

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки

University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

# Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 10  
No 10

Година X  
Volume X

Ноември 2016  
November 2106

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technology**

**ноември 2016  
november 2016**

**ГОДИНА 10  
БРОЈ 10**

**VOLUME X  
NO 10**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

**ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY**

**За издавачот:**

Проф. д-р Зоран Десподов

**Издавачки совет**

Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

**Editorial board**

Prof. Blazo Boev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

**Редакциски одбор**

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски

**Editorial staff**

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

**Главен и одговорен уредник**

Проф. д-р Мирјана Голомеова

**Managing & Editor in chief**

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

**Јазично уредување**

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

**Language editor**

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

**Техничко уредување**

Славе Димитров  
Благој Михов

**Technical editor**

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

**Редакција и администрација**

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

**Address of the editorial office**

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## СОДРЖИНА

<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Николинка Донева, Ванчо Аџиски</b> ЗАГУБИ НА РУДАТА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕТАЛИЧНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ .....	5
<b>Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски</b> АНАЛИЗА НА ЕФИКАСНОСТ ПРИ РАБОТА ВО РУДНИК ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ПОМОШ НА КОМПЈУТЕРСКА АПЛИКАЦИЈА .....	23
<b>Ристо Дамбов, Николинка Донева, Марија Хаци-Николова, Сашо Талевски</b> СРЕДСТВА ЗА ГАСНЕЊЕ НА ИНИЦИЈАЛНИ ПОЖАРИ ВО ИНДУСТРИСКИ ОБЈЕКТИ .....	33
<b>Андреј Кепески, Дејан Мираковски, Марија Хаци-Николова, Николинка Донева</b> ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ ВО РУДАРСТВОТО .....	49
<b>Александра Ангелова, Кирчо Минов, Ѓорги Димов, Војо Мирчовски</b> ИНЖЕНЕРСКО ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СВЛЕЧИШТЕ НА ПОВРШИНСКИ КОП “БУНАРЦИК” ВО РУДНИКОТ БУЧИМ-РАДОВИШ .....	61
<b>Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска</b> ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 4 НА РУДНИК САСА – М. КАМЕНИЦА .....	73

<b>Томчо Стојчев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева</b> ЕРГОНОМСКИ МЕТОДИ И ТЕХНИКИ .....	83
<b>Миле Кокотов</b> ПЛАНИРАЊЕ НА ПОСТРОЈКИ ВО ГЛАВНАТА СТАНИЦА НА СОВРЕМЕН КАБЕЛСКИ ДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ, КАКО ДЕЛ ОД ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА .....	95
<b>Миле Кокотов, Александар Крстев</b> СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ И ЕВИДЕНЦИЈА НА ЛОГИСТИЧКИТЕ ПРОЦЕСИ КАЈ ОПЕРАТОР НА ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА .....	109
<b>Екатерина Намичева, Петар Намичев</b> ВЛИЈАНИЕТО НА ИСЛАМСКОТО ГРАДИТЕЛСТВО ВРЗ ТРАДИЦИОНАЛНИОТ НАЧИН НА ГРАДЕЊЕ НА СТАНБЕНИТЕ ОБЈЕКТИ ОД 19-от ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА .....	121

## ЗАГУБИ НА РУДАТА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕТАЛИЧНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>,  
Николинка Донева<sup>1</sup>, Ванчо Аџиски<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Факултет за природни и технички науки,  
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

<sup>2</sup> Рудник за олово и цинк „САСА“ ДООЕЛ, М. Каменица

### Апстракт

Загубите, односно искористувањето и осиромашувањето на рудата имаат важна улога во пресметувањето на вкупните резерви на минералните сировини. Со зголемување на загубите на рудата доаѓа до зголемување на производните трошоци, се намалуваат рудните резерви во наоѓалиштето, а со тоа се намалува и работниот век на рудникот.

Во овој труд ќе бидат презентирани причините поради кои доаѓа до појава на загуби на рудата, економските последици од појавата на загубите на рудата и начинот за пресметување на загубите на рудата при подземна експлоатација на металични минерални сировини.

**Клучни зборови:** *руда, загуби, искористување, осиромашување, подземна експлоатација.*

**ORE LOSSES IN UNDERGROUND MINES FOR METAL MINERALS**

**Stojanche Mijalkovski<sup>1</sup>, Zoran Despodov<sup>1</sup>,  
Nikolinka Doneva<sup>1</sup>, Vancho Adjiski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University “Goce Delchev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Mining Institute, Shtip, R. Macedonia

<sup>2</sup>Lead and Zinc Mine “SASA”, M. Kamenica, R. Macedonia

**Abstract**

Ore dilution and ore recovery/losses have an important role in calculating the total reserves of mineral resources. Increased ore losses are causing big production costs and also reduces the ore reserves in the deposit and the production life of the mine.

The primary goal of this science paper is to present the reasons for ore losses, the economic consequences and the method for calculating the ore losses in underground mines for metal minerals.

**Key words:** *ore, losses, recovery, dilution, underground mining.*

**1. Вовед**

Загубите, односно искористувањето и осиромашувањето на рудата се многу значајни показатели скоро кај сите рударски откопни методи. Загубите на рудата ја намалуваат ефикасноста на експлоатацијата со нерационално користење на природните богатства на наоѓалиштето, зголемувајќи ги притоа трошоците за експлоатација поради зголеменото учество на трошоците за отворање, разработка и подготовка за откопување, а исто така се намалува и работниот век на рудникот. Осиромашувањето на рудата се карактеризира со нечисто откопување, односно зафаќање на јаловината, со што се предизвикува намалување на содржината на металот во рудата [4, 5].

**2. Причини за настанување на загубите на рудата**

Од испитувањата коишто се вршени врз одредени примероци, со цел да се одреди причината за настанување на загубите на рудата, дојдено е до заклучок дека тие се многу различни и се менуваат кај различни рударски откопни методи [10]. Во рудниците за подземна експлоатација на метални минерални суровини загубите на рудата можат да се поделат во две основни групи:

- Проектирани загуби (загуби на руда кои се планираат пред почетокот на откопувањето, односно загуби на руда оставени во различни заштитни столбови околу просториите за отворање, некои значајни рударски објекти, а најчесто под различни површински објекти: населби, значајни историски објекти, патишта, железнички пруги, водотеци и друго);
- Експлоатациони загуби (загуби на рудата настанати во процесот на откопување, предизвикани од применетата рударска откопна метода).

Загубите на рудата од првата група делумно можат геометриски да се дефинираат и да се пресметаат нивните количини. Загубите на руда од втората група честопати се изразуваат со процентуално учество во однос на утврдените рудни резерви во наоѓалиштето или откопниот блок.

### 2.1. Проектирани загуби

„Проектираните загуби” се пресметуваат со помош на коефициентот на загуби на рудата, кој се заснова на отстапувањето кое настанува при оконтуривањето на рудните резерви. Целосно точно оконтуривање не е можно од технички, економски и други причини, па поради тие причини деловите од рудното наоѓалиште кои не се пресметани ги вбројуваме во „проектирани загуби”.

При оконтуривањето на експлоатационите рудни резерви со помош на геолошки истражни работи, потребно е да се води сметка истите да можат да се откопаат (во услови на мешање на рудата и јаловината, за степенот на нивната стабилност, за моќноста на рудното тело и аголот на неговото залегнување, како и за моќноста на прослојките и друго) и да се имаат предвид економските услови (минималната содржина на метал, трошоците за откопување и концентрација, како и продажната цена на концентратот).

Во фазата на истражување, во поединечни случаи, овие прашања се решаваат со повторно оконтуривање на експлоатационите рудни резерви, во зависност од барањата на пазарот (понудата и побарувачката), во врска со конкретните економски услови на рудникот (морфологијата на рудните тела, интензитетот и екстензитетот на металите во рудата итн.) и предвидените трошоци за откопување и концентрација [2].

По дополнителното оконтуривање на рудното тело, пресметувањето на загубите и осиромашувањето на рудата се заснова на новото оконтуривање на рудните резерви и содржината на метал во нив.

Потребно е да се констатира дека во фазата на изработка на идеен проект за рудникот, односно изработка на физибилити студија за економска



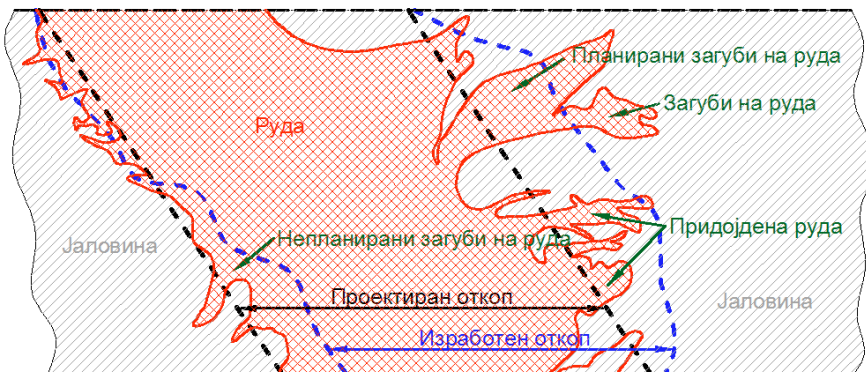
оправданост за отворање на рудникот, не може да се даде точна слика за сите етажи и блокови кои зависат од залегнувањето и морфологијата на рудното тело. Поради тоа, при експлоатационо истражување и конкретниот распоред на етажите во блокот, можат постојано да се појавуваат т.н. „проектирани загуби“.

Тоа се објаснува со тоа што дополнителното оконтуривање на рудните резерви е значително посигурно, отколку првобитното оконтуривање на рудните резерви врз основа на геолошките истражувања.

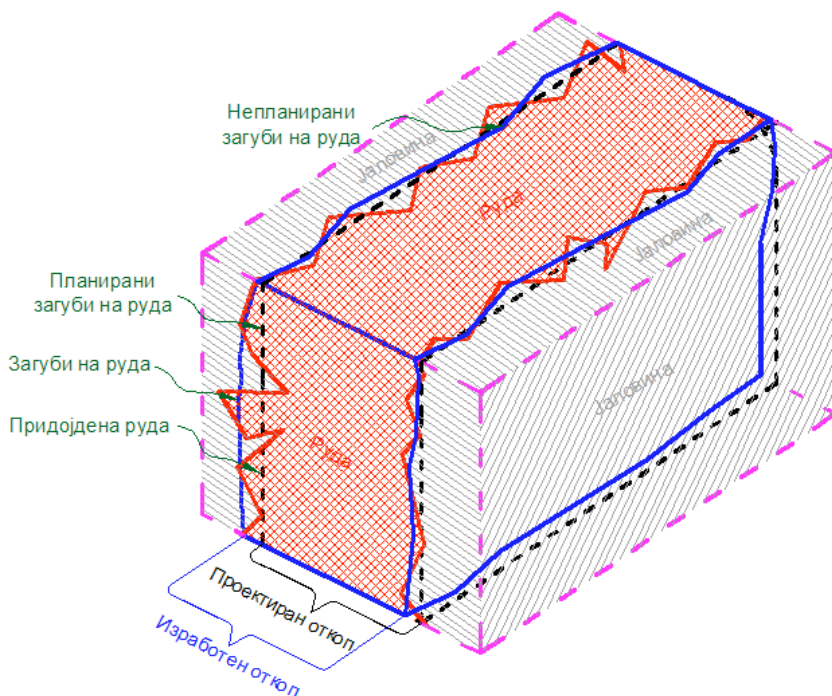
## 2.2. Експлоатациони загуби

Загубите на рудата кои настануваат во процесот на откопување се нарекуваат експлоатациони загуби. Овие загуби директно зависат од редоследот на откопување, методата на откопување и рационалноста на технологијата за откопување [6].

Вкупните или општите загуби на рудата претставуваат збир од проектираните и експлоатационите загуби (слика 1 и слика 2) [13].



Слика 1. Планирани и непланирани загуби  
 Figure 1. Planned and unplanned losses



**Слика 2.** Проектирани наспроти настанати загуби на рудата  
**Figure 2.** Projected vs. actual ore losses

Загубите на рудата во процесот на откопување зависат од: видот на наоѓалиштето, односно морфологијата и степенот на истраженост, неговата моќност и регуларноста на простирање по правецот на протегање и падот, карактерот на контактот со придружните карпи, рационалниот избор на методата за откопување, рационалниот редослед на откопување, степенот на усовершеност на технолошкиот процес, техничкото ниво и квалитетот за изведување на рударските работи [11].

Во границите на откопаното рудно тело, според претходно изработените рударски работи и степенот на дефинирање на наоѓалиштето, рудното наоѓалиште со правилен или неправилен облик на морфологијата има влијание врз положбата на откопните блокови и рударските работи во нив. Правилната форма овозможува помали загуби на рудата.

Применетата рударска откопна метода има големо влијание врз коефициентот на загуби на рудата. На пример кај методите за откопување на хоризонтални и благо залегнати наоѓалишта со средна моќност,

технички сè уште постојат проблеми околу загубите на рудата, за разлика при откопувањето на моќни и стрмни наоѓалишта [8].

При нерационален редослед во откопувањето на рудните наоѓалишта може да дојде до зголемување на подземните притисоци. Тоа предизвикува поединечни делови од наоѓалиштето да останат неоткопани, со што се зголемуваат загубите на рудата. Тоа е случај при примена на методата за откопување со засипување. При примена на методата за откопување со пополнување на откопаниот простор, откопувањето на сигурносните столбови може да се врши во завршната фаза.

Ако кај методата за откопување со зарушување на рудата се врши минирање во правец на соседниот откопен простор кој е празен, тоа со себе повлекува отфрлање на парчиња руда и нивна загуба. Ако по точењето се врши скреперување во недоволно стабилна просторија, тоа исто така доведува до појава на загуби на рудата [3].

Техничкото ниво и квалитетот на изведување на рударските работи при истражувањето, подготовка – подсекување, дупчење, минирање, точење на руда итн. во значителна мера може да има влијание врз загубите на рудата.

Загубите на рудата можат да произлезат и од непочитувањето на редоследот за изведување на откопните работи (соборување на рудата без соодветно претходно потсекување или засекување), при подетажно зарушување со челно истекување на рудата.

Многу важен услов во вкупните трошоци за откопување е начинот и текот на градење на рудникот, како и изборот на рударската откопна метода. На пример, при откопување на наоѓалиште со методата за откопување со зарушување, поради намалувањето на содржината на металот доаѓа до прерано прекинување на работите во откопите. Од овие причини е неопходно да се преземат соодветни мерки по одреден редослед.

На слика 3 е даден редоследот на загубите што настануваат во почетната фаза т.е. дефинирањето на контурите на рудното наоѓалиште, па сè до добивањето на концентратот како последна фаза [1, 12]. Од редоследот може да се забележи дека постојат значителни загуби, односно само мал дел од рудата станува концентрат.



**Слика 3.** Редослед на загуби  
**Figure 3.** The sequence of losses

### 3. Економски последици од загубите на рудата

Загубите и осиромашувањето на рудата во процесот на откопување се две различни карактеристики за еден процес. Тие можат да бидат во меѓусебна зависност или спротивни, а притоа истовремено да се појавуваат. При откопување со намалување на содржината на металот при истекувањето на рудата, најниска е во завршната фаза на точење и кога ќе дојде до економски минимално точење на рудата се прекинува. Останатиот метал во неисточената руда претставува загуби на рудата и металот во неа [9].

Појавата на загубите на рудата предизвикува значајни економски последици, кои можат да се изразат со натурални и вредносни показатели. Притоа мора да се има предвид дека овие показатели не можат во целост да се избегнат во пракса, па поради тоа како главна задача се поставува прашањето како да се одредат нивните оптимални вредности [4, 10].

Загубите на рудата ги предизвикуваат следните неповолни последици:

- Поради зголемени загуби доаѓа до зголемување на производните трошоци за добивање на рудата, бидејќи се зголемени направените трошоци за истражување, отворање и разработка, подготовка и откопување, па единичната цена за добивање на 1t руда е поголема;
- Големите загуби на руда значат и намалување на добивката на рудникот, што се постигнува со производство на секој тон добиена руда, при што големината на неостварената добивка зависи од вредноста на добиената руда;
- Со загубите доаѓа до намалување на рудните резерви во наоѓалиштето или рудното тело, односно поради намалување на искористувањето на рудата е потребно во текот на годината за остварување на годишното производство на руда да се откопа поголем дел од наоѓалиштето;
- Поради брзото намалување на рудните резерви се намалува и векот на рудникот, поради што се зголемуваат амортизационите трошоци, а со тоа се зголемуваат и трошоците за добивање на 1t руда;
- Намалените рудни резерви предизвикуваат, исто така, брзо слегнување во длабочина или премин кон откопување на рудните резерви во понеповолни услови за експлоатација, а со тоа и дополнително зголемување на трошоците;
- Од истите причини се појавува потреба порано да се вложат инвестициски средства за отворање на пониските хоризонти;
- Намалувањето на векот за експлоатација на наоѓалиштето предизвикува и порано ангажирање на нови инвестициски средства за отворање на нови наоѓалишта или рудни тела со цел за обезбедување на континуитет во производството;

- Доколку поради зголемените загуби на рудата дојде до намалување на производството на руда, доаѓа до намалување на приходот на рудникот, намалување на искористувањето на опремата и вградениот капацитет (на транспортот, извозот, преработката и друго) изразени во однос на добиена чиста руда.

Кај методите со подетажно и блоковско зарушување на рудата, поголемите загуби на руда имаат и одредени позитивни влијанија кои се гледаат во следното [4, 10]:

- Зголемените загуби на рудата овозможуваат намалено осиромашување на рудата, што има значително позитивно влијание врз трошоците за понатамошниот третман на рудата;
- Доаѓа до зголемување на искористувањето на металот во флотацијата и намалување на трошоците за преработка;
- Се зголемува квалитетот и вредноста на концентратот како конечен продукт на рудникот;
- При промена на методата за откопување, на пример при премин од селективно во масовно откопување, или при примена на методи кои овозможуваат примена на продуктивна механизација, зголемените загуби на рудата можат да бидат предизвикани од зголемената продуктивност и зголеменото производство, со цел да се постигнуваат пониски трошоци за добивање на руда во однос на претходно применуваната метода за откопување.

Очигледната сложеност од загубите на рудата ја наметнува потребата од нејзино внимателно разгледување и одредување на нејзината оптимална големина. Притоа, економскиот ефект за производство на руда и трошокот за добивање на 1t руда зависи од вредноста на рудата и од фактот дека сите рудни наоѓалишта можат да се поделат во три групи [4, 10].

Во првата група спаѓаат наоѓалиштата со вредна руда, чие откопување се врши со изразена економичност и рентабилитет, што значи дека секој тон добиена руда овозможува значителна добивка. Зголемувањето на загубите на рудата од таквите наоѓалишта предизвикува намалување на добивката на рудникот, што е особено значајно при откопување на наоѓалишта со ограничени, односно помали рудни резерви.

Во втората група спаѓаат наоѓалишта со средно вредна руда, при што производството на руда се остварува економично и рентабилно во одредени, оптимални услови на експлоатација. Зголемувањето на загубите на рудата предизвикува намалување на добивката рамномерно со количините на изгубената руда и добивката којашто се остварува

од секој тон произведена руда. Големите загуби на рудата можат да предизвикаат такво зголемување на трошоците за експлоатација (поради зголемување на трошоците за отворање, разработка и подготовка, трошоците за откопување, како и амортизационите трошоци), така што вкупните трошоци ќе ја надминат вредноста на откопаната руда, со што се постигнува негативна економичност при откопувањето и се доведува во прашање корисноста за понатамошната експлоатација. При експлоатација на такви наоѓалишта мора многу внимателно да се одреди вредноста на оптималните загуби на рудата, при што може да се обезбеди позитивно работење, односно минимална добивка од експлоатацијата на рудата. Неповолна околност е тоа што и цената на металот на светската берза може да има негативно влијание, голем пад на цената може да предизвика производство на рудникот во областа на негативно работење.

Во третата група спаѓаат рудни наоѓалишта со сиромашна руда, чијашто експлоатација се изведува на границата на рентабилноста или дури со одредени загуби кои можат да бидат покриени со позитивните резултати од експлоатацијата на други наоѓалишта или рудни тела во кругот на еден рудник или пак, на пример од поволни производни резултати од површинско откопување, доколку се врши комбинирано-површинско и подземно откопување на наоѓалиштето. При откопување на такви наоѓалишта загубите на рудата немаат голем негативен ефект, бидејќи се губи руда која не донесува добивка или дава минимална добивка од 1t добиена руда. Таквите наоѓалишта мора да се откопуваат „што почисти“, по цена на зголемување на загубите на рудата, а тоа подразбира дека експлоатацијата ќе се врши во наоѓалишта со големи рудни резерви, коишто ќе обезбедат долг век на експлоатација и покрај зголемените загуби на рудата.

Опишаните последици од појавата на загубите на рудата можат да се искажат и со соодветни вредносни показатели, со кои вредносно се искажува предизвиканата штета, односно економските загуби од загубите на секој неоткопан тон руда. Одредувањето на економските штети не е секогаш едноставно, постојат случаи, како што е претходно споменато, каде што со настанувањето на поголеми загуби на рудата се постигнуваат и некои позитивни ефекти, што секако треба да се има предвид. Поради тоа, проблемот за одредување на економските последици, односно штети поради предизвиканите загуби на рудата мора да се разгледува во склоп со влијанието на различните економски околности при експлоатацијата на наоѓалиштето на минерални сировини [1, 4, 10]. Економските последици од настанатите загуби на рудата можат да се разгледуваат од следниве гледни точки:

- воведување на нова метода за откопување, со којашто се постигнува поголемо производство и продуктивност при откопувањето;
- воведување на нова техника за откопување, а посебно за товарење и транспорт на одминираниот руда;
- примена на соодветни техничко-технолошки мерки за намалување на загубите на рудата.

Очигледно е дека во различни случаи може на различен начин да се разгледува оваа проблематика. Кога станува збор за воведување на нова метода за откопување, последиците од загубите на рудата можат да се разгледуваат од гледна точка на можноста за зголемување на производството и продуктивноста при откопувањето, а со тоа и добивање на рудата со пониски трошоци. На тој начин може да се компензира одредена економска штета поради извесно зголемување на загубите на рудата со новата метода на откопување. На сличен начин влијае и примената на нова техника во процесот на откопувањето. Примената на поголеми товарно-транспортни машини, на пример, овозможува зголемување на производството на методата за откопување и капацитетот за товарење и транспорт на рудата од откопите, но со поголемите машини може да се предизвика и поголемо загаѓање на јаловина, што посебно е изразено при примената на метода за откопување со заполнување. Промена на големината на загубите на рудата може да се постигне и со соодветни технички и технолошки мерки, на пример: поставување на патоси во откопите, користење на заштитни плетива, користење на специјални уреди за истекување на рудата (штит), но и со намалување на висината на подетажите или висината на појасот за соборување на рудата (кај наоѓалишта со неправилна контура), зголемување на појасот за минирање и примена на истекување од повеќе испусни отвори одеднаш, наместо примена на челно истекување на одминираниот руда и слично.

#### **4. Формули за пресметување на показателите за загубите, искористувањето и осиромашувањето на рудата**

Како што веќе кажавме загубите, односно искористувањето и осиромашувањето на рудата се многу значајни показатели скоро кај сите рударски откопни методи.

Формулите за одредување, односно пресметување на показателите за загубите или искористувањето и осиромашувањето на рудата добро им се познати на сите рударски стручњаци коишто се занимаваат со оваа проблематика, но основните постапки за нивното одредување ќе бидат дадени заради појасно дефинирање на проблематиката и применетата



метода за пресметување. Големината на загубите или искористувањето на рудата, односно нејзиното осиромашување најчесто се изразува на два вообичаени начини: [4, 7, 10]:

- Преку показателите за загубите или искористувањето на рудата, коишто се изразуваат во проценти од изгубената или добиената руда, т.е.:

Загуби на рудата:

$$Z_r = \frac{Q_{zr}}{Q_r} \cdot 100 [\%] \quad \text{или} \quad Z_r = 100 - I_r [\%] \quad (1)$$

Искористување на рудата:

$$I_r = \frac{Q_{\text{cr}}}{Q_r} \cdot 100 [\%] \quad \text{или} \quad I_r = 100 - Z_r [\%] \quad (2)$$

Осиромашување на рудата:

$$O_r = \frac{Q_j}{Q_{rm}} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

- Преку показателите на коефициентот на загуби или коефициентот за искористување на рудата, на сличен начин т.е.:

Коефициент на загуби на рудата:

$$z_r = \frac{Q_{zr}}{Q_r} \text{ [неименуван број]} \quad (4)$$

Коефициент на искористување на рудата:

$$i_r = \frac{Q_{\text{cr}}}{Q_r} \text{ [неименуван број]} \quad (5)$$

Коефициент на осиромашување на рудата:

$$o_r = \frac{Q_j}{Q_{rm}} \text{ [неименуван број]} \quad (6)$$

Каде што се:

$Z_r$  - Загуби на рудата;

$Q_{zr}$  - Количина на изгубена руда;

$Q_r$  - Вкупна количина на руда во наоѓалиштето, односно геолошки резерви;

$I_r$  - Искористување на рудата;

$Q_{cr}$  - Добиена, односно чиста руда;

$O_r$  - Осиромашување на рудата;

$Q_j$  - Количина на јаловина во рудата;

$Q_{rm}$  - Вкупна количина на рудна маса, односно равна руда;

$z_r$  - Коефициент на загуби на рудата;

$i_r$  - Коефициент на искористување на рудата;

$o_r$  - Коефициент на осиромашување на рудата.

Како што се гледа, загубите на рудата ( $Z_r$ ), односно коефициентот на загуби на рудата ( $z_r$ ) се пресметува од односот на количината на изгубена руда ( $Q_{zr}$ ) и вкупната количина на рудата во наоѓалиштето или откопниот блок ( $Q_r$ ).

Во пракса овие формули за пресметување на показателите за загубите и искористувањето на рудата, односно осиромашувањето на рудата, ретко се користат, поради постоење на објективни проблеми бидејќи во добиената руда, односно во рудната маса не може точно да се одреди учеството на чиста руда или количината на јаловина. Поради тоа, овие формули можат да се користат најчесто во три случаи:

- При лабораториски истражувања, кога е применета некоја од методите за раздвојување, каде што е можно точно одвојување и мерење на количината на чиста руда и количината на источена јаловина [10];
- Во конкретни услови при откопување на наоѓалиште, кога со геодетски мерења може точно да се одреди зафатнината на наоѓалиштето којашто е откопана и зафатнината на рудата којашто останала неоткопана (во сигурносните столбови, заштитните плочи и сл.) [8];
- Во пракса, при случаи кога количината на рудата се одредува врз основа на бројот на вагони или товарни лопатки, а постои сигурен податок за резервите на рудата во откопниот блок.

Во двата последни случаја, главно, се работи за примена на методи за откопување кај кои нема осиромашување на рудата или пак е занемарливо.

Во останатите случаи, а посебно при примена на методата за откопување со зарушување на рудата не постои едноставна можност за

да се одреди количината на чиста руда или количината на јаловина, па се применуваат формулите врз база на количината на метал во добиената руда, односно во рудното наоѓалиште или откопниот блок. Тие формули го имаат следниов облик [4, 7, 8, 10]:

- За пресметување на искористувањето и загубите на рудата, односно коефициентот на искористување и коефициентот на загуби и тоа:

1. Во случај кога нема осиромашување, односно кога осиромашувањето се врши со јаловина која не содржи метал ( $m_j = 0$ ):

$$i_r = \frac{Q_{rm} \cdot m_1}{Q_r \cdot m} \quad I_r = \frac{Q_{rm} \cdot m_1}{Q_r \cdot m} \cdot 100 \quad [\%] \quad (7)$$

$$z_r = 1 - i_r \quad Z_r = 100 - I_r \quad [\%] \quad (8)$$

2. Во случај кога осиромашувањето се врши со јаловина, која во себе содржи одредена количина (%) метал ( $m_j$ ):

$$i_r = \frac{Q_{rm} \cdot (m_1 - m_j)}{Q_r \cdot (m - m_j)} \quad I_r = \frac{Q_{rm} \cdot (m_1 - m_j)}{Q_r \cdot (m - m_j)} \cdot 100 \quad [\%] \quad (9)$$

$$z_r = 1 - i_r \quad Z_r = 100 - I_r \quad [\%] \quad (10)$$

- За пресметување на коефициентот на осиромашување, односно осиромашување на рудата:

1. Кога во јаловината нема метал:

$$o_r = \frac{m - m_1}{m} \quad O_r = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \quad [\%] \quad (11)$$

2. Кога јаловината содржи одреден процент на метал:

$$o_r = \frac{m - m_1}{m - m_j} \quad O_r = \frac{m - m_1}{m - m_j} \cdot 100 \quad [\%] \quad (12)$$

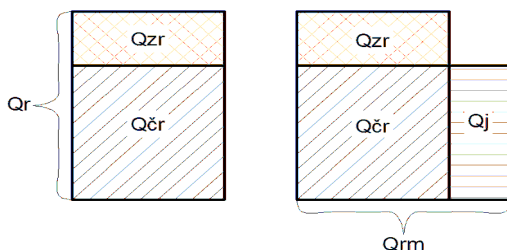
Каде што се:

$m$  – содржина на метал во наоѓалиштето, геолошките резерви, рудното тело или откопниот блок [%];

$m_1$  – содржина на метал во добиената рудна маса или ровната руда [%];

$m_j$  – содржина на метал во јаловината [%].

На слика 4 сликовито се прикажани рудните резерви во даден руден откопен блок.



**Слика 4.** Шематски приказ на откопен блок со рудни резерви „ $Q_r$ ”  
**Figure 4.** Scheme of mining block with ore reserves “ $Q_r$ ”

### 5. Заклучок

Појавата на загубите на рудата предизвикува значајни економски последици, кои можат да се изразат со натурални и вредносни показатели. Притоа мора да се има предвид дека загубите на руда не можат во целост да се избегнат во пракса, па поради тоа како главна задача се поставува прашањето како да се минимализираат.

Остварувањето на минимални вредности за коефициентот на загуби, при откопувањето на рудните резерви од едно рудно наоѓалиште, е императив за секое рударско претпријатие, ако се има предвид аргументот дека рудното богатство е необновлив природен ресурс. Поради тоа денес сè повеќе внимание се посветува на изнаоѓањето егзактни методи за негово одредување.

Во рударската пракса со задоволителна точност се одредуваат коефициентите на загубите, искористувањето и осиромашувањето на рудата со примена на веќе постоечките равенки, со претходно извршени детални геодетски мерења на волуменот на откопаната и неоткопаната руда.

Кај методите со подетажно и блоковско зарушување на рудата зголемените загуби на рудата овозможуваат намалено осиромашување на рудата, односно се зголемува искористувањето на металот во флотацијата и се намалуваат трошоците за преработка. Исто така се зголемува квалитетот и вредноста на концентратот како конечен продукт на рудникот.

**Користена литература**

- Djelloud H. (1997): *Analyse économique de l'impact de In dilution et des pertes des réserves sur la rentabilité minière*, Département de mines et métallurgie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec, Canada.
- Јакшић М., Недељковић Б. (2008): *Узроци губитака рудних резерви у металичним рудницима*, Универзитет во Београд, Рударско-геолошки факултет, Подземни радови, Година XVI, Број 16, стр. 75–81.
- Мијалковски С. (2013): *Најважни показатели кои имаат влијание врз искористувањето (загубите) и осиромашувањето на рудата кај методата со подетажно зарушување*, Здружение на рударските и геолошките инженери на Македонија, Македонско рударство и геологија, Година XIV, Број 23, стр. 30-33, Скопје.
- Мијалковски С. (2015): *Оптимизирање на степенот на искористување на рудните резерви при подземна експлоатација на металични рудни наоѓалишта*, Факултет за природни и технички науки, докторска дисертација (непубликувана), Штип.
- Мијалковски С. (2008): *Рударски методи*, Факултет за рударство, геологија и политехника, семинарска работа (непубликувана), Штип.
- Mijalkovski S., Despodov Z., Mirakovski D., Doneva N., Adjiski V. (2015): *Recovery and ore dilution at the mining methods*, Faculty of natural and technical sciences, Natural resources and technology, Volume IX, Number 9, pp. 19-28, Stip.
- Mijalkovski S., Despodov Z., Mirakovski D., Doneva N., Hadzi-Nikolova M., Ivanovski D. (2015): *Method for determining on the indicators for recovery and dilution of the ore*, Association of mining and geology engineers of Macedonia, VIII<sup>th</sup> expert conference themed: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, pp. 118-125, Krusevo.
- Mijalkovski S., Despodov Z., Mirakovski D., Hadzi-Nikolova M., Mitić S. (2015): *Determination and monitoring of ore recovery and dilution coefficients in SASA lead and zinc mine - M. Kamenica, R. Macedonia*, University of Belgrade – Faculty of Mining and Geology, Underground mining engineering, Year 23, Number 26, pp. 1-9, Belgrade.
- Milic V., Svrkota I., Petrovic D. (2012): *Determination of polymetalic ore value*, Technical Faculty in Bor, Economics Management Information Technology, Volume 1, Number 3.
- Milicevic Z. (2008): *Metode podetažnog i blokovskog zarušavanja*, Tehnički fakultet u Boru, Bor.

- 
- Peskens T. W. (2013): *Underground mining method selection and preliminary techno – economic mine design for the Wombat orebody, Kylylahti deposit, Finland*, Section for Resource Engineering, Department of Geoscience and Engineering, Delft University of Technology, Netherlands.
- Player J., Perera V.: *A Back Analysis od Dilution and Recovery in Longitudinal Sublevel Caving*, WA School of Mines, Australia, BHP Billiton Nickel West, Australia.
- Soyer N. (2006): *An approach on dilution and ore recovery / loss calculations in mineral reserve estimations at the “Cayeli” mine, Turkey*, School of natural and applied sciences of middle east technical University, Decembar.