

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



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

**ноември 2012
november 2012**

**ГОДИНА 6
БРОЈ 6**

**VOLUME VI
NO 6**

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

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот:

Проф. д-р Зоран Панов

Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев
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
Доц. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Saša Mitrev, 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
Ass. 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
Доц. 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
Ass. 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

Печати

„2 Август“ - Штип

Printing

„2 Avgust“ - Stip

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

Н. Донева, З. Десподов, М. Хаџи-Николова, С. Мијалковски Влијанието на структурните карактеристики на карпестиот материјал врз трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории	5
С. Мијалковски, З. Десподов, Д. Мираковски, Д. Мијалковска Рационален избор на рударска откопна метода	15
Љ. Ефнушев, Б. Донева Стабилност на косини на површински копови	25
А. Илијева Стошиќ Геомеханички параметри користени при анализа на стабилноста на работните и завршните косини на ПК „Ржаново“	35
В. Стојанова, Г. Петров Применети палеонтолошки методи за одредување на геолошката старост на палеогените седименти во Р. Македонија	45
Б. Донева, Ѓ. Димов Карактеристики на термоминералната вода на бања „Кежовица“	53
М. Стојановска, М. Голомеова, Б. Голомеов, А. Зенделска, А. Крстев Третман на рудничките дренажи од хоризонт 830 во рудник „Саса“ со симулација на анаеробно мочуриште	61
М. Хаџи-Николова, Д. Мираковски, Н. Донева Фреквентна анализа на бучавата	69
Ф. Иванов, А. Каранфилова-Мазневска Анализа на усогласеноста на македонското законодавство од областа на управување со биоразградлив отпад со законодавството на ЕУ	77
В. Сандева, К. Деспот, А. Димоска, А. Митаноска Анализа на композицијата и декоративна монументална скулптура во паркот „Могила“ – Прилеп	87
К. Деспот, В. Сандева, И. Анастасов Присуството на заедничка врска помеѓу ликовниот израз и градината. Композициско решение на ботаничка градина Струмица	93
М. Ѓорѓиев, З. Десподов Комуникации на маркетингот со логистиката	101

УДК: 622.221

Стручен труд
Professional paper**ГЕОМЕХАНИЧКИ ПАРАМЕТРИ КОРИСТЕНИ ПРИ
АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТА НА РАБОТНИТЕ И ЗАВРШНИТЕ
КОСИНИ НА ПК 'РЖАНОВО****Анкица Илијева Стошиќ¹**

Апстракт: Постојат повеќе софтверски пакети наменети за решавање на проблеми во рударството, меѓу кои е и софтверот SLIDE, кој се применува во рудникот 'Ржаново, со оваа програма се овозможуваат паралелни пресметки со сите познати методи на анализа на стабилност според принципите на гранична рамнотежа (Bishop, Spencer, Janbu и други) и овозможува добивање автоматски извештај и анализи за работните и завршните косини во рудникот. Притоа, искористени се податоците од постојните рударски проекти и студии за условите што постојат во рудникот 'Ржаново.

Клучни зборови: *стабилност, косина, SLIDE, анализа, рудник*

**GEOMECHANICAL PARAMETERS USED IN THE ANALYSIS
OF THE STABILITY OF THE WORKING AND FINAL SLOPES
OF THE OPEN PIT 'RZANOVO****Ankica Ilijeva Stoshikj¹**

Abstract: There are several software packages for solving problems in the mining, including the software SLIDE, applied in the mine Rzanovo, this problem allows parallel computations with all known methods of analysis of stability under the principles of limit equilibrium (Bishop, Spencer, Janby and others) and delivers automated reporting and analysis for the working and final slopes in the mine. In addition, it is are use of existing data mining projects and studies on the conditions that exist in mine 'Rzanovo.

Key words: *stability, slope, SLIDE, analysis, mine*

¹) Друштво за ископ на руди, производство на метали, трговија и услуги „ФЕНИ ИНДУСТРИ“ – АД КАВАДАРЦИ

Вовед

Површинскиот коп за железо и никел „Ржаново“ се наоѓа на околу 50 км јужно од Кавадарци. Рудникот „Ржаново“ со топилницата „Фени индустри“ е поврзан со долга лента (околу 38 км) која служи за транспорт на рудата од рудникот до топилица. „Ржаново“ е отворен коп во кој се експлоатира хематит – магнетитна руда со околу 1% никел и 30% железо.

Имајќи ја предвид моменталната состојба на копот и потребата за сигурност и економичност при работењето, во тек на подолг временски период од страна на стручните служби се преземени интензивни активности кои имаат за цел дефинирање на оптималните услови за негова експлоатација. Во овој контекст се потребни и сознанија поврзани со условите за стабилност на ископот кај работните и завршните косини. Добиените анализи треба да послужат како појдовна точка врз основа на кои во иднина ќе се проектира соодветна технологија на ископ.

Нестабилноста на косините претставува честа појава на површинските копови и одлагалишта. Иако добро проектирани со дозволен фактор на сигурност, често пати се случува да дојде до лизгање на косините. Причината поради која доаѓа до лизгање на косините треба да се бара во анализата на многубројните природни и технички параметри кои во крајна линија влијаат на сигурноста, односно на изборот на вистинскиот фактор на сигурност. Односно доаѓа до промена на физичко-механичките својства, промена на нивото на подземните води, нивното замрзнување и одмрзнување и слично, а со тоа се создаваат услови во напонската состојба на карпестата маса, кои доведуваат до појава на нестабилности на косината.

Познавањето на геолошките и деталните карактеристики на работната средина се основа за оптимално проектирање, изведување и сигурно користење на геотехничките објекти. Како знаењата за геотехничките услови се продлабочуваат и зголемуваат, така ризикот од непредвидени случаи на загрозување на стабилност на косините се намалува.

Во основа, геотехничкиот дизајн може да се подобри само преку зголемување на факторот на сигурност. Добро проектирана косина значи минимизирање на ломовите и зарушувањата на карпестите маси, создавање на сигурен систем за луѓето и машините, односно создавање на услови за сигурно користење на геотехничкиот објект.

Сè почеста е употребата на компјутерската технологија, односно користење на апликативни софтвери за изработка на модели за стабилност на косини и нивна пресметка. Во овој труд е даден начинот и можностите за користење на програмот SLIDE произведен на фирмата RocScience-kanada.

SLIDE е софтверски пакет кој ја користи теоријата на гранична рамнотежа за да го пресмета факторот на сигурност кај косините. SLIDE има примена во анализите и дизајнот во геотехничките, општите рударски и инженерски проекти.

Стабилност на косини на ПК „Ржаново“

Стабилноста на косините во рудниците е еден од основните фактори за стабилноста на целиот рудник. Стабилноста на косините зависи од повеќе фактори: висината на етажата, аголот на косината, одводнетоста на работните етажи и подземните води, сигурносни берми и слично.

Зголемената потреба за енергетски суровини и метали бара косини со блага косина и поголем однос на јаловина и руда. Затоа денес рудниците за површински коп се проектираат за длабочина и големина кои во минатото не биле ни замисливи.

Принципите на анализа на стабилност на цврсти и полукаменети карпести маси налагаат изборот на пресметковниот (аналитички) модел да биде во склад со т.н. физички модел на теренот. Во конкретниот случај, на површински коп „Ржаново“, со анализата на литолошките и тектонските односи на карпестите маси, може да се констатира дека во одделни делови од копот се можни различни механизми на лом (слика 1.) Меѓутоа, заради положбата на слоевите и ефектот на размер (големината на блоковите во масивот споредено со висините на копот), оправдано е состојбата на стабилност во најголемиот дел од копот да се анализира со користење на класичните методи на гранична рамнотежа.

Во останатиот дел од копот (зона на кредни плочести варовници) има класични предуслови за лом долж рамнините за слоевитост, со оглед дека нивниот пад (статистичка вредност од околу 68°) го диктира и наклонот на работните косини во овие карпи.

Фактот дека по должината на дисконтинуитетите се јавуваат ефекти на хидростатичко дејство на подземните води кои имаат влијание врз состојбата на стабилност, истото во анализите е симулирано со помош на коефициентот на порен притисок (γ_u).

Промената на физичко-механичките својства на карпестите маси е многу чест причинител за појава на нестабилност на косината. Промената на нивото на подземни води, нивното замрзнување и одмрзнување и слично, создава нови услови во напонската состојба на карпестата маса и доведува до појава на нестабилност на косината, што е чест случај во рудникот „Ржаново“.

Процесот на ослободување на напонот во близина на новосоздадената косина, создава нов дисконтинуитет и ослабнување на карпестата маса.

Услов за стабилност на секоја косина е да постои рамнотежа меѓу надворешните и внатрешните отпори на средината од косината.

Со цел навремено и ефикасно решавање на техничките задачи и правилно водење на рударско-геолошките работи, во рудникот „Ржаново“ за добивање на работни косини во функција од обезбедување на факторот на сигурност се користи софтверот SLIDE. Софтверот е додатен дел на компјутерската програма AutoCAD.

Секоја анализа на стабилност на косина како резултат дава само еден број, кој укажува на големината на сигурност против рушење на косината или нејзино лизгање за одредени разгледани услови. Овој број се означува како **коэффициент на сигурност, степен на сигурност или фактор на сигурност.**

Факторот на сигурност во работните косини на копот мора да изнесува најмалку 1.3. Меѓутоа, факторот на сигурност може да се усвои и според потребното време што се бара за стабилност на етажата во крајната положба, односно завршната косина на копот. Неговата употреба е навистина многу важна, бидејќи дозволува поместување како основен проектен критериум и за потребата на проектирањето во рударството се движи во вредност од 1.1. до 1.3.

Геомеханички параметри користени при анализа на стабилноста

За месечните извештаи за анализата на геотехничката стабилност на работните косини во ПК „Ржаново“ е задолжен Градежен институт „Македонија“ АД Завод за геотехника. Се работи за месечни ивештаи кои анализираат карактеристични профили.

Пресметката на стабилноста е извршена по методологијата на Ноек за случај на рамен лом на косината т.е. кога лизгањето се одвива по должината на предиспонираната рамнина. Во табела 1 се прикажани дефинитивните усвоени параметри кои го дефинираат нелинеарниот критериум на лом според Ноек и Brown.

За да добиеме најрелевантни и најпрезентативни резултати од спроведената анализа на стабилност, најважно е да имаме правилно избрани и прецизни вредности на геомеханичките параметри на материјалите кои ги тангираме во анализите. Затоа при решавање на овој проблем се користат сите податоци, како од сегашните така и од претходните истражувања и испитувања од усвоените геомеханички параметри (табела 2).

Прикажан модул на постојаната состојба на даден профил

Имајќи ги предвид геолошките и геотехничките услови во склоп на површинскиот коп, за анализа на стабилноста на косините се избрани 7 (седум) репрезентативни профили (слика 2).

Во текот на годината се прават четири месечни извештаи каде што се

анализирани карактеристични попречни и надолжни профили (така што одредени профили се пофторуваат повеќе пати).

За испитување на стабилноста на косина со методот на гранична рамнотежа неопходно е да се пронајде најнеповолната површина на лизгање, односно површината на лизгање која ќе даде минимална вредност на факторот на сигурност. Постојната состојба е анализирана со помош на софтверот SLIDE кој овозможува паралелни пресметки со сите познати методи на гранична рамнотежа за определување на факторот на сигурност.

Го разгледуваме карактеристичниот профил со најголема висина и најстрмен агол, профилот 1-1' (слика 3). Анализираниот профил за пресметување на стабилноста на косина е прикажан со неговата моментална состојба и карактеристичните рамнини на лизгање и факторите на сигурност. Од каде може да се види моменталната постоечка ситуација со зададените влезни и излезни параметри.

Анализа на добиените резултати

При испитувањето на факторот на сигурност на косините, местоположбата на влезовите и излезите на карактеристичните рамнини на лизгање се така одбрани што би се добиле минимални коефициенти на сигурност за дадените геомеханички гранични услови.

Овој профил се карактеризира со наклони на одделни косини од $35 - 40^\circ$ и висини од $10 - 25$ m, односно има генерална висина $H = 235$ m. Теренот во зоната на овој профил е изграден од серпентинити, алтерисани серпентинити, темносиви кредни шкрилци, како и кварц серицит карбонатни шкрилци, тријаски мермеризирани варовници, кафеави трошни шкрилци, рудно тело и кредни плочести варовници, од кои со најслаби јакосни параметри се алтерисаните (остарени) серпентинити.

При извршената анализа на овој профил, добиените фактори на сигурност се движат во границите од $F_s = 1,186 - 4,475$, при што најнеповолната рамнина на лизгање е посебно означена (слика 3), со минимален фактор на сигурност ($F_{s, \min} = 1,186$) и истата има сосема мало отстапување од критичниот фактор на сигурност кој изнесува $F_{s, \min} = 1,300$.

За подобрување на ваквата состојба на стабилност се препорачува да се изврши редефинирање на профилот од кота 850 до кота 1.000, каде што генералниот наклон на косините ограничена со рамнината на лизгање, со минимален фактор на сигурност од $F_s = 1,186$, ќе се намали на $\alpha = 31^\circ$. Растоварувањето треба да се изврши со изведба на работни косини со максимална висина од 15 m, наклон 1.5:1 и ширина на берма од 15.0 – 17.5 m, така што генералниот наклон на косината за таа зона да изнесува $\alpha = 31^\circ$, а со тоа ќе добиеме и поголем фактор на сигурност од $F_s = 1,3$ на работната косина (слика 4).

Заклучок и предлог за понатамошни истражувања

Во овој труд е користен апликативен софтвер SLIDE за дизајнирање на работните косини. Примената на овој софтвер нуди изработка на поголем број карактеристични рамнини на лизгање на даден профил и побрза и прецизна анализа на добиените резултати. Од добиените резултати може да се дефинираат потребните мерки и постапки за стабилизирање и санирање на косината.

Како превентивна заштита, потребно е санирање и корекција на аголот на наклонот на работната косина. Генералниот работен агол од 35 до 40° , треба да се намали на 31° при што работните косини ќе бидат со максимална висина од 15 метри и ширина на бермата од 15 метри и наклон $1,5:1$. Тогаш дозволеният фактор на сигурност ќе изнесува $F_{\text{min.}} = 1.3$, додека коефициентите на порен притисок варираат во граници од $r_u = 0.0 - 0.2$.

Генерално, актуелната состојба на стабилност за дадените геометриски и геолошки услови е во задоволителни рамки што се гледа од добиените коефициенти на сигурност кои се поголеми од дозволеният фактор на сигурност за ваков вид на објект ($F_{\text{min.}} = 1.30$).

Заради сигурна и економична експлоатација на руда од површинскиот коп „Ржаново“ на секои три месеци се извршува инженерско-геолошко картирање на копот и се земаат примероци за лабораториски испитувања, со цел да се добијат параметри за анализа на стабилност на работните косини.

Литература

ДОПОНИТЕЛЕН РУДАРСКИ ПРОЕКТ за експлоатација на преостанатите количини руда и отквивка на ПК „РЖАНОВО“ до К-750. (2009).

Drazan Djukic, (1984) Geomehanika u povrsinskoj eksploataciji.

ЕЛАБОРАТ од геотехничките истражувања и испитувања на ПК „РЖАНОВО“ и анализа на стабилноста на работните и завршните косини, Градежен институт „Македонија“, АД Скопје, 2006.

ИЗВЕШТАЈ за извршено ажурирање на геолошките и геомеханичките подлоги и анализа на стабилноста на работните и завршните косини во рудникот „Ржаново“. 2009, 2010.

Kim, J. Salgado, R, Lee, J.(2002), “stability analysis of complex soil slopes using analysis.“ Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Vo 1128, No.7, July pp 547-55A

www.Rocscience.com



Слика 1 - Појава на свлекување на земјиштето во североисточниот дел од рудникот
Figure 1 - Stripping onset of the land in the northeastern part of the mine

Табела 1 - Параметри на нелинеарниот критериум на лом според Hoek и Brown
Table 1 - Parameters of nonlinear criteriom according to Hoek I Brown

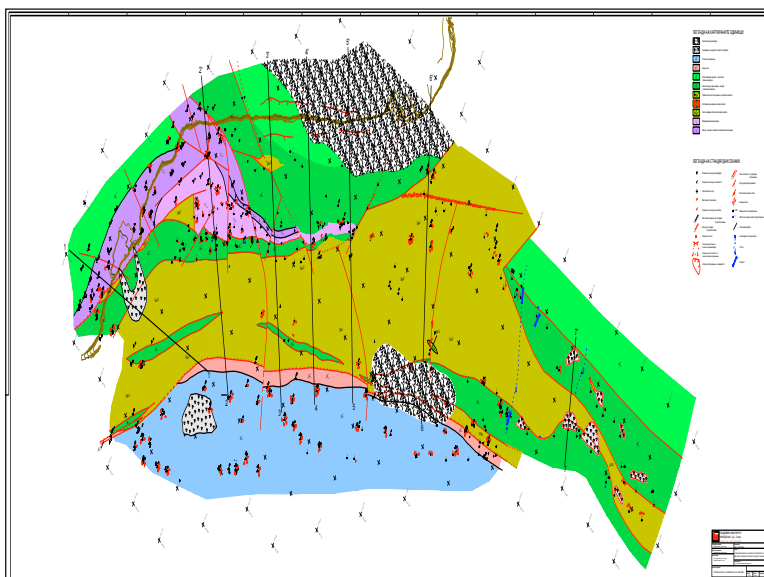
Вид на карпа <i>Kind of rock</i>	Јакост на притисок UCS [MPa] <i>Strength of pressure [MPa]</i>	GSI (<i>geological strength index</i>)	const. <i>m_i</i>	const. <i>m_b</i>	const. <i>s</i>	const. <i>a</i>
Масивни серпентинити	40.0	42	20	0.826	2.236E-4	0.510
Алтерисани серпентинити	12.5	20	15	0.185	9.219E-6	0.544
Кварц-серицитски шкрилец	45.0	40	9	0.333	1.673E-4	0.511
Тријаски мермер.варов.	75.0	65	9	1.315	6.267E-3	0.501
Темносиви кредни шкрилци	25.0	30	7	0.150	3.927E-5	0.522
Кредни лентести варовници	60.0	60	8	0.888	3.036E-3	0.503
Кафеави трошни шкрилци	15.0	30	5	0.107	3.927E-5	0.522
Рудно тело	35.0	47	7	0.381	4.614E-4	0.507
Кредни плочести варововници	70.0	60	9	0.999	3.036E-3	0.503

Каде се: m_i , m_b , s , a - емпириски константи зависни од квалитетот на карпата
GSI – Квалитет на карпа по Hoek поврзани со категоризација на Bieniawski

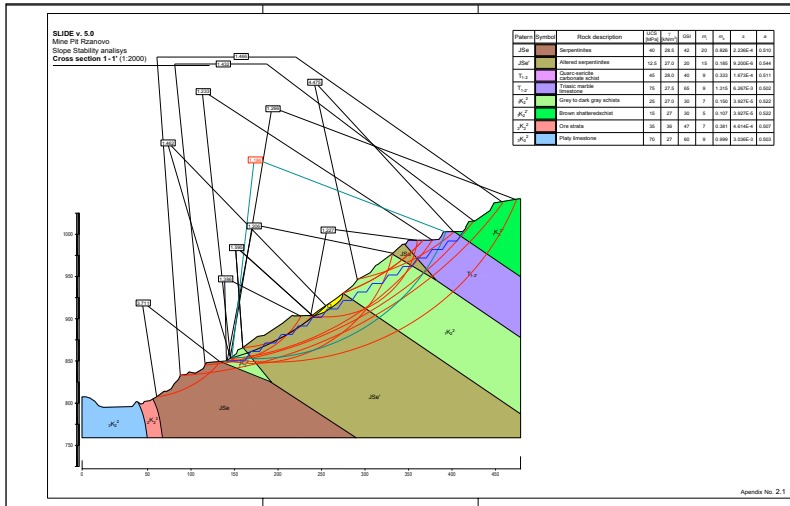
Табела 2 - Усвоени геомеханички параметри за анализа на стабилност со програмата SLIDE

Table 2 - Adopted the range geomechanical parameters of stability analysis with the program SLIDE

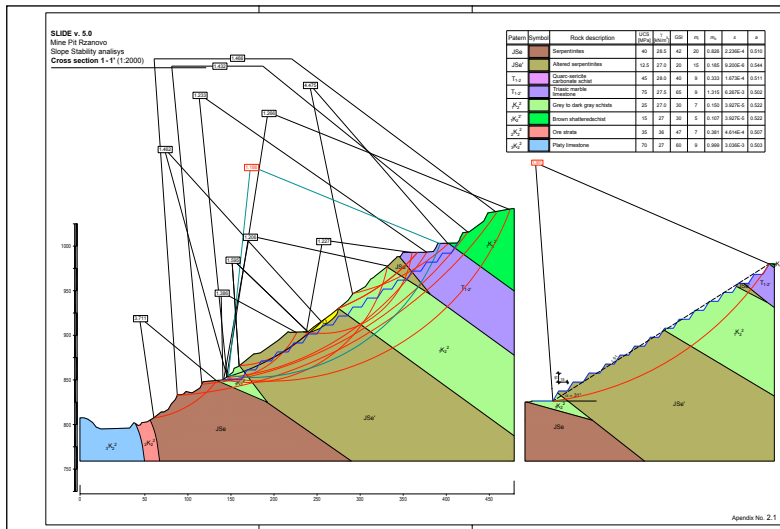
Материјал <i>Substance</i>	Кохезија c (кПа) <i>Cohesion c(kPa)</i>	Агол на внатрешно триење α ($^\circ$) / <i>Angle of internal friction α($^\circ$)</i>	Волуменска тежина γ (кN/m) <i>Volume gravity γ(kN/m)</i>
Тријаски варовници	713-772	43,58-44,00	26,5-27,5
Црни шкрилци	91-120	20,86-24,59	27,2-29,2
Зеленикави шкрилци	82-120	21,60-25,23	27,2-29,2
Изменет серпентинит	170-510	24,82-27,67	27,0-28,0
Блоквити серпентини	824-1104	33,79-38,75	27,5-29,0
Руда	157-227	29,83-30,41	25,0-37,0
Слоевити кредни варовници	505-539	41,54-42,00	26,5-27,8



Слика 2 - Геолошка карта на ПК „Ржаново“ со избрани репрезентативни профили
Figure 2 - Geological map of the open pit Rzanovo with representative profiles



Слика 3 - Профил 1-1'. Моментална состојба и карактеристични рамнини на лизгање
Figure 3 - Profile 1-1'. Current situation and characteristic of slope striping



Слика 4 - Профил 1-1'. Проектирана состојба со коригиран фактор на сигурност
Figure 4 - Profile 1-1'. Design situation with corrected factor of safety

