

МАГИСТАРСКА РАБОТА



ТЕМА:

ТЕХНОЛОГИЈА ЗА СЕЛЕКТИВНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕН И МЕЃУСЛОЈНА ЈАЛОВИНА ВО СЛОЖЕНИ ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ВО ПК “БРОД ГНЕОТИНО”

МЕНТОР

Проф.д-р Стојан Здравев, дипл.руд.инж

Кандидат:

Миле Стојановски, дипл.руд.инж

Број на индекс 1377/2

Мај 2012 година, Штип

Содржина

1. ВОВЕД.....	1
1.1. Предмет на истражувањето	4
1.2. Цели на истражувањето	4
2. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ И СТРУКТУРНО-ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ НА РУДНИК “БРОД ГНЕОТИНО“	5
2.1. Географска положба и комуникација.....	5
2.2. Морфолошко - хидролошки климатски хидрографски и културолошки карактеристики	5
2.3. Начин на истражување, изведени истражни работи и оконтуреност..	6
2.4. Структурно - тектонски карактеристики на наоѓалиштето	11
2.5. Стратиграфија: подина, јагленова серија, кровина	12
2.6. Геолошки резерви на јаглен категории и квалитет	13
2.7. Елементарна анализа	14
2.8. Хемиска анализа.....	14
2.9. Петрографски состав на јагленот	15
2.10. Технолошки испитувања	15
2.11. Други корисни минерални суровини	16
3. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО – ПРЕГЛЕД И РЕЗУЛТАТИ ОД ИЗВЕДЕНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА	17
3.1. Издани	20
3.1.1. Видови на издани.....	20
3.1.2. Издан во водоносни средини со интергрануларна (меѓузрска) порозност	20
3.1.3. Издан во водоносни средини во неогениот комплекс	20
3.1.4. Издан во водоносни средини со пукнатинска порозност	22
3.1.5. Прихранување и дренирање.....	22
3.1.6. Хидрогеолошки параметри	23
3.1.7. Издашност на изданскиот тек и биланс на подземните води ..	23
3.2. Резултати од пробното црпење	24
3.3. Артески и субартески притисоци	25
4. ИНЖИНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ И ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО .	27
4.1. Инженерскогеолошки карактеристики	27

4.1.1. Неврзани карпести маси.....	27
4.1.2. Слабо врзани карпести маси.....	27
4.1.3. Цврсто врзани полускаменети до слабо врзани карпести маси.....	28
4.1.4. Цврсто врзани полускаменети карпести маси	28
4.1.5. Цврсто врзани скаменети карпести маси	28
4.2. Геомеханички карактеристики	28
4.3. Специјални испитувања:	31
4.4. Пресметка на стабилноста на не оптеретени работни косини на етажите на ископ.....	44
4.5. Пресметка на стабилноста на оптеретени работни косини на етажите на ископ, за работа во висински и длабински блок.....	46
4.6. Пресметка и одредување на дозволеното растојание на основната и помошната механизација до горната ивица на етажата, како и пресметка на зоната на обрушување на долната ивица на етажата, при ископот	47
4.6.1. Дозволеност на растојанија при работа на багерите.....	47
4.7. Проверка на стабилноста на технолошката шема на откопување ...	49
5. ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА И РАЗВОЈ НА ПК. БРОД ГНЕОТИНО ВО ФУНКЦИЈА НА ГЕОТЕХНИЧКАТА СТАБИЛНОСТ	51
5.1. Краток осврт на сегашната состојба на ПК Брод Гнеотино	51
5.2. Избор и опис на местото и начинот на отворање	52
5.3. Експлоатација на јагленот и меѓуслојната јаловина(селективна експлоатација)	55
5.4. Динамика на експлоатација	61
5.4.1. ПК Брод Гнеотино после 2рата година на откопување	67
5.4.2. ПК Брод Гнеотино после и 3тата година на откопување	69
5.4.3. Брод Гнеотино после 5та година на откопување.....	71
5.5. Ограничување на експлоатационото поле.....	72
5.5.1. Прорачун на граничниот коефициент на откривка за сегашни услови на експлоатација	73
5.6. Определување-освојување на производниот капацитет	74
5.6.1.1. Капацитет на ПК Брод Гнеотино	74
5.6.1.2. Капацитет на Јагленот.....	74
5.6.1.3. Ефективен часовен капацитет на јагленот.....	74
5.6.2. Капацитет на меѓуслојната јаловина.....	74
5.6.2.1. Ефективен часовен капацитет на Меѓуслојната јаловина	74
5.6.3. Вкупен капацитет на ПК Брод Гнеотино	75
5.6.4. Избор на механизација за ископ	75
5.6.5. Потребен број на багерски единици за ископ.....	76

5.6.6. Транспорт на откривката и јагленот	76
5.6.7. Пресметка на корисната носивост на дамперот	76
5.6.7.1. Пресметканавреметраењетонатранспортниотциклус	77
5.6.7.2. Пресметка на експлоатациониот капацитет на транспортот и потребен број дамperi	78
5.6.8. Технолошки процес на експлоатација на јагленот	78
5.6.9. Спецификација на потребната опрема за селективен ископ	79
6. НАДВОРЕШНО И ВНАТРЕШНО ОДЛАГАЛИШТЕ	80
6.1. ЗАШТИТА НА КОПОТ ОД ПОВРШИНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ	80
6.2. Основна концепција за заштита од површинските води	83
6.2.1. Пресметка на системите за заштита од површинските води	83
6.2.2. Димензионирање на водособирници	85
6.3. Хидролошки пресметки за усвојување на техничко решение за одводнување од подземни води	87
6.3.1. Избор за техничко решение за одбрана и заштита од подземни води	87
6.4. Технички мерки за заштита при одводнување	89
7. ИЗБОР НА ОПТИМАЛНАТЕХНОЛОГИЈА НА СЕЛЕКТИВНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕН И МЕЃУСЛОЈНА ЈАЛОВИНА ВО СЛОЖЕНИ ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ	93
7.1. Континуиран систем на експлоатација (Варијанта 1).....	95
7.2. Комбиниран систем на експлоатација (Варијанта 2).....	95
7.2. Комбиниран систем на експлоатација (Варијанта 3).....	97
7.4. Избор на оптимална технологија на експлоатација.....	99
8. ДИСКУСИЈА.....	105
9. ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА.....	107
10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	109

Содржина на Слики:

Слика 1 :Рудници ПК суводол и ПК Брод Гнеотино	3
Слика 2:Геолошка карта на пошироката околина на наоѓалиштето Брод – Гнеотино1. <i>Алувијалниседименти</i> , 2. <i>пролувијалниседименти</i> . 3. <i>плиоценскиседименти (чакали, песоцииглини)</i> , 4. <i>микашисти</i> , 5. <i>Гнајсеви</i>	7
Слика 3: . Геолошки профил на наоѓалиштето "Брод - Гнеотино"1 - Песокливо - глинеста фаџија, 2 - алевролитски глинци, 3 – прашиности песоци, 4 - подински разнозрнести песоци,5 – јаглен.....	9
Слика 4: Хидрогеолошка карта на истражниот простор.....	18
Слика 5: Упростена шема за условите и употребените членовиво изразите на методот на Bishop.....	40
Слика 6: Упростена шема за условите и употребените членовиво изразите на методот на Spencer	41
Слика 7: Сигурносно растојание при работа на багерот СРс-2000 при $g_u=0.1$ со симулирање на непореметен материјал – трепел	48
Слика 8: Сигурносно растојание при работа на багерот СРс-2000 при $g_u=0.1$ сосимулирање на пореметен материјал – трепел	49
Слика 9: Моментална ситуација на ПК Брод Гнеотино	51
Слика 10: Почетна положба на етажниот и извозниот транспортер	53
Слика 11: Дел од копот од југоисточна страна, каде е започнат селективниот ископ на јаглен и меѓуслојна јаловина.	56
Слика 12: Технолошка шема на работа со хидрауличен багер со челна лопата во селективен ископ.....	57
Слика 13: Технолошка шема на работа со хидрауличен багер со челна лопата во селективен ископ во блок	58
Слика 14: Технолошката шема –ископ со циклична механизација	60
Слика 15: Приказ на јагленовите слоеви и меѓуслојна јаловина	61
Слика 16:ПК Брод Гнеотино на почетокот на селективна експлоатација во (прва и втора година) со циклична механизација.....	65
Слика 17: Рударско –геолошки профили.....	66
Слика 18: ПКБрод Гнеотино на крајот од 2ра година –исоп со циклична механизација.....	67
Слика 19: Рударско –геолошки профили.....	68
Слика 20: После третата година на експлоатација.....	69
Слика 21: Рударско-геолошки профили	70
Слика 22: ПКБрод Г. на крајот од 5та година – исоп со циклична механизација	71
Слика 23: Рударско-геолошки профили	72

Слика 24: Багер СРс 2000.....	80
Слика 25: Одлагач ЗП 6600	80
Слика 26: Топографска карта со назначена положба на проектираните истражно – експлоатациони бунари	87
Слика 27: Избор на систем на откопување на јаглен, кровинска и меѓуслојна јаловина во рудникот “Брод-Гнеотино“	100
Слика 28: Линеарна трансформација на квалитети на атрибути	103

Contents of Figures

Figure 1: Surface Mines Suvodol and Brod Gneotino	3
Figure 2: Geological map of the surroundings of the site Brod -Gneotino 1. Alluvial sediments; 2. Proluvium sediments; 3. Pliocene sediments (gravel, sands and clays), 4. Mycashi; 5. Gnajsev	7
Figure 3: Geological profile of the site "Brod-Gneotino" 1 - sand-clay faces, 2 - alevrolitski glinci, 3 – dustiest sands, 4 – underland miscellaneous grain sands, 5 - Coal 9	9
Figure 4: Hydrogeological map of investigation area	18
Figure 5: A simplified scheme for conditions and used elements in the equation in terms of the method of Bishop	40
Figure 6: A simplified scheme for conditions and used elements in the equation in terms of the method of Spencer	41
Figure 7: Safe working distance of SRs-2000 excavator when $ru = 0.1$ by simulating the uninterrupted material -trepel	48
Figure 8: Safe working distance of SRs-2000 excavator when $ru = 0.11$ by simulating of disturbed material -trepel	49
Figure 9: Current situation of PC Brod Gneotino	51
Figure 10: Starting position of the floor conveyor and export	53
Figure 11: Part of the trench from the southeast side, where selective mining excavation of coal and slag layer between.	56
Figure 12: Technological scheme of work with hydraulic excavator with a shovel in the Background selective mining	57
Figure 13: Technological scheme of work with hydraulic excavator with a shovel in the Background selective excavation in block	58
Figure 14: Technological scheme with cyclic-mining machinery	60
Figure 15: Displaying coal layers and inter-layer slage	61
Figure 16: Gneotino early selective exploitation (first and second year) with cyclic machinery	65
Figure 17: Mining and geological profiles	66



Figure 18: OM BrodGneotino at the end of 2nd yearexcavation with cyclic machinery	67
Figure 19: Mining and geological profiles	68
Figure 20: OM BrodGneotino at the end of 3rd yearexcavation with cyclic machinery	69
Figure 21Mining and geological profiles	70
Figure 22: OM BrodGneotino at the end of 5 nd yearexcavation with cyclic machinery	71
Figure 23: Mining and geological profiles	72
Figure 24: Excavator SRs 2000	80
Figure 25: Radial Stacker ZP 6600	80
Figure 26: Topographicmapwith the specifiedpositionof the projectedinvestigation-exploitationwells	88
Figure 27: System types for coal exploatation	100
Figure 28: Lineartransformation of thequalitiesof attributes	103

Содржина на Табели

Табела 1: Шематизиран приказ на литолошки столб на јагленовата серија во наоѓалиштето "Брод – Гнеотино	10
Табела 2: Геолошки резврви на јаглен.	13
Табела 3: Квалитативни параметри на рудните резерви, по категории	14
Табела 4: статистичка обработкаподатоците (прелиминарна анализа), ...	33
Табела 5: Усвоени јакосни параметри за материјалите.....	37
Табела 6: месечните геомеханички анализи на стабилноста.....	38
Табела 7: Анализа на генерални косини на копот	42
Табела 8: Анализа на стабилност по години за профил VIII-VIII'	44
Табела 9: Анализа на стабилност по години за профил R1-R1' рамнина $g_u=0.0$ $g_u=0.1$ $g_u=0.2$	45
Табела 10: Анализа на стабилност за профилот R1-R1' со оптеретување ископ рамнина $g_u=0.0$ $r_u=0.1$ $g_u=0.2$	46
Табела 11: Карактеристики на багерот СРс-2000.....	47
Табела 12: Коефициенти на сигурност	48
Табела 13: Коефициенти на сигурност со пореметен трепел Рамнина $g_u=0.0$ $g_u=0.1$ $g_u=0.2$	49
Табела 14: Анализа на стабилност на технолошка шема на откопувањеископ рамнина $g_u=0.0$ $g_u=0.1$ $g_u=0.2$	50
Табела 15: Откопани и планирани количини на јаглен од ПК Брод Гнеотино до 2012 год.....	52
Табела 16: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 1-ва година	62
Табела 17: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 2 ра година	62
Табела 18: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 3 та година.....	63
Табела 19: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 4 та и 5 та година	63
Табела 20: Рекапитулација за масите на јаглен и меѓуслојна јаловина за првите 5 години експлоатација	64
Табела 21: Спецификација на потребната опрема за селективен ископ.....	79
Табела 22: Табеларен и графички приказ на врнежи за сливното подрачје на м.с. Битола	84
Табела 23: Количини на вода за димензионирање на одводните канали	84
Табела 24: Дистрибуција на појава на максималните годишни врнежи за време траење од 24 часа	85
Табела 25: Зонирање на теренот според хидрогеолошки и хидродинамички параметри	89

Табела 26: Годишни трошоци за експлоатација на тон јаглен по варијанта А2	96
Табела 27: Преглед на потребната механизација и инвестициони вложувања за (Варијанта 3).....	97
Табела 28: Годишни трошоци за експлоатација	98
Табела 29: Критериуми со најголемо влијание во решавање на модел.....	101
Табела 30: тежини на критериумски функции	101
Табела 31: нормализирани тежини.....	102
Табела 32: Природа на критериуми.....	102
Табела 33: повеќе критериумски модел	102
Табела 34: Типови на генерализирани критериуми.....	103
Табела 35: Влезен модел	103
Табела 36: Парцијално рангирање според методата PROMETHEE I	103

Contents of Tables

Table 1: Schematic representation of the coal pillar litological series finds "Brod – Gneotino”	10
Table 2: Geological reserves of coal	13
Table 3: Qualitative parameters of mineral reserves by category	14
Table 4: statistical processing of data (preliminary analysis),	33
Table 5: Adopted parameters for material strength	37
Table 6: monthly analysis of geomechanical stability	38
Table 7: Analysis of the general slopes of the mine	42
Table 8: Analysis of stability by years for Profile VIII-VIII'	44
Table 9: Analysis of stability by years for profile R1-R1' plane $r_u = 0.0$ $r_u = 0.1$ $r_u = 0.2$	45
Table 10: Analysis of stability by years for profile R1-R1' plane $r_u = 0$, $r_u = 0.1$, $r_u = 0.2$	46
Table 11: Characteristics of the excavator SRs-2000	47
Table 12: Safty coefficient	48
Table 13: Safty coefficient with disturbed bed prepel Plain $r_u = 0.0$ $r_u = 0.1$ $r_u = 0.2$	49
Table 14: Analysis of stability of the technological scheme of excavation excavation plan $r_u = 0.0$ $r_u = 0.1$ $r_u = 0.2$	50
Table 15: Excavated and planned amounts of carbon from Brod Gneotino 2012	52
Table 16: Masses of coal and inter-layer slag for the 1st year	62

Table 17: Masses of coal and inter-layer slag for the second year	62
Table 18: Masses of coal and inter-layer slag for the third year	63
Table 19: Masses of coal and inter-layer slag for the fourth and fifth year	63
Table 20: Recapitulation of the masses of coal and slag meѓuslojna for the first 5 years of exploitation	64
Table 21: Specification of the equipment required for selective mining	79
Table 22: Tabular and graphical display of rainfall on the watershed of Mineral raw material Bitola	84
Table 23: Quantities of water dimensioning of drainage channels	84
Table 24: Distribution of occurrence of annual maximum precipitation for duration of 24 hours	85
Table 25: Zoning on the ground according to hydrogeological and hydrodynamic parameters	89
Table 26: Annual costs per tonne of coal exploitation Monvariant A2	96
Table 27: Review of necessary machinery and investments for (Variant 3)	97
Table 28: Annual costs for operation	98
Table 29: Criteria with the greatest impact in solving the model	101
Table 30: weights of the criterion functions	101
Table 31: normalized weights	102
Table 32: Nature of criteria	102
Table 33: multiple criteria model	102
Table 34: Types of generalized criteria	103
Table 35: Input model	103
Table 36: partial ranking method PROMETHEE I	103

Абстракт

Јагленот е доминантен електроенергетски ресурс за производство на електрична енергија. Јагленот и гасот учествуваат со повеќе од 50 отсто во производството на електрична енергија во Европската унија и ќе останат во наредните децении важни карики во енергетскиот микс. Јагленот – лигнитот е основен енергент во електроенергетскиот систем во Македонија и учествува со 80 % во производството на електрична енергија. Јагленот се применува и во индустријата, топлификацијата, но и за широка потрошувачка, Стратешки може да се констатира дека иднината на енергетиката во Македонија е во веќе утврдените и потенцијални резерви на јаглен. Вкупните резерви на јаглен заедно со потенцијалите од Пелагонискиот басен се проценуваат на 2.5 милијарди тони.

Македонските јаглени се лигнити, со релативно ниска калорична вредност и висока содржина на влага и пепел од геолошка плиоцентска и миоцентска старост. Базната енергија на електроенергетскиот систем на државата се темели врз јагленовиот потенцијал на Кичевскиот и Пелагонискиот басен со утврдените јагленови наоѓалишта: Суводол, Брод-Гнеотино, Живојно, Осломеј, Поповјани и Страгомиште, кои овозможува отворање на трите наши големи површински копови на јаглен - ПК Осломеј, ПК Суводол и ПК Брод Гнеотино.

Јагленот од овие површински рудници е наменети за: производство на електрична енергија, а воедно ги задоволува потребите на индустријата и широката потрошувачка од јаглен како гориво.

Од вкупно утврдените 664 милиони тони потенцијални геолошки резерви на јаглен за експлоатација во РМ, се проценува дека 38% можат да се експлоатираат со површинско откопување, а остатокот со јамско-подземна технологија.

Користејќи современи технологии за експлоатација, намалувајќи ги експлоатационите трошоци на ископ на јаловината и јагленот како и максималното искористување на МС се основен предуслов површинската експлоатација да има доминантна улога во експлоатација на јаглените. Во наредниот период истражувањата треба да се насочат и движат во овај правец со што ќе се постигне целта на овај магистерски труд.

Према сите анализи јагленот ќе преставува енергетско гориво на 21 век бидејќи има голема примена во индустријата, топлификацијата и широката потрошувачка.

Нашата земја е енергетски зависна од неговото истражување, производство и користење. Загадувањето на животната средина при користењето на лигнитите е нивна слаба страна, но поставувањето на строги еколошки критериуми и максималната грижа за заштита на работната и животната средина се наши приоритети.

Abstract

The coal is dominant electric power resource for production of electricity in the electric power system in Macedonia. The coal and gas participate with more than 50% in the electricity production in European Union and they will stay in the following decades important bangles in the electric power mix. The coal – lignite is applied in the industry, heating, and also for a broad expenditure. Strategically, it could be ascertained that the future of the energetic in Republic of Macedonia is in the already established and potential reserves of coal. The entire reserves of coal together with the potential from Pelagonija Basin are estimated at 2.5 billion tons.

Macedonian coals are lignite with relatively low caloric value and high content of damp and ash from geological Pliocene and Miocene age. The base energy of the electric power system in the country is founded on the coal potential of Kicevo and Pelagonija Basins with the determined coal deposits: Suvodol, Brod-Gneotino, Zivojno. Oslomej, Popovjani and Stragomiste which have enabled opening of our three large surface coal mines – SM Oslomej, SM Suvodol and Brod Gneotino.

The coal from the surfacemines in the moment is exploited for production of electric power and for satisfy the demands of the industry and the broad expenditure of coal as fuel.

From the overall determined 664 million tons geological coal reserves in Republic of Macedonia, it is estimated that 38% could be exploited with surface excavation, and the rest with cavity - underground technology. Cavity coal excavations are still not applied on our territory.

Using modern technologies for exploitation, reducing the exploitation costs of mining and coal slag and maximum utilization of MS is a basic prerequisite to surface mining to have a dominant role in the exploitation of coals. In the period to research should be focused and moving in this direction that will achieve the goal of this master's thesis.

According to all the analysis will present coal energy fuel of the 21st century because it is widely used in industry, Heating and general consumption. Our country is dependent on its energy exploration, production and use.

Pollution of the environment during the usage of the lignite is their weakness, but the establishment of strict ecological criteria and the maximal care for protection of the working and life environment are our priorities.



Клучни зборови

Јаглен

Резерви

Површинска експлоатација

Истражувања

Енергетско гориво

Животна средина

Key Words

Coal

Reservs

Surface mining (exploitation)

Research

Energy fuel

Environment

1. ВОВЕД

Енергијата е основна компонента на општествениот и економскиот развој на секоја земја. Државите со енергетска моќност силно напредуваат во економскиот развој и во услови на светски рецесии.

Неоспорен ефектот дека, енергетскиот развој во државата се базира на јагленот како примарен енергенс и неговата реална валоризација ќе обезбеди комплетна информација за енергетскиот потенцијал во државата.

Анализирајќи го развојот на енергетиката во државата можеме да констатираме дека со постоечката сировинска база во државата во последните три децении битно се промени. Имено вложените средства во истражувањето на резервите на јаглен дадоа значајни резултатакои овозможија да бидат проектирани, изградени и пуштени во експлоатација следните рудници:

- ПК “Осломеј” (1980. год.) со капацитет од $1,2 \times 10^6$ (t) јаглен годишно.
- ПК “Суводол” (1982. год.) со капацитет од 6×10^6 (t) јаглен годишно.
- ПК “Пискупштина” со капацитет од $1,2 \times 10^5$ (t) јаглен годишно.
- ПК “Берово” со капацитет од $1,0 \times 10^5$ (t) јаглен годишно.
- ПК “Брод Гнеотино”(2007. год.) со капацитет од 2×10^6 (t) јаглен годишно.
- ПК “ПЈС” (2010. год.) со капацитет од 3×10^6 (t) јаглен годишно.
- ПК “Осломеј”, ПК “Суводол”, ПК “Брод Гнеотино” и ПК “ПЈС” се основните наоѓалишта во моментот од кои се обезбедува или ќе се обезбедува јаглен за производство на електрична енергија во постоечките два термоенергетски објекти:

РЕК-Битола со инсталирана снага од 675 (MW) и годишно производство од 4000-4.600 (GW)

РЕК-Осломеј со инсталирана снага од 120 (MW) и годишно производство од 500-600 (GW)

Бидејќи термоенергетските капацитетикои како горивого користат јагленот, обезбедуваат повеќе од 80 (%) од потребите за електрична енергија на РМакедонија. Од тие причини треба со голема сериозност да се соочиме со констатацијата дека јагленот представува необновлив извор на енергија и дека предстои период во кој прашањето за обезбедување на потребната електрична енергија ќе го достигне својот императив. Конкретно, денес во Македонија се познати преку дваесет наоѓалишта и локалитети на јаглен концентрирани во десет јагленосни басени.

Јаглените во Р.Македонија и во понатамошниот период ќе имаат посебно значење во енергетскиот развој на државата.

Векот на работе на ТЕ – Битола моментално е во непосредна зависност од преостанатите експлоатациони резерви на јаглен на ПК Суводол, ПК Брод Гнеотино како и ПК ПЈС кој е во фаза на отворање.



Основна заложба во наредниот период на АД Елем треба да биде комплетирањето на ПК Брод Гнеотино и отворањето на ПК ПЈС и остварувањето на планираните количини на јаглен од овие два нови површински копови.

Согласен сум со констатацијата на експертите вклучени во ревизијата на проектите за отворање и експлоатација на ПК Брод Гнеотино за проширување на суровинската база, односно искористување и на останатите потенцијални наоѓалишта. За таа цел се предлага што е можно побрзо вклучување и на други потенцијални наоѓалиштана јаглен, т.е. Живојно, Витолиште, Неготино и др.

На овај начин ќе се овозможи максимално искористување на расположивите резерви на јаглен, намалување на цената на електричната енергија на прагот на ТЕ, односно континуирано снабдување на термоенергетските објекти со доволно количини на јаглен. Во иднина треба да се размислува и реализира изградбата на IV Блок во ТЕ Битола.

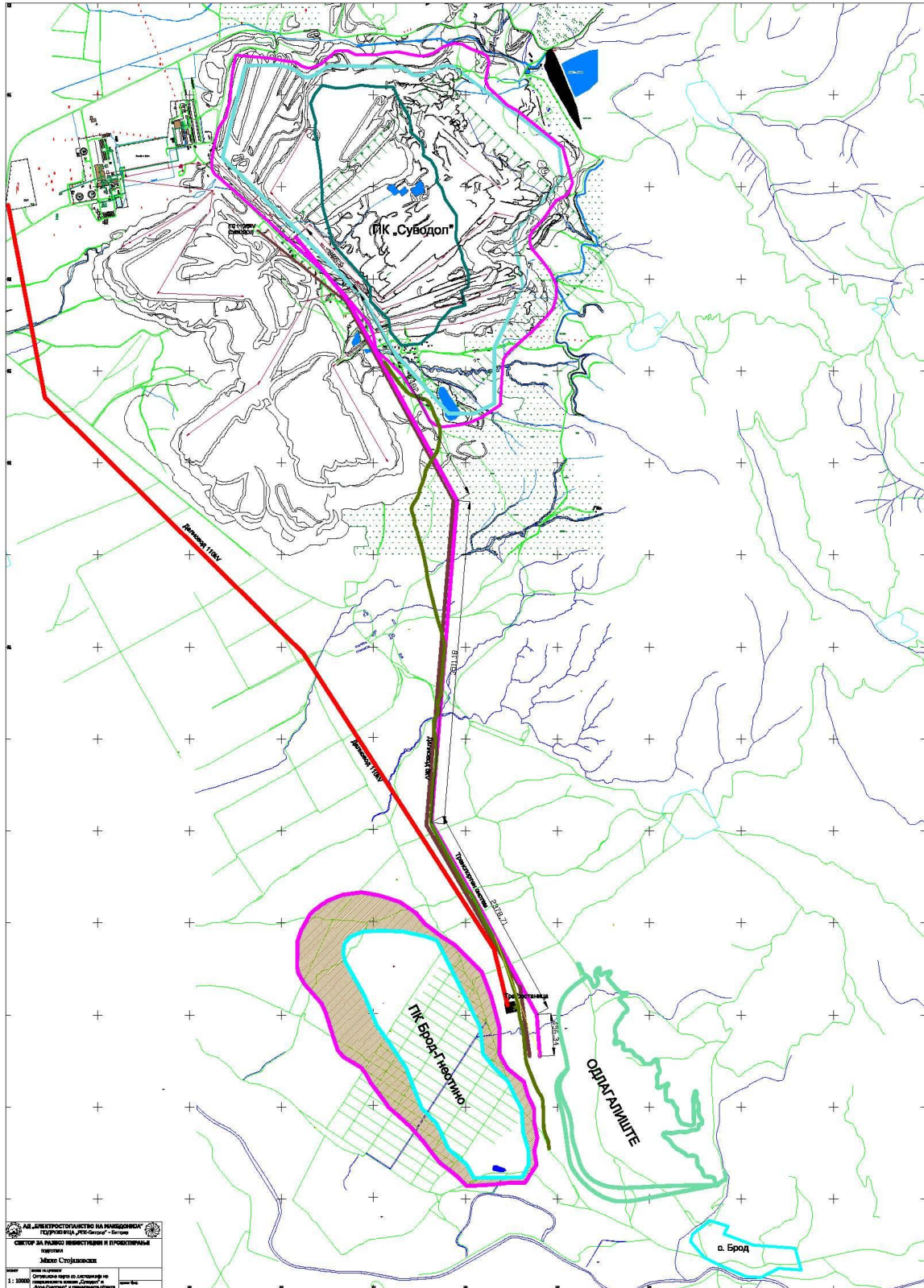
За континуирана работа на ТЕ Битола потребни се околу 6.300.000 т јаглен годишно. Истите во наредниот период односно до 2027 година се предвидува да се обезбедат од следните рудници:

од ПК “Брод Гнеотино” 2.000.000 t годишно

од ПК “Суводол” 1.300.000 t годишно

од ПК “ПЈС” 3.000.000 t годишно

Наредниот рудник кој спрема наши согледувања би требало да се отвори е рудникот Живојно кој се наоѓа јужно од Брод Гнеотино на 6 км. ПК Брод Гнеотино и Живојно директно ќе бидат поврзани преку Главен транспортен систем кој моментално е изграден до ПК Брод Гнеотино во должина од цца. 11 км. Позицијата на рудниците Суводол и Брод Гнеотино е представена на Слика бр.1.



Слика 1 :Рудници ПК суводол и ПК Брод Гнеотино

Figure 1: Surface Mines Suvodol and Brod Gneotino

1.1. Предмет на истражувањето

Предмет на истражување на оваа магистерска работа се откопните блокови на ПК „Брод Гнеотино“, односно работната средина опфатена со секојдневната експлоатација. Посебно внимание ќе се обрати на издвојувањето на јагленот од меѓуслојната и структурната јаловината во присуство на подземни води при што целосно ќе се обезбеди стабилност на завршните косини на етажите на ПК. Анализирањето ќе го опфати глобално површинскиот коп, како и пооделните откопни блокови кои моментално се откопуваат.

1.2. Цели на истражувањето

Целите на истражување се утврдување на технологијата на селективна експлоатација на јагленот и меѓуслојната јаловина со пресметка на цена на чинење на ископ на јаглен и јаловина според оптимален систем на експлоатација. Односно, целите на истражување се состојат во функцијата на : максимално искористување на минералната суровина, обезбедување на соодветен квалитет на јагленот за директно согорување во термоенергетските објекти, минимална цена на чинење на ископот, товарањето, дробењето и транспортот на јагленот.

Утврдувањето на максималното искористување на минералната суровина во изузетно сложените геотехнички услови како и остварувањето на минимална цена на експлоатација на јаглен фактички е основна цел на истражувањето. Оваа минимална цена е клуч на самата оптимизација во изборот на оптимално решение – систем на експлоатација.

2. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ И СТРУКТУРНО-ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ НА РУДНИК “БРОД ГНЕОТИНО“

2.1. Географска положба и комуникација

Јужно од наоѓалиштето "Суводол", на оддалеченост од 10 km, односно меѓу селата Брод и Гнеотино и реката Црна, на површина од околу 10 km² и надморска висина од 570 - 650 m, се наоѓа наоѓалиштето на јаглен "Брод - Гнеотино".

Со околните села наоѓалиштето е поврзано со добро проодни селски патишта, а преку нив со Битола и Рудникот "Суводол" со асфалтен пат од II ред.

2.2. Морфолошко - хидролошки климатски хидрографски и културолошки карактеристики

Подрачјето што го опфаќа наоѓалиштето "Брод - Гнеотино" претставува крајниот југозападен дел на Селечка Планина и е ниско ридска, со премин во рамничарска област. Изградено е од мошне слабо врзани неогени седименти, што како последица има изразени ерозивни процеси, т.е. формирање на долини и широки алувијални корита.

Хидрографската мрежа во потполност е поврзана со сливот на реката Црна. Низ наоѓалиштето постојат неколку повремени водотеци кои имаат големо значење за идната експлоатација, а зависат од климатските услови, односно, во влажните годишни периоди тие се предимно поројни, а во сушните периоди се најчесто без вода.

Климата на ова подрачје се одликува со влажен зимски период и снежна покривка воглавно од декември до март со дебелина од 5 - 63 cm, наспроти сувите и топли летни периоди. Средните годишни врнежи се движат од 560 - 600 mm, а периодот со ниски температури (под -10°C) е релативно краток, што би овозможило експлоатација во текот на целата година.

Од досегашните сознанија во П.К "Брод - Гнеотино" и неговата околина не се пронајдени објекти од културолошко значење.

Од метеоролошките фактори врнежите имаат најголемо влијание на заводнување на јагленовото наоѓалиште. Истото се остварува преку директното истекување на атмосферските води во гравитационото подрачје на површинскиот коп и индиректното преку инфилтрација на атмосферските води низ испуканите ободни карпести маси во него.

Во зоната на површинскиот коп "Брод - Гнеотино" не постои соодветна мерна станица, така што за пресметка се земени податоците од регистрираните интензитети на врнежи со кратки траења, од плувиографската станица во Битола.

Изборот на максималните висини на дожд извршен е за стандардни временски интервали $t = 5, 10, 20, 40, 60, 90, 150, 300, 720$ и 1440 минути.

Према анализите максималните дневни суми на врнежи за периодот од 1956-1988, за повратен период од $T=100$ години со 1% вероватност на појавување изнесуваат $P_{dn}=95,1$ mm, а додека за повратен период од $T=50$ години со 2% вероватност на појавување истите изнесуваат $P_{dn}=84,6$ mm.

Од хидролошките појави најважна е река Црна, која тече јужно од проектираниот П.К. "Брод-Гнеотино". Најблиски до копот (приближно на средина) се две хидролошки станици Новаци и Скочивир.

Според податоците од Управата за хидрометеоролошки работи -Скопје, максималниот проток на Црна Река за период од 1999 до 2001 е регистриран во месец февруари 2000 год. ($Q_{max}= 470$ m³/sec), додека минималниот проток од $Q_{min} = 1,25$ m³/sec е регистриран во ноември 2000 година. Средногодишниот проток на Црна река за наведениот период на мерењата изнесува $10, 42$ m³ /sec (за 2000 год.).

2.3. Начин на истражување, изведени истражни работи и оконтуреност

Наоѓалиштето "Брод - Гнеотино" детално е истражено со длабинско дупчење, со претходно изработена мрежа и номенклатура на профилските линии и изведените истражни дупнатини, во период од 1974 до 2004 год. при што се извршени сите пропратни истражувања и испитувања (геолошки, хидрогеолошки, инженерско геолошки, геомеханички и хемиски).

Во 1991 год. изработен е пробно истражно експлоатационен усек во јужниот дел на лежиштето при што се извршени сите горенаведени испитувања како и индустриска проба на согорување на јагленот.

Во наредните години (1992, 2000, 2001) врз база на изработени програми, на дел од наоѓалиштето, каде што е изработен и истражниот усек и на дел од останатиот простор (централниот и северозападниот) е прогустена мрежата на истражното дупчење и изведени се соодветните испитувања.

Цел на овие комплексни испитувања и испитувања беше да се изработи елаборат за геолошките рудни резерви на јаглен, кој ќе послужи за изработка на техничка документација за отворање и експлоатација на П.К. "Брод - Гнеотино".

Деталните резултати од повеќегодишното истражување на наоѓалиштето "Брод - Гнеотино" како и нивниот физички обем, можат да се видат во соодветно изработените извештаи и елаборати.

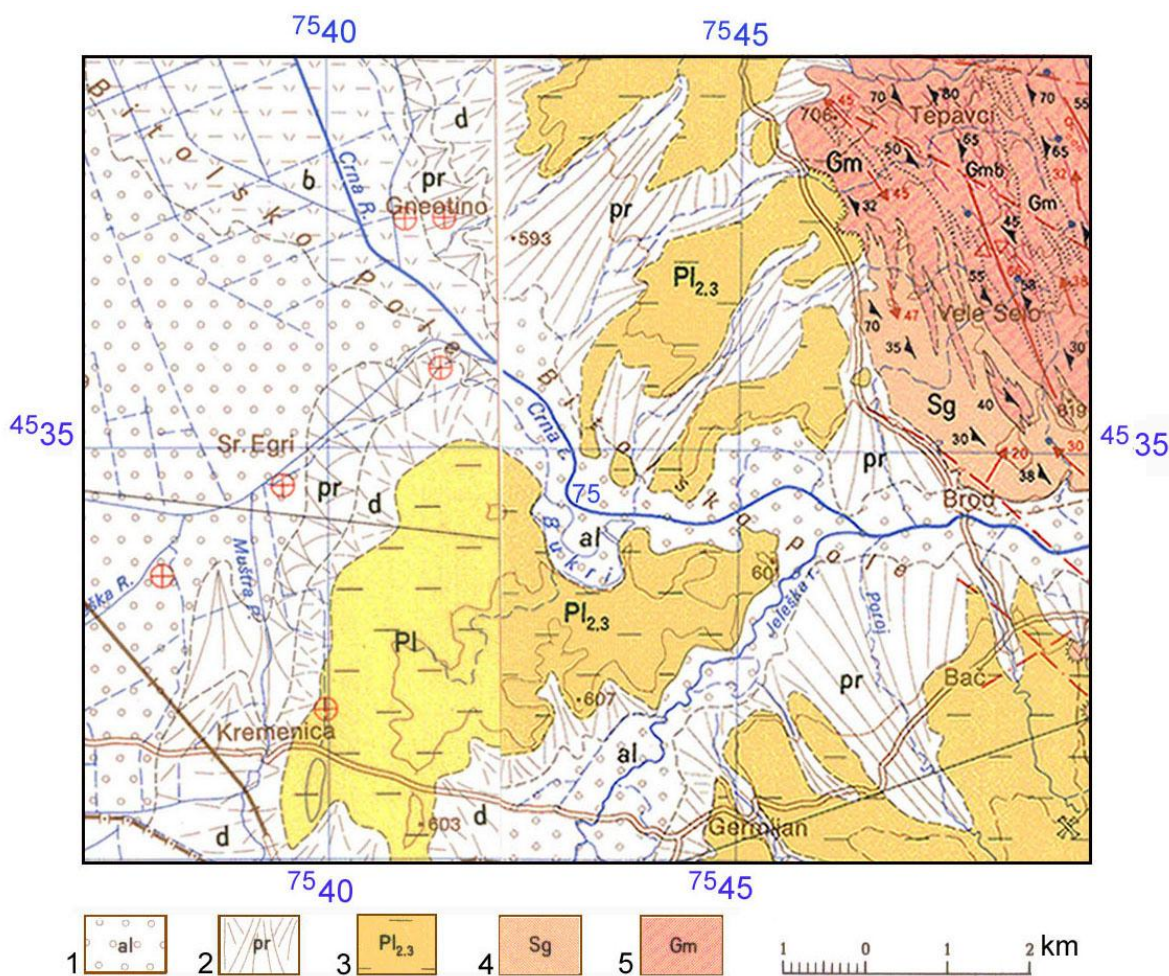
Согласно изведените истражни работи (структурно длабинско дупчење), наоѓалиштето е оконтурено геолошки со забелешка дека југозападниот, западниот и северниот дел останува "отворен" односно во овие простори контурата на наоѓалиштето не е "затворена" со негативни дупнатини, како што е случај за југоисточниот и источниот дел.

Врз база на целокупните резултати добиени од повеќефазното истражување изработена е карта на блокови на геолошките и билансните резерви на јаглен.

Поради фактот дека на западниот дел од наоѓалиштето раседните линии просторно не се докрај прецизирани, со ново дополнителните истражни работи, како и со оние коишто ќе се вршат во текот на експлоатацијата, истите ќе добијат поточна положба во просторот.

Геолошките карактеристики на наоѓалиштето од повеќе фазните геолошки истражувања и испитувања се анализирани детално и истите се презентирани заедно со најновите истражни работи во "Елаборатот за класификација и категоризација на јаглен во наоѓалиштето "Брод-Гнеотино" (состојба јуни 2001г.), изработен од страна на "ГЕИНГ"-Скопје, Градежен институт "Македонија" а.д., Скопје и "Геохидропроект"-Скопје (2001 г.)

Како интегрален дел на Пелагонискиот терциерен басен, наоѓалиштето "Брод-Гнеотино", од аспект на неговата геолошка градба ги носи сите карактеристики специфични за седиментационата средина на басенот, односно наоѓалиштето "Суводол" и "Живојно". Слика 2.



Слика 2: Геолошка карта на пошироката околина на наоѓалиштето Брод – Гнеотино 1. Алувијални седименти, 2. пролувијални седименти, 3. плиоценски седименти (чакали, песоци и глини), 4. микашисти, 5. Гнајсеви

Figure 2: Geological map of the surroundings of the site Brod -Gneotino 1. Alluvial sediments; 2. Proluvium sediments; 3. Pliocene sediments (gravel, sands and clays), 4. Mycashist; 5. Gnajsev

Палеорељефот, како и источниот дел на басенот е изграден од предпалеозојски гнајсеви и микашисти, палеозојски кварц-графитни шкрилци, филити и аргилошисти.

Трангресивно врз палеорељефот лежат :

- Базалната (подинска фаџија),
- Продуктивната јагленосна формација и
- Кровинскиот седиментен комплекс

Базалтната фаџија, со дебелина од преку 100 m е составена од: сивозелени песоци со различна гранулација, чакали и глини, кои фаџијално се менуваат во вертикален и хоризонтален правец, што е причина за неможноста од егзактно одредување на стратиграфското ниво на поединечните литолошки членови.

Неопходно е да се потенцира дека заради големата длабочина на палеорељефот нема доволно податоци за неговата морфоструктурна реконструкција и детално расчленување на базалтната фаџија.

Највисокото ниво на базалтната фаџија е представено со продуктивна јагленосна формација.

Продуктивната јагленосна формација представува хетероген седиментен комплекс, кој што е сопствен од фаџија на сивозеленкасти разно-гранулирани прашиности песоци и голем број на јагленови слоеви.

Фаџијата на разно-гранулирани прашиности песоци има карактер на меѓуслојна јаловина, интерстратификувана помеѓу јагленовите слоеви, но најчесто присатна и во нејзиниот кровински дел. Кумулативната дебелина на меѓуслојната јаловина се движи во границите од 0,5m (151-VIII1), до 30,70 m (11-V1).

Што се однесува до карактеристиките и специфичностите на самата јагленова формација, преку анализа и интерпретација на досега изведените истражни работи можат да се изнесат следните констатации:

- кон источниот работен дел, каде што јагленовите слоеви исклинуваат, формацијата е раслоена до 8 поединечни слоеви на јаглен (дупнатина 10-VIII);
- дебелината на поединечните јагленови слоеви, констатирана во одредени дупнатини, се карактеризира со голема варијабилност, која се движи во границите од 0,2-7,5 m, при што треба да се одбележи дека оваа карактеристика е својствена и за дебелината на секој поединечен јагленов слој, бидејќи истата многу брзо се променува како во хоризонтален, така и во вертикален правец на своето протегање;
- кумулативна дебелина (формирана од збирот на поединечните јагленови слоеви, констатирани во дупнатините, се движи од 0,40m (дупнатините: Kb-IV2; 10-IX') до максималните 17,20m (дупнатина 111-VII1), односно пресметана во просек за целото наоѓалиште (според кумулативните дебелини на јагленовите слоеви во поединечните дупнатини) дебелината изнесува 8,57m;
- кон запад јагленовите слоеви, на релативно голема длабочина имаат тенденција да интерферираат во еден до два јагленови слоеви, чија максимална дебелина се движи до 11,2 m (дупнатина Kb-III2);
- констатираната дебелина на јагленосната формација се движи во дијапазонот од неколку десетина сантиметри до 121,3 m (Lb-II2);

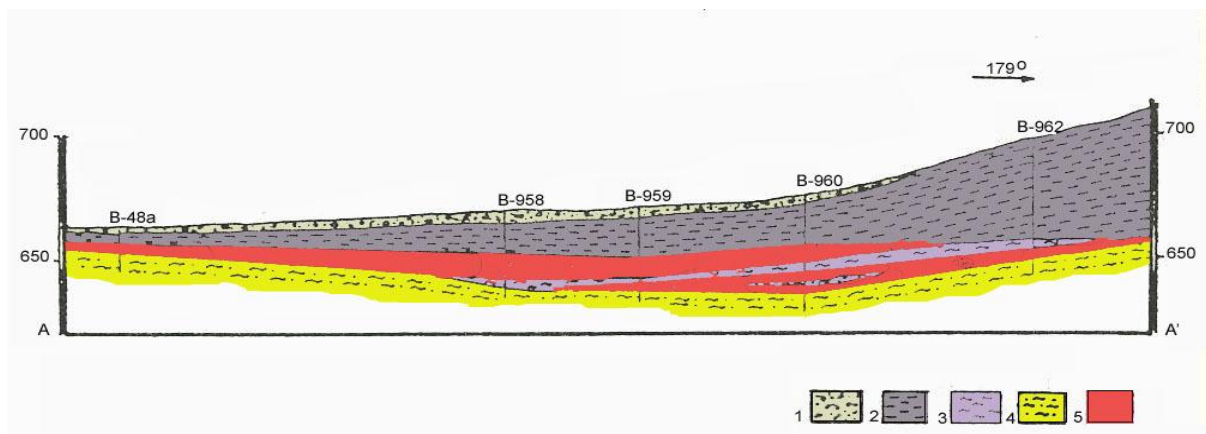
- релативната длабочина на залегање на продуктивната формација е од 7,8 m (дупнатина 15-IX') до 222,80 m (дупнатина Б-216).

Кровинскиот седиментен комплекс, лежи директно на кровината на јагленосната формација, а представен е од плиоценски фаии на: прашинести, ситно до среднозрни песоци и алевролитско-лапоровити глинци, и квартален седиментен комплекс.

Фазијата на прашинести, ситно до среднозрни песоци, која се одликува со карактеристична сивозеленкаста боја, со исклучок во поедини дупнатини (на попречните профили: 15, 10, 9 и 8), има свој континуитет на простирање, како непосредна кровина на јагленосната формација и варијабилна дебелина, која се движи од 1,3 до 22m, со изразена тенденција на нејзино зголемување кон запад.

Фазијата на алевролитско-лапоровити глинци низ целото наоѓалиште има континуирано протегање кон исток и постепено исклинува и се губи, додека кон запад ја здобива својата продуктивна моќност, која достигнува и до 100m.

Геолошките профили на истражните дупнатини, условуваат констатација дека во просторот на наоѓалиштето, во фазијата на глинци се наоѓаат и фини пластични глини Слика 3.



Слика 3: . Геолошки профил на наоѓалиштето "Брод - Гнеотино"1 - Песокливо - глинеста фазија, 2 - алевролитски глинци, 3 – прашинести песоци, 4 - подински разнозрнести песоци,5 – јаглен

Figure 3: Geological profile of the site "Brod-Gneotino" 1 - sand-clay facies, 2 - alevrolitic clays, 3 – dustiest sands, 4 – underland miscellaneous grain sands, 5 - Coal

Падниот агол на литолошките членови од кровинскиот седиментен комплекс, е рефлексивна на јагленосната формација, односно палеорељефот (Слика бр.3).

Преку серијата на алевролитско-лапоровитите глинци лежи комплекс на преталожени глини и разно-гранулирани песоци, ситно до среднозрни песочници и конгломерати Табела 1

Релативна длабочина(м)	Дебелина(м)	Литолошки профил	Литолошки опис
27,			Сиви глинци
31,50	4,5		Ксили е јаглен
35,0	3,5		Разногранулирани песоци и прашина со фрагменти на лигнит
38,0	3,0		Ксилитен јаглен
42,0	4,0		Ситнозрнести песоци со прашина и вметнати делови од јаглен
44,0	2,0		Ксилитен јаглен
49,40	5, 0		Сивкаста прашина
51,50	2,10		Сивкаста прашина и лигнит
53,0	1,50		Јаглен
56,50	3,50		Прашинести песоци со прослојки на јаглен
58,0	1,50		Сивкаста прашина

Табела 1: Шематизиран приказ на литолошки столб на јагленовата серија во наоѓалиштето "Брод – Гнеотино"

Table 1: Schematic representation of the coal pillar litological series finds "Brod – Gneotino"

Преталожените глини и песоци, заради честите промени во режимот на седиментацијата се одликуваат со голема хетерогеност која што не овозможува реална интерпретација и поврзаност во хоризонтален и вертикален правец на поголемо растојаније. Во основа песоците имаат доминантна позиција, по својот гранулометриски состав припаѓаат на групата ситно до среднозрни песоци, со различен степен на заглинетост и присаство на прашина, што условува да се сретнат голем број на вариетети од типот на: песоциви прашина, прашинести песоци со одреден степен на заглинетост.

Констатираните конгломерати се банковити и компактни, со врзиво од силикатна природа и моќност од околу 20m, со специфичности кои овозможуваат нивно определување, како оделна подфација.

Во југозападните делови на овој терен (од двете страни на Црна Река), формирани се слатководни карбонати и травертини, а дебелината на серијата достигнува и до 90 m.

Квартерните наслаги лежат непосредно на плиоценскиот седиментен комплекс. Распространети на голем простор, представени се со два генетски типа:

- делувијално-пролувијални и
- алувијални седименти

Делувијално-пролувијалните седименти се изградени од глиновито-песковити литолошки членови со присаство на фрагменти од рабниот дел на наоѓалиштето, во кои доминираат валутоци од кварц. По боја се црвено-кафеави и често се дефинирани како делувијална црвеница.

Алувијалните наслаги (разно-гранулирани песоци и чакали) се распостанети во јужниот и западниот дел на наоѓалиштето, по Црна Река и повремени текови.

2.4. Структурно - тектонски карактеристики на наоѓалиштето

Ако просторот на наоѓалиштето се разгледува од аспект на негова геоморфолошка структура и изразените форми, следи констатацијата дека на површината на теренот, со исклучок на засеците кај отворениот пробен истражен усек, не постојат индикации кои би асоцирале дека во палерелефот и во седиментниот комплекс се случувале интезивни тектонски движења. Констатацијата која битно се променува после анализата на показателите кои резултираат пред се од последната фаза на истражување.

Резултатите добиени со истражното дупчење и интерпретацијата на стратиграфските нивоа на поединечните седиментни комплекси, укажуваат дека плиоценските седименти во наоѓалиштето представуваат една моноклинала благо навалена кон запад-југозапад, со паден агол околу 10-15°.

Карактеристично за седиментниот комплекс, од структурно тектонски аспект представуваат настанатите руптурни морфоструктурни форми-раседи, кои се последица на интезитетот на радијалната неотектоника.

Заради нивниот можен, пред се негативен карактер во фазата на експлоатација, во предметната фаза на истражување, за разлика од претходните, активностите за нивна дефинираност имаат нагласен карактер.

Во основа, според добиените резултати од истражувањето и нивната интерпретација следат неколку констатации :

- Во западниот дел наоѓалиштето, од попречен профил 161-16 и подолжен IX-VIII1, до попречен профил 11 и подолжен IV дефинирани се две маркантни дислокациони зони, во правец на протегање ССЗ - ЈЈИ.
- Меѓусебното растојание на дислокационите зони во северниот дел, изнесува околу 400m, додека во јужниот дел околу 100m, што сугерира дека зоните во правец кон југ имаат тендеција кон интерференција.
- Спуштениот тектонски блок на првата раседна зона (посматрајќи од правец исток кон запад, на просторот помеѓу попречните профили 16-14) изнесува околу 33m. На споменатиот потег, најверојатно заради различните интезитети и контракции во дислокационите зони, формирана е интересна позитивна морфоструктура, чие издигнување се движи во границите од 15-30m. Тектонскиот блок во наредната дислокациона зона на споменатиот простор, е неравномерно спуштен, и се движи на профил 16 од 9m до 78m на профил 151.
- Од профил 131 до профил 11 спуштањата на блокот во првата дислокациона зона се движат од 14-52m.
- Од попречен профил 111 (подолжен VI1) па се до попречен профил 6, подолжен II, констатирана е уште една дислокациона зона, со правец на протегање индентичен како и претходните.
- Меѓусебното растојание на оваа зона со првата од претходно анализираниот простор (профилски линии: 111-10), изнесува од 350 m на профил 111 до 550 m на профил 10, со тенденција на зголемување на меѓусебното растојание кон профил 6.

- Спуштањето на тектонскиот блок, западно од оваа зона се движи во границите од 15-55 m.
- Со анализа на попречните профили (од 3-0) и на подолжните профили (од V-II), констатирани се дислокациони зони, чии траси не можат егзактно да се дефинираат заради нискиот степен на истраженост на овој дел од просторот.

Дефинираните вредности на скоковите на тектонските блокови се последица на интерпретацијата на конструираните попречни и подолжни профили, одредени според денивелацијата на лигнитските слоеви и другите присутни литолошки членови во седиментниот комплекс.

Со натамошните истражувања текот на експлоатацијата ќе се добијат податоци за поегзактно дефинирање на дислокационите зони, односно тектонски блокови, особено во просторот на отворањето на површински коп.

2.5. Стратиграфија: подина, јагленова серија, кровина

Бројот на јагленовите слоеви е констатиран со изведените истражни дупнатини и се движи од 1 слој (дупнатина 227) до 8 (дупнатина 10-VIII). Раслојувањето настанува кон источниот рабен дел каде што јагленовите слоеви исклинуваат.

Дебелината на поедини јагленови слоеви по своето протегање по хоризонтален и вертикален правец брзо се променува и таа се движи од 0.5 до 7.5 m.

Ако се земе кумулативно збирот на сите слоеви констатирани во дупнатините, дебелината се движи од 0,40 m (дупнатина Kb-IV2) до 17,20 m (дупнатина 111-VII1) .

Пресметаната просечна дебелина на јагленовите слоеви над 0.5m по профили и блокови за цело наоѓалиште изнесува 8,45 m односно 8,03m. По блокови на категории на рудните резерви, просечната дебелина изнесува:

- За А категорија 9,60 m
- За Б категорија 8,23 m
- За Ц₁ категорија 6,01 m
- За Ц₂ средна моќност 8,28 m

Карактеристично за јагленовите слоеви е дека кон запад имаат тенденција да интерферираат во 1 до 2 јагленови слоеви, со максимална дебелина од 11,2m (дупнатина Kb-III2) .

Просечната дебелина на откривка (Q + Tr + PP), до кровината на првиот слој изнесува 76,72m, на меѓуслојната јаловина 18,83m, а на вкупната јаловина 84,16m.

Односот јаловина-јаглен, пресметан по попречни профили изнесува 14,63m³/t.

Во ограничениот простор за експлоатација на јагленот се пресметани по профили просечните дебелини на јагленовите слоеви кои ќе се експлоатираат (посебно и збирно), просечната дебелина на откривката до кровината на првиот слој, како и на меѓуслојната јаловина до кровината на вториот слој, третиот и четвртиот слој на јаглен.

- Добиени се следните вредности:
- просечна дебелина на првиот јагленов слој изнесува 3,81 m, на вториот 3,37 m
- на третиот 2,95 m, и на четвртиот 1,63 m;
- просечната дебелина на откривката до кровината на првиот слој изнесува 49,85 m, на првата меѓуслојна јаловина 10,32 m, на втората 6,81m, и на третата меѓуслојна јаловина 4,42m;
- просечната дебелина на збирот на јагленовите слоеви изнесува 9,48 m.

Интерслојната јаловина е незначителна и дебелината достигнува до максимум 1 m. Вкупната маса на интерслојната јаловина е пресметана по метода на профили и изнесува 21 660 m³.

При откопувањето на јагленот, дебелината на интерслојната јаловина која е под 0.30 m ќе се откопува заедно со јагленот, а дебелините над 0.30 m ќе се откопуваат селективно исто како што се изведуваат во РЕК Битола рудник Суводол при откопувањето на длабинскиот блок на главниот продуктивен слој.

2.6. Геолошки резерви на јаглен категории и квалитет

Геолошките резерви на јаглен се пресметани користејќи ги целокупните податоци од повеќефазните геолошки истражувања и испитувања на наоѓалиштето "Брод - Гнеотино" (1974 - 2001г.).

Геолошките резерви на јаглен се пресметани по метода на блокови и метода на паралелни профили и количините се дадени во следната компаративна табелабр. 2.

Категорија на резерви	Геолошки резерви на јаглен (t)		Разлика
	паралелни профили	по блокови	
A	18.268.286	18.753.035	2.6
Б	19.294.310	19.758.678	2.4
A+Б	37.562.596	38.511.713	2.5
	25.273.341	26.448.800	4.5
A+Б+Ц ₁	62.835.937	64.960.513	3.3
Ц ₂	42.255.366	43.346.883	2.6
A+Б+Ц ₁ + Ц ₂	105.091.303	108.307.396	3.0

Табела 2: Геолошки резерви на јаглен.

Table 2: Geological reserves of coal

Во ревидентската клаузула, ревидентската комисија ги прифати и ги предложи на надлежниот орган при Министерството за Економија да ги завери вкупните геолошки резерви на јаглен, пресметани по метода на блокови, со нивните квалитативни просечни пондерисани вредности.

Квалитетот на јагленот на наоѓалиштето "Брод-Гнеотино" е определуван преку изработка на хемиски анализи, од типот на комплетни технички анализи, елементарни анализи, анализи на составот и топливоста на пепелта како и изработка на петрографска анализа и технолошки испитувања.

Резултатите од сите досегашни технички анализи на јаглените детално се прикажани во форма на табеларни прегледи на поединачни дупнатини и нивни средни пондерисани вредности како и за секоја категорија на резерви, група категории на резерви и целото наоѓалиште, преку примена на одредени методи во кои се вклучени и кумулативните количини на јаглен.

Квалитативните параметри по категории на рудните резерви се прикажани во табела бр.3:

Категоријана резерви	Геолошки резерви (тони)	Вк.Влага %	Пепел %	Вк. S %	S во пепел %	Сог. %	Кокс %	Ц-фих %	Исп. %	Согор %	ДТВкЈ/kg
A	18530035	50.52	17.11	0.88	0.10	0.78	30.43	13.32	19.05	32.37	6859
B	19758678	47.15	18.16	0.72	0.09	0.63	31.65	13.49	21.20	34.69	7520
Ц ₁	26448800	45.41	16.17	0.73	0.10	0.63	31.93	15.76	22.65	38.42	8796
Ц ₂	43346883	44.93	13.63	0.80	0.11	0.69	28.82	15.19	26.25	41.44	9881
Вкупно:	10830736										
A + B	38511713	48.72	17.62	0.80	0.10	0.70	31.06	13.41	20.15	33.56	7198
A+B+Ц ₁	64960513	47.41	17.05	0.77	0.10	0.67	31.41	14.36	21.17	35.54	7848
A+B+Ц ₁ +Ц ₂	10830736	46.42	15.68	0.78	0.10	0.68	30.37	14.69	23.21	37.90	8662

Табела 3: Квалитативни параметри на рудните резерви, по категории

Table 3: Qualitative parameters of mineral reserves by category

2.7. Елементарна анализа

Елементарната анализа изработена на 69 композити од дупнатини, со кои е одредена содржината на јагленородот, водородот и азотот, во услови со влага во аналитичкиот примерок.

Содржината на елементите изнесува:

јагленород (C).....21,41 % до 44,67 %

водород (H) 2,17 % до 5,00 %

азот (N)0,85 % до 2,33 %

2.8. Хемиска анализа

Со хемиското испитувања пепелот, одредени се процентуалните содржини на: SiO₂ од 52,71 % до 56,35 % ; Fe₂O₃ од 4,65 % до 7,60 % ; CaO од 4,39% до 7,69% ; MgO од 1,18% до 1,97% ; Al₂O₃ од 20,53% до 23,06% ; P₂O₅ од 0,05 до 0,37% ; SO₃ од 0,93% до 2,88% ; K₂O од 1,00% до 1,31% ; Na₂O од 1,84% до 2,50%.

Според прикажаните вредности на поедини соединенија може да се констатира дека, во пепелта од јагленот, доминантно учество има SiO₂, а потоа следата Al₂O₃, Fe₂O₃ и содржината на CaO.

За определувањето на топливоста на пепелта користени се композитни проби на пепелта од јагленот, со изработка на термомикроскопски анализи, при што се дефинирани температурните подрачја на поедини фази на топливоста на пепелта.

Со анализа на топливоста на пепелта испитани се точката на топливоста на пепелта, точката на почеток на синтеровање која се движи од 920 - 950°C, а завршната фаза на синтеровање од 1750°C до 1190°C.

- Омекнување на пепелта од 1190°C до 1320°C,
- Почеток на топење на пепелта се врши на 1270°C до потполно топење на 1345°C.

2.9. Петрогравски состав на јагленот

На одреден број на проби од јаглен извршени се микроскопски испитувања за дефинирање на петрогравскиот состав на јагленот од наоѓалиштето Брод Гнеотино и може да се констатира дека, содржината на ксилит се движи од 20 – 53% (ксилит = текстинит + улминит), додека застапеноста на останите мацерали е следната:

Текстинит	од 21,50 – 28,50 %
Улминит	од 18,59 - 20,50 %
Атринит.....	од 18,50 – 21,50 %
Дестинит	од 9,50 - 14,00 %
Липтинит.....	од 4,00 - 5,50 %
Инертинит	од 0,50 - 1,50 %
Ксилит(текс.+улм) од	40,00 - 49,00 %
глина.....	од 13,00 - 17,00 %
пирит.....	од 0,70 - 1,00 %

2.10. Технолошки испитувања

Технолошките испитувања се извршени во текот на 1991 год. Со изработка на истражниот усек, при што е земена проба на јаглен за технолошко третирање во ТЕ – Битола. При постапка на согорување биле следени сите технолошки параметри на котелот, а повремено и технолошките параметри на турбината и водохемискиот режим на целата постројка.

Сите добиени резултати од постапката на согорување на јагленот од истражниот усек се сумирани во “ЕЛАБОРАТ –за термоенергетско понашање на јагленот ископан од усекот на наоѓалиштето Брод Гнеотино “ (1991 год.)



2.11. Други корисни минерални суровини

Со изработка на пробно - истражниот експлоатационен усек се дојде до сознание дека серијата на песоци каја влегува во геолошката градба на наоѓалиштето се одликува со мошне квалитативни особини и е атрактивна за експлоатација и примена во градежништвото.

Од сознанијата со кои располагаме, во југозападниот дел, надвор од контурата на наоѓалиштето е изградена постројка за експлоатација и сепарација на песок. Прелиминарно се пресметани околу 2.500.000 m³ ситнозрнест до крупнозрнест песок, и истите се наоѓаат во првата и втората меѓуслојна јаловина. За подетална категоризација на овие количини потребно е да се изработи посебен геолошки елаборат за резервите на песок, во кој ќе се дефинира и квалитетот на истиот. Доста интересни во денешна кварцна ера е и присуството на расипен кварц во цело наоѓалиштечија величина е различита од неколку сантиметри се до пола метар и повеќе.

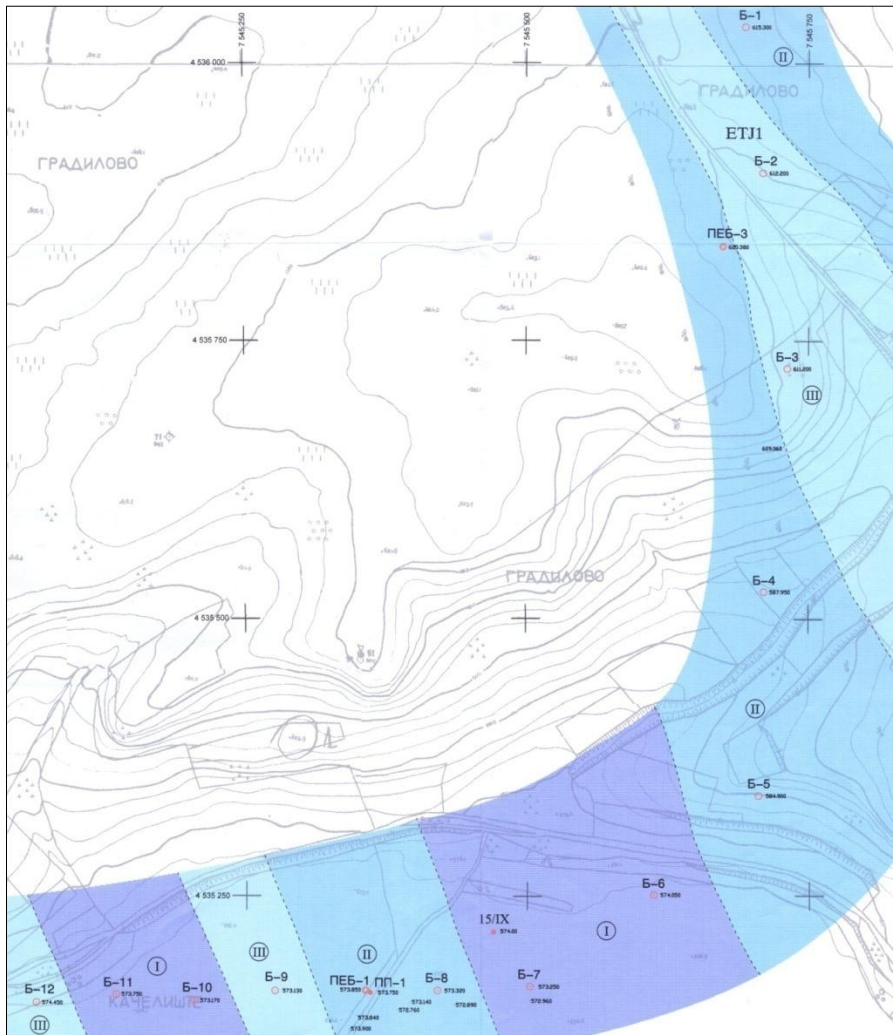
3. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО – ПРЕГЛЕД И РЕЗУЛТАТИ ОД ИЗВЕДЕНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА

Просторот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" хидрогеолошки е истражуван во долг временски интервал во повеќе периоди и фази, во-главно во рамките на истражувањата на јаглен.

Во периодот од 2000 до 2001 година (I фаза) направени се до сега најобемни хидрогеолошки истражни работи со цел да се додефинираат сложените хидрогеолошките услови и карактеристики на наоѓалиштето. За извршените истражни работи со состојба на Јуни 2001 година, изготвен е Елаборат, во кој се сублимирани резултати од сите претходни хидрогеолошки истражни работи.

Во оваа истражна фаза реализирани се следните истражни работи: хидрогеолошко картирање (реамбулација) на теренот, хидрогеолошко дупчење, хидрогеолошко картирање на јадрото од дупнатините, вградување на пиезометарски конструкции, теренско определување на ВДП, определување на хемискиот состав на подземните и површинските води и мерење осцилации на НПВ на набљудувачка пиезометарска мрежа.

Врз основа на хидрогеолошка реамбулација и од претходни картирања на теренот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" на површина од 6 km² изработени се хидрогеолошки профил и карта (мерка 1:5.000). Слика 4



Зона	Бунари	Q бунари (l/s)	q _{sp} (l/s/m)	Kf (m/s)	T (m ² /s)	ХГ опис
I	Б-6	>35	1,5 – 4,0	1x10 ⁻⁴ -1x10 ⁻³	1x10 ⁻³ -1x10 ⁻²	Добро до многу добропропусни водоносни
	Б-7					
	Б-10					
	Б-11					
II	Б-1	10 – 25	0,2 – 1,5	1x10 ⁻⁵ -1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁴ -1x10 ⁻³	Добро водопрпусни водоносни
	Б-4					
	Б-5					
	Б-8					
III	Б-2	0,5 – 5,0	0,01 – 0,2	1x10 ⁻⁷ -1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁶ -1x10 ⁻⁴	Слабо до средно водопрпусни водоносни
	Б-3					
	Б-9					
	Б-12					

- Б-1 Ново изведени експлоатациони
- ⊙ ПЕБ-1 Порано изведени експлоатациони бунари
- ПП-1 Порано изведен пиометар

Размер 1 : 5000

Слика 4: Хидрогеолошка карта на истражниот простор

Figure 4: Hydrogeological map of investigation area

Во оваа фаза од хидрогеолошки истражувања и испитувања, вградени се вкупно 26 групни пиезометри или 47 единечни, со вкупна длабина од 2.931,10 m.

Вградени се следните видови пиезометри: кровински пиезомертар, прв меѓуслоен пиезомертар, втор меѓуслоен пиезомертар и подински пиезомертар.

Со овие истражувања дефинирани се четири издански зони со различни хидрогеолошки карактеристики: кровинска издан со главно слободно ниво, меѓуслојна издан под притисок како меѓуслојни водоносни хоризонти М1 и М2 и подинска издан под притисок испод продуктивната јагленова серија.

Субартески притисоци се регистрирани во 40 истражни дупнатини, од тоа во првата меѓуслојна изданска зона во 9 истражни дупнатини, во втората меѓуслојна изданска зона во 7 истражни дупнатини, во подинската изданска зона во 24 истражни дупнатини. Артески притисоци со самоизливни води се регистрирани во дупнатините 16/VIII' (П) и 15/V1.

Во текот на 2002 и 2003 година направени се хидрогеолошки истражувања и испитувања (II фаза) со изведување на 4 пробно-експлоатациони полиња (ОП-I, ОП-II и ОП-III и опитно поле-усек) со цел за дефинирање на хидрогеолошките параметри на водоносните средини на просторот на опитните полиња.

На опитното поле-усек изведени се три истражни пиезомертарски дупнатини, со цел да се следи нивото на подземните води во фазата на тестирањето. На опитните полиња ОП-I, ОП-II и ОП-III изработени се вкупно 18 истражни пиезомертарски дупнатини, од кои по шест истражни дупнатини на секое опитно поле и по еден пробно-експлоатационен бунар или вкупно 3. Од вкупно шест истражни дупнатини во рамките на секое опитно поле, една истражна дупнатина е изведена како структурна со јадровање на материјалот, додека останатите 5 се изведени без јадровање на материјалот. Од јадрото се земени примероци и направени се гранулометриски анализи, а одреден е и коефициентот на филтрација во лабораториски услови.

Пробно-експлоатациони бунари се дупчени со реверсна метода. Во нив вградена е пиезомертарска конструкција со цел мерење на нивото на подземните води.

Во периодот од 2003-2005 година се вршени само мерењата на НПВ на постоечка пиезомертарска мрежа од страна на РЕК "Битола" и тоа на: 26.06.2003, 05.08.2003, 03.10.2003, 28.10.2003, 25.01.2004, 13.07.2004, 07.09.2004, 20.01.2005 и последните мерења на 30.08.2005 година.

Исто така во 2004 и 2005 година, изработена е Физибилити студија за почеток на отворање и експлоатација на П.К."Брод-Гнеотино", каде хидрогеолошките работи се прикажани во книга "Одводнување и заштита на површинскиот коп Брод-Гнеотино од површински и подземни води".

На Прилог 2 е прикажана хидрогеолошка карта со инженерскогеолошка реонизација на просторот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" во размер 1:5.000, која е изработена во 2000/2001 година од страна на "Геохидропроект" - Скопје. Истата е дополнета со новите истражни работи и како таква е прикажана на Прилогот.

3.1. Издани

Со изведените хидрогеолошки истражувања и испитувања дефинирани се хидрогеолошките карактеристики на застапените карпести маси (водоносни средини) и во одреден степен дефинирани се хидрогеолошки услови на теренот.

Од хидрогеолошки аспект, може да се констатира дека во овој терен, постојат главни предуслови за акумулирање на слободни подземни води, односно можност за формирање на издани.

3.1.1. Видови на издани

Спрема геолошката градба, литостратиграфскиот состав, структурните и хидрогеолошките карактеристики на карпестите маси во рамките на јагленовото наоѓалиште и неговата поширока околина, како и резултатите од досегашните истражувања и испитувања, се издвојуваат следните водоносни средини (издани):

- водоносни средини со интергрануларна (меѓузрнска) порозност;
- водоносни средини во неогениот комплекс;
- водоносни средини со пукнатинска порозност.

3.1.2. Издан во водоносни средини со интергрануларна (меѓузрнска) порозност

Овој тип на издан е формиран во кварталните неврзани седименти (алувијални, делувијални и пролувијални наслаги) кои лежат непосредно преку плиоценскиот седиментен комплекс.

Делувијално-пролувијалните седименти се изградени од глиновито-песокливи литолошки членови, со присуство на фрагменти од ободниот дел на наоѓалиштето, во кои доминираат самци од околните карпи и самци на кварц.

Алувијалните наслаги (разногранулирани песоци и чакали) распространети се во јужниот и западниот дел на наоѓалиштето, по Црна Река и повремението токови.

Подземните води во овие водоносни средини се одликуваат со слободно ниво.

3.1.3. Издан во водоносни средини во неогениот комплекс

Овој тип на издан има широко распространување, а развиен е во рамките на плиоценските седименти. Водоносните хоризонти се јавуваат на повеќе нивоа и се со различна дебелина (моќност). Во јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" се издвоени неколку водоносни хоризонти и тоа: кровинска издан, прва меѓуслојна издан, втора меѓуслојна издан и подинска издан.

Кровинска издан со слободно ниво (К) од збиениот тип во колекторските членови со суперкапиларна порозност, е формирана во кварталните неврзани седименти (алувијални, делувијални и пролувијални наслаги) и во надпродуктивните плиоценски неврзани карпести маси претставени со песокливо-чакалести наслаги. Максималната дебелина на кровинската изданска зона на колекторот изнесува од 5m-15m, а за пресметка се усвоени 5 m (измеѓу

профилите 14 до 161) и 7m - 10m (од 6 до 14 профил). Генералната насока на движење на подземната вода е од исток кон југозапад, а на јужната страна од правецот на Црна Река према север. Коefициентот на филтрација во кровинската издан има вредности од $K = n \times 10^{-4}$ до $K = n \times 10^{-5} \text{ m/s}$, во добро водопрпусните терени со добра издашност. Помеѓу профилите 14 до 161 изнесува $K_f = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ и во зоната измеѓу профилите од 6-14 изнесува $K_f = 1,0 \text{ m/s} \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Подината ја сочинуваат алевролитско-лапоровити глинци (трепели) и јагленот. Според хидродинамичките карактеристики подзмените води се со слободно и субартерско ниво, а истото е променливо и е во зависност од морфологијата на теренот.

Првата меѓуслојна издан под притисок (M_1) се наоѓа во прашино-песокливи наслаги помеѓу првиот и вториот јагленов слој. Просечната дебелина на оваа зона за целото наоѓалиште изнесува 8,2 m. Во источните и западните делови од наоѓалиштето не е регистрирана, т.е. исклинува. Максималната дебелина изнесува 30 m (профил 11 дупнатина Kb-V) во констатираната раседна зона во југозападниот дел. Поголема дебелина преку 20 m е регистрирана во зоните помеѓу дупнатините: од Kb-III до L-VIII; од Kb-V до 11/V1; околу L-III2 и околу дупнатината 141/VII. Во централните делови, дебелината на оваа меѓуслојна изданска зона изнесува од 5-15 m. Во северните делови просечната дебелина изнесува околу 5 m, освен во две зони со протегање C-J и И-3, каде е регистрирана поголема дебелина до 20 m. Во јужните делови прва меѓуслојна изданска зона исклинува кон река Црна. Генерална насока на движење на подземните води е од исток кон запад, со одделно локално варирање. Среден коefициентот на филтрација е $K_f = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Втора меѓуслојна издан под притисок (M_2) се наоѓа во песокливо-прашинести наслаги помеѓу вториот и последниот јагленов слој. Се протега во правец ССЗ-ЈЈИ и исклинува кон источните ободни делови, како и на западната страна према Пелагониската котлина. Исклинувањето, исто така е регистрирано во југозападниот дел на две места помеѓу попречните профили 13 и 141 и подолжните профили VI и VII1. Просечната дебелина на оваа изданска зона изнесува 6,6 m, додека максималната дебелина изнесува 25 m кај 13/VII1 и 13/VIII и 28 m кај дупнатината 15/VII1. Средна вредност на коefициентот е $K = 5,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, додека хидрауличкиот градиент изнесува $i = 0,015$, додека водопрводноста, односно брзината на движењето на подземните води изнесува $v = 0,013 \text{ m/ден}$. Исто и како првата меѓуслојна издан и оваа водоносна средина по своите хидродинамички карактеристики се одликува со ниво на подземни води под притисок (артерско и субартерско ниво).

Подинска изданска зона под притисок (Π) е констатирана во целото јагленово наоѓалиште Брод-Гнеотино, во подинскиот комплекс на базалната (подинска) фаџија. Има дебелина од преку 100 m. Составена е од: сиво-зелени песоци со различна гранулација, чакали и глини кои фаџијално се сменуваат по вертикален и хоризонтален правец. Колекторската зона на оваа издан ја сочинуваат песокливи и прашиности плиоценски седименти со голема дебелина. За пресметки на резерви на изданскиот ток е усвоена дебелина на изданската зона од 4 m. "Само-изливни" води, односно артерски подземни води кои истекуваат се регистрирани во пиезометарот 16/VIII' (Π), чија издашност изнесува од 0,52-0,62 l/s. За пресметка е усвоен среден коefициент на филтрација $K = 6,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, хидрауличкиот градиент $i = 0,02$ додека брзината на движењето на подземните води е $v = 0,115 \text{ m/ден}$. Ваквите брзини укажуваат на средни вредности

на издашноста на изданскиот ток, а со тоа средни висини на дотоци на подземни води во процесот на експлоатација. Според хидродинамичките карактеристики подинската издан се одликува со ниво на подземни води под притисок (артерско-субартерско ниво).

3.1.4. Издан во водоносни средини со пукнатинска порозност

Овој тип на издан е изграден од предпалеозојски гнајсеви, микашисти, палеозојски кварц-графитични шкрилци, филити и аргилошисти. Североисточниот дел на наоѓалиштето е изграден од гнајсеви (Gm) и шкрилци (Sg), во кои е формирана оваа издан. Овие терени, кои се изградени од овие прекамбриски комплекси, по своите хидрогелешки карактеристики се групирани во слабо водопрпусни и слабо издашни средини но тоа е условно и е во зависност од интензитетот на нивната испуканост. Водоносните средини од оваа издан се одликуваат со слободно ниво на подземни води.

3.1.5. Прихранување и дренирање

Изданот во водоносните средини со интергрануларна (меѓузрнска) порозност се храни од атмосферските врнежи, од подземните води кои дотекуваат од водоносните средини со пукнатинска порозност по зоните на нивните контакти а кои се наоѓаат на поголемо хипсометриско ниво, како и од Црна Река на водоносните средини во алувијалните седименти во јужниот дел на наоѓалиштето.

Прихранувањето на изданот во водоносните средини од неогениот комплекс е од атмосферските води кои директно вршат хранење по отворените делови на овие водоносни средини, подземните води кои дотекнуваат од водоносните средини со пукнатинска порозност по зоните на нивните контакти а кои се наоѓаат на поголемо хипсометриско ниво и со инфилтрирање на подземните води од водоносните средини во делувијалните, пролувијалните и алувијалните седименти.

Издан во водоносни средини со пукнатинска порозност се храни од атмосферските врнежи, додека се дренираат од извори и од истекување на подземните води во водоносните средини со интергрануларна порозност во кварталните и неогените седименти кои се наоѓаат на хипсометриски пониско ниво.

Прихранувањето на водите од кровинската издан, во централните и северните делови од теренот се врши преку површината за време на дождливите периоди, преку повремени површински водотеци, кои ги еродирале површинските слабо водопрпусни слоеви, преку ободните источни и североисточни делови од наоѓалиштето кои се изградени од делувијално - пролувијални седиментни наслаги кои воедно преставуваат добри хидрогеолошки проводници на водите од ридско планинските делови. Генерално, на овој начин се врши прихранување на подземните води во целата Пелагониската котлина.

Во јужните делови од теренот, каде се застапени добро водопрпусни алувијално-делувијални седиментни творервини, прихранувањето во кровинската издан со слободно ниво, покрај горе наведенениот начин, се врши и од најзначаен површински водотек река Црна, која е многу блиску до јужните делови од наоѓалиштето околу 200 m. Ваквата констатација може да се согледа од фактот што, подземните води имаат генерален правец на течение ССЗ-ЈЈИ, односно од

ободните источните делови кон р. Црна. Овој факт е битен за проектирање на технологијата на ископ.

Изданските зони под притисок се прихрануваат воглавно од источната страна на наоѓалиштето, односно од гнајсно-микашистен метаморфен комплекс (разбиен издан со пукнатиска порозност) и од деловите на неговите контакти со неогенквартернитетворби. Во контактните делови (палеорељеф, квартални и плиоценски седименти), прихранувањето е директно од атмосферските врнежи, а како предуслов за таквото прихранување е составот на седиментите од овој дел.

На просторот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино", дренажањето е слабо застапено. Тоа се врши само преку еден слабо издашен извор во близина на старото корито на река Црна и две самоизливни дупнатини. Исто така, дел од водите од кровинската издан се дренират и преку изработен пробен-експлоатационен усек од 1991 година.

3.1.6. Хидрогеолошки параметри

Од хидрогеолошките параметри на јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" најдобро се дефинирани со истражувањата од 2000 и 2001 година (I-фаза) со определување на коефициентот на филтрација и издашност на изданскиот тек.

Од синтеза на резултатите од сите извршени испитувања на ВДП, може да се констатира дека хидроколекторите имаат добри филтрациони карактеристики (добро водопрпусни карпи), чиј коефициент на филтрација се движи воглавно во рамките $px10^{-5}$ m/s до $px10^{-3}$ m/s. Ако се земат во предвид и геометриските карактеристики на изданските зони, можат да се очекуваат значајни дотоци на подземни води. Според вредностите на коефициентот на филтрација, најголеми дотоци треба да се очекуваат во кровинската изданска зона, потоа во подинската изданска зона, прва меѓуслојна и на крај во втора меѓуслојна зона.

Хидрогеолошките изолатори на наоѓалиштето, за разлика од колекторите, имаат многу послаби филтрациони карактеристики, чиј коефициент на филтрација се движи од $3,80 \times 10^{-10}$ m/s до $7,28 \times 10^{-6}$ m/s. Инаку, за целото наоѓалиште среден коефициент на филтрација на хидроизолатори може да се прифати од $px10^{-7}$ m/s.

3.1.7. Издашност на изданскиот тек и биланс на подземните води

Со истражувањата од 2000/2001, пресметана е издашноста на изданскиот ток во вид на динамичките резерви на подземните води во изданите кои изнесуваат:

- кровинска издан (К) Qdin. = 2,31 l/s
- прва меѓуслојни издани М1 (од профил 10 до 14) Qdin. = 6,16 l/s
- втора меѓуслојни издани М2 (од профил 10 до 14) Qdin. = 2,52 l/s
- подинска издан П (од профил 10 до 14) Qdin. = 4.60 l/s

Вкупно:..... Qdin. = 15.6 l/s

Статичките резерви (по формулата на Н. А. Плотников и С. К. Абрамов) се проценети на:

- кровинска издан (К) Qst. = 26,97 l/s

- прва меѓуслојни издани M1 Qst. = 1,18 l/s
- прва меѓуслојни издани M2 Qst. = 0,50l/s
- подинска издан Qst. = 1.38 l/s

Другите хидрогеолошки параметри (издашност, специфична издашност, водопроводност, пиезопроводност и др.) на јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" детално се анализирани во следното поглавје.

3.2. Резултати од пробното црпење

Пробното црпење, т.е. тестирање на хидрогеолошките објекти на подрачјето на јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" е извршено единствено во 2003 година, со цел одредување на хидрогеолошките параметри на водоносните средини и согледување на хидрогеолошките услови на наоѓалиштето, кои би послужиле како подлога за планирање на одводнување на површинските и подземните води од копот.

На трите опитни полиња и пробно-експлоатациониот усек извршено е тестирање (пробно и главно црпење) со три степени на снижувања и мерење на враќање на НПВ во бунарот и во околните набљудувачки пиезометри.

Со тестирање на **опитното поле пробно - експлоатационен усек** констатирано е дека водоносните средини се одликуваат со мала водоносност, а поради неговите димензии истиот служи како дрен, резервоар на подземните води. Истиот се одликува со средна издашност $Q=30,00 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ и среден коефициент на водопроводноста $Tsr=9.29 \times 10^{-2} \text{ (m}^2/\text{s)}$, $M=14.00 \text{ m}$, $Ksr=6.637 \times 10^{-3} \text{ (m/s)}$.

Според добиените резултати водоносните средини во рамките на опитните полиња се одликуваат со следните хидрогеолошки параметри:

Опитно поле ОП-I се одликува со:

- Оптимална и специфична издашност $Q_{opt}=8,35 \text{ l/s}$ и $q_{opt}=0,47 \text{ l/s/m'}$ за $S_{opt} (1/3H)=19,23 \text{ m}$, а според специфичната издашност средината спаѓа на границата помеѓу слаба и средна водоносност.
- Коефициент на водопроводност (тест црпење) $Tsr=8,21 \times 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{s)}$, а по метод враќање на ниво Т (ПП-1) = $5,916 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{s)}$ и Т (ПП-4) = $5,325 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{s)}$.
- Специфичната издашност $[j]=6,50 \times 10^{-5}$ (ПП-1) и $[j]=3,1 \times 10^{-4}$ (ПП-4).
- Пиезопроводноста $a=0,909$ (ПП-1) и $a=0,174$ (ПП-4).
- Радиус на дејство на бунарот $Ra=336.8 \text{ m}$, до $Ra=331.4 \text{ m}$.

Опитно поле ОП-II се одликува со:

- Оптимална и специфична издашност $Q_{opt}=27,3 \text{ l/s}$ и $q_{opt}=1,92 \text{ l/s/m'}$ за $S_{opt} (1/3H)=35,95 \text{ m}$. а специфичната издашност средината спаѓа на границата помеѓу средна и добра водоносност.

- Коефициент на водопроводност (тест црпење) $T_{sr}=1,59 \times 10^{-3}$ (m^2/s), а по метод враќање на ниво Т (КП-1) $=2,30 \times 10^{-3}$ (m^2/s) и Т (КП-4) $=2,75 \times 10^{-3}$ (m^2/s).
- Специфичната издашност $c=0,000343$ (КП-1) и $c=0,000142$ (КП-4).
- Пиезопроводноста $a=0,154321$
- Радиус надејство на бунарот $R_a = 298,3m$.
- **Опитно поле ОП-III се одликува со:**
- Оптимална и специфична издашност $Q_{opt}=5,55$ l/s и $q_{opt}=0,405$ l/s/m' за S_{opt} (1/3H) $=57,69$ m, додека според специфичната издашност средината спаѓа на границата помеѓу слаба и средна водоносност.
- Коефициент на водопроводност (тест црпење) $T_{sr}=3,35 \times 10^{-4}$ (m^2/s), а по метод враќање на ниво Т (ПП-1) $=0,00033$ (m^2/s) и Т (ПП-4) $=0,00039$ (m^2/s).
- Специфичната издашност $c=0,0001$ (ПП-1) и $c=0,0001$ (ПП-4).
- Пиезопроводноста $a=0,0988$ (ПП-1) и $a=0,1165$ (ПП-4).
- Радиус надејство на бунарот $R_a=223,6$ m, до $R_a=242,8$ m.

Од добиените хидрогеолошки параметри на водоносните средини, врз основа на тестирање на просторите околу опитните полиња, може да се заклучи дека само просторот околу опитно поле ОП-II се одликува со средно до голема водоносност, а додека останатите делови се одликуваат со послаба водоносност.

Резултати добиени со анализа на водоносноста на целиот простор на јагленовото наоѓалиште укажуваат дека коефициентот на водопроводност се движи во дијапазон од $1,34 \times 10^{-9}$ - $4,36 \times 10^{-1}$ m^2/s , или средна вредност $4,60 > 10^{-4}$ m^2/s . Топографски најнискиот источниот дел од теренот помеѓу профилите 9 и 14, потоа дел од теренот околу дупнатина Ljb-IV2 и околу опитните полиња ОП-II, ОП-III, се добро водоносни, додека малку послабо водоносни се деловите од теренот околу дупнатина Lb-V и на крајниот северен дел. Во рамките на тие делови од теренот треба да се очекуваат поголеми приливи во идниот коп.

3.3. Артески и субартески притисоци

Артеските и субартеските притисоци на јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" се јавуваат во изданите под притисок во меѓуслојните хоризонти М1 и М2, како и во подинскиот дел на јагленовата серија - П.

Тие притисоци се манифестација на хидрауличниот притисок на изданите врз нивниот повлатен хидроизолатор. Во зависност од неговата големината, изданите се разврстени во субартески и артески. Артеските притисоци чие пиезометарско ниво излегува над површината на теренот, ја формираат артеската издан под притисок, додека кај субартеската издан нивото е пониско од површината на теренот.

Првата меѓуслојна изданска зона М1 се карактеризира со субартески притисок од 0,19 бари до 3,50 бари регистриран во дупнатината 9/IX (М1) и 3,56 во



131/VII (M1), додека втората меѓуслојна изданска зона M2 од 0,20 бари во 111/IX (M2) до 5,27 бари во дупнатината 121/VII(M2).

Во подинската изданска зона, субартески притисок е регистриран во 19 истражни дупнатини со максимален хидростатички притисок 10,98 бари, регистриран во истражната дупнатина Jb-IX2) и 10,37 во Kv-VII2, и минимален од 1,01 во 9/X(K).

Артески притисоци со самоизливни води се регистрирани во дупнатините 16/VIII'(П) и 15/VI1 со претпоставени хидрогеолошки притисоци од 7,3 - 7,9 бари.

4. ИНЖИНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ И ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

4.1. Инженерскогеолошки карактеристики

Според инженерскогеолошката реонизација на теренот, карпестите маси се групирани во делот на различните литогенетски единици: неврзани карпести маси, слабоврзани карпести маси, цврсто врзани полускаменети карпести маси и скаменети карпести маси.

Од досегашниот обем на истражни и испитателни работи, поточно од инженерскогеолошко картирање на теренот и картирање на јадрото од истражните дупнатини, може да се констатира дека теренот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" се карактеризира со присуство на повеќе инженерскогеолошки групи на карпести маси.

На прилог бр. 2 е прикажана инженерскогеолошка реонизација на просторот што го зафаќа јагленовото наоѓалиште "Брод-Гнеотино" во размер 1:5.000, која е изработена во 2000/2001 година од страна на "Геохидропроект" -Скопје. Истата е дополнета со новите истражни работи и како таква е прикажана на прилог.

4.1.1. Неврзани карпести маси

Во оваа група припаѓаат кровинските квартерни седиментни наслаги кои се изградени од разни вариетети на прашиности песоци, ситнозрни песоци и чакали, во меѓуслојните делови на продуктивната серија изразени како прашиности-песокливи наслаги, како и во подинската фазија во вид на разнозрни песокливи и песокливо-прашиности сегменти.

Од песокливите сегменти се регистрирани различни вариетети, а што се однесува до чакалите истите припаѓаат во групата на слабогранулирани и доброгранулирани. Прашините се карактеризираат со ниска до средна пластичност. Песокливо-прашиности творби ги има во различни вариетети во делот на меѓуслојните делови на продуктивната серија, а истите ги има и во подината на продуктивната серија со тоа што таму во поголем дел се регистрирани слабо гранулирани песокливи творби пропратени со песокливо-прашиности заглинети сегменти.

4.1.2. Слабо врзани карпести маси

Слабоврзаните карпести маси се застапени во склоп на различни литогенетски единици, како и делувијалните седименти, кои се представени со глина црвеница со ниска до средна пластичност, како и во склопот на подпродуктивните творби во вид на јагленова глина. Според досегашните сознанија, оваа инженерскогеолошка група е доста количински застапена, што не значи дека нема големо инженерско значење.

4.1.3. Цврсто врзани полускаменети до слабо врзани карпести маси

Оваа инженерскогеолошка група се однесува на трепелите. Претходната детерминација е определена врз база на специфичниот карактер на овие седименти, односно нивно специфично однесување при губење на природната влажност во услови на ископ.

Една од основните карактеристики на овој материјал, представува нивната дисконтинуалност, што искусствено е потврдена при експлоатација на П.К. "Суводол". Споменатата карактеристика условува да при анализата на стабилноста на косините се примени екстраполација на параметрите од монолит на масив, што треба да се има во предвид при натамошните истражувања.

Врз основа на теренските картирања на јадрата при истражно-структурните хидрогеолошки и геомеханички истражувања, може да се каже дека генерално трепелите се различно дијагенизирани и на места испукани со различни пукнатински системи. Тие се со вертикални пукнатини, поретко коси а многу малку хоризонтални, и ако се регистрирани тие се во правец на седиментацијата.

Карактеристично за сите овие пукнатински системи е појавата на дифузно влажнење и појава на подземни води регистрирана во дупнатините. Кај регистрираните коси пукнатини, како во дупнатините 141/VII1 и 151/VII, се забележуваат траги на лизгање во кровинскиот дел на длабина од 54,20-54,30 m и до 88,60 m.

4.1.4. Цврсто врзани полускаменети карпести маси

Во оваа инженерскогеолошка група е јагленот, чии што физичко-механички карактеристики се детерминирани со претходните истражувања и испитувања и прикажани во разни елаборати а посебно во Елаборатот за геомеханичките карактеристики на јагленот.

4.1.5. Цврсто врзани скаменети карпести маси

Во делот на цврсто врзаните скаменети карпести маси, припаѓаат гнајсевите и микашистите, кои се јавуваат на источната страна на наоѓалиштето. Овие карпести маси се доста испукани и распаднати под дејство на егзогените процеси и од самата тектоника, која е изразена на овие простори. Други подетални податоци за оваа инженерскогеолошка група не постоат, бидејќи се надвор од јагленовото наоѓалиште.

4.2. Геомеханички карактеристики

На простотот од наоѓалиштето на јаглен "Брод-Гнеотино" во неколку фази извршени се геомеханички истражувања. Првите истражни работи се направени во 1974 година во рамките на Програмата за изведување на регионални истражувања на јаглен во Пелагонискиот басен, при што добиените позитивни резултати довеле до тоа да биде проектирана соодветна профилска мрежа по која се изведуваат сите наредни фази на истражните работи.

Наредните истражни работи се направени во 1978 год. од страна на "Геоби-ро"-Битола, а добиените резултати се прикажани во "Извештај од постигнатите ре-

зултати од спроведените геолошко-рударски истражни работи за јагленосниот терен "Брод-Гнеотино", Битола 1978 година". Следните истражни дупчења се направени 1983 год. од страна на Геолошки завод-Скопје и од добиените резултати

изработен е "Извештај за досегашните истражувачки работи за јагленосниот терен "Брод-Гнеотино" заклучно со 1983 год.", а како продолжеток на овие истраги во 1985 год. од страна на "Геомаврово"-Скопје, во склопот на истражните теренски работи на наоѓалиштето Брод Гнеотино, 52 сондажни дупнатини со вкупна длабочина од 7745,60 m и истите геомеханички се третирани.

Понатаму Рударски институт-Скопје во 1991 год. изработил Анекс кон "Упростен рударски проект за пробно-истражно експлоатационен усек на наоѓалиштето "Брод-Гнеотино". Со теренските истражни работи продолжено е во 1992 година каде што од страна на "Геоексперт"-Скопје изведени се уште 29 сондажни дупнатини со вкупна длабочина од 1983.00 m'.

Во сите наведени истражувачки периоди вклучени се и геомеханички испитувања, но со помал значај во однос на подолу наведените.

Во наредната фаза на истражување реализирана во периодот од 2000-2001 год. од изведувачите "Геинг КуК", Градежен институт "Македонија", "Геохидро-проект", сите од Скопје и Геолошката служба при рудникот "Суводол" РЕК Битола-Битола, изведени се вкупно 65 сондажни дупнатини со вкупна метража од 6907,30 m кои се детално геолошки, хидрогеолошки и геомеханички картирани. За геомеханички испитувања земени се 150 пореметени примероци за класификациони лабораториски испитувања и 100 полупореметени и непореметени примероци за специјални лабораториски испитувања.

Во период од 2001 до 2005 година не се вршени наменски геомеханички испитувања, освен во 2004 година кога е изработена е "Физибилити студија за почеток на отворање и експлоатација на п.к "Брод-Гнеотино", каде се прикажани и геомеханичките работи.

Имајќи ги во предвид сите досегашни истражни работи на локацијата од идното јагленовото наоѓалиште направена е поделба на седиментниот комплекс на неколку зони, а според физичко-механичките карактеристики на регистрираните почвени материјали направена е поделба во стратиграфската позиција на седиментниот комплекс:

- *Првата зона* е именувана како "висока кровина" и ја сочинуваат квартерните наслаги со многу нехомоген состав каде се присутни прашиности до глиновито песочливи материјали (GW, GP, GFc, GFs, SFs, SFc, SW, SP, MI, ML, CI, CL) со присуство на самци од матични карпи од кои преовладува кварц.

Горенаведените материјали се среќаваат во слоеви со моќноста од неколку сантиметри до неколку метри без одредена закономерност на протегање.

Физичко-механичките карактеристики на подслоевите се разликуваат во зависност од тоа дали спаѓаат во групата кохерентни, слабо врзани или некохерентни материјали. Јакосните карактеристики за кохерентните и слабо врзаните материјали се добиени преку лабораториски испитувања врз непореметени примероци, а за некохерентните материјали од извршени опити на стандардна динамичка пенетрација (SPT-тест).

- *Втората зона* ја сочинуваат сивите глинци -трепели кои по своите физичко-механички карактеристики се издвојуват од останатите материјали. Овие материјали се карактеризираат со висока природна влажност и мала волуменска тежина во сува состојба.

Според геомеханичката класификација спаѓаат во група на високопластични многу заглинети прашини (MH/CH), а процентот на глина и песокливи фракции варира без некоја изразена закономерност.

Трепелите се констатирани во најголем број истражни дупнатини, освен на североисточниот дел на наоѓалиштето на неговиот обод и во јужниот дел во алувијалната рамнина близу до р. Црна. Словите се со различна моќност, од 1.5 метри во дупнатина Lb-VIII2 до 100.00 m во дупнатина Jb-IV2.

- *Третата зона* ја опфаќа продуктивната серија, во која спаѓа "јагленот". Најчесто може да се диференцираат два главни јагленови слоја, а во дел од наоѓалиштето три кои кон запад се соединуваат во еден главен слој.

Вкупната поединечна моќност на јагленовите слоеви по дупнатини е од неколку десетици сантиметри до 15.80 m во дупнатина (M-III2).

Со цел да се определат физичко-механичките карактеристики на јагленот направени се лабораториски испитувања врз непореметени примероци и теренски испитувања за определување на влажност и волуменска тежина во природни услови.

- *Четвртата зона* ја сочинуваат песоци и прашини на места заглинети, со видливо присуство на остатоци од органска материја прашини и глини од органско потекло (SFs, SP, ML, OL, OH).

Ова се седименти со плиоценска старост кои се наоѓаат под трепелите, непосредно над јагленот и помеѓу јагленовите слоеви. Според искуствата добиени при експлоатација на јагленот во постоечкиот површински коп "Суводол" слоевите на јагленова глина (OH) иако со мала моќност, треба да се третираат со посебно внимание бидејќи при контакт со вода ги губат јакосите карактеристики и се потенцијална опасност за стабилноста во копот.

- *Петата зона* ја сочинуваат материјалите од подината, односно зона под продуктивната серија, а е представена со песокливи прашини до крупнозрни песоци (SFs, ML, SW, SP) кои се доста збиени и на одредени места се зафатени од процесите на дијагенизација.

Врз основа на изведените геомеханички истражувања и испитувања, можат да се детерминираат параметрите на одделните литолошки членови, гледано од геомеханички аспект:

- Прва зона, висока кровина:
 - волуменска тежина во природна состојба ... $y=(15.38-21.99)$ kN/m³
 - природна влажност..... $w=(8.10-39.80)$ %
 - волуменска тежина во сува состојба $y_d=(11.80-19.12)$ kN/m³
 - специфична тежина $G_s=2.48-2.79$
 - граница на течење $w_L=(24.00-87.10)$ %
 - граница на пластичност $w_p=(10.55-64.47)$ %

- индекс на пластичност $I_p=(11.95-38.51)\%$ *u*
- Втора зона, трепел:
 - волуменска тежина во природна состојба ... $y=(12.19-18.24)$ kN/m³
 - природна влажност..... $w=(40.90-93.10)$ %
 - волуменска тежина во сува состојба $y_d=(7.61-12.76)$ kN/m³
 - специфична тежина $G_s=2.50-2.55$
 - граница на течење $w_L=(37.0-91.00)\%$
 - граница на пластичност $w_p=(18.0-54.64)\%$
 - индекс на пластичност $I_p=(19.0-50.0)\%$
- Трета зона, јаглен:
 - волуменска тежина во природна состојба . $y=(10.38-13.60)$ kN/m³
 - природна влажност..... $w=(49.50-123.97)\%$
 - волуменска тежина во сува состојба $y_d=(4.63-9.03)$ kN/m³
- Четврта зона, прадини и песоци:
 - волуменска тежина во природна состојба ... $y=(13.68-20.59)$ kN/m³
 - природна влажност..... $w=(16.92-66.41)$ %
- Волуменска тежина во сува состојба $y_d=(11.02-16.70)$ kN/m³
 - специфична тежина $G_s=2.47-2.77$
 - граница на течење $w_L=(20.70-72.00)\%$
 - граница на пластичност $w_p=(10.20-49.00)\%$
 - индекс на пластичност $I_p=(6.66-36.00)\%$
- Петта зона, подина:
 - волуменска тежина во природна состојба ... $y=(16.00-21.60)$ kN/m³
 - природна влажност..... $w=(15.00-35.00)$ %
 - волуменска тежина во сува состојба $y_d=(12.24--16.67)$ kN/m³
 - специфична тежина $G_s=2.60-2.75$
 - граница на течење $w_L=(30.20-51.00)\%$
 - граница на пластичност $w_p=(18.86-33.00)\%$
 - индекс на пластичност $I_p=(8.93-22.04)\%$

4.3. Специјални испитувања:

Во специјалните испитувања, кои се извршени на полупореметени и пореметени примероци од почвените материјали со цел добивање на јакосниите карактеристики на одделните материјали, извршени се следните опити и добиени се резултати соодветно:

- Прва зона, висока кровина:
 - Триаксијален опит $\varphi=(13.82-32.00)^\circ$ $c=(25.00-80.00)$ kN/m²
 - Директно смолкнување $\varphi=(21.20-36.00)^\circ$ $c=(5.00-70.00)$ kN/m²
 - Едноаксијална јакост на притисок $G_p=(39.70-1350.00)$ kPa
- Втора зона, трепел:
 - Триаксијален опит $\varphi=(11.51-23.23)^\circ$ $c=(30.00-90.00)$ kN/m²
 - Директно смолкнување $\varphi=(20.00-29.28)^\circ$ $c=(20.00-60.00)$ kN/m²
 - Едноаксијална јакост на притисок $G_p=(820.00-1980.00)$ kPa
- Трета зона, јаглен:
 - Триаксијален опит $\varphi=(14.20-24.11)^\circ$ $c=(111.52-537.81)$ kN/m²
 - Едноаксијална јакост на притисок $G_p=(820.00-2150.00)$ kPa
- Четврта зона, прадини и песоци:
 - Триаксијален опит $\varphi=(14.50-29.46)^\circ$ $c=(51.85-100.00)$ kN/m²
 - Директно смолкнување $\varphi=(22.00-28.30)^\circ$ $c=(15.00-45.00)$ kN/m²
 - Едноаксијална јакост на притисок $G_p=(840.00-2150.00)$ kPa
 - Директно смолкнување
 - резидуална јакост: $\varphi=(23.00-26.00)^\circ$ $c=(0.00)$ kN/m²
- Петта зона, подина:
 - Триаксијален опит $\varphi=(16.67-27.82)^\circ$ $c=(48.15-90.00)$ kN/m²
 - Директно смолкнување $\varphi=(24.00-28.00)^\circ$ $c=(19.00-75.50)$ kN/m²
 - Директно смолкнување
 - резидуална јакост: $\varphi=(23.00-28.00)^\circ$ $c=(0.00)$ kN/m²
 - Едноаксијална јакост на притисок $G_p=(173.00-2060.00)$ kPa
 - Модул на стисливост за напрегањ (100-400) kPa, $M_v=(3146.00-43482.00)$ k

Литолошките членови кои се поделени во 5 зони, со соодветните геомеханички шрафури прикажани се на карактеристичниот профил VIII-VIII (прилог бр. 3)

Неоспорна е констатацијата дека изборот на вредностите на геомеханичките параметри на материјалите е една од најкомплексните и најчувствителните задачи при геомеханичката анализа на стабилноста при проектирањето на копот, па затоа при детерминирањето на истите треба да се користат сите расположиви подлоги од истражувањата и испитувања заради добивање на што е можно поверодостојни и релевантни податоци.

За застапените почвени материјали на испитуваната локација во односна физичко-механичките карактеристики направена е статистичка обработкана податоците (прелиминарна анализа), а усвоените вредности се прикажани во следната табела бр.4

Реденброј Ordinal number	Вид на материјал Type of material	Геомех. ознака Geomех. tag	с (kN/m ²)	φ (°)	у (kN/m ³)
1	Чакали песокливи	GW, GP, GFs	0.0	33.00	21.00
2	Песоци чакалести	SP, SW	0.0	28.00	20.10
3	Трепел	(TR)	31.35	19.63	15.62
4	Прашина песокливо глиновита	MI, ML	24.63	16.11	18.62
5	Песоци заглинети прашиности	SFс, SFs	8.00	17.65	18.74
6	Јагленова глина - органска	OH, OI/OL	25.00	14.20	16.96
7	Јаглен	(J)	50.00	24.00	12.67

Табела 4: статистичка обработкаподатоците (прелиминарна анализа),

Table 4: statistical processing of data (preliminary analysis),

- волуменска тежина со пресметување на средна аритметичка вредност, средно

квадратно отстапување, коефициент на варијација и коефициент на сигурност

за секој геотехнички слој;

$$\bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \qquad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\bar{A} - A_i)^2}$$

Каде што:

A - средна аритметичка вредност;

A_i – поединечна вредност;

N – број на испитувања;

σ - средно квадратно отстапување.

кохезија како јакосен параметар за секој геотехнички слој, при што статистичката обработка се работи врз основа на принципите на линеарна апроксимација - метод на најмали квадрати, зависно од типот на испитувањето: опит на директно смолкнување или опит на триаксијална компресија;

агол на внатрешно триење како јакосен параметар за секој геотехнички слој, при што статистичката обработка се работи врз основа на принципите на линеарна апроксимација - метод на најмали квадрати, зависно од типот на испитувањето: опит на директно смолкнување или опит на триаксијална компресија; Коефициентот на варијација се пресметува на ист начин, за сите параметри за секој геотехнички слој:

$$v = \frac{\sigma}{A}$$

каде што:

v - коефициент на варијација;

σ - средно квадратно отстапување;

A - средна аритметичка вредност.

Коефициентот на сигурност K_s е во функција од коефициентот на варијација v , бројот на испитувањата N и вредноста на поуздана веројатност r .

Воедно, за оние слоеви кои се среќаваат во ПК Суводол и ПК Брод-Гнеотино водено е сметка за аналогија на вредностите (колку тоа го дозволуваат постоечките резултати и услови на теренот), а во продолжение се наведени геотехничките слоеви со резултатите од статистичката обработка согласно расположливите резултатите од Геомеханичкиот Елаборат за наоѓалиштето “Брод - Гнеотино”. При статистичката обработка на резултатите, водено е сметка да вредностите кои се добиени од испитувањата а кои се нереални (не соодветствуваат за таков вид материјали), не се земени во низите (групите) на анализираните вредности.

- **геотехнички слој GW, GP, GFs (чакалпесокливи)**

Поради малата серија на расположливи резултати (СПТ испитувањата на терен) усвоените вредности за овој слој се: $c = 0.0$ kPa, $\phi = 33.000$ и $\gamma = 21.00$ kN/m³.

- **геотехнички слој SP, SW (песоичакалести)**

Поради малата серија на расположливи резултати (СПТ испитувањата на терен) усвоените вредности за овој слој се: $c = 0.0$ kPa, $\phi = 28.00$ o и $\gamma = 20.10$ kN/m³.

- **геотехнички слој TR (трепел)**

- При статистичката обработка на параметарот - волуменска тежина, анализираните 47 извршени испитувања, при што статистичката усвоена вредност е

$\gamma = 15.62$ kN/m³ при средно квадратно отстапување $\sigma = 0.99842$, коефициент на

варијација $v = 0.06393$ и коефициент на сигурност $K_s = 0.98$.

- Кохезијата како јакосен параметар е статистички обработена според резултатите од 8 опити на директно смолкнување и 7 триаксијални опити. При тоа кохезијата според резултатите од триаксијален опит изнесува $c = 154.69$ kPa, додека според резултатите од опит на директно смолкнување при коефициент на сигурност $K_s = 0.85$ изнесува $c = 31.35$ kPa. Кохезијата е усвоена на страна на сигурноста $c = 31.35$ kPa, особено имајќи ги во предвид нереалните големини кои се добиени со триаксијалните опити за кохезијата.
- Аголот на внатрешно триење како јакосен параметар е статистички обработена според резултатите од 8 опити на директно смолкнување и 7 триаксијални опити. При тоа аголот на внатрешно триење, според резултатите од триаксијален опит изнесува $\phi = 20.04$ o, додека според резултатите од опит на директно смолкнување при коефициент на сигурност $K_s = 0.85$ изнесува $\phi = 19.63^0$.

Аголот на внатрешно триење е усвоен $\phi = 19.630$.

Анализираните јакосни параметри се табеларно прикажани:

од оиштии на директно смолкнување

дуннатина	ϕ	c
11-VII ₁	23	50
13 ₁ -VII	22	38
15-VIII	24	40
15 ₁ -VII ₁	26.3	20
16-VII ₁	26	25
16-VII ₁	23	42
16 ₁ -VIII	20.4	45
16 ₁ -VIII	20	35

јакосни параметри од триаксијален оиштии

ϕ	c
12.53	355.56
18.43	44.44
11.51	346.3
14.37	500
20.32	33.95
14.53	164.2
15.85	266.67

- **геотехнички слој MI, ML (прашина ниско до средно пластична)**

При статистичката обработка на параметарот - волуменска тежина, анализирани се 74 извршени испитувања, при што статистичката усвоена вредност е $\gamma = 18.62 \text{ kN/m}^3$ при средно квадратно отстапување $\sigma = 1.45545$, коефициент на варијација $v = 0.07818$ и коефициент на сигурност $K_s = 0.98$.

- Кохезијата како јакосен параметар е статистички обработена според резултатите од 9 опити на директно смолкнување и 10 триаксијални опити. При тоа кохезијата според резултатите од триаксијален опит изнесува $c = 80.42 \text{ kPa}$, додека според резултатите од опит на директно смолкнување при коефициент на сигурност $K_s = 0.95$ изнесува $c = 36.94 \text{ kPa}$. Кохезијата е редуцирана на 2/3 како за изразито стисливо тло и е усвоена на страна на сигурноста **$c = 24.63 \text{ kPa}$** .

- Аголот на внатрешно триење како јакосен параметар е статистички обработена според резултатите од 9 опити на директно смолкнување и 10 триаксијални опити. При тоа аголот на внатрешно триење според резултатите од опит на директно смолкнување при коефициент на сигурност $K_s = 0.97$ изнесува $\phi = 24.17^\circ$. Аголот на внатрешно триење е редуциран на 2/3 како за изразито стисливо тло и е усвоен на страна на сигурноста **$\phi = 16.11^\circ$** .

Анализираните јакосни параметри се табеларно прикажани:

од оиштии на директно смолкнување

дуннатина	ϕ	c
10-VI	24.5	20
12 ₁ -IX ₁	22	38
13 ₁ -VII	22.5	40
13 ₁ -VII	25	75.5
14-VII ₁	28	19
14 ₁ -VII ₁	22	35
15-VIII	24	28
15 ₁ -VII ₁	25.5	32
16-VII ₁	24	45

јакосни параметри од триаксијален оиш

ϕ	c
15.03	64.81
13.87	74.07
18.59	122.28
11.48	66.67
18.12	69.14
18.12	69.14
28.37	51.85
16.83	59.26
17.64	142.59
22.62	88.89

• **геотехничкислојSFs, SFc (песоцизаглинетипесоци)**

- При статистичката обработка на параметарот - волуменска тежина, анализирани се 33 извршени испитувања, при што статистичката усвоена вредност е $\gamma = 18.74 \text{ kN/m}^3$ при средно квадратно отстапување $\sigma = 0.9189$, коефициент на варијација $v = 0.04903$ и коефициент на сигурност $K_s = 0.98$.

- Кохезијата како јакосен параметар е статистички обработена според резултатите од 4 опити на директно смолкнување и 3 триаксијални опити. Со оглед на искусвените показатели и големото варирање на резултатите од поединечните примероци, како и малата серија за статистичка обработка, усвоена е минималната добиена вредност $c = 8.00 \text{ kPa}$.

- Аголот на внатрешно триење како јакосен параметар е статистички обработен според резултатите од 4 опити на директно смолкнување. Усвоената вредност е $\phi = 17.65^\circ$.

Анализираните јакосни параметри се табеларно прикажани:

од оиш на директно смолкнување

дупнатина	ϕ	c
12 ₁ -VII ₁	27	20.5
12 ₁ -VIII	32	20
14 ₁ -VII ₁	30.4	8
15 ₁ -IX'	27	40

- При статистичката обработка на параметарот - волуменска тежина, анализирани се 9 извршени испитувања, при што статистичката усвоена вредност е $\gamma = 16.96 \text{ kN/m}^3$ при средно квадратно отстапување $\sigma = 0.54265$, коефициент на варијација $v = 0.032$ и коефициент на сигурност $K_s = 0.98$.

- Кохезијата како јакосен параметар не е статистички обработена поради премногу малата серија на расположливи резултати (1 триаксијален опит и 2 опити на директно смолкнување) и усвоена е минималната добиена вредност $c=25.00 \text{ kPa}$.

- Аголот на внатрешно триење не е статистички обработен поради премногу малата серија на расположливи резултати (1 триаксијален опит и 2 опити на директно смолкнување). Усвоена е минимално добиената вредност која изнесува $\phi = 14.20^\circ$.

• **геотехничкислојL(јаглен)**

- При статистичката обработка на параметарот - волуменска тежина, анализирани се 21 извршени испитувања, при што статистичката усвоена

вредност е $\gamma = 12.67 \text{ kN/m}^3$ при средно квадратно отстапување $\sigma = 0.69867$, коефициент на варијација $v = 0.05513$ и коефициент на сигурност $K_s = 0.98$.

- Кохезијата како јакосен параметар не е статистички обработена поради премногу малата серија на расположливи резултати и е **$c = 50.00 \text{ kPa}$** .

• Аголот на внатрешно триење не е статистички обработен поради премногу малата серија на расположливи резултати, усвоено е **$\phi = 24.00^\circ$** .

Усвоените јакосни геомеханички параметри од извршената параметарска анализа за почвените материјали се прикажани во следната табела:

Реден број	Вид на материал	Геомех. ознака	c (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)	γ (kN/m^3)
①	Чакали песокливи	GW, GP GFs	0.0	33.00	21.00
②	Песоци чакалести	SP, SW	0.0	28.00	20.10
③	Трепел	(TR)	31.35	19.63	15.62
④	Прашина песокливо глиновита	MI, ML	24.63	16.11	18.62
⑤	Песоци заглинети прашиности	SF _c , SF _s	8.00	17.65	18.74
⑥	Јагленова глина – органска	OH, OI/OL	25.00	14.20	16.96
⑦	Јаглен	(J)	50.00	24.00	12.67

Табела 5: Усвоени јакосни параметри за материјалите

Table 5: Adopted parameters for material strength

Воедно сакам да напоменеме, дека при ивршување на анализите е земеновопредвид и искуството од ПК Суводол (таму повеќе од 10 години се врши перманентна месечна анализа на стабилноста на откопните блокови), при што искусвено се кажала добра пракса која ја спроведуваат во рудникот ПК Суводол да рудникот е поделен на неколку Микролокации (1-7) кои тековно се надополнуваат со податоци за геомеханичката и хидрогеолошката состојба, во фаза неколку години пред да дојдат багерите да работат во тие зони, а со тоа се користат најновите податоци за тие зони. Со ова сакаме да укажеме, дека за одредени делови од ПК Брод-Гнеотино во следниот период ќе биде потребно да се доизвршат одредени доиспитувања, кои ќе послужат за понатамошни согледувања и анализи.

Во продолжение е дадена табелата бр.6 со усвоените вредности со кои се вршат месечните геомеханички анализи на стабилноста, при што може да се воочи дека истите имаат одредена аналогија со усвоените за ПК Брод-Гнеотино, респектирајќи ги условите на секоја геотехничка средина.

Реден број	Вид на материјал	Геомех. ознака	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kN/m ²)
①	Квартер – делувијални седименти	CL/CI	19.00	21.00	10.00
②	Трепел	(TR)	15.64	17.90	31.83
③	Јаглен	(L)	11.61	30.00	45.0
④	Јагленова глина	OH/OI	16.63	10.27	0.0
⑤	Подински песоци и прашина	SF _s SF _s /MI	21.25	20.77	0.0
⑥	Гнајс	(Gn)	22.00	50.00	200.00
⑦	Грус – чакалест материјал од распадната основна карпа	SW/Gn	21.60	20.00	0.0
⑧	Лискуновита прашина	MI/MH	15.45	12.79	0.0

Табела 6: месечните геомеханички анализи на стабилноста

Table 6: monthly analysis of geomechanical stability

.Пресметка на стабилноста на генералните косини на површинскиот коп за откопка и јаглен.

Пресметката на стабилноста на генералните косини на површинскиот коп Брод-Гнеотино е извршена врз основа на податоците од истражните работи и лабораториските опити за геомеханичката и хидрогеолошката состојба во копот, а во согласност со комплексноста и специфичноста на проблематиката. Пресметувањето на стабилноста е извршено по методот на *Bishop* (со софтверскиот пакет ГАЛЕНА 2.0), метода која се базира на состојба на гранична рамнотежа и по метод на Спенсер за карактеристичниот профил 7-7. Коефициентот (факторот) на сигурност е усвоен врз основа на “Правилникот за технички нормативи за површинска експлоатација на наоѓалиштата на минерални суровини (стабилност на косините на површинскиот коп и одлагалиштата) и тие се:

Генералните косини за површинскиот коп Брод-Гнеотино се така проектирани за да го задоволуваат условот $F_s \geq 1.3$, при $u=0.1$, бидејќи поголем дел од косините ќе стојат одреден временски период (додека не се премине на внатрешно одлагање со што ќе се изврши и потпирање на косините), а помал дел од косините ќе стојат како такви подолг период. Имајќи ја во предвид целокупната хидрогеолошка состојба во зоната на површинскиот коп, како и превземените мерки за одводнување со изработување на бунари, етажни и ободни канали, како и другите хидротехнички објекти, за очекување е вредноста на коефициентот на порниот притисок да се движи во границите до $u=0.1$. Симулирана е анализа и при $u=0.2$ како би се прикажало негативното влијание од зголемено присуство на вода, но со примена на мерките за одводнување ќе се избегне тоа негативно влијание, односно планирано е тоа да биде помало $u < 0.1$.

Геомеханичката анализа на стабилноста за завршна косина е извршена за:

Услови (косини)	F_s
Работни косини што се менуваат еднаш месечно	1.0 до 1.1
Работни косини на кои се движи механизацијата и транспорт	1.1 до 1.15
Систем на работни косини кога работи механизација и кога се врши транспорт	1.15 до 1.20
Косини што имаат подолг век на траење, бочни и завршни косини	1.3

- 8 (осум) карактеристични профили: 7–7', 8–8', 9–9', 10–10', 11–11', 12–12', 131–131', и 141–141', со кои е анализирана глобалната стабилност на западната страна на копот;
- 10 (десет) карактеристични профили: 7–7', 8–8', 9–9', 10–10', 11–11', 12–12', 13–13', 131–131', 14–14', и 141–141', со кои е анализирана стабилност на источната страна на копот;
- 4 (четири) карактеристични профили: IV–IV', V–V', VI–VI' и VII–VII' со кои е анализирана глобалната стабилност на северната страна на копот и
- 1 (еден) карактеристичен профил IX–IX', со кој е анализирана глобалната локалната стабилност на јужната страна на копот.

Резултатите од анализата можат да се видат и на соодветните анализирани профили. Анализата на стабилност по гранична рамнотежа е разгледувана како рамнински проблем, со претпоставка дека деформациите во правец на осовината нормална на разгледуваната рамнина се нула. Со овој пристап рамнините на лизгање се проектираат во линии на лизгање во разгледуваната рамнина. Начелно, стабилноста на косината се смета нарушена доколку јакоста на смолкнување се исцрпи на одредена површина на лизгање. Фактички, при анализирањето на стабилноста на косините се определува коефициент на сигурност - F_s , кој претставува број со кој треба да се редуцира јакоста на смолкнување за да се задоволи условот за разрушување на линијата или зоната на разрушување, односно анализата на стабилноста, се сведува на определување коефициент на сигурност, кој претставува бездимензионален број и го одразува односот помеѓу јакоста на смолкнување на материјалот и мобилизираната јакост на смолкнување.

Метод на Bishop. Анализата на стабилноста по овој метод извршена е за карактеристични можни кружно-цилиндрични рамнини на лизгање.

Коефициентот на сигурност се определува според следниот израз:

$$F = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum [c' \cdot b + W(1 - r_u) \tan \varphi'] \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \varphi'}{F}}$$

каде што е:

W - тежина на ламелата;

α - наклон на основата на ламелата кон хоризонталата;

h - висина на ламелата;

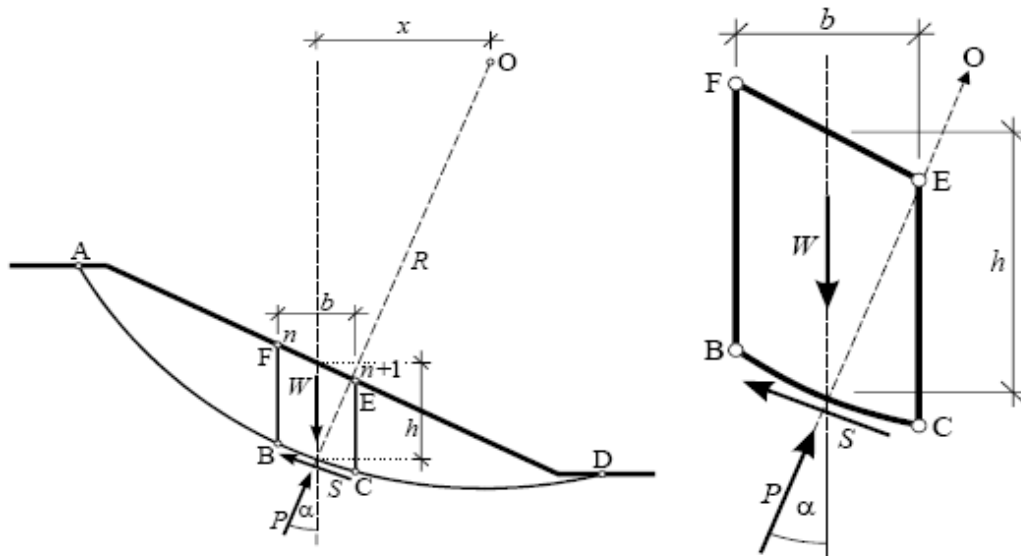
b - основа на ламелата;

φ' - агол на внатрешно триење;

c' - кохезија;

r_u - коефициент на порен притисок;

Останатите членови во изразот се прикажани на слика 5.



Слика 5: Упростена шема за условите и употребените членовиво изразите на методот на Bishop

Figure 5: A simplified scheme for conditions and used elements in the equation in terms of the method of Bishop

При тоа, мора да бидат задоволени условите на рамнотежа на силите во x , односно во управец:

$$\sum [Q \cdot \cos \theta] = 0; \quad \sum [Q \cdot \sin \theta] = 0;$$

и условот за рамнотежа на моментите околу полот O :

$$\sum [Q \cdot R \cdot \cos(\alpha - \theta)] = 0;$$

Метод на Spencer. Пресметувањето на стабилноста по овој метод е слично како по методот на *Bishop*, со таа разлика што во овој метод се зема во предвид и влијанието од меѓуламеларните сили што дејствуваат под одреден наклон по висината на ламелите. Со овој метод возможно е да се анализираат потенцијални рамнини на лизгање со произволна геометричка форма. Во овој случај, коефициентот на сигурност го одразува односот помеѓу јакоста на смолкнување на материјалот S и мобилизираната јакост на смолкнување Sm :

$$F = S/Sm.$$

Резултантата на меѓуламеларните сили се определува според изразот:

$$Q = \frac{\frac{c' \cdot b}{F} \sec \alpha + \frac{\tan \varphi'}{F} (W \cdot \cos \alpha - u \cdot b \cdot \sec \alpha) - W \cdot \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[1 + \frac{\tan \varphi'}{F} \tan(\alpha - \theta) \right]}$$

и таа мора да ги задоволи условите на рамнотежа на силите во ζ :

$$\sum [Q \cdot \cos \theta] = 0;$$

односно во y правец:

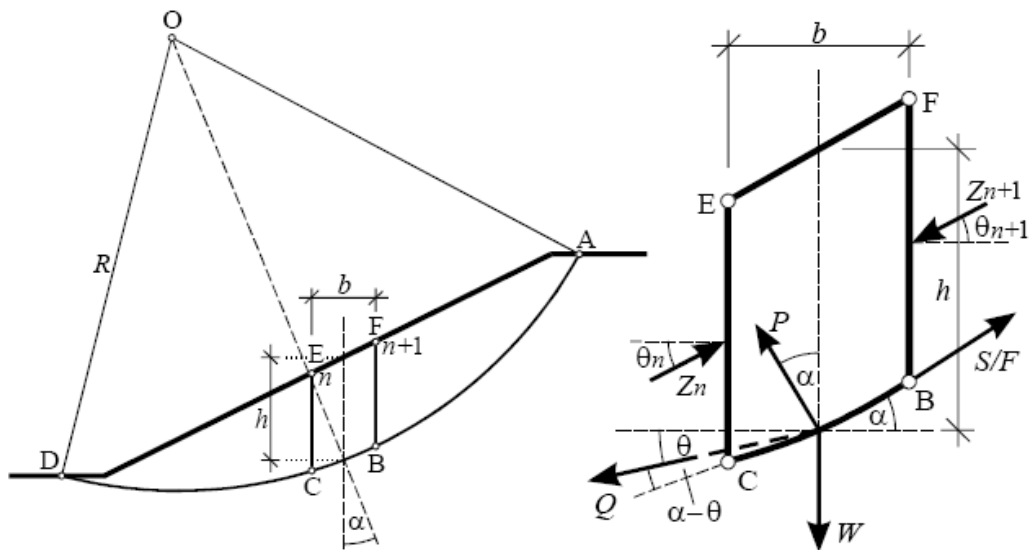
$$\sum [Q \cdot \sin \theta] = 0; \quad i$$

и условот за рамнотежа на моментите околу полот O:

$$\sum [Q \cdot R \cdot \cos(\alpha - \theta)] = 0$$

При тоа коефициентот на сигурност F и наклонот на меѓуламеларните сили θ се одбираат, односно пресметуваат така да бидат задоволени сите три услови за рамнотеж

а) Членовите на изразот за F, односно W, презентирани се на следната слика:



Слика 6: Упростена шема за условите и употребените членови во изразите на методот на Spencer

Figure 6: A simplified scheme for conditions and used elements in the equation in terms of the method of Spencer

Геомеханичката анализа на стабилноста е извршена со карактеристични круж-но-цилиндрични рамнини на лизгање по методот на *Bishop*, а по метод на *Spencer* со полигонални рамнини на лизгање анализата е извршена за профил 7-7 (од источната страна), имајќи ја во предвид тежината и специфичноста на проблематиката со стабилноста. При анализата на стабилноста користени се можностите на компјутерскиот пакет за стабилност ГАЛЕНА 2.0, односно анализата е извршена за повеќе можни рамнини на лизгање со автоматско барање на минималниот коефициент на сигурност (1000 интерактивни циклуси). Местоположбите на карактеристичните рамнини на лизгање се поставени да завршуваат на карактеристични места, а изборот на истите е како би се добиле минимални коефициенти на сигурност, приближување до стварната состојба на теренот, за дадените геолошки, хидрогеолошки, геомеханички и геометриски гранични услови. Добиените резултати (најмалите коефициенти на сигурност) од извршената анализа на стабилност за генералните косини се прикажани во следната табела за различно γ_u и со генералниот наклон на косината.

страна	профил	рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$	α (°)	
запад	7-7	B_7-01	1.449	1.301	1.153	$\alpha_3=17.55$	
		B_7-02	1.451	1.303	1.154		
	8-8	B_8-01	1.455	1.307	1.160	$\alpha_3=17.34$	
		B_8-02	1.442	1.301	1.161		
	9-9	B_9-01	1.444	1.302	1.159	$\alpha_3=16.03$	
		B_9-02	1.450	1.306	1.162		
	10-10	B_10-01	1.452	1.304	1.156	$\alpha_3=16.68$	
		B_10-02	1.460	1.307	1.154		
	11-11	B_11-01	1.447	1.303	1.159	$\alpha_3=17.10$	
		B_11-02	1.446	1.301	1.156		
	12-12	B_12-01	1.499	1.348	1.197	$\alpha_3=16.41$	
		B_12-02	1.502	1.351	1.201		
	13 ₁ -13 ₁	B_13 ₁ -01	1.837	1.662	1.489	$\alpha_3=17.50$	
		B_13 ₁ -02	1.708	1.542	1.376		
	14 ₁ -14 ₁	B_14 ₁ -01	1.479	1.342	1.206	$\alpha_3=16.14$	
		B_14 ₁ -02	1.563	1.407	1.252		
	исток	7-7	B_7-01	1.545	1.406	1.267	$\alpha_3=17.63$
			B_7-02	1.547	1.417	1.286	
8-8		B_8-01	1.525	1.378	1.231	$\alpha_3=15.33$	
		B_8-02	1.620	1.463	1.307		
9-9		B_9-01	1.446	1.303	1.160	$\alpha_3=17.34$	
		B_9-02	1.462	1.313	1.165		
10-10		B_10-01	1.656	1.491	1.326	$\alpha_3=16.01$	
		B_10-02	1.448	1.309	1.170		
11-11		B_11-01	1.494	1.356	1.219	$\alpha_3=18.35$	
12-12		B_12-01	2.045	1.851	1.656	$\alpha_3=19.86$	
		B_12-02	1.595	1.448	1.301		
13-13		B_13-01	1.520	1.386	1.253	$\alpha_3=16.81$	
13 ₁ -13 ₁		B_13 ₁ -11	1.566	1.427	1.289	$\alpha_3=15.40$	
14-14		B_14-01	1.445	1.320	1.196	$\alpha_3=18.33$	
14 ₁ -14 ₁	B_14 ₁ -11	1.775	1.632	1.490	$\alpha_3=19.23$		
север	IV-IV	B_IV-01	1.445	1.302	1.159	$\alpha_3=17.38$	
		B_IV-02	1.449	1.303	1.158		
	V-V	B_V-01	1.608	1.448	1.288	$\alpha_3=14.93$	
		B_V-02	2.269	2.045	1.820		
	VI-VI	B_VI-01	1.870	1.696	1.523	$\alpha_3=11.94$	
		B_VI-02	2.182	1.977	1.773		
VII-VII	B_VII-01	2.094	1.910	1.727	$\alpha_3=12.41$		
	B_VII-02	2.111	1.916	1.721			
југ	IX-IX	B_IX-01	1.830	1.664	1.449	$\alpha_3=21.77$	

Табела 7: Анализа на генерални косини на копот

Table 7: Analysis of the general slopes of the mine

Анализата на глобална стабилност за профилите од западната страна е извршена како за завршна косина $F_s \geq 1.3$, со варијација на коефициентите на порниот притисок за различно присуство на подземната вода, за дефинираните косини согласно рударско-технолошката концепција на откопување. Верификацијата на завршните косини на профилите од западната страна е

прикажана на: Прилог 7_запад, Прилог 8_запад, Прилог 9_запад, Прилог 10_запад, Прилог 11_запад, Прилог 12_запад, Прилог 13₁_запад и Прилог 14₁_запад, при што се прикажани и генералните завршни агли. Завршните генерални косини се така проектирани да минималните коефициенти на сигурност бидат поголеми од 1.3 за $\gamma_u=0.1$ (при присуство на вода и појава на порни притисоци), што и се гледа од добиените резултати.

Верификацијата на завршните косини на профилите од источната страна е прикажана на: Прилог 7_исток, Прилог 7₁_исток, Прилог 8_исток, Прилог 9_исток, Прилог 10_исток, Прилог 11_исток, Прилог 12_исток, Прилог 13_исток, Прилог 13₁_исток, Прилог 14_исток и Прилог 14₁_исток, при што се прикажани и генералните завршни агли. Завршните генерални косини се така проектирани да минималните коефициенти на сигурност бидат поголеми од 1.3 за $\gamma_u=0.1$ (при присуство на вода и појава на порни притисоци), што и се гледа од добиените резултати.

Анализата на профил 7- 7- од источната страна е анализиран за глобална и локална стабилност за завршна косина $F_s \geq 1.3$ по методите на Bishop и Spencer и тоа со 6 карактеристични рамнини на лизгање по Bishop и 9 карактеристични рамнини на лизгање по метод на Spencer, со варијација на коефициентите на порниот притисок заразно присуство на подземната вода, за дефинираните косини согласно рударскотехнолошката концепција на откопување. За профил 7- 7 извршена е симулација и пометодот на Spencer (кој ги зема во предвид и меѓуламеларните сили) со полигонални рамнини на лизгање, при што треба да се има во предвид дека за одредени рамнини на лизгање (кои почнуваат и завршуваат на приближно исти места) се добиваат и пониски вредности во споредба со Bishop (за локална стабилност), но истите се поголеми од минимално дозволените коефициенти на сигурност.

Верификацијата на завршните косини на профилите од северната страна е прикажана на: Прилог IV_север, Прилог V_север, Прилог VI_север и Прилог VII_север, при што се прикажани и генералните завршни агли. Завршните генерални косини се така проектирани да минималните коефициенти на сигурност бидат поголеми од 1.3 за $\gamma_u=0.1$ (при присуство на вода и појава на порни притисоци), што и се гледа од добиените резултати.

Од јужната страна од површинскиот коп е анализиран карактеристичниот профил IX–IX' со симулирање како за глобална и локална стабилност за завршна косина $F_s \geq 1.3$ со 3 карактеристични рамнини на лизгање (Прилог IX_југ), при што е добиен генерален завршен агол од 21.77° . Генералната завршна косина и завршните етажи се така проектирани да коефициентите на сигурност бидат поголеми од 1.3 за $\gamma_u=0.1$. За истиот овој профил извршена е анализа на стабилноста со снижено ниво на подземни води (ниво кое би се постигнало со предвиденото одводнување), Прилог IX₁_југ и врз основа на расположивите податоци и подлоги, профилот IX–IX е извлечен до коритото на Црна Река (сакаме да напоменеме дека заклучно до профил 161 има истражни работи, понатаму е нанесена теренската линија). Од анализата е добиено дека коефициентите на сигурност се над 1.3, при што се добиени повисоки коефициенти на сигурност во споредба со коефициентите добиени при анализата со $\gamma_u=0.1$.

Од добиените резултати од анализата на стабилност може да констатираме дека површинскиот коп Брод-Гнеотино е така проектиран за да го задоволува условот за стабилност на косини кои ќе стојат одреден или подолг период,

односно не е добиен коефициент на сигурност помал од 1.3 при присуство на вода од $u=0.1$.

4.4. Пресметка на стабилноста на не оптеретени работни косини на етажите на ископ

Како би се прикажала стабилносна состојба на неоптеретени работни косини на етажите на ископ при развојот на копот, извршена е анализа на стабилноста за три карактеристични профили: VIII–VIII', R1–R1' и K–K', кои се анализирани за работни неоптеретени $F_s \geq 1.1$ косини согласно дефинираната рударско-технолошка концепција на откопување во копот по години.

Анализата на стабилноста за профилот VIII–VIII' е извршена за неоптеретени работни косини $F_s \geq 1.1$, за првите пет години експлоатација на копот (секоја година на прилогот е нанесена со соодветна боја), со варијација на коефициентите на порниот притисок за различно присуство на подземната вода, при што како меродавен коефициент на порниот притисок е земен $u=0.1$, кој треба да се постигне со предвидените мерки за одводнување на копот. Верификацијата на косините е извршена по години, при што сите застапени литолошки членови се внесени со своите репрезентативни физичко-механички карактеристики, земајќи ја во предвид реалната геометрија на напредување по системите (растеретување, основна етажа, подетажи), прикажано на Прилог VIII. Резултатите од анализата се прикажани во следната табела 8:

рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$
B_VIII-11	7.666	6.946	6.225
B_VIII-12	1.342	1.247	1.153
B_VIII-13	1.193	1.103	1.012
B_VIII-21	3.992	3.633	3.275
B_VIII-22	1.340	1.248	1.155
B_VIII-23	1.210	1.106	1.004
B_VIII-31	3.543	3.244	2.946
B_VIII-32	1.547	1.461	1.375
B_VIII-33	1.195	1.103	1.012
B_VIII-34	5.718	5.346	4.921
B_VIII-35	2.139	1.968	1.797

рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$
B_VIII-41	3.399	3.102	2.805
B_VIII-42	1.465	1.376	1.287
B_VIII-43	1.212	1.112	1.012
B_VIII-44	4.067	3.711	3.346
B_VIII-45	1.697	1.541	1.384
B_VIII-51	3.484	3.173	2.862
B_VIII-52	1.458	1.371	1.284
B_VIII-53	1.248	1.121	0.994
B_VIII-54	3.862	3.491	3.119
B_VIII-55	1.369	1.236	1.103

Табела 8: Анализа на стабилност по години за профил VIII-VIII'

Table 8: Analysis of stability by years for Profile VIII-VIII'

Врз основа на извршената анализа на стабилноста на профилот VIII–VIII', може да се каже дека предвидените работни неоптеретени косини ја задоволуваат стабилносна состојба, при што минимални коефициенти блиски до 1.1 при $u=0.1$ се добиваат за локални работни косини, додека при анализата на стабилноста за глобалната стабилност се добиваат повисоки коефициенти на сигурност. Анализата на стабилноста за профилот R1–R1' е извршена за неоптеретени работни косини $F_s \geq 1.1$, за првите пет години експлоатација на копот (секоја година на прилогот е нанесена со соодветна боја), со варијација на коефициентите на порниот притисок за различно присуство на подземната вода, при што како меродавен коефициент на порниот притисок е земен $u=0.1$, кој

треба да се постигне со предвидените мерки за одводнување на копот. Верификацијата на косините е извршена по години, при што сите застапени литолошки членови се внесени со своите репрезентативни физичко-механички карактеристики, земајќи ја во предвид реалната геометрија на напредување по системите (растеретување, основна етажа, подетажи), прикажано на Прилог R1. Резултатите од анализата се прикажани во следната табела:

рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$
B_R1-11	5.230	4.758	4.286
B_R1-12	1.238	1.155	1.071
B_R1-13	1.192	1.105	1.017
B_R1-21	5.066	4.432	3.798
B_R1-22	1.217	1.137	1.057
B_R1-23	1.194	1.102	1.010
B_R1-24	7.460	6.775	6.088
B_R1-25	2.540	2.341	2.141
B_R1-31	1.424	1.269	1.114
B_R1-32	1.237	1.108	0.980
B_R1-33	2.890	2.617	2.344
B_R1-34	1.193	1.105	1.017
B_R1-35	6.015	5.444	4.874
B_R1-36	2.323	2.144	1.965
B_R1-41	1.532	1.358	1.184
B_R1-42	1.254	1.103	0.953
B_R1-43	1.784	1.595	1.406
B_R1-44	2.058	1.843	1.628
B_R1-45	1.268	1.182	1.095
B_R1-46	2.171	2.008	1.846
B_R1-47	2.837	2.563	2.290

Табела 9: Анализа на стабилност по години за профил R1-R1' рамнина $r_u=0.0$ $r_u=0.1$ $r_u=0.2$

Table 9: Analysis of stability by years for profile R1-R1' plane $r_u = 0.0$ $r_u = 0.1$ $r_u = 0.2$

Од извршената анализа на стабилноста на профилот R1–R1', може да се каже дека предвидените работни неоптеретени косини ја задоволуваат стабилноста состојба, при што минимални коефициенти блиски до 1.1 при $r_u=0.1$ се добиваат за етажи кои се од локален карактер, додека при анализата на стабилноста за глобалната стабилност се добиваат многу повисоки коефициенти на сигурност.

B_R1-48	5.950	5.382	4.814
B_R1-49	2.002	1.835	1.668
B_R1-51	1.526	1.355	1.183
B_R1-52	1.256	1.103	0.952
B_R1-53	1.686	1.509	1.333
B_R1-54	2.321	2.100	1.879
B_R1-55	1.206	1.105	1.005
B_R1-56	1.881	1.731	1.582
B_R1-57	2.018	1.827	1.635
B_R1-58	2.112	1.906	1.700
B_R1-59	1.977	1.814	1.650
B_R1-510	5.531	5.012	4.493
B_R1-511	2.476	2.275	2.073

Од добиените коефициенти на сигурност, може да се констатира дека предвидените работни косини ја задоволуваат стабилноста состојба, при што минимални коефициенти блиски до 1.1 при $r_u=0.1$ се добиваат за етажи кои се од локален карактер, додека при анализата на стабилноста за глобалната стабилност се добиваат многу повисоки коефициенти на сигурност.

4.5. Пресметка на стабилноста на оптеретени работни косини на етажите на ископ, за работа во висински и длабински блок

Извршена е анализа на стабилноста за ископ за оптеретени работни косини $F_s \geq 1.15$ за карактеристичниот профил R1–R1' и тоа за период после 5 година на откопување.

Анализата е извршена со варијација на коефициентите на порниот притисок за различно присуство на подземната вода, при што како меродавен коефициент на порниот притисок е земен $r_u=0.1$. При анализата земени се во предвид и оптоварувањата од механизацијата и тоа од роторните багери, претоварните мостови и транспортната трака, а анализата е извршена за I и II БТО систем на откопување. На I БТО систем ќе се врши ископ со роторниот багер СРС-2000 кој има специфичен притисок од 100 kN/m^2 , а за II БТО систем ќе се користи роторниот багер СРС-1050 со специфичен притисок од 90 kN/m^2 . За I БТО систем на профилот е прикажан и претоварниот мост, бидејќи во одредени моменти багерот и претоварниот мост ќе бидат во линија, додека за II БТО систем нема случај кога багерот и претоварниот мост би биле во линија, па затоа не е и прикажан. Во анализата е вклучено и оптеретувањето од транспортната трака. Анализата е извршена за случаи на висинско и длабинско откопување со системите, Прилог R1_висински и Прилог R1_длабински. Верификацијата на косините е извршена за 5 година на ископ (како најкарактеристична со најблиски растојанија), при што сите застапени литолошки членови се внесени со своите репрезентативни физичко- механички карактеристики, земајќи ја во предвид реалната геометрија на напредување на системите. Резултатите од анализата се прикажани во следната табела:

ископ	рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$
висински	B_R1-11	2.519	2.287	2.055
	B_R1-12	2.585	2.374	2.163
	B_R1-13	2.082	1.919	1.757
	B_R1-21	4.381	4.093	3.805
	B_R1-22	2.279	2.135	1.990
длабински	B_R1-11	2.462	2.236	2.010
	B_R1-12	2.447	2.267	2.087
	B_R1-13	1.352	1.196	1.041
	B_R1-21	2.165	1.996	1.828

Табела 10: Анализа на стабилност за профилот R1-R1' со оптеретување ископ рамнина $r_u=0.0$ $r_u=0.1$ $r_u=0.2$

Table 10: Analysis of stability by years for profile R1-R1' plane $r_u = 0$, $r_u = 0.1$, $r_u = 0.2$

Од добиените коефициенти на сигурност, може да се констатира дека предвидените оптеретени работни косини при ископ ја задоволуваат стабилноста состојба, при што добиените коефициенти на сигурност се повисоки од минималниот $F_s \geq 1.15$ при $r_u=0.1$.

4.6. Пресметка и одредување на дозволеното растојание на основната и помошната механизација до горната ивица на етажата, како и пресметка на зоната на обрушување на долната ивица на етажата, при ископот

4.6.1. Дозволени растојанија при работа на багерите

Ископот со I БТО систем се врши со роторниот багер СРс-2000 и притоа овој багер врши ископ во кварталер но претежно при длабински ископ како негово тло се материјалите од трепелот, па извршена е пресметка за минимално дозволено растојание на багерот СРс-2000 до горниот раб на етажата. Коефициентот на сигурност за ваков случај треба да биде $F_s \geq 1.15$ за работна косина, земајќи ги во предвид и оптоварувањата од багерот, во согласност со “Правилникот за технички нормативи за површинска експлоатација на лежишта на минерални сировини (стабилност на косините на површинскиот коп и одлагалиштата)”.

Карактеристики на багерот	SRs-2000
ширина на гасениците (m)	3.30
должина на гасениците (m)	16.00
растојание меѓу гасениците од исти пар (m)	2.00
растојание меѓу пар гасеници (m)	3.20
специфично оптоварување (kN/m^3)	100.00

Табела 11: Карактеристики на багерот СРс-2000

Table 11: Characteristics of the excavator SRs-2000

јакосни параметри на подлогата (SF_c/SF_s)

$$\gamma = 18,74 \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

$$\varphi = 17,65 \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$c = 8,00 \text{ [kPa]}$$

ротационен багер со гасеници

$$a = 16,00 \text{ [m]}$$

$$b = 3,30 \text{ [m]}$$

$$P_o = 100,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Состојба на лом во просторот $b/a > 0.2$

$P_b =$ Сила при гранична носивост на подлогата

$$P_b = 9499,2 \text{ [kN]}$$

$N =$ нормална сила $N = a * P_o = 1600$

$$P_B = a * b * [\gamma * b * \lambda_B * (1 - 0.3(b/a)) + c * \lambda_c * (1 + 0.3(b/a))]$$

$$N = 1600,00 \text{ [kNm]}$$

$$F = P_b/N$$

$$F = 5,94$$

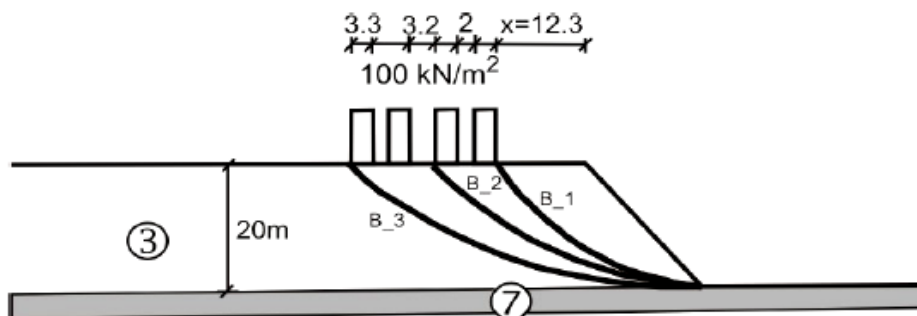
$\lambda_t, \lambda_b, \lambda_c$ фактори на носивост

$$\lambda_t = 4.8$$

$$\lambda_b = 1.3$$

$$\lambda_c = 12.3 \text{ (таблица Најденович)}$$

На следната слика 7е прикажана анализата на стабилност за ископот за I БТО систем СРс-2000, кој багер врши ископ на кварталер но воглавно при длабински ископ како негово подтло е материјалот трепел со висина на етажата од 20 м.



Слика 7: Сигурносно растојание при работа на багерот СРс-2000 при $ru=0.1$ со симулирање на непореметен материјал – трепел

Figure 7: SafeworkingdistanceofSRs-2000 excavatorwhen $ru = 0.1$ by simulating theuninterruptedmaterial -trepel

Од извршената анализа на стабилноста може да се констатира дека сигурносното растојание на багерот СРс-2000 од горната ивица на етажата на трепел треба да биде 12.3 м при присуство на вода од $ru=0.1$. При длабински ископ овој багер мора да биде на поголемо растојание од 12.3 м од горната ивица на етажата на трепел. Добиените коефициенти на сигурност се прикажани во следната табела и од неа се гледа дека добиените коефициенти при $ru=0.1$ се повисоки од пропишаниот $Fs \geq 1.15$.

Анализата е извршена за непореметени материјали, односно при вакви активности на терен потребно е претходно инженерскогеолошко картитрање на етажите како би се согледала моменталната состојба на застапените материјали, дали се пореметени или непореметени.

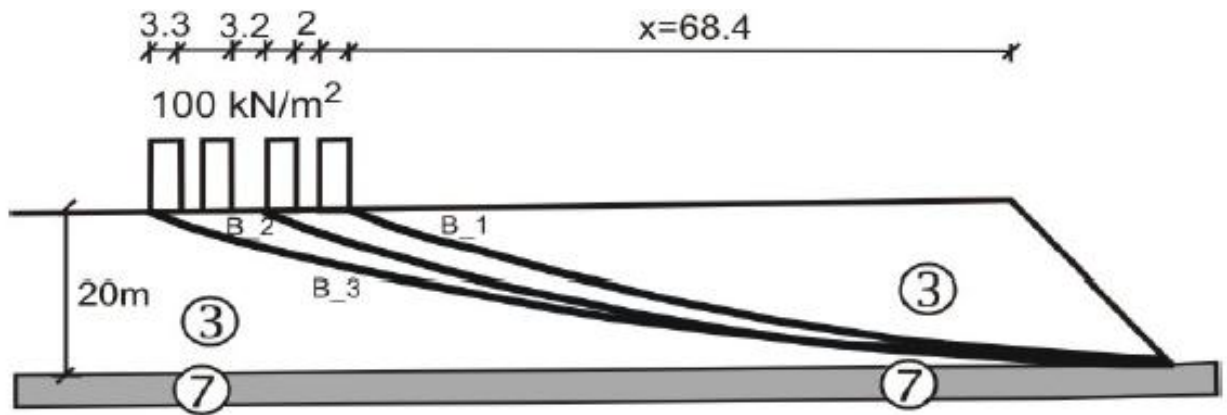
Рамнина	$ru=0.0$	$ru=0.1$	$ru=0.2$
B_1	1.238	1.155	1.071
B_2	1.273	1.193	1.111
B_3	1.530	1.433	1.336

Табела 12: Коефициенти на сигурност

Table 12: Safty coefficient

На следната слика 8е прикажана анализата на стабилност за ископот за I БТО систем СРс-2000, при што трепелот е симулиран како за пореметен материјал. Анализата е извршена со следните геомеханички параметри за пореметен трепел:

$$\phi=13.00^\circ, \gamma=15.62 \text{ kN/m}^3 \text{ и } \text{kN/m}^3.$$



Слика 8: Сигурносно растојание при работа на багерот СРс-2000 при $\gamma_u=0.1$ сосимулирање на пореметен материјал – трепел

Figure 8: SafeworkingdistanceofSRs-2000 excavatorwhen $\gamma_u = 0.11$ by simulatingofdisturbedmaterial -trepel

Од извршената анализа на стабилноста може да се констатира дека сигурносното растојание на багерот СРс-2000 од горниот раб на етажата на пореметен трепел треба да биде 68.4 м (при присуство на вода од $\gamma_u=0.1$), односно при длабински ископ овој багер мора да биде на поголемо растојание од 68.4 м од горната ивица на етажата. Добиените коефициенти на сигурност се прикажани во следната табела и од неа се гледа дека добиените коефициенти при $\gamma_u=0.1$ се повисоки од пропишаниот $F_s \geq 1.15$.

Рамнина	$\gamma_u=0.0$	$\gamma_u=0.1$	$\gamma_u=0.2$
B_1	1.284	1.152	1.019
B_2	1.419	1.279	1.139
B_3	1.588	1.437	1.286

Табела 13 Коефициенти на сигурност со пореметен трепел Рамнина $\gamma_u=0.0$ $\gamma_u=0.1$ $\gamma_u=0.2$

Table 13: Safty coefficient withdisturbedtrepel Plain $\gamma_u = 0.0$ $\gamma_u = 0.1$ $\gamma_u = 0.2$

4.7. Проверка на стабилноста на технолошката шема на откопување

Како пример на технолошка шема на откопување може да ни послужи анализата на стабилност на карактеристичниот профил R1'R1' и тоа за период после 5 година на откопување. При анализата земени се во предвид и оптоварувањата од механизацијата и тоа од роторните багери, претоварните мостови и транспортната трака, а анализата е извршена за I и II БТО систем на откопување, Прилог R1_висински и Прилог P1_длабински.

Резултатите од анализата се прикажани во следната табела:

ископ	рамнина	$r_u=0.0$	$r_u=0.1$	$r_u=0.2$
висински	B_R1-11	2.519	2.287	2.055
	B_R1-12	2.585	2.374	2.163
	B_R1-13	2.082	1.919	1.757
	B_R1-21	4.381	4.093	3.805
	B_R1-22	2.279	2.135	1.990
длабински	B_R1-11	2.462	2.236	2.010
	B_R1-12	2.447	2.267	2.087
	B_R1-13	1.352	1.196	1.041
	B_R1-21	2.165	1.996	1.828

Табела 14: Анализа на стабилност на технолошка шема на откопување ископ рамнина $r_u=0.0$ $r_u=0.1$ $r_u=0.2$

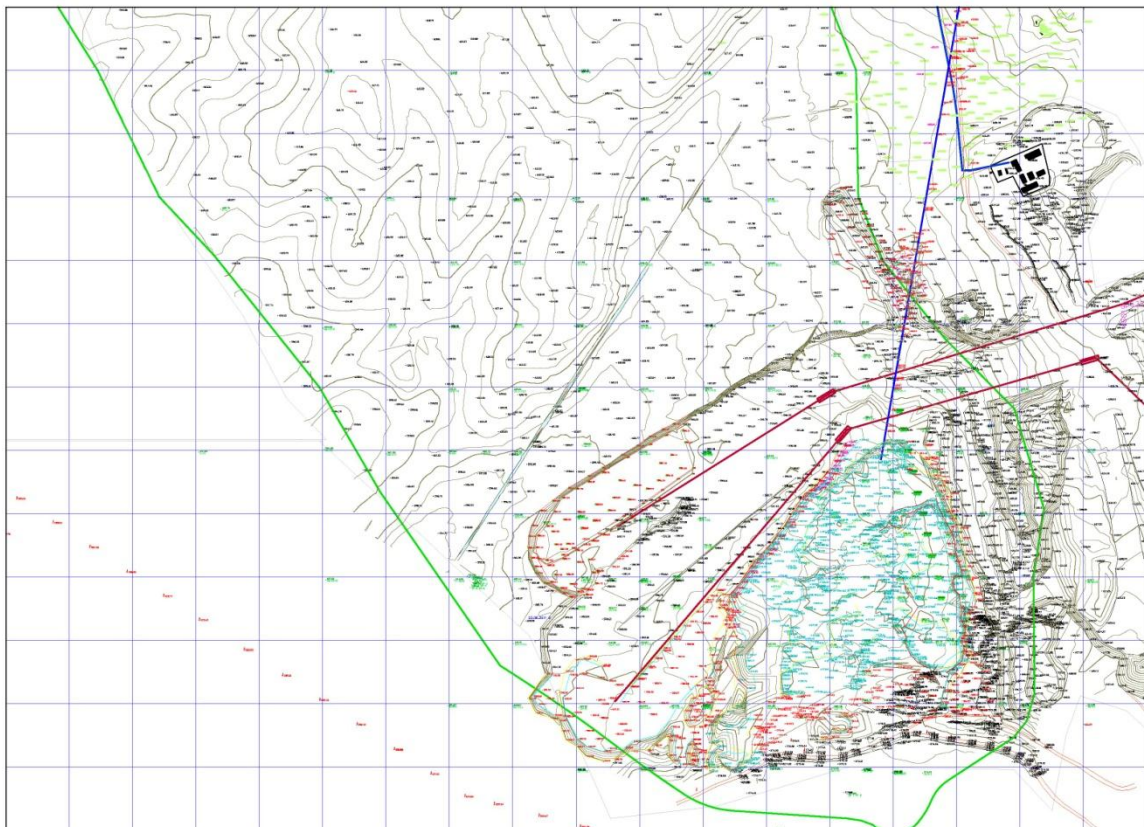
Table 14: Analysis of stability of the technological scheme of excavation excavation planer $r_u = 0.0$ $r_u = 0.1$ $r_u = 0.2$

Од извршената анализа на стабилност, може да се констатира дека предвидената технолошка шема на откопување ја задоволуваат стабилносната состојба, при што добиените коефициенти на сигурност се повисоки од минималниот $F_s \geq 1.15$ при $r_u=0.1$.

5. ТЕХНОЛОГИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИЈА И РАЗВОЈ НА ПК. БРОД ГНЕОТИНО ВО ФУНКЦИЈА НА ГЕОТЕХНИЧКАТА СТАБИЛНОСТ

5.1. Краток осврт на сегашната состојба на ПК Брод Гнеотино

После изработката на етажниот усек, косата рампа и почетниот одложен насипен труп како и монтажата на транспортерите површинскиот коп “Брод – Гнеотино“ започна со работ на 04.11.2007 год. Ископот на јаловината се врши со примена на континуирана и дисконтинуирана механизација. Фронтот на рударските работи е радијален со ротација на пресипното место на етажниот со извозниот транспортер. Почетната ситуација на усекот етажниот и извозниот транспортер е даден на Слика бр.10. Моменталната ситуација (месец септември е даден на слика 9.



Слика 9: Моментална ситуација на ПК Брод Гнеотино

Figure 9: Current situation of PC Brod Gneotino

Во месец април 2010 год се започна со експлоатација на јагленот. Во табела бр.15 дадени се количините на јаглен откопани до август 2011 го и планираните до 2012 год.

Откопани и планирани количини на јаглен од ПК Брод Гнеотино до 2012 год	
До 2010 год.	520.218 t
од 1- 7 2011 год.	966.320 t
Август 2011год.	187.891 t
Планирано 9-12 2011 год.	440.000 t
Вкупно :	2.114.429 t
Планирано 2012 год.	2.000.000 t
Вкупно 2011 и 2012 год.	4.114.429 t

Табела 15: Откопани и планирани количини на јаглен од ПК Брод Гнеотино до 2012 год

Table 15: Excavated and planned amounts of carbon from Brod Gneotino 2012

5.2. Избор и опис на местото и начинот на отворање

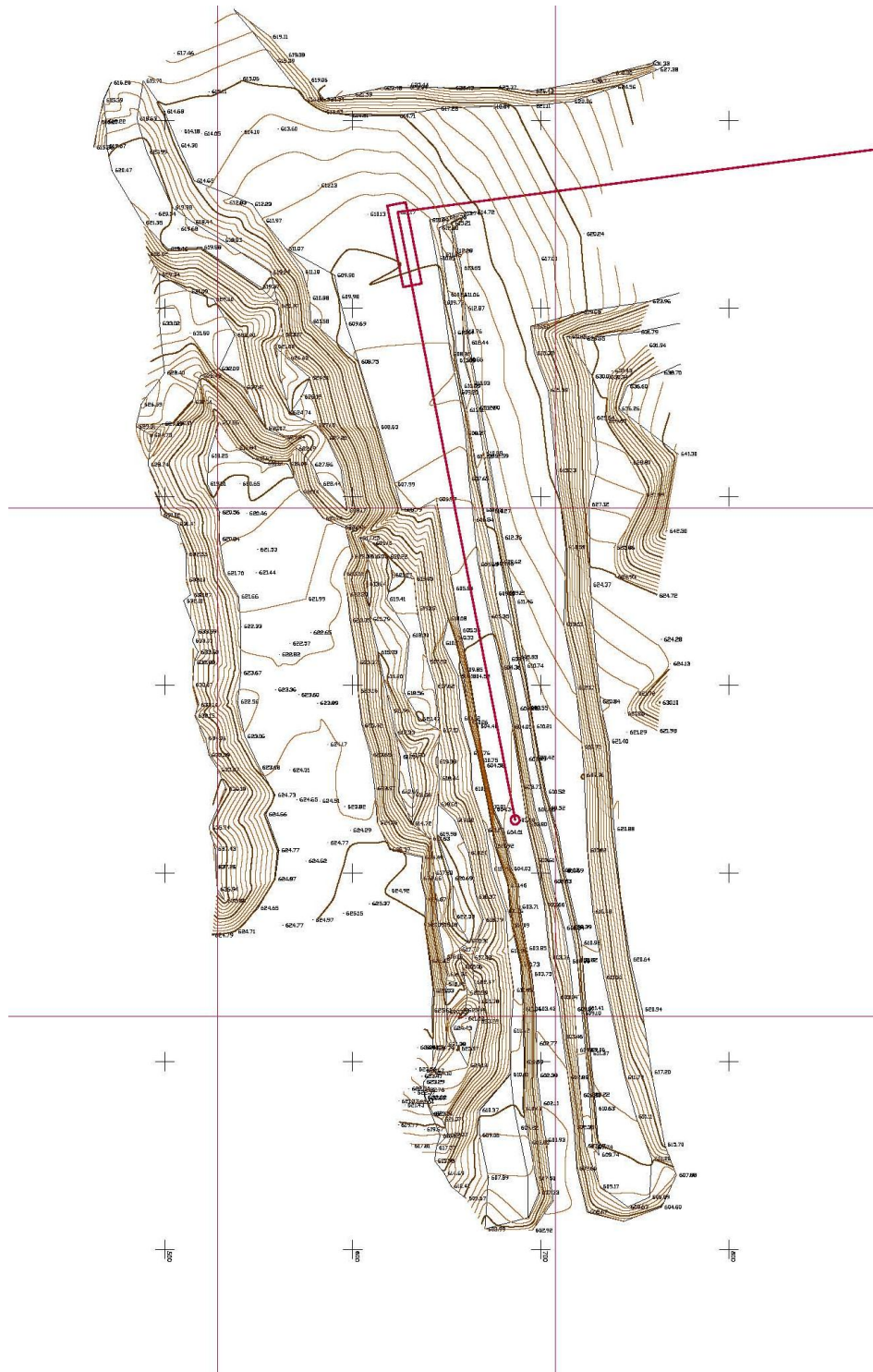
Површинскиот коп “Брод – Гнеотино“ е отворен со усек со широчина од 75 - 100 метривдолж источната граница на копот (Слика бр. 10).

При тоа се откопани околу 7.300.000 m³ јаловина, 1.000.000 m³ меѓуслојна јаловина и околу 1.000.000 тони јаглен со коефициент на откривка од 1:7.64. Усекот е изработен во две технолошки фази и тоа:

1. Со циклична механизација со багер ЕШ6/45 и
2. Со континуирана механизација со БТО систем со багер СРС-2000, транспортни ленти Б=1800 мм и одлагач ЗП-6600.

Изборот на местото на отворањето на површинскиот „Брод – Гнеотино“ е извршено согласно Основната концепција односно главниот рударски проект.

Врз основа на верифицираните рударско-технолошки и економски параметри од Главниот рударски проект како и дополнително извршените анализи се усвоени и се во фаза на работа два БТО системи. Ограничувањето на просторот за откопување е извршено согласно сознанијата за наоѓалиштето регистрирани во целокупната геолошка документација, кои се прикажани на рударско – геолошки профили на копот, конструкцијата на завршните косини согласно Главниот рударски проект, односно Техничкиот проект за геомеханика во функција на Граничниот коефициент на откривка.



Слика 10: Почетна положба на етажниот и извозниот транспортер

Figure 10: Starting position of the floor conveyor and export

Граничниот коефициент на откривка (K_{gr}) е основен параметар за оптимална, економична и ефикасна површинска експлоатација на сите копови како и наПК Брод Гнеотино. Истиот представува параметар кој ги сублимира сите технички, технолошки, геолошки, геомеханички, економски, организациони и општествени фактори. Граничниот коефициент на откривка (K_{gr}) треба да биде помал или еднаков на тековниот во моменталните техничко технолошки услови со што се овозможува рентабилно работење.

Годишниот капацитет на откривката е во директна зависност од оконтурените масијаловина, капацитетот на јагленот, извршената висинска распределба на масите јаловина, како и од другите рударско-технолошки услови на експлоатација. За усвоената најповолна варијанта на ограничување на површинскиот коп, вкупните масијаловина, односно јаглен изнесуваат:

$$V_{jal} = V_{otk} + V_{mj} = 251\,391\,323 + 43\,168\,772 = 294\,560\,095 \text{ m}^3$$

$$R_j = 34\,721\,915 \text{ t}$$

Средтоасредниот контурен коефициент на откривка изнесува:

$$K_{sr} = 8,48 \text{ m}^3/\text{t}$$

Во случајот треба да се одземеме меѓу слојната јаловина од $43.168.772 \text{ m}^3$ која ќе се копа независно од БТО системите со помошна опрема. Средниот коефициент на откривка при работата на БТО системите изнесува:

$$K_{sr} = 8,04 \text{ m}^3/\text{t} \text{ (при 10\% разблажување)}$$

При годишен капацитет на копот од $2.000.000 \text{ t}$ годишно имаме:

$$2.000.000 \times 8,48 = 16.960.000 \text{ m}^3/\text{год} \text{ односно усвојуваме}$$

$Q_{god} = 18.700.000 \text{ m}^3/\text{год}$ (При усвојување на овај капацитет земени се во предвид и губитоците на јагленовата маса кои согласно Главниот рударски проект би се движеле до 10 %).

Со оглед на потребниот годишен капацитет за II БТО, односно БТО (почнувајќи од 8 година) дефинираната висинска распределба на масите врз база на литолошкиот столб на јагленовата серија Прилог.5.1, а земајќи ги во предвид и значително потешките услови на експлоатација на ПК “Брод-Гнеотино”. Врз на основа на литолошкиот столб како и потребните капацитети на кровинска откривка дефинирани се потребните БТО системи:

I БТО	7.000.000 m ³ цв. маса
II БТО.....	7.000.000 m ³ цв. маса
III БТО	4.700.000 m ³ цв. маса
или вкупно:.....	18.700 000 m ³ цв. маса

Во клоп на системите во првата фаза влегува следната основна механизација:

- **I БТО систем кој се состои:**

- багер СРс 2000 Qt = 6000 m³/h
- одлагач ЗП6600 Qt = 6600 m³/h

- **II БТО систем**

- роторен багер СРс 2000
- одлагач ЗП 6600
- систем на транспортери В=1800 mm, v = 5.2 m/s
- багер ЕШ-10

Во втора фаза влегува и следната основна механизација

- **III БТО систем (нов систем) – после 8-ма година (сметајќи од почетокот на отворање на ПК)**
 - роторен багер СРс(Н) 1050
 - бандваген БРс 1800
 - одлагач А₂Рс 5500
 - систем на транспортери В=1600 mm, v = 5.2 m/s

5.3. Експлоатација на јагленот и меѓуслојната јаловина(селективна експлоатација)

Откопувањето на јагленот и меѓуслојната јаловина према Главниот рударски проект е предвидено да се врши сороторни багери и транспортни ленти (БТ систем), односно со воведување на континуирана. Набавката на континуираната опрема за ископ на јаглен и меѓуслојна јаловина сеуште не е извршена и сигурно нема да се набави. Поради тоа АД ЕЛЕМ донесе одлука откриените количини на јаглен да се откопуваат и транспортираат до ТЕЦ "Битола" со ангажирање на дисконтинуирана опрема од надворешни извршители. За извршување на работите за експлоатација се изработени дополнителни и упростен рударски проект. Со истите се изработени и усвоени основните рударско - технолошки параметрисо цел постигнување на систематска и рационална експлоатација во согласност со Главниот рударски проект, како и Законот за Минерални суровини на Р.М. бр.24/2007 година.

Согласно направените анализи и експертизи експлоатацијата во ПК Брод Гнеотино до крај на експлоатацијата ќе биде комбинирана и тоа :

1. континуирана за ископ на кровинската јаловина со БТО системи и транспортот на јагленот со транспортни ленти (ГТС)
2. дисконтинуирана за ископ на јагленот и меѓуслојната јаловина.

Согласно верифицираните рударско- технолошки и економски параметри од “Физибилити студијата за почеток на отворање и експлоатација на п.к “Брод - Гнеотино” просечната цена на чинење на 1 (еден) тон јаглен за периодот на експлоатација при паралелна работа со п.к. Суводол и ПЈС Суводол при капацитет од 6.300.000 t/год изнесува 10.76 €/t. Просечната цена на п.к “Брод - Гнеотино” сам за себе со годишен капацитет од 2.000.000 t/год изнесува 12.39 €/t. Пресметката на конечната цена(оптимална) на чинење за ископ на 1 тон јаглен согласно целите на оваа магистерска работа ќе биде одредена во последното поглавје на овај труд.

Согласно направените техноекономски анализи и усвојување на комбинираниот систем на експлоатација ќе се овозможи: експлоатација на јагленот да биде сигурна, безбедна и со незначителни загуби. Ваквиот селективен ископ на јагленот и меѓуслојната јаловина ќе биде значаен во поглед на:

Намалување на експлоатационите загуби предвидени со Главниот рударски проект 10% на максимум 2% а со тоа ќе се продолжи работниот век на рудникот за повеќе од 1 (една година), односно продолжување на паралелната работа на

трите наоѓалишта. Ова ќе значи пред се порелаксиран пристап во обезбедувањето на МС во наредниот период а во пресрет на се поголемата побарувачка на енергија во РМ и воопшто на светската енергетска берза. Ваквиот пристап значи, оптимизирање на искористувањето на јагленовите наоѓалишта пропратени со незначителни динамички промени во поединечните производства а нарочито при паралелната работа на трите површински копови: Суводол и Брод - Гнеотино и ПЈС.

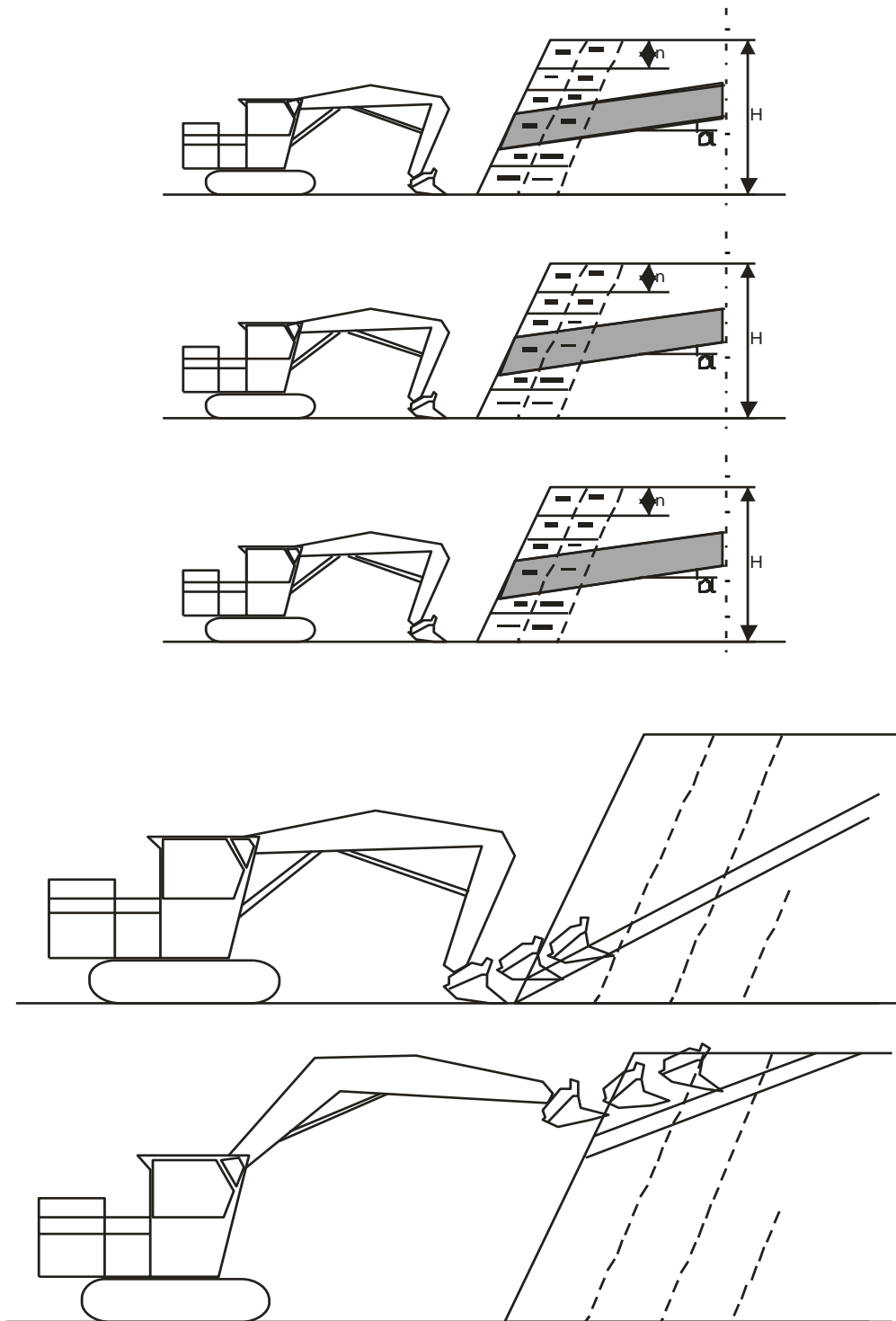


Слика 11: Дел од копот од југоисточна страна, каде е започнат селективниот ископ на јаглен и меѓуслојна јаловина.

Figure 11: Part of the trench from the southeast side, where selective mining excavation of coal and slag layer between.

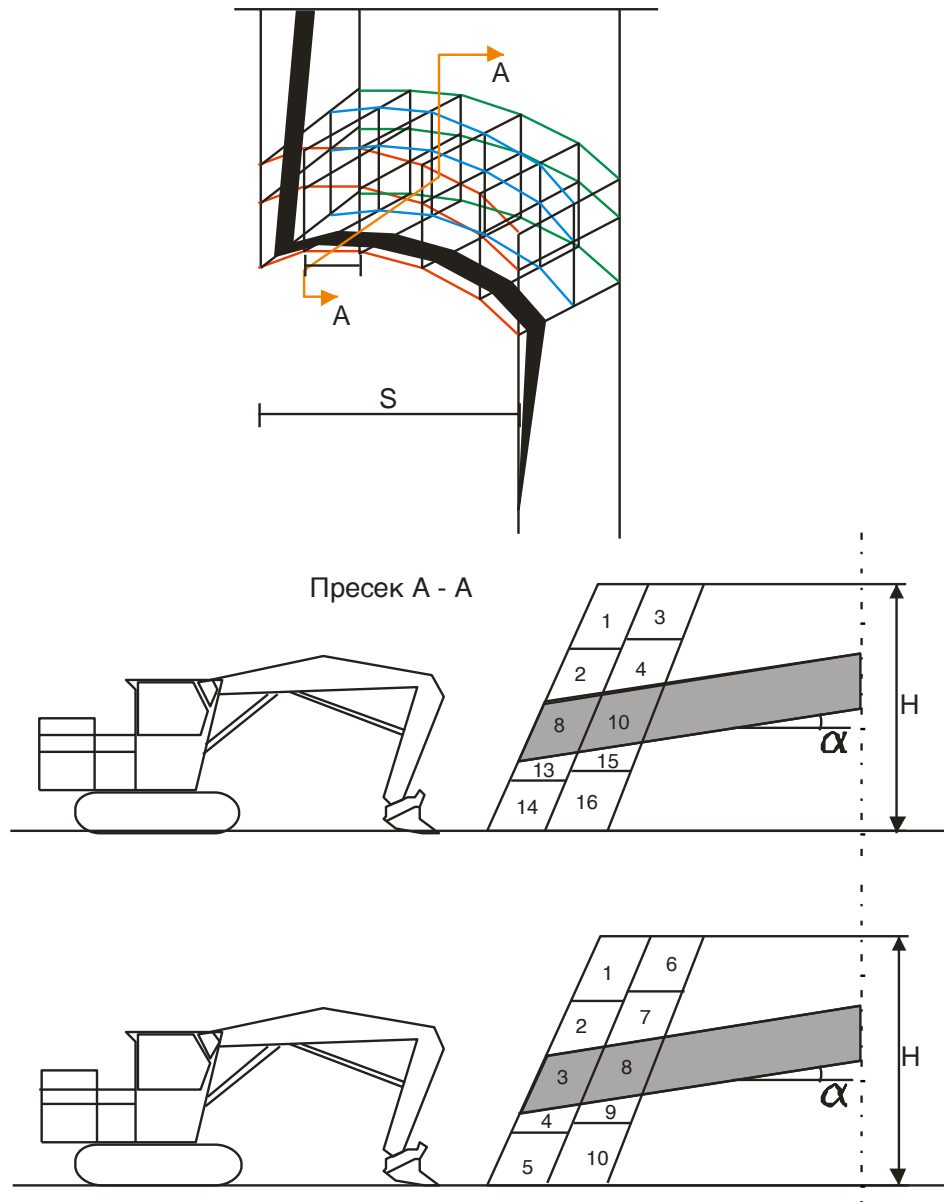
Селективното копање на јагленоти меѓуслојната јаловина представува технолошки процес на експлоатација при кој поединачно се откопува јагленот и меѓуслојната јаловина. Дебелината на јагленовиот слој кој може да се откопа е во директна зависност од применетата механизација за селективен ископ.

Постојат дисконтинуирани хидраулични багери за ископ со челна и превртена корпа и специјални роторни багери со телескопски стрели и со бобичести резни елементи како и машини за слојно копање од типот Wirgen. При ископ со хидраулични багери минималната дебелината на јагленовиот слој изнесува 30 до 40 см. Посебно се погодни хидрауличните багери со челна лопата. Технологијата на ископ со вакви багери е дадена на слика 12 и 13.



Слика 12: Технолошка шема на работа со хидрауличен багер со челна лопата во селективен ископ

Figure 12: Technological scheme of work with hydraulic excavator with a shovel in the background selective mining



Слика 13: Технолошка шема на работа со хидрауличен багер со челна лопата во селективен ископ во блок

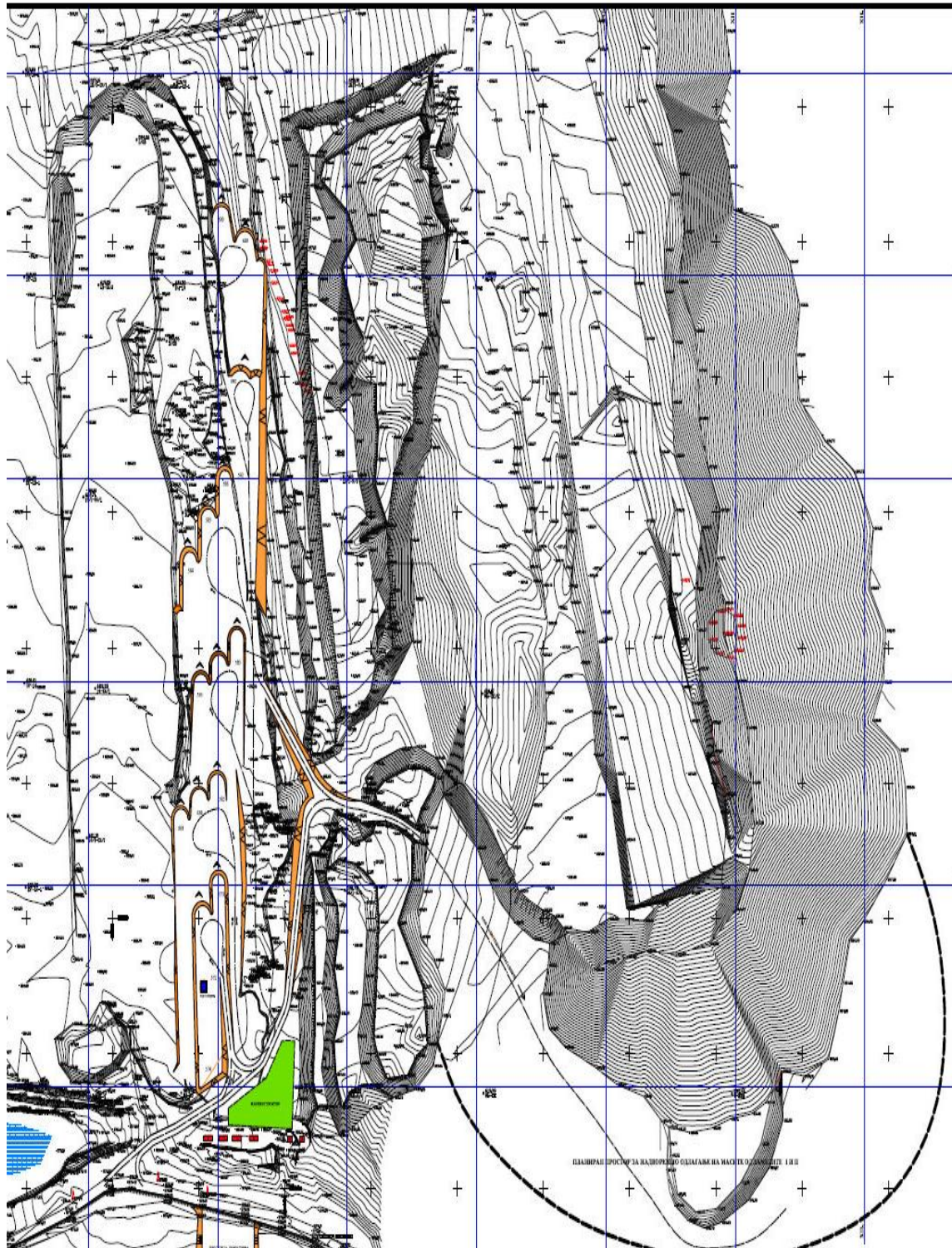
Figure 13: Technological scheme of work with hydraulic excavator with a shovel in the Background selective excavation in block

Површинскиот коп за јаглен "Брод Гнеотино" како што е нагласено е во експлоатација во кој за откопување на јаловината се ангажирани два роторни багери СРс2000 и два багери дреглајни ЕШ10/70 и ЕШ6/45. Багерите дреглајни во периодот на експлоатацијата треба да имаат повеќекратенаулога за:

- Чистење на кровината над првиот јагленов слој,
- Растеретување на висините откопните етажи од БТО системите,
- Изработка на дренажни објекти,
- Селектирање на секундарни минерални сировини како и директно префрлање на кровинската меѓуслојна јсловина од последниот јагленов слој.

Формирањето на јаловинските етажи се прави со самите откопни единици применувајќи ги техничкотехнолошките перформанси на багерите. Паралелно со формирањето на етажите на откривка се формираат и етажите на јагленовите слоеви и меѓуслојната јаловина. Откопувањето на јагленот и меѓуслојната јаловина согласно сложените геотехнички прилики, ќе се врши со дисконтинурана опрема во длабински и висински етажи со висина од 5 до 15 м во зависност од применатата циклична механизација Ископот ќе се врши во блокови. Со правец на напредување моментално север-југ и обратно. Фронтот на рударските работи ќе биде комбиниран во I^{Ba} фаза а во втората фаза паралелен согласно напредувањето на фронтот на БТО системите. Развојот на фронтот на рударските работи за првите пет години од експлоатацијата ќе биде обработен во точка бр, 5 Динамика на експлоатација. Генералниот распоред на експлоатацијата е следниот:

1. Откопување на кровинската откривка,
2. Чистење на кровината на јагленовиот слој,
3. Откопување на првиот јагленов слој,
4. Откопување на првата меѓуслојна јаловина,
5. Откопување на вториот јагленов слој,
6. Откопување на втората меѓуслојна јаловина
7. Откопување на третиот јагленов слој и така во зависност од бројот на експлоатационите слоеви се до подината на јагленовата серија.



Слика 14: Технолошката шема –ископ со циклична механизација

Figure 14: Technological scheme with cyclic-mining machinery

Овој генерален распоред и пресек на откопување дадени се на Слика бр.14. Од истите се гледа дека ископот на нареден слој започнува кога блокот на ископ на погорниот слој е еднаков или поголем од 80 м.



Слика 15: Приказ на јагленовите слоеви и меѓуслојна јаловина

Figure 15: Displaying coal layers and inter-layer slage

Доколку јагленот не е доволно откриен (очистен) од багер дреглајн ЕШ т.е има останато јаловина над кровината на јагленовиот слој, тогаш чистењето на јагленовиот слој од таа кровинска јаловина ќе се врши со булдозер. Дозираната јаловина се собира на дофат на хидрауличниот багер. Очистениот прв јагленов слој исто така ќе се откопува со хидраулични багери со висина до 5 m. Ако моќноста на јагленот е поголема од 5 m, се формира и втора подетажа. Ако во јагленовиот слој има прослојци од јаловина со моќност од 15 cm и повеќе, неопходно е да се откопува селективно. Тоа значи во такви случаи багерот го откопува јагленот до прослојакот, а потоа чистењето на јаловината од прослојакот се врши со помош на булдозер. На овој начин се овозможува помало осиромашување на јагленот, односно подобрување на квалитетот на јагленот. Овие технолошки операции се однесуваат и за другите јагленови слоеви. I меѓуслојна јаловина ја сочинуваат плиоценски песоци чија просечна моќност изнесува 10,32 m, што значи ќе се формираат две етажи по 5 m.

II меѓуслојна јаловина исто така ја сочинуваат плиоценски песоци со просечна моќност од 6,8 m, што значи на одредени делови покрај основната етажа од 5 m, ќе се формира и подетажа со висина од 1 до 2 m.

5.4. Динамика на експлоатација

Ценејќи дека селективната експлоатацијата во условите на ПК Брод Гнеотино ќе биде исклучително тешка во сите фази на експлоатација нарочито во првите 5 (пет) години кога копот од радијален развој на фронтот на рударските работи ќе премине во паралелен развој во овој труд ќе го преставам развојот во наредните 5 (пет) години за кои се смета дека копот ќе навлезе во постабилна фаза во која ќе бидат најверојатно дефинирани сите непознати.

Масите на јаглен и меѓуслојна јаловина по години дадени се на табелите бр.16,17, 18, 19 I 20.

Р.б.	Слој	Јаглен (т)	мегусл. Јаловина (м ³)	Прослојак (м ³)
1	1ви	1 535 371,52	1 743 229,92	283 397,10
2	2ри	0 650 460,47	0 891 472,57	
3	3ти	0 460 097,89	0 010 428,00	
4	4ти	0 022 736,52		
5	Вкупно	2 668 666,41	2 645 130,49	283 397,10
6	Се вкупно јалов.			2 928 527,59

Табела 16: Маса на јаглен и меѓуслојна јаловина за 1-ва година

Table 16: Masses of coal and inter-layer slag for the 1st year

Тековен Коефициент на откривка на јаглен и меѓуслојна јаловина за 1ва година:

$$Kt = \frac{Qmj}{Qj} = \frac{2928527}{2668666} = 1,1m3/t$$

Каде се:

- Qmj - количинина меѓуслојна јаловина м³
- Qj - количинина јаглен т

1	Слој	Јаглен (т)	мегусл. Јаловина (м ³) interstratum overburden	Прослојак interstratum overburden
		0 629 988,55	306 639,24	(м ³) 0 019 816,95
2	2ри	0 199 787,27	1 467 409,14	
3	3ти	0 965 337,32	0 362 448,14	
4	4ти	0 190 525,97	0 126 411,90	
5	5ти	0 067 470,41		
6	Вкупно:	2 053 109,52	2 208 907,52	2 228 724,47

Табела 17: Маса на јаглен и меѓуслојна јаловина за 2 ра година

Table 17: Masses of coal and inter-layer slag for the second year

Тековен Коефициент на откривка на јаглен и меѓуслојна јаловина за 2 ра година:

$$Kt = \frac{Qmj}{Qj} = \frac{2228724}{2053110} = 1,1m3/t$$

Каде се:

- Qmj - количинина меѓуслојна јаловина м³
- Qj - количинина јаглен т

Слој	Јаглен Coal	мегусл. Јаловина interstratum overburden
	(т)	(м³)
1ви	0 752 790,24	1 595 170,58
2ри	0 206 808,40	1 448 221,75
3ти	1 083 056,81	0 201 790,22
4ти	0 038 174,98	0 000 000,00
5ти	0 000 000,00	
Вкупно	2 080 830,43	3 245 182,54

Табела 18: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 3 та година

Table 18: Masses of coal and inter-layer slag for the third year

Тековен Коефициент на откривка на јаглен и меѓуслојна јаловина за 3 та година:

$$K_t = \frac{Q_{mj}}{Q_j} = \frac{3245183}{2080830} = 1,6m^3/t$$

Каде се:

- Q_{mj} - количинина меѓуслојна јаловина м³
- Q_j - количинина јаглен т

Слој	Јаглен Coal	мегусл. Јалов. interstratum overburden	Прослојак interstratum overburden
	(т)	(м³)	(м³)
1ви	1 538 679,42	3 283 266,9	51 227,100
2ри	1 155 256,92	1 444 286,85	
3ти	836 539,74	696 202,05	
4ти	476 221,86	342 713,7	
5ти	113 922,9		
Вкупно	4 120 620,84	5 766 469,5	51 227,100
Вк.јаловина			5 817 696,6

Табела 19: Маси на јаглен и меѓуслојна јаловина за 4 та и 5 та година

Table 19: Masses of coal and inter-layer slag for the fourth and fifth year

Тековен Коефициент на откривка на јаглен и меѓуслојна јаловина за 4 та и 5 та година:

$$K_t = \frac{Q_{mj}}{Q_j} = \frac{5817697}{4120621} = 1,4m^3/t$$

Каде се:

- Q_{mj} - количинина на меѓуслојна јаловина м³
- Q_j - количинина јаглен т

Р.бр	По години Annually	Јаглен Coal (t)	Меѓуслојна јаловина inter-stratum overburden (m ³)	Прослојак interstratum overburden (m ³)
1	1ва (1st)	2 668 666,41	2 645 130,49	283 397,10
2	2ра (2nd)	2 053 109,52	3 262 908,42	19 816,05
3	3та (3rd)	2 080 830,43	3 245 182,54	0,0
4	4та и 5та (4th & 5th)	4 120 620,84	5 766 469,5	51 227,1
5	Вкупно (Overall)	10 923 227,2	14 919 690,95	354 440,25

Табела 20: Рекапитулација за масите на јаглен и меѓуслојна јаловина за првите 5 години експлоатација

Table 20: Recapitulation of the masses of coal and slag meгјusloјna for the first 5 years of exploitation

Тековен Коефициент на откривка на јаглен и меѓуслојна јаловина за 5 те години на експлоатација изнесува:

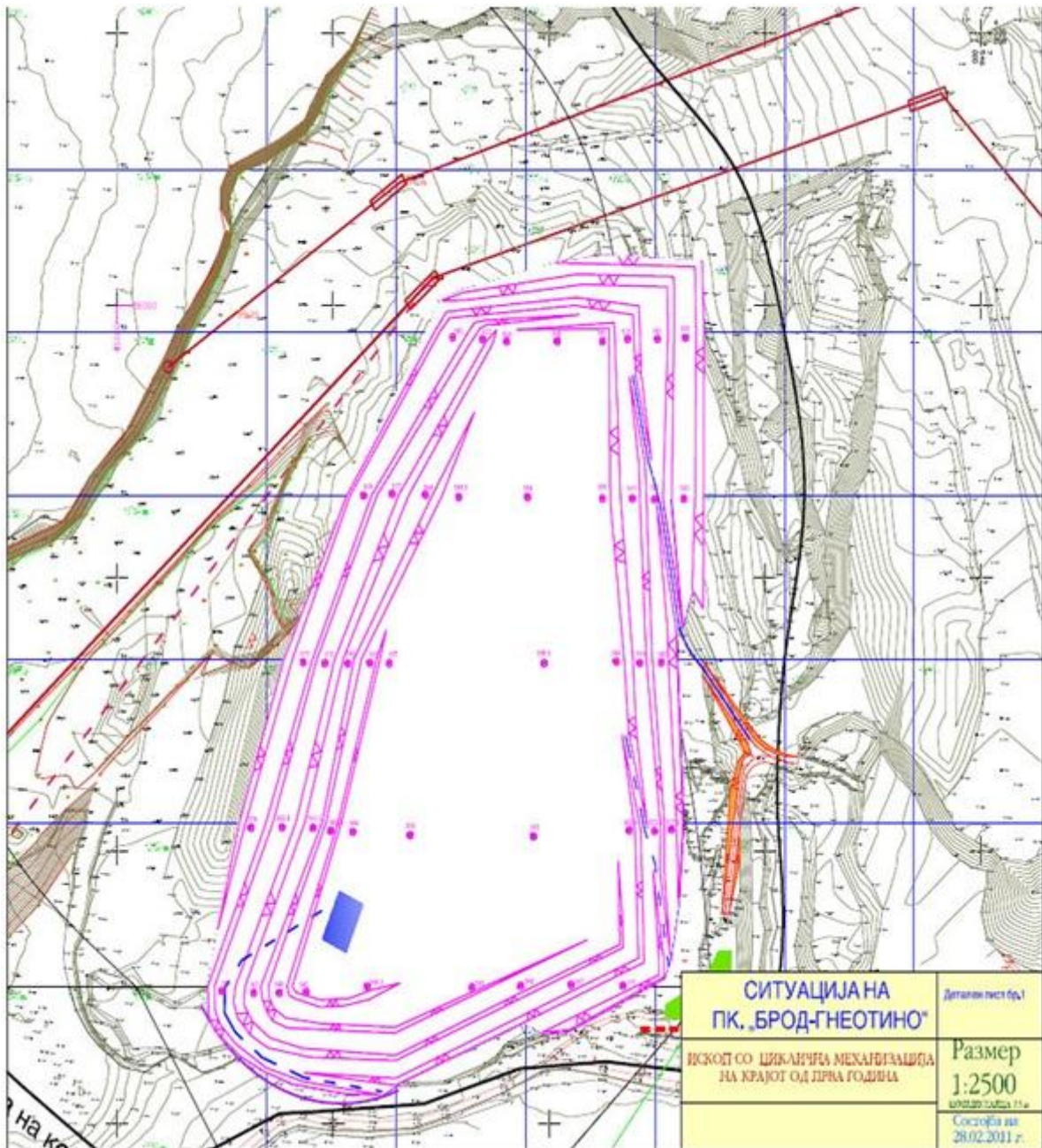
$$K_t = \frac{Q_{mj}}{Q_j} = \frac{15274132}{10923227} = 1,4 \text{ m}^3/\text{t}$$

Каде се:

- Q_{mj} - количини на меѓуслојна јаловина м³
- Q_j - количинина јаглен т

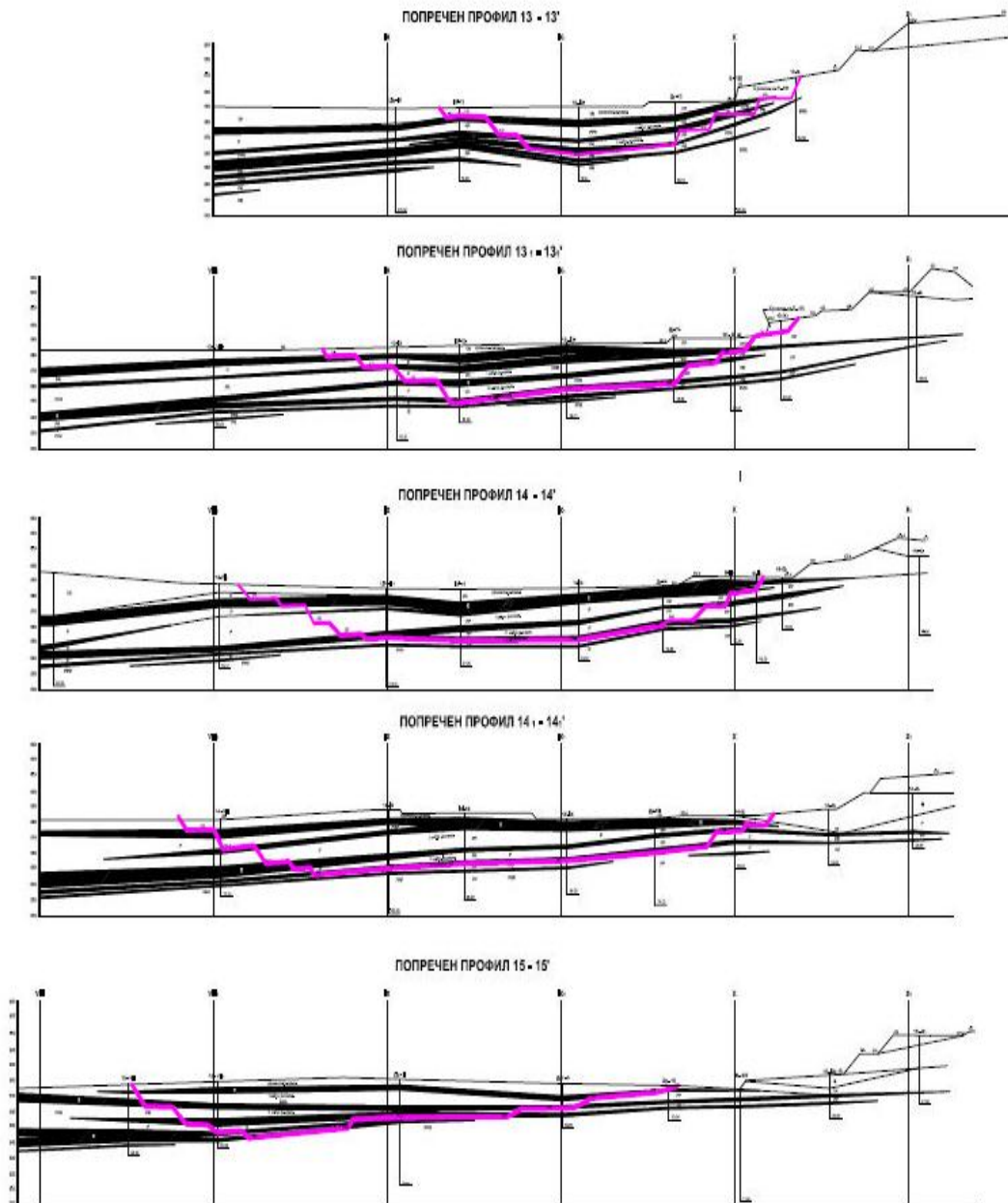
Од приложеното се гледа дека тековниот коефициент на раскривка за јагленот и меѓуслојната јаловина за првите 5(пет) години се движи во границите од 1,1 м³/т до 1,6 м³/т а средниот просечен изнесува 1,4 м³/т и е идентичен со средниот. Ова укажува дека тековниот коефициент на меѓуслојна јаловина и јаглен во наредните години ќе биде во проектирани граници.

Конструкцијата на просторот за селективно откопување на јаглен и меѓуслојна јаловина ,за првите пет години се дадени на ситуационите карти, како и попречните и надолжните рударско технолошките профили во мерка М = 1 : 1 000 (прилози бр.12,13,14,15).



Слика 16:ПК Брод Гнеотино на почетокот на селективна експлоатација во (прва и втора година) со циклична механизација

Figure 16: Gneotino early selective exploitation (first and second year) with cyclic machinery

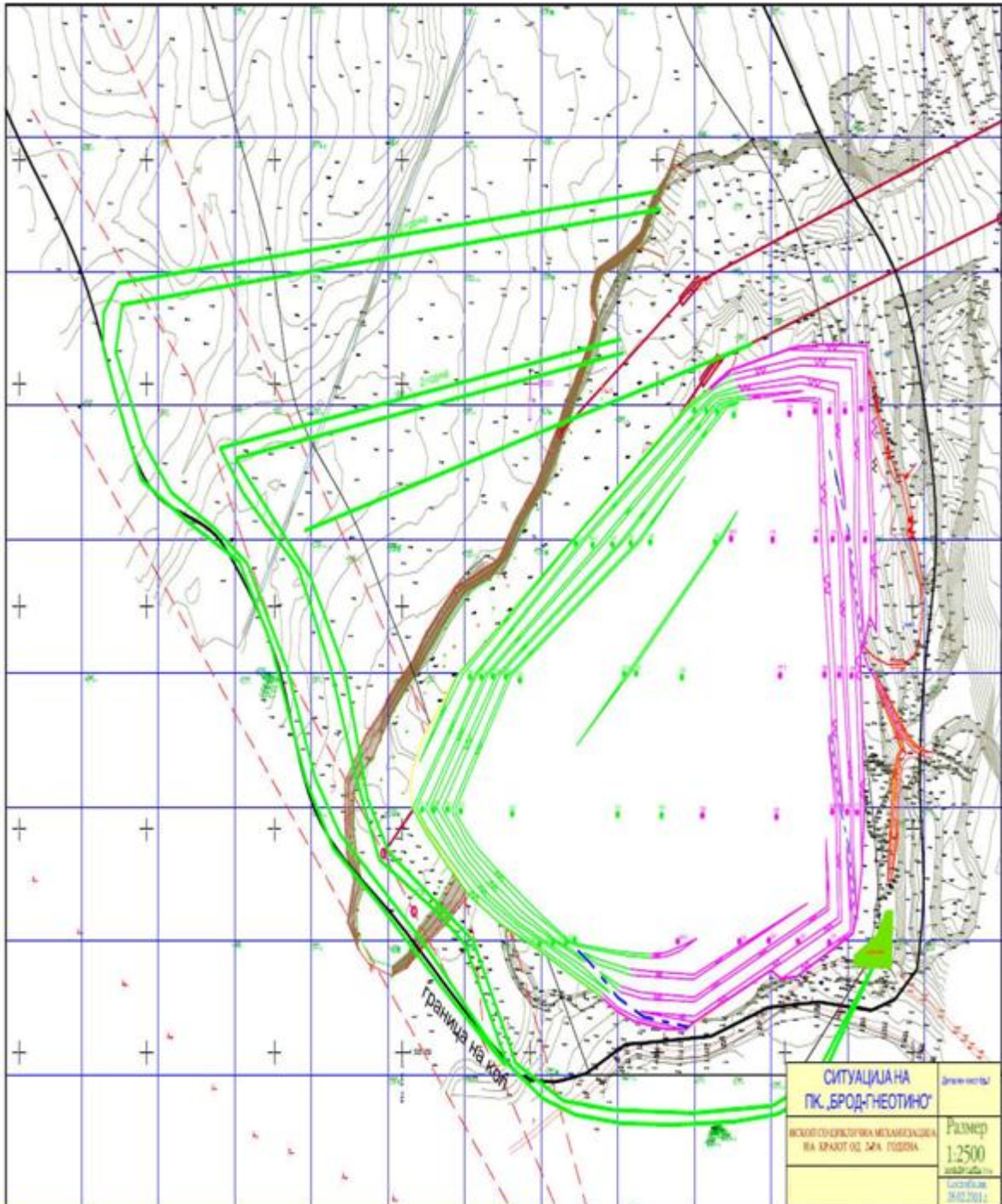


Слика 17: Рударско –геолошки профили

Figure 17: Mining and geological profiles

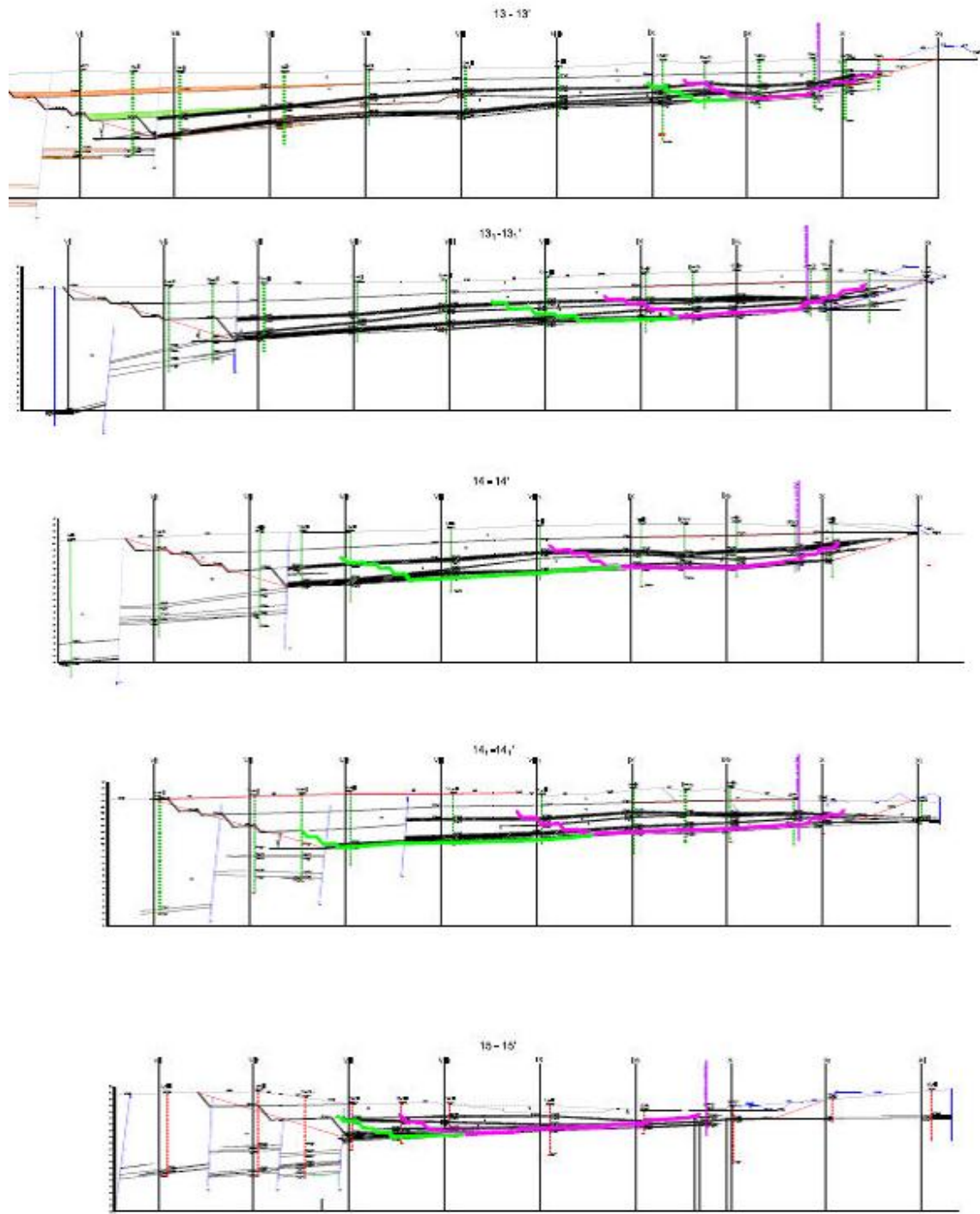
Во ограничениот простор на почетокот на експлоатацијата се опфатени четири јаглени слоеви, кои се одвоени со три меѓуслоја од јаловина.

5.4.1. ПК Брод Гнеотино после 2рата година на откопување



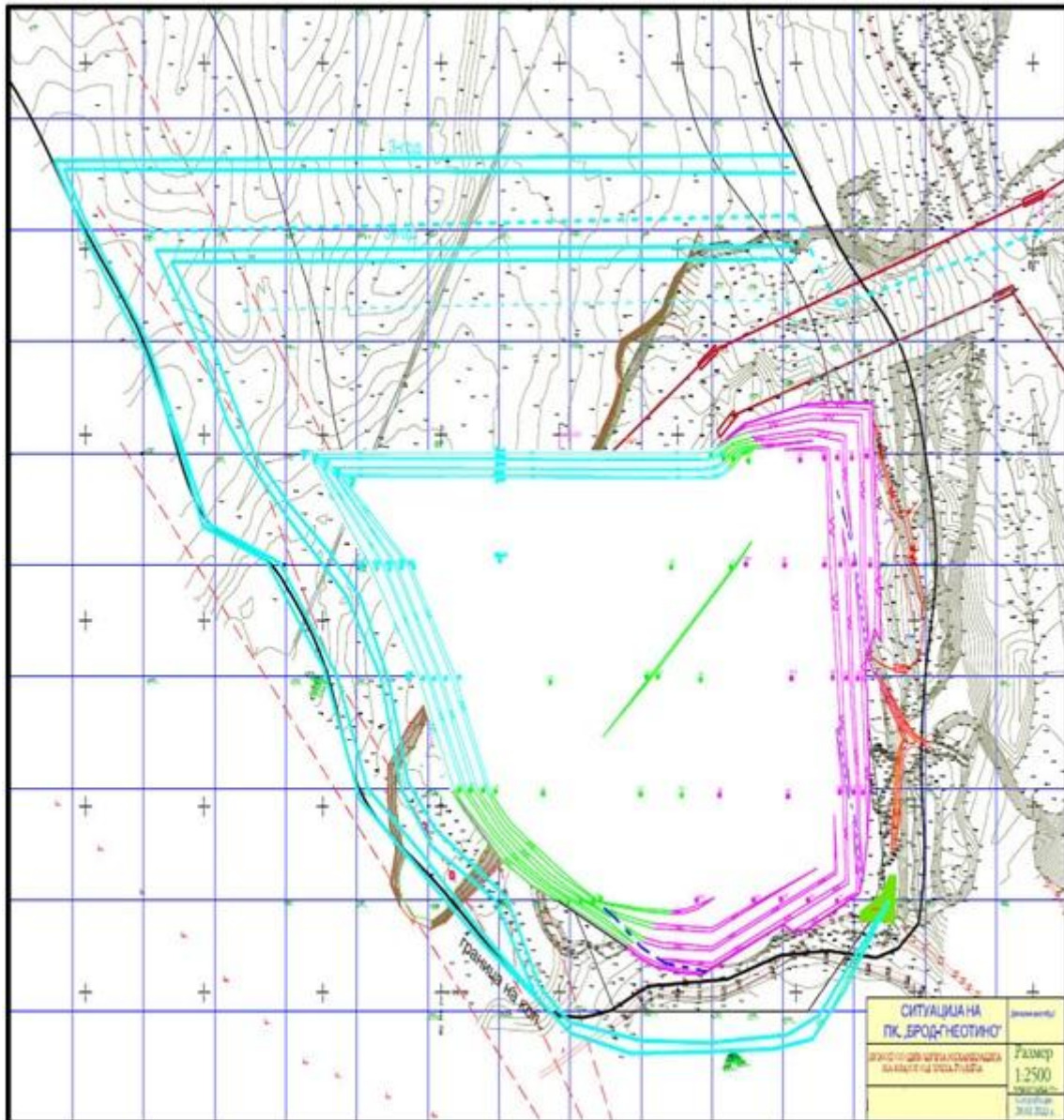
Слика 18: ПКБрод Гнеотино на крајот од 2ра година –исоп со циклична механизација.

Figure 18: OM BrodGneotino at the end of 2nd year excavation with cyclic machinery



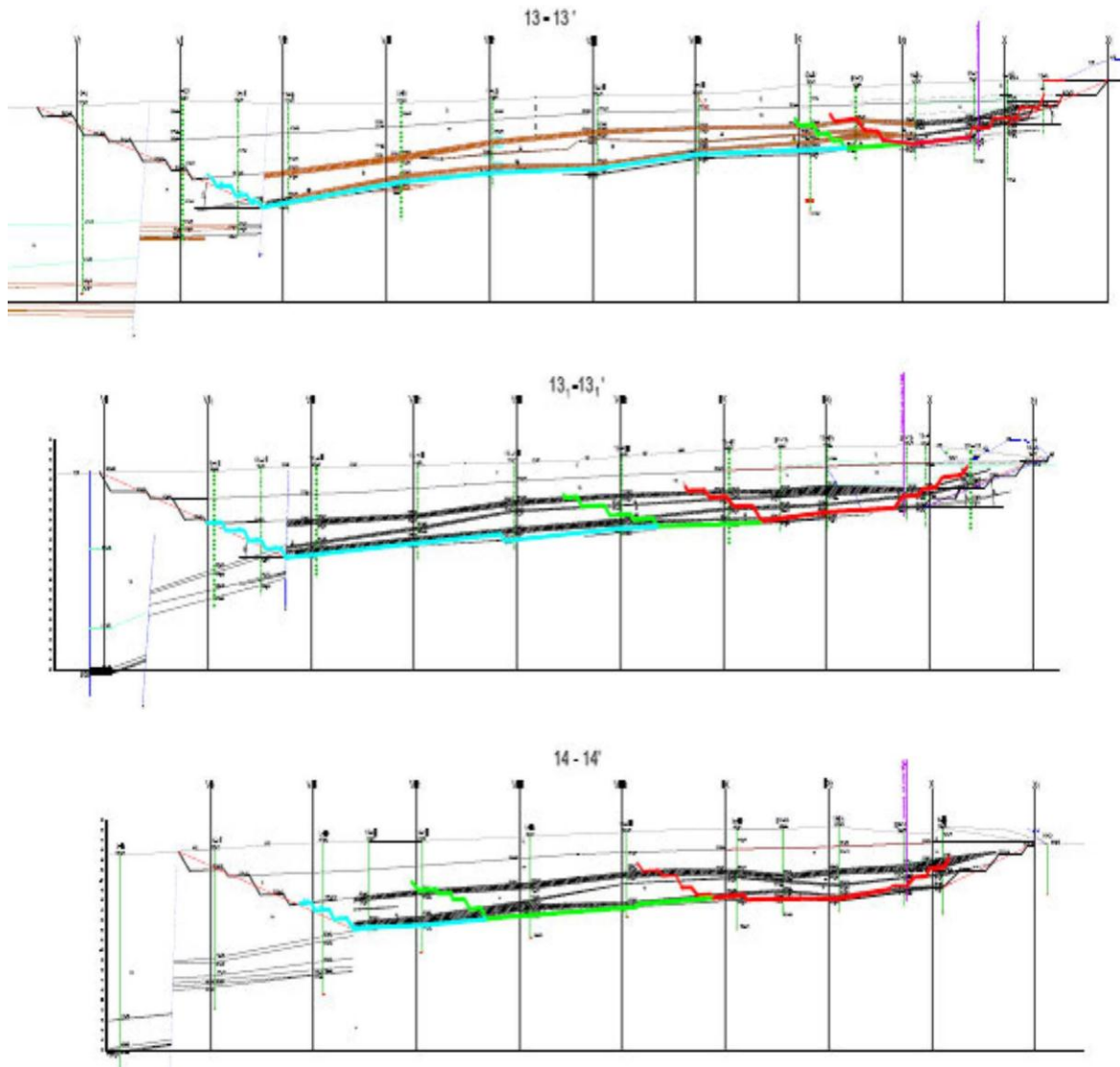
Слика 19: Рударско –геолошки профили
Figure 19: Mining and geological profiles

5.4.2. ПК Брод Гнеотино после и 3тата година на откопување



Слика 20: После третата година на експлоатација.

Figure 20: OM BrodGneotino at the end of 3nd year excavation with cyclic machinery

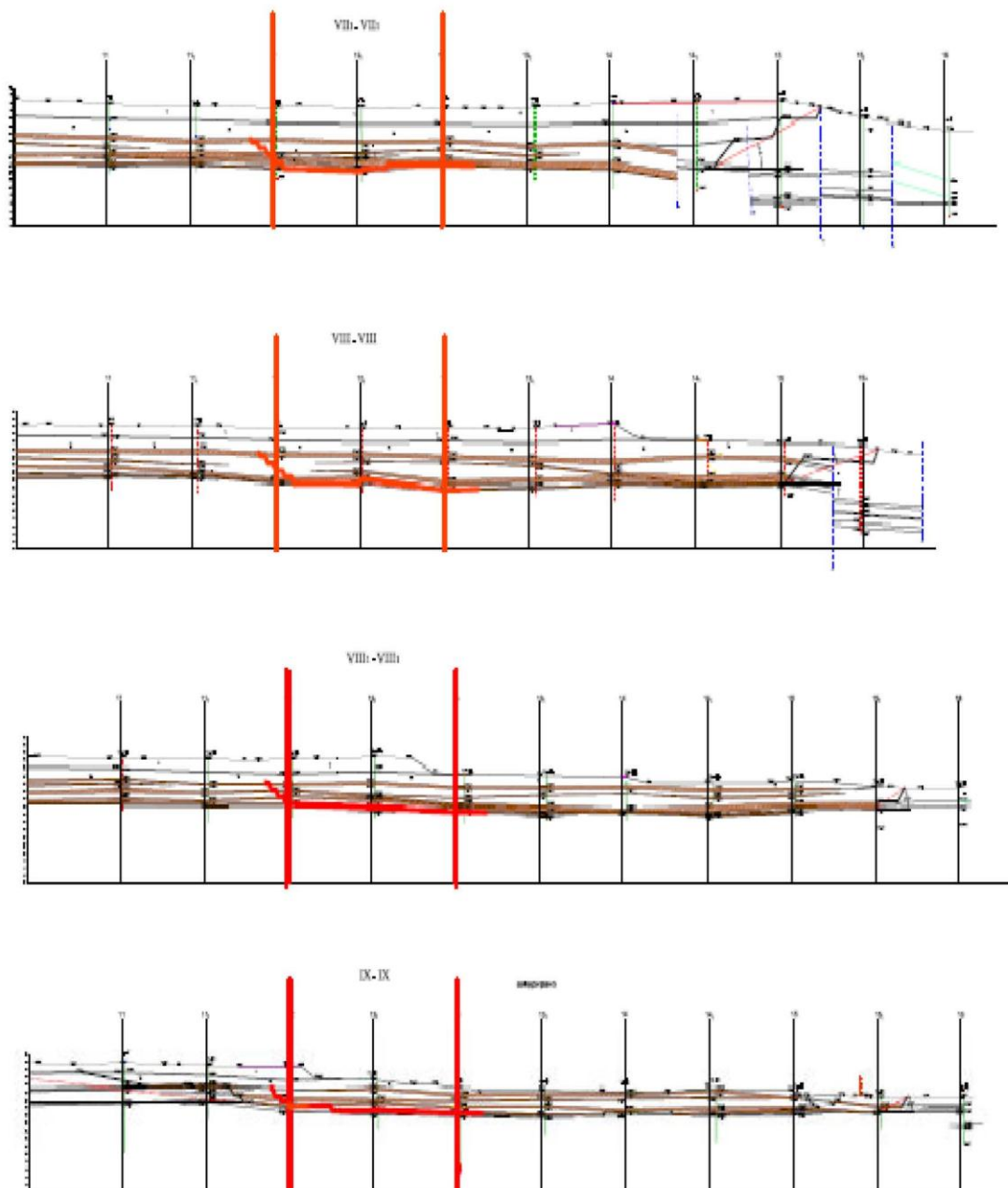


Слика 21: Рударско-геолошки профили
Figure 21 Mining and geological profiles

5.4.3. Брод Гнеотино после 5та година на откопување



Слика 22: ПКБрод Г. на крајот од 5та година – исоп со циклична механизација
Figure 22: OM BrodGneotino at the end of 5 nd yearexcavation with cyclic machinery



Слика 23: Рударско-геолошки профили

Figure 23: Mining and geological profiles

5.5. Ограничување на експлоатационото поле

Ограничувањето на експлоатационото поле е сложена операција нарочито за вака сложени наоѓалишта. Сите променливи фактори кои имаат директно влиание се сублимираат во граничниот коефициент на откривка (K_{gr}). Граничниот коефициент на откривка преставува параметар кој го дефинира рентабилното работење на рудникот, е во функција од повеќе променливи параметри пред се: структурно геолошките, геомеханичките, хидротехничките, техничко-технолошките, организационите, економските, општествените као и други фактори

Истиот треба да се анализира и подобрува со примена на современи технички системи на експлоатација и организација како би се намалиле трошоците за експлоатација.

Експлоатацијата односно работата на рудниците е рентабилна се до моментот кога граничниот коефициент K_{gr} ќе биде помал или еднаков на тековниот коефициент на раскривка односно треба да се задоволи условот:

$$K_{gr} > K_t$$

Каде што се:

K_{gr} - граничниот коефициент на откривка

K_t - тековен коефициент на откривка

5.5.1. Прорачун на граничниот коефициент на откривка за сегашни услови на експлоатација

Како што нагласив претходно граничниот коефициент на откривка (K_{gr}) претставува основен параметар за дефинирање и оконтуривање на експлоатационото поле во согласност со претходно изразената зависност.

Сите променливи величини при одредување на овај коефициент се изразуваат преку :

- Коефициент на искористеност на МС (K_i),
- Цената на коштање на јагленот ($C_{kj} = 17 \text{ EUR}$),
- Трошоци за експлоатацијана кровинската и меѓуслојната јаловина ($T_{eo} = 1,9 \text{ EUR / m}^3$) и
- Трошоци за експлоатација на јагленот ($T_j = 1,7 \text{ EUR / t}$).

Истиот се изразува преку формулата и изнесува :

$$K_{gr} = \frac{K_i(C_{kj} - T_{eo})}{T_j} = \frac{0,98(17 - 1,9)}{1,7} = 8,7 \text{ m}^3 / \text{t}$$

Граничниот коефициент на раскривка во овие услови на експлоатација со примена на дисконтинуиран селективен ископ е соодветен со усвоениот среден коефициент со Главниот рударски проект(8,48).

Зголемувањето на истиот може да се постигне целосно искористување на МС односно ископда биде без губитоци на МС, да се зголеми цената на јагленот како и се намалат трошоците на експлоатација на јагленот и јаловината. Ако се земе во предвид дека цената на увозен јаглен изнесува над 50 EUR/t и со истата цена се израчуна граничниот коефициент значително ќе се зголеми. Ова го наметнува фактот за понатамошни истражувања во процесот на зголемување на експлоатационото поле односно зафаќање на поголеми количини на јаглен со површинска експлоатација од ова наоѓалиште.

5.6. Определување-освојување на производниот капацитет

5.6.1.1. Капацитет на ПК Брод Гнеотино

Капацитетот на секој површински коп е променлива категорија и зависи од многу фактори од кои би издвоиле:

- Резерви на минерална сировина,
- Понуда и побарувачка на МС на пазарот,
- Цена на МС на пазарот,
- Коефициент на раскривка,
- Потребни инвестициони вложувања и др.

5.6.1.2. Капацитет на Јагленот

- 000 t ровен јаглен годишно
- Годишен фонд на работни денови 250
- Работни смени 1
- Работни часови во смен 12
- Ефективни годишни часови 1750

5.6.1.3. Ефективен часовен капацитет на јагленот

$$K_{ef} = 2.000.000 \text{ t} / 1750 \text{ ч} = 1150 \text{ t/ч}$$

5.6.2. Капацитет на меѓуслојната јаловина

Капацитетот на откривка односно меѓуслојна јаловина зависи од коефициентот на откривка на меѓуслојната јаловина како и од планираното годишно производство на јаглен. Ископот на меѓуслојната јаловина мора да се остварува во планираните рамки.

Зголемениот ископ на кровинската јаловина позитивно влијае на генералната стабилност на копот како и на сепкупните техничко технолошки и економски ефекти.

- Среден коефициент на откривка на меѓуслојната $K_{sr} = 1,24 \text{ m}^3/\text{t}$
- Годишен фонд на работни денови 250
- Работни смени 1
- Работни часови во смена 12
- Ефективни годишни работни часови 1750

5.6.2.1. Ефективен часовен капацитет на Меѓуслојната јаловина

$$K_{ef} = 1.24 \text{ m}^3/\text{t} \cdot 2.000.000 \text{ t} / 1750 = 1417 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.6.3. Вкупен капацитет на ПК Брод Гнеотино

Вкупниот капацитет на ПК Брод Гнеотино за селективен ископ е збирот на капацитетите на производството на јаглен и меѓуслојна јаловина односно:

$$K_{vk} = 958 \text{ m}^3/\text{h} + 1417 \text{ m}^3/\text{h} = 2375 \text{ m}^3/\text{h}$$

Усвојуваме часовен капацитет на јаглен и меѓуслојна јаловина од **2400 m³/h**

5.6.4. Избор на механизација за ископ

Изборот на механизацијата за ископ се врши врз основа врз структурните инженерско геолошките и геомеханичките карактеристики на материјалот што се копа, применетата технологија, техничките барања, потребниот капацитет и др.

Ископот на јагленот и меѓуслојната јаловина во наоѓалиштето Брод Гнеотино ќе се врши исклучиво селективно со примена на багери кашикарисо челна и завртенакорпа. Технологијата на работа при селективно копање дадена е на технолошките шеми Сл.15 и Сл.16

Со примената на вакви багери се овозможува добра прегледност на откопното чело. можност за зафаќање јагленот и јаловината по слоеви без оглед на нивниот пад. Се исклучува потребата од ангажирање на друга машина (булдозер) за припрема на работен и транспортен планум и др.

Како недостаток може да се смета позицијата на кабината и операторот во случаеви на ненадејни обрушувања на челната косина од откопниот блок.

Операторите кои ќе работат покрај својата задолжитена квалификација за ВК машинист треба да имаат и основни познавања од геологијата или пак истите треба од страна на стручните лица кои ќе го водат процесот на експлоатација да бидат детално обучени и тестирани за ваква работа. Со тоа ќе се постигне максимална ефикасност во технолошкиот процес на селективна експлоатација. Минимално осиромашување на МС и максимално зафаќање на јагленовата маса.

Часовниот капацитет на багерот е во директна зависност од:

- Геометрискиот волумен на лажицата $V_k \text{ m}^3$,
- Коефициентот на полнење на $K_p=0,7 - 1,3$ ($K_p=1,1$),
- Коефициентот на растреситост $K_r=1,0 - 1,7$ ($K_r=1,2$),
- Коефициентот на ефективно користење на работното време $K_{ef}=0,5 - 1,0$ ($K_{ef}=0,7$)
- Време траење на работниот циклус (поради селективен ископ и работа во тешки услови ќе усвоиме дека истиот ќе трае 30 сек.)

Согласно формулата за часовен капацитет

$$Qh = 3600 V_k K_p K_{ef} / 50 K_r$$

За познат часовен капацитет (2400m³/ч) го одредуваме волуменот на работната лажица кој изнесува:

$$V_k = 30 Qh K_r / 3600 K_p K_{ef} = 30 \text{ h } 2400 \text{ h } 1,2 / 3600 \text{ h } 1,1 \text{ h } 0,7 = 31 \text{ m}^3$$

усвојуваме потребен волумен на работната лажица (35 m³)

5.6.5. Потребен број на багерски единици за ископ

Вкупниот волумен на корпата за остварување на планираниот капацитет за ископ на јаглен и меѓуслојна јаловина изнесува 35 m^3 .

Имајќи го во предвид фактот дека најрационално и сигурно би било полнењето на дамперот со четири до пет корпи запремината на работната корпа на багерите би требала да биде од 5 до 6 м³.

Усвојуваме багери за ископ и товарење од 5 м³. Овие багери за вакви прилики се полесни и поманипулативни а ова се потврдува и од досегачното работно искуство. Према тоа вкупниот број на потребни багерски единици ќе биде:

$$P_{be} = \frac{35}{5} = 7 \text{ багери за остварување на проектираниот капацитет}$$

Усвојуваме 8(осум) багерски единици со зафатнина на лажица од 5 m^3 .

5.6.6. Транспорт на откривката и јагленот

Транспортот на јагленот до дробиличното построение и јаловината по етажните патишта до одлагалиштата ќе се врши со камиони кипери(дампери)со носивост од 35 t и зафатнина на дамперскиот сандук од 20 m^3 .

Транспортот и одлагањето на јаловината ќе се врши на надворешно и внатрешноодлагалиште .

5.6.7. Пресметка на корисната носивост на дамперот

Тежина на материјалот во багерската лажица:

$$q_e = \frac{q \times k_p \times \gamma}{k_r} \quad (\text{t})$$

Каде се:

v - зафатнина на лопатата на багерот (5 m^3)

γ - запреминска тежина на материјалот(Јаглен) ($1,2 \text{ t / m}^3$), (Јаловина) ($1,9 \text{ t / m}^3$),

k_p - коефициент на полнење на лажицата (1,1)

k_r - коефициент на растреситост на материјалот (1,2)

$$q_e = \frac{5 \times 1,1}{1,2} \times 1,2 = 5,5 \text{ (t) за товарење на јаглен}$$

$$q_e = \frac{5 \times 1,1}{1,2} \times 1,29 = 8,7 \text{ (t) за товарење на јаловина}$$

Потребен број на багерски лопати за товарење на камионите (дампери)изнесува:

$$n = \frac{G_t}{q_e} \times K_{pk} = \frac{35}{5,5} \times 0,95 \approx 6,00$$

за јаглен и

$$n = \frac{G_t}{q_e} \times K_{pk} = \frac{35}{8.7} \times 0,95 \approx 3.82$$

за меѓуслојна јаловина

Усвојуваме 6 (шест) багерски единици

Каде се:

G_t - техничка носивост на дамперот (t)

K_{pk} - коефициент на полнење на дамперскиот сандук.

5.6.7.1. Пресметкана времетраењето на транспортниот циклус

Време траењето на транспортниот циклус се пресметува према следната формула :

$$T_c = t_t + t_p + t_i + t_{pr} + t_m$$

t_t - време потребно за товарање на дамперот

t_p - време на возење на полн дампер

t_i - време на истовар на дамперот

t_{pr} - време на возење на празен дампер

t_m - време на маневрирање на дамперот при утовар и истовар

Времето на товарање на дамперот изнесува:

$$t_t = n \times t_c / 60 = 6 \times 30 / 60 = 3,0 \text{ min}$$

Време на возење на полн дампер изнесува:

$$t_p = \frac{S}{V_p} \times 60 = \frac{1,5}{12} \times 60 = 7,5 \text{ min}$$

каде се:

S - Просечна должина на транспортниот пат од копот до одлагалиштето односно дробиличното (1.500 m)

V_p - Брзина на движење на полн дампер ($V_p=12 \text{ km/h}$)

Време на возење на празен дампер изнесува

$$t_{pr} = \frac{S}{V_{pr}} \times 60 = \frac{1,5}{15} \times 60 = 4,8 \text{ min}$$

Каде се:

S - Просечна должина на транспортниот пат од копот до одлагалиштето односно дробиличното (1.500 m)

V_{pr} - Брзина на движење на полн дампер ($V_{pr}=15 \text{ km/h}$)

Времето на истовар на дамперот во просек изнесува: 1,5 min.

Времето потребно за маневрирање на дамперот при истовар и утовар во просек изнесува 3.0 min.

Према тоа времетраењето на транспортниот циклус изнесува:

$$T_c = 3,0 + 7,5 + 4,8 + 1,5 + 3,0 = 19,8 \text{ min} \approx 20 \text{ min}$$

5.6.7.2. Пресметка на експлоатациониот капацитет на транспортот и потребен број дампера

Експлоатациониот капацитет на транспортните средства се пресметува према следната :

$$Q_{eks} = \frac{60 \times G_n \times K_v}{T} \quad (\text{t/h})$$

K_v – Коефициент на временско искористување ($K_v = 0.80$)

$$Q_{eks} = \frac{60 \times 35}{19} \times 0,8 = 89 \quad \text{t/h}$$

При годишно производство од 2.480 000 m³ меѓуслојна јаловина и 2.000 000 t (1,670.000 m³) јаглен дневниот капацитет на селективен ископ ќе биде:

$$Q_{sm} = \frac{Q_{god}}{N_d} \quad \text{m}^3/\text{d}$$

Каде се :

Q_{god} – годишен капацитет на меѓуслојна јаловина и јаглен

N_d - број на работни денови во годината

$$Q_{sm} = \frac{4.150.000}{250} = 16.600 \text{ m}^3/\text{d}$$

Бројот на потребните транспортни возила ќе изнесува:

$$N = \frac{2.480.000 \times 1,9 + 2.000.000}{250 \times 89 \times 12 \times 0,85} = 29,6 \text{ дампера усвојуваме } \mathbf{30 \text{ дампера}}$$

5.6.8. Технолошки процес на експлоатација на јагленот

Технолошкиот процес на експлоатација на јагленот се состои од следните технолошки фази:

- Копање и товарање
- Транспорт до дробиличната постројка
- Дробење на јагленот
- Утовар на јагленот на ГТС.

Копањето на јагленот ќе се врши со хидраулични багери селективно со челна и превртена лопата во висински и длабински етажи.

Натоварениот јаглен со (дампера)кипери се транспортира до дробиличната постројка. Дробењето на јагленот е неопходна технолошка операција поради несметан транспорт по транспортерите од ГТС од ПК Брод Гнеотино до ПК Суводол во должина од цца. 11 км.

Максималната големина на парчињата кои можат да се транспортират по транспортерот се во директна зависност од ширината на транспортната лента и истите се дефинираат по формулата:

$$b_{\max} = 0,6 \times B = 0,6 \times 1400 = 840 \text{ mm}$$

каде е:

B ширина на транспортната лента

Максималната големина на парчињата од ровен јаглен кои ќе се откопаат зависат од зафатнината на багерската корпа и истата се одредува по следната формула:

$$b = 0,8 \times \sqrt[3]{E}$$

Каде е:

E – зафатнина на багерската корпа (5 m^3)

b – најголем пречник на парчињата кои се товарат со багерот (m)

Према тоа:

$$b = 0,8 \times \sqrt[3]{5} = 1,36 \text{ m}$$

Ширината на минималниот отвор на дробилицата треба да изнесува:

$$Bd = \frac{b}{0,84} = \frac{1,36}{0,84} = 1,62 \text{ m}^2$$

Према тоа степенот на дробење на јагленот за нашите услови ќе изнесува:

$$i = \frac{1,36}{0,4} = 3,4$$

Дробилицата треба да располага со приемен бункери додавач со кој ќе се овозможи директно кипање на дамперите во приемниот бункер на дробиличното построение.

5.6.9. Спецификација на потребната опрема за селективен ископ

Р. Бр.	Вид на опрема	Потребен број	Забелешка
1.	Дробилично построение	1	Согласно Сл.10
2.	Хидрауличен багер со челна лопата	4	$V \text{ min}(5 \text{ m}^3)$
3.	Хидрауличен багер со превртена лопата	4	$V = 3,0 \text{ m}^3$
3.	Камиони дамperi	30	Носивост $N = 35,0 \text{ t}$
4.	Товарна лопата	2	2
5.	Цистерна за вода	2	$V = 10,0 \text{ m}^3$
6.	Булдозер	4	$W = 200 \text{ do } 250 \text{ kW}$
7.	Грејдер	1	$W = 190 \text{ kW}$

Табела 21: Спецификација на потребната опрема за селективен ископ

Table 21: Specification of the equipment required for selective mining

6. НАДВОРЕШНО И ВНАТРЕШНО ОДЛАГАЛИШТЕ

За одлагање на кровинската и меѓуслојната јаловина од ПК - "Брод Гнеотино" со дисконтинуирана опрема ќе се искористи просторот јужно од формираното надворешно одлагалиште со I БТО систем (СРс 2000 и ЗП 6600).



Слика 24: Багер СРс 2000

Figure 24: Excavator SRs 2000



Слика 25: Одлагач ЗП 6600

Figure 25: Radial Stacker ZP 6600

Ова е најповолната локација за одлагање на јаловината поради следното:

- со одлагање на јаловината ќе се формира "форт кипа" на масите од I БТО одлагалиште заради спречување на движење на одложените маси,
- поволни транспортни патишта,
- поволни транспортни растојанија (од 1 000 - 2 000 m)

Врз основа на извршените анализи на рударско - технолошките профили на копот и динамиката на ископ, услови за одлагање на јаловината во откопаниот простор во 1-ва година не постојат. Поради тоа целокупната јаловина од 1-ва година на експлоатација ќе се одложи на надворешното одлагалиште.

Овие количини на јаловина одлагани на надворешното одлагалиште имаат коефициент на растреситост на материјалот од $K_f = 1,3$. Висината на етажите за одлагање на јаловината во внатрешното одлагалиште треба да изнесува најмалку 5 m, со цел за подобро збивање на одложените маси, односно за подобрување на геомеханичките параметри на одложената јаловина. Сигурносното растојание помеѓу откопниот фронт на најдлабоката етажа (III јагленов слој) и фронтот на одлагање треба да изнесува 150 m. Во откопаниот простор да се формираат три етажи со висина од по 5 m, односно вкупната висина на одложениот материјал да изнесува 15 m.

6.1. ЗАШТИТА НА КОПОТ ОД ПОВРШНСКИ И ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Оводненост на јагленовото наоѓалиште, односно на површински коп, зависи од повеќе услови кои можат да се сврстат во две групи, природни и вештачки.

Од вештачките услови на оводненост на коповите влијае експлоатација на јагленот и раскривката, изградени водни акумулаци и артески дупнатини и бунари .

Во групата на природните услови се сметаат условите кои се одраз на постоечка состојба пред нарушување на природната средина. На оводненостна копот "Брод-Гнеотино" поголемо влијание имаат следните природни услови:

- метеоролошки;
- хидролошки;
- геолошки;
- тектонски и
- хидрогеолошки

Метеоролошки услови

Од метеоролошките услови најголемо влијание на оводненост на копот имаат врнежите, а помалку температура на воздух, влажност, испарување, ветер и др.

Атмосферските врнежи имаат големо влијание на оводнетост на теренот, особно во зоната на I БТО систем кој ќе ја откопува кровината, бидејќи со инфилтрација на површинските води во подземјето се создават предуслови за формирање на подземните води.

Согласно анализите, заштитата на површинскиот коп "Брод-Гнеотино" може да се планира за сума на дневни врнежи од $P_{dn} 2\% = 84,56$ mm воден талог.

Хидролошки услови

За билансирање на водите, димензионирање на хидротехничките објекти (ободни канали, етажни канали, водособирници и др.), покрај метеоролошките, битно е познавање и на хидролошките услови на работната фигура на копот.

На простор предвиден за изведба на копот (фаза експлоатација) застапени се различни хидролошки појави: - атмосферски врнежи; - постојани и повремени водотеци;

Истите се однесуваат за целиот коп, односно и за просторот предвиден за фаза на експлоатација.

На просторот на копот не се јавуваат постојани површински водотеци. Од хидролошките појави најважна е река Црна како постојан голем површински водотек, која тече надвор од копот "Брод-Гнеотино". На западната страна течеприближно паралелно со западната контура на копот на оддалеченост околу 1,5 км и потоа свртува јужно испод јужна контура на копот каде е оддалечена околу 600 м.

Покрај река Црна, за самиот ископ и техничкото решение одредено значението може да имаат два повремени водотеци кои го сечат копот во правец од североисток кон југозапад. Тоа се поток "Душибок" во крајниот северен дел од копот и "Порој" во централниот дел. Тие се јавуваат во склоп на квартерните иплиоценските творби, како остатоци од поранешните водотеци. Северно од копот

на растојание од околу 0,5 км поминува Тепавска река а уште посеверно околу 1,5 км над копот поминува Грапешка река. Сите овие водотоци егзистираат воглавно во пролетните месеци, поретко и во есенските месеци, додека во летните месеци воглавно се суви.

Геолошки услови

Теренот на п.к. "Брод-Гнеотино", се наоѓа во зона на контактот на прекамбриумските кристалести карпи и неогени до горноплиоценски седименти.

Во градбата на овој простор и ободниот дел учествуваат прекамбриумски кристалести карпи, неогени седименти и квартерни седименти. Прекамбриумските кристалести карпи (гнајсеви и микашисти) се најстари карпикои воедно представуваат основа и обод на неогениот басен, т.е. го окружуваат наоѓалиштето од североисточна, источна и југоисточна страна. Врз овие карпи, т.е. врз палеорелјефот, трансгресивно лежат: Базалната (подинска фација), продуктивната јагленосна серија и кровински седиментен комплекс.

Тектонски услови

Тектониката има посебен значај на копот, како за таложее на неогените седименти во кои е создадено и самото наоѓалиште, така и на оводненост на копот.

Теренот што го зафаќа проектираниот коп, во тектонскиот поглед припаѓа на Пелагонијски хорст антиклинориум. Во пошироката околина на копот сезастапени многубројни апликативни структури, воглавно со субмеридијален правец на протегање.

Палеорелјефот е формиран за време на гренилска орогена фаза, т.е. во време кога се формирани наборни и руптурни форми. Наборни облици во палеорелјефот, т.е. антиклинални и синклинални форми се погодни за акумулирање на подземните води во рамките на водоносни средини со пукнатински тип на порозност, додека руптурни облици, т.е. раседи, раседни зони, пукнатини и др. се значајни од аспект на прихранување на водоносните средини во рамките на јагленовиот басен.

Палеорелјефот е покриен со неогените седименти во кои е формирано ованаоѓалиште на јаглен. Ободните антиклинални и синклинални форми во палеорелјефот овозможуваат длабоко залегање на водоносните средини во плиоценските седименти и создавање на поволни услови за прихранување на подземни води од хипсометриски повисоки делови од теренот и од ободни средини.

Хидрогеолошки услови

Хидрогеолошките услови се еден од најважните природни услови за оводненост на копот, со дефинирање на филтрациони карактеристики на застапените карпести маси, прихранување, дренажање, режим на издани и др.

6.2. Основна концепција за заштита од површинските води.

Во фаза на експлоатација проблемот на одводнување добива нова тежина и сложеност. Системот за одводнување и одведување на водите потребно е да биде дополнет со сите објекти кои ќе го покриваат новиот фронт на копот.

Во фаза на експлоатација за формирање на системот за одводнување и одведување на површинските води, се земаат во предвид сите објекти кои ќе се формираат (одлагалиште, етажнирамнини, околни водотеци и сл).

За објектите за заштита на копот во фаза на експлоатација од пресудно значење за дефинирање на видот, локациите на водозафатните објекти во план и длабина, како и за редослед на нивното изведување, се следните фактори:

- застапеност на хидролошките и хидрогеолошките појави;
- хидрогеолошки појави;
- можност за искористување на постојните природни и веќе изградени собирни и дренажни објекти (природни вододелници, канали, бунари, заезерени површини и др.);
- геолошката градба, посебно дебелината на непродуктивните седименти, како и дебелината на седиментите до подинската издан под притисок;
- длабината на нивото на подземна вода за кровинската издан;
- можностите за изведба.

Во самиот процес на експлоатација дренажните објекти (дренажни канали и водособирници) ќе ја имаат примарната улога во системот на експлоатација за стварање технолошки прилики за несметана експлоатација.

6.2.1. Пресметка на системите за заштита од површинските води

Со цел да се зафатат сите површински води кои имаат атмосферско потекло и кои по гравитационен пат ќе достигнат во зоната на копот, во предвид се земени големината на сливното подрачје кое е актуелно за идниот период на експлоатација. Избрани се и меродавни големини за интензитетот на врнежите како и коефициентот на отекување.

Поради препораките од досегашните искуства, висините на врнежите дадени во табела бр 22 ќе бидат корегирани за 20%, заради тоа што во пределот на површинскиот коп "Брод-Гнеотино" се очекуваат во просек поголеми врнежи, што е во функција на поголема обезбеденост.

P (%)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	(20%) h(mm)
5'	10'	20'	40'	60'	60'	
50	4,834	7,679	11,16	13,711	15,674	18,81
20	6,911	11,296	17,245	22,379	26,105	31,33
10	8,286	13,691	21,274	28,118	33,011	39,61
4	10,023	16,717	26,364	35,369	41,737	50,08
2	11,312	18,961	30,14	40,749	48,21	57,85
1	12,519	21,19	33,888	46,089	54,636	65,56
0,1	16,819	28,552	46,273	63,733	75,868	91,04

Табела 22: Табеларен и графички приказ на врнежи за сливното подрачје на м.с. Битола

Table 22: Tabular and graphical display of rainfall on the watershed of Mineral raw material Bitola

Пресметки за потребна количина на вода за димензионирање на ободните Канали

Меродавната количина на вода е (Q) пресметана со земање во предвид навкупната количина на вода за подрачјата дефинирани со сливна површина восклоп на вододелниците. Димензионирањето на ободните канали е изведено според важечките прописи, при што определувањето на меродавната вода е извршено како при димензионирање и уредување на буици.

Земени се податоци од постојната литература "Интензивни врнежи" на Б.Тодоровски и Шкоклески за м.с Битола и тоа за интензивен дожд со траење од

1 час. Земена е вода од едночасовен дожд со веројатност на појава еднаш во 50 години или со обезбеденост од 2%.

Користена е следната формула:

$$Q = Fsl \cdot i \cdot \alpha$$

Каде е:

Fsl - меродавна сливна површина

i - интензитет на врнежи (усвоена вредност од $h = 57.85 \text{ mm/m}^2/\text{hx}$;

$i = h/t$; $t = 1 \text{ h}$ $i = 1.61 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$)

h- висина на меродавен дожд со веројатност на појава 2%

t- времетраење на меродавниот дожд

α - коефициент на отекување = 0,5 (случај за песоклива глина и глина со пад на терен преку 10%)

Според овие влезни параметри, добиена е следната меродавна количина за димензионирање на каналите од дотоци за површинските води, дадена во табела бр.23

OK OK 1 OK 2	Fsl	α	Pdn	Q	Qvk
4400000	0,5	1,60	10	35,353	35,353
260000	0,5	1,60	10	2,089	2,089
280000	0,5	1,60	10	2,250	4,339
7700000	0,5	1,60	10	61,867	66,206
700000	0,5	1,60	10	5,624	71,830

Табела 23: Количини на вода за димензионирање на одводните канали

Table 23: Quantities of water dimensioning of drainage channels

6.2.2. Димензионирање на водособирници

За да се изврши избор на волуменот на централниот водособирник, изршена е анализа на максимално можните количини кои би се слеале во водособирникот и тоа на количини од интензивен дожд со времетраење од 24 часа, при веројатност на појава за 50 годишен период (според Правилникот за технички нормативи за површинска експлоатација на наоѓалишта за минерални сировини).

Пресметките се средени во табела бр. 24. При тоа земените податоци (h) од м.с. Битола се зголемени за 20% (x') заради тоа што во штитеното подрачје се очекуваат поголеми количини на вода во однос на измерените.

P(%)	H(l/m2)	T (god)	h' (l/m2)
50	32,415	2	38,898
20	48,708	5	58,449
10	59,495	10	71,394
4	73,124	25	87,7488
2	83,235	50	99,882
1	93,272	100	111,9264
0,1	126,435	1000	151,722

Табела 24: Дистрибуција на појава на максималните годишни врнежи за време траење од 24 часа

Table 24: Distribution of occurrence of annual maximum precipitation for duration of 24 hours

Пресметки за количини на вода кои паѓаат на површината на усекот

Пример за 1 година на експлоатација:

$$P = 99.882 \text{ l / m}^2 / 24 \text{ h}$$

$$Q = Fsl \cdot P \cdot \alpha$$

$$Q = 0,67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Fsl = 1,15 \text{ m}^2$$

$$\alpha = 0,8$$

Потребниот волумен за димензионирање на водособирникот одговара за непречен доток на вода од 8 часа во случај на интензивен дожд со траење од 24 часа со обезбеденост од 2% и работа на пумпите од 16 часа во фаза на експлоатација по 1 година.

- потребен волумен на водособирникот се рачуна по формулата.

$$W d = Q \cdot t$$

Каде е:

Q – количина на вода која дотекува во водособирникот м³/сек

t – времетраење на дотокот

-потребен волумен на водособирникот по вклучување на пумпите

$$W d = Q \cdot t$$

$$W p = Qp \cdot t$$

$$W w = W d - W p$$

Каде што:

W d - волуменна вода придотокод 16 часа

W p - волуменна пумпана вода за време од 16 часа

Етажни канали

Изработката на етажните канали најчесто ќе се врши со багери со завртена (длабинска) лопата (липкери) целосново ископ. Во помал обем може да се употребат багери со мали товарни лопати. Дренажните засеци и водособирниците ќе се изведуваат со градежна оператива и багери дреглајни.

Имено, ископот на каналите и формирањето на попречните пресеци се врши со стандардни корпи со повлекување однајвисоката кота на етажната равнина према спроводните канали. Наклонот на косините на каналите е 1:1,5.

Откопаниот материјал се одлага странично од страната каде што нема доток на вода.

Приизведувањето на етажните канали битно е да се запазат падовите на дното на етажните канали кои треба да се движат во границата од $J=1-2\%$.

Длабочините на ископ ќе се движат главно до 1 m, но во одредени услови, заради задоволување на падот, може да се укаже потреба од подлабок ископ, посебно на споевите со водособирниците или пострмни делови од еренот, што се решава на лице место.

Водособирници

Водособирниците ќе се изработуваат со багери со обратна лопата и багери дреглајни. Откопаниот материјал се одлага странично од страната каде што нема доток на вода.

Водонепропусливоста е предвидено да биде обезбедена со облагање на дното со геомембрана тип HDPE со дебелина 0.75-1.00 mm. За одржување на стабилноста на косините на ископ во фаза на изведување на водособирниците потребни се посебни мерки за спуштање на подземните води во овој дел со помош на пумпи и канали, како и посебна обработка на косините од водособирникот со наклон од 1:2. Изведувањето на водособирниците ќе зависи од динамиката на напредување на копот.

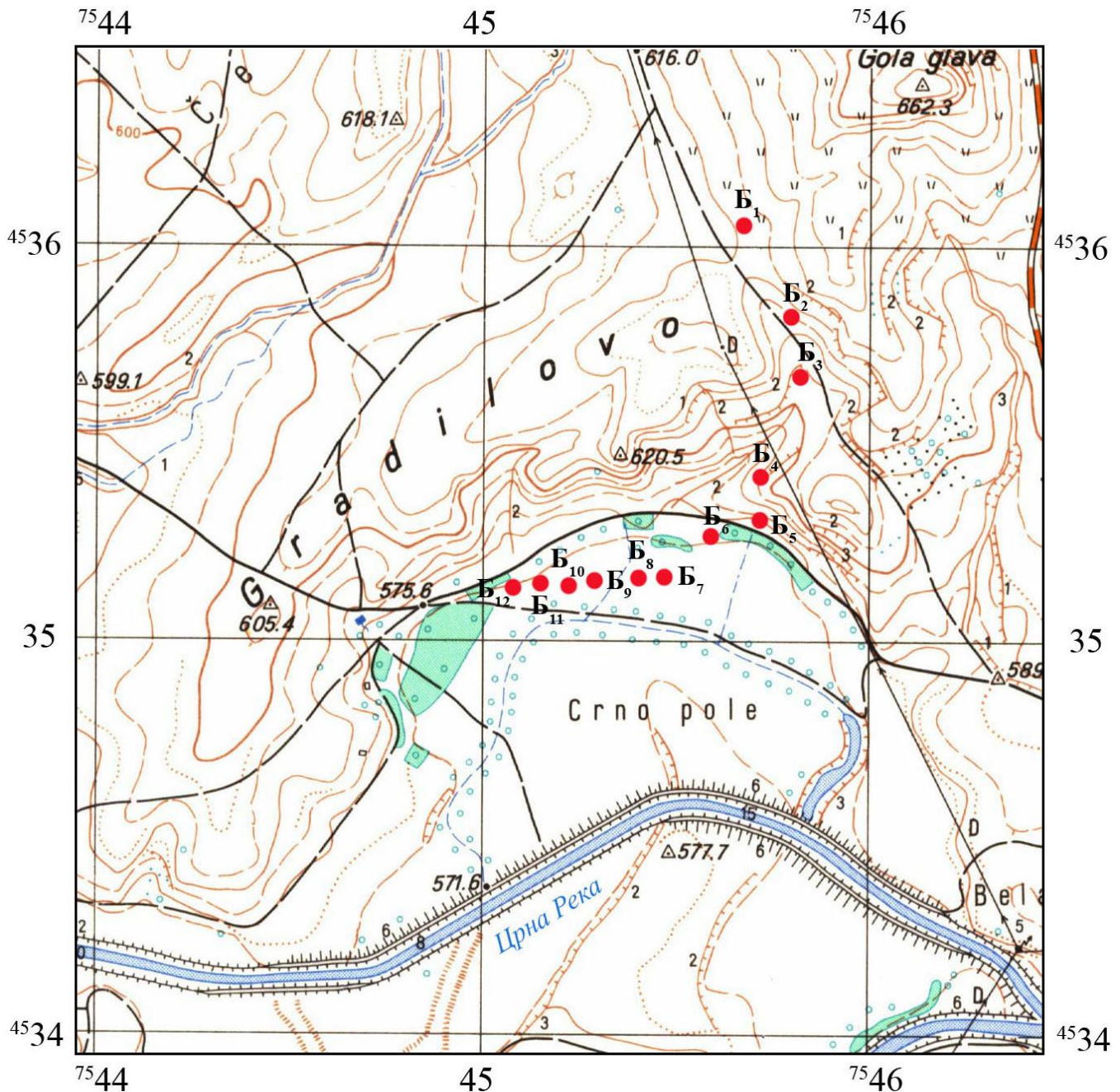
Пумпни станици

Покрај изведбата на пумпни станици над црпните бунари кои се наоѓаат на работ на усекот и пумпната станица од водособирниците, неопходна е изградба на пумпна станица и на новопроектираните водособирници со кој ќе се пумпаат водите од собирните канали.

6.3. Хидролошки пресметки за усвојување на техничко решение за одводнување од подземни води

6.3.1. Избор за техничко решение за одбрана и заштита од подземни води

Согласно анализите на хидрогеолошките фактори и параметри на водоносните средини во копот констатиравме сложени хидрогеолошки прилики. Вочетна фаза изработени се 12 истражно експлоатациони бунари за заштита на усекот на отворање од источната и јужната граница(Слика 26)



Слика 26: Топографска карта со назначена положба на проектираните истражно – експлоатациони бунари

Figure 26: Topographic map with the specified position of the projected investigation-exploitation wells

Заштита на копот од подземни води од јужната страна е многу битна бидејќи се очекува прилив од река Црна, и со изведба на бунари во два низа ќе се постигнат три значајни цели:

- одводнување на подината на јагленовата серија, односно црпење на водата од подинската издан која е под притисок;
- спречување на евентуална хидрауличка врска на површинскиот речен ток река Црна со подземните води и
- штитење на копот од продор на подземните води од надворешните страни.

Врз основа на досегашните сознанија во оваа фаза на експлоатација предвидено е да се изведат вкупно 15 бунари (БК-1 до БК-15).

Проектираните бунари од оваа фаза, заедно со 13 бунари од првата фаза ќе бидат распоредени во главно по контура на целиот коп.

Исклучок од тоа е западната страна на копот каде не се потребни бунари, со оглед на геолошко-хидрогеолошките услови, т.е. залегање на слоевите (пад кон запад), каде се јавува значаен хидрогеолошки изолатор - трепел, кој е доста моќен и длабоко залега, и со оглед на генералните правци на движењето на подземните води кои се движат од исток кон запад.

За разлика од тоа на северната и источната страна на површинскиот коп согласно со геолошките и хидрогеолошките услови се наметнува потребата од заштита од продор на подземни води од тие страни, за намалување на притисоци и за стабилноста на косината на копот во тие делови. Мора да се констатира дека за тие делови од теренот недостасуваат хидрогеолошки параметри, а нарочно за северната страна која е најслабо истражена.

Во натамошниот развој на експлоатација на п.к. "Брод- Гнеотино", со проектот се предвидува до изведба на уште 15 експлоатациони бунари распоредени по контура на целиот коп.

На микролокација на бунарите Б-1, Б-2, Б-3, Б-4, Б-5, Б-9, Б-12 каде се евидентирани само плиоценски седименти, бунарите каптираат еден издан со ниво на подземна вода под притисок. Резултатите за хидрогеолошките параметри на средината се репрезенти само на тој издан. На микролокација на бунарите Б-6, 7, 8, 10, 11, раздвојувањето на изданот со слободно НПВ формиран во алувијално терасните седименти од изданот со ниво под притисок формиран во плиоценските седименти, со овој фонд на истраги не се направени.

Бунарите Б-6, 7, 8, 10, 11 каптираат два издани. Со обработката на податоците од пробното црпење се добиени резултати за хидрогеолошки параметри на средината кои се репрезент и на двата издани, така да неможе да се раздвојат хидрогеолошките параметри засебно за секој издан.

Како резултат на напред реченото, како и врз основа на хидрогеолошките параметри на средината $\{K_f \text{ (m/s) и } T \text{ (m}^2\text{/s)}\}$ како и хидродинамичките параметри на бунарите $\{Q \text{ (l/s) и } q \text{ (l/s/m)}\}$, добиени од поединечното пробно црпење и тестирање на бунарите може да се направи одредено шематско зонирање на локалитетот на бунарите. При тоа издвоени се три зони:

Зона I каде се лоцирани бунарите : Б-6; Б-7; Б-10 и Б-11 кои имаат издашност над 35l/s и се со поповолни вредности на k_f и T ($k_f=1 \times 10^{-4}-1 \times 10^{-3} \text{m/s}$, $T=1 \times 10^{-3}-1 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$);

Зона II каде се лоцирани бунарите Б-1; Б-4; Б-5 и Б-8 како и ПЕБ-1 и ПЕБ-2 (изработени предходно) кои имаат издашност од 10 до 25l/s со k_f и T ($k_f=1 \times 10^{-5}-1 \times 10^{-4} \text{m/s}$, $T=1 \times 10^{-4}-1 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$);

Зона III каде бунарите Б-2; Б-3; Б-9 даваат доста мали издашности од 0,5 до 5 l/s со k_f и T ($k_f=1 \times 10^{-7}-1 \times 10^{-5} \text{m/s}$, $T=1 \times 10^{-6}-1 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$).

Параметрите по кои што е извршено зонирањето на теренот и нивните гранични вредности се прикажани во Табела 25.

Зона	Бунари	Q l/s (max)	$q_{sr} \text{ l/s/m}$	$K_f \text{ (m/s)}$	$T \text{ (m}^2/\text{s)}$	$T \text{ (m}^2/\text{den)}$
I	Б - 6	43.00	2.53	2.64×10^{-4}	6.26×10^{-3}	540
	Б - 7	41.00	2.63	1.74×10^{-3}	2.72×10^{-2}	2402
	Б - 10	36.00	1.52	1.88×10^{-4}	3.70×10^{-3}	319
	Б - 11	43.00	3.72	4.75×10^{-4}	1.08×10^{-2}	933
II	Б - 1	19.50	1.24	1.69×10^{-4}	3.80×10^{-3}	328
	Б - 4	12.72	0.42	2.96×10^{-5}	6.46×10^{-4}	56
	Б - 5	15.50	0.49	1.42×10^{-5}	2.55×10^{-3}	220
	Б - 8	11.00	0.28	3.50×10^{-5}	6.41×10^{-4}	55
III	Б - 2	0.55	0.023	6.79×10^{-7}	9.71×10^{-6}	0.84
	Б - 3	3.30	0.14	2.80×10^{-5}	2.80×10^{-4}	24
	Б - 9	3.60	0.092	9.71×10^{-6}	1.11×10^{-4}	10
	Б - 12	1.50	0.027	1.22×10^{-5}	7.35×10^{-5}	6

Табела 25: Зонирање на теренот според хидрогеолошки и хидродинамички параметри

Table 25: Zoning on the ground according to hydrogeological and hydrodynamic parameters

Распоредот на посточките бунари е даден на Слика бр.26. Од истата се гледа дека 5 (пет) бунари го штитат усекој од подземни води од источната страна и седум од јужната страна. Издашноста на истите е дадена во предходната табела.

6.4. Технички мерки за заштита при одводнување

При изведување на предвидените работи сврзани со заштита на копот од подземните води, потребно е да се применуваат сите мерки на сигурност и техничка заштита кои се предвидени за вакви работи, пред сè мерките на заштита кои се пропишани во правилникот за мерки на заштита на површинскиот коп. Покрај општите мерки се пропишуваат и посебни мерки на заштита на кои изведувачи на работите треба да се придржуваат.

Сите објекти кои се изработуваат не треба да имаат негативни ефекти и последици врз постоечките или проектираните објекти и опрема на работниот простор.

Постапките и зафатите при работа не смеат да ги загрозуваат вработените ниту пак да влијаат на стабилноста и носивоста на теренот, објектите и опремата. Потребно е да се применуваат одредбите и прописите од следните закони и Правилници:

- Закон за заштита при работа (Сл. весник на Р. Македонија 17/87 год);
- Закон за минерални сировини (Сл. весник на Р. Македонија 18/99 и 29/02 год.);
- Закон за заштита и унапредување на животна средина и природата (Сл. весник на Р. Македонија 53/05 год.);
- Закон за водите (Сл. весник на Р. Македонија 4/98; 19/2000 и 2005 год.);
- Правилник за техничките нормативи за површинската експлоатација на наоѓалиштата на минералните сировини (Сл. весник на СФРЈ бр. 4/1986 год);
- Правилник за технички прописи за рударски мерења, мерни книги и рударски планови и др.

Мерките на сигурност и техничка заштита се однесуваат воглавно на дупчачките работи со пратечките работи за изведба на бунарите, со оглед дека од проектираните работи истите преовладуваат. Ке се наведат некои од нив:

- Во текот на изведување на работите, просторот околу објектите треба да биде посебно ограден, означен и обезбеден од присуство на неовластени лица, животни и слично.

- Со оглед дека е планирано дупчачките работи да се изведуваат во две смени, како и за тестирање и други работи, работниот простор мора да биде добро осветлен.

- Во случај на неповолни временски услови, провала на дожд, грмотевици и др., работниците треба да се повлечат од машините на сигурно место, а доколку тогаш се врши тестирање треба да се прекине, односно да се исклучи електрична енергија се до создавање на поволните услови.

- Ракувачите на оперативата треба да бидат запознаени со позитивните одредби за заштита при работа, и задолжително во секој момент од изведбата на работниот процес да носат соодветна заштита.

- Патиштата за движење на механизацијата треба да бидат обележани со видни знаци.

- Во текот на изведба на целиот процес се набљудува околниот терен во смисол на појава на евентуални нестабилности (пукнатини, одронувања, плавења од вода). После завршување на сите објекти, не се дозволува приод до пумпните постројки на неовластени лица.

Од посебните мерки на заштита на бунарите по нивна изработка и во фаза на одводнувањето, т.е. во текот на изработка на усек, позначајни се:

- За пуштање на системот на бунарите во експлоатациона работа важно е да сите уреди и

постојки за енергетското напојување бидат изведени во согласност со Техничкиот проект и истите треба да бидат технички примени.

Мерките на заштита, кои се однесуваат на уредите за енергетско напојување се предвидени со соодветен технички проект, така да тука не се третирали.

- Бунарот, кој ќе биде пуштен во работа мора да биде опремен со заштитна жичана ограда, да биде заклучен и означен со видливи знаци за забрана за пристап на неовластени лица и со ознака дека управувачкиот уред во внатрешниот дел е под напон. Управувачкиот уред мора исто така да биде заклучен.

- Управувачкиот уред на бунарите мора да биде во затворена просторија, и да биде отпорен на атмосферските влијаниа и евентуално прскање на вода во случаеви на дефект на цевководниот систем. Исправноста на работата на бунарот и пропратните сегменти, мора секојдневно да бидат контролирани со обиколка на надзорни лица.

- Одводот на водата од бунарот до најблискиот реципиент мора да биде исправен, без разлевање на вода со можни последици од ерозија или лизгање на теренот или загрозување на рударските работи и објекти.

- Мерење на нивоата на подземната вода, како и мерење на протокот треба да се врши редовно. За мерењето на нивоата и количината на водата треба да се води редовна евиденција во соодветен образец.

- Мерењето на нивоата на подземната вода во пиезометрите, треба да се извршува на секои 15 дена, со редовна евиденција на измерените податоци.

- Анализата на осцилациите на подземната вода и ефектите од работата на системот за одводнување, треба да се вршат континуирано во склад со потребите за развој на рударските работи и правовремено треба да биде запознаен техничкиот раководител на рударските работи за евентуалното покачување на нивото на подземната вода над котата на најниските рударски работи.

- Пуштањето во работа или стопирањето на поединечен бунар дозволено е само на стручно лице, одговорен инженер за одводнување.

- Измените и поправките на стандарната опрема на главата на бунарот и командниот уред, може да го врши само стручно лице по налог на одговорен технички раководител.

Почитувајќи ги одредбите за заштита на животната средина, подолу сеприкажани одредени аспекти со кои во најголема мера се намалуваат можностите од потенцијално пореметување на амбиенталните услови и тоа:

Мерењата и сигнализацијата во командниот орман ќе обезбедуват доволно ниво на надзор (контрола) над работата на системот (состојба во мрежата, пумпите, работните параметри во бунарите, состојба во хидро мрежата) :

- напон во мрежата
- дефект

Од технолошките заштити применета е заштита од работа на пумпите "на суво". Заштитата се прави за бунарската пумпа со ниво реле и три сонди сместени на означеното ниво (кота) во бунарот.



Поред оваа техничка заштита се обезбедува и заштита од прегревање на пумпата од работа при намален протек на вода. Намалениот протек го намалува ладењето на пумпата. За заштита искористена е $H(Q)$ карактеристиката на пумпата.

Автоматско управување и мониторинг на системот за **одводнување** ќе бидат основа во наредниот период на информациониот систем задолжен за пратење и обработка на податоците.

7. ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА ТЕХНОЛОГИЈА НА СЕЛЕКТИВНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕН И МЕЃУСЛОЈНА ЈАЛОВИНА ВО СЛОЖЕНИ ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ

Зголемената побарувачка на енергетските ресурси рапидно ја зголеми експлоатацијата на минералните енергетски сировини. Зголемувањето на цените на енергенсите, експлоатацијата на се посиромашни и понеквалитетни енергетски наоѓалишта, ја наметнува потребата од детални анализирања и истражувања во рударството, а пред се во проектирањето и планирањето. Се повеќе доаѓа до израз неопходноста од влучувањето на комплексните инженерски пресметки, моделирања, надзор, управување и комплетно автоматизирање на работниот процес. Експлоатацијата на енергетските минерални сировини како што нагласив е во функционална зависност од повеќе фактори: природни, технички, технолошки, економски, организациони, стратешкополитички, транспортни, социолошки, еколошки, демографски, урбани, енергетски и др.

Имајќи во предвид дека постои силна корелација помеѓу наведените фактори чија што меѓусебна зависност се менува од случај до случај, елементите на функционалната зависност треба опционо да бидат прифатени и третирани со голема внимателност. Истражувајќи ги литературните извори можеме да констатираме дека предметниот проблем на трудот не е соодветно отворени истражен во согласност со степенот на неговото значење во планирањето и проектирањето во површинската експлоатација во наредниот период. Тоа ја иницира идејата за дефинирањето на основните цели а тоа е економичноста на работењето (остварување на профит).

Значи, основните појдовни поставки во решавањето на проблематиката се:

- сериозен инженерски пристап,
- правилно усмерување и водење на Брод Гнеотино во наредните фази,
- негова целосна до дефинираност и до истраженост,
- методолошки пристап за негово рационално решавање на технолошкиот процес на експлоатација во согласност со условите на експлоатацијата.

Стратегијата на наредните проектирања и анализи на површинскиот коп Брод Гнеотино ќе бидат сублимирани во повеќе прашања како:

- доистраженост и понатамошен развој на наоѓалиштето и
- начинот на експлоатацијата и проширувањето на експлоатационите рудни резерви односно проширување на експлоатационото поле.

Имајќи во предвид дека процесот на планирањето и одлучувањето станува се поактуелен потребен е целосен инженерско технички и научен пристап со изработка на голем број на варијантни решенија. Решенијата се неминовен пристап во анализите на одлучување и избор на само едно, неопходно рационално решеније кое ги поставува основните квалитативни и квантитативни параметри. Ова ја наметнува потребата од воведување на процесот на одлучување. Одлучувањето како постапка е избор помеѓу повеќе можни алтернативи, односно избор помеѓу повеќе можни алтернативни решенија.

Адаптирајќи ги условите за одлучување придонесување на одлука за изборна оптимален пристап за експлоатација при минимална цена на чинење на експлоатација на јагленот и јаловината, минимални загуби на минералната суровина како и геомеханичка стабилност на рудникот. Станува збор за експлоатација на сложено наоѓалиштето, кое според природните, геолошките и техничко – технолошките прилики би можело да се експлоатира со повеќе технологии. Искусствените податоци како и комплетната анализа на постојните информации добиени од Главниот рударски проекти и изработените студии и технолошки решенија како предлог алтернативни технологии за експлоатација на јаглен се земени:

1. континуиран систем - роторни багери (Варијанта 1),
2. комбиниран систем – роторни багери - хидроулични багери(меѓуслојна јаловина и јаглен (Варијанта 2),
3. комбиниран систем – роторни багери - хидроулични багери(кровинска јаловина III БТО и меѓуслојна јаловина први и втори слој и јаглен – багери дреглајни ископ идиректно префрлање на меѓуслојната јаловина од третиот слој (Варијанта 3).

Општите карактеристики кои се заеднички за трите алтернативни решенија се

1. Вкупна количина на јаглен согласно главниот рударски проект за откопување се израчунати околу 34.700.000 t – со површинска експлоатација во овај период,
2. Вкупна маса на кровинска и меѓуслојна јаловина изнесуваат 294.560.000 m³,
3. Вкупна маса на кровинска јаловина со трите системи изнесуваат 251.391.228m³од кои за III БТО
4. Вкупните маси на меѓуслојната јаловина изнесуваат 43.168.772 m³
5. Вкупните маси на меѓуслојната јаловина за директно префрлување 21.584.386 m³
6. Годишен проектиран капацитет на јаглен 2.000.000 t
7. Век на експлоатација 19 год
8. ДТВ на јагленот 7400 kJ/kg
9. Специфична тежина на јагленот во цврста состојба 1.2 t/m³
10. Насипна тежина на јагленот во растреситасостојба 0.8 t/m³
11. Среден коефициент на откривка 8,48m³/t
12. Просечна должина на работен фронт 750 m
13. Просечна должина на транспорт(на ниво на ПК одлагалиште или до дробилка) 1500 m

При изборот на оптимален систем на експлоатација (технологија) од предвидените три алтернативни решенија. Изборот на оптимален систем е извршен преку повеќекритериумска анализа. Постапката за повеќекритериумска оптимизација се состои во следните чекори:

1. Утврдување на алтернативните решенија;
- 2.

7.1. Континуиран систем на експлоатација (Варијанта 1)

Континуираниот систем на експлоатација е предвиден со Главниот рударски проекти.

Истиот покрај континуираниот ископ на јаловин предвидува и континуиран селективен ископ на јаглен и јаловина со 2 два роторни багери СРс-323 и СРс-1050 со две самоходни траки БРс1400 односно БРс1800 и разделни станици.

Транспортот на јаглен од ПК Брод-Гнеотино до предајното место во р. Суводол кесе врши со систем на транспортни ленти во должина од околу 11 км.

Според калкулацијат во Главниот рударски проекти цената на експлоатација на јагленот изнесува 12.39 €/t.

Имајќиго во предвид дека Главниот рударски проект е заклучно објавен во Февруари 2006 год.време кога сеуште не беше навлезена целосно енергетската криза.Со енормното зголемување на цените на енергенсите вклучувајќи го и јагленот, проблемот треба сериозно да се свати нарочито во нашата Република која е целоснио зависна од увозот на енергенси. Реалните пресметки покажуваат дека зголемувањето на цената на енергенсите би јазголемило цената на чинење на еден тон на јаглен. Според економските анализи цената на чинење на 1 т јаглен во 20011 година изнесува 1087 ден/т или **17,7€/т**. Сепак, најмеродаво е да се прифати цената за ископ на 1 тон јаглен дефинирана според Главниот рударски проект. Значиистата според алтернативата А1 (континуирана технологија за откопуање) треба да изнесува **13.63 €/т**.

7.2 Комбиниран систем на експлоатација (Варијанта 2)

Комбинираниот систем на експлоатација по оваа варијанта предвидува селективниот ископ на јагленот и меѓуслојната јаловина да се врши со циклична механизација хидраулични багери и камиони дампери.

Како што е нагласено капацитетот на рудник Брод Гнеотино изнесува 2.000.000 т ровен јаглен годишно.

Годишниот ископ на меѓуслојна јаловина изнесува 2.480.000 м³ чврста маса за извршување на планираното производство неопходна е набавка на нова механизација согласно направените прорачуни.

Преглед на потребната механизација и инвестициони вложувања (Варијанта 2):

Р.бр	Тип на механизација	Парчиња	Набавна вредност(€)	Вкупно(€)
1.	Багер хидрауличен	8	450.000	3.600.000
2.	Грејдер	1	250.000	250.000
3.	Булдозер	4	450.000	1.600.000
4.	Цистерна за вода	2	150.00	150.000
5.	Кипери(дампери)	30	300.000	9.000.000
6.	Скип ЈСВ 4x4	1	78.000	78.000
7.	Дробилничен комплекс	1	2.000.000	2.000.000
8.	Вкупни вложувања			16.738.000

Табела 29: Преглед на потребната механизација и инвестициони вложувања

Table 29: Review of necessary machinery and investments

Цената на т јаглен по оваа варијанта е зависна од повеќе фактори пред се:

1. Инвестиционивложувањазанабавканаопремата,
2. Амортизацијанаосновнисредства (опрема) за периодод7год., односно 27.540 раб. ч аса,
3. Специфичнпотрошувачканагоривол/м³
4. Вкупни трошоци за гориво и мазиво,
5. Просеченгодишентрошокзаодржување
6. Брутотрошокзаработнасилагодишно
7. Бројнаефективниработничасовивогодината
8. Вкупенгодишен трошокзацелокупнаопрема
9. Годишнопланиранопроизводство најаглен,
- 10.Годишно планрано производство на откривка

Годишни трошоци за експлоатација на т јаглен по варијанта А2

Годишните трошоци за експлоатација на т јаглен по оваа варијанта изнесуваат:

Р.бр.	Трошоци	Капацитет(м ³)/год	Един. цена €/t(м ³)	Вкупно €/год
1	Амортизација	2.000.000	0,48	960.000,00
2	Специфична потрошувачка на гориво l/m ³ (t)	4.146.700 м ³	1,0	4.146.700,00
3	Просечен годишен трошок за одржување 40% од амортизацијата	2.000.000	0,192	384.000,00
4	Бруто трошок за работна сила годишно	2.000.000	3,57	7.140.000,00
5	Материјални трошоци	2.000.000	0,42	840.000,00
6	Административни трошоци	2.000.000	0,168	336.000,00
7	Трошоци за истражување и проектирање	2.000.000	0,168	336.000,00
9	Останати трошоци	2.000.000	0,325	650.000,00
10	Отплата на кредит и анuitети год.(7г.к.с.7,26%)	2.000.000	2,34	4.678.000,00
11	ВКУПНО:			19.472.700,00

Табела 26: Годишни трошоци за експлоатација на тон јаглен по варијанта А2

Table 26: Annual costs per tonne of coal exploitation Mon variant A2

Цената на тон Јаглен по варијанта А2 представува збир на цените на ископот на јагленот и меѓуслојната јаловина и цената на ископот на кровинската јаловина :

$$C_{\text{вкупно}} = C_1 + C_2$$

Каде се:

C_1 - цена на ископ на меѓуслојната јаловина и јаглен по варијанта А2:

C_2 - цена на ископ на кровинската јаловина со континуиран систем.

$$C_1 = \frac{19.472.700[\text{eur}]}{2.000.000[\text{t}]} = 9,74 \left[\frac{\text{eur}}{\text{t}} \right]$$

Цената на ископ према досегачните повеќегодишни показатели изнесува околу 0,4 €/m³ односно за експлоатација на 14.787.719 m³ јаловина со континуиран систем цената на јагленот ќе се зголеми за 2,95 €/t односно:

$$C_{\text{вкупно}} = C_1 + C_2 \qquad C_{\text{вкупно}} = 9,74 + 2,95 = 12,69 \left[\frac{\text{eur}}{\text{t}} \right]$$

Во истата се укалкулирани инвестиционите вложувања и сите трошоци: (за ископ, транспорт, одлагање на кровинската и меѓуслојната јаловина, помошни работи, надзор и проектирање.

7.2. Комбиниран систем на експлоатација (Варијанта 3)

Комбинираниот систем на експлоатација по оваа варијанта предвидува ископ на меѓуслојната јаловина од првот и вториот слој како и ископот на јагленот да се врши со циклична механизација хидраулични багери и камиони дампера и меѓуслојната јаловина од третиот слој со директно префрлањесо багери дреглањи.

Вкупните јаловински маси за ископ по оваа варијанта со циклична механизација изнесуваат 21.580.346 m³ а годишниот ископ ќе биде 1.240.000 m³ чврста маса и 1.240.000 m³ со багер дреглајн ЕШ10/70. Согласно направените прорачуни на капацитетите на усвоените машини потребна е набавка на додатна дополнителна механизација.

Преглед на потребната механизација и инвестициони вложувања за (Варијанта 3):

Р.бр.	Тип на механизација	Парчиња	Набавна вредност(€)	Вкупно(€)
1.	Багер хидрауличен	6	450.000,00	2.700.000,00
2.	Грејдер	1	250.000,00	250.000,00
3.	Булдозер	4	450.000,00	1.800.000,00
4.	Цистерна за вода	2	150,000	300.000,00
5.	Кипери(дампера)	21	300.000,00	6.300.000,00
6.	Скип ЈЦБ 4x4	1	78.000,00	78.000,00
7.	Дробилчен комплекс	1	2.000.000,00	2.000.000,00
8.	Вкупни вложувања			13.128.300,00

Табела 27: Преглед на потребната механизација и инвестициони вложувања за (Варијанта 3)

Table 27: Review of necessary machinery and investments for (Variant 3)

Годишни трошоци за експлоатација на тон јаглен по варијанта А3

Годишните трошоци за експлоатација на т јаглен по оваа варијанта изнесуваат:

Р.бр.	Трошоци	Капацитет(м ³)/ год	Един. цена €/т(м ³)	Вкупно €/год
1	Амортизација	2.000.000	0,375	750.000,00
2	Специфична потрошувачка на гориво l/m ³ (t)	2.906.700 m ³	1	2.906.700,00
3	Просечен годишен трошок за одржување 40% од амортизацијата	2.000.000	0,15	300.000,00
4	Бруто трошок за работна сила годишно	2.000.000	2,856	5.712.000,00
5	Материјални трошоци	2.000.000	0,42	840.000,00
6	Административни трошоци	2.000.000	0,168	336.000,00
7	Трошоци за истражување и проектирање	2.000.000	0,168	336.000,00
9	Останати трошоци	2.000.000	0,325	650.000,00
10	Отплата на кредит и ануитети год.(7г.к.с.7,26%)	2.000.000	1,82	3.640.000,00
11			ВКУПНО:	15.470.700,00

Табела 28: Годишни трошоци за експлоатација

Table 28: Annual costs for operation

Цената на т Јаглен по варијанта А3 представува збир на цените на ископот на јагленот и меѓуслојната јаловина со циклична механизација, директното префрлање со багер дреглајн и цената на ископот на кровинската јаловина :

$$C_{\text{вкупно}} = C_1 + C_2 + C_3$$

Каде се:

C₁ -цена на ископ на меѓуслојната јаловина и јаглен по варијанта А3:

$$C_1 = \frac{15.470.700[\text{eur}]}{2.000.000[\text{t}]} = 7.74 \left[\frac{\text{eur}}{\text{t}} \right]$$

C₂ - Цена на ископ на кровинската јаловина со континуиран систем.

Цената на ископ према досегачните повеќегодишни показатели изнесува околу 0,4 €/m³ односно за експлоатација на 14.787.719 m³ јаловина со континуиран систем цената на јагленот ќе се зголеми за 2,95 €/t односно:

C₃ - Цена на ископ на меѓуслојна јаловина јаловина со директно префрлање во откопан простор

Цената на ваков ископ према досегашните повеќегодишни показатели изнесува околу 0,2 €/m³. За експлоатација на 1.240.000 m³/год. јаловина со директно префрлање цената на јагленот ќе се зголеми за 0,31 €/t односно:

$$C_{\text{вкупно}} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{\text{вкупно}} = 7.74 + 2.95 + 0.31 = 11 \left[\frac{\text{eur}}{\text{t}} \right]$$

Во истата се укалкулирани инвестиционите вложувања и сите трошоци:(за ископ,транспорт,одлагање на кровинската и меѓуслојната јаловина,помошни работи,надзор и проектирање.

7.4. Избор на оптимална технологија на експлоатација

Врз основа на резултатите добиени со анализирањето на предложените алтернативни решенија, дефинирањето и решавањето на повеќекритериумскиот модел како идобиените резултати од повеќекритериумската оптимизација можат да се изведат следните заклучоци:

Предложени се 3 варијантни решенија:

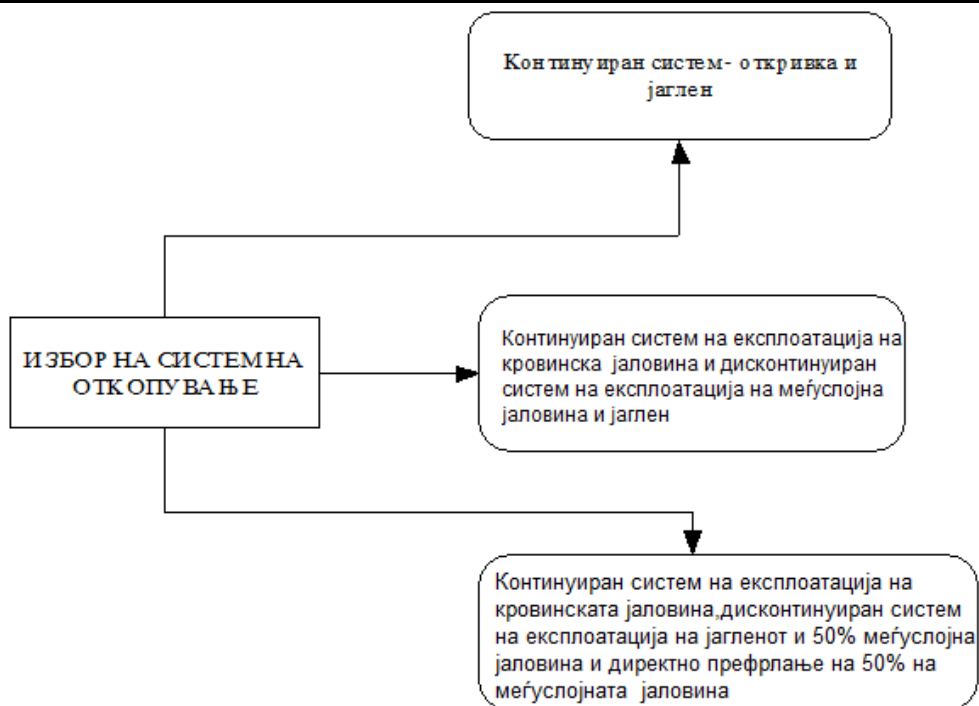
- A1 - Континуиран систем на експлоатација на јаловина и јаглен (постоен систем според Главен рударски проект)
- A2 – Континуиран систем на експлоатација на кровинска јаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на меѓуслојна јаловина и јаглен
- A3 – Континуиран систем на експлоатација на кровинската јаловина, дисконтинуиран систем на експлоатација на јагленот и 50% меѓуслојна јаловина и директно префрлање на 50% на меѓуслојната јаловина.

сите 3 варијантни решенија се техничко – технолошки можни за реализација на денешното ниво на развој на рударството и инженерството,

- за првото варијантно решение цените за ископ на јаглен се земени од постојната рударска документација (Главен рударски проект)
- усвоена е цена за ископ на 1 тон јаглен според првата варијанта (A1) - континуиран систем на експлоатација на јаловина и јаглен (постоен систем според Главен рударски проект) од 13.63 €/t,
- пресметана е цена на ископ на 1 тон јаглен според втората варијанта (A2)- континуиран систем на експлоатација на јаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на јаглен од 12.60 €/t,
- усвоена е цена за ископ на 1 тон јаглен според третата варијанта (A3) - континуиран систем на експлоатација на кровинската јаловина, дисконтинуиран систем на експлоатација на јагленот и 50% меѓуслојна јаловина и директно префрлање на 50% на меѓуслојната јаловина 10,99 €/t,
- извршена е изградба на повеќекритериумски модел,
- утврдени се 3-те алтернативни решенија A1, A2 и A3,
- извршен е избор на 7 критериумски функции:
- Цена за ископ на 1 t јаглен;
- Подготвителни работи;
- Брзина на постигнување на проектиран капацитет ;
- Инвестиционо вложување;
- Степен на обука и доквалификување;
- Еколошки аспекти на системот на експлоатација;
- Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација;

Според направената анализата на постечката состојба, техничката документација документација за рудникот “Брод – Гнеотино“, современите и светски искуства од областа на рударството, во овај труд утврдени се три алтернативни решенија :

Р.бр.	Варијанта	Ознака
1.	Континуиран систем на експлоатација на јаловина и јаглен	A ₁
2.	Континуиран систем на експлоатација на кровинска јаловина и дисконтинуиран систем на експлоатација на меѓуслојна јаловина и јаглен	A ₂
3.	Континуиран систем на експлоатација на кровинската јаловина, дисконтинуиран систем на експлоатација на јагленот и 50% меѓуслојна јаловина и директно префрлање на 50% на меѓуслојната јаловина	A ₃



Слика 27: Избор на систем на откопување на јаглен, кровинска и меѓуслојна јаловина во рудникот “Брод-Гнеотино“

Figure 27: System types for coal exploitation

После извршената идентификација на проблемот како и неговото детално анализирање, избрани се и идентифицирани критериумите кои имаат најголемо влијание во решавањето на моделот.

Р. бр.	Критериум	Ознака	Опис
1	Цена за ископ на 1 t јаглен	K ₁	Минимална цена за ископ на 1 t јаглен. Во оваа цена е вклучена и цената за ископ на потребната количина на откопување за да може да се ископа 1 t јаглен.
2	Подготвителни работи	K ₂	Оценка на обемот, степенот на сложеност, времето на подготовка, потребното искуство и предзнаење, опасностите при подготовка, влијанието врз останатите процеси на експлоатација.
3	Брзина на постигнување на проектиран капацитет	K ₃	Оценка за брзината на времето за постигнување на проектираниот капацитет за откопување на јаглен.
4	Инвестиционо вложување	K ₄	Процентната вредност на инвестиционо вложување.
5	Степен на обука и доквалификување	K ₅	Оценка за потребниот степен за обука, доквалификување и перманентно образование потребно при воведување на нов систем за експлоатација.
6	Еколошки аспекти на системот на експлоатација	K ₆	Оценка за влијанието на планираниот систем на експлоатација врз животната средина.
7	Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација	K ₇	Влијание на атмосферските услови врз нормалниот тек на планираниот систем на експлоатација.

Табела 29: Критериуми со најголемо влијание во решавање на модел

Table 29: Criteria with the greatest impact in solving the model

Секој од овие критериуми има свое влијание (тежина) врз алтернативните решенија. За овој модел се направени: повеќекратни техно - економски анализи на системите на отворање и експлоатација за површинскиот коп “Брод – Гнеотино“, потоа анализи и искуства од техно - економски анализи и други стручни информации, и извршено е усреднување на тежините добиени од горе наведените постапки.

На овој начин добиени се следните тежини на критериумските функции:

Р. бр.	Критериум	Ознака	Тежина
1	Цена за ископ на 1 t јаглен	K ₁	10
2	Подготвителни работи	K ₂	7
3	Брзина на постигнување на проектиран капацитет	K ₃	5
4	Инвестиционо вложување	K ₄	8
5	Степен на обука и доквалификување	K ₅	5
6	Еколошки аспекти на системот на експлоатација	K ₆	3
7	Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација	K ₇	4

Табела 30: тежини на критериумски функции

Table 30: weights of the criterion functions

По извршено нормализирање на тежините на критериумските функции се добива следната табела на нормализирани тежини:

Р. бр.	Критериум	Ознака	Тежина
1	Цена за ископ на 1 t јаглен	K_1	0.250
2	Подготвителни работи	K_2	0.175
3	Брзина на постигнување на проектиран капацитет	K_3	0.125
4	Инвестиционовложување	K_4	0.200
5	Степен на обука и доквалификување	K_5	0.125
6	Еколошки аспекти на системот на експлоатација	K_6	0.075
7	Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација	K_7	0.100

Табела 31: нормализирани тежини

Table 31: normalized weights

Секој од критериумите си има своја природа односно цел:

Р. бр.	Критериум	Ознака	Природа
1	Цена за ископ на 1 t јаглен	K_1	MIN
2	Подготвителни работи	K_2	MIN
3	Брзина на постигнување на проектиран капацитет	K_3	MAX
4	Инвестиционо вложување	K_4	MIN
5	Степен на обука и доквалификување	K_5	MIN
6	Еколошки аспекти на системот на експлоатација	K_6	MIN
7	Влијание на атмосферските услови врз системот на експлоатација	K_7	MIN

Табела 32: Природа на критериуми

Table 32: Nature of criteria

По извршена анализа на оценките на поедините критериуми за секое алтернативно решение, добиен е повеќекритериумскиот модел (табела 37).

АЛТЕРНАТИВИ	КРИТЕРИУМИ							
	Цена €/t	Подг. раб.	Брз.на пост. капац.	Инвест. €	Обука	Екол.	Атмосф. влијан.	
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	
Цел	MIN	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	
Варијанта I	A_1	13,63	средно повиска	средна	изразито висока	ниска	средно повисока	средно повиска
Варијанта II	A_2	12,69	средна	средна	средно повиска	ниска	средно повисока	висока
Варијанта III	A_3	11	Средно пониски	Средно повисока	Средно пониска	ниска	Средно повисока	висока
Тежини	w_i	0.250	0.175	0.125	0.200	0.125	0.075	0.100

Табела 33: повеќе критериумски модел

Table 33: multicriteriamodel

Поради тоа што повеќекритериумскиот модел е дефиниран со описни оценки потребно е нивно трансформирање во нумерички вредности. За таа цел наједноставно е користење на линеарна скала на трансформација (график на сл. 28).



Слика 28: Линеарна трансформација на квалитети на атрибути

Figure 28: Linear transformation of the qualities of attributes

Решавањето и на овој повеќекритериумски модел е со помош на методите: ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II. Во продолжение дадени се излезните резултати од примената на секоја метода посебно.

Според современите светски искуства, направената анкета и на основа на реална проценка, одбрани се следните облици на генерализирани критериумски функции:

	КРИТЕРИУМИ						
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
Тип	I	I	I	I	I	I	I
q _j							
p _j							
σ							

Табела 34: Типови на генерализирани критериуми

Table 34: Types of generalized criteria

Според тоа, комплетниот модел за подготвен за решавање со методата PROMETHEE е:

	КРИТЕРИУМИ							
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	
MIN/MAX	MIN	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	
A ₁	13.63	6	5	9	3	6	6	
A ₂	12.69	5	5	5	3	6	7	
A ₃	11	4	6	4	3	6	7	
Карактеристики на критериум		0.250	0.175	0.125	0.200	0.125	0.075	0.100
	Тип	I	I	I	I	I	I	I
	q _j							
	p _j	10	5				1	1
σ								

Табела 35: Влезен модел

Table 35: Input model

ВАРИЈАНТА	ОЗНАКА	ПРЕФЕРИРА НАД
A1	A1	Не перферира
A2	A2	A1
A3	A3	A2 и A1

Табела 36: Парцијално рангирање според методата PROMETHEE I

Table 36: partial ranking method PROMETHEE I

Во продолжение дадена е решението на повеќекритериумскиот модел според методата PROMETHEE II.

Во табела 40 дадени се споредбените резултати од примената методите ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II.

ВАРИЈАНТА	ОЗНАКА	ELECTRA I <i>преферира над</i>	PROMETHEE I <i>преферира над</i>	PROMETHEE II <i>ранг</i>
Варијанта I	A ₁	не преферира	не преферира	3
Варијанта II	A ₂	не преферира	A ₃	2
Варијанта III	A ₃	A ₃ и A ₂	A ₃ и A ₂	1

Табела 40: Рангирање според различни повеќекритериумски методи

Table 40: different ranking methods Multifactor

Добиените резултати од примената на методите: ELECTRA I, PROMETHEE I и PROMETHEE II, покажаа дека решението е еднозначно и идентично. Конечниот ранг на алтернативните решенија е: A₃ → A₂ → A_{1ц}, односно: Варијанта III → Варијанта II → Варијанта I.

Според резултатите добиени со решавањето на повеќекритериумската модел како оптимално решение за селективна експлоатација на јаглен и меѓуслојна јаловина е варијантата A₃ односно континуиран систем на експлоатација на кровинската јаловина, дисконтинуиран систем на експлоатација на јагленот и 50% меѓуслојна јаловина и директно префрлање на 50% на меѓуслојната јаловина.

8. ДИСКУСИЈА

Геомеханичката стабилност на завршните и работните косини преставува основа за сигурно изведување на технолошкиот процес на експлоатација. Истата е извршена на постоечкиот фонд на податоци за геомеханичките и хидрогеолошките параметри, од постоечката документација.

Пресметани се дозволените растојанија на основната механизација од горниот раб за работа.

Влијанието на (хидрогеолошката состојба) во копот е симулирано преку коефициентот на порен притисок при одводнета (сува) средина $u=0.0$, при присуство на вода и појава на порни притисоци $u=0.1$, при поголемо присуство на вода и подолго трајни атмосферски влијанија и поголеми порни притисоци $u=0.2$.

Со постоечките и предвидените објекти за одводнување работната средина треба да се третира како делумно заводнета односно во процесот на експлоатација има подземни води. Имајќи ја во предвид целокупната состојба на копот, како и преземените мерки за одводнување со изработување на бунари, ободни заштитни, етажни и дренажни канали, водособирници и др. $u=0.1$ е реалниот коефициент на порен притисок за оваа средина. Натомошната тенденција секако ќе биде овој коефициент да сукцесивно се намалува.

Коефициентите на сигурност се усвоени во согласност со “Правилникот за технички нормативи за површинска експлоатација на лежиштата на минерални суровини за стабилност на косини за површински коп и одлагалиш-та”, со $F_s \geq 1.1$ за работни косини, $F_s \geq 1.15$ за систем од работни косини и со $F_s \geq 1.3$ за завршните косини;

Третманот на косината како работна или завршна, зависи и од рударскотехнолошката концепција за експлоатација колку временски косината ќе стои, па затоа е важно дефинирање на временската компонента од аспект на расположивата и предвидената механизација за извршување на работите за одреден временски период, а секако дека треба да се имаат во предвид и превземените активности за одводнување со кое директно ќе се влијае на степенот на одводнетост односно завршните и работните агли на косините; Додека, коефициентите на сигурност при $u=0.2$ се симулирани како би се прикажало негативното влијание на зголемено присуство на вода, а негативното влијание ќе се избегне со примена на мерките за одводнување на копот, со што се укажува дека одводнувањето треба да функционира прописно;

Се препорачува придржување до пропишаните мерки за заштита при работа, општите и посебните за ваков вид на објекти, во согласност со законски пропишаните и постоечката техничка документација;

Позитивните искуства на континуирано следење на инженерскогеолошките појави во коповите (ПК Суводол и ПК Осломеј) од страна на геолошките служби, се покажало како предуслов за правовремено и благовремено реагирање на потенцијално нестабилните зони во коповите. Затоа и при работата на ПК Брод-Гнеотино се препорачува инженерскогеолошко следење кое со наменско



геодетско снимање прецизно ќе бидат утврдени инженерскогеолошките појави на платоата и етажите како и моменталните активности во зоните на ископ, со можност за тродимензионално компјутерско до оформување на податоците;

9. ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА

Генерално, заради сложеноста на проблематиката поврзана со стабилноста (комплексни хидрогеолошки, геомеханички и инженерскогеолошки и рударско-технолошки услови), при тековната експлоатација на копот ќе биде потребно перманентно следење на состојбите при превземање на активности во зоната на копот, со краткорочна и долгорочна проверка на геомеханичката стабилност во зависност од динамиката и технологијата на активностите;

Се препорачува на деловите од копот кога ќе се заврши со експлоатација и одлагање кај одлагалиштата (третман на завршна косина), превземање мерки за заштита од ерозија како долгорочно би се задоволил стабилносниот и еколошкиот аспект во овој дел на ПК Брод-Гнеотино со примена на современи решенија, односно превземање мерки за рекултивацијата и уредување на просторот.

Во магистерската дадена е динамика и развој на површинскиот коп за наредните 5 години. На мислење сум дека во текот на овај период рудникот ќе завлезе во стабилен режим со минимални непознати елементи.

Експлоатацијата на јаглен со годишен капацитет од 2 милиони тони и меѓуслојна јаловина од 2.480.000м³ во сложени геотехнички услови е реалност и истата во наредниот период ќе се остварува со примена на соодветна опрема за работа во ваква средина.

Планираниот капацитет од 2 милиони тони јаглен годишно, е целосно потврдено и усвоено. Усвоено е режим на работа од 12 ефективни работни часови на ден со 250 работни денови за цикличната механизација. Доколку анализите на работа покажат дека во вакви услови може да се работи во три смени тогаш истиот сразмерно ќе се корегира.

Поради големите губитоци на корисна минерална сировина од минимум 10% со примена на континуирана механизација за експлоатацијата на јагленот неопходно е воведувањето на циклична механизација. Со ваква технологија губитоците нема да бидат поголеми од 2% а разблажувањето минимално.

За дробење на јагленот неопходна е примената. хибридна дробилка со надворешен додавач со влез од максимум(1640 рачунски) 2000 mm и излезна големина од 250 mm (подесива од 80 -400 mm) и гарантиран експлоатационен капацитет на дробење од минимум 1150 t/h. Моментално, во Светот, хибридниите дробилки се технолошки најнов вид на дробилки за јаглен.

Потребна е набавка на нова опрема за дисконтинуиран ископ, транспорти одлагање на јаловина и експлоатација на јагленот,

Граничниот коефициент на откривка во овие услови на експлоатација со примена на дисконтинуиран селективен ископ изнесува $K_g = 8,7 \text{ м}^3/\text{т}$ и е нешто повисок од среден коефициент со Главниот рударски проект(8,48 м³/т).

Стручните тимови во наредниот период треба да работат во изнаоѓање на мерки и технологии за зголемувањето на истиот преку: целосно искористување на МС односно ископ без губитоци со зафаќање на јагленови слоеви со дебелина помали 0,4 м, намалување на трошоците на експлоатација на јагленот и јаловината.

Ако се земе во предвид дека цената на увозен јаглен согласно објавениот тендер на ЕЛЕМ за увоз на 600.000 т јаглен во 2008 год. изнесуваше приближно 50 EUR/т тогаш граничниот коефициент на откривка значително ќе се зголеми. Ова го наметнува прашањето за зафаќање на поголеми количини на јаглен со површинска експлоатација од ова лежиште односно проширување на експлоатационото поле а имајќи ги во предвид утврдените геолошки резерви на јаглен:

$A+B=38.511.713 \text{ t}$	$A+B+C_1=64.930.513 \text{ t}$	$A+B +C_1+C_2=108.307.396 \text{ t}$
----------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

Направените прорачуни и анализи во овај труд директно ја наметнуваат потребата за започнување со нови истражни работи на ова наоѓалиште кои во наредниот период ќе бидат неминовни.

Според резултатите добиени со решавањето на повеќекритериумскиот модел како оптимално решение(технологија) за селективна експлоатација на јаглен и меѓуслојна јаловина во наоѓалиштето “Брод Гнеотино” е примената на континуиран систем на експлоатација на кровинската јаловина, дисконтинуиран систем на експлоатација на јагленот и 50% меѓуслојна јаловина и директно префрлање на 50% на меѓуслојната јаловина.

Овај магистерски труд ги дава основните поставки во проширувањето на експлоатационите резерви. За таа цел потребни седополнителни истражни работи, примена на оптимална технологија на експлоатација, воведување на нови научни методи во проектирањето, експлоатацијата и организацијата на работа а со основна цел намалување на експлоатационите трошоци.

Магистерската работа представува реален труд заснован на постоечките факти и услови на работа при селективниот ископ на кровинска јаловина, меѓуслојна јаловина и јаглен во ПК “Брод -Гнеотино” во сегашни и идни времиња.

10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вујиќ, С., Ковачевиќ. С., (2006). Селективно откопување и одлагање на откривка во функција на рекултивација на површинските копови за јаглен, РГФ Белград
- [2] Вујиќ, С., (2003). Студија за оправданоста на селективното откопување и одлагање на откривката, РГФ Белград,
- [3] Главен рударски проект за отворање и експлоатација на ПК –Брод Гнеотино, РИ ПОВЕ Скопје, Скопје 2006 г.
- [4] Павловиќ, В., (1992) Технологија на површинско откопување, РГФ Белград.
- [5] Рударска и техничка документација од Рудник “ Брод Гнеотино”.
- [6] Студија за избор на откопнотранспортноодлагалишна опрема при селективно откопување на јагленови серии, РГФ Белград, 2009.
- [7] Упростен рударски проект за селективна експлоатација на јаглен и меѓуслојна јаловина,
- [8] Вук Радевиќ (1971) Коефициент откривке. Зборник радова(Св.14) РГФ Белград
- [9] Слободан Вујиќ, Игор Миљановиќ, Александар Петревски, Драгана Животиќ, ПРИМЕНЕНО РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКА (практикум за вежбе), РГФ Београд, 2006.
- [10] П.Н. Пањуков, Инженерска Геологија, Градјевинска Книга, Београд, 1965.
- [11] Здравев С. ДЕТЕРМИНИСТИЧКО – СТОХАСТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОТРОШУВАЧКАТА НА МАТЕРИЈАЛНИТЕ РЕСУРСИ НА ПОВРШИНСКИТЕ КОПОВИ СО ЦЕЛ НА МИНИМАЛНИ ТРОШОЦИ НА НАБАВКА И ДРЖЕЊЕ НА ЗАЛИХИ. Р.Г.Ф., Штип, 1992
- [12] ЗАКОН ЗА ГЕОЛОШКИ ИСТРЖУВАЊА И ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ. Службен весник на СРМ, Скопје, 1988
- [13] Борович Р. ПРОРАЧУН РУДНИЧКИХ ТРАНСПОРТНИХ СРЕДСТВА. Р.Г.Ф., Београд, 1976.
- [14] Велев, М.С. ТЕОРИТИЧКИ ОСНОВИ НА РУДНИЧКОТО ПРОЕКТИРАЊЕ. Техника, Софија, 1970.
- [15] Вељановски В. ОСНОВИ НА РУДАРСТВОТО (скрипта) Р.Г.Ф., Штип, 1995
- [16] Генчич Б. ОСНОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ МИНЕРАЛНИХ ЛЕЖИШТА.(скрипта) Р.Г.Ф., Београд, 1977
- [17] Роблјек В. ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА. Институт за рударско и хемиско – технолошка истраживања, Тузла, 1970