



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
Λάμπρου Λέκκα

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 21/10/2016

Ανδρέας Μπενάρδος

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.
(Επιβλέπων)

Δημήτριος Καλιαμπάκος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Δημήτριος Δαμίγος

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, 2016

Πρόλογος

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί μια προσπάθεια δόμησης μιας εφαρμογής με στόχο τον υπολογισμό του κόστους των εργασιών ενός υπόγειου έργου. Αρχικά ξεκίνησε ως μια προσπάθεια αποτύπωσης της θεωρίας υπολογισμού κόστους στα υπόγεια έργα, με βάση το βιβλίο του αντίστοιχου μαθήματος της σχολής, «Υπόγεια Έργα», των καθηγητών Μπενάρδου Ανδρέα και Καλιαμπάκου Δημήτριου. Στη συνέχεια με τη συμβολή και του επιβλέποντα καθηγητή, του Μπενάρδου Ανδρέα, η εφαρμογή εμπλουτίστηκε και ως προς τα πεδία ενασχόλησής της (π.χ. υπολογισμοί μεθόδου θαλάμων και στύλων) αλλά και ως προς τους υπολογισμούς του κοστολογίου υπόγειων έργων. Έτσι, οδηγηθήκαμε στο παρών αποτέλεσμα, μια εφαρμογή η οποία δύναται να πραγματοποιήσει μια σειρά υπολογισμών που θα παρουσιαστούν στην παρούσα εργασία και να δώσει στο χρήστη τη δυνατότητα να μελετήσει και να βγάλει συμπεράσματα και για την οικονομική διάσταση της περάτωσης ενός υπόγειου έργου με τη μέθοδο θαλάμων και στύλων.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω μια σειρά ανθρώπων για την συμβολή τους.

Ευχαριστώ πρώτα και κύρια τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Μπενάρδο Ανδρέα, γιατί ήταν μεγάλη μου χαρά να συνεργαστούμε για ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, το οποίο μου ανοίγει προοπτικές στο ίδιο το αντικείμενο της Σχολής, επιπλέον για την πολύτιμη καθοδήγησή του και την υπομονή που έδειξε κατά τη διάρκεια της περιόδου της συνεργασίας μας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον διδακτορικό ερευνητή κ. Παναγιωτόπουλο Γεώργιο ο οποίος παρά το βεβαρημένο πρόγραμμά του ήταν πάντα διαθέσιμος να με βοηθήσει σε απορίες και προβλήματα που αντιμετώπισα κατά το κομμάτι του προγραμματισμού.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πολύ καλό φίλο, Γιώργο Κολέτση, για το υπέροχο εξώφυλλο αυτής της εργασίας καθώς και για την συμβολή του σε προσωπικό αλλά και σε επίπεδο σχολής, όλα αυτά τα χρόνια που υπήρξαμε συμφοιτητές.

Περίληψη

Υπόγεια έργα ονομάζονται όλες εκείνες οι τεχνικές κατασκευές που πραγματοποιούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα μεταλλευτικά και τα μη μεταλλευτικά. Στα πρώτα το υπόγειο έργο είναι το μέσο για την προσπέλαση και απόληψη ενός κοιτάσματος, ενώ στα δεύτερα το ίδιο το υπόγειο έργο είναι αυτοσκοπός.

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής μέσω του προγράμματος Visual Studio 2015, βασισμένη στη γλώσσα προγραμματισμού C#. Η C# δημιουργήθηκε από την Microsoft μέσα από την πλατφόρμα .NET και αργότερα αναγνωρίστηκε επισήμως από την Ecma (ECMA-334) και την ISO (ISO/IEC 2327:2006). Ο κύριος σκοπός της γλώσσας είναι να είναι απλή αντικειμενοστραφής γλώσσα για γενική χρήση.

Η εφαρμογή χρειάζεται κάποιες αρχικές μεταβλητές για να πραγματοποιήσει τους υπολογισμούς. Οι υπολογισμοί της κυμαίνονται, από σχεδιαστικές παραμέτρους για τη μέθοδο θαλάμων και στύλων έως υπολογισμό κόστους εργασιών (διάτρηση, γόμωση κ.τ.λ.) ανά τόνο παραγωγής και συνολικό κόστος παραγωγής ενός τόνου.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια:

Το πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει συνοπτικά δύο κατηγορίες λογισμικών που υπάρχουν στον τομέα της μεταλλευτικής και των υπογείων έργων. Τα σχεδιαστικά προγράμματα και τα προγράμματα οικονομικού χαρακτήρα.

Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μέθοδο των θαλάμων και στύλων, η οποία αποτελεί και ξεχωριστή ενότητα της εφαρμογής. Βλέπουμε τη θεωρία και τους τύπους που χρησιμοποιούνται κατά την δόμηση της εφαρμογής.

Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με την έννοια της κοστολόγησης και παραθέτει τεχνικής εκτίμησης κόστους και τη θεωρία εκτίμησης κόστους των υπογείων έργων, η οποία υπήρξε και κεντρική ιδέα του εγχειρήματος της εργασίας.

Παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι που χρησιμοποιήθηκαν (και σε ορισμένες περιπτώσεις εμπλουτίστηκαν) για τους οικονομικούς υπολογισμούς.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση της εφαρμογής, με κύριο στόχο να αναλύσει τα βασικά αποτελέσματα που προσφέρει στο χρήστη και τα βασικά πλεονεκτήματα που εκπορεύονται από το γεγονός αυτό.

Στο πέμπτο κεφάλαιο υπάρχει ο οδηγός συμπλήρωσης της εφαρμογής, ο οποίος εισάγει τον χρήστη βήμα – βήμα στην χρήση της εφαρμογής.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια συμπεράσματα και προτάσεις του συγγραφέα, με βάση την εμπειρία του στην οικοδόμηση της εφαρμογής.

Abstract

As underground constructions we refer, as their name suggest, to all the constructions who take place beneath the ground surface. Those constructions are divided in 2 major categories, mining and non-mining underground projects (constructions). The mining underground projects provide us a way (give us the means) to access and recover a deposit, while the non-mining underground projects are considered independent works.

In this Thesis, a underground construction software was developed through Visual Studio 2015 program, based on C# programming language. C# was created by Microsoft within the .NET platform and was later recognized as an official programming language by EMCA and ISO. The main goal of C# is the simple object-oriented programming for general use.

The software needs some initial parameters to make the calculations. The results of calculations range from design parameters (considering the room and pillar method) to unit operations cost calculation (drilling, blasting etc.) per production tone and total tone production cost.

This diploma thesis is consisted by 6 chapters.

In the first chapter, the 2 main categories of software that are related to the mining and the underground constructions are briefly presented. Those are designing and economical programs.

In the second chapter, the room and pillar method, which constitutes a separate section of the software, is analyzed. The theory and the formulas that were used during the construction of the software are also being examined.

The third chapter refers to the economical part of the software. Techniques of cost assessment and the theory of cost estimation during an underground mining construction – which was the main idea of this Thesis - are being presented. The main formulas that have been used (and sometimes enriched or modified) for the economical calculations of the software are also being presented.

The fourth chapter constitutes a brief presentation of the whole software and the results it provides, as well as how these results are for the best interest of the user.

In the fifth chapter, the user can find an extensive manual of the software with a step by step analysis.

Finally, in the sixth chapter, some conclusions and suggestions based on the experience of constructing this software are being presented.

Copyright © Λάμπρος Λέκκας, 2016
Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται στην παρούσα εργασία εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύουν ή εκφράζουν οποιοδήποτε άλλο πρόσωπο (εμπλεκόμενο ή μη στη διαδικασία κατάρτισης της παρούσης διπλωματικής εργασίας).

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1^ο Λογισμικό στον Τομέα της Μεταλλευτικής	1
1.1. Εισαγωγή	1
1.2. Η χρήση λογισμικών στη μεταλλευτική	1
1.3. Σχεδιαστικά προγράμματα	2
1.4. Προγράμματα υπολογισμού κόστους	7
Κεφάλαιο 2^ο Υπόγεια Έργα & Εκμεταλλεύσεις	11
2.1. Εισαγωγή	11
2.2. Επιλογή της μεθόδου	12
2.3. Προϋποθέσεις και πεδίο εφαρμογής	14
2.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα	15
2.5. Μέθοδος θαλάμων και στύλων - Σχεδιασμός	17
2.5.1. Σχεδιασμός στύλων	20
2.5.2. Σχεδιασμός θαλάμων	24
2.5.3. Απόληψη κοιτασμάτων	26
Κεφάλαιο 3^ο Κοστολόγηση Υπόγειων Έργων	27
3.1. Κόστος	27
3.2. Κοστολόγηση	28
3.3. Μέθοδοι και τεχνικές κοστολόγησης	29
3.3.1. Η παραμετρική μοντελοποίηση (Parametric Estimating)	31
3.3.2. Αναλογική εκτίμηση – εκτίμηση από πάνω προς τα κάτω (Analogous / top down estimating)	32
3.3.3. Ανιούσα εκτίμηση - από κάτω προς τα πάνω (bottom up estimating)	33
3.3.4. Εκτίμηση τριών σημείων (PERT - 3 point estimation)	34
3.3.5. Εκτίμηση μέσω εμπειρογνωμόνων (expert judgment techniques)	35

3.3.6.	Αλγοριθμική μέθοδος (Algorithmic method)	35
3.3.7.	Λοιπές τεχνικές	36
3.4.	Κοστολόγηση υπογείων έργων	37
3.5.	Ανάλυση κόστους	39
3.5.1.	Λειτουργικές δαπάνες κατασκευής	39
3.5.2.	Λογιστικές αποσβέσεις κεφαλαίου	47
3.5.3.	Λοιπά έξοδα	48
3.5.4.	Συνολικό κόστος εξόρυξης	48
Κεφάλαιο 4ο Παρουσίαση της Εφαρμογής		49
4.1.	Εισαγωγή	49
4.2.	Τι προσφέρει η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1”	51
4.3.	Προετοιμασία – δημιουργίας της εφαρμογής	51
4.4.	Τι υπολογίζει η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1”	54
Κεφάλαιο 5ο Οδηγός Συμπλήρωσης Εφαρμογής		59
5.1.	Εισαγωγή	59
5.2.	Αρχικά Δεδομένα	60
5.2.1.	Γεωμετρικά και γεωτεχνικά στοιχεία κοιτάσματος	61
5.2.2.	Χρόνοι – ταχύτητες – αποστάσεις	62
5.3.	Θάλαμοι και στύλοι	63
5.3.1.	Στοιχεία θαλάμων και στύλων	63
5.3.2.	Ασκούμενη τάση	64
5.3.3.	Αντοχή	65
5.3.4.	Συντελεστής ασφαλείας SF	65
5.3.5.	Απόληψη	66
5.3.6.	Πλάτος θαλάμου	66
5.4.	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	67
5.4.1.	Στοιχεία εργασιών στα Υπόγεια	67
5.4.2.	Χρόνοι επί μέρους εργασιών	68
5.4.3.	Γενικές διαστάσεις	71

5.4.4.	Παραγωγή	72
5.4.5.	Συνολικοί χρόνοι εργασιών	72
5.5.	Κύκλος Εργασιών	75
5.5.1.	Χρόνοι Εργασιών	75
5.5.2.	Υπολογισμός Μετώπων (βελτιστοποίηση)	76
5.6.	Πίνακες Τιμών	78
5.6.1.	Μηχανολογικός εξοπλισμός	78
5.6.2.	Εκρηκτικές ύλες – Ανταλλακτικά	80
5.6.3.	Αερισμός	82
5.6.4.	Μισθολόγιο	83
5.6.5.	Κόστος καυσίμου	85
5.6.6.	Συνολικά κόστη	86
5.7.	Ανάλυση Κόστους	86
5.7.1.	Κόστος διατήρησης	86
5.7.2.	Κόστος υποστήριξης	90
5.7.3.	Κόστος γόμωσης – πυροδότησης	92
5.7.4.	Κόστος φόρτωσης – μεταφοράς	93
5.7.5.	Κόστος αερισμού	94
5.7.6.	Συνολικές λειτουργικές δαπάνες	95
5.7.7.	Δαπάνες προσωπικού	95
5.7.8.	Απόσβεση Κεφαλαίου	95
5.7.9.	Λοιπά έξοδα	96
5.7.10.	Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο	97
5.8.	Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο (παράδειγμα εφαρμογής)	97
Κεφάλαιο 6° Συμπεράσματα & Προτάσεις		102
Κεφάλαιο 7° Βιβλιογραφία		103

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1. Περιβάλλον σχεδιασμού Surpac	3
Εικόνα 1.2. Περιβάλλον Surfer 13	4
Εικόνα 1.3. Περιβάλλον Phase 2	5
Εικόνα 1.4. Περιβάλλον Promine	6
Εικόνα 1.5. Περιβάλλον Micromine	7
Εικόνα 1.6. Περιβάλλον Sage X3	9
Εικόνα 1.7. Περιβάλλον Xeras software	10
Εικόνα 2.1. Υπόγειος αποθηκευτικός χώρος για οχήματα, εμπορεύματα κ.α. στο Louisville του Kentucky των Η.Π.Α.	13
Εικόνα 2.2. Sub-Tropolis, συγκρότημα υπόγειων εγκαταστάσεων - τομέας υπόγειου parking, στην πόλη του Kansas στο Missouri των Η.Π.Α.	13
Εικόνα 2.3. Ταξινόμηση Μεθόδων Υπόγειας Εκμετάλλευσης με βάση τον τρόπο υποστήριξής τους	18
Εικόνα 2.4. Διάγραμμα συχνότητας συμβάντων αστοχίας σε σχέση με το συντελεστή ασφαλείας	20
Εικόνα 2.5. Μέθοδος θαλάμων και στύλων - συνεισφέρουσα επιφάνεια	21
Εικόνα 2.6. Διάγραμμα συσχέτισης συντελεστή ασφαλείας και λόγου πλάτους προς ύψος στύλου	24
Εικόνα 3.1. Διάγραμμα ακρίβειας τεχνικών κοστολόγησης	37
Εικόνα 4.1. Πορεία υπολογισμών της εφαρμογής Cost Calculation 1.1	50

Εικόνα 4.2. Διάγραμμα Πλάτους Θαλάμου – Κόστους Παραγωγής, στο διάγραμμα αυτό μελετάτε η αυξομείωση του κόστους παραγωγής σε σχέση με την μεταβολή της διάστασης του πλάτους του θαλάμου.	52
Εικόνα 4.3. Επιλογές για δημιουργία εφαρμογών στο Visual Studio 2015	54
Εικόνα 4.4. Διάταξη υπολογισμών Θαλάμων και στύλων	55
Εικόνα 4.5. Κεντρική ιδέα καρτέλας υπόγειου χώρου	56
Εικόνα 4.6. Υπολογισμός βελτιστοποίησης μετώπων (κεντρική ιδέα ενότητας Κύκλος Εργασιών)	57
Εικόνα 4.7. Διάγραμμα υπολογισμού Κόστους Παραγωγής	58
Εικόνα 5.1. Οδηγός συμπλήρωσης – ενότητες εφαρμογής	60
Εικόνα 5.2. Οδηγός συμπλήρωσης – Αρχικά Δεδομένα - γεωμετρικά και γεωτεχνικά στοιχεία κοιτάσματος	62
Εικόνα 5.3. Οδηγός συμπλήρωσης – Αρχικά Δεδομένα - Χρόνοι / ταχύτητες / αποστάσεις	63
Εικόνα 5.4. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων	64
Εικόνα 5.5. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Ασκούμενη Τάση	65
Εικόνα 5.6. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Αντοχή	65
Εικόνα 5.7. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Συντελεστής ασφαλείας SF	66
Εικόνα 5.8. Οδηγός συμπλήρωσης – Θάλαμοι και στύλοι – Απόληψη	66
Εικόνα 5.9. Οδηγός συμπλήρωσης – Θάλαμοι και στύλοι – Πλάτος θαλάμου	67
Εικόνα 5.10. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου –	68
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια	68

Εικόνα 5.11. Οδηγός συμπλήρωσης – Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	70
Εικόνα 5.12. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου – Γενικές Διαστάσεις	72
Εικόνα 5.13. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου - Παραγωγή	72
Εικόνα 5.14. Οδηγός συμπλήρωσης - Στοιχεία Υπόγειου Χώρου – Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών	75
Εικόνα 5.15. Οδηγός συμπλήρωσης - Κύκλος Εργασιών – Χρόνοι Εργασιών	76
Εικόνα 5.16. Οδηγός συμπλήρωσης - Κύκλος Εργασιών – Υπολογισμός Μετώπων	78
Εικόνα 5.17.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μηχανολογικός Εξοπλισμός (μεταβλητές)	79
Εικόνα 5.18.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μηχανολογικός Εξοπλισμός	79
Εικόνα 5.19.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Εκρηκτικές Ύλες/ανταλλακτικά (μεταβλητές)	81
Εικόνα 5.20.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Εκρηκτικές Ύλες/ανταλλακτικά	82
Εικόνα 5.21.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Αερισμός (μεταβλητές)	83
Εικόνα 5.22.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Αερισμός	83
Εικόνα 5.23.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μισθολόγιο (μεταβλητές)	84
Εικόνα 5.24.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μισθολόγιο	84
Εικόνα 5.25.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Καύσιμα (μεταβλητές)	85
Εικόνα 5.26.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Κόστος καυσίμου	85
Εικόνα 5.27.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Συνολικά Κόστη	86

Εικόνα 5.28. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – μεταβλητές	89
Εικόνα 5.29 (α, β). Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Διάτρησης	90
Εικόνα 5.30 (α, β). Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Υποστήριξης	92
Εικόνα 5.31. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Γόμωσης/πυροδότησης	93
Εικόνα 5.32. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Φόρτωσης/Μεταφοράς	94
Εικόνα 5.33. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος αερισμού	94
Εικόνα 5.34. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Λειτουργικές Δαπάνες	95
Εικόνα 5.35. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Δαπάνες προσωπικού	95
Εικόνα 5.36. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Απόσβεση κεφαλαίου	96
Εικόνα 5.37. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Λοιπά έξοδα και Συνολικό κόστος ανά τόνο παραγωγής	97
Εικόνα 5.38. Διάγραμμα υπολογισμού κόστους παραγωγής	98
Εικόνα 5,39. Διαστάσεις Κοιτάσματος	98
Εικόνα 5.40. Διαστάσεις θαλάμων και στύλων	99
Εικόνα 5.41. Απόληψη κοιτάσματος	99
Εικόνα 5.42. Διαστάσεις υπόγειου χώρου – ογκομετρήσεις	100
Εικόνα 5.43 (1-8). Υπολογισμός επί μέρους κοστών και συνολικού κόστους	101

Κεφάλαιο 1^ο

Λογισμικό στον Τομέα της Μεταλλευτικής

1.1. Εισαγωγή

Στην σημερινή εποχή γίνεται όλο και πιο απαιτητική η δημιουργία ευέλικτων εργαλείων (εφαρμογών), υψηλής ακρίβειας με σκοπό την αυτοματοποίηση διαδικασιών στην μελέτη και στο σχεδιασμό μιας μεταλλευτικής δραστηριότητας. Λόγω της ιδιομορφίας της εκάστοτε μεταλλευτικής πρακτικής και των ιδιαιτεροτήτων που υπάρχουν είναι δύσκολη η ανάπτυξη γενικευμένων υπολογιστικών εφαρμογών οι οποίες θα προσφέρουν υπολογισμούς υψηλής ακρίβειας και ταυτόχρονα μεγάλο εύρος εφαρμογής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αλματώδη βήματα στον συγκεκριμένο τομέα, ενώ οι μελλοντικές εξελίξεις που έρχονται φαίνεται να είναι ακόμα πιο ελπιδοφόρες.

1.2. Η χρήση λογισμικών στη μεταλλευτική

Οι εφαρμογές λογισμικού αποτελούν σήμερα ένα αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδιασμού μια μεταλλευτικής εκμετάλλευσης.

Τα προγράμματα σχεδιασμού σήμερα προσφέρουν ακρίβεια που δεν μπορούσε να επιτευχθεί με τα παλαιότερα συμβατικά μέσα, ή απαιτούσε δυσανάλογα μεγάλη ενασχόληση στο κομμάτι του σχεδιασμού και της μοντελοποίησης. Πλέον ο χρήστης ξεκινά εισάγοντας ένα ψηφιοποιημένο τοπογραφικό της περιοχής που τον ενδιαφέρει και μπορεί να εντοπίσει με ακρίβεια τα σημεία που θα πραγματοποιήσει την εκμετάλλευσή του. Στη συνέχεια μπορεί να κάνει υπαίθριο ή υπόγειο σχεδιασμό εισάγοντας κάθε φορά τις απαραίτητες (για το εκάστοτε πρόγραμμα) παραμέτρους, όπως τα στοιχεία των ερευνητικών γεωτρήσεων σε μια υπαίθρια εκμετάλλευση ή οι διαστάσεις θαλάμων και στύλων σε μια υπόγεια. Ακολουθώς υπολογίζει αποθέματα και βγάζει συμπεράσματα για την πορεία του έργου του. Εν ολίγοις

ένα πρόγραμμα σχεδιασμού προσφέρει στον χρήστη ταχύτητα εργασίας, δυνατότητα δημιουργίας και αξιολόγησης εναλλακτικών σχεδίων εκμετάλλευσης, ακρίβεια στις μετρήσεις εμβαδών και όγκων, απεικόνιση σε τρεις διαστάσεις, δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης των εργασιών με τη βοήθεια τοπογραφικών δεδομένων σε ψηφιακή μορφή και συμβατότητα με προγράμματα μηχανολογικού σχεδίου (στις περισσότερες των περιπτώσεων).

Συμπληρωματικά τα προγράμματα εκτίμησης και ανάλυσης κόστους, εστιάζουν στην πορεία ενός έργου από το επίπεδο του καθημερινού κόστους των εργασιών έως το επίπεδο της οικονομικής διαχείρισης και εξέτασης χρηματοοικονομικών σχεδιασμών. Προσφέρουν έτσι στο χρήστη τη δυνατότητα να αξιολογήσει το κατά πόσο είναι πραγματοποιήσιμο ή όχι ένα έργο (μεταλλευτικού ή μη χαρακτήρα). Επιπλέον, παρέχουν δυνατότητες σχεδιασμού της πορείας των εργασιών, όπου σε συνδυασμό με μια οικονομική ανάλυση, ο χρήστης μπορεί να έχει τον έλεγχο σε κάθε βήμα του έργου και να αξιολογεί άμεσα αστοχίες και παρεκκλίσεις που συμβαίνουν κατά τη διάρκειά του. Τέλος μέσα από ένα πρόγραμμα κοστολογικού χαρακτήρα είναι εφικτό να εντοπιστούν, μέσω αναλύσεων ευαισθησίας, οι κρίσιμοι παράγοντες του έργου και να γίνει κατάλληλη διαχείριση τυχόν αυξομειώσεων στο τελικό κόστος.

1.3. Σχεδιαστικά προγράμματα

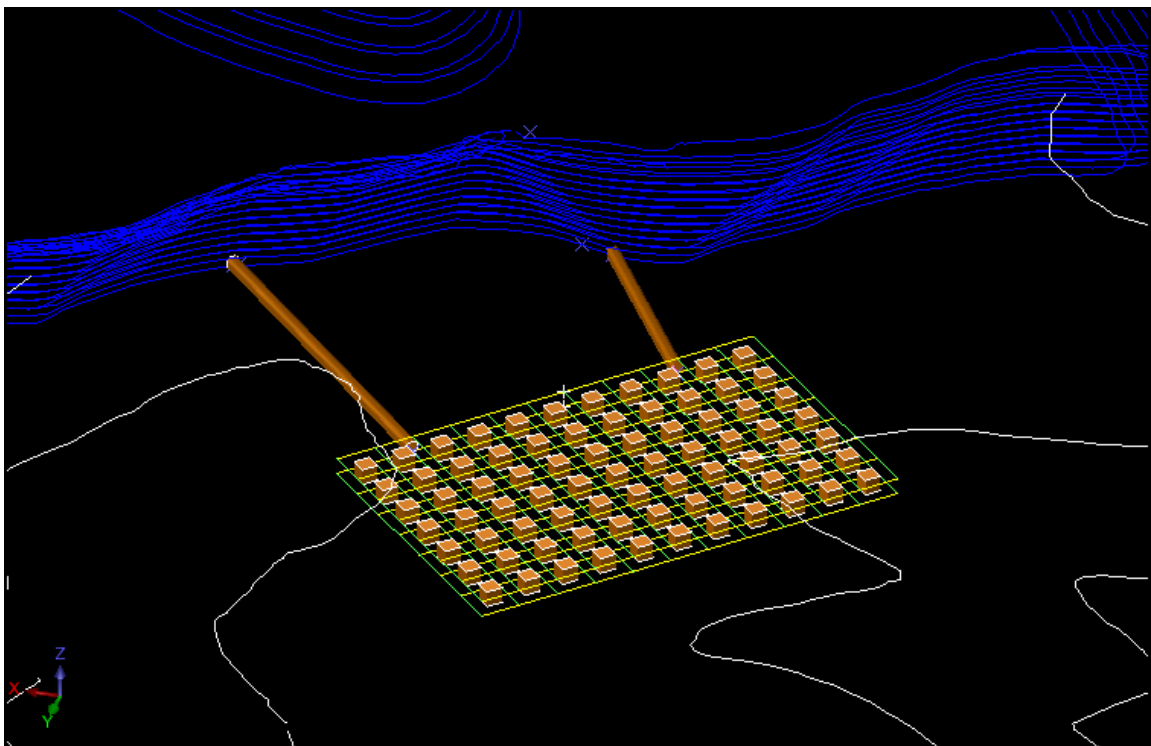
Μια μεγάλη κατηγορία λογισμικού είναι τα προγράμματα σχεδιασμού ή μοντελοποίησης. Τα προγράμματα αυτά καλύπτουν τοπογραφικά, γεωγραφικά, ογκομετρικά και προφανώς σχεδιαστικά την διαδικασία της εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος. Υπάρχουν έτσι προγράμματα για σχεδιασμό εκμεταλλεύσεων (π.χ. Surpac, Minex, Gems, Vulcan, Datamine), για αξιολόγηση ευστάθειας (π.χ. RS2, Flac, Plaxis), όπως επίσης και άλλα πιο εξειδικευμένα για συγκεκριμένες εφαρμογές (π.χ. Petrel για την αξιολόγηση πετρελαιοφόρων σχηματισμών)

Ενδεικτικά δίνονται στη συνέχεια ορισμένα πακέτα λογισμικού που ανήκουν στην συγκεκριμένη γενική κατηγορία που αφορά στο σχεδιασμό / αξιολόγηση έργων:

- Το *Gemcom Surpac* (GEOVIA, 2016): Το μεταλλευτικό λογισμικό *Gemcom Surpac* είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. Παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία ώστε να μπορεί ο χρήστης (απευθύνεται κυρίως σε μηχανικούς μεταλλείων, γεωλόγους, τοπογράφους κ.τ.λ.) να σχεδιάσει, να παρακολουθεί τις μεταλλευτικές δραστηριότητες και να τροποποιεί το σχεδιασμό και τις παραμέτρους της εκμετάλλευσης ώστε να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

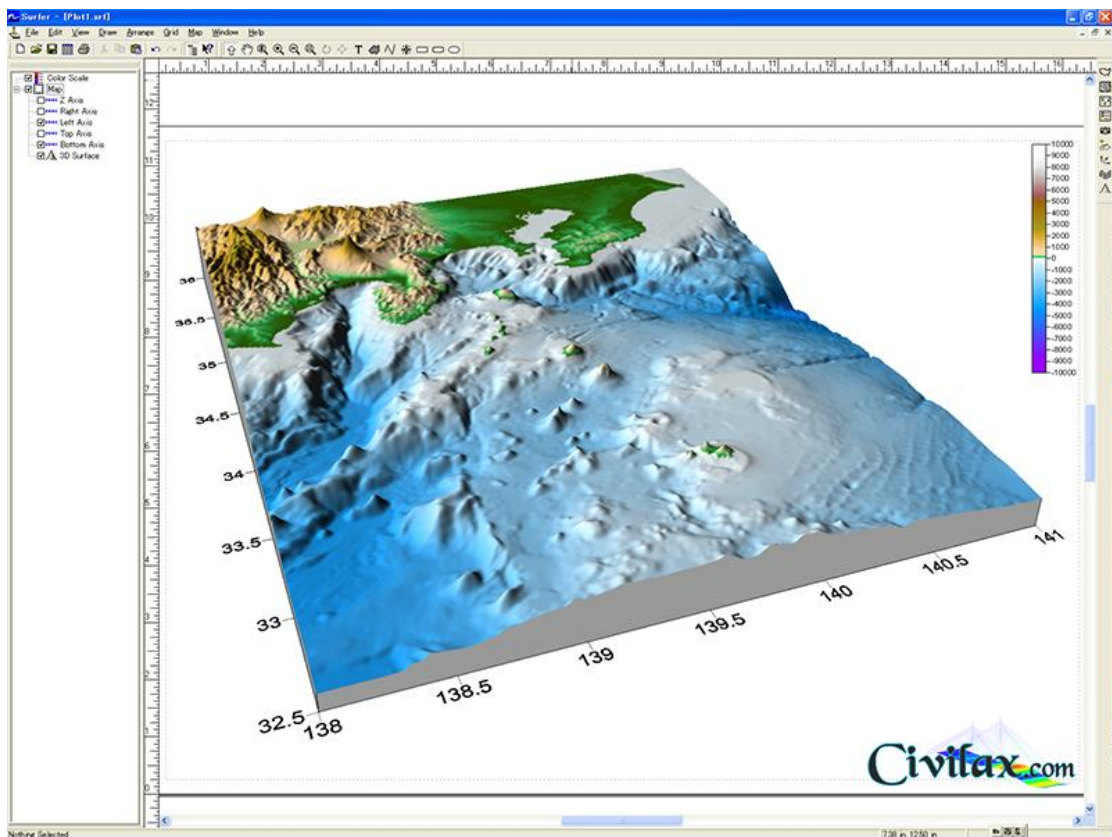
Το *Surpac* προσφέρει εργαλεία: διαχείρισης ερευνητικών γεωτρήσεων, γεωλογικής μοντελοποίησης, μοντελοποίησης block, γεωστατικής, σχεδιασμού μεταλλείου, προγραμματισμού μεταλλείου, εκτίμησης των πόρων, και άλλα.

Τέλος το *Surpac* μειώνει την επικάλυψη δεδομένων και των διεπαφών με τις κοινές μορφές αρχείων όπως αυτές του GIS, των προγραμμάτων σχεδίου (Computer Aided Design - CAD) και άλλων και έχει πολυγλωσσική υποστήριξη (Αγγλικά, κινεζικά, ρωσικά, ισπανικά και γαλλικά).



Εικόνα 1.1. Περιβάλλον σχεδιασμού *Surpac*

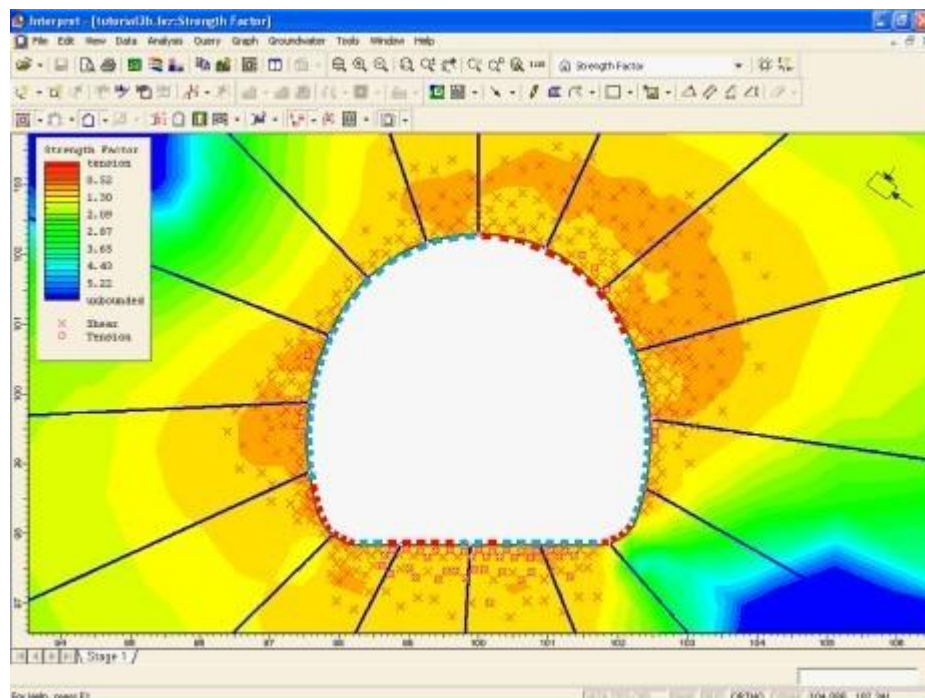
- Το *Surfer 13*, είναι ένα πρόγραμμα που απευθύνεται σε μηχανικούς, γεωλόγους, αρχαιολόγους, ωκεανογράφους κ.τ.λ.
Το *Surfer 13* παρέχει τη δυνατότητα της μετατροπής των εισαγόμενων X, Y, Z σημείων σε χάρτες υψηλής ποιότητας και ανάλυσης. Παρέχει δυνατότητες διαχείρισης πλέγματος (grid methods), χρήση εξατομικευμένων βαριογραμμμάτων, (είναι μια λειτουργία που περιγράφει το βαθμό χωρικής εξάρτησης μιας χωρικής τιμής τυχαίου πεδίου) και τρισδιάστατη προβολή. Τέλος ο χρήστης μπορεί να προσθέσει μια βάση δεδομένων από χάρτες για να σχεδιάσει όρια και να εντοπίσει ακριβής τοποθεσίες, και να συνδυάσει τύπους χάρτη για να δημιουργήσει όσο το δυνατόν πιο κατατοπιστικές εικόνες. Σχεδόν όλες οι πτυχές των χαρτών μπορούν να προσαρμοστούν για να παράγει ο χρήστης ακριβώς την παρουσίαση που θέλει (Golden Software, 2016).



Εικόνα 1.2. Περιβάλλον *Surfer 13*

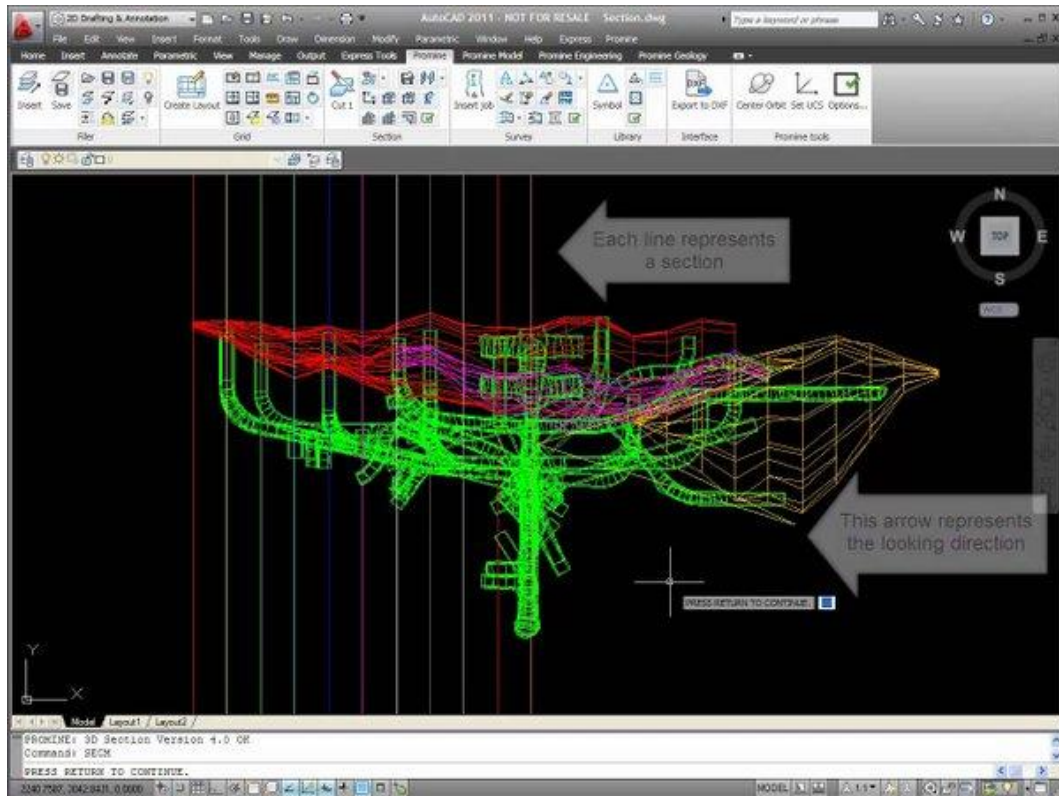
- Το RS2 ή αλλιώς Phase2, είναι ένα ισχυρό 2D πρόγραμμα ανάλυσης με πεπερασμένα στοιχεία, για εφαρμογές

εδαφομηχανικής και μηχανικής πετρωμάτων. Το RS2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα έργων μηχανικής καθώς εξετάζει τις συνθήκες ευστάθειας που υπάρχουν σε τεχνικά και μεταλλευτικά έργα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του τρόπου και μεγέθους αστοχίας, καθιζήσεων, κ.λ.π., αλλά και βασικότερα για την επιλογή και σχεδιασμό του συστήματος υποστήριξης που θα ελέγξει τέτοια φαινόμενα. Περιλαμβάνει έτσι αναλύσεις ευστάθειας πρηνών, σηράγγων, επιχωμάτων προσφέροντας ακριβείς προβλέψεις της συμπεριφοράς του πετρώματος και της επίδρασης της κατασκευής σε αυτό (rocscience, 2016).



Εικόνα 1.3. Περιβάλλον Phase 2

- Το Promine, είναι ένα λογισμικό που εστιάζει στην μοντελοποίηση, τη γεωλογία και γενικότερα στην στήριξη όλων των πτυχών του κύκλου εξόρυξης από την έρευνα ως τη λειτουργία. Έχει δυνατότητες εκτίμησης αποθεμάτων, σχεδιασμού έργων προσπέλασης και ανάπτυξης (στοές, κεκλιμένα, φρέατα) (Promine, 2016).

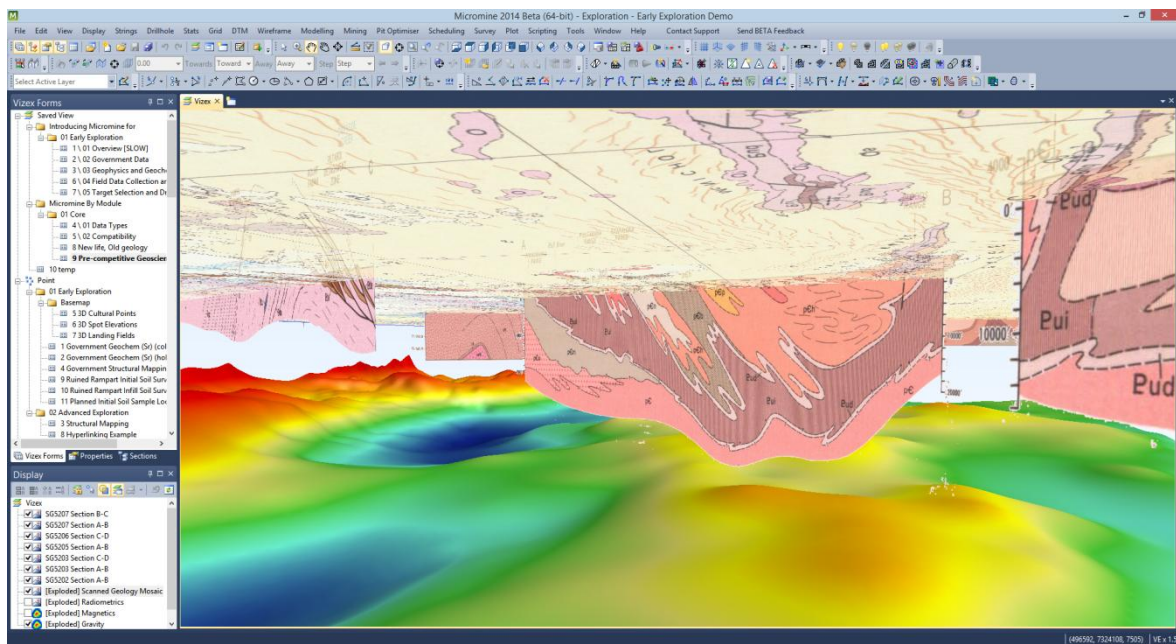


Εικόνα 1.4. Περιβάλλον Promine

- Το Micromine είναι ένα λογισμικό για έρευνα και σχεδιασμό ορυχείου, το οποίο προσφέρει ολοκληρωμένα εργαλεία για την μοντελοποίηση, την εκτίμηση, το σχεδιασμό, τη βελτιστοποίηση και τον προγραμματισμό των εργασιών.
Το Micromine περιέχει μια σειρά από ενότητες (Micromine, 2016):
 - Core module: η ενότητα που επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει, επικυρώσει, επεξεργαστεί, παρουσιάσει και να ερμηνεύσει μια ευρεία ποικιλία επιφανειακών δεδομένων, στοιχείων γεωτρήσεων και στοιχείων υπογείων.
 - Exploration module: περιλαμβάνει οπτικοποίηση, διαχείριση γεωτρήσεων, εργαλεία ανάλυσης και μοντελοποίησης, στατιστική και γεωστατιστική λειτουργία που απαιτείται σε ένα πιο προχωρημένο επίπεδο έρευνας ή σε ένα έργο διαχείρισης πόρων.
 - Mining module: έχει σχεδιαστεί ειδικά για τους μηχανικούς μεταλλείων, και τους παρέχει εργαλεία για τον προγραμματισμό και το σχεδιασμό επιφανειακών και

υπόγειων μεταλλείων. Μαζί με το Micromine Core και το Wireframing, ο μηχανικός μπορεί να αναπτύξει ένα σχέδιο για το μεταλλείο με βάση τις παραμέτρους της εξόρυξης του και τις θεμελιώδεις αρχές περί των επιχειρήσεων.

- Stratigraphic modelling module: είναι ιδανικό για κάθε στρωσιγενές κοίτασμα, όπως στις περιπτώσεις του άνθρακα, του νικελιούχου λατερίτη, του κασσίτερου, του βωξίτη κ.τ.λ. Τελικά, ο χρήστης παράγει ένα μοντέλο (block model - SBM), το οποίο αποτελεί ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό τρόπο για να παρουσιαστεί ένα γεωλογικό στρώμα, μαζί με όλα τα χαρακτηριστικά του.
- Wireframing: παρέχει τα εργαλεία για τη δημιουργία, τη διαχείριση και την ανάλυση τρισδιάστατων μοντέλων επιφάνειας και στερεών, για προηγμένη έρευνα, εκτίμηση πόρων, μοντελοποίηση μεταλλείων και γεωλογικών επιφανειών.



Εικόνα 1.5. Περιβάλλον Micromine

1.4. Προγράμματα υπολογισμού κόστους

Η κατηγορία των πακέτων λογισμικού που αφορά στην εκτίμηση και αξιολόγηση κόστους έχει ως βασικό στόχο τον υπολογισμό διαφόρων

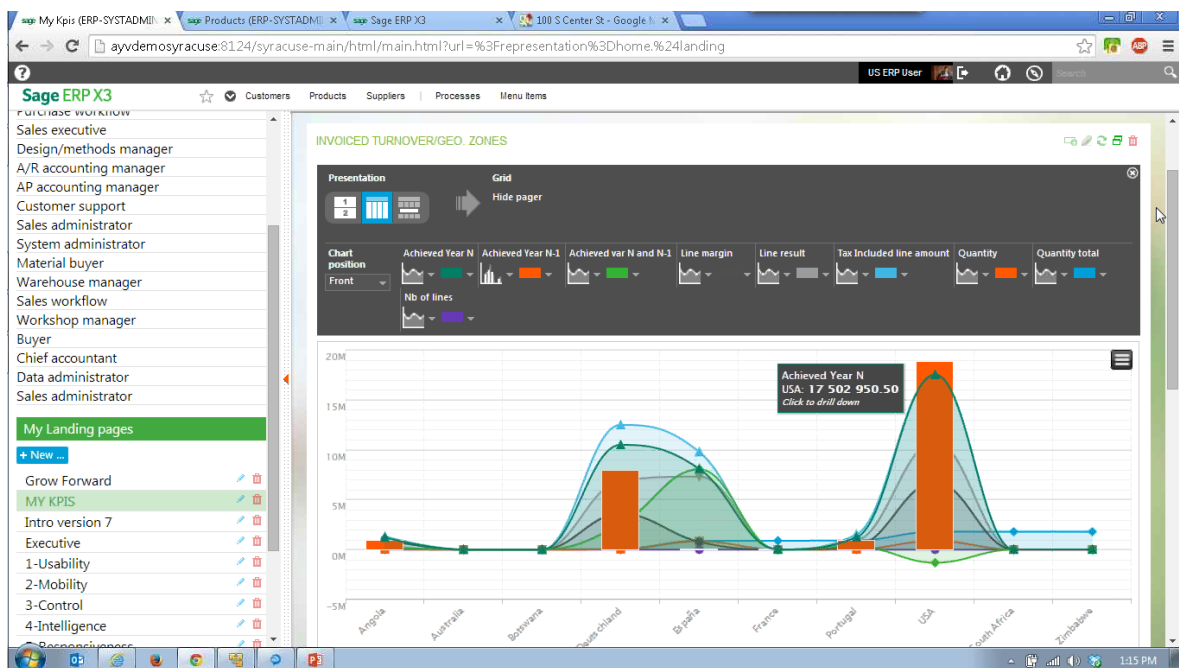
μορφών κόστους εργασιών και βελτιστοποίησής τους. Ορισμένα βασικά παραδείγματα είναι:

- Το σύνολο του λογισμικού της εταιρίας Sherpa (Sherpa software, 2016):
 - i. Το Sherpa Cost - Cost-Estimating Software for Underground Mines είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τα δεδομένα της παραγωγής και των αποθέσεων, που παρέχονται από το χρήστη, για να υπολογίσει πάνω από 800 παραμέτρους, οι οποίες με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για τον υπολογισμό του εξοπλισμού, της εργασίας, και του κόστους προμήθειας. Ο χρήστης λειτουργεί μέσω αυτών των παραμέτρων, αλλάζοντας τες όσο χρειάζεται για την προσαρμογή του υπολογισμού στις συνθήκες μιας συγκεκριμένης θέσης.
 - ii. Το Sherpa Cost-Estimating Software for Surface Mines, είναι ένα σύστημα λογισμικού που βοηθά στην εκτίμηση του κόστους εξόρυξης ανοιχτής εκσκαφής. Το Sherpa συνδυάζει τις διαδικασίες υπολογισμού με βάση τη μηχανική με τα στοιχεία κόστους από την Υπηρεσία Κόστους Μεταλλείων (CostMine) για να καθορίσει τα σχετικά κεφαλαιουχικά και λειτουργικά κόστη που συνδέονται με την ανάπτυξη της επιφάνειας και των ορυχείων.
 - iii. Το Sherpa Cost-Estimating Software for Placer Mines, είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τα δεδομένα της παραγωγής για να υπολογίσει απαιτούμενες παραμέτρους, οι οποίες με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για την εκτίμηση του εξοπλισμού, των εργασιών κ.α.
 - iv. Επιπλέον υπάρχουν και τα αντίστοιχα λογισμικά για οικονομική ανάλυση συνολικά για τα έργα εξόρυξης, για τον εξοπλισμό κ.ο.κ.

- Το Sage X3 – ERP, το οποίο δίνει τη δυνατότητα για σχεδιασμό του κοιτάσματος αλλά και οικονομικής διαχείρισής του. Ειδικότερα, το πρόγραμμα καλύπτει ένα ισχυρό συνδυασμό εργαλείων που

αφορούν στον προγραμματισμό εργασιών και παραγωγής, κοστολόγησης, χρηματοοικονομικής ανάλυσης κ.α. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει μια εύκολη στη χρήση ροή εργασίας, που καθοδηγεί το σύνολο των διαδικασιών, όπως (Sage, 2016):

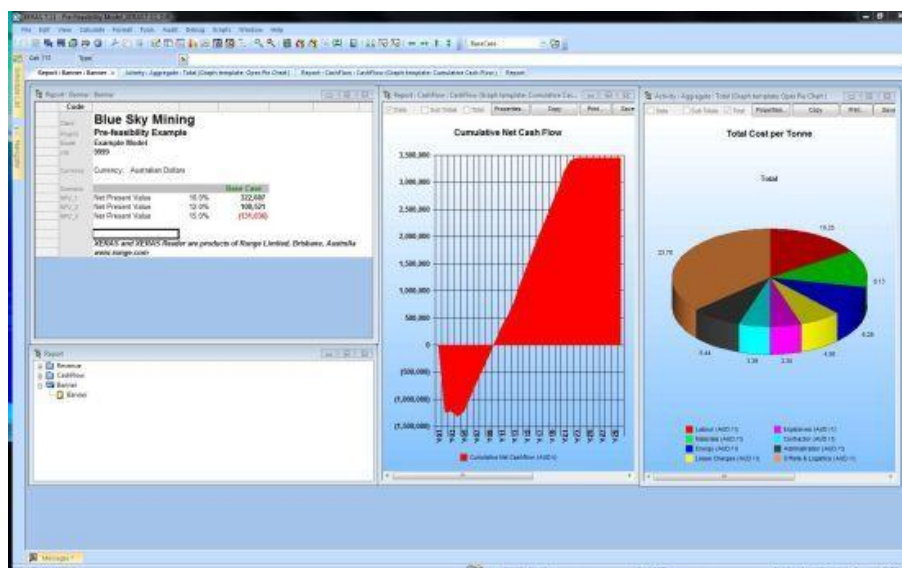
- διαχείριση ροής εργασίας και εγγράφων
- λογιστική διαχείριση των εργασιών
- ανάλυση διεργασίας και συναλλαγών
- διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και προγραμματισμένη συντήρηση
- εισαγωγή οικονομικών δεδομένων για το έργο με δυνατότητα υποβολής οικονομικών εκθέσεων
- διαχείριση έργου και έλεγχος της διαδικασίας
- διαχείριση συμβάσεων
- ανθρώπινοι πόροι & μισθοδοσία.



Εικόνα 1.6. Περιβάλλον Sage X3

- Το Xeras financial modeling, είναι ένα πρόγραμμα προϋπολογισμού και στρατηγικού σχεδιασμού, απόλυτα ικανό να χειρίζεται βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες ανάγκες του προϋπολογισμού. Μερικές από τις ενότητες του προγράμματος είναι (Runge Pincock minargo, 2016):

- XERAS for Strategic Financial Evaluation: είναι ένα ισχυρό σύστημα οικονομικής αξιολόγησης με μια ευρεία εστίαση, σχεδιασμένο για χρήση σε πρώιμο στάδιο προκαταρκτικής μελέτης σκοπιμότητας. Χρησιμεύει για: πρόβλεψη ταμειακών ροών για πολλαπλά σενάρια εξόρυξης, ανάπτυξη της πιο πρακτικής και πολύτιμης στρατηγικής προσέγγισης της εξόρυξης, αξιολόγηση της πραγματική αξίας του κοιτάσματος κ.τ.λ.
- XERAS for operations Budgeting: είναι ένα σύστημα προϋπολογισμού που έχει ως σκοπό την πρόβλεψη της παραγωγής, των αναλώσιμων, του εξοπλισμού και διοικητικών δαπανών για το μεταλλείο. Χρησιμεύει για: τον υπολογισμό όλων των εργασιών στο χώρο του ορυχείου από μηδενική βάση, την παροχή ξεκάθαρης εικόνας από τον προϋπολογισμό σε οποιαδήποτε δεδομένη χρονική περίοδο, βελτίωση του οικονομικού σχεδιασμού και της πρόβλεψης για ολόκληρο το χώρο του μεταλλείου κ.τ.λ.
- XERAS for maintenance Budgeting: δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να φτιάξει μια συνολική πρόβλεψη των δαπανών με βάση το πρόγραμμα συντήρησης για κάθε μονάδα του εξοπλισμού, εκτελεί πολλαπλά σενάρια για τη διερεύνηση της αποτελεσματικά της επιλογές του χρήστη κ.τ.λ.



Εικόνα 1.7. Περιβάλλον Xeras software

Κεφάλαιο 2^ο

Υπόγεια Έργα & Εκμεταλλεύσεις

2.1. Εισαγωγή

Ως υπόγεια έργα ορίζουμε όλες εκείνες τις τεχνικές κατασκευές που πραγματοποιούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010). Η βασικότερη διάκριση των υπογείων έργων γίνεται με βάση την μορφή και το σχήμα τους, σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Σήραγγες: ονομάζονται οι επιμήκεις (οριζόντιες ή ελαφρά κεκλιμένες) τεχνικά σκαμμένες δίοδοι, με διάμετρο διατομής από 1-15m και μήκος που φθάνει μέχρι αρκετά χιλιόμετρα.
- Θάλαμοι: ονομάζονται τα ανοίγματα μεγάλων διαστάσεων (πλάτος μέχρι 35-40m και μήκος 250m).
- Φρέατα: ονομάζονται τα επιμήκη κατακόρυφα (ή σχεδόν κατακόρυφα) ανοίγματα (πλάτος μέχρι 8m και μήκος που φτάνει έως τα 500m).

Οι τρεις παραπάνω κατηγορίες, είναι προφανές ότι εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς. Οι σήραγγες εξυπηρετούν τα οδικά δίκτυα (αυτοκινητόδρομοι, σιδηρόδρομοι κ.ο.κ), την ύδρευση, την ηλεκτροδότηση κ.τ.λ. Οι θάλαμοι την αποθήκευση προϊόντων, τους χώρους logistics και διαφόρων ειδών εγκαταστάσεις (από αθλητικές έως στρατιωτικές), ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αξιοποιηθούν και για επεξεργασία - αποθήκευση αποβλήτων και λυμάτων. Τέλος τα φρέατα χρησιμεύουν συνηθέστερα για μεταφορά στον κατακόρυφο άξονα, όπως η επικοινωνία ενός υπόγειου έργου με την επιφάνεια για εύκολη μεταφορά υλικών ή και ανθρώπων.

Τα υπόγεια έργα χωρίζονται σε μεταλλευτικά και μη μεταλλευτικά. Η βασική διαφορά των δύο κατηγοριών είναι ότι στα μεταλλευτικά έργα ο απώτερος στόχος είναι η εξόρυξη και οικονομική εκμετάλλευση μιας οικονομικά συμφέρουσας συγκέντρωσης μεταλλεύματος ενώ στα μη μεταλλευτικά ο βασικός στόχος είναι η δημιουργία του ίδιου του έργου και η εγκατάσταση σε αυτό των χρήσεων.

Στην παρούσα Διπλωματική εργασία, παρότι γίνεται αναφορά γενικά στην κοστολόγηση της κατασκευής υπογείου έργου, ουσιαστικά αναπτύσσεται η κοστολόγηση έργων τα οποία υιοθετούν τη μεταλλευτική μέθοδο των θαλάμων και στύλων για την παραγωγή χώρου και την ανάπτυξη του υπόγειου συγκροτήματος. Έτσι, αναλόγως των συνθηκών ευστάθειας που επιλεγούν η εφαρμογή κοστολόγησης που αναπτύχθηκε μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του κόστους παραγωγής μεταλλευμάτων με την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου.

2.2. Επιλογή της μεθόδου

Η μέθοδος που επιλέχθηκε να μελετηθεί και να χρησιμοποιηθεί ακολούθως, ήταν η μέθοδος θαλάμων και στύλων. Η μέθοδος θαλάμων και στύλων έχει ευρεία χρήση στα υπόγεια έργα, είτε πρόκειται για έργα μεταλλευτικού χαρακτήρα, είτε πρόκειται για δημιουργία υπόγειων χώρων – εγκαταστάσεων. Είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται, σε έργα μεταλλευτικού χαρακτήρα, πάρα πολύ στην Ελλάδα, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την εκμετάλλευση βωξίτη αλλά και παγκοσμίως, στην υπόγεια εξόρυξη άνθρακα κ.τ.λ. Επιπλέον είναι πάρα πολλά και τα παραδείγματα υπόγειων τεχνικών έργων με χρήση της μεθόδου. Ακριβέστερα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία υπόγειων αποθηκευτικών χώρων (π.χ. Louisville, Kentucky, εικόνα 2.1), logistics, για υπόγειους χώρους κτηριακών εγκαταστάσεων και χώρων στάθμευσης (π.χ. Sub-Tropolis, Kansas, Missouri, εικόνα 2.2), για υπόγεια αποθήκευση καυσίμων και φυσικού αερίου, για διάθεση επικίνδυνων αποβλήτων κ.τ.λ.



Εικόνα 2.1. Υπόγειος αποθηκευτικός χώρος για οχήματα, εμπορεύματα κ.α. στο Louisville του Kentucky των Η.Π.Α.



Εικόνα 2.2. Sub-Tropolis, συγκρότημα υπόγειων εγκαταστάσεων - τομέας υπόγειου parking, στην πόλη του Kansas στο Missouri των Η.Π.Α.

Η μέθοδος θαλάμων και στύλων θεωρήθηκε κατάλληλη για μια σειρά λόγων:

- Αρχικά, προσφέρει τη δυνατότητα εύκολου σχεδιασμού, υπολογισμού των παραμέτρων της, υποστήριξης και γενικότερα παρέμβασης (στην κατεύθυνση της βελτιστοποίησης) στην ευστάθεια των στύλων.
- Προσφέρει δυνατότητες υποβοήθησης της υποστήριξης των στύλων (όπως με λιθογόμωση, αλλά και με διεύρυνση της διατομής του στύλου στην οροφή και το δάπεδο)
- Προσφέρει δυνατότητα συνεχούς επίβλεψης για εντοπισμό ύπαρξης αστοχιών
- Είναι αρκετά οικονομική μέθοδος
- Προσφέρει ευελιξία και δυνατότητες εκμηχάνισης
- Προσφέρει δυνατότητες αυξομείωσης της δυναμικότητας της παραγωγής αναλόγως των συνθηκών
- Παρέχει ικανοποιητική λειτουργική αξιοποίηση του χώρου, μετά το πέρας της εκμετάλλευσης

2.3. Προϋποθέσεις και πεδίο εφαρμογής

Η μέθοδος θαλάμων και στύλων δεν έχει ιδιαίτερους περιορισμούς στο πεδίο εφαρμογής της, όταν μιλάμε για κάποιο τεχνικό έργο. Ο μοναδικός παράγοντας που επηρεάζει την εφαρμογή της είναι η καταλληλότητα των πετρωμάτων όσον αφορά την ανθεκτικότητά τους, για να μπορούν τελικά οι στύλοι να λάβουν τις τάσεις των υπερκειμένων και παράλληλα να έχουμε ικανοποιητικό πλάτος στους θαλάμους (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010).

Ωστόσο στα μεταλλευτικά έργα το πεδίο εφαρμογής της είναι οι στρωματοειδής μεταλλοφορίες ιζηματογενούς προέλευσης (π.χ. χαλκούχοι σχιστόλιθοι, διάφορα βιομηχανικά ορυκτά όπως ο ασβεστόλιθος, στρώματα άνθρακα κ.α.) (Τερεζόπουλος, 2003).

Με βάση, λοιπόν, τα χαρακτηριστικά της μεθόδου, για την εφαρμογή της πρέπει να συντρέχουν κάποιες προϋποθέσεις, όσον αφορά:

- Την καταλληλότητα των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών του κοιτάσματος και των περιβαλλόντων πετρωμάτων: Το μέταλλευμα να είναι ανθεκτικό, καθώς οι στύλοι του μεταλλεύματος θα είναι ο βασικός

πυλώνας της υποστήριξης. Τα περιβάλλοντα πετρώματα να είναι, επίσης, ανθεκτικά.

- Την θέση του κοιτάσματος στο χώρο (π.χ. η προσβασιμότητα του, το βάθος εντοπισμού του κ.α.) και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του: Το κοιτάσμα να απαντάτε σε μικρό σχετικά βάθος, γιατί η τάση των υπερκειμένων αυξάνει με το βάθος, άρα και η ασκούμενη τάση στο στύλο. Επιπλέον να έχει ομαλό γεωμετρικό σχήμα και ιδίως κανονικό, κατά το δυνατό, δάπεδο. Το πάχος του κοιτάσματος να μην ξεπερνά τα 7 μέτρα και η κλίση του να είναι από 0^ο μέχρι 40^ο, το μέγιστο.
- Την ποιότητα και την αξία του μεταλλεύματος: Να επιλέγεται για μέταλλευμα μικρής αξίας, έτσι ώστε να γίνεται αποδεκτή οικονομικά η σημαντική απώλεια που προκύπτει από την εγκατάλειψη των στύλων.
- Τους επιθυμητούς ρυθμούς παραγωγής
- Το κόστος του παραγόμενου προϊόντος
- Την προστασία του περιβάλλοντος

2.4. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Η μέθοδος θαλάμων και στύλων είναι μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος με πάρα πολλές εφαρμογές ανά τον κόσμο. Ωστόσο τι είναι αυτό που αυξάνει την προτίμηση της;

Ως μέθοδος εκμετάλλευσης παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα:

- Παρουσιάζει πολύ μικρότερη οπτική ρύπανση, η οποία είναι ένας από τους βασικούς λόγους που οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις δίνουν (ανεξαρτήτως περιπτώσεως) την εντύπωση ότι είναι καταστροφικές για το περιβάλλον.
- Προκαλεί πολύ μικρότερη αέρια ρύπανση
- Δεν έρχεται σε επαφή με τα προβλήματα των καιρικών συνθηκών το ίδιο έντονα
- Έχει υψηλή απόδοση κατά την εξόρυξη και την αποκομιδή, λόγω της ευκολίας που παρέχει σε επίπεδα μηχανοποίησής της

- Λόγω της φυσικής υποστήριξης, έχει πολύ μειωμένες ανάγκες τεχνικής υποστήριξης
- Από ένα σημείο της εκμετάλλευσης και μετά δημιουργούνται χώροι αποθήκευσης των στείρων. Έτσι δεν χρειάζεται να μεταφέρονται μέχρι έξω, γεγονός που θα κόστιζε σε χρόνο και χρήμα, αναλογικά και με την απόσταση μεταφοράς
- Έχει εύκολα διαχειρίσιμα και πολλές φορές περιορισμένα έργα προπαρασκευής
- Παρουσιάζει δυνατότητα εκλεκτικής εξόρυξης και διαλογής εντός του μετώπου
- Έχει δυνατότητες αποκομιδής με αυτοματοποιημένο (ταινιόδρομοι), μη αυτοματοποιημένο ή συνδυασμό και των δύο τρόπων, για μεταφορά του θραυσμένου υλικού έξω από τον υπόγειο χώρο.

Μειονεκτήματα:

- Σημαντική απώλεια μεταλλεύματος που προέρχεται από το γεγονός της εγκατάλειψης στύλων (για υποστηρικτικούς λόγους). Το ποσοστό του κοιτάσματος που εγκαταλείπεται υπό τη μορφή στύλων, κυμαίνεται από 10% στις περιπτώσεις κοιτασμάτων μικρού βάθους και ανθεκτικών πετρωμάτων έως και 50% σε λιγότερο ανθεκτικά κοιτάσματα μεγάλου βάθους. Μεγάλες απώλειες προκύπτουν και από γεωμετρικές ανωμαλίες της οροφής και του δαπέδου.
- Μειονεκτικές συνθήκες ασφάλειας, σε σύγκριση με αυτές που επιτυγχάνονται με άλλες μεθόδους. Οι μεγάλες διαστάσεις των κενών είναι δυσμενής παράγοντας, από άποψη ελέγχου της οροφής, μέσα στην οποία δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτη η τυχόν παρουσία διασταυρωμένων επιπέδων με μικρότερη αντίσταση.

Ως μη μεταλλευτική μέθοδος, για δημιουργία υπόγειου τεχνικού έργου έχει τα εξής πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα:

- Η μεταφορά στα υπόγεια, συγκεκριμένων δραστηριοτήτων – εγκαταστάσεων (π.χ. υπόγεια γκαράζ).
- Η δημιουργία χώρου κατάλληλου να φιλοξενήσει μια υπηρεσία προς το κοινό (μέσα μαζικής μεταφοράς).

- Μεγάλη διαθεσιμότητα σε χώρο και δυνατότητες ποικιλότητας αξιοποίησής του.
- Δυνατότητα απομόνωσης, ιδανική για εγκαταστάσεις που απαιτούν αυξημένη ασφάλεια.
- Αυξημένη προστασία του περιβάλλοντος (π.χ. περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω της μεταφοράς ενός τμήματος του συγκοινωνιακού δικτύου υπογείως).

Μειονεκτήματα:

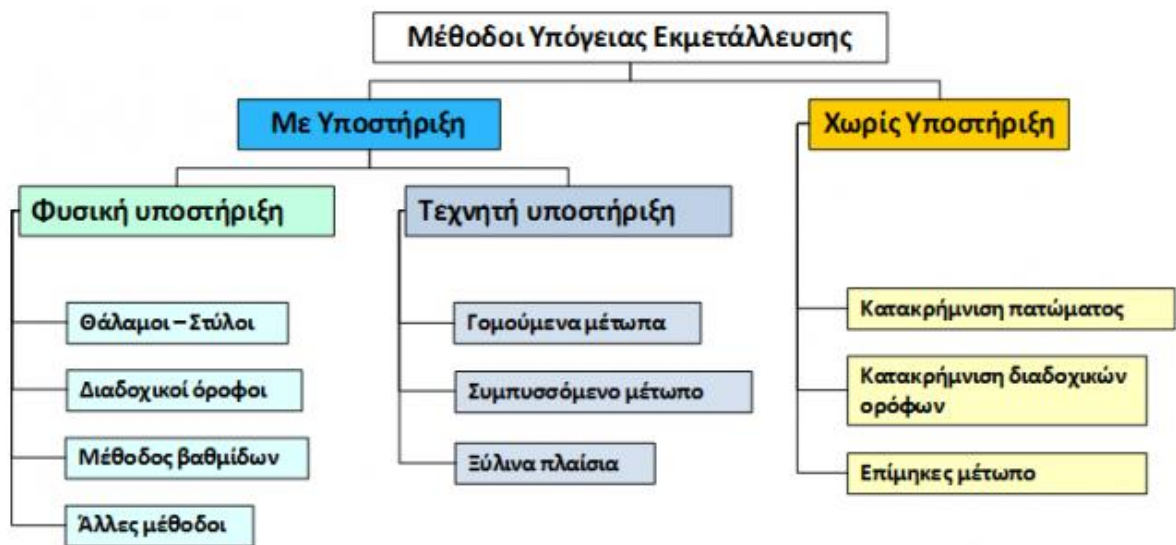
- Υψηλά ποσά αρχικής επένδυσης.
- Ύπαρξη αβεβαιότητας για την σωστή τεχνική λειτουργία του έργου, καθώς και για την οικονομική λειτουργία του.
- Η επιβάρυνση του ψυχολογικού παράγοντα στον άνθρωπο, για την εν γένει παρουσία του (άρα και αξιοποίηση) στον υπόγειο χώρο.

2.5. Μέθοδος θαλάμων και στύλων - Σχεδιασμός

Η μέθοδος θαλάμων και στύλων είναι μια μέθοδος εκμετάλλευσης που υπάγεται στην κατηγορία των μεθόδων με φυσική υποστήριξη (εικόνα 2.3). Αυτό συμβαίνει γιατί η υποστήριξη του υπόγειου χώρου γίνεται κυρίως με την εγκατάλειψη στύλων του πετρώματος. Ουσιαστικά η εκμετάλλευση γίνεται με την ανάπτυξη εγκάρσιων και διαμηκών στοών (θάλαμοι), ο άξονας των οποίων ισαπέχει μεταξύ τους. Ενδιάμεσα εγκαταλείπονται τμήματα του μητρικού πετρώματος (στύλοι) οι οποίοι και φέρουν και μεταβιβάζουν το φορτίο από τα υπερκείμενα πετρώματα.

Οι διαστάσεις των μετώπων και των εγκαταλειπόμενων στύλων εξαρτώνται από την αντοχή του πετρώματος της οροφής και του ίδιου του μεταλλεύματος, το πάχος του κοιτάσματος και το τασικό πεδίο.

Οι στύλοι έχουν συνήθως κανονικό σχήμα στη διάταξη με κυκλική ή τετραγωνική διατομή (Τερεζόπουλος, 2003).



Εικόνα 2.3. Ταξινόμηση Μεθόδων Υπόγειας Εκμετάλλευσης με βάση τον τρόπο υποστήριξής τους

Κατά τον σχεδιασμό της μεθόδου θαλάμων και στύλων, στόχος είναι η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της ευστάθειας των στύλων αλλά και της ικανοποιητικής απόληψης του μεταλλεύματος. Για την ευστάθεια των στύλων είναι σημαντικά τα μηχανικά χαρακτηριστικά του εξορυσσόμενου πετρώματος αλλά και του υπερκείμενου. Η γεωμετρία του στύλου (πλάτος και ύψος) καθώς και η αντοχή του πετρώματος καθορίζουν την συμπεριφορά του σε συνθήκες φόρτισης.

Κατά την εκσκαφή του πετρώματος, λόγω της δημιουργίας κενού χώρου σε ένα ορισμένο βάθος, γίνεται ανακατανομή των τάσεων, οι οποίες δημιουργούνται από το υπερκείμενο πέτρωμα (μέσω του ειδικού του βάρους αλλά και του βάθους στο οποίο βρίσκεται η εκμετάλλευση). Όταν οι τάσεις υπερβαίνουν την αντοχή του στύλου, τότε αυτός αστοχεί. Η αστοχία εκδηλώνεται με αποκόλληση τεμαχίων από τις παρειές του στύλου, με τη δημιουργία ρωγματώσεων κ.τ.λ. (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010).

Κρίσιμη παράμετρος για την πρόληψη των αστοχιών αλλά και για την εν γένει μελέτη της συμπεριφοράς του στύλου, είναι ο λόγος πλάτους προς ύψος (W/H). Έχει αποδειχθεί εργαστηριακά ότι η τιμή της αντοχής του στύλου είναι ανάλογη του κλάσματος W/H . Επιπλέον, εργαστηριακές δοκιμές αντοχής έχουν δείξει ότι η αύξηση του λόγου W/H αυξάνει σημαντικά την παραμένουσα αντοχή του στύλου (ως παραμένουσα αντοχή ορίζεται η αντοχή των δοκιμίων, που αντιστοιχεί σε παραμόρφωση τριπλάσια αυτής που υφίσταται το δοκίμιο,

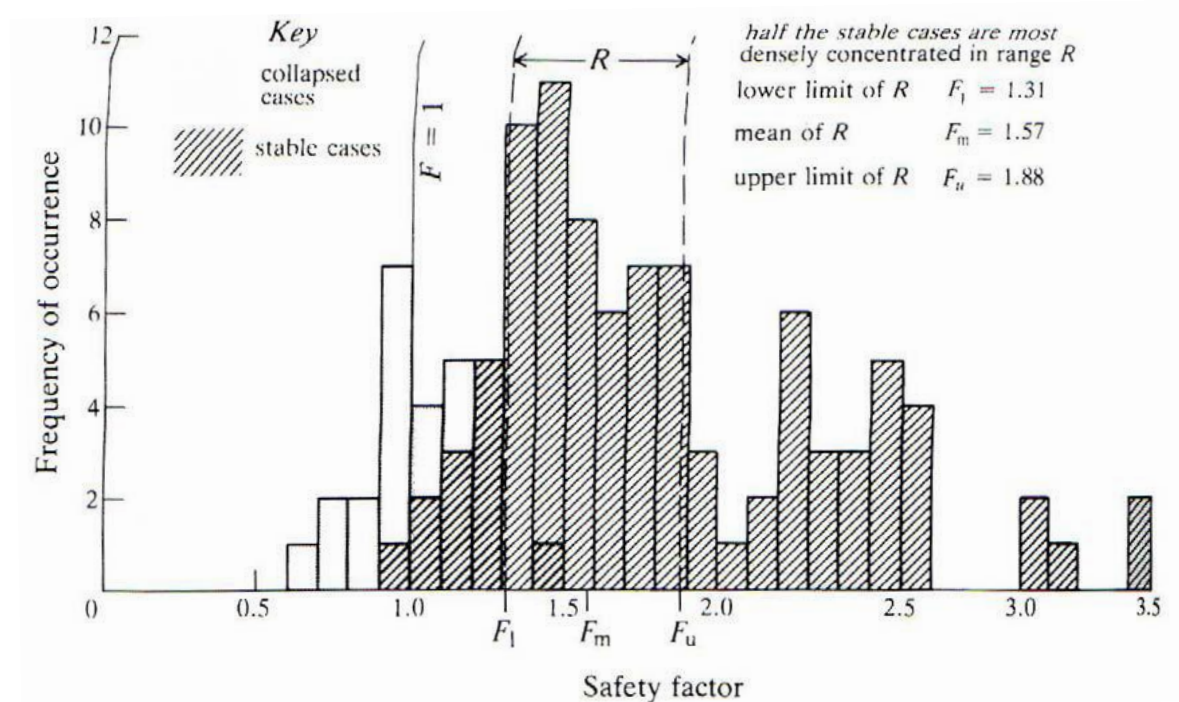
κατά την αστοχία του). Για τιμές $\frac{W}{H} < 2$ οι στύλοι δεν παρουσιάζουν μεγάλες μεταβολές στην παραμένουσα αντοχή, όμως για τιμές $\frac{W}{H} \geq 5$ παρουσιάζεται σημαντική αύξηση της αντοχής τους σε σημείο που να θεωρείται ότι δεν μπορούν να αστοχήσουν (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010).

Με βάση τον τρόπο αστοχίας των στύλων, εισάγεται ένα μέγεθος το οποίο αποτελεί κριτήριο για την αστοχία των στύλων, ο συντελεστής ασφαλείας. Ως συντελεστής ασφαλείας ορίζεται ο εξής λόγος: $\Sigma A = \frac{c_p}{\sigma_p}$.

Ένας κατάλληλος συντελεστής ασφαλείας για το σχεδιασμό στύλων μπορεί να επιλεγεί από τα στατιστικά στοιχεία των στύλων που αστόχησαν, αν ο αριθμός του δείγματος είναι επαρκής.

Στην εικόνα 2.4 παρουσιάζεται η μελέτη διαγράμματος των περιπτώσεων κατάρρευσης σε σχέση με το συντελεστή ασφαλείας. Οι σκιαγραφημένες περιπτώσεις αφορούν τις περιπτώσεις όπου δεν παρουσιάστηκαν προβλήματα κατάρρευσης, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στις μη σκιαγραφημένες. Ως R, έχει οριστεί ένα εύρος περιπτώσεων μεταξύ των τιμών 1,31 και 1,88 στις οποίες συγκεντρώνονται οι μισές περίπου περιπτώσεις ικανοποιητικά σταθερών στύλων.

Η παρουσία ασυνεχειών στο πέτρωμα είναι μια ακόμα αιτία που μπορεί να προκαλέσει την αστοχία ενός στύλου. Παράγοντες που αυξάνουν τις πιθανότητες εμφάνισης ασυνεχειών είναι οι ίδιες οι εργασίες που γίνονται στο μέτωπο (διάτρηση, ανατίναξη, ξεσκάρωμα κ.τ.λ.) καθώς και η αύξηση της διάστασης του ύψους του στύλου, κατά την οποία έχουμε στατιστικά περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης κάποιας ασυνέχειας αλλά και αύξηση της επιφάνειας που εκτίθεται στις εργασίες εκμετάλλευσης (στον προηγούμενο παράγοντα δηλαδή).

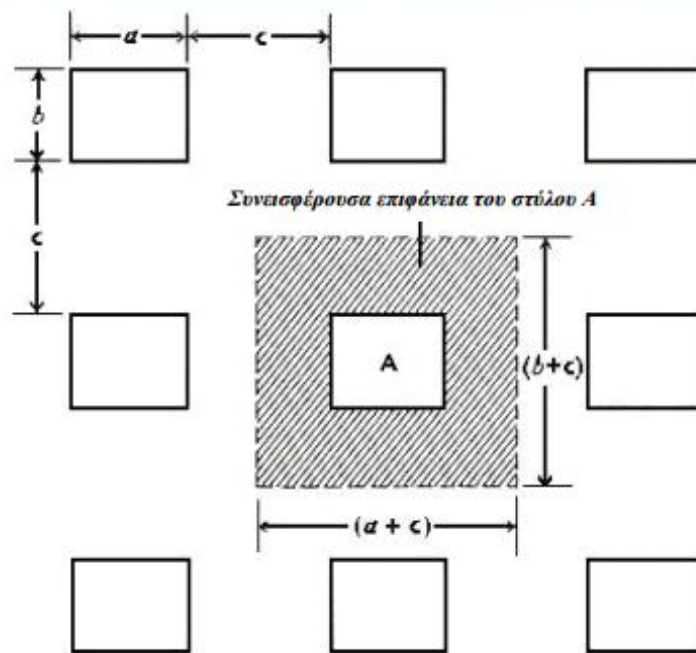


Εικόνα 2.4. Διάγραμμα συχνότητας συμβάντων αστοχίας σε σχέση με το συντελεστή ασφαλείας

2.5.1. Σχεδιασμός στύλων

Για το σχεδιασμό των στύλων χρησιμοποιούνται κυρίως εμπειρικές σχέσεις, οι οποίες βασίζονται στη θεωρία της συνεισφέρουσας επιφάνειας (η οριζόντια επιφάνεια, η οποία οριοθετείται από τη μεσοκάθετο των θαλάμων που περιβάλλουν τον κάθε στύλο) όπως φαίνεται στην εικόνα 2.5.

Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία, κάθε στύλος αναλαμβάνει το φορτίο που των υπερκειμένων πετρωμάτων που αναπτύσσεται στο παραλληλεπίπεδο πρίσμα (στήλη υπερκειμένων) το οποίο ορίζεται από την συνεισφέρουσα επιφάνεια και εκτείνεται έως την επιφάνεια του εδάφους. Έτσι ο στύλος δεν φέρει μόνο τη φόρτιση που σχετίζεται με τη διατομή του, αλλά πρέπει να μπορέσει να αναλάβει επιπρόσθετες φορτίσεις εντός της ζώνης επιρροής του.



Εικόνα 2.5. Μέθοδος θαλάμων και στύλων - συνεισφέρουσα επιφάνεια

Εάν οριστεί ως A_p η επιφάνεια του στύλου και ως A_R τη επιφάνεια του θαλάμου, τότε με βάση το παραπάνω σχήμα, ως συνολική συνεισφέρουσα επιφάνεια ορίζεται το:

$$A_t = A_p + A_R$$

Το κριτήριο αστοχίας του στύλου σε θλίψη, αν οριστεί ως σ_p η ασκούμενη τάση στο στύλο, C_p η αντοχή του στύλου και F ο συντελεστής ασφαλείας μας, ορίζεται ως:

$$\sigma_p \geq \frac{C_p}{F}$$

Το κριτήριο αστοχίας του στύλου σε διάτμηση (με παρουσία ή μη επιπέδου ασυνέχειας) δίνεται απ' το κριτήριο του Coulomb. Αν οριστεί T_p η διατμητική τάση στο επίπεδο αστοχίας (ή ασυνέχειας), S_p η αντοχή του πετρώματος (ή του επιπέδου ασυνέχειας) σε διάτμηση, σ_n η κάθετη τάση στο επίπεδο αστοχίας (ή ασυνέχειας), μ_f ο συντελεστής εσωτερικής τριβής του πετρώματος (ή του επιπέδου ασυνέχειας) και Φ_f η γωνία εσωτερικής τριβής τότε έχουμε:

$$T_p \geq S_p + \sigma_n \times \mu_f \Rightarrow T_p \geq S_p + \sigma_n \times \tan \Phi_f$$

Στο πρώτο βήμα υπολογίζεται η ασκούμενη τάση στο στύλο. Ο τύπος υπολογισμού της είναι:

$$\sigma_p = S_V \times \frac{A_t}{A_p} \quad \text{όπου,} \quad S_V = \gamma \times H$$

Με

γ το ειδικό βάρος του πετρώματος σε tn/m^3 και

h το βάθος εντοπισμού του κοιτάσματος σε m

Στη συνέχεια έχουμε τον υπολογισμό της τάσης που ασκείται στο στύλο:

$$\sigma_p = \gamma \times h \times \left[1 + \left(\frac{W_R}{W_p} \right) \right] \quad (\text{τετραγωνικοί στύλοι})$$

$$\sigma_p = \gamma \times h \times \left(1 + \frac{W_R}{W_p} \right) \times \left(1 + \frac{L_R}{L_p} \right) \quad (\text{ορθογώνιοι στύλοι})$$

Όπου L_p το μήκος του στύλου (m) και

L_R το μήκος του θαλάμου (m)

Στο επόμενο βήμα, υπολογίζεται η αντοχή του στύλου. Η αντοχή του στύλου έχει γίνει αντικείμενο έρευνας από πολλούς ερευνητές, γεγονός το οποίο μας έχει δώσει διάφορες εμπειρικές σχέσεις με τους αντίστοιχους οριακούς συντελεστές ασφαλείας. Για την εφαρμογή της παρούσας εργασίας, έχει γίνει η επιλογή των 6 επικρατέστερων εξισώσεων που θα παρουσιαστούν ακολούθως:

- $C_p = C_1 \times \left(\frac{W_p^\beta}{H^\alpha} \right)$ για $\alpha = 1$ και $\beta = 0,5$ γίνεται: $C_p = C_1 \times \left(\frac{\sqrt{W}}{H} \right)$

με SF > 1,8 (Holland & Gaddy, 1957)

- $C_p = C_1 \times \left(\frac{W_p^{0,46}}{H_p^{0,66}} \right)$

με SF > 1,6 (Salamon and Munro, 1967)

- $C_p = C_1 \times \left(\frac{W_p^{0,5}}{H_p^{0,75}}\right)$

με SF > 1,6 (Hedley and Grant, 1972)

- $C_p = C_1 \times \left[0,64 + 0,36 \times \left(\frac{W_p}{H_p}\right)\right]$

με SF > 2 (Bieniawski, 1967)

- $C_p = C_1 \times \left[0,778 + 0,222 \times \left(\frac{W_p}{H_p}\right)\right]$

με SF > 2 (Obert & Duvall, 1967)

Ως C1 (ή K) ορίζεται η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη δοκιμίου του πετρώματος με λόγο διαμέτρου προς ύψος ίσο με 1 (D/H=1).

Ο λόγος $\frac{W_p}{H_p}$ κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 4. Η αύξηση αυτού του λόγου οδηγεί στην βελτίωση της αντοχής των στύλων. Γι αυτό το λόγο συνηθίζεται να παίρνει τιμές άνω της μονάδας.

Επιπροσθέτως στους προηγούμενους τύπους έχουμε:

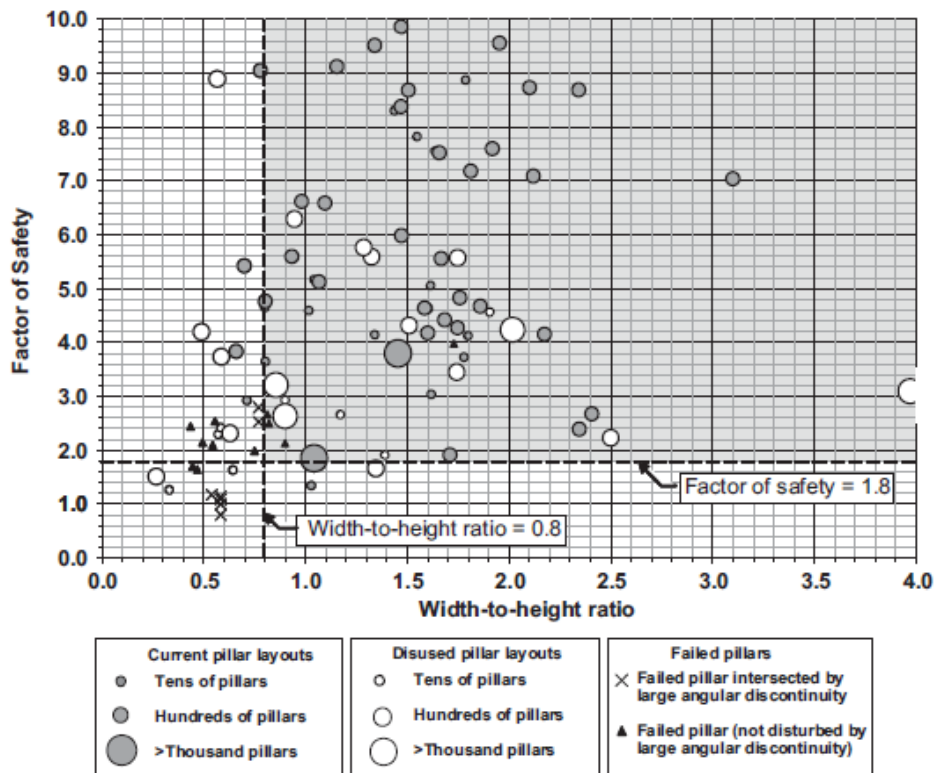
- $S = UCS \times 0,65 \times \left(\frac{W_p^{0,3}}{H_p^{0,59}}\right)$

με SF > 1,8 (Esterhuizen, 2008)

Στο διάγραμμα 2.6 απεικονίζεται η συμπεριφορά των στύλων, με βάση την εξίσωση του Esterhuizen. Με βάση την επιλογή του Esterhuizen για αναλογία W/H = 0,8 απ' το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι το όριο του συντελεστή ασφαλείας θα είναι 1,8. (Esterhuizen 2008 - Center for Disease Control and Prevention).

Οφείλει να σημειωθεί ότι, επειδή οι συντελεστές ασφαλείας που προτείνονται σε κάθε τύπο, είναι εμπειρικοί και προκύπτουν από στατιστικές μελέτες περιπτώσεων, οι στύλοι μπορούν να αστοχήσουν και για μεγαλύτερες τιμές. Όσο πιο αβέβαιες είναι οι συνθήκες εκμετάλλευσης, τόσο πιο αβέβαιη θα είναι και η ασφάλεια των στύλων και του συνολικού υπόγειου χώρου. Γι' αυτό

συνιστάτε πάντα να λαμβάνονται τα άνω όρια ασφάλειας και όπου κρίνεται αναγκαίο να προσαυξάνονται.



Εικόνα 2.6. Διάγραμμα συσχέτισης συντελεστή ασφαλείας και λόγου πλάτους προς ύψος στύλου

2.5.2. Σχεδιασμός θαλάμων

Η διαδικασία υπολογισμού του πλάτους του θαλάμου διαχωρίζεται με βάση τον διαχωρισμό του πετρώματος (μέσα στο οποίο θα γίνει το έργο) σε συμπαγές και στρωσιγενές (Dunai, 1977).

Η διαδικασία για τον υπολογισμό των συμπαγών δίνεται προσδιορίζοντας τις μέγιστες συγκεντρώσεις τάσεων γύρω από την εκσκαφή και συγκρίνοντάς τες με τα κριτήρια αστοχίας (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010):

$$\sigma_t < \frac{T_o}{F_t} \quad \text{και}$$

$$\sigma_c < \frac{C_o}{F_c} \quad \text{όπου}$$

σ_t η μέγιστη εφελκυστική τάση γύρω από την εκσκαφή σε MPa

T_o η αντοχή του πετρώματος σε εφελκυσμό σε MPa

F_t ο συντελεστής ασφάλειας σε εφελκυσμό, από 4 έως 8

σ_c η μέγιστη θλιπτική τάση γύρω από την εκσκαφή σε MPa

C_o η αντοχή του πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη σε MPa

F_c ο συντελεστής ασφαλείας σε θλίψη, από 2 έως 4

Για τα στρωσιγενή πετρώματα χρησιμοποιείται η θεωρία των αμφίπακτων δοκών. Οπότε έχουμε:

$$n_{max} = \frac{\gamma \times L^4}{32 \times E \times t^2}$$

$$t_{max} = \frac{3 \times \gamma \times L}{4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{\gamma \times L^4}{2 \times t} \quad \text{όπου}$$

n_{max} η μέγιστη κάμψη σε MPa

T_{max} η μέγιστη διατμητική τάση σε MPa

σ_{max} η μέγιστη εφελκυστική θλιπτική τάση σε MPa

L το πλάτος θαλάμου σε m

E το μέτρο ελαστικότητας

γ το ειδικό βάρος του πετρώματος σε t/m³

t το πάχος στρώσης σε m

από τις σχέσεις για τη μέγιστη διατμητική τάση και τη μέγιστη εφελκυστική/θλιπτική τάση προκύπτει:

$$\frac{\sigma_{max}}{\tau_{max}} = \frac{2 \times L}{3 \times t}$$

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη ότι η αντοχή των πετρωμάτων σε θλίψη είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή σε εφελκυσμό και ότι $L/t > 5$ (κατά συνέπεια $\sigma_{tmax} > 3\tau_{max}$), επιλέγεται η μέγιστη εφελκυστική τάση ως παράμετρος σχεδιασμού των θαλάμων. Άρα:

$$L = \sqrt{\frac{2 \times t \times \sigma_{tmax}}{\gamma}} \text{ και}$$

αντικαθιστώντας τη μέγιστη εφελκυστική τάση με την αντοχή του πετρώματος σε εφελκυσμό:

$$L = \sqrt{\frac{2 \times t \times \sigma_{t \text{ πετρώματος}}}{\gamma \times F_t}}$$

2.5.3. Απόληψη κοιτασμάτων

Όσον αφορά τη μέθοδο εκμετάλλευσης, υπολογίζεται και η απόληψη του κοιτάσματος με βάση τα γεωμετρικά της στοιχεία (πλάτος στύλου και πλάτος θαλάμου).

Για τον υπολογισμό του ποσοστού απόληξης αν, W_p το πλάτος του στύλου και W_R το πλάτος του θαλάμου, τότε:

$$R = 1 - \left[\frac{W_p^2}{(W_p + W_R)^2} \right]$$

Κεφάλαιο 3^ο

Κοστολόγηση Υπόγειων Έργων

3.1. Κόστος

Η έννοια του κόστους έχει πολλούς ορισμούς, καθότι είναι μια πολυσήμαντη έννοια. Είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό ότι το κόστος αποτελείται από διάφορες πλήρως αλληλεξαρτώμενες μορφές. Δεν υπάρχει ένας τύπος κόστους ο οποίος να έχει γενική εφαρμογή σε όλους τους σκοπούς και τις εκφάνσεις της επιχειρηματικότητας. Παρ' όλα αυτά εάν έπρεπε να δοθεί ένας ορισμός του κόστους που να εξυπηρετεί την ερμηνεία και τη χρήση της έννοιας για τον σκοπό αυτής της εργασίας, θα οριζόταν ως: η αξία απόκτησης και χρήσης των οικονομικών μέσων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία αγαθών (ή υπηρεσιών) με άμεσο – μελλοντικό στόχο το όφελος για την επιχείρηση (Χρονάκης, 2016).

Το κόστος μπορεί να ορισθεί μέσα από τις εξής επί μέρους έννοιες:

- Το κόστος επένδυσης: το οποίο περιγράφει το κεφάλαιο που απαιτείται για το ξεκίνημα μιας επιχειρηματικής επένδυσης (αγορά οικοπέδων, τεχνογνωσίας, κατασκευή κτιριακών εγκαταστάσεων, αγορά εξοπλισμού κ.α.).
- Το κόστος παραγωγής: το οποίο περιγράφει το κεφάλαιο που απαιτείται για την παραγωγή των προϊόντων (ή υπηρεσιών) της επιχείρησης (αγορά πρώτων υλών, αμοιβές εργαζομένων, συντήρηση εγκαταστάσεων και εξοπλισμού κ.α.).
- Το κόστος λειτουργίας: το οποίο περιγράφει το κεφάλαιο που απαιτείται για την λειτουργία της επιχείρησης, εξαιρώντας την παραγωγική διαδικασία η οποία υπολογίζεται ξεχωριστά (κόστος διοίκησης, αποπληρωμές δανείων και τόκων και αποσβέσεις).

Προφανώς το κόστος σαν έννοια δεν περιγράφεται μόνο από τις προαναφερθείσες μεταβλητές, ωστόσο αναφέρονται αυτές τις τρεις μόνο, καθότι είναι αυτές που κατά κύριο λόγο υπολογίζονται (είτε εξ ολοκλήρου είτε ένα κομμάτι τους) σε αυτή την εργασία.

3.2. Κοστολόγηση

Κοστολόγηση είναι το σύνολο των συστηματικών εργασιών που αποβλέπουν στο να συγκεντρώσουν, να κατατάξουν, να καταγράψουν και να επιμερίσουν κατάλληλα τις δαπάνες ώστε να προσδιοριστεί το κόστος παραγωγής ενός προϊόντος (Πλάλας - Πιλάγας, 2011).

Με βάση, λοιπόν, τον παραπάνω ορισμό της κοστολόγησης θεωρείται ότι σαν διαδικασία συνιστά στην ουσία της ένα σύστημα συλλογής πληροφοριών σχετικά με κάθε στοιχείο που συμβάλει στην διαμόρφωση του κόστους παραγωγής του ή των προϊόντων της επιχείρησης. Γι αυτόν τον λόγο όσο πιο λεπτομερειακό είναι το σύστημα τόσο πιο εύκολη και καλύτερη θα είναι η γνώση του τρόπου δημιουργίας του κόστους παραγωγής καθώς και της σύστασής του.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ακόμα και το ίδιο προϊόν δεν παράγεται με τον ίδιο τρόπο από κάθε εταιρία, γι' αυτό και η απλή μεταφορά και εφαρμογή ενός κοστολογικού συστήματος από μία επιχείρηση σε άλλη, έστω και του ίδιου αντικειμένου, μπορεί να είναι αναποτελεσματική. Αυτός ο γενικός κανόνας συμπυκνώνει τη μεγάλη ανάγκη που υπάρχει στη μεταλλευτική δραστηριότητα για στοχευμένη δημιουργία μοντέλων υπολογισμού κόστους σε κάθε έργο, με σκοπό την ακριβή κοστολόγησή του, χωρίς την παράβλεψη των εκάστοτε ιδιαιτεροτήτων της μεθόδου εκμετάλλευσης και παραγωγής.

Η διαδικασία της κοστολόγησης είναι πάντοτε δέσμια της ακρίβειας των παρεχόμενων στοιχείων. Παρέχοντας τα κατάλληλα στοιχεία στο μοντέλο κοστολόγησης λαμβάνεται και μια καλή ποιότητα αποτελεσμάτων. Έτσι μέσω της κοστολόγησης δίνεται η δυνατότητα ελέγχου της αποτελεσματικότητας της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και η ευχέρεια εντοπισμού των σημείων εκείνων της παραγωγικής δραστηριότητας, στα οποία η επιχείρηση επιτυγχάνει τα ευνοϊκότερα κόστη. Τέλος, μέσα από την κοστολόγηση γίνεται και η άσκηση τιμολογιακής πολιτικής.

3.3. Μέθοδοι και τεχνικές κοστολόγησης

Οι διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των κοστολογικών πληροφοριών μπορούν να χωριστούν σε δυο βασικές κατηγορίες: τις μεθόδους κοστολόγησης και τις τεχνικές κοστολόγησης.

Οι μέθοδοι κοστολόγησης εξαρτώνται από την φύση της παραγωγικής διαδικασίας που χρησιμοποιεί η κάθε επιχείρηση. Υπάρχουν δύο τρόποι παραγωγής (Πλάλας - Πιλάγας, 2011):

- η **εξατομικευμένη παραγωγή**, στην οποία η διαδικασία χαρακτηρίζεται από το ότι η επιχείρηση αναλαμβάνει την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης παραγγελίας. Επομένως η παραγγελία του πελάτη αποτελεί τον άξονα του υπολογισμού του κόστους. Ο υπολογισμός του ανά μονάδα κόστους θα γίνει με βάση τον αριθμό των μονάδων του προϊόντος που περιέχονται στην κάθε παραγγελία.
- η **συνεχής παραγωγή**, χαρακτηρίζεται από το ότι η επιχείρηση παράγει ένα τυποποιημένο (σε κάποιο βαθμό) προϊόν. Η παραγωγή του προϊόντος αυτού απαιτεί μία σειρά από επεξεργασίες, οι οποίες γίνονται σύμφωνα με μία σαφώς προκαθορισμένη ακολουθία. Ο υπολογισμός του κόστους θα γίνει για κάθε στάδιο επεξεργασίας της παραγωγικής διαδικασίας. Το ανά μονάδα κόστος κάθε σταδίου ή τμήματος επεξεργασίας θα είναι ο μέσος όρος που θα προκύψει διαιρώντας το συνολικό κόστος του για μια χρονική περίοδο δια του αριθμού των μονάδων οι οποίες παρήχθησαν στην περίοδο αυτή.

Η λογική της εφαρμογής της παρούσας εργασίας υπακούει στην δεύτερη μέθοδο κοστολόγησης καθώς έχουμε την παραγωγή ενός (κατά μια έννοια) τυποποιημένου προϊόντος, του οποίου υπολογίζουμε τα κόστη των εργασιών ανά τόνο παραγωγής.

Με βάση λοιπόν την μέθοδο κοστολόγησης της συνεχής παραγωγής διακρίνουμε τα εξής στάδια της κοστολόγησης (Λαζαράκης & Παππά, 2016):

- Στάδιο 1^ο, η δημιουργία κέντρων κόστους ή τμημάτων: Κέντρο κόστους ονομάζεται η μικρότερη μονάδα δραστηριότητας ή περιοχή ευθύνης, για την οποία πραγματοποιείται λογιστική συγκέντρωση του κόστους της με σκοπό τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της. Σε κάθε κέντρο κόστους γίνεται η συγκέντρωση του βιομηχανικού κόστους και η

μέτρηση των παραγομένων ποσοτήτων. Για τον προσδιορισμό του κόστους του προϊόντος είναι αναγκαίο να υπολογίσουμε το κόστος της παραγωγής για κάθε κέντρο κόστους. Ο αριθμός των ξεχωριστών κέντρων κόστους που είναι αναγκαίος για να συμπληρωθεί το προϊόν εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως, τον τύπο του προϊόντος, την πολυπλοκότητα της παραγωγικής δραστηριότητας και τις απαιτήσεις της διοίκησης. Ο αριθμός των κέντρων κόστους που απαιτείται για να παραχθεί ένα προϊόν προσδιορίζει το κόστος της κοστολογικής εργασίας που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Στα κέντρα κόστους μόνο ένας τύπος προϊόντος παράγεται και η ίδια η εργασία εκτελείται για κάθε μονάδα που διέρχεται μέσω του κέντρου κόστους.

- Στάδιο 2^ο, ο καθορισμός της χρονικής περιόδου που πρέπει να καλύπτει η κοστολογική περίοδος: Δεν μπορεί εύκολα να καθοριστεί το σημείο έναρξης και συμπλήρωσης του προϊόντος, λόγω του ότι αυτή η μέθοδος κοστολόγησης εφαρμόζεται σε τυποποιημένα προϊόντα και η παραγωγή είναι συνεχής. Η διοίκηση χρειάζεται πολλές φορές και σε καθημερινή βάση πληροφορίες για το κόστος των προϊόντων, για αυτό το λόγο πρέπει να προετοιμάζονται αναφορές λογιστικής κόστους. Η συχνότητα με την οποία παρέχονται οι εκθέσεις αυτές εξαρτάται από το κόστος προετοιμασίας τους και από τα οφέλη που προκύπτουν από αυτές. Το χρονικό διάστημα που πρέπει να περιλαμβάνει η έκθεση της κατάστασης κόστους παραγωγής θα πρέπει να προσδιορίζεται έγκαιρα έτσι ώστε να σχεδιαστούν και να συμπληρωθούν οι αναγκαίες κοστολογικές δραστηριότητες.
- Στάδιο 3^ο, Η συγκέντρωση των πραγματικών στοιχείων του κόστους σε κάθε κέντρο κόστους και για κάθε συγκεκριμένη κοστολογική περίοδο: όπως πολλάκις έχει αναφερθεί η ακρίβεια των στοιχείων που παρέχονται σε μια κοστολογική μέθοδο είναι κρίσιμης σημασίας για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της.
- Στάδιο 4^ο, η ποσοτική μέτρηση της παραγωγής: αναφερόμενη σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο, για κάθε κέντρο κόστους εκφρασμένη σε ολοκληρωμένες μονάδες για κάθε στοιχείο κόστους.
- Στάδιο 5^ο, ο υπολογισμός του ανά μονάδα κόστους: για κάθε κέντρο κόστους ή τμήμα, με συσχέτιση του κόστους που συγκεντρώθηκε στο τμήμα και των μονάδων που παρήχθησαν από αυτό. Το μέσο, ανά μονάδα, κόστος παραγωγής ενός τμήματος για μια ορισμένη χρονική περίοδο προκύπτει από τη διαίρεση του συνολικού κόστους παραγωγής του τμήματος δια των μονάδων που παρήχθησαν και εξαρτάται από το

χρόνο. Το ανά μονάδα κόστος είναι κατάλληλο για τη μέτρηση της απόδοσης της επιχείρησης (είτε σε σύγκριση με παλαιότερες περιόδους της επιχείρησης, είτε σε σύγκριση με στοιχεία κόστους παραγωγής άλλων εταιριών).

- Στάδιο 6^ο, η ετοιμασία της κατάστασης κόστους παραγωγής του προϊόντος: περιλαμβάνει το συνολικό βιομηχανικό κόστος, τις ποσότητες παραγωγής καθώς και το ανά μονάδα κόστος και αναφέρεται στο κόστος μίας συγκεκριμένης κοστολογικής περιόδου. Η κατάσταση αυτή του κόστους παραγωγής απεικονίζει σε αξίες την παραγωγική δραστηριότητα ενός κέντρου κόστους.

Στις τεχνικές κοστολόγησης διακρίνουμε ορισμένες κυρίαρχες τεχνικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη φάση προϋπολογισμού ενός έργου.

3.3.1. Η παραμετρική μοντελοποίηση (Parametric Estimating)

Τα μοντέλα παραμετρικού υπολογισμού είναι χρήσιμα εργαλεία για την προετοιμασία, σε πρώιμα στάδια, όταν υπάρχει έλλειψη τεχνικών στοιχείων τα οποία θα αποτελούσαν τη βάση για να υποστηριχθεί πιο λεπτομερής μέθοδος υπολογισμού (Dysert, 2008).

Ένα παραμετρικό μοντέλο εκτίμησης κόστους είναι μια μαθηματική αναπαράσταση των σχέσεων κόστους, που παρέχουν ένα λογικό μοντέλο συσχέτισης και πρόβλεψης μεταξύ των φυσικών ή λειτουργικών χαρακτηριστικών του έργου καθώς και των επακόλουθων κοστών.

Μια παραμετρική εκτίμηση αποτελείται από σχέσεις κοστολόγησης και άλλες παραμετρικές υπολογιστικές λειτουργίες που παρέχουν λογική και επαναλαμβανόμενη συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών (όπως οι παράμετροι σχεδιασμού ή φυσικά χαρακτηριστικά) και της εξαρτημένης μεταβλητής (κόστος). Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι γνωστές ως οδηγοί κόστους και τυπικά μπορεί να είναι επιχειρησιακά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το έργο που πρόκειται να εκτιμηθεί.

Οι εκτιμήσεις χωρητικότητας και οι εκτιμήσεις εξοπλισμού είναι απλά παραδείγματα παραμετρικών υπολογισμών, ωστόσο, εξελιγμένα παραμετρικά μοντέλα περιλαμβάνουν συνήθως διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές ή παράγοντες κόστους. Παρόμοια με άλλες εννοιολογικές υπολογιστικές

μεθόδους, η παραμετρική εκτίμηση είναι εξαρτημένη από τη συλλογή και την ανάλυση προηγούμενων στοιχείων κόστους του έργου με σκοπό να αναπτυχθούν οι σχέσεις κόστους εκτίμησης (CER).

Η παραμετρική εκτίμηση κόστους προσφέρει μια σειρά πλεονεκτημάτων:

- Αποδοτικότητα: οι υπολογισμοί της μεθόδου απαιτούν πολύ λιγότερο χρόνο από άλλες πιο λεπτομερείς μεθόδους και επιπροσθέτως μικρότερη απαίτηση σε λεπτομερή ανάλυση του έργου για την υποστήριξη των υπολογισμών.
- Αντικειμενικότητα: απαιτεί ποσοτικούς συντελεστές παραγωγής που συνδέονται με αλγορίθμους που παρέχουν ποσοτικά αποτελέσματα.
- Συνέπεια: Εάν δύο εκτιμητές εισάγουν τις ίδιες τιμές για τις παραμέτρους, θα πάρουν το ίδιο συνεπαγόμενο κόστος. Τα παραμετρικά μοντέλα παρέχουν επίσης μια συνεπή μορφή εκτίμησης τεκμηρίωσης και αιτιολόγησης.
- Ευελιξία: Παρέχει το κόστος για μια σειρά αρχικών μεταβλητών. Επιπλέον έχουν τη δυνατότητα να αντλήσουν τις τιμές του κόστους από έργα διαφορετικού μεγέθους (ή φύσης). Τα μοντέλα μπορούν εύκολα να ρυθμιστούν για να παρέχουν ανάλυση ευαισθησίας του κόστους για τις προτεινόμενες αλλαγές στο σχεδιασμό.

Η ανάπτυξη μοντέλων αυτής της μεθόδου έχει βελτιωθεί σημαντικά με την πάροδο των χρόνων και έχει επωφεληθεί σημαντικά από την ανάπτυξη της τεχνολογίας και δη του προγραμματισμού.

3.3.2. Αναλογική εκτίμηση – εκτίμηση από πάνω προς τα κάτω (Analogous / top down estimating)

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του κόστους του έργου, όταν πολύ λίγες λεπτομέρειες σχετικά με αυτό είναι διαθέσιμες. Ως εκ τούτου, αυτή η τεχνική δεν παρέχει μια πολύ αξιόπιστη εκτίμηση. Τα κύρια οφέλη αυτής της τεχνικής είναι το χαμηλό της κόστος και τα άμεσα αποτελέσματα της (Usmani, 2012).

Στην αναλογική εκτίμηση, το κόστος του έργου εκτιμάται συγκρίνοντας την με παρόμοια έργα που πραγματοποιήθηκαν προηγουμένως από την ίδια την εταιρία. Κατά συνέπεια για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου πρέπει: να

υπάρχει λεπτομερές αρχείο προηγούμενων έργων της εταιρίας και το αρχείο να είναι αρκούντως μεγάλο ώστε να υπάρχει πληθώρα επιλογών για άντληση στοιχείων.

Η αναλογική προσέγγιση για τον καθορισμό των καθηκόντων του έργου περιλαμβάνει την εκκίνηση της διαδικασίας από το στόχο του έργου και τον καταμερισμό του σε μικρότερα κομμάτια σχεδιασμού. Τα κομμάτια αυτά ονομάζονται πακέτα εργασίας. Κάθε ένα από αυτά τα πακέτα εργασίας υφίσταται περαιτέρω τμηματοποίηση με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, και στη συνέχεια τμήματα του έργου ανατίθενται στα μέλη της ομάδας που θα εκτελέσει την εκτίμηση.

Η αναλογική προσέγγιση λειτουργεί καλά όταν υπάρχει σαφής εικόνα για τις λεπτομέρειες του έργου και ο μεγαλύτερος διαχειριστής του έργου έχει μια εικόνα του τρόπου με τον οποίο το σχέδιο συμβάλλει στην οργάνωση.

Το όφελος της είναι ότι οι μεγάλες εργασίες γρήγορα αποσαφηνίζονται, και οι λεπτομέρειες αργότερα τελειοποιούνται. Ωστόσο, το μειονέκτημα είναι ότι λεπτομέρειες του έργου θα μπορούσαν να χαθούν χωρίς μια λεπτομερή εξέταση από την ομάδα του έργου (Makar, 2015).

Πρόκειται για τη μέθοδο με το μικρότερο κόστος υλοποίησης αλλά και την μικρότερη ακρίβεια εκτίμησης, σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αναλυτικότερα, τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Έχει μεγάλη χρηστική αξία στα πρώτα στάδια της μελέτης ενός έργου καθώς λειτουργεί με πολύ λίγες λεπτομέρειες.
- Είναι απλή τεχνική και καθόλου χρονοβόρα.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τμηματικά για την εκτίμηση συγκεκριμένων εργασιών.

3.3.3. Ανιούσα εκτίμηση - από κάτω προς τα πάνω (bottom up estimating)

Η ανιούσα εκτίμηση στηρίζεται στην κεντρική ιδέα, ότι οι εργασίες ενός έργου μπορούν να προσδιοριστούν (από μια ομάδα εργασίας) και να υπολογιστούν ξεχωριστά, ώστε τελικά συγκεντρώνοντάς τες να υπολογιστεί η τελική εκτίμηση του κόστους. Κατά την ανιούσα εκτίμηση, κάθε εργασία διασπάται σε επί

μέρους τμήματα. Στη συνέχεια, οι επιμέρους εκτιμήσεις (γι' αυτά τα τμήματα) καθορίζουν τι ακριβώς χρειάζεται για να πληροί τις απαιτήσεις του, κάθε ένα από αυτά τα μικρότερα τμήματα του έργου. Οι εκτιμήσεις για τα μικρότερα μεμονωμένα τμήματα στη συνέχεια αθροίζονται για να αναπτύξουν μια μεγαλύτερη εκτίμηση για ολόκληρο το έργο ως σύνολο. Με τον τρόπο αυτό, η εκτίμηση για το έργο στο σύνολό του είναι συνήθως πολύ πιο ακριβής, δεδομένου ότι έτσι επιτυγχάνεται η προσεκτική εξέταση καθενός από τα μικρότερα τμήματα του έργου και, στη συνέχεια, συνδυάζοντας τα, λαμβάνετε ένας εξίσου λεπτομερής και ακριβής υπολογισμός του συνόλου (Wu, 1997).

Με βάση την παραπάνω περιγραφή, η ανιούσα εκτίμηση είναι η μέθοδος με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, ασφάλεια στους υπολογισμούς της και επιπροσθέτως, είναι μια μέθοδος που δίνει τη δυνατότητα σε πολλούς ανθρώπους από διάφορα κομμάτια της παραγωγής να συνεργαστούν για την υλοποίηση της με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.

Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη για την ανάπτυξη ενός λεπτομερούς προϋπολογισμού του έργου, για την κατάρτιση χρονοδιαγραμμάτων και μηνιαίων προβλέψεων. Τέλος βοηθά στο να καθοριστούν οι αναγκαίοι πόροι κατά τα βασικά στάδια του έργου, προκειμένου να παραχθεί ένα πιο ακριβές χρονοδιάγραμμα. Το μεγάλο μειονέκτημα της χρήσης της ανιούσας προσέγγισης είναι ότι απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο από τις αντίστοιχες προαναφερθείσες μεθόδους.

3.3.4. Εκτίμηση τριών σημείων (PERT - 3 point estimation)

Η εκτίμηση τριών σημείων είναι μια μέθοδος που στηρίζεται στη απλή θεώρηση μέσου όρου και στην τριγωνική (ή κανονική) κατανομή.

Όπως υποδηλώνει και το όνομα της, η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί τρεις χαρακτηριστικές τιμές για κάθε εργασία, την βέλτιστη τιμή, την χείριστη τιμή και την πιθανότερη τιμή. Η επιλογή των τιμών επαφίεται στα μέλη της ομάδας εργασίας που πραγματοποιεί την κοστολόγηση. Η τεχνική αυτή στηρίζεται σε κλασική στατιστική θεώρηση. Η μέθοδος ολοκληρώνεται με μια σειρά εξισώσεων στατιστικού χαρακτήρα οι οποίες οδηγούν στον τελικό υπολογισμό της εκτίμησης καθώς και της απόκλισης της μεθόδου (tutorialspoint, 2016).

3.3.5. Εκτίμηση μέσω εμπειρογνώμωνων (expert judgment techniques)

Η τεχνική κρίσης εμπειρογνώμονα περιλαμβάνει διαβούλευση με ειδικό στο λογισμικό κόστους ή την συμμετοχή μιας ομάδας εμπειρογνώμωνων που θα χρησιμοποιήσουν την εμπειρία τους και την κατανόησή που έχουν πάνω σε αυτού του είδους τα έργα, για να καταλήξουν σε μια εκτίμηση του κόστους του (Wu, 1997).

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι:

- Ο ή οι εμπειρογνώμονες μπορούν να γεφυρώσουν τις διαφορές, μεταξύ της εμπειρίας πάνω σε έργα (ίδιου τύπου) του παρελθόντος και των απαιτήσεων του παρόντος έργου.
- Οι εμπειρογνώμονες μπορούν να προβλέψουν τις ανάγκες και την αλληλεπίδραση του έργου με βάση νέες τεχνικές σε πεδία όπως η αρχιτεκτονική, η πληροφορική κ.τ.λ.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι:

- Η μέθοδος δεν μπορεί εύκολα να ποσοτικοποιηθεί
- Είναι δύσκολο να τυποποιηθούν οι κρίσιμοι παράγοντες που συνυπολογίζει ο ειδικός ή η ομάδα ειδικών, στους υπολογισμούς τους.
- Η ύπαρξη ενός μη αντικειμενικού ατόμου (ακόμα και σε ομάδα ειδικών), το οποίο μπορεί να διακριθεί από τις αισιόδοξες ή απαισιόδοξες εκτιμήσεις του, θα επηρεάσει την ποιότητα των αποτελεσμάτων.
- Η μέθοδος αυτή, δεν είναι πάντα ασφαλές να χρησιμοποιείται ως μοναδικό όργανο εκτίμησης, συνήθως χρησιμοποιείται συνδυαστικά.

3.3.6. Αλγοριθμική μέθοδος (Algorithmic method)

Η αλγοριθμική μέθοδος έχει σχεδιαστεί για να παρέχει κάποιες μαθηματικές εξισώσεις για την εκτέλεση των εκτιμήσεων ενός λογισμικού. Αυτές οι μαθηματικές εξισώσεις βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα και δεδομένα έρευνας και χρησιμοποιούν εργαλεία όπως ο κώδικας (software applications), οδηγούς κοστολόγησης, μεθόδους σχεδιασμού, εκτιμήσεις ρίσκου κ.α. Οι αλγοριθμικές μέθοδοι έχουν σε μεγάλο βαθμό μελετηθεί και έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα

τους, όπως τα μοντέλα COCOMO, το μοντέλο Putnam, και τα μοντέλα Function Point Analysis (Wu, 1997).

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι:

- Είναι σε θέση να παράγουν επαναλαμβανόμενες εκτιμήσεις.
- Είναι εύκολη η τροποποίηση των αρχικών δεδομένων (inputs) και εξίσου εύκολη είναι η τροποποίηση και η τελειοποίηση των μαθηματικών μοντέλων.
- Είναι αποτελεσματική μέθοδος και ικανή να υποστηρίξει μια «οικογένεια» εκτιμήσεων και να πραγματοποιήσει ανάλυση ευαισθησίας.
- Είναι αντικειμενικά βαθμονομημένο με βάση την προηγούμενη εμπειρία.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι:

- Η κακή συμπλήρωση των αρχικών δεδομένων (ανακριβή νούμερα, λάθος μονάδες κ.τ.λ.) θα οδηγήσει σε ανακριβή αποτελέσματα.
- Δεν μπορεί να λάβει υπόψη κάποιους εμπειρικούς παράγοντες οι οποίοι δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν.

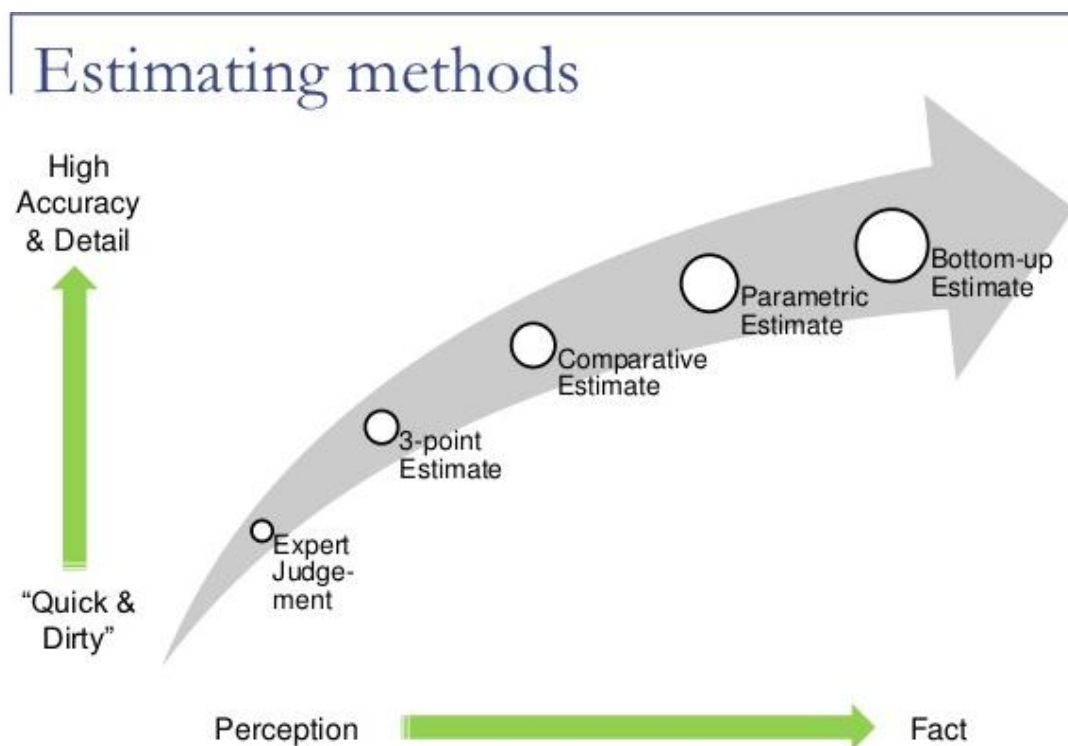
3.3.7. Λοιπές τεχνικές

Τέλος υπάρχει και μια σειρά από τεχνικές οι οποίες λόγω της φύσης τους, χρησιμοποιούνται κυρίως ως συμπληρωματικές σε σχέση με κάποια από τις προαναφερθείσες μεθόδους. Κάποιες από αυτές είναι (Project Management Skills, 2016):

- Ανάλυση αποθεματικού (Reserve analysis): χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ύπαρξης έκτακτου αποθεματικού για απρόβλεπτες συνθήκες, αν υπάρξουν, του έργου. Η χρηματοδότηση αυτή αντιστοιχεί στην αβεβαιότητα του κόστους.
- Κόστος Ποιότητας (Cost of Quality – COQ): περιλαμβάνει τα χρήματα που δαπανώνται κατά τη διάρκεια του έργου για την αποφυγή αστοχιών και τα χρήματα που δαπανώνται κατά τη διάρκεια και μετά το έργο για βλάβες που συνέβησαν. Κατά τη διάρκεια της εκτίμησης του κόστους, παραδοχές σχετικά με το κόστος ποιότητας μπορούν να συμπεριληφθούν και στην εκτίμηση του συνολικού κόστους του έργου.

- Ανάλυση προμηθευτή (Vendor analysis): είναι η προσπάθεια εκτίμησης του κόστους του έργου, βασισμένη στις προσφορές που υποβλήθηκαν από τους προμηθευτές.

Όπως αναφέρθηκε κατά το σύνολο της παρουσίασης των τεχνικών εκτίμησης κόστους, αυτές διαφέρουν ως προς την ακρίβεια και τη λεπτομέρεια τους καθώς και τη συνεπαγόμενη ποιότητα των αποτελεσμάτων τους. Στην εικόνα 3.1 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα, το οποίο κατατάσσει τις τεχνικές με αύξουσα σειρά ως προς την ακρίβειά και την λεπτομέρειά τους.



Εικόνα 3.1. Διάγραμμα ακρίβειας τεχνικών κοστολόγησης

3.4. Κοστολόγηση υπογείων έργων

Ο υπολογισμός του κόστους εξόρυξης αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο του οικονομικού σχεδιασμού και η ελαχιστοποίηση του συνιστά βασικό στόχο κάθε έργου. Η σημασία του παραπάνω γεγονότος αυξάνεται όταν μελετάται μια υπόγεια εκμετάλλευση, δεδομένου ότι αυτή παρουσιάζει εγγενείς δυσκολίες και μεγαλύτερους περιορισμούς σε σχέση με την επιφανειακή εξόρυξη.

Ο υπολογισμός του κόστους ενός έργου πραγματοποιείται βάση της ακόλουθης σχέσης (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010):

Τι πόρους διαθέτω

Ποιο είναι το αποτέλεσμα από τη χρήση τους

Με τον όρο πόρους προσδιορίζονται γενικότερα όλα τα στοιχεία που συμβάλλουν στην πραγματοποίηση της εργασίας, τα υλικά, τα μηχανήματα, οι εργαζόμενοι κ.τ.λ.

Αποτέλεσμα της χρήσης των πόρων θεωρείται το τελικό προϊόν που παράγεται, είτε αυτό σε μονάδες βάρους και όγκου (κατασκευή κάποιου υπόγειου χώρου) είτε αναφέρεται σε μέτρο μήκους (κατασκευή κάποιου έργου υποδομής, π.χ. σήραγγα).

Για την πραγματοποίηση του υπολογισμού που αναφέρθηκε πιο πάνω, απαιτείται ο καθορισμός μιας σειράς παραμέτρων:

- Ο όγκος των προς εξόρυξη υλικών
- Η χρονική διάρκεια εκτέλεσης του έργου (ή η ετήσια δυναμικότητα)
- Η παραγωγική διαδικασία που θα ακολουθήσει (διάτρηση – ανατίναξη ή με μηχανήματα ολομέτωπης κοπής)
- Το κόστος κτήσης και λειτουργίας των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν.

Αρχικά, χρησιμοποιώντας τον παράγοντα «χρόνος κατασκευής» (ή παραγωγής) ή τον παράγοντα αποθέματα του έργου, σε συνδυασμό με τα προσπελαστικά έργα, υπολογίζονται τα πρώτα μεγέθη της παραγωγής, η ημερήσια (μηνιαία, ετήσια) παραγωγή, οι μονάδες ειδικού και μη προσωπικού που απαιτούνται κ.τ.λ.

Ακολουθώντας, αφού οι προηγούμενοι υπολογισμοί αποτελέσουν τη βάση της εκτίμησής, γίνεται η κατάρτιση ενός χρονοδιαγράμματος εργασιών.

Τέλος, αφού ολοκληρωθεί το ακριβές χρονοδιάγραμμα εργασιών, γίνονται οι οικονομικοί υπολογισμοί του έργου και η κοστολόγηση του παραγόμενου προϊόντος.

3.5. Ανάλυση κόστους

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση της ανάλυσης του κόστους και του τυπολογίου που χρησιμοποιήθηκε γι' αυτήν στην εφαρμογή της παρούσας εργασίας. Παρότι το τυπολόγιο της εφαρμογής, εμπλουτίστηκε, με σκοπό τη μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία των τελικών αποτελεσμάτων, ο πολύτιμος κορμός της μαθηματικής μοντελοποίησης της εφαρμογής υπήρξε το τυπολόγιο του συγγράμματος «ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ» (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος). Σύμφωνα με το τυπολόγιο ακολουθείται η εξής κατάτμηση στα επί μέρους κόστη:

- Λειτουργικό κόστος εκμετάλλευσης
- Δαπάνες προσωπικού
- Απόσβεση κεφαλαίου
- Διάφορα έξοδα

Στις λειτουργικές δαπάνες εκμετάλλευσης λαμβάνονται υπόψη όλες οι διακριτές φάσεις που λαμβάνουν χώρα στην εξόρυξη, όπως: διατροφή, γόμωση, ανατίναξη, φόρτωση, μεταφορά, αερισμός. Οι δαπάνες προσωπικού αφορούν τόσο στους εργάτες – τεχνίτες όσο και στους μηχανικούς και το διοικητικό προσωπικό. Τέλος, στα διάφορα έξοδα περιλαμβάνονται όλα τα πάγια έξοδα του εργοταξίου όπως τα ενοίκια, χρήση δικτύων κοινής ωφέλειας κ.α. (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010).

3.5.1. Λειτουργικές δαπάνες κατασκευής

Τα επί μέρους κόστη υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη το λειτουργικό κόστος του μηχανήματος (π.χ. κόστος καυσίμων, συντήρησης κ.λ.π.) και των αναλώσιμων τμημάτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της εργασίας. Επομένως για τον υπολογισμό του κόστους διατήρησης χρειάζεται να υπολογιστεί το λειτουργικό κόστος του φορείου διατήρησης αλλά και τα υλικά που απαιτούνται, όπως τα κοπτικά άκρα (κορώνες), τα διατρητικά στελέχη κ.α. Γνωρίζοντας τη διάρκεια ζωής των υλικών, καθώς και το κόστος αντικατάστασής τους, υπολογίζεται το κόστος διατήρησης. Σε περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει αναλυτικός υπολογισμός του κόστους του διατρητικού φορείου, επιλέγεται η χρήση του κόστους λειτουργίας του μηχανήματος ανά ώρα λειτουργίας (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2010).

3.5.1.1. Κόστος διατήρησης

Για τον υπολογισμό του κόστους διατήρησης απαιτείται ο επί μέρους υπολογισμός: του κόστους κορώνας, του κόστους διατηρητικού στελέχους, του κόστους καυσίμου και του κόστους επισκευών του διατηρητικού φορείου. Το άθροισμα των παραπάνω τιμών δίνει το κόστος διατήρησης

$$K_{\text{διατήρησης}} = K_{\kappa} + K_{\Sigma} + K_{KA} + K_E$$

➤ Κόστος κορώνας:

Αν C_{κ} το κόστος αγοράς της κορώνας (σε €), L_{κ} η διάρκεια ζωής της (σε m), α τα μέτρα διατήρησης ανά έτος (ημέρα), N ο αριθμός των κοπτικών που απαιτούνται σε ετήσια (ημερήσια) βάση και Π η ετήσια (ημερήσια) παραγωγή (σε tn), τότε το κόστος κορώνας θα είναι:

$$K_{\kappa} = \frac{N \times C_{\kappa}}{\Pi} \quad \text{με,}$$

$$N = \frac{\alpha}{L_{\kappa}}$$

➤ Κόστος διατηρητικού στελέχους:

Αν C_{Σ} το κόστος αγοράς της κορώνας (σε €), L_{Σ} η διάρκεια ζωής της (σε m), α τα μέτρα διατήρησης ανά έτος (ημέρα), N ο αριθμός των κοπτικών που απαιτούνται σε ετήσια (ημερήσια) βάση και Π η ετήσια (ημερήσια) παραγωγή (σε tn), τότε το κόστος κορώνας θα είναι:

$$K_{\kappa} = \frac{N \times C_{\Sigma}}{\Pi} \quad \text{με,}$$

$$N = \frac{\alpha}{L_{\kappa}}$$

➤ **Κόστος καυσίμων διατρητικού φορείου:**

Το κόστος καυσίμου του διατρητικού φορείου προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη του W (HP), τις ώρες λειτουργίας του T , το κόστος του καυσίμου του C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h) (x)HP:

$$K_{KA} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ **Κόστος επισκευής διατρητικού φορείου:**

Αν το κόστος αγοράς του διατρητικού φορείου είναι C_{Δ} (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι L_{Δ} , το κόστος επισκευών είναι:

$$K_E = \frac{0,4 \times C_{\Delta} \times T}{L_{\Delta} \times \Pi}$$

3.5.1.2. Κόστος υποστήριξης

Το κόστος υποστήριξης αναλύεται στο κόστος του διατρητικού κοχλίωσης, καθώς και στο κόστος των στοιχείων υποστήριξης που χρησιμοποιούνται. Αθροίζοντας τα επί μέρους στοιχεία:

$$K_{υποστήριξης} = K_{\kappa} + K_{\Pi} + K_{A1} + K_{E1} + K_{A2} + K_{E2}$$

➤ **Κόστος κοχλίωσης:**

Αν N_{κ} ο αριθμός των κοχλιών που τοποθετούνται, C_R το κόστος του κάθε κοχλία και Π η ετήσια (ημερήσια) παραγωγή (σε tn), τότε το κόστος κοχλίωσης θα είναι:

$$K_K = \frac{N_K \times C_R}{\Pi}$$

➤ **Κόστος μεταλλικού πλέγματος:**

Αν A η επιφάνεια της οροφής όπου θα τοποθετηθεί το μεταλλικό πλέγμα και C_{Π} το κόστος του ανά m^2 , τότε:

$$K_{\Pi} = \frac{A \times C_{\Pi}}{\Pi}$$

➤ **Κόστος καυσίμων φορείου κοχλίωσης:**

Το κόστος καυσίμου του διατηρητικού φορείου προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη του W (HP), τις ώρες λειτουργίας του T , το κόστος του καυσίμου του C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h)(x)HP:

$$K_{KA1} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ **Κόστος επισκευής φορείου κοχλίωσης:**

Αν το κόστος αγοράς του διατηρητικού φορείου είναι C_{Δ} (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι L_{Δ} , το κόστος επισκευών είναι :

$$K_{E1} = \frac{0,4 \times C_{\Delta} \times T}{L_{\Delta} \times \Pi}$$

➤ **Κόστος καυσίμων φορείου κοχλίωσης:**

Το κόστος καυσίμου του ξεσκαρωτή προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη του W (HP), τις ώρες λειτουργίας του T , το κόστος του καυσίμου του C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h) (x)HP:

$$K_{KA2} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ **Κόστος επισκευής φορείου κοχλίωσης:**

Αν το κόστος αγοράς του διατηρητικού φορείου είναι C_{Ξ} (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι L_{Ξ} , το κόστος επισκευών είναι :

$$K_{E2} = \frac{0,4 \times C_{\Xi} \times T}{L_{\Xi} \times \Pi}$$

3.5.1.3. Κόστος γόμωσης – πυροδότησης

Το κόστος της γόμωσης – πυροδότησης υπολογίζεται από τη συνολική ποσότητα εκρηκτικών υλών V που χρησιμοποιείται, το κόστος τους C_{EY} και τα αντίστοιχα κόστη των καψυλίων και γραμμών πυροδότησης μαζί με το κόστος της πλατφόρμας γόμωσης (όπως υπολογίζονται τα κόστη του διατηρητικού φορείου). Έτσι έχουμε:

$$K_{\text{γόμωσης-πυροδότησης}} = K_{EY} + K_{K-\Gamma} + K_{KA} + K_E$$

➤ **Κόστος εκρηκτικών υλών:**

Το κόστος εκρηκτικών υλών υπολογίζεται από τη συνολική τους ποσότητα V που χρησιμοποιείται και το κόστος του (C_{EY}) σε συνάρτηση με την ετήσια (ημερήσια) παραγωγή Π (tn).

$$K_{EY} = \frac{V \times C_{EY}}{\Pi}$$

➤ **Κόστος καψυλίων και γραμμών πυροδότησης:**

Το κόστος καψυλίων υπολογίζεται από τη συνολική τους ποσότητα A_K που χρησιμοποιείται και το κόστος του C_K σε συνάρτηση με την ετήσια (ημερήσια) παραγωγή Π (tn). Ομοίως και για τη γραμμή πυροδότησης.

$$K_{\text{καψυλίου}} = \frac{A_K \times C_K}{\Pi}$$

$$K_{\text{γραμμής Πυρ}} = \frac{A_{\gamma\rho\Pi} \times C_{\gamma\rho\Pi}}{\Pi}$$

$$K_{K-\Gamma} = K_{\text{καψυλίου}} + K_{\text{γραμμής Πυρ}}$$

➤ **Κόστος καυσίμων πλατφόρμας γόμωσης:**

Το κόστος καυσίμου της πλατφόρμας γόμωσης προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη της W (HP), τις ώρες λειτουργίας της T , το κόστος του καυσίμου της C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h)(x)HP:

$$K_{KA} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ **Κόστος επισκευής πλατφόρμας γόμωσης:**

Αν το κόστος αγοράς της πλατφόρμας γόμωσης είναι $C_{\Pi\Gamma}$ (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι $L_{\Pi\Gamma}$, το κόστος επισκευών είναι :

$$K_E = \frac{0,4 \times C_{\Pi\Gamma} \times T}{L_{\Pi\Gamma} \times \Pi}$$

3.5.1.4. Κόστος φόρτωσης – μεταφοράς

Το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς αφορά στους φορτωτές υπογείων (LHD) ή φορτηγά υπογείων (mine truck) ή άλλα μέσα τα οποία κάνουν την αποκομιδή του εξορυσσόμενου υλικού. Το κόστος αυτό υπολογίζεται κατά παρόμοιο τρόπο με αυτό του διατρητικού φορείου. Οπότε έχουμε:

$$K_{\text{φόρτωσης-μεταφοράς}} = K_{KA1} + K_{E1} + K_{KA2} + K_{E2}$$

➤ Κόστος καυσίμων ελαστικοφόρου φορτωτή:

Το κόστος καυσίμου του ελαστικοφόρου φορτωτή προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη του W (HP), τις ώρες λειτουργίας του T , το κόστος του καυσίμου του C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h)(x)HP:

$$K_{KA1} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ Κόστος επισκευής ελαστικοφόρου φορτωτή:

Αν το κόστος αγοράς του ελαστικοφόρου φορτωτή είναι $C_{E\Phi}$ (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι $L_{E\Phi}$, το κόστος επισκευών είναι :

$$K_{E1} = \frac{0,4 \times C_{E\Phi} \times T}{L_{E\Phi} \times \Pi}$$

➤ **Κόστος καυσίμων φορτηγού υπογείων:**

Το κόστος καυσίμου του φορτηγού υπογείων προκύπτει από την συνολική ιπποδύναμη του W (HP), τις ώρες λειτουργίας του T , το κόστος του καυσίμου του C_o και ένα συντελεστή φορτίου, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,8. Η κατανάλωση του καυσίμου λαμβάνεται ίση με 0,2 (lt/h)(x)HP:

$$K_{KA2} = \frac{W \times 0,2 \times n \times T \times C_o}{\Pi}$$

➤ **Κόστος επισκευής φορτηγού υπογείων:**

Αν το κόστος αγοράς του φορτηγού υπογείων είναι $C_{\Phi\gamma}$ (€), το κόστος επισκευής θεωρείται ότι ισούται με το 40% του κόστους αγοράς. Ακόμα αν το μηχάνημα λειτουργεί T ώρες το έτος ενώ ο χρόνος ζωής του είναι $L_{\Phi\gamma}$, το κόστος επισκευών είναι :

$$K_{E2} = \frac{0,4 \times C_{\Phi\gamma} \times T}{L_{\Phi\gamma} \times \Pi}$$

3.5.1.5. Κόστος αερισμού

Το κόστος του αερισμού αναλύεται στο κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος που καταναλώνουν οι ανεμιστήρες και στο κόστος των σωληνώσεων αερισμού:

$$K_{\alpha\epsilon\rho\iota\sigma\mu\acute{o}\upsilon} = K_A + K_{\Sigma} \text{ με}$$

$$K_A = \frac{W_A \times C_E \times T}{\Pi}$$

Όπου W_A η ισχύς των ανεμιστήρων, T οι ώρες λειτουργίας, C_E το κόστος ηλεκτρικής κιλοβατώρας και Π η ετήσια παραγωγή.

Για τις σωληνώσεις, για συνολικό μήκος χρησιμοποιούμενου σωλήνα ανά έτος L_Σ και αντίστοιχο μοναδιαίο κόστος C_Σ έχουμε:

$$K_\Sigma = \frac{L_\Sigma \times C_\Sigma}{\Pi}$$

3.5.1.6. Συνολικές λειτουργικές δαπάνες

Επομένως οι συνολικές λειτουργικές δαπάνες θα είναι:

$$K_1 = K_{\text{διατρ}} + K_{\text{υποστ}} + K_{\text{γομ-πυροδ}} + K_{\text{φορτ-μεταφ}} + K_{\text{αερισμού}}$$

3.5.1.7. Δαπάνες προσωπικού

Οι δαπάνες του προσωπικού υπολογίζονται ξεχωριστά για τους εργάτες, για τους χειριστές μηχανημάτων και για τους μηχανικούς. Στον υπολογισμό για την κάθε περίπτωση πρέπει να συμπεριληφθεί και η εργοδοτική εισφορά. Ο τύπος για τον υπολογισμό του κόστους εργασίας είναι:

$$K_{\text{προσωπικού}} = \frac{A_{\text{προσωπικού}} \times E \times T}{\Pi}$$

Όπου A ο αριθμός του εκάστοτε προσωπικού, E το ωρομίσθιο, T οι ώρες απασχόλησης και Π η ημερήσια παραγωγή.

3.5.2. Λογιστικές αποσβέσεις κεφαλαίου

Υπολογίζονται ετησίως για κάθε μηχάνημα με βάση την αξία αγοράς του C , τις ώρες λειτουργίας του ανά έτος T_Y , την διάρκεια ζωής του σε ώρες L_T και την ετήσια δυναμικότητα παραγωγής Π :

$$A_K = \frac{C \times T_Y}{L_T \times \Pi}$$

3.5.3. Λοιπά έξοδα

Τα λοιπά έξοδα περιλαμβάνουν το κόστος θραύσης και τα γενικά έξοδα λειτουργίας των κτηριακών εγκαταστάσεων (ενοίκια, θέρμανση κ.τ.λ.). Με εξαίρεση το κόστος θραύσης, τα υπόλοιπα υπολογίζονται ως ένα ποσοστό μεταξύ 5 και 10% των λειτουργικών εξόδων.

$$K_{\Delta E} = K_{\theta\rho\alpha\upsilon\sigma\eta\varsigma} + 0,08 \times K_1$$

3.5.4. Συνολικό κόστος εξόρυξης

Το συνολικό κόστος εξόρυξης ανά τόνο (€/tn) υπολογίζεται από το άθροισμα των παραπάνω παραγόντων:

$$K_{\epsilon\chi\omicron\rho\upsilon\chi\eta\varsigma} = K_1 + K_{\pi\rho\omicron\sigma\omega\pi\iota\kappa\omicron\upsilon} + A_K + K_{\Delta E}$$

Κεφάλαιο 4^ο

Παρουσίαση της Εφαρμογής

4.1. Εισαγωγή

Η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” αποτελεί μια προσπάθεια κοστολόγησης των εργασιών σύμφωνα με τις προδιαγραφές της μεθόδου θαλάμων και στύλων.

Συγκεντρώνει τις εμπειρικές σχέσεις σχεδιασμού και διαστασιολόγησης της εκμετάλλευσης παράλληλα με τον υπολογισμό του απαιτούμενου χρόνου εργασίας για κάθε φάση και επιχειρεί να δώσει το τελικό κόστος του έργου έχοντας ως βάση τα μοναδιαία κόστη για κάθε υλικό/εργασία.

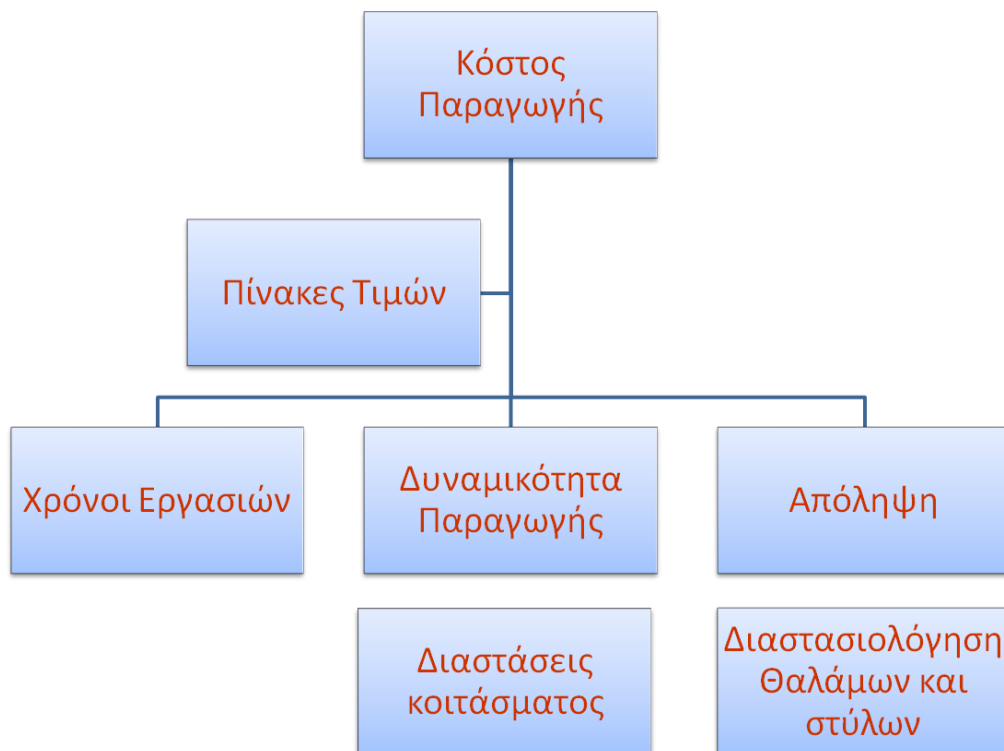
Η εφαρμογή χτίστηκε πάνω στην κεντρική ιδέα, ότι, για να λάβει ο χρήστης ακρίβεια αποτελεσμάτων, θα πρέπει οι υπολογισμοί να είναι όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής και τα εισαγόμενα στοιχεία όσο το δυνατόν πιο ακριβή. Κατά συνέπεια, όπως κάποιος μπορεί να διαπιστώσει μετά την χρήση της, η εφαρμογή απαιτεί, από τον χρήστη, ένα σχετικά μεγάλο αριθμό μεταβλητών για να προσδιορίσει με ακρίβεια τα αποτελέσματά της. Ωστόσο η κατανομή των μεταβλητών αυτών, έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην «κουράζει» τον χρήστη η συμπλήρωσή τους, όπως γινόταν μέχρι τώρα, καθώς όλες οι παράμετροι εισαγωγής προϋπήρχαν υπό τη μορφή λογιστικών φύλλων όπως είχε αναπτυχθεί με τη βοήθεια του προσωπικού του Εργαστηρίου Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής του ΕΜΠ. Εκεί, αν και δεν επηρεάζονταν η ακρίβεια των υπολογισμών, εν τούτοις ήταν μια δύσκολη και πολύπλοκη διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων ώστε να προκύψει το τελικά ζητούμενο αποτέλεσμα.

Η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” βασίστηκε, για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής, στην ανιούσα εκτίμηση (bottom up estimating). Η τεχνική αυτή επιλέχθηκε λόγω της ακρίβειάς της καθώς και για τη δυνατότητα που έδινε, για τον ακριβή προσδιορισμό του συνόλου των εργασιών της μεθόδου θαλάμων και στύλων.

Κατά συνέπεια η μέθοδος εκμετάλλευσης που εξετάζεται, μπορεί να τμηματοποιηθεί σε ένα αριθμό πρώτων εργασιών, οι οποίες δύνανται να κοστολογηθούν ξεχωριστά, και με όση ακρίβεια προσφέρει η θεωρία και η εμπειρία από την μέθοδο, και τελικώς να πραγματοποιηθεί η ενοποίηση των επί μέρους κοστών για τον συνολικό υπολογισμό.

Επομένως με αυτόν τον τρόπο, το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρέμενε, ήταν η μελέτη των επί μέρους εξισώσεων των εργασιών, για τον προσδιορισμό τους και την βελτιστοποίησή τους.

Η γενική πορεία της εφαρμογής, προς τον υπολογισμό του τελικού κόστους μπορεί να συμπυκνωθεί, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.1, ως εξής: διαστασιολόγηση κοιτάσματος και μεθόδου θαλάμων και στύλων από τον χρήστη, υπολογισμός δυναμικότητας παραγωγής, απόληψης και χρόνων εργασιών για το εξορυσσόμενο πέτρωμα και τελικά υπολογισμός κόστους, με χρήση κατάλληλων πινάκων τιμών.



Εικόνα 4.1. Πορεία υπολογισμών της εφαρμογής Cost Calculation 1.1

4.2. Τι προσφέρει η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1”

Η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” προσφέρει ρεαλιστικούς υπολογισμούς τόσο στο σχεδιασμό της μεθόδου θαλάμων και στύλων όσο και στο κομμάτι των οικονομικών υπολογισμών.

Συνδυάζοντας δοκιμασμένα τυπολόγια και αξιόπιστη θεωρία πάνω στη μέθοδο σχεδιασμού, η εφαρμογή επιτρέπει στο χρήστη να έχει απόλυτο έλεγχο στην διαστασιολόγηση του υπόγειου χώρου του, καθώς και στην απόληψή του, η οποία είναι και κομβική έννοια για την παραγωγή.

Προσφέρει πλήρη έλεγχο της διακύμανσης του κόστους των αναλώσιμων υλικών (είτε αυτά είναι ανταλλακτικά, είτε εκρηκτικές ύλες) καθώς και του ετήσιου κόστους τους για το έργο, με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να εντοπίσει και να βελτιώσει ασύμφορα ή υπέρογκα κόστη.

Επιπλέον χρησιμοποιώντας την μέθοδο συνεχούς παραγωγής αλλά και την τεχνική ανιούσας εκτίμησης κόστους, προσφέρεται ένα κοστολόγιο με αρκετή ακρίβεια, το οποίο θα μπορούσε με ασφάλεια να δώσει συμπεράσματα για ένα πιθανό υπόγειο έργο.

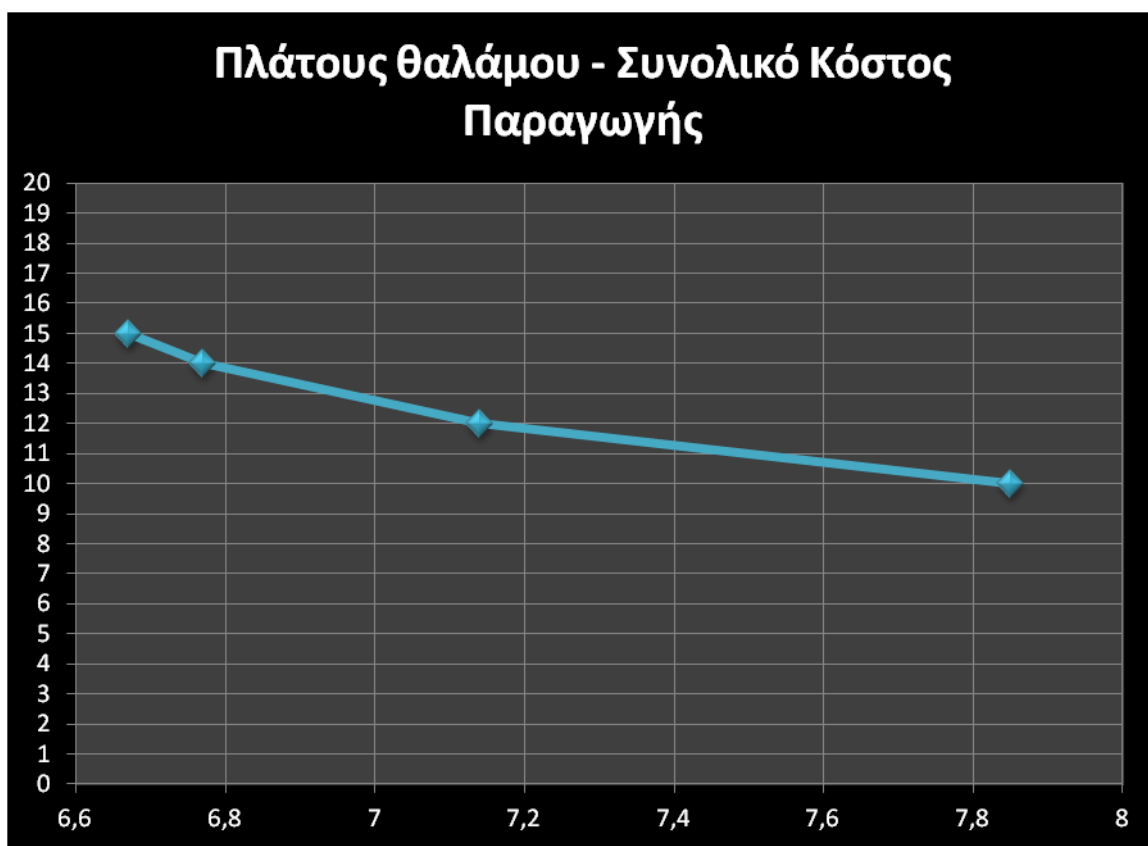
Επιπλέον η εφαρμογή, εμπεριέχει ένα προσυμπληρωμένο παράδειγμα, το οποίο μπορεί να μελετήσει ο χρήστης, προκειμένου να δει στην πράξη τους υπολογισμούς, χωρίς να χρειάζεται να παρέχει τα δικά του στοιχεία, μια διαδικασία που θα ήταν χρονοβόρα και συνδυαστικά με το άγνωστο (αρχικά) περιβάλλον της εφαρμογής, μπορεί να περιέπλεκε τον χρήστη.

Εν ολίγοις, η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” είναι ένα εργαλείο, που μπορεί να εξυπηρετήσει τις περισσότερες μορφές υπογείων έργων και να προσφέρει πολλές αξιόπιστες πληροφορίες στο χρήστη και να τον διευκολύνει στα πλαίσια της λήψης αποφάσεων πάνω στο έργο.

4.3. Προετοιμασία – δημιουργίας της εφαρμογής

Ένα στάδιο πριν την δημιουργία της εφαρμογής “Cost Calculation 1.1”, προηγήθηκε η δημιουργία ενός αρχείου excel. Το συγκεκριμένο βελτίωνε το μέχρι τότε υφιστάμενο μοντέλο υπολογισμών και περιλάμβανε και άλλες ειδικές περιπτώσεις. Το αρχείο αυτό υπήρξε ένα σημαντικό εργαλείο στην διαδικασία,

καθώς παρείχε την δυνατότητα της τελειοποίησης των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν και επιπλέον λειτούργησε ως εργαλείο εντοπισμού σφαλμάτων στη διαδικασία, καθώς και επαλήθευσης αποτελεσμάτων. Επιπλέον παρείχε και τη δυνατότητα μελέτης κάποιων παραμέτρων, με τρόπους που, ακόμα, η εφαρμογή δεν είναι έτοιμη να παρέχει, όπως για παράδειγμα η παροχή διαγραμμάτων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την εικόνα 4.2. που εξετάζει το πώς κινείται το κόστος παραγωγής σε σχέση με την μεταβολή του πλάτους του θαλάμου.



Εικόνα 4.2. Διάγραμμα Πλάτους Θαλάμου – Κόστους Παραγωγής, στο διάγραμμα αυτό μελετάτε η αυξομείωση του κόστους παραγωγής σε σχέση με την μεταβολή της διάστασης του πλάτους του θαλάμου.

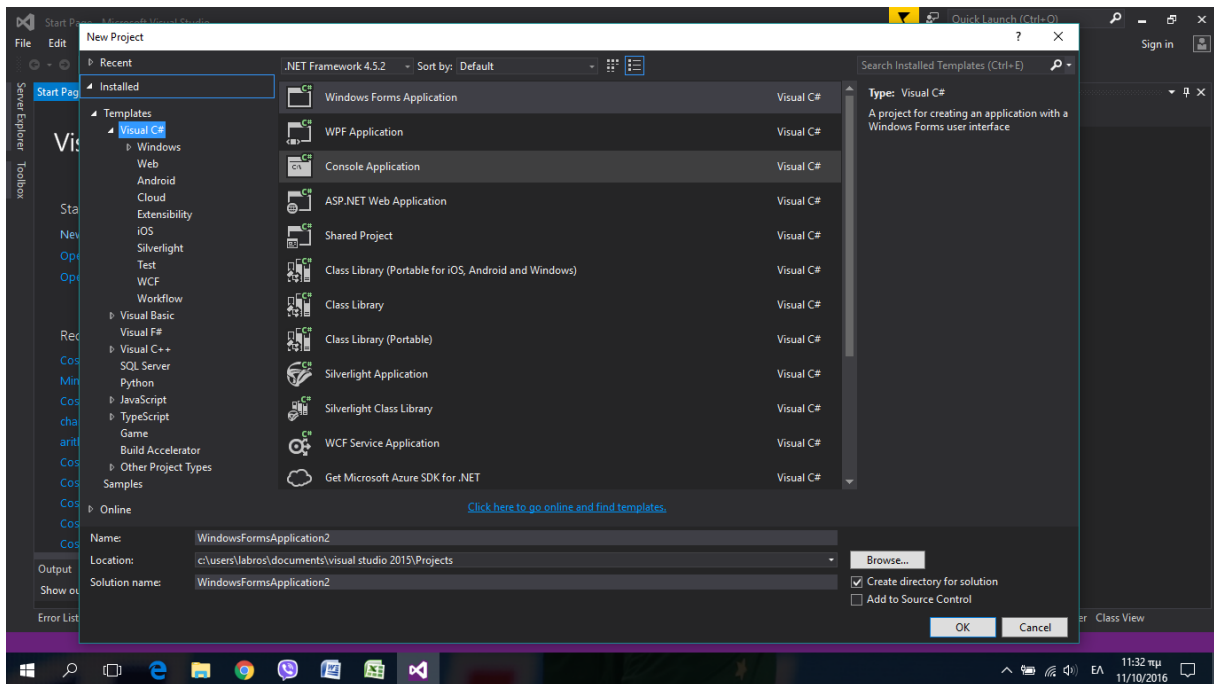
Για την δημιουργία του εν λόγω excel, μελετήθηκαν αντίστοιχες, παρόμοιες εργασίες, οι οποίες είχαν επίσης βασιστεί στο τυπολόγιο της κοστολόγησης υπογείων έργων, που χρησιμοποιήθηκε και σε αυτή την εφαρμογή. Στη συνέχεια, δόθηκε μορφή στο «πρώιμο κοστολόγιο» (αρχείο excel) και δημιουργήθηκαν οι θεματικές του ενότητες. Σε αυτό το στάδιο μελετήθηκε η

ακρίβεια των εξισώσεων που χρησιμοποιήθηκαν, οι οποίες εμπλουτίστηκαν και τροποποιήθηκαν, έτσι ώστε να αποκτήσουν πιο σύνθετη και ακριβή μορφή. Τέλος, αφού το «πρώιμο κοστολόγιο» είχε πλέον δομή, πληρότητα εξισώσεων και ακρίβεια αποτελεσμάτων, ξεκίνησε η δημιουργία της εφαρμογής “Cost Calculation 1.1”.

Η δημιουργία της εφαρμογής έγινε με χρήση της πλατφόρμας Visual Studio 2015, της Microsoft, με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C#. Η C# είναι η πιο δυναμική και εξελίξιμη αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από την Microsoft.

Με την C# μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα μεγάλο πλήθος από εφαρμογές όπως:

- Windows store (Εφαρμογές για tablet)
- Windows Phone (Εφαρμογές για κινητά)
- WPF (Desktop Εφαρμογές)
- asp.Net (Εφαρμογές για το διαδίκτυο)
- WPF BrowserApplication (Εφαρμογές για το διαδίκτυο)
- Web services



Εικόνα 4.3. Επιλογές για δημιουργία εφαρμογών στο Visual Studio 2015

4.4. Τι υπολογίζει η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1”

Η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” αποτελείται από 6 διακριτά τμήματα ή αλλιώς θεματικές ενότητες. Μια ενότητα αποκλειστικά για εισαγωγή δεδομένων και 5 ενότητες υπολογισμού: για τη μέθοδο θαλάμων και στύλων, για στοιχεία σχετικά με τους χρόνους εργασιών και τις βάρδιες και για οικονομικά στοιχεία.

Στην ενότητα θαλάμων και στύλων μελετάτε η διαστασιολόγηση που δίνει ο χρήστης και υπολογίζονται μια σειρά παραμέτρων για τον σχεδιασμό. Βάση για τους υπολογισμούς υπήρξε το δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

Η εφαρμογή θέτει σε κρίση την διαστασιολόγηση του στύλου που εισήγαγε ο χρήστης, με βάση τα κριτήρια των συντελεστών ασφαλείας (όπως αυτά αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2.5.1). Έτσι γίνεται εφικτή η διόρθωση της εν λόγω διαστασιολόγησης ώστε αυτή να πληροί τα κριτήρια ασφαλείας. Στη συνέχεια υπολογίζονται το πλάτος του θαλάμου και η απόληψη του κοιτάσματος. Το ίδιο ισχύει και για την παράμετρο της απόληψης, η οποία επίσης υπολογίζεται μέσω των αρχικών διαστάσεων του χρήστη και μπορεί να βελτιωθεί ώστε να πληροί τις ανάγκες της τελικής παραγωγής.

Δεδομένης της δυνατότητας του χρήστη να επιστρέψει στις αρχικές τιμές, μετά το πέρας των υπολογισμών, και να τις διορθώσει καταλλήλως, ο χαρακτήρας της ενότητας θεωρείται κυκλικός (ή ανακυκλούμενος), όπως παρουσιάζεται και από την εικόνα 4.4.



Εικόνα 4.4. Διάταξη υπολογισμών θαλάμων και στύλων

Η επόμενη ενότητα της εφαρμογής πραγματοποιεί υπολογισμούς για τον υπόγειο χώρο. Ζητούνται στοιχεία σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εργασιών που επιτελούνται στη μέθοδο.

Στο υπολογιστικό κομμάτι, δίνονται μια σειρά από αποτελέσματα τα οποία οδηγούν στον υπολογισμό της παραγωγής του έργου. Τέλος, υπολογίζονται οι χρόνοι εργασιών για κάθε μηχανήμα, ανά μέτωπο.

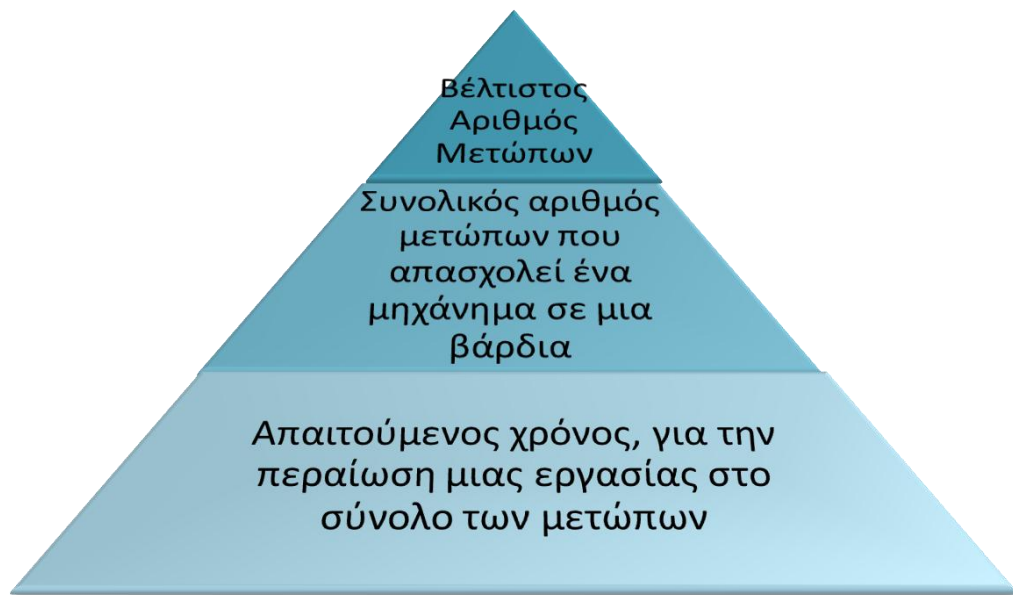
Συνοψίζοντας, σε αυτό το φύλλο ο χρήστης θα λάβει στοιχεία για το πώς θα δομηθεί η παραγωγή του και ποια είναι η εκμετάλλευση που θα επιτύχει σε σχέση με την απόληψη, αλλά θα λάβει και ένα τμήμα του χρονοδιαγράμματος των εργασιών, όσον αφορά την εκμετάλλευση ανά μέτωπο.



Εικόνα 4.5. Κεντρική ιδέα καρτέλας υπόγειου χώρου

Περνώντας στον «Κύκλο Εργασιών» επιβλέπεται συγκεντρωτικά το πως θα κινηθεί μέσα σε μια μέρα το σύνολο των εργασιών με βάση τους χρόνους εκμετάλλευσης ενός μετώπου για κάθε μηχανήμα, αλλά και στο σύνολο των μετώπων.

Το σημαντικότερο κομμάτι, όμως, είναι η βελτιστοποίηση κάποιων παραμέτρων σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα της εργασίας. Η βελτιστοποίηση έχει να κάνει με τον αριθμό των μετώπων που μπορούν να διατηρηθούν, γομωθούν έως και υποστηριχθούν σε μια μέρα (δηλαδή να υποστούν το σύνολο των εργασιών). Έτσι υπολογίζεται ο πραγματικός αριθμός των μετώπων που μπορεί να προχωρά κάθε μέρα στο σύνολο των εργασιών και να δίνει παραγωγή. Επιπλέον υπολογίζεται και ο κατάλληλος αριθμός φορτηγών υπογείων ανά ελαστικοφόρο φορτωτή. Η λογική της συγκεκριμένης ενότητας παρουσιάζεται διαγραμματικά από την εικόνα 4.6.

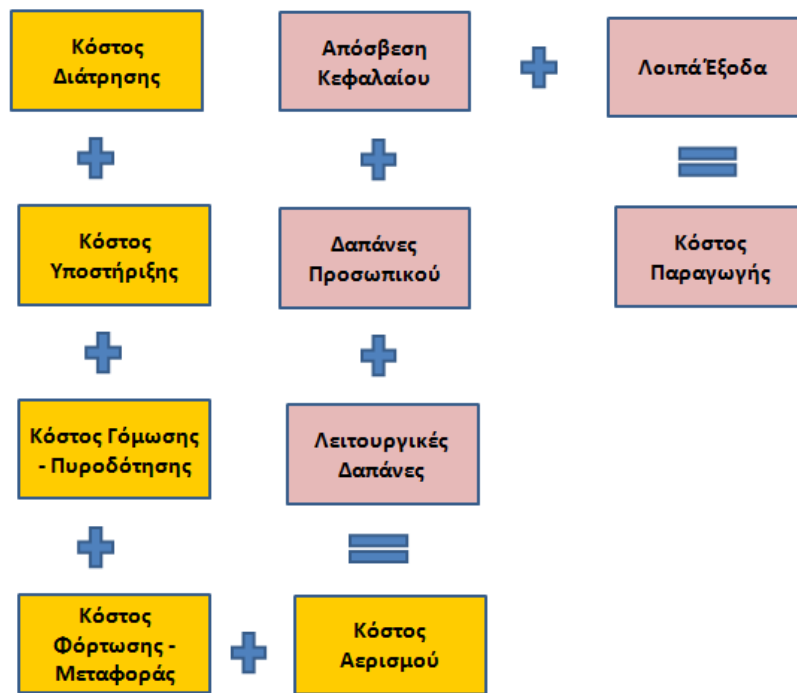


Εικόνα 4.6. Υπολογισμός βελτιστοποίησης μετώπων (κεντρική ιδέα ενότητας Κύκλος Εργασιών)

Στην ενότητα «Πίνακες Τιμών» έχει γίνει μια κατηγοριοποίηση των βασικότερων πόρων του έργου, όπως ο μηχανολογικός εξοπλισμός, τα ανταλλακτικά, οι εκρηκτικές ύλες κ.α. με σκοπό τον συνολικό υπολογισμό του κόστους αγοράς τους, ή του ετήσιου κόστους τους (στην πρώτη περίπτωση εξοπλισμός, στην δεύτερη αναλώσιμα).

Στα αναλώσιμα και τα ανταλλακτικά, όλοι οι υπολογισμοί έχουν γίνει με βάση την ετήσια απαίτηση της κάθε εργασίας που εξυπηρετούν. Στο τέλος γίνεται ένας συγκεντρωτικός υπολογισμός του κόστους των λειτουργικών εξόδων σε διάστημα ενός χρόνου καθώς και του κόστους των αναλώσιμων και των ανταλλακτικών μέσα στο ίδιο διάστημα.

Στο τελευταίο κομμάτι της εφαρμογής έχουμε την κοστολόγηση του έργου. Έτσι υπολογίζεται το κόστος διάτρησης, γόμωσης κ.τ.λ. ανά τόνο παραγωγής. Με την συνδρομή των προαναφερθέντων υπολογισμών λαμβάνονται τα συνολικά λειτουργικά κόστη, τα οποία μαζί με άλλες δαπάνες όπως αυτές παρουσιάζονται διαγραμματικά στην εικόνα 4.7, συμβάλλουν στον τελικό υπολογισμό του κόστους παραγωγής ανά τόνο.



Εικόνα 4.7. Διάγραμμα υπολογισμού Κόστους Παραγωγής

Συνοψίζοντας την αναλυτική περιγραφή των υπολογισμών της εφαρμογής, το “Cost Calculation 1.1” μπορεί να δώσει:

- Μια καθαρή εικόνα για το σχεδιασμό των θαλάμων και στύλων, μέσα, πάντα, στα πρότυπα ασφαλείας.
- Συνολική επιφάνεια και όγκους εκμετάλλευσης και μέσω αυτών δυνατότητες παραγωγής.
- Υπολογισμούς χρόνων εργασιών, οι οποίοι θα λειτουργήσουν ως γνώμονας για την κατάρτιση του χρονοδιαγράμματος εργασιών.
- Βελτιστοποίηση παραμέτρων εργασίας (μέτωπα).
- Συγκεντρωτικά κόστη των πόρων του έργου και
- Κοστολόγηση του έργου (επί μέρους εργασιών και συνολική).

Κεφάλαιο 5^ο

Οδηγός Συμπλήρωσης Εφαρμογής

5.1. Εισαγωγή

Το παρών κεφάλαιο θα καθοδηγήσει βήμα - βήμα τον χρήστη στη σωστή – ορθολογική συμπλήρωση της εφαρμογής υπολογισμού κόστους κατασκευής υπογείου έργου, με βάση τη λογική που αυτή δομήθηκε. Χρειάζεται στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι συνιστάται πάντοτε, είτε πρόκειται για λογισμικό – είτε πρόκειται για κάποια συσκευή, ο χρήστης να διαβάζει πάντα τον οδηγό χρήσης (manual) πριν την χρήση, καθώς αυτός είναι ο πιο ασφαλής τρόπος για να εισαχθεί κάποιος στη λογική που δομήθηκε το εκάστοτε «προϊόν».

Ο τρόπος συμπλήρωσης του κοστολογίου γίνεται με κατεύθυνση από πάνω προς τα κάτω και ακολούθως από αριστερά προς τα δεξιά. Δηλαδή, οι πίνακες των ζητούμενων μεταβλητών πρέπει να συμπληρωθούν από πάνω προς τα κάτω και όταν υπάρχουν παραπάνω «στήλες» σε ένα πίνακα να ακολουθείται η κατεύθυνση από πάνω προς τα κάτω και στη συνέχεια από αριστερά προς τα δεξιά.

Η εφαρμογή διαθέτει προσυμπληρωμένες τιμές, ώστε να μπορεί να υπολογίσει ένα θεωρητικό έργο και να μπορέσει να δει ο χρήστης τις δυνατότητές της, χωρίς να χρειάζεται να συμπληρώσει με δικά του νούμερα εξαρχής. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αρχικά δεδομένα που έχει το πρόγραμμα δεν είναι απολύτως ακριβή καθώς ορισμένα στοιχεία (κυρίως κόστη) δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό.

Στην εφαρμογή ως σύνολο έχει γίνει η προσπάθεια κάθε αρχικό δεδομένο που ζητάτε απ' τον χρήστη να είναι τοποθετημένο στη σωστή θεματική του ενότητα (tab) (είτε υπό την μορφή υπό-ενότητας (sub-tab) είτε υπό την μορφή παραθύρου το οποίο εμφανίζεται με το πάτημα του αντίστοιχου κουμπιού του, με τίτλο «μεταβλητές») για να έχει ο χρήστης μια αίσθηση για τους αρχικούς, τουλάχιστον, υπολογισμούς που απαιτούν τα εκάστοτε αρχικά δεδομένα. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κάποια δεδομένα που έχουν συχνή και ευρεία χρήση, τα

οποία και ζητούνται απ' τον χρήστη στην εισαγωγική ενότητα, όπως θα δούμε ακολούθως.

Είναι σημαντικό να τηρούνται οι μονάδες που ζητούνται σε κάθε πεδίο (δεξιά από κάθε πεδίο υπάρχει υπόδειξη μονάδας, όταν χρειάζεται) καθώς οι μετατροπές που γίνονται στους υπολογισμούς θα επηρεαστούν δραματικά από λάθος καταχώρηση μεγέθους (π.χ. μέτρα αντί για χιλιόμετρα).

Η εφαρμογή είναι δομημένη έτσι ώστε τα κελιά των υπολογισμών να μην μπορούν να λάβουν τιμές από τον χρήστη. Παρ' όλα αυτά, για να είναι ξεκάθαρο ποια κελιά μπορεί να επηρεάσει ο χρήστης, αυτά έχουν χρωματιστεί με κόκκινο χρώμα (εκτός από την περίπτωση των πινάκων που καλούνται από το πάτημα του κουμπιού «μεταβλητές»), ώστε ο χρήστης να μην μπει σε διαδικασία να αξιολογήσει εάν το κελί που βλέπει είναι προς συμπλήρωση ή όχι.

5.2. Αρχικά Δεδομένα

Η πρώτη ενότητα στοιχείων χωρίζεται σε δύο υπό-ενότητες και περιλαμβάνει κάποια δεδομένα που έχουν ευρεία και πολυεπίπεδη χρήση στην εφαρμογή.

1. Γενικές Διαστάσεις		2. Στοιχεία Μετώπου	
Μήκος κοιτάσματος	<input type="text" value="500"/> (m)	Ειδικό Βάρος πετρώματος	<input type="text" value="2,6"/> (tn/m3)
Πλάτος κοιτάσματος	<input type="text" value="250"/> (m)	Ειδικό Βάρος Υπερκείμενου Πετρώματος	<input type="text" value="2,6"/> (tn/m3)
Πάχος Κοιτάσματος	<input type="text" value="6"/> (m)	Συντίσσης επιπλήσματος	<input type="text" value="1,3"/>
Βάθος εντοπισμού κοιτάσματος	<input type="text" value="150"/> (m)	Αριθμός Μετώπων	<input type="text" value="6"/>
		Μήκος διατηρημάτων	<input type="text" value="3"/> (m)
		Προχώρηση στο μέτωπο	<input type="text" value="2,8"/> (m)

Εικόνα 5.1. Οδηγός συμπλήρωσης – ενότητες εφαρμογής

5.2.1. Γεωμετρικά και γεωτεχνικά στοιχεία κοιτάσματος

Στην πρώτη υπό-ενότητα ο χρήστης καλείται να δώσει στοιχεία για τις γενικές διαστάσεις του κοιτάσματος και κάποια στοιχεία σχετικά με το πέτρωμα και τα διατρήματα στο μέτωπο.

Στον πρώτο πίνακα είναι σημαντικό να δοθούν με προσοχή τα γεωμετρικά στοιχεία του κοιτάσματος, καθώς αυτά θα καθορίσουν επιφάνεια και όγκο εκμετάλλευσης και τελικά τα συνολικά αποθέματα. Το βάθος εντοπισμού του κοιτάσματος παίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό της μεθόδου θαλάμων και στύλων στο ομώνυμο φύλλο.

Στον δεύτερο πίνακα ζητείται:

- ❑ Το ειδικό βάρος του προς εξόρυξη πετρώματος: σημαντική παράμετρος για πληθώρα υπολογισμών της εφαρμογής όπως η μετατροπή όγκου σε βάρος καθώς και των τιμών που εξαρτώνται από αυτή τη μετατροπή (παραγωγή μεταλλεύματος).
- ❑ Το ειδικό βάρος του υπερκείμενου πετρώματος: το περιβάλλον πέτρωμα παίζει σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό της ασκούμενης τάσης στους στύλους.
- ❑ Συντελεστής επιπλήσματος: σημαντικός για τον υπολογισμό του πραγματικού όγκου διαρρηγμένου μεταλλεύματος.
- ❑ Αριθμός μετώπων: ο ακριβής αριθμός μετώπων τα οποία, στη διάρκεια της ημέρας, «υφίστανται» το σύνολο των εργασιών (από διάτρηση έως υποστήριξη).
- ❑ Μήκος διατρημάτων: το ακριβές μήκος της διάτρησης του μετώπου για τη γόμωση.
- ❑ Προχώρηση στο μέτωπο: με δεδομένο ότι η 100% επιτυχία της ανατίναξης (στην περίπτωσή μας τα 3 μέτρα) δεν είναι εξασφαλισμένη, ζητείται το τελικό μήκος (σε σχέση με το μήκος των διατρημάτων) που προχωρήσαμε μέσα στο κοίτασμα.

Γεωμετρικά και Γεωτεχνικά Στοιχεία Κοιτάσματος				Χρόνοι - Ταχύτητες - Αποστάσεις	
1. Γενικές Διαστάσεις		2. Στοιχεία Μετώπου			
Μήκος κοιτάσματος	<input type="text" value="500"/> (m)	Ειδικό Βάρος πετρώματος	<input type="text" value="2,6"/> (tn/m ³)		
Πλάτος κοιτάσματος	<input type="text" value="250"/> (m)	Ειδικό Βάρος Υπερκείμενου Πετρώματος	<input type="text" value="2,6"/> (tn/m ³)		
Πάχος Κοιτάσματος	<input type="text" value="6"/> (m)	Συντελεστής επιπλήσματος	<input type="text" value="1,3"/>		
Βάθος εντοπισμού κοιτάσματος	<input type="text" value="150"/> (m)	Αριθμός Μετώπων	<input type="text" value="6"/>		
		Μήκος διατηρημάτων	<input type="text" value="3"/> (m)		
		Προχώρηση στο μέτωπο	<input type="text" value="2,8"/> (m)		

Εικόνα 5.2. Οδηγός συμπλήρωσης – Αρχικά Δεδομένα - γεωμετρικά και γεωτεχνικά στοιχεία κοιτάσματος

5.2.2. Χρόνοι – ταχύτητες – αποστάσεις

Σε αυτή την υπό-ενότητα ζητούνται τα εξής:

Χρόνος:

- ❑ **Μέγιστος χρόνος εργασίας στα υπόγεια:** είναι ο ακριβής χρόνος που θα εργαστεί υπογείως ο εργάτης – χειριστής μηχανήματος.
- ❑ **Χρόνος ξεσκαρώματος:** όπως θα γίνει ξεκάθαρο ακολούθως οι χρόνοι εργασιών των μηχανημάτων υπολογίζονται με βάση της επί μέρους μοναδιαίες κινήσεις-εργασίες του εκάστοτε μηχανήματος. Ωστόσο στην περίπτωση του ξεσκαρωτή δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, γι' αυτό ζητάτε από τον χρήστη ο συνολικός χρόνος εργασίας του μηχανήματος.
- ❑ **Χρόνος ξεκαπνίσματος:** ο ακριβής χρόνος που υπολογίζεται ότι θα «περιμένουμε» μετά την ανατίναξη, για την απαγωγή των αερίων από τη θέση εργασίας.
- ❑ **Σπαστήρας – τριβείο (χρόνος λειτουργίας):** ο χρόνος που θα είναι σε λειτουργία ο σπαστήρας (εάν αυτός υπάρχει – είναι απαραίτητος) σε ημερήσια βάση.

Για τον πίνακα 2. Μέση ταχύτητα μηχανημάτων ζητείτε μια μέση ταχύτητα κίνησης για κάθε μηχανήμα ξεχωριστά για να γίνει ένας υπολογισμός του μέσου χρόνου που απαιτείται για την κίνηση του από μέτωπο σε μέτωπο υπογείως.

Τέλος στον πίνακα 3. Αποστάσεις ζητείται μια μέση απόσταση μετώπων η οποία έχει να κάνει με την απόσταση που χρειάζεται να διανύσει το εκάστοτε μηχάνημα για να προχωρήσει σε επόμενο μέτωπο.

Κοστολόγιο					
Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Γεωμετρικά και Γεωτεχνικά Στοιχεία Κοπάσματος		Χρόνοι - Ταχύτητες - Αποστάσεις			
1. Χρόνος		2. Μέση Ταχύτητα Μηχανημάτων			
Μέγιστος χρόνος εργασίας στα υπόγεια	<input type="text" value="7"/> (hr)	Μέση ταχύτητα κίνησης jumbo διάτρησης	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)
Χρόνος ξεσκαρώματος	<input type="text" value="30"/> (min)	Μέση ταχύτητα κίνησης πλατφόρμας γάμωσης	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)
Χρόνος ξεκαπνίσματος	<input type="text" value="20"/> (min)	Μέση ταχύτητα κίνησης LHD	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)
Σπαστήρας - τριβείο (χρόνος λειτουργίας)	<input type="text" value="16"/> (min)	Μέση ταχύτητα κίνησης minetruck	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)
3. Αποστάσεις		Μέση ταχύτητα κίνησης scaler	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)
Μέση απόσταση μετώπων	<input type="text" value="0,5"/> (Km)	Μέση ταχύτητα κίνησης jumbo κοχλίωσης	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value=""/>	(km/hr)

Εικόνα 5.3. Οδηγός συμπλήρωσης – Αρχικά Δεδομένα - Χρόνοι / ταχύτητες / αποστάσεις

5.3. Θάλαμοι και στύλοι

Σε αυτή την ενότητα θα υπολογιστούν σχεδιαστικοί παράμετροι της μεθόδου θαλάμων και στύλων (με βάση την θεωρία της εργασίας, κεφάλαιο 2). Η λογική αυτής της ενότητας είναι ότι οι διαστάσεις που δίνει ο χρήστης εισαγωγικά θα αξιολογηθούν μέσα απ' το τυπολόγιο και μέσω δοκιμής – λάθους ο χρήστης θα δει πια είναι τα αποδεκτά όρια σχεδιασμού του.

5.3.1. Στοιχεία θαλάμων και στύλων

Στην πρώτη υπό-ενότητα ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει κάποιες παραμέτρους για την εκτέλεση των υπολογισμών στις επόμενες υπό-ενότητες:

- ❑ Πλάτος στύλου: το ακριβές πλάτος των στύλων που θέλει να αφήσει στο κοίτασμά του (για υποστηρικτικούς λόγους).
- ❑ Πλάτος θαλάμου: το ακριβές πλάτος που θέλει ο χρήστης να έχει ο θάλαμός του μέσα στο κοίτασμα.

- ❑ Ύψος στύλου: το ακριβές ύψος στύλου(αν αυτό ταυτίζεται με το πάχος του κοιτάσματος τότε ο χρήστης πρέπει να δώσει πάλι το ίδιο νούμερο στο συγκεκριμένο κελί).
- ❑ UCS: η τιμή αυτή αφορά την αντοχή του πετρώματος σε μονοαξονική θλίψη (όχι η εργαστηριακή τιμή K).
- ❑ Συντελεστής ασφαλείας F_t : ο συντελεστής ασφαλείας F_t λαμβάνει τιμή από 4 έως 8 και αφορά μόνο τον υπολογισμό του πλάτους θαλάμου.
- ❑ Αντοχή πετρώματος σε εφελκυσμό: η ακριβής αντοχή του πετρώματος σε εφελκυσμό για τον υπολογισμό του κατάλληλου πλάτους θαλάμου.
- ❑ Πάχος στρώσης: το ακριβές πάχος της στρώσης του πετρώματος οροφής.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων		Ασκούμενη Τάση	Αντοχή SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου
Πλάτος στύλου (W_p)	<input type="text" value="8"/> (m)	UCS <input type="text" value="70"/> (Mpa)	Συντ/στης Ασφάλειας (F_t)	<input type="text" value="8"/>	
Πλάτος θαλάμου (W_r)	<input type="text" value="10"/> (m)		Αντοχή πετρώματος σε εφελκυσμό	<input type="text" value="5,5"/> (Mpa)	
Ύψος στύλου (H_p)	<input type="text" value="6"/> (m)		Πάχος στρώσης (t)	<input type="text" value="2"/> (m)	

Εικόνα 5.4. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων

5.3.2. Ασκούμενη τάση

Αυτή είναι η πρώτη υπολογιστική υπό-ενότητα της εφαρμογής. Σε αυτήν υπολογίζεται η ασκούμενη τάση στο πέτρωμα σ_p (του στύλου). Κατ' εφαρμογή του τύπου υπολογισμού της ασκούμενης τάσης υπολογίζονται κατά σειρά:

- ❑ Το εμβαδό του στύλου: η επιφάνεια που καλύπτει ένας στύλος
- ❑ Το εμβαδό του θαλάμου: η επιφάνεια που καλύπτει ένας θάλαμος
- ❑ Συνολικό εμβαδό συνεισφέρουσας επιφάνειας: η επιφάνεια που καταλαμβάνουν συνδυαστικά οι δύο προηγούμενες τιμές
- ❑ Κατακόρυφη τάση υπερκειμένων: η τάση που ασκεί το υπερκείμενο πέτρωμα (με βάση το ειδικό του βάρος και το βάθος εντοπισμού του)
- ❑ Ασκούμενη τάση στο στύλο: Το τελικό ζητούμενο μας, η τάση που δέχεται ο εκάστοτε στύλος.

Κοστολόγιο		Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων		Ασκούμενη Τάση	Αντοχή	SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου	
Εμβαδό Στύλου (A _p)	<input type="text"/>	(m ²)					
Εμβαδό θαλάμου (A _R)	<input type="text"/>	(m ²)					
Συνολικό εμβαδό Συνεισφέρουσας επιφάνειας (A _t)	<input type="text"/>	(m ²)					
Κατακόρυφη τάση υπερκειμένων (S _v)	<input type="text"/>	(Mpa)					
Ασκούμενη τάση στο στύλο (σ _p)	<input type="text"/>	(Mpa)					
							<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Εικόνα 5.5. Οδηγός συμπλήρωσης - θάλαμοι και στύλοι – Ασκούμενη Τάση

5.3.3. Αντοχή

Σε αυτή τη δεύτερη υπολογιστική υπό-ενότητα, υπολογίζεται η αντοχή του στύλου C_p με χρήση 6 επιλεγμένων υπολογιστικών τύπων με διαφορετικά όρια συντελεστών ασφαλείας (οι τύποι αυτοί έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 2. σχεδιασμός στύλων).

Κοστολόγιο		Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων		Ασκούμενη Τάση	Αντοχή	SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου	
i) Holland and Gaddy							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)		SF > 1,8			
ii) Salamon and Munro							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)		SF > 1,6			
iii) Hedley and Grant							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)		SF > 1,6			
iv) Bieniawski							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)		SF > 2			
v) Obert and Duval							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)		SF > 2			
vi) Esterhuizen							
Αντοχή στύλου C_p	<input type="text"/>	(Mpa)					<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Εικόνα 5.6. Οδηγός συμπλήρωσης - θάλαμοι και στύλοι – Αντοχή

5.3.4. Συντελεστής ασφαλείας SF

Σε αυτή την υπολογιστική υπό-ενότητα υπολογίζεται, για κάθε ένα από τους προαναφερθέντες τύπους υπολογισμού της αντοχής C_p , ο συντελεστής

ασφαλείας. Επιπλέον, με βάση το κατώτερο αποδεκτό όριο του συντελεστή ασφαλείας για κάθε υπολογιστικό τύπου της αντοχής (όπως φαίνεται στην προηγούμενη υπό-ενότητα), αναγράφεται δίπλα από τον υπολογισμό του συντελεστή ασφαλείας εάν είναι αποδεκτός ή όχι.

Κοστολόγιο						
Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους	
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων	Ασκούμενη Τάση	Αντοχή	SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου	
i) Holland and Gaddy Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
ii) Salamon and Munro Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
iii) Hedley and Grant Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
iv) Bieniawski Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
v) Obert and Duval Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
vi) Esterhuizen Συντελεστής Ασφαλείας (F)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Εικόνα 5.7. Οδηγός συμπλήρωσης - Θάλαμοι και στύλοι – Συντελεστής ασφαλείας SF

5.3.5. Απόληψη

Σε αυτή την υπό-ενότητα, με βάση την διαστασιολόγηση των θαλάμων και στύλων, έχουμε τον υπολογισμό της απόληψης του κοιτάσματος R.

Κοστολόγιο						
Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους	
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων	Ασκούμενη Τάση	Αντοχή	SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου	
Απόληψη (R)	<input type="text"/>					<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Εικόνα 5.8. Οδηγός συμπλήρωσης – Θάλαμοι και στύλοι – Απόληψη

5.3.6. Πλάτος Θαλάμου

Στην τελευταία υπό-ενότητα υπολογίζεται (με μια στρογγυλοποίηση στο 2^ο δεκαδικό) το πλάτος του θαλάμου.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων	Ασκούμενη Τάση	Αντοχή SF	Απόληψη	Πλάτος Θαλάμου	

ειδικό βάρος του πετρώματος οροφής (tn/m³)

Διαστάσεις θαλάμου (L) (m)

Εικόνα 5.9. Οδηγός συμπλήρωσης – Θάλαμοι και στύλοι – Πλάτος θαλάμου

5.4. Στοιχεία Υπόγειου Χώρου

Στην ενότητα «Στοιχεία Υπόγειου Χώρου», ζητούνται και υπολογίζονται πολλές παράμετροι των εργασιών κάθε μηχανήματος με τελικό σκοπό να λάβει ο χρήστης στοιχεία για τους χρόνους των εργασιών του κάθε μηχανήματος καθώς και κάποια στοιχεία επιφανειών και όγκων του κοιτάσματος και στοιχεία της παραγωγής.

5.4.1. Στοιχεία εργασιών στα Υπόγεια

Στην πρώτη υπό-ενότητα ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει κάποια στοιχεία για τους υπολογισμούς των επόμενων υπό-ενοτήτων. Τα στοιχεία αυτά είναι:

Διάτρηση:

- ❑ Αριθμός διατρημάτων στο μέτωπο: Αναλόγως τις διαστάσεις του μετώπου και την σκληρότητα του εξορυσσόμενου πετρώματος επιλέγεται ο κατάλληλος αριθμός διατρημάτων για το μέτωπό μας.
- ❑ Αριθμός διατρημάτων προς γόμωση: Σε σχέση με την προηγούμενη μεταβλητή και αναλόγως το σχέδιο ανατίναξης που έχει ο χρήστης, επιλέγει το σύνολο των διατρημάτων που θα γομωθούν. Τα υπόλοιπα μένουν κενά και χρησιμεύουν ως ελεύθερη επιφάνεια. Στη συγκεκριμένη τιμή έχει υπολογιστεί μια προτεινόμενη τιμή, σε περίπτωση που ο χρήστης θέλει να προχωρήσει το παράδειγμα που είναι προσυμπληρωμένο.

Φόρτωση – μεταφορά:

- ❑ Bucket fill factor: είναι το ποσοστό (σε αυτή την περίπτωση δεν το γράφουμε υπό μορφή ποσοστού, αλλά υπό μορφή δεκαδικού. Δηλαδή, όχι 85% αλλά 0,85) της χωρητικότητας υπερπλήρωσης του κάδου του φορτωτή (LHD) που πράγματι πληρώνεται σε κάθε κύκλο φόρτωσης. (Μιχαλακόπουλος & Παναγιώτου, 2004)
- ❑ Χωρητικότητα κάδου LHD: η ονομαστική χωρητικότητα του κάδου του ελαστικοφόρου φορτωτή μας (LHD) σε κυβικά μέτρα (m³).
- ❑ Χωρητικότητα minetruck: η ονομαστική βάρος που μπορεί να δεχθεί ο κάδος του φορτηγού υπογείων (minetruck) σε τόνους (tn).

Υποστήριξη:

- ❑ Μήκος διατρημάτων: το ακριβές μήκος των διατρημάτων που ορύσσονται για την υποστήριξη του υπόγειου χώρου.
- ❑ Αριθμός κοχλιών ανά βήμα προχώρησης: ο ακριβής αριθμός των απαιτούμενων κοχλιών για την υποστήριξη του υπόγειου χώρου μετά από κάθε ανατίναξη στο εκάστοτε μέτωπο (η ανατίναξη συνεπάγεται κάποια μέτρα προχώρησης τα οποία συνεπάγονται το βήμα της προχώρησης).

Κοστολόγιο					
Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια	Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	Γενικές Διαστάσεις	Παραγωγή	Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών	
Στοιχεία εργασιών στα υπόγεια					
i) Διάτρηση					
Αριθμός διατρημάτων στο μέτωπο	<input type="text" value="80"/>	iii) Υποστήριξη			
Αριθμός διατρημάτων προς γόμωση	<input type="text"/>	Πρόταση	Μήκος διατρημάτων	<input type="text" value="2,3"/>	
			αριθμός κοχλιών ανά βήμα προχώρησης	<input type="text" value="14"/>	
ii) Φόρτωση - Μεταφορά					
bucket fill factor	<input type="text" value="0,85"/>				
Χωρητικότητα κάδου LHD	<input type="text" value="3,27"/>	(m ³)			
Χωρητικότητα κάδου minetruck	<input type="text" value="21"/>	(tn)			

Εικόνα 5.10. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου – Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια

5.4.2. Χρόνοι επί μέρους εργασιών

Στην δεύτερη υπό-ενότητα, ζητούνται πάλι δεδομένα από τον χρήστη, αυτή τη φορά σχετικά με τον χρόνο εκτέλεσης επί μέρους εργασιών των μηχανημάτων. Έτσι έχουμε:

Διάτρηση:

- ❑ Ταχύτητα διάτρησης: η ακριβής ταχύτητα όπου το φορείο διάτρησης, «τρυπάει» ανά λεπτό.
- ❑ Αριθμός βραχιόνων jumbo διάτρησης: το πόσες «μπούμες» (βραχίονες) φέρει το φορείο διάτρησης.
- ❑ Repositioning διατρητικού: πόση ώρα χρειάζεται το διατρητικό φορείο για να αλλάξει θέση εργασίας, δηλαδή, να περάσει στην επόμενη θέση όπου θα διατρήσει (στο επόμενο διάτρημα του σχεδίου διάτρησης).

Γόμωση:

- ❑ Αριθμός γομωτών: ο αριθμός των γομωτών που εργάζονται σε κάθε μέτωπο για να περατώσουν την γόμωση.
- ❑ Χρόνος τοποθέτησης ζελατ/τιδας: πόσα λεπτά χρειάζεται ένας γομωτής για να τοποθετήσει τη ζελατινοδυναμίτιδα μέσα στο διάτρημα.
- ❑ Χρόνος τοποθέτησης ANFO: πόσα λεπτά χρειάζεται ένας γομωτής για να τοποθετήσει το ANFO μέσα στο διάτρημα.
- ❑ Χρόνος τοποθέτησης ηλεκτρικών καψυλλίων: πόσα λεπτά χρειάζεται ένας γομωτής για να συνδέσει ένα ηλεκτρικό καψύλλιο σε ένα διάτρημα.
- ❑ Χρόνος ελέγχου – βραχυκύκλωσης: πόσα λεπτά χρειάζονται οι δύο γομωτές για να ελέγξουν την συνδεσμολογία και να πραγματοποιήσουν τη γείωση.

Φόρτωση – Μεταφορά:

- ❑ Πλήρωση κουβαδιάς LHD: πόσα δευτερόλεπτα απαιτούνται για να γεμίσει η κουβαδιά του ελαστικοφόρου φορτωτή.
- ❑ Περιστροφή LHD έμφορτου: πόσα δευτερόλεπτα απαιτούνται για να περιστραφεί ο ελαστικοφόρος φορτωτής από τη θέση όπου φορτώνει υλικό, στην θέση όπου βρίσκεται το φορτηγό υπογείων.
- ❑ Εκκένωση κάδου LHD: πόσα δευτερόλεπτα χρειάζεται ο ελαστικοφόρος φορτωτής για να αδειάσει την κουβαδιά του στην καρότσα του φορτηγού υπογείων.
- ❑ Περιστροφή LHD κενού: πόσα δευτερόλεπτα απαιτούνται για να περιστραφεί ο ελαστικοφόρος φορτωτής από τη θέση όπου βρίσκεται το φορτηγό υπογείων, στην θέση όπου θα φορτώσει υλικό.

- ❑ Ταχύτητα minetruck, έμφορτου: η ταχύτητα (σε km/hr) του φορτηγού υπογείων με την οποία θα κινηθεί έμφορτο προς τη θέση απόθεσης του μεταλλεύματος.
- ❑ Απόσταση μέχρι την απόθεση: η μέση απόσταση που διανύει ένα φορτηγό υπογείων από το σημείο φόρτωσης του μεταλλεύματος μέχρι το σημείο απόθεσής του.
- ❑ Ταχύτητα minetruck, άδειο: η ταχύτητα (σε km/hr) του φορτηγού υπογείων με την οποία θα κινηθεί, άδειο, από την θέση απόθεσης του μεταλλεύματος στη θέση φόρτωσής του.
- ❑ Χρόνος ξεφορτώματος: πόσα λεπτά χρειάζεται το φορτηγό υπογείων για να αδειάσει την καρότσα του στη θέση απόθεσης.

Υποστήριξη:

- ❑ Ταχύτητα διάτρησης: η ακριβής ταχύτητα όπου το φορείο διάτρησης, «τρυπάει» ανά λεπτό.
- ❑ Αριθμός βραχιόνων: το πόσες «μπούμενες» (βραχιόνες) φέρει το φορείο κοχλίωσης.
- ❑ Χρόνος τοποθέτησης ανά κοχλία: πόσα λεπτά χρειάζεται το φορείο κοχλίωσης για να τοποθετήσει ένα κοχλία.
- ❑ Repositioning διατρητικού: πόση ώρα χρειάζεται το φορείο κοχλίωσης για να αλλάξει θέση εργασίας, δηλαδή, να περάσει στην επόμενη θέση όπου θα διατρήσει.

Κοστολόγιο		Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια		Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών		Γενικές Διαστάσεις		Παραγωγή	Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών
Χρόνοι επί μέρους εργασιών							
i) Διάτρηση	Ταχύτητα διάτρησης	<input type="text" value="2"/>	(m/min)	Πλήρωση κουβαδιάς LHD	<input type="text" value="15"/>	(sec)	
	Αριθμός Βραχιόνων jumbo διάτρησης	<input type="text" value="2"/>		Περιστροφή LHD, έμφορτου	<input type="text" value="12"/>	(sec)	
	Repositioning διατρητικού	<input type="text" value="0,5"/>	(min)	Εκκένωση κάδου LHD	<input type="text" value="7"/>	(sec)	
ii) Γόμωση	Αριθμός γομωτών	<input type="text" value="2"/>		iii) Φόρτωση - Μεταφορά	Περιστροφή LHD, κενού	<input type="text" value="9"/>	(sec)
	Χρόνος τοποθέτησης ζελαπίδας	<input type="text" value="0,5"/>	(min)	Ταχύτητα minetruck έμφορτου	<input type="text" value="10"/>	(km/hr)	
	Χρόνος τοποθέτησης ANFO	<input type="text" value="1"/>	(min)	Απόσταση μέχρι την απόθεση	<input type="text" value="550"/>	(m)	
	Χρόνος τοποθέτησης ηλεκτρικών καπυλιών	<input type="text" value="0,5"/>	(min)	Ταχύτητα minetruck, άδειο	<input type="text" value="20"/>	(km/hr)	
	Χρόνος ελέγχου - βραχυκύκλωσης	<input type="text" value="5"/>	(min)	Χρόνος ξεφορτώματος	<input type="text" value="0,5"/>	(min)	
	Χρόνος γόμωσης(ανά γομωτή)	<input type="text" value="1"/>	(min)				
iv) Υποστήριξη	Ταχύτητα διάτρησης	<input type="text" value="2"/>	(m/min)	Αριθμός βραχιόνων	<input type="text" value="1"/>		
	Χρόνος τοποθέτησης κοχλία	<input type="text" value="1,5"/>	(min)	Repositioning διατρητικού	<input type="text" value="0,5"/>	(min)	
	Repositioning διατρητικού	<input type="text" value="0,5"/>	(min)				

Εικόνα 5.11. Οδηγός συμπλήρωσης – Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών

5.4.3. Γενικές διαστάσεις

Στην παρούσα υπό-ενότητα, έχουμε τους πρώτους υπολογισμούς για αυτή την ενότητα. Υπολογίζονται στοιχεία σχετικά με επιφάνειες, όγκους, αποθέματα καθώς και ο αριθμός των υποστηρικτικών στύλων:

- ▣ Επιφάνεια στύλου: τα τετραγωνικά μέτρα (m^2) που καταλαμβάνει ένας στύλος.
- ▣ Όγκος στύλων: ο συνολικός όγκος που καταλαμβάνει ένας υποστηρικτικός στύλος (σε m^3).
- ▣ Συνολική έκταση έργου: η συνολική έκταση του κοιτάσματος (σε m^2) με βάση της αρχικές διαστάσεις που έδωσε ο χρήστης.
- ▣ Ωφέλιμη επιφάνεια: η επιφάνεια του κοιτάσματος (σε m^2) η οποία θα εξορυχθεί με βάση το ποσοστό απόληψης.
- ▣ Επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι στύλοι: η επιφάνεια (σε m^2) του κοιτάσματος που θα μείνει ανεκμετάλλευτη (στύλοι).
- ▣ Αριθμός υποστηρικτικών στύλων: ο απαιτούμενος αριθμός στύλων που υπολογίζεται ότι χρειάζονται με βάση την επιφάνεια του στύλου και την συνολική ανεκμετάλλευτη επιφάνεια.
- ▣ Διαστάσεις μετώπου: η επιφάνεια του μετώπου (σε m^2).
- ▣ Συνολικός όγκος έργου: ο όγκος του κοιτάσματος (σε m^3) με βάση τη συνολική του επιφάνεια και το πάχος του.
- ▣ Συνολικός ωφέλιμος όγκος: ο όγκος του κοιτάσματος (σε m^3) που θα εξορυχθεί με βάση την αντίστοιχη επιφάνεια και το πάχος του.
- ▣ Συνολικός όγκος στύλων: ο όγκος των υποστηρικτικών στύλων (σε m^3) του κοιτάσματος με βάση την αντίστοιχη επιφάνεια και το πάχος του κοιτάσματος.
- ▣ Συνολικά αποθέματα: τα αποθέματα που αναμένουμε να εξορυχτούν βάση του αντίστοιχου όγκου και του ειδικού βάρους του πετρώματος.
- ▣ Όγκος ανά ανατίναξη: ο όγκος πετρώματος (σε m^3) που μένει για αποκομιδή μετά την ανατίναξη του μετώπου.
- ▣ Βάτος ανατιναγμένου πετρώματος: το βάτος του πετρώματος (σε tn) που μένει προς αποκομιδή μετά την ανατίναξη του μετώπου.

Κοστολόγιο		Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια		Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	Γενικές Διαστάσεις	Παραγωγή	Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών		
Γενικές Διαστάσεις			Διαστάσεις Μετώπου	<input type="text"/>	(m2)		
Επιφάνεια στύλου	<input type="text"/>	(m2)	Συνολικός όγκος έργου	<input type="text"/>	(m3)		
Όγκος στύλων	<input type="text"/>	(m3)	Συνολικός Ωφέλιμος Όγκος	<input type="text"/>	(m3)		
Συνολική έκταση έργου	<input type="text"/>	(m2)	Συνολικός όγκος στύλων	<input type="text"/>	(m2)		
Ωφέλιμη επιφάνεια	<input type="text"/>	(m2)	Συνολικά αποθέματα	<input type="text"/>	(tn)		
Επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι στύλοι	<input type="text"/>	(m2)					
Αριθμός υποστηρικτικών στύλων	<input type="text"/>						<input type="button" value="Υπολογισμός"/>
			Όγκος ανά αναπίναξη	<input type="text"/>	(m3)		
			Βάρος αναπιναγμένου πετρώματος	<input type="text"/>	(tn)		

Εικόνα 5.12. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου – Γενικές Διαστάσεις

5.4.4. Παραγωγή

Σε αυτή την υπολογιστική υπό-ενότητα υπολογίζεται η δυναμικότητα (σε tn) σε ημερήσια, εβδομαδιαία, μηνιαία και ετήσια βάση, του έργου μας, βασισμένη στους υπολογισμούς όγκου και βάρους της προηγούμενης υπό-ενότητας.

Κοστολόγιο		Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια		Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	Γενικές Διαστάσεις	Παραγωγή	Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών		
Παραγωγή							
Ημερήσια παραγωγή	<input type="text"/>	(tn)					
Εβδομαδιαία παραγωγή	<input type="text"/>	(tn)					
Μηνιαία παραγωγή	<input type="text"/>	(tn)					
Ετήσια Παραγωγή	<input type="text"/>	(tn)					
							<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Εικόνα 5.13. Οδηγός συμπλήρωσης – Στοιχεία Υπόγειου Χώρου - Παραγωγή

5.4.5. Συνολικοί χρόνοι εργασιών

Στη τελευταία υπό – ενότητας έχουμε τον υπολογισμό διαφόρων στοιχείων σχετιζόμενων με τους χρόνους περάτωσης των εργασιών καθώς και με κάποια

άλλα διάσπαρτα στοιχεία (πάντα σχετικά με την εκτέλεση της εκάστοτε εργασίας στον πίνακα φόρτωσης – μεταφοράς.

Διάτρηση:

- ▣ Χρόνος διάτρησης μετώπου: ο καθαρός χρόνος, σε λεπτά, που χρειάζεται ένα διατρητικό για να διατρήσει ένα μέτωπο.

Γόμωση:

- ▣ Χρόνος γόμωσης μετώπου: ο καθαρός χρόνος, σε λεπτά, που χρειάζεται μια πλατφόρμα γόμωσης (μαζί με τους γομωτές) για τη γόμωση ενός μετώπου.

Φόρτωση – Μεταφορά:

- ▣ Όγκος υλικού μετά από κάθε ανατίναξη: ο όγκος που καταλαμβάνει το ανατιναγμένο υλικό σε χαλαρή μορφή (όγκος διαρρηγμένου πετρώματος > όγκος αδιάρρηκτου πετρώματος).
- ▣ Πλήρωση κάδου LHD: πόσα κυβικά μέτρα (m³) χρειάζονται για την πλήρωση της κουβαδιάς του ελαστικοφόρου φορτωτή.
- ▣ Κουβαδιές που απαιτούνται για την πλήρωση του minetruck: ο αριθμός (στρογγυλοποιημένος για να είναι ακέραιος) των φορών που πρέπει να αδειάσει ο ελαστικοφόρος φορτωτής τον κάδο του στην καρότσα του φορτηγού υπογείων για να γεμίσει πλήρως.
- ▣ Χρόνος κύκλου εργασίας LHD: ο συνολικός χρόνος που χρειάζεται ένας ελαστικοφόρος φορτωτής για να κάνει το σύνολο των «κινήσεων» του (πλήρωση κάδου, περιστροφή έμφορτος, εκκένωση κάδου, περιστροφή κενός).
- ▣ Χρόνος φόρτωσης minetruck: ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για την πλήρωση της καρότσας του φορτηγού υπογείων.
- ▣ Χρόνος κίνησης minetruck (έμφορτο): ο συνολικός χρόνος (σε λεπτά) που χρειάζεται το φορτηγό υπογείων για μεταβεί από το σημείο φόρτωσης έμφορτο στο σημείο της απόθεσης.
- ▣ Χρόνος κίνησης minetruck (άδειο): ο συνολικός χρόνος (σε λεπτά) που χρειάζεται το φορτηγό υπογείων για να μεταβεί από την θέση απόθεσης στο σημείο φόρτωσης, κενό.
- ▣ Συνολικός χρόνος ενός δρομολογίου: ο συνολικός χρόνος (σε λεπτά) που χρειάζεται ένα φορτηγό για να κάνει το σύνολο των «κινήσεων» του

(κίνηση προς το σημείο απόθεσης έμφορτο, άδειασμα καρότσας, κίνηση προς το σημείο φόρτωσης κενό).

- ▣ Αριθμός δρομολογίων για μεταφορά εξορυγμένου υλικού: ο καθαρός αριθμός (στρογγυλοποίηση στο πρώτο δεκαδικό) των δρομολογίων που πρέπει να γίνουν για τη μεταφορά όλου του ανατιναγμένου πετρώματος στο σημείο απόθεσης.
- ▣ Συνολικός χρόνος για τη μεταφορά εξορυγμένου υλικού: ο χρόνος (σε λεπτά) που απαιτείται για την μεταφορά όλου του ανατιναγμένου πετρώματος από τη θέση φόρτωσης στην θέση απόθεσης.
- ▣ Συνολικός χρόνος φόρτωσης: ο χρόνος (σε λεπτά) που απαιτείται για τη φόρτωση του ανατιναγμένου πετρώματος στα φορητά υπογείων, για την αποκομιδή του.
- ▣ Συνολικός χρόνος φόρτωσης – μεταφοράς (ανά μέτωπο): ο χρόνος (σε λεπτά) που απαιτείται για τη φόρτωση και τη μεταφορά του ανατιναγμένου πετρώματος σε ένα μέτωπο.

Υποστήριξη:

- ▣ Συνολικό μήκος διάτρησης ανά μέτωπο: τα συνολικά μέτρα που πρέπει να διατρήσει ένα φορείο κοχλίωσης για την υποστήριξη ενός μετώπου.
- ▣ Συνολικός χρόνος: ο χρόνος που απαιτείται για την προαναφερθείσα διάτρηση.
- ▣ Χρόνος κοχλίωσης: ο συνολικός χρόνος (σε λεπτά) που απαιτείται για την περαίωση της υποστήριξης ενός μετώπου.

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια		Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	Γενικές Διαστάσεις	Παραγωγή	Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών
1. Διάτρηση		3. Φόρτωση - Μεταφορά			
Χρόνος διάτρησης μετώπου	<input type="text"/> (min)	όγκος υλικού μετά από κάθε αναπίναξη	<input type="text"/> (m3)		
2. Γόμωση		Πλήρωση κάδου LHD	<input type="text"/> (m3)		
Χρόνος γόμωσης μετώπου	<input type="text"/> (min)	κουβαδιές που απαιτούνται για την πλήρωση του minetruck	<input type="text"/>		
4. Υποστήριξη		Χρόνος κύκλου εργασίας LHD	<input type="text"/> (min)		
Συνολικό μήκος διάτρησης ανά μέτωπο	<input type="text"/> (min)	Χρόνος φόρτωσης minetruck	<input type="text"/> (min)		
Συνολικός χρόνος	<input type="text"/> (min)	Χρόνος κίνησης minetruck (έμφορτο)	<input type="text"/> (min)		
Χρόνος κοχλίωσης	<input type="text"/> (min)	Χρόνος κίνησης minetruck (άδειο)	<input type="text"/> (min)		
<input type="button" value="Υπολογισμός"/>		Συνολικός χρόνος ενός δρομολογίου	<input type="text"/> (min)		
		Αριθμός δρομολογίων για μεταφορά εξορυγμένου υλικού	<input type="text"/>		
		Συνολικός χρόνος για μεταφορά εξορυγμένου υλικού	<input type="text"/> (min)		
		Συνολικός χρόνος φόρτωσης	<input type="text"/> (min)		
		Συνολικός χρόνος φόρτωσης μεταφοράς (ανά μέτωπο)	<input type="text"/> (min)		

Εικόνα 5.14. Οδηγός συμπλήρωσης - Στοιχεία Υπόγειου Χώρου – Συνολικοί Χρόνοι Εργασιών

5.5. Κύκλος Εργασιών

Σε αυτή την ενότητα υπολογίζονται στοιχεία σχετικά με τις βάρδιες του έργου και σχετικά με τη βελτιστοποίηση ορισμένων παραμέτρων του.

5.5.1. Χρόνοι Εργασιών

Σε αυτή την υπό-ενότητα συγκεντρώνονται οι χρόνοι των εργασιών κάθε μηχανήματος καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος εκτέλεσης των εργασιών σε όλα τα μέτωπα, σε λεπτά και ώρες.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα **Θάλαμοι και Στύλοι** **Στοιχεία Υπόγειου Χώρου** **Κύκλος Εργασιών** **Πίνακες Τιμών** **Ανάλυση Κόστους**

Χρόνοι Εργασιών **Υπολογισμός Μετώπων**

<p>Διάτρηση</p> <p>Χρόνος διάτρησης ενός μετώπου <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος διάτρησης συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p> <p>Γόμωση</p> <p>Χρόνος γόμωσης ενός μετώπου <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος γόμωσης συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p> <p>Φόρτωση</p> <p>Χρόνος φόρτωσης για ένα μέτωπο <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος φόρτωσης συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p> <p>Μεταφορά</p> <p>Χρόνος μεταφοράς για ένα μέτωπο <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος μεταφοράς συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p>	<p>Ξεσκάρωμα</p> <p>Χρόνος ξεσκάρωματος ενός μετώπου <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος ξεσκάρωματος συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p> <p>Υποστήριξη οροφής</p> <p>Χρόνος υποστήριξης ενός μετώπου <input type="text"/> (min)</p> <p>Χρόνος υποστήριξης συνόλου μετώπων <input type="text"/> (min) <input type="text"/> (hr)</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Υπολογισμός"/></p>
--	---

Εικόνα 5.15. Οδηγός συμπλήρωσης - Κύκλος Εργασιών – Χρόνοι Εργασιών

5.5.2. Υπολογισμός Μετώπων (βελτιστοποίηση)

Σε αυτή την υπό-ενότητα υπολογίζεται μια σειρά παραμέτρων που οδηγούν στην βελτιστοποίηση της επιλογής του κατάλληλου αριθμού μετώπων:

- ❑ Χρόνος που απαιτείται για τη μετακίνηση από μέτωπο σε μέτωπο: ο καθαρός χρόνος (σε λεπτά) που χρειάζεται το κάθε μηχάνημα για να μεταβεί από το ένα μέτωπο εργασίας στο επόμενο.
- ❑ Χρόνος που απαιτείται για τη μοναδιαία εργασία (για 1 μηχάνημα) στο σύνολο των μετώπων: ο καθαρός χρόνος (σε λεπτά) που χρειάζεται ένα μηχάνημα (από κάθε ξεχωριστή εργασία) για την εξυπηρέτηση όλων των μετώπων.
- ❑ Χρόνος που απαιτείται για τη μοναδιαία εργασία (για το σύνολο των μηχανημάτων) στο σύνολο των μετώπων: το σύνολο του καθαρού χρόνου (σε λεπτά) που χρειάζεται το σύνολο των μηχανημάτων (από κάθε ξεχωριστή εργασία) για την εξυπηρέτηση όλων των μετώπων.
- ❑ Συνολικός αριθμός μετώπων που απασχολεί σε μια βάρδια ένα μηχάνημα: μιλάμε ουσιαστικά για τη δυναμικότητα ενός μηχανήματος σε μια βάρδια (π.χ. ένα διατρητικό εξυπηρετεί 4 μέτωπα).

- ▣ Συνολικός αριθμός μετώπων που απασχολεί σε μια βάρδια το σύνολο των μηχανημάτων: η δυναμικότητα που έχει το σύνολο των μηχανημάτων, που διατίθενται για κάθε εργασία, στη διάρκεια της βάρδιας (π.χ. εάν έχουμε δύο διατρητικά φορεία η δυναμικότητα είναι 8 μέτωπα).
- ▣ Minimum μετώπων που μπορεί να απασχολήσει το σύνολο των μηχανημάτων (βελτιστοποίηση μετώπων): σε αυτό τον υπολογισμό μας δίνεται ως αποτέλεσμα ο καθαρός αριθμός (με βάση τον παραπάνω πίνακα) των μετώπων που μπορούν να υποστούν όλο τον κύκλο εργασιών (διάτρηση, γόμωση, ανατίναξη, ξεκάπνισμα, φόρτωση, μεταφορά, ξεσκάρωμα και υποστήριξη) σε μια ημέρα.

Τέλος υπάρχει άλλος ένας υπολογισμός, η βελτιστοποίηση του αριθμού φορηγών υπογείων, ο οποίος με βάση τους χρόνους εργασιών του φορτωτή και του φορηγού, υπολογίζει την ιδανική σχέση φορτωτή – φορηγού και την προσαρμόζει στους διαθέσιμους φορτωτές. Π.χ. στο προσυμπληρωμένο παράδειγμα της εφαρμογής η ιδανική σχέση που υπολογίζεται είναι 1-3, δηλαδή τρία φορηγά για ένα φορτωτή. Επομένως το τελικό νούμερο που δίνεται στον υπολογισμό είναι το έξι (6). Δηλαδή η εφαρμογή υπολογίζει ότι με την ύπαρξη 6 φορηγών υπογείων για δύο φορτωτές έχουμε ιδανική αναλογία και ροή εργασιών.

Κοστολόγιο

[Αρχικά Δεδομένα](#)
[Θάλαμοι και Στύλοι](#)
[Στοιχεία Υπόγειου Χώρου](#)
[Κύκλος Εργασιών](#)
[Πίνακες Τιμών](#)
[Ανάλυση Κόστους](#)

[Χρόνοι Εργασιών](#)
[Υπολογισμός Μετώπων](#)

Υπολογισμός Μετώπων

	Διατηρητικό	Πλατφόρμα Γόμωσης	LHD	minetruck	Scaler	Jumbo Κοχλίωσης	
Χρόνος που απαιτείται για τη μετακίνηση από μέτωπο σε μέτωπο	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(min)
Χρόνος που απαιτείται για την μοναδιαία εργασία (για 1 μηχανήμα) στο σύνολο των μετώπων	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(min)
Συνολικός αριθμός μετώπων που απασχολεί σε μια βάρδια ένα μηχανήμα	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
minimum Μετώπων που μπορεί να απασχολήσει το σύνολο των μηχανημάτων	<input type="text"/>	Ελάχιστα Μέτωπα		Κατανομή Μετώπων			
Βελτιστοποίηση αριθμού φορτηγών υπογείων	<input type="text"/>						

Εικόνα 5.16. Οδηγός συμπλήρωσης - Κύκλος Εργασιών – Υπολογισμός Μετώπων

5.6. Πίνακες Τιμών

Στην ενότητα πίνακες τιμών, υπολογίζονται διάφορα κόστη εξοπλισμού και ανταλλακτικών με βάση στοιχεία που ζητούνται απ' τον χρήστη.

5.6.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός

Στην παρούσα υπό-ενότητα υπολογίζεται το συνολικό κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού που έχει επιλέξει ο χρήστης. Για την εισαγωγή του κόστους του εκάστοτε μηχανήματος ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί «μεταβλητές», το οποίο θα εμφανίσει τον πίνακα δεδομένων για να συμπληρώσει ο χρήστης (ο πίνακας είναι προσυμπληρωμένος για το παράδειγμα της εφαρμογής μας και γι' αυτό μπορούν να εκτελεστούν οι υπολογισμοί χωρίς να συμπληρωθεί εκ νέου ο πίνακας των δεδομένων απ' τον χρήστη).

Μηχανολογικός εξοπλισμό

Μηχανολογικός Εξοπλισμός	Πλήθος	Κόστος αγοράς	
jumbo διάτρησης	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="400000"/>	(€)
πλατφόρμα γόμωσης	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="70000"/>	(€)
LHD	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="450000"/>	(€)
minetruck	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="450000"/>	(€)
scaler (ξεσκαρωτής)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="10000"/>	(€)
jumbo κοχλίωσης	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="30000"/>	(€)
Μπετονιέρα	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="100000"/>	(€)
crusher (σπαστήρας-τριβείο)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="90000"/>	(€)
Μονάδα παραγωγής σκυροδέματος	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="120000"/>	(€)
εκτοξευτής σκυροδέματος	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="250000"/>	(€)

Αποδοχή

Εικόνα 5.17.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μηχανολογικός Εξοπλισμός (μεταβλητές)

Στη συνέχεια ο χρήστης υπολογίζει με το πάτημα του κουμπιού «υπολογισμός» τα συνολικά κόστη του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά	Αερισμός	Μισθολόγιο	Κόστος Καυσίμου	Συνολικά Κόστη
Μηχανολογικός εξοπλισμός	Συνολικό κόστος (€)		<input type="text" value="Μεταβλητές"/>		
jumbo διάτρησης	<input type="text"/>				
πλατφόρμα γόμωσης	<input type="text"/>				
LHD	<input type="text"/>				
minetruck	<input type="text"/>				
scaler (ξεσκαρωτής)	<input type="text"/>				
jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/>				
Μπετονιέρα	<input type="text"/>				
crusher (σπαστήρας-τριβείο)	<input type="text"/>			<input type="text" value="Υπολογισμός"/>	
Μονάδα παραγωγής σκυροδέματος	<input type="text"/>				
εκτοξευτής σκυροδέματος	<input type="text"/>				
Σύνολο	<input type="text"/>				

Εικόνα 5.18.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μηχανολογικός Εξοπλισμός

5.6.2. Εκρηκτικές ύλες – Ανταλλακτικά

Σε αυτή την υπό-ενότητα εξετάζουμε τα συνολικά κόστη από τις εκρηκτικές ύλες και τα ανταλλακτικά που απαιτούνται για το διατηρητικό φορείο και το φορείο κοχλίωσης.

Για την εισαγωγή των απαραίτητων, για τους υπολογισμούς, μεταβλητών ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί «μεταβλητές», το οποίο θα εμφανίσει μια καρτέλα με τις ζητούμενες μεταβλητές. Όπως και στην προηγούμενη ενότητα, η καρτέλα είναι συμπληρωμένη (ώστε να εκτελεστεί το παράδειγμα που υπάρχει στην εφαρμογή). Πιο αναλυτικά έχουμε:

A) Εκρηκτικές ύλες:

Η συμπλήρωση ξεκινάει από δεξιά όπου επανεισάγουμε τις μεταβλητές του αριθμού μετώπων, αριθμού διατηρημάτων και αριθμού διατηρημάτων προς γόμωση (όπως εισήχθησαν στην αντίστοιχη ενότητα). Ακολουθώντας έχουμε:

Ζελατοδυναμίτιδα:

- ❑ Αριθμός φυσιγγίων ανά διάτρημα: πόσα φυσιγγία επιλέγεται να γομωθούν σε κάθε διάτρημα.
- ❑ Βάρος φυσιγγίου: ακριβές βάρος σε κιλά (kg) κάθε φυσιγγίου.
- ❑ Μήκος φυσιγγίου: το ακριβές μήκος σε χιλιοστά (mm) του φυσιγγίου.
- ❑ Βάρος ζελατ/τιδας που απαιτείται (υπολογίζεται): το συνολικό βάρος ζελατινοδυναμίτιδας που υπολογίζεται ότι απαιτείται σε μια ημέρα (kg/ημέρα)
- ❑ Κόστος ζελατ/τιδας: το ακριβές κόστος της ζελατινοδυναμίτιδας ανά κιλό (€/kg).

Ηλεκτρικό καψύλλιο:

- ❑ Αριθμός καψυλλίων (υπολογίζεται): ο ακριβής αριθμός καψυλλίων που απαιτούνται ημερησίως.
- ❑ Κόστος καψυλλίων: το ακριβές κόστος του καψυλλίου (€/τεμάχιο)

Γραμμή πυροδότησης:

- ❑ Κόστος γραμμής πυροδότησης: το ακριβές κόστος της γραμμής πυροδότησης σε σχέση με τα διατρήματα (€/διάτρημα).

ANFO:

- ▣ Πυκνότητα γόμωσης: η ακριβής ποσότητα, σε κιλά (kg), που απαιτείται για τη γόμωση ενός διατρήματος.
- ▣ Βάρος ANFO που απαιτείται (υπολογισμός): υπολογίζεται το ακριβές βάρος ANFO που καταναλώνεται σε μια ημέρα.
- ▣ Κόστος ANFO: το ακριβές κόστος του ANFO ανά κιλό (€/kg).

Β)Ανταλλακτικά:

Στον πίνακα των ανταλλακτικών ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει το κόστος κορώνας διάτρησης και στελέχους για το διατρητικό φορείο και το φορείο κοχλίωσης καθώς και τις τιμές των αγκυρίων υποστήριξης και των πλακών αγκύρωσης (€/τεμάχιο).

Υλικά

1. Εκρηκτικές ύλες

Αριθμός φυσιγγίων ανά διάτρημα	<input type="text" value="2"/>	(€/kg)		
Ζελατοδυναμίπια	Βάρος φυσιγγίου (kg)	<input type="text" value="0,6"/>	<input type="text" value="1,47"/>	
	Μήκος φυσιγγίων (mm)	<input type="text" value="400"/>		Αριθμός Μετώπων <input type="text" value="6"/>
	Βάρος ζελαπίδας που απαιτείται (Kg/ημ)	<input type="text"/>		Αριθμός διατρημάτων <input type="text" value="80"/>
				Αριθμός διατρημάτων προς γόμωση <input type="text" value="78"/>
ηλεκτρικό καψύλιο	αριθμός καψυλίων	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>	(€/τεμάχιο)
Γραμμή πυροδότησης		<input type="text" value="0,3"/>		(€/διάτρημα)
ANFO	Πυκνότητα γόμωσης (Kg/διάτρημα)	<input type="text" value="1,5"/>	<input type="text" value="0,59"/>	(€/kg)
	Βάρος ANFO που απαιτείται (Kg/ημ)	<input type="text"/>		

Υπολογισμός

2. Πίνακας Ανταλλακτικών

Ανταλλακτικά	Κόστος	
Κορώνα διατρητικού	<input type="text" value="70"/>	(€)
στέλεχος διατρητικού	<input type="text" value="200"/>	(€)
Κορώνα διατρητικού υποστήριξης	<input type="text" value="70"/>	(€)
στέλεχος διατρητικού υποστήριξης	<input type="text" value="200"/>	(€)
Αγκύρια υποστήριξης	<input type="text" value="28"/>	(€)
Πλάκες αγκύρωσης	<input type="text" value="2"/>	(€)

Αποδοχή

Εικόνα 5.19.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Εκρηκτικές Ύλες/ανταλλακτικά (μεταβλητές)

Κατά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης των μεταβλητών, ο χρήστης πατάει το κουμπί «Αποδοχή» και επιστρέφει στην αρχική καρτέλα, έχοντας εισάγει τις επιθυμητές τιμές. Τέλος, μέσω του κουμπιού «υπολογισμός», κάνει τον τελικό υπολογισμό για τα κόστη που περιγράφηκαν (εκρηκτικές ύλες και ανταλλακτικά).

Κοστολόγιο

Μηχανολογικός Εξοπλισμός | Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά | Αερισμός | Μισθολόγιο | Κόστος Καυσίμου | Συνολικά Κόστη

Εκρηκτικές ύλες

	Ποσότητα/έτος (kg)	Κόστος/έτος (€)	Μεταβλητές
Ζελατοδυναμίτιδα	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
ηλεκτρικό καψύλιο	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Γραμμή πυροδότησης	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
ANFO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Σύνολο		<input type="text"/>	Υπολογισμός

Κόστος ανταλακτικών

	Πλήθος	Συνολικό κόστος (€)
Κορώνια jumbo διάτρησης	<input type="text"/>	<input type="text"/>
στέλεχος jumbo διάτρησης	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Κορώνια jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/>	<input type="text"/>
στέλεχος jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Αγκύρια υποστήριξης (€/m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Πλάκες αγκύρωσης	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Σύνολο		<input type="text"/>

Εικόνα 5.20.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Εκρηκτικές Ύλες/ανταλλακτικά

5.6.3. Αερισμός

Στην υπό-ενότητα αερισμός υπολογίζεται το συνολικό κόστος των ανεμιστήρων και των πανιών αερισμού. Για τους υπολογισμούς αυτούς χρειάζεται ο χρήστης να εισάγει τα αρχικά κόστη, μέσω της καρτέλας που εμφανίζεται πατώντας το κουμπί μεταβλητές, και τελικά να κάνει τον υπολογισμό μέσω του αντίστοιχου κουμπιού.

Κόστη		Αποδοχή	
i) Αερισμός			
	Πλήθος	Κόστος	
Ανεμιστήρας	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="15000"/>	(€)
Πανί αερισμού	<input type="text" value="850"/>	<input type="text" value="24"/>	(€/m)

Εικόνα 5.21.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Αερισμός (μεταβλητές)

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά	Αερισμός	Μισθολόγιο	Κόστος Καυσίμου	Συνολικά Κόστη
Αερισμός					
	Συνολικό κόστος (€)	<input type="text" value="Μεταβλητές"/>			
Ανεμιστήρας	<input type="text"/>				
Πανί αερισμού (€/m)	<input type="text"/>				
Σύνολο	<input type="text"/>				
		<input type="button" value="Υπολογισμός"/>			

Εικόνα 5.22.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Αερισμός

5.6.4. Μισθολόγιο

Στην υπό-ενότητα μισθολόγιο υπολογίζεται το τελικό κόστος του ειδικού προσωπικού (μηχανικοί, χειριστές οχημάτων, γεωλόγοι κ.τ.λ.). Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει, στην καρτέλα ζητούμενων μεταβλητών (πατώντας το κουμπί «μεταβλητές») και στο τέλος πατώντας το κουμπί του υπολογισμού να λάβει το τελικό κόστος.

Μισθολόγιο

4. Μισθολόγιο

Ποσοστό ασφαλιστικών εισφορών (επί του καθαρού μισθού) 25%

Αποδοχή

	Μηνιαίες αποδοχές	(€)	Πλήθος
Μηχανικός	<input type="text" value="3000"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>
Εργοδηγός	<input type="text" value="2500"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>
χειριστής jumbo διάτρησης	<input type="text" value="2000"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>
γομωτές	<input type="text" value="1600"/>	(€)	<input type="text" value="4"/>
χειριστής LHD	<input type="text" value="2000"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>
χειριστής minetruck	<input type="text" value="2000"/>	(€)	<input type="text" value="6"/>
χειριστής scaler	<input type="text" value="1600"/>	(€)	<input type="text" value="1"/>
χειριστής jumbo κοχλίωσης	<input type="text" value="2000"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>
επιστάτης	<input type="text" value="1600"/>	(€)	<input type="text" value="0"/>
γεωλόγος	<input type="text" value="2000"/>	(€)	<input type="text" value="0"/>
τοπογράφος	<input type="text" value="2500"/>	(€)	<input type="text" value="1"/>
συνεργείο επισκευών	<input type="text" value="1600"/>	(€)	<input type="text" value="2"/>

Εικόνα 5.23.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μισθολόγιο (μεταβλητές)

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα | Θάλαμοι και Στύλοι | Στοιχεία Υπόγειου Χώρου | Κύκλος Εργασιών | Πίνακες Τιμών | Ανάλυση Κόστους

Μηχανολογικός Εξοπλισμός | Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά | Αερισμός | Μισθολόγιο | Κόστος Καυσίμου | Συνολικά Κόστη

Μισθολόγιο Συνολικό κόστος (€/έτος)

Μηχανικός	<input type="text"/>	<input type="text" value="Μεταβλητές"/>
Εργοδηγός	<input type="text"/>	
χειριστής jumbo διάτρησης	<input type="text"/>	
γομωτές	<input type="text"/>	
χειριστής LHD	<input type="text"/>	
χειριστής minetruck	<input type="text"/>	
χειριστής scaler	<input type="text"/>	
χειριστής jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/>	<input type="text" value="Υπολογισμός"/>
επιστάτης	<input type="text"/>	
γεωλόγος	<input type="text"/>	
τοπογράφος	<input type="text"/>	
συνεργείο επισκευών	<input type="text"/>	
Σύνολο	<input type="text"/>	

Εικόνα 5.24.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Μισθολόγιο

5.6.5. Κόστος καυσίμου

Στην υπό-ενότητα κόστος καυσίμου υπολογίζεται το συνολικό κόστος στα καύσιμα των μηχανημάτων του στόλου. Αρχικά ο χρήστης επιλέγει το κουμπί «μεταβλητές» για να ανοίξει την καρτέλα καύσιμα και να εισάγει τα απαραίτητα στοιχεία για τους υπολογισμούς.

Καύσιμα	Υποδύναμη	Κατανάλωση καυσίμου	Συντ/στης φορτίου	Κόστος καυσίμου
Διατρητικό	<input type="text" value="156"/>	<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0,5"/>	<input type="text" value="1,09"/>
Πλατφόρμα γόμωσης	<input type="text" value="175"/>			
Φορτωτικό υπογείων (LHD)	<input type="text" value="253"/>			
Φορητό υπογείων (minetruck)	<input type="text" value="400"/>			
Ξεσκαρωτής	<input type="text" value="175"/>			
jumbo κοχλίωσης	<input type="text" value="156"/>			

Εικόνα 5.25.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Καύσιμα (μεταβλητές)

Τέλος, κατά τα γνωστά, υπολογίζονται τα κόστη καυσίμων των μηχανημάτων.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα | **Θάλαμοι και Στύλοι** | **Στοιχεία Υπόγειου Χώρου** | **Κύκλος Εργασιών** | **Πίνακες Τιμών** | **Ανάλυση Κόστους**

Μηχανολογικός Εξοπλισμός | Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά | Αερισμός | Μισθολόγιο | Κόστος Καυσίμου | Συνοδικά Κόστη

Κόστος καυσίμου

Συνολικό κόστος (€/έτος)

Jumbo διάτρησης

Πλατφόρμα γόμωσης

LHD

minetruck

Scaler

Jumbo κοχλίωσης

Crusher

Σύνολο

Εικόνα 5.26.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Κόστος καυσίμου

5.6.6. Συνολικά κόστη

Στη τελευταία υπό-ενότητα υπολογίζονται τα λειτουργικά κόστη του μεταλλείου ανά έτος και τα κόστη καυσίμων και αναλώσιμων ανά έτος.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	Εκρηκτικές Ύλες - Ανταλλακτικά	Αερισμός	Μισθολόγιο	Κόστος Καυσίμου	Συνολικά Κόστη

Συνολικά κόστη

Λειτουργικά κόστη μεταλλείου ανά έτος (€)

Κόστη καυσίμων και αναλώσιμων ανά έτος (€)

Εικόνα 5.27.Οδηγός συμπλήρωσης - Πίνακες Τιμών – Συνολικά Κόστη

5.7. Ανάλυση Κόστους

Στην τελευταία ενότητα της εφαρμογής γίνεται μια προσπάθεια να υπολογιστεί το κόστος του έργου ανά τόνο παραγωγής, με άξονα την θεωρία της κοστολόγησης υπογείου έργου (κεφάλαιο 3), εμπλουτισμένη όπου αυτό είναι εφικτό.

5.7.1. Κόστος διάτρησης

Στην πρώτη υπό-ενότητα υπολογίζεται το κόστος της εργασίας της διάτρησης, σχετιζόμενο με την παραγωγή (€/tn). Για αυτή την ενότητα ο χρήστης θα δώσει τις απαιτούμενες μεταβλητές (μόνο) στην πρώτη υπό-ενότητα, μέσω του κουμπιού «μεταβλητές»:

Διάτρηση:

- ❑ Διάρκεια ζωής κορώνας: τα ακριβή μέτρα για τα οποία έχει προδιαγραφές, από τον κατασκευαστή, η κορώνα να διατρήσει χωρίς να παρουσιαστεί ανάγκη αντικατάστασής της.
- ❑ Διάρκεια ζωής διατρητικού στελέχους: τα ακριβή μέτρα για τα οποία έχει προδιαγραφές, από τον κατασκευαστή, το στέλεχος να χρησιμοποιηθεί χωρίς να παρουσιαστεί ανάγκη αντικατάστασής του.
- ❑ Κόστος λειτουργίας: το κόστος που έχει το διατρητικό, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).

- ❑ Διάρκεια ζωής διατροφικού φορείου: τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, το φορείο διάτρησης θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.

Υποστήριξη:

- ❑ Κόστος λειτουργίας jumbo κοχλίωσης: το κόστος που έχει το φορείο κοχλίωσης, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).
- ❑ Διάρκεια ζωής κορώνας: τα ακριβή μέτρα για τα οποία έχει προδιαγραφές, από τον κατασκευαστή, η κορώνα να διατρήσει χωρίς να παρουσιαστεί ανάγκη αντικατάστασής της.
- ❑ Διάρκεια ζωής διατροφικού στελέχους: τα ακριβή μέτρα για τα οποία έχει προδιαγραφές, από τον κατασκευαστή, το στέλεχος να χρησιμοποιηθεί χωρίς να παρουσιαστεί ανάγκη αντικατάστασής του.
- ❑ Διάρκεια ζωής jumbo κοχλίωσης: τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, το φορείο κοχλίωσης θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.
- ❑ Κόστος λειτουργίας scaler (ξεσκαρωτή): το κόστος που έχει ο ξεσκαρωτής, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).
- ❑ Διάρκεια ζωής ξεσκαρωτή (scaler): τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, ο ξεσκαρωτής θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.
- ❑ Κόστος λειτουργίας εκτοξευτή σκυροδέματος: το κόστος που έχει ο εκτοξευτής σκυροδέματος, σε μια ώρα λειτουργίας του.
- ❑ Πάχος εκτοξευόμενου σκυροδέματος: το απαραίτητο πάχος σκυροδέματος που θα εφαρμοστεί για την ενίσχυση των παρειών και του μετώπου εν γένει.
- ❑ Συντελεστής αναπήδησης: ο συντελεστής αναπήδησης αναγράφεται συνήθως με μορφή ποσοστού (a%) και αφορά το ποσοστό του υλικού (σκυρόδεμα) που δεν επικολλάται στην επιφάνεια και πέφτει σαν απώλεια. Για τους υπολογισμούς της εφαρμογής το νούμερο αυτό ο χρήστης πρέπει να το συμπληρώσει ως δεκαδικό αριθμό προστιθέμενο στη μονάδα, γιατί ουσιαστικά υπολογίζουμε το επιπλέον ποσοστό του υλικού που θα χαθεί μαζί με το ποσοστό που θα παραμείνει. Π.χ. εάν το ποσοστό αναπήδησης είναι 20% τότε το νούμερο που πρέπει να συμπληρωθεί είναι: $0,2 + 1 = 1,2$.

- ❑ Τιμή εκτοξευόμενου σκυροδέματος: η ακριβής τιμή, ανά μονάδα όγκου (m^3), που κοστίζει το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται.
- ❑ Ποσότητα ινών στο σκυρόδεμα: το ακριβές βάρος (σε kg) των ινών ανά μονάδα όγκου (m^3) σκυροδέματος (η πυκνότητα των ινών, υπό μια έννοια).
- ❑ Τιμή ινών: το ακριβές κόστος της ίνας του σκυροδέματος ανά κιλό (€/kg).

Γόμωση:

- ❑ Κόστος λειτουργίας πλατφόρμας γόμωσης: το κόστος που έχει η πλατφόρμα γόμωσης, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).
- ❑ Διάρκεια ζωής πλατφόρμας γόμωσης: τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, η πλατφόρμα γόμωσης θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.

Φόρτωση – μεταφορά:

- ❑ Κόστος λειτουργίας LHD: το κόστος που έχει ο ελαστικοφόρος φορτωτής, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).
- ❑ Διάρκεια ζωής LHD: τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, ο ελαστικοφόρος φορτωτής θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.
- ❑ Κόστος λειτουργίας minetruck: το κόστος που έχει το φορτηγό υπογείων, σε μια ώρα λειτουργίας του (δεν περιλαμβάνεται το κόστος καυσίμου).
- ❑ Διάρκεια ζωής minetruck: τα ακριβή μέτρα για τα οποία, βάση κατασκευαστή, το φορτηγό υπογείων θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.

Αερισμός:

- ❑ Ισχύς ανεμιστήρα: πόσα kilowatt (kw) διαρρέουν τον ανεμιστήρα (ορισμός ισχύος: πόσο γρήγορα μεταφέρεται η ενέργεια στη συσκευή, δηλαδή, ρυθμός μεταφοράς ενέργειας).
- ❑ Ώρες απασχόλησης ανά ημέρα: συνολικές ώρες που λειτουργεί ανά ημέρα.

- ▣ Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας: κόστος κιλοβατώρας (€/Kwh).
- ▣ Χρόνος ζωής ανεμιστήρα: οι ακριβείς ώρες λειτουργίας, σύμφωνα με τον κατασκευαστή, όπου ο ανεμιστήρας θα λειτουργήσει χωρίς ανάγκη αντικατάστασης.

Θραύση:

- ▣ Κόστος Θραύσης: πόσο κοστίζει η επί τόπου θραύση του πετρώματος (ή μεταλλεύματος) ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή κοκκομετρία (€/tn).

Advanced Options

Ανάλυση κόστους

Διάτρηση		Αερισμός	
Διάρκεια ζωής κορώνας (Lk)	<input type="text" value="800"/> (m)	Ισχύς ανεμιστήρα	<input type="text" value="55"/> (kW)
Διάρκεια ζωής διατηρητικού στελέχους (LΣ)	<input type="text" value="2000"/> (m)	Ώρες απασχόλησης ανά ημέρα	<input type="text" value="16"/> (hr)
κόστος λειτουργίας	<input type="text" value="35"/> (€/hr)	Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας	<input type="text" value="0,05"/> (€/kWh)
Διάρκεια ζωής διατηρητικού φορείου (LΔ)	<input type="text" value="25000"/> (m)	Χρόνος ζωής ανεμιστήρα	<input type="text" value="40000"/> (hr)
Υποστήριξη		Θραύση	
Πίνακας α'		Πίνακας β'	
κόστος λειτουργίας (jumbo κοχλίωσης)	<input type="text" value="35"/> (€/hr)	Κόστος λειτουργίας (εκτοξευτή σκυροδέματος)	<input type="text" value="35"/> (€/hr)
Διάρκεια ζωής κορώνας (Lk)	<input type="text" value="800"/> (m)	Πάχος εκτοξ. σκυροδέματος	<input type="text" value="0,1"/> (m) 10%
Διάρκεια ζωής διατηρητικού στελέχους (LΣ)	<input type="text" value="5000"/> (€/hr)	Συντελεστής αναπήδησης	<input type="text" value="1,2"/> 20%
Διάρκεια ζωής jumbo κοχλίωσης (Lk)	<input type="text" value="25000"/> (m)	Τιμή εκτοξ. σκυροδέματος	<input type="text" value="80"/> (€/m ³)
Κόστος λειτουργίας scaler (€/hr)	<input type="text" value="35"/> (€/hr)	Ποσότητα ιών στο σκυροδέμα	<input type="text" value="25"/> (kg/m ³)
Διάρκεια ζωής ξεσκαρωτή (Lk)	<input type="text" value="25000"/> (m)	Τιμή ιών	<input type="text" value="1,5"/> (€/kg)
Γόμωση		Φόρτωση - Μεταφορά	
κόστος λειτουργίας (πλατφόρμα γόμωσης)	<input type="text" value="35"/> (€/hr)	Κόστος λειτουργίας (LHD)	<input type="text" value="50"/> (€/hr)
διάρκεια ζωής (LΔ) (πλατφόρμα γόμωσης)	<input type="text" value="25000"/> (m)	Διάρκεια ζωής (LΔ) (LHD)	<input type="text" value="25000"/> (m)
<input type="button" value="Αποδοχή"/>		Κόστος λειτουργίας (minetruck)	<input type="text" value="50"/> (€/hr)
		Διάρκεια ζωής (LΔ) (minetruck)	<input type="text" value="25000"/> (m)

Εικόνα 5.28. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – μεταβλητές

Στη συνέχεια ο χρήστης, πατώντας το κουμπί για τον υπολογισμό, λαμβάνει τα εξής αποτελέσματα:

- ▣ Κόστος Διάτρησης: το συνολικό κόστος της εργασίας της διάτρησης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος κορώνας: το κόστος των ανταλλακτικών – κορώνας ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

- ▣ Κόστος στελέχους: το κόστος των ανταλλακτικών – στελέχους ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος καυσίμων διατρητικού φορείου: το κόστος των καυσίμων που καταναλώνει το διατρητικό φορείο ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος λειτουργίας διατρητικού φορείου: το κόστος λειτουργίας του διατρητικού φορείου (πλην καυσίμων) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος επισκευών διατρητικού φορείου: το κόστος των συνολικών επισκευών του διατρητικού φορείου ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λειτουργικές Δαπάνες	
Κόστος Διάτρησης	<input type="text"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Μεταβλητές"/>		
i) Κόστος κορώνας Κκ	<input type="text"/>	(€/tn)			
Διάτρηση κορώνας (a)	<input type="text"/>	(m/day)			
Μέτρα διάτρησης ανά έτος (a)	<input type="text"/>	(m/year)			
Αριθμός κοπτικών (ανά διατρητικό) (N)	<input type="text"/>		<input type="button" value="Υπολογισμός"/>		
ii) Κόστος στελέχους	<input type="text"/>	(€/tn)			
Διάτρηση στελέχους (a)	<input type="text"/>	(m/day)			
Μέτρα διάτρησης (a)	<input type="text"/>	(m/year)			
Αριθμός στελεχών (N)	<input type="text"/>				
iii) Κόστος καυσίμων διατρητικού φορείου	<input type="text"/>	(€/tn)			
Διάρκεια λειτουργίας διατρητικού φορείου (ανά ημέρα) (T)	<input type="text"/>	(hr)			
iv) Κόστος λειτουργίας διατρητικού	<input type="text"/>	(€/tn)			
Διάρκεια λειτουργίας διατρητικού ανά ημέρα	<input type="text"/>	(hr)			
v) Κόστος επισκευών διατρητικού φορείου	<input type="text"/>	(€/tn)			
Διάρκεια λειτουργίας διατρητικού φορείου (ανά ημέρα) (T)	<input type="text"/>	(hr)			

Εικόνα 5.29 (α, β). Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Διάτρησης

5.7.2. Κόστος υποστήριξης

Σε αυτή την υπό-ενότητα υπολογίζονται τα επί μέρους κόστη των μεταβλητών (με βάση το τυπολόγιο της κοστολόγησης υπογείων έργων – κεφάλαιο 3) υποστήριξης ανά τόνο παραγωγής καθώς και το συνολικό κόστος υποστήριξης ανά τόνο παραγωγής:

- ▣ Κόστος υποστήριξης: το συνολικό κόστος της εργασίας της υποστήριξης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος λειτουργίας jumbo κοχλίωσης: το κόστος λειτουργίας του jumbo κοχλίωσης (πλην καυσίμων) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος κορώνας: το κόστος των ανταλλακτικών – κορώνας ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος στελέχους: το κόστος των ανταλλακτικών – στελέχους ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος καυσίμων jumbo κοχλίωσης: το κόστος των καυσίμων που καταναλώνει το jumbo κοχλίωσης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος αγκυρίων και κόστος πλακών: το κόστος των άγκυρίων και των πλακών ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος επισκευής jumbo κοχλίωσης: το κόστος των συνολικών επισκευών του jumbo κοχλίωσης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος λειτουργίας ξεσκαρωτή: το κόστος λειτουργίας του ξεσκαρωτή (πλην καυσίμων) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος επισκευής ξεσκαρωτή: το κόστος των συνολικών επισκευών του ξεσκαρωτή ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος λειτουργίας εκτοξευτή σκυροδέματος: το κόστος λειτουργίας του εκτοξευτή σκυροδέματος ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος εκτοξευόμενου σκυροδέματος: το συνολικό κόστος του σκυροδέματος ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ▣ Κόστος ινών εκτοξευόμενου σκυροδέματος: το συνολικό κόστος των ινών του σκυροδέματος ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λειτουργικές Δ	
Κόστος Υποστήριξης		<input type="text"/> (€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>		
i) Κόστος λειτουργίας jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/> (€/tn)	ix) Κόστος λειτουργίας εκτοξευτή σκυροδέματος	<input type="text"/> (€/tn)		
Διάρκεια λειτουργίας ανά ημέρα	<input type="text"/> (hr)	Ώρες απασχόλησης	<input type="text"/> (hr / day)		
ii) Κόστος κορώνας	<input type="text"/> (€/tn)	x) Κόστος εκτοξευόμενου σκυροδέματος	<input type="text"/> (€/tn)		
Διάτρηση κορώνας (a)	<input type="text"/> (m/day)	Συνολική υπόγεια επιφάνεια οροφής, παρειών	<input type="text"/> (m ²)		
Μέτρα διάτρησης (a)	<input type="text"/> (m/year)	Συνολικός όγκος εκτοξ. σκυροδέματος	<input type="text"/> (m ³)		
Αριθμός κοπτικών (N)	<input type="text"/>	xi) Κόστος ινών εκτοξευόμενου σκυροδέματος	<input type="text"/> (€/tn)		
iii) Κόστος στελέχους	<input type="text"/> (€/tn)	Συνολική ποσότητα ινών	<input type="text"/> (tn)		
Διάτρηση στελέχους (a)	<input type="text"/> (m/day)				
Μέτρα διάτρησης (a)	<input type="text"/> (m/year)				
Αριθμός στελεχών (N)	<input type="text"/>				
iv) Κόστος καυσίμων jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/> (€/tn)				
Διάρκεια λειτουργίας jumbo κοχλίωσης (T)	<input type="text"/> (hr / day)				
v) Κόστος αγκυρίων και Κόστος πλακών	<input type="text"/> (€/tn)				
vi) Κόστος επισκευής jumbo κοχλίωσης	<input type="text"/> (€/tn)				
Διάρκεια λειτουργίας jumbo κοχλίωσης (T)	<input type="text"/> (hr / day)				
vii) Κόστος λειτουργίας ξεσκαρωτή	<input type="text"/> (€/tn)				
Λειτουργία ξεσκαρωτή	<input type="text"/> (hr / day)				
viii) Κόστος επισκευής ξεσκαρωτή	<input type="text"/> (€/tn)				
Διάρκεια λειτουργίας ξεσκαρωτή (T)	<input type="text"/> (hr / day)				

Εικόνα 5.30 (α, β). Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Υποστήριξης

5.7.3. Κόστος γόμωσης – πυροδότησης

Στην παρούσα υπό-ενότητα υπολογίζονται τα επί μέρους κόστη των μεταβλητών (με βάση το τυπολόγιο της κοστολόγησης υπογείων έργων – κεφάλαιο 3) της γόμωσης ανά τόνο παραγωγής καθώς και το τελικό κόστος γόμωσης – πυροδότησης ανά τόνο παραγωγής:

- ▣ **Κόστος Γόμωσης – Πυροδότησης:** το συνολικό κόστος της εργασίας της γόμωσης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

- ❑ Κόστος εκρηκτικών υλών: το κόστος των εκρηκτικών υλών ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος γραμμής πυροδότησης: το κόστος της γραμμής πυροδότησης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος λειτουργίας πλατφόρμας γόμωσης: το κόστος λειτουργίας της πλατφόρμας γόμωσης (πλην καυσίμων) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος επισκευής πλατφόρμας γόμωσης: το κόστος επισκευών της πλατφόρμας γόμωσης ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λεπτου	
3. Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης		<input type="text"/> (€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>		
i) Κόστος εκρηκτικών υλών		<input type="text"/> (€/tn)			
Συνολικό κόστος ζελατ/πιδας		<input type="text"/> (€/tn)			
Συνολικό Κόστος ANFO ανά τόνο		<input type="text"/> (€/tn)			
Συνολικό Κόστος καψυλίων ανά τόνο		<input type="text"/> (€/tn)			
ii) Κόστος γραμμής πυροδότησης		<input type="text"/> (€/tn)			
Αριθμός διατηρημάτων ανά ημέρα		<input type="text"/>			
iii) Κόστος λειτουργίας πλατφόρμας γόμωσης		<input type="text"/> (€/tn)			
Ώρες απασχόλησης ανά ημέρα		<input type="text"/>			
iv) Κόστος επισκευής πλατφόρμας γόμωσης		<input type="text"/> (€/tn)			
Διάρκεια λειτουργίας (T)		<input type="text"/> (hr/day)			

Εικόνα 5.31. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Γόμωσης/πυροδότησης

5.7.4. Κόστος φόρτωσης – μεταφοράς

Στην υπό-ενότητα αυτή υπολογίζεται το κόστος των επί μέρους μεταβλητών (με βάση το τυπολόγιο της κοστολόγησης υπογείων έργων – κεφάλαιο 3) φόρτωσης και μεταφοράς ανά τόνο παραγωγής καθώς και το τελικό κόστος της εργασίας φόρτωσης και μεταφοράς ανά τόνο παραγωγής:

- ❑ Κόστος φόρτωσης – μεταφοράς: το συνολικό κόστος της εργασίας της φόρτωσης και μεταφοράς ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

- ❑ Κόστος λειτουργίας φορτωτών υπογείων (LHD): το κόστος λειτουργίας των ελαστικοφόρων φορτωτών (LHD) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος λειτουργίας φορητών υπογείων (minetruck): το κόστος λειτουργίας των φορητών υπογείων (minetruck) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος επισκευών φορτωτών υπογείων (LHD): το κόστος επισκευών των ελαστικοφόρων φορτωτών (LHD) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).
- ❑ Κόστος επισκευών φορητών υπογείων (minetruck): το κόστος επισκευών των φορητών υπογείων (minetruck) ανά τόνο παραγωγής (€/tn).

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λειτουργίες	
4. Κόστος φόρτωσης - μεταφοράς <input type="text"/> (€/tn) Υπολογισμός					
i) Κόστος λειτουργίας φορτωτών υπογείων <input type="text"/> (€/tn)					
Ωρες απασχόλησης ανά ημέρα <input type="text"/> (hr/day)					
ii) Κόστος λειτουργίας φορητών υπογείων <input type="text"/> (€/tn)					
Ωρες απασχόλησης ανά ημέρα <input type="text"/> (hr/day)					
iii) Κόστος επισκευών φορτωτών υπογείων <input type="text"/> (€/tn)					
iv) Κόστος επισκευών φορητών υπογείων <input type="text"/> (€/tn)					

Εικόνα 5.32. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος Φόρτωσης/Μεταφοράς

5.7.5. Κόστος αερισμού

Στην ίδια υπό-ενότητα με τον υπολογισμό του κόστους φόρτωσης – μεταφοράς έχουμε και τον τελικό υπολογισμό του κόστους αερισμού ανά τόνο παραγωγής.

5. Κόστος αερισμού (€/tn)

Εικόνα 5.33. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Κόστος αερισμού

5.7.6. Συνολικές λειτουργικές δαπάνες

Σε αυτή την υπό-ενότητα έχουμε τον υπολογισμό των συνολικών λειτουργικών δαπανών του έργου, ο οποίος είναι (κεφάλαιο 3) το άθροισμα των προηγούμενων επί μέρους κοστών (διάτρηση, γόμωση, υποστήριξη, φόρτωση – μεταφορά).

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λειτουργικές Δαπάνες	

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ (€/tn)

Εικόνα 5.34. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Λειτουργικές Δαπάνες

5.7.7. Δαπάνες προσωπικού

Στην παρούσα υπό-ενότητα υπολογίζεται το κόστος ανά τόνο παραγωγής του ειδικού προσωπικού (χειριστές μηχανημάτων, μηχανικοί, γεωλόγοι κ.τ.λ.) όπως αυτοί έχουν εισαχθεί από το χρήστη σε προηγούμενη καρτέλα.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφοράς και Αερισμού	Συνολικές Λειτουργικές Δαπάνες	Δαπάνες Προσωπικού		

Δαπάνες προσωπικού (€/tn)

Εικόνα 5.35. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Δαπάνες προσωπικού

5.7.8. Απόσβεση Κεφαλαίου

Βρισκόμαστε στην ίδια υπό-ενότητα με τις δαπάνες προσωπικού. Ο υπολογισμός των αποσβέσεων κεφαλαίου στηρίζεται στην θεωρία του υπολογισμού κόστους υπόγειου έργου (κεφάλαιο 3) και αποτελείται από την απόσβεση κεφαλαίου κάθε μηχανήματος ξεχωριστά (€/tn).

Απόσβεση κεφαλαίου (€/tn)

Υπολογισμός

i) Απόσβεση κεφαλαίου
διαπρηκτικού φορείου (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)

ii) Απόσβεση κεφαλαίου ξεσκαρωτή

 (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)iii) Απόσβεση κεφαλαίου
πλατφόρμας γόμωσης (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)

iv) Απόσβεση φορτωτικών υπογείων

 (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)

v) Απόσβεση φορητών υπογείων

 (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)

vi) Απόσβεση jumbo κοχλίωσης

 (€/tn)

Ώρες λειτουργίας ανά έτος

 (hr/year)

vii) Απόσβεση ανεμιστηρών υπογείων

 (€/tn)**Εικόνα 5.36. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Απόσβεση κεφαλαίου****5.7.9. Λοιπά έξοδα**

Στα λοιπά έξοδα υπολογίζεται το κόστος θραύσης του πετρώματος (σε περίπτωση που πρέπει να επιτευχθεί μικρότερη κοκκομετρία από αυτή που έδωσε η ανατίναξη) ανά τόνο παραγωγής καθώς και ένα ποσοστό των συνολικών λειτουργικών δαπανών που κυμαίνεται από 5 – 10%. Στην εφαρμογή έχει επιλεχτεί το 8%.

5.7.10. Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο

Τέλος στον τελευταίο υπολογισμό έχουμε αθροιστικά με βάση όλα τα προηγούμενα το συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο. Επιπλέον έχει δοθεί η δυνατότητα για επανυπολογισμό όλων των παραπάνω καρτελών, εάν ο χρήστης αλλάξει μεμονωμένα τιμές και δεν επιθυμεί να κάνει βήμα -βήμα τους υπολογισμούς όπως περιγράφηκαν σε αυτό το κεφάλαιο.

Κοστολόγιο

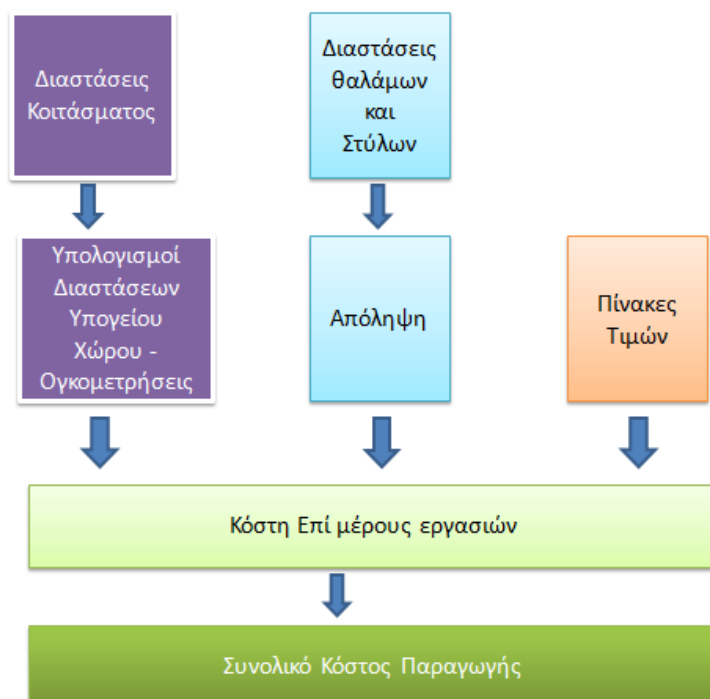
Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Ανάλυση Κόστους
Συνολικές Λειτουργικές Δαπάνες	Δαπάνες Προσωπικού και Απόσβεση Κεφαλαίου	Λοιπά έξοδα και Κόστος ανά τόνο Παραγωγής			
Λοιπά έξοδα (Σύνολο)	<input type="text"/>	(€/tn)			
Λοιπά έξοδα	<input type="text"/>	(€/tn)	Υπολογισμός		
Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο	<input type="text"/>	(€/tn)	Τελικός Υπολογισμός		

Επανυπολογισμός όλων

Εικόνα 5.37. Οδηγός Συμπλήρωσης - Ανάλυση Κόστους – Λοιπά έξοδα και Συνολικό κόστος ανά τόνο παραγωγής

5.8. Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο (παράδειγμα εφαρμογής)

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση μέσω κειμένου και εικόνων, των κύριων μεταβλητών που συμβάλλουν στον υπολογισμό του τελικού κόστους ανά τόνο παραγωγής των επί μέρους εργασιών καθώς και του συνολικού κόστους.



Εικόνα 5.38. Διάγραμμα υπολογισμού κόστους παραγωγής

Αρχικά απαιτείται ένας προσδιορισμός των διαστάσεων του κοιτάσματος.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα **Θάλαμοι και Στύλοι** Στοιχ

Γεωμετρικά και Γεωτεχνικά Στοιχεία Κοιτάσι

1. Γενικές Διαστάσεις

Μήκος κοιτάσματος	<input type="text" value="500"/>	(m)
Πλάτος κοιτάσματος	<input type="text" value="250"/>	(m)
Πάχος Κοιτάσματος	<input type="text" value="6"/>	(m)
Βάθος εντοπισμού κοιτάσματος	<input type="text" value="150"/>	(m)

Εικόνα 5,39. Διαστάσεις Κοιτάσματος

Στη συνέχεια απαιτείται η διαστασιολόγηση των θαλάμων και των στύλων.

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα **Θάλαμοι και Στι**

Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων **Ασ**

Πλάτος στύλου (W_p) (m)

Πλάτος θαλάμου (W_r) (m)

Ύψος στύλου (H_p) (m)

Εικόνα 5.40. Διαστάσεις θαλάμων και στύλων

Από τις διαστάσεις των θαλάμων και στύλων υπολογίζεται ο πρώτος εκ των τριών παραγόντων (εικόνα 5.38) που είναι καθοριστικοί για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής, η απόληψη του κοιτάσματος (με στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό).

Κοστολόγιο

Αρχικά Δεδομένα **Θάλαμοι και Στύλοι** **Στοιχεία Υπόγειου Χώρου** **Κύκλος Ερ**

Στοιχεία Θαλάμων και Στύλων **Ασκούμενη Τάση** **Αντοχή SF** **Απόληψη**

Απόληψη (R)

Εικόνα 5.41. Απόληψη κοιτάσματος

Από τις αρχικές διαστάσεις του κοιτάσματος υπολογίζονται: η προς εκμετάλλευση επιφάνεια του κοιτάσματος και οι ογκομετρήσεις, οι επόμενοι παράγοντες (εικόνα 5.38) που είναι καθοριστικοί για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής.

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακες Τιμών	Α
Στοιχεία Εργασιών στα Υπόγεια	Χρόνοι Επί μέρους Εργασιών	Γενικές Διαστάσεις	Παραγωγή	Συνολ	
Γενικές Διαστάσεις		Διαστάσεις Μετώπου	<input type="text" value="60"/>	(m2)	
Επιφάνεια στύλου	<input type="text" value="64"/>	(m2)	Συνολικός όγκος έργου	<input type="text" value="750000"/>	(m3)
Όγκος στύλων	<input type="text" value="384"/>	(m3)	Συνολικός Ωφέλιμος Όγκος	<input type="text" value="600000"/>	(m3)
Συνολική έκταση έργου	<input type="text" value="125000"/>	(m2)	Συνολικός όγκος στύλων	<input type="text" value="150000"/>	(m2)
Ωφέλιμη επιφάνεια	<input type="text" value="100000"/>	(m2)	Συνολικά αποθέματα	<input type="text" value="1560000"/>	(tn)
Επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι στύλοι	<input type="text" value="25000"/>	(m2)			
Αριθμός υποστηρικτικών στύλων	<input type="text" value="391"/>				<input type="button" value="Υπολογισμός"/>
		Όγκος ανά αναπίναξη	<input type="text" value="168"/>	(m3)	
		Βάρος αναπιναγμένου πετρώματος	<input type="text" value="436,8"/>	(tn)	

Εικόνα 5.42. Διαστάσεις υπόγειου χώρου – ογκομετρήσεις

Ο τρίτος παράγοντας για τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής είναι οι τιμές των πόρων, που εισάγει ο χρήστης στους Πίνακες τιμών (κεφάλαιο 5.6). Τέλος, υπολογίζεται το κόστος της κάθε εργασίας ξεχωριστά και το συνολικό κόστος:

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Α
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μετ	
Κόστος Διάτρησης		<input type="text" value="0,3"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Μεταβλητές"/>

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Α
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μετ	
Κόστος Υποστήριξης		<input type="text" value="1"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνα
Κόστος Διάτρησης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφορ	
3. Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης		<input type="text" value="0,93"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>

Αρχικά Δεδομένα	Θάλαμοι και Στύλοι	Στοιχεία Υπόγειου Χώρου	Κύκλος Εργασιών	Πίνακας
Κόστος Διάρθρωσης	Κόστος Υποστήριξης	Κόστος Γόμωσης - Πυροδότησης	Κόστος Φόρτωσης - Μεταφορά	
4. Κόστος φόρτωσης - μεταφοράς	<input type="text" value="2,04"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>	
5. Κόστος αερισμού	<input type="text" value="0,03"/>	(€/tn)		
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	<input type="text" value="4,3"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>	
Δαπάνες προσωπικού	<input type="text" value="1,11"/>	(€/tn)		
Απόσβεση κεφαλαίου	<input type="text" value="0,9"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>	
Λοιπά έξοδα (Σύνολο)	<input type="text" value="1,54"/>	(€/tn)		
Λοιπά έξοδα	<input type="text" value="0,34"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Υπολογισμός"/>	
Συνολικό κόστος παραγωγής ανά τόνο	<input type="text" value="7,85"/>	(€/tn)	<input type="button" value="Τελικός Υπολογισμός"/>	

Εικόνα 5.43 (1-8). Υπολογισμός επί μέρους κοστών και συνολικού κόστους

Με βάση, λοιπόν το παράδειγμα της εφαρμογής, παράγεται ασβεστολιθικό πέτρωμα, με συνολικό κόστος 7,85 ευρώ ανά τόνο.

Κεφάλαιο 6^ο

Συμπεράσματα & Προτάσεις

Η δημιουργία ενός υπόγειου έργου, είναι μια διαδικασία με πολλές προεκτάσεις και τεράστιες δυνατότητες. Η λεπτομέρεια, όμως, στην εφαρμογή της κατασκευής ενός υπόγειου χώρου, είναι από μόνη της αρκετή ώστε να δημιουργήσει την ανάγκη μιας αυτοματοποιημένης υπολογιστικής διαδικασίας και για το κόστος, η οποία ιδανικά θα βασίζεται στις μεθόδους με την μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι η παραμικρή αυτοματοποίηση, σε οποιοδήποτε επίπεδο εργασίας, ακόμα και σε αυτό του πρώτου συμπεράσματος μπορεί να οδηγήσει σε διευκόλυνση και επιτάχυνση της λήψης αποφάσεων όσον αφορά την ανάληψη ενός έργου, ή την παράκαμψη – επίλυση οικονομικοτεχνικών εμποδίων που μπορεί να προκύψουν.

Η εφαρμογή “Cost Calculation 1.1” κινείται σε αυτή την κατεύθυνση έχοντας ως κεντρικούς άξονες την μέθοδο θαλάμων και στύλων αλλά και την κοστολόγηση ενός υπόγειου έργου (με αυτή τη μέθοδο). Έτσι ο χρήστης έχει στα χέρια του ένα εργαλείο για να χρησιμοποιήσει ως άξονα για την διευκόλυνση λήψης αποφάσεων, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού (ασφάλεια – απόληψη) όσο και σε επίπεδο κόστους εργασιών και παραγωγής.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία παραθέτονται ορισμένες ιδέες για την περαιτέρω αναβάθμιση των λειτουργιών της εφαρμογής οι οποίες και θα βελτιώσουν το επίπεδο των προσφερόμενων πληροφοριών στο χρήστη:

- Η δημιουργία γραφημάτων, με σκοπό την ανάλυση ευαισθησίας και τον εντοπισμό των κρίσιμων παραμέτρων, με πιο εύκολο τρόπο.
- Η δημιουργία μιας ενότητας αξιολόγησης του έργου ως επενδυτικό σχέδιο, για μια λογιστική προσέγγιση, εισάγοντας πίνακα ταμειακών ροών, και τις έννοιες της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης.
- Η ένταξη περισσότερων μεθόδων εκμετάλλευσης, ώστε να αυξηθούν οι δυνατότητες του χρήστη ακόμα στο επίπεδο σύγκρισης μεθόδων.

Κεφάλαιο 7^ο

Βιβλιογραφία

- 4PM. (2016, Οκτώβριος 7). 4PM. Ανάκτηση από <http://4pm.com/>:
<http://www.4pm.com/category/larger-projects/estimating-techniques/>
- 4PM. (2016, Οκτώβριος 8). 4PM. Ανάκτηση από [4pm.com](http://www.4pm.com/):
<http://www.4pm.com/3-point-estimating/>
- Cost and Value. (2016, Οκτώβριος 9). <http://www.costandvalue.org/>.
Ανάκτηση από An Introduction to Parametric Estimating :
<http://www.costandvalue.org/download/?id=1554>
- Dysert, L. R. (2008). <http://www.costandvalue.org/>. Ανάκτηση από Cost and Value - An Introduction to Parametric Estimating:
<http://www.costandvalue.org/download/?id=1554>
- Esterhuizen 2008 - Center for Disease Control and Prevention. (n.d.). *Pillar strength in underground stone mines in the United States*. Ανάκτηση από <http://www.cdc.gov/>:
<http://www.cdc.gov/niosh/mining/userfiles/works/pdfs/psius.pdf>
- Gemcom. (2016, Οκτώβριος 4). *Gemcom - Surpac*. Ανάκτηση από http://www.geovia.com/sites/default/files/products/surpac/Gemcom_Surpac_Brochure.pdf?WT.ac=%20Surpac%20Brochure%20CTA
- GEOVIA. (2016, Οκτώβριος 5). *GEOVIA - Dassault systems*. Ανάκτηση από <http://www.geovia.com/products/Surpac>
- GOLDEN SOFTWARE. (2016, Οκτώβριος 4). *Golden Software*. Ανάκτηση από <http://www.goldensoftware.com/products/surfer>
- http://www.metal.ntua.gr/uploads/2530/under_works_no03.pdf. (n.d.).
Ηλεκτρονικές σημειώσεις μαθήματος Υπογείων Έργων.
- Makar, A. (2015, Οκτώβριος 8). *top - down estimation*. Ανάκτηση από <https://www.liquidplanner.com/>:

<https://www.liquidplanner.com/blog/how-long-is-that-going-to-take-top-down-vs-bottom-up-strategies/>

Micromine. (2016, Οκτώβριος 5). *Micromine*. Ανάκτηση από <http://www.micromine.com/micromine-mining-software/>

Project Management Knowledge. (2016, Οκτώβριος 7). *Project Management Knowledge - The ultimate resource for Project Managers*. Ανάκτηση από <http://project-management-knowledge.com/>: <http://project-management-knowledge.com/?s=three+point>

Project Management Skills. (2016, Οκτώβριος 8). *Project Management Skills - For new and aspiring Project Managers*. Ανάκτηση από <http://www.project-management-skills.com/index.html>: <http://www.project-management-skills.com/project-cost-estimating.html>

Promine. (2016, Οκτώβριος 4). *Promine - mining & geology software*. Ανάκτηση από <https://www.promine.com/>

rocscience. (2016, Οκτώβριος 5). *rocscience*. Ανάκτηση από <https://www.rocscience.com/rocscience/products/rs2>

Runge Pincock minargo. (2016, Οκτώβριος 5). *Xeras financial modeling*. Ανάκτηση από <http://www.rpmglobal.com/wp-content/uploads/2015/07/xeras-english.pdf>

Sage. (2016, Οκτώβριος 5). *Sage - ERP X3*. Ανάκτηση από http://e2benterprise.com/Docs/Resources/Sage_ERP_Solutions_For_Mining_Print.pdf

Sherpa software. (2016, Οκτώβριος 4). *CostMine - mine cost estimating*. Ανάκτηση από <http://costs.infomine.com/software/>

tutorialspoint. (2016, Οκτώβριος 8). *tutorialspoint simply-easy-learning*. Ανάκτηση από <https://www.tutorialspoint.com/index.htm>: https://www.tutorialspoint.com/estimation_techniques/estimation_techniques_three_point.htm

- tutorialspoint. (2016, Οκτώβριος 8). *tutorialspoint-simply-easy-learning*. Ανάκτηση από <https://www.tutorialspoint.com/index.htm>: https://www.tutorialspoint.com/estimation_techniques/estimation_techniques_analogous.htm
- Usmani, F. (2012). <https://pmstudycircle.com/>. Ανάκτηση από PM study circle: <https://pmstudycircle.com/2012/06/4-tools-to-estimate-costs-in-the-project-management/>
- Wu, L. (1997). *University of Calgary - The Comparison of the Software Cost Estimating Methods*. Ανάκτηση από <http://www.computing.dcu.ie/>: <http://www.computing.dcu.ie/~renaat/ca421/LWu1.html>
- Λαζαράκης, Π., & Παππά, Ε. (2016, Οκτώβριος 8). *Πτυχιακή Εργασία "Πρότυπη Κοστολόγηση"*. Ανάκτηση από http://oceanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1422/log_00066.pdf?sequence=1
- Μιχαλακόπουλος, Θ., & Παναγιώτου, Γ. (2004). *Συστήματα Φόρτωσης - Μεταφοράς και Μηχανικός Εξοπλισμός Μεταλλείων*. ΑΘΗΝΑ: Ε.Μ.Π.
- Μπενάρδος, Α., & Καλιαμπάκος, Δ. (2010). *ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ*. ΑΘΗΝΑ: Ε.Μ.Π.
- Μπενάρδος, Α., & Καλιαμπάκος, Δ. (2016, Οκτώβριος 1). *Υπόγεια Έργα - ηλεκτρονικές σημειώσεις μαθήματος*. Ανάκτηση από http://www.metal.ntua.gr/uploads/2530/under_works_no03.pdf
- Πλάλας - Πιλάγας, Χ. (2011). Ανάκτηση από Πτυχιακή Εργασία "Λογιστική Κόστους - Κοστολόγηση": <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/sdo/log/2011/PlalasPilagasChristos/attached-document-1302764694-784328-8567/Plalas-Pilagas2011.pdf>
- Τ.Ε.Ι. Κρήτης - Τμήμα Διοίκησης επιχειρήσεων. (2016, Οκτώβριος 8). *Τμήμα Διοίκησης επιχειρήσεων - Λογιστική Κόστους*. Ανάκτηση από <https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/DT160/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3/%CE%88%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%B1%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%9A%CF%8C%CF%83>

Τερεζόπουλος, Ν. Γ. (2003). *Μέθοδοι Υπογείων Εκμεταλλεύσεων*. Αθήνα: Ε.Μ.Π.

Χρονάκης, Ι. (2016, Οκτώβριος 8). *Τμήμα Διοίκησης επιχειρήσεων - Λογιστική Κόστους*. Ανάκτηση από <https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/DT160/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3/%CE%88%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%B1%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%9A%CF%8C%CF%83>