини окретања роторне стреле промењливе су и ширине одрезака:

$$b_{\varphi} = \frac{V_{b\varphi}}{n} \quad (2.12)$$

при чему је:

$$V_{b\varphi} = \frac{V_{bo}}{\cos\varphi} \quad (2.13)$$

где су:

V_b - константна брзина окретања стреле ротора (m/min),

V_{bo} - основна линеарна брзина померања стреле ротора мерена у правцу подужне осе багера тј. за $\varphi = 0^\circ$ (m/min),

$V_{b\varphi}$ - промењлива брзина окретања роторне стреле (m/min),

n - број пражњења ведрца (min^{-1}).

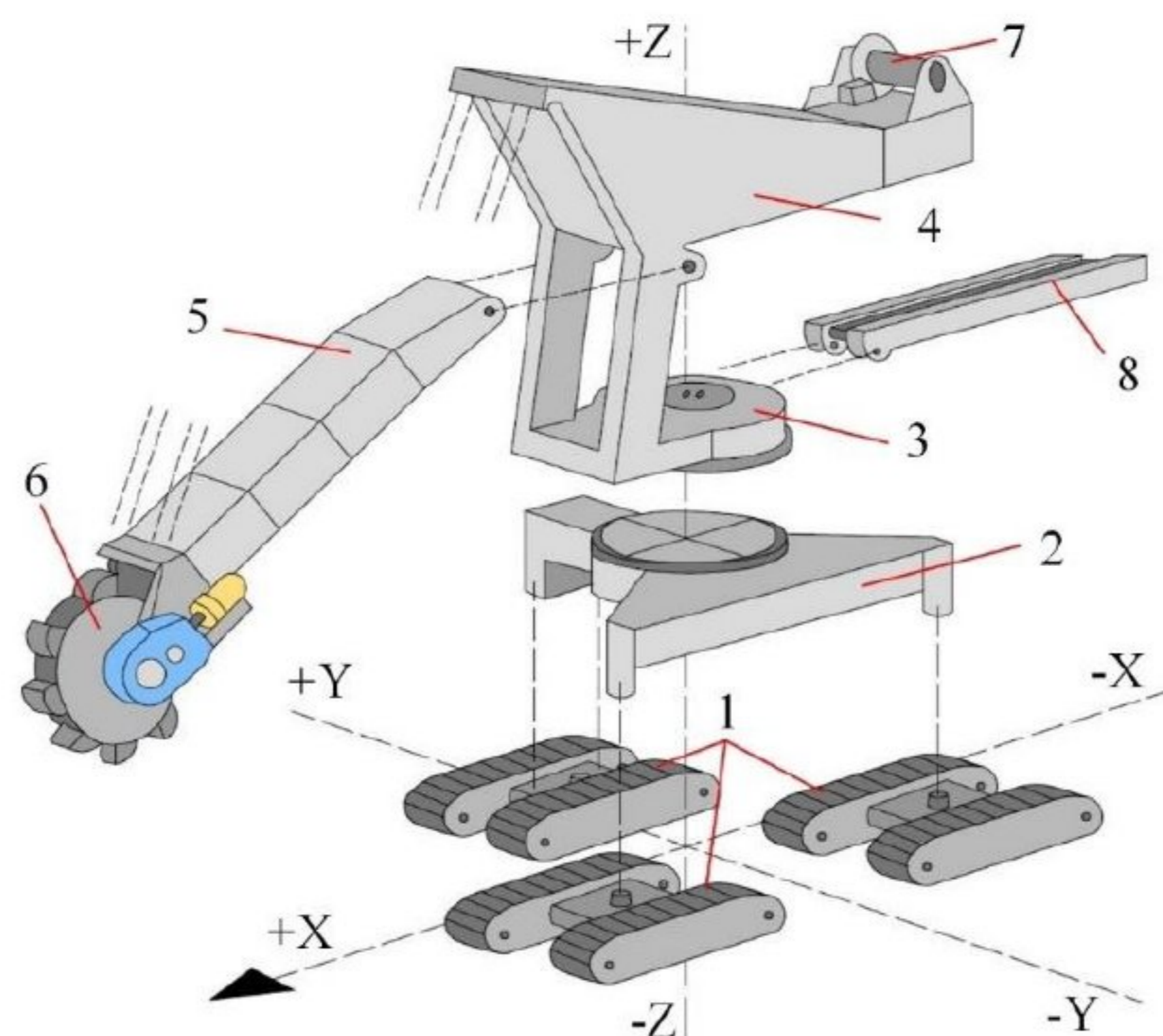
2.2 Техничке карактеристике роторних багера

Основне компоненте роторног багера приказане су на слици 4 :

1. доња градња која служи за повезивање транспортног уређаја и постављање доње стазе за обрно ослони прстен и зупчасти венац
2. транспортни уређај, најчешће гусенични, који служи за померање (транспорт) багера
3. обртна платформа са централним стубом, која служи као ослонац за вешање роторне стреле, конзоле противтега, истоварне стреле
4. стрела противтега и противтег за уравнотежење конструкције роторног багера у односу на окретну платформу и транспортни механизам
5. стрела роторног точка са транспортером, која је једним крајем везана за обртну платформу, а на другом крају се поставља роторни точак.
6. роторни точак који представља извршни орган за откопавање материјала

7. механизам за дизање стреле роторног точка

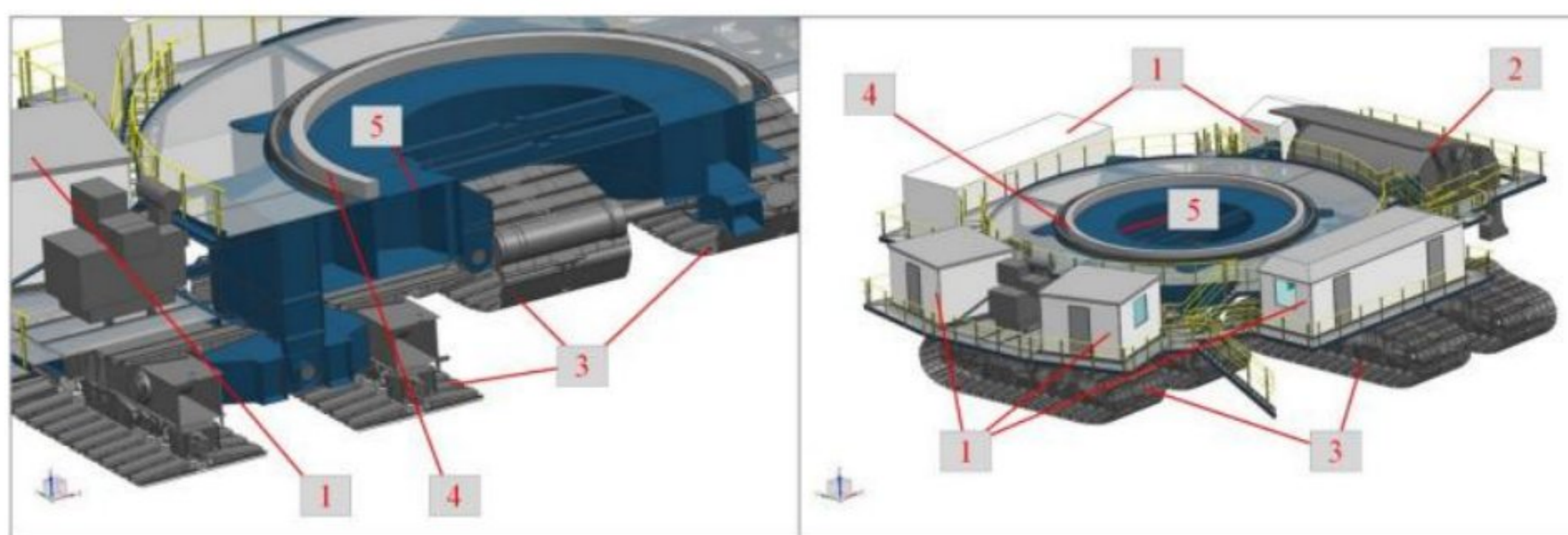
8. стрела истоварног транспортера (или мост) који служи за транспорт материјала [3]



Слика 9. Основне компоненте роторног багера [7]

Доња градња и транспортни механизам

Доњу градњу код роторних багера чине транспортни уређај као и челична конструкција која служи за повезивање транспортног уређаја и стаза на коју је постављен уређај за ослањање као и зупчасти венац. Између горње и доње платформе је уграђен велики аксијални лежај (kugelbahn) који се убраја у виталне делове багера. Од његове конструкције и величине зависи стабилност багера. На доњем делу конструкције уграђују се носачи ослонаца који повезују доњу платформу са транспортним механизмом.



Слика 10. Доња градња са транспортним уређајем [4]

1 –контејнери; 2 – кабловски бубањ; 3 – гусенични транспортни уређај; 4 – аксијални лежај; 5 – основна носећа челична конструкција.

На доњој градњи постављају се и делови помоћне челичне конструкције - кућице за смештај радника, радионице, кућице за компресор, подмазивање и сл., кабловски бубањ и др.

Обе платформе морају имати релативно високу крутост конструкције. Недовољна крутост је узрок брзог отказа лежаја а има и велику улогу у трајности и зупчастог венца и механизма за кружно кретање. [4]

Уређај за транспорт багера

Уређај за транспорт багера су специјални уређаји који обезбеђују кретање багера и његово стабилно ослањање на подлогу за време рада. Уређај за кретање служи за преношење притиска на тло, за кретање багера по радилишту и за транспорт на нова радилишта. Код највећег броја роторних багера у примени је гусенични транспортни уређај, а ређе корачајући и на шинама.

Транспортни механизам се састоји од носача гусеница који су преко посебних лежајева повезане са доњом платформом. Број гусеница се креће од две па до 12 што зависи од величине-месе багера. [3]



Слика 11. Гусенични транспортни уређај[3]

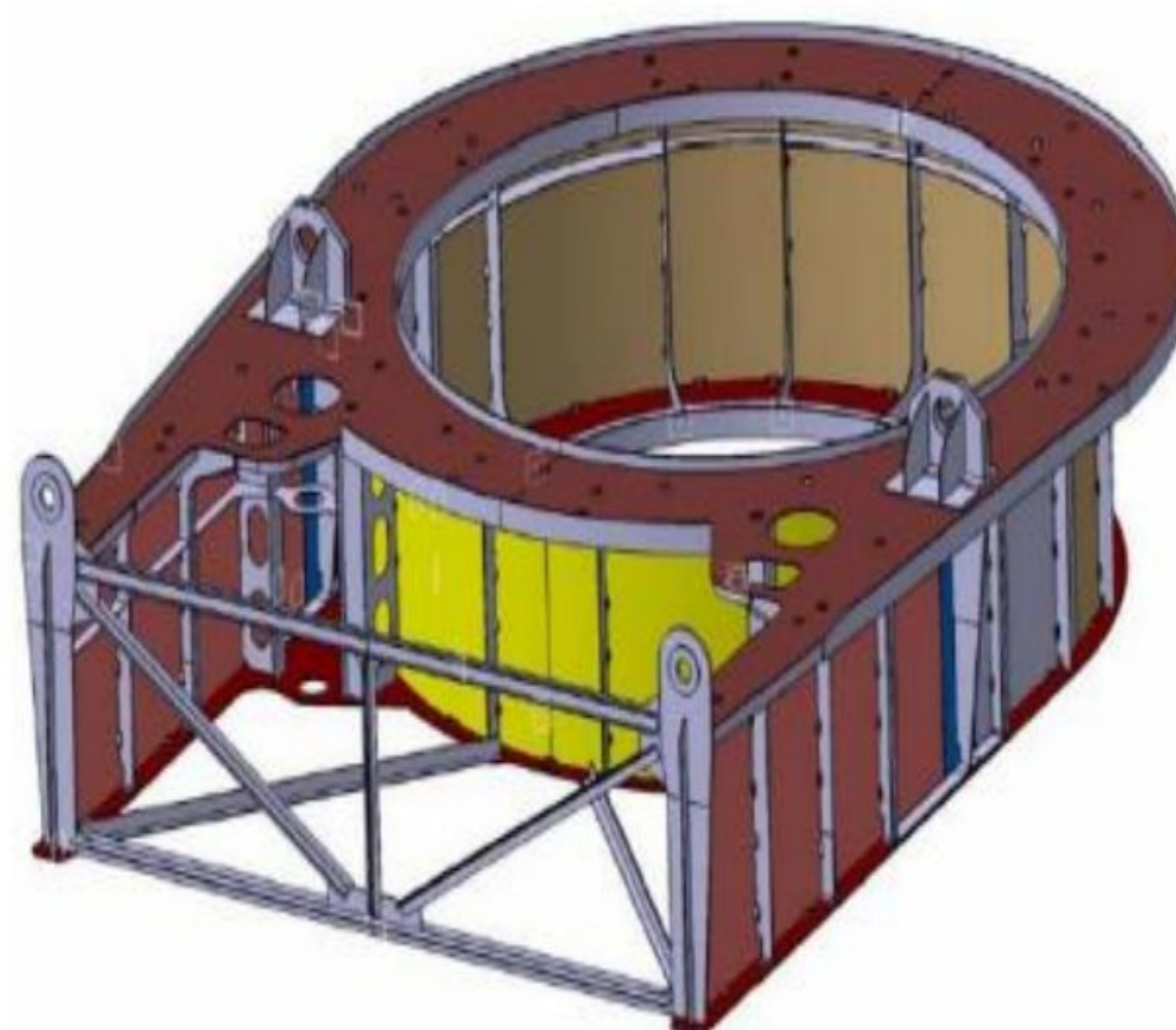


Слика 12. Елементи гусеничног транспортног уређаја [3]

1 – гусенични ланац; 2 – носач; 3 – балансери; 4 – погонски точак; 5 – повратни (затезни) точак; 6 – погон; 7 – елементи за везу гусеница (управљачке и фиксне руде); 8 – хидраулички цилиндар за управљање гусеницама

Обртна платформа

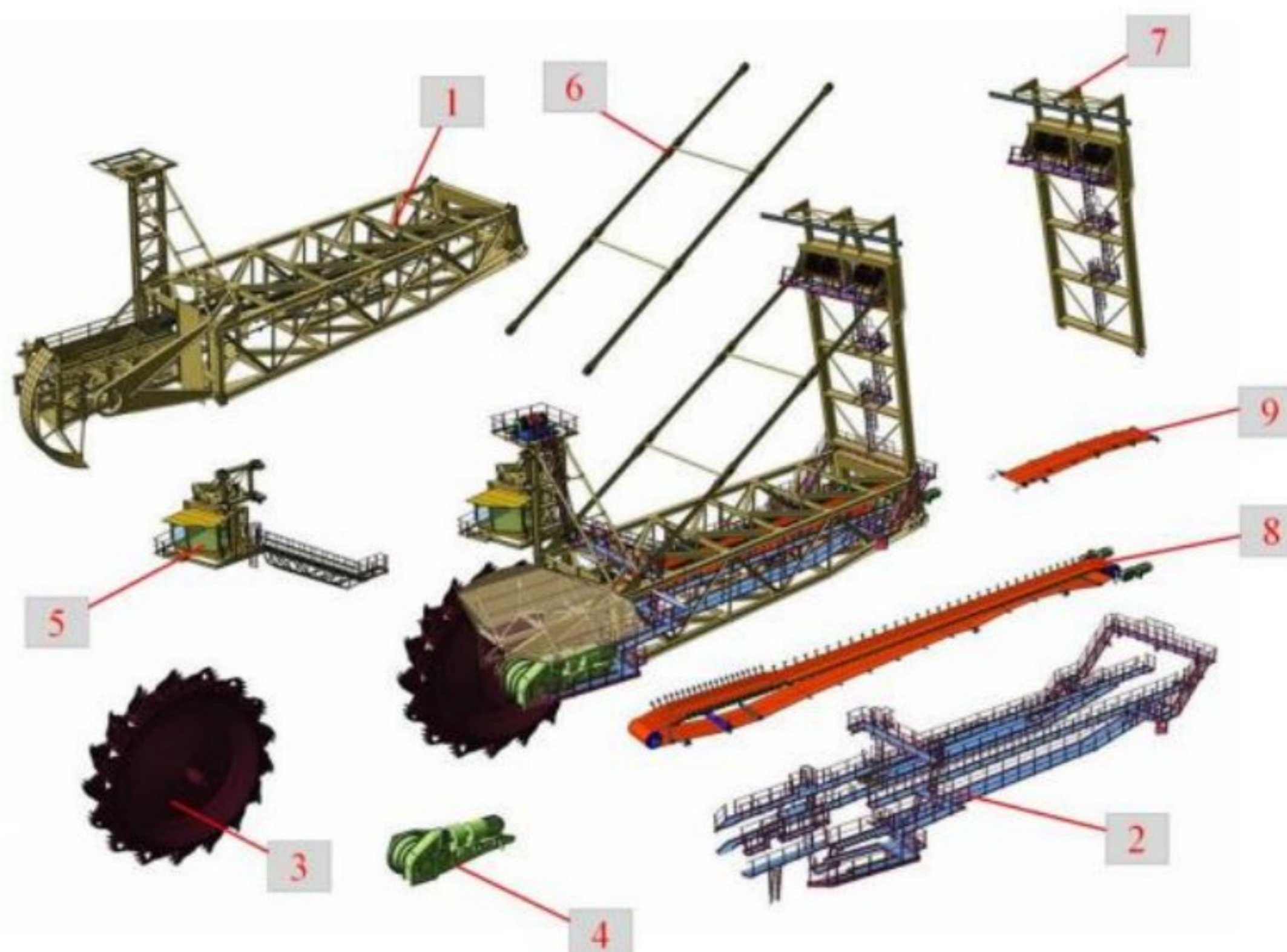
Обртна платформа служи као подлога на коју се уграђује централни стуб. Целокупна горња градња је ослоњена „утемељена“ на обртној платформи. По правилу се израђује од лимова разним начинима спајања. У основи се разликују два типа обртних платформи што зависи од транспортног пута откопаног материјала: такозвана пролазана и непролазна. [3]



Слика 13. Обртна платформа[2]

Радни орган роторног багера чине :

- Стрела роторног точка
- Роторни точак са елементима и погоном [2]



Слика 14. Конструкција радног органа роторног багера[3]

1 – основна (носећа) челична конструкција; 2 – помоћна челична конструкција (газишита); 3 – роторни точак; 4 – погон роторног точка; 5 – кабина руковоаоца; 6 – затеге (ламеле); 7 – покретни стуб; 8 – транспортер на стрели роторног точка; 9 – трака за отпадни материјал (прљава трака).

Велики утицај на облик конструкције стреле има диспозиција роторног точка са погонским агрегатима и пресипним местом. [2]

Стрела роторног точка

Стрела радног точка припада главној носећој челичној конструкцији багера. Рад багера се састоји од главних кретања (обртање роторног точка и кружно кретање горње градње) и помоћних кретања (кретање у правцу наступа и промена висинског положаја роторног точка у вертикалној равни). Поред функције дизања роторног точка стрела има и низ других функција. [2]

Стрела као најоптерећенији део конструкције багера масе чини свега 6 до 13 % од масе целог багера. Смањене напрезања повећањем попречних пресека делова конструкције, доводи до знатног повећања масе целог багера. [2]

Носећа конструкција стреле треба да пренесе све силе које се јављају (у раду, транспорту и мировању) на централну конструкцију багера. Велики утицај на облик конструкције стреле има диспозиција роторног точка са погонским агрегатима и пресипним местом.

Роторни век багера је изузетно дуг, неколико деценија, па се без обзира на високу поузданост уграђених агрегата и склопова они морају замењивати више пута у току експлоатације багера. Дакле, на облик стреле утиче оптерећење, захтевана технологија откопавања, позиционирање помоћних конструкција, уградња инсталација, положај роторног точка, пресипних места, транспортера и наравно захтеви одржавања.

Главна конструкција стреле мора се обликовати тако да омогући уградњу помоћних конструкција при чему се мора водити рачуна о слободном простору делова који су у међусобном кретању. Поред наведених захтева, конструкција мора бити погодна за извођење радова одржавања који се редовно и често обављају на погонским механизмима, склоповима и инсталацијама. У конструкцији стреле се мора обезбедити довољан простор за рад људи и приступ дизаличним средствима при замени појединих склопова. [3]

Примењују се два основна типа конструкције и то су:

- Конструкција стреле пуних зидова
- Конструкција стреле у облику решетке



Слика 15. Конструкција стреле пуних зидова[3]



Слика 16. Конструкција стреле у облику решетке[3]

Дужина стреле је у одређеној размери са следећим параметрима :

- Пречником роторног точка
- Диспозицијом уређаја и агрегата уграђених на стрели
- Висином тачке вешања стреле од планума
- Попречном пресеку стреле
- Габаритима ходног уређаја [3]

Роторни точак

Роторни точак представља најкарактеристичнији конструктивни део багера, по коме је и добио име. Пречник роторног точка се креће у дијапазону од 4,2 м па до 21,6 м, у зависности од величине багера, али и намене. [2]

Роторни точак се састоји из:

- Носеће конструкције роторног точка
- Вратила са лежајевима
- Ведрица са резним елементима[2]

Под погонским механизмом роторног точка подразумевамо:

- Редуктор роторног точка
- Спојнице
- Електромотор
- Зглобна вратила за везу мотора и редуктора[2]

Задатак тела роторног точка је да обезбеди чврсту везу између вратила роторног точка и ведрица како би се све силе и моменти пренели између ова

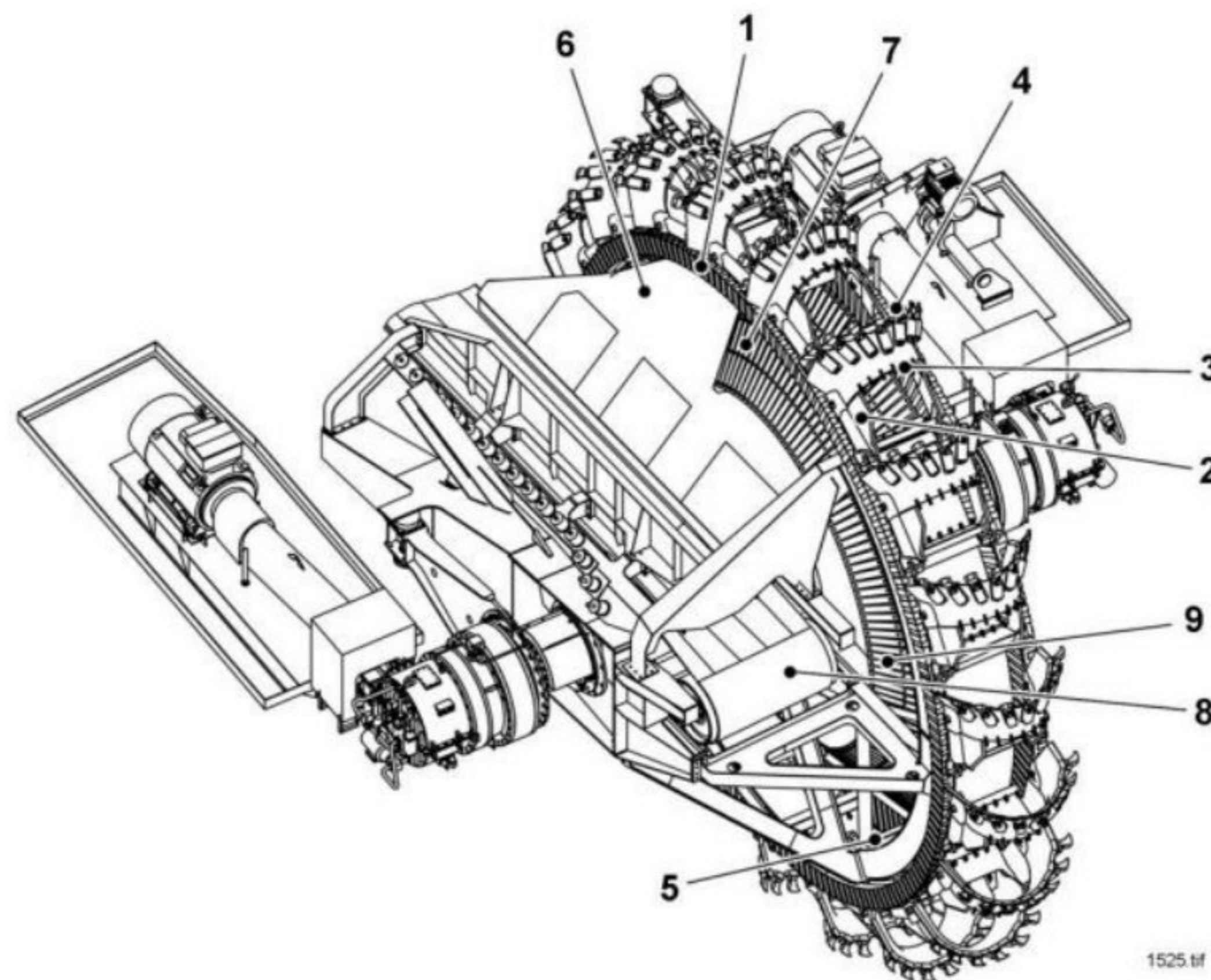
два елемента. Такође, функција тела роторног точка је да обезбеди, уз минимална просипања, одвођење материјала из ведрица преко клизних површина на пријемни транспортер.

Носећа конструкција роторног точка састоји се из:

- Тела роторног точка
- Прстенести кутијasti носач спољни и прстенести носач унутрашњи
- Попречни носачи
- Ушице за фиксирање ведрице

Конструкционе форме за извођење тела роторног точка које су највише у употреби:

- Тело роторног точка са двоструким зидовима
- Тело роторног точка са једним зидом и паоцима и
- Тело роторног точка у облику зарубљене купе са једним зидом[2]



Слика 17. Конструкција роторног точка

1. Челична конструкција (венац), 2. Ведрице, 3. Ланчаста завеса, 4. Зуби, 5. Полумесец, 6. Бункер, 7. Конус, 8. Транспортер са траком[2]

3 Процес одржавања и експлоатације роторних багера на површинским коповима

Поставке одржавања за све површинске копове су исте за све врсте опреме и спроводи се по принципу планско-превентивног одржавања, који представља комбинацију линијске и хијерархијске структуре, при чему је ова друга доминантна.

Хијерархијска структура се одликује тиме што сваки виши ниво одржавања опслужује већи број нижих нивоа. Основно (сменско) одржавање обавља се на самом месту експлоатације система и представља најнижи хијерархијски ниво пошто се обављају најједноставнији поступци одржавања. Сервисне екипе имају своје групе за опслуживање више система машина, боље су опремљене тј. имају веће техничке могућности од службе основног одржавања. Највиши ниво представља централни ремонт где се обављају најсложенији поступци одржавања, укључујући унапређења у виду реконструкција. Дobar пример за то је део предузећа басена Колубара – Колубара-Метал. Колубара-Метал је најбоље опремљена, опслужује читав басен, производи резервне делове и нову опрему. [4]

Сваки систем, како у производњи тако и у домену текућег одржавања, чини техничко-технолошку и организациону целину. Са аспекта организационе форме текуће одржавање је у оквиру система подељено на машинско и електро одржавање. Међутим, са функционалног аспекта они су тесно повезани тј. међузависни су, будући да се доста послова и задатака обавља истовремено. [4]

Основне људске ресурсе одржавања чине: машински односно електро инжењер (сваки за своју област одржавања), пословође, надзорници, бравари и електричари као директни извршиоци.

3.1 Примењено одржавање роторних багера

Примењени систем одржавања на површинским коповима РБ Колубара

Текуће одржавање је организовано по сменама и обухвата следеће оперативне активности:

- контролисање и преглед карактеристичних места сходно упутствима произвођача опреме и сопственим искуствима;
- чишћење, контролисање подмазивања и подмазивање одређених места по тачно утврђеном плану;
- отклањање мањих кварова на опреми у току рада исте или за време краћих застоја;
- предлагање плана годишњих потреба резервних делова за систем који одржавају.

Сва запажања и интервенције у току смене евидентирају се у сменским књигама, анализирају на почетку прве смене (уколико су исти регистровани у 2. или 3. смени), када се и доноси одлука о потреби хитне или одложене интервенције. Наиме, ако су уочени недостаци на опреми такве природе да не угрожавају сигуран и безбедан рад машине и људства, да не представљају опасност за изазивање већег квара или слабијег капацитетног искоришћења опреме, уочени недостаци се само евидентирају, а њихово отклањање се одлаже за први плански сервис. Сходно напред изложеном следи да је особље текућег одржавања најодговорније за исправност и правилно коришћење опреме коју надзире, контролише и делимично одржава, односно опреме за коју је директно задужена. [4]

Сходно напред изложеном следи да је особље текућег одржавања најодговорније за исправност и правилно коришћење опреме коју надзире, контролише и делимично одржава, односно опреме за коју је директно задужена. [4]

Сервисно одржавање на површинским коповима је организационо подељено по врстама машина, као на пример: група за багере, група за трачне транспортере, група за пумпе и одводњавање, итд. Међутим, у оквиру сервисног одржавања постоје и специјализоване групе као што су: група за хидраулику, група за вулканизацију трака, група за мерења, итд. Група за сервисно одржавање изводи радове на БТО, БТУ и БТД системима, периодично сваких 10 или 15 дана, у трајању од једне до две смене. Поред стандардних

сервисних захвата, група за сервисно одржавање, а на основу налога и директива које добија од текућег одржавања и увида на лицу места, отклања и све кварове које није било у стању да отклони текуће одржавање, а који су по свом карактеру такви да принудно заустављају машину. Међутим, уколико се ради о већим кваровима чије би отклањање трајало дужи временски период и захтевало ангажовање већег броја радника као и коришћење помоћне опреме, ангажује се одговарајућа ремонтна група из састава Колубара-Метал. [4]

Сервисни радови машинског и електро одржавања изводе се истовремено што намеће потребу потпуне синхронизације радова обе струке, наравно, уз примену и пуно поштовање свих потребних сигурносних и заштитних мера. За квалитетно извођење сервиса неопходно је максимално ангажовање организатора рударске производње и производних радника одговарајућег система на којем се врши сервис. Да је сервис обављен квалитетно и у планираном обиму својим потписима јамчи надзорно-техничко особље система. [4]

Оваквим начином одржавања остварује се међусобна сарадња, садејство и спонтана контрола између извођача радова – сервисног одржавања и наручиоца радова – оперативног (текућег) одржавања. Извођачи сервисног одржавања имају добар увид у рад оперативног одржавања између два сервиса. Наиме, они за време сервиса имају јасан увид у то шта је оперативно одржавање могло, а није урадило на спречавању настанка и отклањању неког квара, шта је прави узрок настанка квара и да ли оперативно одржавање послове из својег делокруга намерно пребацује на сервисно одржавање. С друге стране, оперативно одржавање, пратећи сервисне радове и касније између два сервиса функционисање виталних склопова, у стању је да мериторно оцењује квалитет извршених сервиса. На овај начин је обезбеђена контрола између директних извршилаца одржавања чиме се одговорност у раду и стручност, а самим тим и квалитет радова, подиже на највиши ниво. [4]

Генералне оправке (инвестиционо одржавање) основне механизације на површинским коповима у колубарском басену врше се по правилу једном

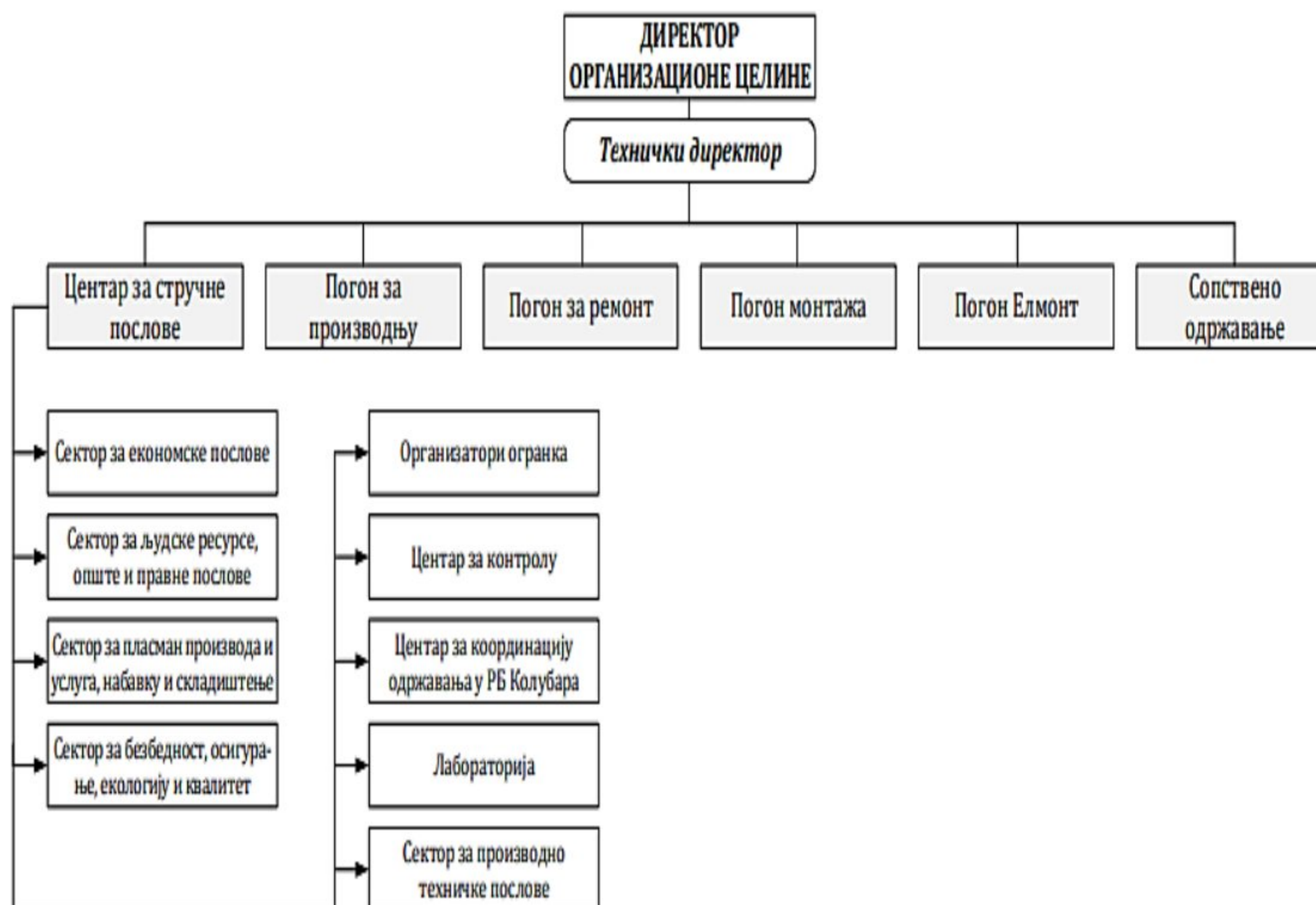
годишње, у трајању од 20 до 30 дана. Зависно од техничког стања машине, а понекад и од организационих чинилаца, генерална оправка може трајати и дуже.

Генералне оправке обухватају замену или поправку саставних делова машине чиме се иста доводи у стање техничке и технолошке исправности. Дужина трајања оправке се благовремено планира на бази свеобухватног увида у стање машина са аспекта исправности и дотрајалости појединачних елемената и склопова. Време уласка машине, односно система у генералну оправку диктира, дакле, стање машине. Наравно, увек када је то могуће респектују се и технолошко-производни захтеви површинског копа, односно рударске оперативе. Уласку машине, односно система у генералну оправку претходи израда дефектажних листа за машинско и електро одржавање што представља и подлогу за израду плана оправке.

У фази припреме генералне оправке, а паралелно са израдом дефектажне листе, прави се и листа потребних резервних делова са изводом из стања магацинских залиха и нереализованих наруџбина. Такође, врши се припрема склопова које по дефектажној листи треба агрегатно заменити, али без системског дугодишњег планирања. За делове, којих нема на залихама и нису наручени, а дефинисани су техничком документацијом, хитно се дају налози за израду како би исти били израђени до почетка генералне оправке. [4]

Извођач генералне оправке, сходно обиму и врсти планираних радова, организује се по правилу за дванаесточасовни радни дан свакодневно, изузимајући недељу када радни дан траје осам часова.

По завршетку генералне оправке и функционалних проба машине односно система, сређује се документација, анализира извршена оправка и доносе оцене и закључци. [4]



Слика 18. Организациона шема одржавања Огранка РБ Колубара [4]

Према садашњој организационој структури Организациона Целина Колубара-Метал састоји се из више целина. То су погони:

- Погон за производњу,
- Погон за ремонт,
- Погон за монтажу,
- Погон Елмонт.

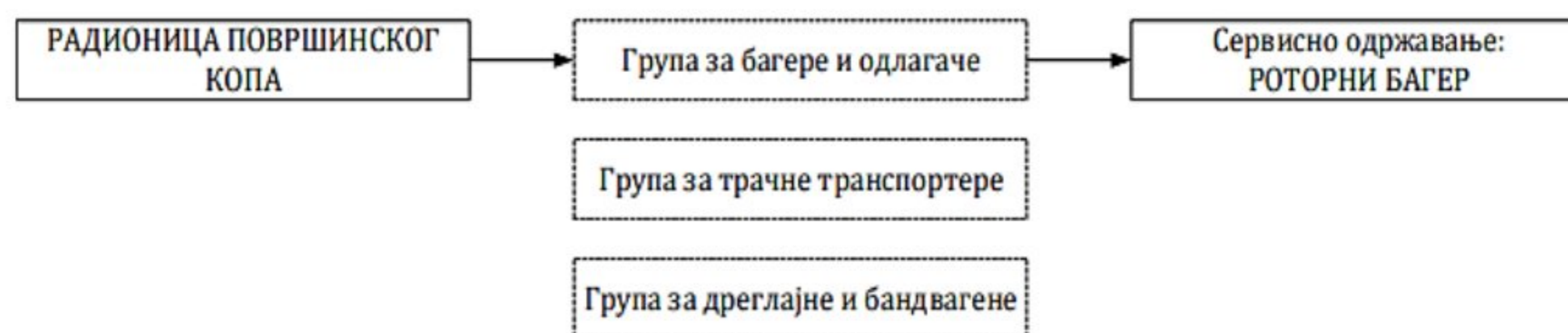
Затим, инжењеринг који обухвата: Сектор за пласман производа и услуга и Сектор за реализацију услуга, Развојно пројектни сектор и службе (Служба за обезбеђивање квалитета, Служба за економско финансијске послове и Служба за правне, кадровске и опште послове). Као посебно издвојени налазе се главни машински и електро инжењер и стручни сарадници за поједине области. Организационе везе између појединих делова предузећа приказане су на Организационој шеми која је дата у табели 3. [4]



Слика 19. Организациона шема ОЦ Колубаре Метал

Организација одржавања се дели на:

- Линијска структура – два или више серијски везаних места одржавања. Користи се за сложене техничке системе у специфичним радним условима. Најједноставнија организација система одржавања. Највиши ниво у линијској структури представља онај сегмент система одржавања у коме се обављају насложенији поступци одржавања, где овај ниво има права да обавља и све поступке одржавања нижег степена – обрнуто не, односно нижи ниво у принципу не треба и не може да обавља послове вишег нивоа одржавања. На примеру копова, то би био однос између радионице самог копа и основне рударске машине, на пример роторног багера. [4]



Слика 20. Линијска структура

Хијерархијска структура – сваки виши ниво опслужује један или више нижих нивоа. Ако постоји већи број техничких система који се одржава у јединственом систему одржавања, поред основног одржавања који се обавља на првом нивоу, постоје и одређен број виших нивоа одржавања, са својим

надлежностима, опремом и радном снагом. Највиши ниво одржавања у овој структури често може бити и произвођач те опреме. [4]



Слика 21. Хијерархијска структура

- Комбиновани начин – комбинација претходних основних начина. Постоје могућности избора различитих варијанти, односно више стратегија и могућности система одржавања. Оптимизацијом долазимо до најбољег начина. Који је најбољи зависи од много чинилаца, који зависе од случаја до случаја (просторна дистрибуција, систем снабдевања резервним деловима и другим материјалима, расположива радна снага, комуникације итд.)

Генерално, организационе целине одржавања су:

- Техничка и оперативна припрема одржавања.
- Служба за текуће и сменско одржавање.
- Служба за сервисно, превентивно одржавање.
- Служба за ремонтно, инвестиционо одржавање.
- Техничка контрола одржавања.

3.2 Индекси контроле одржавања роторних багера

Менаџмент одржавања користи различите приступе за мерење функције ефикасности одржавања. Често се користе индекси за управљање и контролу одржавања. Ови индекси показују тренд на основу историјата, односно старих података, који представљају референтну тачку за поређење. У организацији одржавања користе се различити индекси за мерење ефикасности одржавања,

јер не постоји ниједан индекс који може прецизно да дефинише укупне перформансе активности одржавања. Главни циљ ових индекса је да поставне менаџмент одржавања да побољша перформансе функције одржавања у односу на постојеће или старо стање. [5]

Општи индекси указују на укупне перформансе организације у вези са одржавањем, а специфични индекси указују на перформансу у некој области одржавања. [5]

Општи индекси:

- Индекс 1

$$I_1 = \frac{UTO}{UP} \quad (3.1)$$

где је:

UTO – укупни трошкови одржавања [новчана јединица]

UP – укупна продаја [новчана јединица]

Досадашња искуства показују да просечни трошкови за одржавање свих индустрија износе око 5% од укупне продаје. Међутим, постоји доста разлике у овом индексу ако се посматрају различите гране индустрије.. [5]

- Индекс 2

$$I_2 = \frac{UTO}{UP_j} \quad (3.2)$$

UTO - укупни трошкови одржавања [новчана јединица]

UP_j – укупна производња [m^3, t, MW]

Овај индекс се односи на укупне трошкове одржавања у односу на прозводњу од стране предузећа.

- Индекс 3

$$I_3 = \frac{UTO}{UUI} \quad (3.3)$$

UTO - укупни трошкови одржавања [новчана јединица]

UUI – укупна улагања у постројења и опрему [новчана јединица]

Овај индекс се односи на укупне трошкове одржавања у односу на укупно улагање у постројење и опрему. [5]

Такође, постоје и специфични индекси:

I_4 – Индекс за контролу превентивног одржавања у односу на укупну функцију одржавања.

I_5 – Индекс за мерење тачности планираног буџета одржавања.

I_6 – Индекс за контролу општих трошкова одржавања

I_7 – Индекс за планирање радова на одржавању

I_8 – Индекс који је користан у подручју контроле материјала за одржавање

I_9 – Индекс који се може користити за мерење ефикасности одржавања

I_{10} – Индекс који се може користити за мерење ефикасности одржавања

I_{11} – Индекс за мерење контроле ефикасности

I_{12} – Индекс који се односи на трошкове материјала и радне снаге

I_{13} - Индекс који представља однос између трошкова одржавања и трошкова производње

I_{14} – Индекс који представља однос између укупних трошкова одржавања и утрошених радних сати на одржавању

I_{15} – Индекс који прати напредак у напорима за смањење трошкова

Постоје и параметри одржавања (ПО). Одабрано је 3 параметра за употребу у вишекритеријумским методама, и то су:

- Машински-електро-вулканизерски застоји
- Просечни машински-електро-вулканизерски застоји
- Техничка расположивост [5]

3.3 Индекси коришћења роторних багера

Постоје четири вишекритеријумске методе. АНР (Аналитички хијерархијски процес) метода се примењује за међусобно рангирање основних критеријума и подкритеријума. Представља математичку методу са вишекритеријумским приступом у одлучивању. Пружа могућност да се у процесу доношења сложених одлука измере и повезују различити фактори што олакшава комбиновање делова у целину. Основна предност АНР методе је то да се комплексни проблеми могу рашчланити на просте чиниоце који се потом могу међусобно упоређивати.

Након тога се користе методе TOPSIS (Техника за рангирање по редоследу преференција сличности са идеалним решењем), VIKOR (Вишекритеријумска оптимизација и решење компромиса) и PROMETHEE (Организација рангирања по преференцијама за евалуацију обогаћивања) за рангирање алтернатива према дефинисаним подкритеријумима и критеријума уз коришћење тежинских коефицијената претходно израчунатих АНР методом. Овакав приступ је оправдан због огромног значаја великих машина у производном процесу, великих почетних инвестиционих улагања, али и трошкова процеса производње и одржавања. [6]

Постоје три групе индекса коришћења роторног багера, и то су Технички параметри, Радни параметри и Економски параметри.

Прву групу параметара чине **технички параметри** који су приказани су у табели 1. Изабрани су из конструкционих показатеља техничког нивоа роторних багера и разматрано је 13 параметара. [6]

Табела 1. Технички параметри роторног багера

Gartner 1	$\frac{G}{Q_t * H_k}$
Gartner 3	$\frac{G}{Q_t * (L_k + L_p)}$
Domborovski	$\frac{G}{Q_t * H_k * k_v}$
Lauchheimer	$\frac{G}{Q_t * (H_k + H_d)}$
Ajdner	$\frac{G * p_b}{Q_t * k_l * H_k * L_{rt} * L_{ist}} * 10^3$
Krumvaj	$\frac{G * 10^2}{Q_t * H_k * (L_{rt} + L_{ist})}$
Aksenov	$\frac{G}{H_k^{1.4} * \sqrt{Q_t * N_{rt}}}$
Rozenpleter	$\frac{G}{Q_t * (R_k + R_i)}$
Однос тежине према капацитету	$\frac{G}{Q_t}$
Однос тежине и снаге погона точка	$\frac{G}{N_{rt}}$
Однос инсталисане снаге и тежине	$\frac{N_{ins}}{G}$
Однос инсталисане снаге и капацитета	$\frac{N_{ins}}{Q_t}$
Hazanet	$\frac{G}{Q_t^{0.6} * k_F^{0.4} * (L_{rt} + D)^{1.15}} * \left[1 + \frac{L_{ist}^{1.15}}{(10 + k_F^{0.4} + L_{rt})} \right]$

*Променљиве које се користе у формулама су: G – маса багера, Q_t – капацитет, N_{rt} – снага роторног точка, L_{rt} – дужина стреле роторног точка, L_{ist} – дужина истоварне стреле роторног точка, H_k – висина копања, N_{ins} – инсталисана снага.

У другу групу параметара спадају **експлоатационо-радни параметри**.
Разматрано је 9 параметара, и то су:

- Укупна производња
- Просечна производња
- Укупно радно време

- Просечно радно време
- Коефицијент временског искоришћења
- Просечни коефицијент временског искоришћења
- Коефицијент капацитетног искоришћења
- Просечни коефицијент капацитетног искоришћења
- Специфична потрошња електричне енергије

Специфична потрошња електричне енергије је дата као:

$$\text{СПЕЦИФИЧНА ПОТРОШЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ} = \frac{N_{jed} \cdot \text{ВРЕМЕ РАДА}}{\text{ПРОИЗВОДЊА}}$$

где је N_{jed} – јединична потрошња електричне енергије. [6]

4 Остварени радно-експлоатациони параметри роторних багера на површинском копу

Анализа стања основне механизације која ради на површинским коповима ЈП ЕПС је дата преко дијаграма средње производње, дијаграма средњег времена рада, средњег временског и капацитетног искоришћења и процентуалног учешћа машинских и електро застоја багера односно система на којима су радили ти багери. На основу презентованих података на дијаграмима, добијамо најбоље рангиране багере. Ово је један од праваца дефинисања најбољих елемената, подсклопова и склопова у смислу остварења агрегатних замена. [4]

4.1 Роторни багери – објекти истраживања

Објекат истраживања су 5 роторних багера који се налазе на ПК Поље Б/Ц и ПК Поље Д, а то су: SRs 1200.22/2 (G-1), SRs 1200.24/4 (G-3), SRs 1200.24/4 (G-4), SRs 1200.24/4 (G-5), SRs 1200.24/4 (G-6).

Ови багери су немачке производње, односно компаније TAKRAF. Почели су да раде у оквиру колубарског басена и то од:

SRs 1200.22/2 (G-1) од 1967. године;

SRs 1200.24/4 (G-3) од 1968. године;

SRs 1200.24/4 (G-4) од 1975. године;

SRs 1200.24/4 (G-5) од 1976. године;

SRs 1200.24/4 (G-6) од 1976. године;

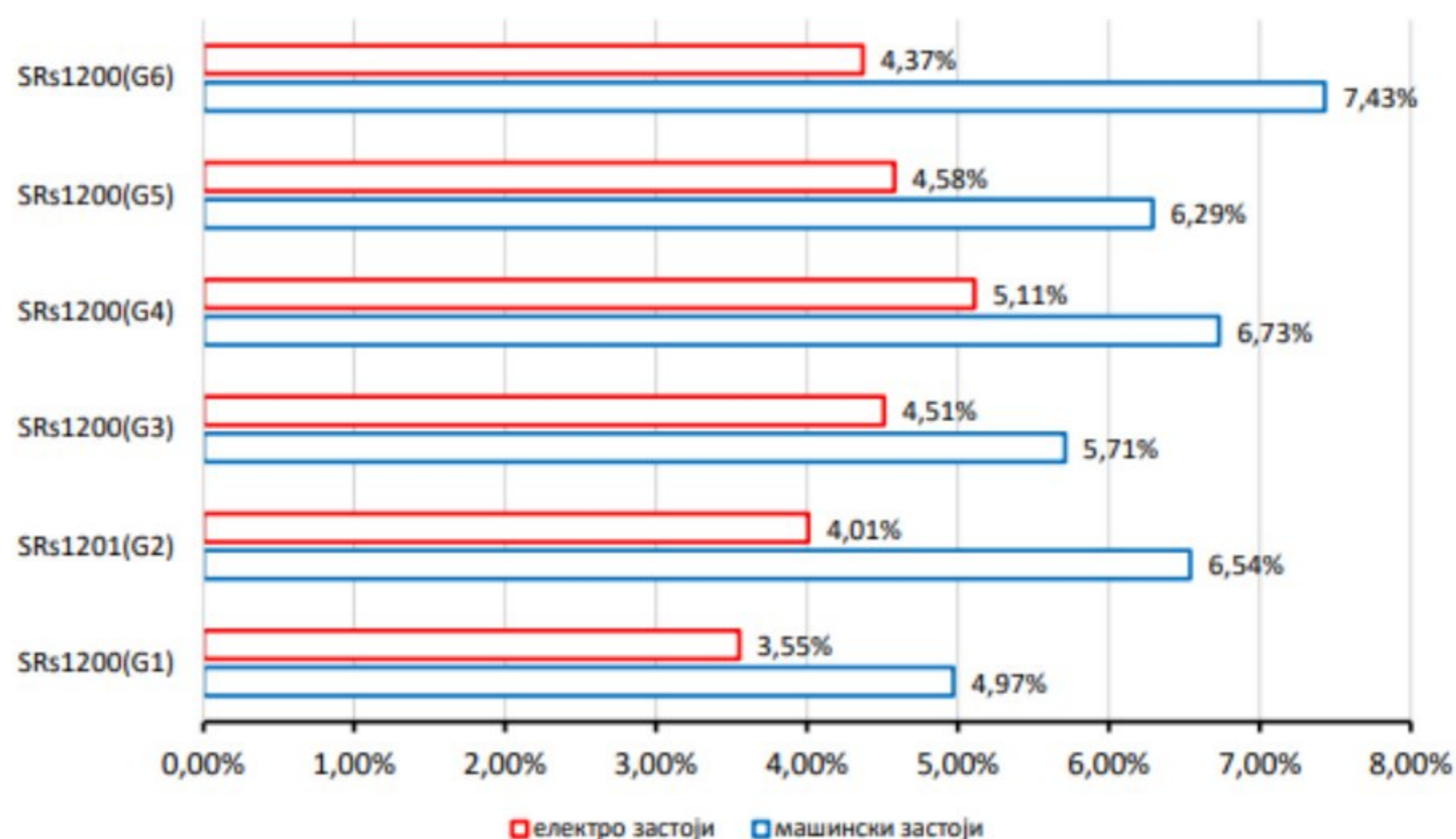
Просечна старост ових багера је преко 50 година. У табели 2 дат је изглед ових багера и изведене њихове основне техничко-технолошке карактеристике – сличности и различитости.

Табела 2. Основне карактеристике багера класе SRs1200

Теоретски капацитет (m ³ /h)	G-1	3465		
	G-3, G-4, G-5, G-6	3465		
Специфична сила копања (N/cm)	G-1	1100		
	G-3, G-4, G-5, G-6	600		
Висина копања (m)	G-1	22		
	G-3, G-4, G-5, G-6	24		
Дубина копања (m)	G-1	2		
	G-3, G-4, G-5, G-6	4		
Растојање: оса багера – средина ротора у плану (m)	G-1	29,75		
	G-3, G-4, G-5, G-6	34,79		
Растојање: оса багера – оса утоварног левка (m)		58		
Пречник ротора (m)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	8,2		
Број обртаја роторног точка (min ⁻¹)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	6		
Број истресаја ведрица (min ⁻¹)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	48		
Број ведрица	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	8		
Номинална запремина ведрица (m ³)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	0,8		
Инсталисана снага погона РТ (kW)	G-1	630		
	G-3, G-4, G-5, G-6	400		
Висина утовара (m)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	7,5		
Маса багера (t)	G-1	1432		
	G-3, G-4, G-5, G-6	1528		
Средњи притисак на тло (N/cm ²)	G-1	9,65		
	G-3, G-4, G-5, G-6	10,3		
Максимално дозвољени нагиб у раду (%)		3		
Максимално дозвољени нагиб у транспорту (%)		5		
Минимални радијус кривине (m)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	60		
Слободан угао резања, леви/десни (°)	G-1, G-3, G-4, G-5, G-6	40/42		

4.2 Остварени параметри одржавања роторних багера

На слици 22 дати су подаци о сервисним активностима и ремонтима на рударским системима односно застојима багера који раде у оквиру датих система при ремонтима (узет је период 2008-2018.).



Слика 22. Дијаграм процентуалног учешћа машинских и електро застоја багера класе SRs1200

Ремонтно одржавање на основној опреми врши се једном годишње. Током ремонта поправља се сва опрема која припада једном систему (БТО) или сва опрема која припада једној технолошкој линији (БТУ, БТД код угља) и преради угља. Основа за вршење ремонтних радова је тзв. дефектажа машине (система) сачињена од стране радника текућег и сервисног одржавања, главних инжењера копова (дела предузећа) и техничких припрема копова. Дефектажа – опис радова се заједно са вршиоцем ремонта (спољна фирам) иновира на минимум 30-40 дана пред термин ремонта. На основу дефектажне листе формира се ремонтна листа на основу које се врши ремонт. Основа за вршење ремонтних радова је тзв. дефектажа машине (система) сачињена од стране радника текућег и сервисног одржавања, главних инжењера копова (дела предузећа) и техничких припрема копова.

Табела 1. Временски ресурси сервисних и ремонтних активности

Басен	Багер	Период	Сервис		Ремонт	
			Укупно [h]	Просек [h/god]	Укупно [h]	Просек [h/god]
Колубара	SRs 1200.22/2 (G1)	2008-2018	1038	87	7408	741
	SRs 1200.24/4 (G3)	2008-2018	1381	126	6884	688
	SRs 1200.24/4 (G4)	2008-2018	1702	155	4507	451
	SRs 1200.24/4 (G5)	2008-2018	1511	126	11283	1128
	SRs 1200.24/4 (G6)	2008-2018	1134	95	9526	953
Просек			1353	118	7922	792

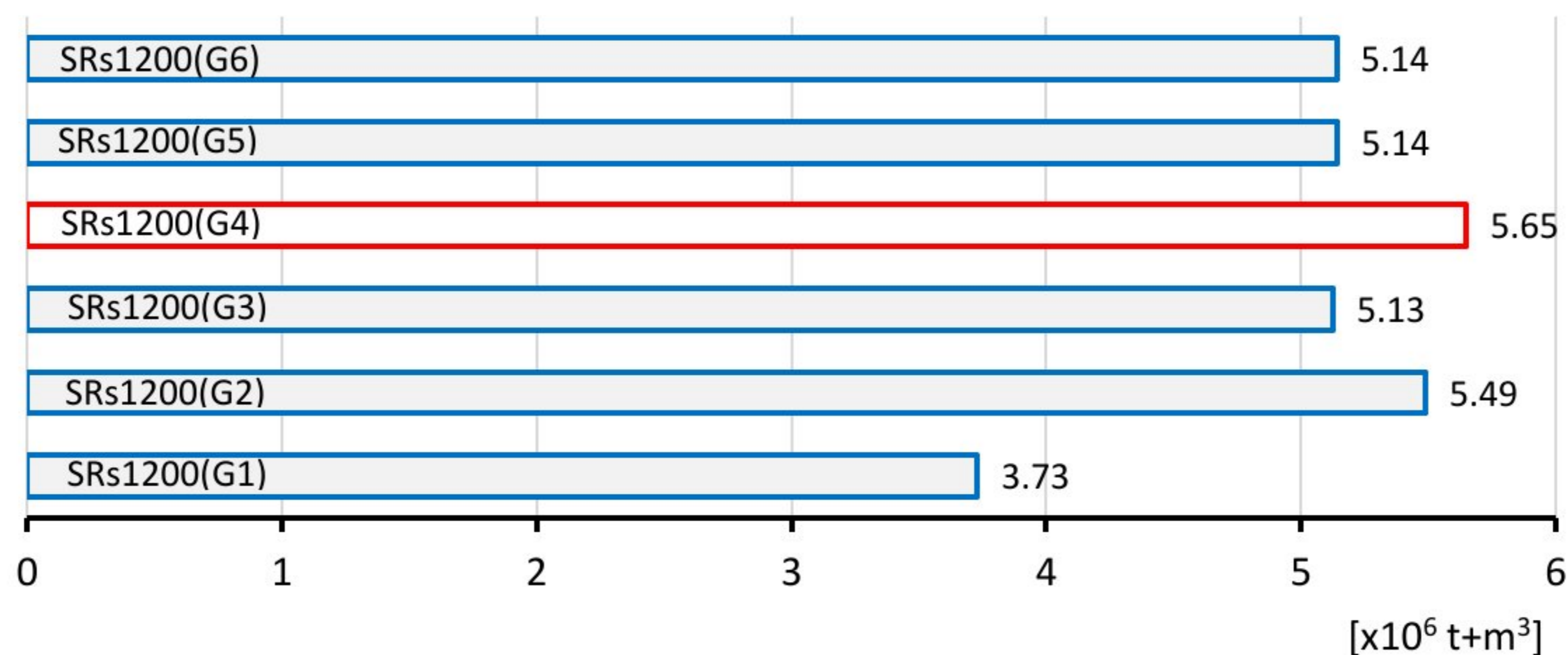
У табели 2 дати су подаци о просечном трајању ремонта као и о производу временског и капацитетног искоришћења багера, односно система на коме су ови багери радили.

Табела 2. Временски ресурси ремонтних активности

Басен	Багер	Просек трајања ремонта T_R	Коефицијент искоришћења		Укупно искоришћење $\eta_{TQ} = \eta_T * \eta_Q$	Однос $R_{eta} = T_R / \eta_{TQ}$
			η_T	η_Q		
Колубара	SRs 1200.22/2 (G1)	741	0.326	0.257	0.083	10048
	SRs 1200.24/4 (G3)	698	0.412	0.380	0.157	4592
	SRs 1200.24/4 (G4)	451	0.507	0.353	0.179	2760
	SRs 1200.24/4 (G5)	1128	0.443	0.295	0.131	8473
	SRs 1200.24/4 (G6)	953	0.431	0.287	0.124	7548

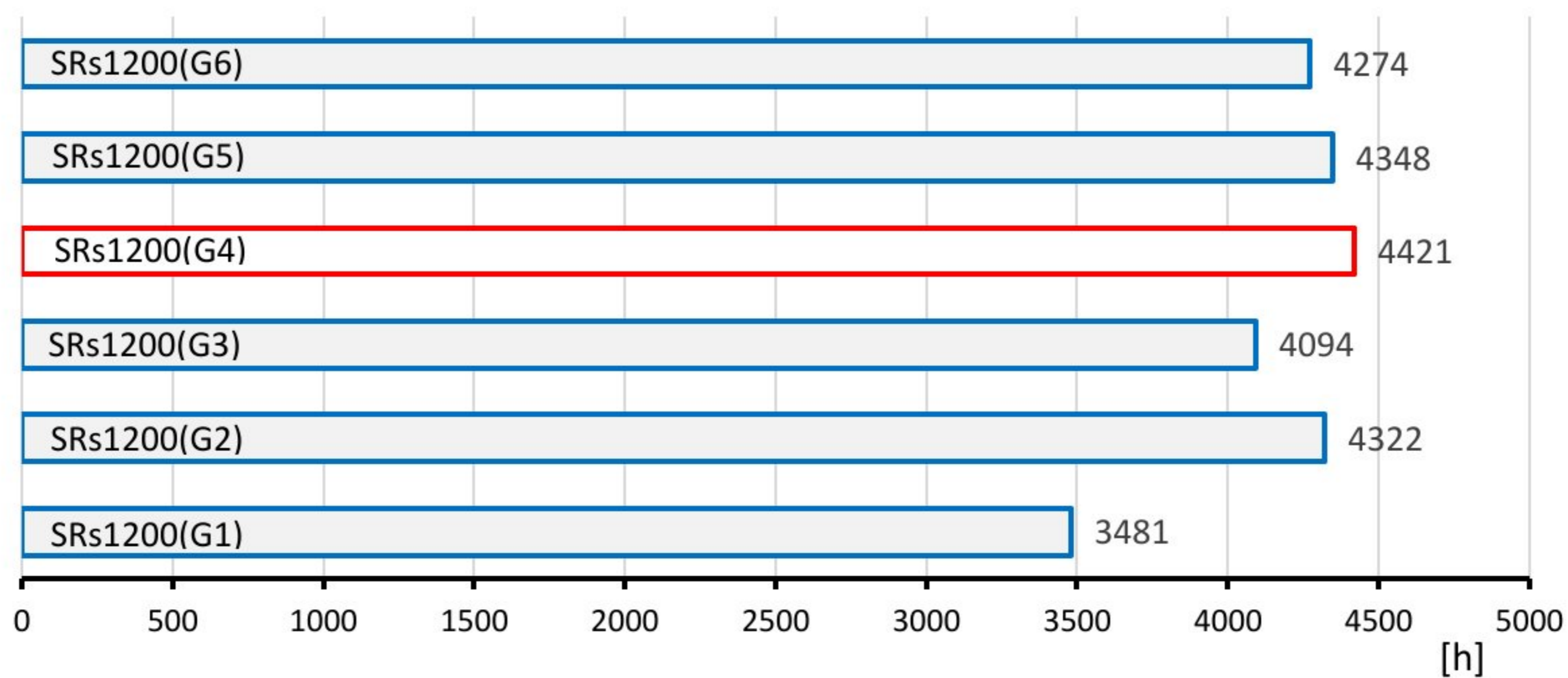
4.3 Остварени параметри коришћења роторних багера

На слици 19 приказан је дијаграм средње производње багера класе SRs1200. [4]



Слика 23. Дијаграм средње производње багера класе SRs1200 [4]

На слици 20 приказан дијаграм средњег времена рада багера класе SRs1200.



Слика 24. Дијаграм средњег времена рада багера класе SRs1200 [4]

5 Израчунавање индекса одржавања роторних багера

Главни циљ ових индекса је да поставне менаџмент одржавања да побољша перформансе функције одржавања у односу на постојеће или старо стање.

Индекс који се односи на укупне трошкове одржавања у односу на производњу од стране предузећа:

$$I_2 = \frac{UTO}{UP} \quad (5.1)$$

UTO - укупни трошкови одржавања [новчана јединица / евро]

Табела 3. Укупни трошкови одржавања

	SRs-1200 (G1)	SRs-1200 (G3)	SRs-1200 (G4)	SRs-1200 (G5)	SRs-1200 (G6)
2008	954241	350926	236532	538905	606585
2009	689596	747624	117558	348661	325665
2010	370326	314326	253264	419844	353555
2011	288420	710796	663894	471635	512478
2012	152583	610057	291608	193657	344194
2013	141640	228302	264241	149967	0
2014	206593	251792	236643	82208	0
2015	233740	427623	303455	129116	307782
2016	0	551407	293334	380715	179500
2017	0	304807	508819	153454	388927
2018	261530	444002	396664	261182	87131
укупно	3298668	4941662	3566014	3129342	3105816

UPj – укупна производња [m^3, t]

Табела 4. Укупна производња

	SRs-1200 (G1)	SRs-1200 (G3)	SRs-1200 (G4)	SRs-1200 (G5)	SRs-1200 (G6)
2008	7104452	5813180	6899038	6339336	5324872
2009	5824274	5187650	4361643	4203610	4457998
2010	883662	5437832	5385246	4295272	4076235
2011	4800584	3735634	3850739	4749320	3829687
2012	3514701	1426811	3547178	3265442	4145487
2013	1377879	5517981	5079242	3743978	4269624
2014	780929	4737408	4654674	4001637	3591069
2015	435721	1080000	3060646	2785132	2408629
2016	1639090	680790	3432780	2460599	3119934
2017	0	3476883	4871807	3229441	3306380
2018	1.224.059	2.756.702	4637821	1196456	1.629.759
укупно	27585351	39850871	49780814	40270223	40159674

У табели 5 налазе се вредности индекса I_2 за пет роторних багера.

Табела 5. Индекс који се односи на укупне трошкове одржавања у односу на производњу

	G1	G3	G4	G5	G6
УТО	3298668	4941662	3566014	3129342	3105816
УР	27585351	39850871	49780814	40270223	40159674
I_2	0,120	0,124	0,072	0,078	0,078

У табели 6 дате су вредности параметара одржавања.

Табела 6. Параметри одржавања роторних багера класе SRs1200

	G1	G3	G4	G5	G6
Време рада	34511	42991	56952	53027	52229
Машински застоји	5118	6759	6397	7365	9805
Електро застоји	2711	2480	3807	3048	3702
Вулканизерски застоји	2658	3283	4849	6904	8521
Просечни маш. застоји	366	520	492	526	265
Просечни електро застоји	194	215	393	218	700
Просечни вулканизерски застоји	190	298	373	493	609
Расположивост	0.767	0.774	0.791	0.754	0.703

Однос $R_{eta} = T_R/\eta_{TQ}$ представља добар показатељ о квалитету изведених ремонта током одређеног временског периода. Другим речима, за најмање трајање ремонта постигнути оптимални производни ефекти (временско и капацитетно искоришћење).

Табела 7. Рангирање багера по критеријуму успешности ремонта

Багер	Просек трајања ремонта T_R	Однос $R_{eta} = T_R/\eta_{TQ}$	Ранг
SRs 1200.24/4 (G4)	451	2760	I
SRs 1200.24/4 (G3)	698	4592	II
SRs 1200.22/2 (G1)	741	10048	V
SRs 1200.24/4 (G6)	953	7548	III
SRs 1200.24/4 (G5)	1128	8473	IV



Слика 25. Дијаграм односа $R_{eta} = T_R/\eta_{TQ}$

Просечно трајање ремонта анализираних багера износи 1000 h/god.

6 Израчунавање индекса коришћења роторних багера

Технички и експлоатационо-радни параметри роторних багера:

У табели 8 дати су технички параметри роторних багера прорачунати на основу формула датих у табели 1.

Табела 8 . Технички параметри роторних багера

	G1	G3	G4	G5	G6
Gartner 1	0.184	0.180	0.180	0.180	0.180
Gartner 3	4,680	4,752	4,752	4,752	4,752
Lauchhammer	0.168	0.154	0.154	0.154	0.154
Однос тежине према капацитету	4.029	4.326	4.326	4.326	4.326
Однос тежине и снаге погона точка	2,387	3,820	3,820	3,820	3,820
Однос инсталисане снаге и тежине	0.129	0.105	0.105	0.105	0.105
Однос инсталисане снаге и капацитета	0.522	0.456	0.456	0.456	0.456

У табели 9 дате су прорачунате вредности експлоатационо – радних параметара.

Табела 9. Експлоатационо - радни параметри

	G1	G3	G4	G5	G6
Просечна производња [милиона тона, m ³]	3,73	5,13	5,65	5,14	5,14
Просечно радно време [h]	3481	4094	4421	4348	4274
Просечни коефицијент временског искоришћења	0,511	0,520	0,469	0,554	0,481
Просечни коефицијент капацитетног искоришћења	0,369	0,355	0,369	0,360	0,321
Специфична потрошња електричне енергије	1,182	0,883	0,865	0,936	0,920

Инсталисана и једновремена снага багера класе SRs1200 је следећа:

SRs1200 (G1): 1810 kW – 1267 kW

SRs1200 (G3, G4, G5, G6): 1580 kW – 1106 kW

СПЕЦИФИЧНА ПОТРОШЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ = $\frac{N_{jed} \cdot \text{ВРЕМЕ РАДА}}{\text{ПРОИЗВОДЊА}}$

7 Збирни показатељи рада роторних багера

TOPSIS метода се заснива на концепту да одабрана алтернатива треба имати најкраћу удаљеност од позитивног идеалног решења, односно највећу удаљеност од негативног идеалног решења [9, 10, 11]. Зависно о врсти података, идеално решење може имати карактеристике максимума (мах) или минимума (мин). Предност ове методе је што се поређење врши према најбољој вредности из разматраног скупа, што значајно смањује субјективност доносиоца одлука. Алгоритам методе се састоји из следећих корака [8, 12]:

Корак 1 - формирање матрице M која се састоји од m алтернатива и n критеријума:

$$M_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (7.1)$$

Корак 2 - Нормализација матрице (r_{ij}):

Где x_{ij} (за $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) представља рангирање i -те алтернативе према j -том критеријуму.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i=1, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (7.2)$$

Корак 3 - Додела тежинских вредности нормализованим вредностима помоћу коефицијената који су излазне вредности коефицијената:

$$p_{ij} = W_i * r_{ij}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; \quad (7.3)$$

Корак 4 - Избор позитивног идеалног и негативног идеалног решења (A^+ , A^-) из тежинских вредности (p_{ij}) у складу с дефинисаним преференцама (max/min):

$$A^+ = \left(\overset{MAX}{i \neq 0} p_{ij} | j \in J' \right), \left(\overset{MIN}{i \neq 0} p_{ij} | j \in J'' \right) = \{p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_n\} \quad (7.4)$$

$$A^- = ({}^{MIN}_{i \neq 0} p_{ij} | j \in J'), ({}^{MAX}_{i \neq 0} p_{ij} | j \in J'') = \{p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_n\} \quad (7.5)$$

Корак 5 - Следи одређивање удаљености за сваку алтернативу од позитивног идеалног и негативног идеалног решења:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^+)^2} \quad (7.6)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (p_{ij} - p_j^-)^2} \quad (7.7)$$

Корак 6 - Рачунање релативне близине (C_i) алтернативе према идеалном решењу. Вредност (C_i) се креће од 0 до 1. Што је вредност (C_i) ближа 1, то је већи приоритет i -те алтернативе.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, 0 \leq C_i \leq 1 \quad (7.8)$$

Корак 7 - Рангирање алтернатива према вредности (C_i) од највише до најниже.

Сагледавајући изразе из поглавља 7, неопходни подаци за рангирање роторних багера дати су у табелама 9, 10, 11, 13 и 14. У разматрање је узет период од 10 година.

На примеру роторних багера у РБ Колубара, урађен је прорачун по датој методологији за избог најбољих багера. Параметри анализе у даљем раду су:

1. Параметри одржавања:

- I_2 - индекс се односи на укупне трошкове одржавања у односу на прозводњу од стране предузећа

2. Технички параметри:

- Gartner 3
- Lauchhammer
- Однос тежине према капацитету,
- Однос тежине и снаге погона точка,

- Однос инсталисане снаге и тежине,
- Однос инсталисане снаге и капацитета.

3. Радно – експлоатациони параметри:

- Просечни коефицијент временског искоришћења,
- Просечни коефицијент капацитетног искоришћења,
- Специфична потрошња електричне енергије.

Израчунате вредности претходно набројаних параметара дате су у табелама 5, 6, 7, 8 и 9 и оне представљају улазне податке за анализу. Анализа се састоји из 7 корака који су наведени у поглављу 7.

Први корак представља формирање матрице која се састоји од m алтернатива и n критеријума:

Табела 10. Вредности техничких, радно - експлоатационих и параметара одржавања

	Преференце	Багери				
		G1	G3	G4	G5	G6
I_2	MIN	0.120	0.124	0.072	0.078	0.078
Расположивост	MAX	0.767	0.774	0.791	0.754	0.703
Однос $Reta$	MIN	10048	4592	2760	8473	7548
Gartner 3	MIN	4.680	4.752	4.752	4.752	4.752
Lauchhammer	MIN	0.168	0.154	0.154	0.154	0.154
Однос тежине према капацитету	MIN	4.029	4.326	4.326	4.326	4.326
Однос тежине и снаге погона точка	MIN	2.387	3.820	3.820	3.820	3.820
Однос инсталисане снаге и тежине	MIN	0.129	0.105	0.105	0.105	0.105
Однос инсталисане снаге и капацитета	MIN	0.522	0.456	0.456	0.456	0.456
Просечни коефицијент временског искоришћења	MAX	0.511	0.520	0.469	0.554	0.481
Просечни коефицијент капацитетног искоришћења	MAX	0.369	0.355	0.369	0.360	0.321
Специфична потрошња електричне енергије	MIN	0.182	0.883	0.865	0.936	0.920

W_i – тежински коефицијент

У другом кораку врши се нормализација матрице r_{ij} коришћењем формуле $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$ $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$. Израчунате вредности дате су у табели 11.

Табела 11. Нормализација матрице, r_{ij}

	Багери				
	G1	G3	G4	G5	G6
I_2	0.553	0.571	0.332	0.360	0.360
Расположивост	0.452	0.456	0.466	0.445	0.415
Однос <i>Reta</i>	0.625	0.285	0.171	0.527	0.470
Gartner 3	0.442	0.449	0.449	0.449	0.449
Lauchhammer	0.479	0.439	0.439	0.439	0.439
Однос тежине према капацитету	0.422	0.453	0.453	0.453	0.453
Однос тежине и снаге погона точка	0.298	0.477	0.477	0.477	0.477
Однос инсталисане снаге и тежине	0.523	0.426	0.426	0.426	0.426
Однос инсталисане снаге и капацитета	0.497	0.434	0.434	0.434	0.434
Просечни коефицијент временског искоришћења	0.450	0.458	0.413	0.488	0.424
Просечни коефицијент капацитетног искоришћења	0.465	0.447	0.465	0.453	0.404
Специфична потрошња електричне енергије	0.100	0.487	0.477	0.517	0.508

У кораку 3, након нормализације, врши се додела тежинских вредности нормализованим вредностима. Отежане вредности дате су у табели 12:

Табела 12. Отежане вредности r_{ij}

	Багери				
	G1	G3	G4	G5	G6
I_2	0.046	0.047	0.028	0.030	0.030
Расположивост	0.038	0.038	0.039	0.037	0.034
Однос <i>Reta</i>	0.052	0.023	0.014	0.044	0.039
Gartner 3	0.036	0.037	0.037	0.037	0.037
Lauchhammer	0.040	0.036	0.036	0.036	0.036
Однос тежине према капацитету	0.035	0.038	0.038	0.038	0.038
Однос тежине и снаге погона точка	0.025	0.040	0.040	0.040	0.040
Однос инсталисане снаге и тежине	0.043	0.035	0.035	0.035	0.035
Однос инсталисане снаге и капацитета	0.041	0.036	0.036	0.036	0.036
Просечни коефицијент временског искоришћења	0.037	0.038	0.034	0.040	0.035
Просечни коефицијент капацитетног искоришћења	0.039	0.037	0.038	0.038	0.034
Специфична потрошња електричне енергије	0.008	0.040	0.040	0.043	0.042

У кораку 4 врши се избор позитивног идеалног и негативног идеалног решења (A+, A-) из тежинских вредности (p_{ij}) у складу с дефинисаним преференцама (max/min).

Табела 13. Позитивна идеална и негативна идеална решења

	Позитивно идеално решење A ⁺	Негативно идеално решење A ⁻
I ₂	0.028	0.047
Расположивост	0.039	0.034
Однос <i>Reta</i>	0.014	0.052
Gartner 3	0.037	0.037
Lauchhammer	0.036	0.040
Однос тежине према капацитету	0.035	0.038
Однос тежине и снаге погона точка	0.025	0.040
Однос инсталисане снаге и тежине	0.035	0.043
Однос инсталисане снаге и капацитета	0.036	0.041
Просечни коефицијент временског искоришћења	0.040	0.039
Просечни коефицијент капацитетног искоришћења	0.034	0.034
Специфична потрошња електричне енергије	0.008	0.043

Након избора позитивног идеалног и негативног идеалног решења, у кораку 5 врши се одређивање удаљености од позитивног идеалног решења Si⁺ и од негативног идеалног решења Si⁻.

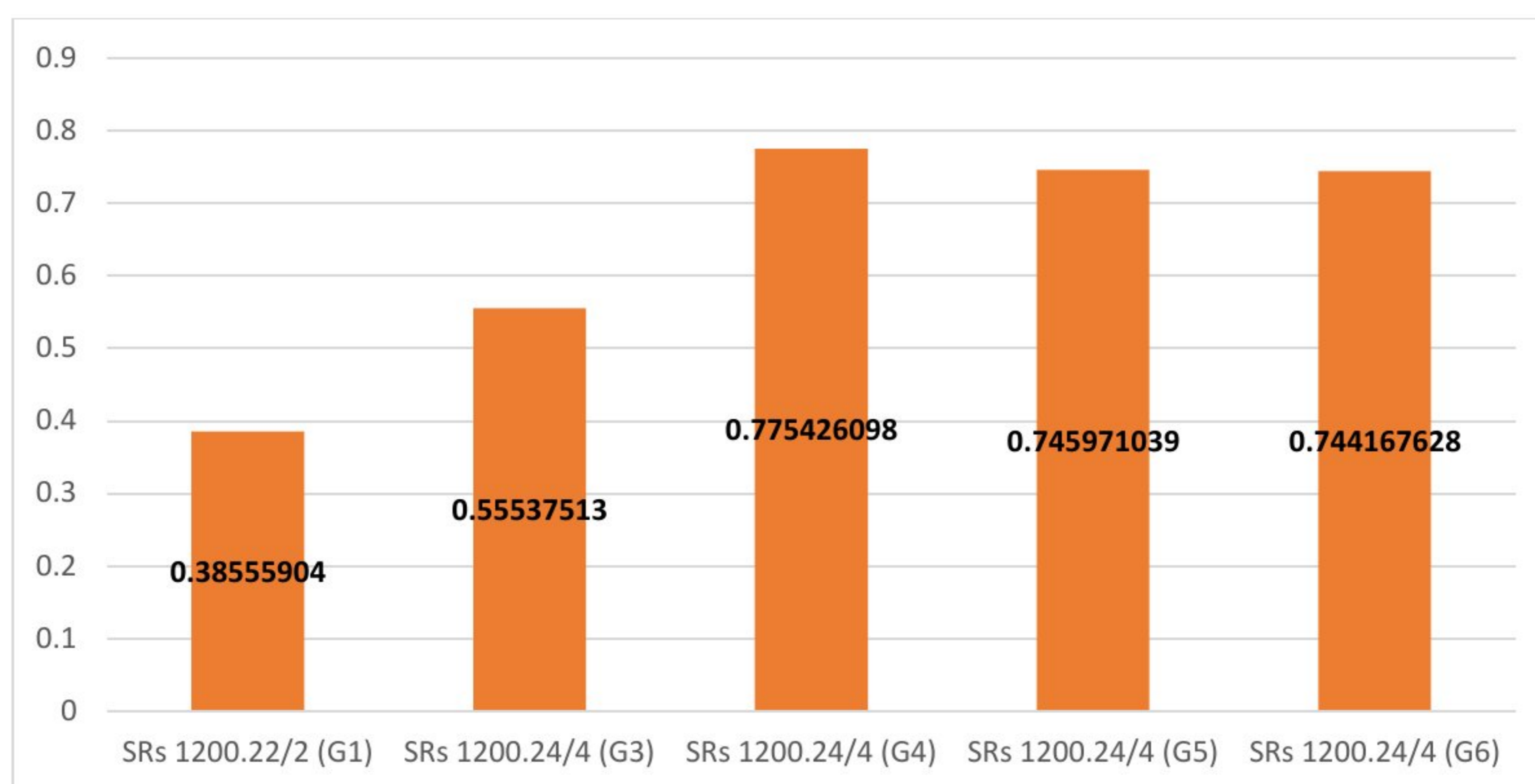
Табела 14. Дефинисање удаљености алтернатива од позитивног и негативног идеалног решења

	Si ⁺	Si ⁻
SRs 1200.22/2 (G1)	0.061	0.038
SRs 1200.24/4 (G3)	0.041	0.052
SRs 1200.24/4 (G4)	0.035	0.122
SRs 1200.24/4 (G5)	0.044	0.128
SRs 1200.24/4 (G6)	0.042	0.123

У кораку број 6 и 7 врши се рачунање релативне близине (C_i) алтернативе према идеалном решењу, као и Рангирање алтернатива према вредности (C_i) од највише до најниже.

Табела 15. Ранг алтернатива

	C_i	Ранг
SRs 1200.22/2 (G1)	0.386	5
SRs 1200.24/4 (G3)	0.555	4
SRs 1200.24/4 (G4)	0.775	1
SRs 1200.24/4 (G5)	0.746	2
SRs 1200.24/4 (G6)	0.744	3



Слика 26. Ранг алтернатива

8 Закључак

У овом раду анализиране су техничко – технолошке карактеристике роторних багера, са посебним освртом на роторне багере класе 1200.

Коришћени су индекси контроле одржавања као што је индекс I_2 који се односи на укупне трошкове одржавања у односу на производњу од стране предузећа, време рада, просечни машински, електро и вулканизерски застоји и индекси коришћења у које спадају технички и радно-експлоатациони индекси коришћења, на основу којих је извршен прорачун остварених параметара одржавања и коришћења.

На основу примењене методологије, анализом прорачунатих индекса, извршили смо коришћењем вишекритеријумске методе TOPSIS, која се заснива на концепту да одабрана алтернатива треба имати најкраћу удаљеност од позитивног идеалног решења, односно највећу удаљеност од негативног идеалног решења, рангирање багера класе SRs1200.

Резултати анализе показали су да роторни багер SRs 1200.24/4 (G4) има најбоље показатеље, а затим багер SRs 1200.24/4 (G5). Најлошије показатеље има багер SRs 1200.22/2 (G1).

9 Литература

- [1] Игњатовић Д., *Скрипта из предмета машине за површинску експлоатацију - I део*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, 2021.
- [2] Игњатовић Д., *Скрипта из предмета машине за површинску експлоатацију - II део*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду, 2020.
- [3] Игњатовић Д., *Скрипта из предмета Рударске машине – предавање број 7*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2019.
- [4] Студија изводљивости унапређења процеса одржавања рударске механизације увођењем система агрегатне замене, Машински факултет и Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2021.
- [5] Јованчић П., *Одржавање рударских машина*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, 2014.
- [6] Savkovic, S., Jovancic, P.D., Djenedic, S., Tanasijevic, M., Miletic, F. (2022) Development of the hybrid MCDM model for evaluating and selecting bucket wheel excavators for the modernization process. *Expert Systems with Applications*, 201, 117199.
- [7] Игњатовић Д., Ђенадић С. (2023), *Рударске машине*, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет
- [8] Ђенадић, С.; Јованчић П.; Игњатовић Д.; Танасијевић, М.; Милетић, Ф. Effectiveness analysis of different bucket-wheel excavators. In *Proceedings of the 8th International Conference Mining and Environmental Protection*, Сокобања, Србија, 22-25 Септембар 2021.
- [9] Ђенадић, С.; Јованчић П.; Игњатовић Д.; Милетић, Ф.; Јанковић, И. Analysis of the application of multi-criteria methods in optimizing the selection of hydraulic excavators on open-cast coal mining. *Техника*, 2019, 70(3), pp. 369-377. <https://doi.org/10.5937/tehnika1903369D>

- [10] García-Cascales, M. S.; Lamata, M. T. On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling*, 2012, 56(5-6), pp. 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.12.022>
- [11] Krohling, R.A.; Pacheco, A.G.C. A-TOPSIS - An Approach Based on TOPSIS for Ranking Evolutionary Algorithms. *Procedia Computer Science*, 2015, 55, pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.054>
- [12] Singh, R. K.; Benyoucef, L. Fuzzy Logic and Interval Arithmetic-Based TOPSIS Method for Multicriteria Reverse Auctions. *Service Science*, 2012, 4(2), pp. 101-117. <https://doi.org/10.1287/serv.1120.0009>

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Јована Митровић
Број индекса Р63/19

Изјављујем

да је завршни рад под насловом
ИНДЕКСИ КОНТРОЛЕ ОДРЖАВАЊА И КОРИШЋЕЊА
РОТОРНОГ БАГЕРА

- 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, 22.9.2023.

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Јована Стјепан Митровић
Број индекса Р63/19
Студијски програм Рударско инжењерство
Наслов рада Индекси контроле одржавања и
коришћења роторног багера
Ментор проф. др Предраг Јованчић

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, 22.9.2023.

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

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

ИНДЕКСИ КОНТРОЛЕ ОДРЖАВАЊА И КОРИШЋЕЊА
РОТОРНОГ БАГЕРА

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, 22. 9. 2023.

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
 2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
 3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
 4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
 5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
 6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-

Библиотека Рударско-геолошког факултета

ПОТВРДА
О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА

Потврђује се да је студент _____,
(име (име родитеља) презиме)

бр. индекса _____/_____ предао/ла електронску верзију завршног рада на
основним/мастер академским студијама под насловом:

који је урађен под менторством _____
(име, презиме и звање)

за Дигитални репозиторијум завршних радова РГФ-а.

Потврда се издаје за потребе Одељења за студентска и наставна питања и не може се
користити у друге сврхе.

У Београду, _____

Библиотекар
