



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ
ΜΑΥΡΟΠΕΤΡΑΣ ΣΤΟ ΜΙΧΑΛΙΤΣΙ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΠΠΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ - ΟΔΥΣΣΕΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΛΙΑΜΠΑΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

**«ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ
ΜΑΥΡΟΠΕΤΡΑΣ ΣΤΟ ΜΙΧΑΛΙΤΣΙ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παππάς Ιωάννης - Οδυσσέας

Επιβλέπων: Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

«ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΜΑΥΡΟΠΕΤΡΑΣ ΣΤΟ ΜΙΧΑΛΙΤΣΙ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπάς Ιωάννης - Οδυσσέας

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις

Καλιαμπάκος Δημήτρης, Καθηγητής

Δαμίγος Δημήτριος, Αν. Καθηγητής

Μενεγάκη Μαρία, Αν. Καθηγήτρια

Επιβλέπων: Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2018

Τώρα στα ξεχωρίσματα έλα γιέ μου να φιληθούμε,
έλα γιέ μου να φιληθούμε,
γιατί έχουμε ζωή και θάνατο, ποιος ξέρει αν θ' ανταμωθούμε,
ποιος ξέρει αν θ' ανταμωθούμε...

Αφιερωμένη σε όλους αυτούς που εδώ και τριάντα χρόνια δεν συμβιβάστηκαν ποτέ,
στην οικογένεια μου και στον ΟΣΑ.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Δημήτριου Καλιαμπάκου στα πλαίσια της απόκτησης του Διπλώματος Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντας μου την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, με θέμα «Οικονομοτεχνική μελέτη λατομείου μαυρόπετρας στο Μιχαλίτσι Ιωαννίνων».

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθανάσιο Μαυρίκο (Ερευνητικό – Διδακτικό Προσωπικό) για την υπομονή που έδειξε και την αμέριστη βοήθειά που μου παρείχε, καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας εργασίας.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Α.Χ.Μ.ΜΕΤ., το σχήμα που ανδρώθηκα πολιτικά και στήριξα με όλη μου την ψυχή για όλα αυτά τα χρόνια, και στους συντρόφους που με ανέχτηκαν, πιάστηκαν μαζί μου στην αλυσίδα σε ώρες δύσκολες, συγκρουστήκαμε μαζί με κρατικούς και παρακρατικούς μηχανισμούς και μου στάθηκαν στα καλά και τα άσχημα για περίπου μια δεκαετία.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	9
Abstract	10
Πρόλογος	11
1. Οι πετράδες της Ηπείρου	13
1.1 Ιστορική αναδρομή	13
1.2 Στάδια επεξεργασίας της Πέτρας την τότε εποχή	13
1.2.1 Εξόρυξη / Διαλογή	13
1.2.2 Μεταφορά Υλικού	14
1.2.3 Λάξευση/ Πελέκημα/ Χτίσιμο	14
1.3 Στο σήμερα	15
1.4 Κατασκευές από πέτρα	17
1.4.1 Εισαγωγή	17
1.5 Κατηγορίες πέτρας και χρήσεις	17
1.5.1 Αγκωνάρια	17
1.5.2 Πρέκια	18
1.5.3 Κατωκάσια	19
1.5.4 Πέτρα απλή χύμα	20
1.5.5 Κομμένη πέτρα	21
2. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής και του λατομικού χώρου	23
2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Γενικά	23
2.3 Ιόνιος Ζώνη	24
2.3.1 Εισαγωγή	24
2.3.2 Στρωματογραφία	24
2.4 Η Ζώνη Πίνδου	28
2.4.1 Εισαγωγή	28
2.4.2 Στρωματογραφία	28

2.5	Φλύσχης	32
2.5.1	Φλύσχης Δυτικής Ελλάδος.....	32
2.6	Γεωλογία του λατομικού χώρου.....	36
2.6.1	Υπολογισμός αποθεμάτων λατομείου	37
3.	Ψαμμίτης.....	39
3.1	Ορισμός.....	39
3.2	Κατηγορίες Ψαμμιτών.....	39
3.2.1	Γραουβάκης	39
3.2.2	Αρκόζη.....	40
3.2.3	Χαλαζιακός ψαμμίτης	40
3.2.4	Ασβεστολιθικός ψαμμίτης.....	41
3.2.5	Λιθαρενίτες	41
3.3	Σχηματισμός ψαμμιτών και περιβάλλοντα απόθεσης	41
3.4	Διαγένεση ψαμμιτών	42
4.	Προπαρασκευαστικά έργα και Πορεία εκμετάλλευσης	44
4.1	Εισαγωγή.....	44
4.2	Αρχές και πορεία εκμετάλλευσης	44
5.	Διαδικασία εξόρυξης, μεταφοράς και υπολογισμός κόστους	47
5.1	Διαδικασία εξόρυξης.....	47
5.2	Μηχανικός εξοπλισμός ορύξεως.....	48
5.3	Υπολογισμός κόστους Διάτρησης - Εξόρυξης.....	49
5.3.1	Κόστος κατανάλωσης καυσίμου	50
5.3.2	Κόστος κατανάλωσης λιπαντικών.....	51
5.3.3	Κόστος συντήρησης αεροσυμπιεστή.....	51
5.3.4	Συνολικό Κόστος διάτρησης	51
5.3.5	Δαπάνη εξόρυξης (αποσπάσεως).....	51
5.4	Δαπάνη για κοπή πέτρας	52
5.5	Υπολογισμός κόστους φόρτωσης και μεταφοράς του υλικού	53

5.5.1	Κόστος κατανάλωσης καυσίμου φορτωτή	54
5.5.2	Κόστος κατανάλωσης λιπαντικών φορτωτή.....	54
5.5.3	Κόστος συντήρησης φορτωτή.....	55
5.5.4	Συνολικά Κόστη για την χρήση του φορτωτή.....	55
5.6	Μεταφορά πέτρας από τον ίδιο τον εκμεταλλευτή.....	56
6.	Ταμειακές ροές – Αξιολόγηση επενδυτικού σχεδίου για το λατομείο πέτρας.....	60
6.1	Εισαγωγή.....	60
6.2	Η καθαρή παρούσα αξία (net present value- NPV)	62
6.2.1	Καθαρή Παρούσα Αξία = Παρούσα Αξία – Κόστος επένδυσης.....	63
6.2.2	Υπολογισμός ΚΠΑ.....	63
6.3	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return (IRR)	65
6.3.1	Υπολογισμός Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Internal Rate of Return (IRR)	65
6.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου	66
6.5	Παραδοχές για την δημιουργία Πίνακα ταμειακών ροών.....	67
6.6	Ετήσιο κόστος λειτουργίας	68
6.7	Αποσβέσεις.....	69
	Παράδειγμα:.....	69
6.8	Φορολογητέο εισόδημα και φόροι	69
6.9	Προεξόφληση (discounting) και επιτόκιο προεξόφλησης	70
6.10	Οικονομικά στοιχεία επένδυσης και κόστος λειτουργίας	70
6.10.1	Αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού.....	70
6.10.2	Κεφάλαιο Κίνησης.....	72
6.10.3	Αποσβέσεις	72
6.10.4	Κόστος εξόρυξης.....	73
6.10.5	Εργατικά κόστη.....	73
6.10.6	Μισθώματα προς το Δημόσιο.....	74
6.11	Συνολικό Κόστος Παραγωγής.....	75
7.	Ανάλυση Ευαισθησίας – Ανάλυση ρίσκου (Προσομοίωση Monte Carlo).....	76

7.1	Εισαγωγή.....	76
7.2	Είδη μαθηματικών μοντέλων – Στοχαστική ανάλυση	76
7.3	Ανάλυση ρίσκου (Προσομοίωση Monte Carlo).....	79
7.3.1	Πλεονεκτήματα της μεθόδου Monte Carlo.....	81
7.3.2	Παρουσίαση τιμών μεταβλητών.....	83
7.3.3	Διαγράμματα από δοκιμές Monte Carlo	87
7.3.4	Σχολιασμός των αποτελεσμάτων από την προσομοίωση Monte Carlo	92
7.4	Ανάλυση νεκρού σημείου	95
7.4.1	Αποτελέσματα της ανάλυσης νεκρού σημείου	97
7.5	Ανάλυση ευαισθησίας	97
7.5.1	Παρουσίαση διαγραμμάτων από την ανάλυση ευαισθησίας	98
7.5.2	Σχολιασμός αποτελεσμάτων	103
8.	Συμπεράσματα.....	104
	Βιβλιογραφία	107
	Παράρτημα.....	110

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την αξιολόγηση μιας επένδυσης η οποία αφορά ένα εγκαταλελειμμένο λατομείο μαυρόπετρας στο Μιχαλίτσι Ιωαννίνων. Το συγκεκριμένο λατομείο είχε ξαναλειτούργησει στο παρελθόν και βασιζόμενοι στην τότε μελέτη εκμετάλλευσης, κάναμε μια προσπάθεια μέσω τεσσάρων σεναρίων λειτουργίας να διαπιστώσουμε υπό ποιες συνθήκες θα αποτελούσε μια οικονομικά συμφέρουσα επένδυση.

Έτσι όπως και στην τεχνική μελέτη του κ. Κασταγιάννη Αχιλλέα έτσι και εμείς αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε ως μέθοδο εκμετάλλευσης την μέθοδο των ορθών βαθμίδων προσαρμοσμένη στις εκάστοτε τοπικές συνθήκες.

Έπειτα, αφού κάναμε κάποιες παραδοχές για το ύψος της ημερήσιας παραγωγής και το κεφάλαιο κίνησης, υπολογίσαμε τα κοστολόγια για τις εργασίες του λατομείου και με την χρήση του Excel καταστρώσαμε τις ταμειακές ροές για το κάθε σενάριο και χρησιμοποιώντας σαν κύρια κριτήρια αξιολόγησης την ΚΠΑ και τον ΕΒΑ καταλήξαμε σε κάποια συμπεράσματα αναφορικά την βιωσιμότητα της επένδυσης.

Προκειμένου να θωρακίσουμε περαιτέρω τα συμπεράσματα αυτά πραγματοποιήσαμε με την χρήση του Oracle Crystal Ball δοκιμές Monte Carlo, ανάλυση ευαισθησίας ενώ χειροκίνητα στο Excel εντοπίσαμε και το Νεκρό Σημείο της επένδυσης για το κάθε σενάριο ξεχωριστά.

Από την ανάλυση που πραγματοποιήσαμε διαπιστώσαμε ότι η βασική προϋπόθεση για να έχει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την ΚΠΑ και τον ΕΒΑ μια τέτοιου μεγέθους επένδυση θα ήταν να έχει χαμηλό αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο πράγμα που συνεπάγεται την χρήση μεταχειρισμένων μηχανημάτων.

Abstract

This diploma thesis deals with the evaluation of an investment related to an abandoned black-stone quarry at Mihalitsi, Ioannina. This quarry had re-operated in the past, and based on the first exploitation study, we tried through four scenarios of operation to find out under what conditions it would be an economically advantageous investment.

So, as in the technical study of Mr. Kastagiannis Achilleas, we also decided to use as a method of exploitation the method of the right tiers adapted to the local conditions.

Then, after making some assumptions about the amount of daily production and working capital, we calculated the cost for the work of the quarry and with the use of Excel we drafted the cash flow for each scenario and using as the main assessment criteria the NPV and the IRR we came up with some conclusions regarding the viability of the investment.

In order to further refine these findings, we performed Monte Carlo tests using Oracle Crystal Ball, sensitivity analysis, and manually in Excel we also identified the Investment Incident Point for each scenario separately.

From the analysis we made, we found that the basic requirement we had to fulfil in order to have positive results for the NPV and the IRR of the investment would be to have a low initial investment capital, which implies the use of used machinery.

Πρόλογος

Η καταγωγή μου από την περιοχή των Τζουμέρκων και πιο συγκεκριμένα από την κοινότητα των Μελισσουργών, με έφερε σε επαφή από αρκετά μικρή ηλικία με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Ηπείρου. Θυμάμαι χαρακτηριστικά κάθε φορά που περνάγαμε από την γέφυρα της Πλάκας για να ανέβουμε προς τους Μελισσουργούς ένα ρίγος να με διαπερνά καθώς παρατηρούσα αυτή την τρομερά επιβλητική κατασκευή.

Το γεφύρι αυτό αποτελούσε μεγάλο αρχιτεκτονικό επίτευγμα για την εποχή που χτίστηκε και αναγνωρίζονταν, ίσως ως το πιο χαρακτηριστικό μνημείο πολιτιστικής κληρονομιάς των Τζουμέρκων ως τις μέρες μας. Η πανίσχυρη αυτή κατασκευή έστεκε αγέρωχη για 150 περίπου χρόνια μέχρι το Φλεβάρη του 2015, όταν οι καταρρακτώδεις βροχές κατάφεραν να το λυγίσουν. Έτσι το μεγαλύτερο μονότοξο γεφύρι των Βαλκανίων αποτελεί πλέον παρελθόν και αυτό που μας έμεινε είναι η ελπίδα ότι μια μέρα η αναστήλωση του θα γίνει πραγματικότητα.

Μεγαλώνοντας, τα βιώματα αυτά και οι εικόνες που είχα δημιουργήσει μικρός, σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον μου για το επάγγελμα του μεταλλειολόγου, με την πάροδο του χρόνου, αποτέλεσαν την θρυαλλίδα η οποία πυροδότησε μέσα μου την φλόγα για την ενασχόληση με την μελέτη του υλικού και τα στάδια επεξεργασίας της πέτρας. Γι αυτό το λόγο αποφάσισα να πραγματοποιήσω τη συγκεκριμένη μελέτη για το εγκαταλελειμμένο λατομείο στο Μιχαλίτσι. Η προσπάθεια αυτή βασίστηκε σε στοιχεία που προέκυψαν από την αρχική μελέτη εκμετάλλευσης που είχε γίνει το 1997 όταν και πρωτολειτούργησε το εν λόγω λατομείο μαυρόπετρας.

Το συγκεκριμένο κοίτασμα σχιστοποιημένων ασβεστοψαμμιτικών πάγκων είχε εντοπισθεί στην περιοχή των Τζουμέρκων, λίγο πριν το χωριό Μιχαλίτσι του νομού Ιωαννίνων, και πιο συγκεκριμένα στα πρανή των λόφων που βρίσκονται ανάντη του ποταμού Καλαρύτικου.

Το πέτρωμα αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερα οπτικά ορυκτολογικά χρωματικά χαρακτηριστικά που το κατατάσσουν στα διακοσμητικά πετρώματα έχοντας μάλιστα και αρκετά μεγάλη εμπορική αξία. Στο εμπόριο το συγκεκριμένο πέτρωμα το συναντούμε με την εμπειρική ονομασία μαυρόπλακες ή μαυρόπετρα.

Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως και οι κοινές μαυρόπλακες για την κατασκευή αλλά και τη στέγαση παραδοσιακών κτιρίων όπως και για κατασκευές που απευθύνονται σε υψηλά

αισθητικά αποτελέσματα. Επίσης χρησιμοποιείται για την επικάλυψη εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων οικοδομών για την επικάλυψη εστιών θέρμανσης και γενικά για οικοδομικά τμήματα που δίνουν ιδιαίτερη αισθητική βαρύτητα όπως τα πρέκια, οι ποδιές των πορτών ή των παραθύρων τα λεγόμενα κατωκάσια, μονοκόμματα πεζούλια, αγκωνάρια ή αλλιώς γωνιόλιθοι κτλ.

Ακόμη εφόσον παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στον παγετό και μεγάλη αντοχή στην τριβή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δαπεδόστρωση οδών και πεζοδρομίων, σε αντικατάσταση των βραχύβιων και αντιαισθητικών τσιμεντένιων πλακών. Προσφέροντας έτσι ένα πολύ όμορφο και γραφικό αποτέλεσμα κάτι που λείπει από αρκετά χωριά και κωμοπόλεις της ευρύτερης περιοχής.

Παρόμοια υλικά κατώτερης ποιότητας, εισάγονται από την αλλοδαπή κυρίως από την γειτονική Αλβανία και διατίθενται στην αγορά μονοπωλιακά σε τιμές αρκετά χαμηλές. Η δραστηριότητα επομένως έρχεται να καλύψει εισαγόμενο υλικό αλλά και λόγω καλύτερης ποιότητας του υλικού μπορεί παρουσιαστεί και η δυνατότητα εξαγωγών κυρίως στην γειτονική Ιταλία, στην οποία έχουν εξαντληθεί τα ανάλογα κοιτάσματα προ πολλού.

Επίσης τα κοντινότερα λατομεία από τα οποία μπορεί κάποιος να αγοράσει αντίστοιχης ποιότητας πέτρα βρίσκονται στην περιοχή της Δαφνούλας Ιωαννίνων σε απόσταση δηλαδή περίπου 50 km από την περιοχή πράγμα που καθιστά το κόστος μεταφοράς της πέτρας από το λατομείο στον αγοραστή πάρα πολύ υψηλό σχεδόν απαγορευτικό.

Συμπερασματικά το κοιτάσμα μαυρόπετρας, που βρίσκεται στην θέση Γκόγκου, κοινότητας Μιχαλιτσίου νομού Ιωαννίνων, έχει θεωρηθεί στο παρελθόν λίαν αξιόλογο και για τον λόγο αυτό είχε εκδοθεί η από το νόμο απαιτούμενη άδεια εκμετάλλευσης σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία.

Έτσι λοιπόν ερχόμενοι στο σήμερα προκειμένου να διαπιστώσουμε εάν και υπό ποιες προϋποθέσεις θα μπορούσε να λειτουργήσει το λατομείο αυτό και να αποτελέσει μια συμφέρουσα επένδυση πραγματοποιήσαμε μια προσπάθεια προσέγγισης όλων των πιθανών σεναρίων λειτουργίας.

1. Οι πετράδες της Ηπείρου

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής των Τζουμέρκων (άγονοι και δύσβατοι ορεινοί όγκοι και άγρια και απροσπέλαστα ποτάμια) δεν άφηνε και πολλά περιθώρια επιλογών για τον τρόπο βιοπορισμού των κατοίκων.

Το εμπόριο και η κτηνοτροφία αποτελούσαν τις δύο επικρατέστερες επιλογές τους και όποια από τις δύο και αν επέλεγαν έπρεπε ανάλογα την εποχή και τις καιρικές συνθήκες να μετακινούνται στα δύσβατα ορεινά πάνω από ποτάμια και χαράδρες της επιβλητικής Πίνδου.

Οι μετακινήσεις αυτές δημιούργησαν την ανάγκη κατασκευής έργων με σκοπό την ζεύξη των ποταμών για την διευκόλυνση της διέλευσης των κατοίκων των χωριών, ταξιδευτών, μαστόρων, εμπόρων αλλά και των κοπαδιών.

Οι σκληρές καιρικές συνθήκες επίσης έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην άνθηση του επαγγέλματος των μαστόρων της πέτρας εφόσον αποτελεί ένα υλικό το οποίο εκτός από οπτικά όμορφο και σχετικά εύκολα εξορύξιμο υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στην ευρύτερη περιοχή.

Επίσης η αρκετά μεγάλη σκληρότητα που παρουσιάζει το καθιστά ικανό να αντέξει τους άγριους χειμώνες των Τζουμέρκων και γι αυτό το λόγω πέραν της οδοποιίας η πέτρα χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα και στην κατασκευή κατοικιών.

1.2 Στάδια επεξεργασίας της Πέτρας την τότε εποχή

1.2.1 Εξόρυξη / Διαλογή

Η λατόμευση της πέτρας πραγματοποιούνταν από τους νταμαρτζήδες ή λιθαράδες όπως τους αποκαλούσαν, ήταν μια αρκετά κοπιαστική και δύσκολη εργασία για τα μέσα που υπήρχαν την τότε εποχή, η οποία περιλαμβανόταν στην συμφωνία των μαστόρων και του εργοδότη για το κτίσιμο της εκάστοτε κατασκευής. Η διαδικασία ήταν καθαρά χειρονακτική και πραγματοποιούνταν με την χρήση σειράς από σιδερένιες ή ξύλινες σφήνες όπου μετά από διαδοχικά χτυπήματα άνοιγαν και τεμάχιζαν το πέτρωμα. Τα επιφανειακά κομμάτια πέτρας επειδή ήταν ηλιοκαμένη ήταν κατώτερης ποιότητας και λιγότερο ανθεκτική.

Επίσης πολλές φορές χρησιμοποιούνταν ποταμίσιες πέτρες οι οποίες με την χρόνια τριβή με το νερό είχα ήδη λειανθεί και ήταν και πιο εύκολες στην χρήση. Στο σήμερα η χρήση της ποταμίσις πέτρας έχει απαγορευτεί για λόγους αλλοίωσης του φυσικού περιβάλλοντος.

1.2.2 Μεταφορά Υλικού

Η μεταφορά της πέτρας από το νταμάρι ή το ποτάμι στο εργοτάξιο πραγματοποιούνταν με ζώα (κυρίως μουλάρια) και αποτελούσε μια εργασία την οποία αναλάμβαναν τότε οι μαθητευόμενοι εργάτες η τσιράκια όπως τους αποκαλούσαν.



Εικόνα 1. Κάρο που χρησιμοποιούνταν για την μεταφορά, (Πηγή Πετράδες : Μια παλιά ιστορία διαχείρισης γνώσης και καινοτομίας, Νίκος Κατσιαδάκης.)

1.2.3 Λάξευση/ Πελέκημα/ Χτίσιμο

Την λάξευση της πέτρας αναλαμβάναν ειδικοί μάστορες οι λεγόμενοι πελεκάνοι, οι οποίοι ήταν οι πιο εξειδικευμένοι τεχνίτες, γνώριζαν πολύ καλά τις ιδιοτροπίες και πώς να χειριστούν το υλικό και έφερναν την πέτρα στην τελική της μορφή για χτίσιμο. Στην συνέχεια τις πέτρες παραλάμβαναν οι χτίστες για την τελική τοποθέτηση τους στο οικοδόμημα.

Ο πρωτομάστορας, ο οποίος ήταν κατά κανόνα ο ικανότερος χτίστης, έχτιζε το πιο απαιτητικό κομμάτι του κτίσματος (καμάρες, αγκωνάρια, ανακουφιστικά τρίγωνα και τόξα).



Εικόνα 2. Πετράς λαξεύει με σφυρί και καλέμι , (Πηγή Κέντρο μαθητείας της τέχνης της πέτρας, Στην εξοχή μαστοροχωρίων Κόνιτσας, Αχιλλέας Πλιάκος)

1.3 Στο σήμερα

Με την πάροδο των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, όπως είναι και φυσικό, οι μέθοδοι εξόρυξης μεταφοράς και επεξεργασίας της πέτρας άλλαξαν. Ο βαθμός δυσκολίας μειώθηκε σοβαρά και πλέον με την χρήση των σύγχρονων μηχανημάτων μπορούμε στον ίδιο χρόνο να εξορύξουμε και να μεταφέρουμε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες υλικού και με πολύ λιγότερο κόπο.

Παρόλα αυτά ακόμα χρησιμοποιούνται χαλύβδινες ράβδοι για να σχιστεί το πέτρωμα, ωστόσο αυτό που κάνει την διαφορά είναι οι αερόσφυρες σε συνδυασμό με τους αεροσυμπιεστές που χρησιμοποιούνται. Με την χρήση της αερόσφυρα η δημιουργία των διατηρημάτων έχει γίνει πολύ πιο εύκολη υπόθεση από παλαιότερα χρόνια όπου γίνονταν χρήση είτε αξίνας είτε βαριάς σε συνδυασμό με της σφήνες. Ακόμη η εξόρυξη του υλικού γίνεται πολλές φορές και με την χρήση μηχανοκίνητου εκσκαφέα.

Όσον αφορά την μεταφορά του υλικού πλέον γίνεται σε μεγάλες ποσότητες με την χρήση μηχανοκίνητων φορτωτών από το μέτωπο εξόρυξης μέχρι τον χώρο φόρτωσης και από εκεί μοιράζεται σε μεγάλα φορτηγά μέσω των οποίων φτάνει είτε σε διάφορες μάντρες που εμπορεύονται το υλικό είτε απευθείας στον αγοραστή.

Τέλος στο σήμερα σπανίζει πλέον η χρήση πελεκημένης πέτρας, ωστόσο γίνεται ευρεία χρήση της κομμένης πέτρας η οποίας είναι τετραγωνισμένη και έτοιμη για χρήση χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία από τον χτίστη.

Η κοπή της πέτρας επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικής πρέσας. Έτσι δίνεται η δυνατότητα γρήγορης και πιο εύκολης διαμόρφωσης του υλικού. Η παραδοσιακή μέθοδος λάξευσης με το σφυρί και το καλέμι χρησιμοποιείται ακόμα από τους τωρινούς μαστόρους αλλά λόγω του υψηλότερου κόστους σπανίζει η χρήση της .



Εικόνα 3. Κατασκευή από πελεκημένη πέτρα, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

1.4 Κατασκευές από πέτρα

1.4.1 Εισαγωγή

Η περίοδος αυτή της κρίσης που διανύουμε δεν θα μπορούσε να αφήσει ανεπηρέαστο και αυτόν τον κλάδο. Τα λατομεία κλείνουν το ένα μετά το άλλο τα τελευταία χρόνια και γενικά ο κόσμος που επιλέγει αυτόν τον παραδοσιακό τρόπο χτισίματος λόγω του σχετικά υψηλού κόστους έχει μειωθεί αρκετά .

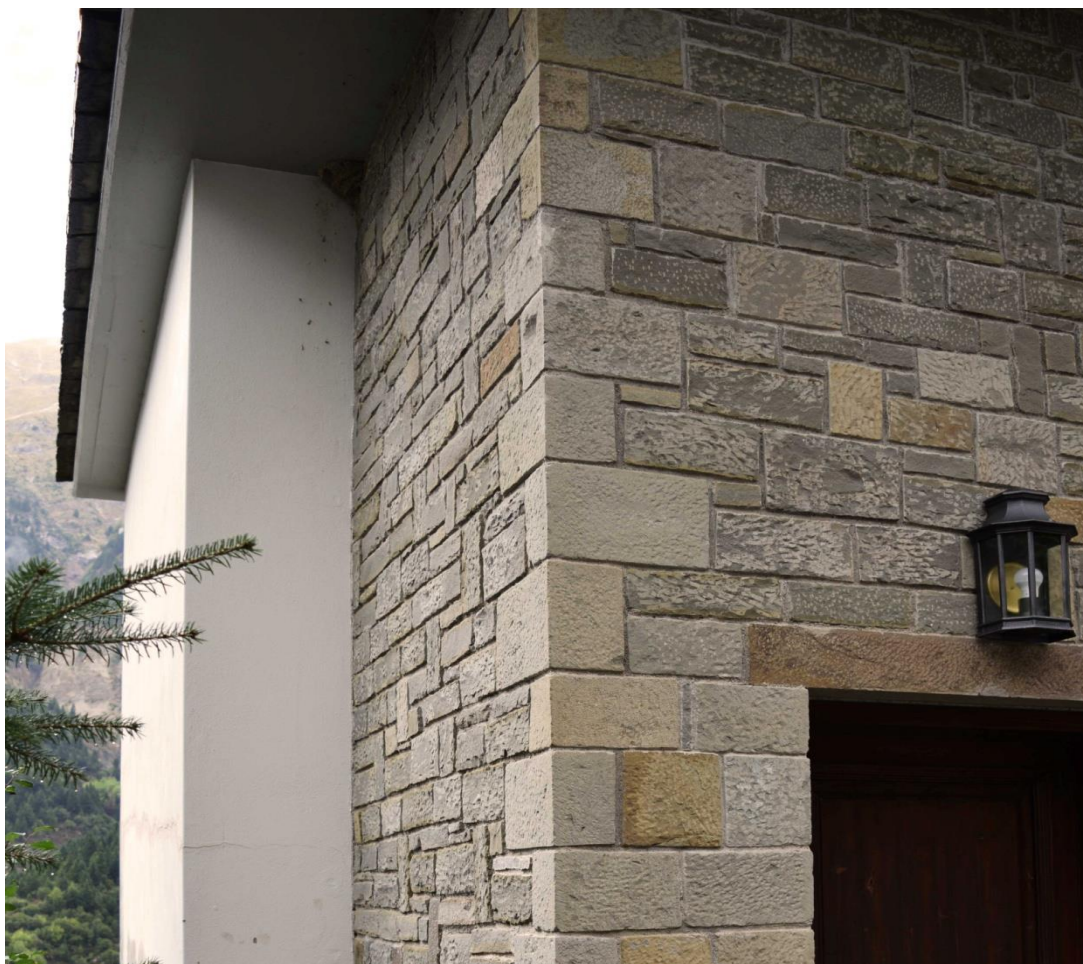
Παρόλα αυτά υπάρχει ακόμα κόσμος ο οποίος επιλέγει τα παραδοσιακά αυτά υλικά για την κατασκευή ή ακόμα και την επιφανειακή επένδυση των εξωτερικών τοίχων της οικίας του κυρίως λόγω του αισθητικού αποτελέσματος που προσφέρει η πέτρα αλλά και όπως έχουμε προαναφέρει λόγω της αντοχής της και της μονωτικής της ικανότητας. Επίσης κυρίως σε ορεινές περιοχές όπως αυτή των Τζουμέρκων πολλές δημοτικές αρχές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν αυτό το υλικό προκειμένου όχι μόνο να έχουν καλύτερα οπτικά αποτελέσματα αλλά και για λόγους αντοχής σε διάφορου είδους κατασκευές όπως καλντερίμια, βρύσες κτλ.

Λόγω της ιδιαιτερότητας της αρχιτεκτονικής αυτής υπάρχουν και αρκετά άλλα είδη πέτρα από την απλή και την κομμένη πέτρα τα οποία έχουν το καθένα την δικιά του ονομασία και χρησιμότητα στις κατασκευές.

1.5 Κατηγορίες πέτρας και χρήσεις

1.5.1 Αγκωνάρια

Τα αγκωνάρια αποτελούν πελεκητές κομμένες πέτρας σχετικά μεγάλου όγκου σε σχήμα παραλληλόγραμμου το οποίο τεμαχίζεται με την χρήση της υδραυλικής πρέσας κυρίως, χρησιμοποιούνται στην τοιχοποιία και πιο συγκεκριμένα στις γωνίες των εξωτερικών τοιχωμάτων.



Εικόνα 4. Αγκωνάρια σε γωνία τοίχου, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

1.5.2 Πρέκια

Τα πρέκια είναι τα οριζόντια δοκάρια που βρίσκονται πάνω από μια πόρτα ή ένα παράθυρο ή και πάνω από το τζάκι. Αποτελούν πολύ σημαντικό δομικό στοιχείο διότι, προφανώς κρατάνε τον τοίχο που βρίσκεται πάνω από το κενό που αφήνει η πόρτα ή το παράθυρο. Λειτουργούν ως αμφίπακτες δοκοί που δέχονται ομοιόμορφα διανεμημένο φορτίο σ' όλο τους το μήκος.



Εικόνα 5. Πρέκι από πάνω μέρος παραθύρου, (Πηγή <http://plakeskarystou.gr/prekia>)

1.5.3 Κατωκάσια

Είναι μεγάλα διαλεγμένα τεμάχια φυσικής πέτρας τα οποία διαμορφώνονται στις απαιτούμενες διαστάσεις και τοποθετούνται στο κάτω μέρος των παραθύρων και των εισόδων.



Εικόνα 6. Κατωκάσι από παράθυρο εκκλησίας στους Μελισσουργούς Άρτας, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

1.5.4 Πέτρα απλή χύμα

Η απλή πέτρα αποτελεί την πιο φθηνή κατηγορία πέτρας και χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή κατοικιών, τοιχοποιία κατασκευή βрусών τζακιών κτλ. Όλα αυτά βέβαια μετά από κάποια επεξεργασία από τον εκάστοτε μάστορα, στην περίπτωση που χρειάζεται. Ο τοίχος στις πέτρινες κατοικίες έχει πάχος γύρω στα 50 cm πράγμα που σημαίνει ότι ανά 1m³ πέτρα χτίζουμε περίπου 2 m² τοίχου. Η διπλάσια τιμή της κομμένης πέτρας λοιπόν, πολλές φορές οδηγεί του αγοραστή στο να προμηθευτούν οι ίδιοι ανεπεξέργαστη την πρώτη ύλη και να πληρώσουν κάτι παραπάνω τον μάστορα για την επεξεργαστεί αυτός.

Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται ανομοιόμορφοι όγκοι πέτρας και πολλές φορές το αποτέλεσμα είναι πιο όμορφο αισθητικά και το κόστος συνολικά μικρότερο από το να είχα χρησιμοποιηθεί κομμένη από τα πριν πέτρα.



Εικόνα 7. Απλή πέτρα από το λατομείο στο Μιχαλίτσι, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 8. Κατασκευή από απλή πέτρα στους Μελισσουργούς, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

1.5.5 Κομμένη πέτρα

Η τιμή της είναι σχεδόν διπλάσια απ' ότι της απλής ωστόσο είναι έτοιμη από πριν για χρήση πράγμα που σημαίνει ότι η κατασκευή μας θα είναι έτοιμη σε πολύ λιγότερο χρόνο. Επίσης και το μεροκάματο του μάστορα θα είναι μικρότερο καθώς το πελέκημα που χρειάζεται η απλή πέτρα είναι η μισή δουλεία.

Ωστόσο λόγο του μικρού της πάχους (περίπου 15 cm) δεν μπορούμε να κτίσουμε με την κομμένη πέτρα για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για την επένδυση των τοίχων και για την κατασκευή καλντεριμιών.



Εικόνα 9. Καλντερίμι στους Μελισσουργούς με κομμένη πέτρα, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

2. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής και του λατομικού χώρου

2.1 Εισαγωγή

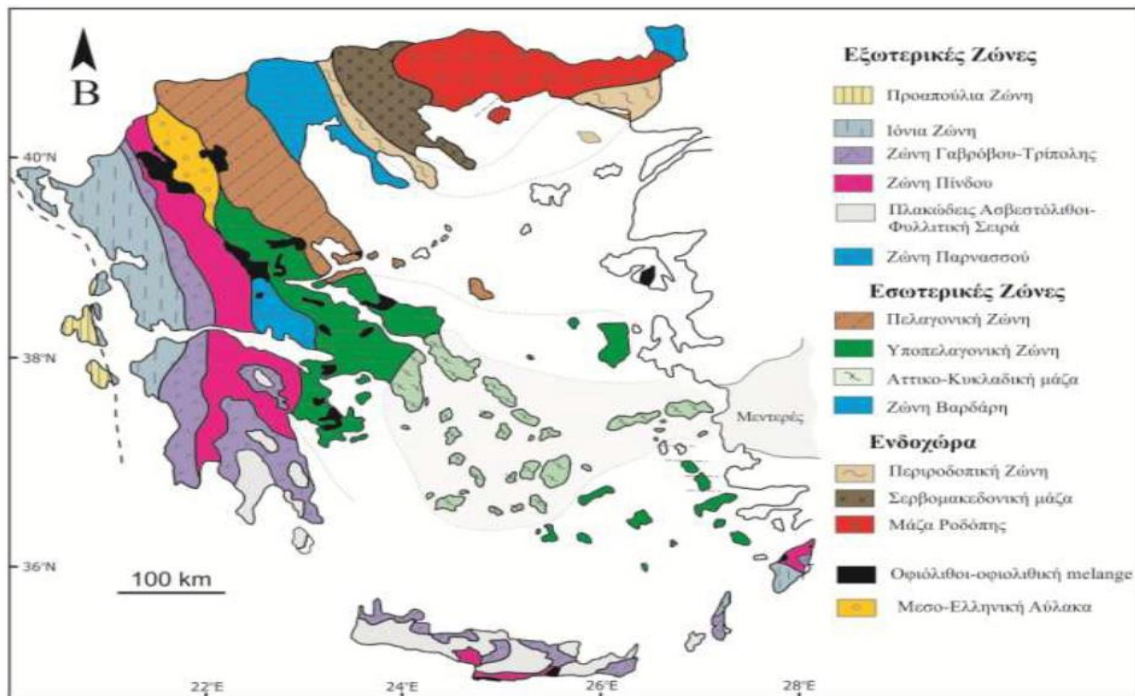
Ο λατομικός χώρος καθώς και η περιβάλλουσα περιοχή ανήκουν γεωτεκτονικά στην Ιόνιο Ισοπική Ζώνη και αποτελούν αποθέσεις του εξωτερικού τμήματος της . Είναι όλες αποθέσεις περιθωρίου αύλακος και αντιπροσωπεύονται από την συνεχή ασβεστολιθική σειρά που αρχίζει στο Τριαδικό και τελειώνει με την απόθεση του φλύσχη στο μέσο Ηώκαινο. (Πηγή Τεχνική μελέτη λατομείου σχιστολιθικών πλακών–μαυρόπλακας Κασταγιάννης Αχιλλέας)

2.2 Γενικά

Για να κατανοήσουμε πως δημιουργήθηκε αυτό το τοπίο των ορεινών όγκων στο Εθνικό Πάρκο Τζουμέρκων, Περιστερίου και Χαράδρας Αράχθου χρειάζεται να αναφερθούμε στην έννοια του γεωλογικού χρόνου και να ανατρέξουμε στην ιστορία που ξεκίνησε πριν από πολλά εκατομμύρια έτη. Οι γεωτεκτονικές ζώνες από τις οποίες δομείται η περιοχή ανήκουν στην Ιόνιο ζώνη και στη ζώνη Ωλονού - Πίνδου.

Η Ιόνιος ζώνη χαρακτηρίζεται σαν μια ηπειρωτική λεκάνη με ημιπελαγική ως πελαγική ιζηματογένεση. Χαρακτηριστικό τεκτονικό της γνώρισμα είναι τα επάλληλα μεγάλα σύγκλινα και αντίκλινα που επωθούνται και εφίππευουν το ένα πάνω στο άλλο προς τα δυτικά.

Η ζώνη Ωλονού - Πίνδου οφείλει την ονομασία της στην οροσειρά της Πίνδου, όπου και γίνεται η κύρια ανάπτυξη της. Αυτή χαρακτηρίζεται σαν μια βαθιά αύλακα ανάμεσα στα υβώματα της Πελαγονικής ζώνης και της ζώνης Γαβρόβου. Παρουσιάζει μεγάλες εναλλαγές στην ιζηματογένεση (ανθρακική, πυριτική, κλαστική). Στην περιοχή επωθημένοι πάνω στα τεκτονικά καλύμματα της Πίνδου και συνήθως πάνω στον φλύσχη βρίσκονται οι οφειόλιθοι με πετρώματα υπερβασικού χαρακτήρα. (Πηγή <http://www.tzoumerka-park.gr/γεωλογία/>)



Εικόνα 10. Γεωτεκτονικές Ζώνες, (Πηγή Γεωλογία Ελλάδος, Ενότητα 1: Η γεωτεκτονική θεώρηση των Ελληνίδων, Ιωάννης Κουκουβέλας)

2.3 Ιόνιος Ζώνη

2.3.1 Εισαγωγή

Η Ιόνια ζώνη αποτελούσε μία υποθαλάσσια αύλακα και μαζί με την γειτονική της προς τα ανατολικά ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως συνιστούσε κατά τον Aulboin ένα μειογεωσύγκλινο. Ως μειογεωσύγκλινο ορίζεται μια λεκάνη η οποία χαρακτηρίζεται από απουσία αρχικού μαγματισμού. Προς τα δυτικά η ζώνη αυτή επιπτεύει με τη βοήθεια μιας σχεδόν οριζόντιας εφίππευσης την Προαπούλια ζώνη, ενώ προς τα ανατολικά περνάει με μεταβατικά στρώματα προς τη ζώνη Τριπόλεως (εικόνα 10).

2.3.2 Στρωματογραφία

Η βάση της στρωματογραφικής στήλης της Ιόνιας ζώνης συνίσταται από εβαπορίτες που αποτέθηκαν σε μία στενή και επιμήκη λεκάνη της περιόδου του Καρνίου. Το μέγιστο πάχος των εβαποριτών είναι 1600 m και μειώνεται προς Βορρά κατά μήκος του άξονα της λεκάνης. Προς τα στρωματογραφικά ανώτερα τμήματα της ακολουθίας απαντώνται μαύροι

υπολιθογραφικοί ασβεστόλιθοι οι "ασβεστόλιθοι Φουσταπήδημα" και μαζώδεις δολομίτες του Κατωτέρου Νορίου που θεωρήθηκαν ισότιμοι με τον "κυρίως δολομίτη" των Άλπεων. Στη συνέχεια και μεταξύ του Νορίου-Μέσου Λιασίου αποτίθενται νηριτικοί ασβεστόλιθοι "οι ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα".

Κατά το Ανώτερο Λιάσιο και Κατώτερο Δογγέριο της Ιόνιας ζώνης παρουσιάζεται με δύο φάσεις:

- την αξονική περιοχή που χαρακτηρίζεται από κιτρινοπράσινους σχιστώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με παρενστρώσεις μαύρων κερατολίθων «σχιστόλιθοι με Posidonomyes» και
- τις περιθωριακές περιοχές από κόκκινους λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους με πυριτόλιθους το «Ammonitico Rosso». Στη συνέχεια και μεταξύ Ανωτέρου Ιουρασικού και Κατωτέρου Σενωνίου αποτίθενται σε όλο το πλάτος της ζώνης λεπτοπλακώδεις πελαγικοί ασβεστόλιθοι με παρενστρώσεις κερατολίθων οι «ασβεστόλιθοι της Βίγλας» με πάχος 400μ.

Αν και σε γενικές γραμμές η ιζηματογένεση είναι συνεχής, κατά τόπους διαπιστώθηκαν ορισμένες διακοπές της ιζηματογένεσης κυρίως κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού έτσι ώστε κατά τόπους οι ασβεστόλιθοι της Βίγλας είναι ασυμφώνως τοποθετημένοι πάνω στους ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να δεχθούμε ότι η ταφρογένεση (rifting) του Ιουρασικού προκάλεσε συνεχή βύθιση σε ορισμένες αξονικές περιοχές ενώ σε παρακείμενες περιοχές προκάλεσε συνεχή ανύψωση έτσι ώστε η ιζηματογένεση διακόπτονταν η ακόμα λάμβανε χώρα διάβρωση.

Από το Πριαμπόνιο (Άνω Ηώκαινο) αρχίζει η ιζηματογένεση του φλύσχη στην αρχή χαρακτηριζόμενη από μαργαϊκές-ψαμμιτικές λιθοφάσεις η οποία εξελίσσεται προς μαργαϊκές λιθοφάσεις έως ότου τελικά γίνει το πέρασμα προς μία μολασσική φάση. Το πάχος του φλύσχη στην περιοχή της Ιόνιας ζώνης είναι περίπου 2000μ.

Κύριο τεκτονικό χαρακτηριστικό της ζώνης είναι τα μεγάλα ΒΔ διευθύνσεως αντίκλινα και επωθήσεις της περιοχής. Η πορεία των δομών αυτών διακόπτεται από μεγάλα ΒΑ-διευθύνσεως εγκάρσια ρήγματα (δες Λευκάδα, Ιθάκη, κ.τ.λ.) τα οποία αναλαμβάνουν το ρόλο να διαχωρίσουν περιοχές με διαφορετικό ποσό συστολής (transcurrent faults). Οι εβαπορίτες στη βάση της στρωματογραφικής στήλης σχηματίζουν μία ζώνη αποκολλήσεως η οποία

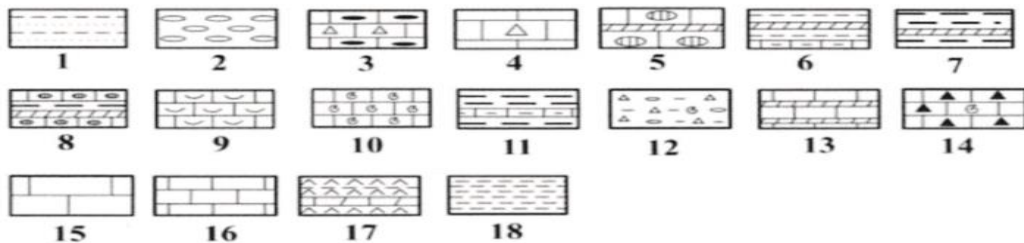
απελευθερώνει το Μεσοζωικό επικάλυμμα και τον φλύσχη από ένα άγνωστο υπόβαθρο. Σύμφωνα με σεισμικές τομές με την αποκόλληση των εβαποριτών συνδέονται οι μεγάλες επωθήσεις και οι επιπυεύσεις της Ιονίου ζώνης. Χαρακτηριστική επίπτωση που συνδέεται με την ύπαρξη ή μέσα οποία εισέρχονται εβαπορίτες είναι αυτή της Ιόνιας επώθησης που αναγνωρίζονται τόσο στο Ζάκυνθο όσο και στην Κεφαλληνία. Η γεωμετρία τους στις τομές που προαναφέρθηκαν χαρακτηρίζονται από μία λιστρική μορφή. Συχνά οι εβαπορίτες διεισδύουν κατά μήκος αυτών των επωθήσεων και δίνουν μία πολύπλοκη εικόνα δυσαρμονικής τεκτονικής. (Πηγή Εξωτερικές Ελληνίδες, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πάτρας τομέας Γεωλογίας)

Αναλυτικότερα οι γεωλογικοί σχηματισμοί της Ιόνιας ζώνης από τους παλαιότερους προς τους νεώτερους :

- Εβαπορίτες συνιστούν τη βάση της στρωματογραφικής στήλης της Ιόνιας ζώνης που αποτέθηκαν σε μια στενή και επιμήκη λεκάνη του Καρνίου. Το μέγιστο πάχος των εβαποριτών είναι 1600 m και μειώνεται προς βορρά. Στην περιοχή της μελέτης δεν εμφανίζονται.
- Ασβεστόλιθοι «φουσταπήδημα» και μαζώδεις δολομίτες. Δεν εμφανίζονται επίσης στην περιοχή.
- «Ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα», δεν κάνουν την εμφάνισή τους στην περιοχή.
- «Ασβεστόλιθοι Βίγλας», στη συνέχεια και μεταξύ Ανωτέρου Ιουρασικού – Κατωτέρου Σενωνίου αποτίθενται σε όλο το πλάτος της Ιονίου ζώνης. Πρόκειται για λεπτοπλακώδεις πελαγικούς ασβεστόλιθους με παρενστρώσεις κερατολίθων, (πάχος 400 m). Εμφανίζονται δυτικά των ορίων της περιοχής, στις όχθες του Αράχθου.
- Ασβεστόλιθοι Ηώκαινου: είναι λατυποπαγείς, συμπαγείς, και εναλλάσσονται με λεπτόκοκκους ασβεστόλιθους με ενστρώσεις μαύρων πυριτόλιθων. Εμφανίζονται στην περιοχή των Χουλιαράδων.
- Φλύσχης από το Πριαμπόνιο (Αν. Ηώκαινο). Η ιζηματογένεση του στην αρχή είναι μαργαϊκοψαμμιτική προς μαργαϊκή έως ότου τελικώς γίνει το πέρασμα προς μία μολασσική φάση (πάχος περίπου 2.000 m). Η εξάπλωσή του είναι ευρεία στην περιοχή και εμφανίζονται κυρίως στα δυτικά μέρη με διάφορες μορφές όπως: μαργαϊκός φλύσχης με πολλά ασβεστιτικά φλεβίδια, ψαμμίτες με εναλλαγές ιλιωδών

αργιούχων μαργών, αργιούχες μάργες με λεπτές ενστρώσεις ψαμμιτών, ψαμμίτες λεπτόκοκκοι έως χονδρόκοκκοι. (Πηγή <http://www.tzoumerka-park.gr/γεωλογία/>)

Γεωλογικός Χρόνος		πάχος	Λιθολογία	Μητρ. πετρ. πετρελαίου	Σχηματισμοί
Παλαιγενές	Ολιγόκαινο	>1400 μ		■	φλύσχης
	Ηώκαινο	300-700 μ			μικρολατυπποπαγείς ασβεστόλιθοι
	Παλιόκαινο				ασβεστόλιθοι Σενωνίου
Κρητιδικό	Ανώτερο	200-700 μ		■	Μέλος σχιστολίθων Βίγλας
	Κατώτερο				ασβεστόλιθοι Βίγλας
Ιουρασικό	Μάλμιο	20-200 μ		■	Σχηματισμός Τόκας
	Δογγέρο			■	ασβεστόλιθοι με filaments Ammonitico rosso
	Λιάσιο	>1000 μ		■	ασβεστόλιθοι Λαύρου ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα
Τριαδικό	Ανώτερο	50-100μ		■	ασβεστόλιθοι Φουσταπήδημα
	Μέσο	>1500 μ			εβαπορίτες
	Κατώτερο			■	



Επεξήγηση συμβόλων Εικόνας 10 : (1) Πηλίτες και ψαμίτες, (2) κροκαλοπαγή, (3) Κλαστικοί ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους, (4) Πελαγικοί λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι, (5) Πελαγικοί ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους, (6) πυριτικά στρώματα με πηλίτες και μαργαϊκές ενδιαστρώσεις, (7) Εναλλαγές φυλλωδών μαργών και πυριτολίθων, (8) Πελαγικοί ασβεστόλιθοι με κονδύλους πυριτολίθων και μάργες, (9) πελαγικοί ασβεστόλιθοι με ελασματοβράγχια, (10) Κονδυλώδεις ερυθροί ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες, (11) Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και λαμινοειδείς μάργες, (12) κροκαλοπαγή, ψηφιδοπαγή και μάργες με αμμωνίτες, (13) Πελαγικοί ασβεστόλιθοι, (14) Μικριτικοί ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες και βραχιόποδα, (15) ασβεστόλιθοι πλατφόρμας, (16) Πλακώδεις μαύροι ασβεστόλιθοι, (17) εβαπορίτες, (18) σχιστή άργιλος.

Εικόνα 11. Η στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας ζώνης απλοποιημένη, στη στήλη επίσης έχουν σημειωθεί τα μητρικά πετρώματα πετρελαίου από Karakitsios and Rigakis (2007) (Πηγή Εξωτερικές Ελληνίδες, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πάτρας τομέας Γεωλογίας)

2.4 Η Ζώνη Πίνδου

2.4.1 Εισαγωγή

Η ζώνη διακρίθηκε και περιγράφηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα από τον Philippon (1898) ο οποίος και την ονόμασε ζώνη Ωλονού-Πίνδου από τους ομώνυμους ορεινούς όγκους της Πελοποννήσου και ηπειρωτικής Ελλάδας. Ωστόσο στην βιβλιογραφία πιο συχνά χρησιμοποιείται ο όρος Ζώνη Πίνδου. Η ζώνη καλύπτει ένα μεγάλο τμήμα της Ελληνικής χερσονήσου και της Κρήτης και διαμέσου της Ρόδου συνεχίζει στη Μικρά Ασία, όπου εκεί είναι συγκρίσιμη με τη ζώνη της Antalya. Προς το βορρά εκτείνεται στην Αλβανία και στις πρώην Γιουγκοσλαβικές δημοκρατίες όπου αναφέρεται ως ζώνη Cukali-Krasta και Budna, αντίστοιχα.

2.4.2 Στρωματογραφία

Η ζώνη Πίνδου δομείται από μία Μεσοζωική ακολουθία ανθρακικών και πυριτικών ιζημάτων βαθιάς θάλασσας των οποίων το συνολικό πάχος δεν ξεπερνά τα 1050 m. Επί των Μεσοζωικών σχηματισμών αναπτύσσεται η κλαστική ακολουθία του Πινδικού Φλύσχη που καλύπτει ένα στρωματογραφικό εύρος από το Παλαιόκαινο έως και το Ολιγόκαινο.

Αναλυτικότερα, στη στρωματογραφική διάθρωση της ζώνης διακρίνονται από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες οι παρακάτω σχηματισμοί:

1. Ο σχηματισμός του "κλαστικού Τριαδικού" αποτελεί την παλαιότερη ακολουθία ιζημάτων στην στρωματογραφική διάπλαση της Ζώνης Πίνδου και συνίσταται κυρίως από λεπτο-έως μεσοκοκκώδης ψαμμίτες με παρεμβολές πηλιτικών και αργιλικών στρωμάτων. Εσωτερικά παρουσιάζει ακολουθίες τύπου Bouma και γενικά ιζηματογενείς δομές οι οποίες είναι ενδεικτικές τουρβιδιτικών αποθέσεων. Με βάση τα απολιθώματα που βρέθηκαν στο σχηματισμό όπως Halobia και Κωνόδοντα η ηλικία των ιζημάτων προσδιορίζεται ως Μέσο Τριαδική. Το μέγιστο ορατό πάχος των πετρωμάτων αυτών υπολογίζεται περίπου στα 100 m.

2. Ο σχηματισμός Ασβεστόλιθων Δρυμού αναπτύσσεται επί του κλαστικού Τριαδικού και αποτελείται κυρίως από τουρβιδιτικούς και ημιπελαγικούς ασβεστόλιθους με τοπικές παρεμβολές κερατολίθων και πράσινων πηλιτών. Η παρουσία της Halobia sp. και άλλων πελαγικών δυθύρων και κωνοδόντων στα στρώματα των ασβεστόλιθων προσδίδουν στον σχηματισμό ηλικία Ανωτέρου Τριαδικού (Κάρνιο) – Κατώτερου Ιουρασικού (Λιασίου). Το μέγιστο πάχος του σχηματισμού υπολογίζεται περίπου στα 300 m.

3. Ο σχηματισμός Ραδιολαριτών (sensu lato) είναι ο χαρακτηριστικότερος ορίζοντας στη Μεσοζωική ακολουθία της ζώνης και περιλαμβάνει τρία επιμέρους στρωματογραφικά μέλη:

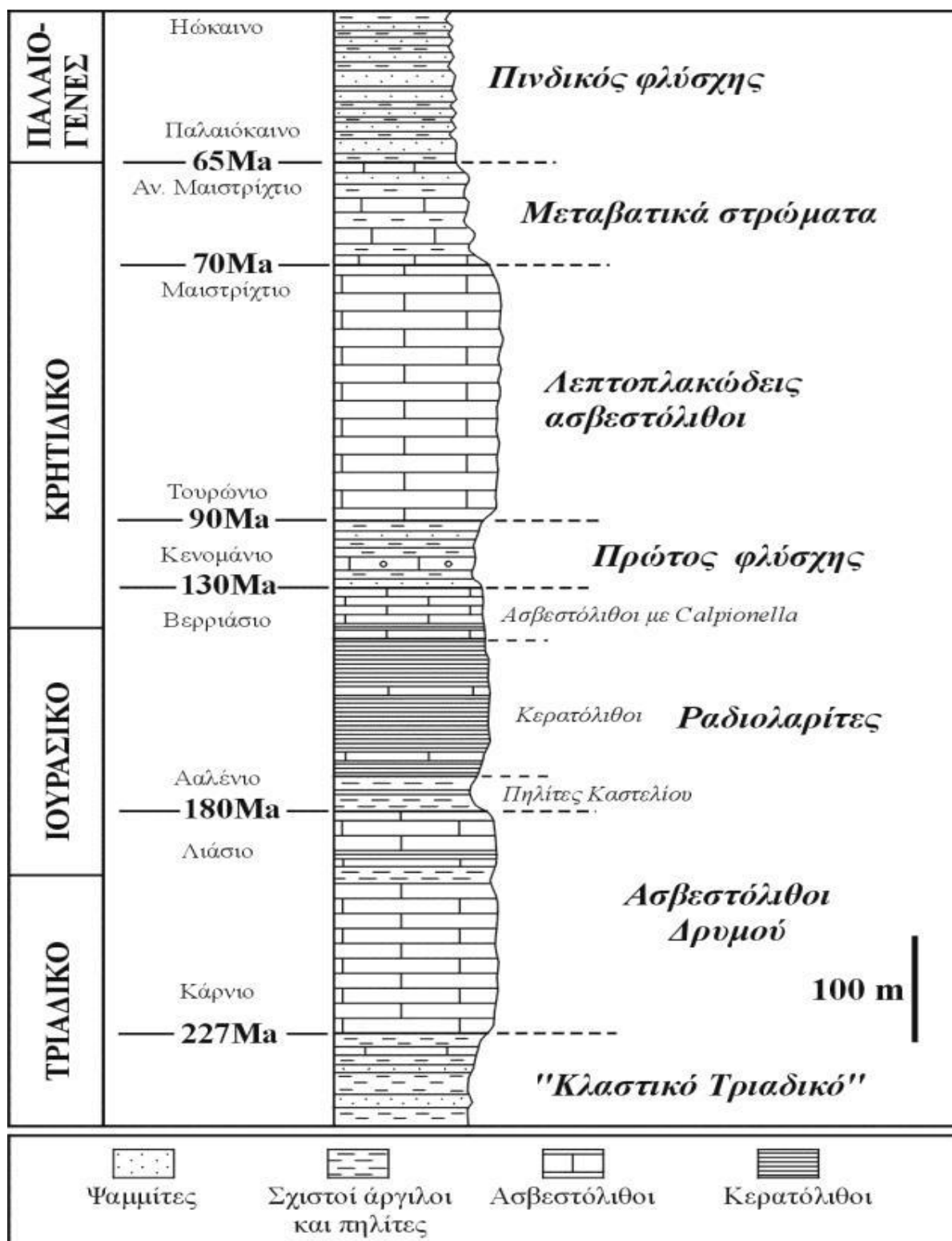
- i. τους Πηλίτες Καστελίουπου καταλαμβάνουν την κατώτερη θέση στον σχηματισμό και δομούνται από ποικιλόχρωμους πηλιτικούς ορίζοντες στους οποίους παρεμβάλλονται κατά θέσεις πολύ μικρού πάχους στρώματα ασβεστόλιθων και κερατόλιθων,
- ii. το υπερκείμενο μέλος των Κερατολίθων που συνίσταται από διάφορες κερατολιθικές φάσεις ερυθρών και γκρίζων υαλωδών κερατολίθων, αργιλικών κερατολίθων και μαγγανιούχων κερατολίθων που συν-οδεύονται από ασβεστολιθικές και πυριτιούχες πηλιτικές φάσεις και
- iii. το ανωτέρω στρωματογραφικό μέλος των "Ασβεστόλιθων με Calpionella" στο οποίο επικρατούν ροδόχρουν ασβεστόλιθοι. Συνολικά ο σχηματισμός έχει χρονο-λογηθεί με βάση άλγες, τρηματοφόρα και radiolaria στο Μέσο Ιουρασικό (Ααλένιο) – Κάτω Κρητιδικό (Βερριάσιο) και έχει μέγιστο πάχος περίπου 350 m.

4. Ο σχηματισμός "Πρώτου Φλύσχη" αποτελείται κυρίως από εναλλαγές ψαμμιτών και αργίλων με παρεμβολές μαργαϊκών, ωλιθικών ασβεστολίθων και κερατολίθων. Με βάση απολιθώματα η ηλικία του σχηματισμού τοποθετείται στο Κάτω Κρητιδικό (Άλβιο-Κενομάνιο). Μέγιστο ορατό πάχος 100 m.

5. Ο σχηματισμός των Λεπτοπλακωδών Ασβεστόλιθων δομείται από πελαγικής φάσης βιομικρικούς ασβεστόλιθους με κονδύλους και ενδιαστρώσεις πυριτολίθων. Η ηλικία του σχηματισμού με βάση την πλούσια μικροπανίδα (κυρίως πολλά είδη *Globotruncana*) που βρέθηκε σ' αυτούς είναι Άνω Κρητιδική (Τουρώνιο-Μαιστρίχτιο). Το μέγιστο ορατό πάχος των ασβεστολίθων αυτών υπολογίζεται περίπου στα 400 m. Ο σχηματισμός των μεταβατικών στρωμάτων αποτελείται από εναλλαγές μαργαϊκών ασβεστόλιθων, μικρολατυποπαγών ασβεστόλιθων, μαργών και ψαμμιτών με κατά τόπους παρεμβολές μαύρων κερατολίθων πλούσιων σε οργανικό υλικό. Η ηλικία του σχηματισμού κυμαίνεται από Άνω Κρητιδική έως Παλαιοκαινική ενώ το πάχος του ξεπερνά τα 100 m.

6. Ο σχηματισμός του "Πινδικού Φλύσχη" αποτελεί μία τυπική συνορογενετική κλαστική ακολουθία τουρβιδιτών δομημένη από εναλλαγές ψαμμιτών, αργίλων και πηλιτών. Μέσα στην ακολουθία μπορούν να διαχωριστούν τρεις ενότητες. Η κατώτερη ενότητα που εμφανίζεται κυρίως στα δυτικά τμήματα της ζώνης και χαρακτηρίζεται από παχυστρωματώδεις οριζόντες ψαμμιτών που εναλλάσσονται με λεπτοστρωματώδεις αργίλους και πηλίτες. Η μεσαία ενότητα, η οποία είναι η επικρατούσα στην κλαστική ακολουθία, αναπτύσσεται κυρίως στα κεντρικά τμήματα της ζώνης και αποτελείται από λεπτοστρωματώδεις μαύρους αργίλους και πηλίτες με ενδιαστρώσεις ψαμμιτών. Η ανώτερη ενότητα εμφανίζεται κυρίως στα ανατολικά και χαρακτηρίζεται από μια μονότονη εναλλαγή λεπτοστρωματωδών αργίλων, πηλιτών και ψαμμιτών. Τόσο η ηλικία αλλά και το πάχος του σχηματισμού μεταβάλλεται εγκάρσια και κατά μήκος της ζώνης. Γενικά η απόθεση αρχίζει στο όριο Κρητιδικού – Παλαιοκαινίου και σταματά κατά το Ολιγόκαινο. Το πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από λίγες δεκάδες μέτρα στα δυτικότερα τμήματα της ζώνης έως 3-4 km στα ανατολικά.

(Πηγή Εξωτερικές Ελληνίδες, Πανεπιστημιακές σημειώσεις Πανεπιστήμιο Πάτρας τομέας Γεωλογίας)



Εικόνα 12. Η στρωματογραφική στήλη της ζώνης Πίνδου απλοποιημένη, (Πηγή Γεωλογία Ελλάδος, Ενότητα 3: Η ζώνη της Πίνδου, Ιωάννης Κουκουβέλας)

2.5 Φλύσξης

Ο φλύσξης είναι κυκλοθεματική απόθεση και αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών σχιστόλιθων, μαργών, ιλυολίθων, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών με επικράτηση κατά περιοχές της μιας ή της άλλης φάσης. Ο φλύσξης μπορεί να περιέχει και υλικά κατολισθήσεων καθώς και τεράστια μπλοκ. Τα πάχη των επιμέρους φάσεων κυμαίνονται από μερικά εκατοστά έως μερικά μέτρα. Αρκετά μεγάλη εξάπλωσή του παρατηρείται στη Δυτική και Κεντρική Ελλάδα.

Ο φλύσξης παρουσιάζει μεγάλη ετερογένεια στη μηχανική συμπεριφορά των φάσεων του. Η ετερογένεια δημιουργεί προβλήματα διαφορικών καθιζήσεων.

- Στα φράγματα κατά τη θεμελίωση γίνεται επιλογή χωμάτων φραγμάτων, με μεγάλο πλάτος θεμελίωσης και χαμηλούς ρυθμούς κατασκευής. Στη λεκάνη κατάκλισης θεωρείται στεγανός. Στους αυχένες με γειτονικές λεκάνες παρατηρούνται διαφυγές.
- Στα υπόγεια έργα απαιτεί άμεση υποστήριξη. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν TBM. Παρατηρούνται εισροές νερού μόνο όταν είναι κοντά στην επιφάνεια.
- Στα πρανή παρατηρούνται μεταθετικές και περιστροφικές ολισθήσεις κατά μήκος των στρώσεων. Προβλήματα παρατηρούνται και στον παχύ μανδύα αποσάθρωσης.

2.5.1 Φλύσξης Δυτικής Ελλάδος

Ο φλύσξης της Δυτικής Ελλάδας χαρακτηρίζεται από μεγάλα πάχη απόθεσης που σε ορισμένες περιοχές ξεπερνούν και τα 2000m. Τα μεγάλα σύγκλινα, οι πτυχές με τις μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας και οι μεγάλες τεκτονικές γραμμές δεν καταπονούν έντονα τον φλύσξη ο οποίος εμφανίζει μια κανονικότητα στη γεωμετρία του. Καλύπτονται συχνά από παχύ μανδύα αποσάθρωσης (1-5m).

Στην **Ιόνια ζώνη** ο φλύσξης εμφανίζεται με τυπική ψαμμιτοπηλιτική μορφή, με ψαμμίτες, ιλυούχους ψαμμίτες, ψηφιδοκροκαλοπαγή, ιλυολίθους, και αργιλομάργες. Στους ανώτερους ορίζοντες επικρατεί περισσότερο η πηλιτική φάση.

Η δομή και η κανονικότητα του Φλύσχη ευνοεί συχνά την εκδήλωση εκτεταμένων κατολισθητικών κινήσεων, που περιορίζονται στα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης και τη

ζώνη κερματισμού των ανώτερων οριζόντων. (Πηγή: Λουπασάκης Κωνσταντίνος, Σημειώσεις Διαλέξεων Μαθήματος «Τεχνική Γεωλογία Ι»)



Εικόνα 13. Στρώσεις υλικού στο χώρο του λατομείου, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



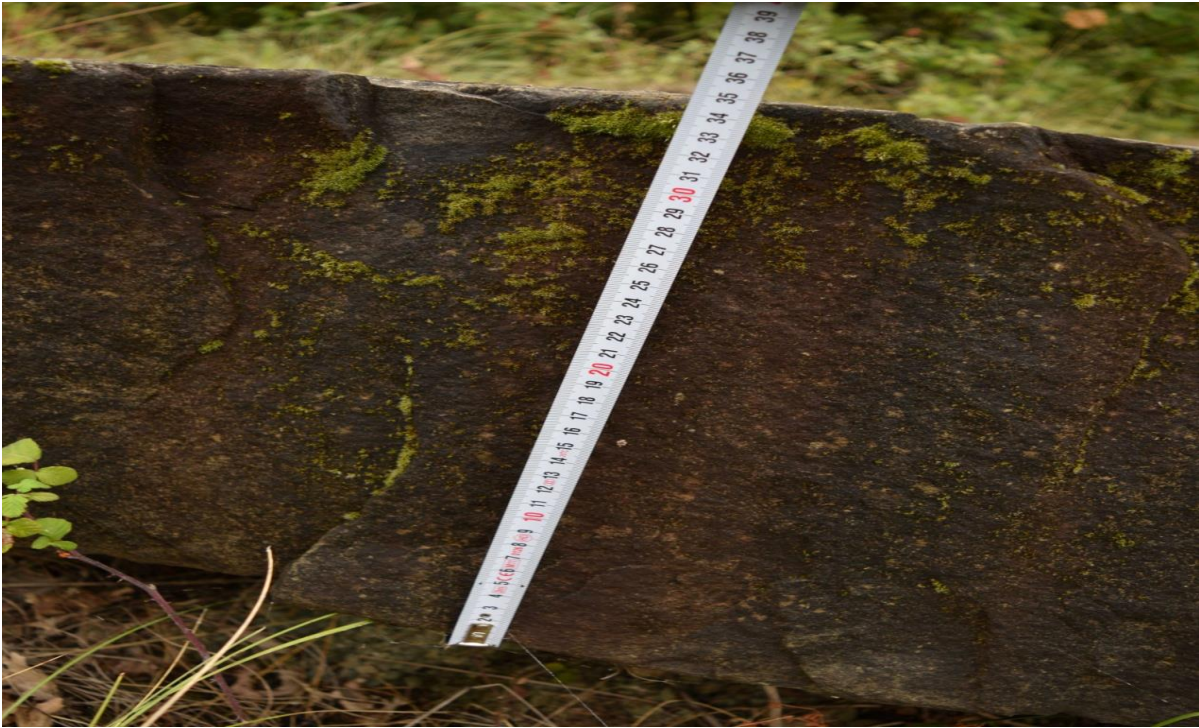
Εικόνα 14. Πανοραμική λήψη του μετώπου , (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 15. Ήδη υπάρχουσα - εξορυγμένη πλάκα στο λατομείο από τον προηγούμενο εκμεταλλευτή, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 16. Στρώσεις υλικού στο χώρο του λατομείου κοντινή λήψη, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 17. Ενδεικτικό πάχος πλάκας στο χώρο του λατομείου, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 18. Ενδεικτικό πάχος πλάκας στο χώρο του λατομείου, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

2.6 Γεωλογία του λατομικού χώρου

Κατά τις ερευνητικές εργασίες αφού έγινε περιχαράκωση του κοιτάσματος προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Οι σχηματισμοί που καλύπτουν λατομικό χώρο είναι οι επάλληλοι ασβεστοψαμμιτικοί λεπτοί συμπαγείς πάγκοι της ανώτερης ακολουθίας του φλύσχη με πάχη από 2 έως και 45 cm που διαχωρίζονται από λεπτούς φαιούς αργιλικούς πάγκους με πάχη 1-12 cm.
- Τεκτονικά ο λατομικός χώρος αποτελεί τμήμα του αντικλίνου Πετροβουνίου - Δρίσκου του οποίου οι λατομικοί χώροι καταλαμβάνουν το ανατολικό σκέλος .
- Οι κλίσεις των οριζόντων κυμαίνονται μεταξύ 45° με παράταξη ΒΑ-ΝΔ. Είναι ένεκα τεκτονικής εκ των προτέρων κομμένοι σε μπλοκ και η εξόρυξη τους συνίσταται κυρίως στην αποκόλληση του ενός όγκου από τον άλλον.

Το κοιτάσμα εκτείνεται σε όλη την έκταση του λατομείου. Οι σχιστολιθικοί πάγκοι είναι ορατοί σε όλη την έκταση του κοιτάσματος και είναι ευχερής η καταγραφή τους. Σε όλη την έκταση του κοιτάσματος διαπιστώθηκε ότι οι ορίζοντες έχουν το ίδιο πάχος και δεν υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ τους. Το περίγραμμα του κοιτάσματος έχει διαμορφωθεί από μικροδιαρήξεις που έχουν καταστρέψει την συνέχεια των οριζόντων του.

Στον λατομικό χώρο από πάνω προς τα κάτω συναντώνται τα εξής στρώματα:

- Επάλληλες στρώσεις μαυρόφαιου ασβεστοψαμμίτη πάχους 2-15 cm και συνολικού πάχους στρώσεις περίπου 3 m.
- Λεπτοί ασβεστοψαμμιτικοί πάγκοι 2-5 cm και σπανιότερα έως και 20 cm κυανόφαιου - φαιού χρώματος που διαχωρίζονται με πολύ λεπτούς αργιλικούς ορίζοντες πάχους πάνω από 9 μέτρα.
- Ενδιάμεσα των σχιστολιθικών πλακών παρεμβάλλονται κυανές μάργες γνωστές σαν μάργες Πραμάντων πάχους 10 - 70 cm.

Όλοι οι σχηματισμοί του λατομείου παρουσιάζουν μέσο ειδικό βάρος 2,793 gr/cm³.

Οι σχιστοψαμμίτες χρησιμοποιούνται αλείαντοι και αστίλβωτοι καθώς λαξευμένοι δίνουν θαυμάσιες επιφάνειες. Επίσης είναι γνωστό όπως έχει προαναφερθεί ότι αντέχουν στον παγετό

και είναι κατάλληλοι για εξωτερικές επενδύσεις, οροφές κατοικιών , αίθριους χώρους κτλ. ενώ χρησιμοποιούνται και για δαπεδοστρώσεις μετά από κοπή λείανση και στίλβωση με εξαιρετικά αποτελέσματα.

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που είχαν γίνει είχαν δώσει ότι η μέση σύνθεση του πετρώματος μετά από τις απαλλαγές του από τις επιβλαβείς προσμείξεις είναι η εξής :

Πίνακας 1. Χημική ανάλυση του πετρώματος

MgO	0.8
SiO ₂	8.99
Al ₂ O ₃	1.32
Fe ₂ O ₃	0.21
MnO	0.05
CO ₂	37.58

Επίσης έδωσαν ότι το πέτρωμα έχει μέσο ειδικό βάρος 2,79 gr/cm³ και υδροαπορροφητικότητα 0,05. (Πηγή Τεχνική μελέτη λατομείου σχιστολιθικών πλακών – μαυρόπλακας Κασταγιάννης Αχιλλέας)

2.6.1 Υπολογισμός αποθεμάτων λατομείου

Ακολουθεί ο υπολογισμός των αποθεμάτων όπως είχε γίνει από τον μελετητή που είχε πραγματοποιήσει την μελέτη εκμετάλλευσης του λατομείου .

Το λατομείο βρίσκεται στο σύνολό του μεταξύ των ισοϋψών 392 m, όπου θα ξεκινάει και η πρώτη βαθμίδα, και 436 m.

Υπολογίζετε ότι η εκμετάλλευση θα επεκταθεί σε βάθος 13 m επομένως στην εξόφληση του λατομείου θα έχουμε 5 βαθμίδες με το ύψος την κάθε μιας να είναι 7 – 9 m και το πλάτος της 5 m.

Το στοιχείο αυτό επιβεβαιώνεται και από τα λατομεία της γύρω περιοχής αλλά και γενικότερα από την πλειονότητα των λατομείων του νομού Ιωαννίνων όπου ο συντελεστής αποληψιμότητας είναι 0,65 όπως και του υπόψη.

Τα γεωλογικά βέβαια αποθέματα θα είναι δυνατόν να υπολογιστούν μετά την δημιουργία ολοκληρωμένων μετώπων εκμετάλλευσης σε όλη την έκταση του χώρου που δεν υπάρχουν σήμερα στον συγκεκριμένο χώρο.

Ο υπολογισμός των πιθανών γεωλογικών αποθεμάτων του λατομικού χώρου έγινε με βάση τη μέθοδο παράλληλων τομών. Έτσι θεωρήσαμε ότι το σύνολο του λατομικού χώρου είναι μαρμαροφόρος περιοχή και το μέσο πάχος του μαρμάρου κυμαίνεται περί τα 10 m. Από τον υπολογισμό φαίνεται ότι τα πιθανά γεωλογικά αποθέματα του συνόλου του λατομικού χώρου ανέρχονται στα 618656 m³. Ωστόσο λόγω περιορισμών από τον ΚΜΛΕ και με βάση τον συντελεστή αποληψιμότητας (0,6) και προς αποφυγή εγκατάλειψης κοιτάσματος το απολήψιμο κοίτασμα ανέρχεται στα 86080 m³.

3. Ψαμμίτης

3.1 Ορισμός

Ο ψαμμίτης είναι συμπαγές πέτρωμα που προκύπτει από διαγένεση της άμμου. Το συνδετικό υλικό ποικίλει και χαρακτηρίζει το πέτρωμα (χαλαζιακό, ασβεστιτικό, αργιλικό). Το μέγεθος των κλαστικών κόκκων κυμαίνεται από 2 mm έως 1/16 mm. Έχει ειδικό βάρος 1,8 - 2,7 gr/cm³ και ανήκει στα κλαστικά ή μηχανικά ιζηματογενή πετρώματα. Τα κύρια συστατικά των ψαμμιτών είναι:

- οι κόκκοι χαλαζία
- οι κόκκοι αστρίων
- τα θραύσματα πετρωμάτων
- το υλικό πλήρωσης
- το συγκολλητικό υλικό

Ο χαλαζίας κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής και ακολουθούν οι άστριοι, ο μοσχοβίτης, ο γλαυκονίτης, ο ασβεστίτης και άλλα σε μικρές ποσότητες.

Ανάλογα με το επικρατέστερο ορυκτό συστατικό τους ή το είδος της συγκολλητικής ύλης ή το είδος του υλικού πλήρωσης χαρακτηρίζονται ως χαλαζιακοί, ασβεστιτικοί, ιλυώδεις ή αργιλώδεις.

Μακροσκοπικά οι αποθέσεις ψαμμιτών παρουσιάζουν κατά κανόνα χαρακτηριστική στρωμάτωση. Το χρώμα τους είναι συνήθως ανοιχτό τεφρό, κίτρινο ή ερυθροκίτρινο. Η υφή τους είναι κοκκώδης και τραχιά.

(Πηγή, http://www.geo.auth.gr/106/theory/pet_sedimentary.htm)

3.2 Κατηγορίες Ψαμμιτών

3.2.1 Γραουβάκης

Πρόκειται για ένα πέτρωμα που κατατάσσεται μεταξύ ψαμμιτών και ψηφιδιών. Συνήθως έχει χρώμα καστανό προς γκριζό και περιέχει κόκκους χαλαζία, αστρίων, φυλλάρια μαρμαρυγιών, κόκκους πυροξένων κτλ. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία μικρών θραυσμάτων σχιστόλιθων.

Το υλικό πλήρωση συνίσταται κατά μεγάλο ποσοστό από σκουρόχρωμο αργιλικό υλικό. Οι γραουβάκες είναι περισσότερο διαδεδομένοι στα παλαιότερα ιζηματογενή πετρώματα, όπου βρίσκονται συνήθως σε παχιές εκτεταμένες αποθέσεις και αδιάκριτες στρώσεις. Φανερώνουν περιβάλλον όπου η διάβρωση μεταφορά, απόθεση και ταφή έγιναν τόσο ραγδαία που δεν πρόλαβε να συμβεί χημική αποσάθρωση.

Οι γραουβάκες εναλλάσσονται συνήθως με θαλάσσιους πηλόλιθους και συνοδεύονται πολλές φορές από υποθαλάσσιες ροές λάβας και λεπτές στρώσεις κερατόλιθων. Είναι γενικά θαλάσσιας προέλευσης και πιστεύεται ότι έχουν αποτεθεί από υποθαλάσσια τυρβώδη ρεύματα. Οι γραουβάκες συχνά περιέχουν θραύσματα ηφαιστειακών ή υαλωδών πετρωμάτων που χημικά είναι πολύ ασταθή και εξαλλοιώνονται, καθώς και το βάθος ταφής και η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της διαγένεσης αυξάνουν. Πολλοί γραουβάκες περιέχουν μεγάλη ποικιλία αυθιγενών ορυκτών κυρίως ζεόλιθων, που είναι σταθερά σε πιέσεις και θερμοκρασίες αμέσως πριν από την πρασινοσχιστολιθική φάση μεταμόρφωσης.

3.2.2 Αρκόζη

Είναι ψαμμίτης πλούσιος σε αστρίους και χαλαζία. Συνήθως οι αστρίοι είναι καολινιτωμένοι και έχουν χρώμα θαμπό λευκό, λευκοκίτρινο που ξεχωρίζει ανάμεσα στους γκρι υαλώδεις κόκκους του χαλαζία. Η παρουσία αυτή των αστρίων υποδηλώνει συστατική ανωριμότητα, που συνήθως συμβαδίζει και με δυναμική ανωριμότητα του πετρώματος. Περιέχει συνήθως και μαρμαρυγίες. Σχηματίζεται από ραγδαία αποσάθρωση πετρωμάτων, που είναι πλούσια σε αστρίους όπως ο γρανίτης και ο γνεύσιος.

3.2.3 Χαλαζιακός ψαμμίτης

Είναι ψαμμίτης στον οποίο κυριαρχούν κόκκοι χαλαζία. Το συνδετικό υλικό είναι ασβεστίτης ή πυριτικό συνδετικό υλικό, το οποίο προσδίδει μεγάλη συνεκτικότητα στο πέτρωμα. Παρουσιάζει συνήθως λευκό ή ανοιχτό γκρι χρώμα. Ο σιδηρομιγής ψαμμίτης παρουσιάζεται ερυθρά χρωματισμένος από την παρουσία λεπτομερέστερου αιματίτη η έχει και κίτρινο - καφετί χρώμα, που οφείλεται στον λειμωνίτη. Οι σιδηρομιγείς αυτές ουσίες καλύπτουν συνήθως επιφανειακά τους κλαστικού κόκκους, Συνήθως περιέχουν ζιρκόνιο, τουρμαλίνη μαγνητίτη και άλλα βαριά ορυκτά, στερούνται απολιθωμάτων και χαρακτηρίζονται από διασταυρούμενες στρώσεις.

3.2.4 Ασβεστολιθικός ψαμμίτης

Εκτός από τους παραπάνω ψαμμίτες μπορεί να έχουμε και ψαμμίτες που οι κόκκοι τους αποτελούνται, σχεδόν στο σύνολο τους, από ασβεσίτη ή ασβεστόλιθο (ασβεστολιθική ή και δολομιτική άμμος που διένυσε μικρή απόσταση κατά την μεταφορά). Αυτό είναι και το είδος του ψαμμίτη το οποίο θα μας απασχολήσει στην εν λόγω εργασία .

3.2.5 Λιθαρενίτες

Επικρατούν τα θραύσματα πετρωμάτων που έχουν διαφορετική σύσταση (πυριγενή, μεταμορφωμένα ή ιζηματογενή). Όταν επικρατούν θραύσματα ανθρακικών πετρωμάτων οι λιθαρενίτες ονομάζονται ασβεστολιθίτες.

3.3 Σχηματισμός ψαμμιτών και περιβάλλοντα απόθεσης

Ο σχηματισμός του ψαμμίτη περιλαμβάνει δύο κύρια στάδια. Κατ' αρχάς, ένα στρώμα ή στρώματα της άμμου συσσωρεύονται ως αποτέλεσμα της ιζηματογένεσης. Τέλος, η άμμος γίνεται ψαμμίτης όταν είναι συμπιεσμένη από την πίεση των καταθέσεων κάλυψης.

Το περιβάλλον όπου κατατίθεται είναι κρίσιμο στον καθορισμό των χαρακτηριστικών του προκύπτοντος ψαμμίτη. Τα κυριότερα περιβάλλοντα απόθεσης ψαμμιτών είναι τα εξής :

Επίγεια Περιβάλλοντα

1. Ποταμοί (αναχώματα , φραγμοί, άμμοι καναλιών)
2. Αλλουβιακά ριπίδια
3. Λίμνες
4. Έρημοι (αμμόλοφοι και ergs)

Θαλάσσια Περιβάλλοντα

1. Δέλτα
2. Παράλιες άμμοι
3. Παλιρροιακά επίπεδα
4. Παράκτιοι φραγμοί
5. Καταθέσεις θύελλας
6. Τουρβιδίτες (υποβρύχια κανάλια)

3.4 Διαγένεση ψαμμιτών

Οι διαγενετικές διεργασίες όπως είναι γνωστό αρχίζουν αμέσως μετά την απόθεση του ιζήματος και συνεχίζονται μέχρι την στιγμή της αγγιμεταμόρφωσης του. Όλες οι διεργασίες γίνονται βαθμιαία με αύξηση της θερμοκρασίας και πίεσης. Η στιγμή κατά την οποία γίνεται ορατή μια διαγενετική αλλαγή σ' ένα ψαμμίτη, εξαρτάται όχι μόνο από το βάθος ταφής ή τη θερμοκρασία, αλλά ακόμα και από τη χημική σύσταση των υπεδάφινων νερών, τον τύπο των κλαστικών θραυσμάτων, το είδος του συγκολλητικού υλικού και την κλίμακα παρατήρησης.

Για να εξακριβωθούν τέτοιες διαγενετικές αλλαγές χρειάζεται λεπτομερής και προσεκτική μελέτη των ψαμμιτών π.χ. η μετατροπή ενός ενδοστρωματώμενου ιλλίτη-σμεκτίτη σε μια φάση περισσότερο ιλλιτική με αύξηση του βάθους, αποκαλύπτεται μόνο με χρήση ακτίνων Χ. Η αναγνώριση της αυθιγενεσης των αργιλικών ορυκτών στα διάκενα των κλαστικών κόκκων απαιτεί συχνά τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Οι επαυξήσεις των κλαστικών κόκκων μπορεί να εντοπιστούν μερικές φορές σε μικρές μεγεθύνσεις με πολωτικό μικροσκόπιο.

Στην Εικόνα 19 παρουσιάζονται σχηματικά έξι διαφορετικά στάδια διαγένεσης με τη μικροσκοπική τους εμφάνιση. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι :

Στάδιο 1ο : Αμέσως μετά την απόθεση. Έκθεση στον αέρα ή το νερό του αποθετικού περιβάλλοντος. Αναλλοίωτα αρχικά κλαστικά υλικά. Μεγάλο πορώδες.

Στάδιο 2ο : Ενταφιασμός λίγων ή δεκάδων μέτρων. Έκθεση σε υπεδάφια νερά. Μερική συμπαγοποίηση. Πιθανός ο πρώιμος σχηματισμός συγκολλητικής ύλης .

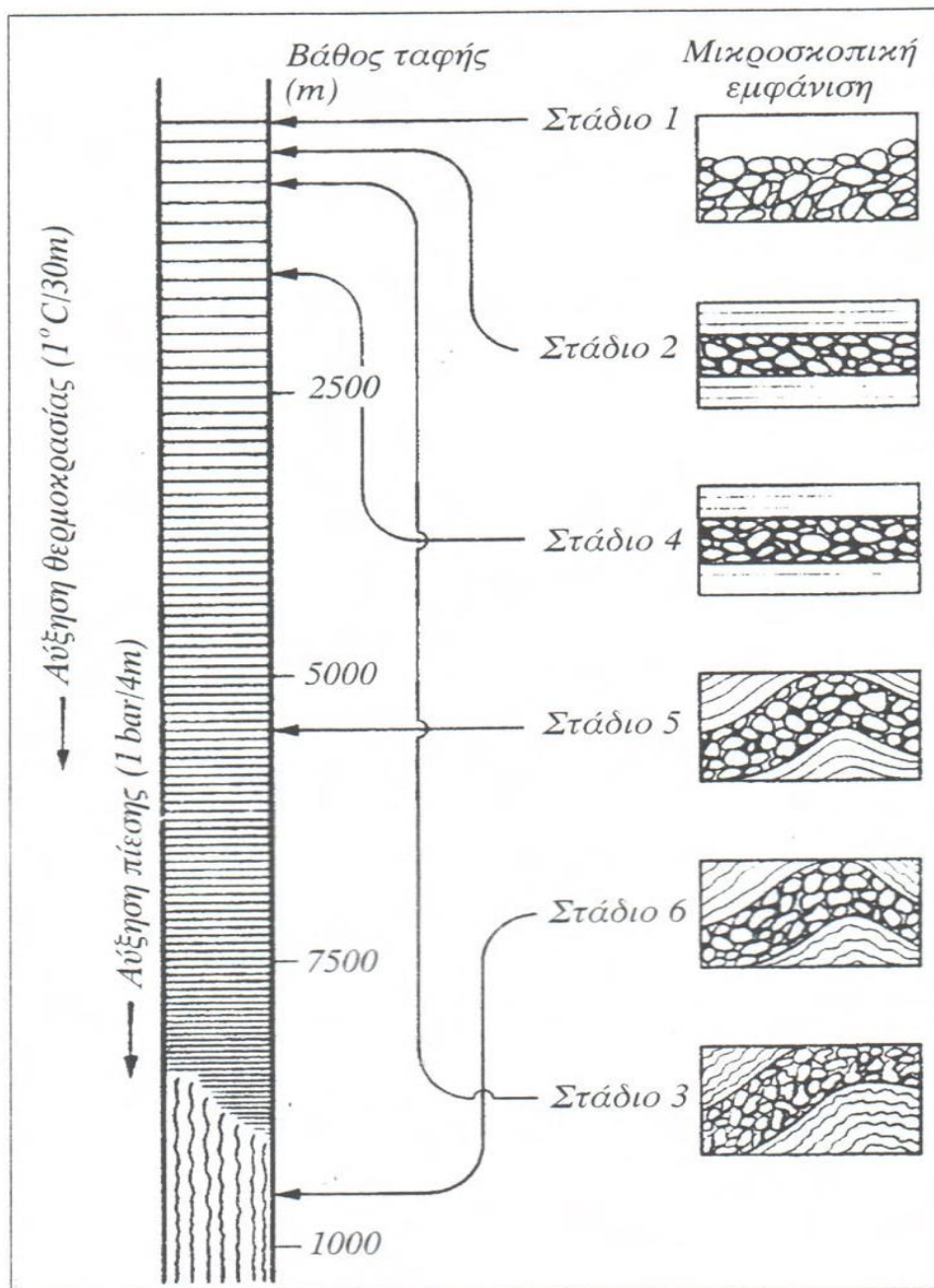
Στάδιο 3ο : Ανύψωση και διάβρωση ανώτερων στρωμάτων. Επίδραση μετεωρικού νερού, αποσυγκόλληση και αποσάθρωση με αύξηση του πορώδους.

Στάδιο 4ο : Ενταφιασμός σε βάθη περίπου 1000 μέτρων. Το νερό των πόρων μπορεί να είναι υφάλμυρο. Τα χημικά συγκολλητικά υλικά μπορεί να περιορίζουν το πορώδες. Έναρξη αλλοίωσης αργιλικών ορυκτών.

Στάδιο 5ο : Ενταφιασμός σε χιλιάδες μέτρα βάθος, ίσως με την πτύχωση των στρωμάτων. Το πορώδες μπορεί να είναι πολύ μικρό, εξαιτίας των χημικών συγκολλητικών υλικών και την πίεσης .

Στάδιο 6ο : Αρχή μεταμόρφωσης . Σχηματισμός χλωρίτη και άλλων μεταμορφικών ορυκτών με εκτεταμένη διάλυση, εξαιτίας της πίεσης. Ιστός χαλαζιτικός.

(Πηγή Πετρογραφικά και φυσικά χαρακτηριστικά των ψαμμιτών των περιοχών
Ναυπάκτου, Ευήνου και Γούμερου, Πηνελόπη Κάτσικα. Πάτρα 2011)



Εικόνα 19. Στάδια διαγένεσης (Pettijohn et al. 1973), (Πηγή Πετρογραφικά και φυσικά
χαρακτηριστικά των ψαμμιτών των περιοχών Ναυπάκτου, Ευήνου και Γούμερου,
Πηνελόπη Κάτσικα. Πάτρα 2011)

4. Προπαρασκευαστικά έργα και Πορεία εκμετάλλευσης

4.1 Εισαγωγή

Δεδομένου ότι το λατομείο έχει ξαναλειτούργησει στο παρελθόν δεν θα χρειαστεί να γίνουν περεταίρω προπαρασκευαστικά έργα όπως η διάνοιξη των βαθμίδων κτλ από την αρχή. Θα πραγματοποιηθεί ωστόσο συντήρηση των υπαρχόντων εγκαταστάσεων και βαθμίδων προκειμένου να ξαναγίνει λειτουργικός ο λατομικός χώρος καθώς το λατομείο είναι ανενεργό για περίπου 15 χρόνια. Το κόστος για την διάνοιξη του δρόμου και τις υπόλοιπες εργασίες που θα πραγματοποιηθούν έχει υπολογιστεί στο κεφάλαιο κίνησης. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος εκμετάλλευσης που είχε επιλεγεί για το εν λόγω λατομείο στο παρελθόν καθώς και ο υπολογισμός των αποθεμάτων του κοιτάσματος όπως είχε πραγματοποιηθεί τότε από τον μελετητή.

4.2 Αρχές και πορεία εκμετάλλευσης

Η πορεία της εκμετάλλευσης θα πρέπει να επηρεαστεί από το γεγονός ότι το κοίτασμα είναι στρωσιγενές, οι στρώσεις δεν παρουσιάζουν συγκόλληση μεταξύ τους ενώ επίσης παρατηρούνται επί των στρώσεων κατακόρυφες κατακλύσεις οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τον κατακερματισμό τους. Συνεπώς θα εφαρμοστεί η μέθοδος ορθών βαθμίδων η οποία θα προσαρμοστεί στις τοπικές συνθήκες.

Έτσι ξεκινώντας πάντα από τα υψηλότερα σημεία του λατομικού χώρου θα δημιουργούμε βαθμίδες με κυμαινόμενα ύψη 7-10 m. Το ύψος των βαθμίδων θα εξαρτάται από το ύψος των επάλληλων στρώσεων του ασβεστοψαμμίτη. Τα δάπεδα αυτών θα ακολουθούν τα επίπεδα των στρώσεων του πετρώματος.

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να γίνονται εργασίες μόνο στις ανώτερες δύο από τις τρεις βαθμίδες ,που είναι και η πιο συνηθισμένη περίπτωση, μέχρι τελικής εξοφλήσεως τους και εν συνεχεία παρακάτω. Είτε σε περισσότερες βαθμίδες συγχρόνως, προηγούμενης πάντοτε της υψηλότερης βαθμίδας. Η εκμετάλλευση δηλαδή θα γίνεται από πάνω προς τα κάτω.

Βέβαια στα όρια του λατομικού χώρου τα πρηνή των υποβαθμίδων θα ενώνονται και θα δημιουργούνται από την ένωση στο τελικό στάδιο βαθμίδες ύψους 7-10 m η κάθε μία και

πλάτους περίπου 10 m, κατά την εγκατάλειψή τους. Κατά την εκμετάλλευση των βαθμίδων και των υποβαθμίδων εφόσον θα κυκλοφορούν τροχοφόρα θα έχουν πλάτος τουλάχιστον 12m.

Εξάλλου οι ανωτέρω συνθήκες εκμετάλλευσης επιτρέπουν την αποκόλληση των οριζόντων χωρίς την χρήση εκρηκτικών υλών.

Με βάση τις δυνατότητες του λατομείου το γεωμετρικό χαρακτηριστικό του και τις δυνατότητες της αγοράς της χώρας η παραγωγή του λατομείου θα ανέρχεται σε:

- 2925 m³ πλακών ή
- 2100 m³ πέτρα χτισίματος, 14000 m² μαυρόπλακα, 7000 m² γρηπίδα, 500 m² πρέκια και 50 m² πεζούλια

Η παραγωγή αυτή είναι ετήσια με πέντε ημέρες εργασίας την εβδομάδα. Αν αφαιρεθούν οι αργίες και οι ημέρες δύσκολων καιρικών συνθηκών, οι οποίες είναι αρκετές στην συγκεκριμένη περιοχή, τότε οι εργάσιμες μέρες ανά έτος ανέρχονται σε 200. Άρα η ημερήσια παραγωγή του λατομείου είναι $2925 \text{ m}^3 / 200 \text{ days} = 14,625 \text{ m}^3/\text{day}$ και με βάση τα υπολογισθέντα αποθέματα η ζωή του λατομείου θα ανέλθει σε $86080 \text{ m}^3 / 2925 \text{ m}^3 = 29,43 \text{ years}$.

Κατά την διάρκεια λειτουργίας του λατομείου θα διακινηθούν 141277 m³ στείρα χαλαρά εξορυγμένα. Επομένως η ετήσια διακίνηση στείρων θα ανέρχεται στα $141277/29,43 = 4800,44 \text{ m}^3 / \text{year}$ ή $4800,44/200 = 24 \text{ m}^3 / \text{day}$

Σαν θέση απόθεσης των αγόνων του λατομείου επελέγη η ΝΔ πλευρά του χώρου. Στη θέση αυτή θα απορρίπτονται σε σωρούς τα άγωνα και όταν αρχίσει η αποκατάσταση του λατομείου θα στρωθούν για τις φυτεύσεις που θα πραγματοποιηθούν.



Εικόνα 20. Οδός μεταφοράς εντός του εγκαταλελειμμένου λατομείου, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

5. Διαδικασία εξόρυξης, μεταφοράς και υπολογισμός κόστους

5.1 Διαδικασία εξόρυξης

Κατά την πορεία της εκμετάλλευσης δε θα χρησιμοποιούνται εκρηκτικές ύλες και η διαλογή του υλικού θα γίνεται χειρωνακτικά.

Σε περίπτωση δυσκολίας αποκόλλησης μετά την αποκάλυψη του υγιούς πετρώματος από το αποσαθρωμένο κάλυμμα και την φυτική γη δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την εξόρυξη των πλακών.

Η αποκόλληση των όγκων σε διαμορφούμενες υποβαθμίδες γίνεται αφού αυτοί αποκολληθούν χειρωνακτικά. Σε περίπτωση που οι διακλάσεις παρουσιάζουν συγκόλληση ορθώνονται επί των διακλάσεων κατακόρυφα διατρήματα.

Η εξόρυξη δηλαδή θα γίνεται για την διάνοιξη σειράς διατρημάτων που θα διανοίγονται με ελαφριές αερόσφυρες βάρους 17,8 kg και διαμέτρου 32mm οι οποίες θεωρούνται κατάλληλες για την συγκεκριμένη εργασία.

Η απόσταση των διατρημάτων θα είναι 15-25 cm και ύψος τους θα εξαρτάται από το ύψος των στρώσεων ενώ η διάμετρος τους θα είναι 32 mm. Μετά την διάνοιξη θα χρησιμοποιούνται χαλύβδινες σφήνες για την αποκόλληση των μπλοκ.

Έτσι τα μπλοκ θα σχίζονται γιατί αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην αποκόλληση του όγκου δύναται να χρησιμοποιηθεί μικρή ποσότητα πυρίτιδας. Η χρήση της πυρίτιδας θα είναι εντελώς περιστασιακή.

Οι πιο πάνω όγκοι που θα εξορύσσονται, θα σχίζονται στις ήδη υπάρχουσες επιφάνειες ασυνέχειας του πετρώματος και η διαλογή των πλακών θα γίνεται επιτόπου.

Οι πλάκες δεν θα μορφοποιούνται παρά μόνο εάν υπάρχει σχετική εντολή του εκάστοτε αγοραστή. Η συγκεκριμένη εργασία θα γίνεται με την χρήση ειδικής πρέσας κοπής και η τιμή του παραγόμενου προϊόντος θα είναι διαφορετική.

5.2 Μηχανικός εξοπλισμός ορύξεως

Κατά την διαδικασία της διάνοιξης των διατρημάτων θα χρησιμοποιούνται, όπως προαναφέρθηκε ελαφριές αερόσφυρες βάρους 17,8 kg περίπου και διατρητικά στελέχη της σειράς 12, διαμέτρου μέχρι 32 mm. Οι αερόσφυρες θα είναι οι 'RH 571-5L' της atlas copco. Η παροχή αέρα που χρειάζεται μία αερόσφυρα RH 571-5L ανέρχεται στα 39 lt/sec στα 6 bar.



Εικόνα 21. Διάνοιξη διατρήματος με χρήση αερόσφυρας RH 571-5L, (Πηγή <https://www.atlascopco.com/>)

Ακόμη ο πεπιεσμένος αέρας για την τροφοδοσία των αερόσφυρων θα παρέχεται από φορητό αεροσυμπιεστή, τον XATS 186 της atlas copco, ο οποίος μπορεί να αποδώσει έως 11,4 m³/min ή 190 lt/sec, αξίας περίπου 10.000 € μεταχειρισμένος ή 42.000 € καινούργιος με τα παρελκόμενά του.



Εικόνα 22. Αεροσυμπιεστής XAVS 186 atlas copco, (Πηγή <https://www.atlascopco.com>)

Η πίεση λειτουργίας κάθε αερόσφυρας είναι 6 bar και η απαιτούμενη κατανάλωση αέρα είναι 39 lt/sec ή 2,34 m³/min.

Συνεπώς ο συγκεκριμένος αεροσυμπιεστής είναι ικανός να μας παρέχει την απαιτούμενη πίεση και παροχή αέρα προκειμένου να λειτουργούν ταυτόχρονα τέσσερις αερόσφυρες.

5.3 Υπολογισμός κόστους Διάτρησης - Εξόρυξης

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία για την διαδικασία της δημιουργίας των διατρημάτων προκειμένου να εξορυχθεί το υλικό. Τα στοιχεία που αφορούν την ταχύτητα διάτρησης και τις καταναλώσεις των μηχανημάτων προέρχονται από διάφορα

manual της κατασκευάστριας εταιρείας και μετά από διασταύρωση με άλλες παρόμοιες μελέτες αλλά, γνώμες εργολάβων και τεχνικών μηχανημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι :

1. Ταχύτητα διάτρησης 295 mm/min η κάθε αερόσφουρα
2. Χρόνος αλλαγής στελεχών μεταφοράς 15min/h
3. Τιμή καυσίμων 1,25 €/lt
4. Κατανάλωση καυσίμων 12 lt/h
5. Απόσταση διατρημάτων 10-15 cm
6. Διάμετρος 32mm

Από παρόμοιες εκμεταλλεύσεις λατομείων έχει παρατηρηθεί ότι απαιτούνται 15-25 m διατρήματος για την παραγωγή 1 m³ συνεπώς ο απαιτούμενος χρόνος διατρήσεως είναι $(25 \cdot 1000) / 295 = 85$ min περίπου δηλαδή 1 ώρα κ 25 λεπτά που με τις καθυστερήσεις ο συνολικός χρόνος θα είναι 1 ώρα και 40 λεπτά. Επειδή η αερόσφουρες που χρησιμοποιούμε είναι 4 στο ίδιο χρόνο έχουμε παραγωγή 4 m³. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψιν την χειρότερη περίπτωση όπου θα χρειαστούν 25 m διατρημάτων, για την παραγωγή 1 m³ ο αεροσυμπιεστής πρέπει να λειτουργεί για περίπου 21,5 λεπτά.

Στην διαδικασία της διάτρησης θα συμμετέχουν όλοι οι εργάτες για τις πρώτες 4 ώρες. Συνεπώς θα παράγονται 11,328 m³. Έπειτα ο ένας εργάτης θα απασχολείται με την κοπή της πέτρας με την χρήση της πρέσας. Οπότε τα υπόλοιπα 3,297 m³ θα χρειάζονται περίπου 94 λεπτά διάτρησης με τρεις εργαζόμενους να δουλεύουν αυτή τη φορά.

Συνοψίζοντας η διαδικασία διάτρησης θα διαρκεί συνολικά 5 ώρες και 34 λεπτά. Τις υπόλοιπες ώρες οι εργαζόμενοι θα απασχολούνται με την μεταφορά και την αποκόλληση των πλακών. Με βάση όλα αυτά προκύπτουν τα παρακάτω κόστη.

5.3.1 Κόστος κατανάλωσης καυσίμου

Η κατανάλωση του αεροσυμπιεστή με βάση στοιχεία από την εταιρεία ανέρχεται σε 12 lt/h . Εφόσον ο αεροσυμπιεστής θα λειτουργεί περίπου 5.6 ώρες έχουμε:

Κόστος καυσίμου ανά ημέρα: $12 * 5,6 * 1,25 = 83,328$ €/ημέρα

5.3.2 Κόστος κατανάλωσης λιπαντικών

Όσον αφορά το κόστος των λιπαντικών, αυτό το υπολογίζουμε ως ποσοστό του κόστους κατανάλωσης καυσίμων. Το ποσοστό που ορίσαμε ήταν το 25%. Έτσι έχουμε:

$$\text{Δαπάνη λιπαντικών: } 0,25 * 83,328 = 20,832 \text{ €}$$

5.3.3 Κόστος συντήρησης αεροσυμπιεστή

Τέλος για το κόστος συντήρησης του μηχανήματος εκτιμάται δύσκολα εάν δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα για να αντληθούν πληροφορίες. Στις περιπτώσεις αυτές υπολογίζεται για όλη τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος ως ποσοστό του κόστους αγοράς του μηχανήματος, μεταξύ 5-10% και ενός συντελεστή συνθηκών εργασίας (0,8 για καλές έως 1,2 για άσχημες συνθήκες). Κατά συνέπεια ο τύπος υπολογισμού έχει ως εξής :

Κόστος συντήρησης (€/ώρα) = Κόστος αγοράς (€) * Συντ. συνθηκών εργασίας * Συντ. επισκευών / Διάρκεια ζωής (ώρες)

- Για καινούργιο αεροσυμπιεστή

$$\text{Δαπάνη συντήρησης: } 42000 * 0,05 * 0,9 / 10000 = 0,19 \text{ €/ώρα}$$

- Για μεταχειρισμένο

$$\text{Δαπάνη συντήρησης : } 10000 * 0,1 * 1,8 / 3000 = 0,6 \text{ €/ώρα}$$

5.3.4 Συνολικό Κόστος διάτρησης

Το συνολικό κόστος για την διάτρηση ανέρχεται στα

- 105,22 €/ημέρα με τη χρήση καινούργιου αεροσυμπιεστή και
- 107,52 €/ημέρα με τη χρήση μεταχειρισμένου

Με δεδομένο ότι αυτή η επιβάρυνση είναι η συνολική και για τα 14,625 m³ που παράγονται σε καθημερινή βάση η επιβάρυνση σε €/m³ για τον εκμεταλλευτή θα ανέρχεται αντίστοιχα στα

- 7,19 €/ m³
- 7,35 €/ m³

5.3.5 Δαπάνη εξόρυξης (αποσπάσεως)

Η αποκόλληση και διαλογή των μπλοκ πλακών θα γίνεται χειρωνακτικά. Έτσι το κόστος αυτής της εργασίας ενσωματώνεται στο κόστος εργατικών χειρών.

5.4 Δαπάνη για κοπή πέτρας

Με την κοπή και την λάξευση της πέτρας θα ασχολείται ένας από τους τρεις συνολικά εργάτες που θα απασχολούνται στο λατομείο. Για την κοπή θα χρησιμοποιείται επίσης ειδική πρέσα της οποίας το κόστος υπολογίζεται παρακάτω.

Η ιπποδύναμη της πρέσας ανέρχεται στους 15 HP και κατά συνέπεια η κατανάλωση της με βάση τον τύπο θα έχει ως εξής:

Κατανάλωση καυσίμων = Ισχύς (HP) * συντ. φορτίου * 0,2 lt/HP και ώρα
(Συντελεστής φορτίου 0,6)

Άρα έχουμε 15 (HP) * 0,6 * 0,2 lt/HP και ώρα = 1,8 lt/h λειτουργίας.

Η πρέσα θα δουλεύει γύρω στις 4 ώρες την ημέρα καθώς και το ύψος της παραγωγής θα είναι τέτοιο (4,3 κ.μ. την ημέρα). Συνεπώς θα ισχύουν τα παρακάτω:

- ▶ Κόστος καυσίμων: 4 (h) * 1,8 (lt/h) * 1,25 € = 9 € / day
- ▶ Κόστος λιπαντικών: 0,25 * 8,64 = 2,25 € / day
- ▶ Κόστος συντήρησης:
 - Καινούργια πρέσα: 0,16 € / day
 - Μεταχειρισμένη: 0,42 € / day
- ▶ Συνολικό κόστος :
 - Καινούργια: 11,41 € / day
 - Μεταχειρισμένη: 11,67 € / day

Εφόσον ανά ημέρα παράγονται 4,3 m³ κομμένης πέτρας η ανά κυβικό επιβάρυνση από την χρήση της πρέσας θα είναι

- i. Με τη χρήση καινούργιας πρέσας: $11,41 / 4,3 = \underline{2,65 \text{ € / m}^3}$
- ii. Με τη χρήση μεταχειρισμένης πρέσας $11,67 / 4,3 = \underline{2,71 \text{ € / m}^3}$



Εικόνα 23. Πρέσα κοπής πέτρας από λατομείο στην Δαφνούλα Ιωαννίνων, (Πηγή Προσωπικό Αρχείο)

5.5 Υπολογισμός κόστους φόρτωσης και μεταφοράς του υλικού

Με βάση στοιχεία που έχουμε προαναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο ανά ημέρα λειτουργίας του λατομείου θα χρειάζεται να γίνεται μεταφορά συνολικά $14,625 \text{ m}^3$ πέτρας και $4800,44/200 = 24 \text{ m}^3$ στείρων συνολικά δηλαδή περίπου $38,6 \text{ m}^3$ υλικού.

Ο φορτωτής που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι ο cat 950M η κάποιος αντίστοιχου μεγέθους. Πράγμα που σημαίνει χρησιμοποιώντας ένα κάδο η χωρητικότητας περίπου $6,5 \text{ m}^3$, ο φορτωτής θα χρειάζεται να πραγματοποιήσει 6 κύκλους φόρτωσης.

Η μέγιστη απόσταση που θα διανύσει ο φορτωτής κατά της διάρκεια της μεταφοράς της πέτρας και των στείρων είναι 150 μέτρα με την μέση απόσταση να είναι γύρω στα 50 μέτρα. Έτσι με μια ταχύτητα του ύψους των 15 km/h (περίπου 250 m/min) ο κάθε κύκλος διαρκεί

περίπου 4 λεπτά, στην χειρότερη περίπτωση, καθώς χρειάζεται περίπου από 1 λεπτό για να λάβει θέση φόρτωσης και εκφόρτωσης και περίπου 2 λεπτά για την διαδρομή.

Συνεπώς ο μέγιστος συνολικός χρόνος λειτουργίας του φορτωτή θα είναι 24 λεπτά ανά ημέρα λαμβάνοντας υπόψη και κάποιες καθυστερήσεις 30 λεπτά. Οπότε την υπόλοιπη ώρα ο χειριστής του μηχανήματος θα απασχολείται κι αυτός με την διάνοιξη των διατηρημάτων.

5.5.1 Κόστος κατανάλωσης καυσίμου φορτωτή

Το ωριαίο κόστος κατανάλωσης καυσίμων βασίζεται σε τρία στοιχεία:

1. Στο κόστος του καυσίμου.
2. Στην κατανάλωση του μηχανήματος, η οποία εξαρτάται από την ιπποδύναμή του και το φορτίο εργασίας.
3. Στις συνθήκες εργασίας.

Η κατανάλωση καυσίμων για τους περισσότερους κινητήρες ντίζελ όταν λειτουργούν με συντελεστή φορτίου 100% είναι περίπου 0,2 lt/HP και ώρα. Ο συντελεστής φορτίου κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8.

Επομένως έχουμε, Ετήσιο κόστος καυσίμων (€/ώρα) = Ισχύς (HP) * συντ. φορτίου * 0,2 lt/HP και ώρα * κόστος καυσίμου (€/lt)

Με βάση λοιπόν τον παραπάνω τύπο $230\text{hp} * 0,5 * 0,2 * 1,25 = 28,75 \text{ €/ώρα}$

Εφόσον όμως ο φορτωτής θα δουλεύει συνολικά μαζί με τις καθυστερήσεις γύρω στα 30 λεπτά ανά ημέρα η ημερήσια κατανάλωση του θα ανέρχεται σε 14,375 €/ημέρα . Συνεπώς θα έχουμε $200 * 14,375 = 2875 \text{ €/year}$ κόστος καυσίμου για τον φορτωτή .

5.5.2 Κόστος κατανάλωσης λιπαντικών φορτωτή

Όσον αφορά το κόστος των λιπαντικών , αυτό το υπολογίζουμε ως ποσοστό του κόστους κατανάλωσης καυσίμων. Το ποσοστό που ορίσαμε ήταν το 25%.

Έτσι έχουμε:

Κόστος κατανάλωσης λιπαντικών / έτος = 25% * κόστος καυσίμων = 718,75 €/year.

5.5.3 Κόστος συντήρησης φορτωτή

Όπως κάναμε και στην περίπτωση του αεροσυμπιεστή το κόστος συντήρησης του φορτωτή υπολογίζεται για όλη τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος ως ποσοστό του κόστους αγοράς του μηχανήματος, μεταξύ 5-10% και ενός συντελεστή συνθηκών εργασίας (0,8 για καλές έως 1,2 για άσχημες συνθήκες). Έτσι κατά συνέπεια ο τύπος υπολογισμού έχει ως εξής:

Κόστος συντήρησης (€/hour) = Κόστος αγοράς (€) * Συντ. συνθηκών εργασίας * Συντ. επισκευών / Διάρκεια ζωής (hours)

Εφόσον οι συνθήκες λειτουργίας του μηχανήματος θα είναι σχετικά καλές καθώς η εκμετάλλευση είναι υπαίθρια, ο χώρος του λατομείου είναι σε αρκετά καλή κατάσταση οι κλίσεις είναι σχετικά μικρές και οι καιρικές συνθήκες τις ημέρες λειτουργίας θα είναι καλές και δεδομένου ότι η τυπική διάρκεια ζωής από τον κατασκευαστή είναι 10.000 ώρες θα έχουμε τα εξής:

- Για καινούργιο φορτωτή (συντελεστής επισκευών 0,05)

Κόστος συντήρησης (€/h) = 210000 * 0,05 * 0,9 / 10000 = **0,945 €/h**

Δηλαδή η επιβάρυνση ανέρχεται στα 0,4725 €/ημέρα

Σε βάθος χρόνου δηλαδή με 30 λεπτά την ημέρα ο φορτωτής θα δουλεύει 100 ώρες τον χρόνο πράγμα που σημαίνει 94,5 €/year

- Για μεταχειρισμένο (συντελεστής επισκευών 0,1)

Κόστος συντήρησης (€/hour) = 40000 * 0,1 * 0,9 / 3000 = 1,2 €/h δηλαδή 120 €/year.

Όσον αφορά το κόστος για κάποιο πιθανό service που θα χρειαστεί για τον μεταχειρισμένο φορτωτή έχουμε υπολογίσει ένα ποσό γύρω στις 5000 € το οποίο τοποθετήσαμε στην ταμειακή ροή στο 8^ο έτος λειτουργίας του λατομείου. Το ποσό αυτό αφορά επίσης και το service του αεροσυμπιεστή.

5.5.4 Συνολικά Κόστη για την χρήση του φορτωτή

Συνοψίζοντας όπως προκύπτει από τα παραπάνω το συνολικό κόστος ανά έτος για την μεταφορά της πέτρας αλλά και των στείρων εντός του λατομείου με την χρήση του φορτωτή θα ανέρχεται στα 3688,25 € και 3713,75 € αντίστοιχα για καινούργιο η μεταχειρισμένο μηχανήμα. Πράγμα που σημαίνει πως με βάση την ετήσια παραγωγή που θα είναι 2925 m³ η

επιβάρυνση ανά m^3 για την χρήση του φορτωτή θα είναι εν τέλη περίπου $1,26 \text{ €/m}^3$ και $1,27 \text{ €/m}^3$.

Επίσης οι όγκοι μετά την εξόρυξη και την μορφοποίησή τους φορτώνονται προς μεταφορά. Η εκτιμώμενη συνολική κατανάλωση λόγω της φόρτωσης αυτής υπολογίζεται γύρω στο $0,19 \text{ €}$ για καινούργιο φορτωτή και $0,21 \text{ €}$ για μεταχειρισμένο .

Συνεπώς το συνολικό κόστος για την μεταφορά της πέτρας και των στείρων αλλά και για την φόρτωση της προς πώλησης πέτρας υπολογίζουμε ότι θα ανέρχεται στα:

- $1,45 \text{ €/m}^3$ στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσουμε καινούργιο μηχάνημα.
- $1,48 \text{ €/m}^3$ στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσουμε μεταχειρισμένο



Εικόνα 24. Φορτωτής cat 950M, (Πηγή <https://www.cat.com/>)

5.6 Μεταφορά πέτρας από τον ίδιο τον εκμεταλλευτή

Εφόσον πραγματοποιήσαμε την έρευνα μας για τις δυο περιπτώσεις λειτουργίας του λατομείου, αρχικά για την περίπτωση που ο εργοδότης θα χρησιμοποιούσε καινούργια

μηχανήματα και έπειτα την περίπτωση λειτουργίας του λατομείου με την χρήση μεταχειρισμένων θεωρήσαμε πως θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε στην έρευνα ένα ακόμη σενάριο λειτουργίας.

Το σενάριο αυτό αφορά την περίπτωση όπου ο εκμεταλλευτής του λατομείου θα πραγματοποιήσει ο ίδιος την μεταφορά της πέτρας στον εκάστοτε αγοραστή χωρίς την διαμεσολάβηση κάπου εργολάβου όπως συμβαίνει τις περισσότερες φορές. Επίσης όπως είναι λογικό συμπεριλάβαμε και τις δύο περιπτώσεις ξανά για καινούργιο και μεταχειρισμένο φορτηγό.

Σημαντικό ρόλο στην απόφαση να συμπεριλάβουμε στην έρευνα τα σενάρια αυτά έπαιξε μια προσωπική εμπειρία που είχα, όταν πριν από τέσσερα περίπου χρόνια είχαμε αγοράσει γύρω στα 15 m³ μαυρόπετρα για μια κατασκευή που χρειάστηκε να κάνουμε και για να μεταφέρουμε τις πέτρες από την Δαφνούλα, ένα χωριό έξω από τα Ιωάννινα όπου βρίσκονταν το λατομείο, μέχρι τους Μελισσουργούς το ποσό που πληρώσαμε για την μεταφορά της πέτρας, λόγω της σχετικά μεγάλης απόστασης, ξεπέρασε το κόστος αγοράς της πέτρας. Αυτό το σχετικά υψηλό ποσό που είχε χρειαστεί να καταβάλλουμε τότε μου είχε κάνει ιδιαίτερη εντύπωση και όχι άδικα καθώς όπως παρατηρήσαμε και από τις δοκιμές στο excel ακόμα και για πολύ μικρότερες αποστάσεις η χρήση φορτηγού για την μεταφορά από τον ίδιο τον εκμεταλλευτή του λατομείου θα μπορούσε να έχει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα.

Προσθέτοντας έτσι στον εξοπλισμό ένα φορτηγό χωρητικότητας 15 κυβικών μέτρων, περίπου όσο δηλαδή είναι και η ημερήσια παραγωγή του λατομείου, παρατηρούμε ότι ανάλογα την απόσταση μεταφοράς μπορεί να υπάρξει σημαντική αύξηση του ετήσιου κέρδους και κατά συνέπεια της καθαρής παρούσας αξίας (NPV).

Έτσι με βάση την απόσταση του λατομείου από τα γύρω χωριά και κωμοπόλεις θέτουμε σαν μια μέση απόσταση μεταφοράς τα 24 km. Έπειτα με βάση κάποια στοιχεία που συλλέξαμε από εργολάβους της περιοχής με φορτηγά, η ανά χιλιόμετρο χρέωση για μίσθωση φορτηγού με σκοπό την μεταφορά της πέτρας από το λατομείο στον χώρο που επιθυμεί ο εκάστοτε αγοραστής ανέρχεται περίπου στα 4 € ανά χιλιόμετρο.

Συνεπώς έχουμε:

Πίνακας 2. Στοιχεία για χρήση καινούργιου & μεταχειρισμένου φορτηγού

Σενάριο λειτουργίας	Καινούργιο φορτηγό	Μεταχειρισμένο φορτηγό
Έσοδα (€/km)	4	4
κόστος πετρελαίου (€/km)	0,5	0,5
κόστος λιπαντικών(€/km)	0,125	0,125
συντήρηση (€/km)	0,0135	0,0257
συνολικό κόστος (€/km)	0,6385	0,6507
Κέρδος (€/km)	3,3615	3,3492

Επίσης εφόσον η απόσταση μεταφοράς είναι μικρή το φορτηγό με μια μέση ταχύτητα 20 km/h θα χρειάζεται περίπου 3 ώρες για να πραγματοποιήσει ένα δρομολόγιο και επειδή όπως προαναφέρθηκε ο παραγόμενος όγκος πέτρας ανά ημέρα δεν ξεπερνάει τα 14,625 κυβικά θα πραγματοποιείται ένα δρομολόγιο ανά ημέρα . Έτσι σαν ημερήσια αποζημίωση για τον οδηγό ορίζουμε ένα ποσό του ύψους των 25 €.

Άρα με μέση απόσταση 24 km έχουμε :

Πίνακας 3. Πίνακας κέρδους ανά ημέρα χρήσης του φορτηγού

	Καινούργιο	Μεταχειρισμένο
Έσοδα (€)	96	96
κόστος μεταφοράς (€)	15,324	15,6171
Μερ/το οδηγού (€)	25	25
Σύνολο (€)	40,324	40,6171
μεικτά κέρδη (€/day)	55,676	55,3829

Με βάση τα παραπάνω για τις 200 περίπου μέρες λειτουργίας του λατομείου τα κέρδη από την μεταφορά της πέτρας από τον ίδιο τον εκμεταλλευτή του λατομικού χώρου θα ανέρχονται στα $27,304 \cdot 200 = 5460,8$ €/year. Μπορεί το ποσό αυτό να μην είναι πολύ μεγάλο, παρόλα αυτά επειδή το έσοδο αυτό δεν αυξάνει το ενοίκιο του χώρου, το οποίο σύμφωνα με την

προηγούμενη σύμβαση λειτουργίας η οποία ίσχυε ανέρχονταν στο 4% επί των εσόδων από την πώληση της πέτρας, έχει ιδιαίτερα σημαντική επίπτωση στην τιμή της ΚΠΑ. Έτσι όπως παρατηρούμε στα αποτελέσματα του 3^{ου} και 4^{ου} σεναρίου η καθαρή παρούσα αξία (NPV) σχεδόν διπλασιάζεται, από 34263,39 € πάει στις 70528,91 €.

Τέλος το φορτηγό που θα χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά θα είναι ένα χωματουργικό φορτηγό της Volvo για το οποίο τα στοιχεία που χρησιμοποιήσαμε βρέθηκαν μετά από επικοινωνία με τον υπεύθυνο πωλήσεων της εταιρείας στην Αθήνα.



Εικόνα 25. Volvo FMX, (Πηγή <http://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/volvo-fmx.html>)

6. Ταμειακές ροές – Αξιολόγηση επενδυτικού σχεδίου για το λατομείο πέτρας

6.1 Εισαγωγή

Η αξιολόγηση επενδύσεων είναι μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία η οποία από τη φύση της εμπεριέχει σημαντικό βαθμό αβεβαιότητας και ρίσκου. Η χρηματοοικονομική αξιολόγηση αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της όλης διαδικασίας, που περιστρέφεται γύρω από την έννοια των ταμειακών ροών της επένδυσης. Αποτελεί ένα χρήσιμο αναλυτικό εργαλείο, το οποίο συνοδεύει και συμπληρώνει αλλά και τεκμηριώνεται μέσα από τη διεξοδική εξέταση της σχεδιαζόμενης επένδυσης.

Η αξιολόγηση μιας επένδυσης συνολικά βασίζεται στη βαθιά κατανόηση της εταιρίας και του περιβάλλοντός της (αγορά) καθώς και σε θέματα στρατηγικής που η επιχείρηση, με υποκειμενικό τρόπο, θέτει.

Σε μια πρώτη προσέγγιση, όσο μεγαλύτερη είναι η επιχείρηση τόσο περισσότερο βαρύνει και η στρατηγική διάσταση των επενδύσεών της. Για παράδειγμα η σκοπιμότητα της ανάπτυξης μιας σειράς προϊόντων ή υπηρεσιών νέας γενιάς (π.χ. υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενεάς) γίνεται με παραδοχές και στρατηγικές θεωρήσεις που είναι είτε αδύνατο είτε και λαθεμένο να προσπαθεί κανείς να τεκμηριώσει με απλά χρηματοοικονομικό τρόπο. Ωστόσο, στο περιβάλλον των περισσότερων ΜΜΕ, η τεχνοοικονομική διάσταση των πραγμάτων είναι η κυρίαρχη. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον η χρηματοοικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων είναι βασικό εργαλείο αποφάσεων.

Η χρηματοοικονομική αξιολόγηση αναγκαστικά βασίζεται σε πάρα πολλές οικονομικές, εμπορικές και παραγωγικές παραδοχές ενώ τα συμπεράσματά της πρέπει με τη σειρά τους να δικαιολογούν με χρηματοοικονομικούς όρους τη σκοπιμότητα της επένδυσης.

Περιλαμβάνει τις εξής δύο βασικές διαδικασίες:

- Τον εντοπισμό όλων των εσόδων (εισροών) και εξόδων (εκροών), που σχετίζονται με τη σχεδιαζόμενη επένδυση (cash flow analysis).
- Τη χρήση μεθόδων και κριτηρίων, με βάση τα οποία οι παραπάνω εισροές και εκροές να μπορούν να αξιολογούνται (capital budgeting decision methods).

Η πρώτη διαδικασία, του εντοπισμού των αναμενόμενων εσόδων και εξόδων της επένδυσης, είναι ασφαλώς η περισσότερο δύσκολη, αυτή που εμπεριέχει τη μεγαλύτερη αβεβαιότητα για τα συμπεράσματα της αξιολόγησης. Στη διαδικασία αυτή καταρτίζονται όλες οι παραδοχές για την επένδυση, πράγμα ιδιαίτερα δύσκολο και με μεγάλη αβεβαιότητα. Στη φάση αυτή εμπλέκονται άτομα ποικίλων εξειδικεύσεων, προκειμένου να σχεδιαστούν με το μεγαλύτερο δυνατό ρεαλισμό οι απαραίτητες «υποθέσεις εργασίας» της εξεταζόμενης επένδυσης. Τούτες μπορεί να αφορούν επιπτώσεις στο κόστος παραγωγής (που και πάλι μπορεί να αντανακλούν μειώσεις στο προσωπικό, μια καλύτερη διαχείριση πρώτων υλών, εξοικονόμηση ενέργειας, κτλ.), στα μερίδια αγοράς, στις εξαγωγές, στην ποιότητα και τις τιμές των προϊόντων, κτλ.

Η δεύτερη διαδικασία έχει ένα μεθοδολογικό-αναλυτικό χαρακτήρα που σκοπό έχει την επεξεργασία των δεδομένων και των παραδοχών της πρώτης φάσης ώστε η λήψη απόφασης να βοηθιέται, βασιζόμενη ανάμεσα στα άλλα, σε διάφανους και εύληπτους δείκτες. Η μόνη βασική παραδοχή στη διαδικασία υπολογισμού των κριτηρίων και των δεικτών αυτών είναι η εξέλιξη του κόστους κεφαλαίου (cost of capital) μέσα στον χρόνο. Κατά τα άλλα ο υπολογισμός των δεικτών είναι μια απλή, κατά βάση, υπόθεση, ενώ τα συμπεράσματα, στα οποία αυτοί οδηγούν, είναι τελικά τόσο αξιόπιστα όσο ακριβείς και οι υποθέσεις που καταστρώθηκαν στην πρώτη φάση της ανάλυσης. Το γενικό συμπέρασμα που ισχύει για τη χρηματοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων είναι αυτό που σε γενικές γραμμές αφορά κάθε αναλυτική προσέγγιση. Συνοπτικοί και περιεκτικοί δείκτες που περιέχουν όμως μεγάλη αβεβαιότητα. Όπως και σε κάθε άλλη αντίστοιχη περίπτωση ποσοτικών μεθοδολογιών και προσεγγίσεων η χρηματοοικονομική αξιολόγηση μιας επένδυσης βοηθά και δεν καθορίζει τη λήψη της σχετικής επιχειρηματικής απόφασης. Στις επόμενες δύο παραγράφους περιγράφονται οι δύο παραπάνω συνιστώσες της χρηματοοικονομικής αξιολόγησης επενδύσεων. Πρώτα συνοψίζονται οι αναλυτικές μεθοδολογίες που επιτρέπουν την επεξεργασία των δεδομένων των ταμειακών εισροών και εκροών και στη συνέχεια σχολιάζεται η κατάσταση αυτών καθ' εαυτών των ταμειακών ροών. Αξίζει ακόμη να τονιστεί ότι το πλαίσιο της ανάλυσης αφορά

- την αποδοχή ή απόρριψη μιας δεδομένης επένδυσης, ή
- την επιλογή ανάμεσα σε δυο, όταν η μια αποκλείει αυτόματα την άλλη.

Μεθοδολογικά οι δύο παραπάνω περιπτώσεις είναι “σχεδόν” ισοδύναμες. Στην πρώτη περίπτωση η επιλογή ή η απόρριψη επιλέγεται με βάση έναν ‘καλό’ δείκτη αξιολόγησης ενώ στη δεύτερη με βάση τον ‘καλύτερο’ δείκτη, που προκύπτει μέσα από μια συγκριτική αξιολόγηση των δεικτών της κάθε επένδυσης ξεχωριστά. Ο ακριβής προσδιορισμός της έννοιας του ‘καλού’ δείκτη είναι ένα κατά βάση υποκειμενικό ζήτημα, όσο και αν πρέπει κανείς να ακολουθεί κάποιους βασικούς κανόνες κοινής λογικής.

Στην δικιά μας περίπτωση αυτό που κάναμε ήταν κάτι ενδιάμεσο καθώς ο απώτερος σκοπός μας ήταν να καταλήξουμε στο αν θα είναι κερδοφόρα ή όχι η συγκεκριμένη επένδυση, η λειτουργία δηλαδή του λατομείου μαυρόπετρας. Ωστόσο λόγω της επιλογής μας να ερευνήσουμε τέσσερα διαφορετικά σενάρια λειτουργίας ήταν σαν να επιλέγαμε ανάμεσα σε τέσσερις διαφορετικές επενδύσεις.

Τα βασικά κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων που ακολουθήσαμε για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής ήταν το κριτήριο της καθαρής παρούσας αξίας (net present value - NPV) και το κριτήριο της εσωτερικής απόδοσης επί του κεφαλαίου (Internal Rate of Return IRR).

6.2 Η καθαρή παρούσα αξία (net present value- NPV)

Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) ονομάζεται το άθροισμα των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Μετράει το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος κεφαλαίων (cost of funds) που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση. Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται στην οικονομική επιστήμη, στα χρηματοοικονομικά και στη λογιστική για να καθοριστεί αν μια επένδυση ή ένα έργο κρίνεται συμφέρον για να χρηματοδοτηθεί ή όχι.

Η παρούσα αξία των αναμενόμενων ταμειακών ροών υπολογίζεται με την προεξόφληση τους χρησιμοποιώντας το κατάλληλο επιτόκιο προεξόφλησης.

6.2.1 Καθαρή Παρούσα Αξία = Παρούσα Αξία – Κόστος επένδυσης

- **μηδενική** καθαρή παρούσα αξία ($KPA = 0$) σημαίνει ότι τα έσοδα από το έργο αποπληρώνουν την αρχική επένδυση, χωρίς όφελος ή ζημιά για τον επενδυτή
- **θετική** καθαρή παρούσα αξία ($KPA > 0$) σημαίνει ότι η επένδυση είναι κερδοφόρα
- **αρνητική** καθαρή παρούσα αξία ($KPA < 0$) σημαίνει ότι η επένδυση καταλήγει σε ζημιά

Η ΚΠΑ είναι μία από τις δύο τεχνικές προεξόφλησης ταμειακών ροών (η άλλη είναι ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης) που χρησιμοποιούνται στη συγκριτική αξιολόγηση επενδυτικών προτάσεων, όπου η ροή του εισοδήματος διαφέρει στην πάροδο του χρόνου.

Αποτελεί μια τυποποιημένη μέθοδο που χρησιμοποιεί την έννοια της χρονικής αξίας του χρήματος για την εκτίμηση μακροπρόθεσμων επενδύσεων. Η χρονική αξία του χρήματος στα χρηματοοικονομικά, υπαγορεύει ότι ο χρόνος έχει επιπτώσεις στην αξία των ταμειακών ροών.

Αν για παράδειγμα, υπάρχει μία χρονική περίοδος πανομοιότυπων ταμειακών ροών ίσης ονομαστικής αξίας, οι ταμειακές ροές στο παρόν έχουν μεγαλύτερη πραγματική αξία από ταμειακές ροές ίσης ονομαστικής στο μέλλον, με κάθε μελλοντική ταμειακή ροή να γίνεται όλο και λιγότερο πολύτιμη από τις προηγούμενες.

Συνεπώς, μεταξύ δυο όμοιων επενδύσεων, υψηλότερο κίνδυνο έχει αυτή με την μεγαλύτερη διάρκεια. Για κάθε επιπλέον χρονική περίοδο, η παρούσα αξία των μεταγενέστερων μελλοντικών ταμειακών ροών μειώνεται, καθώς ο κίνδυνος αυτής της επένδυσης αυξάνεται, ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης αβεβαιότητας και κίνδυνου που υπάρχει για την τελική ολοκλήρωση του έργου/επένδυσης.

6.2.2 Υπολογισμός ΚΠΑ

Ο προσδιορισμός της αξίας ενός σχεδίου είναι δύσκολη, επειδή υπάρχουν διάφοροι τρόποι για τη μέτρηση της αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών. Λόγω της χρονικής αξίας του χρήματος, ένα ευρώ στο μέλλον αξίζει λιγότερο από όσο ένα ευρώ σήμερα. Το επιτόκιο προεξόφλησης στον τύπο ΚΠΑ είναι ένας τρόπος για να μετρηθεί ακριβώς αυτό.

Ο τύπος υπολογισμού της Καθαρής Παρούσας Αξίας μιας σειράς ταμειακών ροών, δέχεται ως μεταβλητές τις ταμειακές ροές και ένα προεξοφλητικό επιτόκιο και έχει ως αποτέλεσμα μια τιμή.

Η αντίστροφη διαδικασία, που δέχεται ως μεταβλητές μια σειρά ταμειακών ροών και την ΚΠΑ και βγάζει ως αποτέλεσμα το προεξοφλητικό επιτόκιο, ονομάζεται απόδοση και χρησιμοποιείται ευρέως στις συναλλαγές ομολόγων.

Τα βήματα για τον υπολογισμό της ΚΠΑ είναι:

- Καθορισμός όλων των ταμειακών ροών που συνδέονται με ένα έργο ή μια επένδυση καθώς και το χρονικό διάστημα κατά το οποίο αυτές θα προκύψουν. Οι ταμειακές ροές μπορεί να είναι είτε θετικές (εισροή χρημάτων), είτε αρνητικές (εκροές χρημάτων/δαπάνες).
- Καθορισμός του κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της Παρούσας Αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών.
- Άθροισμα της Παρούσας Αξίας όλων των ταμειακών ροών, τόσο θετικών όσο και αρνητικών για τον υπολογισμό της ΚΠΑ και κατ' επέκταση της κερδοφορίας της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t = Χρονική περίοδος

N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης

r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

Εικόνα 26. Τύπος υπολογισμού NPV

6.3 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return (IRR))

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι ένας δείκτης ο οποίος μετρά την απόδοση μιας μακροχρόνιας επένδυσης, εξισώνοντας την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών πλέον της τελικής αγοραίας αξίας, με την τρέχουσα αγοραία αξία της επένδυσης.

Εναλλακτικά, μπορεί να οριστεί ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή.

- EBA > από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα,
- EBA = με το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση θεωρείται οριακή, εφαρμόζεται όταν δεν υπάρχει καλύτερη εναλλακτική λύση,
- EBA < από το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης, η επένδυση απορρίπτεται.

6.3.1 Υπολογισμός Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Internal Rate of Return (IRR))

Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον EBA και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών (για το λόγο αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα.

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ΚΠΑ = 0 = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές εισροές}}{(1 + IRR)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t : χρονική περίοδος

N: χρονική διάρκεια της επένδυσης

Εικόνα 27. Τύπος υπολογισμού IRR

6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου

Όπως αναφέρθηκε και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα και μάλιστα σε συνδυασμό, καθώς κάθε μία από τις δύο μεθόδους εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4. Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων ΚΠΑ και ΕΒΑ (Torries, 1998)

ΚΠΑ	ΕΒΑ
1. Μετράει το απόθεμα του πλούτου, που είναι συμβατό με την οικονομική θεωρία, π.χ. μεγιστοποίηση της χρησιμότητας. Όμως, δεν προσδιορίζει κατά πόσο χρησιμοποιείται αποτελεσματικά το κεφαλαίο.	1. Μετράει το βαθμό συσσώρευσης πλούτου ή το ρυθμό μεταβολής του πλούτου. Αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της χρήσης του κεφαλαίου, αλλά όχι το συνολικό αποτέλεσμα του σχεδίου
2. Το μέγεθος της ΚΠΑ είναι εξαρτώμενο από το επιτόκιο προεξόφλησης και από το μέγεθος της αρχικής επένδυσης. Η ΚΠΑ αυξάνει για σχέδια μεγαλύτερου μεγέθους.	2. Ο ΕΒΑ είναι ανεξάρτητη του μεγέθους της αρχικής επένδυσης. Για να μεγαλώσει ο ΕΒΑ πρέπει η επένδυση να αποφέρει μεγαλύτερα κέρδη.
3. Απαιτεί πρόβλεψη τιμών για τα έξοδα και τις πωλήσεις.	3. Απαιτεί πρόβλεψη τιμών για τα έξοδα και τις πωλήσεις.
4. Απαιτεί την επιλογή ενός εξωτερικού επιτοκίου προεξόφλησης και δεδομένου ότι η επιλογή είναι δύσκολη χαρακτηρίζεται ως αδυναμία της μεθόδου.	4. Αναφέρεται ότι ο ΕΒΑ δεν απαιτεί παρά μόνο γνώση του ελάχιστου αποδεκτού βαθμού απόδοσης για σύγκριση.
5. Θεωρεί ότι τα ετήσια μερίσματα επανεπενδύονται με το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης.	5. Θεωρεί ότι τα ετήσια μερίσματα επανεπενδύονται με το επιτόκιο ίσο με τον ΕΒΑ.
6. Αναφέρεται συχνά ότι η ΚΠΑ έχει μόνο μια τιμή σε αντίθεση με τον ΕΒΑ που εμφανίζει το πρόβλημα των πολλαπλών ριζών.	6. Πολλαπλές ρίζες μπορεί να υπάρχουν και αυτό δυσχεραίνει την ανάλυση. Αναφέρεται μόνο ως αδυναμία του ΕΒΑ.
7. Η ΚΠΑ κατατάσσει ορθά αμοιβαίως αποκλειόμενα σχέδια υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου.	7. Ο ΕΒΑ κατατάσσει ορθά αμοιβαίως αποκλειόμενα σχέδια υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου.

6.5 Παραδοχές για την δημιουργία Πίνακα ταμειακών ροών

Κλείνοντας αξίζει να αναφερθεί ότι ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων δεν θα πρέπει να παραβλέπεται ότι η ορθότητα των υπολογισμών στηρίζεται σε έναν σωστό πίνακα ταμειακών ροών. Στην κατεύθυνση αυτή είναι χρήσιμο να τηρούνται οι ακόλουθες θεωρητικές παραδοχές (Torgies, 1998):

- Όλες οι μεταβλητές που εισάγονται στον πίνακα θα πρέπει να είναι γνωστές με βεβαιότητα. Στην πραγματικότητα οι μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο σπάνια είναι σαφώς καθορισμένες και πλήρως γνωστές. Υπάρχει πάντα ένας κίνδυνος που πηγάζει από διάφορες πηγές αβεβαιότητας και προς την κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως ανάλυση ευαισθησίας, πιθανολογική διερεύνηση με Monte Carlo, κ.ά.
- Τα εναλλακτικά σχέδια που πρόκειται να αξιολογηθούν θα πρέπει να έχουν συγκρίσιμα επιτόκια προεξόφλησης, τα οποία θα αντανακλούν τον κίνδυνο των διαφορετικών επιλογών. Ο όρος «συγκρίσιμα» δεν σημαίνει ίδια. Κάθε σχέδιο συνεπάγεται διαφορετικό κίνδυνο για τον επενδυτή, επομένως, το επιτόκιο προεξόφλησης δύναται να είναι διαφορετικό.
- Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών θα πρέπει να καταστρώνονται με κοινό μοντέλο διαχείρισης των φόρων, του εισοδήματος, των αποσβέσεων, κτλ. Αυτό συνεπάγεται ότι οι συγκρίσεις θα πρέπει να γίνονται σε μια κοινή βάση (π.χ. σύγκριση ΚΠΑ μετά φόρων ή προ φόρων σε όλα τα σχέδια, αποσβέσεις σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο, κτλ.).
- Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών και πρόκειται να αξιολογηθούν με βάση τον ΕΒΑ υπό συνθήκες περιορισμένου κεφαλαίου και αμοιβαίως αποκλειόμενων σχεδίων θα πρέπει να έχουν την ίδια οικονομική ζωή. Ο υπολογισμός του ΕΒΑ για σχέδια με διαφορετική οικονομική ζωή είναι μαθηματικά εφικτός χωρίς κανένα πρόβλημα. Εντούτοις, από επιχειρηματικής πλευράς είναι χρήσιμη η πληροφορία της συνολικής οικονομικής απόδοσης δύο επιλογών για την ίδια περίοδο χρόνου.
- Όλα τα εναλλακτικά σχέδια που συγκρίνονται με πίνακα ταμειακών ροών και πρόκειται να αξιολογηθούν με βάση τον ΕΒΑ υπό συνθήκες σπανιότητας κεφαλαίου και αμοιβαίως αποκλειόμενων σχεδίων θα πρέπει να έχουν την ίδια αρχική επένδυση.

Στην πράξη λίγα σχέδια έχουν την ίδια αρχική επένδυση. Όμως είναι χρήσιμο, από επιχειρηματικής πλευράς, να προσδιορίζεται η συνολική απόδοση των σχεδίων για ίδιες επενδυτικές ευκαιρίες (π.χ. ένα σχέδιο με αρχική επένδυση 50 εκατ. € προκειμένου να συγκριθεί σωστά με μια εναλλακτική επιλογή αρχικής επένδυσης 100 εκατ. € θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επενδυτική ευκαιρία της αξιοποίησης των 50 εκατ. €, που αποτελούν τη διαφορά της αρχικής επένδυσης, σε έναν άλλο τομέα (π.χ. έστω και σε μια ασφαλή τοποθέτηση χαμηλής απόδοσης).

6.6 Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Το κόστος λειτουργίας καλύπτει όλη τη διαδικασία παραγωγής, σε σχέση με το είδος του παραγόμενου προϊόντος (π.χ. εμφιαλωμένο νερό) ή υπηρεσιών (π.χ. μαρίνα, βιολογικός καθαρισμός λυμάτων κτλ.), καθώς και τα γενικά έξοδα διάθεσης, διοίκησης κτλ. Στον πίνακα των ταμειακών ροών δεν εισάγεται άμεσα το κόστος ιδιοκτησίας του εξοπλισμού, όπως συμβαίνει με το λειτουργικό κόστος, επειδή δεν αποτελεί ταμειακή εκροή. Το κόστος του κεφαλαίου για την αγορά του εξοπλισμού συμπεριλαμβάνεται στο συνολικό κόστος της επένδυσης, ενώ το κόστος λόγω φθοράς του μηχανήματος εκφράζεται μέσα από τη, συνήθως μηδενική, υπολειμματική αξία.

Αφετηρία υπολογισμού του κόστους λειτουργίας αποτελεί το σχέδιο εργασιών της επένδυσης, με τη βοήθεια του οποίου καταρτίζονται οι πίνακες των απαιτούμενων μηχανημάτων και του προσωπικού. Συχνά, το λειτουργικό κόστος εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος. Η πρακτική αυτή μολονότι είναι εύχρηστη θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή για την αποφυγή σφαλμάτων ειδικά, όταν χρησιμοποιούνται πληθωριστικές τιμές με διαφορετικό ρυθμό αύξησης ανά κατηγορία δαπάνης (π.χ. προσωπικό, καύσιμα). Πάντως, τα περισσότερα σφάλματα κατά την κοστολόγηση οφείλονται σε:

- παραδοχές σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού,
- παραλήψεις κατά τον υπολογισμό των γενικών εξόδων
- λανθασμένες εκτιμήσεις για το κόστος ανταλλακτικών και συντήρησης των μηχανημάτων.

6.7 Αποσβέσεις

Απόσβεση ονομάζεται η μείωση της αξίας ενός πάγιου περιουσιακού στοιχείου από τη φθορά που υπέστη αυτό, είτε λόγω της παρόδου του χρόνου (χρονική φθορά), είτε λόγω της χρήσεως (λειτουργική φθορά), είτε και όταν οφείλεται σε επιστημονικές και τεχνικές ανακαλύψεις και εφευρέσεις (τεχνολογική απαξίωση).

Εναλλακτικά είναι το κόστος των αναλωμένων υπηρεσιών κάθε παγίου εκτός της γης. Η γη δεν υπόκειται σε απόσβεση, γιατί το απόθεμα των υπηρεσιών της είναι ανεξάντλητο.

Η απόσβεση θεωρείται μη ταμειακό έξοδο γιατί το ποσό των εισπράξεων που αντιστοιχεί στην απόσβεση παραμένει στην επιχείρηση και δεν εκταμιεύεται υπέρ κάποιου τρίτου, όπως συμβαίνει με τους μισθούς, τα εργατικά, τα ενοίκια κτλ

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αγγλική ορολογία της απόσβεσης διαφέρει ανάλογα με το είδος του περιουσιακού στοιχείου. Ο όρος

- Amortization, αφορά άυλα περιουσιακά στοιχεία, ενώ ο όρος
- Depreciation, αφορά αποσβέσεις πάγιων περιουσιακών στοιχείων

Όσον αφορά την μέθοδο που χρησιμοποιήσαμε στην εν λόγω έρευνα είναι η Μέθοδος της σταθερής απόσβεσης. Η μέθοδος της σταθερής απόσβεσης είναι εκείνη κατά την οποία ο συντελεστής αποσβέσεως είναι σταθερός κάθε χρόνο και ο υπολογισμός με βάση το συντελεστή γίνεται πάντοτε από την αρχική αξία του περιουσιακού στοιχείου.

Παράδειγμα:

Εάν η αξία των μηχανημάτων είναι 10.000 € και υπολογίζεται απόσβεση με συντελεστή 10% για κάθε χρόνο, σύμφωνα με τη μέθοδο της σταθερής αποσβέσεως το ποσοστό της αποσβέσεως θα ανέρχεται σε 1.000 € το χρόνο.

6.8 Φορολογητέο εισόδημα και φόροι

Οι φόροι που πληρώνονται από μια επιχείρηση αποτελούν μια εκροή, η οποία υπάρχει μόνο σε περίπτωση κερδοφορίας (δηλ. όταν η επιχείρηση εμφανίζει ζημιά δεν πληρώνει φόρους. Μάλιστα, μπορεί να μεταφέρει τη ζημιά αυτή σε μελλοντικές περιόδους και να την συμψηφίσει με τυχόν κέρδη). Οι φόροι αντιστοιχούν σε ένα ποσοστό επί του φορολογητέου εισοδήματος

της επιχείρησης, το ύψος του οποίου καθορίζεται από την αντίστοιχη νομοθεσία. Προκειμένου να υπολογιστεί το φορολογητέο εισόδημα μιας εταιρείας αφαιρούνται από τα μεικτά της κέρδη οι τόκοι και οι αποσβέσεις.

Επειδή ο τρόπος υπολογισμού των φόρων επιδρά σημαντικά στην αποδοτικότητα της επένδυσης, κατά την αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι σχετικές φορολογικές διατάξεις. Στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο ο φόρος εισοδήματος για τέτοιου είδους επιχειρήσεις ανέρχεται στο 29% του φορολογητέου εισοδήματος.

6.9 Προεξόφληση (discounting) και επιτόκιο προεξόφλησης

Προεξόφληση ονομάζεται η διαδικασία υπολογισμού της παρούσας αξίας (PV) ενός ποσού (C) που θα προκύψει στο χρόνο (t) με βάση ενός επιτοκίου αναγωγής. Το συγκεκριμένο επιτόκιο ονομάζεται επιτόκιο προεξόφλησης και ουσιαστικά ορίζει το ποσοστό που χάνει το χρήμα λόγω πληθωρισμού και ρίσκου σε μια επένδυση.

$$PV = C * (1 + e)^{-t}$$

Όπου:

- $1 + e = i$: επιτόκιο προεξόφλησης

Για την συγκεκριμένη μελέτη το επιτόκιο προεξόφλησης που λάβαμε σαν δεδομένο ήταν του ύψους του 11% αντίστοιχο με άλλες παρόμοιες επενδύσεις.

6.10 Οικονομικά στοιχεία επένδυσης και κόστος λειτουργίας

6.10.1 Αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού

Προκειμένου να είναι πιο αντικειμενική η μελέτη που επιχειρήσαμε θεωρήσαμε ως πιθανά τέσσερα διαφορετικά σενάρια όσον αφορά την αγορά του μηχανολογικού εξοπλισμού έτσι τα χρήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την αγορά του μηχανολογικού εξοπλισμού θα είναι ανάλογα το σενάριο λειτουργίας του λατομείου που θα επιλέξουμε.

Αναλυτικά οι τιμές αγοράς των μηχανημάτων εάν τα αγοράσουμε καινούργια είναι οι εξής:

- Αεροσυμπιεστής **42000 €**
- Αερόσφυρες (4*1500) **6000 €**
- Φορτωτής **210000 €**
- Πρέσα για την κοπή την πέτρας **8000 €**
- Φορητό **120000 €**

Ενώ για τα σενάρια που αγοράς μεταχειρισμένων μηχανημάτων οι τιμές που λάβαμε υπόψη είναι :

- Αεροσυμπιεστής **10000 €**
- Φορτωτής **40000 €**
- Πρέσα για την κοπή την πέτρας **3500 €**
- Φορητό **20000 €**

Οι παραπάνω τιμές είναι όλες σε ευρώ και όσον αφορά τα καινούργια μηχανήματα προέκυψαν μετά από επικοινωνία με διάφορες εταιρείες που ασχολούνται με την εμπορία των εν λόγω μηχανημάτων. Για τα μεταχειρισμένα οι τιμές που αναγράφονται προέκυψαν μετά από έρευνα σε διάφορα site αγοραπωλησίας τέτοιου είδους μηχανημάτων και τηλεφωνική επικοινωνία με κάποιους εμπόρους ή και κάποιους ιδιοκτήτες ανάλογων μηχανημάτων (για την περίπτωση της μηχανικής πρέσας κοπής). Σαφώς να αναφέρουμε ότι σε όλα τα σενάρια λειτουργίας τα οποία εξετάζουμε επιλέξαμε να μην αγοράσουμε μεταχειρισμένες αερόσφυρες, εφόσον αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο και το κόστος αγοράς τους ακόμα και καινούργιες είναι αρκετά μικρό.

Συνεπώς με βάση τις παραπάνω τιμές προκύπτουν τα εξής σενάρια :

- Αγορά καινούργιων μηχανημάτων (χωρίς φορητό για μεταφορά) **266000 €**
- Αγορά καινούργιων μηχανημάτων (με φορητό) **386000 €**
- Αγορά μεταχειρισμένων μηχανημάτων (χωρίς φορητό) **59500 €**
- Αγορά μεταχειρισμένων μηχανημάτων (με φορητό) **79500 €**

6.10.2 Κεφάλαιο Κίνησης

Σαν αρχικό κεφάλαιο κίνησης ανάλογα με το είδος της επένδυσης δηλαδή αν θα αγοραστούν καινούργια η μεταχειρισμένα μηχανήματα θα έχουμε 10000 € ή 8000 € αντίστοιχα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την αγορά πόρων (καύσιμα, λιπαντικά για τα μηχανήματα, φόρμες εργασίας εξοπλισμός ασφαλείας κτλ.) και για την πληρωμή των εργαζομένων προκειμένου να τεθεί σε άμεση λειτουργία το λατομείο .

Όσον αφορά κάποια μόνιμα έργα που θα βοηθήσουν στην καλύτερη λειτουργία του λατομείου όπως ο καθαρισμός της ήδη υπάρχουσας οδού προσπέλασης, την δημιουργία κάποιων βοηθητικών εγκαταστάσεων , τη δημιουργία τηλεφωνικής γραμμής κτλ. το κόστος κατασκευής τους συνυπολογίζεται στο κεφάλαιο κίνησης. Επίσης μετά το 8^ο έτος λειτουργίας του λατομείου στα σενάρια για τα μεταχειρισμένα μηχανήματα υπολογίσαμε ένα ακόμη ποσό του ύψους των 5000 € και 7000 €, για το 3^ο και 4^ο σενάριο αντίστοιχα, για κάποιο πιθανό σέρβις το οποίο θα χρειαστούν τα μηχανήματα.

6.10.3 Αποσβέσεις

Λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά στοιχεία που παρατέθηκαν παραπάνω οι αποσβέσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού θα πραγματοποιηθούν σε 10 χρόνια με ένα ποσοστό 10% ανά έτος οπότε ανάλογα και το σενάριο λειτουργίας θα ισχύουν τα εξής :

Αγορά καινούργιων μηχανημάτων (χωρίς φορτηγά για μεταφορά) **266000 €**

Το κόστος των αποσβέσεων θα είναι 26000 € ανά έτος

- Αγορά καινούργιων μηχανημάτων (με φορτηγά) **386000 €**

Το κόστος των αποσβέσεων θα είναι 38600 € ανά έτος

- Αγορά μεταχειρισμένων μηχανημάτων (χωρίς φορτηγά) **59500 €**

Το κόστος των αποσβέσεων θα είναι 5950 € ανά έτος

- Αγορά μεταχειρισμένων μηχανημάτων (με φορτηγά) **79500 €**

Το κόστος των αποσβέσεων θα είναι 7950 € ανά έτος

6.10.4 Κόστος εξόρυξης

Το κόστος εξόρυξης της πέτρας έχει υπολογιστεί στο κεφάλαιο 5 συνεπώς όσον αφορά το κόστος λειτουργίας του λατομείου απομένει να υπολογίσουμε το κόστος των αποσβέσεων, των εργατικών αλλά και το ύψος του ενοικίου που θα χρειάζεται να καταβάλει ο εκμεταλλευτής.

6.10.5 Εργατικά κόστη

Λαμβάνοντας υπόψη όσα έχουν αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια όσον αφορά το απαιτούμενο προσωπικό για την κάθε θέση εργασίας καθώς και οι απαιτούμενες θέσεις εργασίας για κάθε φάση των εργασιών το κόστος των εργαζομένων υπολογίζεται ως εξής:

→ μεροκάματο χειριστή μηχανημάτων **55 €/ημέρα**

→ μεροκάματο εργάτη **55 €/ημέρα**

Ωστόσο επειδή η χρήση του φορτωτή ανά ημέρα είναι ελάχιστη (γύρω στα 30 λεπτά) τον ρόλο αυτό θα αναλαμβάνει κάποιος από τους εργάτες ή ο εκμεταλλευτής. Οι εργάτες θα πληρώνονται με βάση τα μεροκάματα που θα κάνουν. Λαμβάνοντας υπόψη ότι θα πραγματοποιηθούν περίπου 200 μεροκάματα ανά έτος το εργατικό κόστος θα ανέρχεται σε :

- συνολικό κόστος για εργάτες $55 \cdot 4 \cdot 200 = 44.000 \text{ €/έτος}$

Άρα το συνολικό εργατικό κόστος θα ανέρχεται στις **44.000 €/έτος**.

Όσον αφορά τώρα την ανά κυβικό μέτρο επιβάρυνση από τα μεροκάματα των εργατών αυτή έχει ως εξής. Από το σύνολο του εργατικού προσωπικού με την εξόρυξη την απλής πέτρας θα θεωρήσουμε ότι ασχολούνται η 3 από τους 4 εργάτες του λατομείου συνεπώς προκύπτουν τα εξής.

Πίνακας 5. Έξοδα για μεροκάματα εργατών

Έξοδα (μεροκάματα)	
Ειδικότητες	Εργάτης
Μισθός (€/day)	55
Αριθμός εργατών	3
Σύνολο (€/year)	33000

Με την ετήσια παραγωγή πέτρας να είναι συνολικά **2925** κυβικά μέτρα η ανά κυβικό επιβάρυνση θα είναι $33.000 / 2925 = 11,282 \text{ €} / \text{περίπου}$. Το ποσό αυτό αποτελεί το εργατικό κόστος για την εξόρυξη της πέτρας.

Αντίστοιχα για την περίπτωση της κομμένη πέτρα θα υπολογίσουμε το κόστος για την απασχόληση ενός ακόμα εργάτη ο οποίος κατά κύριο λόγο θα είναι αυτός οποίος θα πραγματοποιεί την λάξευση και την κοπή της πέτρας . Συνεπώς η ανά κυβικό επιβάρυνση για την κομμένη θα ισούται με το άθροισμα των παρακάτω :

- Εργατικό κόστος εξόρυξης πέτρας $11,282 \text{ €} / \text{m}^3$
- Εργατικό κόστος κοπής πέτρας $11.000 / 877,5 = 12,535 \text{ €} / \text{m}^3$

6.10.6 Μισθώματα προς το Δημόσιο

Επειδή το λατομείο αποτελεί δημόσια έκταση και λαμβάνοντας υπόψη ότι την προηγούμενη φορά που λειτούργησε μισθώθηκε με εντολή του νομάρχη Ιωαννίνων σύμφωνα με τις διατάξεις Ν285/1979 με την υποχρέωση ο εκμισθωτής να αποδίδει το 4% τις αξίας των πωλησθέντων στο Δημόσιο, θα συμπεριλάβουμε αυτό το 4% στα έξοδα του εκμεταλλευτή με την μορφή του ενοικίου για τον χώρο. Το ποσό αυτό θα είναι σταθερό σε όλα τα σενάρια συνεπώς το ύψος της παραγωγής δεν μεταβάλλεται σε κανένα από αυτά. Συνεπώς εφόσον τον πρώτο χρόνο θεωρούμε ότι η παραγωγή θα είναι στο 60% λόγω προπαρασκευαστικών έργων και διαφόρων άλλων εργασιών το ύψος του ενοικίου θα αντιστοιχεί σε:

- Για τον πρώτο χρόνο $2199,42 \text{ €}$
Για κάθε χρόνο από τον δεύτερο χρόνο και μετά $3665,7 \text{ €}$

Στην περίπτωση των σεναρίων λειτουργίας με την μεταφορά δεν υπολογίζουμε το κόστος του ενοικίου σαν ποσοστό επί των συνολικών εσόδων, συμπεριλαμβανομένου δηλαδή και των εσόδων από την μεταφορά με την χρήση φορτηγού αλλά αποκλειστικά σαν ποσοστό επί των εσόδων από την πώληση της πέτρας. Έτσι το κόστος για την ενοικίαση του λατομικού χώρου παραμένει σταθερό σε όλες τις περιπτώσεις.

6.11 Συνολικό Κόστος Παραγωγής

Με βάση όλα τα παραπάνω και κάποια ακόμα κόστη τα οποία έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 5 το συνολικό κόστος παραγωγής θα υπολογιστεί σε δύο στάδια. Αρχικά θα υπολογίσουμε το συνολικό κόστος για την εξόρυξη της πέτρας, το οποίο θα αποτελεί και το κόστος παραγωγής για την απλή πέτρα εφόσον δεν δέχεται καμία περαιτέρω διεργασία, και σε δεύτερο στάδιο προκειμένου να υπολογίσουμε το κόστος παραγωγής της κομμένης πέτρας θα συμπεριλάβουμε σε αυτό το συνολικό κόστος για την λάξευση και την κοπή της.

Για εξόρυξη της πέτρας έχουμε :

1. Καινούργια Μηχανήματα

- Κόστος διάτρησης 7,19 €/m³.
- Εργατικό κόστος 11,282 €/ m³.
- Κόστος μεταφοράς 1,45 €/ m³.

Συνολικό κόστος παραγωγής απλής πέτρας **19,922 €/ m³**.

2. Μεταχειρισμένα Μηχανήματα

- Κόστος διάτρησης 7,35 €/m³.
- Εργατικό κόστος 11,282 €/ m³.
- Κόστος μεταφοράς 1,48 €/ m³.

Συνολικό κόστος παραγωγής απλής πέτρας **20,112 €/ m³**.

Για την κοπή της πέτρας έχουμε:

1. Καινούργια Μηχανήματα

- Συνολικό κόστος παραγωγής απλής πέτρας 19,922 €/ m³.
- Εργατικό κόστος για κοπή και λάξευση της πέτρας 12,535 €/ m³.
- Κόστος λειτουργίας πρέσας 2,65 €/ m³.

Συνολικό κόστος παραγωγής κομμένης πέτρας **35,107 €/ m³**.

2. Μεταχειρισμένα Μηχανήματα

- Συνολικό κόστος παραγωγής απλής πέτρας 20,112 €/ m³.
- Εργατικό κόστος για κοπή και λάξευση της πέτρας 12,535 €/ m³.
- Κόστος λειτουργίας πρέσας 2,71 €/ m³.

Συνολικό κόστος παραγωγής κομμένης πέτρας **35,357 €/ m³**.

7. Ανάλυση Ευαισθησίας – Ανάλυση ρίσκου (Προσομοίωση Monte Carlo)

7.1 Εισαγωγή

Ωστόσο η έρευνα μας δεν θα μπορούσε να σταματήσει εδώ. Επειδή οι καιροί είναι σχετικά δύσκολοι θεωρήσαμε πως έπρεπε να συμπεριλάβουμε στην μελέτη και κάποιες πιθανές μεταβολές που μπορεί να χρειαζόταν να κάνει ο εκμεταλλευτής, τόσο στην τιμή πώλησης όσο και στο ύψος παραγωγής, προκειμένου να επιβιώσει η επιχείρηση εν μέσω κρίσης. Έτσι στην προσπάθειά μας να διαπιστώσουμε τα όρια της επένδυσης αυτής και τις μεταβλητές που επηρεάζουν περισσότερο το κατά πόσο θα είναι η όχι κερδοφόρα, πραγματοποιήσαμε μια ανάλυση ευαισθησίας και μια ανάλυση ρίσκου της επένδυσης χρησιμοποιώντας το «Oracle® Crystal Ball».

7.2 Είδη μαθηματικών μοντέλων – Στοχαστική ανάλυση

Ανάλογα με τη φύση της αντικειμενικής συνάρτησης και των περιορισμών, τα μαθηματικά μοντέλα κατατάσσονται σε (Haimes 1977, Μποναζούντας 2001):

- Γραμμικά ή μη-γραμμικά (linear vs. non-linear)

Ένα γραμμικό μοντέλο αντιπροσωπεύεται μόνο από γραμμικές εξισώσεις, δηλαδή η αντικειμενική συνάρτηση και όλοι οι περιορισμοί είναι γραμμικές συναρτήσεις. Ένα μη-γραμμικό μοντέλο αντιπροσωπεύεται κατά ένα μέρος ή εξολοκλήρου από μη γραμμικές συναρτήσεις.

- Ντετερμινιστικά ή στοχαστικά/πιθανολογικά (deterministic vs. stochastic/probabilistic)

Ντετερμινιστικό μοντέλο ή στοιχείο μοντέλου είναι εκείνο για το οποίο σε κάθε μεταβλητή και παράμετρο μπορεί να εκχωρηθεί ένας συγκεκριμένος αριθμός ή σειρά αριθμών υπό ορισμένες συνθήκες (αίτιο - αποτέλεσμα).

Η σημειακή ή αιτιοκρατική (deterministic) προσέγγιση συνεπάγεται τη μοναδιαία «καλύτερη εκτίμηση» (best guess) της κάθε παραμέτρου που συμμετέχει στο μοντέλο εξέτασης ή στη μαθηματική έκφραση ενός συστήματος. Οι περισσότερες ντετερμινιστικές προσεγγίσεις

λαμβάνουν υπ' όψιν τους τη μέση τιμή (mean value) ή την επικρατέστερη τιμή (mode) της μεταβλητής, γεγονός που:

- «Ξεχνά» ή υποεκτιμά τις ακραίες τιμές που μπορεί να λάβει η μεταβλητή
- Δεν υπολογίζει τη συχνότητα εμφάνισης μιας οποιαδήποτε τιμής

Η χρησιμοποίηση σημειακών εκτιμήσεων (point estimates) μπορεί να αποτελεί την «εύκολη λύση» αλλά μπορεί να έχει παραπλανητικά ή εσφαλμένα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, η γνώση ότι το μέσο βάθος ενός ποταμού είναι 1,50 m δεν εξασφαλίζει την ασφαλή διάσχιση του από έναν πεζοπόρο.

Στα στοχαστικά/πιθανολογικά μοντέλα εισάγεται η αρχή της αβεβαιότητας. Καμία από τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για να περιγραφούν οι σχέσεις εισόδου-εξόδου του συστήματος δεν είναι με ακρίβεια γνωστές. Η πιθανολογική προσέγγιση χρησιμοποιεί μοντέλα πιθανοτήτων για να περιγράψει την πιθανότητα εμφάνισης των διαφόρων τιμών κάθε μεταβλητής ή να χαρακτηρίσει τη βεβαιότητα/αβεβαιότητα στην εκτίμηση του αποτελέσματος, προσδιορίζοντας τελικά τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας των διαφόρων αποτελεσμάτων του μοντέλου. Συνεπώς, δεν αποκαλύπτει μόνο το τι είναι δυνατό να συμβεί, αλλά και το πόσο πιθανό είναι τελικά αυτό να συμβεί. Βασίζεται στο γεγονός ότι:

- Η μελέτη κάποιου φαινομένου περιλαμβάνει μια σειρά σεναρίων (si), καθένα από τα οποία έχει μια πιθανότητα υλοποίησης (pi) και μια αντίστοιχη συνέπεια (xi).
- Η βεβαιότητα/αβεβαιότητα μπορεί να μετρηθεί και να ποσοτικοποιηθεί μέσα από χρήση πιθανοτικών τεχνικών.

Αν η κλασική επιστήμη δεν προβλέπει με σχετική ακρίβεια τη συμπεριφορά ενός φαινομένου, τότε αυτό μελετάται ως στοχαστικό. Στοχαστικό είναι ένα φαινόμενο (ή πείραμα) το οποίο όσες φορές και αν επαναληφθεί σε ελεγχόμενες συνθήκες, δε δίνει πάντα το ίδιο αποτέλεσμα. Τα δυνατά αποτελέσματα όμως, μετά από «άπειρες και ομοιότροπες επαναλήψεις του πειράματος» παρουσιάζουν στατιστικές κανονικότητες, δηλαδή μπορούν να μοντελοποιηθούν ως τυχαίες μεταβλητές.

- Στατικά ή δυναμικά (static vs. dynamic)

Στατικά μοντέλα είναι εκείνα στα οποία δε λαμβάνονται σαφώς υπόψιν μεταβλητές που έχουν σχέση με το χρόνο. Τα δυναμικά μοντέλα περιλαμβάνουν διαφοροποιήσεις των

παραμέτρων εξόδου ως προς το χρόνο. Τα στατικά προβλήματα βελτιστοποίησης είναι γνωστά και σαν προβλήματα μαθηματικού προγραμματισμού (mathematical programming) ενώ τα δυναμικά είναι γνωστά σαν προβλήματα βέλτιστου έλεγχου (optimal control problems).

- Διανεμημένων ή ενιαίων παραμέτρων (distributed vs. lumped parameters)

Ένα μοντέλο διανεμημένων παραμέτρων λαμβάνει υπόψιν τις λεπτομερείς μεταβολές του συστήματος από σημείο σε σημείο. Σε ένα μοντέλο ενιαίων παραμέτρων, οι μεταβολές αγνοούνται και οι διάφορες παράμετροι και εξαρτημένες μεταβλητές μπορούν να θεωρηθούν ομογενείς σε ολόκληρο το σύστημα.

Στην πραγματικότητα, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούν τα περισσότερα συστήματα, καθώς και αυτές για τις οποίες θα κληθούν να λειτουργήσουν στο μέλλον, δεν είναι ποτέ δυνατόν να προβλεφθούν με ακρίβεια και, κατά συνέπεια, τα κριτήρια σχεδιασμού και λειτουργίας τους υπόκεινται σε κάποιο βαθμό αβεβαιότητας.

Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός της προστασίας ενός συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί γνώση του μεγέθους των ενδεχόμενων σφαλμάτων, τα οποία είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως της θέσης τους (ηλεκτρική απόσταση από τις πηγές), του ύψους της παραγωγής τη στιγμή του σφάλματος κτλ., παράγοντες οι οποίοι ακολουθούν τυχαίες κατανομές. Επιπλέον, η επιλογή της μόνωσης εξαρτάται από το ύψος των υπερτάσεων (ατμοσφαιρικών ή χειρισμών) που θα κληθεί να αντιμετωπίσει η μόνωση αλλά και από τη σοβαρότητα της ρύπανσης στο περιβάλλον λειτουργίας, παράγοντες που ακολουθούν επίσης τυχαίες κατανομές. Η παραπάνω περιγραφή αποτελεί μία ενδεικτική περίπτωση συστήματος του οποίου είναι αδύνατο να γνωρίζει κανείς εκ των προτέρων τα ακριβή δεδομένα συνθηκών λειτουργίας. Για την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων αυτών, τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού όσο και στο στάδιο της λειτουργίας, οι μηχανικοί των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας είναι υποχρεωμένοι να απλοποιούν τα μοντέλα τους λαμβάνοντας υπόψιν παραδοχές, οι οποίες αντιστοιχούν στο χειρότερο πιθανό ενδεχόμενο (πχ. συντελεστές ασφάλειας της μόνωσης για αντοχή σε υπερτάσεις και ατμοσφαιρική ρύπανση) (Θαλασσινάκης 2008). Όπως είναι φυσικό, η προσέγγιση αυτή της πραγματικότητας με αιτιοκρατικά κριτήρια μπορεί να οδηγήσει είτε σε υποεκτίμηση πιθανών συνθηκών λειτουργίας με αποτέλεσμα την πλημμελή λειτουργία των εγκαταστάσεων και μείωση της αξιοπιστίας στο επίπεδο του τελικού χρήστη είτε σε

υπερεκτίμηση με αποτέλεσμα σημαντική επιβάρυνση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας.

Για το λόγο αυτό, η ορθή προσέγγιση σχεδιασμού των περισσότερων συστημάτων μπορεί να γίνει μόνο στα πλαίσια πιθανοτικής θεώρησης με χρήση της θεωρίας των πιθανοτήτων, της στατιστικής ανάλυσης και προηγμένων μαθηματικών μοντέλων (στοχαστικά μοντέλα). Η χρησιμοποίηση πιθανοτικών τεχνικών κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια και ο κλασικός αιτιοκρατικός τρόπος επίλυσης των προβλημάτων παραχωρεί την θέση του στις πιθανοτικές μεθόδους.

Τα βασικά εργαλεία της στοχαστικής ανάλυσης είναι:

- Θεωρία των πιθανοτήτων (πείραμα τύχης, λογισμός πιθανοτήτων, θεώρημα Bayes, τυχαία μεταβλητή, κατανομές, ροπές)
- Μαθηματική στατιστική
- Εφαρμοσμένη στατιστική (πληθυσμός και δείγμα, εκτίμηση, στατιστικοί έλεγχοι, γραμμικά μοντέλα)
- Στοχαστικές ανελίξεις (διαφορικός και ολοκληρωτικός στοχαστικός λογισμός, στασιμότητα, εργοδικότητα)
- Γραμμική και μη-γραμμική (χαοτική) ανάλυση χρονοσειρών
- Θεωρία ακραίων τιμών

Ωστόσο, η συμβατική μαθηματική επίλυση των στοχαστικών μοντέλων είναι πολλές φορές εξαιρετικά δύσκολη και χρονοβόρα και, συχνά, είναι ανάγκη να γίνουν σοβαρές απλοποιήσεις που τελικά μειώνουν την ακρίβεια των λύσεων. Με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών μια νεότερη μεθοδολογία, η αριθμητική προσομοίωση Monte-Carlo, έχει αρχίζει να κερδίζει έδαφος έναντι των αναλυτικών λύσεων.

7.3 Ανάλυση ρίσκου (Προσομοίωση Monte Carlo)

Όπως προαναφέρθηκε ο λόγος που πραγματοποιήσαμε αυτές τις δοκιμές ήταν για να δούμε τα όρια της επένδυσης αλλά και τις πιθανότητες να αποτύχει. Γι' αυτό το λόγο προσπαθήσαμε να εκτιμήσουμε το μέγεθος του 'κινδύνου' χρησιμοποιώντας την προσομοίωση Monte Carlo. Ορίζοντας έτσι κάποιες μεταβλητές ευαισθησίας όπως η τιμή της πέτρας, το ύψος παραγωγής

κτλ. στα γραφήματα που ακολουθούν βλέπουμε τις κατανομές πιθανότητας για της μεταβλητές εξόδου που είναι πάλι η ΚΠΑ και ο ΕΒΑ.

Η ονομασία της μεθόδου οφείλεται στον τυχαίο χαρακτήρα της κατ' αναλογία με τα παιχνίδια τύχης των οποίων η πρωτεύουσα του Μονακό ήταν το αδιαφιλονίκητο κέντρο της εποχής κατά την περίοδο του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, όπου και ξεκίνησε η χρήση της. Μια από τις απλούστερες συσκευές παραγωγής τυχαίων αριθμών είναι η ρουλέτα.

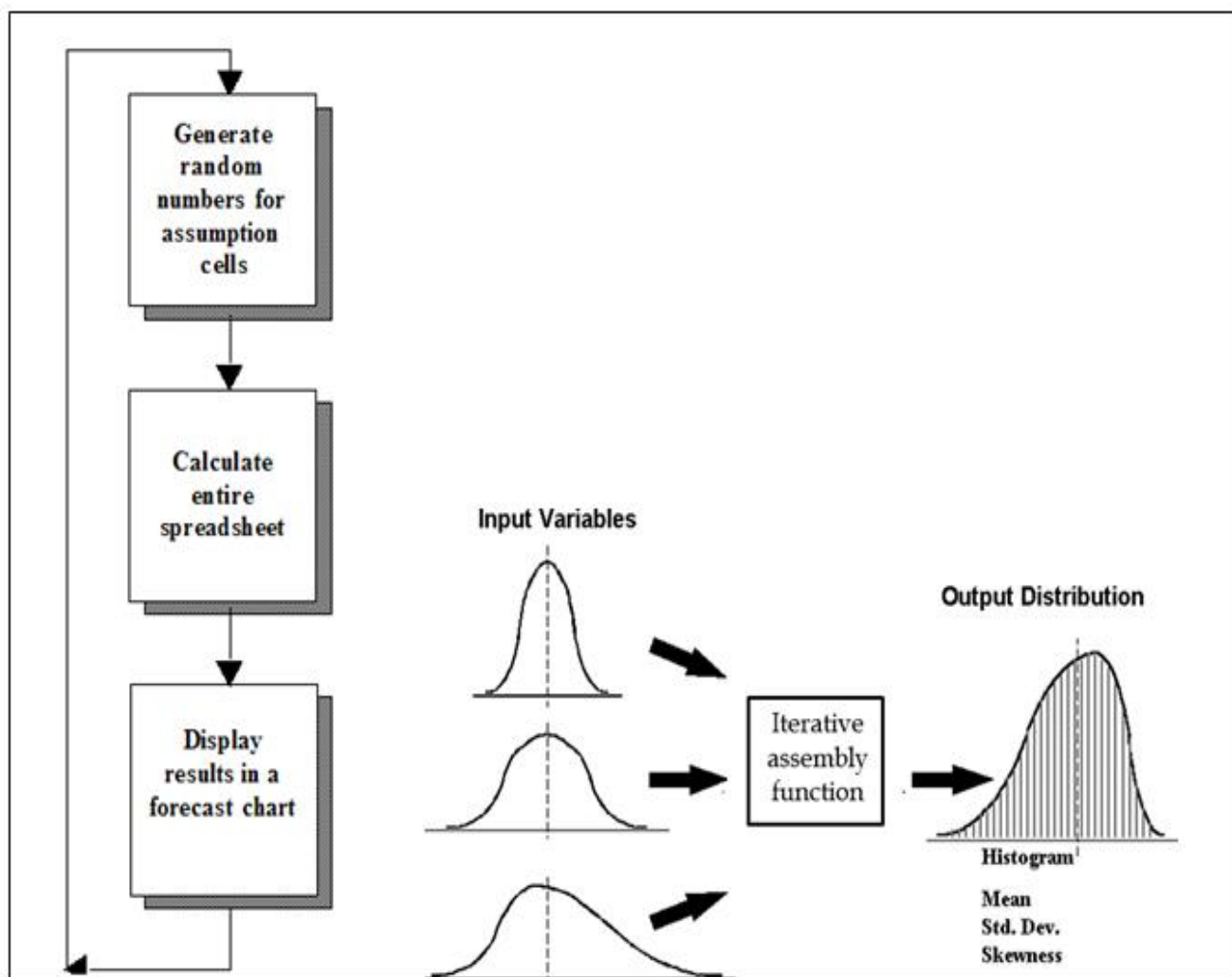
Η μέθοδος εισάγει την έννοια της αλληλεπίδρασης μεταβλητών σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον. Αφήνει τις μεταβλητές ευαισθησίας να ασκήσουν οποιαδήποτε αλληλεπίδραση στις καθαρές ταμειακές ροές και παρατηρεί την μεταβολή της Καθαρής Παρούσας Αξίας. Ουσιαστικά προσομοιώνει την πραγματικότητα ενός επιχειρηματικού περιβάλλοντος.

Συνήθως χρησιμοποιείται για πολύπλοκα προβλήματα που είναι δύσκολο να μελετηθούν – λυθούν με εξισώσεις. Υπάρχουν διάφορα προγράμματα που κάνουν την μέθοδο δύσκολη στην εφαρμογή της και απρόσιτη. Στην παρούσα εργασία, η προσομοίωση Monte-Carlo πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος «Oracle® Crystal Ball», που δουλεύει ως πρόσθετο εργαλείο του Microsoft Excel®.

Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος στηρίζεται στην επαναλαμβανόμενη τυχαία δειγματοληψία από τις κατανομές πιθανότητας των μεταβλητών του μοντέλου (Ross 1991), μέσω της οποίας προσομοιώνεται η λειτουργία του υπό μελέτη συστήματος. Κάθε επανάληψη που πραγματοποιείται δημιουργεί ένα αντίστοιχο σενάριο προσομοίωσης. Δημιουργούνται έτσι εκατοντάδες ή χιλιάδες σενάρια/ δοκιμές/ επαναλήψεις (iterations) μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, έως ότου κάποιο ορισμένο κριτήριο ακρίβειας ή αριθμού δοκιμών/επαναλήψεων επιτευχθεί, διατηρώντας στη «μνήμη» όλους τους τυχαίους συνδυασμούς των μεταβλητών εισόδου που παράγονται.

Το ιστόγραμμα συχνοτήτων της μεταβλητής εξόδου, μετά το πέρας των επαναλήψεων, αποτυπώνει την κατανομή που ακολουθεί η μεταβλητή, το εύρος των δυνατών τιμών εμφάνισης καθώς και την πιθανότητα εμφάνισης καθεμιάς από αυτές, στοιχεία αναγκαία για την περιγραφή και κατανόηση της συμπεριφοράς της μεταβλητής εξόδου (Εικόνα 28). Παράλληλα, «κανονικοποιώντας» τις πιθανότητες εμφάνισης των διαφόρων τιμών, υπολογίζεται ένα ακόμα σημαντικό μέγεθος, η «βεβαιότητα» εμφάνισης ενός οποιουδήποτε ζητούμενου αποτελέσματος. Τέλος, η ανάλυση ευαισθησίας ποσοτικοποιεί την επίδραση κάθε

μεταβλητής στο μοντέλο, στοιχείο εξαιρετικά σημαντικό ως εργαλείο ανάλυσης και λήψης αποφάσεων.



Εικόνα 28. Διαδικασία προσομοίωσης Monte-Carlo

7.3.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου Monte Carlo

Συνοπτικά τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου Monte-Carlo έναντι άλλων στοχαστικών τεχνικών είναι τα εξής (Vose 2008):

- Οι μαθηματικές συναρτήσεις των μεταβλητών του μοντέλου δε χρειάζεται να είναι γνωστές.

- Οι συσχετίσεις και αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών μπορούν να μοντελοποιηθούν, ακόμα και μεταξύ μεταβλητών με διαφορετικές κατανομές πιθανότητας.
- Σύνθετοι μαθηματικοί υπολογισμοί μπορούν να εισαχθούν στο μοντέλο χωρίς επιπρόσθετη δυσκολία.
- Όλη η δουλειά που απαιτείται για να σχηματιστεί η κατανομή της μεταβλητής εξόδου πραγματοποιείται από τον υπολογιστή.
- Η συμπεριφορά του μοντέλου μπορεί να διερευνηθεί με μεγάλη ευκολία.
- Τυχόν αλλαγές στο μοντέλο (πολλά διαφορετικά σενάρια) μπορούν να εξεταστούν με μεγάλη ευκολία και τα αποτελέσματα να συγκριθούν με προηγούμενες μορφές του μοντέλου.
- Παρέχεται η δυνατότητα ανάλυσης της επίδρασης των επιμέρους μεταβλητών στο μοντέλο.
- Παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης της βεβαιότητας να προκύψουν συγκεκριμένα αποτελέσματα.
- Η γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων καθιστά ευκολότερη την ανάγνωση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Η προσομοίωση Monte-Carlo είναι ευρέως διαδεδομένη ως μία έγκυρη τεχνική και τα αποτελέσματά της είναι επιστημονικά αποδεκτά.

Κλείνοντας η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo προσφέρει την δυνατότητα επεξεργασίας ιδιαίτερα πολύπλοκων προβλημάτων. Επίσης, η αναγκαιότητα συσχέτισης των προσδιοριστικών παραγόντων της επένδυσης μέσω μαθηματικών εκφράσεων και η σύνδεση τους με τις χρηματοροές της επένδυσης βοηθά τον κατασκευαστή του μοντέλου στην καλύτερη αφομοίωση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν το επενδυτικό σχέδιο και του κινδύνου που εμπεριέχουν αυτές.

Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για να εκτιμήσει μια επένδυση όσο και σαν ένα εργαλείο πρόβλεψης μελλοντικών χρηματοοικονομικών αποτελεσμάτων και προγραμματισμού των διαθέσιμων πόρων. Μπορεί να προβλέψει με μεγαλύτερη ακρίβεια τον επιχειρηματικό κίνδυνο καθώς αποτελεί δυναμικό μοντέλο σε σχέση με τη στατικότητα που διακρίνει την ανάλυση ευαισθησίας και την ανάλυση νεκρού σημείου. Οι δυο τελευταίες όπως

έχει προαναφερθεί, αλλάζουν ένα παράγοντα τη φορά και παρατηρούν πως μεταβάλλεται η καθαρά παρούσα αξία.

Προσφέρει περισσότερες πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων σε σχέση με άλλα εργαλεία αξιολόγησης αφού οι μεταβλητές αφήνονται να μεταβληθούν αυθόρμητα, ταυτόχρονα καθώς και να αλληλεπιδράσουν σαν σύστημα, παράγοντας έτσι πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Ο επιχειρηματίας μπορεί να παρατηρήσει όλο το εύρος τιμών των καθαρών ταμειακών ροών και της καθαρής παρούσας αξίας με πολύ μικρό περιθώριο σφάλματος (αβεβαιότητα). Ταυτόχρονα μπορεί να παρατηρήσει την συχνότητα με την οποία η καθαρά παρούσα αξία παίρνει ακραίες τιμές και ποιοι παράγοντες την προκαλούν. Συμπερασματικά λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη ευελιξία στην δημιουργία του μοντέλου και μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο στην διαδικασία αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου.

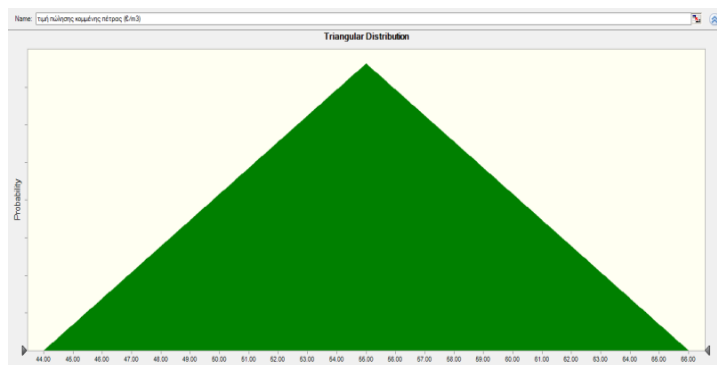
7.3.2 Παρουσίαση τιμών μεταβλητών

Η κατανομή που χρησιμοποιήσαμε όσον αφορά τις μεταβλητές μας ήταν τριγωνική και το εύρος των τιμών που ορίσαμε ήταν ένα ποσοστό + - 20% της αρχικής τιμής. Πιο αναλυτικά αυτό σημαίνει ότι:

► Μεταβολή της τιμής κομμένης πέτρας

Πίνακας 6. Πίνακας πιθανών εύρους τιμών για την τιμή πώλησης της κομμένης πέτρας

Ελάχιστη τιμή (€/m ³)	Μέση τιμή (€/m ³)	Μέγιστη τιμή (€/m ³)
44	55	66

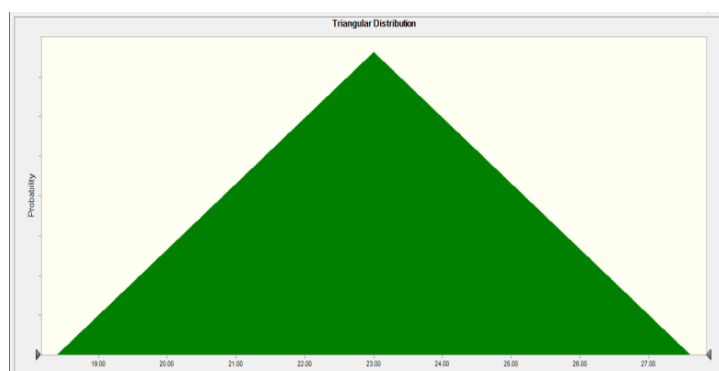


Σχήμα 1. Τριγωνική κατανομή για τιμή πώλησης κομμένης πέτρας

► **Μεταβολή της τιμής της απλής πέτρας**

Πίνακας 7. Πίνακας εύρους τιμών για την τιμή πώλησης της απλής πέτρας

Ελάχιστη τιμή (€/m ³)	Μέση τιμή (€/m ³)	Μέγιστη τιμή (€/m ³)
18,4	23	27,6

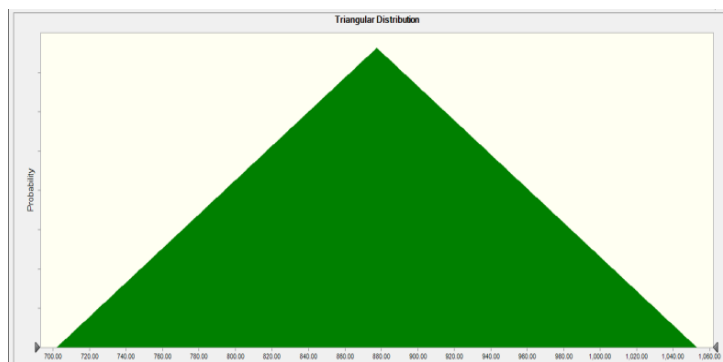


Σχήμα 2. Τριγωνική κατανομή για τιμή πώλησης της απλής πέτρας

► **Μεταβολή του ύψους παραγωγής της κομμένης πέτρας**

Πίνακας 8. Πίνακας εύρους τιμών για ύψος παραγωγής της κομμένης πέτρας

Ελάχιστη τιμή (m ³)	Μέση τιμή (m ³)	Μέγιστη τιμή (m ³)
1638	2047,5	2457

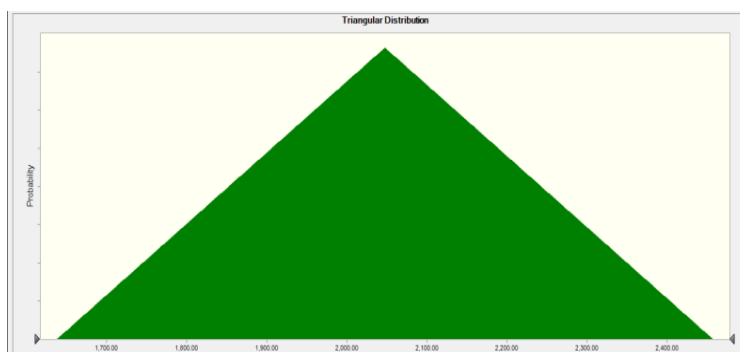


Σχήμα 3. Τριγωνική κατανομή για ύψος παραγωγής κομμένης πέτρας

► **Μεταβολή του ύψους παραγωγής της απλής πέτρας**

Πίνακας 9. Πίνακας εύρους τιμών για ύψος παραγωγής της απλής πέτρας

Ελάχιστη τιμή (m ³)	Μέση τιμή (m ³)	Μέγιστη τιμή (m ³)
702	877,5	1053

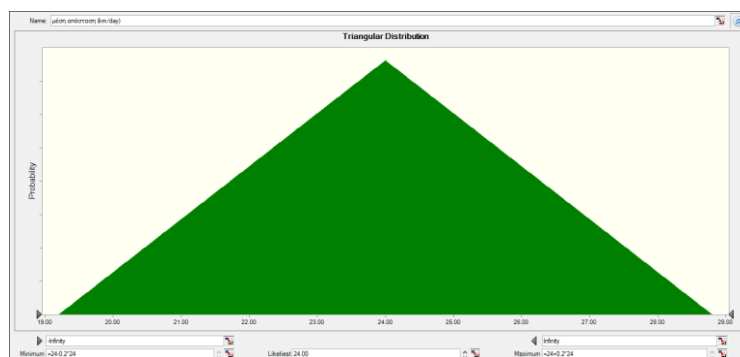


Σχήμα 4. Τριγωνική κατανομή για ύψος παραγωγής απλής πέτρας

► **Μεταβολή της απόστασης μεταφοράς**

Πίνακας 10. Πίνακας εύρους τιμών για της απόσταση μεταφοράς

Ελάχιστη τιμή (km/day)	Μέση τιμή (km/day)	Μέγιστη τιμή (km/day)
19,2	24	28,8



Σχήμα 5. Τριγωνική κατανομή απόστασης μεταφοράς

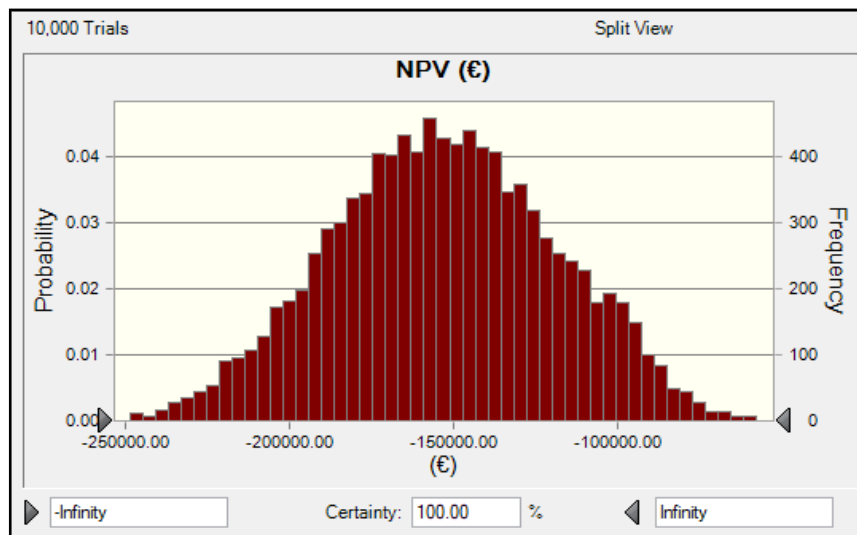
7.3.3 Διαγράμματα από δοκιμές Monte Carlo

Στο συγκεκριμένο υπόκεφάλαιο παρατίθενται τα διαγράμματα με τα αποτελέσματα από τις δοκιμές Monte Carlo που πραγματοποιήθηκαν για όλα τα πιθανά σενάρια λειτουργίας και με μεταβλητές εξόδου την ΚΠΑ και τον ΕΒΑ των εκάστοτε σεναρίων.

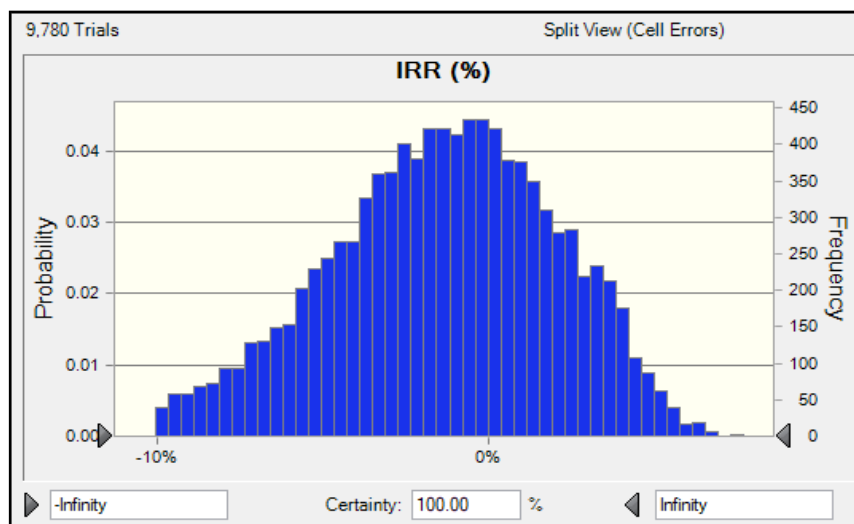
Τα διαγράμματα των “forecast” είναι κατανομές συχνοτήτων. Δείχνουν τον αριθμό της συχνότητας εμφάνισης των τιμών που λαμβάνουν χώρα σε ένα δεδομένο πεδίο ή ομαδικό διάστημα και επίσης δείχνουν πως κατανέμονται αυτές οι συχνότητες.

Τα διαγράμματα δείχνουν επίσης το εύρος βεβαιότητας της πρόβλεψης. Είναι προκαθορισμένο το εύρος της βεβαιότητας να περιλαμβάνει όλες τις τιμές από το μείον έως το συν άπειρο. Το Crystall Ball συγκρίνει τον αριθμό των τιμών μέσα στο εύρος της βεβαιότητας με τον αριθμό των τιμών σε ολόκληρο το εύρος για να υπολογίσει το επίπεδο της βεβαιότητας. Ακολουθεί η παρουσίαση των διαγραμμάτων ανά σενάριο λειτουργίας.

1. Λειτουργία λατομείου με καινούργια μηχανήματα.



Εικόνα 29. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές της NPV

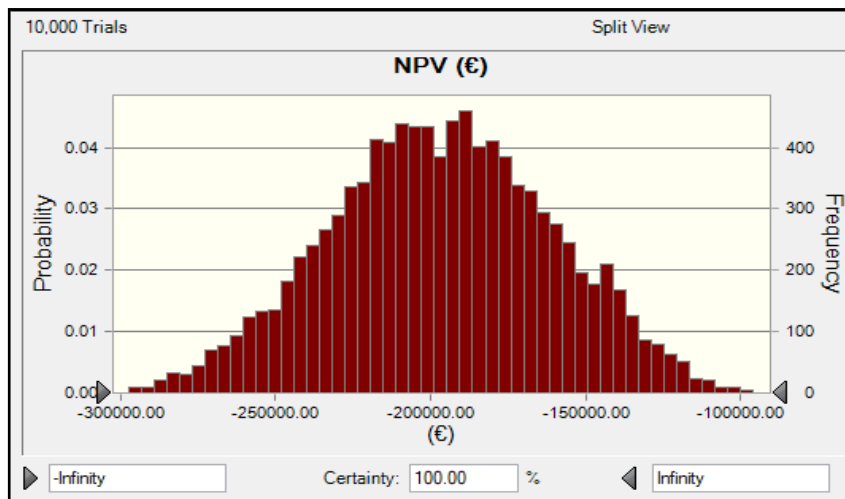


Εικόνα 30. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές του IRR

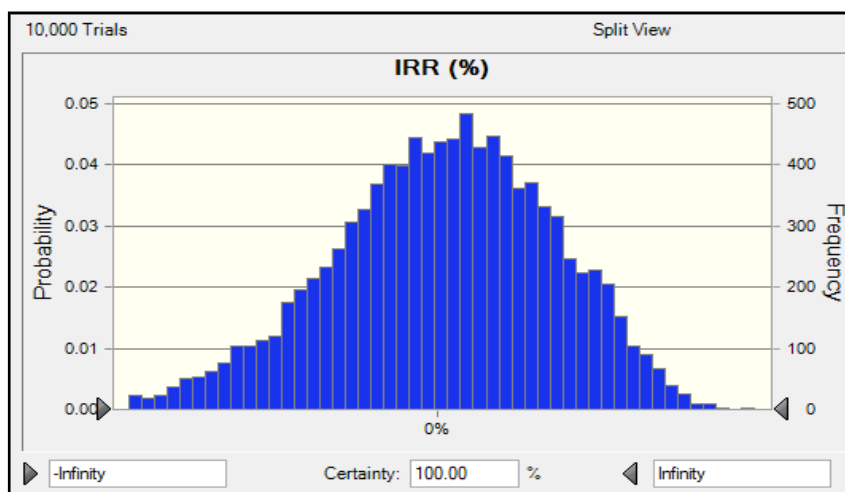
Percentile	Forecast values	Percentile	Forecast values
100%	-259843.29	100%	-13%
90%	-197868.10	90%	-6%
80%	-182780.93	80%	-4%
70%	-171723.39	70%	-3%
60%	-162454.81	60%	-2%
50%	-153344.95	50%	-1%
40%	-144428.87	40%	0%
30%	-134733.45	30%	1%
20%	-123307.45	20%	2%
10%	-107273.43	10%	3%
0%	-40179.70	0%	8%

Εικόνα 31. Πίνακες Πιθανών τιμών ΚΠΑ & ΕΒΑ

2. Λειτουργία λατομείου με καινούργια μηχανήματα συμπεριλαμβανομένου της αγοράς ενός καινούργιου φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας.



Εικόνα 32. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές της NPV

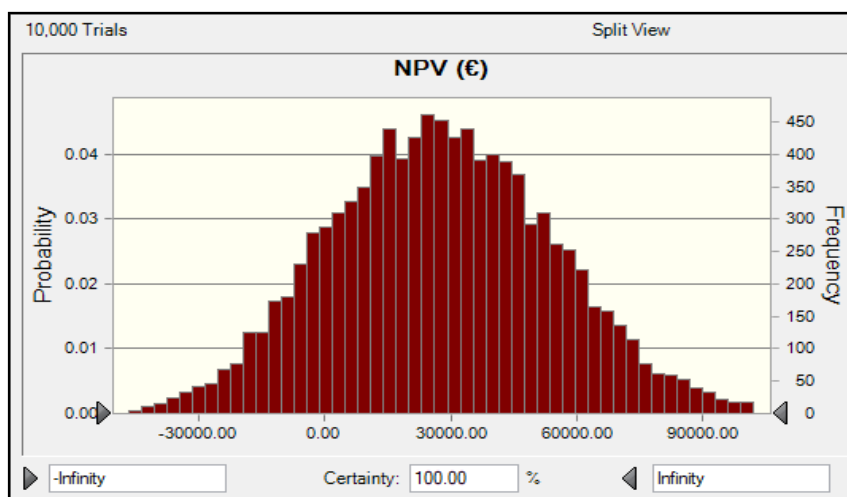


Εικόνα 33. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές του IRR

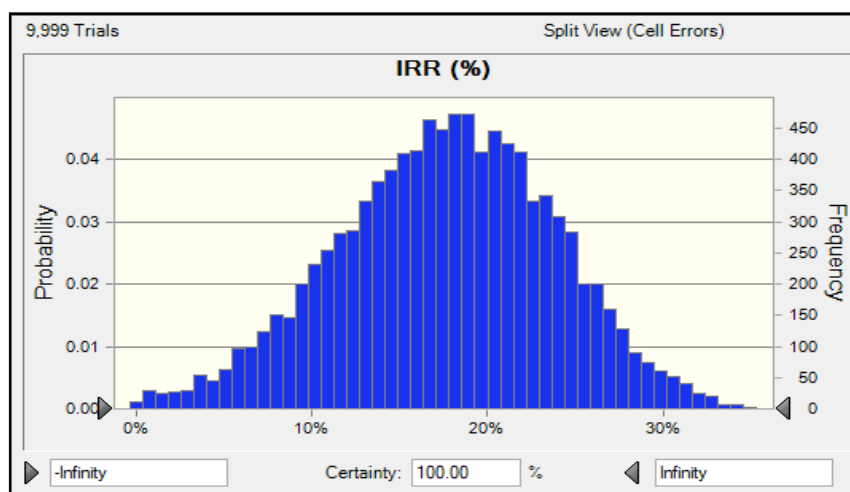
Percentile	Forecast values	Percentile	Forecast values
100%	-310853.58	100%	-10%
90%	-243500.83	90%	-3%
80%	-227475.41	80%	-2%
70%	-216108.21	70%	-1%
60%	-206309.32	60%	0%
50%	-196770.31	50%	0%
40%	-187488.66	40%	1%
30%	-177266.02	30%	1%
20%	-165319.30	20%	2%
10%	-148718.03	10%	3%
0%	-79921.75	0%	7%

Εικόνα 34. Πίνακες Πιθανών τιμών ΚΠΑ & ΕΒΑ

3. Λειτουργία του λατομείου με μεταχειρισμένα.



Εικόνα 35. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές της NPV

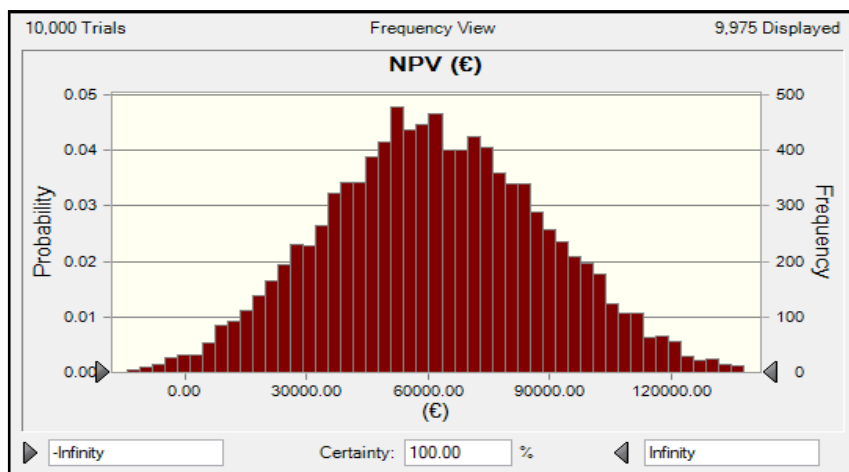


Εικόνα 36. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές του IRR

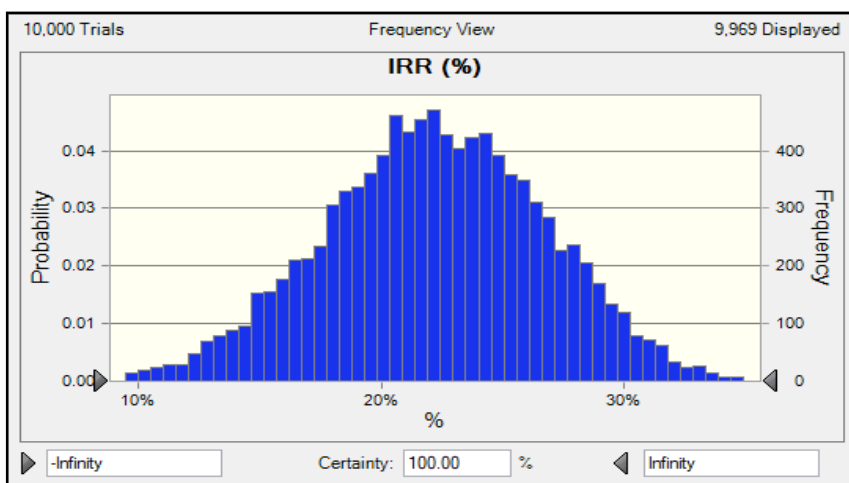
Percentile	Forecast values	Percentile	Forecast values
100%	-62687.07	100%	-12%
90%	-6421.76	90%	9%
80%	4482.27	80%	12%
70%	13057.15	70%	14%
60%	20467.15	60%	16%
50%	27295.58	50%	18%
40%	34119.47	40%	19%
30%	41809.59	30%	21%
20%	50596.98	20%	23%
10%	62159.50	10%	25%
0%	118718.42	0%	36%

Εικόνα 37. Πίνακες Πιθανών τιμών ΚΠΑ & ΕΒΑ

4. Λειτουργία λατομείου με μεταχειρισμένα μηχανήματα συμπεριλαμβανομένου την χρήση μεταχειρισμένου φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας.



Εικόνα 38. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές της NPV



Εικόνα 39. Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τις τιμές του IRR

Percentile	Forecast values	Percentile	Forecast values
100%	-24480.51	100%	5%
90%	26599.63	90%	16%
80%	38459.59	80%	18%
70%	47185.28	70%	20%
60%	54229.67	60%	21%
50%	61240.36	50%	22%
40%	68581.58	40%	23%
30%	76113.56	30%	25%
20%	85145.83	20%	26%
10%	97683.28	10%	28%
0%	174104.51	0%	39%

Εικόνα 40. Πίνακες Πιθανών τιμών ΚΠΑ & ΕΒΑ

7.3.4 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων από την προσομοίωση Monte Carlo

Περνώντας τώρα στην ανάλυση και τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων ανά σενάριο όπως φαίνεται και στα παραπάνω διαγράμματα είχαμε τα εξής αποτελέσματα.

► *Σενάριο 1^ο*

Πίνακας 11. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ

Μέση τιμή	-147974,22
Διάμεσος	-147810,92
Τυπική απόκλιση	34673,67
Ελάχιστη Αξία	-261587,65
Μέγιστη Αξία	-44703,34
Εύρος εκτίμησης	216884.31

Πίνακας 12. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της τιμής του ΕΒΑ

Μέση τιμή	-1%
Διάμεσος	-1%
Τυπική απόκλιση	4%
Ελάχιστη Αξία	-15%
Μέγιστη Αξία	8%
Εύρος εκτίμησης	23%

► *Σενάριο 2^ο*

Πίνακας 13. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ

Μέση τιμή	-191656,15
Διάμεσος	-191767,44
Τυπική απόκλιση	35807,91
Ελάχιστη Αξία	-309365,97
Μέγιστη Αξία	-82198,84
Εύρος εκτίμησης	227167,13

Πίνακας 14. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της τιμής του ΕΒΑ

Μέση τιμή	0%
Διάμεσος	1%
Τυπική απόκλιση	2%
Ελάχιστη Αξία	-9%
Μέγιστη Αξία	7%
Εύρος εκτίμησης	16%

► Σενάριο 3^ο

Πίνακας 15. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ

Μέση τιμή	34119,35
Διάμεσος	34077,84
Τυπική απόκλιση	26364,32
Ελάχιστη Αξία	-56891,96
Μέγιστη Αξία	117916,36
Εύρος εκτίμησης	174808,32

Πίνακας 16. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της τιμής του ΕΒΑ

Μέση τιμή	19%
Διάμεσος	19%
Τυπική απόκλιση	6%
Ελάχιστη Αξία	-12%
Μέγιστη Αξία	36%
Εύρος εκτίμησης	48%

► Σενάριο 4^ο

Πίνακας 17. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της ΚΠΑ

Μέση τιμή	70248,69
Διάμεσος	70260,17
Τυπική απόκλιση	27136,01
Ελάχιστη Αξία	-24480,51
Μέγιστη Αξία	174104,51
Εύρος εκτίμησης	198585,02

Πίνακας 18. Στατιστικά μεγέθη της εκτίμησης της τιμής του ΕΒΑ

Μέση τιμή	24%
Διάμεσος	24%
Τυπική απόκλιση	4%
Ελάχιστη Αξία	5%
Μέγιστη Αξία	39%
Εύρος εκτίμησης	34%

Για τα δύο πρώτα σενάρια λειτουργίας, που αφορούν την αγορά και την χρησιμοποίηση καινούργιων μηχανημάτων όπως φαίνεται και στις εικόνες 31 και 34, παρόλες τις δοκιμές, σε ποσοστό 100% των περιπτώσεων η ΚΠΑ παραμένει αρνητική και ο ΕΒΑ μικρότερος του επιτοκίου προεξόφλησης.

Έτσι παρατηρούμε και οι μόνες περιπτώσεις να έχει η επένδυση αυτή θετική ΚΠΑ και ΕΒΑ μεγαλύτερο του επιτοκίου προεξόφλησης, να αποτελεί δηλαδή μια σχετικά συμφέρουσα επένδυση, είναι για τα δύο σενάρια λειτουργίας με τα μεταχειρισμένα μηχανήματα. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν και τα αναμενόμενα καθώς είναι τέτοιο το ύψος της παραγωγής που δεν μπορεί να καλύψει το μεγάλο κόστος του αρχικού κεφαλαίου. Σημαντικό επίσης ρόλο παίζει και η εποχιακή λειτουργία του λατομείου (200 ημέρες λειτουργίας ανά έτος) λόγω κυρίως των δύσκολων καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Η υποχρησιμοποίηση έτσι των μηχανημάτων, κυρίως του φορτωτή, οδηγεί σε αυτά τα αποτελέσματα.

Παρόλα αυτά στα σενάρια με τα μεταχειρισμένα μηχανήματα παρατηρούμε ότι και η ΚΠΑ είναι θετική σε μεγάλο ποσοστό 80% και 90% των περιπτώσεων για τα σενάρια χωρίς και με φορτηγό αντίστοιχα αλλά και ο ΕΒΑ είναι μεγαλύτερος του επιτοκίου προεξόφλησης πάλι στο 80% και 90% των περιπτώσεων για τα ίδια σενάρια. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αρκετά ελπιδοφόρα και φανερώνουν ότι η επένδυση είναι σχετικά ασφαλής με την χρήση μεταχειρισμένων μηχανημάτων.

7.4 Ανάλυση νεκρού σημείου

Νεκρό σημείο είναι το ποσό εκείνο των πωλήσεων (κύκλου εργασιών), με το οποίο μια επιχείρηση καλύπτει ακριβώς τόσο τα σταθερά όσο και τα μεταβλητά της έξοδα, χωρίς να πραγματοποιεί ούτε κέρδος ούτε ζημιά. Η βασική αρχή, πάνω στην οποία στηρίζεται η ανάλυση του «νεκρού σημείου» (break even point), είναι η συμπεριφορά του κόστους. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα μέρος του κόστους είναι μεταβλητό και ανάλογο των πωλήσεων, ενώ ένα άλλο είναι σταθερό, τουλάχιστον για ένα μεγάλο εύρος πωλήσεων.

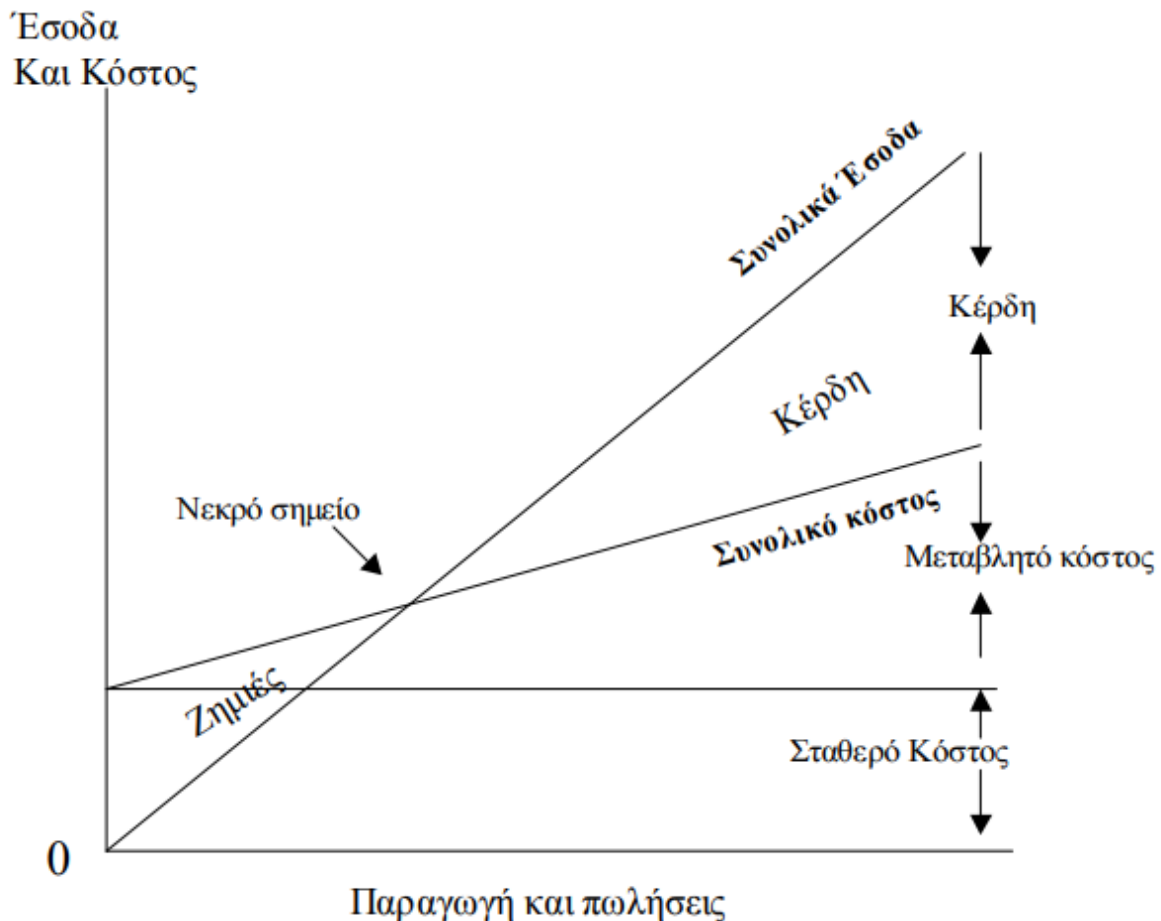
Κάθε επιχείρηση θα πρέπει να μελετάει με προσοχή τις σχέσεις μεταξύ κόστους, όγκου παραγωγής, εσόδων και κέρδους. Πρέπει να βρει ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το κέρδος και πως αυτό διαμορφώνεται κάτω από διαφορετικές συνθήκες οι οποίες υπάρχουν στο περιβάλλον που η επιχείρηση δρα και αναπτύσσεται. Την ανάλυση του «νεκρού σημείου» θα πρέπει να την θεωρήσουμε σαν οδηγό για τη λήψη ορθολογικών επιχειρηματικών αποφάσεων.

Ο υπολογισμός του «νεκρού σημείου» δείχνει το ύψος πωλήσεων (κύκλου εργασιών), που πρέπει να πραγματοποιεί μια επιχείρηση, για να καλύπτονται τόσο οι σταθερές όσο και οι μεταβλητές δαπάνες της. Με άλλα λόγια, δείχνει μέχρι ποιου σημείου είναι δυνατός ο περιορισμός των πωλήσεων της επιχείρησης, χωρίς αυτή να παρουσιάζει κέρδος ή ζημιά. Κάθε επιχείρηση έχει το δικό της «νεκρό σημείο» και είναι εκείνο στο οποίο οι πωλήσεις της ισούνται με το συνολικό κόστος παραγωγής των προϊόντων της, οπότε το οικονομικό της αποτέλεσμα είναι μηδέν.

Ο οριζόντιος άξονας του διαγράμματος που ακολουθεί μετρά μονάδες παραγωγής, ενώ ο κάθετος άξονας μετρά τα έξοδα ή το κόστος. Το σταθερό κόστος αντιπροσωπεύεται από την οριζόντια γραμμή και το κόστος αυτό παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από τον αριθμό των παραγόμενων μονάδων. Το μεταβλητό κόστος αντιπροσωπεύεται από τη γραμμή του

συνολικού κόστους. Από το παραπάνω σχεδιάγραμμα του «Νεκρού Σημείου» παρατηρούμε τα εξής:

Η επιχείρηση υφίσταται ζημιές μέχρι του σημείου που τέμνονται η γραμμή των συνολικών εσόδων με τη γραμμή του συνολικού κόστους, δηλαδή μέχρι το «νεκρό σημείο». Μετά το «νεκρό σημείο» η επιχείρηση αρχίζει να πραγματοποιεί κέρδη, διότι μετά το σημείο αυτό τα συνολικά έσοδα της επιχείρησης καλύπτουν τόσο το σταθερό κόστος όσο και το μεταβλητό κόστος και αφήνει επιπλέον ένα περίσσειμα «κέρδος». Το κέρδος στο παραπάνω σχεδιάγραμμα προσδιορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της γραμμής των συνολικών εσόδων και της γραμμής του συνολικού κόστους.



Εικόνα 41. Διάγραμμα νεκρού σημείου, (Πηγή Στοιχεία οικονομίας, Νεκρό σημείο, Παντελής Κούκος)

7.4.1 Αποτελέσματα της ανάλυσης νεκρού σημείου

Η ανάλυση που πραγματοποιήσαμε όσον αφορά το νεκρό σημείο είχε να κάνει με την ΚΠΑ και τις τιμές πώλησης για τις οποίες αυτή μηδενίζει. Σκοπό της ανάλυσης ήταν να προσδιορίσουμε από την μία για το 1^ο και 2^ο σενάριο τις ακριβείς τιμές πώλησης για τις οποίες, τουλάχιστον θεωρητικά, τα δύο αυτά σενάρια θα αποτελούσαν βιώσιμες επενδυτικές επιλογές και από την άλλη για το 3^ο και 4^ο τη χαμηλότερη τιμή πώλησης, τόσο για την απλή αλλά και την κομμένη πέτρα, που μπορεί να φτάσει ο εκμεταλλευτής χωρίς αυτό να επηρεάσει την βιωσιμότητα της επένδυσης. Επίσης πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα με δοκιμές στο excel.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα από τις δοκιμές (το ποσοστό αύξησης-μείωσης είναι ίδιο και για τα δύο προϊόντα):

Πίνακας 19. Πίνακας με τα αποτελέσματα για την ανάλυση νεκρού σημείου

Σενάρια λειτουργίας	Καινούργια	Καινούργια & Φορτηγό	Μεταχειρισμένα	Μεταχειρισμένα & Φορτηγό
Ποσοστό αύξησης-μείωσης(%)	31 %	41 %	-7.5%	-15%
Νέα Τιμή πώλησης απλής(€/m ³)	30,13	32,43	21,275	19,55
Νέα Τιμή πώλησης κομμένης(€/m ³)	72,05	77,55	50,875	46,75

7.5 Ανάλυση ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να καθορίσει πώς διαφορετικές τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής θα επηρεάσουν μια συγκεκριμένη εξαρτημένη μεταβλητή κάτω από ένα δεδομένο σύνολο υποθέσεων.

Αποτελεί έτσι ένα εργαλείο που εξετάζει την μεταβολή του κόστους και του κέρδους σε αλλαγές δεδομένων όπως η διάρκεια ζωής της επένδυσης, την ποσότητα παραγωγής, η τιμή πώλησης του προϊόντος κτλ. Ο τρόπος που εφαρμόζεται είναι με επαναπροσδιορισμό των τιμών κόστους και κέρδους με διαφορετικές εισόδους δεδομένων και η ακολούθως σύγκριση

μεταξύ τους. Εάν έχουμε μεγάλες διαφορές για μια αλλαγή μεταβλητής, τότε λέμε ότι η λύση αυτή είναι ευαίσθητη προς την συγκεκριμένη μεταβλητή.

Στην συγκεκριμένη μελέτη αυτό που μας ενδιέφερε ήταν να παρατηρήσουμε ποιες τιμές είναι αυτές που επηρεάζουν περισσότερο την καθαρή παρούσα αξία και τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης της επένδυσης έτσι οι μεταβλητές που ορίσαμε ήταν οι εξής:

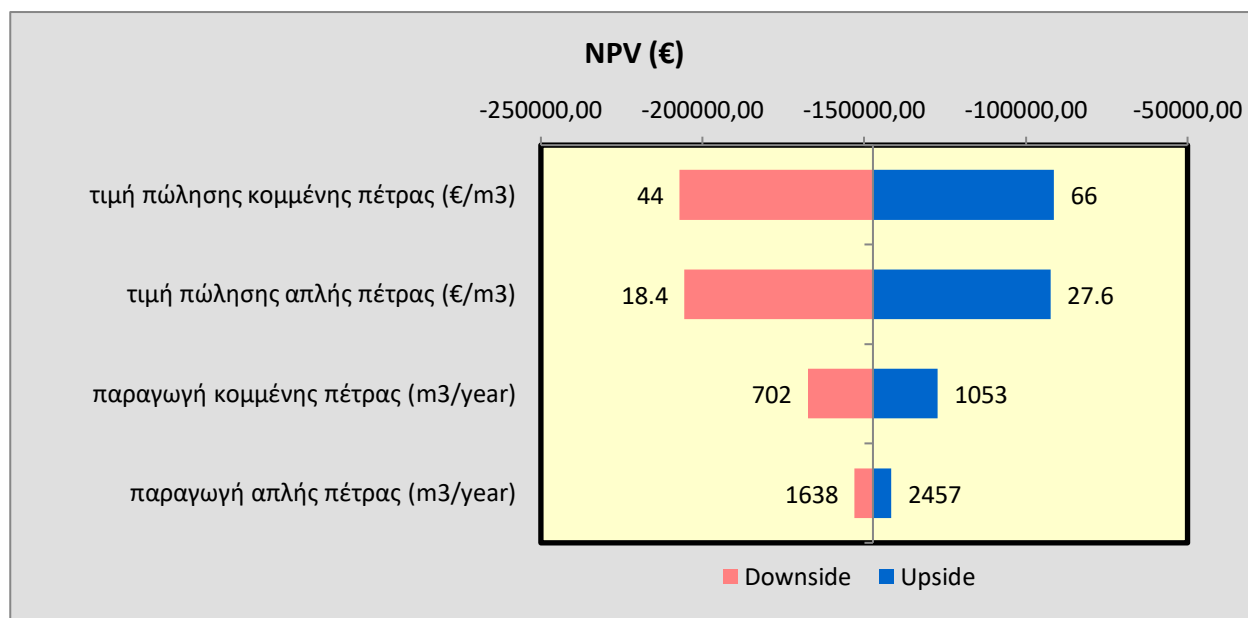
- Το ύψους παραγωγής της κομμένης πέτρας
- Το ύψους παραγωγής της απλής πέτρας
- Η τιμή πώλησης της απλής πέτρας
- Η τιμή πώλησης της κομμένης πέτρας
- Η απόστασης μεταφοράς

Σε όλες τις δοκιμές πραγματοποιήσαμε αύξηση αλλά και μείωση των μεταβλητών κατά 20%.

7.5.1 Παρουσίαση διαγραμμάτων από την ανάλυση ευαισθησίας

Παρακάτω παρατείνονται τα διαγράμματα και οι πίνακες με τι πιθανές τιμές της ΚΠΑ και του ΕΒΑ που προέκυψαν από την ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιήσαμε με το Oracle Crystall Ball ξεχωριστά για κάθε σενάριο λειτουργίας του λατομείου.

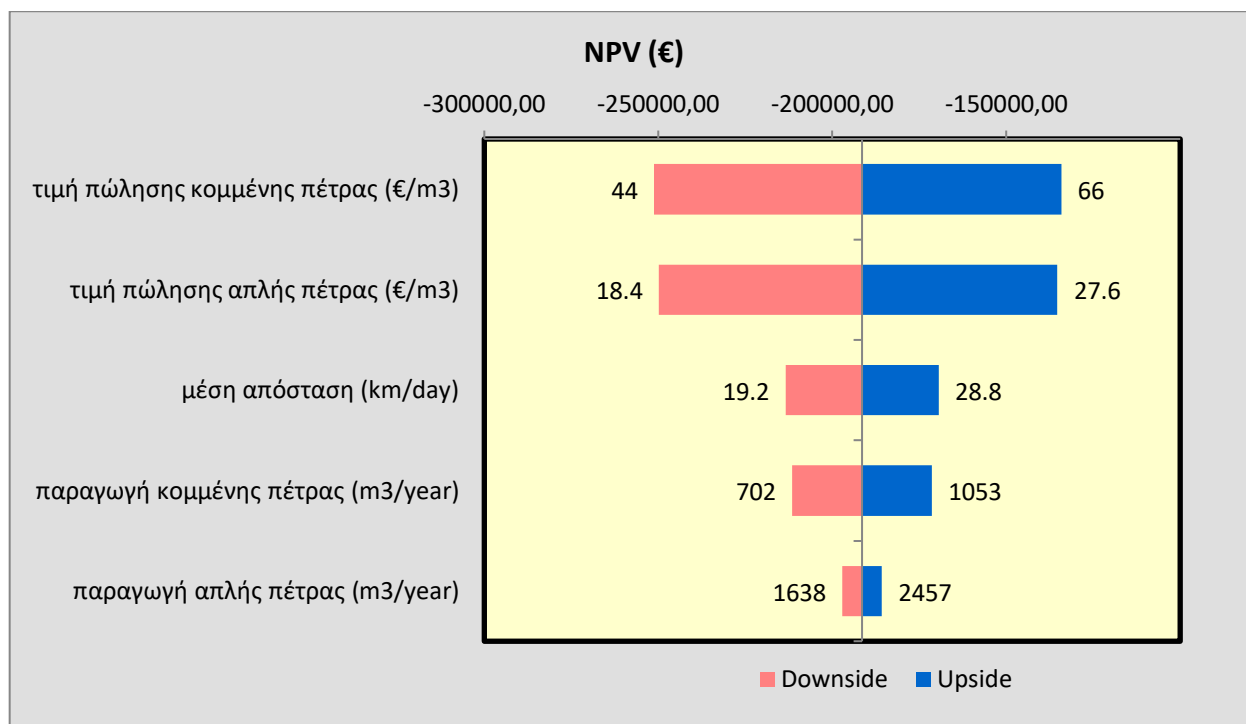
1. Λειτουργία λατομείου με καινούργια μηχανήματα.



Variable	NPV (€)			Input		
	Downside	Upside	Range	Downside	Upside	Base Case
τιμή πώλησης κομμένης πέτρας (€/m3)	-207096,35	-91279,97	115816,39	44	66	55
τιμή πώλησης απλής πέτρας (€/m3)	-205646,75	-92404,61	113242,13	18,4	27,6	23
παραγωγή κομμένης πέτρας (m3/year)	-167337,41	-127262,50	40074,91	702	1053	877,5
παραγωγή απλής πέτρας (m3/year)	-153002,51	-141597,40	11405,11	1638	2457	2047,5

Εικόνα 42. Διάγραμμα και πίνακας με πιθανές τιμές της καθαρής παρούσας κατά την ανάλυση ευαισθησίας

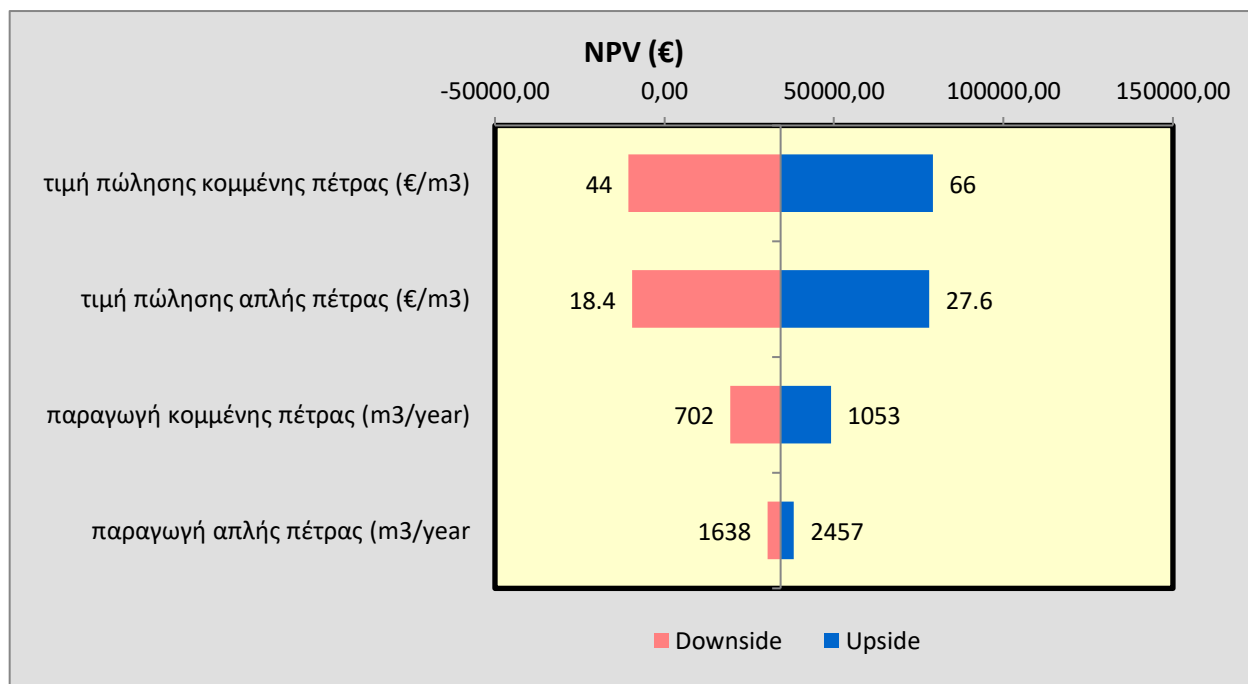
2. Λειτουργία λατομείου με καινούργια μηχανήματα συμπεριλαμβανομένου της αγοράς ενός καινούργιου φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας.



Variable	NPV (€)			Input		
	Downside	Upside	Range	Downside	Upside	Base Case
τιμή πώλησης κομμένης πέτρας (€/m3)	-251227,84	-134160,42	117067,42	44	66	55
τιμή πώλησης απλής πέτρας (€/m3)	-249778,23	-135285,07	114493,17	18,4	27,6	23
μέση απόσταση (km/day)	-213418,54	-169444,35	43974,19	19,2	28,8	24
παραγωγή κομμένης πέτρας (m3/year)	-211468,90	-171393,99	40074,91	702	1053	877,5
παραγωγή απλής πέτρας (m3/year)	-197134,00	-185728,89	11405,11	1638	2457	2047,5

Εικόνα 43. Διάγραμμα και πίνακας με πιθανές τιμές της καθαρής παρούσας κατά την ανάλυση ευαισθησίας

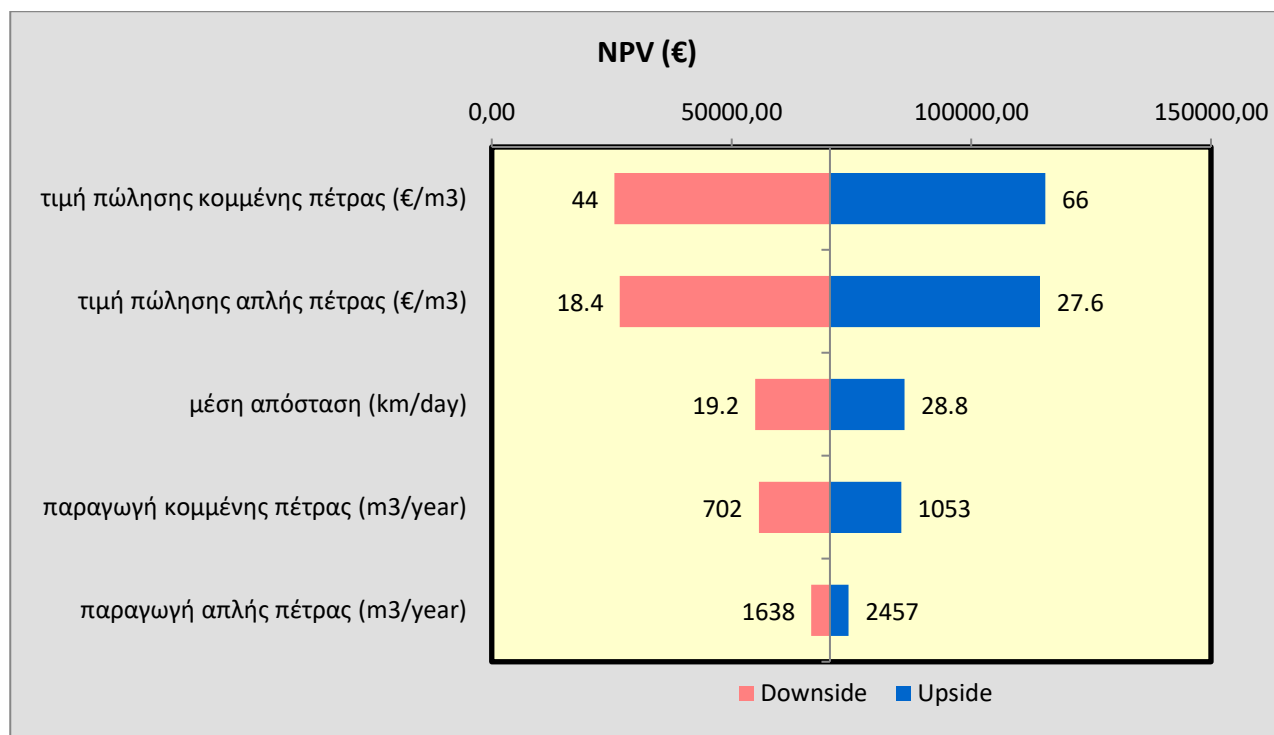
3. Λειτουργία του λατομείου με μεταχειρισμένα.



Variable	NPV (€)			Input		
	Downside	Upside	Range	Downside	Upside	Base Case
τιμή πώλησης κομμένης πέτρας (€/m ³)	-10675,01	79202,80	89877,81	44	66	55
τιμή πώλησης απλής πέτρας (€/m ³)	-9585,58	78113,37	87698,95	18,4	27,6	23
παραγωγή κομμένης πέτρας (m ³ /year)	19417,89	49109,91	29692,02	702	1053	877,5
παραγωγή απλής πέτρας (m ³ /year)	30355,58	38172,22	7816,65	1638	2457	2047,5

Εικόνα 44. Διάγραμμα και πίνακας με πιθανές τιμές της καθαρής παρούσας κατά την ανάλυση ευαισθησίας

4. Λειτουργία λατομείου με μεταχειρισμένα μηχανήματα συμπεριλαμβανομένου της αγοράς ενός μεταχειρισμένου φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας.



Variable	NPV (€)			Input		
	Downside	Upside	Range	Downside	Upside	Base Case
τιμή πώλησης κομμένης πέτρας (€/m3)	25590,01	115467,82	89877,81	44	66	55
τιμή πώλησης απλής πέτρας (€/m3)	26679,44	114378,39	87698,95	18,4	27,6	23
μέση απόσταση (km/day)	54935,73	86122,10	31186,37	19,2	28,8	24
παραγωγή κομμένης πέτρας (m3/year)	55682,90	85374,92	29692,02	702	1053	877,5
παραγωγή απλής πέτρας (m3/year)	66620,69	74437,13	7816,44	1638	2457	2047,5

Εικόνα 45. Διάγραμμα και πίνακας με πιθανές τιμές της καθαρής παρούσας κατά την ανάλυση ευαισθησίας

7.5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Όπως παρατηρούμε από τα παραπάνω διαγράμματα η μεταβλητή στην οποία όλα τα επενδυτικά σενάρια δείχνουν την μεγαλύτερη ευαισθησία είναι η τιμή πώλησης της κομμένης πέτρας, με μικρή διαφορά ακολουθεί η τιμή πώλησης της απλής πέτρας.

Τρίτη όσον αφορά τον βαθμό ευαισθησίας έρχεται η απόσταση μεταφοράς με το φορτηγό, πράγμα που δικαιώνει και την απόφαση μας να συμπεριλάβουμε αυτή την μεταβλητή στις πιθανές μεταβολές αλλά και γενικά στα σενάρια λειτουργίας του λατομείου καθώς όπως παρατηρούμε έχει ιδιαίτερα μεγάλη επιρροή στην ΚΠΑ της επένδυσης.

Αμέσως επόμενο έρχεται το ύψος της παραγωγής της κομμένης πέτρας με μικρή διαφορά από την απόσταση μεταφοράς και τελευταία όσον αφορά την ευαισθησία της επένδυσης βλέπουμε ότι είναι το ύψος της παραγωγής της απλής πέτρας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα ήταν και αναμενόμενα καθώς το κόστος παραγωγής της απλής πέτρας αλλά και την κομμένης, όπως έχει αναλυθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, έχουν τρομερά μεγάλη διαφορά και συνεπώς ανάλογη διαφορά υπάρχει και στο κέρδος για τον εκμεταλλευτή του λατομείου. Πιο συγκεκριμένα ο εκμεταλλευτής από την πώλησης της απλής πέτρας έχει γύρω στο 3 €/m³ κέρδος ενώ από την πώληση της κομμένης το κέρδος ανεβαίνει κατά πολύ και φτάνει περίπου στα 20 €/m³.

8. Συμπεράσματα

Η εν λόγω διπλωματική επί της ουσίας αποτελεί μια διερεύνηση για το κατά πόσο θα μπορούσε στο σήμερα μια τέτοια επένδυση για ένα λατομείο μαυρόπετρας, σε μια περιοχή που το χρειάζεται αρκετά είναι η αλήθεια, θα ήταν βιώσιμη ,υπό ποιους όρους και ποιες είναι οι μεταβλητές στις οποίες παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία ένα τέτοιο σχέδιο.

Η συγκεκριμένη περιοχή έχει ιδιαίτερη ανάγκη από ένα τέτοιο λατομείο κατά την δική μου πάντα προσωπική άποψη η οποία βασίζεται κυρίως στην εμπειρία μου από την γενική εικόνα της γύρω περιοχή, όσον αφορά κυρίως την αρχιτεκτονική των κτηρίων των δρόμων και γενικότερα την μικρή διάθεση από μεριάς των ντόπιων δημοτικών αρχών αλλά και κατοίκων, μόνιμων ή μη, οι οποίοι έχουν σχετικά απαξιώσει και ξεχάσει την παραδοσιακή αρχιτεκτονική αυτού του τόπου και παραμελούσαν όλο και περισσότερο κατασκευές που είτε χρειάζονται επισκευή και συντήρηση είτε ανακατασκευή βλέπε γεφύρι Πλάκας.

Μια τέτοια επένδυση λοιπόν δεν θα έφερνε μόνο κάποιες καινούργιες θέσεις εργασίας, έστω και λίγες στον αριθμό, αλλά θα μπορούσε να βοηθήσει τόσο τους μαστόρους της περιοχής οι οποίοι θα απασχολούνταν σε πιθανά έργα όσο και την γενικότερη άνθιση του τουρισμού και την βιωσιμότητα των τουριστικών καταλυμάτων με την αναβάθμιση του αισθητικού περιβάλλοντος.

Η περιοχή άλλωστε δεν έχει τίποτα να ζηλέψει από άλλες ορεινές περιοχές της Ελλάδας όσον αφορά την φυσική ομορφιά, πανέμορφα τοπία με αλπικά λιβάδια απότομες κορυφές, ποτάμια, καταρράκτες, αλλά και τις δραστηριότητες γενικά έπειτα και από το άνοιγμα των μονοπατιών και τον ορειβατικών διαδρομών, την ασφάλιση των καταρρακτών για καταρρίχηση κτλ. που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια .

Στο μόνο που υστερεί είναι στο κομμάτι που προαναφέρθηκε σχετικά με την αρχιτεκτονική των νέων κατοικιών των δρόμων κτλ. που κάθε άλλο παρά γραφικά είναι, με εξαίρεση βέβαια ίσως τα μόνα δύο χωριά στη περιοχή που έχουν κρατήσει τον παραδοσιακό τρόπο χτισίματος κατοικιών με πέτρα, όπως συμβαίνει και στα ζαγοροχώρια και βλέπουμε τι αποτελέσματα έχει αυτό στον τουριστικό τομέα, το Συρράκο και του Καλαρρύτες.

Συνοψίζοντας έτσι τα όσα αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια παραθέτουμε και τον πίνακα με τις τελικές τιμές της ΚΠΑ και του ΕΒΑ ανά πιθανό σενάριο λειτουργίας:

Πίνακας 20. Πίνακας με τις τιμές της NPV και του IRR ανά σενάριο λειτουργίας

Σενάρια λειτουργίας	1 ^ο	2 ^ο	3 ^ο	4 ^ο
NPV (€)	-147299,96	-191431,45	34263,39	70528,91
IRR (%)	-1%	1%	19%	24%

Όπως βλέπουμε και από τον παραπάνω πίνακα αλλά και όπως έχει αναλυθεί στην συγκεκριμένη εργασία τα μοναδικά βιώσιμα σενάρια λειτουργίας θα ήταν το 3^ο και το 4^ο, κατά τα οποία το λατομείο θα λειτουργούσε με την χρήση μεταχειρισμένων μηχανημάτων και στα δύο, με την διαφορά ότι στα 4^ο σενάριο θα γίνονταν και χρήση ενός μεταχειρισμένου φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας απευθείας στον αγοραστή.

Λίγο πιο αναλυτικά με βάση τις δοκιμές Monte Carlo που πραγματοποιήσαμε και την ανάλυση νεκρού σημείου είχαμε:

- Για το 1^ο σενάριο με τα καινούργια μηχανήματα αυτό που παρατηρήσαμε η συνεχής αρνητική τιμή της ΚΠΑ, της οποίας η ανώτερη τιμή ανέρχονταν στα -40179,7 €, και το συνεχώς χαμηλό ποσοστό του EBA η μέγιστη τιμή του οποίου ήταν το 8%, 3 μονάδες μικρότερο του 11% το οποίο θα αποτελούσε ένα βιώσιμο ποσοστό για μια τέτοιου είδους επένδυση στο σήμερα. Τέλος η τιμή πώλησης για την οποία θα μπορούσε θεωρητικά να ξεκινήσει η επένδυση έχοντας μια μηδενική τουλάχιστον ΚΠΑ ήταν 31% υψηλότερη από της μέση τιμή πώλησης στην συγκεκριμένη αγορά πράγμα ιδιαίτερα δύσκολο καθώς αυτό θα μείωνε την ζήτηση του προϊόντος κατά πολύ μεγάλο ποσοστό έχοντας πάλι αρνητικά αποτελέσματα.
- Για το 2^ο σενάριο είχαμε παρόμοια και χειρότερα αποτελέσματα με την τιμή της ΚΠΑ και το ποσοστό του EBA να πέφτουν σε ακόμα χαμηλότερα επίπεδα, με την μέγιστη τιμή τους να φτάνει στα -79921,75 € και 7% αντίστοιχα. Το νεκρό σημείο για το σενάριο αυτό συνεπάγονταν αύξηση της τιμής πώλησης της πέτρας κομμένης και απλής κατά 41%.
- Όσον αφορά το 3^ο σενάριο τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ελπιδοφόρα καθώς όπως έδειξαν και οι δοκιμές στο 80% των περιπτώσεων η ΚΠΑ παρέμενε υψηλότερη από 4482,27 €, όπως και ο EBA πάλι σε ποσοστό 80% των δοκιμών παρέμενε μεγαλύτερος του 11%, κυμαινόμενος από 12% - 35%. Μάλιστα για να μηδενίσει η ΚΠΑ στο

σενάριο αυτό η τιμή πώλησης θα έπρεπε να μειωθεί κατά 7,5% δίνοντας έτσι στον εκμεταλλευτή την δυνατότητα σε μια δύσκολη περίοδο προκειμένου να γίνει πιο ανταγωνιστικός να μειώσει την τιμή πώλησης χωρίς να χάσει την βιωσιμότητα της επένδυση σε βάθος χρόνου.

- Τέλος το 4^ο σενάριο όπως αποδείχτηκε θα μπορούσε να είναι ακόμα πιο κερδοφόρο με την τιμή της ΚΠΑ και το ποσοστό του ΕΒΑ να παραμένουν σε βιώσιμα όρια για το 90% των δοκιμών. Πιο συγκεκριμένα η ΚΠΑ για το 90% των δοκιμών βρέθηκε να είναι όχι απλά θετική αλλά μεγαλύτερη των 26599,63 € και ο ΕΒΑ μεγαλύτερος του 16%. Όσον αφορά το νεκρό σημείο αυτού του σεναρίου η τιμή πώλησης της πέτρας για την οποία μηδενίζει η ΚΠΑ είναι 15% μικρότερη της τιμής αγοράς που λάβαμε εμείς υπόψιν και η οποία αποτελεί έναν μέσο όρο της ευρύτερης περιοχής.

Παρατηρούμε λοιπόν πως μια τέτοια επένδυση θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί υπό όρους. Σημαντικότερη προϋπόθεση όπως παρατηρήσαμε για να είναι βιώσιμη είναι το χαμηλό αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς όπως έχει προαναφερθεί η σχετικά μικρή παραγωγή, λόγω και της μικρής αγοράς, αλλά και η εποχιακή λειτουργία του λατομείου (200 ημέρες) οδηγούν σε υποχρησιμοποίηση των ιδιαίτερα ακριβών μηχανημάτων. Η αγορά λοιπόν καινούργιων μηχανημάτων αποτελεί τροχοπέδη για την επένδυση αυτή καθώς το λατομείο θα λειτουργεί επί της ουσίας αποκλειστικά για να αποσβέσει ο εκμεταλλευτής τον εξοπλισμό.

Γι' αυτό το λόγο παράλλες τις δοκιμές που πραγματοποιήσαμε στα δύο πρώτα σενάρια με καινούργια μηχανήματα η Καθαρή Παρούσα Αξία παρέμενε συνεχώς αρνητική και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης μικρότερο του επιτοκίου προεξόφλησης και συνεπώς μια μη βιώσιμη επένδυση για οποιονδήποτε επενδυτή.

Έτσι η λειτουργία του λατομείου με μεταχειρισμένα μηχανήματα αποτελεί ουσιαστικά τη μόνη λύση η οποία μπορεί να βοηθηθεί ακόμα περισσότερο, όπως είχαμε αρχικά υποθέσει και μας δικαίωσαν εν τέλη και οι τιμές της ΚΠΑ κ του ΕΒΑ στα εν λόγω σενάρια, με την χρήση ενός φορτηγού για την μεταφορά της πέτρας καταλήγοντας έτσι σε ένα αρκετά κερδοφόρο σχέδιο το οποίο και ανάλογα την τιμή της πέτρας γενικά μπορεί να αποδώσει αρκετά μεγάλα κέρδη ακόμα και με αυτό το σχετικά μικρό ύψος παραγωγής και τις λίγες μέρες λειτουργίας ανά έτος.

Βιβλιογραφία

1. Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική , εκδόσεις Μέλισσα 1995
2. Οι ορεινές κοινότητες της βόρειας Πίνδου, Νιτσιάκος Βασίλης, εκδόσεις Πλέθρον 1995
3. Λαϊκή αρχιτεκτονική : Ηπειρώτες μάστοροι και γεφύρια, Μαμμόπουλος Α., Βιβλιοθήκη Ηπειρώτικης Εταιρείας Αθηνών , Αθήνα 1973
4. Λαϊκή Ελληνική Αρχιτεκτονική , Τζελέπης Π., εκδόσεις Θεμέλιο Αθήνα 1997
5. Βερτόδουλος Απόστολος . Ήπειρος – Πολιτισμική κληρονομιά και φύση , εκδόσεις Δωδώνη
6. Πετράδες : Μια παλιά ιστορία Διαχείρισης Γνώσης και Καινοτομίας , Νίκος Κατσιαδάκης
7. Bell, F.G., Lindsay, P., 1999. The petrographic and geomechanical properties of sandstones from the Newspaper Member of the Natal Group near Durban, South Africa. Eng. Geol. 53
8. Πετρογραφικά και φυσικά χαρακτηριστικά των ψαμμιτών των περιοχών Ναυπάκτου, Ευήνου και Γούμερου, Πηγελόπη Κάτσικα
9. Οι Ηπειρώτες μάστορες της πέτρας , Σεφεριάδης Γ.
10. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ , Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Ιωάννης
11. Κουκουβέλας, Σωτήριος Κοκκάλας, Παρασκευάς Ξυπολιάς. Έκδοση: Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα 2014.
12. DOUTSOS, T., PIPER, G., BORONKAY, K. & KOUKOUVELAS, I. 1993. Kinematics of the Central Hellenides. Tectonics, 12
13. Κούκης Γ. , Σαμπατάκης Ν. , Τεχνική Γεωλογία , Εκδόσεις Παπασωτηρίου 2002
14. Μηχανικά χαρακτηριστικά & γεωτεχνική συμπεριφορά ετερογενούς βραχομάζας Γεώργιος Π. Τζιάλλας
15. Κέντρο μαθητείας της τέχνης της πέτρας στην εξοχή μαστοροχωρίων Κόνιτσας, Πλιάκος, Αχιλλεύς
16. Καλιαμπάκος Δ. , Κατσουλάκος Ν. , Γιαννακοπούλου Σ. (2009) , Εισαγωγή στο περιβάλλον και την κοινωνία των ορεινών περιοχών . Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και ανάπτυξη ορεινών περιοχών» Ε.Μ.Π. Μέτσοβο
17. Καλιαμπάκος Δ. , Δαμίγος Δ. , Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση των επενδύσεων . Πανεπιστημιακές σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδάτινων Πόρων» Ε.Μ.Π.
18. Λουπασάκης Κωνσταντίνος, Σημειώσεις Διαλέξεων Μαθήματος «Τεχνική Γεωλογία Ι»

19. Γκανάτσιου Χ. & Τζώρτζιος Σ. (2005). Επιστημολογική προσέγγιση των στοχαστικών μοντέλων και οι εφαρμογές τους στις βιολογικές επιστήμες. 22ο Συνέδριο Ελληνικής Μαθηματικής Παιδείας. Λαμία.
20. Δελλαπόρτας Π. (1994). Προσομοίωση και Στοχαστικά Μοντέλα. Σημειώσεις μαθήματος. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
21. Haimes Y. Y. (1977). Hierarchical Analysis of Water Resources Systems: Modelling and Optimization of Large-Scale Systems. New York: Mc Graw Hill.
22. Θαλασσινάκης Ε.Ι (2008). Πιθανοτική ανάλυση της αξιοπιστίας και ασφάλειας λειτουργίας των απομονωμένων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Διδακτορική διατριβή. Επιβλέπων: Καθ. Ε. Διαλυνάς, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
23. Καλαμαράς Δ. (2001). Αριθμητική Ανάλυση. ΠΜΣ «Εφαρμοσμένη Στατιστική», Αθήνα.
24. Μπωναζούντας Μ. (2001). Τεχνικές Ανάλυσης Συστημάτων. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
25. Ross S. M. (1991). A Course in Simulation. New York: Macmillan Publishing Company.
26. Vose D. (2008). Risk Analysis. A quantitative guide. West Sussex, England: J. Wiley & Sons, Ltd.
27. Γ.Κοκολάκης, Ι.Σπηλιώτης, 1999. Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική. Εκδόσεις Συμεών
28. Λειτουργική Ανάλυση, Διονύσης Καλλιάνης, Επιστημονικός Συνεργάτης, Τομέας Προγραμματισμού και Διαχείρισης Τ.Ε.
29. Μενεγάκη Μαρία , Σχεδιασμός Υπαίθριων εκμεταλλεύσεων Πανεπιστημιακές σημειώσεις
30. Καλιαμπάκος Δ. , Δαμίγος Δ. , Τεχνοοικονομική αξιολόγηση υπογείων έργων Πανεπιστημιακές σημειώσεις
31. Λειτουργική ενσωμάτωση υπολογιστικών εργαλείων λήψης αποφάσεων στο γνωστικό αντικείμενο των συστημάτων διοίκησης και πληροφοριών, Νικόλαος Β. Δράκου, Αθήνα 2013
32. Παντελής Κούκος , Στοιχεία οικονομικής θεωρίας – Νεκρό σημείο
33. Δημήτρης Ασκούνης , Ανάλυση νεκρού σημείου , Πανεπιστημιακές σημειώσεις μάθημα Συστήματα διοίκησης , Σχολή Ηλεκτρολόγων μηχανικών και Μηχανικών υπολογιστώ

Ιστοσελίδες

1. <http://www.Old.ntua.gr>
2. <http://www.tzoumerka-park.gr/γεωλογία>
3. <http://www.Slang.gr>
4. <http://www.Lithorama.com.gr>
5. <http://www.Petraomalis.gr>
6. <http://www.car.gr>
7. <http://www.mascus.gr>

Παράρτημα



Εικόνα 46. Λατομείο και γύρω περιοχή κατά την διάρκεια και 10 χρόνια αφού τελείωσε η εκμετάλλευση του (Google Earth)