



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Μηχ. Μεταλλείων - Μεταλλουργών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΒΩΞΙΤΙΚΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΑΓΙΑ ΑΝΝΑ Α₂”

ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ - ΝΙΑΟΥΝΑΚΗΣ ΟΡΕΣΤΗΣ



Επιβλέπων : Μπενάρδος Ανδρέας, Λέκτορας Ε.Μ.Π
Αθήνα, Απρίλης 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

**«ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΒΩΞΙΤΙΚΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ
ΑΓΙΑ ΆΝΝΑ Α₂»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αδαμόπουλος Γιώργος

Νιαουνάκης Ορέστης

Επιβλέπων: Μπενάρδος Ανδρέας,

Λέκτορας Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, Απρίλιος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αδαμόπουλος Γιώργος

Νιαουνάκης Ορέστης

Επιβλέπων: Μπενάρδος Ανδρέας,

Λέκτορας

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή της 4/4/2012

Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής

Μιχαλακόπουλος Θεόδωρος, Επίκουρος καθηγητής

Μπενάρδος Ανδρέας, Λέκτορας.....

ΑΘΗΝΑ, Απρίλιος 2012

Copyright© Αδαμόπουλος Γεώργιος, Νιαουνάκης Ορέστης, 2012-04-02

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

*Σε όλους αυτούς,
που δεν ξαναβγήκαν στο φώς.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	15
2.1. Η κατάσταση στο μεταλλευτικό κλάδο	15
2.2. Ένταση της εκμετάλλευσης και συνθήκες εργασίας	18
2.3. Εταιρείες εκμετάλλευσης βωξιτικών κοιτασμάτων στον Ελλαδικό χώρο.....	20
2.3.1. Δελφοί δίστομο Α.Μ.Ε.....	20
2.3.2. S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε.....	21
2.3.3. ΕΛΜΙΝ Α.Ε.....	23
3. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ	26
3.1. Κοιτασματολογία.....	26
3.1.1. Βωξίτης.....	26
3.1.2. Βωξιτογένεση	28
3.1.3. Ορυκτολογική και χημική σύσταση βωξίτη	30
3.1.4. Ιδιότητες του βωξίτη	31
3.1.5. Κοιτάσματα βωξίτη στον ελλαδικό χώρο.....	33
3.2. Γεωλογία	35
3.2.1. Γεωτεκτονική ζώνη Γκιώνας – Παρνασσού	35
3.2.2. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη.....	38
3.2.3. Γενικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος	40
3.2.4. Γεωλογικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος	41
3.2.5. Τεκτονικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος.....	41
4 .ΕΡΕΥΝΑ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	45
4.1. Έρευνα-Εντοπισμός κοιτάσματος	45
4.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος	50
4.3. Οριοθέτηση του κοιτάσματος.....	50
4.4. Αποθέματα.....	52

5. ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ	53
5.1. Προετοιμασία εργασιών	53
5.2. Κύριες προσπελαστικές στοές	54
5.2.1. Σχεδιασμός κύριων προσπελαστικών στοών	55
5.2.2. Διάτρηση	59
5.2.3. Γόμωση-Πυροδότηση	59
5.2.4. Φόρτωση και Μεταφορά	59
5.2.5. Αερισμός μεταλλείου	60
5.2.6. Υποστήριξη	60
5.2.7. Φωτισμός	60
6.ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	61
6.1. Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης.....	61
6.2. Υπόγεια εκμετάλλευση στα ελληνικά βωξίτικα κοιτάσματα	61
6.3. Επιλογή μεθόδου στο κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α ₂	63
6.4. Γενικά περί της μεθόδου.....	65
6.5. Επιλογές υλοποίησης της μεθόδου θαλάμων και στύλων	65
6.5.1. Εκμετάλλευση σε οριζόντιο ή σχεδόν οριζόντιο κοιτάσμα	66
6.5.2. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα κοιτάσματα	68
6.5.3. Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλου πάχους	69
6.6. Περιγραφή της μεθόδου στο κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α ₂	70
6.6.1. Περιχάραξη κοιτάσματος	70
6.6.2. Υπολογισμοί αντοχής θαλάμων και στύλων	75
6.6.3. Δημιουργία μεθόδου θαλάμων και στύλων	76
6.6.4. Τελικό στάδιο εκμετάλλευσης-Εξόφληση κοιτάσματος	78
7. ΚΥΡΙΕΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	86
7.1. Διάτρηση	86
7.2. Γόμωση.....	88
7.2.1. Υπολογισμός ποσότητας εκρηκτικών υλών	91
7.3. Πυροδότηση	92
7.4. Ξεσκάρωμα.....	96
7.5. Κοχλίωση οροφής.....	97
7.5.1. Μήκος αγκυρίων και μέγιστο φορτίο κοχλίας	103

7.5.2. Λοιπά στοιχεία υποστήριξης	103
7.6. Φόρτωση – Μεταφορά	104
8. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	109
8.1. Προσέγγιση της εισόδου της στοάς.....	109
8.2. Στοές προσπέλασης κοιτάσματος	109
8.3. Χρονολόγηση όλων των εξορυκτικών εργασιών	110
8.4. Προπαρασκευή του κοιτάσματος	112
8.5. Ανάπτυξη και εξόφληση κοιτάσματος	112
8.6. Προγραμματισμός εργασιών – Διάγραμμα GANTT	113
9. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ	115
9.1. Τύποι μηχανημάτων	115
9.2. Τύποι μηχανημάτων εκτός μεταλλείου.....	118
10. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ	120
10.1. Γενικά.....	120
10.2. Αερισμός στο βωξιτικό κοιτάσμα Αγία Άννα Α ₂	122
10.2.1. Απαιτούμενη παροχή αέρα	124
10.2.2. Σχεδιασμός κύριου κυκλώματος αερισμού.....	125
10.2.3. Υπολογισμός ολικής αντίστασης του κυκλώματος αερισμού	126
10.2.3.1. Υπολογισμός αντίστασης στοών κύριου κυκλώματος αερισμού	127
10.2.4. Στατική πίεση μεταλλείου	128
10.2.5. Επιλογή τύπου ανεμιστήρα.....	129
10.2.6. Συμπληρωματικός αερισμός.....	132
10.3. Φυσικός αερισμός.....	133
10.3.1. Γενικά στοιχεία.....	133
10.3.2. Υπολογισμός πίεσης φυσικού αερισμού.....	134
11. ΑΣΦΑΛΕΙΑ	135
11.1. Βασικές έννοιες και ορισμοί.....	135
11.2. Αιτίες ατυχημάτων	138
11.3. Στατιστικοί δείκτες ατυχημάτων	140
11.4. Κατηγορίες ατυχημάτων και λόγοι πρόληψης.....	143
11.5. Φωτισμός.....	145
11.6. Υπόγεια νερά	146

11.7. Ασφάλεια των εργαζομένων.....	148
11.8. Μέτρα προφύλαξης εκτός στοάς	149
11.9. Μέτρα προφύλαξης εντός στοάς	151
11.10. Επιπρόσθετα μέτρα.....	156
11.11. Ο ρόλος του μηχανικού	160
12. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	164
12.1.Εγκαταστάσεις ηλεκτροδότησης.....	164
12.2. Εγκαταστάσεις αεροσυμπιεστή.....	168
12.3.Βοηθητικές αποθήκες εκρηκτικών-καυσίων.....	169
12.4. Εγκαταστάσεις συνεργείου-αποδυτηρίων-γραφείων-καυσίμων-υλικών.....	170
12.5.Εγκαταστάσεις σταθμών φόρτωσης.....	171
12.6. Απασχόληση προσωπικού εγκαταστάσεων.....	172
13. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΥΠΟΓΕΙΑ Ή ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ.....	173
13.1. Στερεά απόβλητα στη μεταλλευτική βιομηχανία.....	173
13.2. Οπτική ρύπανση.....	174
13.3. Υγρά απόβλητα.....	175
13.4. Αέρια απόβλητα.....	176
13.5. Αποθέσεις στείρων στο υπο εξέταση κοίτασμα.....	177
13.6. Υπόγεια ή υπαίθρια εκμετάλλευση	178
14. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	183
14.1. Κόστος επένδυσης.....	183
14.1.1. Κόστος εργασίας.....	187
14.2. Κόστος Λειτουργίας.....	188
14.2.1. Κόστος εργασίας.....	192
14.3. Κόστος συντήρησης μηχανημάτων.....	193
14.4. Συνολικό κόστος – προϋπολογιζόμενα κέρδη.....	194
14.5.1. Συνολικό κόστος.....	194
14.5.2 .Προϋπολογιζόμενα κέρδη.....	195
15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	196
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	199
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	200

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τον σχεδιασμό, με την χρήση Η/Υ και συγκεκριμένα του μεταλλευτικού λογισμικού Surpac, του υπόγειου βωξίτικού κοιτάσματος στην θέση «Αγία Άννα-Α₂» στην ευρύτερη περιοχή του Ελαιώνα, στο δημοτικό διαμέρισμα Άμφισσας. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να δοθεί μια γενική εικόνα όλου του κύκλου εργασιών της υπόγειας εκμετάλλευσης, από την έρευνα μέχρι και την τελική εξόφληση και αποκατάσταση του κοιτάσματος, βάσει των αποτελεσμάτων τα οποία απορρέουν με την χρήση του λογισμικού Surpac. Αποδίδεται επίσης, σε τρισδιάστατη μορφή το σύνολο του κοιτάσματος καθώς και η μέθοδος εκμετάλλευσης που επιλέγεται.

Το κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α₂ βρίσκεται στην ΒΔκη πλευρά του ορεινού όγκου του Παρνασού του νομού Φωκίδας και αναπτύσσεται σε βάθος μέχρι και **183m** από την επιφάνεια. Το κοιτάσμα που εξετάζεται, κατηγοριοποιείται στον τρίτο ορίζοντα το οποίο με βάση τα γεωτρητικά δεδομένα υπολογίστηκε ότι έχει γεωλογικά αποθέματα **188.966m³ in situ** ή **604.491,2tn** βωξίτη.

Η μέθοδος που επιλέχθηκε για την εκμετάλλευση του κοιτάσματος είναι η εταλλευτική μέθοδος των «θαλάμων και στύλων».

Εξετάζονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της και εκτιμάται η συνολική ευστάθεια των θαλάμων και των στύλων. Οι στύλοι υπολογίζεται να έχουν διαστάσεις **8m x 8m** με πλάτος θαλάμου **4m**. Κατά την εξόφληση οι στύλοι θα απομειωθούν σε **5m x 5m**. Τέλος σχεδιάζεται αναλυτικά η εκμετάλλευση και αναλύονται οι παράμετροι όλων των εξορυκτικών εργασιών που απαιτούνται. Υπολογίζεται ότι τα απολήψιμα αποθέματα είναι **160.031m³ in situ** ή **512.099,2tn**, δηλαδή συντελεστή απόληψης **84,7%**.

Με βάση τους υπολογισμούς η εκμετάλλευση θα διαρκέσει περίπου **2 έτη**. Η όλη διαδικασία της εκμετάλλευσης κοστολογήθηκε και υπολογίστηκε ότι το κόστος για την συγκεκριμένη εκμετάλλευση θα ανέρθει στα **10.511.337 €** (συνυπολογίζοντας κόστη μεταφοράς-επεξεργασίας-φόρτωσης πλοίων, κλπ), και με την σημερινή τιμή του βωξίτη τα έσοδα ανέρχονται στο ποσό των **15.362.976 €**.

ABSTRACT

This thesis discusses the design, using PC and specifically the mining software ‘Surpac’, of the underground bauxite deposit of «Agia Anna-A₂», in Amfissa district. The purpose of the thesis is to give a bigger picture of the mine work cycle, from the research to the repayment of the deposit and its rehabilitation, by the results deriving from the “Surpac” software use. The three-dimensional form is attributed, as well as the mining method that is chosen.

This provides greater accuracy, ability to create multiple outputs, fully three - dimensional representation of the deposit and projects.

The bauxite deposit of “Agia Anna-A₂“has been found at the NW side of the mountain of Parnassus in the prefecture of Fokida and is developed up to **183m** depth from the surface. It is a small lenticular deposit which belongs to the third bauxite horizon. Based on drilling data has been calculated that the geological reserves are **188.966m³** in situ or **604.491,2tn** of bauxite.

The method chosen to exploit the ore deposit is the method of ‘Room and pillars’. Geometrical characteristics are examined and the overall stability of the rooms and the pillars is estimated. The pillars are estimated to have dimensions **8m x 8m** and the width of room is **4m**. The finally dimensions of the pillars will be **5m x 5m**. Finally the operation is planned and the parameters of all mining operations are analyzed. The usable reserves are estimated at **160.031m³** in situ or **512.099,2tn** and the extraction rate is **84,7%**.

Based to calculations the operation will take approximately 2 years. The whole process of exploitation was charged and calculated that the cost of this operation will ascend to **10.511.337 €** (including transportation-treatmanet-ship loading costs, etc.). The current bauxite ore price is about 25,3€ so the total exploitation revenues amounted to approximately **15.362.976 €**.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκμετάλλευση των μετάλλων και η χρησιμοποίησή τους χρονολογείται λίγο μετά την αρχή της τρίτης χιλιετίας. Ο Αιγυπτιακός αλλά και ο ελληνικός πολιτισμός βρίσκονται μπροστά σε μία νέα εποχή. Η χρήση των μετάλλων για την κατασκευή εργαλείων και όπλων αλλά και η ταυτόχρονη εμφάνιση της μεταλλουργικής τεχνολογίας εγκαινιάζει την εποχή της “Επανάστασης του Μετάλλου”. Το μέταλλο, το οποίο, όταν το πρωτογνώρισε ο πρωτόγονος άνθρωπος χρησιμοποιούταν για την κατασκευή σπάνιων κοσμημάτων, στην περίοδο αυτή μπαίνει ουσιαστικά στη ζωή του ανθρώπου ως υλικό για την κατασκευή όπλων και εργαλείων. Το καθοριστικό όμως γεγονός που βοήθησε την ανθρωπότητα να περάσει από τη Νεολιθική εποχή στην εποχή των μετάλλων ήταν η ανακάλυψη της αναγωγής των οξειδίων. Όπως στην νεότερη Ελλάδα, έτσι και στην Αρχαία η κατεργασία των μεταλλευμάτων διαιρείται σε τρία διαφορετικά στάδια. Οι τρεις αυτές διαφορετικές κατεργασίες του μεταλλεύματος είχαν ως σκοπό:

- Την εκμετάλλευση των μεταλλείων
- Τον εμπλουτισμό των μεταλλευμάτων
- Τη Μεταλλουργία

Σήμερα, ένα από τα πιο διαδεδομένα μέταλλα της εποχής μας είναι το αλουμίνιο. Το αλουμίνιο δεν υπάρχει στην φύση αυτοφύες καθώς προέρχεται από την επεξεργασία του βωξίτη. Στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν μεγάλα αποθέματα βωξίτη. Αυτά βρίσκονται στην περιοχή της Ελευσίνας, στην περιοχή του Ελικώνα και κυρίως στην ευρύτερη περιοχή Γκιώνας-Παρνασσού-Οίτης.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία πραγματεύεται το σχεδιασμό της υπόγειας εκμετάλλευσης του βωξιτικού κοιτάσματος της Αγίας Άννας-Α₂, στο Δ.Δ. Αμφισσας Φωκίδας. Η Διπλωματική εργασία ουσιαστικά επιχειρεί την βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος με τη μέθοδο των «θαλάμων και στύλων», λαμβάνοντας υπ’ όψιν τις ερευνητικές γεωτρήσεις και τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος έγινε με τη χρήση λογισμικού ηλεκτρονικού υπολογιστή μέσω του μεταλλευτικού προγράμματος Surpac. Το λογισμικό αυτό, βοηθά στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση και απεικόνιση του κοιτάσματος και της μεθόδου εκμετάλλευσης που ενδέχεται να

χρησιμοποιηθεί, δίνοντας μια πιο ρεαλιστική εικόνα στον μηχανικό πριν την έναρξη αλλά και κατά την διάρκεια των εργασιών δημιουργείας του μεταλλείου. Στη συνέχεια και αφού ακολουθηθούν όλα τα βήματα της εκμετάλλευσης γίνεται μία εκτίμηση του κόστους των αποθεμάτων.

Πιο συγκεκριμένα η Διπλωματική εργασία χωρίζεται σε 15 κεφάλαια καθένα από τα οποία αναλύει όλα τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εκπόνησης.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία περιγραφή του περιεχομένου της Διπλωματικής εργασίας με αναλυτική παράθεση των στοιχείων αυτής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία προσπάθεια να αναδειχθεί ο ρόλος ο οποίος θα έπρεπε να έχει ο βωξίτης ως πρωτογενές υλικό στον Μεταλλευτικό κλάδο την περίοδο της οικονομικής κρίσης και κατ' επέκταση στη ελληνική οικονομία και ταυτόχρονα μία αποτίμηση για τον ρόλο του κράτους σε αυτό τον τομέα. Ύστερα παρουσιάζονται οι μεταλλευτικές εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στον Ελλαδικό χώρο.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, γίνεται μία εκτενής ανάλυση για τα κοιτάσματα τα οποία βρίσκονται στον ελληνικό χώρο και ειδικότερα για το μετάλλευμα του βωξίτη. Στη συνέχεια γίνεται μία προσπάθεια αποτύπωσης των γεωλογικών στοιχείων της ευρύτερης περιοχής της Δωρίδας αλλά και πιο συγκεκριμένα Παρνασσού-Γκιώνας. Στο τέλος παρουσιάζονται τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος της Αγίας Άννας-Α₂ πάνω στο οποίο πραγματεύεται η Διπλωματική εργασία.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται η μέθοδος η οποία ακολουθήθηκε για την έρευνα και τον εντοπισμό του υπό εξέταση κοιτάσματος. Δημιουργείται στο Surpac η βάση δεδομένων (database) των γεωτρήσεων, στη συνέχεια πραγματοποιείται ο σχεδιασμός του μοντέλου του κοιτάσματος (solid modeling), το οποίο δίνει τη δυνατότητα να υπολογιστούν τα αποθέματα του κοιτάσματος το οποίο πραγματεύεται η Διπλωματική εργασία αλλά ταυτόχρονα και να εντοπιστούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του.

Το πέμπτο κεφάλαιο, αναλύει τον σχεδιασμό του τρόπου προσπέλασης στο κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α₂. Αρχικά, γίνεται μια αποτύπωση του οδικού δικτύου στην ευρύτερη περιοχή και στη συνέχεια ο σχεδιασμός των προσπελαστικών στοών μέσα στο μεταλλείων, αλλά και ο σχεδιασμός στο πρόγραμμα Surpac.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλες οι περιπτώσεις υπόγειων μεταλλείων σε κοιτάσματα βωξίτη στον ελλαδικό χώρο, γίνεται μια εκτενής αναφορά της μεθόδου εκμετάλλευσης «θαλάμων και στύλων» η οποία εφαρμόζεται στο κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α₂. Στην συνέχεια γίνεται μια εκτενής περιγραφή της συγκεκριμένης μεθόδου, παρουσιάζονται οι παραλλαγές τις οποίες εμφανίζει από κοιτάσμα σε κοιτάσμα και γίνεται αναφορά στις προϋποθέσεις εφαρμογής της. Ακολουθεί η περιγραφή, ο υπολογισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της μεθόδου και ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Surpac.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται εκτενής περιγραφή όλων των εξορυκτικών εργασιών (διάτρηση, γόμωση, πυροδότηση, ξεσκάρωμα, υποστήριξη της οροφής με κοχλίες και τέλος η φόρτωση και η μεταφορά στα αλουμίνια της Ελλάδος). Παρουσιάζονται τα σχέδια διάτρησης και πυροδότησης, υπολογίζονται οι ποσότητες εκρηκτικών υλών οι οποίες απαιτούνται, γίνεται ο υπολογισμός του μήκους των αγκυρίων, της πυκνότητας της αγκύρωσης και της απόστασής της από το μέτωπο.

Το όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζει όλο το χρονοδιάγραμμα των εργασιών. Υπολογίζεται ο χρόνος διάρκειας της κάθε φάσης εκμετάλλευσης, το χρονικό διάστημα από την προσέγγιση της περιοχής, της διάνοιξης των προσπελαστικών στοών και τέλος την ανάπτυξη και εξόφληση του κοιτάσματος.

Το ένατο κεφάλαιο αναλύει τον μηχανικό εξοπλισμό του μεταλλείου. Δίνεται αναλυτική παρουσίαση των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν στις φάσεις της εκμετάλλευσης (τύπος μηχανήματος, μάρκα, τύπος κινητήρα, εκπομπή καυσαερίων, ισχύς κινητήρα). Επιπλέον γίνεται ο προγραμματισμός των φορτωτών.

Στο δέκατο κεφάλαιο περιγράφεται ο τρόπος αερισμού του μεταλλείου. Γίνεται μια προσέγγιση για τον ορθό αερισμό των μεταλλείων και στη συνέχεια η μελέτη του αερισμού για το παρόν κοιτάσμα. Αυτό επιτυγχάνεται με τον επιμέρους υπολογισμό του αέρα σε κάθε προσπελαστική στοά και τέλος δίνεται ο τελικός υπολογισμός των ανεμιστήρων οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν κατά την είσοδο αλλά και την έξοδο της στοάς του μεταλλείου. Επίσης, λαμβάνεται υπόψη ο φυσικός αερισμός του μεταλλείου λόγω υψομετρικής διαφοράς-αλλαγής πίεσης.

Το ενδέκατο κεφάλαιο αναφέρεται στην πρόληψη η οποία θα πρέπει να υπάρχει στα εργοτάξια. Παρουσιάζει τα μέτρα ασφάλειας (ειδικά σεμινάρια, φωτισμός, υπόγεια

νερά, προσωπικά μέτρα ασφαλείας), που θα πρέπει να λαμβάνονται κατά τη φάση της εκμετάλλευσης και με το πέρας αυτής. Γίνεται μια αναφορά στο ρόλο του μηχανικού αλλά και στην ορθή εφαρμογή του ΚΜΛΕ. Τέλος, αναφέρεται η επιρροή την οποία έχουν οι κλιματολογικές συνθήκες εντός και εκτός του εργοταξίου στην ασφάλεια των εργαζομένων. Επίσης, αναφέρεται ο ρόλος ο οποίος θεωρούμε ότι θα πρέπει να έχει ο Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός στην παραγωγή και τη βιομηχανία.

Στο δωδέκατο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή του δικτύου ηλεκτροδότησης για την τροφοδότηση του μεταλλείου από υποσταθμό της ΔΕΗ (μηχανήματα, φωτισμός, αντλίες ανεμιστήρες) και η παράθεση των ηλεκτρολογικών σχεδίων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται άλλες βοηθητικές εγκαταστάσεις απαραίτητες για την λειτουργία του μεταλλείου.

Το δέκατο τρίτο κεφάλαιο αναλύει τις αποθέσεις στείρων αλλά και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος. Επίσης κάνει μια αναφορά στη διαχείριση του περιβάλλοντος στον μεταλλευτικό κλάδο, αξιολογώντας περιπτώσεις λαθεμένων περιβαλλοντικών αποκαταστάσεων, εστιάζοντας στο πρόβλημα το οποίο παρατηρείται στην ευρύτερη περιοχή Γκιώνας-Οίτης-Παρνασσού. Επίσης εστιάζει στη σημασία στροφής του μεταλλευτικού κλάδου στην υπόγεια μέθοδο εκμετάλλευσης.

Στο δέκατο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αποτίμηση της οικονομικής πλευράς της εκμετάλλευσης του εν λόγω κοιτάσματος. Υπολογίζονται αναλυτικά τα έξοδα και τα έσοδα λαμβάνοντας υπόψη το κόστος εργασίας, μηχανημάτων, διάνοιξης στείρων, μεταφοράς του βωξίτη, κλπ.

Το δέκατο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στα συμπεράσματα τα οποία απορρέουν από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος της Αγίας Άννας-Α₂.

Στο παράρτημα παρατίθενται όλοι οι χάρτες οι οποίοι αξιοποιήθηκαν για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε υπό την επίβλεψη του Ανδρέα Μπενάρδου, λέκτορα του Ε.Μ.Π. , τον οποίο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για την βοήθεια που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε όλους τους εργαζόμενους μηχανικούς ή γεωλόγους της εταιρείας Δελφοί Δίστομο Α.Μ.Ε, οι οποίοι ανταποκρίθηκαν οποιαδήποτε στιγμή χρειάστηκε για το θέμα της διπλωματικής εργασίας παραχωρώντας μας τα απαραίτητα δεδομένα χωρίς καμία καθυστέρηση, για την εκπόνηση της.

Επίσης, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τους εργαζόμενους της εταιρείας και κυρίως του μεταλλωρύχου της βάρδιας την οποία παρακολουθήσαμε κατά την Πρακτική Άσκηση ΙΙ, οι οποίοι μας παρείχαν τις απαραίτητες πληροφορίες γενικότερα για τη λειτουργία του μεταλλείου.

Επιπλέον οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τους μηχανικούς Μεταλλείων-Μεταλλουργών της εταιρείας Δελφοί Δίστομο Α.Μ.Ε., κ. Νικολόπουλο Νίκο και κ.Φαρέα, για την βοήθεια που μας παρείχε όλο αυτό το διάστημα.

Ακόμα θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον διευθυντή του τομέα Ασφάλειας της εταιρείας Δελφοί Δίστομο Α.Μ.Ε, κ. Γιαννακόπουλο ο οποίος αναδείκνυε πολύ έντονα τα ζητήματα ασφάλειας εντός και εκτός εργοταξίων.

Στη συνέχεια θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Γεωλόγο της εταιρείας κ. Γ. Ανδρέου.

Τέλος οφείλουμε ευχαριστίες στον Αθανάσιο Μαυρίκο για την βοήθεια που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της εκμάθησης του σχεδιαστικού προγράμματος Surpac.



1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά όλα τα στάδια τα οποία απαιτούνται για την εκμετάλλευση του βωξιτικού κοιτάσματος Αγίας Άννας-Α₂ στο Δ.Δ. Άμφισσας του νομού Φωκίδας. Ακόμα πραγματοποιείται το σχεδιασμό του μέσω του λογισμικού Surpac. Εξετάζει τα χαρακτηριστικά του εν λόγω βωξιτικού κοιτάσματος με βάση τις γεωτρήσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή, την γεωλογία και μέσω του ολοκληρωμένου σχεδιασμού του έργου εξάγει τα συμπεράσματα της εκμετάλλευσης.

Το βωξιτικό κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α₂ ανήκει στις παραχωρήσεις εδαφών τις οποίες εκμεταλλεύεται η Μεταλλευτική εταιρεία Δελφοί-Δίστομο Α.Μ.Ε. Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από το τοπογραφικό και από το γεωλογικό τμήμα της εταιρείας.

Ο σκοπός της Διπλωματικής εργασίας είναι να δοθεί μία καλύτερη αποτύπωση μελέτης υπόγειας εκμετάλλευσης από ότι γίνεται με συμβατικά μέσα προσπαθώντας να απεικονιστούν όλα τα έργα τα οποία θα πρέπει να υλοποιηθούν, σε τρισδιάστατη μορφή. Με αυτό τον τρόπο θα δοθεί μία ακριβέστερη εικόνα για το ίδιο το κοιτάσμα αλλά και για το πώς αναλύει το συγκεκριμένο λογισμικό τα χαρακτηριστικά του, μέσω της τρισδιάστατης μοντελοποίησης του κοιτάσματος και της τρισδιάστατης αναπαράστασής του.

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση δίνει τη δυνατότητα ακριβέστερου υπολογισμού των δεδομένων του κοιτάσματος, όπως τα γεωλογικά αποθέματα, τα απολήψιμα αποθέματα, τον όγκο των στύλων, την επιφάνεια των ρηγμάτων και το πώς αυτά επηρεάζουν την προσπέλαση και μια σειρά άλλων παραμέτρων οι οποίες δεν μπορούν να εκτιμηθούν και να γίνουν εύκολα αντιληπτές στις δύο διαστάσεις.

Η τρισδιάστατη αναπαράσταση δίνει τη δυνατότητα καλής απεικόνισης του κοιτάσματος και εν τέλει της καλύτερης επιλογής του τρόπου εκμετάλλευσης. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η καλύτερη δυνατή σειρά των φάσεων της εκμετάλλευσης.

Προφανώς ο σχεδιασμός του μεταλλείου δεν μπορεί να υποκαταστήσει σε καμία περίπτωση την ίδια την πραγματικότητα η οποία εν τέλει μπορεί να είναι διαφοροποιημένη. Σε κάθε περίπτωση όμως, δίνει τις βασικές αρχές και κατευθύνσεις στις οποίες βασίζεται η εκμετάλλευση που επρόκειτο να πραγματοποιηθεί.

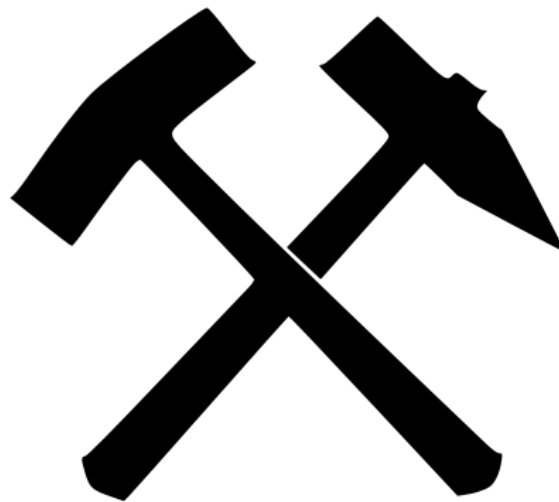
Για την πραγματοποίηση της Διπλωματικής εργασίας ελήφθησαν υπ' όψιν τα παρακάτω στοιχεία:

- Γεωλογικός χάρτης της περιοχής αλλά και η εξέλιξη των γεωλογικών χαρακτηριστικών της προκειμένου να αποδοθούν οι συνθήκες δημιουργίας του βωξίτη.
- Ο τοπογραφικός χάρτης της περιοχής προκειμένου να σχεδιαστεί σε τρισδιάστατη μορφή το ανάγλυφο.
- Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που έγιναν στην περιοχή για την ανεύρεση του κοιτάσματος
- Στοιχεία για τις διαστάσεις των στοών της εκμετάλλευσης
- Δεδομένα για τις εκρηκτικές ύλες που χρησιμοποιούνται από την εταιρεία
- Στοιχεία για όλο τον μηχανικό εξοπλισμό που χρησιμοποιεί η εταιρεία εντός και εκτός εργοταξίου
- Οικονομικά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για το κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης
- Χάρτες του γεωλογικού τμήματος (ισοπαχείς κοιτάσματος ρηγμάτων, αερισμού).
- Στοιχεία για το χρονοδιάγραμμα των εργασιών

Τα βασικά βήματα για την υλοποίηση του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης του μεταλλείου είναι τα εξής:

- Αρχικά γίνεται η ψηφιοποίηση των ισοϋψών από τον τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η αποτύπωση του ανάγλυφου της περιοχής.
- Ύστερα γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων των γεωτρήσεων με τις οποίες γίνεται η ανεύρεση των ορίων του κοιτάσματος και ταυτόχρονα ο σχεδιασμός του κοιτάσματος στον χώρο.
- Από τη στιγμή που θα κατασκευαστεί το μοντέλο θα εισαχθούν τα στοιχεία για τον προσανατολισμό και την κλίση των ρηγμάτων τα οποία επηρεάζουν το κοίτασμα.
- Στη συνέχεια εφ' όσον γίνουν γνωστά τα άλματα μεταξύ των τμημάτων του φακού, θα σχεδιαστούν οι προσπελαστικές στοές.

- Ύστερα θα γίνει ο σχεδιασμός της μεθόδου των θαλάμων και στύλων η οποία επιλέχθηκε καθώς είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος εκμετάλλευσης βωξιτικών κοιτασμάτων στον Ελλαδικό χώρο.
- Ακολούθως θα αναπτυχθεί η μέθοδος εκμετάλλευσης η οποία επιλέχθηκε και θα εξεταστούν οι συντελεστές ασφαλείας και τα οικονομικά δεδομένα τα οποία προκύπτουν.
- Ύστερα θα υπολογιστεί ο απαιτούμενος αερισμός και θα επιλεγθούν οι κατάλληλοι ανεμιστήρες με βάση τα δεδομένα.
- Τέλος θα υπολογιστεί η διάρκεια της εκμετάλλευσης αλλά και ο προϋπολογισμός του κόστους εκμετάλλευσης και θα συγκριθούν με τις υπάρχουσες τιμές του βωξίτη εξάγοντας συμπεράσματα για το εγχείρημα.



2.ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

2.1. Η κατάσταση στο μεταλλευτικό κλάδο

Η χρονική περίοδος χαρακτηρίζεται από την πολύ μεγάλης έντασης παγκόσμια οικονομική κρίση. Σύμφωνα με την άποψή μας, οι αιτίες της κρίσης είναι πολλές και έχουν να κάνουν κυρίως με την υπερσυσσώρευση κεφαλαίων. Για να επιτευχθεί ο σκοπός της μείωσης του κόστους ζωντανής εργασίας είναι αναγκαία συνθήκη:

- α) να μειωθεί το κόστος των επενδύσεων,
- β) να αυξηθεί η παραγωγικότητα των επιχειρήσεων και τέλος να γίνει συσσώρευση κεφαλαίου από τα χέρια των πολλών, μέσω του κράτους ως εγγυητή, στα χέρια των λίγων (ιδιωτικές επιχειρήσεις, όμιλοι κλπ).

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της αναγκαιότητας στροφής της ελληνικής οικονομίας στην εκμετάλλευση του πρωτογενούς τομέα και του βωξίτη ειδικότερα που είναι και το αντικείμενο μελέτης, εστιάζοντας στη λαθεμένη και συστηματική κατά τη γνώμη μας κατεύθυνση απαξίωσης των δυνατοτήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας από το ίδιο το κράτος. Επίσης αποδίδεται μία εικόνα της έντασης της εκμετάλλευσης με αφορμή τα εργατικά ατυχήματα που προκύπτουν, το νέο καθεστώς των εργολαβιών και την προσπάθεια κατάργησης των προνομίων όπως επιδόματα, ένσημα κλπ., τα οποία έχουν τα βαρέα και ανθυγιεινά επαγγέλματα επαγγέλματα, (Ασφαλιστικό Νομοσχέδιο, Ιούλιος 2011).

Πιο συγκεκριμένα για τον κλάδο της Μεταλλευτικής:

Η παραγωγή μεταλλείων και λατομείων τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει πτώση με ρυθμούς κοντά στο 1%. Τα έτη με την υψηλότερη παραγωγή ήταν την περίοδο 2004 – 2006 (ΣΜΕ, 2010).

Η παραγωγή λιγνίτη και άνθρακα παρουσιάζει άνοδο. Στα μεταλλικά ορυκτά, παρατηρείται μικρή μείωση της παραγωγής, ενώ εξαίρεση αποτελεί η εξόρυξη σχιστόλιθου η οποία παρουσιάζει ανοδικές τάσεις. Η εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη οφείλει την ανοδική της πορεία στην αυξημένη ζήτηση για παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα άλλες ενεργειακές πηγές παρουσιάζουν ύφεση της παραγωγής τους (Βουδούρης και Ορφανουδάκης, 2010).

Άνοδο παρουσιάζουν οι δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με τα μεταλλεία σιδηρούχων μετάλλων όπως ο βωξίτης ο οποίος είναι και αντικείμενο μελέτης της Διπλωματικής εργασίας, ο χρωμίτης και το νικέλιο.

Όσιν αφορά τα αδρανή υλικά, στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται περίπου 353 λατομεία αδρανών, με συνολική ετήσια παραγωγή περίπου 95 εκ. tn, που αποτελεί το 88% των συνολικά εξορυσσόμενων λατομικών προϊόντων. Τα παραγόμενα προϊόντα: Πέτρα, Άμμος, Γαρμπίλι, Σκύρα, 3Α, Ασβέστης, Έτοιμο Μπετόν, Ασφαλτό-μιγμα, και Υλικά Ειδικών Χρήσεων, χρησιμοποιούνται κυρίως σε Κατασκευαστικές Εργασίες, όπως π.χ. εργασίες οδοποιίας, υδραυλικά έργα, πολεοδομικές εργασίες, εργασίες ανάπλασης, αποκαταστάσεων, κλπ. (Βουδούρης και Ορφανουδάκης, 2010).

Υπάρχουν 276 λατομεία βιομηχανικών ορυκτών, με συνολική ετήσια παραγωγή περίπου 11 εκ. τόνους (ποσοστό 10% των συνολικά εξορυσσόμενων λατομικών προϊόντων), και παραγόμενα προϊόντα: Αργίλο, Άμορφο ανθρακικό ασβέστιο, Γύψο, Διοξείδιο του Πυριτίου, Ζεόλιθο, Καολίνη, Κερατόλιθο, Κίσηρις, Μπετονίτη, Ηφαιστειακούς τόφφους, Περγλίτη, Ποζολάνη, Σχιστόλιθο, Φλύσχη, Ψαμμίτη, Χαλαζία, Ολιβινίτη/Ολιβίνη, Γρανιτικό Μυλωνίτη, και Αμφιβολίτη, τα οποία χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα υλικά σε διάφορες εργασίες, π.χ. εργασίες στεγάνωσης, ενίσχυσης, καλλιτεχνικές εργασίες, κ.ά.

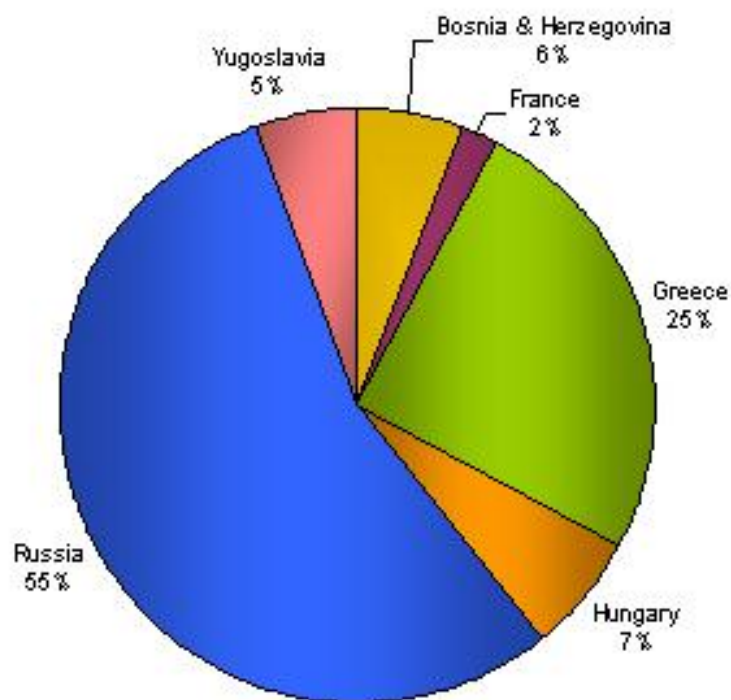
Χαρακτηριστικό είναι ότι αυτές οι εταιρίες δραστηριοποιούνται και στις γειτονικές βαλκανικές χώρες εξαγοράζοντας υπό ιδιωτικοποίηση εταιρίες του κλάδου. Κάμψη παρουσιάζει η παραγωγή λατομικών και άλλων εξορυκτικών υλών, η παραγωγή μαρμάρου και λοιπών διακοσμητικών λίθων, όπως αργίλου και καολίνη.

Επίσης, τα λατομικά ορυκτά τα οποία παρουσίασαν άνοδο την τελευταία δεκαετία ήταν αυτά που χρησιμοποιούνταν για έργα οδοποιίας και σκυροδέματος πράγμα το οποίο σχετίστηκε με τα έργα της ολυμπιάδας. Σημαντικό γεγονός είναι το εξής :

Η παραγωγή βωξίτη τα τελευταία χρόνια είχε σταθερά ανοδική πορεία. Όμως, όπως και κάθε άλλη επιχειρηματική δραστηριότητα, επιβραδύνθηκε το 2009 και το 2010 λόγω οικονομικής κρίσης και η παραγωγή βωξίτη εμφάνισε μικρή πτώση. Πιο

αναλυτικά, στον πίνακα 1 παρουσιάζονται η παραγωγή βωξίτη, καθώς και η αξία των πωλήσεων και των εξαγωγών τα τελευταία χρόνια.

Οι χώρες τις ευρώπης οι οποίες έχουν παραγωγή βωξίτη είναι λίγες. Χαρακτηριστικό είναι ότο η Ρωσία και η Ελλάδα καλύπτουν το 75% της συνολικής παραγωγής βωξίτη, (εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1 Κατανομή ποσοστού παραγωγής βωξίτη στην Ευρώπη

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (tn)	ΠΩΛΗΣΕΙΣ (ΕΥΡΩ)	ΕΞΑΓΩΓΕΣ (ΕΥΡΩ)
2002	2.492.000	-	28.400.000
2003	2.418.000	59.700.000	25.700.000
2004	2.444.000	70.724.000	36.051.000
2005	2.495.000	79.172.000	41.887.000
2006	2.194.000	74.832.000	36.872.000
2007	2.128.000	79.978.000	42.595.000
2008	2.174.000	84.059.000	45.400.000
2009	1.935.000	59.517.000	23.649.000
2010	1.902.000	82.354.000	-

Πίνακας 1. Παραγωγή Βωξίτη σε tn, αξία πωλήσεων και εξαγωγών (Benardos and Katopodis, 2011)

2.2. Ένταση της εκμετάλλευσης και συνθήκες εργασίας

Προηγουμένως, αναφέρθηκε ότι ένα από τα χαρακτηριστικά της περιόδου είναι η ένταση της εκμετάλλευσης των εργαζομένων. Ο μεταλλευτικός κλάδος αντιμετώπιζε πάντα τα ζητήματα αυτά με μεγαλύτερη ευαισθησία καθώς θεωρείται ο πιο δύσκολος και επικίνδυνος κλάδος. Οι απεργίες στο Μαντούδι και τη Λάρκο Α.Ε. πριν 30 περίπου χρόνια έδειξαν το δρόμο για τη διασφάλιση των κεκτημένων των εργαζομένων.

Σε αυτό το σημείο είναι καλό να αναφερθεί ότι είναι γεγονός μια ανευ προηγουμένου προσπάθεια απαξίωσης των συνθηκών εργασίας γύρω από τη συζήτηση η οποία έχει ανοίξει και αφορά την κατάργηση των βαρέων και ανθυγιεινών επαγγελματών.

Εκτός όμως από την προσπάθεια άμεσης καταστρατήγησης των δικαιωμάτων των μεταλλωρύχων γίνεται τα τελευταία χρόνια μία έμμεση προσπάθεια έντασης της εκμετάλλευσης για την αύξηση της παραγωγικότητας. Είναι πολλά τα παραδείγματα των εργατικών ατυχημάτων και δυστηχημάτων τα τελευταία χρόνια (ΥΠΕΚΑ, 2012), και αυτό καθόλου τυχαίο δεν μπορεί να θεωρηθεί.

Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους :

- την αύξηση της ίδιας της παραγωγικότητας.
- τη μείωση της αξιοπιστίας μιας εταιρείας (βλ. Λάρκο), για την ταυτόχρονη ιδιωτικοποίηση της με μεγαλύτερη ευκολία

Όσον αφορά το πρώτο, κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης των εργοταξίων της εταιρίας στα πλαίσια της εκπόνησης της Διπλωματικής εργασίας ήρθαμε αντιμέτωποι με ένα καθεστώς αρκετά προβληματικό για τον κλάδο της Μεταλλευτικής. Αυτό το καθεστώς είναι σχετικά πρόσφατο στον κλάδο και ονομάζεται καθεστώς εργολαβιών. Σύμφωνα με αυτό οι μεταλλωρύχοι δουλεύουν ανά εργολαβίες και καρπώνονται ανάλογα με την παραγωγή τους. Αυτό έχει δύο συνέπειες :

- την εντονότερη και πιεστικότερη δουλειά προκειμένου να μπορούν να πληρώνονται. Είναι γνωστό ότι η επιπολαιότητα οδηγεί σε εργατικά ατυχήματα ή και δυστυχήματα.
- όταν η παραγωγή βωξίτη δεν είναι πολύ μεγάλη ή γίνεται εξόρυξη στείρων για την προσέλαση, διαπιστώσαμε το φαινόμενο η βάρδια να εξορύσσει από μέτωπα τα οποία ήταν εξοφλημένα θέτοντας σε κίνδυνο την παρουσία των μεταλλωρύχων.

Αυτό αναφέρεται καθώς κατά την παραμονή στα εργοτάξια ήταν αντικείμενο έντονης συζήτησης των εργαζομένων.

Συμπερασματικά θεωρείται πως ένα πολύ ισχυρό χαρτί για την ανάταξη της οικονομίας είναι η στροφή στην εκμετάλλευση του πρωτογενούς τομέα. Η αξιοποίηση ορυκτών τα οποία περιμένουν κάτω από τη γη προς όφελος των εργαζομένων και όχι των επιχειρηματικών ομίλων. Παρ όλα αυτά θα γίνει μία παρουσίαση των τριών εταιρειών εκμετάλλευσης βωξίτη.

2.3. Εταιρείες εκμετάλλευσης βωξιτικών κοιτασμάτων στον Ελλαδικό χώρο

2.3.1 Δελφοί δίστομο Α.Μ.Ε.

Η εταιρία ιδρύθηκε το 1972, ως θυγατρική της «Αλουμίνιον της Ελλάδος», με την επωνυμία «Ελληνικοί Βωξίται Δίστομου» (ΕΒΟ). Το 1975 δημιουργήθηκε η εταιρία «Δελφοί –Δίστομον ΑΜΕ», για να ελέγχει τις μεταλλευτικές παραχωρήσεις της εταιρίας «Βωξίται Δελφών». Το 1989 οι εταιρίες ΕΒΟ και «Βωξίται Δελφών» συγχωνεύτηκαν στη «Δελφοί –Δίστομο ΑΜΕ».

Το 1995 η εταιρία μετέφερε το κέντρο των δραστηριοτήτων της από το Δίστομο Βοιωτίας στην Άμφισσα Φωκίδας (περιοχή Άνω Κουνουκλιά, στο Δημοτικό Διαμέρισμα Ελαιώνα). Από το 2007 η εταιρία αποτελεί ανεξάρτητο μέλος του Ομίλου Μυτιληναίος μετά την εξαγορά της εταιρείας Αλουμίνιον της Ελλάδος από τον ομώνυμο όμιλο.

Σήμερα η εταιρία δραστηριοποιείται στους νομούς Φωκίδας και Βοιωτίας (Γκιώνα, Παρνασσό και Ελικώνα) και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός βωξίτη στην Ελλάδα με ετήσια παραγωγή περί τους 900.000tn ετησίως. Με το σύνολο της παραγωγής της τροφοδοτεί το εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου στα Άσπρα Σπίτια Βοιωτίας. Το βιομηχανικό αυτό συγκρότημα της «Αλουμίνιον ΑΕ» έχει δυναμικότητα παραγωγής 750.000tn αλουμίνιας και 160.000tn αλουμινίου και απασχολεί άμεσα 1250 άτομα, που προέρχονται από όλο τον Ελληνικό χώρο. Από το 2005 είναι μέλος του Ομίλου Μυτιληναίος.

Το σύνολο της δραστηριότητας της Δελφοί - Δίστομον ΑΜΕ εφαρμόζει Σύστημα Περιβαλλοντικής Οιαχείρισης (πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001:2004) και Σύστημα Οιαχείρισης Υγείας και Ασφάλειας (πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο OHSAS 18001:2007).

2.3.2. S&B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε.

Η εταιρία αποτελεί έναν πολυμετοχικό όμιλο εταιριών με εκτεταμένη διεθνή δραστηριότητα. Ο Όμιλος απαρτίζεται από θυγατρικές και συνδεδεμένες εταιρίες και δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 20 χώρες και στις 5 ηπείρους.

Η εξόρυξη βωξίτη ξεκίνησε το 1934 από την εταιρία που είχε την επωνυμία Α.Ε.Μ. Βωξίται Παρνασσού. Το 1938 η παραγωγή βωξίτη έφτασε το 5% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής. Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια που υπογράφηκαν την περίοδο 1956-1958 με τη Σοβιετική Ένωση και το 1963 με τη γαλλική εταιρία Pechiney, για την προμήθεια του νέου εργοστασίου της θυγατρικής της «Αλουμίνιον της Ελλάδος Α.Ε.Β.Ε.», στα Άσπρα Σπίτια Βοιωτίας.

Το 1996 η βωξιτική δραστηριότητα απορροφήθηκε μέσω συγχώνευσης από την Α.Ε.Ε. Αργυρομεταλλευμάτων και Βαρυτίνης, η οποία το 2003 μετονομάστηκε σε S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.

Σήμερα η εταιρία αυτή, μαζί με την εξαγορασμένη Βωξίτες Ελικώνος, εκμεταλλεύεται βωξίτη στους νομούς Φωκίδας, Φθιώτιδας και Βοιωτίας. Στους νομούς Φωκίδας και Φθιώτιδας είναι μισθώτρια Δημοσίων Μεταλλείων και έχει μεταλλευτικά δικαιώματα σε ιδιόκτητες παραχωρήσεις. Η εξόρυξη βωξίτη γίνεται από μεταλλεία τα οποία βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή των ορεινών όγκων Παρνασσού και Γκιώνας. Η εταιρία διαθέτει εγκαταστάσεις επεξεργασίας και φόρτωσης του μεταλλεύματος στην Ιτέα Φωκίδας.

Η S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη παραγωγός βωξίτη στην Ελλάδα και κατ' επέκταση στην Ευρώπη με ετήσια παραγωγή περί τους 1.400.000tn ετησίως. Μεγάλο μέρος της σημερινής παραγωγής βωξίτη της εξάγεται, ενώ εξακολουθεί να τροφοδοτεί το εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου στα Άσπρα Σπίτια, σύμφωνα με τη δεκαετή συμφωνία που υπογράφηκε το 2006.

Τα γεωλογικά αποθέματα της εταιρείας ανέρχονται σε 80.000.000tn τα οποία είναι τα σημαντικότερα στην Ευρώπη και τα συνολικά υπολογισμένα απολήψιμα αποθέματά της ανέρχονται σε 15.000.000tn.

Τέλος η εκμετάλλευση του βωξίτη από τη συγκεκριμένη εταιρεία γίνεται, (εκτός από ένα εργοτάξιο), με υπόγειες εκμεταλλεύσεις, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν δημιουργήσει στο παρελθόν οι υπαίθριες στα βουνά της Γκιώνας και του Παρνασσού είναι εκτεταμένα και σοβαρά.

Μέσα στο 2011 έγινε εξαγορά των μεταλλείων της εταιρείας S&B από τον όμιλο Μυτιληναίος, ο οποίος έχει πλέον και την κυριότητα αυτών.

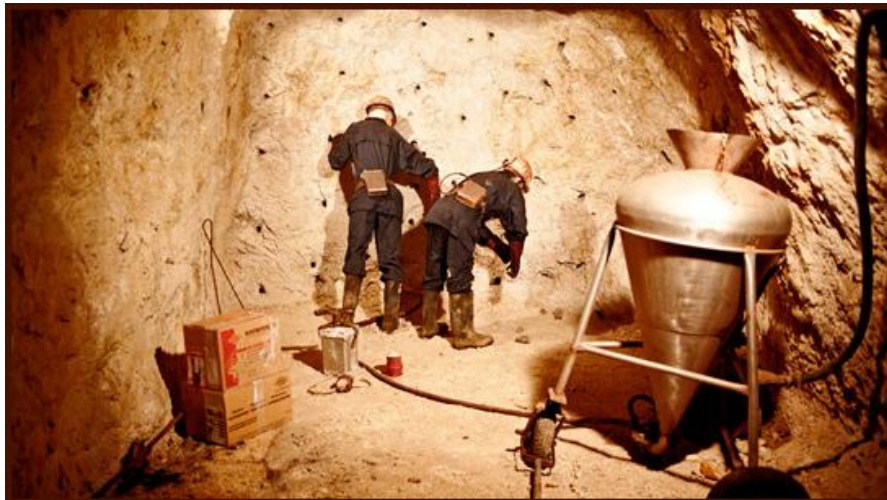
Το Μεταλλευτικό Πάρκο Φωκίδας – Vagonetto είναι ένα θεματικό πάρκο, μοναδικό στον ελληνικό χώρο και βρίσκεται στο διάσελο Γκιώνας και Παρνασσού, στο 51ο χλμ. της εθνικής οδού Λαμίας-Άμφισσας, μέσα στο χώρο των εγκαταστάσεων της S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.

Παράλληλα, η εταιρεία έχει δημιουργήσει το Μεταλλευτικό πάρκο Φωκίδας (Εικόνα 2.2), το οποίο έχει ως στόχο, όχι μόνο να παρουσιάσει τους χώρους λειτουργίας ενός μεταλλείου, αλλά να ενημερώσει, να ψυχαγωγήσει και να εκπαιδεύσει τις καινούργιες γενιές πάνω στην ιστορία εκμετάλλευσης του βωξίτη και των ανθρώπων που εργάστηκαν σε αυτό, τιμώντας και προβάλλοντας τη μεταλλευτική ιστορία της Φωκίδας.

Η ιδέα για τη δημιουργία του γεννήθηκε από τους ίδιους τους ανθρώπους που δούλεψαν στα μεταλλεία και θέλησαν να διαφυλάξουν και να εκθέσουν τις μνήμες του τόπου – άρρηκτα πλέον συνδεδεμένες με τη διαδικασία εξόρυξης του βωξίτη.

Η κατασκευή του ξεκίνησε το 1998 από την S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.(πρώην Α.Ε.Ε. Αργυρομεταλευμάτων και Βαρυτίνης) στο χώρο των εγκαταστάσεων της εταιρείας, στο 51ο χλμ. της εθνικής οδού Λαμίας-Άμφισσας στη Φωκίδα και λειτουργεί από το Σεπτέμβριο του 2003.

Η περιήγηση στο Vagonetto δίνει στον επισκέπτη τη δυνατότητα να γνωρίσει βήμα-βήμα τη διαδικασία εξόρυξης του βωξίτη. Η γνωριμία με την ιστορία του βωξίτη ξεκινά από το παλιό μεταλλείο, τη Στοά 850, συνεχίζεται με την περιήγηση στον Εκθεσιακό Χώρο Μεταλλευτικής Ιστορίας και τη διαδραστική επίσκεψη στην Πτέρυγα Ψηφιακής Τεχνολογίας και ολοκληρώνεται με μια βόλτα στην Υπαίθρια Έκθεση Μηχανημάτων.



Εικόνα 2.2 Μουσείο S&B

2.3.3. ΕΛΜΙΝ Α.Ε.

Η ΕΛΜΙΝ Α.Ε. ιδρύθηκε τον Νοέμβριο του 2000 με σκοπό την εκμετάλλευση μεταλλείων και λατομείων, όλων των ειδών, στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, την επεξεργασία και εμπορεία των παραγομένων ορυκτών και μεταλλευμάτων.

Η ΕΛΜΙΝ ήταν ο επιλεγμένος πλειοδότης στην διεθνή δημοπρασία που έλαβε χώρα τον Νοέμβριο του 1999 για την πώληση της υπό εκκαθάριση εταιρίας «Μεταλλεία Βωξίτου Ελευσίνος», που αφορά την εκμετάλλευση του βωξίτη και περιλαμβάνει συνοπτικά τα εξής:

- Ιδιότητα και ενοικιαζόμενα μεταλλεία βωξίτη στις νομαρχίες Αττικής, Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας.
- Μεταλλεία στις ως άνω νομαρχίες.

- Λιμενικές εγκαταστάσεις φόρτωσης και εγκαταστάσεις επεξεργασίας βωξίτη, δικαιώματα χρήσης των παράκτιων εγκαταστάσεων στις περιοχές την Αγίας Μαρίνας Φθιώτιδας και Ιτέας Φωκίδος.
- Κινούμενο μηχανολογικό εξοπλισμό και μέσα μεταφοράς.
- Αποθηκευτικών χώρων βοηθητικών υλών και ανταλλακτικών.
- Αποθέματα ημι-έτοιμων βωξιτικών προϊόντων.
- Απαιτήσεων, τίτλων και επιγραφών.

Η ΕΛΜΙΝ Α.Ε. είναι μία εταιρία η οποία εξορύσσει και εμπορεύεται βωξίτη, που έχει στην κατοχή της μεταλλεία στην κεντρική Ελλάδα, ιδιότητα μέσα φόρτωσης, και εξάγει σε ποσοστό περίπου 99% των προϊόντων της σε 3 ηπείρους, Ευρώπη, Αμερική και Αφρική.

Έχει 108 ιδιωτικές και ενοικιασμένες παραχωρήσεις σε όλη την κεντρική Ελλάδα, στην Αττική, στην Βοιωτία, στην Φθιώτιδα, στην Φωκίδα και στην Εύβοια, όπως επίσης άδειες και παραχωρήσεις για ερευνητικούς σκοπούς.

Η ετήσια παραγωγή βωξίτη της ΕΛΜΙΝ είναι περίπου 500.000 – 600.000tn με αυξητικές τάσεις και είναι πρώτη στον τομέα των εξαγωγών βωξίτη. Το υπόλοιπο της παραγωγής της διατίθεται στο εσωτερικό προς το Αλουμίνιον της Ελλάδος και προς άλλες χρήσεις.

Από την ίδρυση της το έτος 2000, η ΕΛΜΙΝ έχει επενδύσει πάνω από 15.000.000 ευρώ σε νέες τεχνολογίες και έρευνα, επιτρέποντας στην εταιρία να αυξήσει τις πωλήσεις της ενδυναμώνοντας την παρουσία της στην παγκόσμια αγορά του βωξίτη, έχοντας επτά (7) ενεργά υπόγεια μεταλλεία.

Το κύριο μεταλλευτικό κέντρο της ΕΛΜΙΝ βρίσκεται στην Λαμία και αποτελείται από μεταλλεία τα οποία είναι διασκορπισμένα στους ορεινούς όγκους της Γκιώνας και της Οίτης. Στα εν λόγω μεταλλεία χρησιμοποιούνται μόνο υπόγειες μέθοδοι εκμετάλλευσης, κυρίως η μέθοδος των θαλάμων και στύλων και σε μερικές περιπτώσεις οι μέθοδοι κατακρήμνησης οροφής με διαδοχικούς ορόφους.

Οι λόγοι επιλογής των συγκεκριμένων μεθόδων από την εταιρία είναι ο υψηλός βαθμός αποληψιμότητας και καθαρότητας του μεταλλεύματος, αλλά και η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για τον σκοπό αυτό οι μεταλλευτικές εργασίες αποτελούνται μόνο από υπόγειες εξορύξεις

ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις στο τοπίο και στο περιβάλλον. Επίσης, τα αδρανή τα οποία παράγονται κατά την διαδικασία της εξόρυξης αποτίθενται εντός των στοών στις περισσότερες των περιπτώσεων.

Το εξορυγμένο μετάλλευμα μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στις ιδιόκτητες εγκαταστάσεις της εταιρίας στην Αγία Μαρίνα. Οι διαδικασίες επεξεργασίας του μεταλλεύματος περιλαμβάνουν τις εργασίες θραύσης, εμπλουτισμού (οπτική χειροδιαλογή απομάκρυνσης ασβεστόλιθου), κοσκίνησης και απόθεσης σε σωρούς.

Η μεταφορά του βωξιτικού μεταλλεύματος στους πελάτες γίνεται κυρίως δια θαλάσσης με φορτηγά πλοία. Η φόρτωση του σε αυτά διενεργείται από τις φορτωτικές εγκαταστάσεις της εταιρίας στο ιδιόκτητο λιμάνι της στην Αγία Μαρίνα.

Η δυνατότητα φόρτωσης των εγκαταστάσεων είναι περίπου 500tn/h και τα πλοία τα οποία μπορούν να ελλιμενιστούν είναι έως 18.000tn. Είναι δυνατή επίσης η φόρτωση εμπορικών τραίνων καθώς οι εγκαταστάσεις της εταιρίας είναι κοντά στον σταθμό της Αγίας Μαρίνας

Το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης περιλαμβάνει όλα τα στάδια των δραστηριοτήτων της εταιρίας, από την γεωλογική έρευνα, την μεταλλευτική διαδικασία και την μεταφορά των προϊόντων, έως και τα στάδια της επεξεργασίας και της φόρτωσης.

3. ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1. Κοιτασματολογία

3.1.1. Βωξίτης

Ο βωξίτης (εικόνα 3.1) αποτελεί το κυριότερο μετάλλευμα παραγωγής αλουμινίου και έχει γαιώδη συνήθως όψη. Από χημικής πλευράς ο βωξίτης αποτελεί μίγμα από υδροξείδια του Al και υδροξείδια και οξείδια του Fe, του Ti, καθώς και άλλων ορυκτών σε πολύ μικρά ποσοστά.

Μπορεί να χαρακτηριστεί και πέτρωμα που περιέχει σε ελεύθερη μορφή υδροξείδια του Al τα οποία εύκολα αποχωρίζονται από τα άλλα συνυπάρχοντα οξείδια, υδροξείδια και πυριτικές ενώσεις. Βασικά αποτελείται από υδροξείδιο του Fe και Al, μαζί με άλλα οξείδια Fe, Ti, και αργιλοπυριτικές ενώσεις.

Άλλα συνθετικά ορυκτά μπορεί να είναι θειούχες ενώσεις σε μικρά ποσοστά, με μορφή μαρκασίτη (FeS₂), συνηθέστερα και σιδηροπυρίτη (FeS) σπανιότερα.

Ο όρος ‘κοίτασμα βωξίτη’ αναφέρεται σε βωξίτες οι οποίοι είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμοι και επεξεργάσιμοι. Τα κοιτάσματα αυτά περιέχουν 40 - 50% τουλάχιστον Al₂O₃, επίσης 3 - 5% SiO₂ σε ενώσεις και 20% το πολύ Fe₂O₃.

Ο Berthier το 1821 έδωσε την ονομασία του βωξίτη σε ιζήματα πλούσια σε αλουμίνα σε περιοχή κοντά στο Les Baux (Γαλλία).

Ο Liebich (1892) επεξέτεινε τον όρο σε λατεριτικά προϊόντα, πλούσια σε γυψίτη, τα οποία προέρχονται από βασάλτες στο Yogelsberg (Γερμανία). Ο όρος αλουμίνα αναφέρεται στο καθαρό Al₂O₃, το οποίο περιέχει 52,9% Al και 47,1 O₂.

Σύμφωνα με τον Bardossv (1958) οι βωξίτες διακρίνονται σε:

1. Βωξίτες, οι οποίοι προσδιορίζονται σαν το τμήμα του βωξιτικού μέλους, όπου περισσότερο από το 75% από την όλη περιεκτικότητα σε αργίλιο βρίσκεται με την μορφή υδροξειδίων.
2. Αργιλιτικούς βωξίτες, οι οποίοι περιέχουν 72 -75% του αργιλίου με την μορφή υδροξειδίων.

3. Βωξίτικη άργιλο, όπου λιγότερο από το 25% του ολικού αργιλίου βρίσκεται με την μορφή υδροξειδίων.
4. Άργιλους, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από απουσία υδροξειδίων.

Πλέον ως βωξίτης χαρακτηρίζεται το πέτρωμα που προήλθε από την in situ διάβρωση και αποσάθρωση ανθρακικών πετρωμάτων, πλούσιων σε Al, με ταυτόχρονη απόπλυση του CaCO₃, ή από λατεριτική διάβρωση αποσάθρωση πυριγενών (κύρια οφιολιθών) και μεταμορφωμένων πετρωμάτων, που περιέχουν ορυκτά του Al. Στη δεύτερη περίπτωση τα προϊόντα της λατεριτικής διάβρωσης ή παραμένουν in situ ή μεταφέρονται σε μικρή ή και μεγαλύτερες αποστάσεις που μπορεί να φθάσουν και τα 400km.

Ορυκτολογικά τον όρο 'βωξίτης' συνοδεύει η παρουσία χαρακτηριστικών ορυκτών, που αποτελούν την κύρια παραγένεση, όπως ο βαιμίτης, το διάσπορο, ο γκυψίτης και δευτερευόντων όπως ο καολινίτης, ο αιματίτης, ο λειμωνίτης, ο ανατάσης, το ρουτίλιο, κλπ.



Εικόνα 3.1. Άποψη μεταλλεύματος βωξίτη.

3.1.2. Βωξιτογένεση

Τα διάφορα ορυκτά όταν βρεθούν στην επιφάνεια της γης σε συνθήκες διαφορετικές από αυτές που δημιουργήθηκαν, εξαλλοιώνονται. Στα θερμά και υγρά κλίματα οι εξαλλοιώσεις αυτές είναι χαρακτηριστικές και συνιστούν τη λατεριτική αποσάθρωση. Με τη λατεριτική αποσάθρωση τα πετρώματα πλούσια σε Al_2O_3 είναι δυνατόν να δώσουν βωξίτες. Για να γίνει η λατεριτίωση και κατ' επέκταση η βωξιτογένεση θα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- **Να υπάρχουν κατάλληλα πετρώματα.**

Πετρώματα δηλαδή πλούσια σε Al_2O_3 για να σχηματιστεί βωξίτης. Πλούσια σε Al_2O_3 πετρώματα είναι τα όξινα – ενδιάμεσα και βασικά μαγματογενή πετρώματα (π.χ. ανδεσίτες, γάβροι, βασάλτες), όπως και πολλά μεταμορφωμένα ή ιζηματογενή (π.χ. αργιλικό σχιστόλιθοι, αρκόζες). Μητρικά πετρώματα βωξιτικών κοιτασμάτων είναι κατά σειρά σπουδαιότητας οι βασάλτες, διαβάσες, αρκόζες, καολινιτικές άργιλοι, αργιλικό σχιστόλιθοι, γρανίτες κλπ.

- **Ύπαρξη τροπικού κλίματος**

Η ένταση της αποσάθρωσης αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας και του ποσού των βροχοπτώσεων. Έτσι η αποσάθρωση είναι πιο έντονη στις υγρές, τροπικές ζώνες. Προκειμένου να γίνει η λατεριτίωση η μέση θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 22o C, το ύψος των βροχοπτώσεων μεγαλύτερο των 1200mm, ενώ η κατανομή των υδατοπτώσεων κατά την διάρκεια του έτους πρέπει να είναι άνιση (9-11 υγροί και 1-3 ξηροί μήνες) συνθήκες που εκπληρούνται μόνο στην τροπική ζώνη, μόνο εκεί επικρατεί κλίμα μουσώνων. Ο ελληνικός χώρος, κατά την περίοδο της γένεσης των μεγάλων λατεριτικών κοιτασμάτων είχε τροπικό κλίμα και μάλιστα κλίμα μουσώνων.

- **Ύπαρξη τροπικής βλάστησης**

Η φυτοκάλυψη επιδρά στη λατεριτίωση καθώς το κάλυμμα του δάσους συγκρατεί την υγρασία του εδάφους που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αποσάθρωση.

Επίσης το ριζικό σύστημα των δένδρων ευνοεί την κατείδυση του ύδατος διαμέσου του λατεριτικού μανδύα βοηθώντας στην αποστράγγιση. Επιπλέον οι μικροοργανισμοί

που ζουν στις ρίζες συμβάλλουν στην εξαλλοίωση των αργιλοπυριτικών ορυκτών και δρουν ως καταλύτες σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις. Το τροπικό δάσος συμβάλει στην απομάκρυνση του πυριτίου από τον λατεριτικό μανδύα καθώς το αποθηκεύεται στα φύλλα των δένδρων. Τέλος το πυκνό δάσος προστατεύει το λατεριτικό μανδύα από την αποσάθρωση. Όπου το κάλυμμα δάσους καταστρέφεται προκαλείται μηχανική αποσάθρωση του λατεριτικού μανδύα.

- **Ύπαρξη πανεπιπέδου**

Οι περισσότεροι βωξίτες βρίσκονται σε πανεπίπεδα (plateaux). Στις περιοχές αυτές δημιουργούνται οι ευνοϊκές συνθήκες για λατεριτίωση. Αυτό συμβαίνει γιατί εξαιτίας του μεγάλου υψομέτρου επιβοηθείται η αποστράγγιση, βασική προϋπόθεση για την βωξιτογένεση. Επίσης η προσκομιδή και η απόθεση προϊόντων αποσάθρωσης σε αυτά τα ύψη είναι μικρή και ως εκ τούτου ο λατεριτικός μανδύας μένει στην επιφάνεια επί μακρόν. Τέλος εξαιτίας της μικρής κλίσης των πανεπιπέδων αποτρέπεται η αποκομιδή του λατεριτικού μανδύα.

- **Καλή αποστράγγιση**

Βωξίτης μπορεί να δημιουργηθεί μόνο πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα υπό καλές συνθήκες αποστράγγισης. Για να επιτευχθεί ικανοποιητική διάλυση και αποκομιδή των διαλυμένων συστατικών απαιτείται καλή αποστράγγιση. Με την καλή αποστράγγιση δημιουργείται ένας πλούσιος σε βωξιτικά ορυκτά ορίζοντας αντί ενός πλούσιου σε каолинίτη.

Ο όρος πρωτογενή κοιτάσματα ή λατεριτικοί μανδύες δηλώνει τον πρωτογενή χαρακτήρα των βωξιτών αυτών δηλαδή αυτών που απαντούν πάνω στα πετρώματα από τη λατεριτίωση των οποίων προήλθαν.

Όμως οι λατερίτες είναι δυνατόν να αποσθρωθούν και τα προϊόντα της αποσάθρωσης να μεταφερθούν στην θάλασσα, όπου και αποτίθενται και δίνουν αλλόχθονα (δευτερογενή) λατεριτικά κοιτάσματα. Τέτοια είναι τα κοιτάσματα της Ελλάδας τα οποία έχουν αποτεθεί σε καρστ ασβεστολίθων.

3.1.3. Ορυκτολογική και χημική σύσταση βωξίτη

Στο βωξίτη ξεχωρίζουν τρία κύρια ορυκτολογικά συστατικά:

1. Υδροξειδία του αργιλίου.

- Υδροαργιλίτης ή γυψίτης ($\text{Al}(\text{OH})_3$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$)
- Βαιμίτης ($\text{AlO}(\text{OH})$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$)
- Διάσπορο ($\text{AlO}(\text{OH})$ ή $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$)

Τα δύο τελευταία αυτά ορυκτά έχουν την ίδια χημική σύσταση, διαφέρουν όμως στο κρυσταλλικό πλέγμα: και τα δύο κρυσταλλώνονται στο ρομβικό σύστημα αλλά το κρυσταλλικό πλέγμα του βαιμίτη με τη μορφή γ ενώ το διάσπορο με την μορφή α . Στη διαφορά αυτή οφείλεται και η διαφορετική συμπεριφορά κατά την διαλυτοποίηση του βωξίτη με τη μέθοδο Bayer.

Μέσα στο βωξίτη είναι δυνατό να υπάρχει καθαρό ένα από τα παραπάνω υδροξειδία, ή να συνυπάρχουν περισσότερα με τους παρακάτω συνδυασμούς:

- Γυψίτης και βαιμίτης
- Βαιμίτης και διάσπορο
- Πολύ σπάνια διάσπορο και γυψίτης

2. Υδροξειδία ή οξειδία του σιδήρου.

- Αιματίτης (Fe_2O_3)
- Γκαιτίτης ($\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$) ή
- Λεπιδοκροσίτης ($\gamma\text{-FeO}(\text{OH})$)
- Λειμωνίτης ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Τα διάφορα χρώματα του βωξίτη οφείλονται βασικά στα παραπάνω οξειδία του σιδήρου. Ειδικότερα διακρίνουμε:

- Κόκκινους (ερυθρούς) ή καστανόχρωμους βωξίτες, που ο σχηματισμός τους οφείλεται κυρίως στον αιματίτη.
- Κίτρινους, που ο χρωματισμός τους οφείλεται στο γκαιτίτη.
- Γκρίζους, που ο χρωματισμός τους οφείλεται στο μικρό ποσοστό (2 -5 %) οξειδίου του σιδήρου.

- Ποικιλία χρωματισμών οφείλεται και στη δευτερογενή αλλοίωση διάφορων ορυκτών συστατικών του βωξίτη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η σταχτοπράσινη απόχρωση που οφείλεται στον περιεχόμενο μαρκασίτη(FeS₂).

3. Αργιλοπυριτικά ορυκτά.

- Καολινίτης (Al₂(OH)₄Si₂O₅ ή Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O).
- Αλοϋσίτης (Al₂(OH)₄Si₂O₅ ή Al₂O₃·2SiO₄·4H₂O).

Η διαφορά των δύο παραπάνω μορφών βρίσκεται στην περιεκτικότητα κρυσταλλικού νερού, και στο σύστημα κρυστάλλωσης (ο καολίνης στο τρικλινές και ο αλοϋσίτης στο μονοκλινές).

Με τις δύο αυτές κύριες ορυκτολογικές συνθέσεις περιέχεται το διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂) και σπάνια με μορφή χαλαζία ή οπαλίου.

Τέλος στη σύνθεση του βωξίτη συμμετέχουν και τα οξείδια του τιτανίου, με συνήθη αναλογία 1,5 - 3% με την μορφή ανατάση (TiO₂) κυρίως, ή ρουτιλίου σπανιότερα. Σε μερικούς βωξίτες έχει βρεθεί μαγγάνιο με την μορφή ψιλομέλα ή πυρολουσίτη, αλλά δεν αποτελεί συνήθη πρόσμιξη.

Πολύ συχνά συναντάται άσβεστος σαν ανθρακικό ασβέστιο και μερικές φορές σαν όξινο ανθρακικό ασβέστιο.

Επίσης σε μικρές περιεκτικότητες μπορούν να υπάρχουν θειούχος σίδηρος με μορφή σιδηροπυρίτη ή μαρκασίτη, καθώς και ποικιλία από ορυκτά βαναδίου, γαλλίου, φωσφόρου, φθορίου, χρωμίου, νικελίου, ουρανίου, κ.α, σε μορφή ιχνοστοιχείων ή πάρα πολύ μικρές περιεκτικότητες.

3.1.4. Ιδιότητες του βωξίτη

Ο βωξίτης έχει ειδικό βάρος 2,7 - 3,5gr/cm³ ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε οξείδια του σιδήρου.

Η σκληρότητα κυμαίνεται συνήθως μεταξύ του 1 και 3 της σκληρογραφικής κλίμακας Mohr, αν και όχι σπάνια συναντώνται και πολύ σκληρότερα είδη που φθάνουν μέχρι και τον έβδομο βαθμό της κλίμακας. Η σκληρότητα είναι συνήθως

τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητα σε νερό. Αυτό όμως δεν ισχύει γενικά, γιατί υπάρχουν είδη βωξίτη της ίδιας σύνθεσης, αλλά διαφορετικού βαθμού σκληρότητας.

Ο δείκτης διάθλασης του βωξίτη είναι 1,57, η απόχρωση της γραμμής ποικίλλει, ο θραυσμός είναι ακανόνιστος, η λάμψη είναι ασθενής και αδιαφανής.

Το σημείο τήξης εξαρτάται από το ποσοστό περιεχομένων προσμίξεων και κυρίως από την ποσότητα του οξειδίου του σιδήρου. Σχετικά καθαρά μεταλλεύματα έχουν σημείο τήξης 1880 -2050 0°.

Το χρώμα του βωξίτη ποικίλλει. Ανάλογα με το χρώμα οι βωξίτες διακρίνονται σε τρεις κυρίως κατηγορίες, τους τεφρούς, τους ροδόχρους, και τους ερυθρούς ή καστανούς βωξίτες. Εντούτοις όμως, συναντάμε βωξίτες σε όλη τη σειρά των ενδιάμεσων χρωμάτων. Το χρώμα του βωξίτη οφείλεται κυρίως στο περιεχόμενο οξείδιο του σιδήρου.

Κατά γενικό κανόνα η περιεκτικότητα του σιδήρου είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο πιο καστανό ή ερυθρό είναι το χρώμα του βωξίτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι το χρώμα δεν εξαρτάται απόλυτα από την περιεκτικότητα του σιδήρου, γιατί υπάρχουν βωξίτες που έχουν ζωηρό ερυθρό χρώμα και μικρή περιεκτικότητα σε σίδηρο. Το ζωηρό χρώμα σε αυτήν την περίπτωση οφείλεται στο οξείδιο του σιδήρου, το οποίο επικαλύπτει επιφανειακά αργιλούχους πυρήνες, χωρίς να εισδύει ομοιόμορφα στη μάζα του μεταλλεύματος.

Ο βωξίτης πολλές φορές παρουσιάζει ιστό πηλολιθικό, ωολιθικό, και μερικές φορές στιφρό. Η διαλυτότητα του σε οξέα ή αλκάλια ποικίλλει ανάλογα με την ορυκτολογική σύνθεση σε σχέση με τα ένυδρα οξείδια του αργιλίου. Η διαλυτότητα του σε καυστικό-νάτριο (NaOH) παίζει σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία του για την παραγωγή αλουμίνας.

Ειδικότερα ο γυσίτης και ο βαιμίτης διαλύονται εύκολα, ενώ αντίθετα το διάσπορο απαιτεί ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης για την διάλυσή του. Ο βωξίτης είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες (πυρίμαχος) και όταν θερμανθεί ως την τήξη του, παίρνει κρυσταλλική μορφή αποκτώντας υψηλή σκληρότητα, που του δίνει

και λειαντικές ιδιότητες. Αυτό οφείλεται στη μετατροπή των οξειδίων του αργιλίου σε τεχνητό κορούνδιο(Al_2O_3).

3.1.5. Κοιτάσματα βωξίτη στον ελλαδικό χώρο

Τα κοιτάσματα βωξίτη της Ελλάδας είναι δευτερογενή κοιτάσματα. Προήλθαν από την αποσάθρωση πρωτογενών κοιτασμάτων (λατεριτικών μανδυών), τα οποία είχαν αναπτυχθεί πάνω στους οφιολίθους της Υποπελαγονικής Ενότητας.

Τα υπό λατεριτίωση πετρώματα ήταν κυρίως τα βασικά μέλη των οφιολιθικών συμπλεγμάτων (βασάλτες, γάββροι και διαβάσες) με συμμετοχή και των υπερμαφικών πετρωμάτων των οφιολιθικών συμπλεγμάτων όπως υποδηλώνει η σημαντική περιεκτικότητα σε Ni και Cr.

Το υλικό που προέκυψε από την καταστροφή των πρωτογενών κοιτασμάτων μεταφέρθηκε σε αβαθές θαλάσσιο περιβάλλον και αποτέθηκε μέσα σε ασβεστολιθικά καρστ δίνοντας έτσι τους καρστικού τύπου βωξίτες.

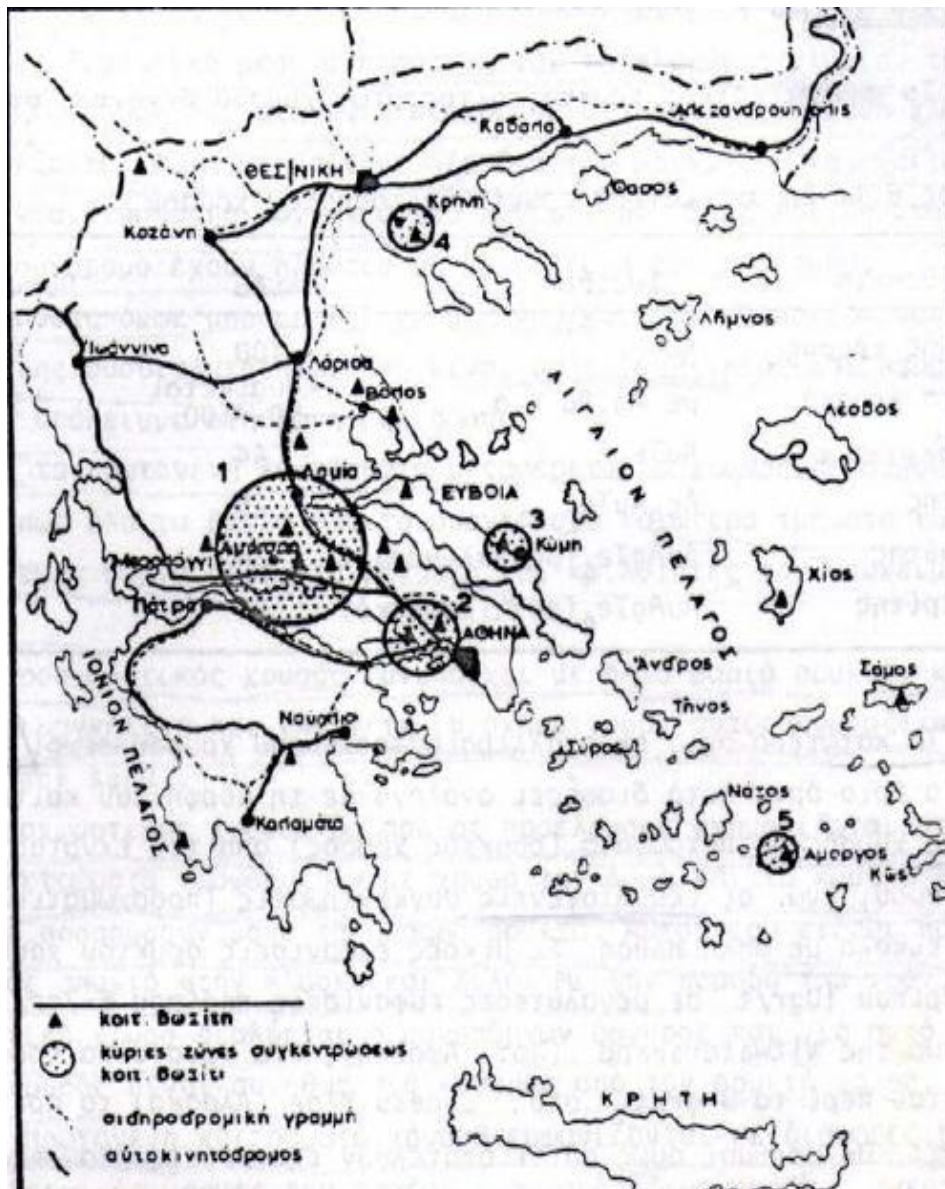
Ο ιστός του μεταλλεύματος είναι πισσολιθικού ή συμπαγούς τύπου. Το πισσολιθικού τύπου μετάλλευμα αποτελείται από κλαστικούς κόκκους (πισσόλιθοι) πλούσιους σε αιματίτη και από τη θεμελιώδη μάζα η οποία είναι πλούσια σε διάσπορο ή/και βαιμίτη.

Το συμπαγούς τύπου μετάλλευμα αποτελείται από μικροκρυσταλλικό διάσπορο ή και βαιμίτη και έχει πηλιτική μορφή.

Κοιτάσματα βωξίτη υπάρχουν διάσπαρτα στον ελλαδικό χώρο όπως φαίνονται και στην εικόνα 3.3. Οι τρεις γεωλογικές ζώνες στις οποίες ανήκουν είναι:

A) Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας

- 1ος βωξιτικός ορίζοντας (κατώτερος) ηλικίας Μ. Ιουρασικό – Α. Ιουρασικό
- 2ος βωξιτικός ορίζοντας (ενδιάμεσος) ηλικίας Α. Ιουρασικό – Κ. Κρητιδικό
- 3ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Κενομάνιο – Τουρόνιο



Εικόνα 3.3 Χάρτης βωξιτικών κοιτασμάτων στον Ελλαδικό χώρο

Ο 3ος βωξιτικός ορίζοντας (ανώτερος) είναι και ο μεγαλύτερος σε ποσότητα κοιτάσματος. Μεταξύ 2ου και 3ου (100m από τον 3ο) εντοπίζεται κατά θέσεις η παρουσία του ενδιάμεσου ορίζοντα. Απ' τους 3 ορίζοντες, ο 2ος και ο 3ος είναι υπό εκμετάλλευση.

B) Ζώνη Ανατολ. Ελλάδας (Πελαγονική & Υποπελαγονική)

- 1ος βωξιτικός ορίζοντας, όπως και ο παλιότερος στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, ηλικίας Α. Ιουρασικό – Κ. Κρητιδικό

- 2ος βωξιτικός ορίζοντας ηλικίας Τριαδικό – Κενομάνιο

Σε αυτή τη ζώνη περιλαμβάνονται τα κοιτάσματα:

- του Καλλιδρόμου
- της Λοκρίδας
- του Δομοκού
- της Νοτιοανατολικής Θεσσαλίας
- της περιοχής Μάνδρας-Ελευσίνας
- της βορείου και κεντρικής Ευβοίας
- και της Σκοπέλου

Γ) Υπόλοιπος ελλαδικός χώρος

Τα παρακάτω κοιτάσματα βρίσκονται σε άλλες γεωλογικές ζώνες που σχηματίστηκαν κυρίως λόγω τεκτονικών φαινομένων:

- Όρος Κατσίκια Χαλκιδικής
- Νότιο τμήμα της Χίου
- Ναύπακτος – Πύλος και ανατολική Πελοπόννησος (όρη Αρτεμίσιο, Παρθένιο)
- Βροντερό της περιοχής Πρεσπών

3.2. Γεωλογία

3.2.1. Γεωτεκτονική ζώνη Γκιώνας - Παρνασσού

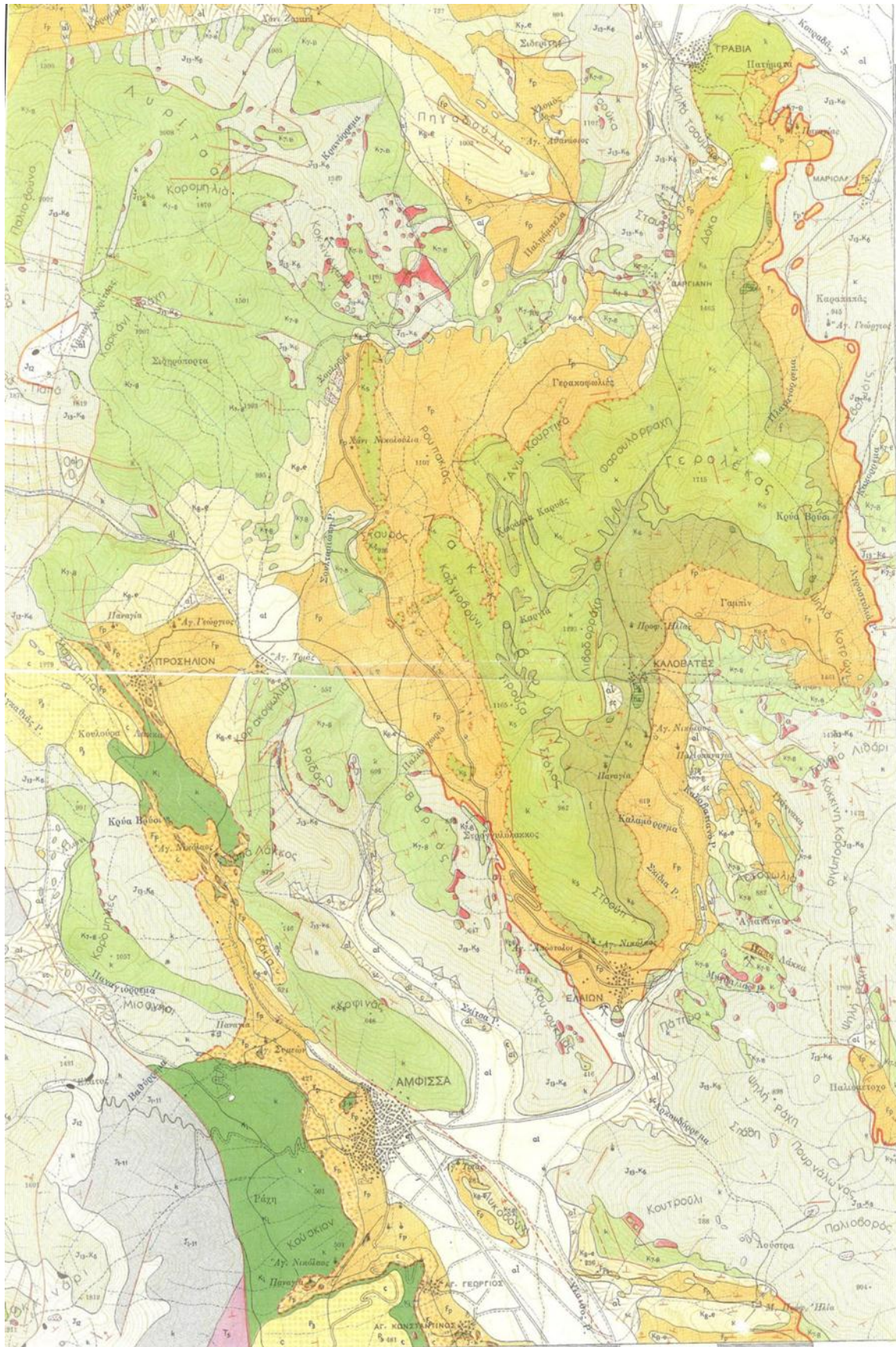
Η περιοχή στην οποία βρίσκονται το υπόγειο βωξιτικό κοιτάσμα το οποίο θα μελετηθεί ανήκει στην ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας (Εικόνα 3.5). Η ονομασία της ζώνης οφείλεται στα αντίστοιχα βουνά Παρνασσού και Γκιώνας της Στερεάς Ελλάδας τα οποία συγκροτούν την ζώνη. (Λειβαδίτη-Αλεξούλη Αλίκη, 2002)

Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας θεωρήθηκε στο δυαδικό σύστημα εναλλασσόμενων αυλάκων και ράχων ως ύβωμα τοπικά παρεμβαλλόμενο μεταξύ της κατωφέρειας Υποπελαγονικής ζώνης και της αύλακας της Πίνδου. Η συγκεκριμένη ζώνη περιορίζεται στην κεντρική Ελλάδα. Οι γεωτεκτονικές ζώνες του ελληνικού χώρου φαίνονται στην (Εικόνα 3.4). Διακρίνεται στην εικόνα με την ένδειξη Pk η

γεωτεκτονική ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας στην οποία βρίσκεται και το υπό εξέταση κοίτασμα της Αγίας Άννας.



Εικόνα 3.4 Οι γεωτεκτονικές ζώνες του ελληνικού χώρου.



Εικόνα 3.5 Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Δ.Δ. Άμφισσας

3.2.2. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη

Το προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας δεν είναι γνωστό στη Στερεά Ελλάδα. Απουσιάζουν επίσης τελείως τα μαγματικά πετρώματα

Η αλπική ηζιματογένεση είναι βασικά ασβεστολιθική, καθαρά νηριτική, από την οποία και συμπεραίνεται η παλαιογραφική θέση της ζώνης σαν ύβωμα. Το συνολικό πάχος της ασβεστολιθικής σειράς υπολογίζεται σε 1800m.

Πρώτο αλπικό ίζημα είναι ο λευκός δολομίτης που προς τα πάνω εξελίσσεται σε τεφρό και εναλλάσσεται με λεπτές ενστρώσεις ασβεστολίθων. Η σειρά εξελίσσεται σε παχυστρωματώδη τεφρό ασβεστόλιθο ηλικίας Άνω Τριαδικού (Νόριο).

Ακολουθεί ασβεστόλιθος σκοτεινού χρώματος ηλικίας Κάτω Ιουρασικού και μετά ωολιθικοί ασβεστόλιθοι του Άνω Ιουρασικού.

Πάνω στους ωολιθικούς ασβεστόλιθους βρίσκεται ο 1ος και κατώτερος βωξιτικός ορίζοντας που καλύπτεται από σκοτεινόχρωμους ασβεστόλιθους του Κιμμεριδίου (Ανώτερο Ιουρασικό).

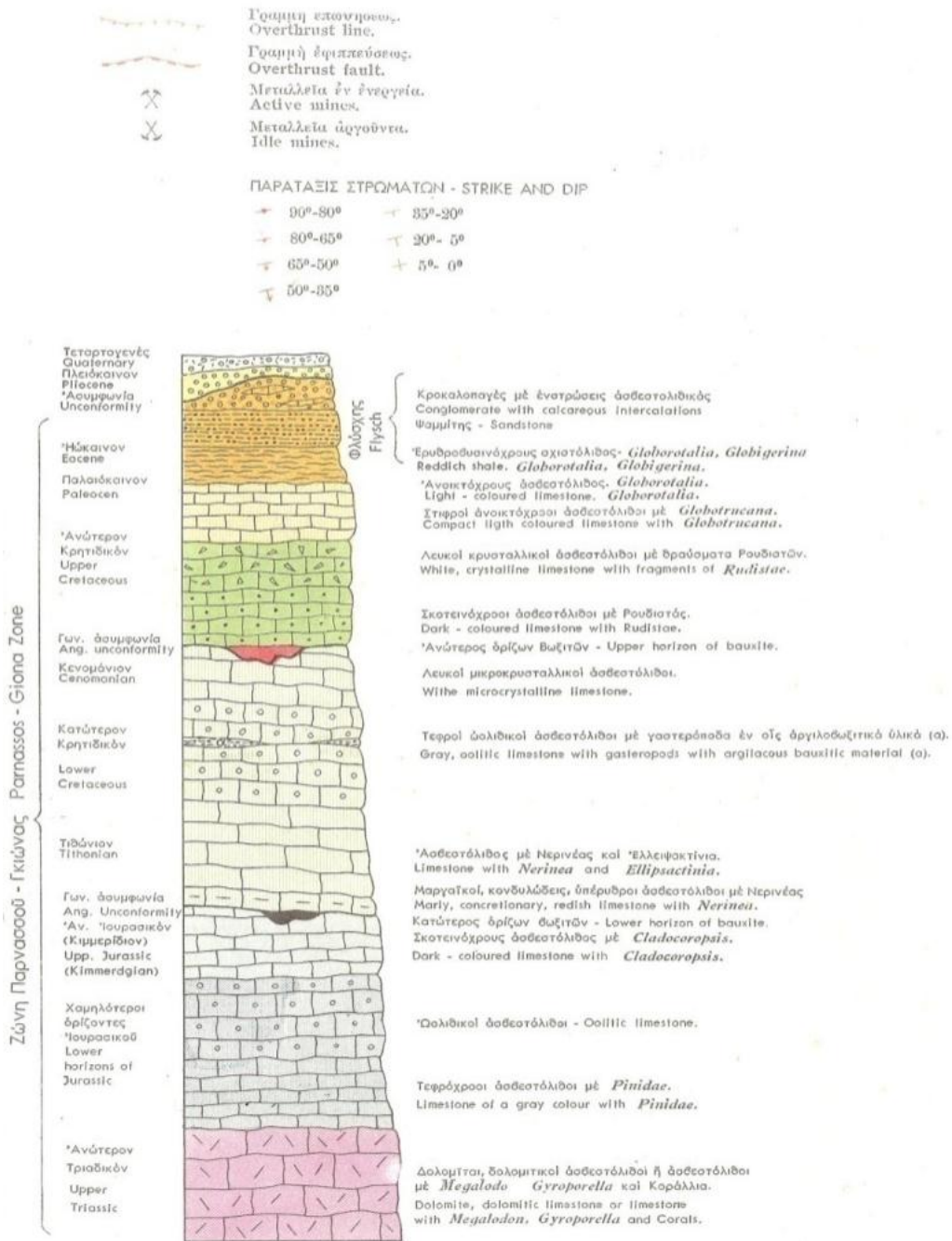
Πάνω από τον Κιμμερίδιο ασβεστόλιθο βρίσκεται ο 2ος και μεσαίος βωξιτικός ορίζοντας, που καλύπτεται από ασβεστόλιθους ηλικίας Τιθωνίου (Ανώτατο Ιουρασικό) – Κενομανίου (Μέσο Κρητιδικό). Οι τελευταίοι αυτοί ασβεστόλιθοι ονομάζονται «ενδιάμεσοι» επειδή βρίσκονται μεταξύ δύο βωξιτικών οριζόντων, του 2ου και του 3ου ορίζοντα και είναι κυρίως λευκοί ή τεφροί.

Πάνω στη σειρά των ενδιάμεσων ασβεστολίθων βρίσκεται ο 3ος βωξιτικός ορίζοντας, ο οποίος είναι και ο ανώτερος και καλύπτεται από μαύρους ρουδιστοφόρους ασβεστόλιθους του Τιθωνίου (Μέσου Κρητιδικού).

Τέλος αποτίθεται ο φλύσχης ηλικίας Παλαιοκαίνου – Μέσου Ηωκαίνου που στα κατώτερα στρώματα είναι ασβεστομαργαϊκός, εξελίσσεται σε ψαμμιτοπηλικό και κροκαλοπαγή.

Εκτός των αναφερθέντων βωξιτικών οριζόντων υπάρχουν και οι λεγόμενοι δευτερεύοντες οι οποίοι δεν παίζουν κανένα ουσιαστικό ρόλο.

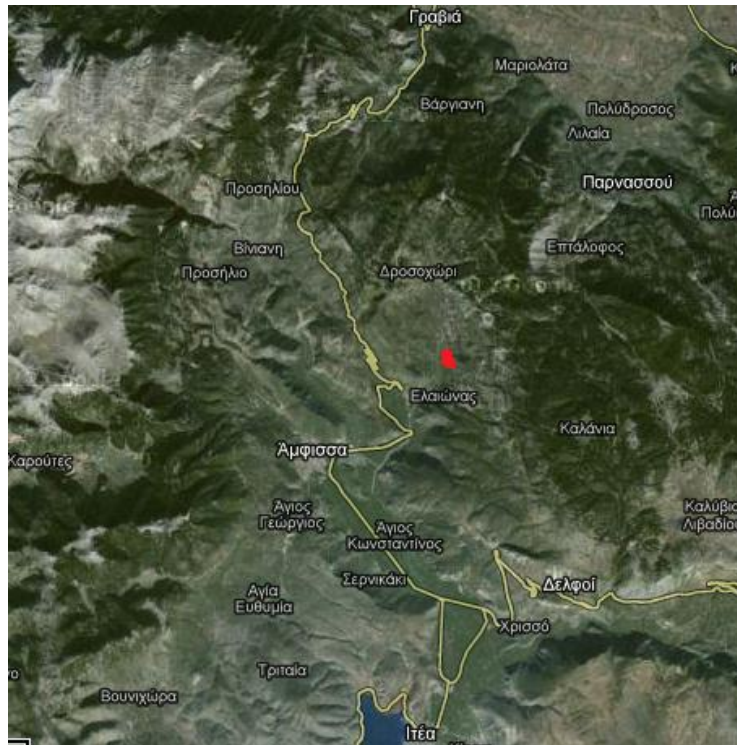
Όλα τα παραπάνω καθώς και η χημική σύσταση του κάθε βωξιτικού οριζοντα απεικονίζονται στην εικόνα 3.6.



Εικόνα 3.6 Στρωματογραφία ζώνης Παρνασσού-Γκιάννας

3.2.3. Γενικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος

Το κοιτάσμα Αγίας Άννας-Α₂, (κόκκινο σημείο), βρίσκεται στην Δυτική πλευρά του ορεινού όγκου του Παρνασσού στά σύνορα με την Ανατολική πλευρά της Γκιώνας, στο νομό Φωκίδας (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 Χάρτης περιοχής Γκιώνας-Παρνασσού. Διακρίνεται ο χώρος ανάπτυξης του κοιτάσματος Αγ. Άννας.

Το κοιτάσμα αναπτύσσεται σε απόλυτα υψόμετρα από **806m** έως **714m** και σε βάθος μέχρι και **183m** από την επιφάνεια. Σε ακτίνα **1km** περιμετρικά δεν υφίστανται οικισμοί. Οι πλησιέστεροι οικισμοί της Αγόριανης και του Ελαιώνα βρίσκονται σε απόσταση **6 και 3km** περίπου αντίστοιχα (σε ευθεία γραμμή).

Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους κυμαίνεται από **10 - 20%** έως **40 - 60%** περίπου.

Η βλάστηση στην περιοχή της επέμβασης είναι αρκετά πλούσια. Τα δέντρα τα οποία επικρατούν είναι φυλλοβόλα με έντονη βλάστηση από έλατα. Ο χώρος είναι γενικά ορεινός και χαρακτηρίζεται ως δημόσια δασική έκταση.

Στην περιοχή και σε ακτίνα **1km** περιμετρικά του κοιτάσματος δεν υπάρχουν οικισμοί ή κτίσματα, δίκτυα του ΟΤΕ ή της ΔΕΗ, αρχαιολογικοί ή οργανωμένοι τουριστικοί χώροι.

Η προσπέλαση στον ευρύτερο χώρο της περιοχής μελέτης εξασφαλίζεται από δρόμους οι οποίοι ανοίχτηκαν από την ίδια την εταιρεία καθώς το σημείο που είναι το κοιτάσμα που εξετάζουμε δεν συνδέει οικισμούς.. Ο δρόμος αυτός έχει περίπου **30km** μήκος και διέρχεται περίπου **100m** Δυτικά του κοιτάσματος, είναι μεταλλευτικός και έχει διανοιχθεί για την εξυπηρέτηση των μεταλλείων βωξίτη του Παρνασσού. Η κλίση του συγκεκριμένου δρόμου είναι το μέγιστο **10%** και όλος ανηφορικός, το πλάτος του **6m**, και οι ακτίνες καμπυλότητας άνω των **30m** και πληρεί όλες τις προδιαγραφές του ΚΜΛΕ.

3.2.4. Γεωλογικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος

Το κοιτάσμα ανήκει στον ανώτερο βωξιτικό ορίζοντα οπότε είναι διασπορικού τύπου. Οι υπερκείμενοι ασβεστόλιθοι είναι μαύροι ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι του Τιθωνίου (Μέσου Κρητιδικού) ενώ οι υποκείμενοι ασβεστόλιθοι είναι λευκοί ασβεστόλιθοι Τιθωνίου (Ανώτατο Ιουρασικό) – Κενομανίου (Μέσο Κρητιδικό).

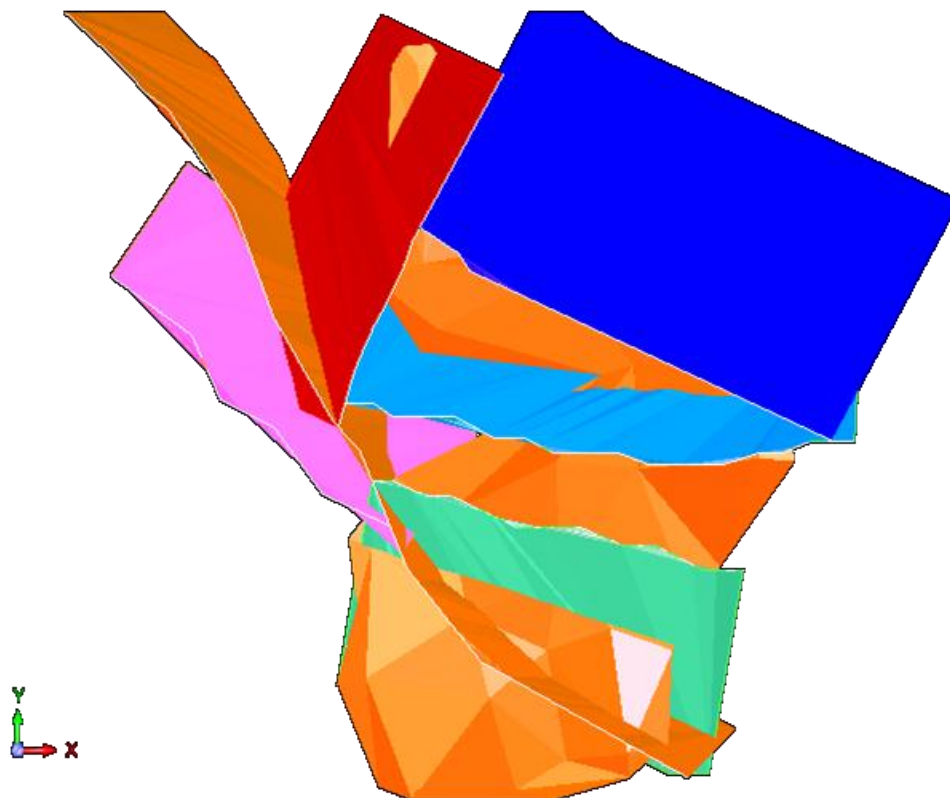
Το κοιτάσμα είναι φακοειδές με ταβάνι που ακολουθεί τον υπερκείμενο ασβεστόλιθοστρωτά αλλά πάτωμα άστρωτο με αρκετά έγκυλα τα οποία δίνουν και στο κοιτάσμα σε μερικά σημεία πάχος έως και 10m.

3.2.5. Τεκτονικά στοιχεία υπό εξέταση κοιτάσματος

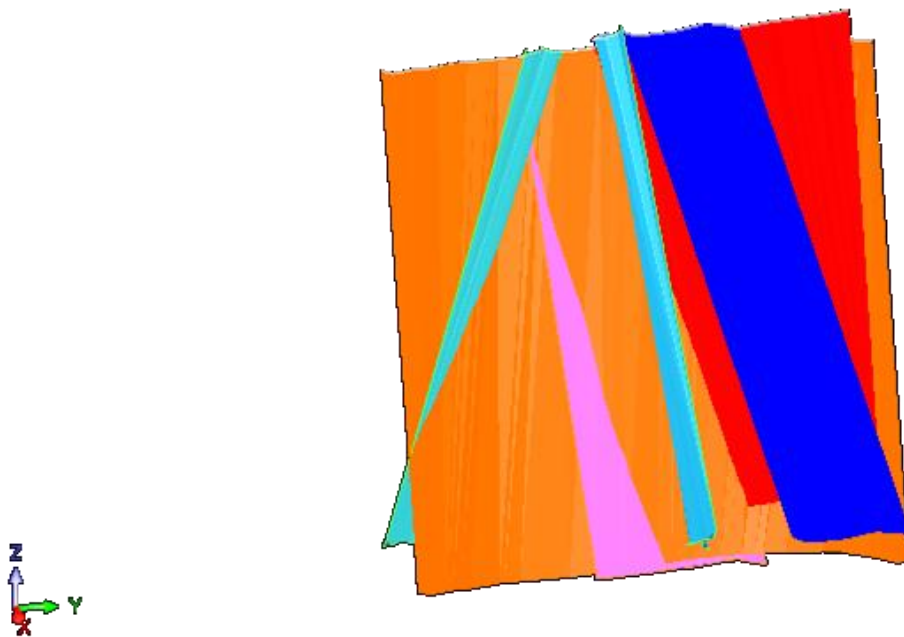
Η περιοχή έχει επηρεαστεί τόσο από την μεταλλική καταταμητική τεκτονική όσο και από την ωκαινική (νεότερη μεταλλική) συμπιεστική φάση με την δημιουργία τεκτονικών ασυνεχειών που συχνά λεπιώνουν έντονα το σύνολο των σχηματισμών.

Στη συνέχεια θα δωθούν οι διευθύνσεις και οι κλίσεις όλων των ρηγμάτων,(εικόνα 3.8):

- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με μπλε χρώμα έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και κλίση 70°
- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με γαλάζιο χρώμα έχει διεύθυνση Ν-Β και κλίση 80°
- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με πράσινο χρώμα έχει διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και κλίση 78°
- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με καφέ χρώμα έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και κλίση 85°
- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα έχει διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ και κλίση 75°
- Το ρήγμα το οποίο απεικονίζεται με ροζ χρώμα έχει διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και κλίση 75°

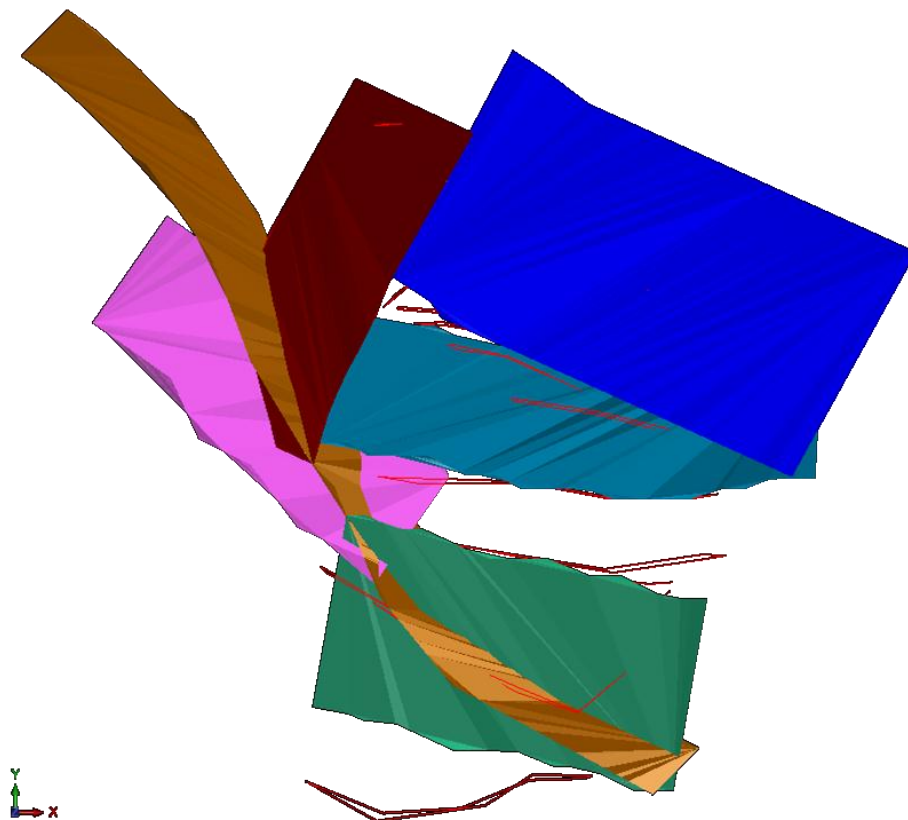


Εικόνα 3.7. Κάτοψη των ρηγμάτων και του κοιτάσματος Αγίας Άννας-Α₂



Εικόνα 3.8. Πλάγια όψη ρηγμάτων κοιτάσματος Αγίας Άννας-Α₂ στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Surpac

Το κοιτάσμα είναι διχοτομημένο σε 4 κομμάτια από την ύπαρξη 3 μεταπτωτικών ρηγμάτων που χωρίζουν το κοιτάσμα σε 4 τμήματα. Το ύψος μετατόπισης των τμημάτων λόγω αυτού του φαινομένου είναι από 6 έως 37m. Η επιφάνεια του ρήγματος που διατρέχει το κοιτάσμα απεικονίζεται μέσω του λογισμικού Surpac στην εικόνα 3.9.



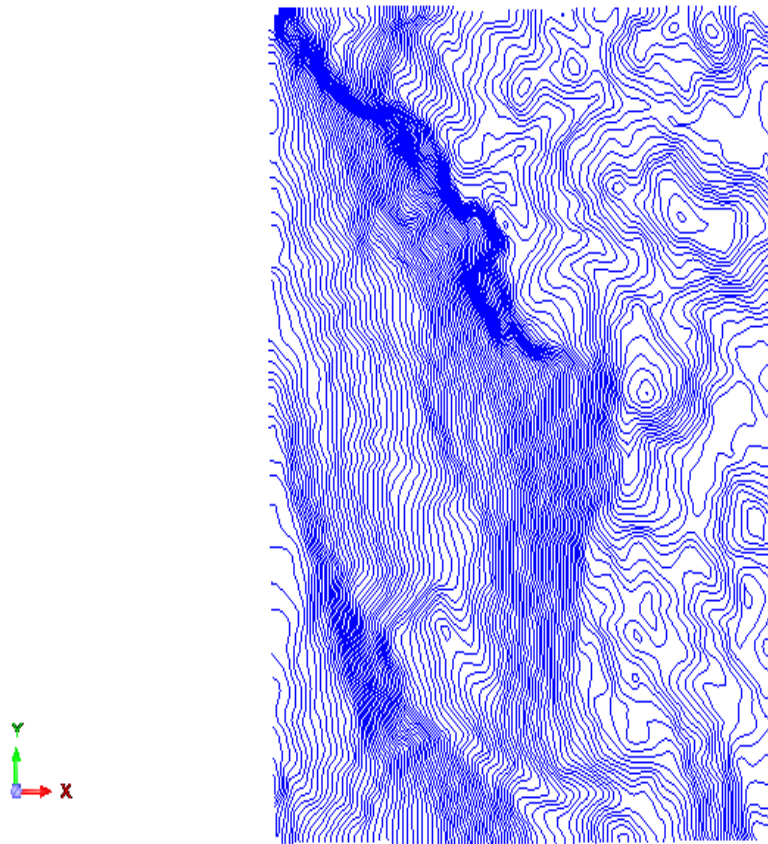
Εικόνα 3.9. Ρήγματα και πολύγωνα κοιτάσματος σε κάτοψη απο το σχεδιαστικό πρόγραμμα surpac

4. ΈΡΕΥΝΑ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ

4.1. Έρευνα-Εντοπισμός κοιτάσματος

Στη φάση της μεταλλευτικής έρευνας, πολλοί είναι οι παράγοντες οι οποίοι περιορίζουν τις ερευνητικές γεωτρήσεις και στη συνέχεια τη δημιουργία του κατάλληλου κάρναβου γεωτρήσεων. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Το βάθος από την επιφάνεια
- Ο τρόπος μεταλλογένεσης του
- Η μεταλλευτική αξία του κοιτάσματος
- Η γεωμετρία του κοιτάσματος
- Το ανάγλυφο της περιοχής
- Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος

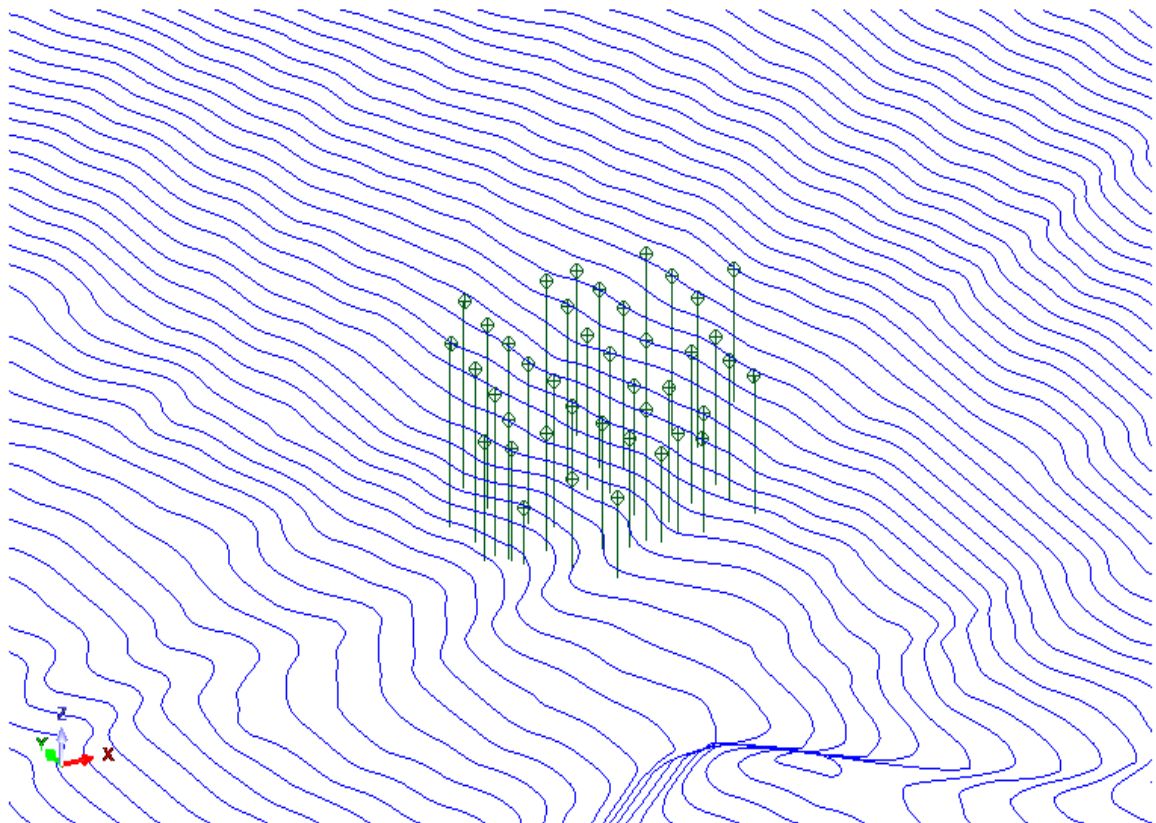


Εικόνα 4.1 Ψηφιακή μορφή τοπογραφικού περιοχής έρευνας

Λαμβάνοντας όλους τους παραπάνω παράγοντες υπ' όψιν, και με κριτήριο την όσο την δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και οικονομικότητα, σχεδιάστηκε κάναβος γεωτρήσεων περίπου $40\text{m} \times 40\text{m}$. Όπως είναι φυσικό ο σχεδιασμός θα ακολουθηθεί ανάλογα και με το ανάγλυφο της περιοχής.

Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις έγιναν με τη βοήθεια δύο περιστροφικών δειγματοληπτικών γεωτρήσεων τύπου Atlas Copco με έλκυθρο και με μήκος στελεχών 3m. Δεν μπορέσαμε να συλλέξουμε περαιτέρω στοιχεία σχετικά με τα στελέχη και τους δειγματολήπτες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς οι γεωτρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί από ιδιώτη. Η διάμετρος δειγματοληψίας ήταν στην μικρότερη περίπτωση 65mm.

Παρακάτω ακολουθεί αναλυτικός πίνακα των ερευνητικών γεωτρήσεων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή του κοιτάσματος.



Εικόνα 4.3. Κάναβος ερευνητικών γεωτρήσεων διαστάσεων περίπου $40\text{m} \times 40\text{m}$ στο πρόγραμμα *surpac*

Κατά τη διάρκεια της μεταλλευτικής έρευνας πραγματοποιήθηκαν συνολικά 41 ερευνητικές γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή εκμετάλλευσης για την ανεύρεση του κοιτάσματος της Αγίας- Άννας-Α2. Από τις 41 γεωτρήσεις οι 13 βρέθηκαν αρνητικές ενώ οι υπόλοιπες 28 γεωτρήσεις βρέθηκαν θετικές.

Παρατίθεται πίνακας, (Πίνακας 4.1) με όλα τα στοιχεία των γεωτρήσεων.

Πίνακας 4.1. Δεδομένα ερευνητικών γεωτρήσεων

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΠΑΧΟΣ ΒΩΞΙΤΗ (m)	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ (m)
1	60_20	878,32	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	191
2	60_18	894,11	3	186
3	60_16	925,36	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	199
4	60_14	940,01	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	168
5	58_20	874,03	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	177
6	58_18	890,74	9	171
7	58_16	918,84	8	178
8	58_14	931,5	6	180
9	58_12	953,41	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	159
10	56_20	865,22	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	164
11	57_18	888,58	6	164
12	56_14	927,52	2	162
13	56_12	950,61	3	158
14	54_20	860,51	3	141
15	56_18	883,88	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	147
16	56_16	911,13	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	158
17	54_16	910,56	5	142
18	54_12	949,72	7	153
19	54_22	848,47	2	122
20	54_18	882,17	5	136
21	54_14	924,2	10	144

22	54_10	967,87	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	135
23	52_22	848,21	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	113
24	52_20	864,95	6,5	119
25	52_16	897,29	3	132
26	52_13	922,72	4	155
27	52_11	943,02	3	150
28	50_22	816,36	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	56,5
29	50_20	846,04	6,5	93
30	52_18	879,62	7	128
31	50_16	891,38	4	133,1
32	50_14	902,24	4	136
33	50_12	924,36	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	144
34	50_18	876,83	6	111
35	48_16	887,71	8	101
36	48_14	900,26	5	103
37	48_12	923,37	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	140
38	48_20	842,9	3	81
39	48_18	873,94	3	90
40	46_15	887,97	ΑΡΝΗΤΙΚΗ	95
41	62_19	897,57	4	179

Από τα δεδομένα του πίνακα μπορούμε να βρούμε το συνολικό μήκος των γεωτρήσεων. Αθροίζοντας κατά σειρά έχουμε ότι ισούται με 5795m. Το ανώτερο σημείο επαφής του ασβεστόλιθου ταβανιού με το κοιτάσμα βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό 48_20 σε απόλυτο υψόμετρο 769,9m και σε βάθος 73m από την επιφάνεια.

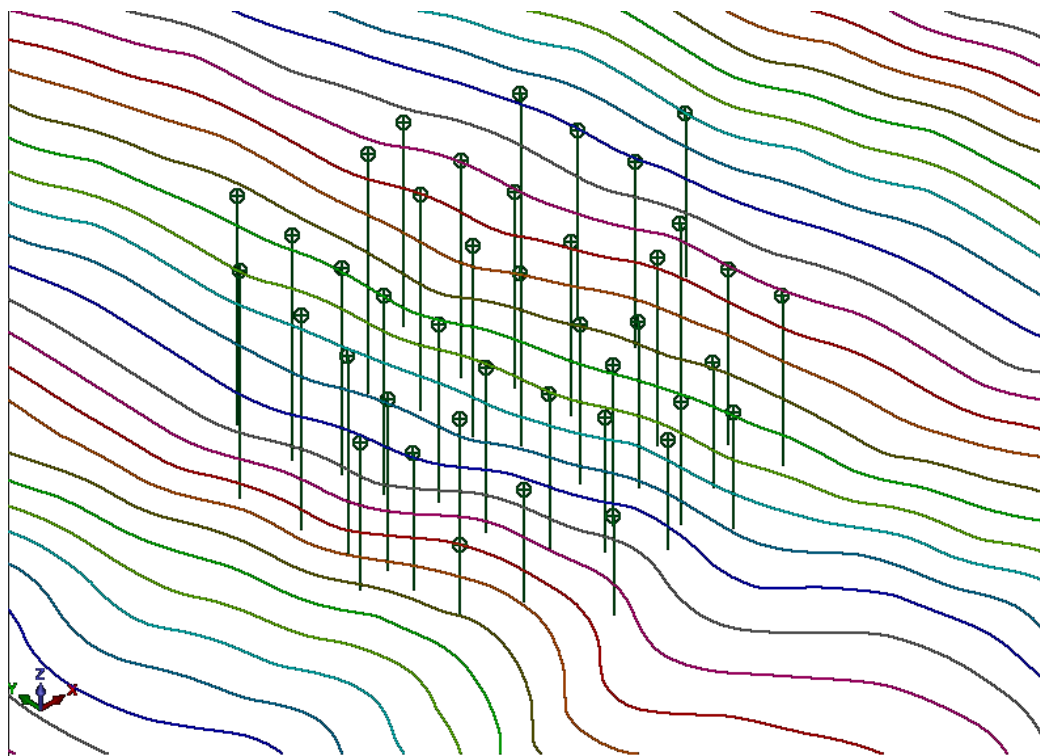
Το βαθύτερο σημείο επαφής του κοιτάσματος με τον ασβεστόλιθο του πατώματος, βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό 60_18 σε απόλυτο υψόμετρο 894,11m και σε βάθος 183m από την επιφάνεια.

Αν θα μπορούσε να γίνει μια κατανομή του πάχους του βωξίτη σε στάδια, αυτή θα ήταν ως εξής:

Το σύνολο των γεωτρήσεων στις οποίες βρέθηκε βωξίτης με πάχος από 2m - 4m είναι 13. Σε 6 γεωτρήσεις το πάχος του κοιτάσματος είναι από 4,5m - 6m, ενώ σε 8 γεωτρήσεις το πάχος κυμαίνεται από 6,5m - 10m. Σε κανένα σημείο δεν βρέθηκε γεώτρηση με λιγότερο από 2m βωξίτη, εξάλλου ο μηχανολογικός εξοπλισμός του εργοταξίου δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί χαμηλότερα ύψη, ενώ σε κάποιες γεωτρήσεις υπάρχει η πρόσμιξη με άργιλο ο οποίος σε μικρές ποσότητες χρησιμοποιείται για την αλλαγή της σύστασης του βωξίτη.

Το μικρότερο ύψος βωξίτη βρέθηκε σε 2 γεωτρήσεις, στην 54_22 και στην 56_14. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο πάχος βωξίτη βρέθηκε στην γεώτρηση 54_14 και ισούται με 10m.

Η απεικόνιση των γεωτρήσεων σε συνάρτηση με το ανάγλυφο της περιοχής απεικονίζονται από το *surpac* στην εικόνα 3.2.



Εικόνα 4.4. Απεικόνιση των γεωτρήσεων σε συνάρτηση του ανάγλυφου

4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος.

Από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις προέκυψε ότι το κοιτάσμα που απαντάται στην περιοχή μελέτης είναι ο ερυθροκαστανός διασπορικός πηλολιθικός βωξίτης, αδιάλυτου τύπου του τρίτου ορίζοντα, ο οποίος ενίοτε απαντάται και ως λευκότεφρος διασπορικός, υπό μορφή φακοειδών ή φλεβικών ενδιαστρώσεων, κοντά στην επαφή με τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους. Κοντά στην περιοχή των ρηγμάτων και στην επαφή με τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους παρατηρείται η ύπαρξη κρυσταλλικού ασβεστίτη, καθώς και επικαλύψεις με ασβεστίτικο και αργιλικό υλικό το οποίο έχει προέλθει από την κατείδυση επιφανειακών υδάτων, από την διάλυση των υπερκείμενων ασβεστόλιθων. Ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος βωξίτη, αυτός είναι άριστης ποιότητας, σχετικά μαλακός, κατάλληλος για μεταλλουργική και άλλες χρήσεις. Από τις χημικές αναλύσεις προέκυψαν τα αποτελέσματα του πίνακα 4.9 σχετικά με την περιεκτικότητα του κοιτάσματος στις παρακάτω ενώσεις.

Πίνακας 4.9 Περιεκτικότητες στοιχείων

AL ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	L.O.I.
60,7%	1,2%	1,39%	2%	27%	7,7%

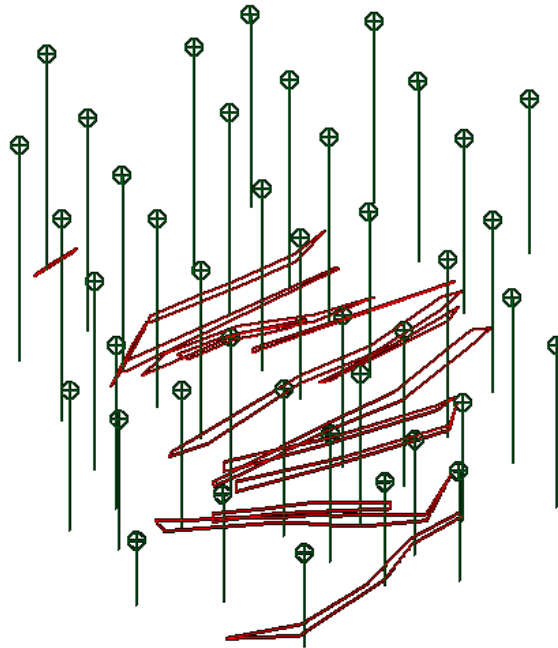
4.3.Οριοθέτηση του κοιτάσματος

Με βάση τις ερευνητικές γεωτρήσεις που έγιναν, τις γεωλογικές τομές των φακών, καθώς και το ελάχιστο εκμεταλλεύσιμο πάχος των φακών (2m ή 3m ανάλογα με την κλίση τους) τα βέβαια γεωλογικά αποθέματα υπολογίζονται όπως αναφέρεται παρακάτω.

Το περίγραμμα των φακών υπολογίζεται και κατασκευάζεται ως εξής:

Μεταξύ των θετικών και αρνητικών γεωτρήσεων ορίζεται αρχικό σημείο στο ½ της απόστασης αυτών, το οποίο και θεωρείται η αρχή της μεταλλοφορίας. Με βάση την αρχή της μεταλλοφορίας και τα στοιχεία των υπολοίπων θετικών γεωτρήσεων κατασκευάζονται οι ισοπαχείς καμπύλες των φακών οι οποίες απεικονίζουν την μορφολογία των εγκοίλων.

Με αυτό τον τρόπο, λαμβάνοντας υπ' όψιν την επαφή του βωξίτη με τα ταβάνια του ασβεστόλιθου αλλά και με το πάτωμα του ασβεστόλιθου, γίνεται ο σχεδιασμός του πολυγώνου της κάθε σειράς γεωτρήσεων στο λογισμικό του σχεδιαστικού προγράμματος *surpac* (Εικόνα 4.5).

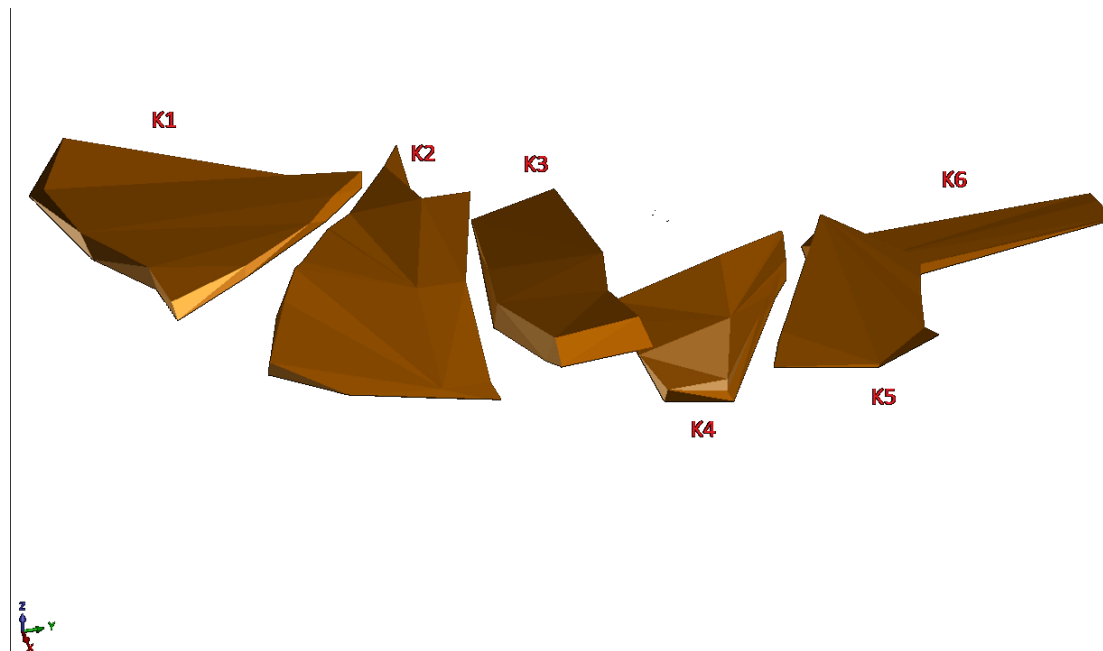


Εικόνα 4.5. Οι ερευνητικές γεωτρήσεις και τα πολύγωνα του κοιτάσματος σε πλάγια όψη στο λογισμικό πρόγραμμα *surpac*

Με αυτό τον τρόπο γίνεται ο σχεδιασμός του περιγράμματος του κοιτάσματος ανά σειρά γεωτρήσεων για τον περαιτέρω σχεδιασμό και τη μοντελοποίηση του κοιτάσματος.

Για τον περαιτέρω σχεδιασμό του κοιτάσματος σε ανεξάρτητα κομμάτια θα χρειαστεί να γίνει ο σχεδιασμός στο λογισμικό *Surpac* λαμβάνοντας υπ' όψιν τα πολύγωνα του κοιτάσματος αλλά και τα ρήγματα. Προβάλλοντας τα πολύγωνα στις επιφάνειες των ρηγμάτων πετυχαίνεται η απεικόνιση των διαφορετικών κομματιών του κοιτάσματος

(εικόνα 4.6). Το κάθε κομμάτι αναπτύσσεται σε διαφορετικό υψόμετρο ενώ έχουν και διαφορετική κλίση. Προκύπτουν λοιπόν τα $k_1, k_1, k_3, k_4, k_5, k_6$.



Εικόνα 4.6 Απεικόνιση των ανεξάρτητων κομματιών του κοιτάσματος (προσανατολισμός Α-Δ).

4.4 Αποθέματα

Προκειμένου να υπολογιστούν τα αποθέματα του κοιτάσματος, πρέπει να σχεδιαστεί το τρισδιάστατο μοντέλο του. Σε αυτό το σημείο χρησιμοποιούνται τα κλειστά πολύγωνα τα οποία σχεδιάστηκαν παραπάνω. Πρακτικά αυτό που γίνεται σε αυτό το σημείο είναι να ενωθούν όλα τα στερεά που σχεδιάστηκαν και να σχηματιστεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο το λογισμικό αναγνωρίζει το μοντέλο αυτό ως ένα συμπαγές στερεό και έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει τον όγκο του.

Τα αποθέματα υπολογίστηκαν σε 188.966m^3 . Αν λάβουμε υπ' όψιν το ειδικό βάρος του βωξίτη το οποίο είναι $3.2\text{tn}/\text{m}^3$ τότε τα γεωλογικά αποθέματα του κοιτάσματος σε τόνους υπολογίζονται σε: $188.966\text{m}^3 \times 3,2\text{tn}/\text{m}^3 = 604.691,2 \text{ tn}$.

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε πως ενώ τα γεωλογικά αποθέματα είναι $604.691,2\text{tn}$, ενώ τα απολήψιμα αποθέματα ανέρχονται σε 512.099tn . Το ποσοστό 84,7 επί των γεωλογικών οφείλονται σε λόγους οι οποίοι αναφέρθηκαν παραπάνω.

5. ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ

5.1 Προετοιμασία εργασιών

Η προετοιμασία των εργασιών αποτελεί το πρώτο στάδιο έναρξης των βασικών έργων διάνοιξης των κύριων προσπελαστικών στοών. Σε αυτό το στάδιο γίνεται η προσέγγιση της περιοχής από τους μεταλλευτικούς δρόμους, (εικόνα 5.1), οι οποίοι είτε προϋπήρχαν, είτε δημιουργήθηκαν για την κάλυψη των αναγκών του εργοταξίου.

Το κομμάτι του δρόμου το οποίο προϋπήρχε για την εξυπηρέτηση άλλων εργοταξίων στην ευρύτερη περιοχή θα ανακατασκευαστεί προκειμένου να τεθεί ξανά σε λειτουργία. Θα χρειαστεί να γίνουν κάποια μικρά έργα τα οποία προκλήθηκαν από κατολισθήσεις όσο τα εργοτάξια δεν ήταν σε λειτουργία, ενώ ίσως απαιτείται και καθάρισμα από κοτρώνες οι οποίες έχουν πέσει σε αυτό.



Εικόνα 5.1 Κομμάτι του μεταλλευτικού δρόμου (μαύρο ίχνος) το οποίο διανείχθηκε από την ασφαλτο μέχρι τις εισόδους των στοών του κοιτάσματος της Αγίας Άννας-Α₂. Κάτω αριστερά διακρίνεται το χωριό Ελαιώνας

Όσον αφορά το δίκτυο το οποίο θα διανοιχθεί, αυτό θα πρέπει να είναι οικονομικά συμφέρον καλύπτοντας την ελάχιστη δυνατή διαδρομή, αλλά ταυτόχρονα να βρίσκεται μέσα στα όρια που θεσμοθετεί ο ΚΜΛΕ, είτε αυτά αφορούν το πλάτος του δρόμου, είτε την κλίση του

Στη συνέχεια θα κατασκευαστεί η απαραίτητη πλατεία στην είσοδο της στοάς προκειμένου να είναι ευέλικτες οι εργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται.

Τέλος θα πρέπει με την ολοκλήρωση των εργασιών αυτών να ξεκινήσει η μεταφορά των μηχανημάτων στην είσοδο της στοάς τα οποία θα είναι υπεύθυνα για το δίκτυο προσπέλασης.

5.2.Κύριες προσπελαστικές στοές

Η διάνοιξη των προσπελαστικών στοών για την εκμετάλλευση ενός κοιτάσματος αποτελεί το πρώτο της στάδιο. Είναι ουσιαστικά η πρώτη εργασία στο μέτωπο και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του έργου. Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους:

- Αποτελεί το μοναδικό τρόπο προσέγγισης στο κοίτασμα
- Δημιουργεί το κύκλωμα αερισμού μέσα στο μεταλλείο.

Οι διαστάσεις των προσπελαστικών στοών θα πρέπει να είναι ικανές να επιτρέπουν στον μηχανολογικό εξοπλισμό να κινείται μέσα στο μεταλλείο. Επίσης θα πρέπει να είναι δυνατή η μεταφορά των υπόγειων φορητών τα οποία πολλές φορές θα χρειαστεί να εισέλθουν μέσα στο μεταλλείο. Επομένως στην περίπτωση του φακού της Αγίας Άννας-Α₂ θα κατασκευαστούν προσπελαστικές στοές διαστάσεων 5m×5m.

Είναι απαραίτητο βέβαια να γίνει η σωστή μελέτη κόστους της διάνοιξης των κύριων προσπελαστικών στοών καθώς οι $S_{βάσης}$ και $S_{αερισμού}$, (εικόνα 5.2), αποτελούν στοές οι οποίες βρίσκονται εντός ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Αυτό σημαίνει ότι αποτελεί κόστος η περιττή εξόρυξη των στείρων. Παρ όλα η πώληση ενός μέρους των στείρων είναι πιθανό να αποφέρει κάποιο έσοδο στην εταιρεία ως αδρανές υλικό στον κατασκευαστικό κλάδο.

Επομένως οι τελικές διαστάσεις των προσπελαστικών στοών θα αποτελούν συνάρτηση του κόστους όρυξης από τη μία πλευρά αλλά και των αναγκών μεταφοράς του μηχανικού εξοπλισμού από την άλλη.

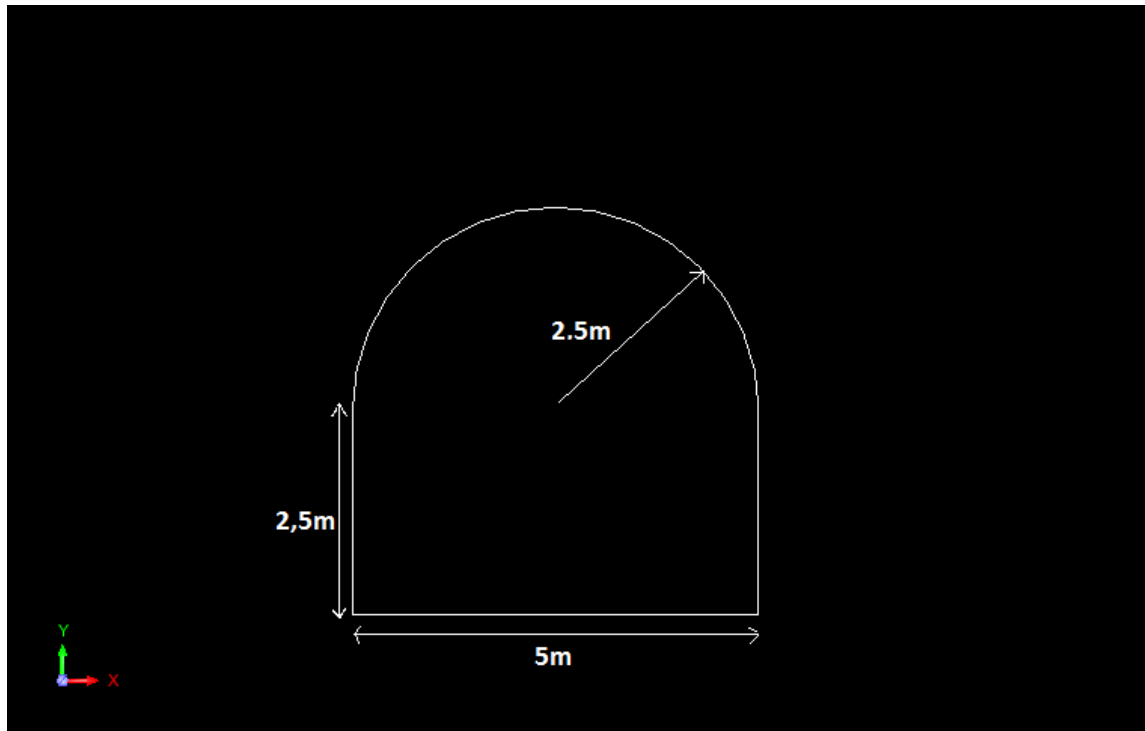


Εικόνα 5.2 Σε κύκλο η περιοχή της εισόδου των στοών του κοιτάσματος Αγίας-Άννας-Α₂ και με τελείες οι εισοδοί των στοών.

5.2.1. Σχεδιασμός κύριων προσπελαστικών στοών

Η διατομή η οποία θα χρησιμοποιηθεί είναι η πεταλοειδής. Ο λόγος για τον οποίο επιλέγεται αυτή η διατομή είναι για την μέγιστη ασφάλεια στο εσωτερικό της.

Η επιφάνεια των στοών προσπέλασης-προσέγγισης του κοιτάσματος θα έχουν διαστάσεις 5m×5m και θα έχουν το σχήμα της εικόνας 5.3.



Εικόνα 5.3 Σχέδιο στοάς προσπέλασης

Επίσης, θα πρέπει οι τοπογράφοι να κάνουν συνεχείς μετρήσεις ώστε η στοές αυτές να ακολουθήσουν τον κοντινότερο δυνατό δρόμο, ο οποίος θεωρητικά και χωρίς να συναντήσουμε προβλήματα, όπως κάρκαλους, είναι η ευθεία. Αυτό προφανώς είναι αναγκαίο για να επιτευχθεί το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Σημαντικό είναι επίσης οι στοές αυτές να καταλήξουν στους υπάρχοντες μεταλλευτικούς δρόμους προκειμένου να αποφευχθεί περαιτέρω διάνοιξη, η οποία θα αποφέρει κόστος επιπρόσθετο του προβλεπόμενου.

Υπάρχουν δύο ακόμα στοιχεία τα οποία θα καθορίσουν την κλίση των δύο κύριων προσπελαστικών στοών.

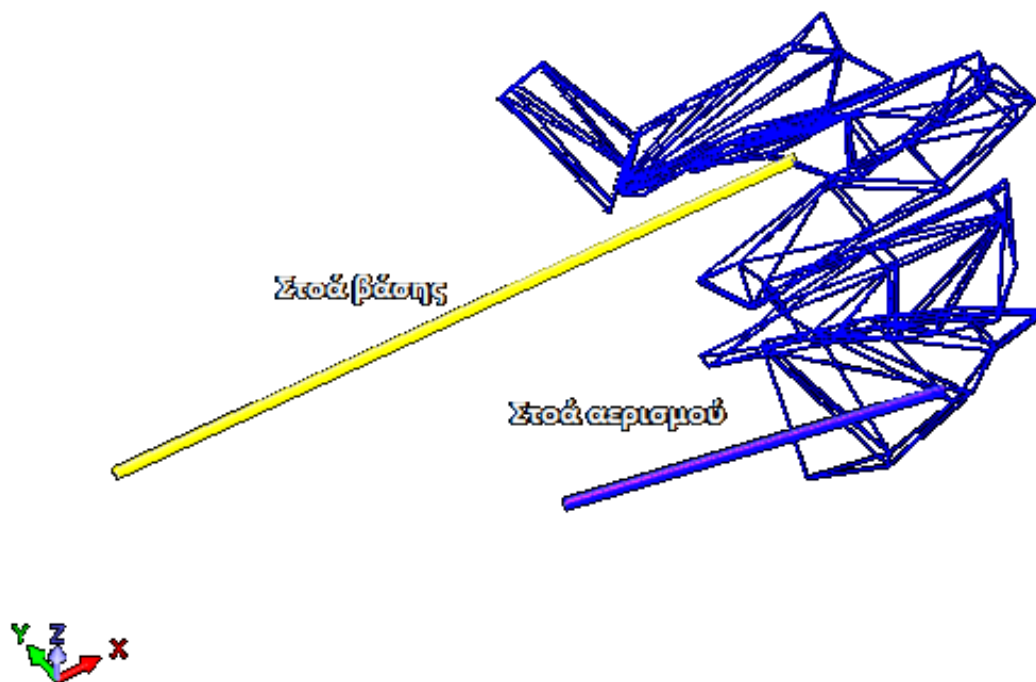
- Πρώτον, όπως σε όλα τα έργα τα οποία επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες, έτσι και στο μεταλλείο υπάρχει, ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες, εισροή υδάτων. Για αυτό το λόγο οι στοές θα έχουν μια ελαφριά κλίση προς τα έξω προκειμένου να είναι δυνατή η αποστράγγιση υδάτων τα οποία έχουν εισχωρήσει στο μεταλλείο.
- Δεύτερον, υπάρχει μία λεπτομέρεια η οποία κάνει τη διαφορά στο κόστος. Η κλίση προς τα έξω κάνει ευκολότερη την μεταφορά των φορτωμένων φορτωτών κατά την επιστροφή τους. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται

μικρότερη φθορά σε αυτά, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται η κατανάλωση καυσίμων.

Επίσης, κατά τη διάνοιξη των κύριων προσπελαστικών στοών και ανά 100m περίπου θα δημιουργούνται εγκάρσιες εσοχές. Οι εσοχές αυτές θα έχουν διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από το μέτωπο περίπου $5m \times 5m \times 7m$. Ο λόγος ύπαρξης των εγκάρσιων τμημάτων είναι η καλύτερη δυνατή κίνηση των μηχανημάτων εντός των προσπελαστικών έργων

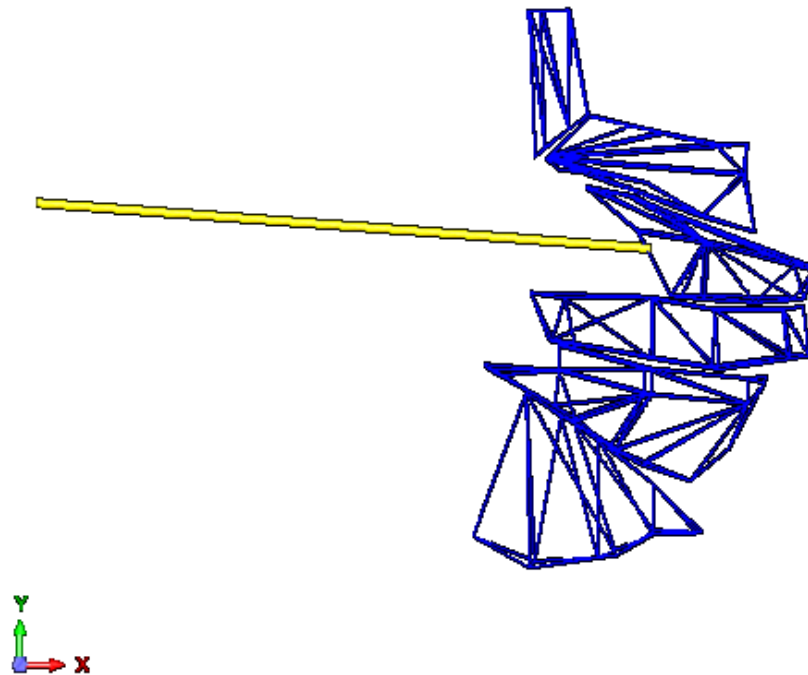
Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, είναι απαραίτητη προϋπόθεση η διαμόρφωση της πλατείας έξω από τις εισόδους των δύο κύριων προσπελαστικών στοών προκειμένου να διευκολύνονται οι εργασίες.

Δουλεύοντας το σχεδιασμό στο Surpac, θα έχουμε τα εξής αποτελέσματα:



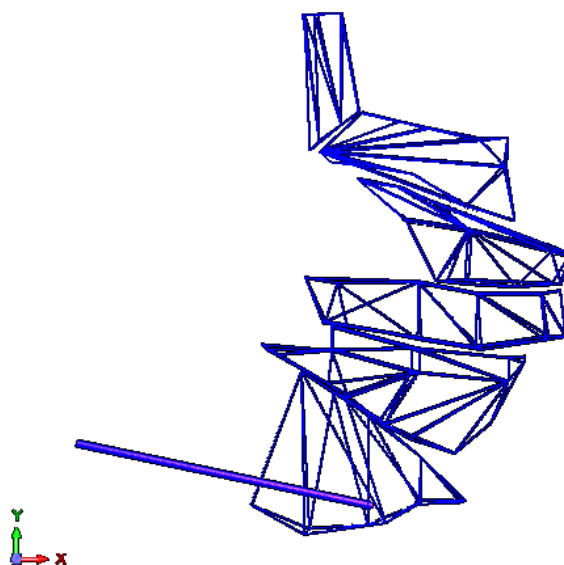
Εικόνα 5.4 Στοά βάσης και στοά αερισμού στο κοίτασμα

Η στοά $S_{\text{βάσης}}$ ξεκινά από απόλυτο υψόμετρο **739m** και έρχεται σε επαφή με το κοίτασμα σε απόλυτο υψόμετρο **757m**. Έχει συνολικό μήκος **411m** και η μέση κλίση της υπολογίστηκε στο **4,5 %**.



Εικόνα 5.6 Στοά βάσης

Η στοά $S_{\text{αερισμού}}$ ξεκινά από απόλυτο υψόμετρο **779m** και έρχεται σε επαφή με το κοίτασμα σε απόλυτο υψόμετρο **781m**. Το συνολικό μήκος της στοάς είναι **216m**, ενώ η κλίση της είναι **0,02%**. Η στοά $S_{\text{αερισμού}}$ θα αποτελεί αναγκαία συνθήκη για το κλείσιμο του κυκλώματος αερισμού.



Εικόνα 5.7 Στοά αερισμού

5.2.2 Διάτρηση

Για την διάτρηση του μετώπου του ασβεστολιθικού πετρώματος θα χρησιμοποιηθούν 2 ντιζελοκίνητα υδραυλικά διατρητικά μηχανήματα τύπου (jumbo), τα οποία θα κινούνται με ελαστικά. Είναι μονόμπρατσα, μάρκας Secoma και μοντέλο Mercury. Όπως αναφέρθηκε, διαθέτουν μονό βραχίονα με διατρητικό στέλεχος μήκους 3,8m και κοπτικό άκρο διαμέτρου 45mm. Τα θραύσματα τα οποία προκύπτουν από τη διάτρηση καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα και νερό, ενώ ταυτόχρονα το νερό έχει το ρόλο του ψυκτικού του στελέχους.

Περισσότερες και αναλυτικότερες πληροφορίες αναφέρονται στο κεφάλαιο 8 (κύριες εξορυκτικές εργασίες).

5.2.3 Γόμωση-Πυροδότηση

Η γόμωση των διατρημάτων της διάνοιξης των στείρων δεν διαφέρει από τη διάνοιξη των στοών εντός του κοιτάσματος.

Για την πυροδότηση του μετώπου χρησιμοποιείται και εδώ ANFO και γαλάκτωμα, ενώ εάν υπάρχουν νερά κυρίως στα διατρήματα τα οποία βρίσκονται κοντά στο πάτωμα, χρησιμοποιούνται δύο γαλακτώματα.

Επομένως σε όλα τα διατρήματα, είτε αυτά είναι τα μπουσόν, είτε είναι τα βοηθητικά, είτε τα περιμετρικά, είτε οι κορώνες, είτε τα ντούκια, σε όλες τις περιπτώσεις προστίθεται γαλάκτωμα και ANFO σχεδόν 0,8-1m πιο μέσα από την επιφάνεια του μετώπου.

Περισσότερες και αναλυτικότερες πληροφορίες αναφέρονται στο κεφάλαιο 8 (κύριες εξορυκτικές εργασίες).

5.2.4. Φόρτωση και Μεταφορά

Η φόρτωση και η μεταφορά του εξορυχθέντος πετρώματος το οποίο προκύπτει για την διάνοιξη των δύο κύριων προσπελαστικών στοών γίνεται με τους ίδιους

φορτωτές, όπως και στην εξόρυξη του βωξίτη. Ο φορτωτής αυτός είναι ο Wagner ST8B με κάδο $6,3\text{m}^3$.

Κατά την προσπέλαση στα στεία η μεταφορά θα πραγματοποιείται απ' ευθείας στην πλατεία η οποία βρίσκεται έξω από τη στοά.

5.2.5. Αερισμός μεταλλείου

Μέχρις ότου να γίνει η πλήρης διάνοιξη των προσπελαστικών στοών γίνεται να επιτευχθεί αερισμός με βοηθητικό κύκλωμα αερισμού εγκαθιστώντας ανεμιστήρες προωθούμενου αέρα. Η μεταφορά του απαιτούμενου αέρα στο μέτωπο θα γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών με πλαστικούς εύκαμπτους αγωγούς.

Περισσότερα στοιχεία για τον αερισμό, τόσο στη φάση της προσπέλασης, όσο και στη φάση της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος γίνεται στο κεφάλαιο 11.

5.2.6. Υποστήριξη

Η υποστήριξη των κύριων προσπελαστικών στοών θα γίνει με δύο τρόπους:

- Με κοχλίωση της οροφής σε κάνναβο με αριθμό: $1\text{κοχλίας}/\text{m}^2$
- Με τοποθέτηση μεταλλικού πλέγματος σε όλη την απόσταση της στοάς.

Δεν θα αναφερθούν περισσότερα για την υποστήριξη σε αυτό το κεφάλαιο καθώς γίνεται εκτενής ανάλυση στο κεφάλαιο 8 (Κύριες εξορυκτικές εργασίες).

5.2.7. Φωτισμός

Στις κύριες προσπελαστικές στοές του μεταλλείου τοποθετείται επιπρόσθετος φωτισμός πέραν του ατομικού καθώς οι στοές αυτές έχουν μεγαλύτερη κυκλοφορία. Στο κεφάλαιο 13 γίνεται εκτενέστερη αναφορά.

6.ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

6.1 Επιλογή μεθόδου εκμετάλλευσης

Η επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος εξαρτάται από συγκεκριμένους παράγοντες όπως:

- Την θέση του κοιτάσματος στο χώρο και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του (σχήμα, μέγεθος, κλίση)
- Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων πετρωμάτων
- Την ποιότητα και την αξία του μεταλλεύματος
- Τους επιθυμητούς ρυθμούς παραγωγής
- Το κόστος του παραγόμενου προϊόντος
- Την προστασία του περιβάλλοντος

Η μέθοδος όμως που θα επιλεγεί πρέπει να πληρεί 3 βασικά κριτήρια:

1. Την ασφάλεια των εργαζομένων
2. Την οικονομικότητα της εκμετάλλευσης
3. Την μέγιστη δυνατή απόληψη του κοιτάσματος

6.2 Υπόγεια εκμετάλλευση στα ελληνικά βωξίτικα κοιτάσματα

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος στην απόληψη των βωξίτικών κοιτασμάτων στην Ελλάδα είναι η μέθοδος των θαλάμων και στύλων. Επομένως η μέθοδος εκμετάλλευσης θα πρέπει να είναι ανάλογα προσαρμοσμένη. Πιο συγκεκριμένα όμως στον βωξίτη χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

Η μέθοδος των θαλάμων και στύλων είναι μέθοδος με κενά και υποστήριξη της οροφής με τμήματα του ίδιου του βωξίτη (στύλοι), οι οποίοι παραμένουν στην θέση τους και δεν αποσπώνται από τις εργασίες εκμετάλλευσης. Εφαρμόζεται σε κοιτάσματα με κλίση περίπου έως και 30° , πάχος μέχρι και 7-8m και με σχετικά

ανθεκτικά υπερκείμενα πετρώματα. Στην περίπτωση κατά την οποία το πάχος του βωξίτη είναι μεγαλύτερη των 8m, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος των θαλάμων και στύλων με ξηρή λιθογόμωση πάνω στην οποία πατούν τα μηχανήματα προκειμένου να εκμεταλλευτούν τα ανώτερα τμήματα του κοιτάσματος.

Στις περιπτώσεις κοιτασμάτων των οποίων η κλίση υπερβαίνει τις 50-60° χρησιμοποιείται η μέθοδος διαδοχικών ορόφων με κατακρήμνιση οροφής, (εικόνα 6.2), η οποία έχει χαμηλό κόστος.

Σημειώνεται ότι από την μέχρι τώρα εμπειρία των μηχανικών στα εργοτάξια της εταιρίας ο υπερκείμενος ασβεστόλιθος στις περισσότερες περιπτώσεις δεν κατακρημνίζεται με ελεγχόμενο τρόπο ακόμη και με τη χρήση εκρηκτικών. Για τον λόγο αυτό η μέθοδος με κατακρήμνιση οροφής εφαρμόζεται κατ' εξαίρεση και μεμονωμένα όταν το απαιτούν οι συνθήκες.

Επίσης καλό είναι να σημειωθεί πως τα στείρα τα οποία απαιτούνται για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών γίνεται προσπάθεια να προέρχονται είτε από προσπελαστικά έργα παρακειμένων φακών είτε από στείρα τα οποία προκύπτουν κατά την φάση της προπαρασκευής του ίδιου του κοιτάσματος έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τόσο οι οικονομικές όσο και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εφαρμογή της λιθογόμωσης.

Γενικά πάντως στη επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εκμετάλλευσης ενός βωξιτικού κοιτάσματος συνεκτιμώνται, η γεωλογική του εικόνα, καθώς και τα μηχανικά χαρακτηριστικά του βωξίτη και των περιβαλλόντων πετρωμάτων προκειμένου να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή απόληψη και ταυτόχρονα η μικρότερη δυνατή αραίωση του μεταλλεύματος.

Η περιχάραξη γίνεται με στοές ανάλογες των στοών προσπέλασης. Σκοπός της φάσης αυτής είναι η οριοθέτηση μεγάλων τμημάτων της εκμετάλλευσης, η επιβεβαίωση της γεωλογικής εικόνας του κοιτάσματος και η δειγματοληψία των ποιοτικών χαρακτηριστικών του βωξίτη. Οι στοές περιχάραξης ορύσσονται με καθοδηγητικό στοιχείο την ανώτερη επαφή του βωξίτη με τον υπερκείμενο ασβεστόλιθο.

Κατά την φάση της ανάπτυξης ορύσσονται θάλαμοι με αφετηρία τις στοές περιχάραξης. Η απόσταση των αξόνων των θαλάμων είναι περίπου 12m και ορύσσονται μέχρι τα όρια του κοιτάσματος.

Στη φάση της εξόφλησης οι θάλαμοι που είναι σχεδόν παράλληλοι μεταξύ τους ενώνονται με εγκάρσιες στοές που διευρύνονται τόσο ώστε στο τέλος να εγκαταλειφθούν στύλοι σε απόσταση 12m, από το κέντρο του ενός στύλου στο κέντρο του άλλου, και προϋπολογιζόμενες διαστάσεις στα 5m × 5m περίπου. Η οπισθοχώρηση γίνεται προς το σημείο εισόδου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ανωτέρω ισχύουν για πάχος κοιτάσματος 5m-5,5m. Αν το πάχος του κοιτάσματος κυμαίνεται από 5,5-8m, τότε ακολουθείται η εξής τεχνική:

Ορύσσονται κατά τα παραπάνω οι στοές ανάπτυξης στο ταβάνι με ύψος θαλάμου περίπου 5.5m και κατά την φάση της οπισθοχώρησης λαμβάνεται ο υποκείμενος βωξίτης στις θέσεις όπου το πάχος υπερβαίνει τα 5.5m. Στο τέλος και πάλι αφήνονται οι στύλοι με διαστάσεις ανάλογες των συνθηκών που αναφέρθησαν παραπάνω.

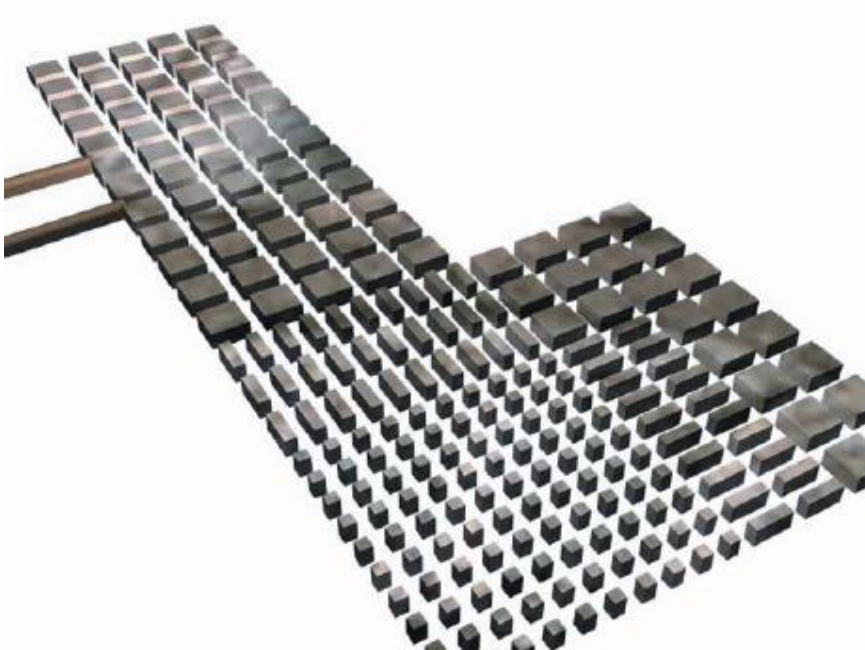


Εικόνα 6.2 Εκμετάλλευση με τη μέθοδο της κατακρήμνισης οροφής

6.3 Επιλογή μεθόδου στο κοιτάσμα της Αγίας Άννας-Α₂.

Στο υπό εξέταση κοιτάσμα η μέθοδος εκμετάλλευσης η οποία επιλέγεται είναι η μέθοδος των θαλάμων και στύλων (εικόνα 6.3). Αυτό που οδήγησε στην επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου είναι τα ακόλουθα:

- Η κλίση του υπό εξέταση κοιτάσματος είναι σχετικά μικρή
- Το πάχος του δεν ξεπερνά τα 10m.
- Η μέθοδος αυτή παρέχει στους εργαζόμενους μεγάλη ασφάλεια και ταυτόχρονα τη δυνατότητα εντατικής μηχανοποίησης, επομένως μεγαλύτερη απόδοση.
- Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποδοτική στα βωξιτικά κοιτάσματα του ελληνικού χώρου και επομένως υπάρχει καλή τεχνογνωσία και εμπειρία στην εφαρμογή της στα συγκεκριμένα κοιτάσματα.
- Η μεταλλευτική εταιρεία Δελφοί-Δίστομο χρησιμοποιεί τη μέθοδο αυτή στην πλειοψηφία των κοιτασμάτων τα οποία έχει στην κατοχή της και το εργατικό δυναμικό της είναι πολύ έμπειρο.
- Τα περιβάλλοντα πετρώματα όπως και ο βωξίτης είναι ανθεκτικά και δεν αναμένονται προβλήματα από την εφαρμογή αυτής της μεθόδου.



Εικόνα 6.3 Τυπική μορφή ανάπτυξης μεθόδου θαλάμων στύλων

6.4. Γενικά περί της μεθόδου

Η μέθοδος των θαλάμων και στύλων αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου Breast stopping. Στην μέθοδο των θαλάμων και στύλων οι εγκαταλελειμμένοι στύλοι κατανέμονται με συμμετρική διάταξη σε αντίθεση με την προηγούμενη μέθοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ομαλή κατανομή των φάσεων και κατά συνέπεια καλύτερο έλεγχο της οροφής και μεγαλύτερη ασφάλεια.

Στη μέθοδο των θαλάμων και στύλων το μετάλλευμα εξορύσσεται όσο το δυνατόν περισσότερο, αφήνοντας συγχρόνως τμήματα υπό μορφή στύλων για την υποστήριξη της οροφής. Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων και των στύλων εξαρτώνται από τις εξής παραμέτρους:

- Το πάχος του κοιτάσματος
- Τις μηχανικές ιδιότητες του υπερκείμενου σχηματισμού, δηλαδή της οροφής
- Τις μηχανικές ιδιότητες του μεταλλεύματος
- Το εντατικό πεδίο στην ευρύτερη περιοχή

Οι στύλοι μεταλλεύματος τοποθετούνται γενικώς όσο το δυνατόν σε κανονικό σχέδιο και η διατομή τους μπορεί να είναι κυκλικού ή τετράγωνου σχήματος ή να είναι μορφής τοίχων μεγάλου πάχους οι οποίοι διαχωρίζουν τα μέτωπα παραγωγής. Το μετάλλευμα που εγκαταλείπεται στους στύλους μπορεί να αποληφθεί κατά ένα ποσοστό, κατά το τελευταίο στάδιο της εξόφλησης, γενικώς όμως θεωρείται απολεσθέν μετάλλευμα.

6.5 Επιλογές υλοποίησης της μεθόδου θαλάμων και στύλων.

Για την υλοποίηση της μεθόδου των θαλάμων και στύλων διακρίνονται 3 διαφορετικά συστήματα ανάπτυξης:

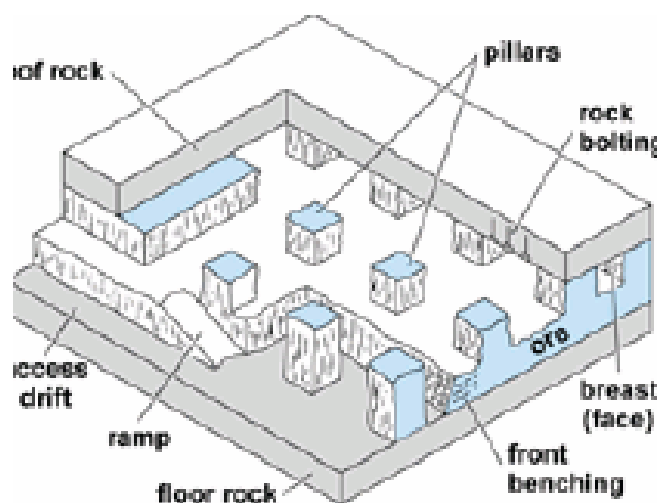
- Εκμετάλλευση σε οριζόντιο ή σχεδόν οριζόντιο κοιτάσμα
- Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα κοιτάσματα με κλίση 20 έως 30⁰
- Εκμετάλλευση κοιτάσματος μεγάλου πάχους

6.5.1. Εκμετάλλευση σε οριζόντιο ή σχεδόν οριζόντιο κοίτασμα

Στην εκμετάλλευση οριζόντιων ή σχεδόν οριζόντιων κοιτασμάτων δεν απαιτούνται πολλά προπαρασκευαστικά έργα. Αρχικά η προσπέλαση των κοιτασμάτων γίνεται μέσω δύο τουλάχιστον στοών ή φρεάτων ή οποιουδήποτε συνδυασμού αυτών με σκοπό τόσο την εξυπηρέτηση της μεταφοράς του μεταλλεύματος όσο και τη δημιουργία κατάλληλου κυκλώματος αερισμού.

Για την περιχάραξη και την ανάπτυξη της εκμετάλλευσης, αρχικά ορύσσονται ορισμένες στοές για την επικοινωνία του τμήματος εκμετάλλευσης με τις στοές βάσης, με σκοπό την διευκόλυνση της μεταφοράς του μεταλλεύματος σε πρώτη φάση. Στην συνέχεια, τον ρόλο αυτό εξυπηρετούν οι θάλαμοι που ορύσσονται κατά την εκμετάλλευση.

Η εξόρυξη είτε ακολουθεί συμβατικό κύκλο (διάτρηση, ανατίναξη, φόρτωση, μεταφορά και τοπική υποστήριξη με κοχλίες και πλέγματα), είτε πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα συνεχούς εξόρυξης – αποκομιδής. Κατά την εξέλιξη των εργασιών εγκαταλείπονται αρχικά κουβέρτες προστασίας του μεταλλεύματος, όπου στη συνέχεια μέσω της διάνοιξης εγκάρσιων αφήνονται στύλοι (Εικόνα 6.4), αρχικά μεγάλης διαμέτρου που κατά το στάδιο της εξόφλησης γίνεται μερική εξόφλησή τους με σκοπό την αύξηση του ποσοστού ανάκτησης.

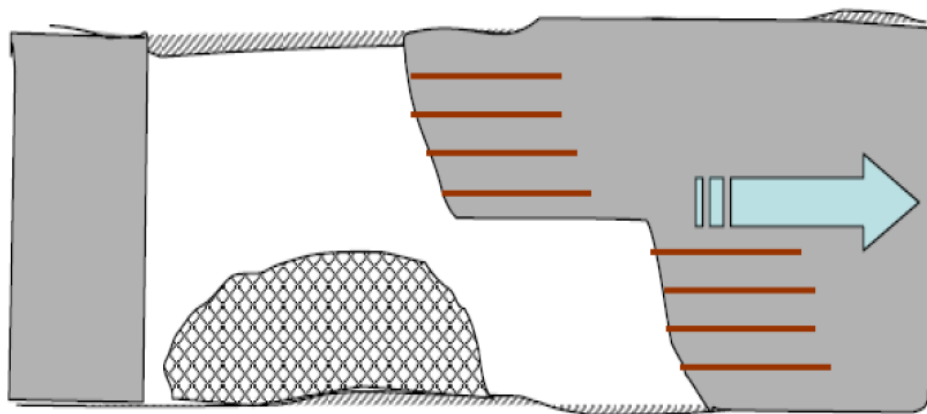


Εικόνα 6.4. Εφαρμογή της μεθόδου θαλάμων και στύλων σε κοίτασμα μέτριου πάχους. Διακρίνονται οι ορθές βαθμίδες.

Η διάταξη των στύλων γίνεται με κανονικό τρόπο και το σχήμα των στύλων δύναται να είναι τετράγωνο, ορθογώνιο ή και κυκλικό, καθώς και το μέτωπο της εξόφλησης σχηματίζει συνήθως γωνία 45° με την κύρια στοά μεταφοράς για λόγους πρόληψης και ελέγχου της ευστάθειας της οροφής.

Γενικά, για κοιτάσματα μεγάλης εκτάσεως υπάρχουν δύο επιλογές. Η πρώτη είναι η εκμετάλλευση να αρχίσει από τα όρια του κοιτάσματος και η δεύτερη, η εκμετάλλευση να αρχίσει από το κέντρο του κοιτάσματος. Η επιλογή του ενός από τους δύο τρόπους εξαρτάται από τις ανάγκες για αερισμό και παραγωγή. Για παράδειγμα εάν αρχίσει η εκμετάλλευση από το μέσο του κοιτάσματος τότε θα υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα και αυξημένες απαιτήσεις σε αερισμό, αλλά παράλληλα θα επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγή και καλύτερο έλεγχο αυτής από ότι στην πρώτη περίπτωση.

Στην περίπτωση κατά την οποία το μέταλλευμα είναι ανθεκτικότερο από την οροφή, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος των αντεστραμμένων βαθμίδων. Τα μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το μεγάλο της κόστος. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός της διάτρησης προσεγγίζει το μέτωπο με την βοήθεια ράμπας η οποία διαμορφώνεται με το σωρό με το θραυσμένο μέταλλευμα (Εικόνα 6.5).

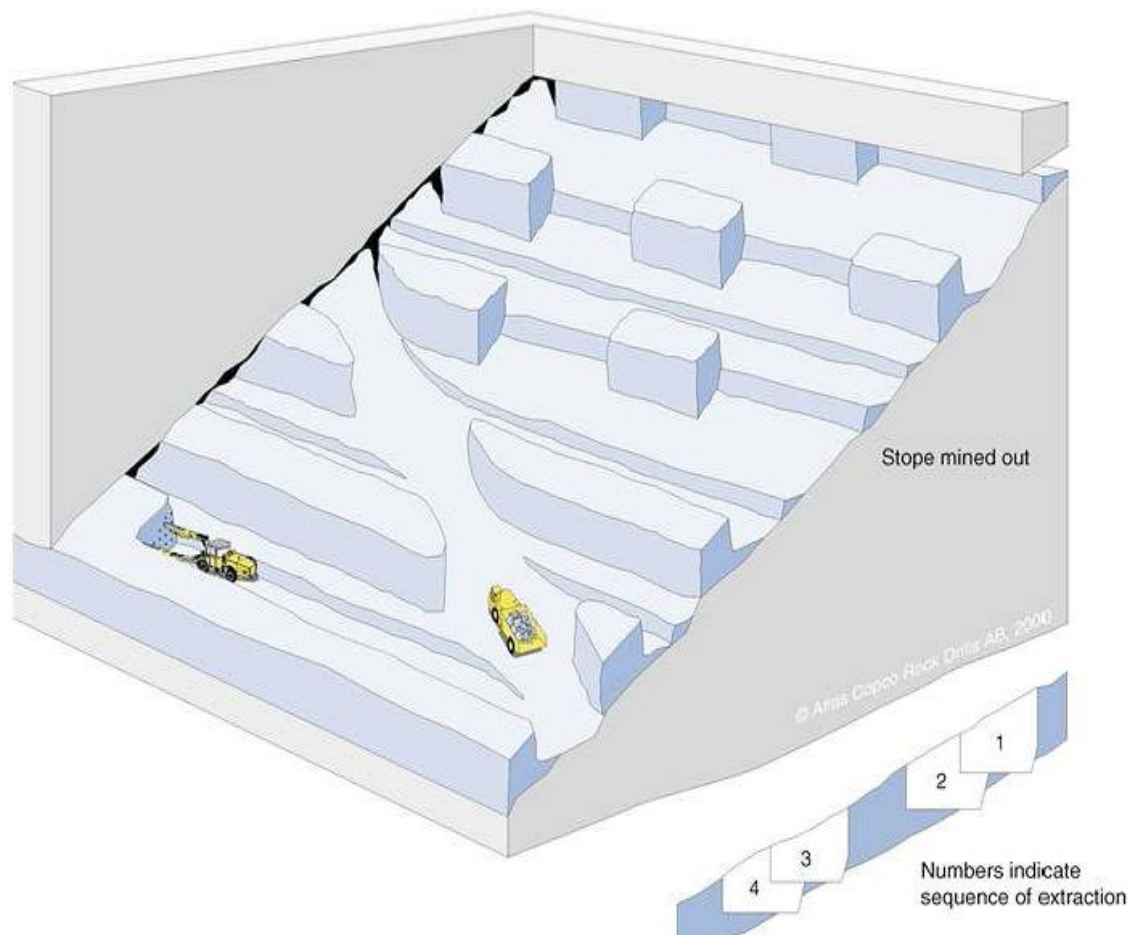


Εικόνα 6.5. Μέθοδος αντεστραμμένων βαθμίδων. Διακρίνεται η χρήση ράμπας από θραυσμένο μέταλλευμα για την όρυξη της οροφής.

Η μεταφορά του μεταλλεύματος κατά τον συμβατικό κύκλο εξόρυξης γίνεται με ντιζελοκίνητα LHD τύπου **Wagner** τα οποία λειτουργούν είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με φορτηγά αν αυτό είναι επιτρεπτό από τις διαστάσεις των ανοιγμάτων.

6.5.2. Εκμετάλλευση σε κεκλιμένα κοιτάσματα

Στις εκμεταλλεύσεις κεκλιμένων κοιτασμάτων εφαρμόζεται η μέθοδος εκμετάλλευσης με βαθμίδες πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο, η οποία επιτρέπει τη λειτουργία αυτοκινούμενου εξοπλισμού στα μέτωπα εργασίας. Για τον σκοπό αυτό από την βάση ορύσσονται ανηφορικές διαγώνιες στοές μέχρι το ανώτατο σημείο του τμήματος εκμετάλλευσης. Εν συνεχεία η εξόφληση γίνεται μέσω διευθυντικών στοών που ορύσσονται από τις αρχικές διαγώνιες. Η εκμετάλλευση προχωρεί από το ανώτερο σημείο του τμήματος όπου βρίσκεται η κύρια στοά μεταφοράς και γίνεται η αποκομιδή του προϊόντος (Εικόνα 6.6.).



Εικόνα 6.6 Εφαρμογή μεθόδου θαλάμων και στύλων σε κεκλιμένο επίπεδο με βαθμίδες.

6.5.3. Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλου πάχους

Αυτή η παραλλαγή της μεθόδου των θαλάμων και στύλων εφαρμόζεται σε κοιτάσματα με μέτρια κλίση με την διαφορά όμως ότι τα πάχη τους ξεπερνούν τα 10m.

Η περιχάραξη και η ανάπτυξη του κοιτάσματος γίνεται από τα βαθύτερα σημεία του κοιτάσματος.

Οι στύλοι δεν αφήνονται ελεύθεροι να στηρίζουν την οροφή αλλά γίνεται λιθογόμωση προς αύξηση της αντοχής τους. Ένας ακόμη λόγος για τον οποίο γίνεται η λιθογόμωση είναι προκειμένου να δημιουργηθεί πάτωμα σε μεγαλύτερο ύψος το οποίο θα επιτρέπει να δημιουργηθούν θάλαμοι προς τα πάνω.

Με αυτό τον τρόπο ορύσσονται οι θάλαμοι οι οποίοι έχουν μέσο ύψος περίπου 5 μέτρα. Στη συνέχεια γίνεται η μερική πλευρική διεύρυνση τους και τελικό στάδιο είναι η μείωση του πάχους των στύλων.

Ύστερα πραγματοποιείται λιθογόμωση προκειμένου να μπορούν να κινηθούν άνετα τα μηχανήματα.

Κάθε φορά που πραγματοποιείται ανατίναξη του μετώπου με διάτρημα **3.6m**, για διάφορους λόγους που έχουν να κάνουν με την γωνία της κατεύθυνσης των διατρημάτων, ανατινάσσονται περίπου **3m** βωξίτη.

Αν το πάχος του βωξίτη είναι πάρα πολύ μεγάλο, τότε ο μόνος τρόπος για να αποσπαστεί στο σύνολο του είναι να συνεχίσουμε τη λιθογόμωση έως τη στιγμή κατά την οποία θα εντοπίσουμε την επαφή του βωξίτη με τον ασβεστόλιθο του ταβανιού.

Όταν χρειάζεται να αποσπαστεί κοίτασμα με κατεύθυνση προς τα κάτω, τότε προσπαθούμε να εξορύσουμε το μέτωπο με κλίση λιγότερη των 12° προκειμένου να είναι εύκολη η πρόσβαση των μηχανημάτων στο μέτωπο. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν πρόκειται να έχουμε εισροή υδάτων στο μέτωπο.

Όταν δίνεται μεγάλη κλίση προς τα κάτω με ταυτόχρονη εξόρυξη προς τα πάνω με τη μέθοδο της λιθογόμωσης, τότε αντιλαμβανόμαστε ότι υπάρχει δυνατότητα εξόρυξης αθροιστικά πολύ μεγαλύτερου πάχους κοιτάσματος.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή μέσα στη στοά οπουδήποτε χρειάζεται αρκεί να μην εμποδίζει την συνέχιση των εργασιών. Εκτός από την λιθογόμωση η οποία χρησιμεύει για την αύξηση του ύψους για την εξόρυξη, υπάρχουν και άλλοι λόγοι για τους οποίους γίνεται.

Μία ακόμη περίπτωση λιθογόμωσης είναι για την στήριξη των ταβανιών. Δηλαδή, γίνεται απόθεση στείρων σε σημεία στα οποία υπάρχει επικινδυνότητα καθίζησης της οροφής. Επίσης η λιθογόμωση χρησιμεύει και σε άλλες ενέργειες οι οποίες απαιτούνται για το μέτωπο, όπως το ξεσκάρωμα ή η κοχλίωση.

Τα μηχανήματα με τα οποία γίνεται η λιθογόμωση είναι οι φορτωτές του εργοταξίου. Είναι σημαντικό επίσης να αναφερθεί ότι γίνεται με απόθεση στείρων τα οποία έχουν προκύψει από την εξόρυξη ασβεστολίθου σε διάφορες φάσεις της εκμετάλλευσης.

6.6. Περιγραφή της μεθόδου στο κοίτασμα της Αγίας Άννας-Α₂

6.6.1. Περιχάραξη κοιτάσματος

Το κοίτασμα το οποίο εξετάζεται χωρίζεται ουσιαστικά σε έξι κομμάτια. Στα πέντε κομμάτια ακολουθείται η μέθοδος των θαλάμων και στύλων για κοίτασμα με μικρή κλίση, ενώ στο ένα κομμάτι ακολουθείται η μέθοδος των θαλάμων και στύλων για κοιτάσματα με μεγαλύτερη κλίση.

Κατά την φάση της προπαρασκευής προκειμένου να έχουμε ικανοποιητική ημερήσια παραγωγή, απασχολούνται :

A) 1 Μηχανικός Μεταλλείων Μεταλλουργός, 1 Εργοδηγός Μεταλλείων

B) Βάρδια Α': 1 επιστάτης, 2 χειριστές jumbo διατρήσεως-κοχλίωσης, 2 χειριστές φορτομεταφορέων, (1 χειριστής φορτωτή και 1 χειριστής φορτηγού υπογείων), 2 γομωτές-ξεσκαρωτές, 2 βοηθοί (ως βοηθοί χρησιμοποιούνται και οι έχοντες ειδικότητα όταν δεν απασχολούνται πλήρως με εργασία της ειδικότητάς τους).

Βάρδια Β': Η ίδια σύνθεση όπως στη βάρδια Α'.

Το σύνολο των εργαζομένων επομένως σε δύο βάρδιες είναι 11 άτομα.

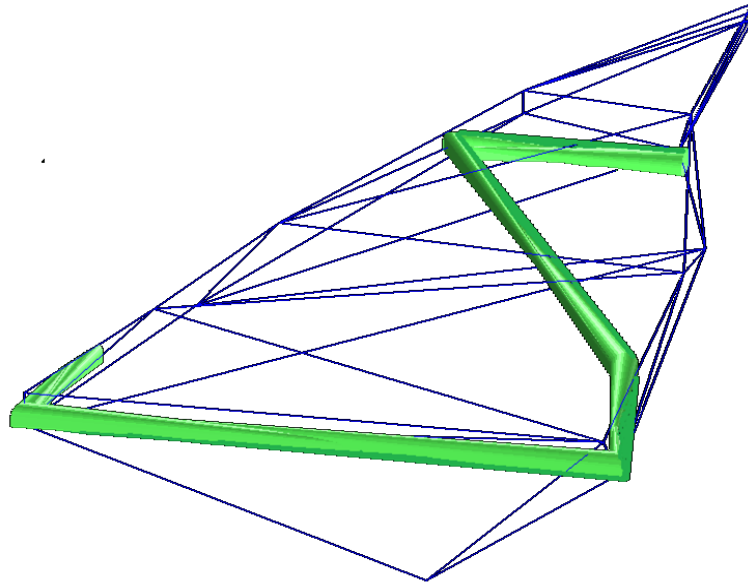
Οι προσπελαστικές στοές από τη στιγμή που θα προσεγγίσουν το κοίτασμα, αυτομάτως γίνονται μέτωπα από τα οποία ορύσσεται όλο το υλικό του βωξίτη. Αυτό

συμβαίνει γιατί πολύ απλά το πάχος του βωξίτη είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων μεγαλύτερο ή ίσο με το πάχος της στοάς, καθώς κυμαίνεται στην πλειοψηφία του σε πάχος 4m - 10m. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν ισχύει.

Αρχίζοντας από τις προσπελαστικές στοές, γίνεται η όρυξη της στοάς εντός του βωξίτη, από τις οποίες γίνεται η εκκίνηση εγκάρσιων στοών έτσι ώστε να διαμορφωθούν τελικά οι στύλοι του μεταλλεύματος.

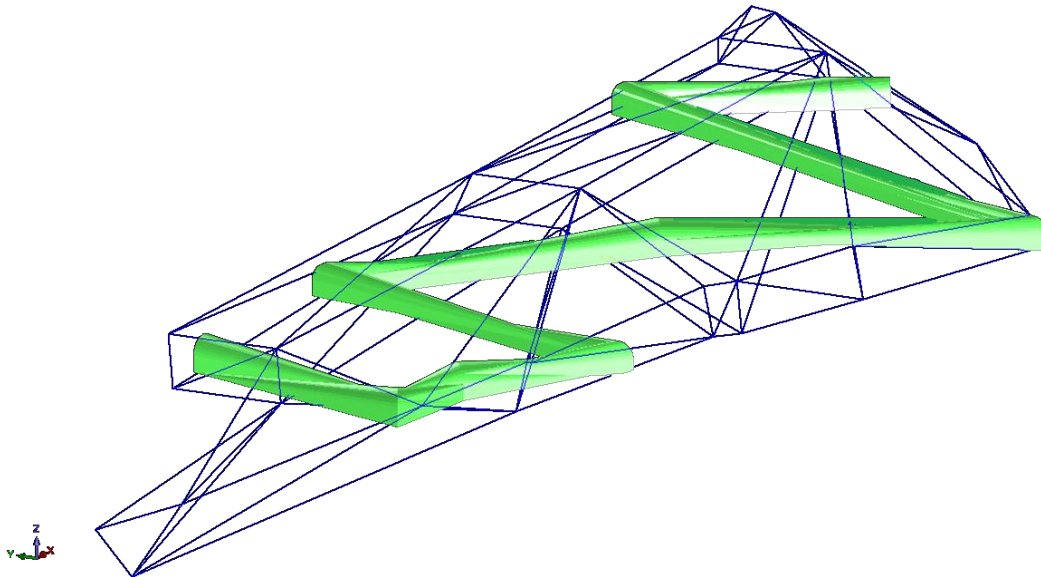
Προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη διαδρομή για την χάραξη των υπόλοιπων στοών εντός του κοιτάσματος θα πρέπει να ενώσουμε τα σημεία στα οποία τελειώνουν οι στοές 1 και 2 και να βρούμε την βέλτιστη διαδρομή σε συνάρτηση με τα επιτρεπτά όρια των κλίσεων. Οι στοές εκμετάλλευσης έχουν τετράγωνη διατομή διαστάσεων 5m×5m καθώς ο βωξίτης είναι σκληρότερος από τον ασβεστόλιθο και το επιτρέπει.. Οι στοές $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ είναι οι εξής:

- Η στοά S_1 έχει συνολικό μήκος **286m** και μέση κλίση **16%**



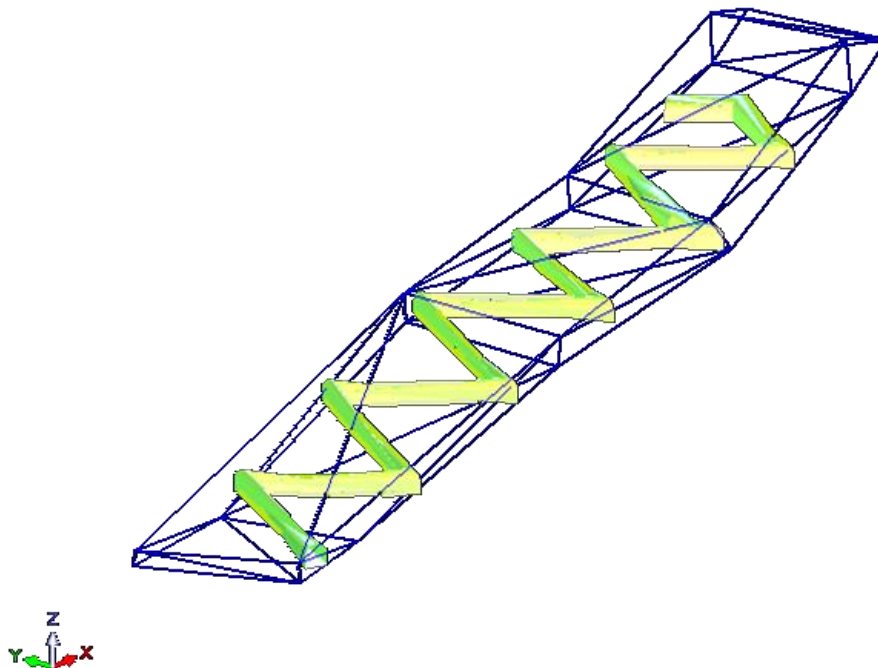
Εικόνα 6.7 Στοά εκμετάλλευσης S_1

- Η στοά S_2 έχει συνολικό μήκος **541m** και μέση κλίση **7%**



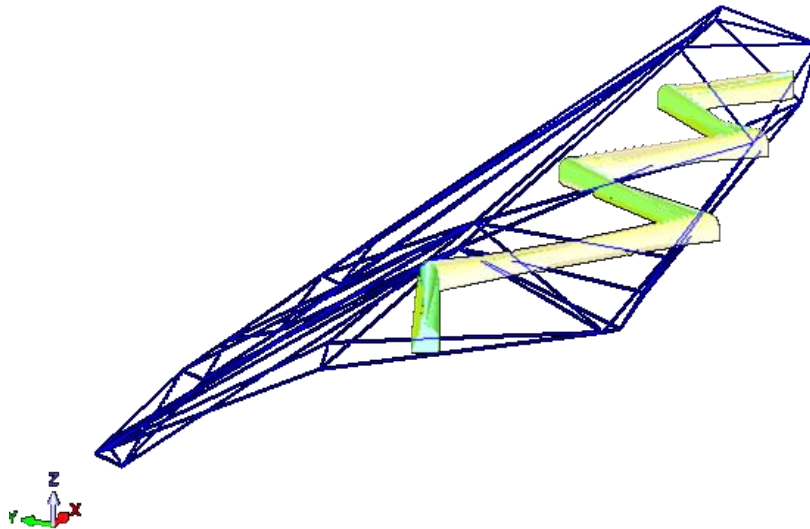
Εικόνα 6.8 Στοά εκμετάλλευσης S_2

- Η στοά S_3 έχει συνολικό μήκος **387m** και μέση κλίση **14%**



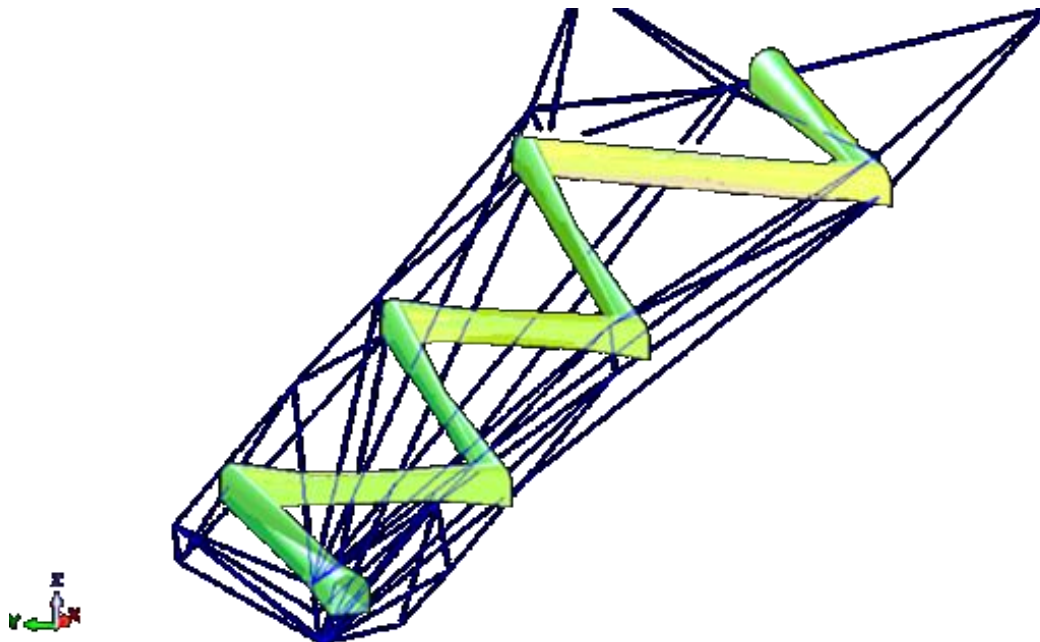
Εικόνα 6.9 Στοά εκμετάλλευσης S_3

- Η στοά S_4 έχει συνολικό μήκος **256m** και μέση κλίση **17%**



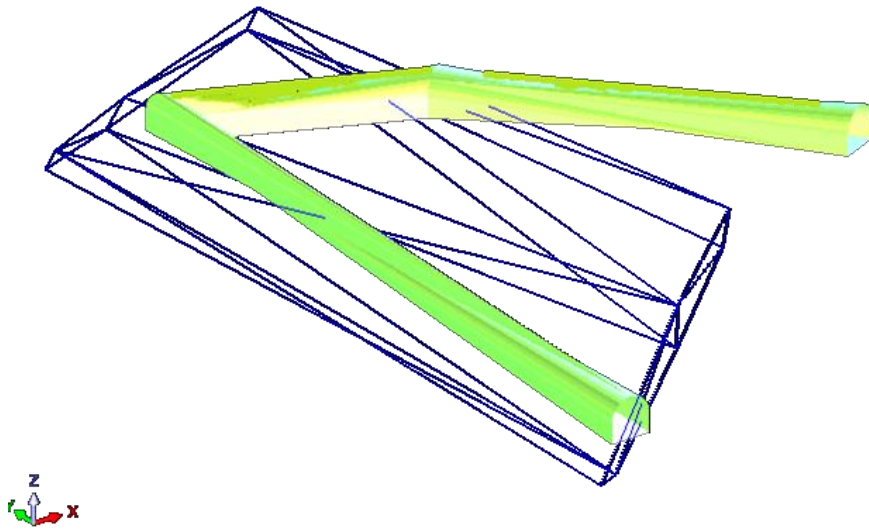
Εικόνα 6.10 Στοά εκμετάλλευσης S_4

- Η στοά S_5 έχει συνολικό μήκος **294m** και μέση κλίση **16%**



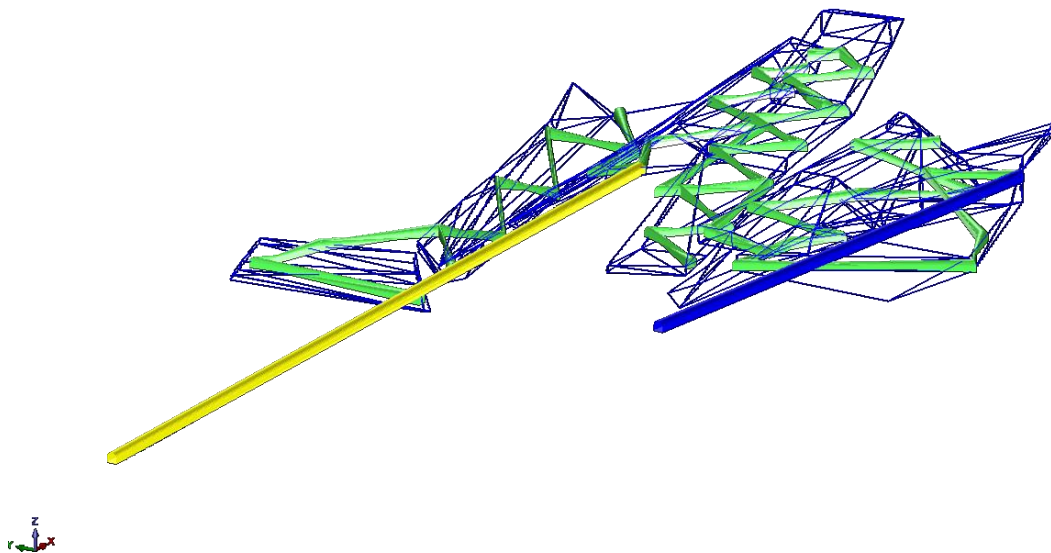
Εικόνα 6.11 Στοά εκμετάλλευσης S_5

- Η στοά S_6 έχει συνολικό μήκος **168m** και μέση κλίση **10%**



Εικόνα 6.12 Στοά εκμετάλλευσης S_6

Μόλις ολοκληρωθεί και η ένωση των στοών εκμετάλλευσης με τις στοές προσπέλασης, έχουμε ολοκληρωμένο σύστημα αερισμού.



Εικόνα 6.13 Άποψη των προσπελαστικών στοών και των στοών εκμετάλλευσης στο κοίτασμα Αγία-Αννα-Α₂ (προσανατολισμός ΝΔ-ΒΑ).

6.6.2 Υπολογισμοί αντοχής θαλάμων και στύλων

Στο σημείο από είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της αντοχής των στύλων και των θαλάμων από τις φορτίσεις που δέχονται από τα υπερκείμενα ασβεστολιθικά πετρώματα. Χωρίς τη μελέτη αυτή δεν διασφαλίζεται η ασφάλεια του έργου με τις διαστάσεις που προτείνονται για τους στύλους, άρα δεν επαληθεύεται η επιλογή της μεθόδου.

Για την εκτίμηση της ευστάθειας του έργου χρειάζεται να εξεταστούν οι συντελεστές ασφαλείας που προκύπτουν τόσο για τους ίδιους τους στύλους, όσο και για την οροφή.

Η κατακόρυφη τάση (S_v) που ασκείται σε ένα τμήμα του κοιτάσματος είναι:

$$S_v = \gamma * H \rightarrow S_v = 2,65 \text{ tn/m}^3 * 183 \text{ m} = 485 \text{ t/m}^2 \rightarrow S_v = 4,85 \text{ MPa}$$

Όπου γ το ειδικό βάρος του ασβεστολιθικού υπερκείμενου πετρώματος ($2,65 \text{ tn/m}^3$) και H το μέγιστο ύψος των υπερκειμένων (183 m).

Στην συνέχεια θα πρέπει να υπολογιστεί η τάση (σ_v) που αναπτύσσεται σε κάθε στύλο, η οποία δίνεται στην περίπτωση των τετράγωνων στύλων από την εξίσωση:

$$\sigma_v = S_v * (1 + (W_R / W_P))^2 \rightarrow \sigma_v = 4,85 * (1 + (7/5))^2 \rightarrow \sigma_v = 27,94 \text{ MPa}$$

Όπου W_R το πλάτος του θαλάμου μεταξύ δύο διαδοχικών στύλων και W_P το πλάτος του στύλου.

Για τον υπολογισμό της αντοχής του στύλου σε θλίψη (C_p) χρησιμοποιείται ο τύπος των Obert και Duval (1967). Για λόγους ασφαλείας οι υπολογισμοί γίνονται θεωρώντας ως τιμή αντοχής σε μονοαξονική θλίψη (C_1) τα 60 MPa που είναι και η κατώτερη τιμή αντοχής του βωξίτη σε μονοαξονική θλίψη.

$$C_p = C_1 * (0,778 + 0,222 (W_p / H_p)) \rightarrow$$

$$\rightarrow C_p = 60 \text{ MPa} * (0,778 + 0,222 * (5 \text{ m} / 5 \text{ m})) \rightarrow C_p = 60 \text{ MPa}$$

Όπου H_p είναι το μέσο ύψος του στύλου.

Επομένως σύμφωνα με τους υπολογισμούς, ο συντελεστής ασφαλείας (F) είναι:

$$F = C_p / \sigma_v = 60 \text{ MPa} / 27,94 \text{ MPa} \rightarrow F = 2,15$$

Σε αυτό το σημείο θα μελετηθεί και η αντοχή των θαλάμων σύμφωνα με τη σχέση

$$L = \sqrt{\frac{2 \times \sigma \times t}{\gamma \times F}}$$

Όπου σ είναι η μέγιστη εφελκυστική τάση του βωξίτη, η οποία λαμβάνεται ίση με το 1/10 της αντοχής του βωξίτη σε μονοαξονική θλίψη, δηλαδή

$\sigma = 600 \text{ tn/m}^2$, t το πάχος στρώματος της οροφής (**0,6m**), γ το ειδικά βάρος του ασβεστόλιθου (**2,7 tn/m³**), F ο συντελεστής ασφαλείας σε εφελκυσμό που παίρνει τιμές από **4 έως 8** και L_{\max} που είναι το μέγιστο πλάτος του θαλάμου.

Παίρνουμε συντελεστή ασφαλείας $F=4$.

$$\text{Οπότε έχουμε } L_{\max} = \sqrt{\frac{2 \times 600 \times 0,6}{2,7 \times 4}} \rightarrow L = 8,16 \text{ m}$$

Σύμφωνα με τα δεδομένα σχεδιασμού το μέγιστο πλάτος των θαλάμων W_R είναι 7 m, κάτι που σημαίνει ότι δεν αναμένονται ιδιαίτερες δυσχέρειες και αστοχίες στην οροφή του μεταλλείου, πέρα από τα προβλήματα λόγω του «παρατάβανου».

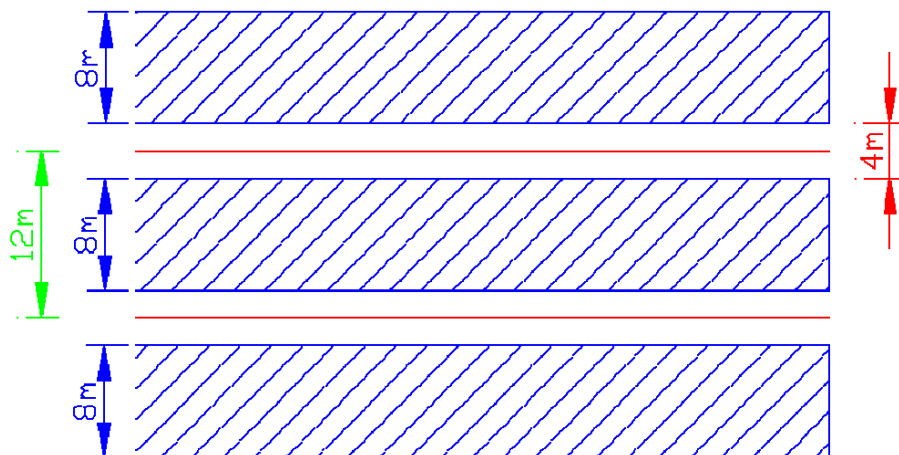
Τέλος, σύμφωνα με τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά ο **συντελεστής απόληψης R** θα είναι:

$$R = 1 - W_p^2 / (W_p + W_R)^2 = 1 - (5^2 / (5+7)^2) = 1 - (25\text{m}^2 / 144\text{m}^2) \rightarrow R = 0,826$$

6.6.3 Δημιουργία μεθόδου θαλάμων και στύλων

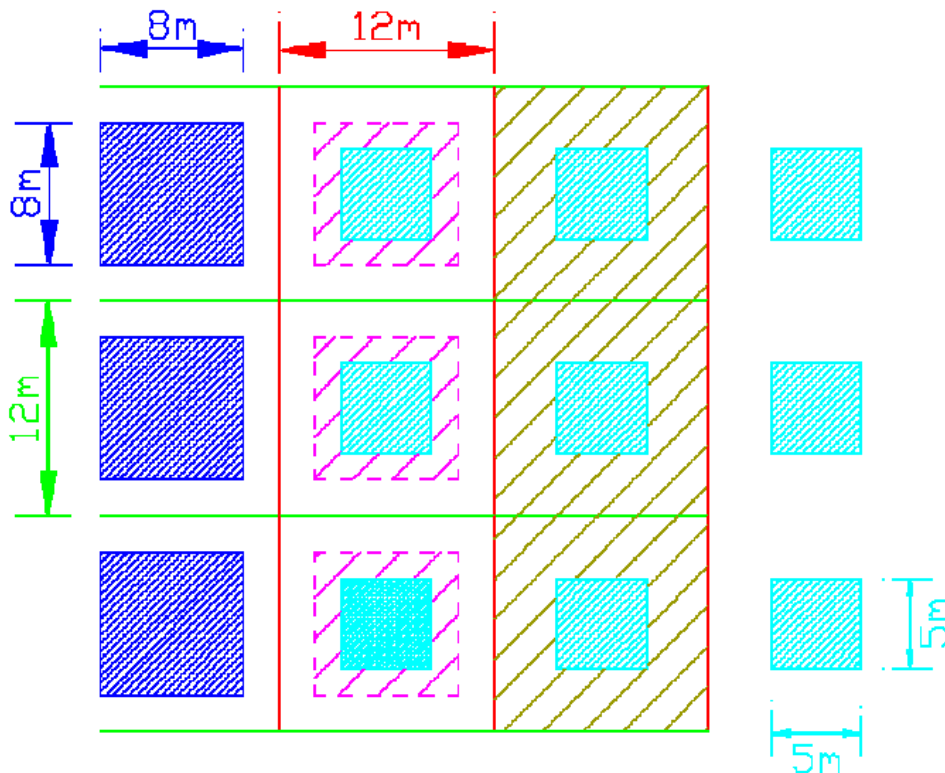
Από τη στιγμή κατά την οποία θα οριοθετηθεί ουσιαστικά το κοίτασμα μέσω των προσπελαστικών στοών θα υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθεί η μέθοδος των θαλάμων και στύλων. Για να δημιουργηθεί ο κάνναβος των θαλάμων και στύλων, αρχικά χαράσσονται παράλληλες στοές ως προς την κεντρική στοά. Η απόσταση μεταξύ των στοών θα οριστεί στα 12m (απόσταση μεταξύ των κέντρων των στοών) ενώ το πλάτος των στοών θα είναι όσο και της κεντρικής, δηλαδή 5m.

Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται επιμήκεις στύλοι πάχους 8m και ύψους 5m.



Εικόνα 6.14 Επιμήκεις στύλοι

Το επόμενο βήμα είναι να κοπούν κάθετα οι επιμήκεις στύλοι. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται κάθετες στοές ως προς την κεντρική και ταυτόχρονα διαμορφώνεται κάρναβος. Προφανώς δεν έχει ολοκληρωθεί η μέθοδος καθώς οι στύλοι έχουν ακόμα μεγάλο πλάτος. Η απόσταση μεταξύ των νοητών κέντρων των στύλων είναι 12m, ενώ το πλάτος τους θα είναι περί τα 8m. Παράλληλα με αυτή τη διαδικασία είναι σκόπιμο να γίνεται και η περιχάραξη του ορίου του κοιτάσματος με στοά η οποία θα περικλείει τον φακό.



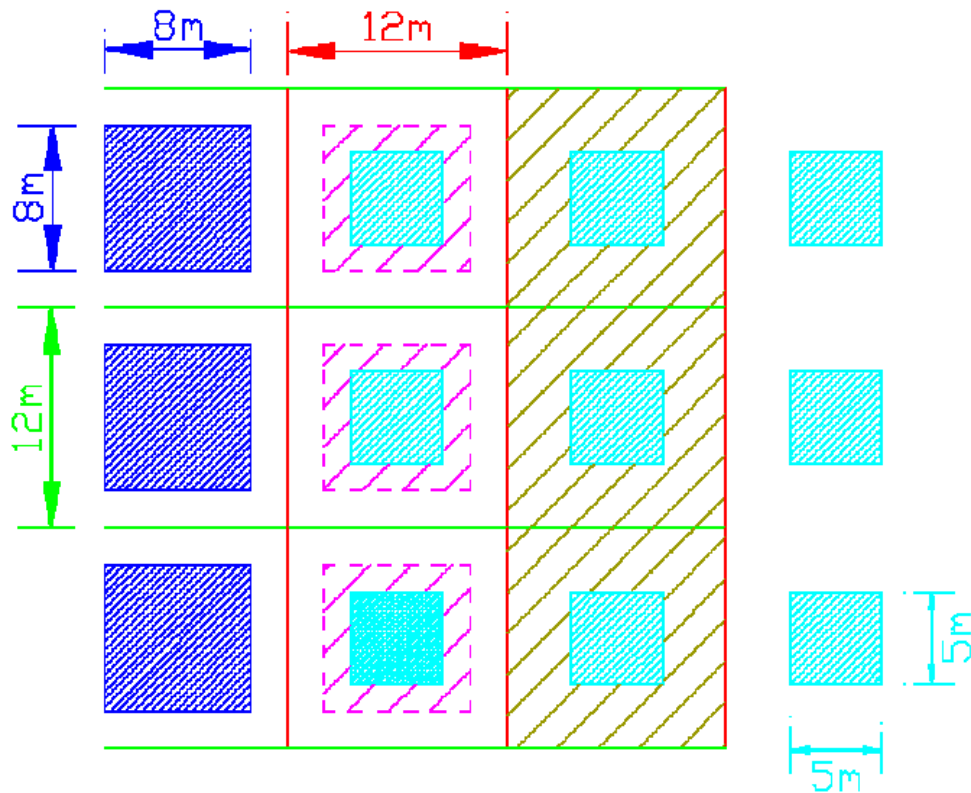
Εικόνα 6.15 Η απόσταση μεταξύ των νοητών κέντρων των στύλων είναι 12m, ενώ το πλάτος τους θα είναι περί τα 8m

6.6.4. Τελικό στάδιο εκμετάλλευσης-Εξόφληση κοιτάσματος

Η φάση της εξόφλησης χαρακτηρίζεται από μεγάλη επικινδυνότητα. Η μείωση του όγκου του στύλου αυξάνει την πίεση των υπερκείμενων προς αυτούς. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν γίνονται δοκιμές ή ότι δεν τηρούνται οι κανόνες. Παρ' όλα αυτά πάντα κατά τη διαδικασία της εξόφλησης, ιδιαίτερα όταν ελαττώνεται πολύ ο όγκος φτάνοντας προς το τέλος, η εργασία γίνεται από το τέλος του μετώπου και προς τα πίσω. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται τυχόν ατυχήματα από καταπτώσεις σε εξοφλημένο χώρο. Έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές το φαινόμενο κατάπτωσης σε σημείο κοντά στο χώρο εργασίας.

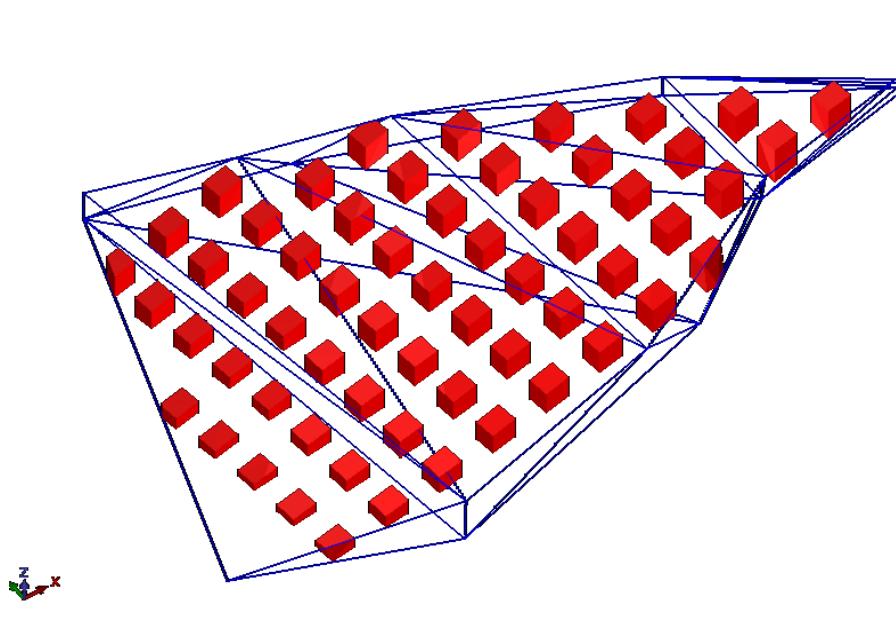
Κατά τη φάση της εξόφλησης, οι διαδικασίες παραγωγής απλουστεύονται αλλά ταυτόχρονα αυξάνει ο όγκος της. Επομένως το απαιτούμενο προσωπικό είναι περίπου το ίδιο.

Στη συνέχεια, κατά την φάση της εξόφλησης στόχος είναι η μείωση του πάχους των στύλων. Ο στόχος είναι να γίνει εξόρυξη των στύλων μέχρι να έχουν πάχος $5\text{m} \times 5\text{m}$. Προφανώς σε κάποια σημεία αλλάζουν οι διαστάσεις ανάλογα με την κατάσταση των υπερκειμένων. Παρ' όλα αυτά στο σχεδιασμό, αυτό δεν μπορεί να διαπιστωθεί.



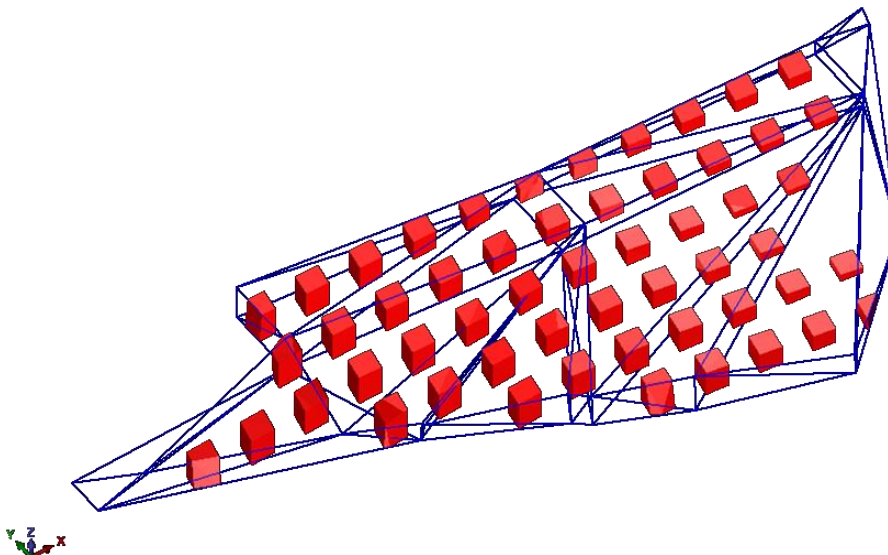
Εικόνα 6.16 Μείωση του πάχους των στύλων στα $5\text{m} \times 5\text{m}$

- Οι θάλαμοι στύλοι στο \mathbf{k}_1 θα έχουν την εξής μορφή:



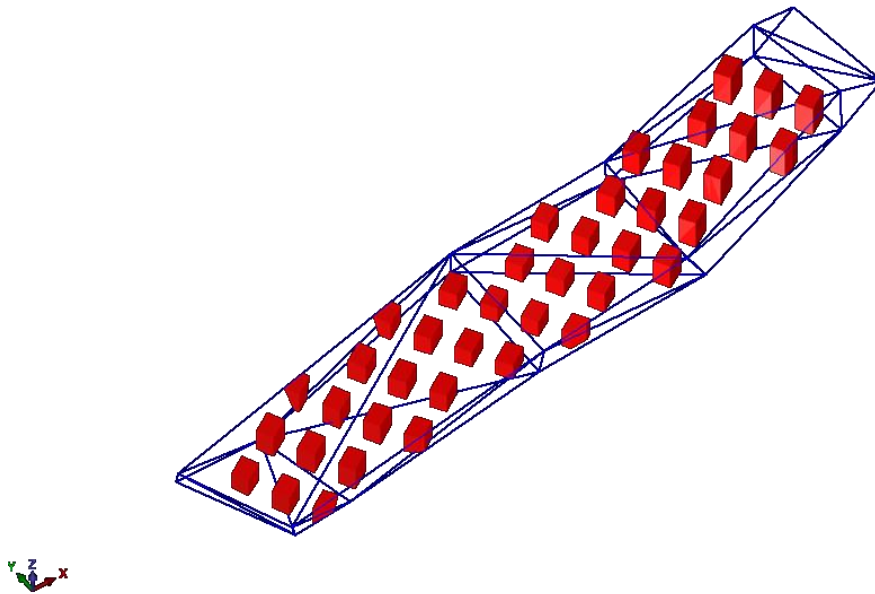
Εικόνα 6.17 θάλαμοι-στύλοι στο \mathbf{k}_1

- Οι θάλαμοι στύλοι στο \mathbf{k}_2 θα έχουν την εξής μορφή:



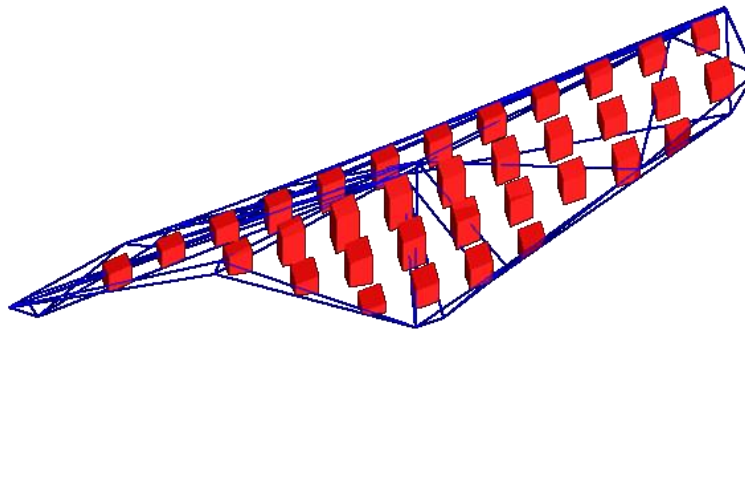
Εικόνα 6.18 θάλαμοι-στύλοι στο \mathbf{k}_2

- Οι θάλαμοι στύλοι στο k_3 θα έχουν την εξής μορφή:



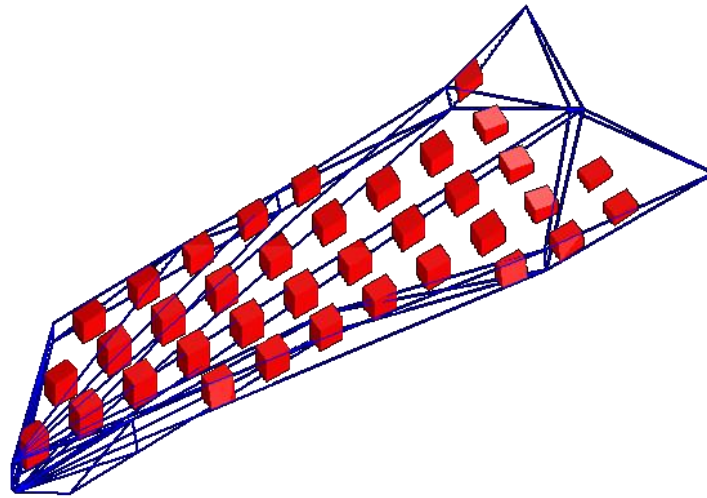
Εικόνα 6.19 θάλαμοι-στύλοι στο k_3

- Οι θάλαμοι στύλοι στο k_4 θα έχουν την εξής μορφή:



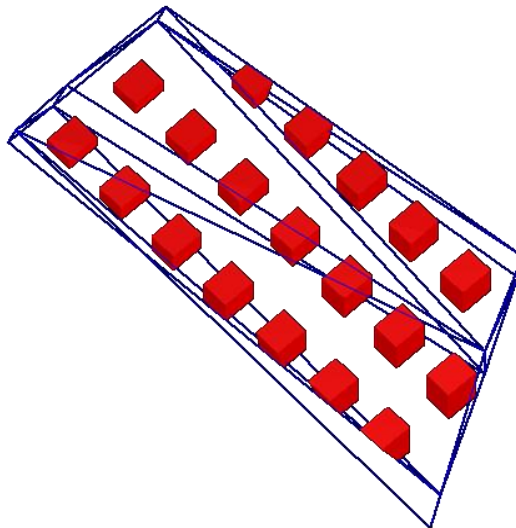
Εικόνα 6.20 θάλαμοι-στύλοι στο k_4

- Οι θάλαμοι στύλοι στο k_5 θα έχουν την εξής μορφή:



Εικόνα 6.21 θάλαμοι-στύλοι στο k_5

- Οι θάλαμοι στύλοι στο k_6 θα έχουν την εξής μορφή:



Εικόνα 6.22 θάλαμοι-στύλοι στο k_6

Μόλις ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός του κοιτάσματος, μπορεί να γίνει ο υπολογισμός των απολήψιμων όγκων. Αυτό επιτυγχάνεται αφαιρώντας από το συνολικό solid του κοιτάσματος τους στύλους. Όπως είναι φυσικό η διαδικασία θα πραγματοποιηθεί σε όλα τα κομμάτια του. Το αποτέλεσμα του συνολικού όγκου είναι:

$$V_1 = 47.888\text{m}^3 \text{ και } V_{1εξ} = 40.594\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_1 = 85\%$$

$$V_2 = 41.163\text{m}^3 \text{ και } V_{2εξ} = 34.952\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_2 = 85\%$$

$$V_3 = 41.682\text{m}^3 \text{ και } V_{3εξ} = 35.430\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_3 = 85\%$$

$$V_4 = 21.174\text{m}^3 \text{ και } V_{4εξ} = 17.998\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_4 = 85\%$$

$$V_5 = 27.968\text{m}^3 \text{ και } V_{5εξ} = 23.493\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_5 = 84\%$$

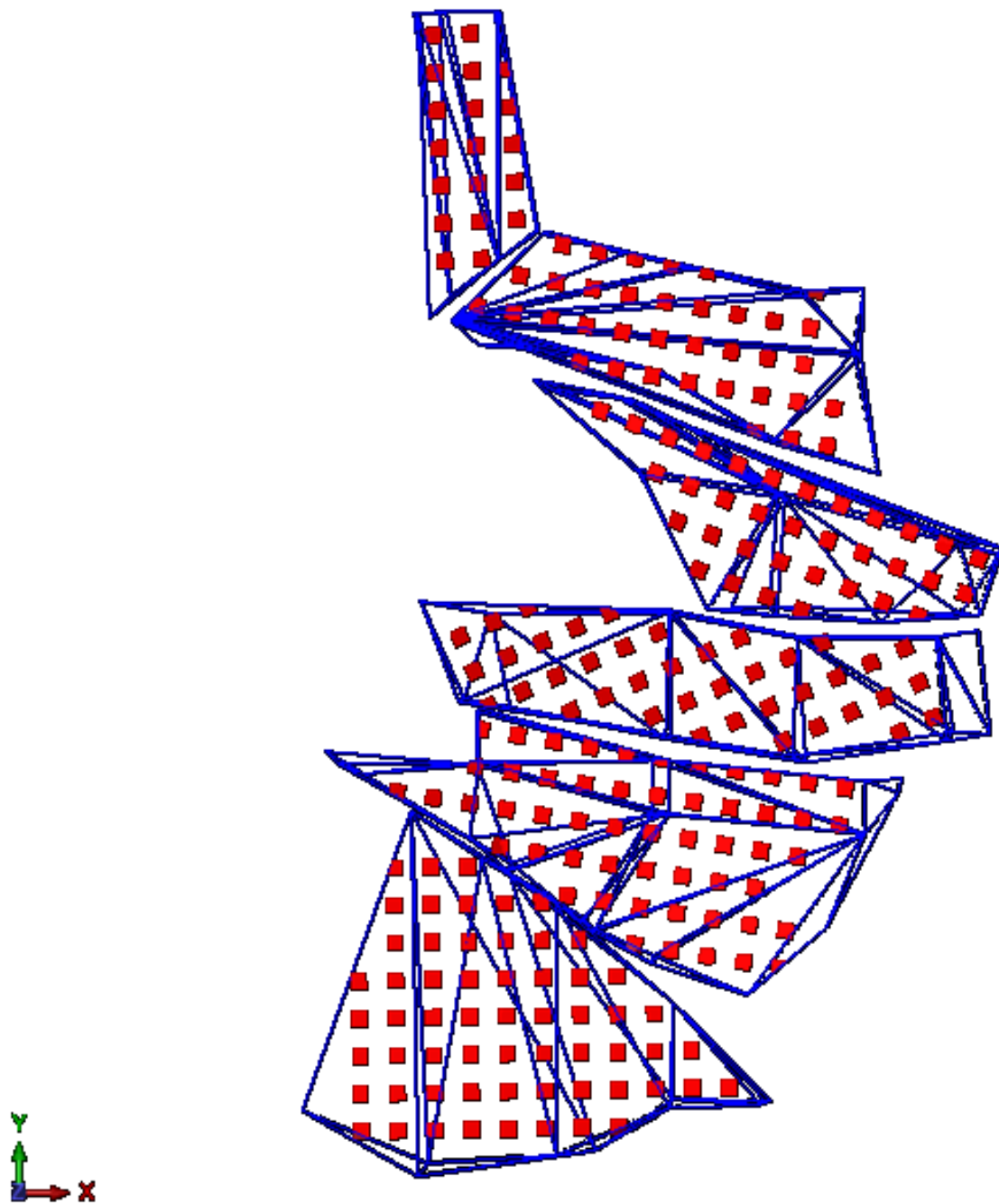
$$V_6 = 9.091\text{m}^3 \text{ και } V_{6εξ} = 7.564\text{m}^3, \text{ επομένως η αποληψιμότητα είναι } A_6 = 83\%$$

Η συνολική απόληψη του μεταλλείου είναι $A = V_{εξ,ολικο} / V_{ολικο}$:

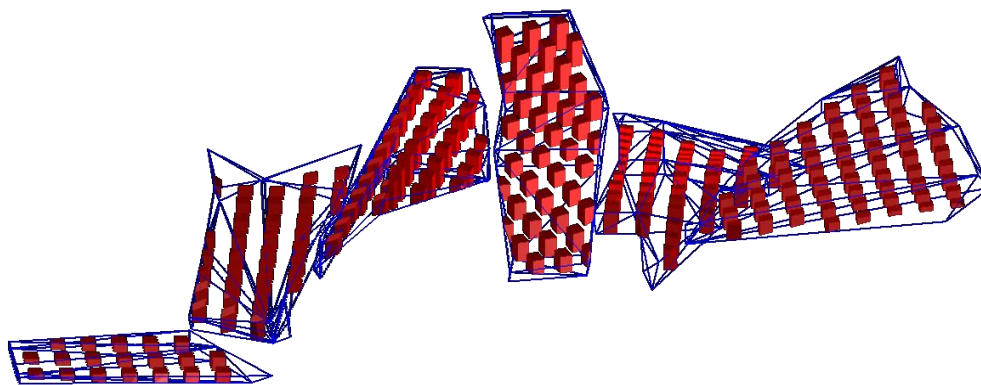
$$V_{εξ,ολικο} = V_{1εξ} + V_{2εξ} + V_{3εξ} + V_{4εξ} + V_{5εξ} + V_{6εξ} = 160.031\text{m}^3$$

$$V_{ολικο} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 = 188.966\text{m}^3$$

$$A = V_{εξ,ολικο} / V_{ολικο} = 160.031\text{m}^3 / 188.966\text{m}^3 = 84,7\%$$



Εικόνα 6.23 Τελική άποψη θαλάμων στύλων σε όλο το κοίτασμα



Εικόνα 6.24 Τελική άποψη θαλάμων στύλων σε όλο το κοίτασμα (προσανατολισμός Δ-Α)

7. ΚΥΡΙΕΣ ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

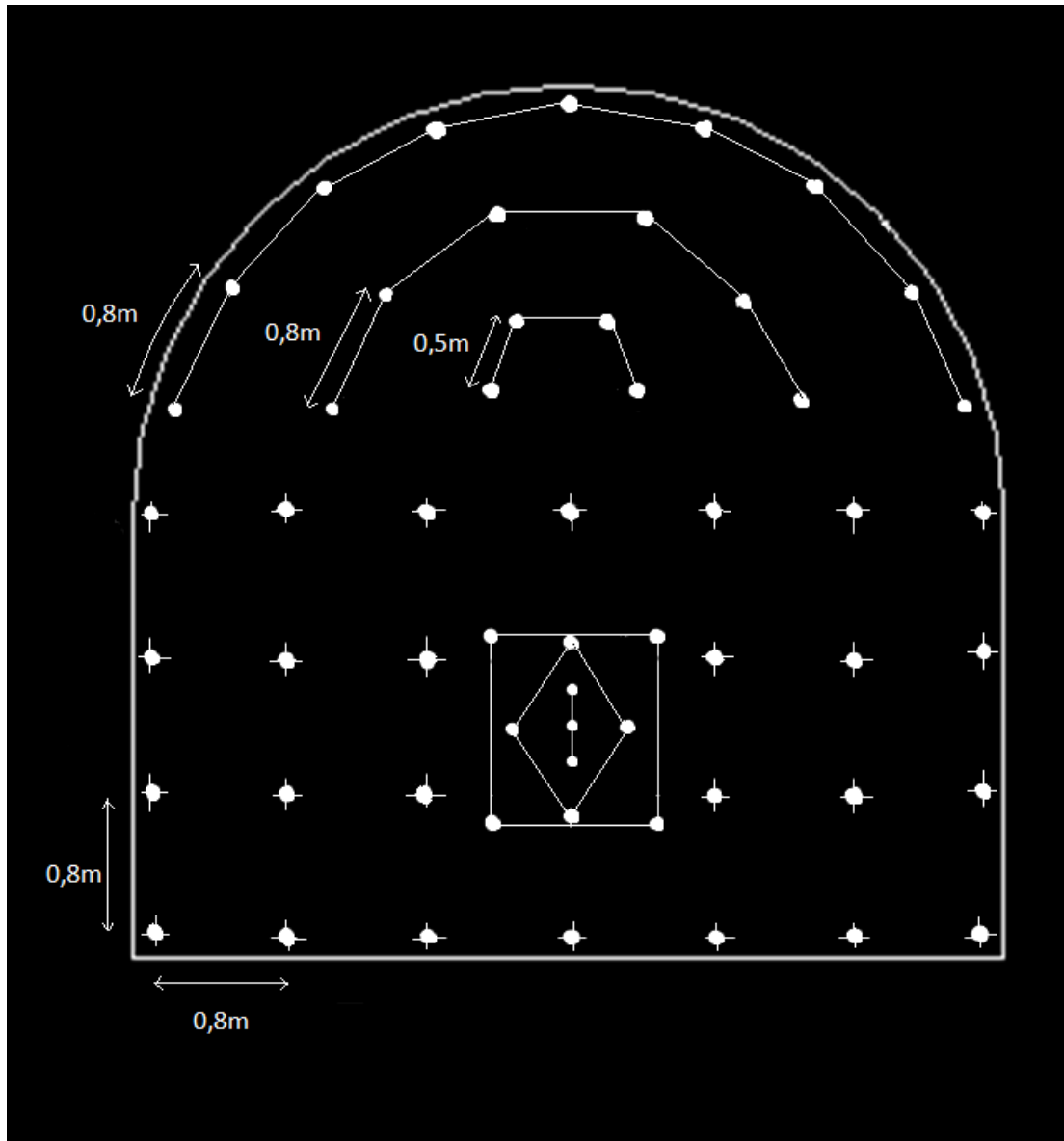
Ο κύκλος των κύριων εξορυκτικών εργασιών ακολουθεί τον κλασικό κύκλο εργασίας που εφαρμόζεται σε όλες τις υπόγειες εξορυκτικές εργασίες, ήτοι, διάτρηση – γόμωση – πυροδότηση – ξεσκάρωμα – αποκομιδή – υποστήριξη.

7.1. Διάτρηση

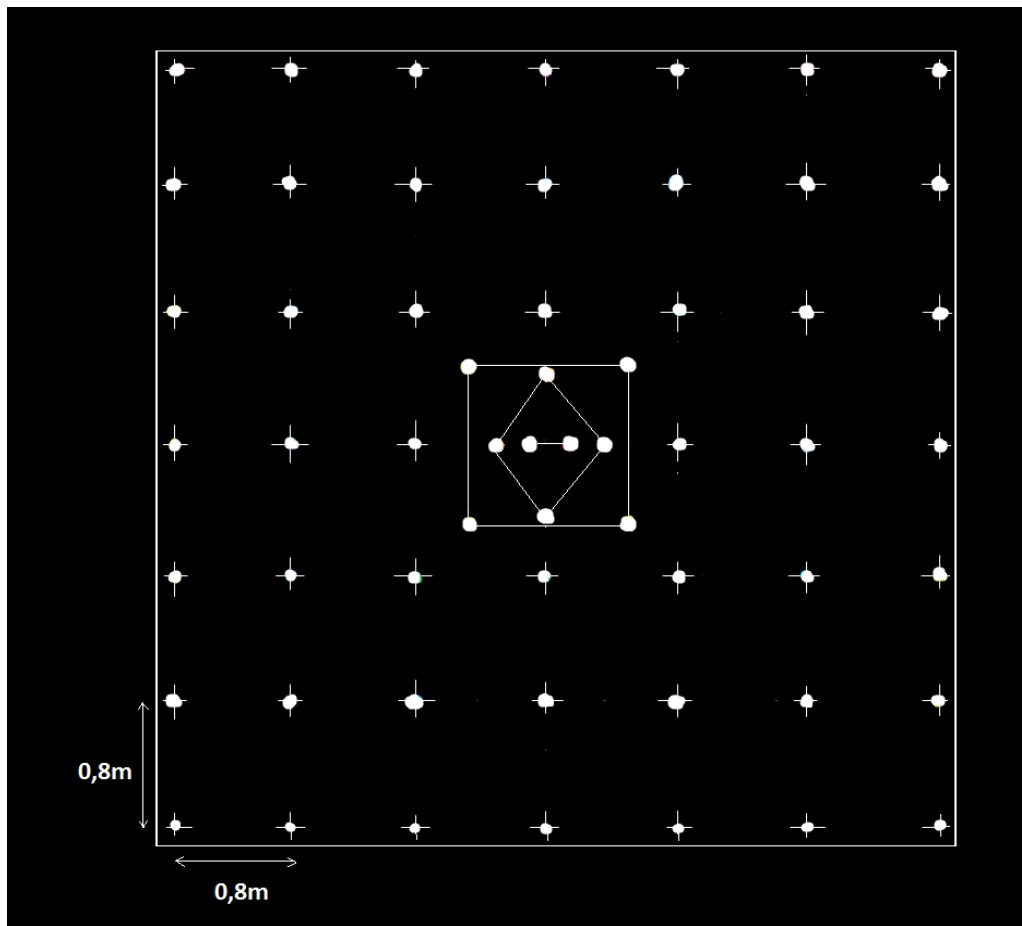
Για την διάτρηση θα χρησιμοποιηθεί ντιζελο-υδραυλικό ελαστικοφόρο διατρητικό φορείο (jumbo) της Atlas Copco, το DCS Boomer 281DH φαίνεται στην εικόνα 7.1. Το jumbo διαθέτει μονό τηλεσκοπικό βραχίονα (μπούμα), διατρητικό στέλεχος (μακάπι) **3,6m** και κοπτικό άκρο (κορώνα) διαμέτρου **45mm**. Κατά την διάτρηση τα θραύσματα απομακρύνονται με συνδυασμό πεπιεσμένου αέρα και νερού.



Εικόνα 7.1. Μονόμπρατσο διατρητικό μηχάνημα μάρκας TAMROCK



Εικόνα 7.2 Κάνναβος γεωτρήσεων εξορυκτικού μετώπου



Εικόνα 7.3 Κάνναβος γεωτρήσεων εξορυκτικού μετώπου

7.2. Γόμωση

Για την γόμωση των διατρημάτων χρησιμοποιείται συνδυασμός φυσιγγίου γαλακτώματος και πετρελαιο-αμμωνίτη (ANFO) όταν κοντά στο μέτωπο υπάρχει δίκτυο πεπιεσμένου αέρα ή ζελατινοδυναμίτιδας και εκρηκτικού γαλακτώματος στην αντίθετη περίπτωση.

Η γόμωση των διατρημάτων γίνεται με συνδυασμό ζελατινοδυναμίτιδας και ANFO. Ειδικότερα στα μπουσόν, στα βοηθητικά και τα περιμετρικά χρησιμοποιείται ένα φυσίγγιο γαλακτώματος ως εκρηκτικό βάσης μαζί με το καψύλλιο και το υπόλοιπο διάτρημα πληρώνεται με ANFO. Οι κορώνες πληρώνονται αποκλειστικά με φυσίγγια γαλακτώματος, ενώ στα ντούκια τοποθετούνται δύο φυσίγγια γαλακτώματος και το υπόλοιπο διάτρημα πληρώνεται με ANFO.

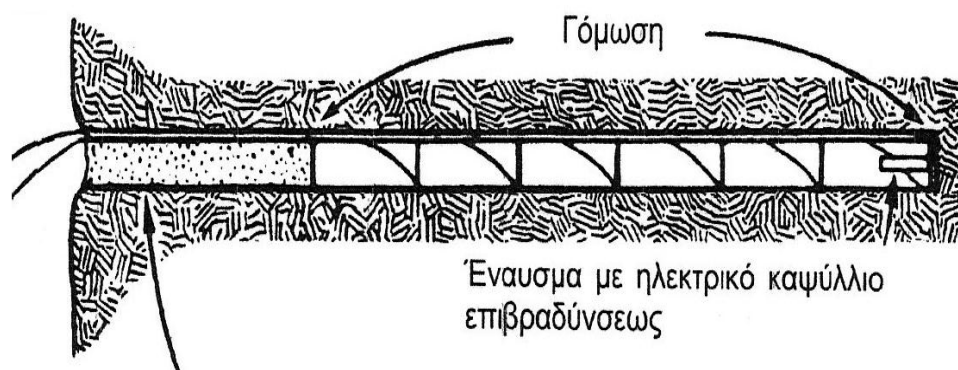
Στην περίπτωση όπου δεν υπάρχει κοντά στο μέτωπο δίκτυο πεπιεσμένου αέρα τότε γίνεται συνδυασμός ζελατινοδυναμίτιδας και εκρηκτικού γαλακτώματος. Σε αυτή την περίπτωση τα μπουσόν, τα περιμετρικά και τα βοηθητικά πληρώνονται με δύο φυσίγγια ζελατινοδυναμίτιδας το ένα ως εκρηκτικό βάσης μαζί με το καψύλλιο και το υπόλοιπο διάτρημα πληρώνεται με φυσίγγια εκρηκτικού γαλακτώματος.

Με την χρήση ειδικού εργαλείου καθαρίζεται το εσωτερικό του διατρήματος και εν συνεχεία αρχίζει η γόμωση. Στο βάθος της οπής τοποθετείται το πρώτο φυσίγγιο ζελατινοδυναμίτιδας το οποίο στο άκρο του έχει τοποθετημένο το ηλεκτρικό καψύλλιο.

Στην συνέχεια με την βοήθεια ξύλινης ράβδου που καταλήγει σε κοφτερή άκρη από το ίδιο υλικό ή από μπρούτζο (τακαδόρος) τοποθετούνται ένα-ένα τα επόμενα φυσίγγια ζελατινοδυναμίτιδας ή εκρηκτικού γαλακτώματος, ή χύμα ANFO το οποίο εισέρχεται στην οπή πνευματικά με χρήση ANFO-νιέρας. Το διάτρημα γομώνεται μέχρι περίπου **0,5m**

Η εργασία της γόμωσης επιτυγχάνεται με μηχανοποιημένο τρόπο με την βοήθεια ειδικής πλατφόρμας που φέρει ενσωματωμένο αερογομωτήρα μέσω του οποίου επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα, τόσο από άποψη πυκνότητας γομώσεως, όσο και από άποψη ασφάλειας

από την επιφάνεια του μετώπου. Κατά την γόμωση θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε ο αγωγός του ηλεκτρικού καψυλλίου να ακολουθεί την διαδρομή της οπής. Η γόμωση φαίνεται στην (εικόνα 7.4).



Εικόνα 7.4 Γόμωση του διατρήματος

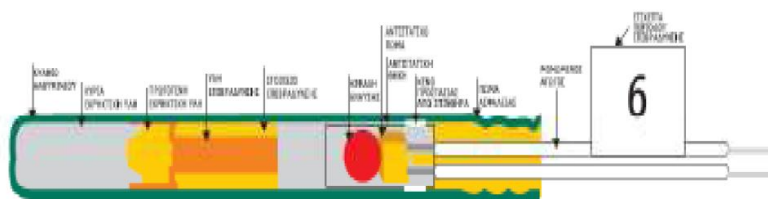
Η γόμωση του διατρήματος. Διακρίνεται στο βάθος του διατρήματος το καψύλλιο και η πλήρωση του υπόλοιπου διατρήματος με τα εκρηκτικά.

Τα καψύλλια τα οποία χρησιμοποιούνται είναι ηλεκτρικά καψύλλια με επιβράδυνση χρόνου. Το ηλεκτρικό καψύλλιο αποτελείται από ένα μικρό κάλυκα από αλουμίνιο διαμέτρου **6,5mm** και μήκους **4cm - 5cm** εντός του οποίου βρίσκονται σε σειρά **4** διαφορετικές χημικές ουσίες ή μίγματα χημικών ουσιών.

Η διέγερση του καψυλλίου επιτυγχάνεται με την βοήθεια ζεύγους μεμονωμένων ηλεκτρικών αγωγών οι οποίοι καταλήγουν εντός του μίγματος αναφλέξεως, που έχει διαμορφωθεί σε σπιρτοκεφαλή, ή βρίσκεται σε κοκκώδη μορφή γομώσεως (κεφαλή έναυσης (εικόνα 8.4). Μέσα στο μίγμα αυτό, οι αγωγοί ενώνονται μεταξύ με λεπτό γυμνό νήμα, συνήθως χρομονικελίνης, σχηματίζοντας γέφυρα.

Με την διοχέτευση ρεύματος μέσω των αγωγών η γέφυρα ερυθροπυρώνεται και αναφλέγει το μίγμα που την περιβάλλει δηλαδή το στοιχείο ελεγχόμενης επιβραδύνσεως (στοιχείο επιβράδυνσης, εικόνα 7.5). Με την σειρά του αυτό πυροδοτεί το μίγμα έναυσεως (πρωτογενής εκρηκτική ύλη, εικόνα 7.5), που με το παραγόμενο ασθενές κρουστικό κύμα προκαλεί την έκρηξη του μίγματος εκρήξεως (κύρια εκρηκτική ύλη, εικόνα 7.5).

Τα εκρηκτικά καψύλλια επιβραδύνσεως (εικόνα 7.5) κατασκευάζονται σε δύο τύπους ανάλογα με την ακρίβειά τους και το χρόνο επιβραδύνσεως. Οι δύο τύποι των καψυλλίων είναι οMS (millisecond) και οLP ή HS (Longperiod ή Halfsecond).



Εικόνα 7.5 Η σύσταση του καψυλλίου από το εσωτερικό του

Ο τύπος καψυλλίου που θα χρησιμοποιηθεί για την παρούσα εκμετάλλευση είναι ο MS (millisecond) καθώς έχει υψηλή χρονική ακρίβεια, δίνει καλό θρυμματισμό,

παράγει μικρής τάξης δονήσεις στο έδαφος καθώς και μειωμένο θόρυβο στην ατμόσφαιρα.

Οι αγωγοί των καψυλλίων συνδέονται σε σειρά έτσι ώστε οι συνδέσεις να μην έρχονται σε επαφή με το πέτρωμα του οποίου η υγρασία μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα και αφλογιστία. Δεδομένου ότι η ωμική αντίσταση είναι λίγο μεγαλύτερη του 1Ω , η συνολική αντίσταση ενός σωστά συνδεδεμένου κυκλώματος οφείλει να κυμαίνεται στο διπλάσιο του αριθμού των διατρημάτων, συνυπολογίζοντας και τους αγωγούς του κεντρικού δικτύου.

Αυτός ο έλεγχος γίνεται με ειδικό ωμόμετρο του οποίου η τάση δεν μπορεί να προκαλέσει ακούσια πυροδότηση. Το ωμόμετρο φαίνεται στην εικόνα 7.6.



Εικόνα 7.6 Ωμόμετρο

7.2.1. Υπολογισμός ποσότητας εκρηκτικών υλών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί για την γόμωση των διατρημάτων θα χρησιμοποιείται ANFO σε ποσοστό περίπου **70%** και γαλακτώματος σε ποσοστό περίπου **30%**, χωρίς να αποκλείεται η χρήση κάποιου άλλου τύπου εκρηκτικής ύλης, εφόσον αποδειχθεί

ότι είναι κατάλληλο για την εκμετάλλευση, οικονομικότερο και καλύπτει τις ισχύουσες προδιαγραφές ασφαλείας όπως π.χ. σε περιπτώσεις όπου έχουμε νερά ή αυξημένη υγρασία. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε ζελατινοδυναμίτιδα.

Επομένως, στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων η γόμωση γίνεται με τη χρήση ενός τεμαχίου γαλακτώματος ως ενισχυμένο εναυσματικό και στη συνέχεια πλήρωση των διατρημάτων με ANFO μέχρις ενός σημείου αφήνοντας ένα κενό στην αρχή του διατρήματος περίπου 1 μέτρο ως επιγόμωση για μήκη διατρημάτων περί τα 3 μέτρα.

Η ποσότητα των εκρηκτικών που θα καταναλώνεται ανά διάτρημα υπολογίζεται από τον εμπειρικό τύπο $c = k \cdot T^3$, όπου c η ποσότητα των εκρηκτικών σε kg , $k = 0,15$ και $T = 2,8m$ το μήκος του διατρήματος. Από τα παραπάνω υπολογίζεται:

$$c = k \cdot T^3 = 0,15 \times 24,4m \text{ επομένως : } c = 3,66kgr$$

Αναλογικά θα καταναλώνεται ανά διάτρημα:

$$ANFO = 70\% \times 3,66kgr = 2,56kgr$$

$$Ζελατινοδυναμίτιδα = 30\% \times 3,66kgr = 1,098kgr$$

Αυτό σημαίνει ότι σε μέτωπο με 58 διατρήματα θα υπάρχει συνολική κατανάλωση $58 \times (2,56 + 1,098) = 212,164 \text{ kg}$ εκρηκτικής ύλης.

7.3. Πυροδότηση

Η τρόπος πυροδότησης που επιλέγεται είναι η ηλεκτρική πυροδότηση. Με την ηλεκτρική πυροδότηση επιτυγχάνεται η πυροδότηση πολλών υπονόμων από ασφαλή απόσταση με ένα μόνο χειρισμό της πηγής ενέργειας. Για την πυροδότηση χρησιμοποιούνται μηχανές πυροδοτήσεως. Η μηχανή πυροδοτήσεως είναι μια γεννήτρια στρεφόμενου τύπου. Στον τύπο αυτό με την κατάλληλη περιστροφή της χειρολαβής παράγεται ρεύμα από μικρή γεννήτρια συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, που διοχετεύεται προς τη γραμμή πυροδοτήσεως μόνο στο τέλος της περιστροφής. Όσο ταχύτερη είναι η περιστροφή τόσο περισσότερο είναι το ρεύμα το οποίο παράγεται. Η παρεχόμενη ενέργεια από αυτές τις μηχανές κυμαίνεται μεταξύ $1 - 6 \text{ Ws}$. Η μηχανή πυροδοτήσεως φαίνεται στην εικόνα 7.7



Εικόνα 7.7 Μηχανή πυροδότησης

Για την κατασκευή του κυκλώματος πυροδότησης χρησιμοποιούνται χάλκινοι μονόκλωνοι αγωγοί με μόνωση από πλαστικό υλικό. Όλες οι ενώσεις του κυκλώματος θα πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή. Όταν γίνεται σύνδεση των αγωγών των καψυλλίων με τον αγωγό κατασκευής του κυκλώματος, τότε οι πρώτοι απογυμνώνονται από την γόμωση τους σε μήκος $8\text{cm} - 10\text{cm}$ και στη συνέχεια περιτυλίγονται σφιχτά σε μήκος $2\text{cm} - 3\text{cm}$ επί του αγωγού κατασκευής του κυκλώματος, από τον οποίο έχει απομακρυνθεί η μόνωση.

Οι ενώσεις δεν πρέπει να έρθουν σε επαφή με το έδαφος, με νερό ή άλλους καλούς αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος και γι' αυτό θα πρέπει να μονώνονται κατάλληλα με μονωτική ταινία. Ο τρόπος ενώσεως των ηλεκτρικών αγωγών φαίνεται στην εικόνα 7.8



Εικόνα 7.8 Καψύλλια

Η γραμμή πυροδοτήσεως δεν πρέπει να εκτείνεται έως το μέτωπο εργασίας διότι υπάρχει περίπτωση να καταστραφεί λόγω των εκρήξεων. Γι' αυτό το λόγω χρησιμοποιείται για την σύνδεση των δύο αγωγών των καψυλλίων με τους αγωγούς πυροδότησης συνδέσεως (Εικόνα 7.9). Ο αγωγός συνδέσεως είναι σύρμα διαμέτρου μονώσεως όπως και ο αγωγός των καψυλλίων. Οι αγωγοί αυτοί αντικαθίστανται σε κάθε νέο κύκλο εργασιών καθώς καταστρέφονται λόγω της ανατίναξης. Βέβαια το κόστος του είναι μηδαμινό οπότε δεν τίθεται κανένα θέμα από οικονομικής άποψης. Οι κύριες γραμμές πυροδοτήσεως πρέπει να έχουν την μικρότερη δυνατή αντίσταση και επαρκή μηχανική αντοχή ώστε να μην κόβονται από τους λίθους των ανατινάξεων. Η μόνωσή τους θα πρέπει να αντιστατική. Οι γραμμές πυροδοτήσεως απαιτούν προσοχή καθώς παραμένουν για πολύ χρόνο και αν είναι ελαττωματικές προκαλούν προβλήματα στην ανατίναξη. Πρέπει να αποφεύγεται η επαφή τους με υγρό πέτρωμα ή χώρους δεν πρέπει να εφάπτονται μεταξύ τους. Τα γυμνά άκρα των αγωγών θα πρέπει να καλύπτονται με μονωτική ταινία.

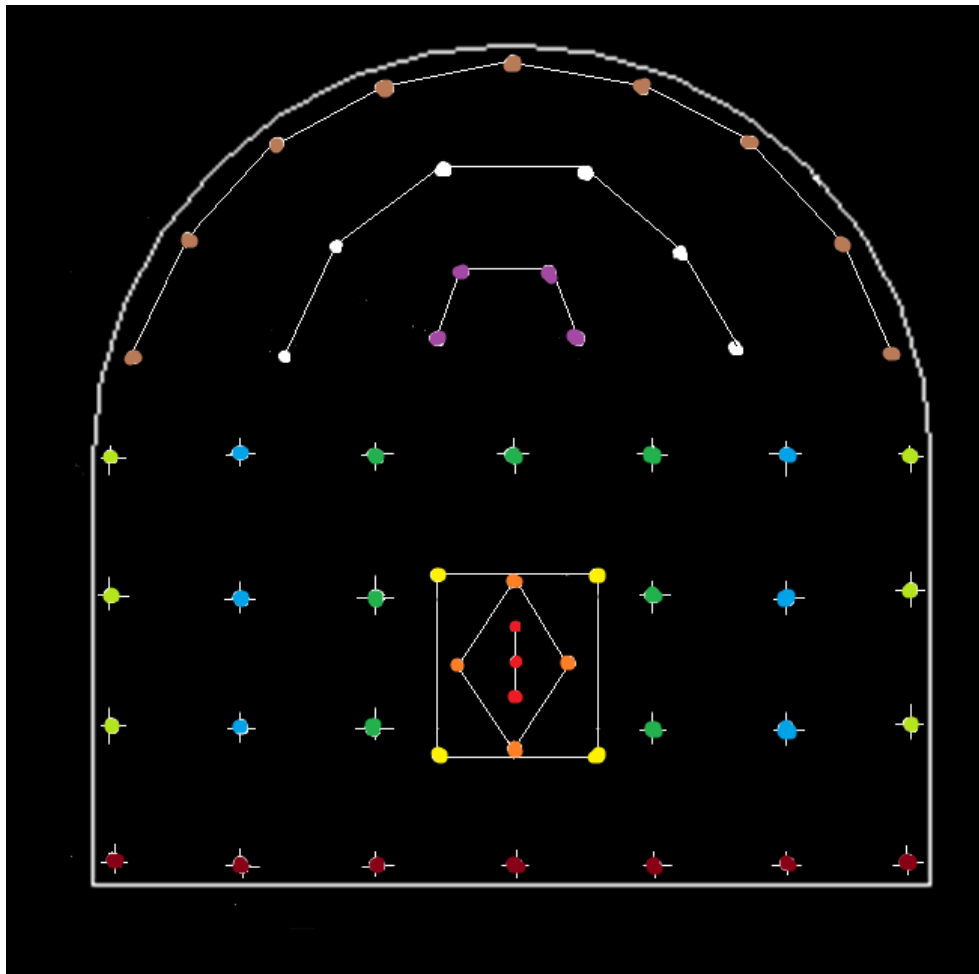


Εικόνα 7.9 Συνδεσμολογία καψυλλίων

Με το πέρας των συνδέσεων πραγματοποιείται έλεγχος του κυκλώματος που αποσκοπεί στην διαπίστωση τυχόν διακοπών στο κύκλωμα, ηλεκτρικής επαφής του κυκλώματος και του εδάφους ή ύπαρξη βραχυκυκλώματος. Ο έλεγχος γίνεται με κατάλληλο ωμόμετρο.

Πλην της σύστασης της εκρηκτικής ύλης καθοριστικός παράγοντας για μια επιτυχημένη ανατίναξη είναι η γεωμετρική κατανομή των εναυσματικών μέσων βάσει χρονοκαθυστέρησης. Η συνήθης διαδικασία είναι:

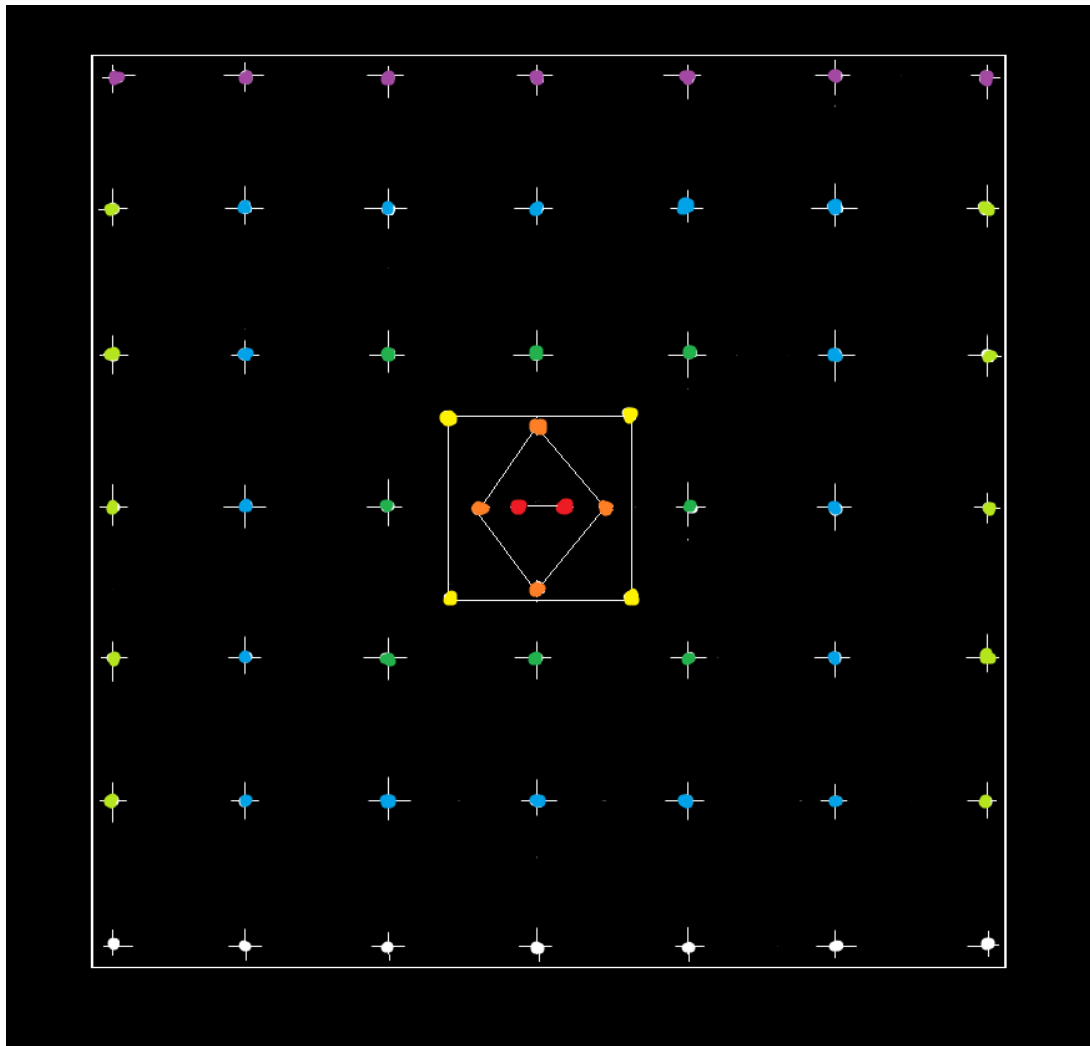
Αρχικά ανατινάζονται τα bouchon, ώστε να δημιουργηθεί η απαραίτητη ελεύθερη επιφάνεια και το αντίστοιχο φορτίο. Ακολουθεί η ανατίναξη των βοηθητικών διατηρημάτων, των περιμετρικών, της κορώνας, και η ανατίναξη στα ντούκια (εικόνα 7.10).



Εικόνα 7.10 Χρόνοι πυροδότησης κάναβου εξορυκτικού μετώπου προσπελαστικών στοών (1^{ος} χρόνος: κόκκινο χρώμα, 2^{ος} : πορτοκαλί, 3^{ος} : κίτρινα, 4^{ος} : πράσινα, 5^{ος} : μπλε, 6^{ος} : ανοιχτό πράσινο, 7^{ος} : μωβ, 8^{ος} : άσπρα, 9^{ος} : καφε, 10^{ος} : κεραμυδί)

- Μπουσόν (κόκκινα-πορτοκαλί-κίτρινα): ορύσσονται οριζόντια με κατάλληλη κλίση ώστε να χαράσσεται μία σφήνα πετρώματος (μέθοδος κοπής V Cut).
- Βοηθητικά (πράσινα-μπλε): ορύσσονται σχεδόν οριζόντια και με κλίση λίγο μικρότερη αυτής των μπουσόν.

- Περιμετρικά (ανοικτό πράσινο): ορύσσονται οριζόντια και με κατάλληλη κλίση ώστε να εισχωρούν στις παρειές της στοάς (παραμέντα).
- Κορώνες (καφέ-άσπρα-μωβ): γενικά έχουν ανοδική κλίση ώστε η ανατίναξη να χαλαρώσει την στέψη της στοάς με τον ελάχιστο αριθμό διατρημάτων.
- Ντούκια (κεραμμυδί): ορύσσονται με καθοδική κλίση ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα σχηματισμού πάγκου στο δάπεδο.



Εικόνα 7.11 Χρόνοι πυροδότησης κάρναβου προσπελαστικώ στοών (1^{ος} χρόνος: κόκκινο χρώμα, 2^{ος} : πορτοκαλί, 3^{ος} : κίτρινα, 4^{ος} : πράσινα, 5^{ος} : μπλε, 6^{ος} : ανοικτό πράσινο, 7^{ος} : μωβ, 8^{ος} : άσπρα)

7.4. Ξεσκάρωμα

Πρώτη και αναγκαία δουλειά με το πέρας της πυροδοτήσεως και πριν αρχίσει η αποκομιδή και μεταφορά του εξορυχθέντος πετρώματος το ξεσκάρωμα της οροφής.

Ο χειριστής του jumbo μαζί με τον εργοδηγό παρατηρούν προσεκτικά την οροφή και τα παραμέντα (πλαϊνά τοιχώματα). Όσα κομμάτια πετρώματος φαίνονται να είναι ανοικτά από την ανατίναξη τα ξεσκαρώνουν. Το ξεσκάρωμα γίνεται είτε με την χρήση του jumbo, με μέγεθος μακαπιού περίπου $2,5m$ και μόνο με την χρήση της περιστροφής, είτε χειρονακτικά από ειδικευμένους μεταλλωρύχους που διαθέτουν την άδεια ξεσκαρωτή. Για την εργασία αυτή χρησιμοποιούνται μεταλλικές ράβδοι με ειδικά διαμορφωμένα άκρα και με ικανό μήκος και αντοχή, έτσι ώστε να γίνεται με ασφάλεια η αποκόλληση των επισφαλών τεμαχίων ή όγκων. Εν συνεχεία αφού εμφανισθεί γερό ταβάνι ακολουθεί η κοχλίωση.



Εικόνα 7.12 Ξεσκαρωτής

7.5. Κοχλίωση οροφής

Πρωταρχικός ρόλος της υποστήριξης, (εικόνα 7.13), είναι τόσο η προστασία των εργαζομένων όσο και των μηχανημάτων από τυχόν πτώσεις της οροφής και δευτερεύοντας ρόλος αλλά εξίσου σημαντικός, είναι να προστατευτεί η ποιότητα του μεταλλεύματος ώστε να μην μολύνεται από τις πτώσεις στείρων από την οροφή, εφόσον βρίσκεται σε μέτωπο όπου ακολουθείται η επαφή με τον υπερκείμενο ασβεστόλιθο. Από τη μέχρι σήμερα εκμετάλλευση κοιτασμάτων του ανώτερου βωξίτικού ορίζοντα έχει διαπιστωθεί ότι ο υπερκείμενος του βωξίτη ασβεστόλιθος

είναι ανθεκτικός. Όμως πέραν αυτού είναι απαραίτητη η υποστήριξη των στοών. Η μέθοδος υποστήριξης που θα χρησιμοποιηθεί είναι αυτή της κοχλίωσης της οροφής η οποία είναι δοκιμασμένη και έχει αποδειχτεί ότι είναι ασφαλής σε όμοιου τύπου σχηματισμούς.

Η υποστήριξη σε κάθε επαφή γίνεται προκειμένου να προλάβει και να περιορίσει την επέκταση της ζώνης χαλάρωσης των πετρωμάτων η οποία δημιουργείται ακριβώς πάνω από αυτή. Για τα αναφερόμενα οι μέχρι τώρα μετρήσεις ενδοσκόπησης οιοποίες έχουν γίνει έδειξαν ότι το μήκος της ζώνης χαλάρωσης δεν υπερβαίνει το 1m ακόμα και σε ανοίγματα πλάτους σημαντικών διαστάσεων.

Τα ασβεστολιθικά πετρώματα, μέσα στα οποία θα δημιουργηθούν οι εκσκαφές μας, είναι στρωματοειδούς μορφής και εμφανίζουν καλή συνεκτικότητα και αντοχή.

Σε συνδυασμό με τη μέθοδο εκμετάλλευσης (π.χ. δεν είναι δυνατόν μέσα στους δημιουργούμενους θαλάμους να εφαρμόσουμε υποστύλωση με πλαίσια λόγω μεγάλων διαστάσεων αυτών και αλληπάλληλων εκβανθύσεων), η καταλληλότερη μέθοδος υποστήριξης που καλύπτει το 90% των αναγκών υποστυλώσεων είναι η κοχλίωση.

Δύο είναι οι τύποι των κοχλιών που χρησιμοποιούνται αναφορικά με τον τύπο αγκύρωσής τους.

- Κοχλίες σημειακής αγκύρωσης
- Κοχλίες ολομήκους αγκύρωσης με ρυτίνη

Φυσικά, για τους δύο τύπους κοχλιών επιλέγεται το μήκος τους που προβλέπεται να είναι από 1,45m - 1,80 m και η διάμετρος τους (αντοχή σε εφελκυσμό) η οποία κυμαίνεται από 16mm - 18mm διεθνείς με προδιαγραφές πιστοποιούμενες από τον κατασκευαστή.

Για το πρώτο είδος των κοχλιών, χρησιμοποιούνται, για την τοποθέτησή τους αεροκίνητα ελαφρά διατρητικά φορεία, πλατφόρμες και αερόκλειδα, για το δεύτερο είδος χρησιμοποιούνται υδραυλικά διατρητικά φορεία με πυργίσκους αυτόματης λειτουργίας δύο ή τριών θέσεων.

Το πρώτο είδος κοχλιών χρησιμοποιείται σε συμπαγείς σχηματισμούς πετρωμάτων που παρουσιάζουν πολύ μικρό συντελεστή σύγκλισης, ενώ αντίθετα το δεύτερο

χρησιμοποιείται σε πετρώματα μαλακότερα και κατακερματισμένα με μεγάλο συντελεστή σύγκλισης.

Η μέση πυκνότητα κοχλίωσης και για τις δύο περιπτώσεις, είναι της τάξης του **1 κοχλία/m²** έως **1 κοχλία/1,5m²** και εφόσον οι συνθήκες το επιβάλλουν χρησιμοποιείται μεταλλικό πλέγμα για την αποτροπή πτώσεως μικρών κομματιών πετρώματος.



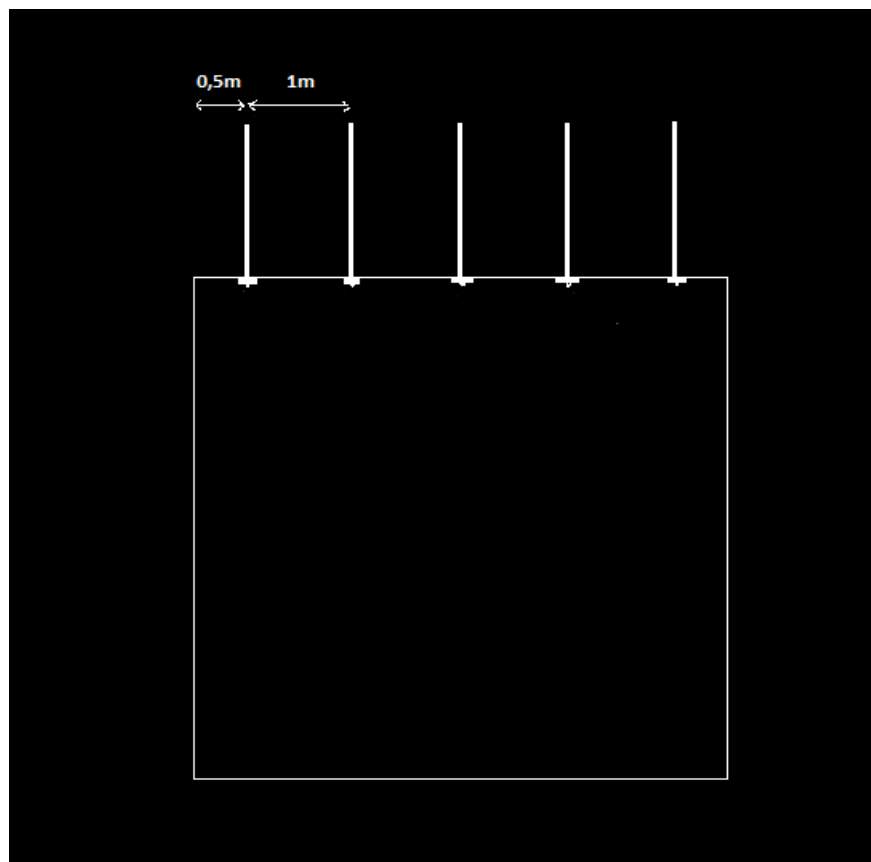
Εικόνα 7.13 Κοχλίωση οροφής

Ο κύριος σκοπός της υποστήριξης είναι η επιβράδυνση και ανάσχεση της αναπόφευκτης σύγκλισης και ο περιορισμός της έκτασης της ζώνης χαλάρωσης, η οποία δημιουργείται ως αποτέλεσμα της διάνοιξης της εκσκαφής. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η μέθοδος της κοχλίωσης της οροφής με την χρήση αγκυρίων, τα οποία μας οδήγησαν και στην επιλογή αυτή είναι:

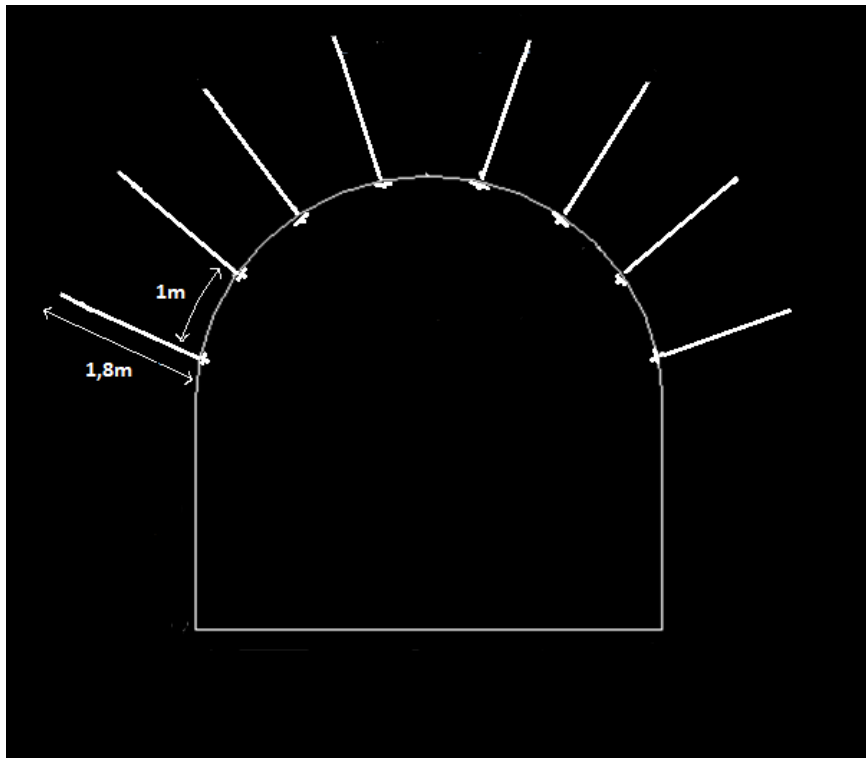
- Τοποθετούνται σε οποιοδήποτε γεωμετρικό σχήμα εκσκαφής. (ιδανικό χαρακτηριστικό για την μέθοδο θαλάμων και στύλων)
- Δεν μειώνουν το μέγεθος της διατομής της υπόγειας εκσκαφής
- Έχουν μικρό βάρος, περίπου **2kg**
- Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τόσο για προσωρινή όσο και για μόνιμη υποστήριξη

- Συνδυάζονται αποτελεσματικά με άλλα συστήματα υποστήριξης
- Μπορούν να τοποθετηθούν πολύ κοντά στο μέτωπο προχώρησης
- Η διαδικασία τοποθέτησής τους είναι σχετικά απλή και γρήγορη
- Είναι επιδεκτικά πλήρους εκμηχάνισης
- Το κόστος υπό ορθολογικές συνθήκες εφαρμογής είναι σχετικά χαμηλό
- Απαιτούν μικρό χώρο για αποθήκευση
- Βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες αερισμού
- Είναι αρκετά ευέλικτα ώστε να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά ένα ευρύ φάσμα διευθύνσεων και μεγεθών των τάσεων, αλλά και διαφορετικών προσανατολισμών των ασυνεχειών της μάζας του πετρώματος.

Η κοχλίωση στις προσπελαστικές στοές (Εικόνα 7.13), απαιτεί περισσότερους κοχλίες από ότι στις στοές εκμετάλλευσης (Εικόνα 7.14), καθώς η επιφάνεια υποστήριξης είναι μεγαλύτερη.



Εικόνα 7.13 Κοχλίωση οροφής σε βωξίτικη στοά



Εικόνα 7.14 Κοχλίωση οροφής σε στοά προσπέλασης

- Τα αγκύρια που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι:
- Είδος κοχλίωσης: Ολόσωμη
- Τύπος κοχλία: Ραβδωτός (MINOVA) με μεταλλικό πλακίδιο διαστάσεων $150mm \times 150mm$ ή $200mm \times 200mm$ (Εικόνα 7.15)
- Διάμετρος κοχλία: 18mm
- Μήκος κοχλία: 1,80m
- Διάμετρος διατρήματος: 24mm
- Τύπος ρυτίνων: "MINOVA" (LOKSETHS 1-30)

Τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου αγκυρίου είναι:

- Έχει την ικανότητα να διαρρέει αντί να θραύεται
- Προσφέρει ολόσωμη ενεργή υποστήριξη
- Ασκεί θλιπτικά φορτία στο πέτρωμα
- Προσφέρει άμεση υποστήριξη
- Η ικανότητα υποστήριξης του αγκυρίου αυξάνεται με τον χρόνο
- Η ικανότητα αγκύρωσης αυξάνεται με τις μετακινήσεις του πετρώματος
- Η οξείδωση του αγκυρίου συμβάλει στην ικανότητα υποστήριξης



Εικόνα 7.15 Κοχλίες υποστήριξης τύπου MINOVA

- Διατηρεί την υποστήριξη ακόμα και αν το πλακίδιο εδράσεως αποτύχει
- Η απόδοση των συγκεκριμένων αγκυρίων έχει αποδειχθεί διεθνώς μέσω σειράς δοκιμών και τοποθετήσεων
- Τοποθετείται γρήγορα και εύκολα
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός για την τοποθέτησή του
- Η τοποθέτησή του μπορεί να γίνει με όλους τους τύπους αεροσφυρών χειρός και μηχανημάτων αυτόματης αγκύρωσης
- Ο έλεγχος της τοποθέτησής του αγκυρίου γίνεται οπτικά (έλεγχος του ανοίγματος της εγκοπής του διαιρούμενου σωλήνα)
- Μετά την τοποθέτησή του δεν απαιτούνται επιπρόσθετες ενέργειες όπως τάνυση, ενεμάτωση κλπ.
- Ο απλός σχεδιασμός ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο συγκέντρωσης φορτίων
- Διατηρεί τη φόρτιση του πλακιδίου εδράσεως
- Προσφέρει αποτελεσματική υποστήριξη υπό οποιαδήποτε γωνία τοποθέτησης

Τρία είναι τα είδη των πετρωμάτων στα οποία θα αναπτυχθούν τα υπόγεια ανοίγματα των υπόγειων φακών αυτά είναι:

- Μεσοκρητιδικοί ασβεστόλιθοι (πάτωμα).

- Βωξίτης (κυρίως κοίτασμα).
- Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι (ταβάνι)

7.5.1. Μήκος αγκυρίων και μέγιστο φορτίο κοχλία

Η ζώνη επιρροής από ένα κοχλία εξαρτάται από το μήκος του και την πυκνότητα τοποθέτησης αυτών.

Παίρνοντας μήκη κοχλιών 1,45m και 1,8m, πυκνότητα κοχλίωσης 1 κοχλίας/1,5m² το μέγιστο φορτίο του κάθε κοχλία ανέρχεται σε 1,2m×1,2m×1,45m=2,09m³ ή 2,09×2,5=5,225tn και 1,2m×1,2m×1,8m=2,6m³ ή 2,6×2,5=6,5tn αντίστοιχα.

Η αντοχή του υλικού των κοχλιών όπως δίνεται από τον κατασκευαστή είναι σε μέση τιμή, 77 Kgr/mm² σε θραύση. Για διαμέτρους κοχλιών 16 και 18 mm έχουμε όριο θραύσεως περίπου 15,500 tn και 19,500 tn αντίστοιχα. Δηλαδή ο συντελεστής ασφαλείας για πυκνότητα κοχλίωσης 1κοχλ/1,5m² είναι 15,500/5,00=3,1 ή 19,500/6,22=3,13 αντίστοιχα.

7.5.2. Λοιπά στοιχεία υποστήριξης

Το πλέγμα έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές, τόσον όσον αφορά τη διάμετρο του σύρματος, όσο και στις διαστάσεις του βρόγχου.

Η επιτυχής αγκύρωση των κοχλιών καθώς και η αντοχή αυτών ελέγχεται συστηματικά με κατάλληλα όργανα και συσκευές.

Στις διασταυρώσεις των στοών και όπου υπάρχει ανάγκη προβλέπεται η χρησιμοποίηση μεταλλικού πλέγματος το οποίο συνήθως αποτελείται από χαλύβδινο σύρμα διαμέτρου 3mm.

Ιδιαίτερη μέριμνα θα καταβληθεί για την εξασφάλιση των εισόδων των στοών όπου τα πετρώματα είναι συνήθως διαταραγμένα. Στα σημεία αυτά θα λαμβάνει χώρα τοποθέτηση μεταλλικών πλαισίων τύπου 120, σχήματος **Π** και διατομής **H**, με μεταξύ τους απόσταση από **0,5m – 2m**. Τα μεταλλικά πλαίσια θα επενδύονται με ξυλεία κατάλληλης διαμέτρου και αντοχής.

Δεν αποκλείεται και η κατασκευή μικρών τεχνικών έργων (τοιχία από οπλισμένο σκυρόδεμα), η τοποθέτηση μεταλλικών πλεγμάτων για την συγκράτηση των χαλαρών πρηνών δεξιά και αριστερά των εισόδων των στοών. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα αγκύρια θα πρέπει να τοποθετούνται κάθετα στις στρώσεις της οροφής.

7.6. Φόρτωση – Μεταφορά

Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4 (Προσπέλαση) η φόρτωση των προϊόντων της ανατίναξης θα γίνεται με την χρήση ντιζελοκίνητου ελαστικοφόρου φορτωτή Wagner ST8B. Ο συγκεκριμένος φορτωτής φέρει κάδο 8,5 cy ή 6,3m³ και στην περίπτωση του βωξίτη έχει χωρητικότητα υπερπλήρωσης **21tn**. Ο συγκεκριμένος φορτωτής φαίνεται στην εικόνα (7.16).



Εικόνα 7.16 Κάδος φορτωτή Wagner

Στα υπόγεια μεταλλεία χρησιμοποιούνται διαφορετικού τύπου μηχανήματα απ' ότι στην υπαίθρια εκμετάλλευση. Αυτό συμβαίνει καθώς οι διαστάσεις των στοών είναι αρκετά περιορισμένες. Η συντήρησή τους κοστίζει αρκετά καθώς και η αγορά τους.



Εικόνα 7.17 Φορτώτης υπόγειου μεταλλείου Wagner

Η μεταφορά του προϊόντος θα γίνεται με την χρήση φορτηγών υπογείων της Sandvik TORO40 χωρητικότητας $22m^3$.

Οι φορτωτές καθώς και το υπόγειο φορτηγό θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μέτωπο. Αυτό προϋποθέτει στοές διαστάσεων τουλάχιστον $4,5m \times 4,5m$. Η οδήγηση αυτών των μηχανημάτων είναι εξαιρετικά επικίνδυνη για τους εργαζομένους καθώς η ορατότητα είναι πολύ δύσκολη λόγω μεγέθους. Γι αυτό το λόγο η προειδοποίηση από τους εργαζόμενους στα εργοτάξια με ειδική σήμανση από τον λαμπτήρα είναι απαραίτητη.

Στην περίπτωση όπου χρειαστεί φορτηγό υπογείων τότε ο φορτωτής θα μεταφέρει το προϊόν στην κοντινότερη αναπέταση από την οποία εν συνεχεία με την χρήση άλλου φορτωτή θα φορτώνεται στα φορτηγά υπογείων απ' όπου θα μεταφέρεται εκτός μεταλλείου.



Εικόνα 7.18 Φορτωτής υπογείων μάρκας TORO χωρητικότητας 22m³

Επομένως στην υπόγεια εκμετάλλευση η αποκομιδή των προϊόντων της εξόρυξης στείρων και μεταλλεύματος από τα μέτωπα πραγματοποιείται με την χρήση φορτωτών υπογείων, ελαστιχοφόρων (LHD) ειδικών προδιαγραφών, οι οποίοι μεταφέρουν τα εξορυσσόμενα προϊόντα μέχρι τα λούκια συγκέντρωσης, εάν είναι μέταλλευμα ή μέχρι τις σωρούς απόθεσης εάν πρόκειται για στείρα.

Η μεταφορά του βωξίτη τόσο από τους σταθμούς φόρτωσης της υπόγειας εκμετάλλευσης όσο και από τα μέτωπα της επιφανειακής, μέχρι τα «Αλουμίνια της Ελλάδας» γίνεται με εργολαβικά αυτοκίνητα δημοσίας χρήσεως.

Τα χαρακτηριστικά αυτών είναι : μήκος=9m, πλάτος=2,4m, και ύψος=3,35m.



Εικόνα 7.19 Φορτηγά μεταφοράς βωξίτη στα Αλουμίνια της Ελλάδος

Στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις τα σημεία φόρτωσης (λούκια) κατασκευάζονται στις κεντρικές στοές προσπέλασης κατά μήκος των οποίων και ανά 50m κατασκευάζονται εγκάρσια τόσο για την κυκλοφορία του προσωπικού όσο και για την εξυπηρέτηση άλλων εργασιών κατά την ανάπτυξη των έργων αυτής. Το παραγόμενο προϊόν συγκεντρώνεται στα λούκια από τα οποία με συρματόδρομους (SCRAPERS) ή με την βοήθεια κινητού φράγματος (πόρτα) φορτώνεται στα Δ.Χ. φορτηγά που εκτελούν απ' ευθείας τη μεταφορά στα Αλουμίνια της Ελλάδος.

Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι εκτός από την μεταφορά μέσω φορτηγών υπάρχει και η μεταφορά μέσω θαλάσσης (εικόνα 7.20), από εργοτάξια φόρτωσης-εκφόρτωσης κοντά στην Ιτέα. Η θαλάσσια μεταφορά δεν αφορά την εταιρεία στην οποία ανήκει το κοιτάσμα μας.



Εικόνα 7.20 Μεταφορά μέσω θαλάσσης στα Αλουμίνια της Ελλάδος

8. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ένας υπολογισμός του χρόνου ο οποίος απαιτείται προκειμένου να ολοκληρωθούν όλες οι φάσεις της εκμετάλλευσης, ξεκινώντας από την προσέγγιση στο σημείο όπου θα ξεκινήσει η στοά, συνεχίζοντας θα υπολογίσουμε το χρόνο προσπέλασης, και τέλος όλο το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται για τις διαδικασίες εξόρυξης και την τελική μεταφορά του κοιτάσματος.

8.1. Προσέγγιση της εισόδου της στοάς.

Για την προσέγγιση της εισόδου, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο ,έχει κατασκευαστεί μεταλλευτικός δρόμος από την εταιρεία με μοναδικό σκοπό την εξόρυξη του κοιτάσματος. Παρ όλα αυτά, ένα κομμάτι του δρόμου προϋπήρχε για την προσέγγιση σε άλλα μεταλλεία. Επομένως το χρονικό διάστημα αποτελείται από το χρόνο ο οποίος απαιτείται για την περαιτέρω διάνοιξη έως την είσοδο της στοάς και από το χρόνο ο οποίος απαιτείται για την δημιουργία της πλατείας εργασίας στην έξοδο της. Οι εργασίες αυτές θα διαρκέσουν περίπου ενάμιση μήνα.

T=1,5 μήνα

8.2 Στοές προσπέλασης κοιτάσματος

Οι στοές προσπέλασης του κοιτάσματος του κοιτάσματος **S**_{βράσης} και **S**_{αερισμού} έχουν αθροιστικά συνολικό μήκος **627m**.

Το χρονικό διάστημα διάστημα διάνοιξης των προσπελαστικών στοών κατά το οποίο γίνεται ανατίναξη στειρών έγκειται στην ποσότητα που ανατινάζεται ανα μπαταριά. Δηλαδή έχει να κάνει με το κατά πόσα έχουν γίνει σωστά οι διατρήσεις στο μέτωπο και με τη σκληρότητα του πετρώματος. Το διατρητικό μηχάνημα είναι μονόμπρατσο και έχει συνολικό μήκος στελεχών **3.8m**. Κατά την ανατίναξη όμως λόγω των κλήσεων των διατρημάτων πετυχαίνεται συνολική μπαταριά μήκους περίπου **3 m**.

Θεωρώντας πως το εργοτάξιο είναι σε υπηρεσία **2 βάρδιες /24h**, υπολογίζεται ότι:

$2 \text{ βάρδιες} \times 2 \text{ μέτωπα} \times 3\text{m/βάρδια} \times 270 \text{ ημέρες/χρόνο} = \mathbf{3.240 \text{ m/έτος}}$.

Επομένως ο χρόνος για τις στοές προσπέλασης είναι: $T = \frac{627m}{3240m} = 0,19y$
 $= 0,19 \times 270d = 51$ ημέρες

8.3. Χρονολόγηση των εξορυκτικών εργασιών στην φάση της παραγωγής.

- **Διατρητικό μηχάνημα**

Το διατρητικό μηχάνημα έχει δυνατότητα διάτρησης περί τα **3,2 m/min**, επομένως αν συνυπολογιστεί το μήκος του ενός διατρήματος, διαπιστώνεται ότι χρειάζεται περίπου 1,1min για το κάθε ένα διάτρημα και υπολογίζοντας εμπειρικά 1min για την στόχευση του κάθε διατρήματος προκύπτουν **2,1min** για το κάθε διάτρημα. Πολλαπλασιαζόμενο επί τον συνολικό αριθμό των διατρημάτων του μετώπου τα οποία είναι **58** (προσεγγιστικά, καθώς ανάλογα τις συνθήκες αυξο-μειώνεται και ο αριθμός των διατρημάτων), βγαίνει **121,8 min** για το σύνολο της διάτρησης ή **2h**.

- **Γόμωση και πυροδότηση**

Σύμφωνα με την εμπειρία, για την γόμωση και την πυροδότηση των 58 διατρημάτων του μετώπου απαιτείται περίπου **2h**.

- **Αερισμός μετώπων**

Το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται προκειμένου να καθαριστεί ο αέρας από τα αέρια τα οποία εκλύονται κατά την πυροδότηση είναι περίπου **30 min** ή **0,5h**

- **Ξεσκάρωμα**

Για το ξεσκάρωμα των όγκων οι οποίοι δύναται να αποκολληθούν, απαιτούνται περίπου **20 min** ή **0,33h**.

- **Κοχλίωση της οροφής.**

Το μήκος των αγκυρίων τα οποία τοποθετούνται είναι **1,8m**. Αν υπολογιστεί ότι κάθε μπαταριά έχει μήκος **3 m** και ότι το πλάτος της στοάς είναι **5m**, τότε η συνολική επιφάνεια η οποία προκύπτει ως ταβάνι είναι **15m²**. Άρα συνυπολογίζοντας ότι χρησιμοποιείται **1 κοχλίας/m²**, διαπιστώνεται ότι χρειάζονται **15 κοχλίες** μετά από κάθε ανατίναξη. Για τη διάτρηση και την τοποθέτηση ενός κοχλίου απαιτούνται περίπου 0,56min (διάτρησης) + 1min (για την τοποθέτηση του κοχλίου) + 1min

(απαιτούμενος χρόνος για μανούβρες-στόχευση) = 3min κοχλίωσης ανά κοχλία, άρα συνολικά χρειάζονται: 15κοχλίες×3min= **45min ή 0,75h.**

▪ Φόρτωση και μεταφορά

Σε κάθε μπαταριά ορύσσονται $5\text{m}\times 5\text{m}\times 3\text{m} = 75 \text{ m}^3$ βωξίτη. Γνωρίζοντας ο συντελεστής επιπλισματος είναι 1,2 ο όγκος του εξορυσσόμενου υλικού μετά την ανατίναξη θα είναι **90m³**. Ο φορτωτής Wagner ST8B έχει κουβαδιάς **6,3m³** και το φορηγό υπογείων (LHD) Sandvik TORO40 έχει χωρητικότητα **22m³**. Άρα χρειάζονται **4** κουβαδιές για το γέμισμα του LHD από τον φορτωτή και **4** κύκλοι (δρομολόγια) για την μεταφορά όλου του βωξίτη στο εκάστοτε κοίτασμα.

Ο χρόνος ολοκλήρωσης ενός κύκλου φόρτωσης και μεταφοράς υπολογίζεται από το άθροισμα των επιμέρους χρόνων του φορτωτή και του LHD. Τα δεδομένα προκύπτουν από τους παρακάτω υπολογισμούς.

Το DHL κινείται με ταχύτητες: $v_{\alpha\delta} = 20\text{km/h}$ ή **5,5m/s** όταν είναι άδειο και $v_{\gamma\epsilon\mu} = 10\text{km/h}$ ή **2,7m/s**.

Ο χρόνος ξεφόρτωσης του LHD στην πλατεία ξεφόρτωσης εκτιμάται στα **1,5min** ($t_{\xi\epsilon\phi}$) μαζί με τις απαιτούμενες μανούβρες.

Ο χρόνος που απαιτείται για το γέμισμα μιας κουβαδιάς του φορτωτή εκτιμάται στα **3min** μαζί με τις απαιτούμενες μανούβρες. Καθώς λοιπόν, χρειάζονται 4 κουβαδιές για το γέμισμα του LHD προκύπτει: $t_{\phi\omicron\rho\tau} = 4 \text{ κουβαδιές} \times 3\text{min/κουβαδιά} = 12\text{min}$.

Λαμβάνοντας ως μέση απόσταση τα 800m διαδρομής του LHD μέσα στο μεταλλείο και συνυπολογίζοντας τις αντίστοιχες ταχύτητες προκύπτει πως το φορηγό χρειάζεται $t_{\alpha\delta} = 800\text{m} / 5,5\text{m/s} = 2,5\text{min}$ για να φτάσει από την πλατεία στον φορτωτή και $t_{\gamma\epsilon\mu} = 800\text{m} / 2,7\text{m/s} = 5\text{min}$ για να φτάσει στην πλατεία από το σημείο φόρτωσης. Άρα ο χρόνος διαδρομής του LHD συνολικά είναι $t_{\delta\iota\alpha\delta\rho} = t_{\alpha\delta} + t_{\gamma\epsilon\mu} = 2,5\text{min} + 5\text{min} = 7,5\text{min}$.

Έτσι, προκύπτει πως ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός κύκλου φόρτωσης και μεταφοράς θα είναι: $t_{\kappa\upsilon\kappa\lambda\omicron\upsilon} = t_{\delta\iota\alpha\delta\rho} + t_{\phi\omicron\rho\tau} + t_{\xi\epsilon\phi} = 21\text{min}$.

Άρα, συνολικά για την φόρτωση και μεταφορά του εξορυσσόμενου μεταλλεύματος από το κάθε μέτωπο ο απαιτούμενος χρόνος είναι: $t_{\Phi M} = 4 \text{ κύκλοι} \times 21 \text{min} = 64 \text{min}$ ή **1,1h**.

Ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών στο κάθε μέτωπο υπολογίζεται:

$$t_{\text{εργασιών}} = 2h + 2h + 0,5h + 0,33h + 0,75h + 1,1h = \mathbf{6,68h}$$

Ένας παραγωγικός κύκλος εργασιών καλύπτει μια βάρδια εργασίας.

8.4. Προπαρασκευή του κοιτάσματος

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την διάνοιξη των στοών εκμετάλλευσης οι οποίες έχουν συνολικό μήκος 1932m. Υπολογίζοντας ότι το διατρητικό μηχάνημα έχει τη δυνατότητα διάνοιξης γύρω στα 2.300m/y, φαίνεται ότι θα χρειαστούν: $t = 1932\text{m}/2300\text{m} = 0,84\text{y}$ ή $0,84 \times 270 \text{ ημέρες} = \mathbf{226,8 \text{ ημέρες}}$

8.5. Ανάπτυξη και εξόφληση κοιτάσματος

Στην φάση της ανάπτυξης και εξόφλησης θα πραγματοποιείται ταυτόχρονη εκμετάλλευση 2 παραγωγικών μετώπων σε στοές **5m x 5m τετραγωνικής διατομής** κατά την διάρκεια μιας βάρδιας. Δηλαδή, σε κάθε μέτωπο θα απασχολούνται τα δύο διατρητικά αντίστοιχα. Μετά το τέλος της διάτρησης στο κάθε μέτωπο θα ακολουθεί η γόμωση των διατρημάτων σε αυτά. Έτσι στο τέλος της βάρδιας θα πραγματοποιηθούν οι ανατινάξεις των τεσσάρων παραγωγικών μετώπων.

Το εμβαδό κάθε παραγωγικής στοάς βωξίτη είναι $A=25\text{m}^2$. Ο όγκος του εξορυσσόμενου βωξίτη ανά ανατίναξη είναι $V=A \times (\text{μέτρα ανατίναξης}) \rightarrow V=75\text{m}^3$ ή **240tn/ανατίναξη**.

Σε κάθε βάρδια οι εργασίες γίνονται σε 2 μέτωπα και οι βάρδιες ημερησίως είναι 2, οπότε γίνονται 4 ανατινάξεις ημερησίως. Ο βωξίτης που παράγεται ημερησίως ανέρχεται στους $Q_{\eta\mu}=240\text{tn/ανατίναξη} \times 4 \text{ ανατινάξεις/ημέρα} \rightarrow Q_{\eta\mu}=960\text{tn/ημέρα}$.

Επομένως αν θεωρηθεί πως οι ημέρες εργασίας είναι 270, τότε:

$S_{ολ} = 960\text{tn} \times 270 = \mathbf{259.200\text{tn}}$ ετήσια παραγωγή βωξίτη στον φακό Αγία Άννα-Α₂.

Βεβαίως πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι ο αριθμός αυτός αφορά ιδανικές συνθήκες εργασίας οι οποίες είναι αδύνατον να επιτευχθούν. Τυχόν εμπόδια στην εξόρυξη, ή τραυματισμοί, ή βλάβες στα μηχανήματα κλπ. καθυστερούν αρκετά την ετήσια παραγωγή.

Με βάση τη γεωλογική μελέτη τα αποθέματα βωξίτη στο κοιτάσμα Α₂ της Αγίας Άννας ανέρχονται σε $\mathbf{188.966\text{m}^3}$, άρα $188.966\text{m}^3 \times 3,2 = \mathbf{604,691\text{tn}}$. Τα απολήψιμα είναι $\mathbf{604,691 \times 0,847 = 512.173\text{tn}}$

$$T_{\text{μεταλλείου}} = \frac{512.173\text{tn}}{259.200\text{tn}} = \mathbf{1,98 \text{ χρόνια}}$$

2 χρόνια περίπου.

Τέλος μπορεί να βρεθεί το συνολικό χρονικό διάστημα των εργασιών συνυπολογίζοντας.

- Το χρόνο προσέγγισης της περιοχής
- Το χρόνο προσπέλασης του κοιτάσματος
- Το χρόνο προπαρασκευής
- Το χρόνο ανάπτυξης και εξόφλησής του

$$T_{ολ} = 45 \text{ ημέρες} + 51 \text{ ημέρες} + 227 \text{ ημέρες} + 540 \text{ ημέρες} = 863 \text{ ημέρες ή } 863 / 270 \rightarrow$$

$$T_{ολ} = \mathbf{3,2 \text{ χρόνια.}}$$

8.6. Προγραμματισμός εργασιών – Διάγραμμα GANTT

Για τον βέλτιστο συντονισμό των ομάδων εργασίας απαιτείται η απεικόνιση των εργασιών σε διάγραμμα τύπου GANTT (εικόνα 8.1), καθώς στο τέλος της βάρδιας πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί όλες οι ενδιάμεσες εργασίες και τα δύο μέτωπα να είναι έτοιμα για ανατίναξη.

8.1 Διάγραμμα GANTT – Εργασίες στα μέτωπα

ΟΚΤΑΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1	2	3	4	5	6	7	8
ΠΡΩΤΗ ΒΑΡΔΙΑ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12μμ	13μμ	14μμ
ΔΕΥΤΕΡΗ ΒΑΡΔΙΑ	15μμ	16μμ	17μμ	18μμ	19μμ	20μμ	21μμ	22μμ
ΟΜΑΔΑ 1								
ΕΡΓΑΣΙΑ								
ΞΕΜΠΙΑΖΩΜΑ(Φ+Μ)	1,1h							
ΞΕΣΚΑΡΩΜΑ		20 min						
ΚΟΧΛΙΩΣΗ			45m in					
ΔΙΑΤΡΗΣΗ			2h					
ΓΟΜΩΣΗ+ΑΝΑΤΙΝΑΞΗ						2h		
ΞΕΚΑΠΝΙΣΜΑ								1/2 h
ΟΜΑΔΑ 2								
ΞΕΜΠΙΑΖΩΜΑ(Φ+Μ)		1,1h						
ΞΕΣΚΑΡΩΜΑ			20min					
ΚΟΧΛΙΩΣΗ				45min				
ΔΙΑΤΡΗΣΗ				2h				
ΓΟΜΩΣΗ+ΑΝΑΤΙΝΑΞΗ						2h		
ΞΕΚΑΠΝΙΣΜΑ								1/2 h

9. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ

9.1. Τύποι μηχανημάτων

Κατά την εκμετάλλευση του κοιτάσματος μέσα στο εργοτάξιο της Αγίας Άννας-Α₂ θα χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω τύποι μηχανημάτων οι οποίοι ανήκουν στον στόλο της εταιρείας.

Α) Φορτωτής

- Χωρητικότητα: 6,3m³
- Τύπος: Wagner ST8B
- Τύπος εξαγωγής καυσαερίων :Waterscrubber.
- Τύπος κινητήρα : Deutsch F12L413FW
- Ισχύς :277Hp στις 2.300rpm



Εικόνα 9.1. Wagner ST8B

Β) Φορτηγό υπογείων

- Χωρητικότητα: 22m³
- Τύπος :Sanvik TORO40
- Τύπος εξαγωγής καυσαερίων :Waterscrubber.
- Τύπος κινητήρα : Detroit S-60 DDEC IV
- Ισχύς: 475 Hp στις 2.100rpm



Εικόνα 9.2.TORO40

Γ) Ξεσκρωτής

- Μάρκα: GETMAN
- Τύπου : S324N
- Τύπος κινητήρα : Deutsch BF4M1013C υδρόψυκτος
- Ισχύς : 122 Hp στις 2.300rpm



Εικόνα 9.3.Ξεσκρωτής GETMAN

Δ) Jumbo κοχλιώσεως

- Μάρκα: Secoma
- Τύπου : Platon 17
- Τύπος κινητήρα :Deutsch F6L912W
- Ισχύς :80,5 Hp στις 2.300rpm



Εικόνα 9.5. jumbo κοχλιώσεως Secoma

Ζ) Jumbo

- Μάρκα:Secoma
- Τύπου : Mercury 14
- Τύπος κινητήρα :Deutsch F6L912W
- Ισχύς :80,5 Hp στις 2.300rpm



Εικόνα 9.6. Jumbo διατρήσεως Secoma

9.2. Τύποι μηχανημάτων εκτός μεταλλείου

Εκτός από τον μηχανολογικό εξοπλισμό ο οποίος βρίσκεται εντός της στοάς, υπάρχουν και μηχανήματα τα οποία εργάζονται σε εξωτερικές εργασίες. Τα μηχανήματα αυτά είναι τα φορτηγά τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά του βωξίτη στα άσπρα σπίτια (εικόνα 9.7), τα Dumper τα οποία μεταφέρουν υλικό επίσης από τις στοές για τον τελικό προορισμό τους, τα 4×4 τα οποία μεταφέρουν τους εργαζόμενους στους χώρους εντός και εκτός εργοταξίου και τέλος οι υπαίθριοι φορτωτές όπως π.χ. το CAT 966.

Α) Φορτωτής Dumper

- Μάρκα:Komatsu
- Τύπος :405
- Χωρητικότητα :45 tn
- Ιπποδύναμη: 498 hp



Εικόνα 9.7. Τροχοφόρο όχημα Dumper

Β) Φορτωτής φορτηγό Δ.Χ.

- Μάρκα : Mercedes
- Τύπος :4143
- Χωρητικότητα :15tn
- Ιπποδύναμη : 225 hp



Εικόνα 9.8.Μεταφορικό φορτηγό

Γ) Φορτωτής

- Μάρκα : caterpillar
- Τύπος : 966G
- Χωρητικότητα : 5 y³
- Ιπποδύναμη : 145 hp



Εικόνα 9.9. Εξωτερικός φορτωτής

10. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΥ

10.1 Γενικά

Ο αερισμός αποτελεί παράγοντα με τεράστια σημασία για αποδοτική αλλά και ασφαλή λειτουργία των μεταλλείων. Γι' αυτό το λόγο ο σχεδιασμός του κυκλώματος αερισμού εντός του μεταλλείου είναι ένα από τα βασικότερα στάδια.

Είναι γεγονός πως το βάρος του αέρα ο οποίος πρέπει να διοχετευθεί και να κυκλοφορήσει στις υπόγειες μεταλλευτικές εργασίες κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου είναι, κατά κανόνα, πολύ μεγαλύτερο από το βάρος του μεταλλεύματος που εξορύσσεται και μεταφέρεται στην επιφάνεια κατά την περίοδο αυτή.

Ειδικότερα στα ανθρακωρυχεία, όπου οι απαιτήσεις σε αέρα είναι για διάφορους λόγους σημαντικά αυξημένες, αλλά και σε ορισμένα μεταλλικά μεταλλεία που επικρατούν δυσμενείς από πλευράς αερισμού συνθήκες, το βάρος του απαραίτητου αέρα, είναι δυνατόν να είναι δεκαπλάσιο έως και εικοσαπλάσιο από του βάρους του εξορυσσόμενου προϊόντος.

Επομένως θεωρείται ότι η κατανάλωση ενέργειας για την εξασφάλιση του αερισμού των μεταλλείων είναι σημαντική και μπορεί να φτάσει, τουλάχιστον για την περίπτωση των ανθρακωρυχείων, μέχρι τους 8 Kwh/tn εξορυσσόμενου προϊόντος.

Από τις μελέτες οι οποίες μελετήθηκαν, (στοιχεία εταιρείας Δελφοί –Δίστομο Α.Μ.Ε.), από παλαιότερες μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις προκύπτει το συμπέρασμα πως το σύνολο των δαπανών οι οποίες αφορούν αμέσως στον αερισμό αντιπροσωπεύει συνήθως ποσοστό 0.5-2% του συνολικού κόστους του παραγόμενου προϊόντος.

Το ποσοστό αυτό παρ' ότι δεν θεωρείται κατ' αρχήν αμελητέο, ασφαλώς δεν αντανakλά τη σοβαρότητα του ρόλου του αερισμού στο κλειστό κύκλωμα της εκμετάλλευσης.

Είναι πολλές φορές απαραίτητο, προκειμένου να διασφαλιστεί επαρκής παροχή αέρα στα μέτωπα της υπόγειας εκμετάλλευσης, να ορυχθούν τα κύρια έργα προσπέλασης του κοιτάσματος, (φρέατα, κεκλιμένα, στοές), σε διαστάσεις μεγαλύτερες από τις

αντίστοιχες οι οποίες απαιτούνται για την μεταφορά του εξορυσσόμενου προϊόντος και τη διακίνηση του προσωπικού.

Πέρα από αυτό το λόγο, πολλές φορές χρειάζεται να δημιουργηθούν πρόσθετα ανοίγματα τα οποία εξυπηρετούν αποκλειστικά τον αερισμό.

Επίσης θα πρέπει να τονισθεί, ότι η επίδραση του αερισμού στην υγιεινή και την ασφάλεια των εργαζομένων είναι πρωταρχικής σημασίας. Ειδικότερα στην περίπτωση των ανθρακορυχείων ο αερισμός αποτελεί το κύριο μέσο αποφυγής των καταστρεπτικών εκρήξεων μειγμάτων αέρα-μεθανίου ή ανθρακόσκονης, ενώ στα μεταλλεία μεγάλου βάθους διασφαλίζεται η ανεκτή θερμοκρασία στις υπόγειες εργασίες.

Επομένως με το σύστημα αερισμού ενός μεταλλείου επιδιώκεται, από τη μία ποιοτικός έλεγχος, που αφορά στη διατήρηση της συνθέσεως της ατμόσφαιρας, της θερμοκρασίας και της υγρασίας των υπόγειων έργων μέσα σε επιτρεπόμενα όρια, ώστε να μην εκτίθενται σε κίνδυνο το προσωπικό και το έργο. Πρόκειται ουσιαστικά για κλιματισμό του αέρα, ενώ απ την άλλη γίνεται ποσοτικός έλεγχος ο οποίος εξασφαλίζεται με τον καθορισμό και την παρακολούθηση της ποσότητας της κινήσεως και της διεύθυνσης του αέρα ο οποίος κυκλοφορεί εντός των στοών.

Επομένως γίνεται φανερό πως τα μεταλλεία, αλλά και γενικότερα τα υπόγεια έργα, πρέπει να διαθέτουν αποτελεσματικό σύστημα αερισμού το οποίο να διασφαλίζει:

- Ατμόσφαιρα μέσα στην οποία το προσωπικό και τα μηχανήματα θα μπορούν να εργάζονται άνετα και αποδοτικά.
- Αραίωση και απαγωγή των επικίνδυνων αερίων και κονιορτών.
- Ταπείνωση της θερμοκρασίας στις εκμεταλλεύσεις μεγάλου βάθους.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι προϋποθέσεις αυτές, το σύστημα αερισμού πρέπει να παρέχει κάθε στιγμή και σε οποιαδήποτε θέση των υπογείων εργασιών την απαραίτητη για κάθε περίπτωση ποσότητα αέρα. Εάν το σύστημα παρουσιάζει αδυναμία να ανταποκριθεί στο βασικό αυτό σκοπό τότε το μεταλλείο, έστω και εάν δεν καταστεί ανασφαλές, γίνεται λιγότερο αποδοτικό και φυσικά η εκμετάλλευση περισσότερο δαπανηρή.

Ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση ενός ορθολογικού και, από κάθε πλευρά, ασφαλούς και αποδοτικού συστήματος αερισμού δεν παρουσιάζει συνήθως ιδιαίτερα προβλήματα. Είναι όμως φυσικό, με την αύξηση του μεγέθους και τους βάθους των μεταλλείων και με τη χρησιμοποίηση ολοένα και βελτιωμένου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, να παρουσιάζονται ορισμένες συσχέριες οι οποίες απαιτούν κατά περίπτωση ειδική αντιμετώπιση.

Συμπληρωματικά, πρέπει να τονιστεί, ότι ο αερισμός των μεταλλείων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και συνεχή φροντίδα, δεδομένου ότι οι ανάγκες σε αέρα μεταβάλλονται τοπικώς και χρονικώς.

Κάθε δαπάνη η οποία αφορά στον αερισμό αποτελεί ουσιαστικά μία άριστη επένδυση αφού, χωρίς αμφιβολία, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ασφάλειας και τη βελτίωση της παραγωγικότητας των εργαζομένων, ενώ συγχρόνως οδηγεί, αμέσως ή εμμέσως, στη μείωση του κόστους του εξορυσσόμενου προϊόντος.

Τέλος θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι το ποσοστό οξυγόνου στις στοές επιστροφής αέρα του μεταλλείου δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 20%.

10.2 Αερισμός στο βωξιτικό κοίτασμα Αγία Άννα-Α₂

Το κοίτασμα Α₂ της Αγίας Άννας είναι βωξιτικό, επομένως, τόσο από το ίδιο το κοίτασμα όσο και από τα περιβάλλοντα ασβεστολιθικά πετρώματα, δεν εκλείονται καθόλου τοξικά αέρια. Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι ο βωξίτης είναι αδρανής και δεν υπόκειται σε διεργασίες οξείδωσης ή αυτοανάφλεξης.

Επομένως ο ρόλος του αερισμού περιορίζεται στα εξής:

- Στην εξασφάλιση της απαραίτητης ποσότητας αέρα για την αναπνοή και το μεταβολισμό των εργαζομένων.
- Στην αραίωση και απομάκρυνση των καυσαερίων που παράγονται από την λειτουργία των μηχανών εσωτερικής κάυσης.
- Στην ομαλή λειτουργία των μηχανών εσωτερικής κάυσης οι οποίες λειτουργούν εντός του μεταλλείου.

- Στην αραίωση και απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την ανατίναξη των εκρηκτικών υλών λόγω της αποσύνθεσής τους.

Στο κοίτασμα Α₂ της Αγίας Άννας θα εργάζονται ανά βάρδια 11 άτομα. Συγκεκριμένα θα απασχολούνται:

- 1 μηχανικός
- 1 εργοδηγός
- 1 επιστάτης
- 2 γομωτές – ξεσκαρωτές
- 2 χειριστές διατρητικού
- 2 βοηθοί χειριστή διατρητικού
- 1 χειριστής φορτωτή
- 1 χειριστής φορτηγού υπογείων

Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η είσοδος στο μεταλλείο ακόμα 3 ατόμων οι οποίοι είναι:

- 1 γεωλόγος
- 2 τοπογράφοι

Επομένως, θα εξεταστεί ο αερισμός για την είσοδο στο μεταλλείο 14 ατόμων και 2 μηχανημάτων. Παρότι τα μηχανήματα εντός του μεταλλείου είναι περισσότερα, θεωρείται ότι μόνο 2 έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ταυτόχρονα, καθώς τα μέτωπα τα οποία δουλεύουν εντός του κοιτάσματος Α₂ της Αγίας Άννας είναι 2.

Τα μηχανήματα είναι τα εξής:

- **2 jumbo διάτρησης Jumbo Secoma Mercury 14 ισχύος 80,5 Hp**
- **1 jumbo κοχλιώσεως Secoma ισχύος 80,5 Hp**
- **1 ξεσκαρωτής Getman S324N ισχύος 122 Hp**
- **1 φορτωτής υπογείων Wagner ST8B ισχύος 277 Hp**
- **1 φορτηγό υπογείων Sandvik TORO40 ισχύος 475Hp**

10.2.1. Απαιτούμενη παροχή αέρα

Η απαιτούμενη παροχή αέρα που θα υπολογιστεί αναφέρεται στη χρονική περίοδο όπου το μεταλλείο θα βρίσκεται στη φάση της εκμετάλλευσης. Η παροχή του αέρα υπολογίζεται με βάση τον συνολικό αριθμό των εργαζομένων στα παραγωγικά μέτωπα καθώς και από την συνολική ιπποδύναμη των μηχανημάτων τα οποία βρίσκονται σε λειτουργία.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (Κ.Μ.Λ.Ε.), η απαιτούμενη παροχή ανα εργαζόμενο είναι τα $Q_E = 5,66 \text{ m}^3/\text{min}$. Για τα μηχανήματα η αντίστοιχη παροχή είναι τα $Q_M = 2,3 \text{ m}^3/\text{min}$ για κάθε Hp του μηχανήματος.

Στη φάση της εκμετάλλευσης θα εργάζονται συνολικά 13 εργαζόμενοι, άρα η απαιτούμενη για αυτούς παροχή αέρα είναι $Q_I = N \times Q_E = 14 \text{ εργαζόμενοι} \times 5,66 \text{ m}^3/\text{min} = 79,24 \text{ m}^3/\text{min}$.

Στη συνέχεια θα υπολογιστεί η συνολική ιπποδύναμη των μηχανημάτων τα οποία βρίσκονται στο υπόγειο:

$$W_{ολ} = 2 \times W_{\text{διατρ}} + W_{\text{ξεσκ}} + W_{\text{κοχλ}} + W_{\text{φορτ}} + W_{\text{TORO40}} \rightarrow$$

$$W_{ολ} = 2 \times 80,5 \text{ Hp} + 122 \text{ Hp} + 80,5 \text{ Hp} + 277 \text{ Hp} + 475 \text{ Hp} \rightarrow$$

$$W_{ολ} = 161 \text{ Hp} + 122 \text{ Hp} + 80,5 \text{ Hp} + 277 \text{ Hp} + 475 \text{ Hp} \rightarrow$$

$$W_{ολ} = 1.115,5 \text{ Hp.}$$

Η απαιτούμενη παροχή αέρα για τα μηχανήματα θα είναι $Q_2 = Q_M \times W_{ολ} \rightarrow$

$$Q_2 = 2,3 \text{ m}^3/\text{min} \times 1115,5 \text{ Hp} \rightarrow Q_2 = 2.565,65 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Επομένως, η συνολική απαιτούμενη παροχή αέρα στη φάση της εκμετάλλευσης θα είναι $\rightarrow Q_{ολ} = Q_I + Q_2 \rightarrow Q_{ολ} = 79,24 \text{ m}^3/\text{min} + 2565,65 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow Q_{ολ} = 2.644,89 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow Q_{ολ} = 44,08 \text{ m}^3/\text{sec}$.

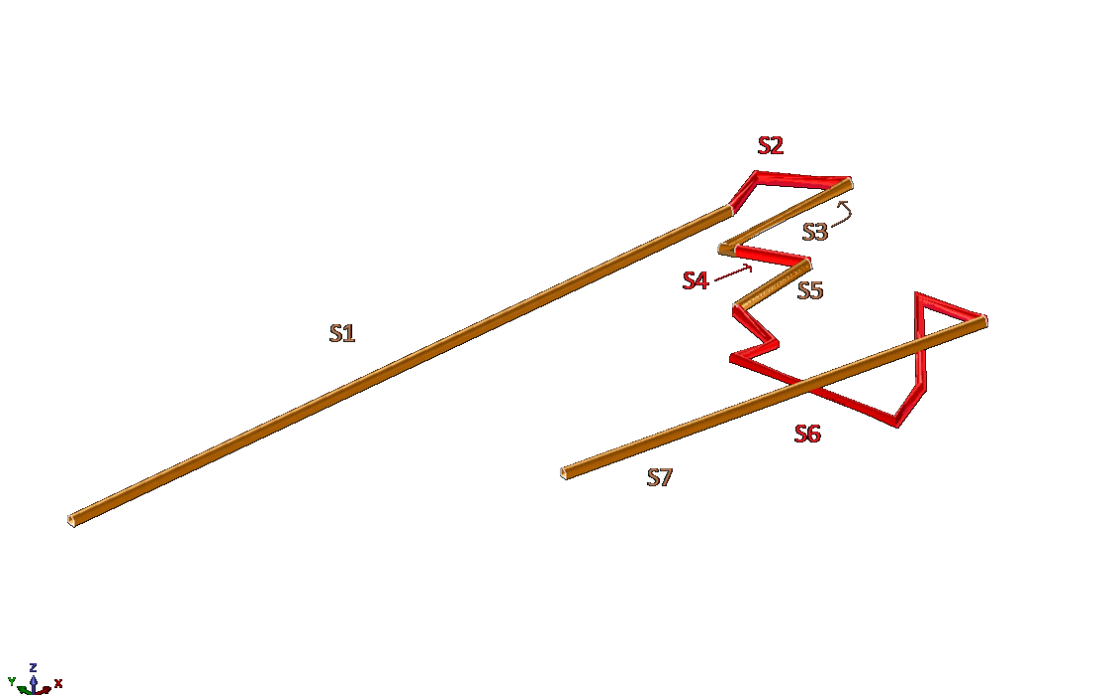
Το αποτέλεσμα το οποίο βρέθηκε, θα πολλαπλασιαστεί για λόγους μεγαλύτερης ασφάλειας και ακρίβειας με συντελεστή $f = 1,3$. Αυτή η επαυξημένη παροχή Q θα προκύψει από : $Q_{ολ} \times 1,3$. Επομένως με αυτή τη διορθωτική κίνηση η νέα παροχή θα είναι :

$$Q = 44,08 \text{ m}^3 / \text{sec} \times 1,3 = 57,3 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

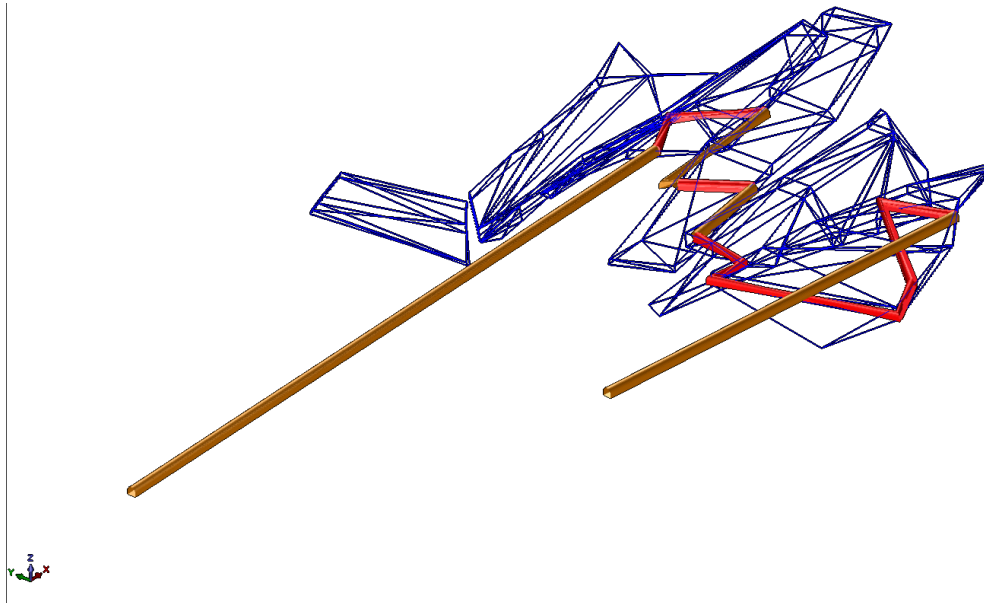
Ο πολλαπλασιασμός με τον συντελεστή ασφαλείας είναι επίσης απαραίτητος καθώς, κατά την ροή του αέρα μέσα από τις στοές του μεταλλείου παρατηρούνται φαινόμενα όπως η ύπαρξη διαρροών, η αντιστροφή του ρεύματος φυσικού ελκυσμού, η αύξηση της ολικής αντίστασης του μεταλλείου λόγω της περαιτέρω ανάπτυξής του, τα οποία αυξάνουν την απαίτηση του αέρα μέσα στις στοές του μεταλλείου.

10.2.2 Σχεδιασμός κύριου κυκλώματος αερισμού

Το κύριο κύκλωμα αερισμού στο κοίτασμα της Αγίας Άννας, αποτελείται από τις στοές, **S₁**, **S₂**, **S₃**, **S₄**, **S₅**, **S₆** και **S₇**, (εικόνες 10.1. και 10.2). Με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι στοές οι οποίες βρίσκονται εντός του βωξίτη και με άσπρο χρώμα οι στοές οι οποίες βρίσκονται εντός του ασβεστόλιθου.



Εικόνα 10.1 Κύριο κύκλωμα αερισμού



Εικόνα 10.2 Κύριο κύκλωμα αερισμού με το κοίτασμα

Προκειμένου να υπολογιστεί η ολική αντίσταση του κύριου κυκλώματος αερισμού, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν οι αντιστάσεις των επι μέρους στοών.

10.2.3 Υπολογισμός ολικής αντίστασης του κυκλώματος αερισμού

Το βασικό κύκλωμα αερισμού του μεταλλείου, όπως προαναφέρθηκε, αποτελείται από τις στοές $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ και S_7 . Οι συγκεκριμένες στοές είναι συνδεδεμένες σε σειρά και αποτελούν τους κλάδους του δικτύου. Προκειμένου να υπολογιστεί η συνολική αντίσταση του δικτύου θα πρέπει αρχικά να υπολογιστούν οι αντιστάσεις των επιμέρους κλάδων. Η αντίσταση R των επιμέρους κλάδων υπολογίζεται με την βοήθεια του τύπου:

$$R = \frac{0,015 \times \lambda \times L \times \Pi}{S^3}$$

- λ : ο συντελεστής οποίος αφορά το γεωμετρικό σχήμα, το μέγεθος της εκσκαφής και το είδος των χρησιμοποιούμενων μέσων υποστήριξης.
- L : το μήκος της στοάς
- Π : η περίμετρος του αγωγού
- S : το εμβαδό της διατομής του αγωγού

10.2.3.1 Υπολογισμός αντίστασης στοών κύριου κυκλώματος αερισμού

Η S_1 έχει συνολικό μήκος $L_1 = 411,7\text{m}$. Περίμετρο $\Pi_{\alpha\sigma\beta} = 17.85\text{m}$, εμβαδόν διατομής $S_{\alpha\sigma\beta} = 17,4\text{m}^2$.

$$\lambda = 0,7 \times \lambda_{\pi} + 0,3 \times \lambda_{\delta} .$$

Ο συντελεστής λ_{π} αφορά τα χαρακτηριστικά των παρειών - οροφής, ενώ ο συντελεστής λ_{δ} αφορά τα χαρακτηριστικά του δαπέδου. Για παρειές ελαφρά ανώμαλες τις οποίες έχουμε στο κοίτασμα της Αγίας Άννας και για οροφή με κοχλίες έχουμε $\lambda_{\pi} = 0,108$, ενώ ο συντελεστής για δάπεδο με μικρό βάθος ανωμαλιών (περίπου 5cm) είναι $\lambda_{\delta} = 0,058$ (I.N. Οικονομόπουλος 2002).

$$\text{Επομένως, } \lambda = 0,7 \times 0,108 + 0,3 \times 0,058 \rightarrow \lambda = 0,0756 + 0,0174 \rightarrow \lambda = 0,093$$

Λόγω του ότι ο συγκεκριμένος συντελεστής λ υπολογίστηκε βάσει στοάς μεγέθους 10m^2 , θα πρέπει να γίνει προσαρμογή του συντελεστή αυτού στις υπάρχουσες διαστάσεις μελέτης, για τις βωξιτικές και τις ασβεστολιθικές αντίστοιχα.

$$\lambda_{\alpha\sigma\beta} = \frac{\lambda}{[0,75 + 0,25 \times \log(S_{\alpha\sigma\beta})]^2}$$

Αντικαθιστώντας και κάνοντας πράξεις είναι $\lambda_{\alpha\sigma\beta} = 0,085$. Αντίστοιχα για τις βωξιτικές στοές ο συντελεστής είναι :

$$\lambda_{\beta\omega\zeta} = \frac{\lambda}{[0,75 + 0,25 \times \log(S_{\beta\omega\zeta})]^2} = 0,084$$

Έχοντας πλέον τα απαραίτητα δεδομένα υπολογίζονται οι αντιστάσεις του κύριου κυκλώματος αερισμού, κάθε στοάς ξεχωριστά. Αντικαθιστώντας κάθε φορά τις τιμές ανάλογα με το είδος της εκάστοτε στοάς, ασβεστολιθική ή βωξιτική, (διαφορετική περίμετρος, εμβαδό διατομής και συντελεστής λ).

Η αντίσταση υπολογίζεται από τον τύπο:

$$R = \frac{0,0156 \times \lambda \times L \times \Pi}{S^3}$$

Συνοπτικά αναφέρεται πως τα μήκη των στοών είναι, $L_1=411,7\text{m}$, $L_2=60,9\text{m}$, $L_3=73,3\text{m}$, $L_4=38,8\text{m}$, $L_5=45,5\text{m}$, $L_6=130,9\text{m}$, $L_7=215,6\text{m}$, οπότε η κάθε αντίσταση υπολογίζεται:

$R_1=0,000878 \text{ kmu}$, $R_2=0,000107 \text{ kmu}$, $R_3=0,000156 \text{ kmu}$, $R_4=0,000065 \text{ kmu}$,
 $R_5=0,000096 \text{ kmu}$, $R_6=0,000219 \text{ kmu}$, $R_7=0,000459 \text{ kmu}$.

Οπότε η ολική αντίσταση θα είναι $\Sigma R_{1 \rightarrow 7}$ καθώς οι αντιστάσεις του κύριου κυκλώματος αερισμού συνδέονται σε σειρά, δηλαδή $R_{ολ.} = 0,00198 \text{ kmu}$.

Όμως, στους παραπάνω υπολογισμούς δεν συμπεριληφθηκε το ισοδύναμο μήκος του αγωγού L_e . Η παράμετρος αυτή υποδικνύει την προσαύξηση του πραγματικού μήκους αγωγού, τέτοια ώστε να αντιστοιχεί στις απώλειες πίεσης λόγω αλλαγής διεύθυνσης του αγωγού (σπασίματα) ή λόγω διαφοροποίησης των διαστάσεων της διατομής του. Οπότε για μεγαλύτερη ασφάλεια προκύπτει επαύξηση 10% στην ολική αντίσταση καθώς οι παραπάνω παράμετροι αυξάνουν την αντίσταση εντός στοάς.

Άρα, $R = R_{ολ.} + 0,1 \times R_{ολ.} = 0,00217 \text{ kmu}$

10.2.4 Στατική πίεση μεταλλείου

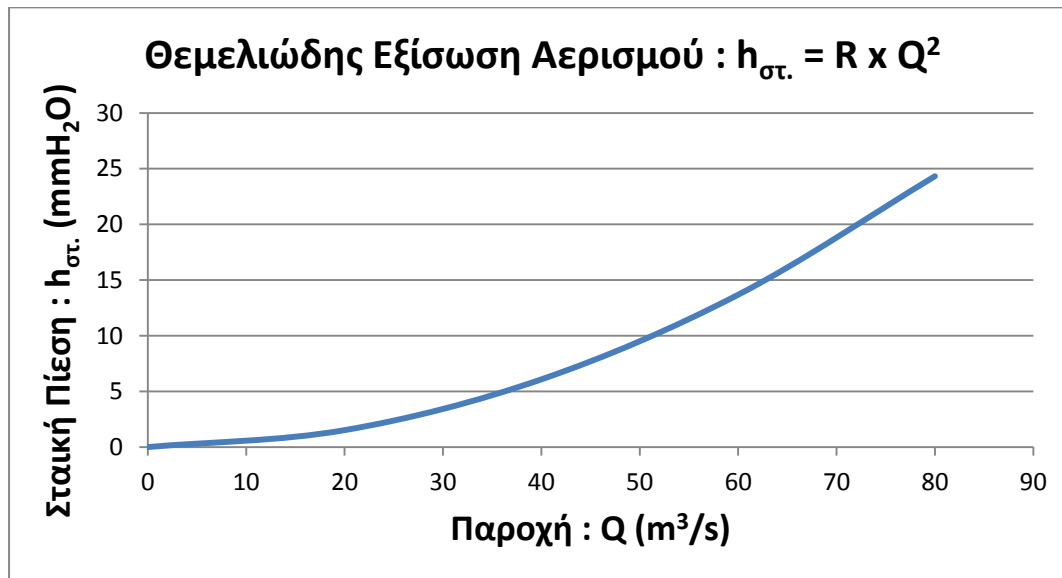
Η στατική πίεση του μεταλλείου $h_{στ.}$ υπολογίζεται μέσω της θεμελιώδους εξίσωσης αερισμού με τύπο: $h_{στ.} = R \times Q^2$.

Στην περίπτωση του υπό εξέταση κοιτάσματος η στατική πίεση θα είναι:

$$h_{στ.} = 0,00217 \text{ kmu} \times 57,3^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,00217 \text{ kmu} \times 3283,29 \text{ m}^6/\text{s}^2 \rightarrow$$

$$h_{στ.} = 7,12 \text{ mmH}_2\text{O}$$

από την θεμελιώδη εξίσωση του αερισμού $h_{στ.} = R \times Q^2$ προκύπτει και η χαρακτηριστική καμπύλη του μεταλλείου, σύμφωνα με την οποία οι απώλειες πίεσης μεταβάλλονται ανάλογα με το τετράγωνο της παροχής. Συνεπώς για ένα δεδομένο σύστημα υφίσταται μια σταθερή αναλογία πιέσεων και παροχών. Με αυτόν τον τρόπο αν το μέγεθος $h_{στ.}$ καθοριστεί για συγκεκριμένη παροχή Q , είναι εύκολο να προκύψουν οι τιμές οποιουδήποτε ζεύγους ($h_{στ.}$, Q), αφού ουσιαστικά η αντίσταση είναι ένας σταθερός συντελεστής αναλογίας.



Εικόνα 10.3 Η χαρακτηριστική καμπύλη του μεταλλείου

10.2.5 Επιλογή τύπου ανεμιστήρα

Για την επιλογή του κατάλληλου ανεμιστήρα, υπάρχουν πολλές παράμετροι που πρέπει να επεξεργαστούν και να ληφθούν υπ' όψη, όπως η απαιτούμενη παροχή αέρα Q , οι διαστάσεις των στοών και η ισχύς N του ανεμιστήρα.

Η απαιτούμενη παροχή αέρα Q όπως υπολογίστηκε προηγουμένως, είναι ίση με **57,3 m³/s** ή ανημένη στην ώρα ίση με **206.280 m³/h**. Ταυτόχρονα, οι διαστάσεις του ανεμιστήρα δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα **1,25m** διάμετρο, καθώς μεγαλύτερου μεγέθους ανεμιστήρες θα δημιουργούσαν προβλήματα στη κίνηση των φορτοτώ υπογείων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο ανεμιστήρας που θα επιλεγεί είναι ο **VHEX 315** της **DLK**. Ο συγκεκριμένος ανεμιστήρας έχει διάμετρο **D=1,25m**, η παροχή του αγγίζει τα **130.000 m³/h** και ισχύ έως **75 kW**.

Η απαιτούμενη παροχή αέρα στο μεταλλείο υπολογίστηκε προηγουμένως στα $Q = 206.280 \text{ m}^3/\text{s}$, οπότε θα χρησιμοποιηθούν δύο ανεμιστήρες τοποθετημένοι παράλληλα μεταξύ τους στα άκρα της στοάς.



Εικόνα 10.4 Μυζητικός ανεμιστήρας

Ο κάθε ανεμιστήρας θα καλύπτει τη μισή απαιτούμενη παροχή αέρα του μεταλλείου, δηλαδή $Q_{\text{ανεμ.}} = Q/2 = 103.140 \text{ m}^3/\text{h}$ ή $28,65 \text{ m}^3/\text{s}$.

Η απαιτούμενη ισχύς του ανεμιστήρα για τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος αερισμού δίνεται από τον τύπο $N = \frac{h_{\text{ολ.}} \times Q_{\text{ανεμ.}}}{75 \times \eta}$, όπου $h_{\text{ολ}}$ η ολική πίεση του ανεμιστήρα, η οποία είναι ίση με $h_{\text{ολ}} = h_{\text{στ}} + h_{\text{δυν.}}$ και $\eta = 0,7$.

Η στατική πίεση στον ανεμιστήρα είναι ίση με $h_{\text{στ}} = R \times (Q_{\text{ανεμ.}})^2 \rightarrow h_{\text{στ}} = 0,00217 \text{ kmu} \times (28,65 \text{ m}^3/\text{s})^2 \rightarrow h_{\text{στ}} = 1,78 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Η δυναμική πίεση στον ανεμιστήρα δίνεται από τον τύπο $h_{\text{δυν.}} = 0,06 \times v_1^2$, όπου v_1 η ταχύτητα ρεύματος του αέρα και ισοδυναμεί με $v_1 = Q_{\text{ανεμ.}} / S_{\text{ανεμ.}} = 23,4 \text{ m/s}$ καθώς $S_{\text{ανεμ.}} = 1,22 \text{ m}^2$.

Η δυναμική πίεση στον ανεμιστήρα με αντικατάσταση των δεδομένων υπολογίζεται στα $h_{\text{δυν.}} = 32,85 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Η δυναμική πίεση στον ανεμιστήρα έχει αρκετά μεγάλη τιμή και αυτό συμβαίνει λόγω της μεγάλης ταχύτητας v_1 με την οποία ο μυζητικός ανεμιστήρας ρουφάει το ρεύμα αέρα. Για την αποφυγή τέτοιων μεγάλων πιέσεων στον ανεμιστήρα, συνήθως τοποθετούνται ειδικές κωνικές συσκευές μεγαλύτερων διαστάσεων πίσω από τον

ανεμιστήρα. Οι συσκευές αυτές λέγονται διασκορπιστές ή εβαζέ και μειώνουν την ολική πίεση του συστήματος.

Η τελική δυναμική πίεση μετά την προσθήκη του διασκορπιστή δίνεται από τον τύπο $h_{\delta\upsilon\nu.} = K_a(h_{\delta\upsilon\nu.1} - h_{\delta\upsilon\nu.2})$, όπου $h_{\delta\upsilon\nu.1}$ η δυναμική πίεση στον ανεμιστήρα και $h_{\delta\upsilon\nu.2}$, η δυναμική πίεση στον διασκορπιστή. Το K_a είναι ο ειδικός συντελεστής που εξαρτάται από την αναλογία των εμβαδών διατομής ανεμιστήρα και διασκορπιστή, αλλά και της μεταξύ τους απόστασης, και υπολογίζεται από ειδικά νομογραφήματα.

Για διάμετρο διασκορπιστή διπλάσια από αυτή του ανεμιστήρα, δηλαδή $D_2/D_1=2$, ισχύει ότι $K_a = 0,08$. (I.N.Οικονομόπουλος, 2002)

Η ταχύτητα του αέρα στον διασκορπιστή θα ελατωθεί αφού έχει μεγαλύτερο εμβαδόν από αυτό του ανεμιστήρα. Άρα $v_2=Q_{\text{ανεμ.}}/S_{\text{διασκ.}}$. το εμβαδόν διατομής του διασκορπιστή είναι $S_{\text{διασκ}} = 4,9\text{m}^2$. Άρα, $v_2 = 28,65/4,9 = 5,8 \text{ m/s}$.

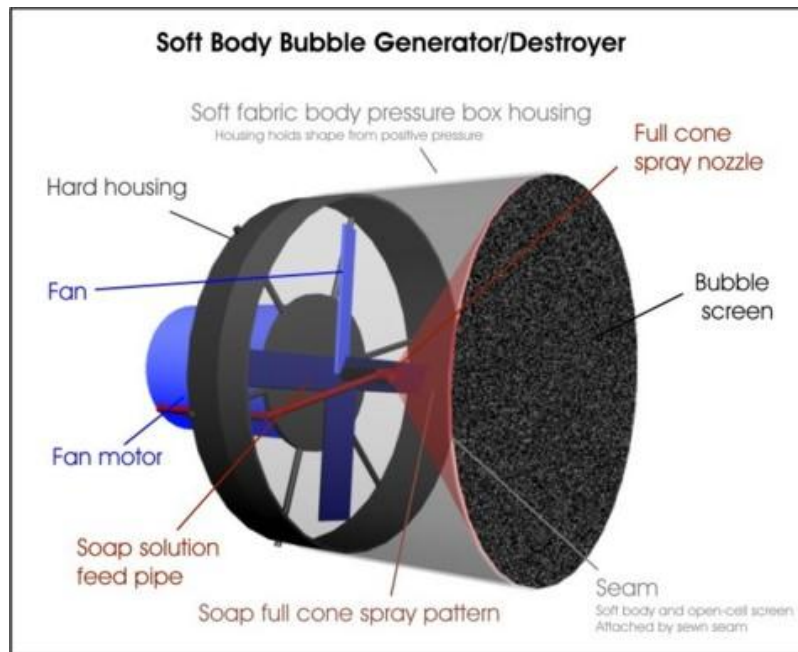
Η δυναμική πίεση στον διασκορπιστή είναι $h_{\delta\upsilon\nu.2} = 0,06 \times v_2^2 = 2 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Η τελική δυναμική πίεση του συστήματος είναι $h_{\delta\upsilon\nu.} = K_a(h_{\delta\upsilon\nu.1} - h_{\delta\upsilon\nu.2}) = 2,46 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Η ολική πίεση του συστήματος είναι $h_{\text{ολ}} = h_{\text{στ}} + h_{\delta\upsilon\nu.} = 1,78 + 2,46 = 4,24 \text{ mmH}_2\text{O}$

Η απαιτούμενη ισχύς του ανεμιστήρα θα είναι $N = 2,31 \text{ Hp}$ ή $1,72 \text{ KW}$.

Οι ίδιοι υπολογισμοί ισχύουν και για τον δεύτερο ανεμιστήρα.



Εικόνα 10.5 Μηχανισμός ανεμιστήρα

10.2.6. Συμπληρωματικός αερισμός

Πρέπει να επισημανθεί το γεγονός πως, πέραν της εγκατάστασης του κύριου κυκλώματος αερισμού όπως αναλύθηκε παραπάνω, είναι επιτακτική η ανάγκη λήψης μέτρων για τα κομμάτια του κοιτάσματος τα οποία δεν εξυπηρετεί το κεντρικό δίκτυο, είτε λόγω ανωμαλιών και απότομων αλλαγών κατεύθυνσης των στοών, είτε λόγω μηδαμινής εισροής αέρα σε αυτά. Τον ρόλο αυτό καλύπτει ο συμπληρωματικός αερισμός, με την δημιουργία συμπληρωματικών και βοηθητικών κυκλωμάτων αερισμού.

Σε κομβικά σημεία εντός του μεταλλείου τοποθετούνται μικροί ανεμιστήρες (boosters), οι οποίοι τραβούν ένα συγκεκριμένο ποσό της παροχής αέρα του κύριου κυκλώματος αερισμού και το στέλνουν σε όποιο σημείο κρίνεται κάθε φορά ότι υπάρχει ανάγκη, μέσω κινητών κυλινδρικών νάυλων σωληνώσεων που θα κατευθύνουν τον αέρα στο σημείο αυτό παράλληλα με τις στοές. Συμπληρωματικά κυκλώματα αερισμού προβλέπεται να δημιουργηθούν στους φακούς (solid) K_5 και K_6 , στα οποία η μέθοδος εκμετάλλευσης θα είναι αυτή των θαλάμων και στύλων. Στο σημείο αυτό αποσαφηνίζεται πως η αδυναμία ένωσης των φακών με το κύριο δίκτυο αερισμού επιλύεται με την διάνοιξη λουκιών, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα

εισόδου, αλλά και εξόδου (ανακύκλωση αέρα) του καθαρού και μολυσμένου αέρα αντίστοιχα.

Ειδικά για την μέθοδο των θαλάμων και στύλων πρέπει να σημειωθεί, ότι προκειμένου ο διοχετευόμενος αέρας από το κύριο κύκλωμα να μην διασκορπίζεται και χάνεται μέσα από τους πολυάριθμους θαλάμους, προβλέπεται η τοποθέτηση κουρτίνων ανάμεσα στους κατάλληλους κάθε φορά στύλους, οι οποίοι θα εμποδίζουν τον αέρα να διασκορπιστεί και θα τον στέλνουν στα σημεία εκείνα εντός της εκμετάλλευσης που παρουσιάζεται κάθε φορά ανάγκη. Οι κουρτίνες συνήθως είναι μεγάλα νάυλον κομμάτια που κρεμιούνται από την οροφή προς το πάτωμα.

10.3. Φυσικός ελκυσμός

10.3.1. Γενικά στοιχεία

Όπως είναι γνωστό δεν μπορεί να επιτευχθεί ροή αέρα μέσα στο υπόγειο μεταλλευτικό δίκτυο εάν δεν εξασφαλισθεί η χορήγηση ενέργειας στο σύστημα υπό μορφής πίεσης για την υπερνίκηση των απωλειών.

Οι απαιτούμενες για την πρόκληση ροής διαφορές πίεσεως είναι δυνατόν να δημιουργηθούν είτε από μηχανικά μέσα (ανεμιστήρες), είτε από φυσική δύναμη. Η συνηθισμένη φυσική δύναμη οφείλεται στις διαφορές θερμοκρασίας και συνεπώς στις διαφορές πυκνότητας των στηλών αέρα μέσα στο μεταλλείο. Ουσιαστικά η θερμική ενέργεια που προστίθεται στο σύστημα μετατρέπεται σε πίεση που είναι ικανή να προκαλέσει ροή. Η ροή αυτή ενδέχεται να εξασφαλίζει επαρκή και αποτελεσματικό αερισμό στο μεταλλείο χωρίς την ανάγκη προσφυγής σε μηχανικά μέσα. Αυτός είναι ουσιαστικά και ο λόγος που σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξετάζεται το ζήτημα του φυσικού αερισμού. Στην περίπτωση όπου η ροή εξασφαλίζει επαρκή αερισμό στο μεταλλείο, ο αερισμός αυτός ονομάζεται φυσικός και η πίεση που αντιστοιχεί σε αυτόν καλείται πίεση φυσικού αερισμού ή ελκυσμού.

Γενικά ο αέρας ρέει από την ψυχρή προς την θερμή στήλη. Μεταβολές της θερμοκρασίας του επιφανειακού αέρα προκαλούν εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας και στα υπόγεια, που περιορίζονται κυρίως στο ανώτερο τμήμα της στήλης εισόδου. Οι μεταβολές αυτές είναι συνήθως ικανές να αντισταθμίσουν την

διεύθυνση της ροής, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κατά τις οποίες το επιφανειακό τμήμα της στήλης είναι μεγάλο ή το μεταλλείο είναι συγκριτικά αβαθές.

Οι πιέσεις του φυσικού αερισμού είναι σημαντικό να εξετάζονται και στα μηχανικώς αεριζόμενα μεταλλεία, καθώς σε περίπτωση συνυπαρξής τους, είναι πιθανόν η πίεση του φυσικού αερισμού να δρα υπέρ η κατά της μηχανικής πίεσεως. Επομένως οι συνθήκες πρόκλησης του φυσικού ελκυσμού θα πρέπει να είναι γνωστές και να εξετάζονται με προσοχή πριν την οριστική λήψη απόφασης για την δομή του αερισμού στο μεταλλείο.

Όμως εν τέλει πρέπει να τονισθεί ότι είναι απαραίτητο να καταβάλεται κάθε δυνατή και συστηματική προσπάθεια για να ελεγχθεί έστω και μερικώς ο φυσικός αερισμός. Δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να εγκατελείπεται το μεταλλείο όσον αφορά τον αερισμό στην διάθεση του φυσικού ρεύματος και δια μέσω κατάλληλων ρυθμίσεων, πρέπει να επιτευχθεί έστω και σε κάποια σημεία ικανοποιητικός έλεγχος του φυσικού αερισμού προς όφελος της ασφάλειας της εκμετάλλευσης.

10.3.2. Υπολογισμός πίεσης φυσικού αερισμού

Για το συγκεκριμένο κοίτασμα αναμένεται μια διαφορά θερμοκρασίας κατά τους χειμερινούς μήνες μεταξύ επιφανείας και υπογείων της τάξης των 22°C .

Η πίεση του φυσικού ελκυσμού h_{φ} υπολογίζεται από τον τύπο:

$$h_{\varphi} = 0,0044 \times L \times \Delta T = 0,0044 \times 44\text{m} \times 22^{\circ}\text{C} \rightarrow h_{\varphi} = 4,25 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Όπου L είναι η υψομετρική διαφορά των εισόδων των δύο προσπελαστικών στοών και ΔT είναι η θερμοκρασιακή διαφορά της τάξης των 22°C .

Όπως γίνεται κατανοητό η συγκεκριμένη πίεση φυσικού αερισμού αναφέρεται μόνο στην περίπτωση όπου η διαφορά θερμοκρασίας θα είναι 22°C το οποίο θα είναι δυνατόν μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες. Το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι αποτέλεσμα μιας παραδοχής όσο αφορά την διαφορά θερμοκρασίας οπότε και θα πρέπει να ελεγχθεί στην πράξη.

11. ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγραφούν τα μέτρα που θα ληφθούν έχοντας κύριο σκοπό την ασφάλεια εργαζομένων και μηχανημάτων εντός του μεταλλείου.

11.1. Βασικές έννοιες και ορισμοί

Εργατικό ατύχημα

Σύμφωνα με την νομοθεσία, εργατικό ατύχημα ονομάζεται το βίαιο γεγονός το οποίο συμβαίνει κατά την εκτέλεση της εργασίας ή με αφορμή την εργασία με συνέπεια τη βλάβη της υγείας ή την απώλεια της ζωής του εργαζόμενου. Δηλαδή, το ατύχημα θεωρείται εργατικό όταν προκαλείται από βίαιη ενέργεια που έχει εξωτερική αιτία ξένη προς τον οργανισμό του θύματος και έλαβε χώρα κατά την εκτέλεση της εργασίας ή με αφορμή την εργασία, ώστε να συνδέεται με αυτή άμεσα ή έμμεσα, δηλαδή σε σχέση αιτίου προς αιτιατό. (Ζευγώλης Μ, 2003).

Ο παραπάνω ορισμός καλύπτει δύο κατηγορίες ατυχημάτων

- Εκείνα τα οποία συμβαίνουν κατά την εκτέλεση της εργασίας, δηλαδή, συμβαίνουν ως ευθεία και άμεση συνέπεια της εργασίας. Όπως π.χ. Ο τραυματισμός κατά την πτώση πετρώματος μέσα στο μεταλλείο ή ο τραυματισμός από κόψιμο σε αιχμηρό σημείο είτε του μεταλλείου, είτε των μηχανημάτων. Δηλαδή πρόκειται για ατυχήματα τα οποία συνδέονται στενά με την εργασία και την εκτέλεση της.
- Εκείνα τα οποία συμβαίνουν με αφορμή την εργασία.. Δηλαδή, δεν εμφανίζονται μεν ως άμεση και ευθεία συνέπεια της εργασίας, ευρίσκονται όμως προς αυτή σε σχέση αιτίου προς αποτέλεσμα, υπό την έννοια ότι η εργασία ήταν η αφορμή να εκτεθεί ο εργαζόμενος στις συνθήκες οι οποίες προκάλεσαν τη βίαιη βλάβη σε βάρος της υγείας του ή της ζωής του. Δηλαδή, είναι εκείνα τα ατυχήματα τα οποία, με την κοινή πρόβλεψη και πείρα δεν θα συνέβαιναν εάν ο εργαζόμενος δεν βρισκόταν στην ανάγκη να εκτελέσει τις κινήσεις ή τις ενέργειες οι οποίες ήταν απαραίτητες για να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του, όπως αυτές απορρέουν από τον ΚΜΛΕ. Σε αυτή την

κατηγορία ανήκουν τα ατυχήματα που συμβαίνουν όχι μόνο στο χώρο δουλειάς αλλά και κατά τη διαδρομή την οποία ακολουθεί ο εργαζόμενος όταν μεταβαίνει από και προς την εργασία του, χρησιμοποιώντας βέβαια το συνηθισμένο μέσο ή δρομολόγιο και με σκοπό να φθάσει στην εργασία του ή να επιστρέψει από αυτή.

Η συγκοπή καρδιάς ή η απόπειρα αυτοκτονίας μπορεί να θεωρηθούν ή να μη θεωρηθούν ως εργατικά ατυχήματα, ανάλογα με τις συνθήκες υπό τις οποίες συνέβησαν. Για παράδειγμα η καρδιακή προσβολή η οποία προέρχεται από υπερβολική προσπάθεια ή από συνεχή εξαντλητική εργασία θεωρείται ότι συνιστά εργατικό ατύχημα. Επίσης, η αυτοκτονία θεωρείται εργατικό ατύχημα όταν οφείλεται σε ψυχικό κλονισμό του ατόχου, ο οποίος κλονισμός προήλθε από την εργασία ή με αφορμή την εργασία.

Επαγγελματική ασθένεια

Επαγγελματική ασθένεια είναι η ασθένεια η οποία δημιουργείται στον οργανισμό, εξαιτίας της βλαβερής επίδρασης της εργασίας του μισθωτού, όπως για παράδειγμα η οξεία ή χρόνια δηλητηρίαση του οργανισμού από τα αέρια τα οποία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα από την πυροδότηση της ζελατινοδυναμίτιδας. Η επαγγελματική ασθένεια εξομοιώνεται προς το ατύχημα από πλευράς αντιμετώπισης από την εργατική νομοθεσία και την κοινωνική ασφάλιση.

Ατύχημα

Ατύχημα θεωρείται κάθε βλάβη ή καταστροφή μέρους του έργου ή γειτονικού έργου, που προέρχεται κατά την εκτέλεση της εργασίας ή εξαιτίας της εργασίας και επιφέρει προσωρινή διακοπή της λειτουργίας του έργου, της εκμετάλλευσης ή της χρήσης τους. Ο όρος ατύχημα μπορεί επίσης να αναφέρεται στο εργατικό ατύχημα.

Δυστύχημα

Δυστύχημα χαρακτηρίζεται το εργατικό ατύχημα το οποίο επιφέρει σοβαρό τραυματισμό ή ακροτηριασμό ή θάνατο του εργαζόμενου. Δυστύχημα επίσης μπορεί να χαρακτηριστεί το ατύχημα το οποίο προκαλεί σοβαρή βλάβη ή μακροχρόνια διακοπή της λειτουργίας ή της εκμετάλλευσης ή της χρήσης του έργου.

Παρ' Ολίγον ατύχημα

Παρ' ολίγον ατύχημα ονομάζεται ένα γεγονός που μολονότι δεν προκάλεσε κανένα ατύχημα προσωπικού ή εγκαταστάσεων, εν τούτοις, δημιούργησε όλες τις προϋποθέσεις για ένα πραγματικό ατύχημα. Ας πάρουμε για παράδειγμα την πτώση μεγάλου μεγέθους πλάκας υπερκείμενου ασβεστόλιθου μέσα στη στοά χωρίς εκείνη τη στιγμή να βρίσκεται κάποιος εργαζόμενος στο σημείο της πτώσης, επομένως δεν προκλήθηκε ατύχημα. Ένα τέτοιο περιστατικό δεν πρέπει να μείνει απαρατήρητο, διότι δημιούργησε όλες τις προϋποθέσεις ενός ατυχήματος που εντελώς τυχαία δεν πραγματοποιήθηκε.

Τα παρ' ολίγον ατυχήματα είναι εξίσου σοβαρά με τα πραγματικά και θα πρέπει να μελετώνται για τους δύο παρακάτω λόγους

- Εντοπίζονται τα αδύνατα σημεία των μηχανημάτων ή των εγκαταστάσεων ή της παραγωγικής διαδικασίας ή του τρόπου εργασίας, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα.
- Επισημαίνονται τα σημεία ελλιπούς ασφάλειας (παρουσίας κινδύνου) στο χώρο εργασίας και λαμβάνονται μέτρα για την πρόληψη των ατυχημάτων.

Κίνδυνος

Η παρουσία κινδύνου σημαίνει την πιθανότητα να συμβεί κάτι ανεπιθύμητο. Δηλαδή, η έννοια του κινδύνου προκύπτει από τη σύνθεση δύο εννοιών. Πρώτον της πιθανότητας και δεύτερον του ανεπιθύμητου. Όταν λέμε ότι μία διαδικασία συνεπάγεται κάποιο κίνδυνο, εννοούμε ότι είναι πιθανό από τη διαδικασία αυτή να συμβεί κάτι ανεπιθύμητο.

Αξιοπιστία

Αξιοπιστία συστήματος (π.χ. Μηχανήματος ή εγκατάστασης), είναι το μέτρο της βεβαιότητας ότι το σύστημα θα βρίσκεται σε λειτουργική κατάσταση.

Διαθεσιμότητα

Διαθεσιμότητα ενός συστήματος, π.χ., ενός φορτωτή είναι η πιθανότητα να βρεθεί το μηχάνημα αυτό σε κατάσταση δυνατότητας λειτουργίας όταν ζητηθεί να εκτελέσει την αποστολή του.

11.2. Αιτίες ατυχημάτων

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία οι κυριότερες αιτίες ατυχημάτων είναι

- Μηχανική αστοχία
- Λειτουργικό λάθος
- Άγνωστη αιτία
- Απώλεια ελέγχου εγκατάστασης
- Φυσική καταστροφή
- Λάθος σχεδιασμού
- Εμπρησμός

Οι αιτίες των ατυχημάτων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ταξινομημένες κατα τον ακόλουθο τρόπο.

- 1) Αιτία ο ίδιος ο εργαζόμενος (κυρίως η κόπωση και η εξάντληση φέρνουν έλλειψη αυτοσυγκέντρωσης)
- 2) Το περιβάλλον εργασίας και τα μέσα παραγωγής. Όμως και αυτά εξαρτώνται από τον άνθρωπο
- 3) Τα απρόβλεπτα γεγονότα

Σύμφωνα με την κατάταξη αυτή κι από τα στατιστικά στοιχεία τα οποία διαθέτουμε παρατηρούμαι ότι το 80% περίπου των ατυχημάτων οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος. Τα ατυχήματα αυτά μπορεί να οφείλονται στους παρακάτω παράγοντες

Ηλικία

Οι νέοι παρα την αναμφισβήτητη ενεργητικότητα που διαθέτουν και τα ταχύτερα αντανakλαστικά τους, παθαίνουν συχνά ατυχήματα γιατί τους λείπει η πείρα. Τα μεγάλης ηλικίας άτομα παθαίνουν και αυτά συχνά ατυχήματα εξαιτίας των μειωμένων φυσικών τους ικανοτήτων (μυική δύναμη, όραση, ακοή κλπ).

Απειρία ή άγνοια

Η απειρία ή η άγνοια είναι συχνά αφορμές για ατύχημα. Για παράδειγμα εάν δεν εκτιμηθεί σωστά η αντοχή του υπερκείμενου ασβεστόλιθου μέσα στο μεταλλείο υπάρξειπιθανότητα να έχουμε πτώση και να προκληθεί ατύχημα.

Διανοητική ικανότητα

Υπάρχουν εργασίες οι οποίες απαιτούν ιδιαίτερα προσόντα όπως για παράδειγμα ταχύτητα αντίληψης, ευστροφία και ετοιμότητα. Άτομο το οποίο δεν διαθέτει αυτά τα χαρακτηριστικά δεν μπορεί να αντιδράσει ορθά σε δύσκολες ή έκτακτες καταστάσεις, με αποτέλεσμα σε αυτές τις περιπτώσεις να δημιουργείται σύγχυση και κίνδυνος ατυχήματος.

Κακές συνήθειες

Κακές συνήθειες όπως η αμέλεια, η απροσεξία, η ανυπακοή, η αφηρημάδα, η βιασύνη, η επιπολαιότητα κλπ, μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα.

Συναισθηματικοί και ψυχικοί παράγοντες

Σημαντικοί συναισθηματικοί παράγοντες όπως οικογενειακά προβλήματα, διαφορές με συναδέλφους είναι συχνά αιτίες ατυχήματος.

Παθολογικοί παράγοντες

Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι ασθένειες όπως η επιληψία, ο αλκοολισμός, καρδιακά νοσήματα, υπέρταση κλπ.

Κόπωση

Η κόπωση επιβραδύνει τις αντιδράσεις και μειώνει την οξύτητα των αισθήσεων του εργαζομένου. Γι αυτό το λόγο πάρα πολλά ατυχήματα συμβαίνουν κατά τις τελευταίες ώρες του δώρου εργασίας.

Ακόμη, από τη στατιστική ανάλυση των ατυχημάτων προκύπτει ότι το 15% περίπου, από αυτά οφείλεται στο περιβάλλον εργασίας ή στα μέσα παραγωγής. Οι σπουδαιότερες αιτίες για τα ατυχήματα αυτά είναι

- Ο κακός φωτισμός, ο κακός αερισμός, η υψηλή θερμοκρασία, η υγρασία και γενικά οι ανθυγιεινές συνθήκες.
- Η κακή κατάσταση των δαπέδων, κλιμάκων κλπ.
- Η κακή στοιβασιά ή κακή διακίνηση των υλικών στις αποθήκες
- Η ακαταστασία και η έλλειψη καθαριότητας των συνεργείων
- Η χρησιμοποίηση ελαττωματικών εργαλείων και μηχανημάτων
- Η χρησιμοποίηση εργαλείων ή μηχανημάτων χωρίς μέσα προστασίας
- Στην τρίτη κατηγορία των ατυχημάτων ανήκουν εκείνα τα οποία οφείλονται σε απρόβλεπτα γεγονότα. Δηλαδή, οφείλονται σε γεγονότα που δεν μπορεί να προβλέψει ο άνθρωπος, ούτε πότε θα συμβούν, ούτε τι θα τα προκαλέσει. Τέτοια γεγονότα είναι, μια φυσική κλαταστροφή όπως ο σεισμός, η κατολίσθηση κλπ.

11.3 Στατιστικοί δείκτες ατυχημάτων

Για την εκτίμηση του βαθμού ασφάλειας μιας βιομηχανικής μονάδας, υπάρχουν ορισμένοι στατιστικοί δείκτες. Οι δείκτες αυτοί επιτρέπουν τη σύγκριση με άλλες παρόμοιες μονάδες.

Ακόμη επιτρέπουν τον καθορισμό στόχων και λήψη μέτρων για τη βελτίωση του επιπέδου ασφαλείας του εργοταξίου και τη μελλοντική πρόληψη ατυχημάτων. Οι δείκτες μπορεί να αναφέρονται στον αριθμό των ατυχημάτων ανα μονάδα βάρους παραγωγής ή ανα μονάδα χρόνου έκθεσης στους κινδύνους του ατυχήματος.

Επίσης, μπορεί να αναφέρονται στις χαμένες ημέρες εργασίας ανα ατύχημα, εξαιτίας ανικανότητας του παθόντα προς εργασία ή να αναφέρονται σε άλλα στοιχεία όπως θα δούμε παρακάτω.

Σημειώνεται ότι τα ατυχήματα τα οποία λαμβάνονται υπ' όψιν στις στατιστικές μελέτες, είναι εκείνα τα οποία συνεπάγονται απώλεια χρόνου εργασίας τουλάχιστον μιας ημέρας, μετά την ημέρα που συνέβη το ατύχημα. Βέβαια, η τακτική αυτή δεν είναι ορθή, διότι ένα ατύχημα μπορεί να συμβεί χωρίς ή με πολύ ελαφρύ τραυματισμό του εργαζόμενου. Η δε καταγραφή και μελέτη τέτοιων περιστατικών είναι πολύ σημαντική για την εξαγωγή συμπερασμάτων και λήψη προοηξπτικών μέτρων, που θα προκύψει από τη μελέτη ότι είναι απαραίτητα.

Με την καταγραφή όμως των επιπόλαιων τραυματισμών αυξάνεται ο αριθμός των ατυχημάτων και χειροτερεύει η εικόνα του βαθμού ασφάλειας της μονάδας. Αυτό οδήγησε πολλές φορές στην απόκρυψη ελαφρών περιστατικών, είτε εκ μέρους των επιχειρήσεων, είτε εκ μέρους των εργαζομένων, με αποτελέσματα μη παροχή πρώτων βοηθειών σε τέτοια περιστατικά.

Γι αυτό το λόγο εγκαταλείφθηκε ο συνυπολογισμός των περιστατικών αυτών, παρότι είναι σε βάρος της ακρίβειας υπολογισμού των δεικτών, αλλά είναι προς όφελος της προστασίας του προσωπικού. Σύμφωνα με τα προηγούμενα έχουμε τους ακόλουθους δείκτες

Δείκτης ατυχήματος ανα μονάδα Παραγωγής

Πρόκειται για τον ετήσιο αριθμό ατυχημάτων ανα εκατομμύριο τόνους παραγόμενου βωξίτη. Δηλαδή

$$\Sigma\pi = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων} \times 10^6}{\text{Ετήσια παραγωγή (τόνοι)}}$$

Ο δείκτης αυτός μπορεί να υπολογίζεται είτε για το σύνολο των ατυχημάτων, είτε μόνο για τα θανατηφόρα, είτε ακόμα τα μη θανατηφόρα. Ο δείκτης αυτός δεν είναι πολύ αποκαλυπτικός διότι η ετήσια παραγωγή βωξίτη μπορεί να αυξηθε'ι με τη χρησιμοποίηση αποδοτικότερου εξοπλισμού, οπότε για αυτό τον αριθμό ατυχημάτων

μετά την αντικατάσταση του εξοπλισμού, ο δείκτης φαίνεται βελτιωμένος, χωρίς πραγματικά να έχουν μειωθεί τα ατυχήματα. Ακόμη και μέσα σε μια μικρή θεωρητικά χρονική περίοδο π.χ. μια δεκαετία είναι δυνατό να αλλάξουν πολλές παράμετροι στην εργασία όπως οι συνθήκες εργασίας, ο χρόνος έκθεσης των εργαζομένων, η δυναμικότητα και η αντοχή των μηχανημάτων.

Δείκτης συχνότητας ατυχημάτων

Ο δείκτης συχνότητας, εκφράζει σε ετήσια περίοδο τον απόλυτο αριθμό των ατυχημάτων, (με απώλεια χρόνου μιας τουλάχιστον ημέρας μετά την ημέρα του ατυχήματος), ανα εκατομμύριο ωρών έκθεσης. Δηλαδή,

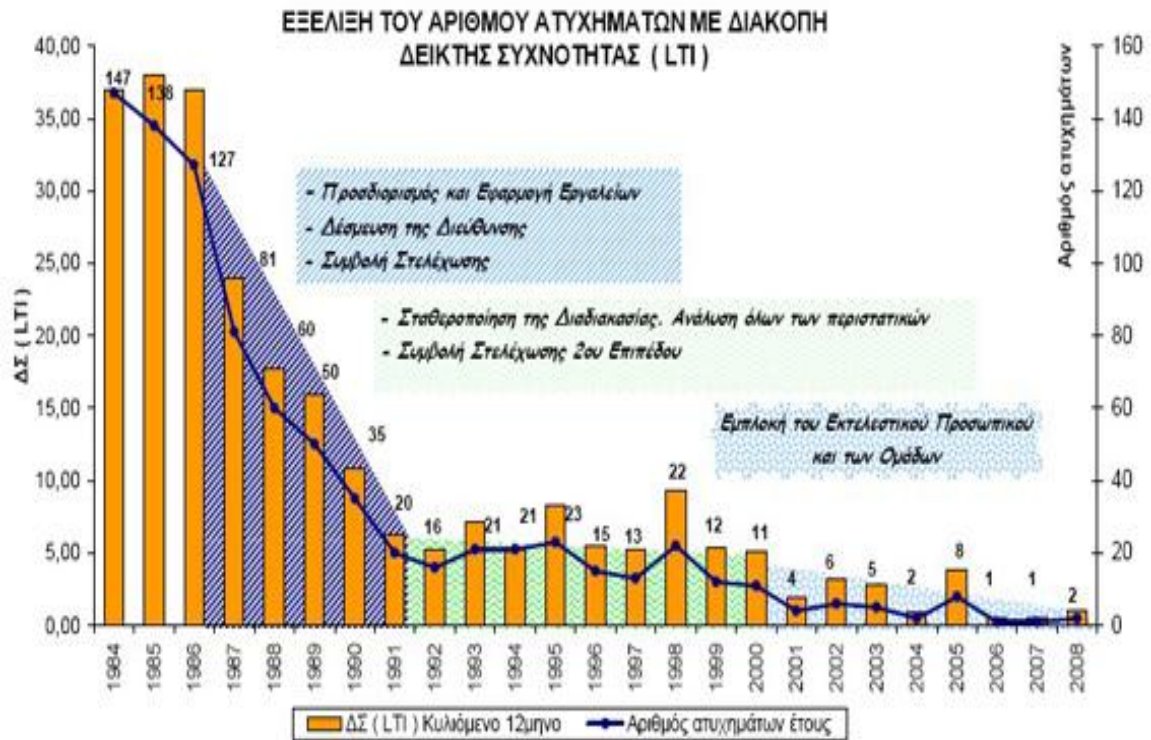
$$\Sigma \nu = \frac{\text{Αριθμός ατυχημάτων} \times 1.000.000}{\text{Σύνολο ωρών έκθεσης εργασίας}}$$

Ο δείκτης αυτός έχει μεγάλη σημασία διότι κατά τον υπολογισμό του λαμβάνεται υπόψη και ο χρόνος έκθεσης στον κίνδυνο. Εν τούτοις, ούτε αυτός αποδίδει την πλήρη εικόνα του βαθμού ασφαλείας μέσα στο μεταλλείο, διότι δεν λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος ο οποίος χάθηκε εξαιτίας του ατυχήματος. Ο δείκτης συχνότητας μας πληροφορεί μεν για το πόσα ατυχήματα συνέβησαν στη συγκεκριμένη περίοδο έκθεσης, δεν μας πληροφορεί όμως για το πόσο σοβαρά ήταν τα ατυχήματα αυτά.

Δείκτης Σοβαρότητας των ατυχημάτων

Ο δείκτης αυτός εκφράζει, σε ετήσια περίοδο, τον αριθμό των χαμένων ημερών εργασίας ένεκα των ατυχημάτων, ανα εκατομμύριο ωρών έκθεσης. Ο δείκτης αυτός μπορεί να εκφράζεται είτε για το σύνολο των ατυχημάτων, είτε μόνο τα θανατηφόρα, είτε μόνο τα μη θανατηφόρα. Ο δείκτης αυτός δίνεται από τη σχέση.

$$\Sigma \sigma = \frac{\text{Χαμένες ημέρες} \times 10^6}{\text{Σύνολο ωρών εργασίας}}$$



Εικόνα 11.1 Διάγραμμα συχνότητας ατυχημάτων (ΣΜΕ, 2009).

11.4 Κατηγορίες ατυχημάτων και λόγοι πρόληψης

Με βάση την έκταση της βλάβης της υγείας του εργαζομένου, τα εργατικά ατυχήματα κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες ως εξής.

- **Θανατηφόρα ατυχήματα**

Πρόκειται για ατυχήματα τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα το θάνατο του εργαζομένου. Τα ατυχήματα αυτά καταχωρούνται στις ημερομηνίες που συνέβησαν και όχι στις ημερομηνίες θανάτου των παθόντων ο οποίος είναι δυνατόν να συνέβη αργότερα.

- **Ατυχήματα προκαλούντα μόνιμη, πλήρη ανικανότητα**

Τα ατυχήματα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια χεριών ή ποδιών ή ενός χεριού και ενός ποδιού, ολική απώλεια όρασης ή ακοής, παράλυση και γενικώς κάθε αναπηρία η οποία καθιστά αδύνατη την απασχόληση του εργαζομένου.

- **Ατυχήματα προκαλούντα μόνιμη, μερική ανικανότητα**

Τα ατυχήματα αυτά συνεπάγονται απώλεια μέρους του σώματος, όπως πόδι, χέρι, δάκτυλο, μάτι κλπ, χωρίς να καθιστούν τον εργαζόμενο ανάικτο να διετελέσει την εργασία του.

- **Ατυχήματα προκαλούντα προσωρινή ανικανότητα**

Τα ατυχήματα αυτά καθιστούν τον εργαζόμενο προσωρινά ανάικτο προς εργασία. Ο χρόνος ανικανότητας μετράται από την επόμενη του ατυχήματος και για όσο διαρκεί το ατύχημα.

Ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν τα ατυχήματα μπορεί να είναι επίσης ατομικά ή ομαδικά. Τα ομαδικά ατυχήματα σε ένα μεταλλείο μπορεί να έχουν εντυπωσιακό χαρακτήρα.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι λόγοι που επιβάλλουν τη λήψη μέτρων για την πρόληψη των ατυχημάτων όπως ψυχολογικοί, νομικοί κ.α. όμως οι σημαντικότεροι λόγοι θεωρούνται οι ανθρωπιστικοί και οι οικονομικοί.

Ανθρωπιστικοί λόγοι

Ο κάθε εργαζόμενος πηγαίνει στη δουλειά του προκειμένου να καταθέσει από την πνευματική και τη μυική του δύναμη και σε αντάλλαγμα να πάρει το μισθό του. Δεν πηγαίνει για να καταθέσει πόνο ή αίμα και πολύ περισσότερο την ίδια του τη ζωή.

Για να επιστρέψει επομένως μετά την εργασία υγιής, όπως όταν ξεκίνησε για αυτή, θα πρέπει να καταβάλλεται από τον ίδιο αλλά και από όλους τους άλλους που έχουν σχέση με την εργασία του κάθε δυνατή προσπάθεια.

Εξάλλου, όπως αναφέραμε προηγουμένως, το 90% των ατυχημάτων οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα, επομένως μπορεί να οφείλεται σε ένα από τους υπόλοιπους υπεύθυνους, (προϊσταμένους, συναδέλφους κλπ.), οι οποίοι μπορεί να έχουν σχέση με την εργασία του. Βεβαίως, υπάρχουν και απρόβλεπτες φυσικές παράμετροι οι οποίες αναφέρονται στο υπόλοιπο ποσοστό, παρ'όλα αυτά θεωρούνται πολύ πιο σπάνιες.

Οικονομικοί λόγοι

Από κάθε ατύχημα, βλάπτεται οικονομικά ο εργαζόμενος και η οικογένεια του, αλλά ταυτόχρονα και ο εργοδότης και η πολιτεία γενικότερα. Ο ίδιος διότι μειώνονται οι αποδοχές του κατά τη διάρκεια της απουσίας του ενώ παράλληλα αυξάνονται τα έξοδα για την ιατροφαρμακευτική του περίθαλψη ενώ ο εργοδότης, αν και έχει μικρότερη σημασία, βλάπτεται για τους παρακάτω λόγους.

- Κόστος ημερομισθίων για τις ημέρες απουσίας του παθόντα.
- Απώλειας χρόνου εργασίας των εργαζομένων για μεταφορά του παθόντα.
- Πτώσης της παραγωγικότητας των υπόλοιπων εργαζομένων λόγω ηθικού.
- Απώλειας χρόνου για τη συμπλήρωση εντύπων και ενημέρωση διαφόρων φορέων από τον προϊστάμενο και τους αυτόπτης μάρτυρες.
- Κόστους αποκατάστασης της βλάβης των μηχανημάτων και εγκαταστάσεων, η οποία βλάβη οφείλεται στο ατύχημα.
- Απώλεια παραγωγής εξαιτίας της διακοπής που προκλήθηκε από το ατύχημα.

11.5. Φωτισμός

Για τον φωτισμό των υπογείων έργων προβλέπεται η εγκατάσταση σταθερών λαμπτήρων, τόσο στις κεντρικές στοές, όσο και κοντά στα παραγωγικά μέτωπα. Το ρεύμα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί εντός των υπογείων θα είναι χαμηλής τάσης (**42V**) και για το σκοπό αυτό θα εγκατασταθούν ανάλογοι μετασχηματιστές.

Στις κεντρικές στοές η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σταθερών λαμπτήρων δεν θα υπερβαίνει τα 20m κοντά στα μέτωπα εργασίας θα υπάρχει εγκατεστημένος σταθερός φωτισμός, ενώ επί των μετώπων κατά τη διάρκεια της εργασίας του προσωπικού θα χρησιμοποιούνται οι ατομικές λυχνίες κεφαλής (εικόνα 11.2), και ο φωτισμός των μηχανημάτων.



Εικόνα 11.2. Ενσωματωμένοι Λαμπτήρες

Στις περιοχές των εξοφλήσεων, σε σημεία με μεγάλη ύψη και γενικά όπου κρίνεται απαραίτητο από την επίβλεψη θα τοποθετούνται ειδικοί φορητοί προβολείς.

Στις εισόδους των λουκιών προβλέπεται η τοποθέτηση ερυθρών προειδοποιητικών λαμπτήρων για την ασφάλεια όσων κυκλοφορούν πεζοί ή εποχούμενοι πλησίον αυτών.

Πλην του σταθερού φωτισμού, το προσωπικό των υπογείων θα είναι εφοδιασμένο με ειδικές ατομικές λυχνίες με συσσωρευτή, τέτοιας ικανότητας διάρκειας ώστε να επαρκούν για την πλήρη κάλυψη ενός οκταώρου εργασίας.

11.6. Υπόγεια νερά

Κατά την διάρκεια των εργασιών δεν αναμένεται η εμφάνιση υπόγειων υδάτων (εικόνα 11.2) πλην των αναμενόμενων μικρών ποσοτήτων που θα προκύψουν κατά την διάρκεια του φθινοπώρου, όταν παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις. Παρόλα αυτά όμως δεν θα υπάρξει δυσχέρεια στην εκτέλεση των εργασιών.



Εικόνα 11.3 Χαρακτηριστική εικόνα μεγάλης εισροής υδάτων

Για την αποφυγή εισροής υδάτων από την επιφάνεια θα ορυχθούν στις εισόδους των δύο κύριων στοών αύλακες συλλογής υδάτων. Επίσης προς αυτή την κατεύθυνση είναι και ο γενικότερος σχεδιασμός τους με την ανηφορική τους κλίση.

Σε ενδεχόμενη περίπτωση συγκέντρωσης υδάτων στο χώρο της υπόγειας εκμετάλλευσης θα γίνεται απομάκρυνσή τους με την χρήση αντλίας (Εικόνα 11.4).



Εικόνα 11.4 Αντλία νερού

11.7. Ασφάλεια των εργαζομένων

Για την ασφάλεια των εργαζομένων λαμβάνονται όλα τα προβλεπόμενα από τον Κ.Μ.Λ.Ε. μέτρα. Γίνεται χορήγηση όλων των προβλεπόμενων μέσων ατομικής προστασίας και ειδικότερα:

- Κράνη ασφαλείας με εσωτερικό πλαστικό δικτυωτό
- Άρβυλα και μπότες ασφαλείας
- Φόρμες εργασίας
- Αδιάβροχες επενδύσεις
- Ατομικές λάμπες κεφαλής
- Γάντια εργασίας
- Διηθητικό κάνιστρο (μάσκες προσώπου με ειδικά φίλτρα)
- Γυαλιά εργασίας
- Ωτοασπίδες

Η χορήγηση των υλικών (εικόνα 11.5) γίνεται στα χρονικά διαστήματα που ορίζονται από τον

Κ.Μ.Λ.Ε., αλλά και συχνότερα, όταν αυτό επιβάλλεται.



Εικόνα 11.5. Μέσα ατομικής προστασίας

Για την επιπλέον ασφάλεια των εργαζομένων αλλά και για την σωστή τους κατάρτιση γίνονται σεμινάρια από τους μηχανικούς της εταιρείας που αφορούν τον ορθό τρόπο εκτέλεσης των εργασιών.

Όπως έχει ήδη σε προηγούμενο στο υποκεφάλαιο (Λοιπά στοιχεία υποστήριξης) για την υποστήριξη, οι είσοδοι των στοών θα εξασφαλισθούν με την τοποθέτηση μεταλλικού πλέγματος για την συγκράτηση χαλαρών τεμαχίων, ενώ προβλέπεται η τοποθέτηση μεταλλικών πλαισίων τύπου Π και τοποθέτηση επί αυτών ανθεκτικών κορμών καστανιάς.

11.8. Μέτρα προφύλαξης εκτός στοάς

Οι χώροι στην επιφάνεια που αντιστοιχούν στις εκμεταλλεύσεις των διαφόρων φακών είναι εντελώς απομονωμένοι, τόσο από άλλες εκμεταλλεύσεις, όσο και από οποιεσδήποτε δραστηριότητες των κατοίκων των πλησιέστερων χωριών (εικόνα 11.6).

Επίσης βρίσκονται μακριά από Εθνικούς και Επαρχιακούς δρόμους της περιοχής καθώς και από τα δίκτυα ΔΕΗ και ΟΤΕ.

Τα αναφερόμενα παραπάνω καλύπτουν πλήρως τις αποστάσεις τις οποίες θέτει ο Κ.Μ.Λ.Ε.



Εικόνα 11.6 Εξωτερικά μέτρα προστασίας.

Στις πλατείες πρόσβασης, όπου θα αποτίθενται στείρα προϊόντα θα διαμορφώνονται βαθμίδες ασφαλείας ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος από κατολισθήσεις ή πτώσεις υλικών όπου αυτό επιβάλλεται.

Η τελική γωνία πρανούς των επιφανειακών εκμεταλλεύσεων είναι μικρότερη των 60° και έτσι αποφεύγονται κίνδυνοι κατολισθήσεων ή κατακρυμνίσεων. Στις περιοχές όπου σχηματίζονται απόκρημνες θέσεις (π.χ. είσοδοι στοών), θα τοποθετηθούν περιφράξεις σε απόσταση 8 μέτρων από το χείλος των εκσκαφών, έτσι ώστε να είναι δυνατή οποιαδήποτε πρόσβαση προς αυτές.

Σε περίπτωση που κριθεί σκόπιμο οι είσοδοι των στοών θα ενισχυθούν με κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (εικόνα 11.7).



Εικόνα 11.7. Ενίσχυση εισόδου στοάς με κατασκευή από χάλυβα και σκυρόδεμα

11.9. Μέτρα προφύλαξης εντός στοάς

Σε ότι αφορά τις επιπτώσεις από αυτές τις ίδιες τις υπόγειες εκμεταλλεύσεις στον υπερκείμενό του χώρο, δεν θα δημιουργηθούν προβλήματα από καθιζήσεις ή κατακρημνήσεις με την μέθοδο των θαλάμων και στύλων η οποία χρησιμοποιείται. Τα υπερκείμενα των κάθε φύσης έργων είναι ασβεστόλιθοι (ανωκρητιδικοί ή μεσοκρητιδικοί) καλής ή μέτριας συνοχής.

Η συστηματική κοχλίωση της οροφής προλαμβάνει και επιβραδύνει στο μέγιστο την χαλάρωση και σύγκλιση των υπερκειμένων αυτών πετρωμάτων. Ο βωξίτης που θα απομείνει με την μορφή στύλων είναι καλής συνοχής και αντοχής (800-2500 Kgr/CM²).



Εικόνα 11.8. Κοχλίωση παρειών στοάς για την αποφυγή ατυχήματος

Επίσης, συνήθως δεν υπάρχουν σημαντικά ενεργά ρήγματα στην κλειστή περιοχή η οποία αφορά τους χώρους εκμετάλλευσης και τέλος η φάση προπαρασκευής και η φάση εξόφλησης σε συνδυασμό με την μέθοδο εκμετάλλευσης που έχει επιλεγεί και με δεδομένη τη μέχρι σήμερα αποκτηθείσα εμπειρία, σε παρόμοιες εκμεταλλεύσεις, και τον συντελεστή απόληψης που είναι 72% εξασφαλίζουν το αδιατάρακτο των περιοχών.

Παρ' όλα αυτά γίνεται στενή παρακολούθηση των εκμεταλλεύσεων κατά την φάση της εξόφλησης, όταν πλέον αρχίζει η δημιουργία των πρώτων κενών (θαλάμων), με κατάλληλα ηλεκτρονικά όργανα συνεχούς μέτρησης της σύγκλισης της οροφής.

Πρέπει βέβαια να σημειώσουμε, ότι σε περίπτωση που θα υπάρξει σύγκλιση οροφής στις υπόγειες εκμεταλλεύσεις (η οποία θα μετρηθεί από τις πρώτες στιγμές με τα ειδικά ηλεκτρονικά συγκλισιόμετρα), δεν σημαίνει ότι θα συμβούν τελικά και κατακρημνίσεις με φυσικό επακόλουθο επιφανειακές διαταραχές.

Όπως έχει αποδειχθεί τα τελευταία χρόνια που μελετείται το φαινόμενο, η σύγκλιση της οροφής δεν είναι ένα φαινόμενο συνεχές. Υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες αυτή έχει συνέχεια και περίοδοι κατά τις οποίες παραμένει στάσιμη. Δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο να παρατηρείται σύγκλιση της οροφής με γρήγορους σχετικά ρυθμούς

μετά το πέρας της εξόφλησης και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, λόγω ανακατανομής των φορτίων που δέχονται οι στύλοι, να αποκαθίσταται νέα ισορροπία και το φαινόμενο να σταματά.

Στις περιπτώσεις όπου έχουμε σύγκλιση οροφής με δεδομένο, με δεδομένο ότι οι ασβεστολιθικές στρώσεις της οροφής δρουν σαν αμφιέριστοι δοκοί ως προς τους στύλους, η σύγκλιση δίνει ένα μικρό βέλος κάμψης και μέχρις ενός ορισμένου πάχους (max 5m), πέραν του οποίου το πέτρωμα της οροφής θεωρείται σχεδόν αδιατάρακτο. Η κάμψη αυτή δεν είναι ικανή να προξενήσει επιφανειακές διαταραχές, με δεδομένο ότι οι υπόγειες εργασίες μας έχουν διαφορά τοπογραφικού αναγλύφου-επιπέδου εργασιών, πλέον των 150m.

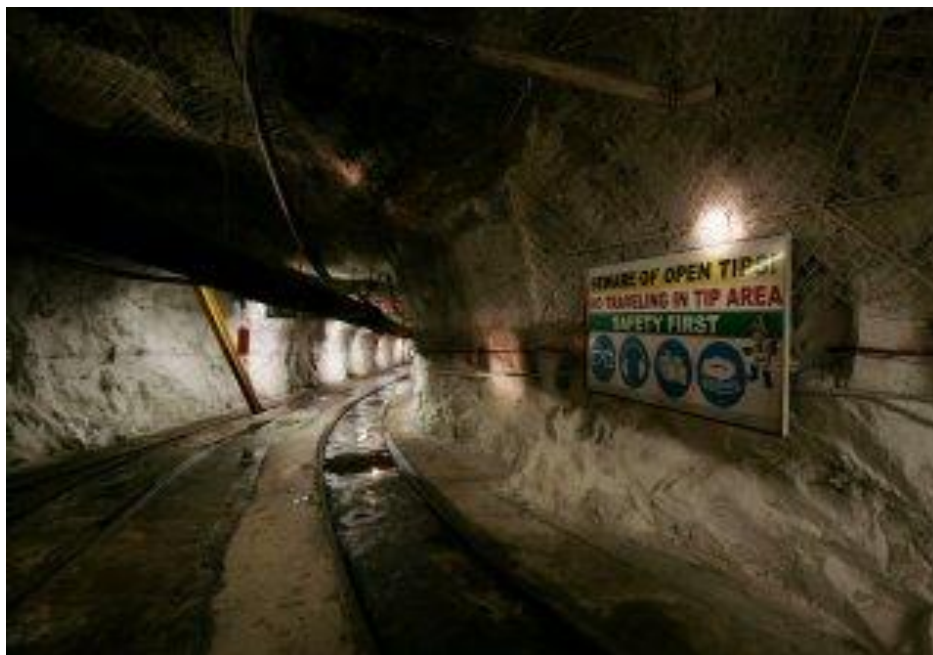
Στις περιπτώσεις όπου θα συνεχιστούν οι ρυθμοί σύγκλισης οροφής και γίνει αστοχία πετρώματος (κατακρήμιση οροφής), τότε καλύπτεται ένα κενό πάχους 4-5 μέτρων κατά μέσο όρο (το μέσο πάχος του βωξίτη ο οποίος εξορύχθηκε). Το κενό αυτό εάν καλυφθεί πλήρως και δεν λειτουργήσει το φαινόμενο του θόλου, με μερική μόνο κατακρήμιση των στρώσεων και μετέπειτα δυναμική ισορροπία του νέου μικρότερου κενού, δεν είναι ικανό να δώσει μετρήσιμες ή εμφανείς διαταραχές στην επιφάνεια. Και μόνο με τον όγκο του επηπλίσματος το κενό θα καλυφθεί γρήγορα, με διατάραξη μόνο των πλέον κοντινών στρώσεων ασβεστολίθου προς την οροφή του θαλάμου που κατακρημνίστηκε, ενώ από εκεί και πέρα το πέτρωμα μπορεί να θεωρηθεί ουσιαστικώς αδιατάρακτο.

Εάν παρ' όλα αυτά παρατηρηθούν από κατακρημνήσεις θαλάμων εξόφλησης, ρωγμές καθιζήσεις κλπ στην επιφάνεια, υπάρχει η πρόβλεψη να περιφραχθεί αμέσως ο χώρος καταπόνησης, προς αποφυγήν ατυχημάτων και να ειδοποιηθεί η αρμόδια Επιθεώρηση Μεταλλείων για την από κοινού λήψη επιπρόσθετων μέτρων αντιμετώπισης της κατάστασης.

Με βάση την εμπειρία η οποία έχει συσσωρευτεί από την εκμετάλλευση κοιτασμάτων, δεν προβλέπονται τέτοιου είδους φαινόμενα.

Ειδικά στις εισόδους των προσπελαστικών στοών για την αποφυγή εισόδου ατόμων κατά τις περιπτώσεις μη λειτουργίας του εργοταξίου αλλά και για την υποβοήθηση του κυκλώματος αερισμού, όταν απαιτηθεί, μπορούν να τοποθετηθούν πόρτες ή πετάσματα με χειροκίνητο ή αυτόματο μηχανισμό ανοίγματος και κλεισίματος αυτών.

Επιπλέον στις εισόδους των στοών θα τοποθετηθούν προειδοποιητικές απαγορευτικές πινακίδες. Για την επιπλέον ασφάλεια των εργαζομένων στα υπόγεια προβλέπεται και εκεί η τοποθέτηση προειδοποιητικών πινακίδων (πινακίδες, φωτεινοί σηματοδότες με φωτοκύτταρο, σηματοδότες ήχου, φωσφορίζουσες πλαστικές ταινίες κ.ο.κ., εικόνα 11.8), κυρίως στα επικίνδυνα σημεία, καθώς και η φωτεινή σήμανσή τους. Ερυθρή φωτεινή σήμανση θα υπάρχει όπως αναφέρεται και παραπάνω στις εισόδους των λουκιών.



Εικόνα 11.9. προειδοποιητική πινακίδα εντός στοάς

Για την επικοινωνία των υπογείων εργασιών με την επιφάνεια προβλέπεται η τοποθέτηση τηλεφωνικού δικτύου (εικόνα 11.10). Η τοποθέτηση των τηλεφωνικών συσκευών θα γίνει σε κομβικά σημεία.



Εικόνα 11.10. Τηλεφωνική συσκευή εντός της στοάς

Τέλος θα επιβάλλεται για λόγους ασφαλείας η απενεργοποίηση των κινητών τηλεφώνων σε όσους εργάζονται ή εισέρχονται για οποιοδήποτε λόγο στις υπόγειες στοές.

Με κατάλληλα ξύλινα φράγματα, ασφαρίζονται οι προσβάσεις προς εξοφλημένα τμήματα της εκμετάλλευσης ή άλλα επικίνδυνα σημεία, στα οποία τοποθετούνται και προειδοποιητικές σημάσεις. Σε καίρια σημεία και σε διασταυρώσεις εντός των υπογείων θα τοποθετούνται πινακίδες επισήμανσης της εξόδου.

Για την ασφάλεια του προσωπικού και του έργων, τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα προβλέπονται να συντηρούνται κανονικά, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Κυρίως θα ελέγχονται και θα συντηρούνται τα συστήματα ασφαλείας, δηλαδή φρένα, φώτα, υδραυλικά και ηχητικά συστήματα καθώς και τα συστήματα καθαρισμού καυσαερίων.

Για λόγους ασφαλείας απαγορεύεται η απασχόληση μεμονωμένων ατόμων εντός των υπογείων. Οι διάφορες εργασίες προβλέπεται να εκτελούνται από άτομα νηφάλια τα οποία θα διαθέτουν τα απαραίτητα ουσιαστικά και τυπικά προσόντα.

11.10. Επιπρόσθετα μέτρα

Επιπρόσθετα στην εταιρεία Δελφοί Δίστομο Α.Μ.Ε. εκτός από τα προαναφερθέντα μέτρα πρόληψης έχει καθιερωθεί και το ακόλουθο λειτουργικό σχήμα διοίκησης-οργάνωσης το οποίο περιλαμβάνει:

- Την ομάδα ασφαλείας, η οποία αποτελείται από όλα τα τεχνικά στελέχη, τον διευθυντή, τον Προσωπάρχη και τον γιατρό εργασίας και είναι το κυρίαρχο όργανο για κάθε θέμα σχετικό με την ασφάλεια. Η ομάδα αυτή παίρνει αποφάσεις, εγκρίνει εισηγήσεις μελών της, εξουσιοδοτεί μέλη της για ενέργειες στα πλαίσια της ασφάλειας, χαράζει και τροποποιεί τις κατευθύνσεις που αφορούν την ασφάλεια αλλά και την εκπαίδευση.
- Την Υπηρεσία ασφαλείας και εκπαίδευσης: Ιδρύθηκε το 1982, εξαρτάται απ' ευθείας από την Τεχνική Διεύθυνση, παίρνει οδηγίες από την ομάδα ασφαλείας και λειτουργεί όπως προβλέπει ο Κ.Μ.Λ.Ε. Έχει ως σκοπό όχι μόνο να διαπιστώνει αν τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας αλλά και να εξετάζει το ενδεχόμενο λήψης πρόσθετων και ειδικών μέτρων ασφαλείας σε κάθε παρουσιαζόμενη περίπτωση.
- Την ιατρική υπηρεσία: Είναι επανδρωμένη με γιατρό και δυο νοσοκόμους, πλήρους και αποκλειστικής απασχόλησης, λειτουργεί δε κατά τα πρότυπα που επιβάλλει ο Κ.Μ.Λ.Ε. Η υπηρεσία αυτή εξοπλισμένη με όλα τα απαραίτητα μέσα (αποκλειστικό όχημα επιφυλακής όργανα, φάρμακα κλπ.) στεγάζεται σε ιδιαίτερο οίκημα-ιατρείο και λειτουργεί σε ώρες τέτοιες που να εξυπηρετεί πλήρως τις ανάγκες των εργαζομένων της εταιρείας.
- Την ανταλλαγή των τομέων: Είναι ένας θεσμός που καθιερώθηκε το 1981 και αφορά τους Τομεάρχες Μηχανικούς και εργοδηγούς των τομέων οι οποίοι με βάση ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα επισκέπτονται τα εργοτάξια των άλλων τομέων (στα πλαίσια της προσπάθειας για έλεγχο και βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας στους χώρους εργασίας).

- Τον μηχανικό επιφυλακής: Ο μηχανικός επιφυλακής επιλαμβάνεται κάθε έκτακτης περίπτωσης κινητοποιώντας όλα τα μέσα που διαθέτει εταιρεία και συντονίζει τις ειδικές ομάδες ασφάλειας.
- Τις ειδικές ομάδες Ασφάλειας: Τέτοιες ομάδες είναι οι ομάδες παροχής Ά Βοηθειών και πυρασφάλειας κάθε εργοταξίου, η ομάδα επιφυλακής οδηγών αυτοκινήτων και ηλεκτρολόγων, οι οποίοι είναι αρμόδιοι για τον συνεχή έλεγχο και την αντικατάσταση τυχόν προβλημάτων φωτισμού.
- Την εκπαίδευση: Γίνεται με ετήσιο προγραμματισμό αλλά και έκτακτη συνεχής και επαναλαμβανόμενη εκπαίδευση που αφορά όλους τους εργαζόμενους της εταιρείας ανεξάρτητα ιεραρχικής βαθμίδας στις εξής τρεις κατευθύνσεις.



Εικόνα 11.11. Ασθενοφόρο εργοταξίου για την περίθαλψη τυχόν ατυχήματος

- Τη διοικητική εκπαίδευση,
- την τεχνική εκπαίδευση
- Την εκπαίδευση σε θέματα ασφάλειας και υγιεινής.

Η αντιμετώπιση των επικίνδυνων συνθηκών που δημιουργούνται στους χώρους εργασίας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια:

- Της στατιστικής ανάλυσης των ατυχημάτων : Από αυτήν προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα και κατευθύνσεις τόσο για τα μέτρα πρόληψης που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν όσο και για τη βελτίωση των επιλεγμένων συστημάτων ασφαλείας. Τα στοιχεία για τη στατιστική ανάλυση προκύπτουν από τη συστηματική και σε βάθος έρευνα των ατυχημάτων και των παρ' ολίγον ατυχημάτων. Η έρευνα βασίζεται τόσο στη ανάλυση των αντικειμενικών συνθηκών που επικρατούσαν τη στιγμή του ατυχήματος όσο και στον υποκειμενικό παράγοντα.
- Ερευνητικών προγραμμάτων που πραγματοποιούν ελληνικά και ξένα πανεπιστημιακά ιδρύματα (Σεισμολογικό Ινστιτούτο, η Ecole des Mines , του Παρισιού, το Ε.Μ.Π. κλπ.) για εξειδικευμένα θέματα που άπτονται της ασφάλειας.
- Προηγμένης τεχνολογίας, όπως αυτή ξεκίνησε να εισάγεται το 1984 με τη χρησιμοποίηση των ραδιοκατεύθυνσης στους φορτομεταφορείς.
- Μετρήσεων : α) αερισμού ποσοτικών και ποιοτικών, β) Ήχου, γ) σκόνης, δ) κοχλίων οροφής και ε) συγκλίσεως της οροφής στους χώρους των εξοφλήσεων. Οι μετρήσεις αυτές δίνουν τις χαρακτηριστικές καμπύλες καθόδου της οροφής, οι οποίες μας βοηθούν να προβλέψουμε με ακρίβεια πιθανές απότομες πτώσεις και έτσι να παρθούν τα ανάλογα μέτρα ασφαλείας.
- Υγρής διάτρησης παντού. Γίνεται εμφύσηση νερού και πεπιεσμένου αέρα κατά την λειτουργία των διατρητικών φορέων επιφανειακής εκμετάλλευσης πράγμα που μηδενίζει την έκλυση σκόνης.
- Ασύρματης ενσύρματης επικοινωνίας. Υπάρχει πλήρης και συνεχής ασύρματη επικοινωνία κάθε εργοταξίου και σημείου εργασίας με τα γραφεία της εταιρείας, μέσω αποκλειστικής συχνότητας και C.B. Στα υπόγεια εργοτάξια υπάρχει πλήρες σύστημα ενσύρματης επικοινωνίας με αυτόνομες συσκευές.

Οι προσπάθειες για να διατηρείται η ευαισθητοποίηση του προσωπικού συνεχώς σε υψηλό βαθμό γίνονται με τη βοήθεια :

- Εκπαιδευτικού προγράμματος σε θέματα ασφάλειας και υγιεινής. Εκτός από τα προγραμματισμένα σεμινάρια που γίνονται κάθε τρίμηνο, διοργανώνονται και έκτακτα ανάλογα με τις προκύπτουσες ανάγκες. Τα σεμινάρια αυτά α) αφορούν στο αντικείμενο δουλειάς όλων των ειδικοτήτων και στον ασφαλή τρόπο εργασίας στις διάφορες φάσεις και β) ενημερώνουν κάθε εργαζόμενο πάνω σε θέματα υγείας, υγιεινής και παροχής Α' βοηθειών.

Οι παρουσιάσεις των σεμιναρίων γίνονται με σύγχρονες μεθόδους και εποπτικά μέσα (χρήση video, προβολή ταινιών κλπ.)

Στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος εντάσσονται και οι υποδειγματικές διδασκαλίες με θέματα ασφάλειας που γίνονται στους τόπους δουλειάς με εκπαιδευτές την υπηρεσία ασφαλείας και τους επιστάτες ή τους εργοδηγούς των εργοταξίων.

- Βιβλίων που περιέχουν οδηγίες ασφάλειας και αφισών με μηνήματα πρόληψης. Η έκδοση σε επτά βιβλία των οδηγιών για ασφαλή εργασία άρχισε το 1981 και καλύπτει όλες τις ειδικότητες των εργαζομένων της εταιρείας.
- Διαγωνισμών Ασφαλείας: Για να παραμείνουν οι οδηγίες ασφαλείας ζωντανές και να τηρούνται από τους εργαζόμενους καθιερώθηκαν στην εταιρεία Δελφοί Δίστομο Α.Μ.Ε. από το 1983 με επιτυχία ομαδικός και ατομικός διαγωνισμός ασφαλείας.

Οι τομείς που παίρνουν μέρος στον ομαδικό διαγωνισμό έχουν σαν στόχο τους από το 1987, τις 365 μέρες χωρίς ατύχημα.

Ο ατομικός διαγωνισμός γίνεται με τη βοήθεια ειδικών εντύπων όπου οι ερωτήσεις πάνω σε θέματα πρόληψης μπαίνουν με τρόπο σύγχρονο και ευχάριστο (σταυρόλεξα, κουίζ κλπ.)

Τα βραβεία σ' αυτούς τους διαγωνισμούς είναι μόνο ηθικά (μετάλλια, διπλώματα, εκδρομές, δώρα). Ένας σημαντικός αριθμός σύγχρονων μέσων κατάλληλα εκλεγμένων χρησιμοποιείται σε όλες τις εργασίες και τις δραστηριότητες της

εταιρείας ή και δρα κατασταλτικά όταν εκδηλώνεται κάποια επικίνδυνη κατάσταση. Τέτοια μέσα είναι:

- Τα αυτοκίνητα επιφυλακής, ασθενοφόρα και κοινά, που διατίθενται για την άμεση μεταφορά των εργαζόμενων σε περιπτώσεις ανάγκης.
- Οχήματα εφοδιασμένα με αντλίες, που επεμβαίνουν σε περίπτωση πυρκαγιάς και ένας μεγάλος αριθμός πυροσβεστήρων για κάθε κτήριο, μηχάνημα, όχημα και εγκατάσταση αποτελούν το σύστημα πυρασφάλειας των έργων.
- Τα ατομικά μέσα προστασίας, που έχουν επιλεγεί με εργονομικά κριτήρια και εκπληρώνουν ελληνικές και διεθνείς προδιαγραφές.
- Τα μέσα πρώτων βοηθειών και περίθαλψης. Τέτοια είναι α) κατάλληλα εξοπλισμένο ιατρείο β) σταθμός Α' Βοηθειών γ) Ασθενοφόρα οχήματα δ) Ειδικά φορεία περισυλλογής τραυματιών ε) φαρμακεία εργοταξίων.
- Τα μέσα ασφάλειας και προστασίας των εργαζόμενων στους χώρους δουλειάς, που περιλαμβάνουν οχήματα και μηχανήματα ειδικών προδιαγραφών που απαιτούνται για την δουλειά που εκτελούν.
- Τα μέσα επικοινωνίας
- Ένα σύνολο από ειδικές συσκευές και εργαλεία ασφάλειας κατάλληλα για αντίστοιχες δραστηριότητες και θέσεις εργασίας.

11.11. Ο ρόλος του μηχανικού

Ο ρόλος του μηχανικού αλλά και του Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών σε οποιαδήποτε διεκπεραίωση έργου ιεραρχείτε ψηλά στην διπλωματική εργασία, καθώς θεωρείται μείζον ζήτημα τη στάση του μηχανικού καθημερινά στο χώρο εργασίας του και τις νομικές δικλίδες ασφαλείας που θα πρέπει να ισχύουν υπέρ των ανθρώπινων ρυθμών εργασίας τόσο του ίδιου, όσο και των υπολοίπων εργαζομένων, της ασφάλειας και της περιβαλλοντικής μέριμνας.

Την τελευταία δεκαετία, αλλά ιδιαίτερα σε αυτήν την περίοδο οικονομικής κρίσης που διανύουμε, γίνεται μια προσπάθεια υποβάθμισης των συνθηκών εργασίας του εργαζόμενου μηχανικού και της αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μεταλλευτικών διεργασιών. Αναγνωρίζεται το γεγονός πως η μεταλλευτική βιομηχανία παίζει κυρίαρχο ρόλο στην οικονομία και την πολιτική σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω των γεωπολιτικών και γεωστρατηγικών εξελίξεων, συνεπώς υπάρχει μια γενικευμένη προσπάθεια μείωσης του κόστους ζωντανής εργασίας με παράλληλη αύξηση της παραγωγικότητας. Κάτι τέτοιο αποκρυσταλλώνεται και στις πρόσφατες αλλαγές που έγιναν στην νέα έκδοση του Κ.Μ.Λ.Ε. (ημερομηνία έκδοσης, Ιούλιος 2011).

Ο εκσυγχρονισμός του υπάρχοντος κανονισμού είναι αναγκαίος, καθώς τα τεχνολογικά μέσα παραγωγής εξελίσσονται, αλλά οποιαδήποτε αλλαγή θα πρέπει να κινείται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Αυτήν της βελτίωσης των συνθηκών εργασίας των εργαζομένων, της υπεράσπισης των επαγγελματικών και εργασιακών δικαιωμάτων τους και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Πιο συγκεκριμένα, μέσα από τη μεταλλευτική δραστηριότητα είναι σκόπιμο να αναδειχθεί ο ρόλος του μηχανικού ως εγγυητή της ασφάλειας και της υγιεινής του περιβάλλοντος εργασίας των εργαζομένων.

Υπό αυτή την έννοια θα πρέπει ο υπεύθυνος μηχανικός ασφαλείας να φροντίζει για τη συντήρηση των χώρων εργασίας, του εξοπλισμού των εργαζομένων και των μηχανημάτων. Στις αρμοδιότητες του θα είναι η σωστή πυρασφάλεια, η ύπαρξη ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης και η διασφάλιση της ύπαρξης ιατρού.

Η κοινωνική μέριμνα του μηχανικού ασφαλείας θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει όλους εκείνους τους παράγοντες για την ύπαρξη συνθηκών υγιεινής όπως π.χ. σωστά αποδυτήρια, εστιατόριο, αποχωρητήρια, λουτρά και ασφαλής χώρος ανάπαυσης.

Ο δεύτερος άξονας ο οποίος οφείλει να λαμβάνει υπ όψιν του ο υπεύθυνος μηχανικός είναι το περιβάλλον. Στον νέο Κ.Μ.Λ.Ε., θα πρέπει να αναφέρονται εκτενείς διατάξεις για το περιβάλλον, όπου θα υποχρεώνουν τον υπεύθυνο μηχανικό να ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις μεταλλευτικές εργασίες.

Ο μηχανικός οφείλει να διασφαλίζει ότι δε θα επιβαρύνεται περαιτέρω το περιβάλλον, δε θα αναιρούνται οι συνθήκες ασφαλείας και υγιεινής της εργασίας και

γενικά ότι θα τηρούνται οι κανόνες που προβλέπει η νομοθεσία όντας στην ουσία ο εγγυητής της παραγωγικής διαδικασίας. Παράλληλα όμως η νομοθεσία θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα αυτή στο μηχανικό απέναντι στις πιέσεις της εργοδοσίας .

Οιοσδήποτε περαιτέρω αλλαγές στις διατάξεις του Κ.Μ.Λ.Ε (εικόνα 11.12) θα πρέπει -συν τοις άλλοις- να κινούνται:

- στην κατεύθυνση διεύρυνσης της επαγγελματικής και εργασιακής προοπτικής των διπλωματούχων Μηχανικών.
- στη θεσμοθέτηση μηχανισμών που να προστατεύουν το μηχανικό και να μην είναι μόνιμα εκτεθειμένος σε περιπτώσεις μη εφαρμογής της νομοθεσίας (από τον εργοδότη) και ατυχημάτων.



Εικόνα 11.12 Εκδοση ΣΜΕ του Κ.Μ.Λ.Ε.

Τα δύο παραπάνω σημεία προϋποθέτουν ότι η νομοθεσία θα προβλέπει μηχανισμούς ρύθμισης της παραγωγικής διαδικασίας έτσι ώστε ότι ο μηχανικός να μπορεί να διατηρήσει την εργασία του ακόμα και αν έρθει αντιμέτωπος με τον εργοδότη του σε θέματα παραβάσεων.

Το πιο προβληματικό σημείο στον υπό διαβούλευση ΚΜΛΕ είναι η φράση που αφορά στη διενέργεια ελέγχων από την Επιθεώρηση Μεταλλείων και από «μηχανικούς άλλης ισότιμης και αντίστοιχης με τις παραπάνω ειδικότητες, όπως ορίζεται κάθε φορά από το ΤΕΕ και την κείμενη νομοθεσία».

12. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

12.1.Εγκαταστάσεις ηλεκτροδότησης

Είναι χρήσιμο να γίνει αναφορά στην ηλεκτροδότηση του μεταλλείου από υποσταθμό της Δ.Ε.Η. και να παρουσιαστεί ο χάρτης ηλεκτροδότησης όλων των μηχανημάτων. Ο ηλεκτρισμός είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής του μεταλλείου καθώς τροφοδοτεί τα jumbo τους λαμπτήρες τις αντλίες, τους αεροσυμπιεστές αλλά και τους ανεμιστήρες.

Ο υποσταθμός της εταιρείας είναι τριφασικός Μέσης τάσης 20.000 Volt και χρησιμοποιείται μετασχηματιστής για να μετατρέπει την τάση:



Εικόνα 12.1. Υποσταθμός Δ.Ε.Η. Μέσης Τάσης

- Σε εγκαταστάσεις 15KV ή 0,4 KV

Οι εγκαταστάσεις αυτές καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες των φακών και εξειδικεύονται ξεχωριστά για κάθε φακό.

- Εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων

Οι εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, είναι πρόχειρες βοηθητικές εγκαταστάσεις φορητών τηλεφώνων που λειτουργούν με μπαταρίες και εξασφαλίζουν επικοινωνία μεταξύ των γραφείων της επίβλεψης, του συνεργείου των σημείων φόρτωσης και άλλων κύριων σημείων του έργου κοντά στα μέτωπα εργασίας. Στις εγκαταστάσεις αυτές περιλαμβάνονται και οι μονάδες ασύρματης επικοινωνίας των εργοταξίων μεταξύ τους και με τις κεντρικές υπηρεσίες.

- Οι εγκαταστάσεις φωτισμού

Ο κυριότερος λόγος ύπαρξης ρεύματος στα υπόγεια αφορούν το φωτισμό τους. Διακρίνονται δύο είδη φωτισμού:

- Φορητός
- Μόνιμος

Στην πρώτη περίπτωση υπάγεται ο φωτισμός των αυτοκινούμενων μηχανημάτων που είναι εξοπλισμένα με πολυάριθμους προβολείς, καθώς και ο ατομικός φωτισμός των εργαζομένων στους οποίους έχουν διατεθεί λάμπες CEAGMLCS.1 και NORTENLIGHTYL 9800 με λαμπάκια φωτεινής ροής 37 Lm που υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις του κανονισμού ο οποίος λέει 14Lm.

Στη δεύτερη κατηγορία διακρίνουμε ανάλογα με τις δραστηριότητες και τις εγκαταστάσεις, τις παρακάτω περιπτώσεις.

A) θέσεις εργασίας με συνεχή και μόνιμη δραστηριότητα (συνεργεία, σταθμοί φόρτωσης κλπ).

Χρησιμοποιούνται σώματα φθορισμού JARNKONSTAB 7296/24 προδιαγραφών στεγανότητας IP 54 με δύο λάμπες φθορισμού TLD 36-29 ή TLD 36-33 (6200 Lm) και προβολείς 1000W με λάμπες σωληνοτές από χαλαζία ιωδίου 20.000Lm.

Με βάση το όριο των 60 LUX για τις θέσεις της κατηγορίας αυτής και παίρνοντας λόγω των σκοτεινών χρωμάτων περιβάλλοντος έναν συντελεστή 0,05 τα δύο παραπάνω φωτιστικά σώματα μπορούν να καλύψουν χώρους εμβαδού αντίστοιχα.

$$6200\text{Lm} \times 0,05/60 \text{ LUX} = 5,16 \text{ m}^2 \text{ και } 20.000\text{Lm} \times 0,05/60 \text{ LUX} = 16,7\text{m}^2$$

Στους αναφερόμενους χώρους τοποθέτησης τέτοιων φωτιστικών σωμάτων (γραφεία, βεστίαρια, συνεργεία, σταθμοί φόρτωσης, λούκια, αντλιοστάσια), το όριο των 60 LUX του Κ.Μ.Α.Ε. υπερκαλύπτεται με τη τοποθέτηση υπεράριθμων φωτιστικών σωμάτων και των δύο ειδών.

Β) θέσεις εργασίας σε κεντρικές υπόγειες εκσκαφές και εξόδους κινδύνου.

Για τον φωτισμό των θέσεων αυτών (στοών), των οποίων η ένταση φωτισμού επιφανείας πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 LUX χρησιμοποιούνται φωτιστικά σώματα φθορισμού JARNKONSTAB 7296/24 προδιαγραφών στεγανότητας IP 54 κατά IEC με δύο λάμπες TLD 36-29 ή TLD 36-33 (6200 Lm).

Πίνακας 12.1

Γωνία φ σε μοίρες	I=cd/1000 Lm
0	160
5	160
15	159
25	157
35	155
45	145
55	130
65	115
75	94
85	73

Ύψος στοάς $h=2,5\text{m}$ και απόσταση φωτισμού $l=10,09\text{m}$

$$\tan\varphi = l/2h, \varphi = 63,64^\circ, I = 115,265 \text{ cd}/1000\text{Lm}$$

$E = 2 \times 6.200 \times I \times \cos 3\varphi / h^2 = 20,02\text{LUX}$, (στον τύπο 2 είναι ο αριθμός των φωτιστικών σωμάτων που συμβάλλουν και 6.200 η φωτεινή ισχύς των λαμπών του φωτιστικού).

Ύψος στοάς $h=3\text{m}$ και απόσταση φωτιστικών $l=10,57\text{m}$

$$\tan\varphi = l/2, \text{ άρα } \varphi = 60,418^\circ, \text{ άρα } I = 120,786 \text{ cd}/1000 \text{ Lm}, \text{ άρα } E = 20,02\text{LUX}$$

Ύψος στοάς $h=3,5$ μέτρα και απόσταση φωτιστικών $l=10,93 \text{ m}$

$Tan\varphi=1/2$ h, άρα $\varphi=57,362^0$, άρα $I=1253$ cd/1000 Lm, άρα $E=20,00LUX$.

Ύψος στοάς $h=4$ m και απόσταση φωτιστικών $l=11,17$ m

$Tan\varphi=1/2h$, άρα $\varphi=54,389^0$, άρα $I=130,915$ cd/1000 Lm, επομένως $E=20,02LUX$

Γ) θέσεις εργασίας δευτερεύουσας σημασίας από πλευράς διακίνησης προσωπικού-μηχανημάτων.

Για τις θέσεις αυτές η ένταση φωτισμού επιφάνειας πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 LUX. Χρησιμοποιώντας τα ίδια φωτιστικά όπως και στη περίπτωση (β) έχουμε:

Ύψος στοάς $h=2,5$ m και απόσταση φωτιστικών $l=12,85$ m

$Tan\varphi=1/2h$, άρα $\varphi=68,753^0$, άρα $I=105,894$ cd/1000Lm, επομένως $E=10,01LUX$

Ύψος στοάς $h=3$ m και απόσταση φωτιστικών $l=13,61$ m

$Tan\varphi=1/2h$, άρα $\varphi=66,209^0$, άρα $I=110,739$ cd/1000 Lm, επομένως $E=10,01LUX$

Ύψος στοάς $h=3,5$ m και απόσταση φωτιστικών $l=14,23$ m

$Tan\varphi=1/2h$, άρα $\varphi=63,806^0$, άρα $I=115,028$ cd/1000 Lm, επομένως $E=10,01$ LUX

Ύψος στοάς $h=4$ m, και απόσταση φωτιστικών $l=14,74$ m

$Tan\varphi=1/2h$, άρα $\varphi=61,509^0$, άρα $I=118,933$ cd/1000 Lm, επομένως $E=10,00LUX$.

Δ) Στις πλατείες προ των εισόδων των στοών για τον φωτισμό αυτών ή των τυχόν εγκαταστάσεων που βρίσκονται πάνω σ' αυτές χρησιμοποιούνται φωτιστικά κορυφής των 250W.

Σημειώνεται ότι η αναφορά στους συγκεκριμένους τύπους φωτιστικών είναι ενδεικτική και ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα αντιστοίχων προδιαγραφών και φωτιστικών αποδόσεων οποιουδήποτε άλλου κατασκευαστή.

Ειδικότερα για τον φακό Αγία Άννα τον οποίο μελετάμε προκύπτουν τα εξής:

A) θέσεις εργασίας σε κεντρικές υπόγειες εκσκαφές και εξόδους κινδύνου

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται 550m στοών, οπότε με απόσταση φωτιστικών σωμάτων $l=11,17m$, απαιτούνται $(550/11,17)+1=50$ φωτιστικά σώματα.

B) θέσεις εργασίας δευτερεύουσας σημασίας από πλευράς διακίνησης προσωπικού-μηχανημάτων

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται 700m στοών οπότε με απόσταση φωτιστικών σωμάτων $l=14,74m$ απαιτούνται $(700/14,74)+1=49$ φωτιστικά σώματα.

Έτσι το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων τύπου JARNKONSTAB 7296/24 προδιαγραφών στεγανότητας IP 54 κατά IEC με δύο λάμπες TLD 36-29 ή TLD 36-33 (6.200 Lm), ή παραμφορείς τύπου φωτιστικού, θα ανέλθει στα 99 τεμάχια κατ'ελάχιστον.

Τέλος όσον αφορά τις :

α) θέσεις εργασίας με συνεχή και μόνιμη δραστηριότητα (συνεργεία, σταθμοί φόρτωσης)

β) Πλατείες προ των εισόδων των στοών

Θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά κορυφής 250W όπως παραπάνω αναφέρεται.

12.2. Εγκαταστάσεις αεροσυμπιεστή

Για τις απαιτήσεις των εκμεταλλεύσεων σε πεπιεσμένο αέρα προβλέπεται η χρήση φορητών ηλεκτροκίνητων, αυτόματης λειτουργίας αεροσυμπιεστών παροχής $7,4 m^3/min$ με πίεση 7 atm.

Οι αεροσυμπιεστές τοποθετούνται κοντά ή και μέσα στα κεντρικά έργα των εκμεταλλεύσεων και από εκεί ο πεπιεσμένος αέρας διοχετεύεται με παροχές 2,5'' και 1,5'' στα μέτωπα εργασίας.

Ο αέρας αυτός καλύπτει τις ανάγκες για την λειτουργία αεροκίνητων μηχανημάτων π.χ. αερόσφυρων, ελαφρών διατρητικών φορείων, μικρών αεροανεμιστήρων, γομωτήρων κλπ.

Οι παραπάνω αεροσυμπιεστές (εικόνα 12.3) είναι φορητοί ηλεκτροκίνητοι τύπου ATLAS CORPO GA55 και η χρήση τους δεν απαιτεί ειδική άδεια εγκατάστασης.



Εικόνα 12.3 Αεροσυμπιεστής σε υπόγειο μεταλλείο

12.3.Βοηθητικές αποθήκες εκρηκτικών-καψυλλίων

Για την προσωρινή φύλαξη μέχρι 500kgg εκρηκτικών και 200 καψυλλίων αντίστοιχα ορίζονται οι κατά το άρθρο 51 παράγραφος 6 και 7 οριζόμενες αποθήκες.

Τα εγκάρσια των αποθηκών αυτών ορίζονται, πάντα σε συνεκτικά και καλής αντοχής πετρώματα και σύμφωνα με τις προδιαγραφές που θέτει ο κανονισμός μεταλλευτικών και λατομικών εργασιών, δηλαδή μεταξύ των αποθηκών και των γειτονικών κεντρικών στοών μεσολαβεί φυσικός στύλος πετρώματος πάχους 20m,

είναι σχήματος Γ και πλαισιώνονται από τα απαραίτητα εγκάρσια, που προβλέπει η τρίτη παράγραφος του άρθρου 71.

Τα εγκάρσια των αποθηκών εκρηκτικών και καυσλλίων είναι τετραγωνικής διατομής διαστάσεων $3 \times 3 \text{m}^2$ και βάθους 4m.

Επισημαίνεται ότι η παράδοση εκρηκτικών προς τα εργοτάξια της εταιρείας γίνεται σχεδόν καθημερινά με ειδικά διασκευασμένο όχημα από την κεντρική αποθήκη εκρηκτικών και καυσλλίων (εικόνα 12.4) με την αντίστοιχη άδεια λειτουργίας.



Εικόνα12.4 Σήμανση αποθήκης εκρηκτικών υλών σε μεταλλείο

12.4 Εγκαταστάσεις συνεργείου-αποδυτηρίων-γραφείων-καυσίμων-υλικών

Στην επιφάνεια και μπροστά από τις εισόδους των κεντρικών στοών υπάρχουν τροχόσπιτα διασκευασμένα κατάλληλα με λουτήρες και νιπτήρες προκειμένου να χρησιμοποιούνται σαν αποδυτήρια. Επίσης είναι αναγκαίο αρκετές φορές οι εγκαταστάσεις αυτές να βρίσκονται υπογείως μέσα σε ορυσσόμενα τμήματα στοών.

Τα εγκάρσια αυτά των συνεργείων και των γραφείων είναι μεγάλων διαστάσεων, ώστε στο μεν εγκάρσιο του γραφείου να μπορεί να τοποθετηθεί ένα τροχόσπιτο, στο δε του συνεργείου να μπορεί να κατασκευαστεί μία ράμπα η οποία θα εξυπηρετεί τις ανάγκες κατά τις συντηρήσεις και τις επισκευές των μηχανημάτων.

Οι ανάγκες του εργοταξίου το οποίο είναι αντικείμενο μελέτης της Διπλωματικής μας εργασίας θα εξυπηρετηθούν από τις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις του συνολικότερου εργοταξίου το οποίο υπήρχε για κοντινούς φακούς. Σε περίπτωση που αυτές δεν επαρκούν θα προστεθούν οι απαιτούμενες για την εξυπηρέτηση των αναγκών του εργοταξίου.



Εικόνα 12.5. Συνεργείο μηχανημάτων εργοταξίου

12.5.Εγκαταστάσεις σταθμών φόρτωσης

Ανάλογα με την έκταση των φακών σε κάθε έναν από αυτούς κατασκευάζονται ένας ή περισσότεροι σταθμοί φόρτωσης ΣΦ. Οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται στο τέρμα των κεντρικών προσπελαστικών στοών και ορύσσονται ως επί το πλείστον εντός των ασβεστόλιθων και κοντά στο όριο της μεταλλοφορίας.

Όπως φαίνεται στην τομή αυτή, πάνω από την κεντρική στοά ορύσσεται ένα εγκάρσιο το οποίο χρησιμοποιείται σαν αποθήκη μεταλλεύματος και στο τέρμα του ανοίγουμε ένα κεκλιμένο (σχεδόν κατακόρυφο) μέχρι το επίπεδο στο οποίο

κυκλοφορεί ο φορτωτής. Το μέταλλευμα που εξορύσσεται από τα μέτωπα μεταφέρεται μέχρι το στόμιο του καμινέτου αυτού με τη βοήθεια του φορτωτού και μετά με την βαρύτητα πέφτει μέσα στο εγκάρσιο.

Στο εγκάρσιο είναι τοποθετημένος ένας ηλεκτρικός αποξεστ'ηρας με τη βοήθεια του οποίου φορτώνονται τα αυτοκίνητα Δ.Χ. τα οποία βρίσκονται μέσα στη στοά. Στη συνέχεια, τα αυτοκίνητα αυτά θα μεταφέρουν τον βωξίτη στο εργοστάσιο στα Άσπρα σπίτια του Αλουμίνιου της Ελλάδος.

Θα πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι το στόμιο μέσω του οποίου πέφτει το μέταλλευμα από το λούκι στα φορητά διαμορφώνεται από μία ισχυρή σιδηροκατασκευή που αντέχει σε πολλαπλάσιες καταπονήσεις από όσες καλείται να αντιμετωπίσει.

Στον φακό της Αγίας Άννας τον οποίο και μελετάει η Διπλωματική εργασία θα λειτουργήσει ένας σταθμός φόρτωσης μεταλλεύματος (λούκι) σύμφωνα με τα παραπάνω αναφερόμενα.

12.6. Απασχόληση προσωπικού εγκαταστάσεων

Είναι επίσης χρήσιμο να γίνει μία αναφορά στους εργαζόμενους οι οποίοι απασχολούνται στις βοηθητικές εγκαταστάσεις καθώς θεωρούνται ζωτικό όργανο για τη λειτουργία της εκμετάλλευσης του κοιτάσματος μας.

Για τη συντήρηση και την ορθή λειτουργία των διαφόρων βοηθητικών εγκαταστάσεων απασχολείται το ακόλουθο εργατοτεχνικό δυναμικό.

Εγκαταστάσεις σταθμών φόρτωσης : Απασχολούνται ένας οι δύο εργαζόμενοι ανά βάρδια αναλόγως των αναγκών σε κάθε εργοταξιακό συνεργείο

Εγκαταστάσεις συνεργείου : Απασχολούνται ένας ή δύο εργαζόμενοι ανά βάρδια αναλόγως των αναγκών σε κάθε εργοταξιακό συνεργείο.

Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις : Απασχολούνται οι προβλεπόμενοι από τον αντίστοιχο νόμο που διέπει τη λειτουργία των αεροσυμπιεστών και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι ένα μέρος των εργαζομένων του έργου στις κεντρικές εγκαταστάσεις (γραφεία κινήσεως, αποθήκες, συνεργεία κλπ), καλύπτει από άποψη διοικητικής μέριμνας και τις εν λόγω εκμεταλλεύσεις.

13. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΥΠΟΓΕΙΑ Ή ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ

13.1 Στερεά απόβλητα στη μεταλλευτική βιομηχανία

Τα σημαντικότερα απόβλητα τα οποία προκύπτουν στη μεταλλευτική βιομηχανία και κατ' επέκταση στα μεταλλεία βωξίτη είναι τα υπερκείμενα πετρώματα και τα στείρα τα οποία βρίσκονται μέσα στο μέταλλευμα.

Ο ρυθμός παραγωγής των στερεών αποβλήτων στη μεταλλευτική βιομηχανία αυξάνει, καθώς αυξάνεται η παραγωγή μετάλλων. Επομένως η ποσότητα των υπερκείμενων στις υπόγειες και τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, αν και έχουν σχεδόν εκμηδενιστεί τα τελευταία χρόνια καθώς υπάρχει μόνο ένα ενεργό υπαίθριο μεταλλείο, καθώς και η ποσότητα των στείρων στο μέταλλευμα έχουν αυξηθεί.

Ακόμη ένα πρόβλημα το οποίο παρατηρείται κυρίως κοντά σε θάλασσες ή ποτάμια όπως, π.χ. στις σωρούς βωξίτη σε ταξινόμηση μεγεθών κοντά στην Ιτέα, είναι η μόλυνση των υδάτων καθώς και της ατμόσφαιρας λόγω του πνέοντα ανέμου. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βωξίτης προκαλεί περισσότερο μηχανική ρύπανση.

Μερικές φορές παρατηρείται, έξω από τα εργοτάξια όπου υπάρχουν μεγάλοι σωροί, το φαινόμενο των κατολισθήσεων με συνέπειες αρκετά επικύνδυνες για την ασφάλεια των εργαζομένων.



Εικόνα 13.1 Καθάρισμα εργοταξίου έπειτα από κατολίσθηση

Τα προβλήματα αυτά προλαμβάνονται με κατάλληλη προετοιμασία πριν από τη δημιουργία των σωρών (π.χ. με αποψίλωση) ή αντιμετωπίζονται κατά τη δημιουργία τους ή μετά τον σχηματισμό τους, με κατάλληλη διαμόρφωση (κλίση πρανών, πρόσβαση κλπ.) και φυτικές καλλιέργειες (από χόρτα θάμνους ή μεγαλύτερα φυτά), πάνω στους σωρούς.

13.2 Οπτική ρύπανση

Εκτός από το περιβαλλοντικό πρόβλημα απόθεσης στερεών μεταλλευτικών απορριμάτων, με τις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις (οι οποίες έχουν σχεδόν εγκαταλειφθεί), προκαλείται η αλλοίωση του τοπίου από τις εκσκαφές και τις αποψιλώσεις των δασικών, αγροτικών και άλλων εκτάσεων, επομένως προκαλείται οπτική ρύπανση.



Εικόνα 13.2 Υπαίθρια εκμετάλλευση βωξιτικού κοιτάσματος στην ευρύτερη περιοχή Οίτης-Γκιώνας-Παρνασσού.

Είναι γεγονός πως οι δασοσκεπείς και αγροτικές εκτάσεις στη Ελλάδα δεν υπερβαίνουν το 50% του ελληνικού εδάφους (πίνακας 4, Δαμίγος 2009), και επομένως, λαμβάνοντας υπ' όψιν και τις χαμηλές βροχοπτώσεις στη χώρα, κάθε μεταλλευτική δραστηριότητα θα πρέπει να γίνεται με το πνεύμα της ελάχιστης δυνατής οπτικής ρύπανσης.

Πίνακας 4. Χρήσεις γης στην Ελλάδα

Χρήσεις γης	Στρέμματα 10 ⁶	Ποσοστό %
1.Γεωργικές καλλιέργειες	40	30
2.Δάση	25	19
3.Μερικώς δασοσκεπείς	32	24
4.Βοσκότοποι-Θαμνότοποι	25	19
5.Λοιπές	10	8
Σύνολο	132	100

13.3 Υγρά απόβλητα

Απο τα υγρά απόβλητα, τα σημαντικότερα στη μεταλλευτική βιομηχανία είναι τα όξινα νερά των μεταλλείων. Τα νερά αυτά σχηματίζονται όταν οι μεταλλευτικές εργασίες συναντούν υδροφόρο ορίζοντα και τα πετρώματα περιέχουν σιδυροπυρίτη (FeS₂) ή (FeS) ή σπανιότερα άλλα θειούχα ορυκτά.

Έτσι το πρόβλημα γίνεται συχνά έντονο στα υπόγεια ανθρακορυχεία (αλλά και στα μεταλλικά μεταλλεία θειούχων ορυκτών), απο την παρουσία FeS₂ στο μέταλλευμα ή στον άνθρακα ή στα υπερκείμενα μιας εκμετάλλευσης ή ακόμη και στην περιοχή της εκσκαφής του.

Στην περίπτωση του βωξίτη σε μικρές περιεκτικότητες μπορούν να υπάρχουν θειούχος σίδηρος με μορφή σιδηροπυρίτη ή μαρκασίτη.

Τα όξινα νερά ελέγχονται με κατάλληλη διαμόρφωση των εξορυγμένων εδαφών ή με φυτοκαλλιέργειες επάνω σε αυτά ή με εκτροπή των υπόγειων υδάτων ώστε να μην διέρχονται απο περιοχές οι οποίες έχουν εξοφληθεί ή με εξουδετέρωση με την προσθήκη ασβέστου ή υδρασβέστου ή με άλλους τρόπους.

13.4 Αέρια απόβλητα

Τα αέρια απόβλητα στη μεταλλευτική βιομηχανία περιορίζονται στον χώρο του μεταλλείου κυρίως. Στις επιφανειακές εκμεταλλεύσεις η σκόνη και ο θόρυβος είναι οι μοναδικοί ατμοσφαιρικοί ρύποι, ενώ στα υπόγεια το περιβάλλον εργασίας επηρεάζεται, τόσο απο την σκόνη, όσο και απο το θόρυβο, τη θερμοκρασία, την υγρασία, ενώ στα ανθρακορυχεία επηρεάζεται και απο το CH₄ και το CO.

Στον ευρύτερο χώρο του μεταλλείου έντονο είναι επίσης το πρόβλημα της ηχορύπανσης και των δονήσεων απο τις εκρήξεις. Αυτό ισχύει κυρίως στις υπαίθριες εκμεταλλεύσεις.

Πιο συγκεκριμένα στα μεταλλεία βωξίτη όπως στην περίπτωση του κοιτάσματος της Αγίας Άννας οι κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι τα καυσαέρια τα οποία εκλύουν τα μηχανήματα όπως επίσης και η σκόνη είτε απο τη μεταφορά των στείρων και του βωξίτη, είτε απο την ανατίναξη του μετώπου.

Παρ όλα αυτά μετά την ανατίναξη πραγματοποιείται διάλλειμα μισής ώρας έτσι ώστε το κύκλωμα αερισμού να καθαρίσει την ατμόσφαιρα.



Εικόνα 13.3. Εξαγωγή αερίων μέσα απο στοά μεταλλείου

13.5. Αποθέσεις στείρων στο υπο εξέταση κοίτασμα

Στις αποθέσεις στείρων όπου η συσσώρευση αυτών δημιουργεί μεγάλη ύψη, γίνονται βαθμίδες για τηναποφυγή κινδύνων κατολισθήσεων και για την εύκολη πρόσβαση προς αυτές. (περιβαλλοντική αποκατάσταση κλπ.), αν και συνήθως ο χώρος που καταλαμβάνουν είναι κατά πολύ μικρότερος από τα παραχωρημένες εκτάσεις και δεν δημιουργούνται τέτοια προβλήματα.

Πρέπει να αναφέρουμε ότι σε όλους τους χώρους απόθεσης στείρων οι σχηματιζόμενες βαθμίδες θα έχουν πρηνή που δεν θα υπερβαίνουν τις 45^0 και θα ενώνονται με ράμπες κλίσης 7%.

Το πλάτος των βαθμίδων και των ενωτικών ραμπών θα είναι 6 μέτρα. Βαθμίδες στις αποθέσεις τους θα δημιουργούνται ανα 10m υψομετρικής διαφοράς.

Σε ότι αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος, μετά το πέρας των εργασιών στα αναφερόμενα εργοτάξια θα εφαρμόζονται πλήρως οι εγκεκριμένες περιβαλλοντικές μελέτες που η εταιρεία κατέθεσε, με βάση τις υποχρεώσεις του νόμου 998/79 και 1650/86 και που δεσμεύεται για την πιστή εκτέλεσή τους.

Γενικά τα μέτρα τα οποία ακολουθούμε για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος έχουν ως εξής :

A) Μελετητική προσπάθεια για την κάλυψη του λιγότερο δυνατού χώρου με αποθέσεις στείρων

B) Βαθμιδωτή απόθεση στείρων με δυνατότητα ξεχωριστής προσπέλασης κάθε βαθμίδας ώστε να είναι δυνατές οι εργασίες αποκατάστασης

Γ) Διατήρηση ξεχωριστής προσπέλασης για κάθε βαθμίδα της επιφανειακής εκμετάλλευσης, ώστε να είναι προσπελάσιμη και μετά το πέρας των εργασιών εξόρυξης, με σκοπό την άνετη και απρόσκοπτη λειτουργία των μετέπειτα εργασιών αποκατάστασης.

Δ) Όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των κενών των επιφανειακών εκμεταλλεύσεων με στείρα από την ίδια την προσχώρηση των εργασιών σε αυτές.

Ε) Ρίξιμο χώματος εκεί που χρειάζεται πάνω στους σωρούς των στείων και στις βαθμίδες εκμετάλλευσης, για να είναι δυνατή και επιτυχημένη η φύτευση του πρώτου σταδίου.

Στ) Διαδοχική φύτευση πρανών και βαθμίδων με κατάλληλους θάμνους και δένδρα, μέσα σε χώρο περιφραγμένο και προστατευμένο από ζώα και κίνηση τροχοφόρων.

Ζ) Εποχιακά ποτίσματα των φυτεύσεων στους διαφόρους χώρους και επαναφυτεύσεις μέχρι την πλήρη απόκτηση της αναγεννητικής δύναμης του περιβάλλοντος.

Συμπληρωματικά με αυτά που αναφέρονται παραπάνω σημειώνεται ότι από την πραγματοποίηση των έργων προσπέλασης και των λοιπών ενωτικών για την εκμετάλλευση του φακού τον οποίο εξετάζουμε, θα παραχθούν 18.000m^3 ασβεστολιθικών στείων.

Αυτά θα αποτεθούν μέσα στις εξοφλήσεις της υπόγειας εκμετάλλευσης και στην είσοδο της στοάς. Τα 8.000m^3 θα αποτεθούν μέσα στις εξοφλήσεις και τα υπόλοιπα 10.000m^3 εκτός. Η ποσότητα αναφέρεται σε συμπαγή μορφή του ασβεστόλιθου.

Σημειώνεται τέλος πως για την προστασία και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος θα τηρηθούν οι όροι οι οποίοι περιλαμβάνονται στην ΚΥΑ.

13.6. Υπόγεια ή υπαίθρια εκμετάλλευση

Τα τελευταία χρόνια και με αφορμή την εικόνα την οποία παρουσιάζουν τα εγκαταλελειμμένα μεταλλεία στην ευρύτερη περιοχή Οίτης-Γκιώνας-Παρνασσού έχει ανοίξει έντονη συζήτηση σχετικά με την ύπαρξη και τη λειτουργία των υπαίθριων μεταλλείων. Η συζήτηση αυτή έχει απασχολήσει έντονα τους κατοίκους των γύρω χωριών έχοντας πάρει πολύ μεγάλες διαστάσεις.



Εικόνα 13.4. Αντιδράσεις κατοίκων ευρύτερης περιοχής Οίτης-Γκιώνας-Παρνασσού

Σε αυτό το σημείο θα γίνει μία προσπάθεια αποσαφήνισης κάποιων επι μέρους θεμάτων σε σχέση με την κατάσταση η οποία έχει δημιουργηθεί.

Κατ' αρχάς το εν ενεργεία υπαίθριο μεταλλείο στην ευρύτερη περιοχή είναι μόλις ένα, επομένως βλέπουμε ότι πλέον η στροφή στην υπόγεια εκμετάλλευση είναι γεγονός. Υπάρχουν όμως πολλά ανενεργά ή εξοφλημένα υπαίθρια μεταλλεία τα οποία τελικά δεν αποκαταστάθηκαν ποτέ. Οι ευθήμες ανήκουν αρχικά στην πολιτεία και στη συνέχεια στις ίδιες τις μεταλλευτικές εταιρείες.

Κατα τα πρώτα χρόνια της δεκαετίας του 1980 υπήρχε νόμος ο οποίος επέβαλε στις μεταλλευτικές εταιρείες να δίνουν ένα ποσοστό επι των κερδών τους στο κράτος της τάξης του 3%. Το ποσοστό αυτό το παρακρατούσε η πολιτεία με σκοπό την κάλυψη των εξόδων για την περιβαλλοντική αποκατάσταση. Αυτό είναι κάτι το οποίο εκ του αποτελέσματος δεν γινόταν στον βαθμό που θα έπρεπε.

Στη συνέχεια και με την αλλαγή της σχετικής νομοθεσίας η μεταλλευτικές εταιρείες ήταν οι ίδιες υπεύθυνες για την αποκατάσταση των υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. Ο λόγος για τον οποίο εδώ και πολλά χρόνια τα μεταλλεία αυτά παραμένουν ως είχαν, έγγυται στις αλληλοκατηγορίες μεταξύ πολιτείας και μεταλλευτικών εταιριών σχετικά με το ποιός είναι υπεύθυνος για την κατάσταση αυτή.



Εικόνα 13.6 Ορθή περιβαλλοντική αποκατάσταση υπαίθριου μεταλλείου στην περιοχή Οίτης-Γκιώνας-Παρνασσού

Η αλήθεια είναι πως οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις έχουν σημαντικές συνέπειες στο περιβάλλον (πχ. Αισθητή πτώση της πανίδας στο φαράγγι Ρεκκά, Γκιώνα). Οι συνέπειες αυτές είναι οι εξής:

- Αλλοίωση των γεωλογικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής
- Μεταβολές στον υδροφόρο ορίζοντα
- Διάβρωση του εδάφους
- Αλλοίωση του τοπίου καθώς τα δάση ελάτης, ακόμα κι αν υπάρξει αποκατάσταση, χρειάζονται περίπου μισό αιώνα για να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση.
- Συνέπειες στην ρύπανση καθώς έχουν αποψιλωθεί τεράστιες δασικές εκτάσεις.
- Η απόθεση των εξορυκτικών αποβλήτων
- Διάνοξη δρόμων τεραστιου πλάτους εντός των δασών για την μεταφορά και μετακίνηση των Dumper.

- Διατάραξη του οικοσυστήματος λόγω των δονήσεων και των θορύβων απο τις εκρήξεις.



Εικόνα 13.7 Απεικόνιση περιοχής επιρροής της υπαίθριας εκμετάλλευσης

Παρ' όλα αυτά το κόστος απόθεσης στείρων για την τελική αποκατάσταση είναι τεράστιο και η αμφισβήτηση των κατοίκων προς τις μεταλλευτικές εταιρείες είναι φυσικό επακόλουθο.

Βέβαια η κατάσταση αυτή έχει οδηγήσει τους κατοίκους σε λαθεμένη εντύπωση για την αναγκαιότητα ύπαρξης της μεταλλευτικής δραστηριότητας.

Αντιθέτως στην υπόγεια εκμετάλλευση οι θόρυβοι και οι δονήσεις είναι ανεπαίσθητες. Οι μεταλλευτικοί δρόμοι οι οποίοι ανοίγονται είναι ισθητά μικρότεροι, η αλλοίωση του τοπίου είναι ανεπαίσθητη και αφορά την είσοδο στο μεταλλείο και την εξωτερική πλατεία.

Η σημαντικότερη αιτία αντίδρασης των κατοίκων των περιοχών αυτών έχει να κάνει με την αντίληψη για την μεταλλευτική βιομηχανία. Είναι γεγονός πως η μεταλλευτική βιομηχανία ανήκει αποκλειστικά σε επιχειρηματικούς ομίλους. Αυτό είναι έλλειμα

της πολιτείας η οποία δεν επιλέγει, κακώς, την αποκλειστικότητα της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων της χώρας.

Συμπερασματικά θεωρούμε πως η στροφή στην υπόγεια εκμετάλλευση θα πρέπει να εξετάζεται ως προτεραιότητα ακόμα κι αν υπάρχει η δυνατότητα υπαίθριας εκμετάλλευσης. Εξάιρεση αποτελεί η περίπτωση κατα την οποία το κόστος της υπόγεια είναι οικονομικά ασύμφορο.

14. ΕΚΤΙΜΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται η κοστολογική ανάλυση εργασιών που αφορούν το σύνολο της εκμετάλλευσης του υπόγειου μεταλλείου. Η ανάλυση αναπτύσσεται σε δύο επιμέρους πυλώνες, το κόστος επένδυσης και το κόστος λειτουργίας.

Η ανάλυση του κόστους επένδυσης αφορά το κόστος που προκύπτει για την εγκατάσταση των υποδομών του εργοταξίου και την διάνοιξη των στείων στοών.

Το κόστος λειτουργίας αφορά το κόστος για την παραγωγή ενός τόνου(tn) μεταλλεύματος (βωξίτη).

Ο υπολογισμός του κόστους αποδίδεται σε ημερήσια βάση σε αντιστοιχία με την ημερήσια παραγωγή (tn υλικών).

14.1 Κόστος επένδυσης

Στην ανάλυση του κόστους επένδυσης δεν υπολογίζεται το κόστος αγοράς των μηχανημάτων καθώς θα χρησιμοποιηθούν ήδη υπάρχοντα από το στόλο της εταιρείας.

Τα συνολικά μέτρα στείων στοών είναι **790 m**, με διαστάσεις **5m x 5 m** πεταλοειδούς μορφής και συνολικά τα μέτρα διάτρησης στον ασβεστόλιθο φτάνουν τα **810m** μαζί με συμπληρωματικές εργασίες που μπορεί να προκύψουν (δημιουργία λουκιών, παρακάμψεις κ.α.). Σύμφωνα με τις διαστάσεις προκύπτει ότι ο όγκος των στείων είναι **18.063 m³** ,δηλαδή **45.157,5 tn**. Ανά ημέρα παράγονται **334,5 tn** στείρου υλικού.

Η ημερήσια παραγωγή προκύπτει από τον τύπο:

$$\Pi = (S_{\text{στοάς}} \times I_{\text{διατρ.}} \times n \times \text{αριθμός βαρδιών}) = 22,3 \times 3 \times 2,5 \times 2 = 334,5 \text{ tn/ημέρα}$$

Όπου, $S_{\text{στοάς}}$ η διατομή της στοάς, $I_{\text{διατρ.}}$ Το μήκος διάτρησης και n ο συντελεστής ασβεστόλιθου. Η ημερήσια παραγωγή αναφέρεται στην παραγωγή του εκάστοτε μετώπου.

Διάτρηση:

- Κορώνες

$$N = \alpha / L_{\Sigma} = 358,4 / 8000 = 0,05, \quad N = \mathbf{0,05 \text{ κορώνες / ημέρα}}$$

$$\alpha = (56 \text{ διατρήματα/βάρδια}) \times (2 \text{ βάρδιες/ημέρα}) \times (3,2\text{m/διάτρημα}) \rightarrow$$

$$\alpha = \mathbf{358,4 \text{ m/ημέρα}}$$

$$K_K = N \times C_{\Sigma} / \Pi = 0,05 \times 47\text{€} / 334,5 = \mathbf{0,007 \text{ €/tn}}$$

Όπου α τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, $L_{\Sigma} = \mathbf{8000\text{m}}$ η διάρκεια ζωής της κορώνας, N ο συνολικός αριθμός των κοπτικών άκρων που απαιτούνται ανά ημέρα, $C_{\Sigma} = \mathbf{47\text{€}}$ το κόστος αγοράς της κορώνας (ένα τεμάχιο), Π η ημερήσια παραγωγή (στείρων στην συγκεκριμένη περίπτωση) και K_K το κόστος της κορώνας.

- Στελέχη

$$N = \alpha / L_{\Sigma} = 358,4 / 6000 = 0,06, \quad N = \mathbf{0,06 \text{ στελέχη / ημέρα}}$$

$$K_{\Sigma} = N \times C_{\Sigma} / \Pi = 0,06 \times 250 \text{€} / 334,5, \quad K_{\Sigma} = \mathbf{0,044 \text{ €/tn}}$$

Όπου α τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, $L_{\Sigma} = \mathbf{6000\text{m}}$ η διάρκεια ζωής του στελέχους, N ο συνολικός αριθμός των στελεχών που απαιτούνται ανά ημέρα, $C_{\Sigma} = \mathbf{250\text{€}}$ το κόστος αγοράς του στελέχους (ένα τεμάχιο), Π η ημερήσια παραγωγή (στείρων στην συγκεκριμένη περίπτωση) και K_{Σ} το κόστος του στελέχους.

- Κόστος διατρητικού φορείου

Ανάγουμε το κόστος του διατρητικού φορείου σε πετρέλαιο:

$$K_{\Delta\Phi} = (W \times 0,2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 80,5 \times 0,2 \times 0,8 \times 2 \times (1,5/334,5) \rightarrow$$

$$K_{\Delta\Phi} = \mathbf{0,11 \text{ (€/tn)}}$$

Όπου $W = \mathbf{80,5 \text{ Hp}}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού, $C_o = \mathbf{1,5 \text{ €/lt}}$ το κόστος του καυσίμου, n ο συντελεστής φορτίου και Π η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με $\mathbf{0,2\text{lt/hp}}$.

Άρα συνολικά η διάτρηση κοστίζει $K_{\Delta} = (K_K + K_{\Sigma} + K_{\Delta\Phi}) = \mathbf{0,16 \text{ €/tn}}$

Προβλέπονται όμως δύο διατρητικά μηχανήματα, οπότε $K_{\Delta} = 0,32 \text{ €/tn}$

Άρα, το συνολικό κόστος διάτρησης θα είναι:

$$K_{\Delta} = 0,32 \text{ €/tn} \times 45.157,5 \text{ tn} = 14.450,4\text{€}$$

2. Ξεσκάρωμα

$$K_{\Xi} = (W \times 0.2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 122 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,33 \times (1,5/334,5) = 0,028\text{€/tn}$$

Συνολικά το κόστος ξεσκάρωματος υπολογίζεται: $K_{\Xi} = 0,028 \times 45.157,5 \text{ tn} = 1.264,4\text{€}$

3. Υποστήριξη

- Κόστος κοχλιών

$$K_{\kappa} = N_{\kappa} \times C_R / \Pi = 96 \times 14 / 334,5 = 4 \text{ (€/tn)}$$

Όπου $N_{\kappa} = 96$ ο αριθμός των κοχλιών που τοποθετούνται, $C_R = 14\text{€}$ το κόστος αγοράς του κάθε κοχλία και Π η ημερήσια παραγωγή.

$$K_{\Pi} = (W \times 0.2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 80,5 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,75 \times (1,5/334,5) \rightarrow$$

$$K_{\Pi} = 0,043 \text{ (€/tn)}$$

Όπου $W = 80,5 \text{ Hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού, $C_o = 1,5 \text{ €/lt}$ το κόστος του καυσίμου, n ο συντελεστής φορτίου και Π η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με $0,2\text{lt/hp}$.

Συνολικό κόστος θα είναι $K_Y = 4,043 \times 45.157,5 \text{ tn} = 182.571,7\text{€}$

4. Γόμωση – Πυροδότηση

- ANFO

$$K_{\text{ANFO}} = V \times C_{\text{ANFO}} / \Pi = 286,7 \times 0,5 / 334,5 = 0,43 \text{ (€/tn)}$$

$$V = N \times B \times \text{αριθμός βαρδίων} = 56 \times 2,56 \text{ kg/διάτρημα} \times 2 = 286,7 \text{ kg}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{EY}** = **0,5€/kg** το κόστος αγοράς του εκρηκτικού (στην συγκεκριμένη περίπτωση ανά kg), **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{ANFO}** το κόστος του ANFO.

Συνολικό κόστος θα είναι **K_{ANFO} = 0,43 x 45.157,5 tn = 19.417,7 €**

- Ζελατοδυναμίτιδα

$$K_{Zελ} = V \times C_{Zελ} / \Pi = 122,9 \times 1,85 / 334,5 = \mathbf{0,67 \text{ (€/tn)}}$$

$$V = N \times B \times \text{αριθμός βαρδιών} = 56 \times 1,098 \text{ kg/διάτρημα} \times 2 = \mathbf{122,9 \text{ kg/διάτρημα}}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{Zελ}** το κόστος αγοράς του εκρηκτικού (στην συγκεκριμένη περίπτωση ανά kg), **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{Zελ}** το κόστος της ζελατοδυναμίτιδας.

Συνολικό κόστος θα είναι **K_{Zελ} = 0,67 x 45.157,5 tn = 30.255,5 €**

- Καψύλλια

$$K_{Ka} = 1(\text{τεμάχιο}) \times N \times \text{αριθμός βαρδιών} \times C_{Ka} / \Pi = 1 \times 56 \times 2 \times 1€ / 334,5 = \mathbf{0,33 \text{ (€/tn)}}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{Kα}** το κόστος αγοράς του καψυλλίου, **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{Kα}** το κόστος των καψυλλίων.

$$\text{Συνολικό κόστος θα είναι } K_{Ka} = \mathbf{0,33 \times 45.157,5 \text{ tn} = 14.902 \text{ €}}$$

Άρα το συνολικό κόστος γόμωσης και πυροδότησης θα είναι:

$$K_{\Gamma\Pi} = K_{ANFO} + K_{Zελ} + K_{Ka} = \mathbf{64.575,2 \text{ €}}$$

5. Κόστος Φόρτωσης – Μεταφοράς

$$K_{\Phi} = (W \times 0.2\text{lt} \times n \times T \times (C_{\Phi} / \Pi)) = 277 \times 0,2 \times 0,8 \times 2,2 \times (1,5 / 334,5) = \mathbf{0,44 \text{ (€/tn)}}$$

$$K_{\text{TORO40}} = (W \times 0.2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 475 \times 0,2 \times 0,8 \times 2,2 \times (1,5/334,5) \\ = \mathbf{0,75 \text{ (€/tn)}}$$

Όπου **W** η συνολική ιπποδύναμη του φορτωτή, **T** οι ώρες λειτουργίας του φορτωτή, **C_o** το κόστος του καυσίμου, **n** ο συντελεστής φορτίου και **Π** η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με **0,2lt/hp**.

$$\text{Συνολικό κόστος θα είναι } K_{\Phi M} = (K_{\Phi} + K_D) \times 45.157,5 \text{ tn} = \mathbf{53.737,4\text{€}}$$

14.1.1 Κόστος εργασίας

- Χειριστές

$$6 \text{ (χειριστές/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = \mathbf{12 \text{ χειριστές}}$$

Το κόστος των χειριστών είναι:

$$K_X = (3.000\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 12 = \mathbf{1.500\text{€/ημέρα ή } 4,48\text{€/tn}}$$

$$K_X = \mathbf{4,48\text{€/tn} \times 45.157,5 \text{ tn} = 202.305,6\text{€}}$$

- Γομωτές

$$2 \text{ (γομωτές/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = \mathbf{4 \text{ γομωτές}}$$

Το κόστος των γομωτών είναι:

$$K_{\Gamma} = (2.500\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 4 \text{ (γομωτές/ημέρα)} = \mathbf{416,6\text{€/ημέρα ή } 1,24\text{€/tn}}$$

$$K_{\Gamma} = \mathbf{1,24\text{€/tn} \times 45.157,5 \text{ tn} = 55.995,3 \text{ €}}$$

- Επιστάτες

$$1 \text{ (επιστάτης/ημέρα)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = \mathbf{2 \text{ επιστάτες}}$$

$$K_{\text{EΠ}} = (2.500\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 2 = \mathbf{208 \text{ €/ημέρα ή } 0,62\text{€/tn}}$$

$$K_{\text{EΠ}} = \mathbf{0,62\text{€/tn} \times 45.157,5 \text{ tn} = 27.997,6\text{€}}$$

- Μηχανικοί

$$1 \text{ (μηχανικός/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = \mathbf{2 \text{ μηχανικοί}}$$

$$K_M = (2.500\text{€/μήνα}) / 24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 2 = \mathbf{208\text{€/ημέρα ή } 0,62\text{€/tn}}$$

$$K_M = \mathbf{0,62\text{€} \times 45.157,5 \text{ tn} = 27.997,6\text{€}}$$

Το συνολικό κόστος εργασίας στον ασβεστόλιθο είναι:

$$K_E = K_X + K_\Gamma + K_{E\Pi} + K_M = 314.296,1 \text{ €}$$

Το συνολικό κόστος διάνοιξης στειρών (ασβεστόλιθος) στοών είναι:

$$K_I = K_\Delta + K_Y + K_{\Gamma\Pi} + K_{\Phi M} + K_\Xi + K_E = 629.630,8\text{€}$$

Πίνακας 14.1 Κόστος επένδυσης

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Διάνοιξη στειρών στοών	629.630,8
Ηλεκτρολογική εγκατάσταση	15.000
Αγωγοί αερισμού	15.000
Τηλεφωνικό δίκτυο – συσκευές	1.500
Προκατασκευασμένος οικίσκος, εργασίες εγκατάστασης	15.000
Βελτίωση – Συντήρηση δρόμου προσπέλασης	7.500
Περιβαλλοντική αποκατάσταση	30.000
Διάφορες απρόβλεπτες δαπάνες - Στρογγυλοποίηση	6.369,2
Σύνολο	720.000

14.2 Κόστος Λειτουργίας

Τα συνολικά απολήψιμα αποθέματα είναι 160.031 m^3 ή $512.099,2 \text{ tn}$. Η ημερήσια παραγωγή υπολογίζεται ότι παράγονται $\Pi = (S_{\text{στοάς}} \times l_{\text{διατρ.}} \times n \times \text{αριθμός βαρδιών}) = 25 \times 3 \times 3,2 \times 2 = 480 \text{ tn/ημέρα}$. Η ημερήσια παραγωγή αναφέρεται στην ημερήσια παραγωγή του εκάστοτε μετώπου.

Διάτρηση:

- Κορώνες

$$N = \alpha / L_\Sigma = 371,2/8000 = 0,04 \text{ κορώνες την ημέρα}$$

$$a = (58 \text{ διατρήματα/βάρδια}) \times (2 \text{ βάρδιες/ημέρα}) \times (3,2\text{m/διάτρημα}) \rightarrow$$

$$a = 371,2 \text{ m/ημέρα}$$

$$K_K = N \times C_\Sigma / \Pi = 0,04 \times 47\text{€}/480\text{tn} = 0,004 \text{ (€/tn)}$$

Όπου a τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, L_Σ η διάρκεια ζωής της κορώνας, N ο συνολικός αριθμός των κοπτικών άκρων που απαιτούνται ανά ημέρα, C_Σ το κόστος αγοράς της κορώνας (ένα τεμάχιο), Π η ημερήσια παραγωγή (μεταλλεύματος στην συγκεκριμένη περίπτωση) και K_Σ το κόστος της κορώνας.

- Στελέχη

$$N = a / L_\Sigma = 371,2 / 6000 = 0,06 \text{ στελέχη την ημέρα}$$

$$K_\Sigma = N \times C_\Sigma / \Pi = 0,06 \times 197\text{€} / 480\text{tn} = 0,024 \text{ (€/tn)}$$

Όπου a τα μέτρα (m) διάτρησης ανά ημέρα, L_Σ η διάρκεια ζωής του στελέχους, N ο συνολικός αριθμός των στελεχών που απαιτούνται ανά ημέρα, C_Σ το κόστος αγοράς του στελέχους (ένα τεμάχιο), Π η ημερήσια παραγωγή και K_Σ το κόστος του στελέχους.

- Κόστος διατρητικού φορείου

$$K_{\Delta\Phi} = (W \times 0,2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) \text{ (€/tn)}$$

$$K_{\Delta\Phi} = (80,5 \times 0,2\text{lt} \times 0,8 \times 2 \times (1,5/480)) = 0,08 \text{ (€/tn)}$$

Όπου W η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού, C_o το κόστος του καυσίμου, n ο συντελεστής φορτίου και Π η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με $0,2\text{lt/hp}$.

$$K_A = (0,004 + 0,024 + 0,08) = 0,108 \text{ €/tn}$$

Επειδή προβλέπονται δύο διατρητικά το κόστος θα είναι: $K_A = 0,216 \text{ €/tn}$

2. Ξεσκάρωμα

Συνολικά το κόστος ξεσκαρώματος υπολογίζεται:

$$K_{\Xi} = (W \times 0.2 \text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 122 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,33 \times (1,5/480) = \mathbf{0,02 \text{ €/tn}}$$

3. Υποστήριξη

- Κόστος κοχλιών

$$K_k = N_k \times C_R / \Pi = (\text{€/tn})$$

$$K_k = 60 \times 14\text{€} / 480 = \mathbf{1,75 \text{ (€/tn)}}$$

Όπου N_k ο αριθμός των κοχλιών που τοποθετούνται, C_R το κόστος αγοράς του κάθε κοχλία και Π η ημερήσια παραγωγή.

$$K_J = (W \times 0.2 \text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 80,5 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,75 \times (1,5/480)$$

$$K_J = \mathbf{0,03 \text{ (€/tn)}}$$

Όπου $W = 80,5 \text{ Hp}$ η συνολική ιπποδύναμη του διατρητικού, T οι ώρες λειτουργίας του διατρητικού, $C_o = 0,9 \text{ €/lt}$ το κόστος του καυσίμου, n ο συντελεστής φορτίου και Π η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με $0,2 \text{lt/h}$.

Το συνολικό κόστος υποστήριξης εκτιμάται:

$$K_Y = 1,75 + 0,03 = \mathbf{1,78 \text{ €/tn}}$$

4. Γόμωση – Πυροδότηση

- ANFO

$$K_{ANFO} = V \times C_{ANFO} / \Pi \quad (\text{€/tn})$$

$$V = N \times B \times \text{αριθμός βαρδιών} \rightarrow V = 58 \times 2,56 \text{ kg/διατρημα} \times 2 = 296,96 \text{ kg/δ.}$$

$$K_{ANFO} = 296,96 \times 0,5\text{€/kg} / 480\text{tn} = \mathbf{0,3 \text{ €/tn}}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{EY}** το κόστος αγοράς του εκρηκτικού (στην συγκεκριμένη περίπτωση ανά kg), **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{ANFO}** το κόστος του ANFO.

- Ζελατοδυναμίτιδα

$$K_{Zελ} = V \times C_{Zελ} / \Pi \quad (\text{€/tn})$$

$$V = N \times B \times \text{αριθμός βαρδιών} \rightarrow V = 58 \times 1,098 \text{ kg/διάτρημα} \times 2 = 127,3 \text{ kg/δ.}$$

$$K_{Zελ} = 127,3 \times 1,85\text{€/kg} / 480\text{tn} = \mathbf{0,5\text{€/tn}}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{Zελ}** το κόστος αγοράς του εκρηκτικού (στην συγκεκριμένη περίπτωση ανά kg), **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{Zελ}** το κόστος της ζελατοδυναμίτιδας.

- Καψύλλια

$$K_{Ka} = 1(\text{τεμάχιο}) \times N \times \text{αριθμός βαρδιών} \times C_{Ka} / \Pi \quad (\text{€/tn})$$

$$K_{Ka} = 1 \times 58 \times 2 \times 1\text{€/τεμάχιο} / 480\text{tn} = \mathbf{0,24 \text{ €/tn}}$$

Όπου **V** το συνολικό βάρος των εκρηκτικών, **N** ο αριθμός των διατρημάτων, **B** το βάρος του εκρηκτικού ανά διάτρημα, **C_{Kα}** το κόστος αγοράς του καψυλλίου (ανά τεμάχιο), **Π** η ημερήσια παραγωγή και **K_{Kα}** το κόστος των καψυλλίων.

Οπότε το συνολικό κόστος της γόμωσης- πυροδότησης εκτιμάται:

$$K_{\Gamma} = (K_{ANFO} + K_{Zελ} + K_{Ka}) = \mathbf{1,04\text{€/tn}}$$

5. Κόστος Φόρτωσης – Μεταφοράς

$$K_{\Phi} = (W \times 0,2\text{lt} \times n \times T \times C_o) / \Pi \quad (\text{€/tn})$$

$$K_{\Phi} = (277 \times 0,2\text{lt} \times 0,8 \times 2,2 \times (1,5/480)) = \mathbf{0,3 \text{ €/tn}}$$

$$K_{\text{TORO40}} = (W \times 0.2\text{lt} \times n \times T \times (C_o / \Pi)) = 475 \times 0,2 \times 0,8 \times 2,2 \times (1,5/480) = 0,52 \text{ (€/tn)}$$

Όπου **W** η συνολική ιπποδύναμη του φορτωτή, **T** οι ώρες λειτουργίας του φορτωτή, **C_o** το κόστος του καυσίμου, **n** ο συντελεστής φορτίου και **Π** η ημερήσια παραγωγή. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με **0,2lt/hr**.

Το συνολικό κόστος εκτιμάται: **K_{ΦΜ} = 0,82 €/tn**

14.2.1 Κόστος εργασίας

- Χειριστές

$$6 \text{ (χειριστές/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = 12 \text{ χειριστές}$$

Το κόστος των χειριστών είναι:

$$K_X = (3.000\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 12 = 1.500\text{€/ημέρα ή}$$

$$K_X = 3,12\text{€/tn}$$

- Γομωτές

$$2 \text{ (γομωτές/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = 4 \text{ γομωτές}$$

Το κόστος των γομωτών είναι:

$$K_T = (2.500\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 4 \text{ (γομωτές/ημέρα)} = 416,6\text{€/ημέρα ή}$$

$$K_T = 0,86\text{€/tn}$$

- Επιστάτες

$$1 \text{ (επιστάτης/ημέρα)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = 2 \text{ επιστάτες}$$

$$K_{\text{EΠ}} = (2.500\text{€/μήνα}) / (24 \text{ ημέρες/μήνα}) \times 2 = 208 \text{ €/ημέρα ή}$$

$$K_{\text{EΠ}} = 0,43\text{€/tn}$$

- Μηχανικοί

$$1 \text{ (μηχανικός/βάρδια)} \times 2 \text{ (βάρδιες/ημέρα)} = 2 \text{ μηχανικοί}$$

$$K_M = (2.500\text{€/μήνα}) / 24 \text{ ημέρες/μήνα} \times 2 = 208\text{€/ημέρα ή}$$

$$K_M = 0,43\text{€/tn}$$

Το συνολικό κόστος εργασίας στο βωξίτη είναι **K_E = 4,84 €/tn**

Το συνολικό κόστος εξόρυξης στο βωξίτη είναι:

$$K_2 = K_{\Delta} + K_Y + K_{\Gamma\Pi} + K_{\Phi M} + K_{\Xi} + K_E = 8,71 \text{ €/tn}$$

14.3 Κόστος συντήρησης μηχανημάτων

Το κόστος συντήρησης των μηχανημάτων θα υπολογιστεί βάσει του τύπου εμπειρικού τύπου $K_{\Sigma} = 0,4 \times \text{Κόστος καυσίμου}$.

1. Διατρητικό

$$K_{\Sigma\Delta\Phi} = 0,4 \times 0,08 \text{ €/tn} = 0,032 \text{ €/tn και για τα δύο διατρητικά } K_{\Sigma\Delta\Phi} = 0,064$$

2. Φορτωτής

$$K_{\Sigma\Phi} = 0,4 \times 0,3 \text{ €/tn} = 0,12 \text{ €/tn}$$

3. Κοχλιωτικό

$$K_{\Sigma J} = 0,4 \times 0,03 \text{ €/tn} = 0,012 \text{ €/tn}$$

4. Ξεσκαρωτής

$$K_{\Sigma\Xi} = 0,4 \times 0,02 \text{ €/tn} = 0,008 \text{ €/tn}$$

5. DHL TORO40

$$K_{\text{TORO40}} = 0,4 \times 0,52 \text{ €/tn} = 0,208 \text{ €/tn}$$

Το συνολικό κόστος συντήρησης των μηχανημάτων υπολογίζεται:

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma\Delta\Phi} + K_{\Sigma\Phi} + K_{\Sigma J} + K_{\Sigma\Xi} + K_{\Sigma D} = 0,412 \text{ €/tn}$$

14.4 Συνολικό κόστος – προϋπολογιζόμενα κέρδη

Το συνολικό κόστος για την εκμετάλλευση υπολογίζεται με την άθροιση των επιμέρους εξόδων, δηλαδή του κόστους επένδυσης και του συνολικού κόστους παραγωγής και των λοιπών εξόδων που έχουν να κάνουν με το κόστος μεταφοράς, το

κόστος επεξεργασίας, το κόστος φόρτωσης πλοίων στην Ιτέα, επιπλέον μισθώματα κ.α.

Πιο αναλυτικά:

- 1.Κόστος μεταφοράς μέσω φορτηγών στο λιμάνι της Ιτέας: **3 €/tn**
- 2.Κόστος επεξεργασίας: **3 €/tn**
- 3.Κόστος φόρτωσης πλοίων: **0,5 €/tn**
- 4.Μη κατανεμηθέντα έξοδα (έρευνα, αποσβέσεις, διάφορα απρόβλεπτα): **2,5 €/tn**
5. Μισθώματα: **1 €/tn**

Τα υπόλοιπα κόστη υπολογίζονται στα **$K_3=10$ €/tn**

Το κόστος λειτουργίας ανά παραγόμενο τόνο θα είναι:

$$K_A = K_2 + K_Σ + K_3 = 8,71 + 0,412 + 10 = 19,12 \text{ €/tn}$$

14.5. Συνολικό κόστος – Προϋπολογιζόμενα κέρδη

Το συνολικό κόστος θα βρεθεί από το άθροισμα του κόστους επένδυσης και του κόστους λειτουργίας που έχουν ήδη υπολογιστεί. Υπολογίζοντας λοιπόν το συνολικό κόστος και τα αναμενόμενα κέρδη από την πώληση του παραγόμενου βωξίτη θα προκύψουν τα κέρδη από την εκμετάλλευση του κοιτάσματος.

14.5.1 Συνολικό κόστος

Το συνολικό κόστος υπολογίζεται από το άθροισμα του κόστους επένδυσης και του κόστους λειτουργίας. $K = K_E + K_A$.

Το κόστος λειτουργίας στον συνολικά εξορυχθέντα βωξίτη υπολογίζεται

$$K_A = 19,12 \text{ €/tn} \times 512.099,2\text{tn} = 9.791.337 \text{ €}$$

Οπότε το συνολικό κόστος της εκμετάλλευσης θα είναι

$$K = K_E + K_A = 720.000 \text{ €} + 9.796.458 \text{ €} = 10.511.337 \text{ €}$$

14.5.2 Προϋπολογιζόμενα κέρδη

Η μέση τιμή πώλησης του εξορυσσόμενου βωξίτης είναι **30€/tn**. Οπότε τα έσοδα θα είναι: $E = 30\text{€/tn} \times 512.099,2\text{tn} = 15.362.976 \text{ €}$

Άρα τα προϋπολογιζόμενα κέρδη υπολογίζονται:

$$P = E - K = 15.362.976 \text{ €} - 10.511.337 \text{ €} = 4.851.639 \text{ €}$$

Εκτιμάται δηλαδή πως το υπό εκμετάλλευση κοίτασμα που εξετάζεται θα αποφέρει κέρδη της τάξης των **4.851.639 €**.

15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκμετάλλευση των βωξιτικών κοιτασμάτων αποτελεί σημαντικό κομμάτι του μεταλλευτικού κλάδου και θα μπορούσε υπό προϋποθέσεις να αποτελεί και σημαντική πηγή για την εθνική οικονομία. Επίσης είναι σημαντικό το γεγονός πως η εξαγωγή βωξίτη αποτελεί το 9% των συνολικών εξαγωγών (ΕΛΣΤΑΤ).

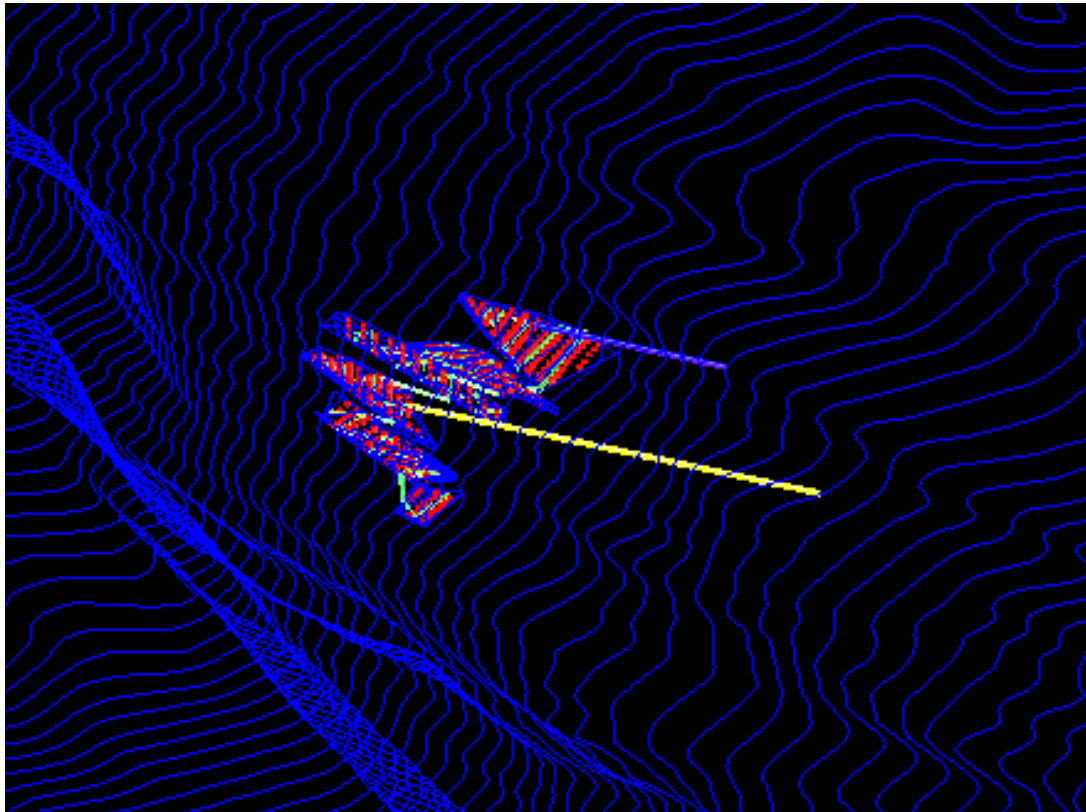
Λόγω της σημαντικότητας της εκμετάλλευσης των βωξιτικών κοιτασμάτων αλλά και γενικότερα της στροφής στην εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου η οποία παρατηρείται, η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τον σχεδιασμό του υπόγειου βωξιτικού κοιτάσματος της Αγίας Άννας. Ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης έγινε με την χρήση H/Y και του μεταλλευτικού λογισμικού Surpac. Η χρήση H/Y στον σχεδιασμό προσφέρει αρκετές πληροφορίες σχετικά με το κοίτασμα, όπως για παράδειγμα τον συνολικό του όγκο αρκετά κοντά στην πραγματικότητα, την δυνατότητα ελέγχου του πάχους του σχεδόν σε όλη την έκτασή του καθιστά πιο εύκολη την εκλογή της σωστής μεθόδου εκμετάλλευσης για το κοίτασμα που εξετάζεται.

Επίσης ο τρισδιάστατος σχεδιασμός επιτρέπει στον Μηχανικό να έχει καλύτερη εικόνα για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων στον χώρο. Επίσης με τον σχεδιασμό αλλά και τις μετρήσεις οι οποίες έγιναν για την μέτρηση των όγκων, του μήκους των στοών, του αερισμού κλπ., μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε τον τρόπο εκμετάλλευσης από οικονομικής πλευράς.

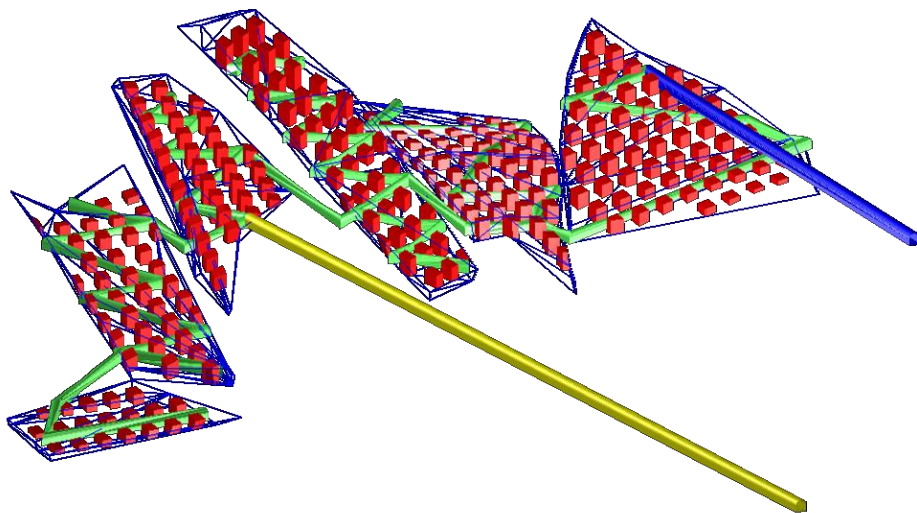
Σημαντικά συμπεράσματα βγήκαν και για τον ρόλο τον οποίο θα πρέπει να έχει ο μηχανικός δίνοντας η εργασία μεγάλη έμφαση στις συνθηκες υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων.

Ταυτόχρονα έγινε και μια αποτίμηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας αλλά και τεκμηρίωση για ορθή εκμετάλλευση.

Το υπόγειο βωξιτικό κοίτασμα της Αγίας Άννας-Α₂ είναι ένα μεσαίου μεγέθους φακοειδές κοίτασμα το οποίο επηρεάζεται από πέντε ρήγματα χωρίζοντας το με αυτό τον τρόπο σε 6 υποφακούς. Οι υποφακοί έχουν διαφορετικές κλίσεις μεταξύ τους και κυμαίνονται από **7-17%**. Τα γεωλογικά του αποθέματα υπολογίστηκαν **604.691tn**.



Εικόνα 15.1 Το κοίτασμα της Αγίας Άννας-Α₂, με προσανατολισμό Β-Ν



Εικόνα 15.2 Τελική άποψη του μεταλλείου Αγία Άννα-Α₂, με προσανατολισμό ΒΔ-ΝΑ

Τα έργα προσπέλασης του κοιτάσματος σχεδιάστηκαν με γνώμονα την μικρότερη δυνατή διάνοιξη εντός στείρων πετρωμάτων που παράλληλα όμως να εξυπηρετεί την απαραίτητη κλίση των προσπελαστικών στοών και το τελικό τους μήκος είναι **627m**

εντός στείρου πετρώματος. Επιπλέον οι προσπελαστικές στοές έπρεπε να κατευθυνθούν προς τα κεντροβαρικά σημεία των δύο τεμαχίων του κοιτάσματος, χωρίς αυτό να αυξάνει το μήκος ή την κλίση τους

Οι κλίσεις του κοιτάσματος μας επέτρεψαν να χρησιμοποιήσουμε την πιο διαδεδομένη μέθοδο υπόγειας εκμετάλλευσης η οποία είναι οι θάλαμοι και στύλο. Το ποσοστό αποληψιμότητας, **84,7%**, κρίνεται επιτυχές. Οι στύλοι είχαν αρχική διάσταση κατά την φάση της ανάπτυξης $8 \times 8\text{m}$ και στη φάση της εξόφλυσης **5m** \times **5m**.

Η δυνατότητα εξόρυξης ανέρχεται σε 4 μπαταριές την ημέρα στα δύο μέτωπα με μέση εξόρυξη μήκους 3m την φορά. Επομένως έχουμε $4 \times 3\text{m} = 12\text{m}$ μήκος. Ανάλογα με το αν είμαστε σε βωξίτη ή ασβεστόλιθο, υπολογίστηκαν και τα αντίστοιχα μεγέθη

Η εκρηκτική ύλη η οποία χρησιμοποιείται είναι το γαλάκτωμα και το Anfo.

Η συνολική διάρκεια μιας πλήρους εργασίας υπολογίστηκε κάτι λιγότερο από 8 ώρες, επομένως δουλεύοντας σε δύο παραγωγικά μέτωπα, και υπολογίζοντας και τις 2 βάρδιες, ταυτόχρονα θα έχουμε **4** ανατινάξεις το 24h.

Για τον βωξίτη υπολογίζεται ότι για κάθε πυροδότηση παράγονται **240tn** επομένως η ημερήσια παραγωγή είναι **960tn**.

Το συνολικό χρονικό διάστημα από την προσέγγιση μέχρι την τελική εξόφλυση υπολογίστηκε σε **3,2** χρόνια, ενώ όλα τα στοιχεία ελήφθησαν από την εταιρεία Δελφοί-Δίστομο Α.Μ.Ε.

Το συνολικό κόστος της εκμετάλλευσης εκτιμήθηκε στα **10.511.337 €**, και το κόστος ανα παραγόμενο tn βωξίτη είναι **19,12 €/tn**. Η μέση τιμή πώλησης του βωξίτη ανέρχεται σε **30 €/tn**, άρα τα έσοδα από την εκμετάλλευση ανέρχονται στα **15.362.976 €** και τα κέρδη στα **4.851.639 €**.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξούλη Λειβαδίτη Αλίκη, Καθηγήτρια, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2008. "Γενική Γεωλογία" - Στοιχεία Δυναμικής και Τεκτονικής Γεωλογίας.

Βουδούρης, Ν., Ορφανουδάκης, Ι. "Αδειοδότηση Λατομείων Αδρανών Υλικών", Λατομείο, Τεύχος 15, σελ 22-28, 2010.

Ζευγώλης Μ. Ν., ΕΜΠ, Αθήνα 2000 "Η Ασφάλεια στη Βιομηχανία".

Καλιαμπάκος Δ., ΕΜΠ, "Περιβάλλον ΙΙ, Προστασία Περιβάλλοντος στη Μεταλλευτική δραστηριότητα".

Κατοπώδης Διονύσης, Διπλωματική εργασία, "Σχεδιασμός εκμετάλλευσης βωξητικού κοιτάσματος Κοκκινόλιθου Φωκίδας", Αθήνα 2011

Λειβαδίτη-Αλεξούλη Αλίκη, Καθηγήτρια, Ε.Μ.Π., 2008, "Γενική Γεωμορφολογία".

Μπελέγρη Α., Παπαδά Μ, Μιχαηλίδης Γ. "Εισαγωγή στη οργάνωση και διοίκηση επιχειρήσεων", ΕΜΠ, 2002

Μπενάρδος Α., ΕΜΠ, "Υπόγειες Μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις στην Ελλάδα".

Μπενάρδος Α.-Καλιαμπάκος Δ., ΕΜΠ, 2010, "Υπόγεια Έργα".

Οικονομόπουλου Ι., ΕΜΠ, 2002, "Ο Αερισμός των Μεταλλείων".

Οικονομόπουλου Ι. "Εκμετάλλευσις Μεταλλείων", ΕΜΠ, 1990.

ΣΜΕ-Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, 2010, «Έκθεση δραστηριοτήτων 2010».

Σοφιανός Ι. «Υποστήριξη Υπογείων Έργων», Α.Ι. Σοφιανός, Εκδόσεις ΕΜΠ

Τερεζόπουλου Νικόλαου, Αν. Καθηγητή, ΕΜΠ, 2003 "Μέθοδοι Υπόγειων εκμεταλλεύσεων".

www.atlascopco.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Γεωλογικός χάρτης περιχάραξης-ρηγμάτων

Κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν χάρτες οι οποίοι προέρχονται από το γεωλογικό, το τοπογραφικό και τέλος το ηλεκτρολογικό τμήμα της εταιρείας οι οποίοι είναι απαραίτητοι και κατά την πραγματική μελέτη σχεδιασμού της εκμετάλλευσης από τους υπεύθυνους μηχανικούς.

Οι χάρτες αυτοί μας δίνουν τη δυνατότητα να έχουμε μια θεωρητική προσέγγιση του όγκου και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κοιτάσματος αλλά και της ευρύτερης περιοχής.

Στη συνέχεια θα δοθούν αναλυτικά οι χάρτες, ενώ θα γίνει και περιγραφή της χρησιμότητας κάθε ενός από αυτούς.

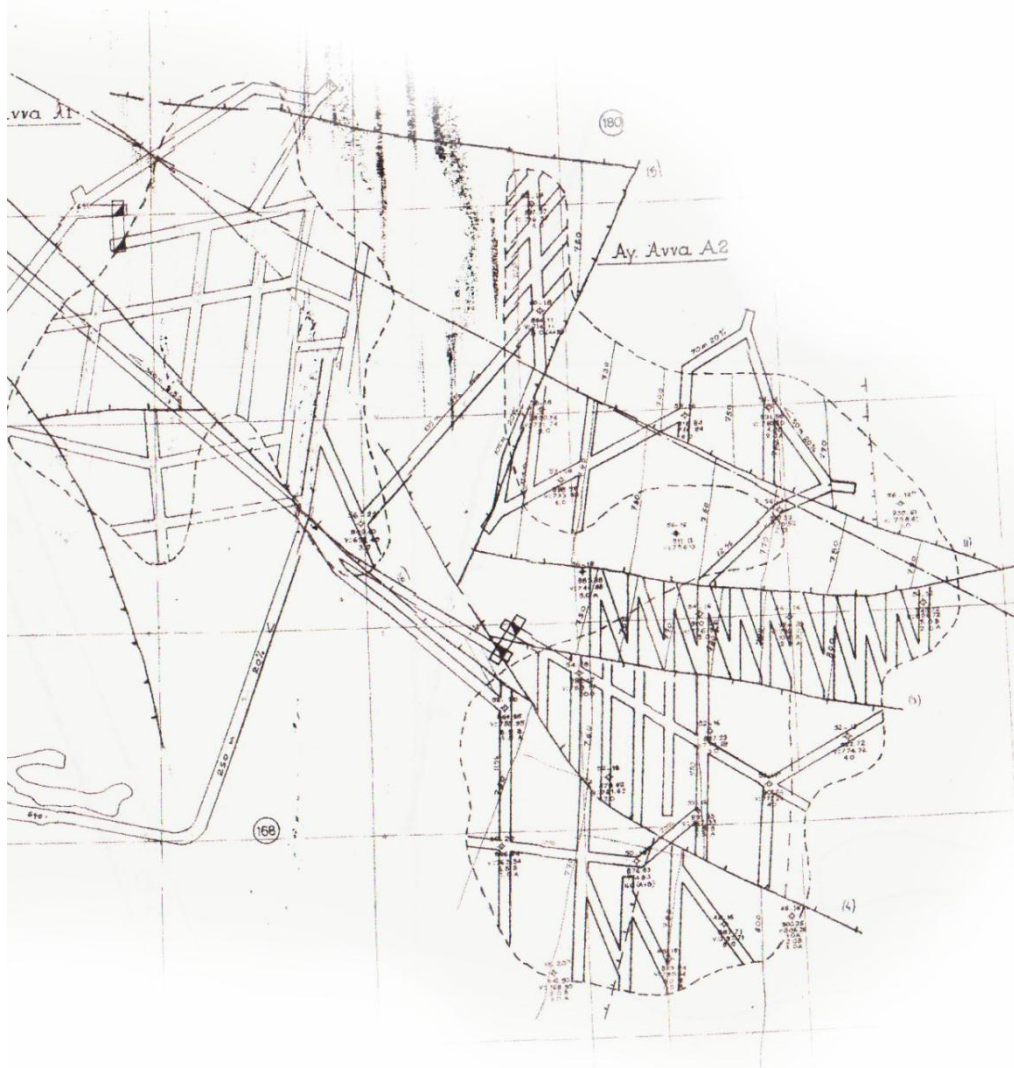
Σε αυτό το σημείο είναι καλό να αποσαφηνιστεί πως οι χάρτες αυτοί λειτούργησαν καταλυτικά για την πλήρη κατανόηση του αντικειμένου της εργασίας παρ' ότι αναφέρονται σε δισδιάστατη μορφή.

Πρώτος χάρτης (εικόνα 17.1.), είναι αυτός ο οποίος μας δίνει μία πρώτη εικόνα για την περιχάραξη του κοιτάσματος. Λαμβάνοντας υπ όψιν τις γεωτρήσεις το γεωλογικό τμήμα είναι υπεύθυνο για την ορθή παρουσίαση του αναμενόμενου φακού.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αντιλαμβανόμαστε τις κλίσεις των ρηγμάτων, τα άλματα των επί μέρους τμημάτων του κοιτάσματος προκειμένου να έχουμε μια αρχική εικόνα για την κατασκευή των προσπελαστικών στοών.

Με αυτό τον τρόπο δίνεται μια εικόνα για την οικονομικότητα της εκμετάλλευσης καθώς πολλές φορές οι δυσκολίες στην προσπέλαση (κόστος προσπελαστικών στοών, ρήγματα κλπ), λειτουργούν καταλυτικά για την εκμετάλλευση ή όχι του φακού.

Η κλίμακα του γεωλογικού χάρτη είναι : 1/1000



Εικόνα 1. Χάρτης απεικόνισης προσπελαστικών στοών και ρηγμάτων

Χάρτης ισοπαχών του κοιτάσματος.

Ο δεύτερος χάρτης (εικόνα 17.2), αναφέρεται στις ισοπαχείς του κοιτάσματος, δηλαδή μας δίνει μια εικόνα για το ανάγλυφο του ίδιου του κοιτάσματος.

Ο χάρτης των ισοπαχών είναι και αυτός ευθύνη του γεωλογικού τμήματος μίας εταιρείας. Οι γεωλόγοι πάλι λαμβάνοντας υπ όψιν τις γεωλογικές παραμέτρους αλλά και τις ίδιες τις γεωτρήσεις με τα αποτελέσματα τα οποία δώσανε κατασκευάζουν ένα δισδιάστατο σχέδιο το οποίο απεικονίζει τις ισοβαθείς.

Οι ισοβαθείς είναι οι γραμμές εκείνες οι οποίες μας δείχνουν την αλλαγή του ύψους του βωξίτη με βήμα 1 μέτρο.

Ο χάρτης αυτός μας βοήθησε κατά την κατασκευή του κοιτάσματος στο σχεδιαστικό πρόγραμμα *surpac* καθώς είναι ο μοναδικός δισδιάστατος χάρτης ο οποίος μας δίνει μία έστω και θεωρητική εικόνα για το τρισδιάστατο σχεδιασμό.

Η κλίμακα του χάρτη των ισοπαχών είναι : 1/1000



Εικόνα 2. Χάρτης ισοπαχών του κοιτάσματος

Ηλεκτρολογικός χάρτης.

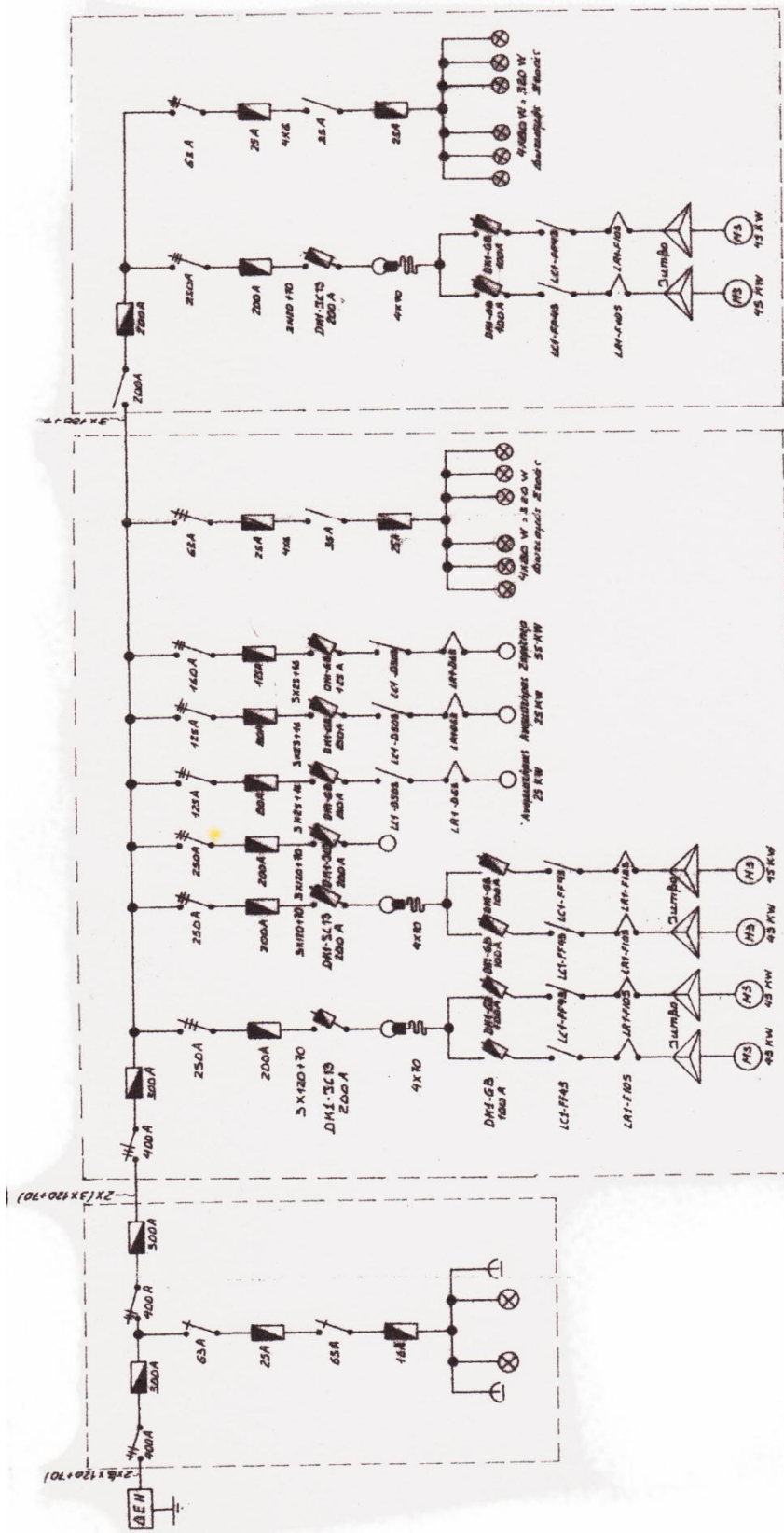
Ο ηλεκτρολογικός χάρτης μας δίνει το σχέδιο το οποίο εφαρμόζεται προκειμένου να φτάσει το ρεύμα από τον εγκατεστημένο υποσταθμό της εταιρίας στα σημεία τα οποία απαιτείται.

Στον χάρτη φαίνεται ο μετασχηματιστής ο οποίος μετατρέπει την τάση από μέση σε χαμηλή για να διοχετευτεί.

Επίσης διακρίνονται οι διακόπτες τροφοδοσίας, οι υποπίνακες για το κάθε σημείο αλλά και τα ρελέ ασφαλείας.

Στη συνέχεια γίνεται η κατανομή προς τους τελικούς δέκτες οι οποίοι είναι :

- ✓ Τα jumbo κοχλιώσεως και διατρήσεως
- ✓ Οι στοές φωτισμού
- ✓ Οι ανεμιστήρες
- ✓ Οι αντλίες



Εικόνα 5. Χάρτης ηλεκτρολογικού σχεδίου

