



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου  
βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών  
υλικών σε συνάρτηση με το κόστος  
μεταφοράς”**

**ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΜΕΝΕΓΑΚΗ ΜΑΡΙΑ  
ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.**

**ΑΘΗΝΑ  
ΙΟΥΛΙΟΣ 2010**

Η φωτογραφία του εξωφύλλου προέρχεται από το διαδίκτυο και απεικονίζει το υπαίθριο λατομείο εκμετάλλευσης χρυσού στην περιοχή Kalgoorlie της Δυτικής Αυστραλίας, το οποίο θα είναι ενεργό μέχρι το 2017.

“Kalgoorlie : The Big Pit”



**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ &  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου  
βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών  
υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”**

**ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΕΝΕΓΑΚΗ ΜΑΡΙΑ  
ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.**

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις :

Ονοματεπώνυμο μέλους, Ιδιότητα : .....

Ονοματεπώνυμο μέλους, Ιδιότητα : .....

Ονοματεπώνυμο μέλους, Ιδιότητα : .....

**Αθήνα, Ιούλιος 2010**

Copyright© Βασίλειος Στεργίου, 2010  
Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

*Στους γονείς μου.*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω την κ. Μενεγάκη Μαρία που μου ανέθεσε το συγκεκριμένο θέμα προς μελέτη, για την συνεχή καθοδήγησή της, για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις της καθώς επίσης και για την τελική της συμβολή στην πραγματοποίησή της.

Επίσης, τον κ. Δαμίγο Δημήτριο για τις καίριες συμβουλές του όσον αφορά θέματα κοστολόγησης μηχανικού εξοπλισμού και συνολικού κόστους σε υπαίθρια ανάπτυξη λατομικής έκτασης, τον κ. Μιχαλακόπουλο Θεόδωρο για την συμβολή του σε θέματα συναρμογής καθώς επίσης και λειτουργίας μηχανικού εξοπλισμού, εφαρμοζόμενος σε υπαίθριες εκμεταλλεύσεις και τον κ. Μαυρίκο Αθανάσιο για την πολύτιμη βοήθειά του όσον αφορά την εκμάθηση και λειτουργία του λογισμικού προγράμματος Surpac.

Περαιτέρω, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεωργιάνη Ζήση, μεταλλειολόγο - μεταλλουργό μηχανικό για τις πολύτιμες συμβουλές του και παρατηρήσεις του, προερχόμενες από μία πολυετή πείρα απασχόλησης σε υπαίθριες και υπόγειες εκμεταλλεύσεις.

Οφείλω ακόμα τις ευχαριστίες μου στην εταιρεία ΕΛΤΡΑΚ για τις συμβουλές και τα δεδομένα που μου παραχώρησε για θέματα μηχανικού εξοπλισμού του οίκου της Caterpillar και συγκεκριμένα στον κ. Λευθεριώτη, στον κ. Βαονάκη, στον κ. Προτούλη καθώς επίσης και στον κ. Τσιάκαλο για θέματα κοστολόγησης μηχανημάτων & ελαστικών μηχανικού εξοπλισμού.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το επιστημονικό προσωπικό του εργαστηρίου μεταλλευτικής τεχνολογίας & περιβαλλοντικής μεταλλευτικής και προσωπικά τον κ. Λαμπράκη για το ευχάριστο κλίμα συνεργασίας, κατά την εκπόνηση και συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

**Αθήνα, Ιούλιος 2010**

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την εκτίμηση του μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους εκμετάλλευσης αδρανών υλικών υπαίθριου λατομείου συναρτήσει του κόστους μεταφοράς. Στην περίπτωση εκμετάλλευσης αδρανών υλικών, η γεωμετρία της εκμετάλλευσης προσδιορίζεται κατά κύριο λόγο από τα όρια στην επιφάνεια και το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Εφόσον οι δύο ανωτέρω παράγοντες το επιτρέπουν, η εκμετάλλευση μπορεί να φθάσει σε μεγάλα βάθη. Το μέγιστο βάθος στο οποίο θεωρητικά μπορεί να φθάσει η εκμετάλλευση είναι αυτό στο οποίο τα κόστη εξισώνονται με τα κέρδη. Ο παράγοντας κόστους που μεταβάλλεται καθώς προχωράει η εκμετάλλευση σε μεγαλύτερα βάθη είναι αυτός της μεταφοράς, καθώς αυξάνονται σημαντικά οι αποστάσεις που πρέπει να διανύσουν τα χωματουργικά αυτοκίνητα.

Στην εν λόγω διπλωματική εργασία εξετάζονται διάφορα συστήματα φόρτωσης – μεταφοράς για συγκεκριμένη ετήσια παραγωγή αδρανών υλικών και εκτιμάται η μεταβολή του κόστους σε συνάρτηση με το βάθος.

Στο πρώτο & δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία περί των αδρανών υλικών και ειδικότερα του ασβεστόλιθου καθώς επίσης και γενικά στοιχεία μηχανικού εξοπλισμού υπαίθριων εκμεταλλεύσεων εφαρμοζόμενα στο ασυνεχές (αμερικάνικο) σύστημα μεταφοράς ενώ στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος περί της συναρμογής μονάδων φόρτωσης και χωματουργικών αυτοκινήτων .

Στο τέταρτο & πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός της συναρμογής ελαστιχοφόρων φορτωτών και χωματουργικών αυτοκινήτων του οίκου Caterpillar, του κόστους ιδιοκτησίας και λειτουργίας του προαναφερθέντος μηχανικού εξοπλισμού και εν τέλει το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης αδρανούς υλικού, δεχόμενοι ως ετήσια παραγωγή αδρανών υλικών τους 5.000.000 τόνους.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή του λειτουργικού κόστους & κόστους ιδιοκτησίας στα υπό μελέτη συστήματα μηχανικού εξοπλισμού καθώς επίσης προσδιορίζεται το κέρδος και το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης κατά περίπτωση συστήματος.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφονται οι λατομικές περιοχές Ξηρορέματος και Δαμάστας στις οποίες πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή των ανωτέρω υπολογιστικών μερών συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού προκειμένου να προσδιοριστεί το κόστος φόρτωσης - μεταφοράς, το συνολικό κόστος και κέρδος αδρανών υλικών αλλά και το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης, κατά περίπτωση συστήματος μηχανικού

εξοπλισμού και κλίσης δρόμου ενώ στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζεται το λογισμικό πρόγραμμα Surpac, με βάση το οποίο πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός των ανωτέρω λατομικών περιοχών.

Στο ένατο κεφάλαιο προσδιορίστηκαν τα αντίστοιχα αποθέματα σε αδρανή υλικά των δύο ανωτέρω λατομικών εκτάσεων.

Τέλος, στο δέκατο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει εκ του συνόλου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τον υπολογισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς.

Αρχικά, διερευνήθηκε η συναρμογή μηχανημάτων φόρτωσης – μεταφοράς του οίκου Caterpillar για την εύρεση εναλλακτικών συστημάτων ελαστιχοφόρων φορτωτών και στόλου χωματουργικών αυτοκινήτων. Κατόπιν, υπολογίστηκε το κόστος ιδιοκτησίας και το λειτουργικό κόστος του εκάστοτε συστήματος καθώς επίσης το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς και το συνολικό κόστος της εκμετάλλευσης αντίστοιχα, συναρτήσει του βάθους. Σε συνδυασμό με την αντίστοιχη τιμή πώλησης των αδρανών υλικών, υπολογίστηκε το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης κατά περίπτωση.

Εν συνεχεία, έγινε εφαρμογή των ανωτέρω θεωρητικών υπολογισμών στις υπαίθριες λατομικές εκτάσεις των περιοχών Ξηρορέματος και Δαμάστας, ο σχεδιασμός των ανωτέρω λατομικών χώρων όπως επίσης και ο υπολογισμός αποθεμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού προγράμματος Surpac. Με βάση τον τελικό σχεδιασμό, τα συνολικά αποθέματα αδρανών υλικών των εν λόγω λατομείων ανέρχονται σε 1.670.962.427 και 108.799.993 τόνους αντίστοιχα. Διαπιστώθηκε ότι μέσω του θεωρητικού μοντέλου που αναπτύχθηκε για το εκάστοτε σύστημα μηχανικού εξοπλισμού, το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης είναι πολύ μεγαλύτερο από το θεωρητικό τελικό βάθος των 600 μέτρων της μελέτης.

Εν τέλει, στην περίπτωση του λατομείου Ξηρορέματος, λόγω του μεγάλου όγκου αποθεμάτων, τα συγκεκριμένα μηχανήματα που εξετάστηκαν κρίνονται ακατάλληλα ενώ για το υπαίθριο λατομείο της περιοχής Δαμάστας επιλέχθηκε σύστημα μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού ελαστιχοφόρου φορτωτή CAT 992G & χωματουργικών αυτοκινήτων CAT 773F με κλίση λατομικού δρόμου 10% καθώς επίσης προσδιορίστηκε ότι το θεωρητικό μέγιστο βάθος μιας εκμετάλλευσης με το συγκεκριμένο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού είναι τα 1500 μέτρα.

# ABSTRACT

This thesis concerns the calculation of the maximum authorized operating depth of an open-mine pit in relation to transport cost.

Initially, we evaluated the combination of Caterpillar's wheel loaders – off high way trucks to find the alternative systems of wheel loaders and the fleet of off high way trucks. Then we calculated the cost of ownership and operating costs of the system as well as the cost of loading - transport and the overall cost of operation, respectively, versus depth. In conjunction with the corresponding price of aggregates's sale, we calculated the maximum operating depth of each case.

Then, we applied the above theoretical calculations in surface quarrying areas of Xirorema's and Damasta's areas whose the design as well as the stock was calculated using the software program Surpac. Based on the final design, the total reserves of aggregates of these quarries are amounted to 1.670.962.427 and 108.799.993 tonnes respectively. We found that through the average theoretical model developed for each mechanical equipment system, the maximum operating depth is much greater than the theoretical total depth of 600 meters of the study.

Finally, for Xirorema's open pit, because of the large volume of stocks, these machines are considered unsuitable while for Damastas's open pit area the chosen system is a second-hand machinery of CAT 992G wheel loaders & CAT 773F off high way trucks with a sloping quarry road of 10% and also determined that the theoretical maximum operating depth for an open-mine pit with this specific machinery system is 1500 meters.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ.....</b>	<b>3</b>
1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	3
1.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ.....	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ &amp; ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....</b>	<b>8</b>
2.1. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (Μ.Φ.).....	8
2.2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ-ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ (Χ.Α.).	10
2.3. ΑΣΥΝΕΧΕΣ (ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ) ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (Μ.Φ.) &amp; ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (Χ.Α.). ....</b>	<b>13</b>
3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ.....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ Μ.Φ. - Χ.Α....</b>	<b>16</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΚΟΣΤΟΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ &amp; ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....</b>	<b>54</b>
5.1. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ.....	54
5.2. ΚΟΣΤΟΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	55
5.2.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	56
5.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	59
5.3.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	60
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ &amp; ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ &amp; ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΟΥΣ. .....</b>	<b>68</b>
6.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ & ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	68
6.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	87
6.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΥ ΒΑΘΟΥΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	92
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΕ ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>102</b>
7.1. ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ.....	102
7.1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	102
7.1.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	104
7.1.3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ.....	104
7.1.4. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	106
7.1.5. ΕΚΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	108
7.2. ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ.....	110
7.2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	110

7.2.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ - ΕΚΤΑΣΗ - ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ. ....	111
7.2.3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ. ....	113
7.2.4. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	113
7.2.5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ. ....	114
7.2.6. ΕΚΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ.....	115
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SURPAC &amp; ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ. ....</b>	<b>116</b>
8.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ MODULES ΣΤΗΝ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	118
8.1.1. User Interface.....	118
8.1.2. Graphics.....	119
8.1.3. String Tools .....	120
8.1.4. Segment tools.....	120
8.1.5. DTM Tools.....	121
8.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ. ....	121
8.2.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ.....	125
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ &amp; ΔΑΜΑΣΤΑΣ. 130</b>	
9.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ. ....	130
9.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΔΑΜΑΣΤΑΣ. .....	135
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 - ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ....</b>	<b>140</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>145</b>

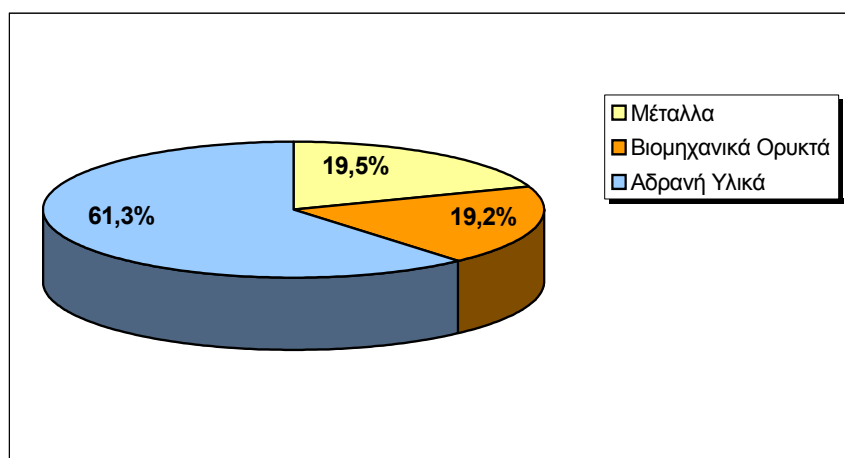
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

### 1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Αδρανή υλικά καλείται το σύνολο των άμμων, χαλικιών, θραυστών λίθων, σκωριών και άλλων παρόμοιων υλικών ανόργανης σύστασης, φυσικής ή τεχνητής προέλευσης, που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με συγκολλητικό μέσα (τσιμέντο, άσφαλτος κτλ) για σχηματισμό μιγμάτων όπως σκυροκονιάματα, ασφαλτικά σκυροδέματα και σκυρωτά οδοστρώματα ή και αυτούσια (π.χ. έρματα σιδηροδρομικών γραμμών). Ονομάζονται αδρανή γιατί η πλειονότητα τους δεν αντιδρά χημικά με τις διάφορες συγκολλητικές ύλες.

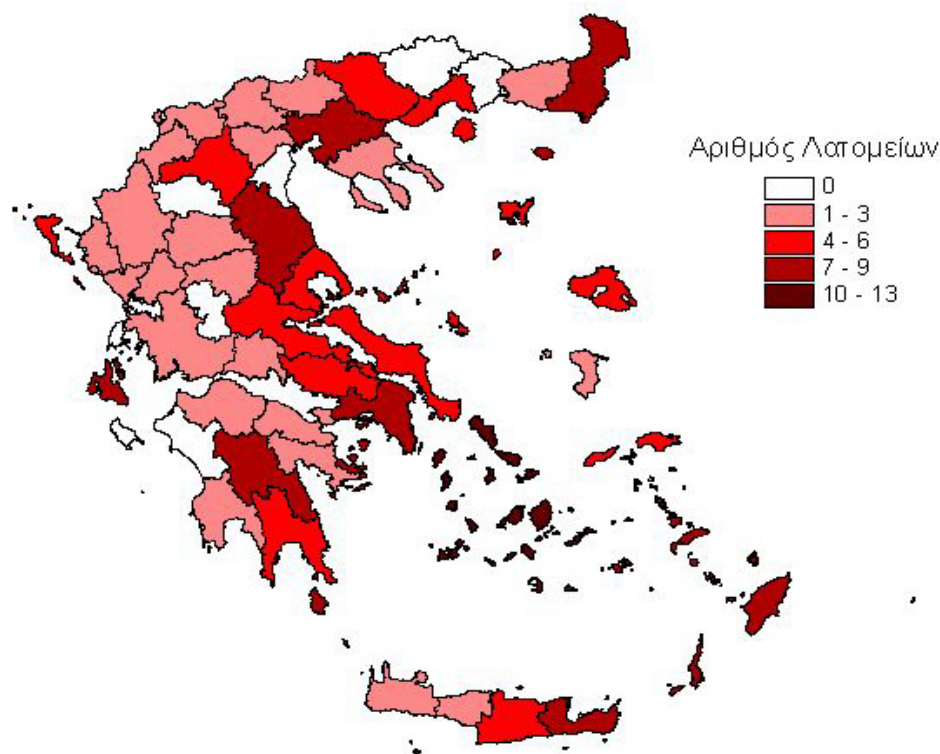
Ο κλάδος των αδρανών υλικών αποτελεί έναν από τους ισχυρότερους κλάδους της μεταλλευτικής δραστηριότητας. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής διατίθεται στην εγχώρια κατανάλωση και συγκεκριμένα στα δημόσια έργα, στην οικοδομική δραστηριότητα και στην βιομηχανία τσιμέντου. Όπως είναι αντιληπτό, λόγω της συμμετοχής του στις ανωτέρω δραστηριότητες (με εξαίρεση την βιομηχανία τσιμέντου), ο κλάδος αποκτά κυρίως στρατηγική παρά οικονομική σημασία, αφού ο σκοπός είναι να διατηρηθεί το κόστος χαμηλό και, κυρίως, σταθερό και όχι να πετύχουμε υψηλότερη τιμή πώλησης.

Η παραγωγή των αδρανών υλικών κατέχει περίπου το 62% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ορυκτών υλών (Εικόνα 1), με εξαίρεση τις ενεργειακές ύλες, όπως διαφαίνεται από την κάτωθι κατανομή :



Εικόνα 1 - Παγκόσμια Κατανομή Ορυκτών Υλών.

Στον ελλαδικό χώρο, η ποσότητα των αδρανών που παράγεται αντιστοιχεί στο 45% της συνολικής παραγωγής ορυκτών υλών και στο 39% των συνολικών εκμεταλλεύσεων, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από την κάτωθι κατανομή των λατομείων (Εικόνα 2) :



**Εικόνα 2** - Λατομικές Εκτάσεις στον Ελλαδικό Χώρο.

Η μεγαλύτερη ποσότητα αδρανών υλικών (Εικόνα 3) προέρχεται από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων (κυρίως ασβεστολιθικών) ή από φυσικές αποθέσεις (μίγμα κυρίως ασβεστολιθικών, ψαμμιτικών και γρανιτικών πετρωμάτων) ποταμών, χειμάρρων, θαλάσσης, με ή χωρίς θραύση. Οι χρήσεις των αδρανών είναι ποικίλες, με σημαντικότερες τη συμμετοχή τους στην παραγωγή ασφάλτου (η άσφαλτος αποτελείται κατά 90% από αδρανή) και στην παραγωγή τσιμέντου (συμμετοχή κατά 80%). Παράλληλα, κάποιες μικρότερες ποσότητες αδρανών προέρχονται από σκωρίες, απορρίμματα ορυχείων, θραυστά υλικά παλαιών οδοστρωμάτων κλπ.

Ο διαχωρισμός των αδρανών υλικών ανάλογα με την κοκκομετρία τους, δίνει τις κάτωθι εξής βασικές κατηγορίες:

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

---

- χονδρόκοκκο αδρανές (κόκκος > 4,75mm)
- λεπτόκοκκο αδρανές (4,75mm > κόκκος > 75μm).
- παιπάλη ή filler (κόκκος < 75μm).

Όσον αφορά τον διαχωρισμό των αδρανών υλικών με βάση την μετέπειτα χρησιμοποίησή τους, διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες :

- Αδρανή Σκυροδέματος.
- Αδρανή Οδοποιΐας.
- Αδρανή Σιδηροδρόμων.
- Ελαφρά Αδρανή Διαχωρισμάτων.
- Υλικά Κοινών Επιχωμάτων.

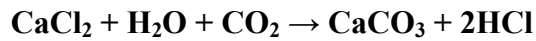


**Εικόνα 3** - Χαρακτηριστικό Υπαίθριο Λατομείο Αδρανών Υλικών-Ασβεστόλιθου.

## 1.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ

Ο ασβεστόλιθος (Εικόνα 4) είναι ιζηματογενές πέτρωμα, του οποίου το βασικό συστατικό είναι ο ασβεστίτης ( $\text{CaCO}_3$ ). Συχνά περιέχει απολιθώματα, από τα οποία μπορεί να εκτιμηθεί η ηλικία και η προέλευσή του. Η μεταμόρφωση του ασβεστόλιθου δίνει στο πέτρωμα εντονότερο κρυσταλλικό χαρακτήρα σχηματίζοντας

το μάρμαρο. Ο ασβεστόλιθος, εκτός του ασβεστίτη, συχνά περιέχει πυριτικές προσμίξεις, όπως κρυπτοκρυσταλλικές μορφές του χαλαζία (πυριτόλιθο ή χαλαζίτη), άργιλο και άμμο και μικρές ποσότητες μεταλλικών αλάτων. Ο σχηματισμός του μπορεί να οφείλεται στην χημική αντίδραση ευδιάλυτων αλάτων του ασβεστίου με διοξείδιο του άνθρακα, όπως π.χ. στην αντίδραση:



Το  $\text{CaCO}_3$ , ως αδιάλυτο στο νερό, καταβυθίζεται και αποτίθεται, συγκολλώμενο με άλλα συστατικά του περιβάλλοντος με την διαδικασία της διαγένεσης. Ο ασβεστόλιθος που δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο χαρακτηρίζεται ως «χημικό ίζημα». Ειδική μορφή αυτού του τύπου ασβεστόλιθου είναι οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες των σπηλαίων (σταλακτιτικός ασβεστόλιθος). Μια ακόμη μορφή αυτού του τύπου είναι ο τραβερτίνης, ασβεστολιθική απόθεση σε κοίτες θερμών υδάτων, των οποίων η διαλυτική ικανότητα, καθώς ψύχονται, ελαττώνεται, με συνέπεια να αποθέτουν τα ως τότε διαλυμένα συστατικά τους.

Σε άλλες περιπτώσεις, ο ασβεστόλιθος μπορεί να σχηματιστεί από σκελετούς ή κελύφη υδροβίων οργανισμών: Μετά τον θάνατο του οργανισμού, το κέλυφός του καταβυθίζεται στον πυθμένα και το οργανικό τμήμα του οργανισμού καταστρέφεται, ενώ το κέλυφος (ή ο σκελετός) παραμένει. Τα ασβεστοιτικά αυτά υπολείμματα συγκολλώμενα με την διαγένεση δημιουργούν την ασβεστολιθική απόθεση. Ο ασβεστόλιθος που δημιουργείται κατ’ αυτό τον τρόπο χαρακτηρίζεται ως «οργανογενής» και, όπως είναι λογικό, είναι πιο πλούσιος σε απολιθώματα. Μορφές αυτού του τύπου ασβεστόλιθου αποτελούν η κρητίς (κοινώς κιμωλία) και ο ωολιθικός ασβεστόλιθος, ο οποίος εμφανίζεται να αποτελείται από μικρά, συγκολλημένα μεταξύ τους σφαιρίδια, τους ωολίθους. Το βασικό συστατικό του πετρώματος έχει λευκό χρώμα, γι’ αυτό και ο ασβεστόλιθος είναι λευκός ή ανοιχτόχρωμος γκρίζος. Ανάλογα με τις προσμίξεις του, όμως, εμφανίζεται σχεδόν σε κάθε χρώμα, συνηθέστερα γκρίζο σκούρο ή και κοκκινωπό (σιδηρομιγής ασβεστόλιθος).

Χαρακτηριστικοί σχηματισμοί που απαντώνται στα ασβεστολιθικά φαινόμενα χαρακτηρίζονται ως καρστικά φαινόμενα. Σε μεγάλες, αρχικά συμπαγείς μάζες ασβεστόλιθου παρατηρούνται κοιλώματα, σπήλαια, ποικίλα φλεβοειδή ανοίγματα, σχηματισμοί χύτρας κτλ., που οφείλονται στην διάβρωση. Η οροσειρά των Άλπεων



“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

---

στην Ευρώπη είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου σχηματισμένη από ασβεστόλιθο. Συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι και όλες οι ελληνικές οροσειρές να αποτελούνται, κατά κύριο λόγο, από ασβεστόλιθο. Η βασική χρήση του ασβεστόλιθου είναι στην αρχιτεκτονική, όπου χρησιμοποιείται ως οικοδομικό υλικό είτε αυτούσιος, σε λιγότερο ή περισσότερο λαξευμένα τμήματα, είτε σε μίγμα για την κατασκευή του σκυροδέματος (τόσο η άμμος όσο και το χαλίκι στο κοινό σκυρόδεμα είναι ασβεστολιθικής σύστασης).



**Εικόνα 4** – Ασβεστόλιθος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ & ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

### 2.1. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (Μ.Φ.)

Τα μηχανήματα φόρτωσης είναι από τις πλέον κρίσιμες μονάδες του μηχανικού εξοπλισμού μιας υπαίθριας εκμετάλλευσης ή ενός χωματουργικού έργου όπου χρησιμοποιείται το ασυνεχές σύστημα φόρτωσης - μεταφοράς, αφού η παραγωγικότητά τους είναι το άνω όριο της παραγωγικότητας του όλου συστήματος.

Οι κύριοι τύποι μηχανημάτων φόρτωσης που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας είναι οι εξής:

- **Ελαστικοφόρος φορτωτής**  
(wheel loader ή front end loader).
- **Υδραυλικός εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου ή «τσάπα»** (Εικόνα 5)  
(hydraulic backhoe ή excavator).
- **Υδραυλικός μετωπικός εκσκαφέας ή «σόβελ»**  
(hydraulic front shovel).


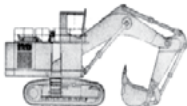
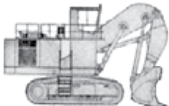


**Εικόνα 5** - Υδραυλικός εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά της λειτουργίας κάθε ενός από αυτούς τους τύπους μηχανημάτων φόρτωσης :

**Πίνακας 1 - Κύρια Χαρακτηριστικά Λειτουργίας των Μηχανημάτων Φόρτωσης.**

	 <b>Ελαστικοφόρος φορτωτής</b>	 <b>Εκσκαφέας «τσάπα»</b>	 <b>Εκσκαφέας «σόβελ»</b>
<b>Εκσκαπτική ικανότητα (digability)</b>	Καλή λύση για καλά κερματισμένα και ελεύθερα ρέοντα υλικά.	<b>Μεγάλης εκσκαπτικής ικανότητας.</b> Καλή λύση για δύσκολα υλικά και για μηχανική εξόρυξη μετώπου.  Ιδανικά για εκλεκτική εξόρυξη-φόρτωση.	
<b>Κινητικότητα (mobility)</b>	<b>Μεγάλη κινητικότητα.</b> Απομακρύνεται γρήγορα από το μέτωπο πριν τις ανατινάξεις. Αλλάζει εύκολα θέση εργασίας. Μπορεί ικανοποιητικά να μεταφέρει υλικά σε αποστάσεις μέχρι 200 m.	<b>Πολύ μικρή κινητικότητα.</b> Χρησιμοποιούνται σε εργασίες όπου δεν απαιτείται συχνά αλλαγή θέσης. Κρίσιμο στοιχείο είναι ο χρόνος που απαιτείται για την απομάκρυνσή τους από το μέτωπο πριν τις ανατινάξεις.	
<b>Ύψος βαθμίδας (bench height)</b>	Μπορεί να εργαστεί σε βαθμίδες <b>οποιοδήποτε ύψους</b> , αρκεί το υλικό να ρέει ελεύθερα.	<b>Άριστος</b> σε βαθμίδες με ύψος όχι μεγαλύτερο από το μήκος του βραχίονα και υλικά με μεγάλη γωνία απόθεσης. <b>Πολύ αποτελεσματικός</b> όταν φορτώνει φορητά σε επίπεδα χαμηλότερα από το επίπεδο εργασίας του.	Αντιμετωπίζει <b>διάφορα ύψη βαθμίδων</b> . Αποδίδει καλύτερα σε μέτωπα με μεγάλη γωνία πρηνούς.
<b>Πλάτος βαθμίδας (bench width)</b>	Απαιτεί <b>χώρο για ελιγμούς</b> .	<b>Ελάχιστες απαιτήσεις</b> , διότι περιστρέφονται σε χώρο που εξαρτάται μόνο από τις διαστάσεις τους. Αποδίδουν καλύτερα όσο πιο κοντά στο μέτωπο εργάζονται.	
<b>Δάπεδο εργασίας (floor conditions)</b>	<b>Πιο αποτελεσματικός</b> σε ξηρά, επίπεδα, καλά συντηρημένα δάπεδα.	Μπορούν να εργαστούν σε <b>οποιοδήποτε δάπεδο</b> .	

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν ελαστιχοφόροι φορτωτές του οίκου CATERPILLAR (Εικόνα 6).



Εικόνα 6 - Ελαστιχοφόρος Φορτωτής (Wheel Loader) CAT.

## 2.2. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ-ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ (Χ.Α.)

Κατά τη χρήση ενός στόλου λατομικών φορτηγών αυτοκινήτων (dumpers) για τη μεταφορά εξορυγμένου πετρώματος, αντικειμενικός σκοπός είναι η επίτευξη του μεγαλύτερου δυνατού ρυθμού μεταφοράς, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή παραγωγή με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Σε ένα λατομείο με δεδομένο δίκτυο εργοταξιακών οδών μεταφοράς και dumpers δεδομένου ωφέλιμου φορτίου, το μέγεθος που καθορίζει το ρυθμό μεταφοράς είναι η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα dumpers. Συνεπώς, σε ένα τέτοιο σύστημα με dumpers, ο προσδιορισμός της ταχύτητάς τους είναι ένα από τα θεμελιώδη ζητούμενα.

Στην παρούσα μελέτη, επιλέχθηκαν χωματουργικά αυτοκίνητα (off-highway trucks) του οίκου CATERPILLAR (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7** - Χωματουργικό Αυτοκίνητο (Off-Highway Truck) CAT.

### **2.3. ΑΣΥΝΕΧΕΣ (ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ) ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

Στο ασυνεχές (Αμερικάνικο) σύστημα μεταφοράς (Εικόνα 8) εντάσσονται οι εκσκαφείς-φορτωτές και τα χωματουργικά αυτοκίνητα και είναι το σύστημα εκείνο με το οποίο θα μελετηθεί η φόρτωση και η μεταφορά των αδρανών υλικών της παρούσης μελέτης.

Κύρια πλεονεκτήματα του ασυνεχούς συστήματος φόρτωσης-μεταφοράς με φορτωτές και Χ.Α. είναι τα εξής :

- Οι θέσεις φόρτωσης και εκκένωσης είναι δυνατό να τοποθετηθούν πρακτικά οπουδήποτε.
- Το μεταφερόμενο υλικό μπορεί να είναι από λεπτόκοκκη άμμος μέχρι τεμάχια πετρωμάτων μεγάλων διαστάσεων.
- Ο μηχανικός εξοπλισμός είναι γενικής χρήσης.
- Προσαρμόζεται εύκολα σε σχεδόν οποιαδήποτε απαιτούμενη παραγωγή.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

---

- Σχετικά μικρό αρχικό κόστος επένδυσης.
- Μεγάλος βαθμός αξιοπιστίας.

Ταυτόχρονα, η επίδοση του εν λόγω συστήματος εξασφαλίζεται από :

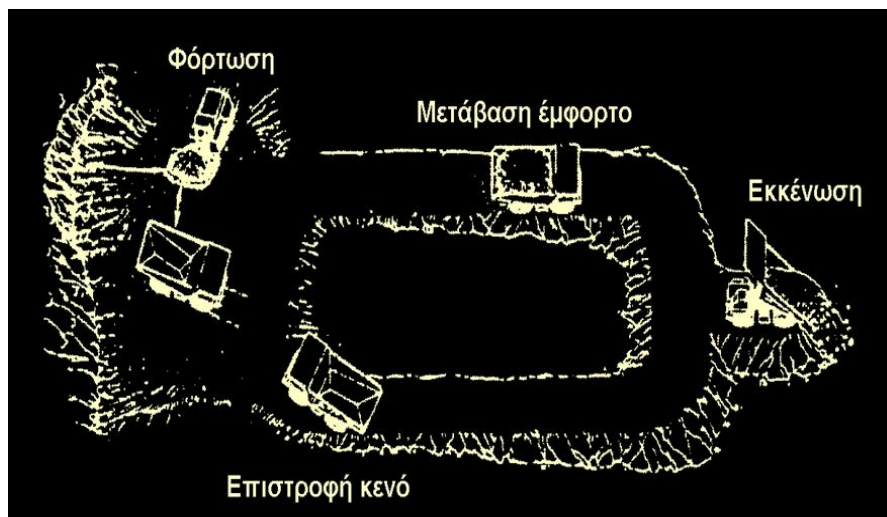
- Τις δεξιότητες, εμπειρίες και διαθέσεις των οδηγών / χειριστών.
- Τα χαρακτηριστικά του μεταφερόμενου υλικού.
- Την κατάσταση των οδών μεταφοράς.
- Τις καιρικές συνθήκες.
- Την αξιοπιστία του εξοπλισμού.

Τα ζητούμενα κατά τον σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος, ο οποίος θα εφαρμοσθεί στην παρούσα μελέτη είναι :

- Ο προσδιορισμός του τύπου, του μεγέθους και της δυναμικότητας του εξοπλισμού.
- Ο αριθμός των Χ.Α. σε συνδυασμό με τις Μ.Φ. και τις οδούς μεταφοράς.

**Με στόχο:**

- Την εξασφάλιση της ομαλής ροής των Χ.Α. στις θέσεις φόρτωσης, την ομαλή φόρτωση και την απομάκρυνση των Χ.Α. με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα.



**Εικόνα 8** - Τυπικό Γράφημα Ασυνεχούς Συστήματος Φόρτωσης-Μεταφοράς.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (Μ.Φ.) & ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (Χ.Α.)**

### **3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ**

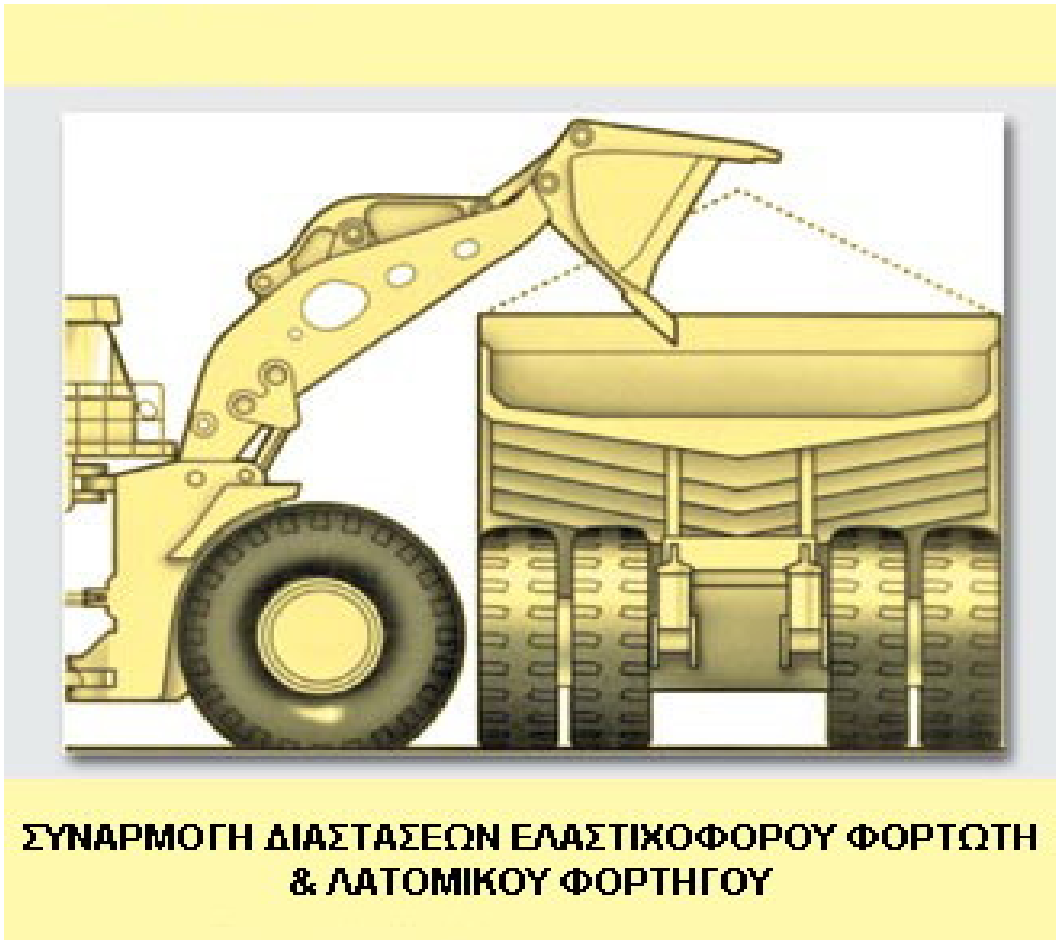
Ο σχεδιασμός ενός συστήματος φόρτωσης - μεταφοράς που αποτελείται από ένα στόλο φορτηγών και μια μονάδα φόρτωσης, η οποία στην παρούσα μελέτη είναι ο ελαστικοφόρος φορτωτής, εστιάζεται στην επιλογή του μεγέθους και της δυναμικότητας της μονάδας φόρτωσης και του μεγέθους και του πλήθους των φορτηγών που συγκροτούν το στόλο μεταφοράς.

Στόχος του σχεδιασμού είναι η επιλογή αυτής της συγκρότησης του συστήματος με την οποία επιτυγχάνεται το ελάχιστο κόστος για τη φόρτωση δεδομένης ποσότητας εξορυγμένου πετρώματος και τη μεταφορά της σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα μέσω μιας δεδομένης διαδρομής.

Κατά την επιλογή μονάδας φόρτωσης και φορτηγών επιχειρείται να ικανοποιούνται ταυτόχρονα τα εξής δύο κριτήρια που αφορούν στο μέγεθος του εξοπλισμού:

- Οι διαστάσεις της μονάδας φόρτωσης απαιτείται να είναι τέτοιες ώστε να είναι δυνατή η φόρτωση των φορτηγών (Εικόνα 9).

Η δυναμικότητα της μονάδας φόρτωσης απαιτείται να είναι τέτοια ώστε ο αριθμός των κύκλων της για τη φόρτωση ενός φορτηγού να μην είναι υπερβολικά μικρός ή μεγάλος.



**Εικόνα 9 – Συναρμογή Διαστάσεων Μ.Φ. – Χ.Α.**

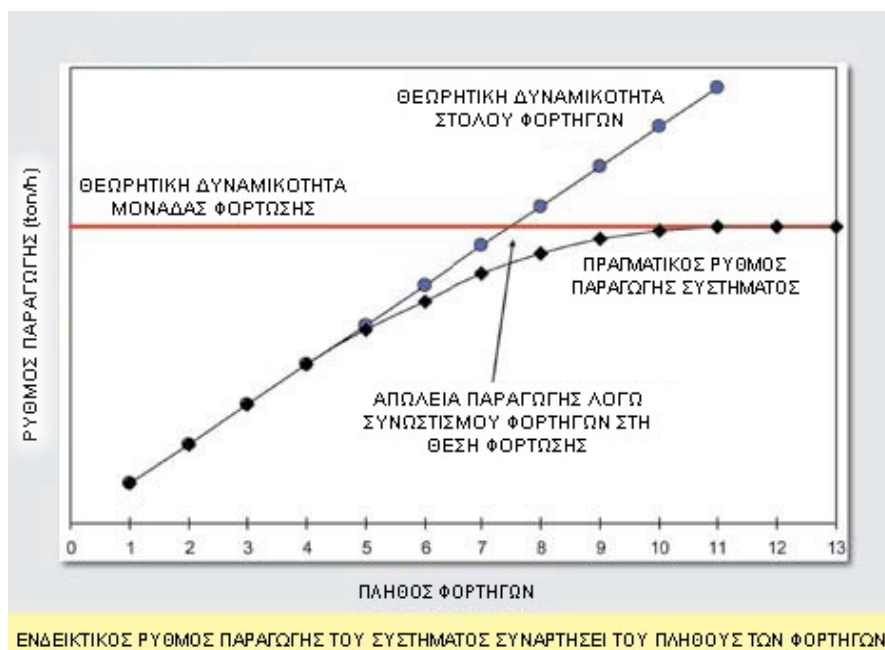
Γενικά επιζητούμε η φόρτωση ενός φορτηγού να μη διαρκεί περισσότερο από 2 λεπτά. Ο κύκλος των ελαστικοφόρων φορτωτών υπό φυσιολογικές συνθήκες διαρκεί περίπου 25-55 δευτερόλεπτα. Επομένως, οι ελαστικοφόροι φορτωτές συνδυάζονται με φορτηγά για τα οποία απαιτούνται 3-5 κύκλοι φόρτωσης.

Προφανώς και θέλουμε η διάρκεια της φόρτωσης των φορτηγών να είναι όσο το δυνατό μικρότερη, διότι έτσι τα φορτηγά παραμένουν λιγότερο χρόνο δεσμευμένα για φόρτωση και έχουν περισσότερο χρόνο διαθέσιμο για την εκτέλεση της κύριας αποστολής τους, που είναι η μεταφορά. Ο κύριος μηχανισμός για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι ο συνδυασμός των μονάδων φόρτωσης με φορτηγά για τα οποία απαιτούνται όσο το δυνατό λιγότεροι κύκλοι φόρτωσης.

Κατά τον προσδιορισμό του πλήθους των εν λειτουργία φορτηγών που απαιτούνται, επιχειρείται η συναρμογή του συστήματος έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι καθυστερήσεις και αναμονές τόσο της μονάδας φόρτωσης όσο και των φορτηγών. Επισημαίνεται ότι ο μέγιστος ρυθμός παραγωγής του συστήματος περιορίζεται από το ρυθμό παραγωγής της μονάδας φόρτωσης.



Συνεπώς αυτό που επιχειρείται είναι η επίτευξη αυτού του μέγιστου ρυθμού παραγωγής (Διάγραμμα 1) χωρίς να παρουσιάζονται σημαντικές αναμονές για τα φορτηγά, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από το κάτωθι διάγραμμα:



**Διάγραμμα 1 – Ρυθμός Παραγωγής Συστήματος & Χ.Α.**

Ο προσδιορισμός του φυσικού πλήθους φορτηγών είναι από τα κρισιμότερα σημεία κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος φόρτωσης - μεταφοράς, λαμβάνοντας υπόψη το υψηλό κόστος κτήσης και λειτουργίας του εξοπλισμού.

Στην πράξη, το ερώτημα που τίθεται μετά τον προσδιορισμό του θεωρητικώς ιδανικού πλήθους φορτηγών, που είναι ένας θετικός πραγματικός αριθμός, είναι αν σε αυτόν θα υπάρξει στρογγυλοποίηση προς τον μικρότερο ή μεγαλύτερο φυσικό αριθμό. Ο Hanby ανέπτυξε μία μέθοδο (Μιχαλακόπουλος, 2004), με την οποία απαντάται το ερώτημα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο αντικειμενικός σκοπός του σχεδιασμού που είναι η ελαχιστοποίηση του μοναδιαίου κόστους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ Μ.Φ. - Χ.Α.

Στην παρούσα μελέτη, όπως ήδη έχουμε προαναφέρει, θα χρησιμοποιήσουμε ως μηχανές φόρτωσης ελαστικοφόρους φορτωτές και χωματουργικά αυτοκίνητα (off-highway trucks) του οίκου CATERPILLAR.

Η συναρμογή των μηχανημάτων έχει ως απώτερο σκοπό, αφενός μεν την μέγιστη δυνατή απόδοση των συστημάτων που θα μελετηθούν με το ελάχιστο δυνατό κόστος, αφετέρου δε την επίτευξη της ετήσιας παραγωγής αδρανών υλικών που θα έχουμε θέσει ως πρωταρχικό στόχο.

Ως ετήσια παραγωγή αδρανών υλικών, θέτουμε το μέγεθος των **5.000.000 τόνων**. Εάν κάνουμε την αναγωγή της ποσότητας αυτής σε ημερήσιο ρυθμό παραγωγής αδρανών, δεχόμενοι ως μέγιστο αριθμό εργάσιμων ημερών το χρόνο τις 250 ημέρες και λαμβάνοντας ως πραγματικό ωράριο εργασίας τις 8 ώρες, τότε μπορούμε να πούμε ότι ο στόχος μας εκ της συναρμογής των μηχανών φόρτωσης και χωματουργικών αυτοκινήτων είναι ένας ημερήσιος ρυθμός παραγωγής αδρανών της τάξεως των **2.500 ton/h**.

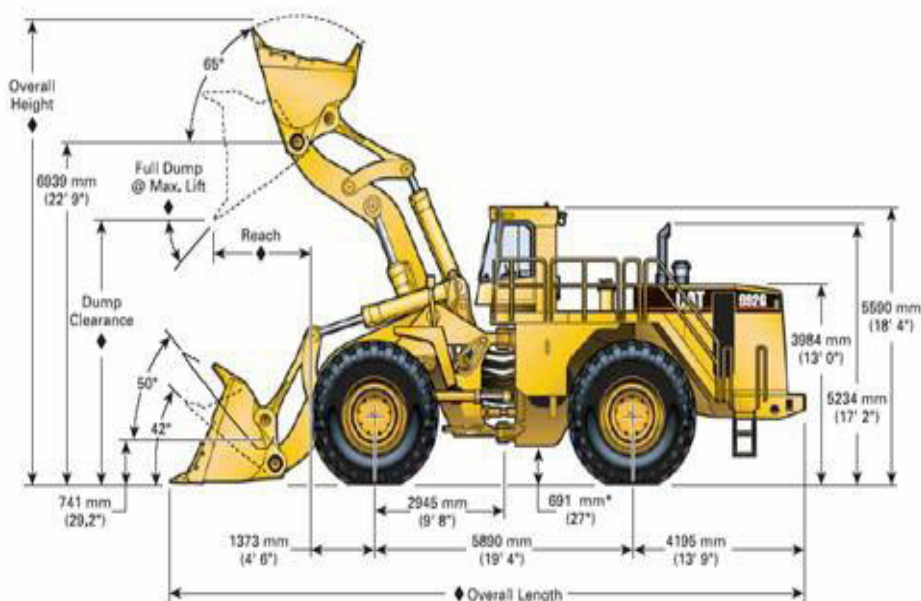
Ως μηχανήματα φόρτωσης επιλέχθηκαν ελαστικοφόροι φορτωτές του οίκου CATERPILLAR, και συγκεκριμένα οι φορτωτές **CAT 992G** και **CAT 993K**, οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία ελαστικοφόρων φορτωτών Large Wheel Loaders.

Ως χωματουργικά αυτοκίνητα επιλέχθηκαν dumper **CAT 773F** και **CAT 777F** τα οποία ανήκουν στην κατηγορία χωματουργικών αυτοκινήτων Off-High Way Trucks. Οι διαστάσεις των εν λόγω μηχανημάτων, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στα γραφήματα 1-8 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

### Dimensions

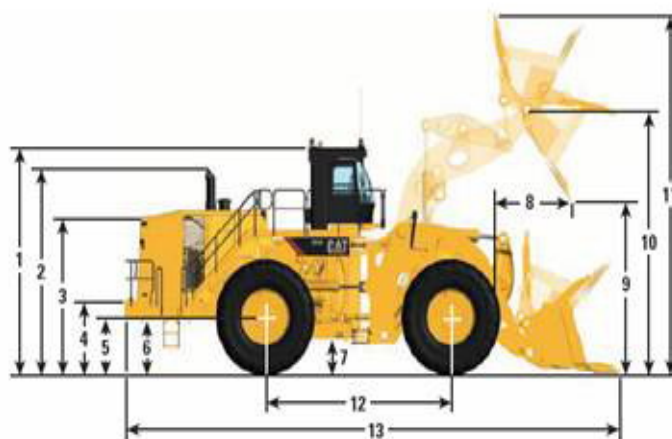
All dimensions are approximate.



## CAT 992G Large Wheel Loader

Γράφημα 1 – Ελαστιχοφόρος Φορτωτής CAT 992G

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

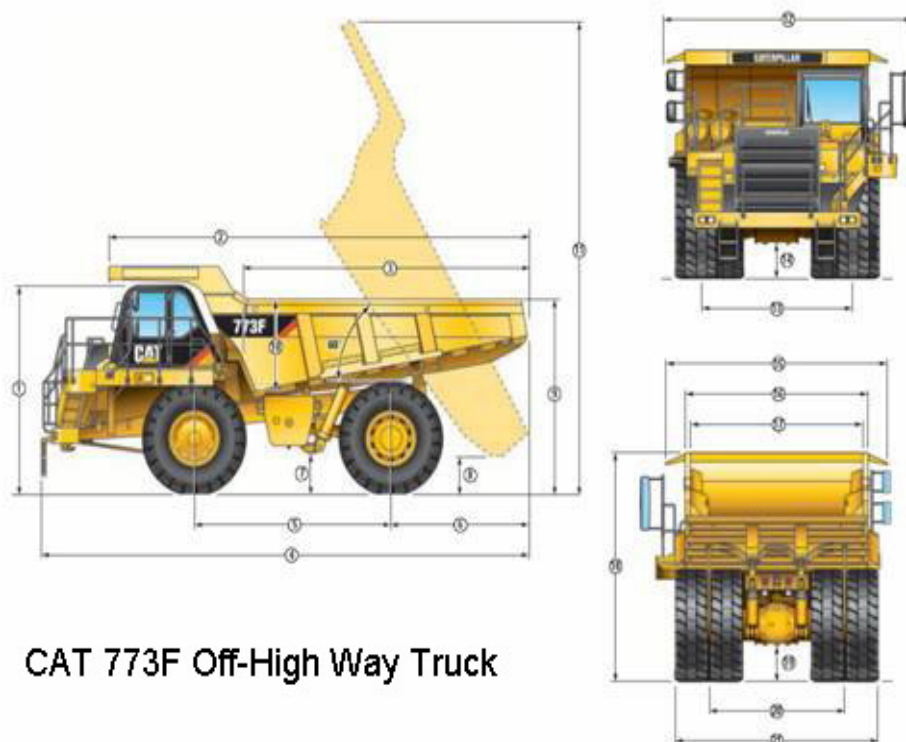


	993K Standard Lift 50/65R51 Tires	993K High Lift 50/65R51 Tires
1 Height to top of ROPS	6000 mm (19.7 ft)	6000 mm (19.7 ft)
2 Height to top of stack	5448 mm (17.9 ft)	5448 mm (17.9 ft)
3 Height to top of hood	4252 mm (14.0 ft)	4252 mm (14.0 ft)
4 Height to top of bumper	1791 mm (5.9 ft)	1791 mm (5.9 ft)
5 Height to center axle	1535 mm (5.0 ft)	1535 mm (5.0 ft)
6 Bumper clearance	1180 mm (3.9 ft)	1180 mm (3.9 ft)
7 Ground clearance	590 mm (2.0 ft)	590 mm (2.0 ft)
8 Reach at 45° dump (tooth tip)	2503 mm (8.2 ft)	2612 mm (8.6 ft)
9 Clearance at 45° dump (tooth tip)	4654 mm (15.3 ft)	5299 mm (17.4 ft)
10 Bucket pin height at full lift	7002 mm (23.0 ft)	7647 mm (25.1 ft)
11 Maximum overall height		
Bucket raised	9789 mm (32.1 ft)	10 433 mm (34.0 ft)
12 Wheel base	5890 mm (19.4 ft)	5890 mm (19.3 ft)
13 Maximum overall length	15 214 mm (50.0 ft)	15 846 mm (52.0 ft)

## CAT 993K Large Wheel Loader

Γράφημα 2 – Ελαστιχοφόρος Φορτωτής CAT 993K

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



**CAT 773F Off-High Way Truck**

**Γράφημα 3.α – Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F**

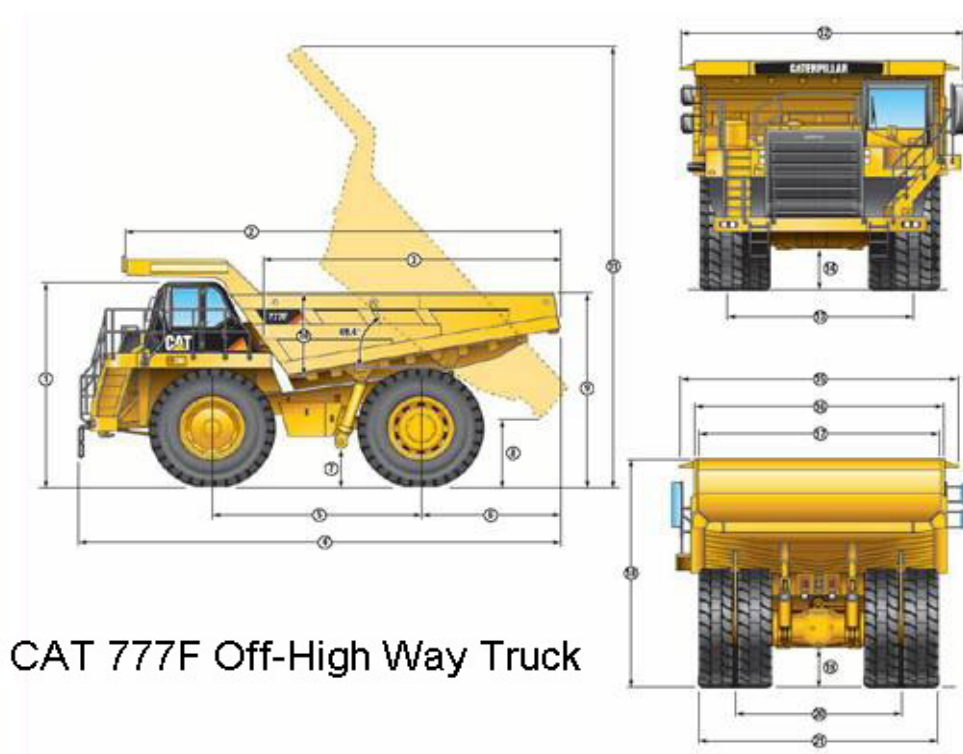
	Dual Slope		Flat Floor	
1 Height to Top of ROPS	4116 mm	13 ft 6 in	4108 mm	13 ft 6 in
2 Overall Body Length	9211 mm	30 ft 3 in	9293 mm	30 ft 6 in
3 Inside Body Length	6254 mm	20 ft 6 in	6336 mm	20 ft 9 in
4 Overall Length	10 249 mm	33 ft 7 in	10 334 mm	33 ft 11 in
5 Wheelbase	4215 mm	13 ft 10 in	4215 mm	13 ft 10 in
6 Rear Axle to Trail	2749 mm	9 ft	2837 mm	9 ft 4 in
7 Ground Clearance	777 mm	2 ft 6 in	777 mm	2 ft 6 in
8 Dump Clearance	616 mm	2 ft	626 mm	2 ft 1 in
9 Loading Height – Empty	3818 mm	12 ft 6 in	3773 mm	12 ft 5 in
10 Inside Body Depth – Max	1806 mm	5 ft 11 in	1806 mm	5 ft 11 in
11 Overall Height – Body Raised	9261 mm	30 ft 5 in	9261 mm	30 ft 5 in

	Dual Slope		Flat Floor	
12 Operating Width	5425 mm	17 ft 10 in	5425 mm	17 ft 10 in
13 Centerline Front Tire Width	3205 mm	10 ft 6 in	3205 mm	10 ft 6 in
14 Engine Guard Clearance	700 mm	2 ft 4 in	698 mm	2 ft 4 in
15 Overall Canopy Width	4735 mm	15 ft 6 in	4996 mm	16 ft 5 in
16 Outside Body Width	3919 mm	12 ft 11 in	3917 mm	12 ft 11 in
17 Inside Body Width	3658 mm	12 ft	3657 mm	12 ft
18 Front Canopy Height	4460 mm	14 ft 7 in	4435 mm	14 ft 7 in
19 Rear Axle Clearance	675 mm	2 ft 2 in	675 mm	2 ft 2 in
20 Centerline Rear Dual Tire Width	2929 mm	9 ft 7 in	2928 mm	9 ft 7 in
21 Overall Tire Width	4406 mm	14 ft 6 in	4411 mm	14 ft 6 in

### Dimensions - Specifications

**Γράφημα 3.β – Διαστάσεις Χ.Α. CAT 773F**

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



CAT 777F Off-High Way Truck

Γράφημα 4.α – Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F

1	Height to top of ROPS	4715 mm	15 ft 6 in	12	Operating Width	6494 mm	21 ft 4 in
2	Overall Body Length	9830 mm	32 ft 3 in	13	Centerline Front Tire Width	4050 mm	13 ft 3 in
3	Inside Body Length	6590 mm	21 ft 7 in	14	Engine Guard Clearance	864 mm	2 ft 10 in
4	Overall Length	10 535 mm	34 ft 7 in	15	Overall Canopy Width	6050 mm	19 ft 10 in
5	Wheelbase	4560 mm	15 ft	16	Outside Body Width	5524 mm	18 ft 2 in
6	Rear Axle to Tail	3062 mm	10 ft 1 in	17	Inside Body Width	5200 mm	17 ft 1 in
7	Ground Clearance	896 mm	2 ft 11 in	18	Front Canopy Height	5170 mm	17 ft
8	Dump Clearance	965 mm	3 ft 2 in	19	Rear Axle Clearance	880 mm	2 ft 11 in
9	Loading Height – Empty	4380 mm	14 ft 4 in	20	Centerline Rear Dual Tire Width	3576 mm	11 ft 9 in
10	Inside Body Depth – Max	1895 mm	6 ft 3 in	21	Overall Tire Width	5223 mm	17 ft 2 in
11	Overall Height – Body Raised	10 325 mm	33 ft 11 in				

### Dimensions - Specifications

Γράφημα 4.β - Διαστάσεις X.A.CAT 777F

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

### CAT 992G Wheel Loader Operation/Bucket Specifications

		Standard Spade Edge		Large Spade Edge		Heavy-duty Quarry		High Abrasion		
		Teeth & Segments		Teeth & Segments		Teeth & Segments		Teeth		
		Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift	
Rated capacity (§)	m <sup>3</sup>	11.5	11.5	12.2	12.2	11.5	11.5	11.5	11.5	
	yd <sup>3</sup>	15.0	15.0	16.0	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
Struck capacity (§)	m <sup>3</sup>	9.45	9.45	10.1	10.1	9.45	9.45	9.45	9.45	
	yd <sup>3</sup>	12.36	12.36	13.2	13.2	12.4	12.4	12.36	12.36	
Width (§)	mm	4824	4824	4824	4824	4824	4824	4840	4840	
	ft/in	15' 10"	15' 10"	15' 10"	15' 10"	15' 10"	15' 10"	15' 11"	15' 11"	
Dump clearance at full lift and 45° discharge.	With teeth <sup>§</sup> :	mm	4626	5250	4626	5250	4557	5182	4602	5227
		ft/in	15' 2"	17' 3"	15' 2"	17' 3"	14' 11"	17' 0"	15' 1"	17' 2"
	Bare (§):	mm	4993	5607	4993	5607	4993	5607	4993	5607
		ft/in	16' 5"	18' 5"	16' 5"	18' 5"	16' 5"	18' 5"	16' 5"	18' 5"
Reach at full lift and 45° discharge.	With teeth <sup>§</sup> :	mm	2315	2304	2315	2304	2364	2354	2391	2381
		ft/in	7' 7"	7' 7"	7' 7"	7' 7"	7' 9"	7' 9"	7' 10"	7' 10"
	Bare (§):	mm	1732	1720	1732	1720	1732	1720	1732	1720
		ft/in	5' 8"	5' 8"	5' 8"	5' 8"	5' 8"	5' 8"	5' 8"	5' 8"
Reach with boom - horizontal and bucket level.	With teeth <sup>§</sup> :	mm	5110	5590	5110	5590	5192	5673	5181	5661
		ft/in	16' 9"	18' 4"	16' 9"	18' 4"	17' 0"	18' 7"	17' 0"	18' 7"
	Bare (§):	mm	4177	4657	4177	4657	4177	4657	4177	4657
		ft/in	13' 8"	15' 3"	13' 8"	15' 3"	13' 8"	15' 3"	13' 8"	15' 3"
Digging depth (§)	mm	165	161	165	161	180	177	155	152	
	in	6"	6"	6"	6"	7"	7"	6"	6"	
Overall length	With teeth <sup>§</sup> :	mm	15 585	16 175	15 585	16 175	15 604	16 194	15 636	16 226
		ft/in	51' 2"	53' 1"	51' 2"	53' 1"	51' 2"	53' 2"	51' 4"	53' 3"

Γράφημα 5 – Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Ε.Φ. CAT 992G

### CAT 993K Large Wheel Loader Operation/Bucket Specification

		Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift	Std.	Hi-Lift
Rated capacity (§)	m <sup>3</sup>	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0
	yd <sup>3</sup>	17.0	17.0	17.0	17.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Struck capacity (§)	m <sup>3</sup>	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	yd <sup>3</sup>	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
Heaped capacity (§)	m <sup>3</sup>	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0
	yd <sup>3</sup>	17.0	17.0	17.0	17.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Width (§)	mm	5080	5080	5160	5160	5080	5080	5160	5160
	ft	16.7	16.7	16.9	16.9	16.7	16.7	16.9	16.9
Dump clearance at full lift and 45° discharge (§)	mm	4654	5299	4721	5366	4744	5389	4769	5414
	ft	15.3	17.4	15.5	17.6	15.6	17.7	15.6	17.8
Reach at full lift and 45° discharge (§)	mm	2503	2612	2507	2616	2413	2522	2459	2568
	ft	8.2	8.6	8.2	8.6	7.9	8.3	8.1	8.4
Reach with lift arms horizontal and bucket level	mm	4922	5438	4878	5394	4794	5310	4810	5326
	ft	16.1	17.8	16.0	17.7	15.7	17.4	15.8	17.5
Digging depth (§)	mm	246	313	231	298	246	313	231	298
	in	9.7	12.3	9.1	11.7	9.7	12.3	9.1	11.7
Overall length (§)	mm	15 214	15 846	15 158	15 792	15 086	15 718	15 090	15 724
	ft	49.9	52.0	49.7	51.8	49.5	51.6	49.5	51.6
Overall height with bucket at full raise (§)	mm	9789	10 433	9762	10 407	9680	10 325	9680	10 325
	ft	32.1	34.2	32.0	34.1	31.8	33.9	31.8	33.9
Loader clearance circle with bucket in carry position (§)	mm	11 018	11 312	11 021	11 315	11 019	11 313	11 003	11 296
	ft	36.1	37.1	36.2	37.1	36.2	37.1	36.1	37.1
Static tipping load straight τ (§)	kg	84 525	70 917	83 129	69 597	84 691	71 113	83 728	70 165
	lb	186,378	156,372	183,300	153,460	186,743	156,803	184,620	154,714
Static tipping load at full 40° turn τ† (§)	kg	73 327	61 061	71 956	59 759	73 509	61 269	72 542	60 318
	lb	161,687	134,639	158,663	131,769	162,087	135,097	159,956	133,002

Γράφημα 6 - Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Ε.Φ. CAT 993K

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

### CAT 773F Off-High Way Truck

Dual Slope

	Steel Liner (16 mm)	Steel Liner (20 mm)	Steel Liner (25 mm)	Rubber Liner (102 mm)	Heavy-Duty Rubber Liner
Target Gross Machine Weight* – kg (lb)	100 698 (222,000)	100 698 (222,000)	100 698 (222,000)	100 698 (222,000)	100 698 (222,000)
Empty Chassis Weight* – kg (lb)	31 633 (69,738)	31 633 (69,738)	31 633 (69,738)	31 633 (69,738)	31 633 (69,738)
Body System Weight – kg (lb)	12 961 (28,574)	13 536 (29,842)	15 008 (33,087)	13 769 (30,355)	14 488 (31,941)
Empty Machine Weight – kg (lb)	<b>44 594 (98,312)</b>	<b>45 169 (99,580)</b>	<b>46 641 (102,825)</b>	<b>45 402 (100,093)</b>	<b>46 121 (101,679)</b>
<b>Attachments</b>					
Fuel Tank Size – L (gal)	700 (185)	700 (185)	700 (185)	700 (185)	700 (185)
Fuel Tank – 90% fill – kg (lb)	531 (1,170)	531 (1,170)	531 (1,170)	531 (1,170)	531 (1,170)
Empty Operating Weight** – kg (lb)	45 814 (99,482)	45 700 (100,750)	47 172 (103,995)	45 933 (101,263)	46 652 (102,849)
Target Payload* – kg (lb)	<b>54 884 (122,518)</b>	<b>54 998 (121,250)</b>	<b>53 526 (118,005)</b>	<b>54 765 (120,737)</b>	<b>54 046 (119,151)</b>
Target Payload* – tonnes (tons)	54,88 (61,26)	55,00 (60,63)	53,53 (59,00)	54,77 (60,37)	54,05 (59,58)

\* Refer to Caterpillar 10/10/20 overload policy.

\*\* Includes weight of all attachments.

### Γράφημα 7 - Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Χ.Α. CAT 773F

### CAT 777F Off-High Way Truck

Dual Slope

	No Liner		Steel Liner (16 mm)		Rubber Liner (102 mm)	
Target Gross Machine Weight*	163 293 kg	360,000 lb	163 293 kg	360,000 lb	163 293 kg	360,000 lb
Empty Chassis Weight*	48 008 kg	105,839 lb	48 008 kg	105,839 lb	48 008 kg	105,839 lb
Body Weight	16 420 kg	36,200 lb	16 420 kg	36,200 lb	16 420 kg	36,200 lb
Body Liner	—	—	5767 kg	12,714 lb	6766 kg	14,914 lb
Empty Machine Weight	64 428 kg	142,039 lb	70 195 kg	154,753 lb	71 194 kg	156,953 lb
<b>Attachments**</b>						
Fuel Tank Size	1136 L	300 gal	1136 L	300 gal	1136 L	300 gal
Fuel Tank – 90% fill	861 kg	1,898 lb	861 kg	1,898 lb	861 kg	1,898 lb
Debris Allowance	1921 kg	4,234 lb	1921 kg	4,234 lb	1921 kg	4,234 lb
Empty Operating Weight**	67 210 kg	148,173 lb	72 977 kg	160,885 lb	73 976 kg	163,085 lb
Target Payload*	96 083 kg	211,827 lb	90 316 kg	199,115 lb	89 317 kg	196,915 lb
<b>Target Payload*</b>	<b>96.1 tonnes</b>	<b>105.9 tons</b>	<b>90.3 tonnes</b>	<b>99.5 tons</b>	<b>89.3 tonnes</b>	<b>98.5 tons</b>

### Γράφημα 8 - Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Χ.Α. CAT 777F



Ξεκινώντας το υπολογιστικό μέρος της συναρμογής των μηχανημάτων, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στοιχεία που αφορούν χρόνους μηχανημάτων και χαρακτηριστικά πετρώματος έχουν παρθεί από ερευνητικές μελέτες. Το παρόν υπολογιστικό μέρος αφορά συναρμογή φορτωτή **CAT 992G** και **X.A. CAT 773F**.

Αρχικά, θα πρέπει να υπολογίσουμε τον συντελεστή πλήρωσης κάδου του φορτωτή  $f_F$  (Πίνακας 2), ο οποίος εξαρτάται τόσο από το είδος του φορτωτή που χρησιμοποιείται όσο και από την μηχανική κατάσταση του πετρώματος (χαλαρό-πέτρωμα εξορυγμένο με εκρηκτικές ύλες-μίγμα εδάφους, βράχων κ.λ.π.) :

**Πίνακας 2 – Τιμές Συντελεστή Πλήρωσης Κάδου.**

<b>ΥΛΙΚΟ</b>	<b><math>F_F</math> ΕΡΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΟΥ ΦΟΡΤΩΤΗ</b>	<b><math>F_F</math> ΕΛΑΣΤΙΧΟΦΟΡΟΥ ΦΟΡΤΩΤΗ</b>
<b>Χαλαρά Υλικά</b>		
Αταξινόμητα υγρά αδρανή	0,95-1,10	0,95-1,00
Αδρανή έως 3mm	0,95-1,10	0,95-1,00
Αδρανή 3-9mm	0,90-1,00	0,90-0,95
Αδρανή 12-20mm	0,90-1,00	0,85-0,90
Αδρανή 24mm & άνω	0,90-1,00	0,85-0,90
<b>Πέτρωμα Εξορυγμένο με Ε.Υ.</b>		
Καλά θραυσμένο	0,80-0,95	<b>0,80-0,95</b>
Μέτρια θραυσμένο	0,75-0,90	0,75-0,90
Κακά θραυσμένο	0,60-0,75	0,60-0,75
<b>Άλλα Υλικά</b>		
Πετρώδη κορήματα	1,00-1,20	1,00-1,20
Υγρή φυτική γη	1,00-1,20	1,00-1,10
Μίγμα εδάφους, βράχων, ριζών	0,80-1,00	0,80-1,00
Συσσωματωμένα υλικά	0,85-1,00	0,85-0,95

Θα χρησιμοποιηθεί συντελεστής ίσος με **0,95**.

Το ειδικό βάρος του ασβεστόλιθου είναι  $27 \text{ KN/m}^3$ , το οποίο πολλαπλασιαζόμενο με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής  $101.972$  σε μονάδες  $\text{kg/m}^3$  μας δίνει  $2.753 \text{ kg/m}^3$ , όπου και είναι το βάρος ανά μονάδα όγκου συμπαγούς πετρώματος. Δεχόμενοι τιμή συντελεστή επιπλήσματος ασβεστόλιθου ίση με  $1,7$ , μπορούμε να υπολογίσουμε το βάρος ανά μονάδα όγκου χαλαρού όγκου πετρώματος, σύμφωνα με τον κάτωθι τύπο :

$$f_s = \frac{\gamma_b}{\gamma_l}$$

,όπου  $f_s$  ορίζεται ο συντελεστής επιπλήσματος και  $\gamma_b$  και  $\gamma_l$  το βάρος μονάδας συμπαγούς και χαλαρού όγκου αντίστοιχα.

Συνεπώς, θα έχουμε :

$$\gamma_l = \frac{\gamma_b}{f_s} = \frac{2.753}{1,7} = \mathbf{1.619 \text{ kg/m}^3}$$

Επίσης, θα χρησιμοποιήσουμε τα κάτωθι δεδομένα (Πίνακας 3) τα οποία χρειάζονται για τον περαιτέρω υπολογισμό της συναρμογής των μηχανημάτων. Κάποια από αυτά θα είναι μεταβλητές τιμές για τα διάφορα συστήματα μηχανημάτων που θα εξετασθούν :

**Πίνακας 3 - Δεδομένα Εισόδου για μηχανήματα CAT 992G & 773F.**

Δεδομένα Εισόδου	Τιμές
Ωριαίος Ρυθμός Παραγωγής Αδρανών $P_w$ (ton/h)	2.500
Βάρος Μονάδας Χαλαρού Όγκου Ασβεστόλιθου $\gamma_l$ ( $\text{kg/m}^3$ )	1619
<u>Χωρητικότητα Υπερπλήρωσης Κάδου Φορτωτή <math>C_H</math> (<math>\text{m}^3</math>)</u>	11,5
Συντελεστής Πλήρωσης Κάδου Φορτωτή $f_F$	0,95
Συντελεστής Επιπλήσματος Ασβεστόλιθου $f_s$	1,7
<u>Χωρητικότητα Χ.Α. - Heaped Capacity (<math>\text{m}^3</math>)</u>	35,6
<u>Δυναμικότητα Χ.Α. - Ωφέλιμο Φορτίο Target Payload (ton)</u>	54,88
<u>Απόβαρο Χ.Α. - Chassis &amp; Body System Weight (ton)</u>	45
<u>Μεικτό Ονομαστικό Βάρος Χ.Α. - Gross Machine Weight (ton)</u>	101
Χρόνος Κύκλου Φορτωτή - tload Μ.Φ.(min)	1
Χρόνος Εκφόρτωσης (min)	1
Χρόνος Ελιγμού στη θέση φόρτωσης (min)	1
Χρόνος Ελιγμού στη θέση εκφόρτωσης (min)	1
<u>Κλίση Δρόμου (%)</u>	10
$f_{RR}$ – Συντελεστής Αντίστασης Κύλισης (%) διορθωμένος -0,5% για ελαστικά Radial Ply	1,5
<u>Σ.Ε. – Συντελεστής Διόρθωσης Εκμετάλλευσης</u>	0,9

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

---

Ο όγκος του υλικού που φορτώνεται στον εκάστοτε κύκλο του φορτωτή υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση :

$$C_B = C_H * f_F$$

,όπου  $C_H$  η χωρητικότητα υπερπλήρωσης του κάδου του φορτωτή &  $f_F$  ο συντελεστής πλήρωσης κάδου. Άρα :

$$C_B = 11,5 \text{ m}^3 * 0,95 = 10,925 \text{ m}^3$$

Το φορτίο του κάδου σε κάθε κύκλο δίδεται από τη σχέση :

$$F_{\text{bucket}} = C_B * \gamma_I$$

Συνεπώς, θα είναι :

$$F_{\text{bucket}} = 10,925 \text{ m}^3 * 1619 \text{ kg/m}^3 = 17687,575 \text{ kg/κύκλο.}$$

Οι κύκλοι του φορτωτή που απαιτούνται για την φόρτωση ενός X.A. υπολογίζονται από τη σχέση :

$$n_{\text{cycle}}^{M\Phi} = \frac{CR(XA)}{CR(M\Phi)}$$

,όπου  $C_R^{XA}$  &  $C_R^{M\Phi}$  οι αντίστοιχες δυναμικότητες του χωματουργικού αυτοκινήτου και του φορτωτή.

Συνεπώς, θα είναι :

$$n_{\text{cycle}}^{M\Phi} = \left( \frac{54,88 \text{ ton}}{17687,575 \text{ kg / κύκλο}} \right) * 1000 = 3.1027 \approx 3 \text{ κύκλοι}$$

Συνεπώς, η φόρτωση ενός χωματουργικού αυτοκινήτου διαρκεί :

$$t_{\text{load}}^{\text{X.A.}} = 3 \text{ κύκλοι} * 1 \text{ min} = 3 \text{ min}$$

,όπου  $t_{\text{load}} \text{ Μ.Φ.}(\text{min}) = 1 \text{ min}$

Ο συνδυασμένος χρόνος ελιγμών και φόρτωσης θα είναι :

$$t_{\text{spot \& load}}^{\text{X.A.}} = 3 \text{ min} + 1 \text{ min} = 4 \text{ min}$$

,όπου  $t_{\text{spot}}^{\text{X.A.}} = 1 \text{ min}$

Για την εύρεση του συνολικού χρόνου κύκλου του χωματουργικού αυτοκινήτου  $t_{\text{cycle}}^{\text{X.A.}}$ , θα πρέπει να υπολογίσουμε περαιτέρω τους χρόνους μετάβασης και επιστροφής του έμφορτο καθώς και κενό.

Οι χρόνοι αυτοί θα υπολογιστούν με βάση τα αντίστοιχα διαγράμματα ταχύτητας – έλξης καθώς και τα διαγράμματα επιβραδυντή των χωματουργικών αυτοκινήτων, για τις εκάστοτε αποστάσεις που θα πρέπει να διανύσουν εντός του λατομείου για την μεταφορά των αδρανών υλικών.

Οι αποστάσεις που θα διανύσουν τα χωματουργικά αυτοκίνητα και οι οποίες αφορούν το οδικό δίκτυο του λατομείου, αυξάνονται όσο αυξάνεται το βάθος προχώρησης της εκμετάλλευσης.

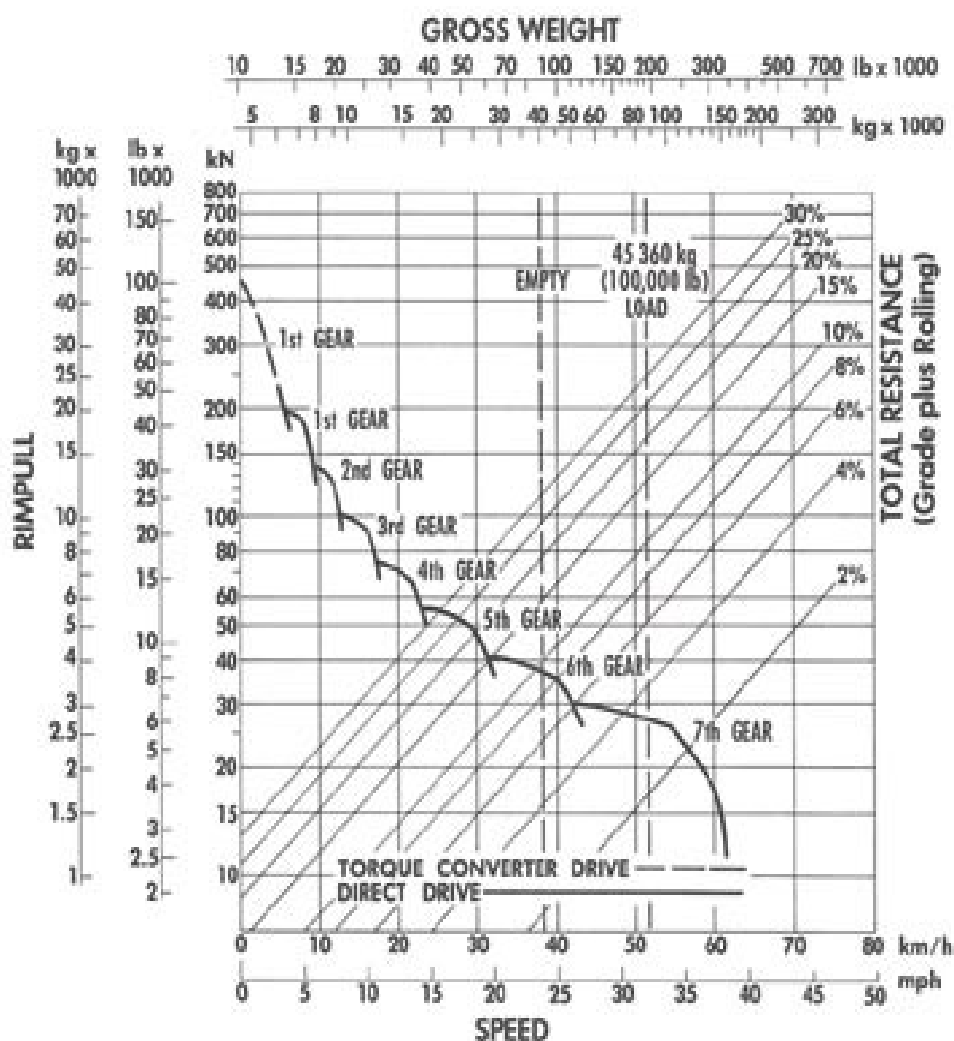
Δεχόμενοι ως μέγιστο ύψος αφετηρίας της εκσκαφής υψόμετρο A (m), βήμα προχώρησής της τα 100m και τελικό ύψος πλατείας της εκσκαφής υψόμετρο Z (m), με κλίση δρόμου 10% και 8%, παίρνουμε αντίστοιχα μέτρα οδικού δικτύου για το εκάστοτε βάθος και την εκάστοτε κλίση δρόμου, όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα 4 :

**Πίνακας 4** – Οδικό Δίκτυο συναρτήσει της κλίσης δρόμου & του βάθους προχώρησης.

<b>Υψόμετρο Εκμετάλλευσης (m)</b>	<b>Βήμα Βάθους Προχώρησης (m)</b>	<b>Οδικό Δίκτυο (m)</b>	<b>Κλίση Δρόμου (%)</b>	<b>Οδικό Δίκτυο (m)</b>	<b>Κλίση Δρόμου (%)</b>
<b>A</b>	100	1000	10	1250	8
<b>B</b>	200	2000	10	2500	8
<b>Γ</b>	300	3000	10	3750	8
<b>Δ</b>	400	4000	10	5000	8
<b>E</b>	500	5000	10	6250	8
<b>Z</b>	600	6000	10	7500	8

Τυπικά διαγράμματα ταχύτητας – έλξης & επιβραδυντή ενός χωματουργικού αυτοκινήτου εμφανίζονται στα γραφήματα 9 & 10 :

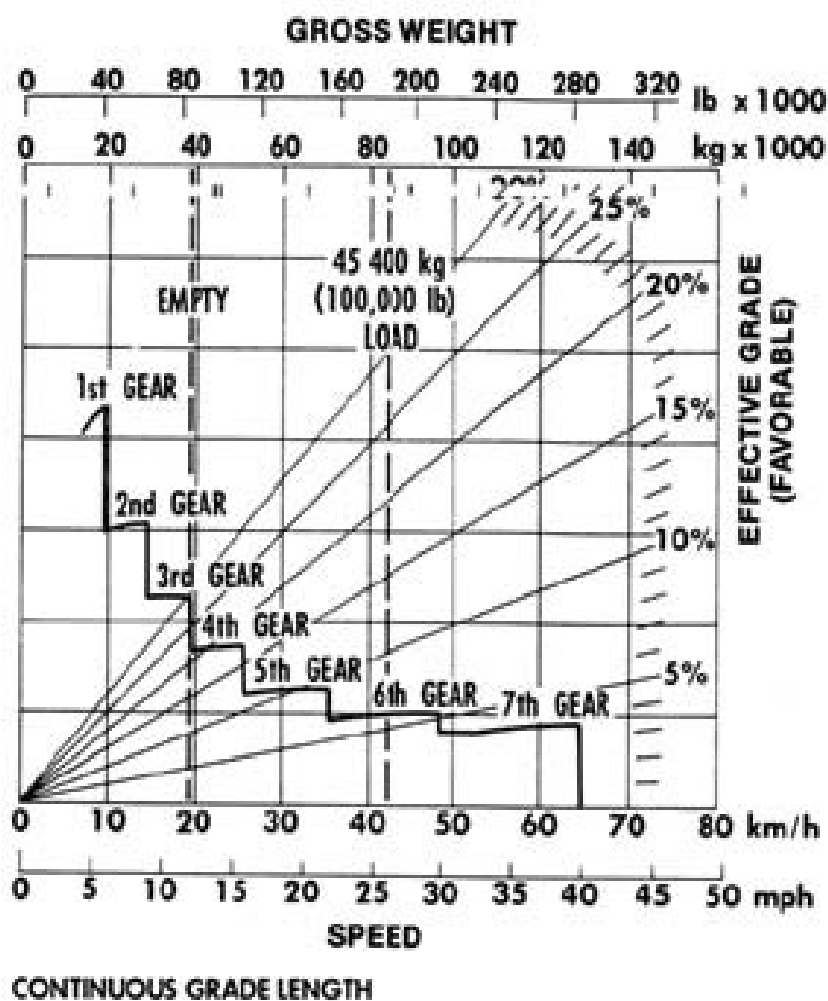
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Τυπικό διάγραμμα ταχύτητας-δύναμης έλξης ενός dumper.

Γράφημα 9 – Διάγραμμα Ταχύτητας-Δύναμης Έλξης Dumper.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

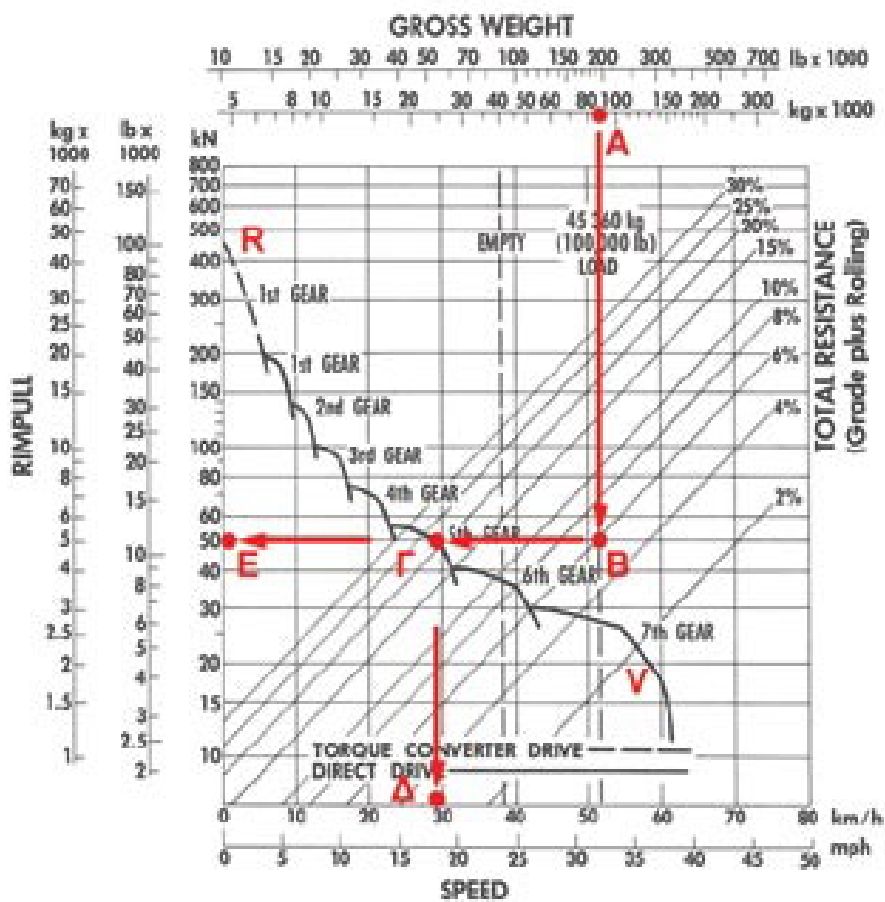


Τυπικό διάγραμμα επίδοσης επιβραδυντή ενός dumper.

**Γράφημα 10** – Διάγραμμα Επίδοσης Επιβραδυντή Dumper

Η χρήση τους για την εύρεση πληροφοριών που αφορούν την κίνηση του χωματουργικού αυτοκινήτου παρουσιάζεται στο γράφημα 11 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Η χρήση του διαγράμματος ταχύτητας – δύναμης έλξης.

**Γράφημα 11** – Χρήση Διαγράμματος Ταχύτητας-Δύναμης Έλξης

Για τα χωματουργικά αυτοκίνητα της παρούσας μελέτης (CAT 773F & 777F), στα αντίστοιχα διαγράμματα λειτουργίας τους χρησιμοποιήθηκε η ενεργή κλίση δρόμου (EG %), όπου στον προσδιορισμό της λαμβάνει χώρα και ο συντελεστής αντίστασης κύλισης  $f_{RR}$  ελαστικοφόρων οχημάτων για διαφόρους τύπους οδοστρωμάτων.

Οι τιμές του συντελεστή αντίστασης κύλισης παρουσιάζονται στον πίνακα 5 :



**Πίνακας 5 - Τιμές Συντελεστή Αντίστασης Κύλισης.**

<b>Οδόστρωμα</b>	<b><math>f_{RR}</math> (%)</b>
Άσφαλτος	1,5
Σκυρόδεμα	1,5
<b>Χωματόδρομος ξηρός, σκληρός, καλά συντηρημένος</b>	<b>2,0</b>
Χωματόδρομος ξηρός, όχι πολύ συμπιεσμένος, καλά συντηρημένος	3,0
Χωματόδρομος κακά συντηρημένος	4,0
Χωματόδρομος από μπάζα καλά συντηρημένος	4,0
Χωματόδρομος ανασκαμμένος	8,0
Χωματόδρομος πολύ ανώμαλος	16,0
Αδρανή ξηρά, καλά συμπιεσμένα	2,0
Αδρανή ξηρά, μέτρια συμπιεσμένα, καλά συντηρημένα	3,0
Αδρανή Χαλαρά	10,0
Λάσπη με στερεό υπόστρωμα	4,0
Λάσπη με μαλακό υπόστρωμα	16,0
Πέτρωμα σε εκσκαφή	8,0
Συμπιεσμένη επίχωση με πετρώδες υπόστρωμα	4,0
Άμμος χαλαρή	10,0
Άμμος υγρή	5,0
Χιόνι ξηρό, συμπιεσμένο	2,5
Χιόνι φρέσκο, μη συμπιεσμένο	4,5

Η τιμή του συντελεστή αντίστασης κύλισης λαμβάνεται ως 2 % για χωματόδρομο ξηρό, σκληρό, καλά συντηρημένο, η οποία όμως θα διορθωθεί καθόσον τα χωματουργικά αυτοκίνητα δεν φέρουν ελαστικά bias ply αλλά radial ply. Συνεπώς, η αντίστοιχη τιμή του συντελεστή θα είναι μειωμένη κατά 0,5.

Άρα, στην προκειμένη περίπτωση, δεχόμενοι ότι το χωματουργικό αυτοκίνητο κινείται έμφορτο σε ανηφορική οδό και επιστρέφει κενό σε κατηφορική οδό, για κλίση δρόμου 10%, οι αντίστοιχες ενεργές κλίσεις θα είναι 11,5 και 8,5 % αντίστοιχα.

Επιπλέον, στην περίπτωση έμφορτου χωματουργικού αυτοκινήτου (773F), θα πρέπει να υπολογίσουμε το μέγιστο βάρος του.

Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής :

$$B_{load} \text{ (ton)} = (n_{cycle}^{M\Phi} * F_{bucket}) / 1000 = (3 * 17687,575) / 1000 = 54,88 \text{ ton.}$$

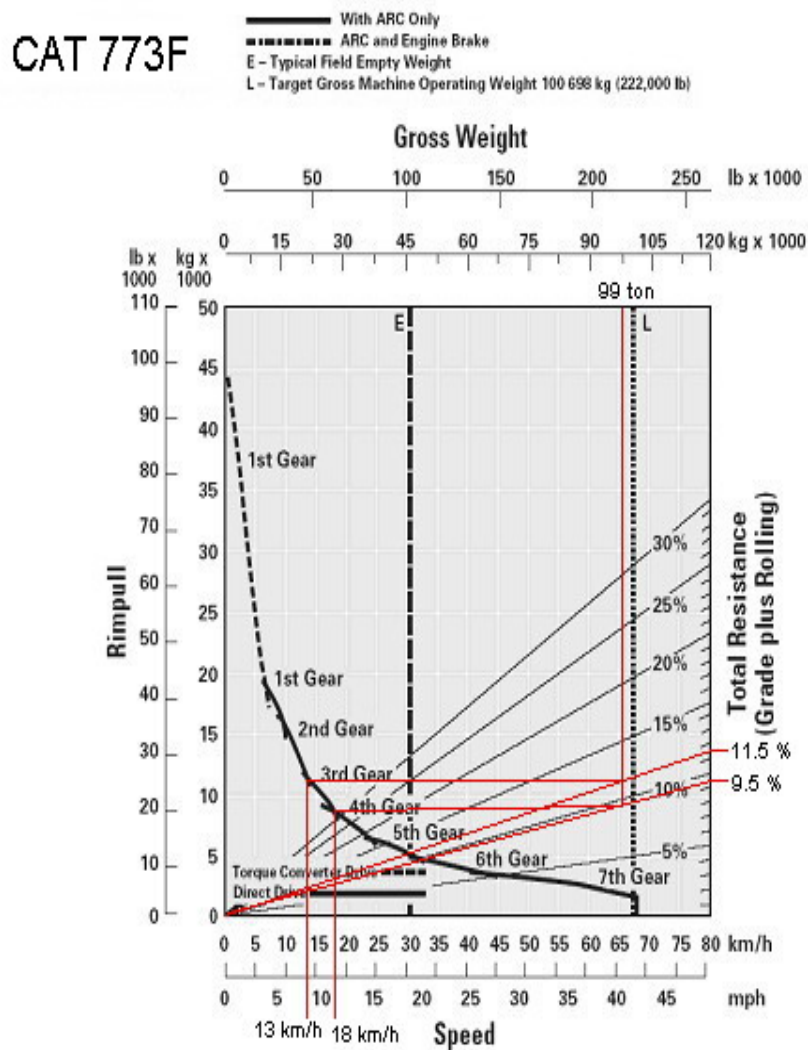
,όπου  $B_{load}$  το υλικό φόρτωσης στο σύνολο των κύκλων.

Συνεπώς, το μέγιστο μεταφερόμενο βάρος του χωματουργικού αυτοκινήτου είναι :

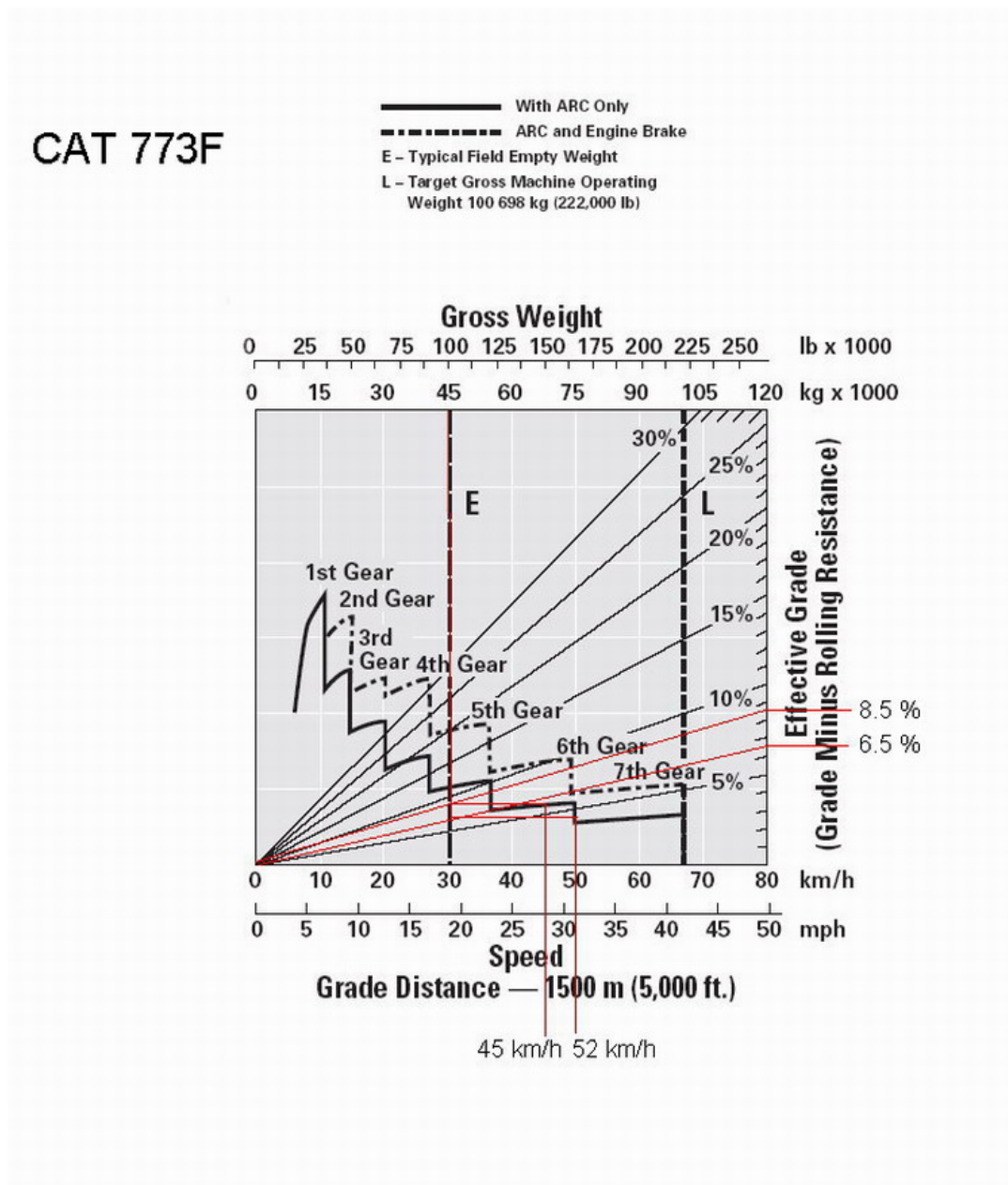
$$B_{transp} = B_{load} + \text{Απόβαρο} = 54,8 + 45 = 99 \text{ ton.}$$

Τα διαγράμματα ταχύτητας – δύναμης έλξης & επίδοσης επιβραδυντή με τα παρόντα δεδομένα για χωματουργικά αυτοκίνητα CAT 773F παρουσιάζονται στα γραφήματα 12 - 14 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

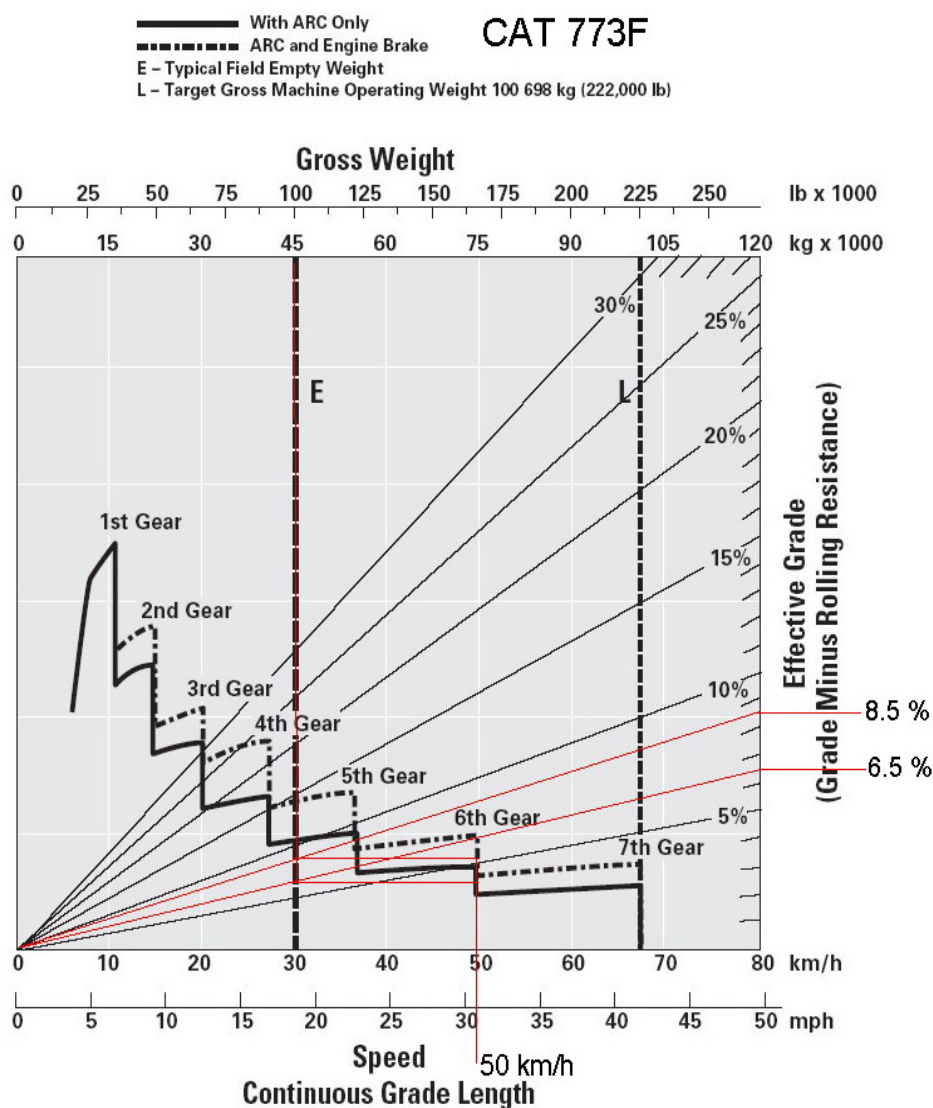


Γράφημα 12 - Διάγραμμα ταχύτητας – δύναμης έλξης X.A. CAT 773F.



**Γράφημα 13** – Διάγραμμα επίδοσης επιβραδυντή X.A. CAT 773F για απόσταση 1500m.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

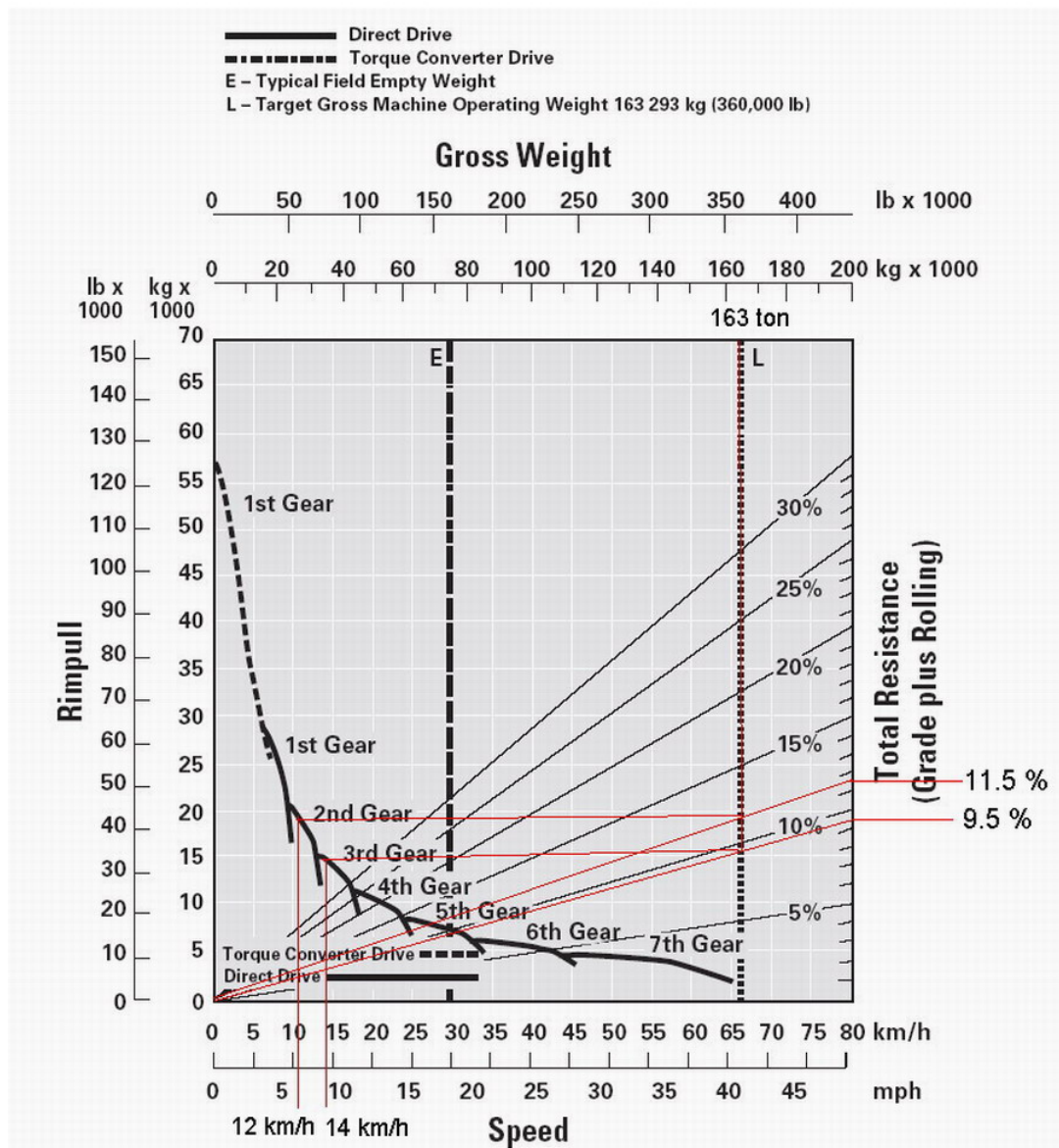


**Γράφημα 14** - Διάγραμμα επίδοσης επιβραδυντή Χ.Α. CAT 773F για απόσταση μεγαλύτερη των 1500m.

Ανάλογα είναι και τα διαγράμματα για τα χωματουργικά αυτοκίνητα CAT 777F, τα οποία παρουσιάζονται στα γραφήματα 15 – 17 :

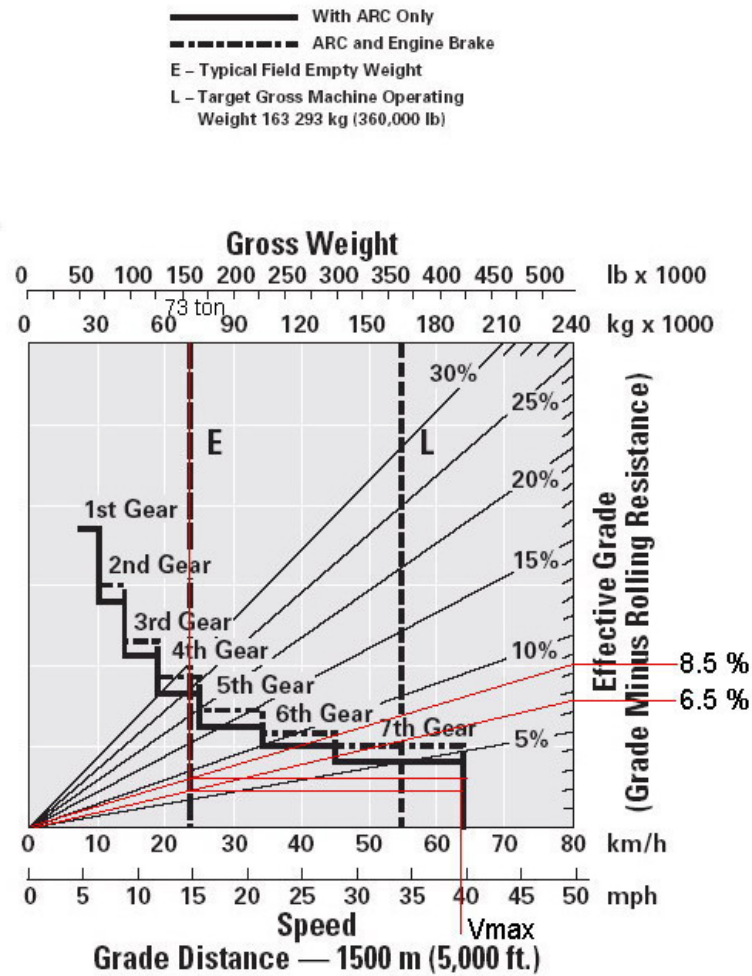
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

## CAT 777F



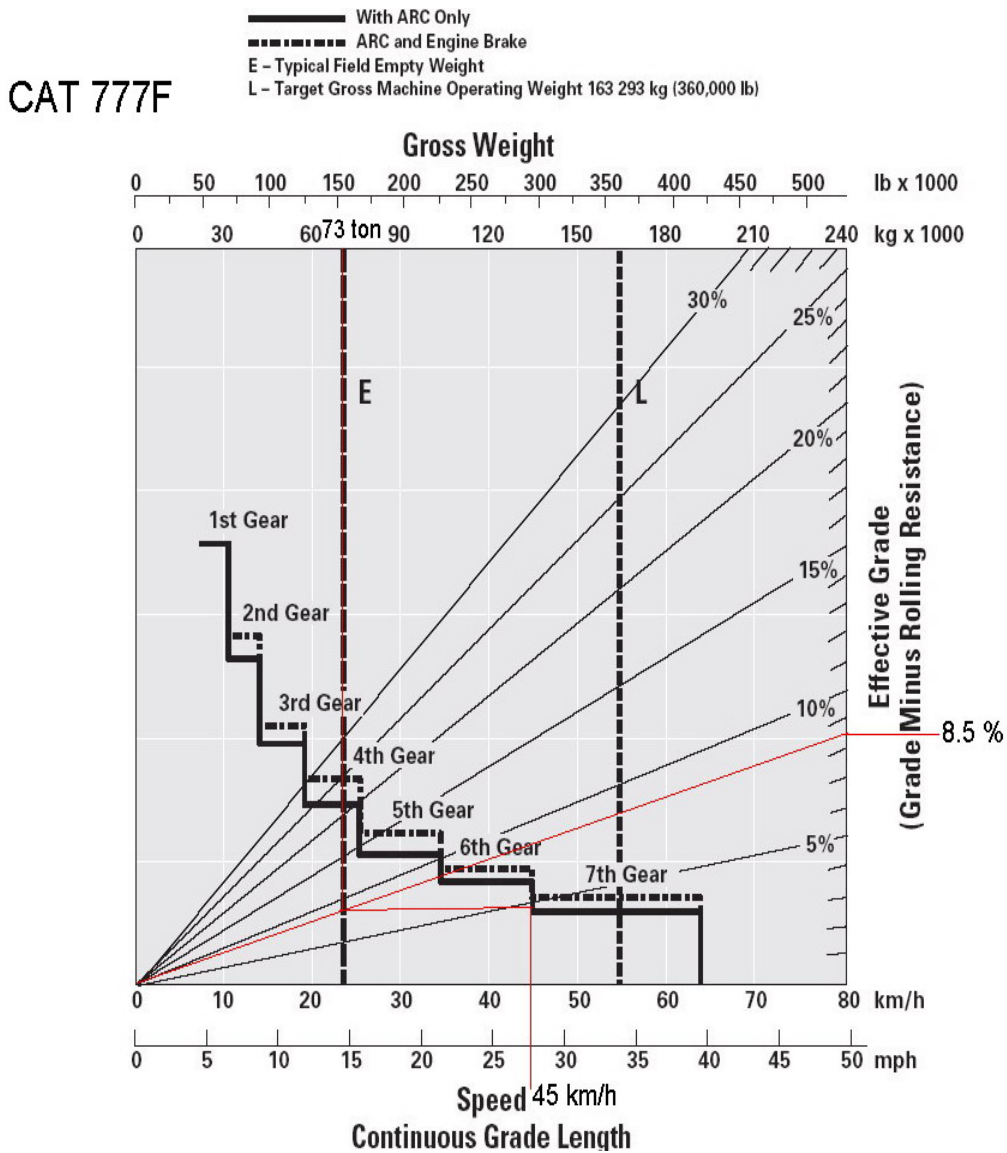
Γράφημα 15 - Διάγραμμα ταχύτητας – δύναμης έλξης X.A. CAT 777F.

## CAT 777F



Γράφημα 16 - Διάγραμμα επίδοσης επιβραδυντή X.A. CAT 777F για απόσταση 1500m.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



**Γράφημα 17** - Διάγραμμα επίδοσης επιβραδυντή X.A. CAT 777F για απόσταση μεγαλύτερη των 1500m.

Συνεπώς, χρησιμοποιώντας τα άνωθεν διαγράμματα, για τις αντίστοιχες ταχύτητες θα υπολογίσουμε τους χρόνους μετάβασης και επιστροφής έμφορτου και κενού χωματουργικού αυτοκινήτου από την σχέση :

$$V = x * t \rightarrow t = V/x$$



Για χωματουργικό αυτοκίνητο 773F, οδικό δίκτυο 1000m και ενεργή κλίση (EG) 11,5%, έχουμε :

$$\text{➤ } V_1 = 13 \text{ km/h} = (13 * 1000)/60 = 216.67\text{m/min} \rightarrow t_1 = 1000/216.67 = 4.6154 \text{ min (χρόνος μετάβασης ως έμφορτο).}$$

Για χωματουργικό αυτοκίνητο 773F, οδικό δίκτυο 1000m και ενεργή κλίση (EG) 8,5%, έχουμε :

$$\text{➤ } V_2 = 45 \text{ km/h} = (45 * 1000)/60 = 750\text{m/min} \rightarrow t_2 = 1000/750 = 1.33 \text{ min (χρόνος επιστροφής ως κενό).}$$

Δεχόμαστε μέση τιμή ταχύτητας επιστροφής του χωματουργικού αυτοκινήτου ως κενού τα 45 km/h και όχι την μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει για λόγους ασφάλειας.

Άρα, ο συνολικός χρόνος μετάβασης και επιστροφής είναι :

$$t_{(1 \& 2)} = 4.6154 + 1.33 = 5,94 \text{ min}$$

Συνεπώς, ο συνολικός χρόνος κύκλου του χωματουργικού αυτοκινήτου θα είναι :

$$t_{\text{cycle}}^{X.A.} = t_{\text{spot \& load}}^{X.A.} + t_{(1 \& 2)} + t_{(\text{ελιγμός στη θέση εκφόρτωσης})} + \text{χρόνος εκφόρτωσης} = 4 + 5,94 + 1 + 1 = 12,05 \text{ min.}$$

Το θεωρητικό πλήθος X.A. που δύναται να εξυπηρετήσει ο φορτωτής 992G, υπολογίζεται από την κάτωθι σχέση :

$$K_{\text{th}} = \frac{t_{\text{cycle}}^{X.A.}}{t_{(\text{spot \& load})}^{X.A.}} = 12,05/4,1027 = 2.937$$

Εφαρμόζοντας το κριτήριο του Hanby για  $R = 2$  και  $k_a = 2$  έχουμε :

$$\text{➤ } k_1 = \frac{(ka - 1) * (R + ka)}{R + ka - 1} = \frac{(2 - 1) * (2 + 2)}{2 + 2 - 1} = 1,33$$

$$\text{➤ } k_2 = \frac{ka * (R + ka + 1)}{R + ka} = \frac{2 * (2 + 2 + 1)}{2 + 2} = 2,5$$

Για  $k_a = 3$  έχουμε :

$$\triangleright k_1 = \frac{(ka - 1) * (R + ka)}{R + ka - 1} = \frac{(3 - 1) * (2 + 3)}{2 + 3 - 1} = 2,5$$

$$\triangleright k_2 = \frac{ka * (R + ka + 1)}{R + ka} = \frac{3 * (2 + 3 + 1)}{2 + 3} = 3,6$$

Όπου R θεωρούμε τον λόγο του ωριαίου κόστους κτήσης και λειτουργίας της Μ.Φ., του οποίου η τιμή, για τους συνήθεις συνδυασμούς Μ.Φ. και Χ.Α. εμφανίζεται στο διάστημα  $1 \leq R \leq 3$ .

Συνδυασμοί με R εκτός αυτού του διαστήματος υποδηλώνουν κακή συναρμογή της Μ.Φ. με τα Χ.Α.

Συνεπώς, το θεωρητικό πλήθος Χ.Α.  $k_{th}$  βρίσκεται στο διάστημα  $k_1 k_2$  που αντιστοιχεί σε πλήθος  $X.A.k_a = 3$  ( $2,5 < 2,937 < 3,6$ ). Άρα, το ελάχιστο κόστος ανά τόνο μεταφερόμενου πετρώματος επιτυγχάνεται με 3 χωματουργικά αυτοκίνητα.

Με τον ίδιο τρόπο, μέσω υπολογιστικού φύλλου EXCEL υπολογίζουμε και για τα υπόλοιπα βάθη εκμετάλλευσης το πλήθος των χωματουργικών αυτοκινήτων.

Για τον υπολογισμό της συναρμογής της Μ.Φ. με τον στόλο των Χ.Α., θα χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής συναρμογής, ο οποίος δίνεται από την κάτωθι σχέση :

$$f_M = k_a * \frac{t(\text{spot \& load})X.A.}{t_{\text{cycle}}X.A} = 3 * 4,1027/12,05 = 1,021$$

Όταν ο συντελεστής συναρμογής ισούται με την μονάδα, τότε έχουμε την τέλεια συναρμογή. Στην περίπτωση που ο συντελεστής συναρμογής είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος από την μονάδα, τότε σημαίνει ότι έχουμε έλλειμμα ή πλεόνασμα αντίστοιχα χωματουργικών αυτοκινήτων.

Στις περιπτώσεις αυτές, ο φορτωτής, όταν παρουσιάζεται έλλειμμα Χ.Α., υπολειτουργεί ενώ στην αντίθετη περίπτωση, δημιουργείται συνωστισμός στην θέση φόρτωσης από τα πλεονάζοντα Χ.Α. με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλοί “νεκροί” χρόνοι στον κύκλο φόρτωσης – μεταφοράς του συστήματος.

Στην παρούσα περίπτωση, επειδή ο συντελεστής συναρμογής είναι λίγο μεγαλύτερος από τη μονάδα (σχεδόν τέλεια συναρμογή), μπορούμε να συμπεράνουμε

ότι η απόδοση του συστήματος είναι ευαίσθητη στην μεταβλητότητα των χρόνων κύκλου X.A. και φορτωτή.

Επίσης, όσον αφορά την συναρμογή του μεγέθους της Μ.Φ. με τα X.A., από τα άνωθεν αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι απαιτούνται 3 κύκλοι του ελαστικοφόρου φορτωτή για τη φόρτωση ενός X.A., οι οποίοι θεωρούνται επιτρεπτοί ως πλήθος κύκλων.

Ο ρυθμός παραγωγής του φορτωτή θα υπολογιστεί από την κάτωθι σχέση :

$$P_R^{M.Φ.} = C_R * n_{cycle}$$

Η δυναμικότητά του έχει ήδη υπολογιστεί και είναι :  $F_{bucket} = 17687,575 \text{ kg/κύκλο}$

Οι κύκλοι που δύναται να πραγματοποιήσει ο φορτωτής ανά ώρα είναι :

$$\frac{60 \text{ min/ h}}{1 \text{ min/ κύκλο}} = 60 \text{ κύκλοι/h}$$

Συνεπώς, ο ρυθμός παραγωγής του φορτωτή είναι :

$$P_R^{M.Φ.} = 17687,575 \text{ kg/κύκλο/1000} * 60 \text{ κύκλοι/h} = 1061,25 \text{ ton/h.}$$

Οι κύκλοι που δίνετε να πραγματοποιήσει ένα X.A. ανά ώρα είναι :

$$\frac{60 \text{ min/ h}}{12,051 \text{ min/ κύκλο}} = 4,978 \text{ κύκλοι/h}$$

Συνεπώς, ο ρυθμός παραγωγής ενός X.A. είναι :

$$P_R^{X.A.} = 54,88 \text{ ton/κύκλο} * 4,978 \text{ κύκλοι} = 273,23 \text{ ton/h.}$$

Ο ρυθμός παραγωγής του στόλου μεταφοράς θα υπολογιστεί σύμφωνα με την κάτωθι σχέση :

$$P_R^{fleet} = k * P_R^{X.A.}$$

Για στόλο 3 ομοίων χωματουργικών αυτοκινήτων θα είναι :

$$P_R^{\text{fleet}} = 3 * 273,23 \text{ ton/h} = 819,7 \text{ ton/h}$$

Συνεπώς, αντιλαμβανόμαστε ότι είναι  $P_R^{\text{fleet}} < P_R^{\text{M.Φ.}}$ , που σημαίνει ότι ο ρυθμός παραγωγής του συστήματος φόρτωσης – μεταφοράς περιορίζεται από τον ρυθμό παραγωγής του στόλου X.A. και ισούται με 819,68 ton/h. Αυτό όμως έρχεται σε αντίθεση με τον συντελεστή συναρμογής που υπολογίσαμε άνωθεν, καθόσον θα έπρεπε οι αποδόσεις φορτωτή και φορτηγών να ταυτίζονται.

Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι ο χρόνος κύκλου του φορτωτή δεν είναι μόνον 1 min, όπως έχουμε δεχθεί στην αρχή των υπολογισμών, αλλά λίγο μεγαλύτερος, καθόσον εκτός της φόρτωσης των χωματουργικών αυτοκινήτων, θα απασχολείται σε κάποιες χρονικές στιγμές και με κάποιες άλλες εργασίες όπως με την απομάκρυνση μεγάλων τεμαχίων που έχουν εισέλθει στο δρόμο, την διαμόρφωσή του από τυχόν υλικό που υπάρχει στο δρόμο κατά την φόρτωση των φορτηγών κ.λ.π., με αποτέλεσμα ο ωριαίος ρυθμός παραγωγής του να μειώνεται και εν τέλει να ταυτίζεται με τον ωριαίο ρυθμό παραγωγής του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων.

Έχοντας θέσει όμως ως αρχική προϋπόθεση την ετήσια παραγωγή των 5.000.000 τόνων-το οποίο πρακτικά σημαίνει μία ωριαία παραγωγή της τάξης  $P_w = 2.500 \text{ ton/h}$ , θα πρέπει να υπολογίσουμε πόσα τέτοια συστήματα φόρτωσης – μεταφοράς απαιτούνται για την επίτευξη της συγκεκριμένης παραγωγής.

Εφόσον ο ρυθμός παραγωγής του συστήματος περιορίζεται από το ρυθμό παραγωγής του στόλου των X.A., τα συστήματα που θα πρέπει να έχουμε υπολογίζονται ως εξής :

$$\text{Συστήματα} = \frac{P_w}{P_R^{\text{fleet}}} = \frac{2.500 \text{ ton/h}}{819,68 \text{ ton/h}} = 3 \text{ συστήματα φόρτωσης – μεταφοράς.}$$

Στο σύνολο των υπολογισμών, τελικά υπεισέρχεται και ο συντελεστής διόρθωσης εκμετάλλευσης Σ.Ε., ο οποίος περιλαμβάνει όλες εκείνες τις αστοχίες που αναφέρονται σε μετρήσεις χρόνων μηχανημάτων, καθυστερήσεις λόγω λανθασμένου χειρισμού μηχανημάτων και ο οποίος λειτουργεί διορθωτικά στις τελικές ωριαίες παραγωγές των μηχανημάτων και εν τέλει στον υπολογισμό του αριθμού των συστημάτων συναρμογής για τα διάφορα βάθη εκμετάλλευσης, με αποτέλεσμα να έχουμε μία ρεαλιστικότερη εικόνα της τελικής διαμόρφωσης του μηχανικού εξοπλισμού.

Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης εκμετάλλευσης ορίστηκε ως 0,9 κατόπιν προσωπικής εκτίμησης, το οποίο πρακτικά σημαίνει ότι οποιασδήποτε φύσης απώλειες υπάρχουν στο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού περιορίζονται στο 10 %.

Όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί θα εφαρμοστούν για τον υπολογισμό των συστημάτων φόρτωσης – μεταφοράς και για τα υπόλοιπα βάθη προχώρησης της εκσκαφής.

Συνοπτικά, για τα διάφορα συστήματα φόρτωσης – μεταφοράς, τα αντίστοιχα αποτελέσματα συναρμογής αναφέρονται στους επισυναπτόμενους πίνακες 6 – 13 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 6.α – Συναρμογή Συστήματος 992G & 773F.**

<b>992G &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 10%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	3	1,02	1061,3	273,2	819,7	3
<b>200</b>	4	0,91	1061,3	182,9	731,7	3
<b>300</b>	6	1,03	1061,3	137,5	825,0	3
<b>400</b>	7	0,96	1061,3	110,1	771,0	3
<b>500</b>	8	0,92	1061,3	91,9	734,9	3
<b>600</b>	10	0,98	1061,3	78,8	787,8	3

**Πίνακας 6.β - Συναρμογή Συστήματος 992G & 773F με συντελεστή Διόρθωσης.**

<b>992G &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 10%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>955,1</b>	245,9	737,7	3	9
<b>955,1</b>	164,6	658,6	3	12
<b>955,1</b>	123,7	742,5	3	18
<b>955,1</b>	99,1	693,9	3	21
<b>955,1</b>	82,7	661,4	3	24
<b>955,1</b>	70,9	709,1	3	30

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 7.α - Συναρμογή Συστήματος 992G & 773F.**

<b>992G &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 8%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	3	1,03	1061,3	275,9	827,6	3
<b>200</b>	4	0,92	1061,3	185,3	741,2	3
<b>300</b>	6	1,04	1061,3	139,5	837,1	3
<b>400</b>	7	0,98	1061,3	111,9	783,0	3
<b>500</b>	8	0,93	1061,3	93,4	746,9	3
<b>600</b>	10	1,0	1061,3	80,1	801,1	3

**Πίνακας 7.β - Συναρμογή Συστήματος 992G & 773F με συντελεστή Διόρθωσης.**

<b>992G &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 8%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>955,1</b>	248,3	744,8	3	9
<b>955,1</b>	166,8	667,1	3	12
<b>955,1</b>	125,6	753,3	3	18
<b>955,1</b>	100,7	704,7	3	21
<b>955,1</b>	84,0	672,2	3	24
<b>955,1</b>	72,1	721,0	3	30

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 8.α** - Συναρμογή Συστήματος 993K & 773F.

<b>993K &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 10%</b>						
V.E.	X.A.	$f_M$	$P_R^{M.Φ.}$	$P_R^{X.A.}$	$P_R^{fleet}$	Systems
100	3	0,96	1199,7	281,6	844,8	3
200	5	1,06	1199,7	186,6	933,2	3
300	6	0,95	1199,7	139,6	837,5	3
400	8	1,01	1199,7	111,5	891,8	3
500	9	0,95	1199,7	92,8	835,1	3
600	11	0,99	1199,7	79,5	874,1	3

**Πίνακας 8.β** - Συναρμογή Συστήματος 993K & 773F με συντελεστή Διόρθωσης.

<b>993K &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 10%</b>					
$R P_R^{M.Φ.}$ (ton/h)	$R P_R^{X.A.}$ (ton/h)	$R P_R^{fleet}$ (ton/h)	R Systems	Fleet X.A./Systems	
1079,7	253,4	760,3	3	9	
1079,7	168,0	839,9	2	10	
1079,7	125,6	753,7	3	18	
1079,7	100,3	802,6	3	24	
1079,7	83,5	751,6	3	27	
1079,7	71,5	786,7	3	33	



“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 9.α – Συναρμογή Συστήματος 993K & 773F.**

<b>993K &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 8%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	3	0,97	1199,7	284,4	853,2	3
<b>200</b>	4	0,86	1199,7	189,1	756,	3
<b>300</b>	6	0,97	1199,7	141,7	849,9	3
<b>400</b>	7	0,90	1199,7	113,2	792,7	3
<b>500</b>	9	0,97	1199,7	94,3	848,9	3
<b>600</b>	11	1,0	1199,7	80,8	889,0	3

**Πίνακας 9.β - Συναρμογή Συστήματος 993K & 773F με συντελεστή Διόρθωσης.**

<b>993K &amp; 773F – Κλίση Δρόμου 8%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>1079,7</b>	256,0	767,9	3	9
<b>1079,7</b>	170,2	680,8	3	12
<b>1079,7</b>	127,5	765,0	3	18
<b>1079,7</b>	101,9	713,4	3	21
<b>1079,7</b>	84,9	764,0	3	27
<b>1079,7</b>	72,7	800,1	3	33

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 10.α** – Συναρμογή Συστήματος 992G & 777F.

<b>992G &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 10%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	2	0,85	1061,3	375,3	750,6	3
<b>200</b>	3	0,88	1061,3	260,9	782,6	3
<b>300</b>	4	0,90	1061,3	199,9	799,7	3
<b>400</b>	5	0,91	1061,3	162,1	810,3	3
<b>500</b>	6	0,92	1061,3	136,2	817,5	3
<b>600</b>	7	0,93	1061,3	117,5	822,7	3

**Πίνακας 10.β** - Συναρμογή Συστήματος 992G & 777F με συντελεστή Διόρθωσης.

<b>992G &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 10%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>955,1</b>	337,8	675,5	3	6
<b>955,1</b>	234,8	704,3	3	9
<b>955,1</b>	179,9	719,7	3	12
<b>955,1</b>	145,8	729,2	3	15
<b>955,1</b>	122,6	735,7	3	18
<b>955,1</b>	105,8	740,5	3	21

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 11.α – Συναρμογή Συστήματος 992G & 777F.**

<b>992G &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 8%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	2	0,81	1061,3	358,2	716,3	3
<b>200</b>	4	1,10	1061,3	244,6	978,4	3
<b>300</b>	5	1,05	1061,3	185,7	928,6	3
<b>400</b>	6	1,01	1061,3	149,7	898,1	3
<b>500</b>	7	0,99	1061,3	125,4	877,6	3
<b>600</b>	8	0,97	1061,3	107,8	862,7	3

**Πίνακας 11.β - Συναρμογή Συστήματος 992G & 777F με συντελεστή Συναρμογής.**

<b>992G &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 8%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup>(ton/h)</b>	<b>R Systems</b>	<b>Fleet X.A./Systems</b>
<b>955,1</b>	322,3	644,7	3	6
<b>955,1</b>	220,1	880,6	2	8
<b>955,1</b>	167,2	835,8	2	10
<b>955,1</b>	134,7	808,3	3	18
<b>955,1</b>	112,8	789,8	3	21
<b>955,1</b>	97,1	776,5	3	24

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 12.α – Συναρμογή Συστήματος 993K & 777F.**

<b>993K &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 10%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	2	0,80	1199,7	391,3	782,6	3
<b>200</b>	3	0,82	1199,7	268,5	805,4	3
<b>300</b>	5	1,04	1199,7	204,4	1021,8	2
<b>400</b>	6	1,01	1199,7	165,0	989,8	3
<b>500</b>	7	0,99	1199,7	138,3	968,1	3
<b>600</b>	8	0,97	1199,7	119,1	952,4	3

**Πίνακας 12.β - Συναρμογή Συστήματος 993K & 777F με συντελεστή Συναρμογής.**

<b>993K &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 10%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>1079,7</b>	352,1	704,3	3	6
<b>1079,7</b>	241,6	724,9	3	9
<b>1079,7</b>	183,9	919,6	2	10
<b>1079,7</b>	148,5	890,8	2	12
<b>1079,7</b>	124,5	871,3	2	14
<b>1079,7</b>	107,1	857,2	2	16

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 13.α** – Συναρμογή Συστήματος 993K & 777F.

<b>993K &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 8%</b>						
<b>V.E.</b>	<b>X.A.</b>	<b>f<sub>M</sub></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b>	<b>P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b>	<b>Systems</b>
<b>100</b>	3	1,14	1199,7	372,7	1118,0	2
<b>200</b>	4	1,02	1199,7	251,3	1005,2	2
<b>300</b>	5	0,96	1199,7	189,6	947,8	3
<b>400</b>	6	0,93	1199,7	152,2	913,0	3
<b>500</b>	7	0,91	1199,7	127,1	889,7	3
<b>600</b>	9	1,0	1199,7	109,1	982,1	3

**Πίνακας 13.β** - Συναρμογή Συστήματος 993K & 777F με συντελεστή Διόρθωσης.

<b>993K &amp; 777F – Κλίση Δρόμου 8%</b>				
<b>R P<sub>R</sub><sup>M.Φ.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>X.A.</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R P<sub>R</sub><sup>fleet</sup></b> <b>(ton/h)</b>	<b>R</b> <b>Systems</b>	<b>Fleet</b> <b>X.A./Systems</b>
<b>1079,7</b>	335,4	1006,2	2	6
<b>1079,7</b>	226,2	904,6	2	8
<b>1079,7</b>	170,6	853,0	2	10
<b>1079,7</b>	136,9	821,7	3	18
<b>1079,7</b>	114,4	800,7	3	21
<b>1079,7</b>	98,2	883,9	2	18

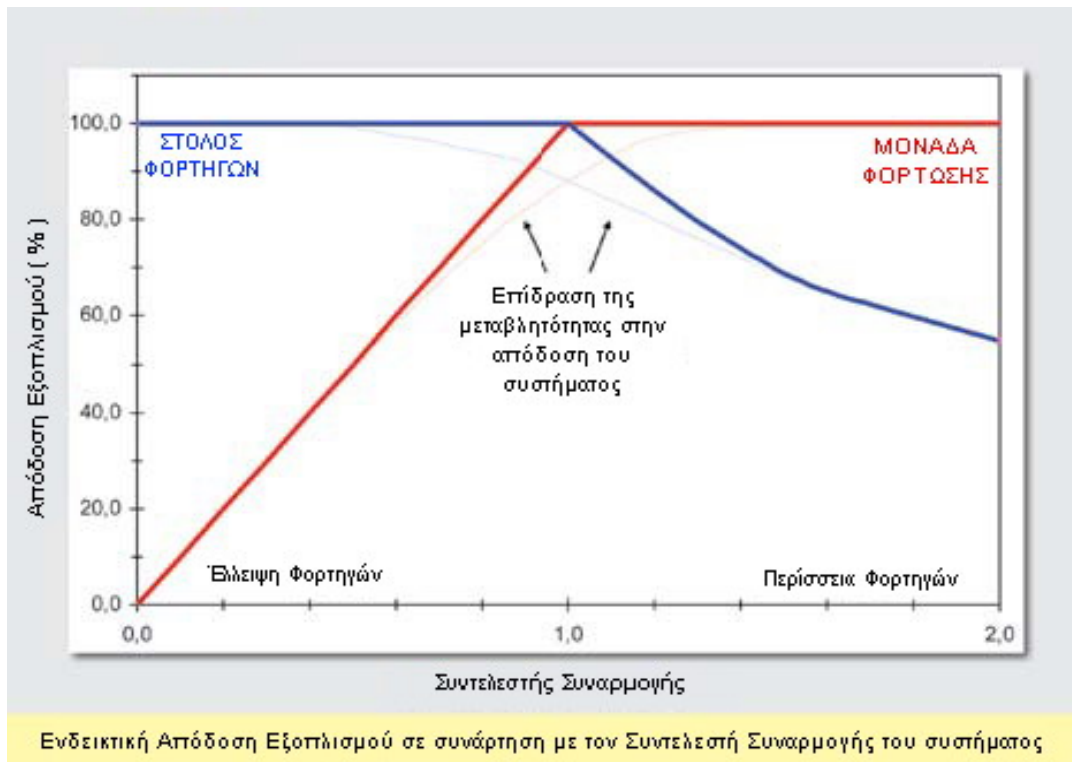
,όπου :

- $V.E.$  = Βάθος Εκμετάλλευσης (m).
- $X.A.$  = Χωματοουργικά Αυτοκίνητα.
- $f_M$  = Συντελεστής Συναρμογής.
- $P_R^{M.Φ.}$  = Ωριαίος Ρυθμός Παραγωγής Φορτωτή (ton/h).
- $P_R^{X.A.}$  = Ωριαίος Ρυθμός Παραγωγής Χωματοουργικού Αυτοκινήτου (ton/h).
- $P_R^{fleet}$  = Ωριαίος Ρυθμός Παραγωγής Στόλου  $X.A$  (ton/h).
- $Systems$  = Συστήματα Συναρμογής για το εκάστοτε βάθος.
- $R P_R^{M.Φ.}$  (ton/h) – Διορθωμένος Ρυθμός Παραγωγής Φορτωτή.
- $R P_R^{X.A.}$  (ton/h) – Διορθωμένος Ρυθμός Παραγωγής  $X.A.$
- $R P_R^{fleet}$  (ton/h) – Διορθωμένος Ρυθμός Παραγωγής Στόλου  $X.A.$
- $R Systems$  – Διορθωμένα Συστήματα Συναρμογής.

Μελετώντας τους επισυναπτόμενους πίνακες συναρμογής για τα συγκεκριμένα συστήματα φόρτωσης – μεταφοράς, μπορούμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα :

- Καθώς αυξάνεται το βάθος εκμετάλλευσης, αυξάνεται ο χρόνος μετάβασης και επιστροφής των χωματοουργικών αυτοκινήτων, με αποτέλεσμα να έχουμε μία συνολική αύξηση στον συνολικό χρόνο κύκλου του εκάστοτε χωματοουργικού αυτοκινήτου.
- Παράλληλα, παρατηρούμε μία λογική αύξηση του πλήθους των χωματοουργικών αυτοκινήτων σε συνάρτηση με το βάθος προχώρησης. Εφόσον ο ωριαίος ρυθμός παραγωγής του φορτωτή παραμένει σταθερός, θα πρέπει να προστίθενται  $X.A.$  για να μην υπολειμθεί το σύστημα.
- Με αλλαγή της κλίσεως του δρόμου, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση από 10% μεταβαίνουμε σε κλίση 8%, παρατηρείται μειωμένος χρόνος κύκλου των χωματοουργικών αυτοκινήτων, με ταυτόχρονη αύξηση του ωριαίου ρυθμού παραγωγής τους. Όμως, αυτό δεν παρατηρείται στην περίπτωση μετάβασης σε μεγαλύτερης δυναμικότητας  $X.A.$ , καθώς εκεί μειώνεται ο χρόνος κύκλου του, εξαιτίας της μείωσης της ταχύτητάς του κατά την μετάβαση και επιστροφή.

- Καθώς μεταβαίνουμε σε μεγαλύτερης δυναμικότητας μηχανικό εξοπλισμό, παρατηρούμε ότι ο αριθμός των χωματουργικών αυτοκινήτων, ναι με αυξάνεται με την ταυτόχρονη αύξηση του βάθους της εκμετάλλευσης, όμως απαιτούνται σαφώς λιγότερα χωματουργικά αυτοκίνητα στόλου, συγκριτικά με μικρότερης δυναμικότητας εξοπλισμό.
- Ο συντελεστής συναρμογής, στις περισσότερες των περιπτώσεων, βρίσκεται κοντά στην μονάδα, πράγμα το οποίο υποδηλώνει ότι το σύστημα φορτωτή – φορηγού είναι ευμετάβλητο στις αυξομειώσεις των αντίστοιχων χρόνων των μηχανημάτων.
- Κατά τη χρήση μηχανικού εξοπλισμού με μεγαλύτερη δυναμικότητα, παρατηρούμε ότι αυξάνονται οι κύκλοι που απαιτούνται από τον ελαστιχοφόρο φορτωτή για την φόρτωση του χωματουργικού αυτοκινήτου (μετάβαση αριθμού κύκλων από 3 σε 5), γεγονός αρνητικό για ένα σύστημα φόρτωσης – μεταφοράς.
- Η απόδοση του μηχανικού εξοπλισμού σε σχέση με τον συντελεστή συναρμογής μπορεί να περιγραφεί σύμφωνα με το διάγραμμα που απεικονίζεται στο διάγραμμα 2 :



**Διάγραμμα 2** - Απόδοση μηχανικού εξοπλισμού συναρτήσει του συντελεστή συναρμογής.

Οι έντονες καμπύλες παριστάνουν την εξιδανικευμένη περίπτωση όπου οι διάφορες φάσεις του κύκλου των φορτηγών έχουν σταθερή χρονική διάρκεια από κύκλο σε κύκλο. Όμως, στην πραγματικότητα αυτό δεν συμβαίνει, η διάρκεια είναι μεταβλητή και αποτέλεσμα της μεταβλητότητας αυτής είναι η εμφάνιση είτε συνωστισμού φορτηγών στη θέση φόρτωσης είτε υπολειτουργίας της μονάδας φόρτωσης λόγω καθυστερήσεων των φορτηγών, ακόμη και αν η συναρμογή του συστήματος είναι τέλεια.

Η απώλεια απόδοσης του συστήματος εξαιτίας της μεταβλητότητας των χρόνων παρουσιάζεται στο διάγραμμα με τις λεπτές καμπύλες. Η εν λόγω απώλεια φαίνεται έντονα κοντά στο σημείο της τέλει συναρμογής. Αυτό συμβαίνει διότι, όταν το φυσικό πλήθος των φορτηγών είναι πολύ μικρότερο από το θεωρητικώς δυνατό, η μονάδα φόρτωσης βρίσκεται σε μία κατάσταση μόνιμης υπολειτουργίας, δεν παρουσιάζονται αναμονές φορτηγών (άρα και συνωστισμός στη θέση φόρτωσης) και ο στόλος των φορτηγών αποδίδει πλήρως.

Στην αντίθετη περίπτωση που το φυσικό πλήθος των Χ.Α. είναι πολύ μεγαλύτερο από το θεωρητικώς ιδανικό, η μονάδα φόρτωσης λειτουργεί πλήρως, παρουσιάζεται το φαινόμενο της αναμονής των Χ.Α. στη θέση φόρτωσης ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η απόδοση του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΚΟΣΤΟΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

### **5.1. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ**

Για την υπολογισμό του κόστους του εξοπλισμού απαιτείται λεπτομερέστερη ανάλυση. Στο κόστος αυτό συμπεριλαμβάνεται το κόστος ιδιοκτησίας του μηχανήματος (ownership cost) και το λειτουργικό κόστος (operating cost).

Η διάκριση αυτή είναι απαραίτητη δεδομένων των εναλλακτικών επιλογών που μπορούν να εξεταστούν κατά την αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου (π.χ. αγορά νέου ή μεταχειρισμένου εξοπλισμού, μίσθωση του μηχανήματος, ανάθεση σε υπεργολάβο, κ.λπ.).



## 5.2. ΚΟΣΤΟΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Πριν εξεταστούν οι μέθοδοι υπολογισμού του κόστους ιδιοκτησίας εξοπλισμού, είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι το κόστος αυτό σχετίζεται με το κεφάλαιο που δαπανάται για την απόκτηση του μηχανήματος και με την παλαίωση του μηχανήματος. Όπως συμβαίνει με οποιαδήποτε άλλη επένδυση, η δαπάνη αγοράς ενός μηχανήματος συνεπάγεται ένα κόστος ευκαιρίας για το κεφάλαιο που χρησιμοποιείται. Είναι επομένως λογικό να επιζητείται μια απόδοση των χρημάτων που επενδύονται αντίστοιχη με το επιτόκιο προεξόφλησης του επενδυτικού σχεδίου.

Όσον αφορά στην παλαίωση του μηχανήματος, αυτή εκφράζεται μέσα από την υπολειμματική του αξία με την πάροδο του χρόνου. Επομένως, το κόστος ιδιοκτησίας είναι πραγματικό κόστος για την επιχείρηση. Όμως, στον πίνακα των ταμειακών ροών το κόστος αυτό δεν εισάγεται άμεσα, όπως συμβαίνει με το λειτουργικό κόστος, επειδή δεν αποτελεί ταμειακή εκροή.

Το κόστος του κεφαλαίου για την αγορά του εξοπλισμού συμπεριλαμβάνεται στο συνολικό κόστος της επένδυσης, ενώ το κόστος λόγω φθοράς του μηχανήματος εκφράζεται μέσα από τη, συνήθως μηδενική, υπολειμματική αξία. Το Κράτος αναγνωρίζοντας ότι το κόστος αυτό επιβαρύνει την επιχείρηση επιτρέπει την λογιστική απόσβεση του εξοπλισμού, η οποία μειώνει το φορολογητέο εισόδημα. Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι το κόστος ιδιοκτησίας εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ της «λογιστικής ζωής», της «λειτουργικής ζωής» και της «οικονομικής ζωής» του μηχανήματος.

Η λογιστική ζωή ενός μηχανήματος καθορίζεται από την εκάστοτε φορολογική νομοθεσία και είναι αυτή που προσδιορίζει και το ύψος των ετήσιων αποσβέσεων που εισάγονται στον πίνακα των ταμειακών ροών.

Η λειτουργική ζωή ενός μηχανήματος είναι η χρονική περίοδος για την οποία αναμένεται ότι το μηχάνημα θα ικανοποιεί τους παραγωγικούς στόχους, για τους οποίους αγοράστηκε.

Η οικονομική ζωή του μηχανήματος είναι εκείνη κατά την οποία το συγκεκριμένο μηχάνημα μπορεί να εκτελεί την καθορισμένη εργασία πιο οικονομικά από οποιαδήποτε άλλη εναλλακτική επιλογή. Η οικονομική και η λειτουργική ζωή του μηχανήματος συνήθως είναι ταυτόσημες.

Συχνά αυτό που ενδιαφέρει για την κοστολόγηση των εργασιών είναι ο υπολογισμός ενός ετήσιου ή ωριαίου ισοδύναμου κόστους ιδιοκτησίας. Επομένως, η μέθοδος που παρατίθεται αποσκοπεί στην αναγωγή του κόστους κεφαλαίου ανά ώρα εργασίας του μηχανήματος.

### 5.2.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό του κόστους ιδιοκτησίας του μηχανικού εξοπλισμού είναι η μέθοδος της μέσης απόσβεσης, η οποία παρατίθεται κάτωθι :

➤ **Μέθοδος της μέσης απόσβεσης (Average Investment Method)**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως από κατασκευαστές μηχανημάτων για τον υπολογισμό του κόστους ιδιοκτησίας σε ετήσια ή ωριαία βάση. Είναι απλή στην εφαρμογή της και τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα με αυτά των άλλων μεθόδων, όπως η μέθοδος του ισοδύναμου κόστους δανεισμού και η μέθοδος υπολογισμού του μέσου προεξοφλητικού κόστους.

Το κόστος με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται από δύο διακριτούς παράγοντες: ο ένας αφορά στην παλαίωση του μηχανήματος και ο άλλος στην απόδοση του κεφαλαίου που επένδυσε η εταιρεία για τον εξοπλισμό. Η μέθοδος χρησιμοποιεί τη γραμμική απόσβεση για το κόστος που σχετίζεται με την παλαίωση του εξοπλισμού:

$$\boxed{\text{Κόστος απόσβεσης} = \text{Κόστος αγοράς} / \text{διάρκεια ζωής του μηχανήματος (σε ώρες)} \quad (I)}$$

Για το κόστος που σχετίζεται με την απόδοση του κεφαλαίου χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$\boxed{\text{Κόστος επένδυσης} = \text{Μέση ετήσια απόσβεση} \times \varepsilon / \text{ετήσιες ώρες λειτουργίας} \quad (II)}$$

,όπου: μέση ετήσια απόσβεση = Κόστος αγοράς  $\times [(v+1)/2v]$ .

$v$  = διάρκεια ζωής του μηχανήματος (χρόνια).

$\varepsilon$  = επιτόκιο προεξόφλησης (%).

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Για τον υπολογισμό του κόστους απόσβεσης και του κόστους επένδυσης, εκ των οποίων προκύπτει το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας εξοπλισμού, τα δεδομένα προς επεξεργασία εμφανίζονται στον πίνακα 14, τα οποία προέρχονται από προσωπικές συζητήσεις με μηχανικούς της εταιρείας ΕΛΤΡΑΚ :

**Πίνακας 14** – Δεδομένα υπολογισμού Κόστους Απόσβεσης & Κόστους Επένδυσης.

Μηχανικός Εξοπλισμός (Τύπος Μηχανημάτων)	Κόστος Αγοράς Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro)	Διάρκεια Ζωής Μηχανικού Εξοπλισμού (ώρες)	Ωρες Λειτουργίας Μηχανικού Εξοπλισμού /έτος	Επιτόκιο Προεξόφλησης (%)
Ελαστιχοφόρος Φορτωτής CAT 992G	1.500.000	20.000	2.000	8
Ελαστιχοφόρος Φορτωτής CAT 993K	1.800.000	20.000	2.000	8
Χωματοσυγκό Αυτοκίνητο CAT 773F	750.000	20.000	2.000	8
Χωματοσυγκό Αυτοκίνητο CAT 777F	1.200.000	20.000	2.000	8

Σύμφωνα με τη σχέση (I), το κόστος απόσβεσης για τον ελαστιχοφόρο φορτωτή CAT 992G θα είναι :

$$\text{Κόστος Απόσβεσης} = \frac{1.500.000}{20.000} = 75 \text{ Euro/h}$$

Σύμφωνα με τη σχέση (II), το κόστος επένδυσης υπολογίζεται ως εξής :

➤  $v = \text{Διάρκεια ζωής του μηχανήματος (χρόνια)} = \text{Διάρκεια ζωής μηχανήματος}$

$$(\text{ώρες})/\text{Ωρες λειτουργίας μηχανήματος (ανά έτος)} = \frac{20.000}{2.000} = 10 \text{ έτη.}$$

$$\text{➤ } \frac{(v+1)}{2*v} = \frac{(10+1)}{2*10} = 0,55.$$

➤ Μέση Ετήσια Απόσβεση = Κόστος Αγοράς \*  $\frac{(v+1)}{2*v} = 1.500.000 * 0,55 =$   
825.000 Euro.

➤ Κόστος Επένδυσης = (Μέση Ετήσια Απόσβεση \* Επιτόκιο  
προεξόφλησης)/Ετήσιες ώρες λειτουργίας =  $\frac{(825.000 * 0,08)}{2.000} = 33 \text{ Euro/h.}$

Συνεπώς, το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας είναι :

➤ Κόστος Ιδιοκτησίας = Κόστος Απόσβεσης + Κόστος Επένδυσης = 75 + 33  
= 108 Euro/h.

Το κόστος ιδιοκτησίας για τον υπό μελέτη μηχανικό εξοπλισμό παρατίθεται στον επισυναπτόμενο πίνακα 15 καθώς υπολογίζουμε το κόστος απόσβεσης και το κόστος επένδυσης, εκ των οποίων προκύπτει το κόστος ιδιοκτησίας :

**Πίνακας 15 – Κόστος Ιδιοκτησίας Μηχανικού Εξοπλισμού.**

<b>Μηχανικός Εξοπλισμός.</b>	<b>Κόστος Απόσβεσης (Euro/h)</b>	<b>Κόστος Επένδυσης (Euro/h)</b>	<b>Κόστος Ιδιοκτησίας(Euro/h)</b>
<b>CAT 992G</b>	<b>75</b>	<b>33</b>	<b>108</b>
<b>CAT 993K</b>	<b>90</b>	<b>40</b>	<b>130</b>
<b>CAT 773F</b>	<b>38</b>	<b>17</b>	<b>54</b>
<b>CAT 777F</b>	<b>60</b>	<b>26</b>	<b>86</b>

### **5.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

Για την εκτίμηση του λειτουργικού κόστους του εξοπλισμού μπορούν να αξιοποιηθούν στοιχεία που παρέχονται από τον κατασκευαστή, στατιστικά δεδομένα ή από προηγούμενη εμπειρία της επιχείρησης σε αντίστοιχες δραστηριότητες. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η χρήση των στοιχείων που παρέχονται από πηγές πληροφόρησης εκτός της επιχείρησης χρήζει ιδιαίτερης προσοχής.

Το λειτουργικό κόστος του μηχανήματος σχετίζεται άμεσα με την παραγωγικότητά του, η οποία εξαρτάται από τις συνθήκες εργασίας (είδος πετρώματος, ποιότητα χειριστή, κ.ά.), το φορτίο της εργασίας και την πάροδο του χρόνου. Επομένως, η χρησιμοποίηση δεδομένων από περιπτώσεις που δεν ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες συνθήκες εργασίας μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά σφάλματα.

Το λειτουργικό κόστος του μηχανήματος υπολογίζεται συνήθως σε χρηματικές μονάδες ανά ώρα λειτουργίας. Με βάση την ετήσια απασχόληση του μηχανήματος και την ετήσια παραγωγή το κόστος αυτό μπορεί να εκφραστεί σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος.

Το λειτουργικό κόστος αποτελείται από τα κάτωθι επιμέρους κόστη:

- Κόστος καυσίμων (ή ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτροκίνητο εξοπλισμό).
- Κόστος λιπαντικών.
- Κόστος ελαστικών.
- Κόστος συντήρησης (ανταλλακτικά).
- Κόστος γενικής επισκευής.
- Κόστος εργατικών χειριστή μηχανήματος.

### 5.3.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Για τον υπολογισμό του κόστους καυσίμων, λιπαντικών, ελαστικών, συντήρησης, γενικής επισκευής και εργατικών χειριστή και συντηρητή για τον ελαστιχοφόρο φορτωτή CAT 992G, εκ των οποίων προκύπτει το συνολικό λειτουργικό κόστος εξοπλισμού, θα ακολουθήσουμε τους κάτωθι αναλυτικούς υπολογισμούς :

➤ Κόστος Καυσίμων.

Σύμφωνα με το Performance Handbook της Caterpillar (8 Hourly Fuel Tables, 20-19 & 20-29 Edition 40), λαμβάνουμε την ωριαία κατανάλωση καυσίμου (medium κατανάλωση), η οποία είναι 98 l/h. Η τιμή καυσίμου /λίτρο είναι 1,03 E/l. Συνεπώς, το κόστος καυσίμων είναι :

$$\text{Κόστος Καυσίμων} = 98 \text{ l/h} * 1.03 \text{ E/l} = 100,9 \text{ E/h}$$

➤ Κόστος Λιπαντικών.

Το κόστος των λιπαντικών θα υπολογιστεί με βάση την συχνότητα αλλαγής τους, η οποία ορίζεται ανά 500 ώρες λειτουργίας του μηχανήματος. Έχοντας δεχθεί 250 ημέρες ανά έτος λειτουργίας του μηχανήματος, με ημερήσια απασχόληση 8 ώρες, έχουμε συνολική ετήσια απασχόληση της τάξεως των 2000 ωρών.

Συνεπώς, η αλλαγή λιπαντικών ανά έτος ορίζεται στις :

$$\frac{2.000h}{500h} = 4 \text{ φορές /έτος}$$

Η χωρητικότητα της μηχανής του φορτωτή CAT 992G είναι 120L και η τιμή των λιπαντικών ανέρχεται στο κόστος των 3,65 E/L. Άρα, το κόστος των λιπαντικών ανά έτος είναι :

$$\text{Κόστος Λιπαντικών /έτος} = 120L * 3,65 \text{ E/L} * 4 \text{ φορές} = 1752 \text{ E/έτος}$$

$$\text{Άρα : Κόστος Λιπαντικών /h} = \frac{1752 \text{ E / έτος}}{2000 \text{ ώρες}} = 0,876 \text{ E/h.}$$

➤ Κόστος Ελαστικών.

Τα ελαστικά που θα χρησιμοποιηθούν στον ελαστιχοφόρο φορτωτή CAT 992G είναι τα εξής :

**CAT 992G - 45/65 - 45 L-5 Bridgestone Bias Ply**

Η τιμή αγοράς τους ανέρχεται στο ποσό των 16.000 Euro.

Το ωριαίο κόστος φθοράς των ελαστικών υπολογίζεται από το κόστος του ελαστικού επί τον αριθμό των ελαστικών του οχήματος προς τη διάρκεια ζωής του ελαστικού υπολογίζεται με βάση τον τύπο :

Κόστος Ελαστικών (Euro/h) =

Κόστος ελαστικού(Euro) x Αριθμός ελαστικών/ Διάρκεια ζωής ελαστικού (h)

Η διάρκεια ζωής του ελαστικού λαμβάνεται μέσω του Performance Handbook της Caterpillar (10a Tires, 20-34 Edition 40), από τα αντίστοιχα διαγράμματα, τα οποία δίνουν εύρος ζωής ελαστικών σε ώρες, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί το μηχάνημα (Application Zones).

Θεωρούμε ζώνη εφαρμογής του μηχανήματος τον τύπο ζώνης A, στην οποία η διάρκεια ζωής λαμβάνεται περί τις 6.000 ώρες.

Συνεπώς, το κόστος ελαστικών θα είναι :

$$\text{Κόστος Ελαστικών (Euro/h)} = \frac{16.000E * 4}{6.000h} = 10,7 \text{ E/h}$$

➤ Κόστος Συντήρησης (Ανταλλακτικά).

Το κόστος των ανταλλακτικών εκτιμάται δύσκολα εάν δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα για να αντληθούν πληροφορίες. Στις περιπτώσεις αυτές υπολογίζεται για όλη τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος ως ποσοστό του κόστους αγοράς του μηχανήματος, μεταξύ 5-10% και ενός συντελεστή συνθηκών εργασίας (0,8 για καλές έως 1,2 για άσχημες συνθήκες), σύμφωνα με τον τύπο :

$$\text{Κόστος ανταλλακτικών (Euro/h)} = \frac{\text{Κόστος αγοράς (Euro)} \times \text{Συντ. συνθηκών εργασίας}}{\text{Διάρκεια ζωής (h)}}$$

Λαμβάνοντας ποσοστό επί της αγοράς του μηχανήματος 10%, συντελεστή συνθηκών εργασίας ίσο με τη μονάδα και τυπική διάρκεια ζωής ανταλλακτικών τις 10.000 ώρες, το κόστος συντήρησης είναι :

$\text{Κόστος ανταλλακτικών (Euro/h)} = \frac{(1.500.000 * 0,1) * 1}{10.000} = 15 \text{ E/h}$
--

➤ Κόστος Γενικής Επισκευής.

Η γενική επισκευή καλύπτει το κόστος επισκευής ή αντικατάστασης κύριων μερών του μηχανήματος. Οι γενικές επισκευές προγραμματίζονται συνήθως κάθε 10.000 ώρες. Το σχετικό κόστος υπολογίζεται ως ποσοστό του κόστους αγοράς του μηχανήματος και είναι της τάξης του 15%, περίπου.

Επομένως, ο υπολογισμός του προκύπτει από τον κάτωθι τύπο :

$$\text{Κόστος γενικής επισκευής (Euro/h)} = \frac{\text{Κόστος αγοράς (Euro)} \times 0,15}{\text{Συχνότητα γεν. επισκευής (h)}}$$

Συνεπώς, θα έχουμε :

$\text{Κόστος γενικής επισκευής (Euro/h)} = \frac{(1.500.000 * 0,15)}{10.000} = 22,5 \text{ E/h}$
---



➤ Κόστος Εργατικών Χειριστή.

Η αμοιβή χειριστή του μηχανήματος αποτελεί σταθερό κόστος στην οικονομική ανάλυση, δεδομένου ότι αμείβεται σε μηνιαία βάση ανεξάρτητα από τις ώρες λειτουργίας ή τις ώρες επισκευής του μηχανήματος. Για να υπολογιστεί το σχετικό κόστος ανά ώρα διαιρούνται οι ετήσιες μεικτές αποδοχές του με τις ετήσιες ώρες λειτουργίας του μηχανήματος. Οι ετήσιες μεικτές αποδοχές χειριστή φορτωτή ανέρχονται στο ποσό των 42.000 Euro.

Συνεπώς, το ωριαίο κόστος εργατικών του χειριστή είναι :

$$\text{Κόστος Εργατικών} = \frac{42.000E / y}{2000h / y} = 21 E/h$$

Άρα, το συνολικό λειτουργικό κόστος του μηχανήματος θα είναι το άθροισμα των επιμέρους κοστολογίων καυσίμων, λιπαντικών, ελαστικών, συντήρησης-ανταλλακτικών, γενικής επισκευής και χειριστή, το οποίο είναι :

$$\text{Λειτουργικό Κόστος Μηχανήματος} = 100,9 + 0,876 + 10,7 + 15 + 22,5 + 21 = 170,9 E/h$$

Το συνολικό κόστος του μηχανήματος θα είναι το άθροισμα του κόστους ιδιοκτησίας και του λειτουργικού κόστους :

$$\text{Συνολικό Κόστος Μηχανήματος} = 108 E/h + 170,9 E/h = 278,9 E/h \text{ \& σε ετήσια βάση : } 278,9 E/h * 2000h = 557.885 E/y.$$

Συγκεντρωτικά, το κόστος κτήσης και λειτουργίας του ελαστιχοφόρου φορτωτή CAT 992G παρατίθεται στον επισυναπτόμενο πίνακα 16 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 16 – Κόστος Κτήσης & Λειτουργίας Ε.Φ. CAT 992G.**

<b>Τύπος Μηχανήματος</b>	<b>Κόστος Ιδιοκτησίας (Ε/h)</b>	<b>Λειτουργικό Κόστος (Ε/h)</b>	<b>Συνολικό Κόστος (Ε/h)</b>	<b>Συνολικό Κόστος (Ε/y)</b>
<b>CAT 992G</b>	<b>108</b>	<b>107,9</b>	<b>278,9</b>	<b>557.885</b>

Σε πλήρη αντιστοιχία με τους άνωθεν υπολογισμούς, υπολογίζουμε τα επιμέρους κόστη ιδιοκτησίας και λειτουργίας των υπό εξέταση μηχανημάτων καθώς επίσης και το συνολικό κόστος το οποίο προκύπτει για το κάθε ένα ξεχωριστά, τα αποτελέσματα των οποίων όπως και τα αναλυτικά δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό τους αναφέρονται στους πίνακες 17 & 18 :

**Πίνακας 17 - Κόστος Κτήσης & Λειτουργίας Λοιπού Μηχανικού Εξοπλισμού.**

<b>Τύπος Μηχανήματος</b>	<b>Κόστος Ιδιοκτησίας (Ε/h)</b>	<b>Λειτουργικό Κόστος (Ε/h)</b>	<b>Συνολικό Κόστος (Ε/h)</b>	<b>Συνολικό Κόστος (Ε/y)</b>
<b>CAT 993K</b>	<b>130</b>	<b>201,9</b>	<b>331,5</b>	<b>663.065</b>
<b>CAT 773F</b>	<b>54</b>	<b>99,3</b>	<b>153,3</b>	<b>306.648</b>
<b>CAT 777F</b>	<b>86</b>	<b>130,9</b>	<b>217,3</b>	<b>434.548</b>

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 18** – Αναλυτικά Δεδομένα Υπολογισμού των επιμέρους κοστολογίων για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό.

Δεδομένα Εισόδου	Τιμές Δεδομένων	Κόστος
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G (Euro)	1	1.500.000
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K (Euro)	1	1.800.000
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F (Euro)	1	750.000
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F (Euro)	1	1.200.000
Λιπαντικά – 4 αλλαγές/γ (Euro/lt)	1	3,65
Καύσιμα (Euro/lt)	1	1,03
<b>Ελαστικά</b>		
CAT 992G - 45/65 - 45 L-5 Bridgestone Bias Ply (Euro)	1	16.000
CAT 993K - 50/65 - 51 L-5 Bridgestone Bias Ply (Euro)	1	28.000
CAT 773F - 24.00 R35 E4 Mishellin Radial Ply (Euro)	1	9.000
CAT 777F - 27.00 R49 E4 Mishellin Radial Ply (Euro)	1	11.000
<b>Χειριστές Μηχανημάτων</b>		
Χειριστής Ελαστικοφόρου Φορτωτή	1	
Χειριστής Χωματουργικού Αυτοκινήτου	1	
Αποδοχές Χειριστή Ελαστικοφόρου Φορτωτή/γ (Euro)	1	42.000
Αποδοχές Χειριστή Χωματουργικού Αυτοκινήτου/γ (Euro)	1	30.000
<b>Διάρκεια Ζωής Μηχανημάτων (h)</b>		
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G	20.000	
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K	20.000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F	20.000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F	20.000	
<b>Διάρκεια Ζωής Ελαστικών (h)</b>		
CAT 992G - 45/65 R45 L-5 Bridgestone Bias Ply	6000	
CAT 993K - 50/65 R51 L-5 Bridgestone Bias Ply	6000	
CAT 773F - 24.00 R35 E4 Mishellin Radial Ply	5000	
CAT 777F - 27.00 R49 E4 Mishellin Radial Ply	5000	
<b>Ώρες Λειτουργίας Μηχανημάτων/year</b>		
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G	2000	
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K	2000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F	2000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F	2000	
<b>Σταθερές Συστήματος</b>		
Κόστος Ανταλλακτικών(% τιμής αγοράς μηχανήματος)	0,1	
Συντελεστής Συνθηκών Εργασίας	1	
Τυπική Διάρκεια Ζωής Ανταλλακτικών	10.000	
Συχνότητα Γενικής Επισκευής	10.000	
Κόστος Γενικής Επισκευής(% τιμής αγοράς μηχανήματος)	0,15	
Επιτόκιο Προεξόφλησης(%)	0,08	
Ετήσια Παραγωγή Ασβεστολίθου (ton)	5.000.000	

Τα αντίστοιχα δεδομένα για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό αναφέρονται στον πίνακα 19 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 19** - Αναλυτικά Δεδομένα Υπολογισμού των επιμέρους κοστολογίων για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό.

<b>Δεδομένα Εισόδου</b>	<b>Τιμές Δεδομένων</b>	<b>Κόστος</b>
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G (Euro)	1	750.000
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K (Euro)	1	900.000
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F (Euro)	1	375.000
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F (Euro)	1	600.000
Λιπαντικά – 4 αλλαγές/γ (Euro/lt)	1	3,65
Καύσιμα (Euro/lt)	1	1,03
<b>Ελαστικά</b>		
CAT 992G - 45/65 - 45 L-5 Bridgestone Bias Ply (Euro)	1	16.000
CAT 993K - 50/65 - 51 L-5 Bridgestone Bias Ply (Euro)	1	28.000
CAT 773F - 24.00 R35 E4 Mishellin Radial Ply (Euro)	1	9.000
CAT 777F - 27.00 R49 E4 Mishellin Radial Ply (Euro)	1	11.000
<b>Χειριστές Μηχανημάτων</b>		
Χειριστής Ελαστικοφόρου Φορτωτή	1	
Χειριστής Χωματουργικού Αυτοκινήτου	1	
Αποδοχές Χειριστή Ελαστικοφόρου Φορτωτή/γ (Euro)	1	42.000
Αποδοχές Χειριστή Χωματουργικού Αυτοκινήτου/γ (Euro)	1	30.000
<b>Διάρκεια Ζωής Μηχανημάτων (h)</b>		
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G	20.000	
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K	20.000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F	20.000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F	20.000	
<b>Διάρκεια Ζωής Ελαστικών (h)</b>		
CAT 992G - 45/65 R45 L-5 Bridgestone Bias Ply	6000	
CAT 993K - 50/65 R51 L-5 Bridgestone Bias Ply	6000	
CAT 773F - 24.00 R35 E4 Mishellin Radial Ply	5000	
CAT 777F - 27.00 R49 E4 Mishellin Radial Ply	5000	
<b>Ώρες Λειτουργίας Μηχανημάτων/year</b>		
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 992G	2000	
Ελαστικοφόρος Φορτωτής CAT 993K	2000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 773F	2000	
Χωματουργικό Αυτοκίνητο CAT 777F	2000	
<b>Σταθερές Συστήματος</b>		
Κόστος Ανταλλακτικών(% τιμής αγοράς μηχανήματος)	0,15	
Συντελεστής Συνθηκών Εργασίας	1	
Τυπική Διάρκεια Ζωής Ανταλλακτικών	10.000	
Συχνότητα Γενικής Επισκευής	10.000	
Κόστος Γενικής Επισκευής(% τιμής αγοράς μηχανήματος)	0,20	
Επιτόκιο Προεξόφλησης(%)	0,08	
Ετήσια Παραγωγή Ασβεστόλιθου (ton)	5.000.000	

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Με βάση τον προαναφερθέντα πίνακα τιμών, έχουμε δεχθεί ότι το κόστος αγοράς μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού είναι ίσο με το 50 % της αγοράς καινούργιου μηχανικού εξοπλισμού. Επίσης, έχουμε δεχθεί ότι το κόστος ανταλλακτικών θα είναι πλέον 15 % ως ποσοστό επί της αγοράς του μηχανικού εξοπλισμού, όπως επίσης και το κόστος της γενικής επισκευής ορίζεται ως το 20 % της αγοράς του μηχανικού εξοπλισμού.

Επίσης, υπολογίζουμε τα επιμέρους κόστη ιδιοκτησίας και λειτουργίας των υπό εξέταση μηχανημάτων καθώς επίσης και το συνολικό κόστος το οποίο προκύπτει για το κάθε ένα ξεχωριστά για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 20 :

**Πίνακας 20 - Κόστος Κτήσης & Λειτουργίας Λοιπού Μηχανικού Εξοπλισμού.**

Τύπος Μηχανήματος	Κόστος Ιδιοκτησίας (E/h)	Λειτουργικό Κόστος (E/h)	Συνολικό Κόστος (E/h)	Συνολικό Κόστος (E/y)
CAT 992G	54	159,7	213,7	427.385
CAT 993K	65	188,4	253,2	506.465
CAT 773F	27	93,7	120,7	241.398
CAT 777F	43	121,9	165,1	330.148

Παρατηρώντας το τελικό συνολικό κόστος του μηχανικού εξοπλισμού ανά έτος και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για καινούργιο και μεταχειρισμένο εξοπλισμό, μπορούμε να υπολογίσουμε την % μείωση του κόστους που επιτυγχάνουμε χρησιμοποιώντας μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 21 :

**Πίνακας 21** – Ποσοστιαία Μείωση Κόστους για χρήση μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού αντί καινούργιου.

	<b>Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	<b>Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	
<b>Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	<b>Συνολικό Κόστος Εξοπλισμού (Ε/γ)</b>	<b>Συνολικό Κόστος Εξοπλισμού (Ε/γ)</b>	<b>% Μείωση Κόστους</b>
<b>CAT 992G</b>	<b>557.885</b>	<b>427.385</b>	<b>30,5</b>
<b>CAT 993K</b>	<b>663.065</b>	<b>506.465</b>	<b>30,9</b>
<b>CAT 773F</b>	<b>306.648</b>	<b>241.398</b>	<b>27,0</b>
<b>CAT 777F</b>	<b>434.548</b>	<b>330.148</b>	<b>31,6</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ & ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ & ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΟΥΣ**

### **6.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ & ΚΟΣΤΟΥΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

Ο υπολογισμός του λειτουργικού κόστους, του κόστους ιδιοκτησίας, του συνολικού κόστους μηχανικού εξοπλισμού καθώς επίσης και του συνολικού κόστους (το οποίο θα περιλαμβάνει κόστος μηχανικού εξοπλισμού, κόστος εξόρυξης, κόστος επεξεργασίας, κόστος αποκατάστασης, κόστος εργατικών και κόστος μισθωμάτων) εκφρασμένο σε Euro/tonne για την εκμετάλλευση των αδρανών υλικών, θα πραγματοποιηθεί με βάση τα στοιχεία τα οποία αναφέρονται τόσο στη συναρμογή των μηχανημάτων και τον υπολογισμό του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων ανάλογα με το βάθος, όσο και στα κοστολόγια μηχανικού εξοπλισμού.

Το συνολικό κόστος για τα διάφορα συστήματα συναρμογής θα υπολογιστεί τόσο για κόστος καινούργιου μηχανικού εξοπλισμού όσο και για κόστος μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού.

Το σύστημα το οποίο θα μελετήσουμε για τον προσδιορισμό του συνολικού κόστους είναι το σύστημα συναρμογής ελαστιχοφόρου φορτωτή **CAT 992G** με χωματουργικά αυτοκίνητα **CAT 773F**, με κλίση δρόμου **10%**.

Για τον λεχθέντα υπολογισμό κόστους, στον πίνακα 22 αναφέρονται τα κοστολόγια καινούργιου & μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού, ανάλογα με το βάθος προχώρησης του λατομείου:

**Πίνακας 22** - Κόστος καινούργιου & μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού.

Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Στόλος Μηχαν.Εξοπλ.	Κόστος Καινούργιου Μηχαν. Εξοπλ. (Euro/year)	Κόστος Μεταχειρισμένου Μηχαν. Εξοπλ. (Euro/year)
100-600	CAT 992G	3	557.885/μονάδα	427.385/μονάδα
100	CAT 773F	9	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα
200	CAT 773F	12	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα
300	CAT 773F	18	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα
400	CAT 773F	21	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα
500	CAT 773F	24	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα
600	CAT 773F	30	306.648/μονάδα	241.398/μονάδα

- Το κόστος των ελαστιχοφόρων φορτωτών για βάθος προχώρησης 100-600 μέτρων θα είναι :

$$\text{Κόστος Ελαστιχοφόρων Φορτωτών} = 3 * 557.885 \text{ Euro} = 1.673.656 \text{ Euro}$$

- Το κόστος των χωματουργικών αυτοκινήτων για βάθος προχώρησης 100 μέτρων θα είναι :

$$\text{Κόστος Χωματουργικών Αυτοκινήτων} = 9 * 306.648 \text{ Euro} = 2.759.832 \text{ Euro}$$

- Το κόστος του συστήματος CAT 992G & CAT 773F ανά έτος θα είναι :

$$\text{Κόστος Συστήματος /έτος} = 1.673.656 \text{ Euro} + 2.759.832 \text{ Euro} = 4.433.488 \text{ Euro}$$

- Το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς ανά τόνο αδρανών υλικών θα είναι :

$$\text{Κόστος φόρτωσης – μεταφοράς /τόνο} = \frac{4.433.488 \text{ Euro}}{5.000.000 \text{ tones}} = 0,89 \text{ Euro/ton}$$

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

- Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους αδρανών σε Euro/tonne, θα πρέπει να συνυπολογίσουμε στο κόστος φόρτωσης – μεταφοράς τα κάτωθι κόστη:

1. Κόστος Εξόρυξης.
2. Κόστος Επεξεργασίας.
3. Κόστος Αποκατάστασης.
4. Κόστος Εργατικών (πλην χειριστών)
5. Κόστος Μισθωμάτων.

Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν δίδονται στον πίνακα 23 και βασίζονται σε ανάλογες μελέτες του τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων & Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π.

**Πίνακας 23 – Σταθερά Κόστη Λατομικής Εκμετάλλευσης.**

<b>Κόστος Εξόρυξης (Euro/tonne)</b>	<b>Κόστος Επεξεργασίας (Euro/tonne)</b>	<b>Κόστος Αποκατάστασης (Euro/tonne)</b>	<b>Κόστος Εργατικών (Euro/tonne)</b>	<b>Κόστος Μισθωμάτων (Euro/tonne)</b>
<b>0,15</b>	<b>0,9</b>	<b>0,02</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>

Συνεπώς, το συνολικό κόστος των αδρανών σε Euro/tonne θα είναι :

$$\text{Συνολικό Κόστος Αδρανών (Euro/tonne)} = \text{Κόστος Φόρτωσης – Μεταφοράς} + \text{Κόστος Εξόρυξης} + \text{Κόστος Επεξεργασίας} + \text{Κόστος Αποκατάστασης} + \text{Κόστος Εργατικών} + \text{Κόστος Μισθωμάτων} = 0,89 + 0,15 + 0,9 + 0,02 + 0,6 + 0,2 = 2,76 \text{ Euro/tonne}$$

Απολύτως αναλογικά με τους περιγραφέντες υπολογισμούς, υπολογίζεται το αντίστοιχο κόστος, στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσουμε μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό.

Στους πίνακες 24 – 31 παρατίθενται τα κοστολόγια τόσο για καινούργιο όσο και για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, συναρτήσει του βάθους εκμετάλλευσης του λατομείου, την κλίση του δρόμου καθώς επίσης και για τα διάφορα συστήματα συναρμογής :



“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 24.α** – Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 773F για κλίση δρόμου 10%.

<b>CAT 992G &amp; CAT 773F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.673.656	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.759.832	4.433.488	0,89	2,76	32,2
200	CAT 773F	12	3.679.776	5.353.432	1,07	2,94	36,4
300	CAT 773F	18	5.519.664	7.193.320	1,44	3,31	43,5
400	CAT 773F	21	6.439.608	8.113.264	1,62	3,49	46,5
500	CAT 773F	24	7.359.552	9.033.208	1,81	3,68	49,1
600	CAT 773F	30	9.199.440	10.873.096	2,17	4,04	53,8

**Πίνακας 24.β** - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 773F για κλίση δρόμου 10%.

<b>CAT 992G &amp; CAT 773F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.282.156	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.172.582	3.454.738	0,69	2,56	27,0
200	CAT 773F	12	2.896.776	4.178.932	0,84	2,71	30,9
300	CAT 773F	18	4.345.164	5.627.320	1,13	3,00	37,6
400	CAT 773F	21	5.069.358	6.351.514	1,27	3,14	40,5
500	CAT 773F	24	5.793.552	7.075.708	1,42	3,29	43,1
600	CAT 773F	30	7.241.940	8.524.096	1,70	3,57	47,7

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 25.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 773F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 773F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.673.656	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.759.832	4.433.488	0,89	2,76	32,2
200	CAT 773F	12	3.679.776	5.353.432	1,07	2,94	36,4
300	CAT 773F	18	5.519.664	7.193.320	1,44	3,31	43,5
400	CAT 773F	21	6.439.608	8.113.264	1,62	3,49	46,5
500	CAT 773F	24	7.359.552	9.033.208	1,81	3,68	49,1
600	CAT 773F	30	9.199.440	10.873.096	2,17	4,04	53,8

**Πίνακας 25.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 773F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 773F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.282.156	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.172.582	3.454.738	0,69	2,56	27,0
200	CAT 773F	12	2.896.776	4.178.932	0,84	2,71	30,9
300	CAT 773F	18	4.345.164	5.627.320	1,13	3,00	37,6
400	CAT 773F	21	5.069.358	6.351.514	1,27	3,14	40,5
500	CAT 773F	24	5.793.552	7.075.708	1,42	3,29	43,1
600	CAT 773F	30	7.241.940	8.524.096	1,70	3,57	47,7

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 26.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 773F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 773F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.989.196	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.759.832	4.749.028	0,95	2,82	33,7
200	CAT 773F	10	3.066.480	5.055.676	1,01	2,88	35,1
300	CAT 773F	18	5.519.664	7.508.860	1,50	3,37	44,5
400	CAT 773F	24	7.359.552	9.348.748	1,87	3,74	50,0
500	CAT 773F	27	8.279.496	10.268.692	2,05	3,92	52,3
600	CAT 773F	33	10.119.384	12.108.580	2,42	4,29	56,4

**Πίνακας 26.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 773F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 773F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.519.396	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.172.582	3.691.978	0,74	2,61	28,3
200	CAT 773F	10	2.413.980	3.933.376	0,79	2,66	29,6
300	CAT 773F	18	4.345.164	5.864.560	1,17	3,04	38,5
400	CAT 773F	24	5.793.552	7.312.948	1,46	3,33	43,9
500	CAT 773F	27	6.517.746	8.037.142	1,61	3,48	46,2
600	CAT 773F	33	7.966.134	9.485.530	1,90	3,77	50,4

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 27.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 773F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 773F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.989.196	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.759.832	4.749.028	0,95	2,82	33,7
200	CAT 773F	12	3.679.776	5.668.972	1,13	3,00	37,7
300	CAT 773F	18	5.519.664	7.508.860	1,50	3,37	44,5
400	CAT 773F	21	6.439.608	8.428.804	1,69	3,56	47,4
500	CAT 773F	27	8.279.496	10.268.692	2,05	3,92	52,3
600	CAT 773F	33	10.119.384	12.108.580	2,42	4,29	56,4

**Πίνακας 27.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 773F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 773F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.519.396	-	-	-	-
100	CAT 773F	9	2.172.582	3.691.978	0,74	2,61	28,3
200	CAT 773F	12	2.896.776	4.416.172	0,88	2,75	32,1
300	CAT 773F	18	4.345.164	5.864.560	1,17	3,04	38,5
400	CAT 773F	21	5.069.358	6.588.754	1,32	3,19	41,3
500	CAT 773F	27	6.517.746	8.037.142	1,61	3,48	46,2
600	CAT 773F	33	7.966.134	9.485.530	1,90	3,77	50,4

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 28.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 777F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 777F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.673.656	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	2.607.288	4.280.944	0,86	2,73	31,4
200	CAT 777F	9	3.910.932	5.584.588	1,12	2,99	37,4
300	CAT 777F	12	5.214.576	6.888.232	1,38	3,25	42,4
400	CAT 777F	15	6.518.220	8.191.896	1,64	3,51	46,7
500	CAT 777F	18	7.821.864	9.495.520	1,90	3,77	50,4
600	CAT 777F	21	9.125.508	10.799.164	2,16	4,03	53,6

**Πίνακας 28.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 777F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 777F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.282.156	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	1.980.888	3.263.044	0,65	2,52	25,9
200	CAT 777F	9	2.971.332	4.253.488	0,85	2,72	31,3
300	CAT 777F	12	3.961.776	5.243.932	1,05	2,92	35,9
400	CAT 777F	15	4.952.220	6.234.376	1,25	3,12	40,0
500	CAT 777F	18	5.942.664	7.224.820	1,44	3,31	43,6
600	CAT 777F	21	6.933.108	8.215.264	1,64	3,51	46,8

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 29.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 777F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 777F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.673.656	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	2.607.288	4.280.944	0,86	2,73	31,4
200	CAT 777F	8	3.476.384	5.150.040	1,03	2,90	35,5
300	CAT 777F	10	4.345.480	6.019.136	1,20	3,07	39,2
400	CAT 777F	18	7.821.864	9.495.520	1,90	3,77	50,4
500	CAT 777F	21	9.125.508	10.799.164	2,16	4,03	53,6
600	CAT 777F	24	10.429.152	12.102.808	2,42	4,29	56,4

**Πίνακας 29.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 992G & CAT 777F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 992G &amp; CAT 777F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 992G	3	1.282.156	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	1.980.888	3.263.044	0,65	2,52	25,9
200	CAT 777F	8	2.641.184	3.923.340	0,78	2,65	29,6
300	CAT 777F	10	3.301.480	4.583.636	0,92	2,79	32,9
400	CAT 777F	18	5.942.664	7.224.820	1,44	3,31	43,6
500	CAT 777F	21	6.933.108	8.215.264	1,64	3,51	46,8
600	CAT 777F	24	7.923.552	9.205.708	1,84	3,71	49,6

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 30.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 777F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 777F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.989.196	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	2.607.288	4.596.484	0,92	2,79	33,0
200	CAT 777F	9	3.910.932	5.900.128	1,18	3,05	38,7
300	CAT 777F	10	4.345.480	6.334.676	1,27	3,14	40,4
400	CAT 777F	12	5.214.576	7.203.772	1,44	3,31	43,5
500	CAT 777F	14	6.083.672	8.072.868	1,61	3,48	46,3
600	CAT 777F	16	6.952.768	8.941.964	1,79	3,66	48,9

**Πίνακας 30.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 777F για κλίση δρόμου 10%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 777F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 10 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.519.396	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	1.980.888	3.500.284	0,70	2,57	27,2
200	CAT 777F	9	2.971.332	4.490.728	0,90	2,77	32,4
300	CAT 777F	10	3.301.480	4.820.876	0,96	2,83	34,0
400	CAT 777F	12	3.961.776	5.481.172	1,10	2,97	37,0
500	CAT 777F	14	4.622.072	6.141.468	1,23	3,10	39,6
600	CAT 777F	16	5.282.368	6.801.764	1,36	3,23	42,1

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 31.α - Κόστη Καινούργιου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 777F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 777F (Καινούργιος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.989.196	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	2.607.288	4.596.484	0,92	2,79	33,0
200	CAT 777F	8	3.476.384	5.465.580	1,09	2,96	36,9
300	CAT 777F	10	4.345.480	6.334.676	1,27	3,14	40,4
400	CAT 777F	18	7.821.864	9.811.060	1,96	3,83	51,2
500	CAT 777F	21	9.125.508	11.114.704	2,22	4,09	54,3
600	CAT 777F	18	7.821.864	9.811.060	1,96	3,83	51,2

**Πίνακας 31.β - Κόστη Μεταχειρισμένου Μηχανικού Εξοπλισμού CAT 993K & CAT 777F για κλίση δρόμου 8%.**

<b>CAT 993K &amp; CAT 777F (Μεταχειρισμένος Εξοπλισμός) – Κλίση Δρόμου 8 %</b>							
Βάθος (m)	Μηχανικός Εξοπλισμός	Συστήματα Μηχανικού Εξοπλισμού (units)	Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού (Euro/y)	Κόστος Συστήματος (Euro/y)	Κόστος Φ-Μ (Euro/t)	Συνολικό Κόστος (Euro/t)	% Συμμετοχή Κόστους Φ-Μ
100-600	CAT 993K	3	1.519.396	-	-	-	-
100	CAT 777F	6	1.980.888	3.500.284	0,70	2,57	27,2
200	CAT 777F	8	2.641.184	4.160.580	0,83	2,70	30,8
300	CAT 777F	10	3.301.480	4.820.876	0,96	2,83	34,0
400	CAT 777F	18	5.942.664	7.462.060	1,49	3,36	44,4
500	CAT 777F	21	6.933.108	8.452.504	1,69	3,56	47,5
600	CAT 777F	18	5.942.664	7.462.060	1,49	3,36	44,4

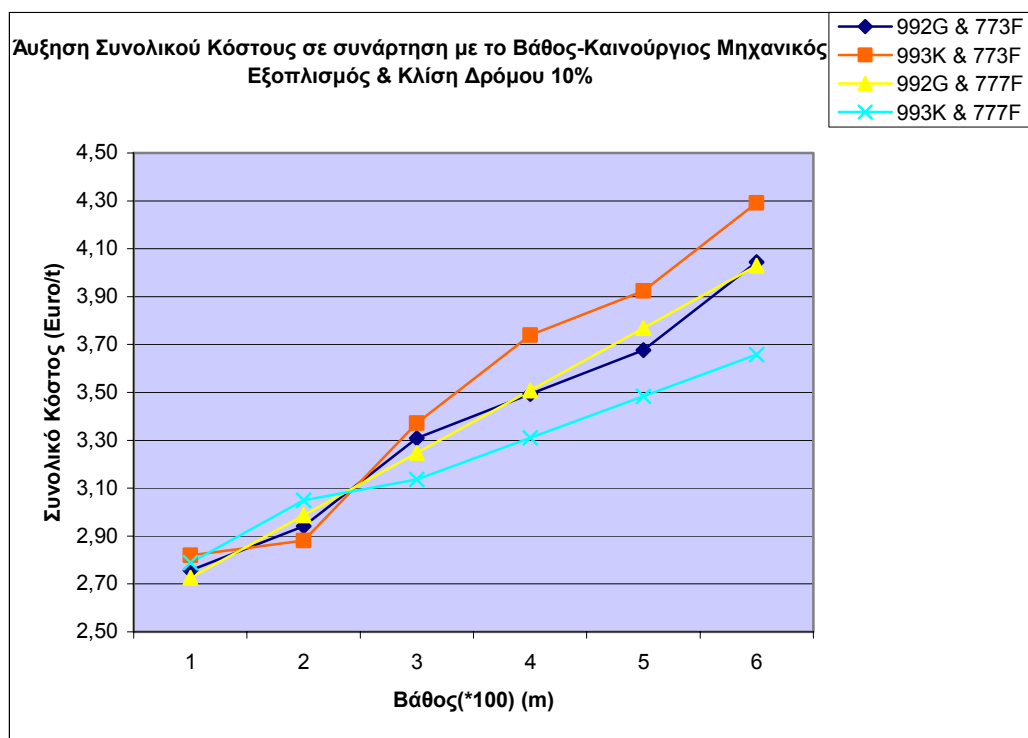


Με βάση τους προαναφερθέντες πίνακες, μπορούμε να κατασκευάσουμε διαγράμματα τα οποία μπορούν να περιγράψουν τις μεταβολές που υφίστανται τα διάφορα συστήματα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού σε συνάρτηση με :

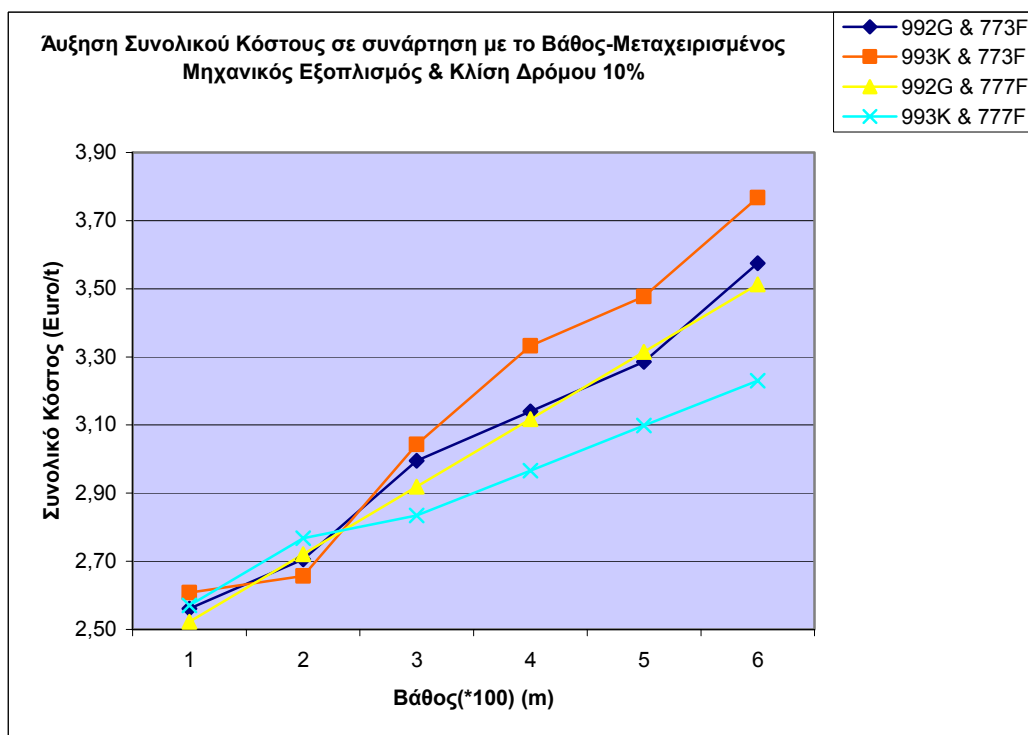
- Το βάθος προχώρησης του λατομείου.
- Την κλίση του δρόμου, ο οποίος απαρτίζει το σύνολο του οδικού δικτύου εντός της λατομικής περιοχής εκμετάλλευσης.
- Το αρχικό κόστος του μηχανικού εξοπλισμού, εξαρτώμενο από το γεγονός αν είναι καινούργιος ή μεταχειρισμένος.

Κάτωθι, επισυνάπτονται τα αντίστοιχα διαγράμματα αύξησης συνολικού κόστους, συμμετοχής κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος & μεταβολής κόστους Φ-Μ (Διαγράμματα 3 – 14), συναρτήσεων των προαναφερθέντων παραγόντων.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

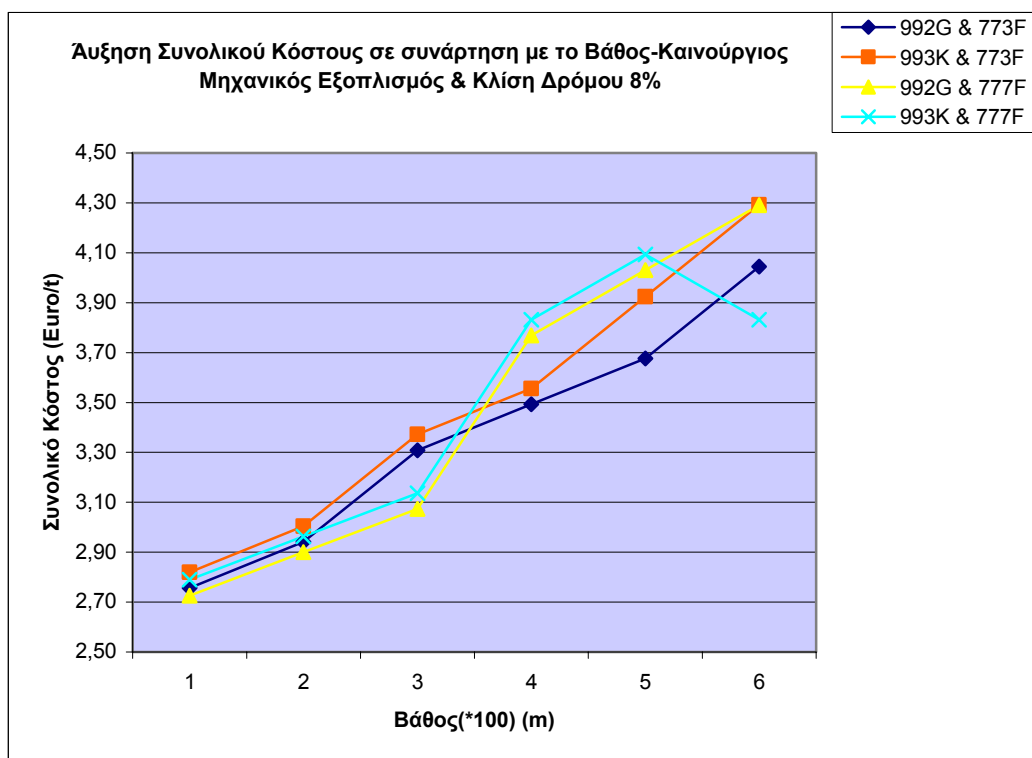


**Διάγραμμα 3** – Αύξηση συνολικού κόστους για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

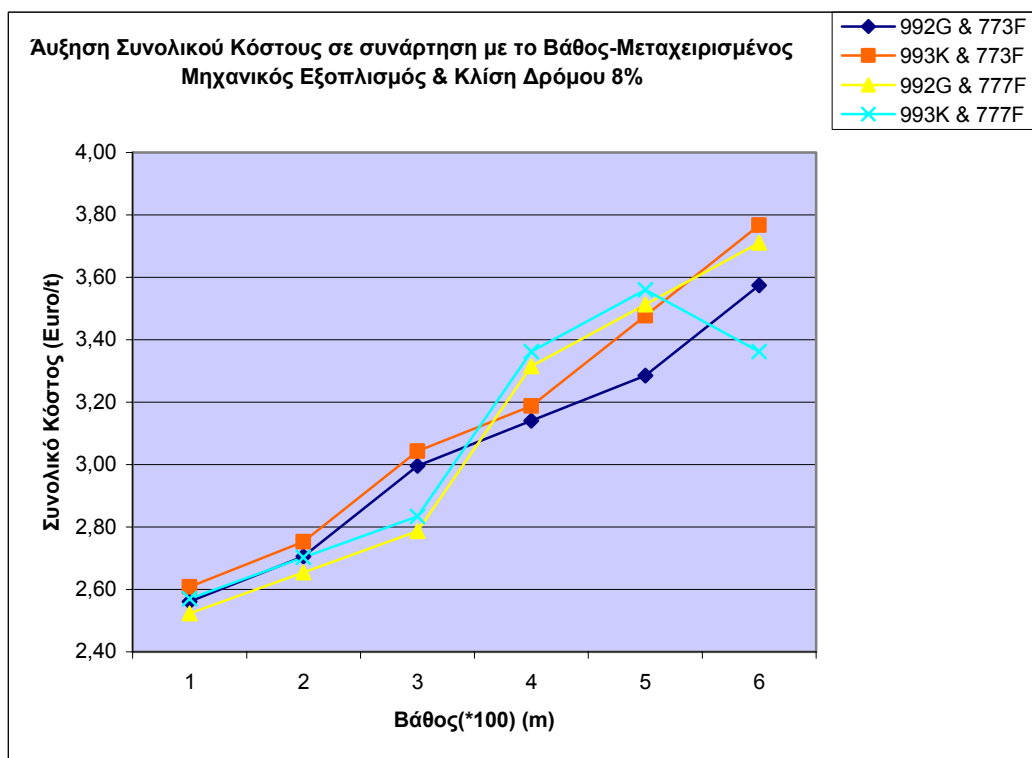


**Διάγραμμα 4** - Αύξηση συνολικού κόστους για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

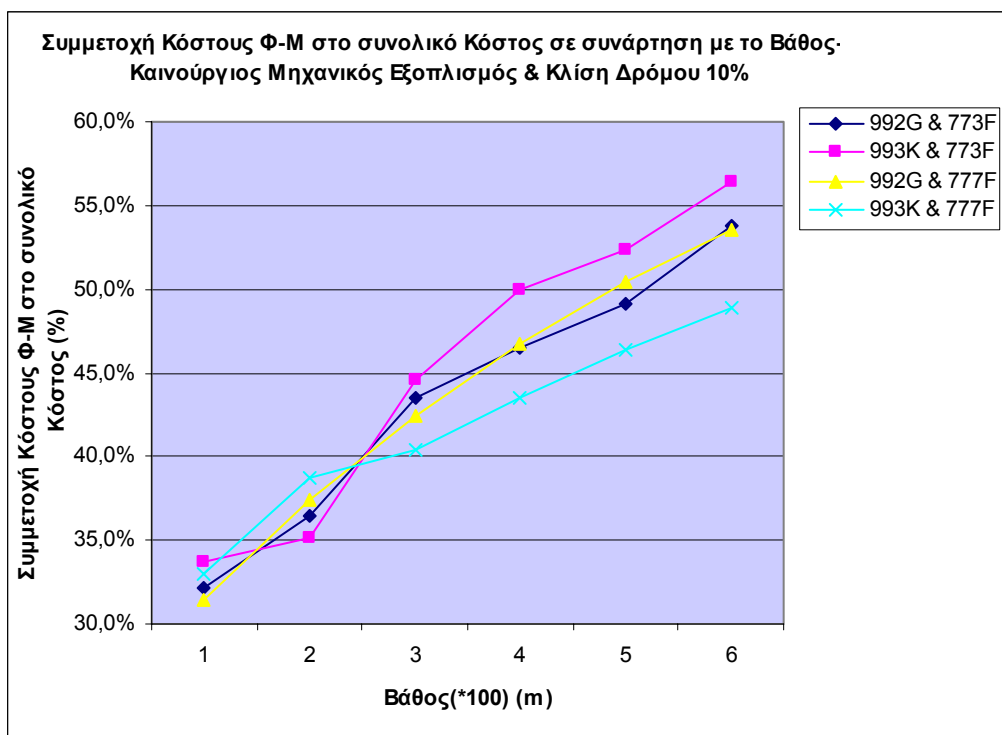


**Διάγραμμα 5** - Αύξηση συνολικού κόστους για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.

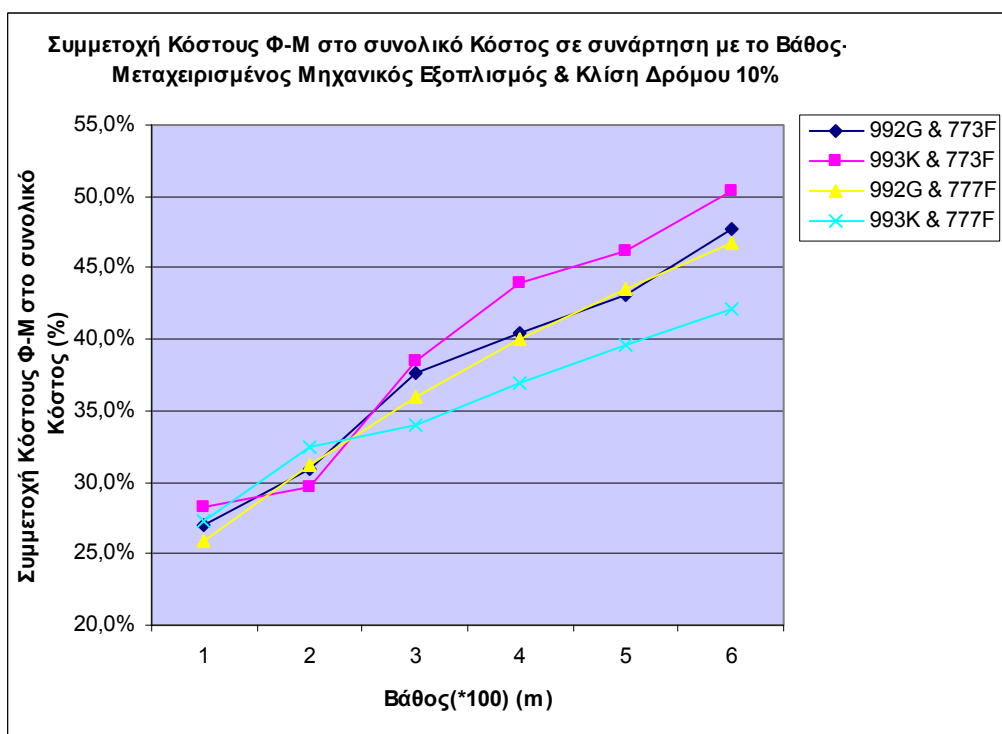


**Διάγραμμα 6** - Αύξηση συνολικού κόστους για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

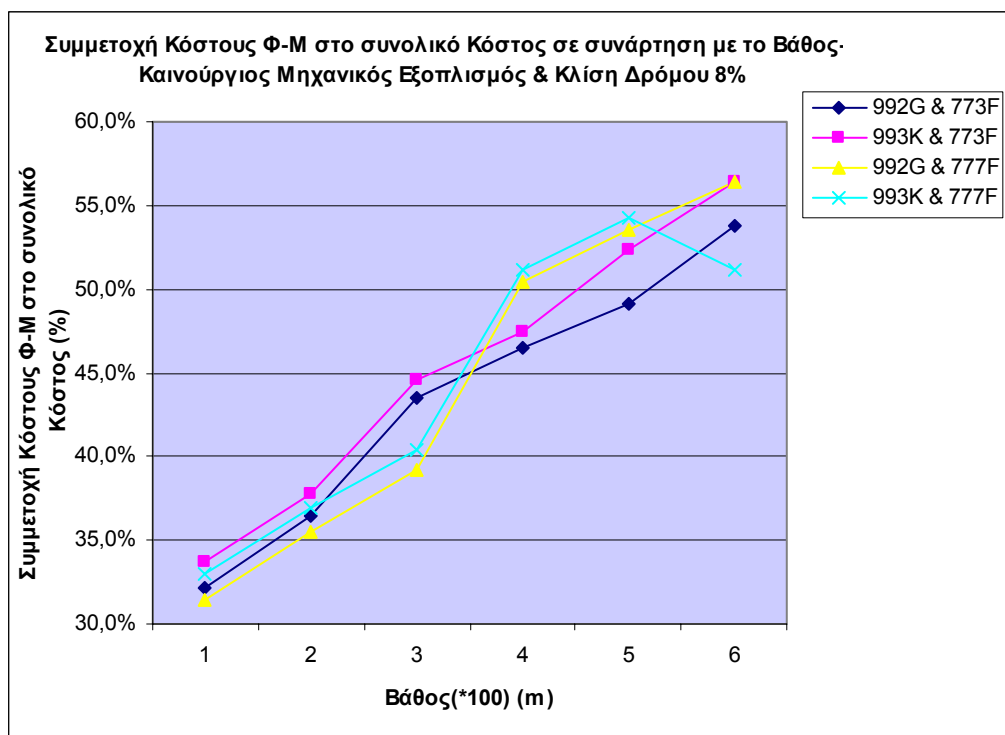


**Διάγραμμα 7** – Συμμετοχή κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

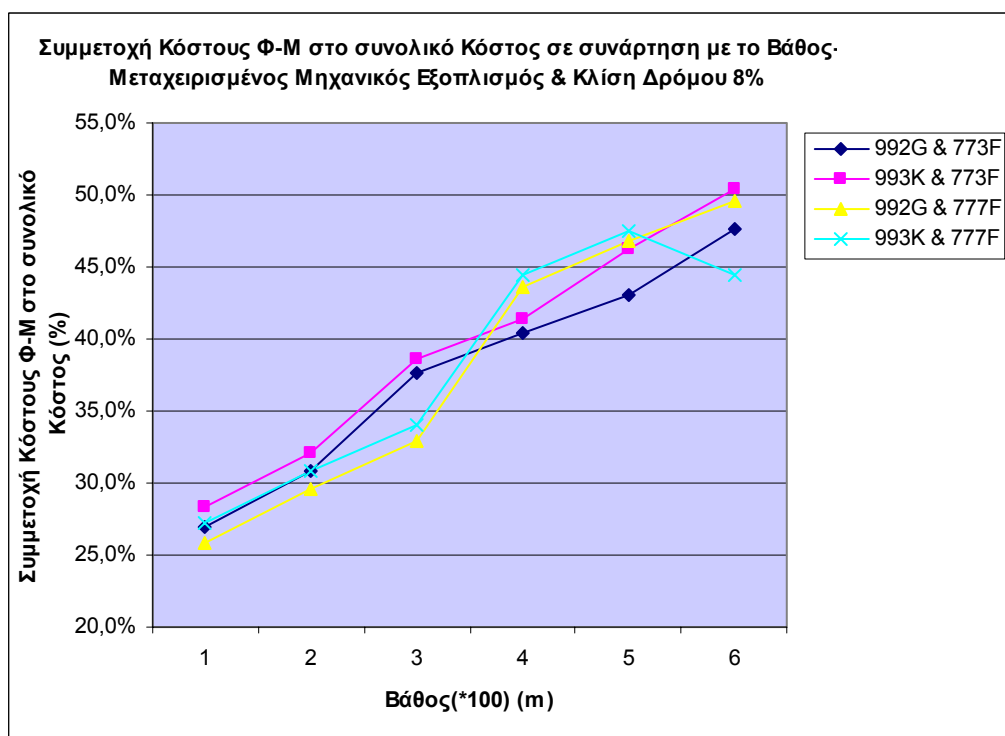


**Διάγραμμα 8** - Συμμετοχή κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

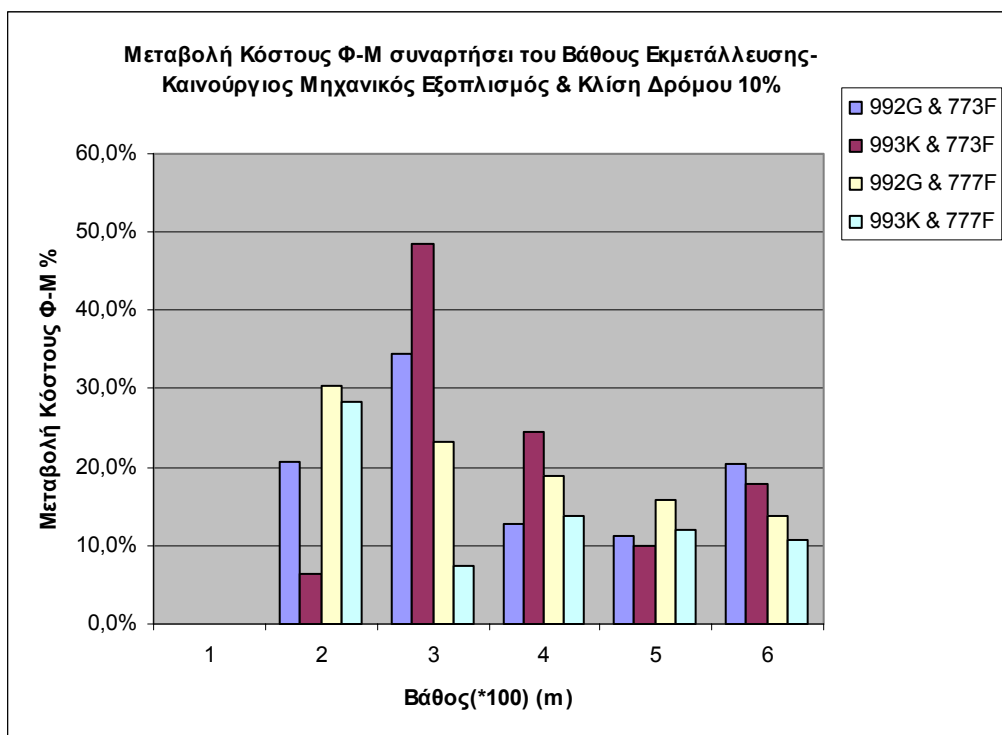


**Διάγραμμα 9** - Συμμετοχή κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.

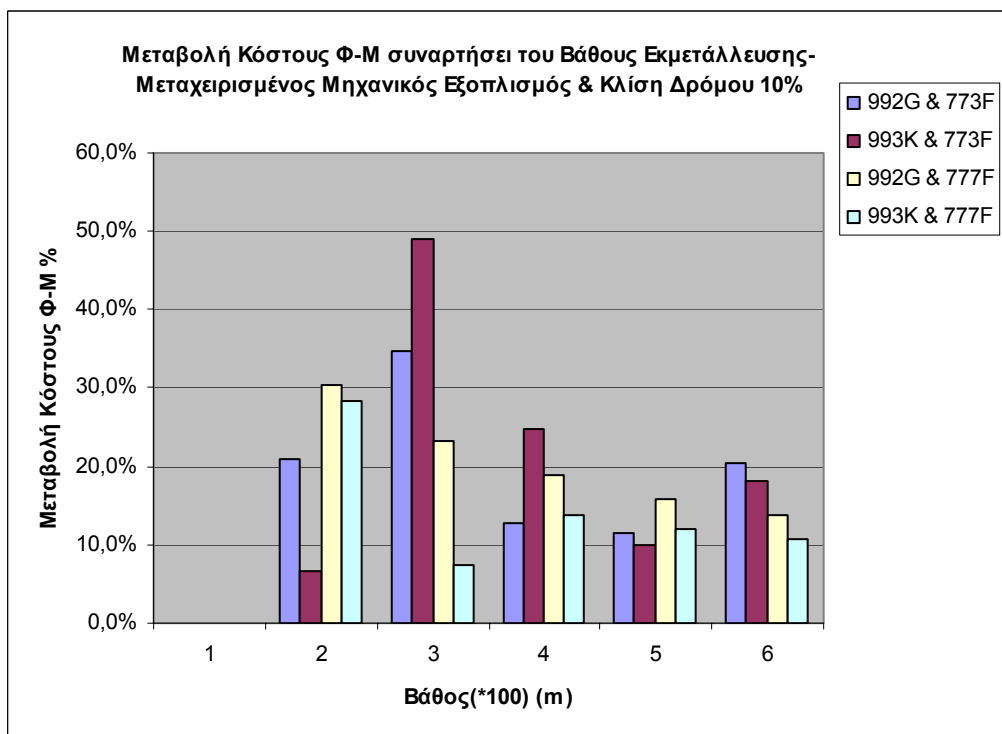


**Διάγραμμα 10** - Συμμετοχή κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

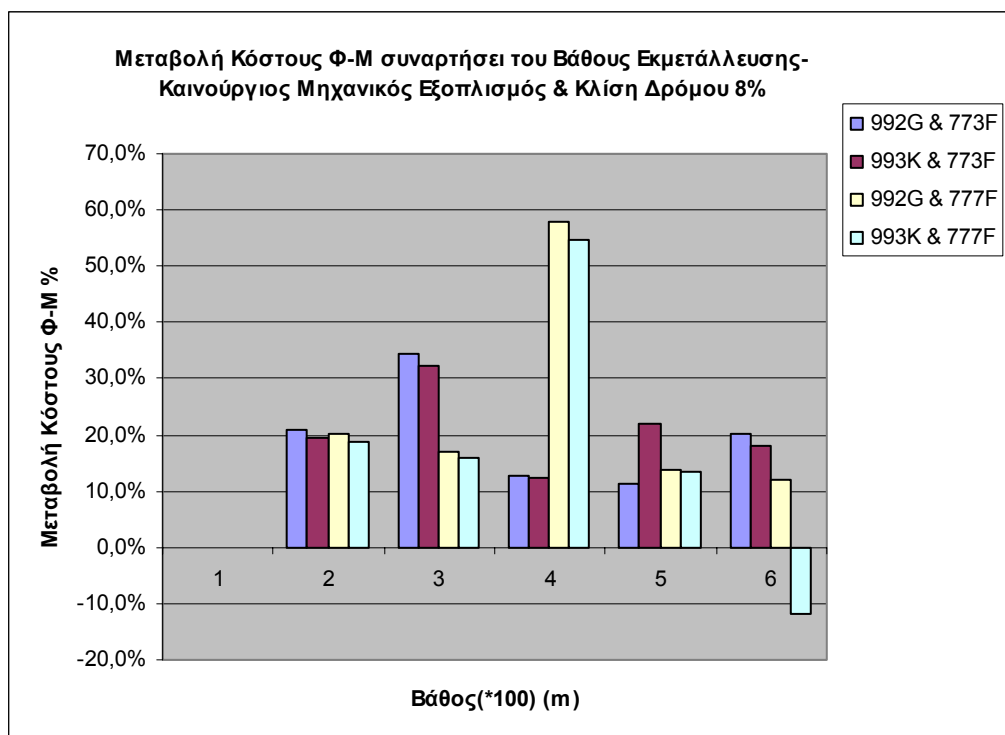


**Διάγραμμα 11** – Μεταβολή του κόστους Φ-Μ για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

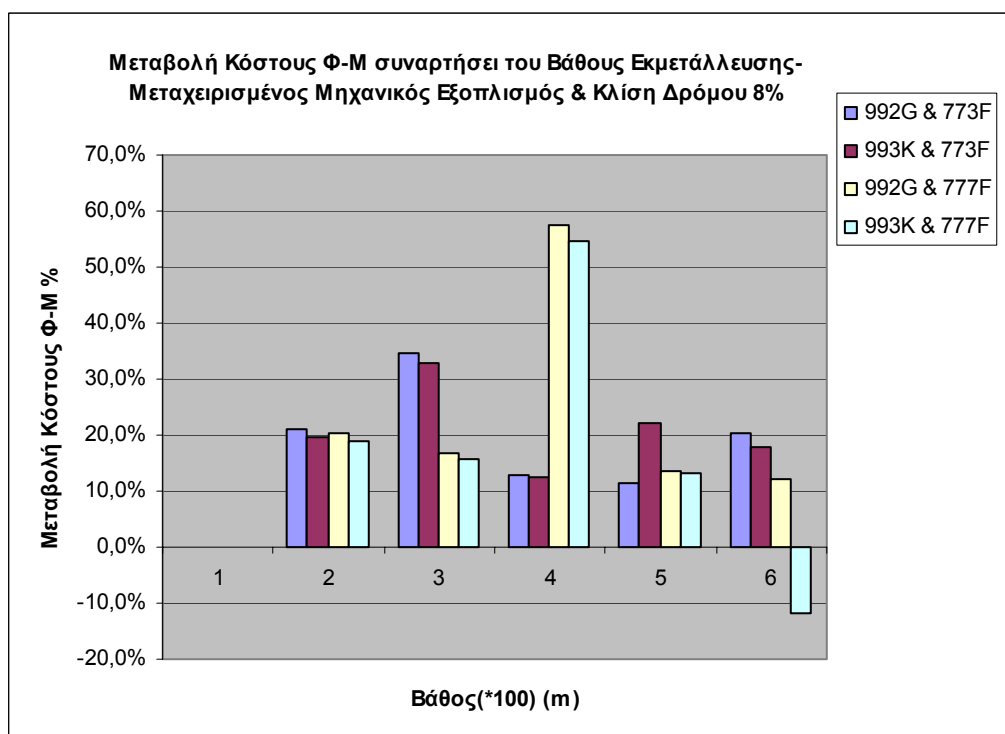


**Διάγραμμα 12** – Μεταβολή του κόστους Φ-Μ για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



**Διάγραμμα 13** – Μεταβολή του κόστους Φ-Μ για καινούργιο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.



**Διάγραμμα 14** – Μεταβολή του κόστους Φ-Μ για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό & κλίση δρόμου 8 %.

Μελετώντας τα επισυναπτόμενα διαγράμματα αύξησης συνολικού κόστους, συμμετοχής κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος & μεταβολής κόστους φόρτωσης – μεταφοράς συναρτήσει του βάθους εκμετάλλευσης, του κόστους αγοράς εξοπλισμού (καινούργιος & μεταχειρισμένος) και της κλίσης δρόμου προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα :

- Τόσο κατά την μελέτη αύξησης του συνολικού κόστους, όσο και κατά την συμμετοχή του κόστους φόρτωσης – μεταφοράς στο συνολικό κόστος συναρτήσει των προαναφερθέντων παραγόντων, προκύπτει ότι μικρότερα κόστη θα έχουμε κατά την χρησιμοποίηση μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού, σε σχέση με καινούργια μηχανήματα.
- Στην περίπτωση συναρμογής της μηχανής φόρτωσης με χωματουργικά αυτοκίνητα, όταν η κλίση του δρόμου είναι 8%, παρατηρούμε ότι στο βάθος μετάβασης της εκμετάλλευσης από τα 300 στα 400 μέτρα, τόσο για καινούργιο όσο και για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς αλλά και το συνολικό κόστος αυξάνεται απότομα. Αυτό συμβαίνει καθώς έχουμε μία αντίστοιχη αύξηση χωματουργικών αυτοκινήτων για το συγκεκριμένο βάθος, με απώτερο σκοπό την επίτευξη σταθερού ωριαίου ρυθμού παραγωγής του στόλου των Χ.Α.
- Στην περίπτωση κλίσης δρόμου 10%, τόσο για καινούργιο όσο και για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, παρατηρούμε ότι κατά την αύξηση του βάθους εκμετάλλευσης από τα 200 στα 300 μέτρα, κοντά στην περιοχή βάθους των 250 μέτρων, έχουμε μία σύγκλιση τιμών κόστους για όλα τα συστήματα συναρμογής. Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να δεχτούμε ότι για το συγκεκριμένο βάθος, τόσο το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς όσο και το συνολικό κόστος είναι το ίδιο, ανεξαρτήτως ποιο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού θα επιλέξουμε.
- Συγκρίνοντας τα διαγράμματα συνολικού κόστους και συμμετοχής κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος συναρτήσει του βάθους προχώρησης της εκμετάλλευσης και της κλίσης δρόμου, παρατηρούμε ότι για κλίση 10% έχουμε μία αναλογική αύξηση του κόστους για όλα τα συστήματα συναρμογής, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στην περίπτωση κλίσης 8% για συγκεκριμένα συστήματα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού (992G-777F & 993K-777F).



- Μέσω των διαγραμμάτων μεταβολής του κόστους Φ-Μ, παρατηρούμε ότι για συγκεκριμένα βάθη εκμετάλλευσης και συστήματα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού, το κόστος Φ-Μ αυξάνεται απότομα ( *σύστημα καινούργιου και μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού 993K-773F, κλίση δρόμου 10 % & βάθος από 200 σε 300 μέτρα, σύστημα καινούργιου και μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού 992G-777F, κλίση δρόμου 8 % & βάθος από 300 σε 400 μέτρα* ). Αυτό παρατηρείται καθόσον για τα αντίστοιχα βάθη μετάβασης, έχουμε μία απότομη αύξηση σε στόλο χωματουργικών αυτοκινήτων έτσι ώστε να σταθεροποιείται η ωριαία παραγωγή των Χ.Α.
- Στα διαγράμματα 13 & 14, παρατηρούμε ότι στο βάθος των 600 μέτρων η μεταβολή του κόστους Φ-Μ γίνεται αρνητική. Αυτό συμβαίνει διότι στο συγκεκριμένο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού, όταν εφαρμόζεται κλίση δρόμου 8%, μετά τα 500 μέτρα έχουμε μία μείωση του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων με αποτέλεσμα να έχουμε μία ταυτόχρονη μείωση του κόστους φόρτωσης – μεταφοράς.

## **6.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΣΤΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

Για τον προσδιορισμό του κέρδους το οποίο προκύπτει από την εκμετάλλευση αδρανών υλικών, τα οποία στην συγκεκριμένη μελέτη αφορούν τον ασβεστόλιθο, δεχόμαστε ως τιμή πώλησης ασβεστόλιθου τα 5,5 Euro/t.

Εάν από την τιμή πώλησής του αφαιρέσουμε το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης που προκύπτει από τους προαναφερθέντες πίνακες κοστολογίων, βρίσκουμε το κέρδος που προκύπτει για δεδομένο μηχανικό εξοπλισμό, βάθος εκμετάλλευσης και κλίση δρόμου, όπως παρουσιάζεται στους πίνακες 32 – 35 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 32** – Τιμές Κέρδους για Καινούργιο Μηχανικό Εξοπλισμό & Κλίση Δρόμου 10 %.

Κλίση Δρόμου 10 %	Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός			
	Κέρδος Εκμετάλλευσης (Euro/t)			
Μηχανικός Εξοπλισμός	992G & 773F	993K & 773F	992G & 777F	993K & 777F
Βάθος (m)				
100	2,74	2,68	2,77	2,71
200	2,56	2,62	2,51	2,45
300	2,19	2,13	2,25	2,36
400	2,01	1,76	1,99	2,19
500	1,82	1,58	1,73	2,02
600	1,46	1,21	1,47	1,84

**Πίνακας 33** – Τιμές Κέρδους για Μεταχειρισμένο Μηχανικό Εξοπλισμό & Κλίση Δρόμου 10 %.

Κλίση Δρόμου 10 %	Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός			
	Κέρδος Εκμετάλλευσης (Euro/t)			
Μηχανικός Εξοπλισμός	992G & 773F	993K & 773F	992G & 777F	993K & 777F
Βάθος (m)				
100	2,94	2,89	2,98	2,93
200	2,79	2,84	2,78	2,73
300	2,50	2,46	2,58	2,67
400	2,36	2,17	2,38	2,53
500	2,21	2,02	2,19	2,40
600	1,93	1,73	1,99	2,27

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

**Πίνακας 34** – Τιμές Κέρδους για Καινούργιο Μηχανικό Εξοπλισμό & Κλίση Δρόμου 8 %.

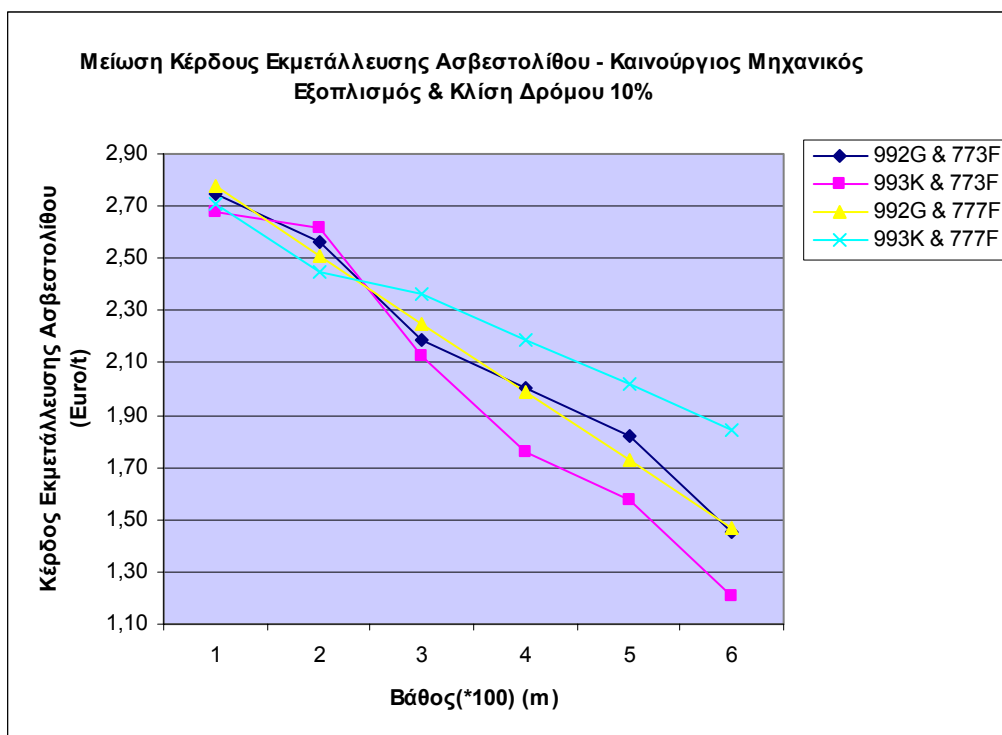
Κλίση Δρόμου 8 %	Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός			
	Κέρδος Εκμετάλλευσης (Euro/t)			
Μηχανικός Εξοπλισμός	992G & 773F	993K & 773F	992G & 777F	993K & 777F
Βάθος (m)				
100	2,74	2,68	2,77	2,71
200	2,56	2,50	2,60	2,54
300	2,19	2,13	2,43	2,36
400	2,01	1,94	1,73	1,67
500	1,82	1,58	1,47	1,41
600	1,46	1,21	1,21	1,67

**Πίνακας 35** – Τιμές Κέρδους για Μεταχειρισμένο Μηχανικό Εξοπλισμό & Κλίση Δρόμου 8 %.

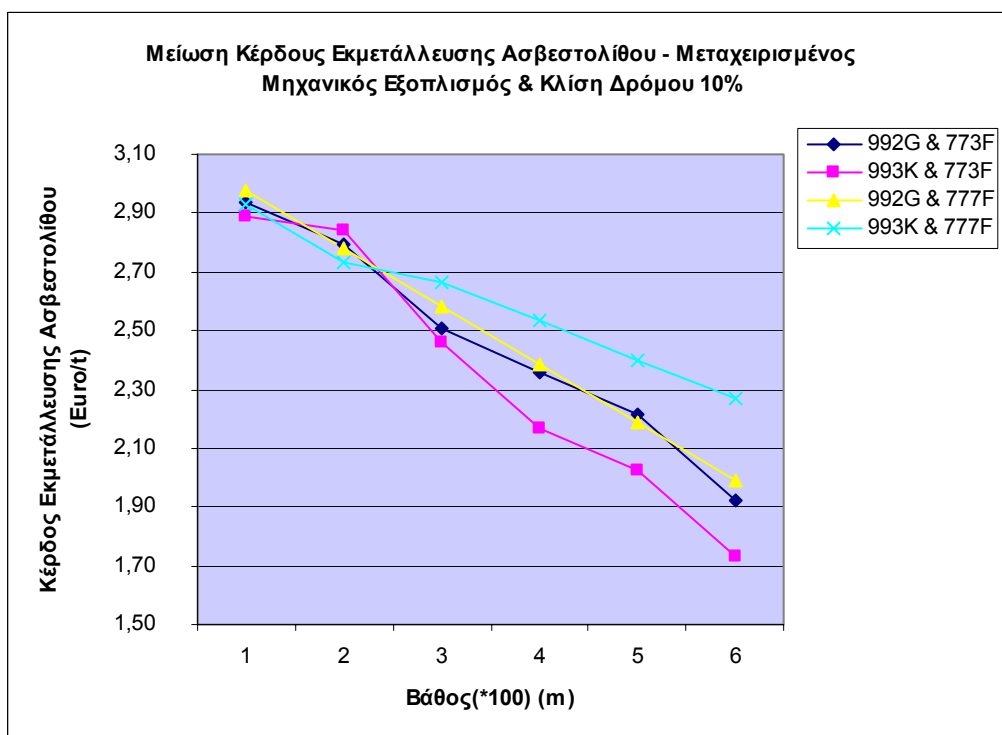
Κλίση Δρόμου 8 %	Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός			
	Κέρδος Εκμετάλλευσης (Euro/t)			
Μηχανικός Εξοπλισμός	992G & 773F	993K & 773F	992G & 777F	993K & 777F
Βάθος (m)				
100	2,94	2,89	2,98	2,93
200	2,79	2,75	2,85	2,80
300	2,50	2,46	2,71	2,67
400	2,36	2,31	2,19	2,14
500	2,21	2,02	1,99	1,94
600	1,93	1,73	1,79	2,14

Από τους επισυναπτόμενους προαναφερθέντες πίνακες προκύπτουν οι κάτωθι τάσεις κέρδους, όπως παρουσιάζονται στα διαγράμματα 15 - 18 :

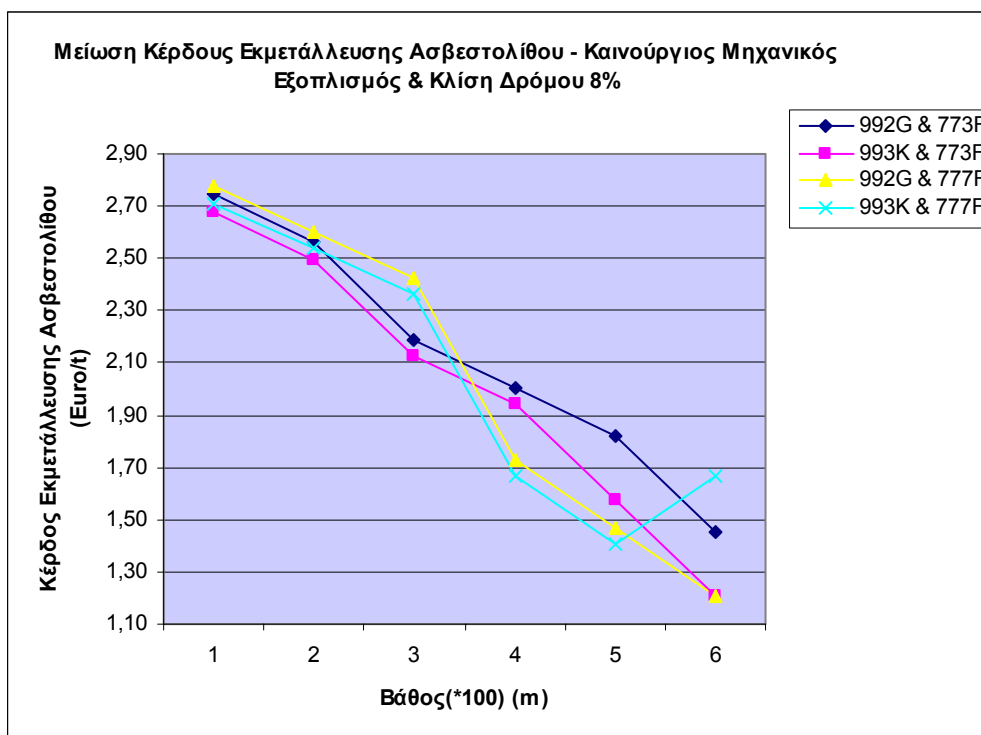
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



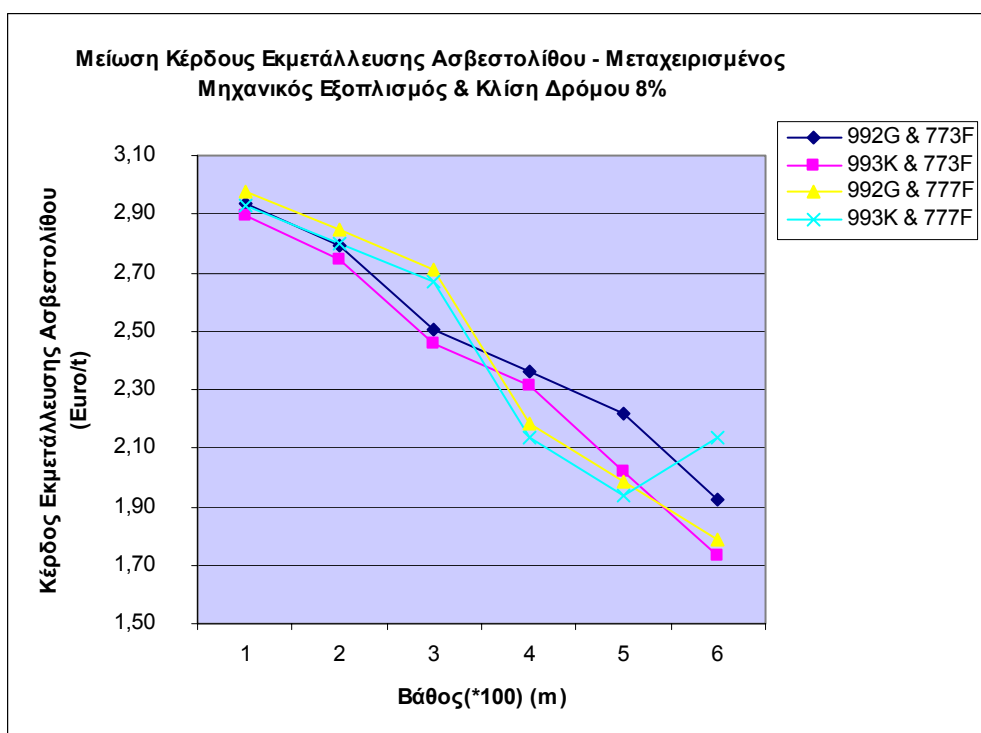
**Διάγραμμα 15** – Μείωση Κέρδους συναρτήσει του Βάθους – Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός & Κλίση Δρόμου 10 %.



**Διάγραμμα 16** – Μείωση Κέρδους συναρτήσει του Βάθους – Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός & Κλίση Δρόμου 10 %.



**Διάγραμμα 17** – Μείωση Κέρδους συναρτήσει του Βάθους – Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός & Κλίση Δρόμου 8 %.

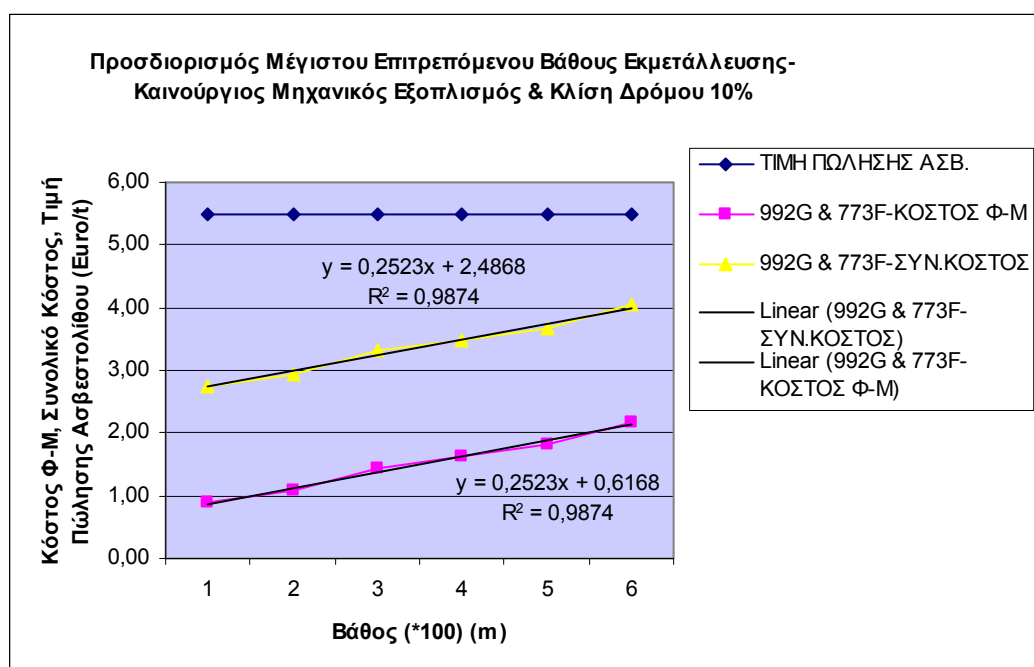


**Διάγραμμα 18** – Μείωση Κέρδους συναρτήσει του Βάθους – Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός & Κλίση Δρόμου 8 %.

### 6.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΥ ΒΑΘΟΥΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

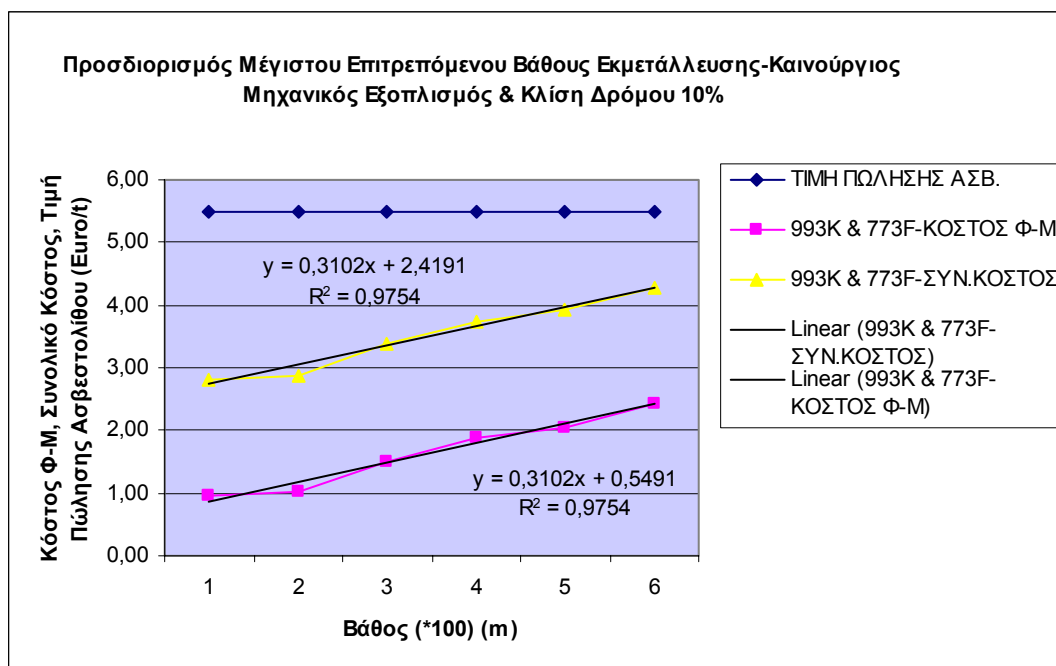
Για την εύρεση του μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους εκμετάλλευσης, συνδυάζοντας τα διαγράμματα συνολικού κόστους και κόστους φόρτωσης – μεταφοράς με την τιμή πώλησης του ασβεστόλιθου, υπολογίζουμε το κρίσιμο εκείνο βάθος στο οποίο το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης δεν είναι μεγαλύτερο από την αντίστοιχη τιμή πώλησης του αδρανούς υλικού.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής παρουσιάζονται στα διαγράμματα 19 – 34, στα οποία εξετάζεται κάθε σύστημα μηχανικού εξοπλισμού χωριστά συναρτήσει της κλίσης του δρόμου και του βάθους εκμετάλλευσης :

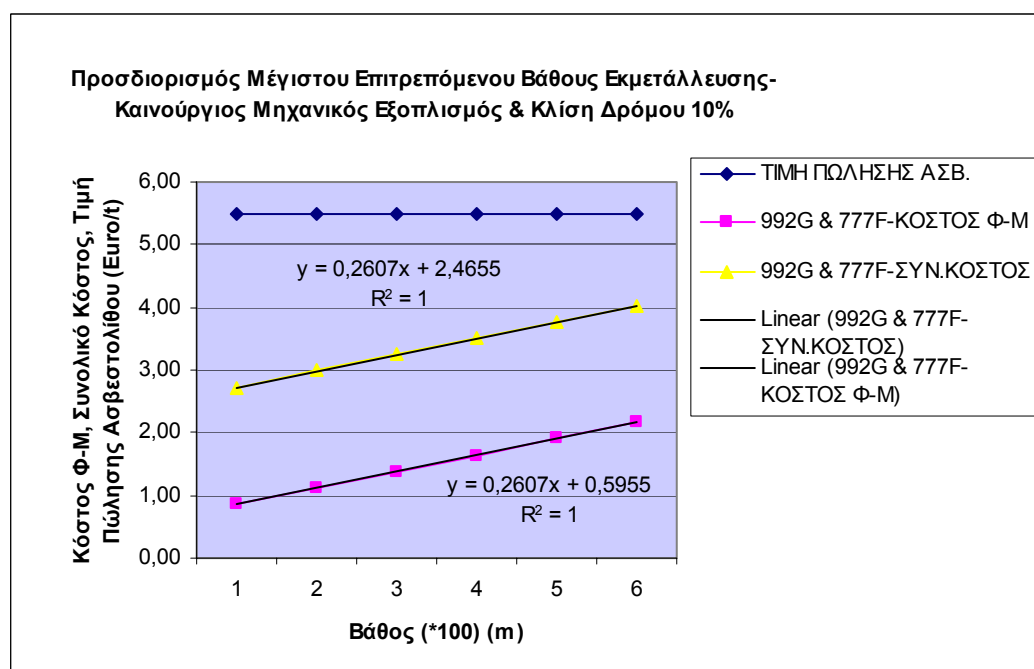


Διάγραμμα 19 – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-773F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

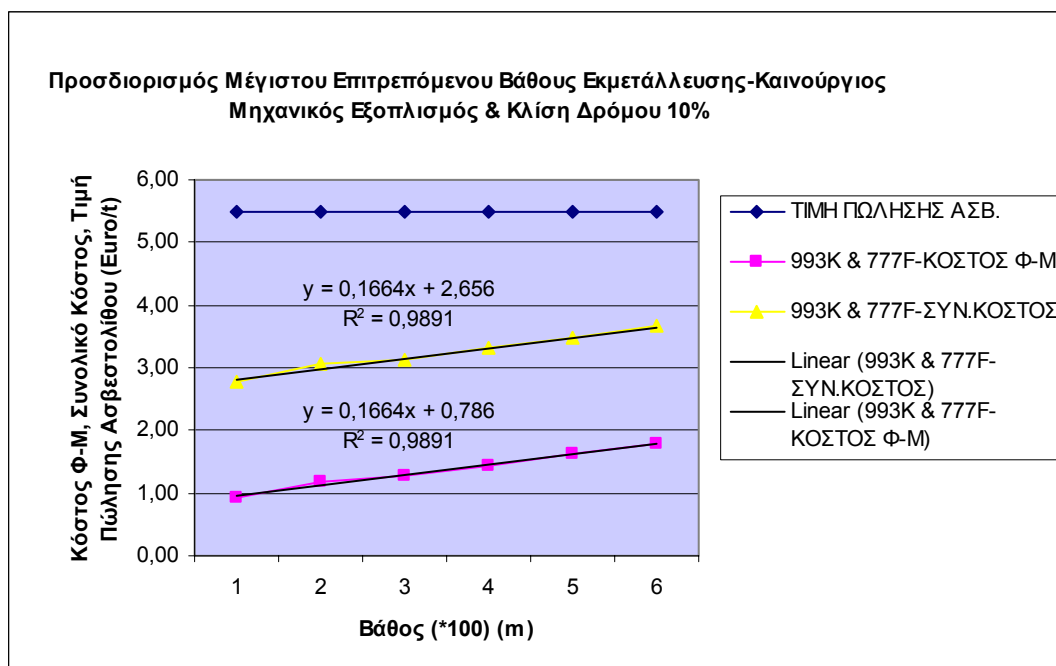


**Διάγραμμα 20** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-773F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

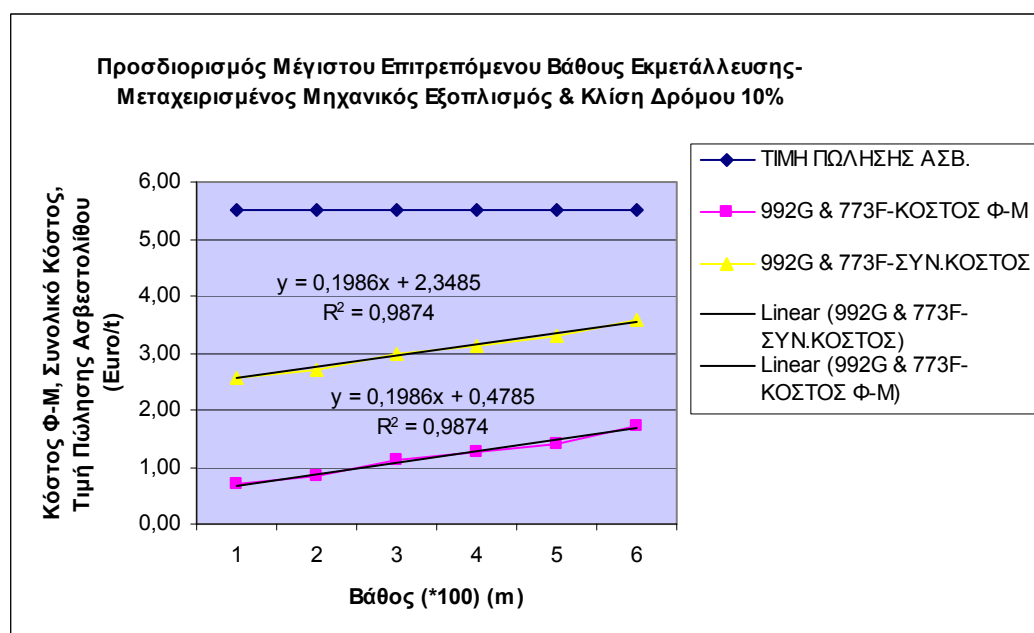


**Διάγραμμα 21** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-777F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



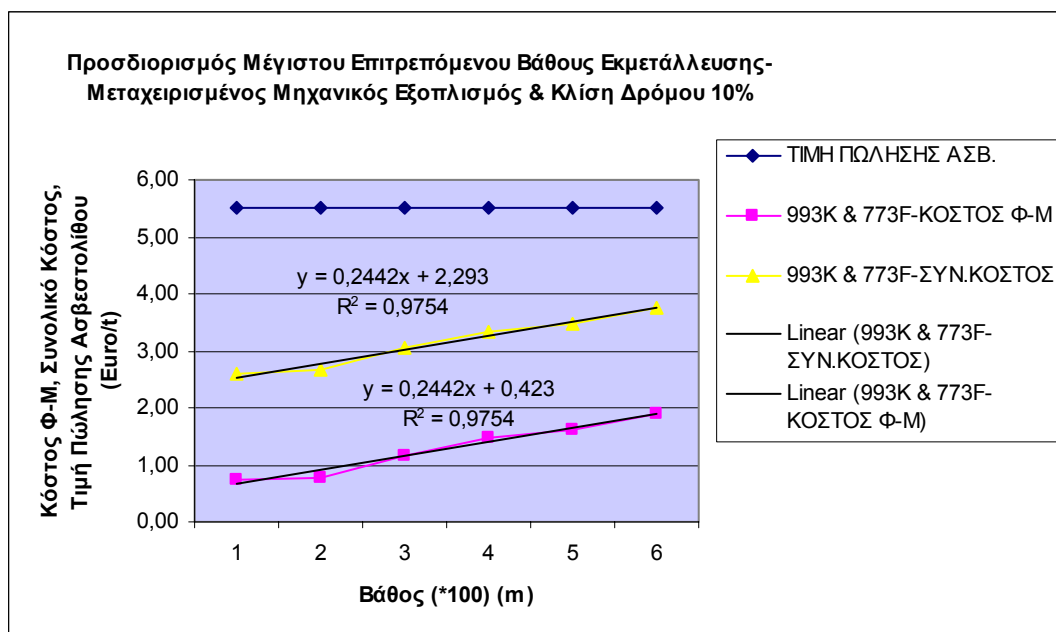
**Διάγραμμα 22** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-777F) & Κλίση Δρόμου 10 %.



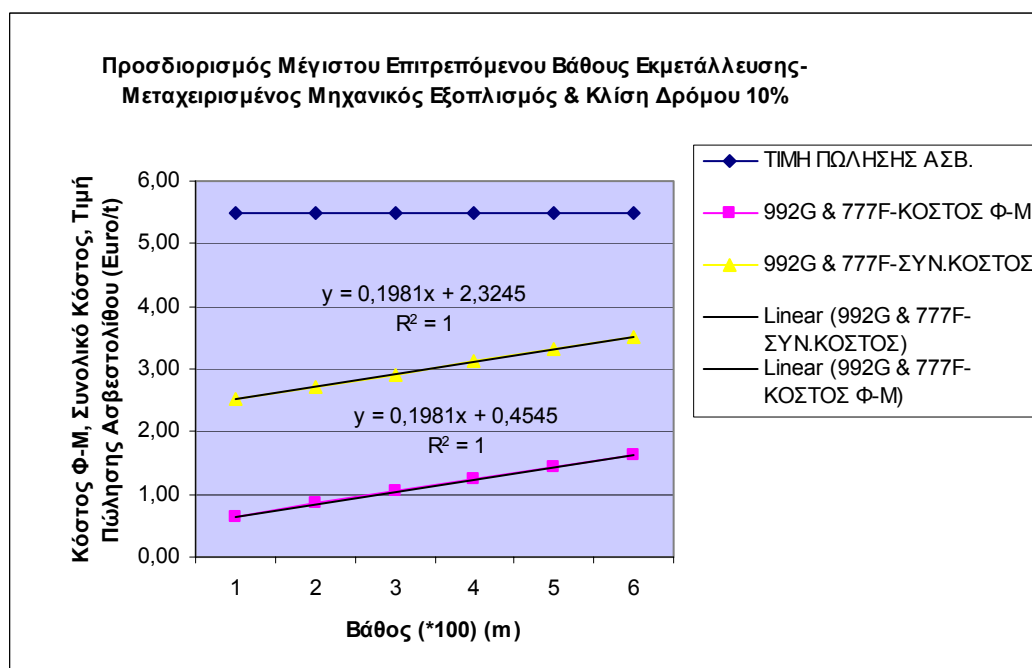
**Διάγραμμα 23** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-773F) & Κλίση Δρόμου 10 %.



“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

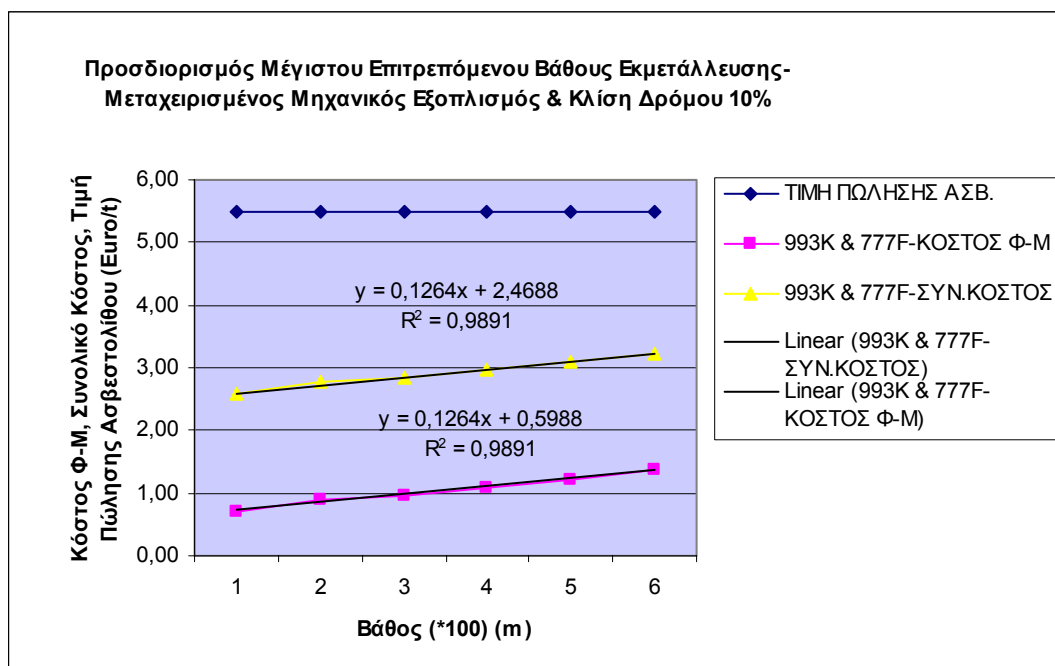


**Διάγραμμα 24** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-773F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

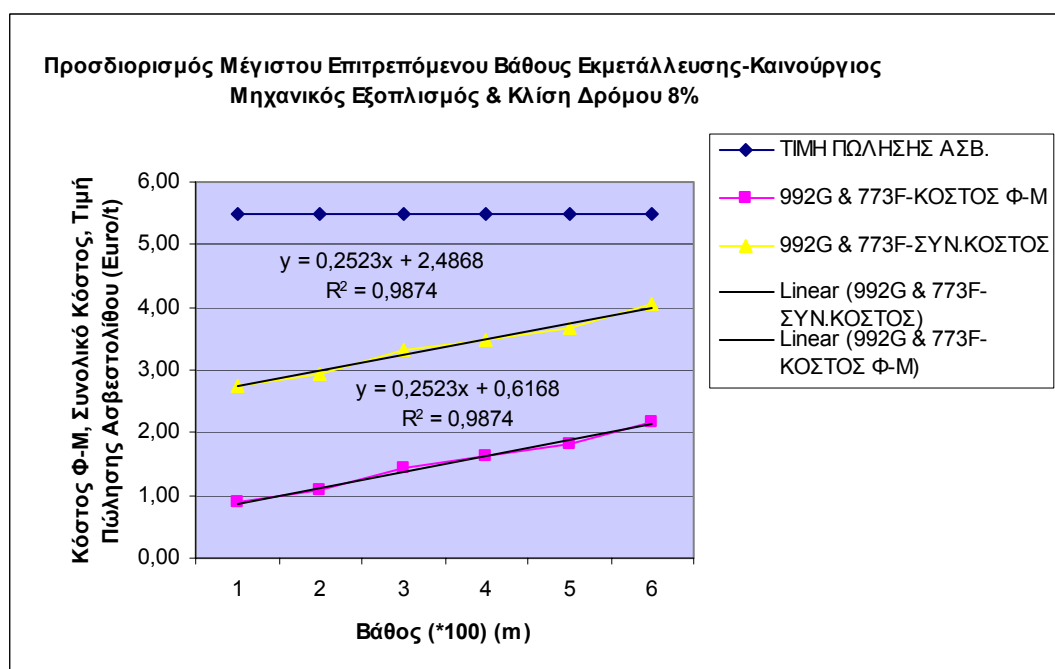


**Διάγραμμα 25** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-777F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

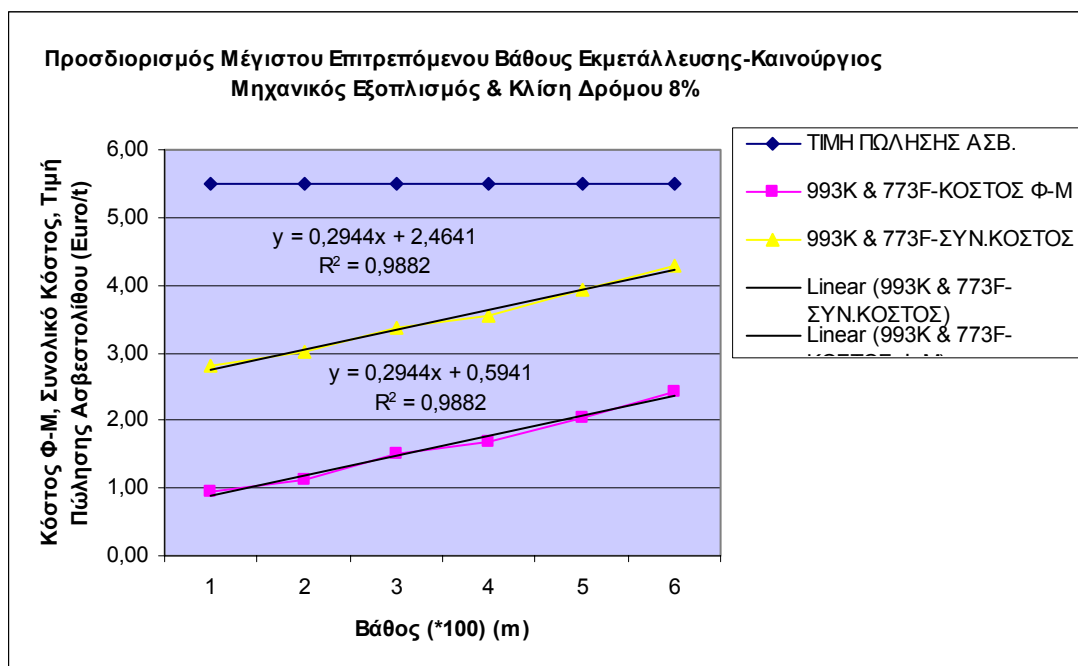


**Διάγραμμα 26** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-777F) & Κλίση Δρόμου 10 %.

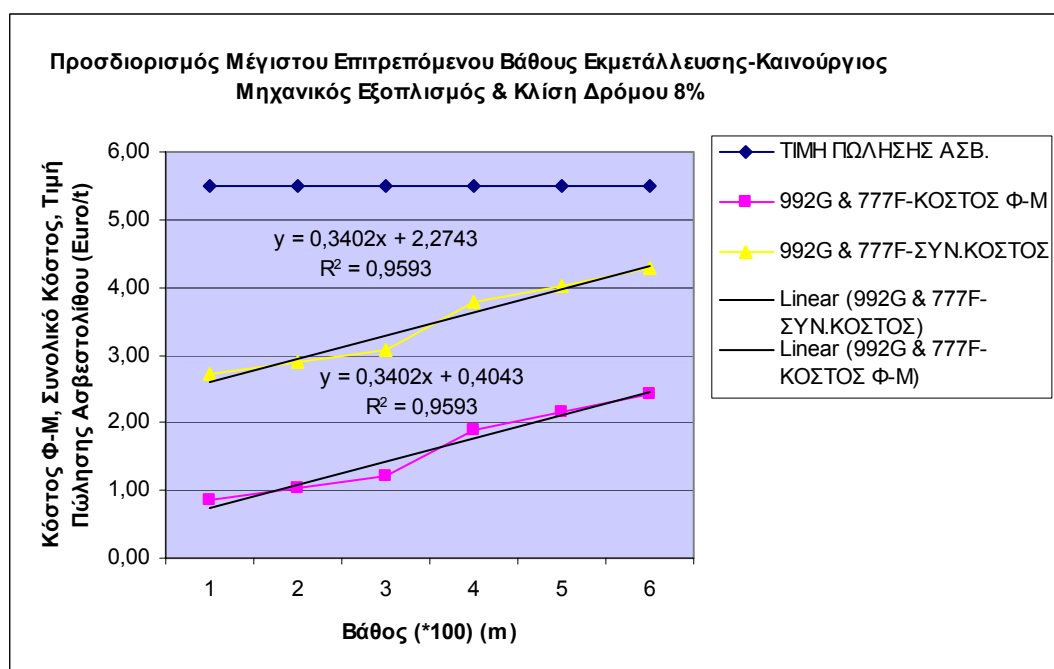


**Διάγραμμα 27** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-773F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

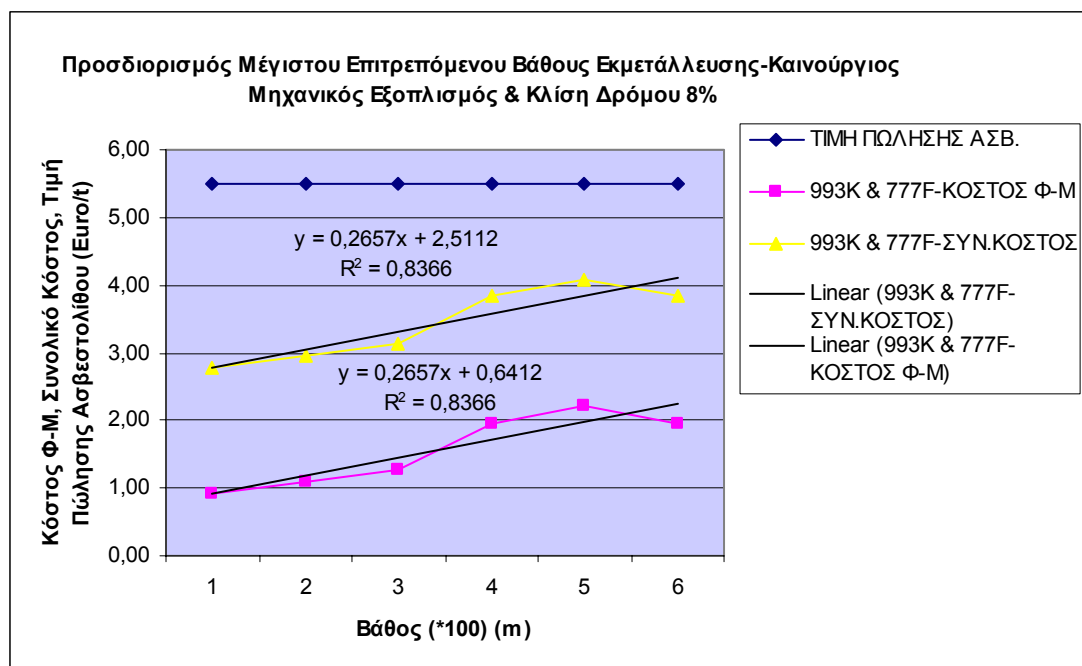


**Διάγραμμα 28** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-773F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

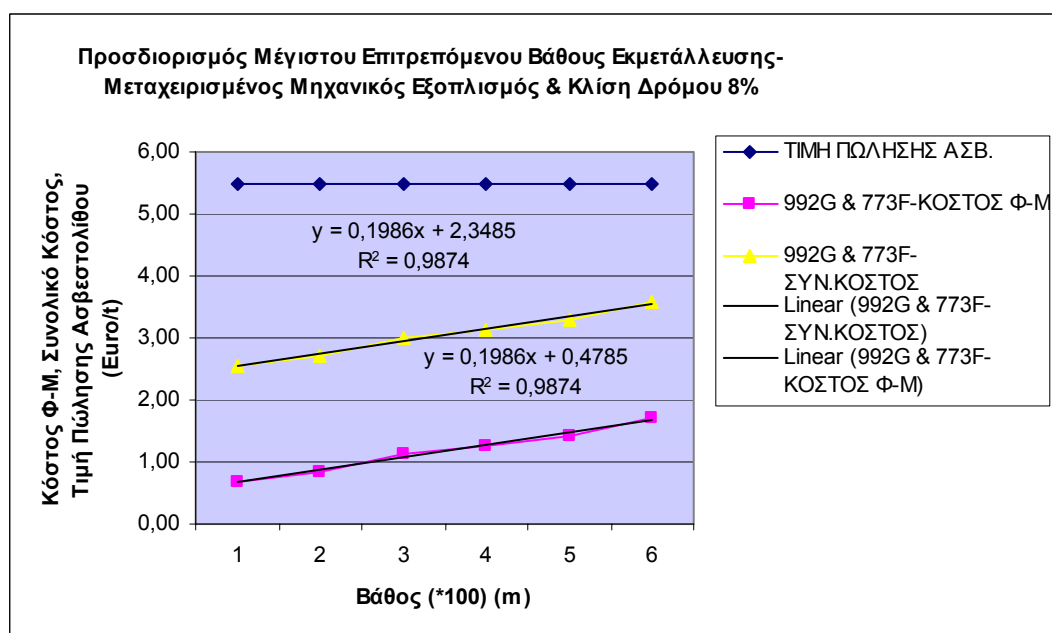


**Διάγραμμα 29** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-777F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

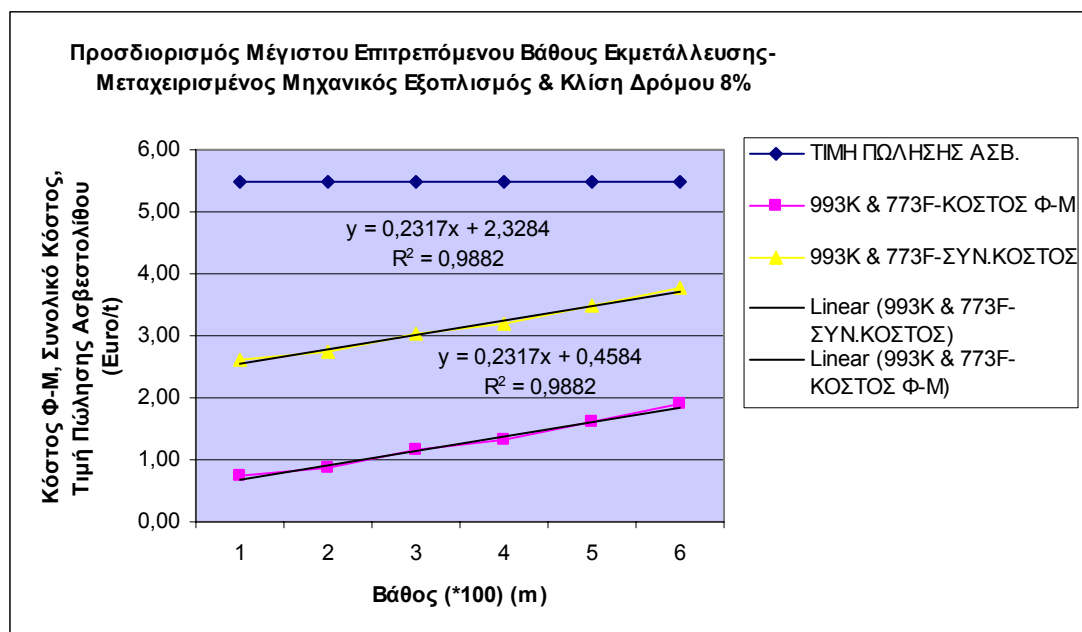


**Διάγραμμα 30** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Καινούργιος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-777F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

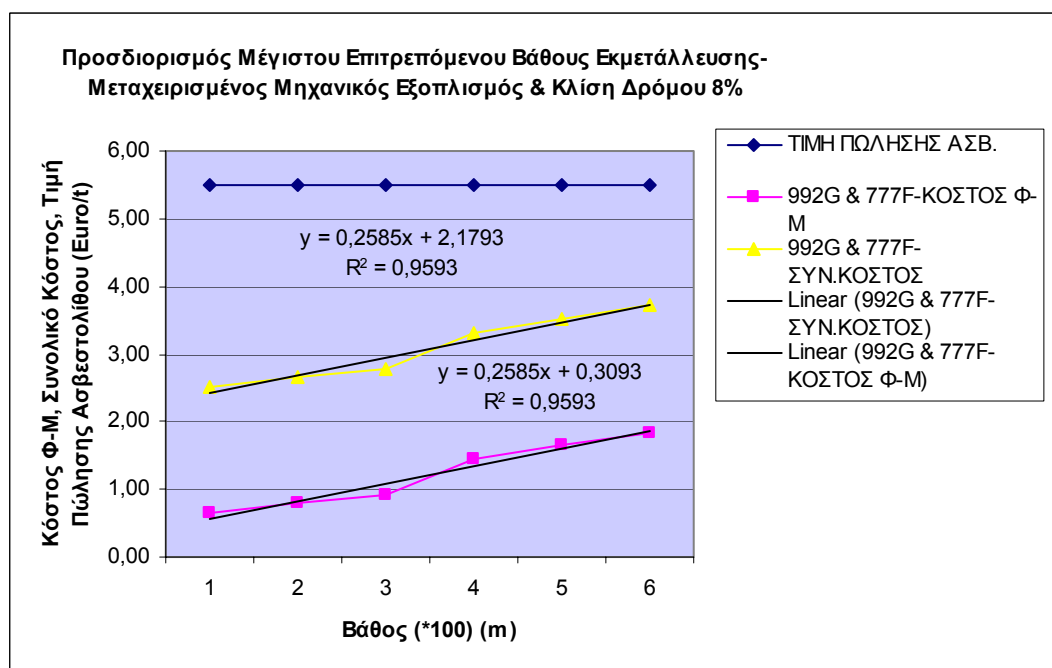


**Διάγραμμα 31** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-773F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

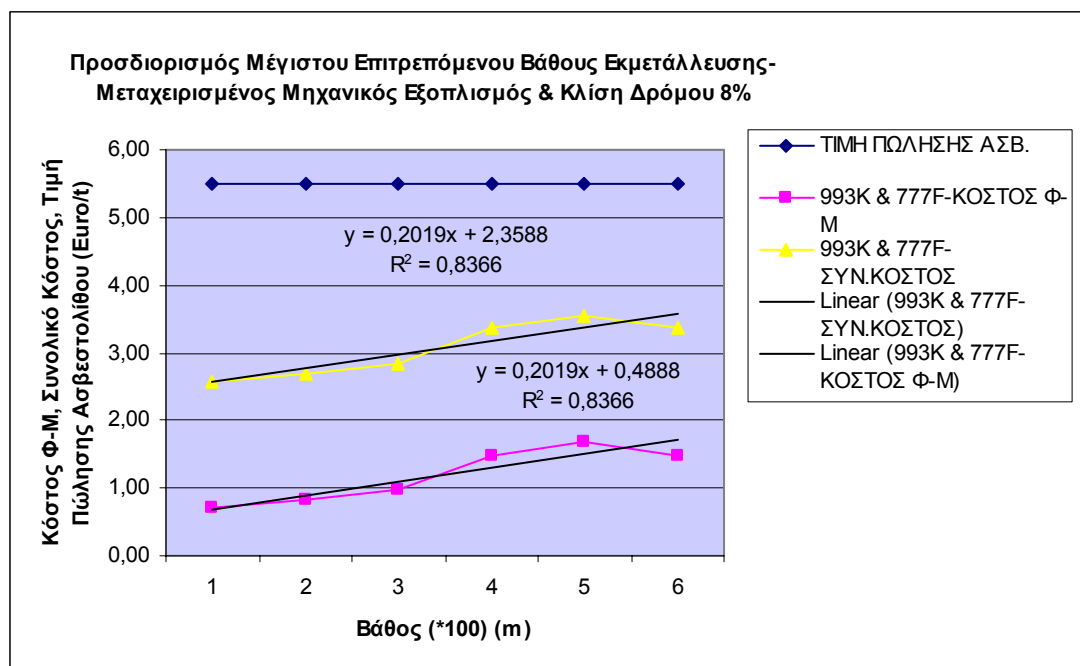


**Διάγραμμα 32** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-773F) & Κλίση Δρόμου 8 %.



**Διάγραμμα 33** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (992G-777F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



**Διάγραμμα 34** – Προσδιορισμός Μέγιστου Επιτρεπόμενου Βάθους Εκμετάλλευσης-Μεταχειρισμένος Μηχανικός Εξοπλισμός (993K-777F) & Κλίση Δρόμου 8 %.

Μελετώντας τα επισυναπτόμενα διαγράμματα, προκύπτουν τα εξής κάτωθι συμπεράσματα :

- Συγκρίνοντας την τιμή πώλησης του αδρανούς υλικού με το αντίστοιχο συνολικό κόστος και το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς, παρατηρούμε ότι τα προαναφερθέντα κόστη είναι σαφώς μικρότερα της τιμής πώλησης, σε ένα εύρος βάθους 100 – 600 μέτρων.
- Η κύμανση του κόστους φόρτωσης – μεταφοράς και του συνολικού κόστους είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων γραμμική. Διαφοροποιήσεις παρατηρούνται σε συγκεκριμένα βάθη, στα οποία ο στόλος των χωματουργικών αυτοκινήτων αυξάνεται απότομα, έτσι ώστε να μπορεί να παραμείνει σταθερός ο ωριαίος ρυθμός παραγωγής του συστήματος.
- Στο σύνολο των περιπτώσεων επιλογής συστήματος μηχανικού εξοπλισμού με κλίσεις λατομικού δρόμου 8 και 10 %, το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης αντιστοιχεί σε τιμή βάθους μεγαλύτερης των 600 μέτρων.

Για τον προσδιορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους εκμετάλλευσης για το εκάστοτε σύστημα μηχανικού εξοπλισμού συναρτήσει της κλίσης του λατομικού

δρόμου, υπολογίσθηκαν με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων για το κάθε σύστημα ξεχωριστά αντίστοιχες τιμές συνολικού κόστους για βάθη μεγαλύτερα των 600 μέτρων. Οι τελικές αυτές τιμές, συγκρινόμενες με την τιμή πώλησης του αδρανούς υλικού δίνουν τα αντίστοιχα μέγιστα επιτρεπόμενα βάθη εκμετάλλευσης για το εκάστοτε σύστημα μηχανικού εξοπλισμού, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 36 :

**Πίνακας 36 – Μέγιστο Επιτρεπόμενο Βάθος Εκμετάλλευσης συναρτήσει του τύπου Μηχανικού Εξοπλισμού και της Κλίσης Δρόμου.**

Κλίση Δρόμου-10%	<b>ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>							
	<b>ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΣ</b>				<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΜΕΝΟΣ</b>			
	992G-773F	993K-773F	992G-777F	993K-777F	992G-773F	993K-773F	992G-777F	993K-777F
<b>Μέγιστο Επιτρεπτό Βάθος Εκμετάλλευσης (m)</b>	1100	900	1100	1600	1500	1300	1500	2300
Κλίση Δρόμου-8%	<b>ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΣ</b>				<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΜΕΝΟΣ</b>			
	992G-773F	993K-773F	992G-777F	993K-777F	992G-773F	993K-773F	992G-777F	993K-777F
	1100	1000	900	1100	1500	1300	1200	1500

Από τον επισυναπτόμενο πίνακα εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα :

- Μεγαλύτερο βάθος εκμετάλλευσης πραγματοποιείται στις περιπτώσεις που θα χρησιμοποιήσουμε μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, γεγονός το οποίο είναι εύλογο εφόσον το κόστος μεταχειρισμένων μηχανημάτων είναι σαφώς μικρότερο από εκείνο των καινούργιων, με απώτερο αποτέλεσμα αφενός την μείωση του συνολικού κόστους εκμετάλλευσης, αφετέρου την αύξηση του κέρδους από την πώληση των αδρανών υλικών.
- Κατά τον προσδιορισμό του μέγιστου βάθους εκμετάλλευσης υπάρχει επίδραση της δεδομένης διαφοράς στην κλίση δρόμου, η οποία διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην αύξηση του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων κατά την συναρμογή των συστημάτων φόρτωσης – μεταφοράς.

- Παρατηρούμε ότι το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης που προκύπτει για το εκάστοτε σύστημα μηχανικού εξοπλισμού με συγκεκριμένη κλίση δρόμου είναι πάρα πολύ μεγάλο. Αυτό συμβαίνει διότι το μοντέλο στο οποίο βασίζονται τα εκάστοτε προβλεπόμενα βάθη είναι θεωρητικό και δεν συμπεριλαμβάνει χιλιομετρικές αποστάσεις λατομικού δρόμου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΕ ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ**

### **7.1. ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ**

#### **7.1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Οι διεργασίες καθορισμού της λατομικής περιοχής στη θέση «Ξηρόρεμα» του Δήμου Ασπροπύργου Αττικής (Εικόνα 10) ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του '80 και ολοκληρώθηκαν και τυπικά με την υπ' αριθμόν 70960/3009/5-4-1996 ΚΥΑ (ΦΕΚ403B/27-5-1996) με την οποία νομιμοποιήθηκε οριστικά ο καθορισμός της. Το συνολικό εμβαδόν της περιοχής ανέρχεται σε 4.802.325 m<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τις μελέτες αξιολογήσεως των ασβεστολιθικών πετρωμάτων της περιοχής που έγιναν από το ΙΓΜΕ και τις μελέτες οριοθέτησης και χωροταξικής κατανομής, στην περιοχή χωροθετήθηκαν 6 λατομικοί χώροι, ο ένας εκ των οποίων είναι ανενεργός.

Πέραν των χωροθετημένων λατομικών χώρων εντός της περιοχής (Εικόνα 11) περιλαμβάνονται και κάποια τμήματα, τα οποία λόγω των πετρωμάτων που περιλαμβάνουν δεν είναι κατάλληλα για εκμετάλλευση για την παραγωγή αδρανών υλικών. Εντός των τμημάτων αυτών αναπτύσσονται οι οδοί προσπέλασης των λατομικών χώρων και κάποιες εγκαταστάσεις υποστήριξης και υποδομής των χωροθετημένων λατομικών χώρων.

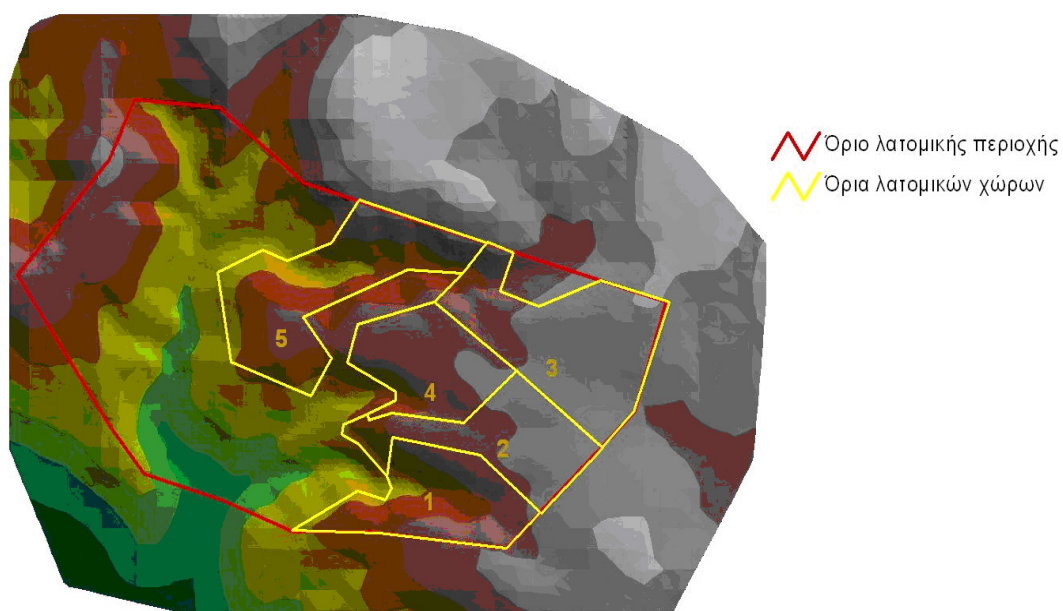
Ο χώρος έχει κατοχυρωθεί ύστερα από σχετική δημοπρασία της Νομαρχίας Δυτικής Αττικής με σκοπό την εκμετάλλευσή του για την παραγωγή **αδρανών υλικών**.



“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Εικόνα 10 – Λατομική Περιοχή Ξηρορέματος.



Εικόνα 11 – Χωροθέτηση λατομικών χώρων εντός της λατομικής περιοχής Ξηρορέματος.

### 7.1.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η υπό μελέτη λατομική περιοχή από γεωγραφική και διοικητική άποψη χωροθετείται στον Νομό Αττικής της Περιφέρειας Αττικής και επομένως ελέγχεται από τις αντίστοιχες Νομαρχιακές (Δυτικής Αττικής) και Περιφερειακές Υπηρεσίες.

Η λατομική περιοχή ορίζεται από 14 σημεία (κορυφές ορίων), των οποίων οι ορθογώνιες αζιμουθιακές συντεταγμένες είναι εξαρτημένες από το Εθνικό Τριγωνομετρικό Δίκτυο και συγκεκριμένα από το Κέντρο Φύλλου Χάρτου ΧΑΛΚΙΣ κλίμακας 1:100.000 με  $\varphi=38^{\circ} 15'$  και  $\lambda= -0^{\circ} 15'$ . Στον πίνακα 37 αναφέρονται οι συντεταγμένες των κορυφών λατομικής περιοχής σε προβολή HATT.

Πίνακας 37 - Όρια λατομικής περιοχής Ξηρορέματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ		
ΚΟΡΥΦΗ	X	Ψ
1	+10585,00	-13785,00
2	+9855,00	-13710,00
3	+9400,00	-13705,00
4	+9010,00	-13555,00
5	+8580,00	-13430,00
6	+8390,00	-13200,00
7	+7875,00	-12465,00
8	+8380,00	-11895,00
9	+8515,00	-11600,00
10	+8990,00	-11640,00
11	+9455,00	-12005,00
12	+10020,00	-12165,00
13	+11465,00	-12575,00
14	+11290,00	-13115,00

### 7.1.3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

Η περιοχή του λατομικού χώρου και η ευρύτερη περιοχή του Ξηρορέματος καλύπτεται από ανθρακικά ιζήματα μεσοζωϊκής ηλικίας και αποτελεί τμήμα της Υποπελαγονικής – Πελαγονικής ζώνης. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή ξεκινώντας από τους παλαιότερους προς τους νεότερους είναι οι ακόλουθοι :

### **I. Δολομίτες.**

Οι δολομίτες αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής πάνω στο οποίο επικάθονται οι ασβεστόλιθοι. Το πάχος τους ξεπερνάει τα 100m και από άποψη ανάπτυξης καταλαμβάνουν σημαντικό τμήμα της ευρύτερης περιοχής. Συνήθως είναι έντονα διαρηγμένοι, έχουν χρώμα λευκό έως λευκότεφρο και πολλές φορές έχουν σακχαρώδη υφή.

### **II. Τριαδικοί – Κατώ Ιουρασικοί Ασβεστόλιθοι με δολομιτικές παρεμβολές.**

Επάνω στους προαναφερθέντες δολομίτες βρίσκονται ασβεστόλιθοι με δολομιτικές παρεμβολές και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι. Είναι κατά κανόνα τεφροί, σε κάποιες περιπτώσεις άστρωτοι και αλλού παχυστρωματώδεις.

### **III. Τριαδικοί – Κατώ Ιουρασικοί Ασβεστόλιθοι.**

Είναι τεφροί ως λευκότεφροι και κατά θέσεις άστρωτοι, μεσοστρωματώδεις ή παχυστρωματώδεις. Συνιστούν την προς τα επάνω εξέλιξη των δολομιτικών ασβεστολίθων και των ασβεστολίθων με δολομίτες. Το πάχος ξεπερνάει σε αρκετές θέσεις τα 100m.

### **IV. Άνω Κρητιδικοί Ασβεστόλιθοι.**

Ο ορίζοντας αυτός βρίσκεται σε ασυμφωνία επίκλυσης με τους παλαιότερους ενώ στη θέση του παρατηρούνται κατά τόπους μικρά κοιτάσματα σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος. Το πάχος φθάνει μέχρι τα 150m και συνήθως είναι τεφροί με τομές και θραύσματα ρουδιστών.

Η περιοχή Ξηρορέματος είναι εντονότατα πτυχωμένη. Σ’ αυτήν απαντούν δύο πτυχοσιγενείς φάσεις τεκτονισμού, μια παλαιά που έλαβε χώρα πριν από την απόθεση των επικλυσιγενών ανωκρητιδικών ασβεστολίθων και μια άλλη νεώτερη που έλαβε χώρα μετά την απόθεση των ασβεστολίθων αυτών. Η διεύθυνση του άξονα των πτυχών της παλαιάς πτυχοσιγενούς φάσεως διαφαίνεται ότι είναι Βορράς – Νότος. Η πτυχοσιγενής αυτή φάση τεκτονισμού είχε σαν αποτέλεσμα την προανωκρητιδική χέρσωση της περιοχής και στη συνέχεια την ανομοιόμορφη διάβρωση των προανωκρητιδικών σχηματισμών. Η διεύθυνση του άξονα των πτυχών της νεώτερης πτυχοσιγενούς φάσεως είναι Ανατολή – Δύση περίπου με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο. Στην περιοχή έχουν πραγματοποιηθεί εκτεταμένες γεωλογικές και γεωτρητικές έρευνες από το Ι.Γ.Μ.Ε. (Πίνακας 38) και άλλους δημόσιους φορείς για την μελέτη των γεωλογικών στρωμάτων που δομούν την περιοχή, σχετικά με την καταλληλότητα δημιουργίας μεγάλων λατομικών μονάδων :

**Πίνακας 38** - Θέσεις και στοιχεία γεωτρήσεων στην περιοχή Ξηρορέματος.

Γεώτρηση	X	Ψ	Απόλυτο Υψόμετρο	Διατηρήθέν Βάθος
1	10642,21	-13213,29	662,34	173
2	10005,94	-12792,66	644,69	82
3	10960,83	-12997,27	684,21	118
4	10030,79	-13238,36	630,35	210
5	10562,68	-13851,50	675,67	107
6	10037,91	-13723,55	613,34	146
7	9371,64	-12847,49	616,43	90
8	8306,76	-12874,94	552,03	152
9	8488,27	-12520,53	573,61	144
10	10557,15	-12902,04	671,97	110

#### 7.1.4. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η λατομική έκταση που μελετάται δομείται γεωλογικά από δολομίτες και παχυστρωματώδεις τριαδικούς έως κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Οι δολομίτες αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής επάνω στους οποίους αναπτύσσονται οι ασβεστολιθικές σειρές σε συμφωνία.

Επιφανειακά, οι δολομίτες αναπτύσσονται εκτός του λατομικού χώρου στο Β.Δ. τμήμα της έκτασης του λατομείου ενώ οι ασβεστόλιθοι (τριαδικοί και κρητιδικοί) καταλαμβάνουν τον υπόλοιπο χώρο.

Στα πλαίσια των διαδικασιών έρευνας της περιοχής προκειμένου να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του υλικού για την εγκατάσταση στην περιοχή λατομικών επιχειρήσεων, το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) πραγματοποίησε γεωλογικές έρευνες, χημικές αναλύσεις καθώς και εργαστηριακές δοκιμές του πετρώματος. Διαθέσιμα στοιχεία υπάρχουν για το λατομικούς χώρους 2, 4 και 5.

Δειγματοληψίες και εργαστηριακές εξετάσεις που έγιναν έδωσαν τα κάτωθι χαρακτηριστικά (χημική σύσταση & φυσικομηχανικές ιδιότητες πετρώματος) (Πίνακες 39 - 42) για τους ασβεστόλιθους που συναντώνται στην συγκεκριμένη λατομική περιοχή :

**Πίνακας 39** - Χημική σύσταση πετρώματος λατομικού χώρου 2.

<b>CaO</b>	<b>57 %</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,4 %</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>1,0 %</b>
<b>MgO</b>	<b>0,4 %</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,2 %</b>
<b>Απώλεια πυρώσεως</b>	<b>41 %</b>

**Πίνακας 40** - Φυσικομηχανικές ιδιότητες πετρώματος λατομικού χώρου 2.

<b>Αντοχή στη θλίψη</b>	<b>900 - 1100 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Ειδικό βάρος πετρώματος in situ</b>	<b>2,65 tn/m<sup>3</sup></b>
<b>Απώλειες σε τριβή και κρούση (Δοκιμή L.A.)</b>	<b>24 - 30 %</b>
<b>Υγρασία απορρόφησης</b>	<b>&lt; 0,5%</b>
<b>Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση</b>	<b>&lt; 1,6%</b>
<b>Σκληρότητα κατά MOHS</b>	<b>4-5</b>
<b>Υδροφιλία με καθαρή άσφαλτο</b>	<b>&gt;95%</b>

**Πίνακας 41** - Χημική σύσταση πετρώματος λατομικών χώρων 4 και 5.

<b>Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι</b>	
<b>CaO</b>	<b>54,1 %</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,8 %</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>1,0 %</b>
<b>MgO</b>	<b>0,92 %</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,1 %</b>
<b>Τριαδικοί κάτω ιουρασικοί ασβεστόλιθοι</b>	
<b>CaO</b>	<b>49,3 %</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>1,1 %</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>1,0 %</b>
<b>MgO</b>	<b>2,1 %</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0,6 %</b>

**Πίνακας 42 - Φυσικομηχανικές ιδιότητες πετρώματος λατομικών χώρων 4 και 5.**

<b><u>ΑΝΩΚΡΙΤΗΔΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ</u></b>	
<b>Αντοχή στη θλίψη</b>	<b>990 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Απώλειες σε τριβή και κρούση (Δοκιμή L.A.)</b>	<b>32 %</b>
<b>Ειδικό βάρος πετρώματος in situ</b>	<b>2,72 tn/m<sup>3</sup></b>
<b><u>ΤΡΙΑΔΙΚΟΙ ΚΑΤΩ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ</u></b>	
<b>Αντοχή στη θλίψη</b>	<b>970 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Απώλειες σε τριβή και κρούση (Δοκιμή L.A.)</b>	<b>26 %</b>
<b>Ειδικό βάρος πετρώματος in situ</b>	<b>2,69 tn/m<sup>3</sup></b>

Με βάση τις παραπάνω φυσικοχημικές ιδιότητες του μητρικού πετρώματος συνάγεται το συμπέρασμα ότι το πέτρωμα είναι απόλυτα κατάλληλο σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Υ.Δ.Ε - Τ.Ε.Ε), για την παραγωγή θραυστών υλικών προς παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος κάθε τύπου (αντοχής), καθώς και για οδοστρωσία.

Τα δεδομένα των παραπάνω αναλύσεων μπορούν να επεκταθούν σε όλη τη μάζα του προς εκμετάλλευση χώρου, γιατί από τη γεωλογική αναγνώριση προκύπτει ότι το πέτρωμα παρουσιάζει ομοιογένεια σε όλη την έκταση του λατομικού χώρου 2, ενώ σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνών, το ασβεστολιθικό υλικό των λατομικών χώρων 4 και 5 δεν είναι ομοιογενές.

#### **7.1.5. ΕΚΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ**

Με βάση τα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής και τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν μέχρι τώρα όσον αφορά το γεωλογικό υπόβαθρο της λατομικής περιοχής, προκύπτει ότι το λατομείο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη έχει καλής ποιότητας ασβεστολιθικές εμφανίσεις και αποθέματα ικανά έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ορθολογική λειτουργία του.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που θα ακολουθηθεί βασίζεται στην κλασσική για την περίπτωση των λατομείων αδρανών **δημιουργία ορθών βαθμίδων** με τις ακόλουθες παραδοχές :

- Η εκμετάλλευση και στα δύο τμήματα θα αναπτυχθεί από πάνω προς τα κάτω με την δημιουργία βαθμίδων που κατά το στάδιο της εξόφλησης θα έχουν ύψος 10 m και κλίση πρανούς του μετώπου 70<sup>0</sup> ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

- Το πλάτος δαπέδου των βαθμίδων στη φάση της εξόφλησης θα είναι 6 m.
- Οι βαθμίδες θα έχουν περιμετρική ανάπτυξη.

Οι άνωθεν βαθμίδες θα διανοιχτούν σταδιακά καθώς θα προηγηθεί η διάνοιξη αυτών που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα για να ακολουθήσει εν συνεχεία η διάνοιξη των χαμηλότερων βαθμίδων. Οι προσπελάσεις για τις διάφορες βαθμίδες και τομείς γίνονται μέσα στον λατομικό χώρο, για να περιοριστεί η προσβολή του τοπίου μέσα στα όρια της εκμετάλλευσης. Η βαθμίδα που θα πλησιάζει κάθε φορά στα όρια του λατομικού χώρου, θα εγκαταλείπει περιμετρική ζώνη πλάτους 8 m σύμφωνα με την παρ. 2, του αρθ. 80, του Κ.Μ.Λ.Ε.

Το ελάχιστο πλάτος δαπέδων στις βαθμίδες εκμετάλλευσης (παρ. 1, άρθ. 80, του Κ.Μ.Λ.Ε.) καθορίζεται ως εξής :

- κατά το στάδιο εξόρυξης στην αμέσως χαμηλότερη βαθμίδα η μείωση του δαπέδου να μην οδηγεί σε πλάτος μικρότερο των 6 m (στάδιο εξόφλησης).

Η γωνία του τελικού μετώπου κατά το στάδιο της εξόρυξης σ' αυτό θα είναι περίπου 65-70° ως προς το οριζόντιο επίπεδο (όση περίπου και η κλίση των διατηρημάτων εξόρυξης. Τα μέτωπα όμως των τελικών πρανών θα έχουν κλίση τέτοια που να εξασφαλίζεται κλίση τελικού πρανούς ή ΝΓΠ (νοητής γραμμής τελικού πρανούς) 70°.

Σε ορισμένα τμήματα του λατομείου και όπου το επιτρέπει το ανάγλυφο της περιοχής, η εκμετάλλευση θα γίνει ταυτόχρονα και από χαμηλότερη θέση, αφενός για λόγους καθαρά προπαρασκευής, αφετέρου δε για λόγους αγοράς, καθόσον στα υψηλότερα τμήματα της υπό μελέτη περιοχής, ο ασβεστόλιθος είναι άριστης ποιότητας και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στην τσιμεντοβιομηχανία και τα ασβεστοκάμινα ενώ στα χαμηλότερα τμήματα της εκμετάλλευσης, η ποιότητα είναι χαμηλότερη αλλά ταυτόχρονα κατάλληλη για λοιπές χρήσεις.

Η εξόρυξη του πετρώματος θα πραγματοποιείται με την όρυξη διατηρημάτων με αυτοκινούμενα διατηρητικά φορεία βαρέως τύπου, γόμωση με ANFO και πυροδότηση των υπονόμων με ηλεκτρικά καψύλλια για την επίτευξη της ομοιομορφίας του υλικού, σχετιζόμενη με το μέγεθός του.

Η εκμετάλλευση του λατομείου θα έχει κατά κύριο λόγο φορά προσπέλασης Δ προς Α προκειμένου να γίνει η όσο το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση του ανάγλυφου της περιοχής, τόσο για την διάνοιξη των βαθμίδων, όσο και για την περαιτέρω εκμετάλλευσή τους.

Η προσπέλαση των διαφόρων βαθμίδων κρίνεται αναγκαίο να γίνει από την πλευρά εμφάνισης δολομιτικών σχηματισμών για την ομαλή λειτουργία των βαθμίδων και την επίτευξη του μέγιστου δυνατού μήκους μετώπων, ενώ τα τμήματα αποκάλυψης δολομιτών θα έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μετέπειτα και ύστερα από κατάλληλα διαμόρφωση για την δημιουργία χώρων υπαίθριας αποθήκευσης αδρανών καθώς επίσης και για την δημιουργία προσπελάσεων προς τις διάφορες βαθμίδες του υπό δημιουργία λατομείου.

## **7.2. ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ ΔΑΜΑΣΤΑΣ**

### **7.2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Η Λατομική Περιοχή Δαμάστας καθορίστηκε με την υπ’ αριθμ. 29771/11-1-1985 (ΦΕΚ 93B/21-2-1985) απόφαση του Νομάρχη Ηρακλείου και όπως προέκυψε με την από τον Ιανουάριο του 1988 χωροταξική κατανομή, αποτελείται από δύο ανεξάρτητους λατομικούς (λατομικοί χώροι Α & Β).

Στο λατομικό χώρο Α, ο οποίος καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα της Λατομικής Περιοχής λειτουργεί επί σειρά ετών λατομείο αδρανών υλικών το οποίο βρίσκεται σε ανάπτυξη.

Η λατομική περιοχή Δαμάστας αναπτύσσεται μεταξύ των Δημοτικών Διαμερισμάτων Δαμάστας και Αηδονοχωρίου, του Δήμου Τυλίσου και περιλαμβάνει μέρος του ορεινού σχηματισμού που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο παραπάνω Δημοτικών Διαμερισμάτων. Στο κέντρο της αναπτύσσεται ένα μεγάλο πλάτωμα, γνωστό ως «Ξερόκαμπος».

Εντός της λατομικής περιοχής περιλαμβάνονται τμήματα (πλαγιές) δύο συνεχόμενων υψωμάτων (τριών κορυφών) με τα τοπωνύμια Αμαργολιός και Κάσιμος. Το ανάγλυφο της περιοχής δεν είναι ομοιόμορφο σε όλη του την έκταση. Τα υψόμετρα του φυσικού αναγλύφου κυμαίνονται από τα +400 m περίπου μέχρι και τα +700 m περίπου.

Η μετάβαση στην λατομική περιοχή πραγματοποιείται διαμέσου της παλαιάς εθνικής οδού Ηρακλείου – Ρεθύμνου.



## 7.2.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ - ΕΚΤΑΣΗ - ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ

Η λατομική περιοχή Δαμάστας από γεωγραφική και διοικητική άποψη χωροθετείται στον Νομό Ηρακλείου της Περιφέρειας Κρήτης και επομένως ελέγχεται από τις αντίστοιχες Νομαρχιακές και Περιφερειακές Υπηρεσίες. Πιο συγκεκριμένα βρίσκεται εντός του ομώνυμου Δημοτικού Διαμερίσματος του Δήμου Τυλίσου Ηρακλείου και σε ελάχιστη απόσταση περίπου 1100 μέτρων σε ευθεία (κάτοψη), νοτιανατολικά από τον οικισμό της Δαμάστας. Νότια της λατομικής περιοχής και σε απόσταση μεγαλύτερη των 1700 μέτρων βρίσκεται το Δ.Δ. Αηδονοχωρίου. Το σύνολο της λατομικής περιοχής είναι αθέατο και από τις δύο κατοικημένες περιοχές που αναφέρθηκαν προηγούμενα. Οι δύο αυτοί οικισμοί είναι και οι μοναδικοί σε απόσταση τουλάχιστον 3000 μέτρων περιμετρικά της λατομικής περιοχής.

Η συνολική έκταση της λατομικής περιοχής είναι 794.145 m<sup>2</sup> εκ των οποίων 396.945 m<sup>2</sup> καταλαμβάνει ο λατομικός χώρος Α και 397.200 m<sup>2</sup> ο λατομικός χώρος Β. Η λατομική περιοχή ορίζεται από 6 σημεία (κορυφές ορίων), των οποίων οι ορθογώνιες αζιμουθιακές συντεταγμένες είναι εξαρτημένες από το Εθνικό Τριγωνομετρικό Δίκτυο και συγκεκριμένα από το Κ.Φ.Χ. ΗΡΑΚΛΕΙΟ 1:100.000 με  $\varphi = 35^{\circ} 15'$  και  $\lambda = 1^{\circ} 15'$ . Στον πίνακα 43 αναφέρονται οι συντεταγμένες των κορυφών της λατομικής περιοχής σε προβολή HATT.

**Πίνακας 43** - Όρια λατομικής περιοχής Δαμάστας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ		
ΚΟΡΥΦΗ	X	Ψ
A	-2820,000	+10870,000
B	-3800,000	+9950,000
Γ	-3300,000	+9450,000
Δ	-2500,000	+9200,000
E	-2550,000	+9630,000
Z	-2430,000	+10350,000

Βόρεια της λατομικής περιοχής και σε απόσταση μεγαλύτερη των 800 μέτρων διέρχεται η παλαιά εθνική οδός Ηρακλείου - Ρεθύμνου. Η συγκεκριμένη οδός, η οποία και αποτελεί το βασικό άξονα κύριας προσπέλασης και μεταφοράς των παραγόμενων προϊόντων, εδώ και πολλά χρόνια δεν αποτελεί κατ’ ουσία εθνική οδό αλλά δημοτική καθώς πλέον εξυπηρετεί μόνο την επικοινωνία των Δημοτικών Διαμερισμάτων της ευρύτερης περιοχής.

Η περιοχή μελέτης αλλά και η ευρύτερη περιοχή αποτελείται από γυμνές βραχώδεις εκτάσεις ή καλυμμένες από αραιή, χαμηλή και υποβαθμισμένη φρυγανώδη έως κατά θέσεις θαμνώδη βλάστηση.

Σε ελάχιστη απόσταση 160 m περίπου βορειοανατολικά της λατομικής περιοχής, στη θέση Κερατίδι, βρίσκεται τόπος χαρακτηρισμένος με απόφαση του Υπ. Πολιτισμού (ΔΙΛΑΠ/Γ/4603/58416 ΦΕΚ 1093Β/10-12-1997), ως ιστορικός. Ως όριο προστασίας του ιστορικού τόπου έχει ορισθεί με την ανωτέρω απόφαση η περιοχή διακόσια μέτρα περιμετρικά της περιτοιχίσεως του τόπου ταφής εκτός από την βορειοδυτική και δυτική πλευρά του ιστορικού τόπου όπου το όριο προστασίας φτάνει μέχρι το όριο της λατομικής περιοχής.

Στην περιβάλλουσα και στην ευρύτερη περιοχή αναπτύσσονται κυρίως δασικές και χορτολιβαδικές εκτάσεις. Σε ακτίνα 1000 μέτρων περιμετρικά της λατομικής περιοχής δεν υπάρχουν οικισμοί, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, οδικές αρτηρίες, αρχαιολογικοί χώροι ή άλλα έργα κοινής ωφέλειας πέραν των όσων αναφέρθηκαν προηγούμενα. Στην ίδια ζώνη δεν αναπτύσσεται καμία άλλη δραστηριότητα πέραν της κτηνοτροφικής που αναπτύσσεται κατά θέσεις και κυρίως με την μορφή της ελεύθερης βοσκής.

Τέλος αναφέρεται ότι τόσο η λατομική όσο και η ευρύτερη περιοχή δεν περιλαμβάνονται στον Εθνικό Κατάλογο των περιοχών των οποίων ελέγχεται η καταλληλότητα ένταξής τους στο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο «NATURA 2000» και δεν έχει χαρακτηριστεί προστατευτέα με Π.Δ. σύμφωνα με το άρθρο 21 του νόμου 1650/86 ή άλλης νομοθετικής ρύθμισης ή διεθνούς συνθήκης.

### 7.2.3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τόσο η λατομική περιοχή, όσο και η ευρύτερη, δομούνται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους. Έχουν κατά κανόνα χρώμα υπόλευκο μέχρι τεφρό. Είναι μέσο -παχυστρωματώδεις, μέχρι άστρωτοι έντονα τεκτονισμένοι - κατακερματισμένοι (χαρακτηριστικά δίκτυα κατακλάσεων).

Είναι Κάτω Ιουρασικής – Ανώτερης Τριαδικής ηλικίας και το στρωματογραφικό πάχος τους κυμαίνεται από 450 έως 600 m.

Μέσα στην περιοχή μελέτης δεν συναντώνται παρά μόνο οι ασβεστόλιθοι που προαναφέρθηκαν. Δεν παρουσιάζουν σαφή ή διακεκριμένη στρώση, ο δε τεκτονισμός τους είναι ευνοϊκός για εκμετάλλευση λατομείου αδρανών.

Το εδαφικό κάλυμμα απουσιάζει από όλη σχεδόν την περιοχή μελέτης. Μόνο στο ανώτερο τμήμα του σχηματισμού, κοιλότητες και σχισμές ή διευρυμένες κατακλάσεις του πετρώματος έχουν γεμίσει με κόκκινο - καφέ εδαφικό υλικό - ερυθρά γη (προϊόν αποσάθρωσης ή σπανιότερα, υπολείμματα από παλιότερους υπερκείμενους γαιώδεις σχηματισμούς.).

Στο μεταξύ των δύο λατομικών χώρων πλάτωμα, συναντώνται μικρού πάχους προσχώσεις, κορήματα και κυρίως ερυθρά γη (προϊόν της επιφανειακής αποσάθρωσης και της δράσης των επιφανειακών νερών).

### 7.2.4. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ

Όπως προαναφέρθηκε, γεωλογικά, ο προς εκμετάλλευση σχηματισμός είναι ένας αποκρυσταλλωμένος υπόλευκος – τεφρός ασβεστόλιθος.

Στον πίνακα 44 δίνεται ενδεικτικά μια μέση τυπική ανάλυση της χημικής σύστασης εξορυσσόμενου ασβεστολιθικού υλικού :

Πίνακας 44 - Χημική σύσταση πετρώματος.

CaO	54,5 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25 %
SiO <sub>2</sub>	1,30 %
MgO	0,31 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24 %
K <sub>2</sub> O	0,1 %
Na <sub>2</sub> O	0,03 %
Απώλεια πύρωσης	43,3 %

Στον πίνακα 45 δίνονται τα αποτελέσματα δοκιμών που έχουν γίνει κατά καιρούς σε δείγματα υλικού προκειμένου να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του πετρώματος για τη παραγωγή θραυστών υλικών, για έργα οδοποιίας και για παραγωγή σκυροδέματος.

**Πίνακας 45 - Φυσικομηχανικές ιδιότητες πετρώματος.**

<b>Αντοχή στη θλίψη</b>	<b>900 - 1100 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Ειδικό βάρος πετρώματος in situ</b>	<b>2,7 tn/m<sup>3</sup></b>
<b>Απώλειες σε τριβή και κρούση (Δοκιμή L.A.)</b>	<b>25 - 28 %</b>
<b>Υγρασία απορρόφησης</b>	<b>Ασήμαντη</b>
<b>Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση</b>	<b>&lt; 3%</b>
<b>Σκληρότητα κατά MOHS</b>	<b>3,5</b>
<b>Υδροφιλία με καθαρή άσφαλτο</b>	<b>&gt; 95%</b>

Τα δεδομένα των παραπάνω αναλύσεων μπορούν να επεκταθούν σε όλη τη μάζα του προς εκμετάλλευση χώρου, γιατί από τη γεωλογική αναγνώριση προκύπτει ότι το πέτρωμα παρουσιάζει ομοιογένεια σε όλη την έκταση της λατομικής περιοχής. Με βάση τις παραπάνω φυσικοχημικές ιδιότητες του μητρικού πετρώματος συμπεραίνεται ότι το πέτρωμα είναι απόλυτα κατάλληλο σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Υ.Δ.Ε - Τ.Ε.Ε), για την παραγωγή θραυστών υλικών προς παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος κάθε τύπου (αντοχής), καθώς και για οδοστρωσία.

#### **7.2.5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Η συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών έναντι του νερού εξαρτάται γενικώς από τη λιθολογική τους σύσταση και την κοκκομετρία, εφόσον πρόκειται για κοκκώδεις σχηματισμούς και από το βαθμό διαγένεσης και τον τεκτονισμό, εφόσον πρόκειται για συμπαγή πετρώματα.

Τα ασβεστολιθικά πετρώματα που αποτελούν και το γεωλογικό υπόβαθρο του χώρου επέμβασης, ως προς την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά, χαρακτηρίζονται ως σχηματισμοί πλούσιας υδροφορίας.

Ωστόσο λόγω του μεγάλου βάθους στο οποίο αναπτύσσονται οι ασβεστόλιθοι του φυσικού αναγλύφου, του βάθους στο οποίο θα φτάσει η εκμετάλλευση αλλά και των στοιχείων που προέκυψαν από τις ερευνητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν

κατά την διάρκεια καθορισμού της λατομικής περιοχής, υπολογίζεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος να συναντηθεί υδροφόρος ορίζοντας.

Στην άμεσα περιβάλλουσα περιοχή του υπό μελέτη χώρου, υπάρχουν μόνο μερικές μικρές μισγάγγιες διαμέσου των οποίων διακινούνται τα όμβρια ύδατα κατά την διάρκεια των βροχοπτώσεων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ανυπαρξία υγρών αποβλήτων, δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο μόλυνσης της υδροφορίας της περιοχής από τη λατομική δραστηριότητα.

Σημειώνεται δε ότι, στην άμεσα περιβάλλουσα περιοχή δεν εντοπίζονται υδραγωγεία, πηγάδια, αρδευτικά ή αποστραγγιστικά έργα.

#### **7.2.6. ΕΚΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ**

Με βάση τα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής και τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν μέχρι τώρα όσον αφορά το γεωλογικό υπόβαθρο της λατομικής περιοχής, προκύπτει ότι το λατομείο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη έχει καλής ποιότητας ασβεστολιθικές εμφανίσεις και αποθέματα ικανά έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ορθολογική λειτουργία του.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που θα ακολουθηθεί βασίζεται στην κλασσική για την περίπτωση των λατομείων αδρανών **δημιουργία ορθών βαθμίδων** με τις ακόλουθες παραδοχές :

- Η εκμετάλλευση και στα δύο τμήματα θα αναπτυχθεί από πάνω προς τα κάτω με την δημιουργία βαθμίδων που κατά το στάδιο της εξόφλησης θα έχει ύψος 10 m και κλίσεως πρανούς του μετώπου  $70^0$  ως προς το οριζόντιο επίπεδο.
- Το πλάτος δαπέδου των βαθμίδων στη φάση της εξόφλησης θα είναι 6 m.
- Οι βαθμίδες θα έχουν περιμετρική ανάπτυξη.

Οι άνωθεν βαθμίδες θα διανοιχτούν σταδιακά καθώς θα προηγηθεί η διάνοιξη αυτών που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα για να ακολουθήσει εν συνεχεία η διάνοιξη των χαμηλότερων βαθμίδων. Οι προσπελάσεις για τις διάφορες βαθμίδες και τομείς γίνονται μέσα στον λατομικό χώρο, για να περιοριστεί η προσβολή του τοπίου μέσα στα όρια της εκμετάλλευσης. Η βαθμίδα που θα πλησιάζει κάθε φορά στα όρια του λατομικού χώρου, θα εγκαταλείπει περιμετρική ζώνη πλάτους 8 m σύμφωνα με την παρ. 2, του αρθ. 80, του Κ.Μ.Α.Ε.

Ο σχεδιασμός εν τέλει των συγκεκριμένων υπαίθριων εκμεταλλεύσεων θα πραγματοποιηθεί με το λογισμικό πακέτο σχεδιασμού υπαίθριων και υπόγειων εκμεταλλεύσεων SURPAC.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SURPAC & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΩΝ**

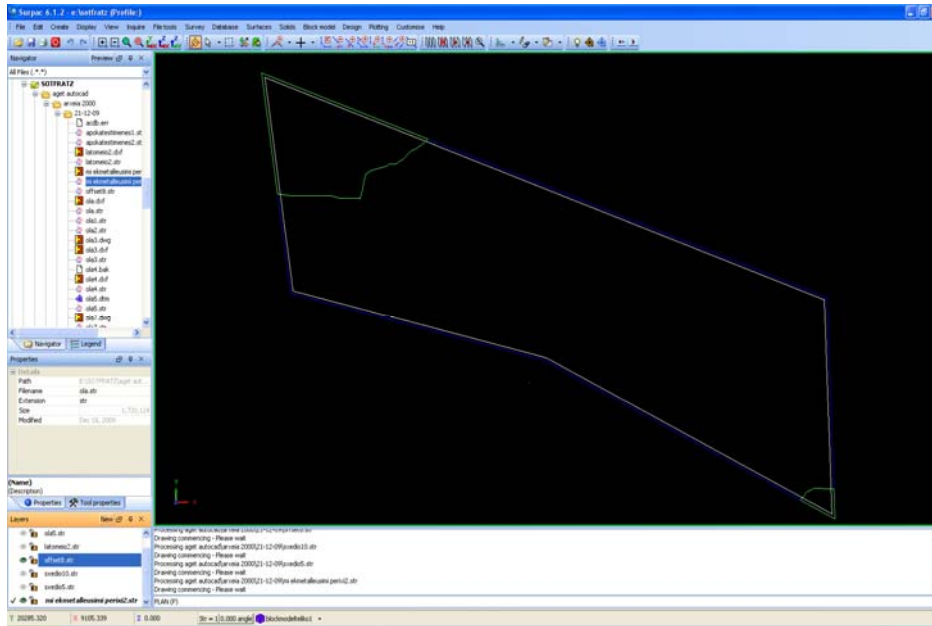
Το λογισμικό πακέτο Surpac χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό τόσο υπαίθριων, όσο και υπόγειων εκμεταλλεύσεων. Το πρόγραμμα αυτό έχει πολύ καλή 3D γραφική απεικόνιση και δίνει σε ένα μηχανικό τη δυνατότητα να σχεδιάζει αλλά και να παρακολουθεί τις όποιες μεταβολές σε μία μεταλλευτική δραστηριότητα. Το συγκεκριμένο λογισμικό λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια ομάδα εργαλείων για διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων με βάση το Core Management System (CMS). Είναι modular software, δηλαδή αποτελείται από τον πυρήνα και από τις υπομονάδες εργαλείων.

Το όλο πρόγραμμα είναι βασισμένο στην υπόθεση ότι αφού ο πραγματικός κόσμος είναι τρισδιάστατος τότε και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για να τον αναπαραστήσουν θα πρέπει να είναι τρισδιάστατα. Το Surpac επιτυγχάνει ακριβώς αυτό χρησιμοποιώντας, σε όλα τα modules, τα string files.

Τα αρχεία αυτά αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μορφή strings (αλληλουχίες). Ένα string file περιέχει τις συντεταγμένες X, Y, Z των σημείων, διασυνδεδεμένες με ένα κοινό αναγνωριστή, που ονομάζεται string number. Η συνθήκη για τις συντεταγμένες που χρησιμοποιεί το Surpac, είναι: Y = η διεύθυνση του Βορρά (Northing), X = η διεύθυνση της Ανατολής (Easting). Μπορεί όμως να αποθηκεύσει και επιπλέον πληροφορίες για κάθε σημείο όπως για παράδειγμα την περιεκτικότητα, στα περιγραφικά πεδία (description fields), που ακολουθούν τις σειρές των συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπαρασταθούν οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του χώρου όπως τοπογραφικά σχέδια και γεωλογικά όρια.

Στο περιβάλλον του Surpac μπορούν να τοποθετηθούν points (σημεία), όπου μια ομάδα σημείων αποτελεί ένα segment (Εικόνα 12) και μία ομάδα segments αποτελεί ένα string. Εν τέλει, η αναπαράσταση ενός μεταλλευτικού έργου μπορεί να αποτελείται από πολλά strings.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Εικόνα 12 - Παράδειγμα Segment (Περιβάλλον Εργασίας Surpac)

Το Surpac χρησιμοποιεί αρχεία μορφής String file και DTM file. Τα String files είναι αρχεία τα οποία αποθηκεύουν τα δεδομένα υπό μορφή αλληλουχιών (string), ενώ τα DTM files αποθηκεύουν τα δεδομένα υπό μορφή τριγωνοποιημένων δικτύων σημείων.

Τα βασικά εργαλεία (modules) για την δημιουργία και την επεξεργασία των string files στο Surpac είναι:

- **Graphics:** εργαλείο τρισδιάστατης σχεδίασης γραφικών που ενσωματώνει την δυνατότητα φωτισκίασης (rendering) για την δημιουργία στερεών αντικειμένων. Περιλαμβάνει επίσης την δυνατότητα ψηφιοποίησης δεδομένων (digitizing interface) καθώς και εργαλεία CAD για τον σχεδιασμό υπόγειων εκσκαφών.
- **String Tools:** συλλογή εργαλείων για την διαχείριση των string files. Περιλαμβάνει διασύνδεση (interface) για αρχεία CAD DXF.
- **DTM Tools:** εργαλείο δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Digital Terrain Models) δηλαδή τριγωνοποιημένα δίκτυα σημείων. Εδώ δίνεται η δυνατότητα για την δημιουργία τομών και για τον υπολογισμό όγκων.
- **Plotting:** χαρτογραφικό εργαλείο για την εκτύπωση δεδομένων από τα υπόλοιπα εργαλεία

- **Grid Tools:** εργαλείο για την αποθήκευση, διαχείριση και εξαγωγή δεδομένων που είναι διατεταγμένα σε κανονικό κάρναβο.
- **Block modeling:** εργαλείο για την μοντελοποίηση διάφορων ιδιοτήτων του χώρου που έχει οριστεί από τον χρήστη, συγχωνεύοντας δεδομένα και αντικείμενα όπως dtm, 3dm.
- **Environmental tools:** λογισμικό πακέτο της entec για τον έλεγχο και την πρόληψη της ρύπανσης των υπογείων νερών. Παρέχει εργαλεία για την μοντελοποίηση της ροής και των διάφορων ιδιοτήτων των υπογείων νερών.
- **Geostatistics:** εργαλείο για την επεξεργασία των δεδομένων με κλασική στατιστική ή με γεωστατιστική.

## **8.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ MODULES ΣΤΗΝ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ**

### **8.1.1. User Interface**

Το module αυτό είναι το περιβάλλον εργασίας του χρήστη και χρησιμοποιείται από όλα τα υπόλοιπα modules του surpac. Έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να εξασφαλίζει την αποδοτικότητα του προγράμματος και την παροχή ενός εύχρηστου και ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εργασίας, δεδομένου ότι το surpac μπορεί να εγκατασταθεί σε συστήματα που χρησιμοποιούν λειτουργικά Windows 9x, Windows NT και Unix (Irix 5.3 or higher).

Η περιοχή εργασίας του χρήστη, περιλαμβάνει στο πάνω μέρος της τη μπάρα μηνυμάτων (message bar) όπου προβάλλονται οι πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα και τα μηνύματα λάθους. Στο κάτω μέρος βρίσκεται η μπάρα κατάστασης (status bar) του προγράμματος. Εκεί ο χρήστης βλέπει πληροφορίες σχετικά με τον τρέχον κατάλογο εργασίας, την εντολή που έχει επιλέξει, το όνομα των αρχείων που έχει φορτώσει, το ενεργό στρώμα εργασίας (active layer) και της διάφορες ρυθμίσεις σχεδιασμού.

Πολλές από τις εντολές του surpac απαιτούν από το χρήστη την ρύθμιση ή την επιλογή κάποιων παραμέτρων σχετικά με το αποτέλεσμα. Η διαδικασία αυτή γίνεται



μέσο των φορμών (forms), οι οποίες ζητούν την ρύθμιση των παραμέτρων της κάθε εντολής.

Για το άνοιγμα αρχείων του *surpac*, υπάρχει ένας αρκετά εύχρηστος file browser που επιτρέπει στον χρήστη να καλέσει αρχεία από οπουδήποτε (σκληρό δίσκο ή δίκτυο), να τα μετονομάσει, να τα σβήσει ή να τα δει σε text editor προτού τα καλέσει. Η βοήθεια στον χρήστη παρέχεται από τρία επίπεδα: επιλέγοντας το Help button σε μία φόρμα έχει την δυνατότητα να δει την βοήθεια για την συγκεκριμένη εντολή είτε μέσω του online manual, το οποίο καλείται από έναν internet browser, είτε μέσω της μπάρας μηνυμάτων ή μπορεί να πληροφοριές σχετικά με κάποια παράμετρο της εντολής.

Τέλος το *surpac* δίνει τη δυνατότητα διαμόρφωσης του περιβάλλοντος εργασίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη.

### 8.1.2. Graphics

Το υποπρόγραμμα αυτό είναι το βασικό εργαλείο για την οπτικοποίηση της εργασίας του χρήστη. Είναι πλήρως ολοκληρωμένο με τα εργαλεία του σχεδιασμού, της μοντελοποίησης, της βάσης δεδομένων καθώς επίσης και με τα solids, block modeling tools.

Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δει τα αρχεία των string, dtm, 3ds δεδομένων, να τα επεξεργαστεί, να σχεδιάσει υπόγειες ή επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, να εισάγει δεδομένα από ψηφιοποιητή (digitizer), να συγχωνεύσει τα δεδομένα για να δημιουργήσει σύνθετα αντικείμενα. Η λειτουργία του συγκεκριμένου module δημιουργεί αντίγραφο του αρχείου που έχει φορτωθεί, στην μνήμη έτσι ώστε οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτό φαίνεται στην οθόνη, να μην γίνεται μόνιμη μέχρι να σωθεί το αρχείο στο δίσκο.

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα menu εντολών:

- Recall file: Επιλογή αρχείου για άνοιγμα.
- File: Διαχείριση αρχείων.
- Layers: Διαχείριση των layers
- Attributes: Διαμόρφωση των οπτικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων.
- Copy: Αντιγραφή των strings or segments
- Digitizer: Εισαγωγή δεδομένων από ψηφιοποιητή ή ποντίκι.
- Edit: Διόρθωση – επεξεργασία
- Inquire: Παροχή πληροφοριών σχετικά με τα δεδομένα

- Labels: Εισαγωγή ετικετών σε αντικείμενα ή σημεία
- Move: Μετακίνηση των strings or segments
- Settings: Ρυθμίσεις σχεδιασμού
- View: Αλλαγή της οπτικής γωνίας
  
- Solids & DTMs: Επεξεργασία των τρισδιάστατων μοντέλων
- Pit Tools: Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων με λιγότερο αυστηρό τρόπο
- Points: Δημιουργία σημείων σχεδιασμού
- Strings: Επεξεργασία σημείων που ανήκουν στο ίδιο τμήμα ενός string

Τέλος, στο Graphics module η δυνατότητα για Undo υπάρχει μόνο κατά την επεξεργασία string files και όχι για τα DTMs ή τα 3DMs.

### 8.1.3. String Tools

Το συγκεκριμένο module περιέχει τα κατάλληλα εργαλεία για την διαχείριση των αρχείων string. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα menu εντολών:

- Create Strings: Apply Boundary, Centroids from segments, Polygon intersection
- Import: Εισαγωγή συντεταγμένων, δεδομένων από αρχεία text
- Classify Strings: Ταξινόμηση των αρχείων string
- Clean: Έλεγχος των αρχείων strings για λάθη και σημεία που επικαλύπτονται
- Utilities: Εργαλεία για την επεξεργασία συγκεκριμένων πεδίων των αρχείων string καθώς και μετατροπές αρχείων σε format άλλων προγραμμάτων όπως τα Datamine, ArcInfo, AutoCAD, Moss
- Split/Merge: Διαχείριση των δεδομένων των αρχείων string.

### 8.1.4. Segment tools

Το συγκεκριμένο module περιέχει κατάλληλα εργαλεία για την διαμόρφωση και την επεξεργασία των segment (τμήμα). Κάποιες από τις βασικές εντολές που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Edit→segment→join (εντολή που ενώνει δυο τμήματα ίδιου υψομέτρου)
- Edit→segment→break (εντολή που “σπάει” ένα τμήμα στο επιλεγμένο σημείο)

- *Edit→segment→close* (εντολή που «κλείνει» τα δύο άκρα του ίδιου τμήματος)
- *Edit→segment→move* (εντολή που δίνει την δυνατότητα μετακίνησης ενός τμήματος με drag).
- *Edit→segment→copy* (εντολή που δίνει την δυνατότητα αντιγραφής ενός τμήματος στο επιθυμητό string file).
- *Edit→segment→maths* (εντολή που δίνει την δυνατότητα αλλαγής υψομέτρου σε ένα τμήμα).
- *Edit→segment→renumber* (εντολή που δίνει την δυνατότητα αλλαγής χρώματος στο επιλεγμένο τμήμα).

### 8.1.5. DTM Tools

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (dtm) είναι ένας τρόπος αναπαράστασης μιας επιφάνειας σε τρισδιάστατη μορφή στον υπολογιστή. Δημιουργείται από τα δεδομένα των αρχείων string και αποτελείται από ένα σύνολο από μη επικαλυπτόμενα, διαδοχικά τρίγωνα.

Το DTM Tools module παρέχει τα εργαλεία τόσο για την κατασκευή των DTMs, όσο και για την κατασκευή τομών ή τον υπολογισμό όγκων. Τα menu των εντολών είναι:

- *Creating DTMs*: Δημιουργία και επεξεργασία των μοντέλων.
- *Contours*: Δημιουργία και επεξεργασία περιγραμμάτων των μοντέλων.
- *Utilities*: Εργαλεία για την κατασκευή περιοριστικών ορίων (boundaries) γύρο από ένα μοντέλο, εύρεση των κέντρων των τριγώνων, απεικόνιση γεωλογικών ρηγματίων.
- *Volumes*: Εργαλεία για ογκομετρήσεις.

## 8.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία σχεδιασμού του λατομείου, χρειάστηκε να εισάγουμε στο Suprac δεδομένα που αφορούν την επιθυμητή περιοχή, όπως είναι το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής και το όριο του λατομικού χώρου.

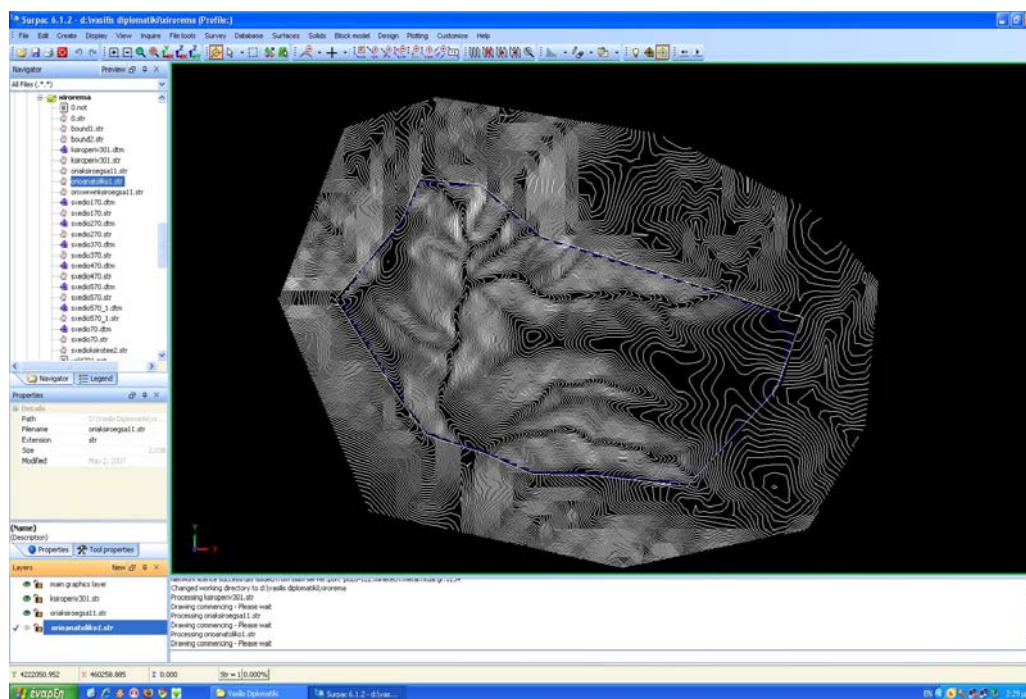
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Ο σχεδιασμός των βαθμίδων του λατομείου ξεκίνησε οχτώ μέτρα (8m) εσωτερικά του ορίου (offset) σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε (Εικόνα 13). Επίσης, ο σχεδιασμός και των δύο λατομικών χώρων παρουσιάζει την φάση εξόφλησής τους, με αποτέλεσμα να μη γίνει προσθήκη από ράμπες στα σχέδια.

Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

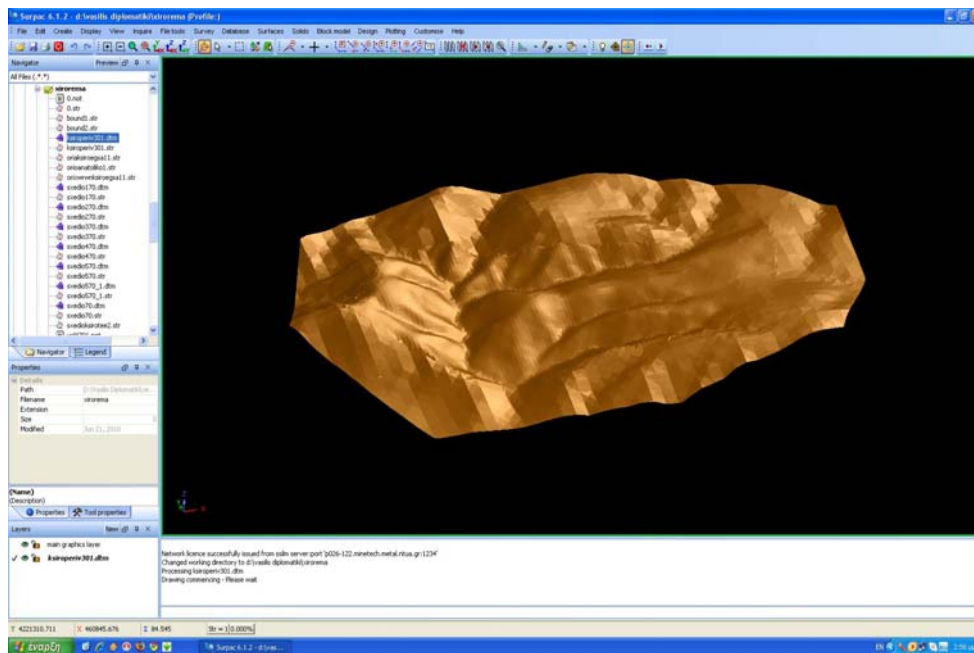
- File→new→layer
- create→digitize→start new segment
- create→digitize→new point by selection

Με τις παραπάνω εντολές δημιουργήθηκε ένα νέο layer, στο οποίο πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός.

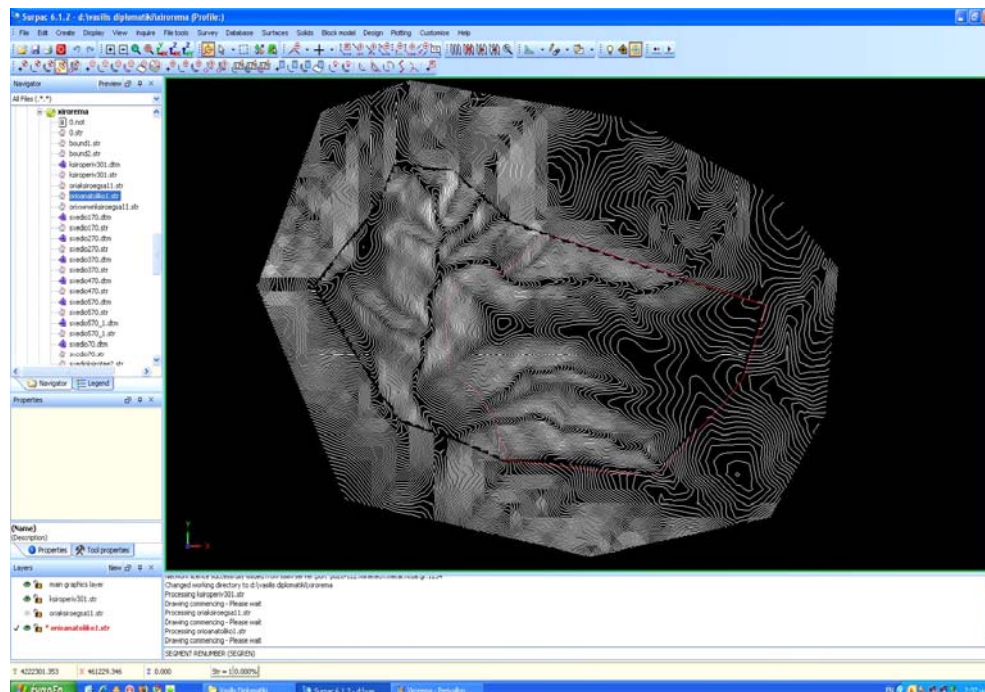


Εικόνα 13 - Όρια Λατομικής Περιοχής Ξηρορέματος.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

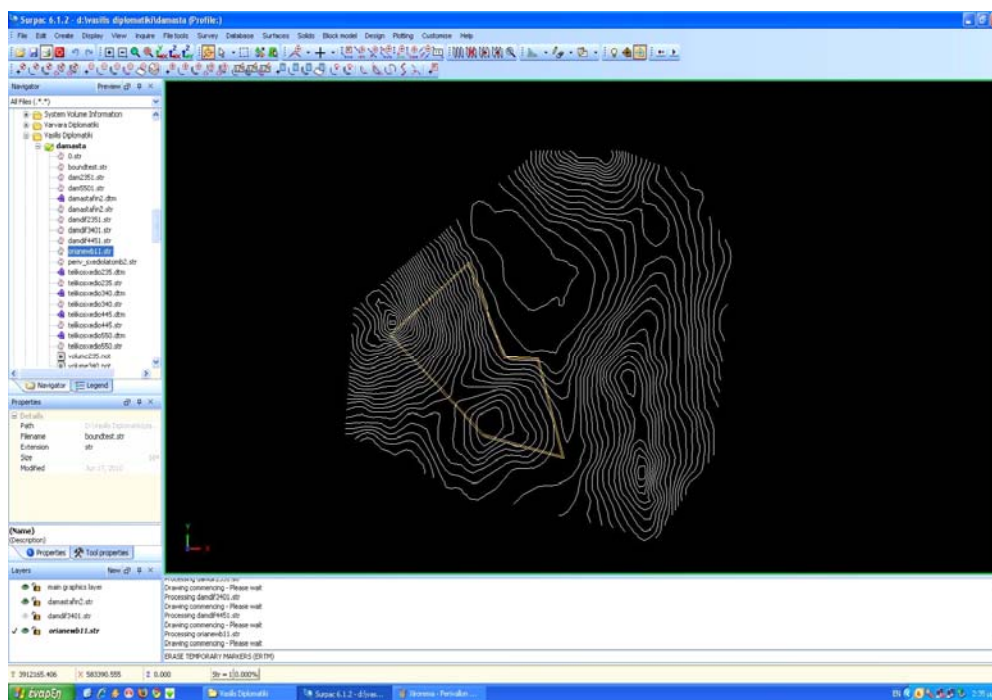


Εικόνα 14 – Τρισδιάστατη Απεικόνιση Αρχικού Ανάγλυφου Λατομικής Περιοχής Ξηρορέματος.

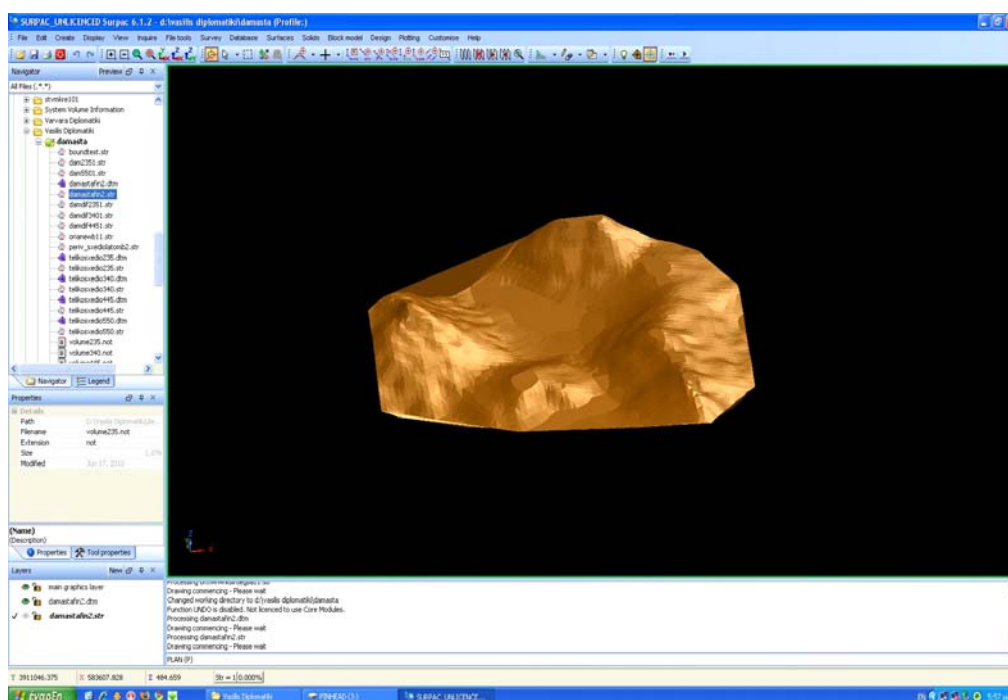


Εικόνα 15 - Όριο Εκμετάλλευσης Λατομικής Περιοχής Ξηρορέματος.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Εικόνα 16 - Όριο Εκμετάλλευσης Λατομικής Περιοχής Δαμάστας.



Εικόνα 17 - Τρισδιάστατη Απεικόνιση Αρχικού Ανάγλυφου Λατομικής Περιοχής Δαμάστας.

Στην εικόνα 13, το άσπρο τμήμα αποτελεί το αρχικό όριο ενώ το μπλε τμήμα την μετατόπιση του ορίου 8m προς το εσωτερικό του λατομείου (offset), ενώ στις εικόνες 14, 15, 16 & 17 αναπαρίστανται τα αρχικά ανάγλυφα και τα όρια

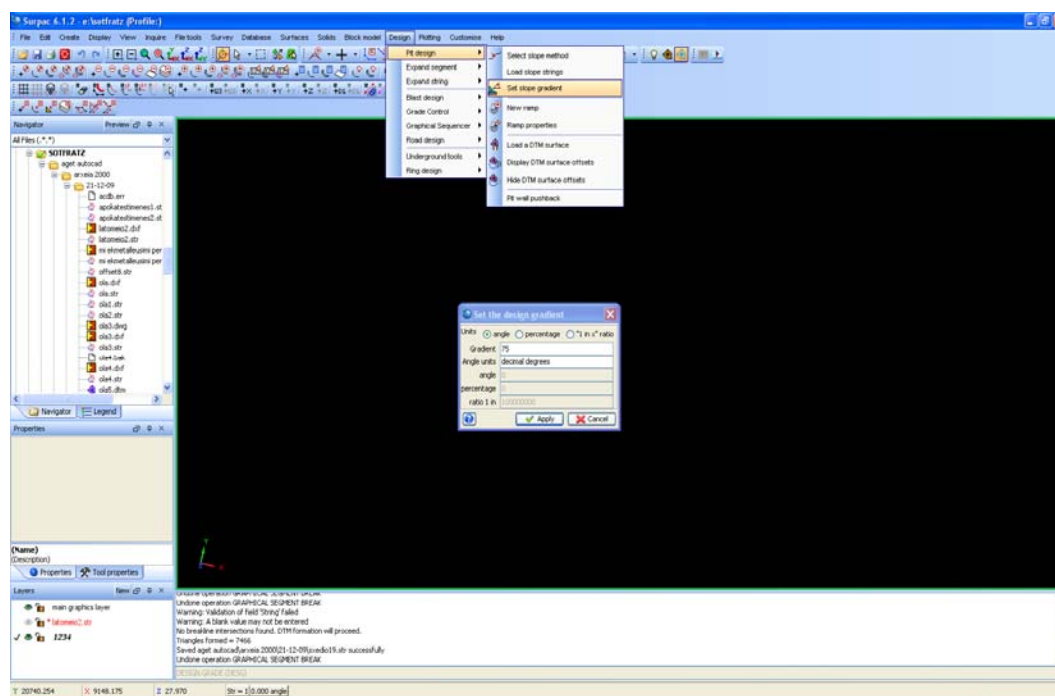
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

εκμετάλλευσης των λατομικών περιοχών Ξηρορέματος και Δαμάστας αντίστοιχα. Στο τμήμα του λατομικού χώρου, το οποίο βρίσκεται εκτός των ορίων, δεν έγινε καμία επέμβαση.

### 8.2.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ

Αρχικά αντιγράφουμε τα εξωτερικά σημεία στο string file που θα χρησιμοποιηθεί. Προκειμένου να ξεκινήσει ο σχεδιασμός βαθμίδων χρειάζεται να οριστεί η κλίση τους, πράγμα το οποίο γίνεται με την παρακάτω εντολή:

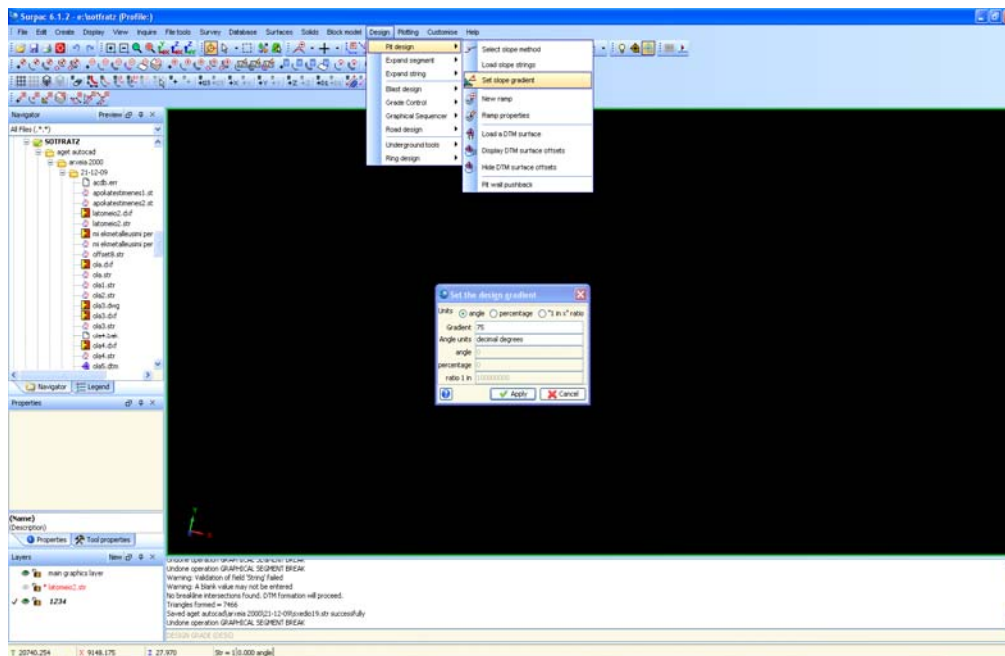
- *Design*→*pit design*→*set slop gradient*. Η κλίση των βαθμίδων θα οριστεί στις  $70^{\circ}$ , όπως φαίνεται στην εικόνα 18 :



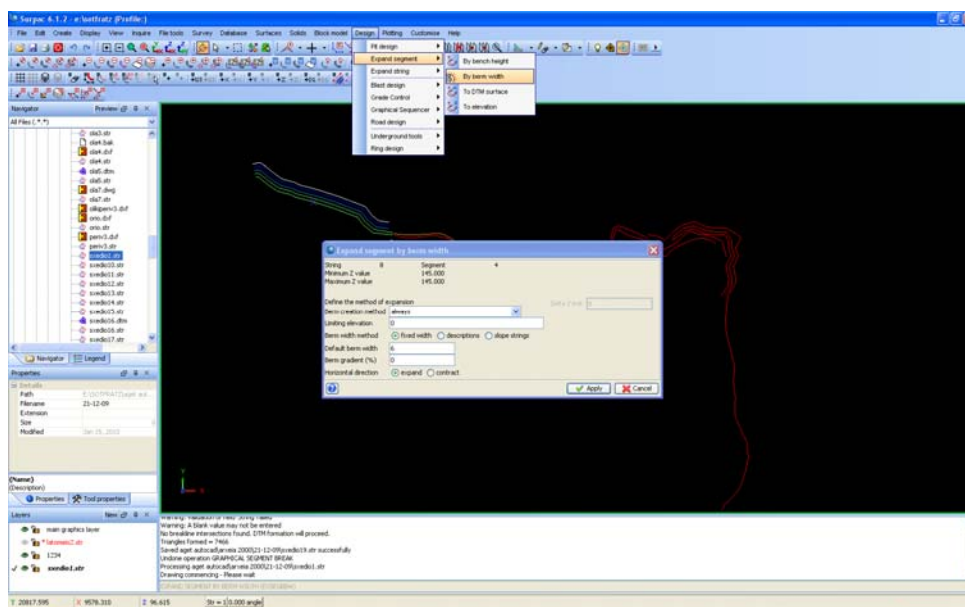
Εικόνα 18 - Ορισμός της κλίσης των βαθμίδων.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Προκειμένου να διαμορφωθούν οι βαθμίδες θα χρησιμοποιηθούν οι δυο παρακάτω εντολές, εκ των οποίων η πρώτη ορίζει το “φρύδι” της βαθμίδας ενώ η δεύτερη το “πόδι” (πλάτωμα) (Εικόνες 19-20) :



Εικόνα 19 - Εντολή design→expand segment→by bench high.

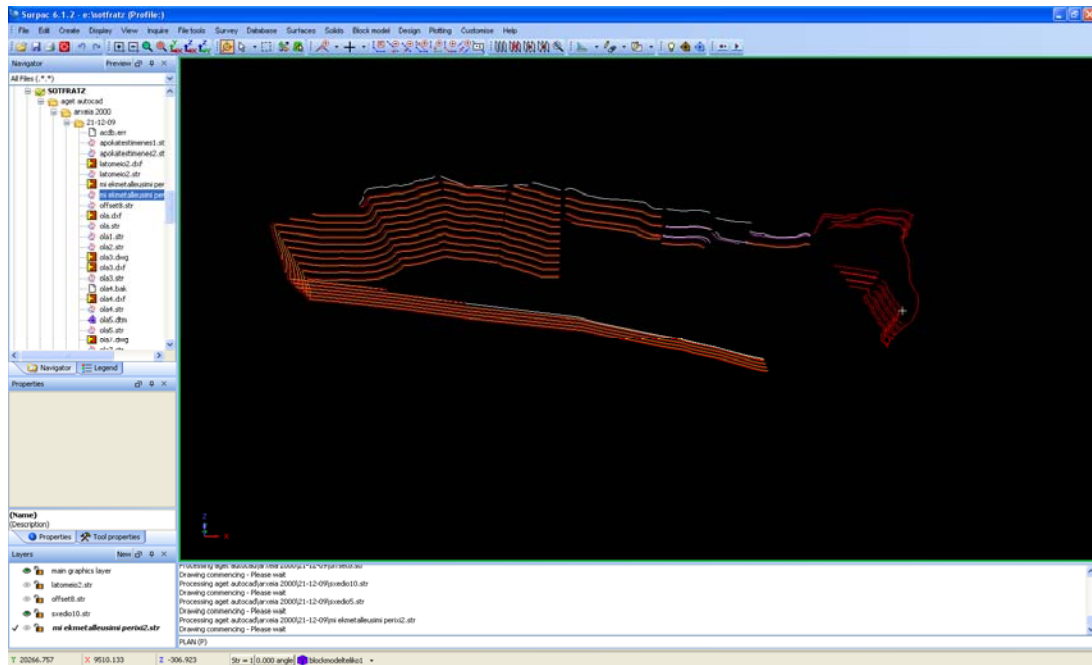


Εικόνα 20 - Εντολή design→expand segment→by bench high.

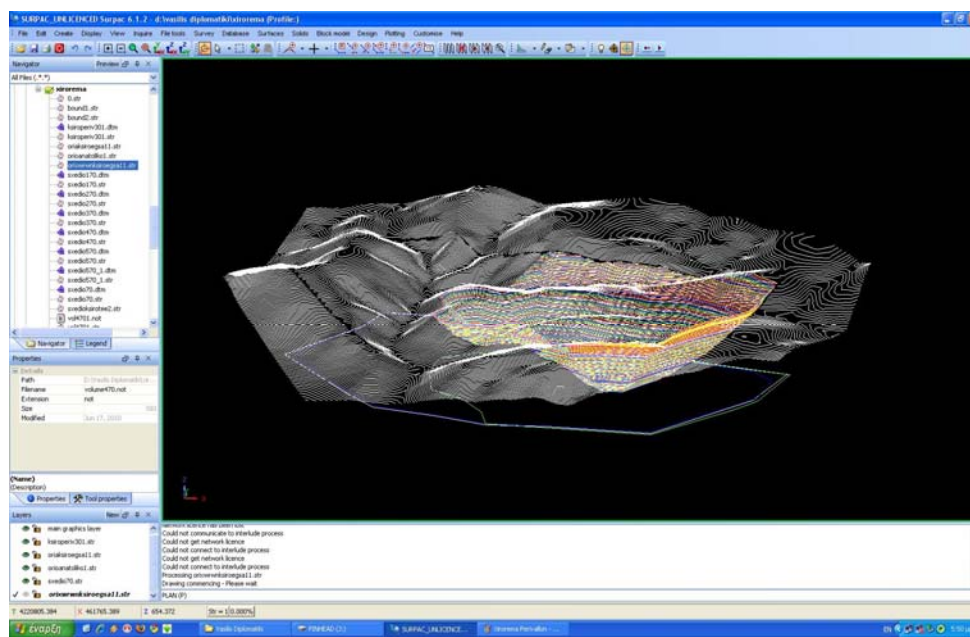


“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Ορίζουμε ύψος βαθμίδας 10m και πλάτος βαθμίδας 6m. Ο σχεδιασμός των βαθμίδων γίνεται παράλληλα στα διάφορα τμήματα (Εικόνα 21), κατά τα οποία χωρίσαμε την σχεδίαση του λατομικού χώρου ώστε να εντοπίζονται τυχόν λάθη αλλά και να διευκολύνεται η διαδικασία.

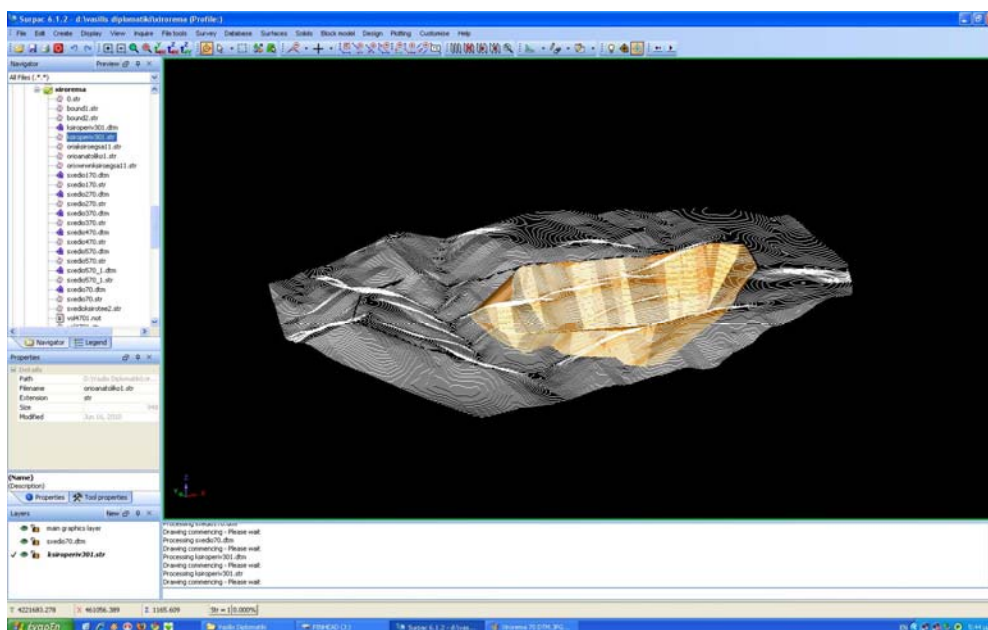


Εικόνα 21 - Σχεδιασμός βαθμίδων ανά τμήματα.



Εικόνα 22 - Σχεδιασμός Λατομείου Ξηρορέματος.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

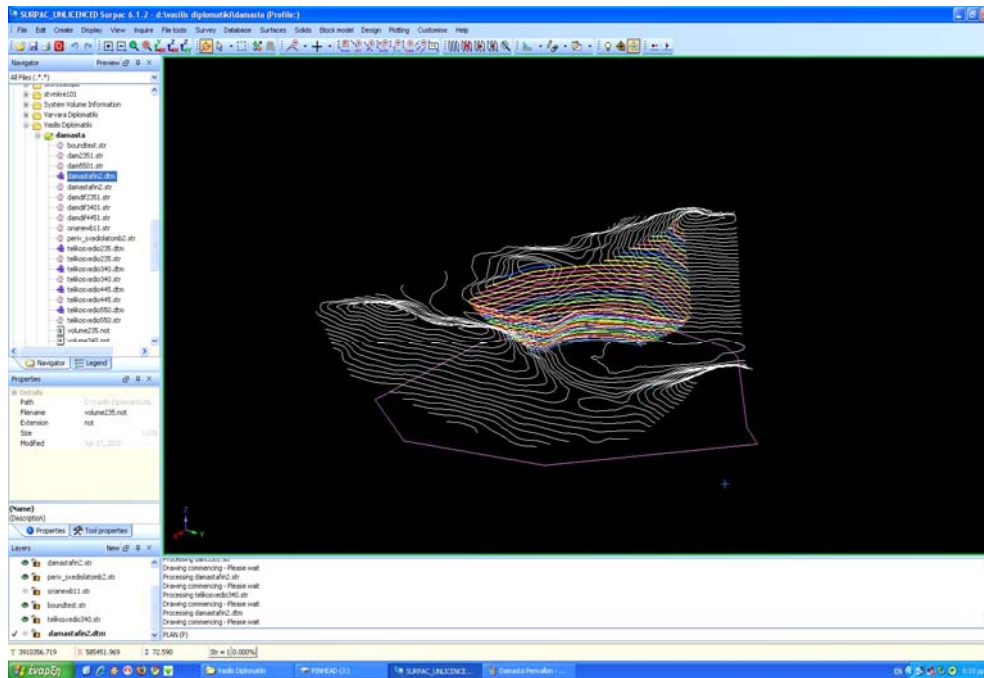


**Εικόνα 23** – Τρισδιάστατη Μορφή Τελικού Σχεδιασμού Λατομείου Ξηρορέματος (DTM).

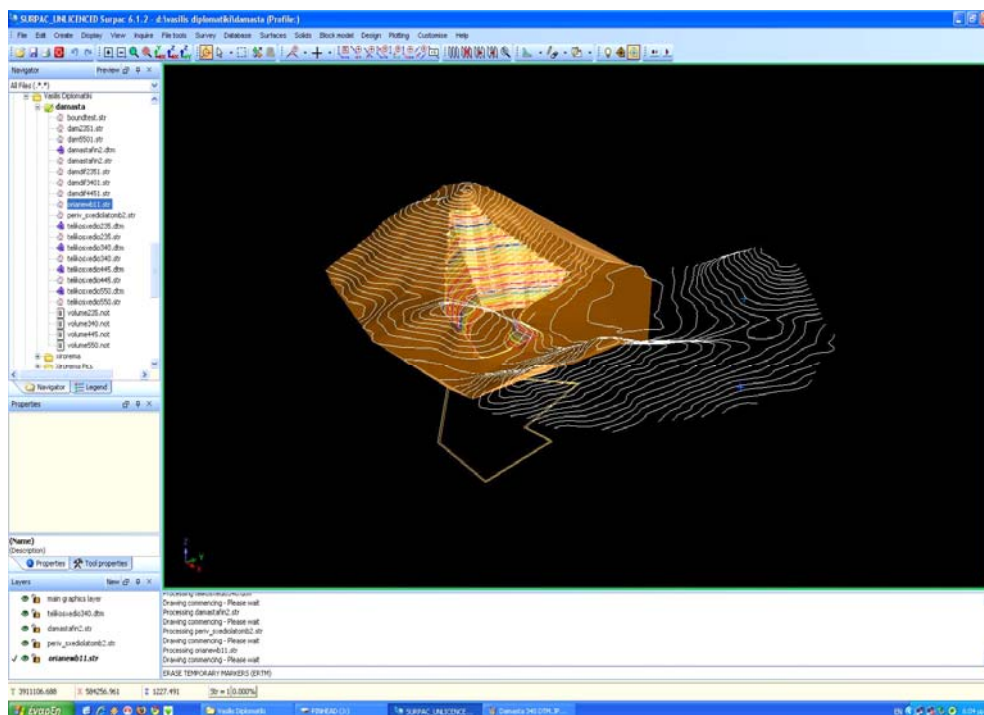
Στις εικόνες 22 & 23 απεικονίζεται το τελικό στάδιο του σχεδιασμού. Οι βαθμίδες πλέον έχουν πάρει την τελική τους μορφή. Στην εικόνα έχει προστεθεί το αρχικό όριο του λατομείου καθώς επίσης και η μετατόπισή του κατά 8 μέτρα προς το εσωτερικό του λατομικού χώρου, όπως κρίνεται απαραίτητο σύμφωνα με τον Κ.Μ.Λ.Ε.

Απολύτως αντίστοιχα με τον σχεδιασμό του λατομικού χώρου του Ξηρορέματος σχεδιάζουμε το προς εκμετάλλευση λατομείο της περιοχής Δαμάστας, τα σχέδια της οποίας αποτυπώνονται στις εικόνες 24 & 25 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Εικόνα 24 - Τελικός Σχεδιασμός Λατομείου Δαμάστας.



Εικόνα 25 – Τρισδιάστατη Μορφή Τελικού Σχεδιασμού Λατομείου Δαμάστας (DTM).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ & ΔΑΜΑΣΤΑΣ**

### **9.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΞΗΡΟΡΕΜΑΤΟΣ**

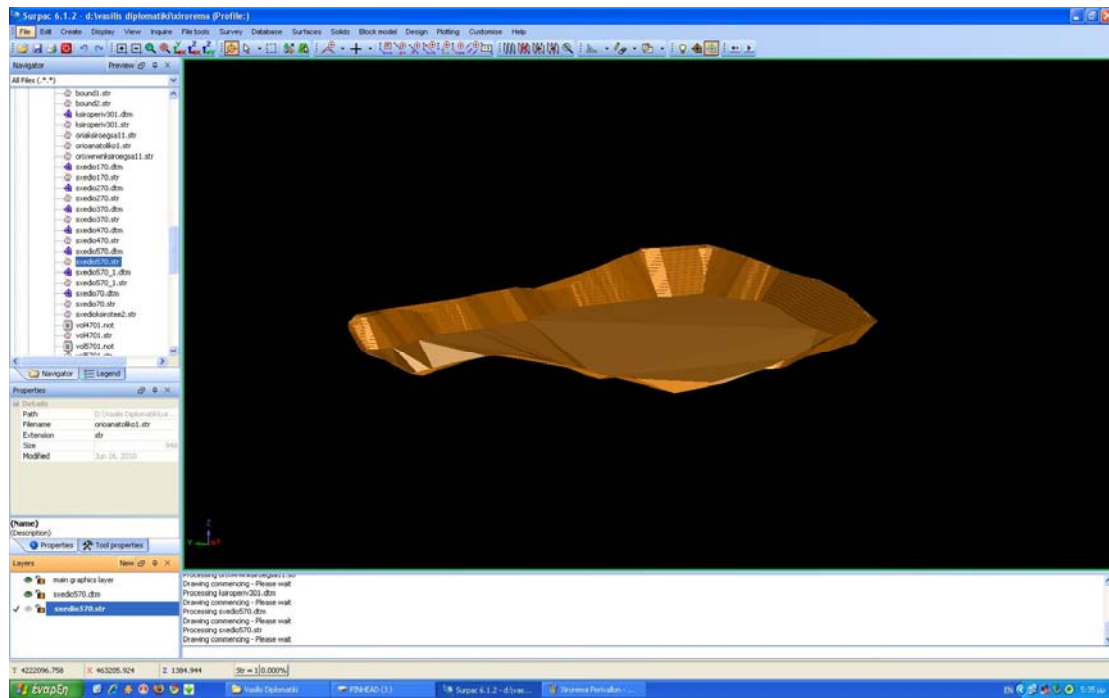
Στο ανατολικό τμήμα η μέγιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ του χαμηλότερου και του υψηλότερου σημείου του λατομικού χώρου όπου θα λάβει χώρα η εκμετάλλευση (μέχρι την πλήρη εξόφληση του κοιτάσματος) είναι 600 m, με δεδομένο ότι το ανώτερο σημείο από το οποίο θα ξεκινήσει η εκμετάλλευση βρίσκεται στα +670 m (στο βορειοανατολικό άκρο της περιοχής) και η τελική πλατεία θα διαμορφωθεί στα +70 m.

Η εκμετάλλευση θα αναπτυχθεί από πάνω προς τα κάτω με την δημιουργία βαθμίδων μέγιστου ύψους 10 m και κλίσεως πρανούς του μετώπου  $70^{\circ}$  ως προς το οριζόντιο επίπεδο, όπως έχει ήδη σχεδιασθεί. Το πλάτος δαπέδου των βαθμίδων στη φάση της εξόφλησης θα είναι 6 m.

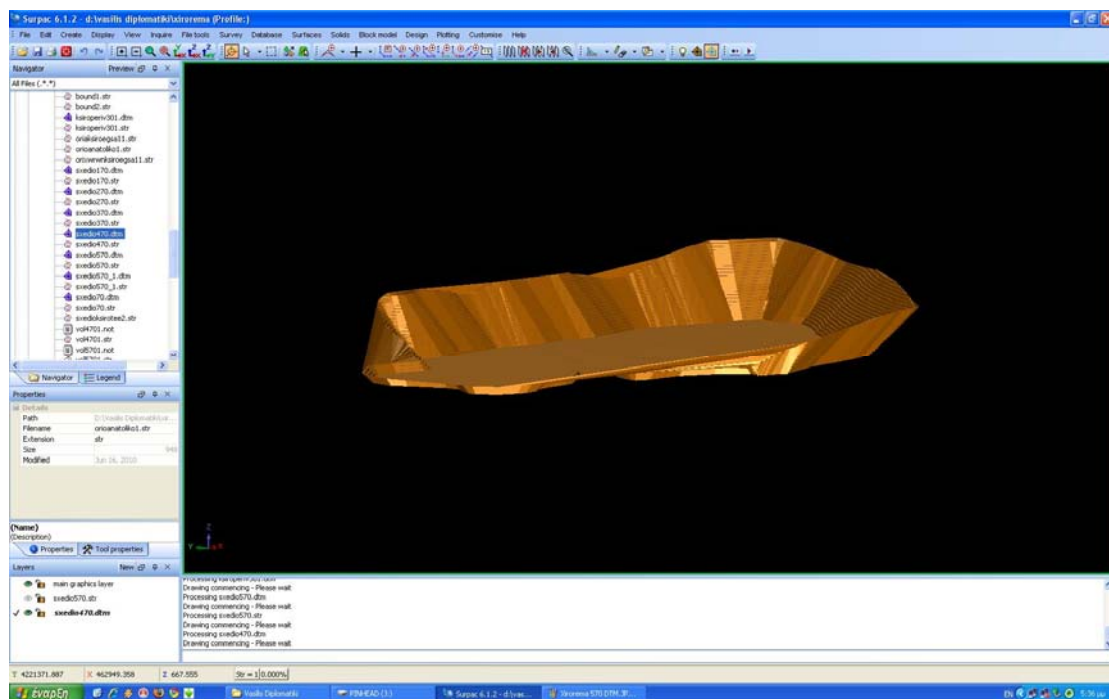
Οι ογκομετρήσεις για τα διάφορα βάθη εκμετάλλευσης θα πραγματοποιηθούν με το λογισμικό SURPAC. Έχοντας ήδη δημιουργήσει τα επιμέρους αρχεία STR για βάθος προχώρησης της εκμετάλλευσης ανά 100 m, δημιουργούμε τα αντίστοιχα αρχεία DTM, μέσο των οποίων θα υπολογίσουμε για το εκάστοτε βάθος προχώρησης τον όγκο αδρανών υλικών προς εκμετάλλευση.

Τα διάφορα στάδια εκμετάλλευσης του λατομείου, έχοντας ως αφετηρία το υψηλότερο σημείο του λατομικού χώρου (+670m) και χαμηλότερο σημείο δημιουργίας της πλατείας τα +70m παρουσιάζονται στις εικόνες 26 – 31 :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

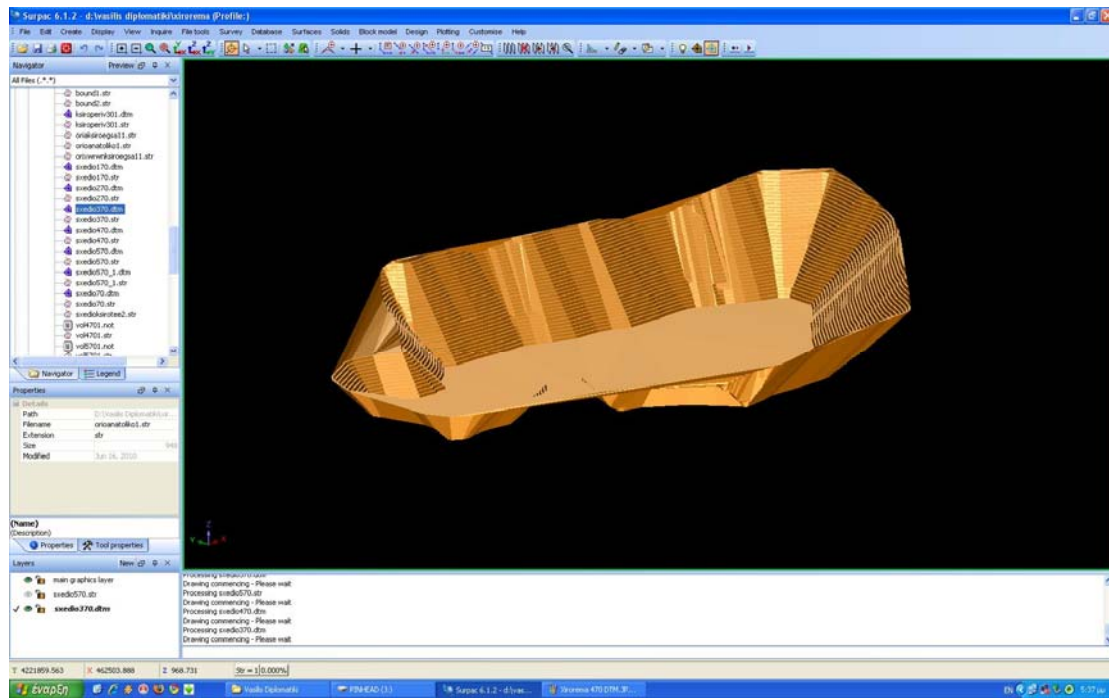


Εικόνα 26 – Βάθος Εκμετάλλευσης +570 m.

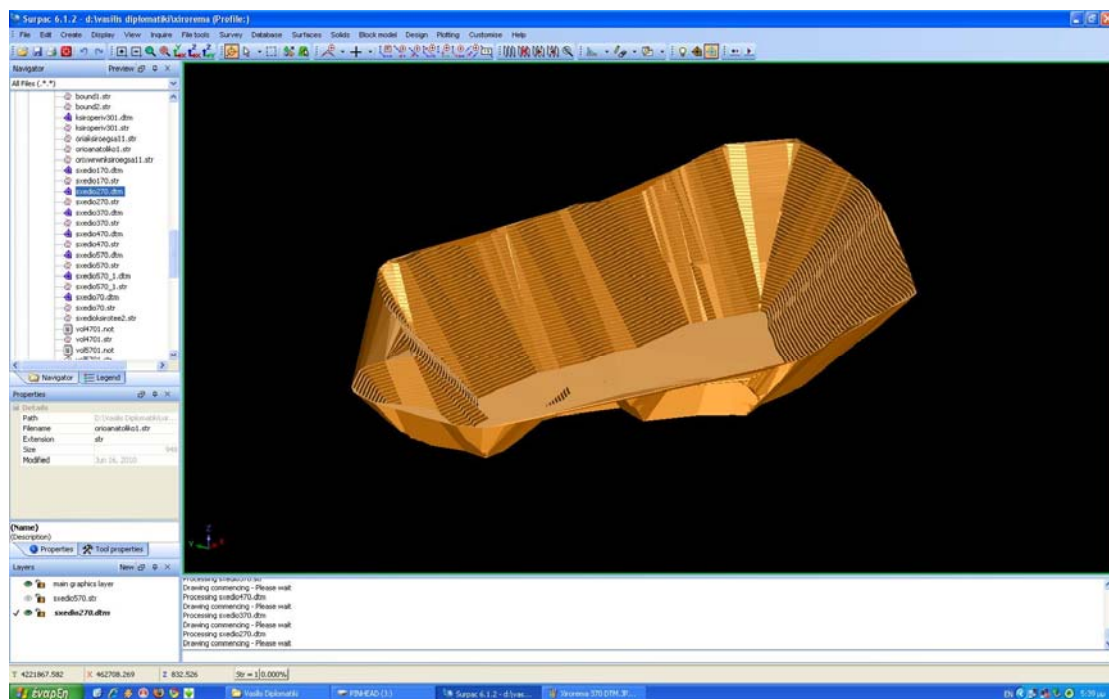


Εικόνα 27 – Βάθος Εκμετάλλευσης +470 m.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

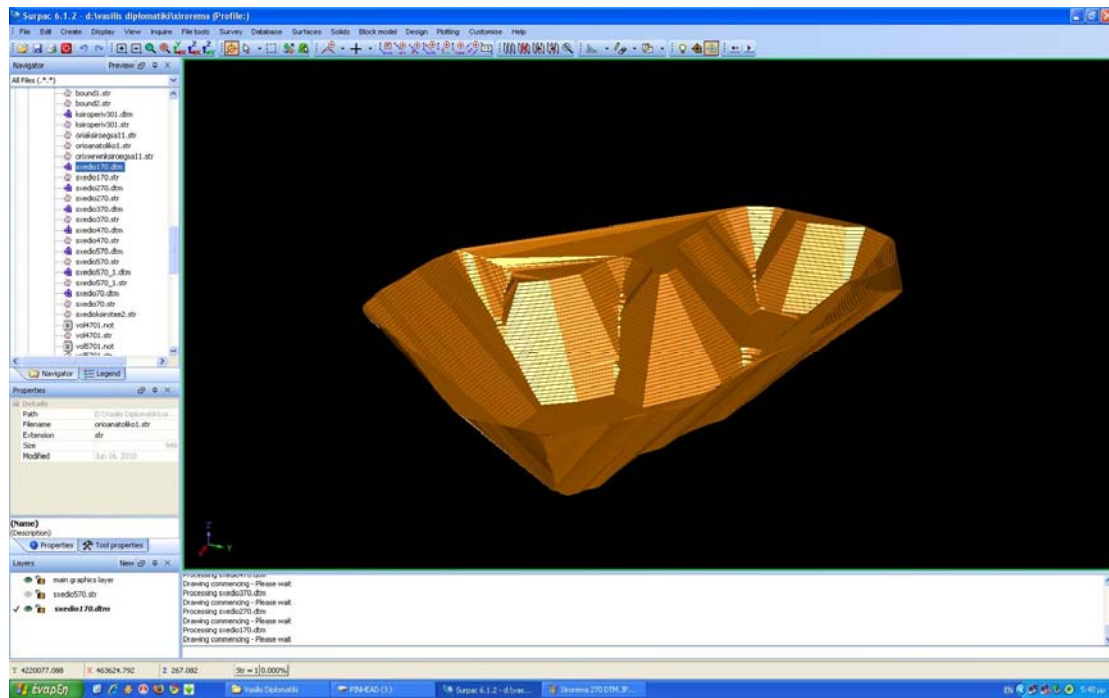


Εικόνα 28 – Βάθος Εκμετάλλευσης +370 m.

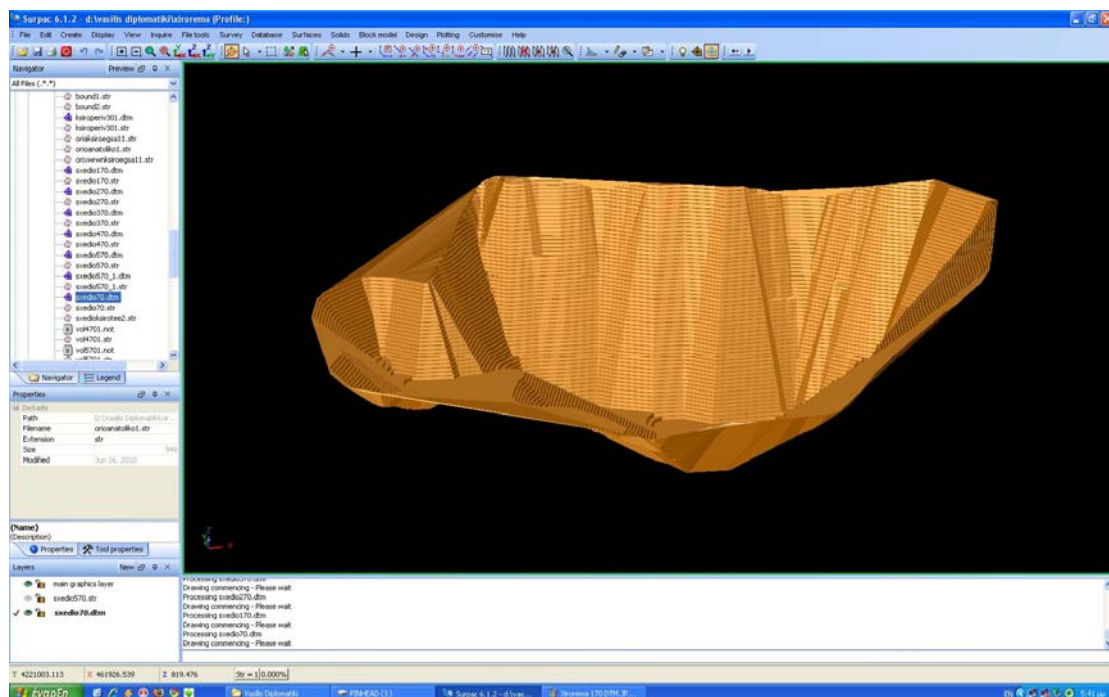


Εικόνα 29 – Βάθος Εκμετάλλευσης +270 m.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



Εικόνα 30 – Βάθος Εκμετάλλευσης +170 m.



Εικόνα 31 – Βάθος Εκμετάλλευσης +70 m.

Χρησιμοποιώντας ως ανώτερο επίπεδο το +670m, υπολογίζουμε τους επιμέρους όγκους αδρανών υλικών για τα υπόλοιπα επίπεδα εκμετάλλευσης με την κάτωθι εντολή του λογισμικού :

*Surfaces – Volumes – Cut and Fill between DTMs*

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

, εκ της οποίας λαμβάνουμε για το κάθε στάδιο προχώρησης ένα αντίστοιχο net volume, ο οποίος είναι και ο όγκος του υλικού, εκφρασμένος σε κυβικά μέτρα ( $m^3$ ). Για τη μετατροπή του σε τόνους, θα πολλαπλασιάσουμε το εκάστοτε αποτέλεσμα με το ειδικό βάρος του αδρανούς υλικού, το οποίο στην περίπτωσή μας είναι ο ασβεστόλιθος με τιμή ειδικού βάρους  $2,7 \text{ kg/m}^3$ .

Οι τιμές των ογκομετρήσεων για το εκάστοτε βάθος παρουσιάζονται στους πίνακες 46 & 47 :

**Πίνακας 46** – Ποσότητες αδρανούς υλικού συναρτήσει του βάθους εκμετάλλευσης.

Επίπεδα Ογκομέτρησης	Βάθος Εκμετάλλευσης (m)	Όγκος Αδρανούς Υλικού ( $m^3$ )	Όγκος Αδρανούς Υλικού (ton)
+670 - +570	100	116.210.496	313.768.339
+670 - +470	200	307.101.016	829.172.743
+670 - +370	300	451.948.979	1.220.262.243
+670 - +270	400	546.319.335	1.475.062.204
+670 - +170	500	597.018.288	1.611.949.377
+670 - +70	600	618.874.973	1.670.962.427

**Πίνακας 47** – Ποσότητες αδρανούς υλικού ανά 100 μέτρα εκμετάλλευσης.

Επίπεδα Ογκομέτρησης	Βάθος Εκμετάλλευσης (m)	Όγκος Αδρανούς Υλικού ( $m^3$ )	Όγκος Αδρανούς Υλικού (ton)
+670 - +570	100	116.210.496	313.768.339
+570 - +470	100	190.890.520	515.404.404
+470 - +370	100	144.847.963	391.089.500
+370 - +270	100	94.370.356	254.799.961
+270 - +170	100	50.698.953	136.887.173
+170 - +70	100	21.856.685	59.013.049
<b>Συνολικός Όγκος</b>	-	618.874.973	<b>1.670.962.427</b>



## **9.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΛΑΤΟΜΙΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΔΑΜΑΣΤΑΣ**

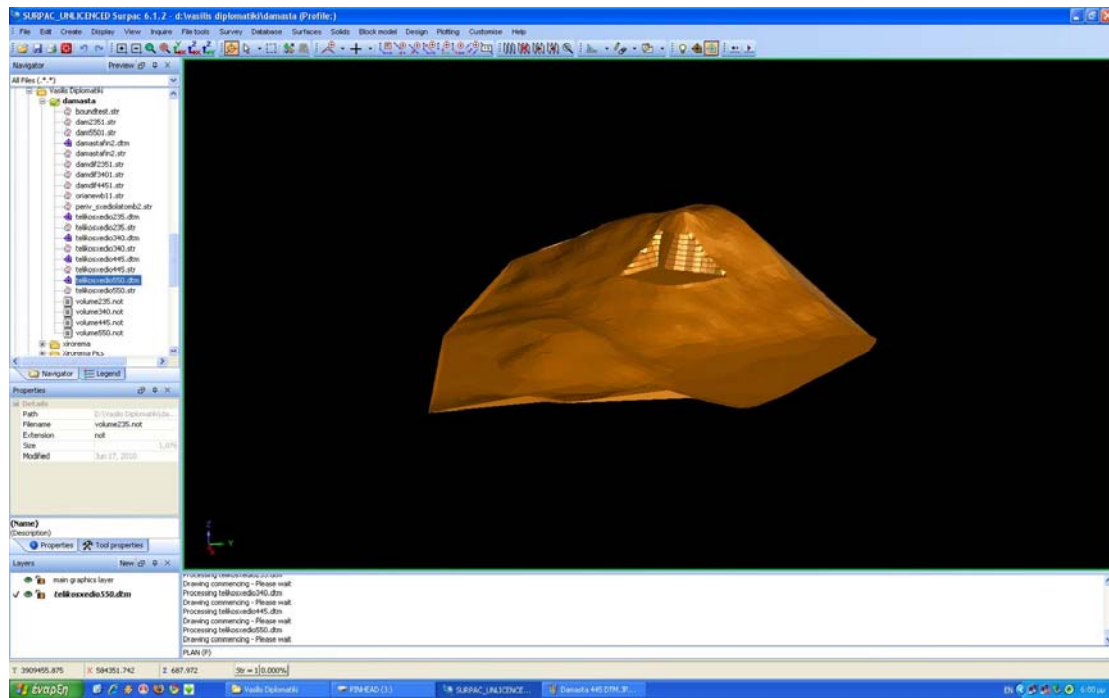
Σύμφωνα με τα στοιχεία του σχεδιασμού που προαναφέρθηκαν, η μέγιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ του χαμηλότερου και του υψηλότερου σημείου του λατομικού χώρου όπου θα λάβει χώρα η εκμετάλλευση (μέχρι την πλήρη εξόφληση του κοιτάσματος) είναι 420 m, με δεδομένο ότι το ανώτερο σημείο από το οποίο θα ξεκινήσει η εκμετάλλευση βρίσκεται στα +655 m στο βόρειο - βορειοδυτικό τμήμα της λατομικής περιοχής και η τελική πλατεία θα διαμορφωθεί στα +235 m. Οι βαθμίδες θα έχουν περιμετρική ανάπτυξη δημιουργώντας κατ’ αυτό τον τρόπο μια χοανοειδή εκσκαφή.

Ο υπολογισμός των απολήψιμων αποθεμάτων θα γίνει μέχρι την πλήρη εξόφληση του κοιτάσματος, όπως έγινε αντίστοιχα για την λατομική περιοχή του Ξηρορέματος με το λογισμικό SURPAC και θα υπολογιστεί ο όγκος που περικλείεται μεταξύ του υφιστάμενου γεωμορφολογικού ανάγλυφου και της προτεινόμενης τελικής διαμόρφωσης της λατομικής περιοχής.

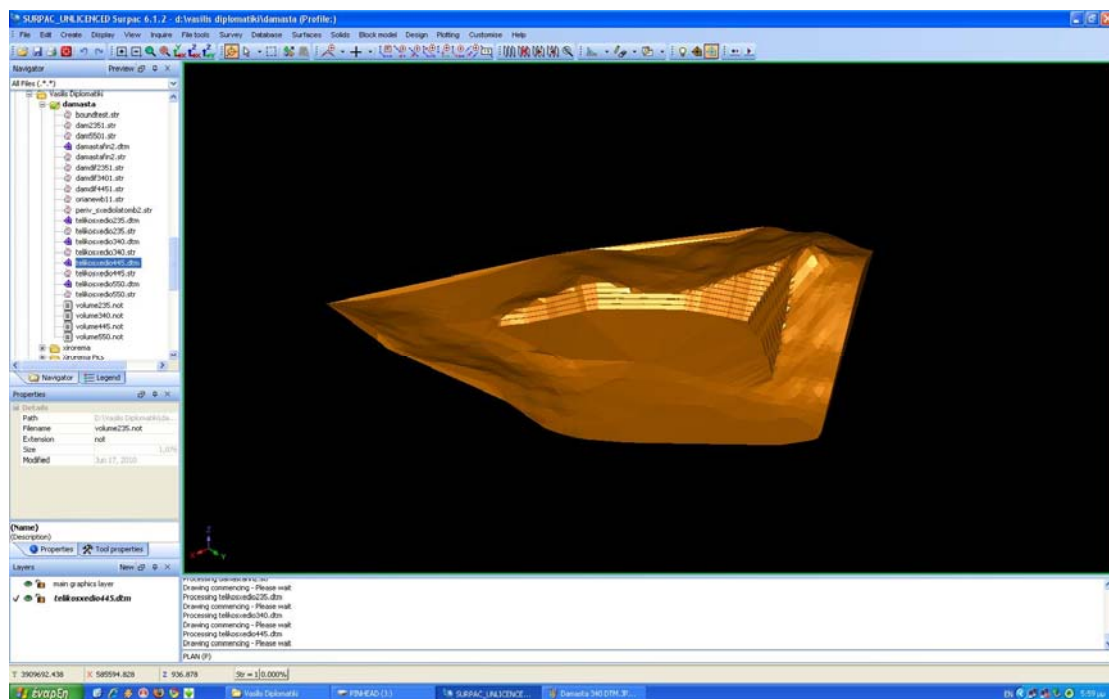
Έχοντας ήδη δημιουργήσει τα επιμέρους αρχεία STR για βάθος προχώρησης της εκμετάλλευσης ανά 105 m, δημιουργούμε τα αντίστοιχα αρχεία DTM, μέσω των οποίων θα υπολογίσουμε για το εκάστοτε βάθος προχώρησης τον όγκο αδρανών υλικών προς εκμετάλλευση.

Τα διάφορα στάδια εκμετάλλευσης του λατομείου, έχοντας ως αφετηρία το υψηλότερο σημείο του λατομικού χώρου (+655m) και χαμηλότερο σημείο δημιουργίας της πλατείας τα +235m παρουσιάζονται στις εικόνες 32 – 35, ενώ στις εικόνες 36 & 37 παρουσιάζεται η τελική διαμόρφωση του λατομικού χώρου σε τρισδιάστατη μορφή, από 2 διαφορετικές οπτικές γωνίες :

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

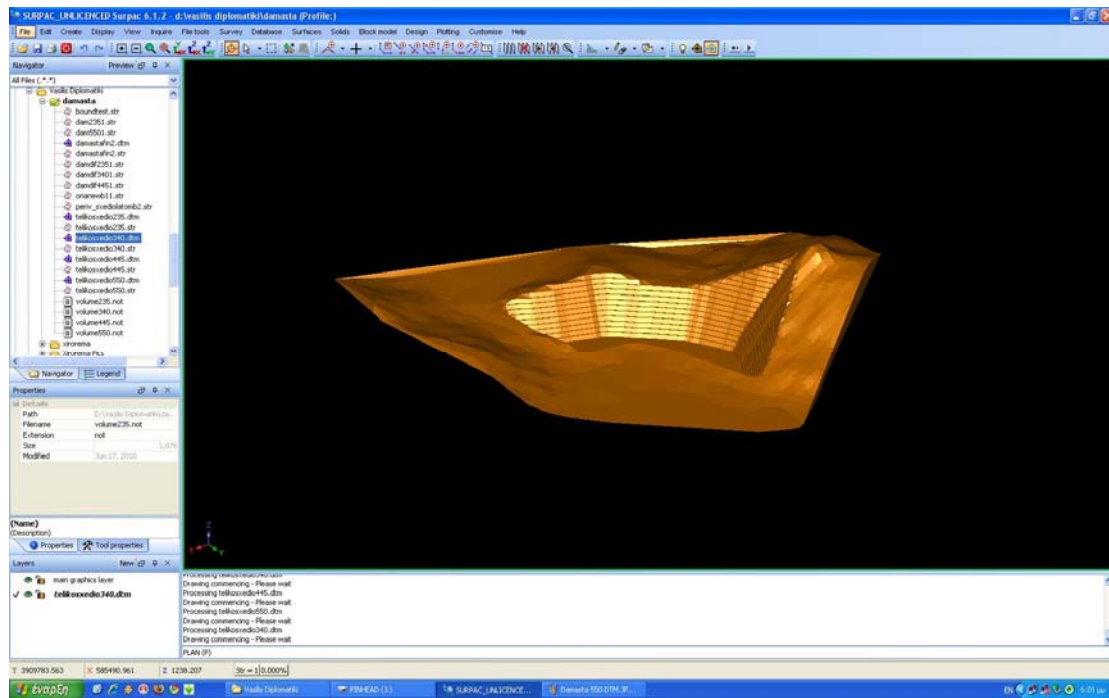


Εικόνα 32 – Βάθος Εκμετάλλευσης +550m.

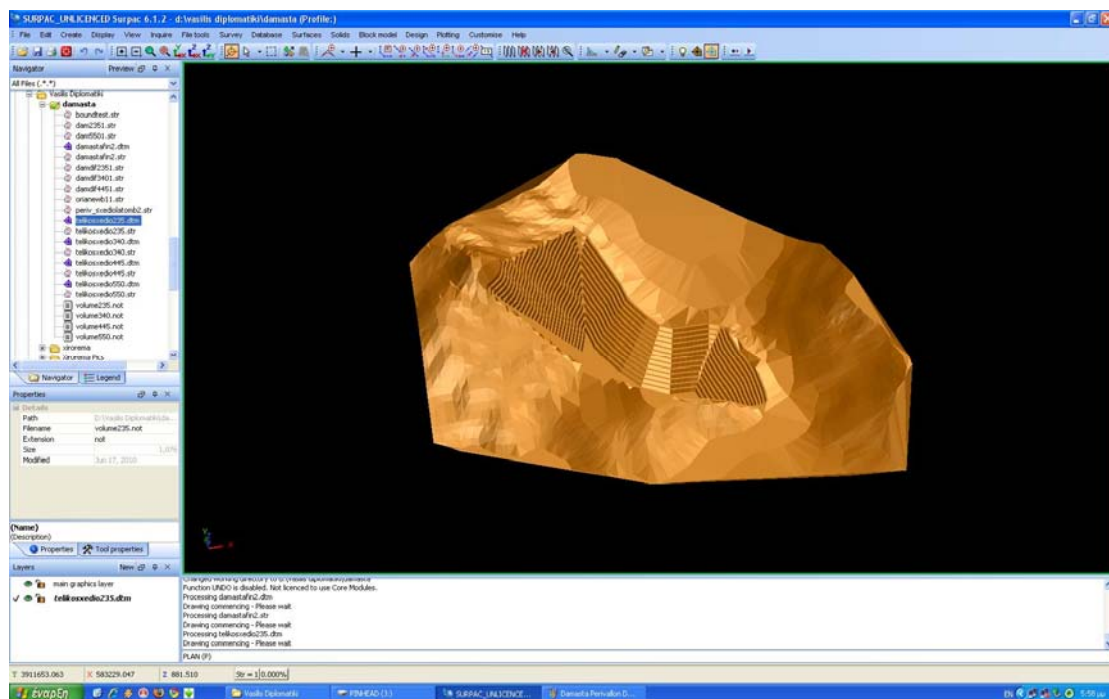


Εικόνα 33 – Βάθος Εκμετάλλευσης +445m.

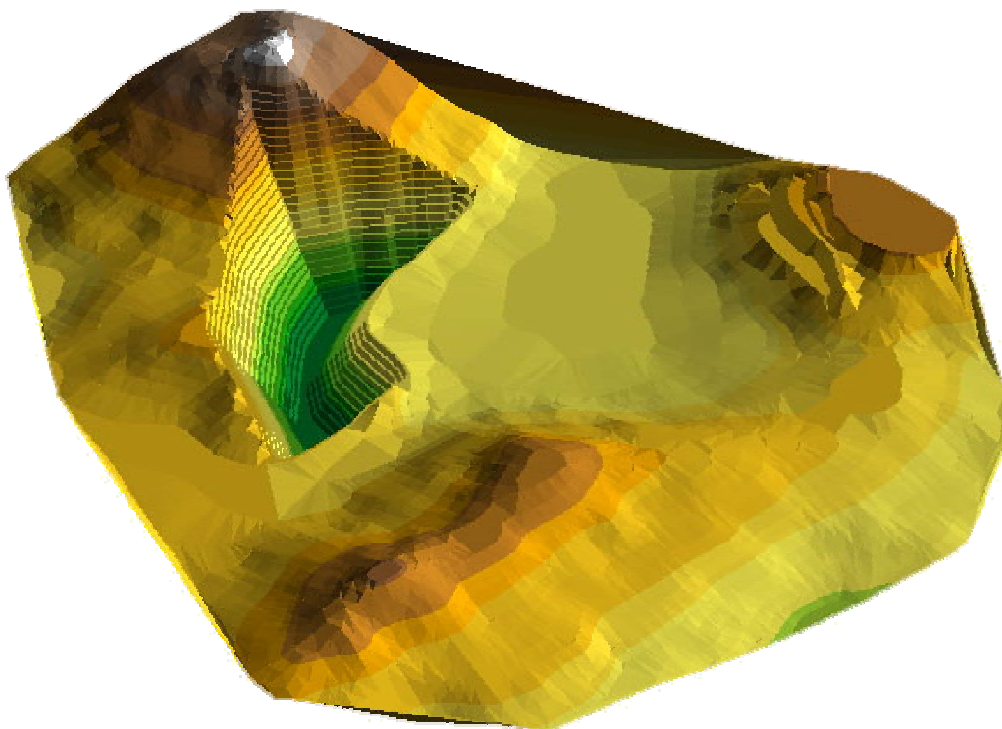
“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.



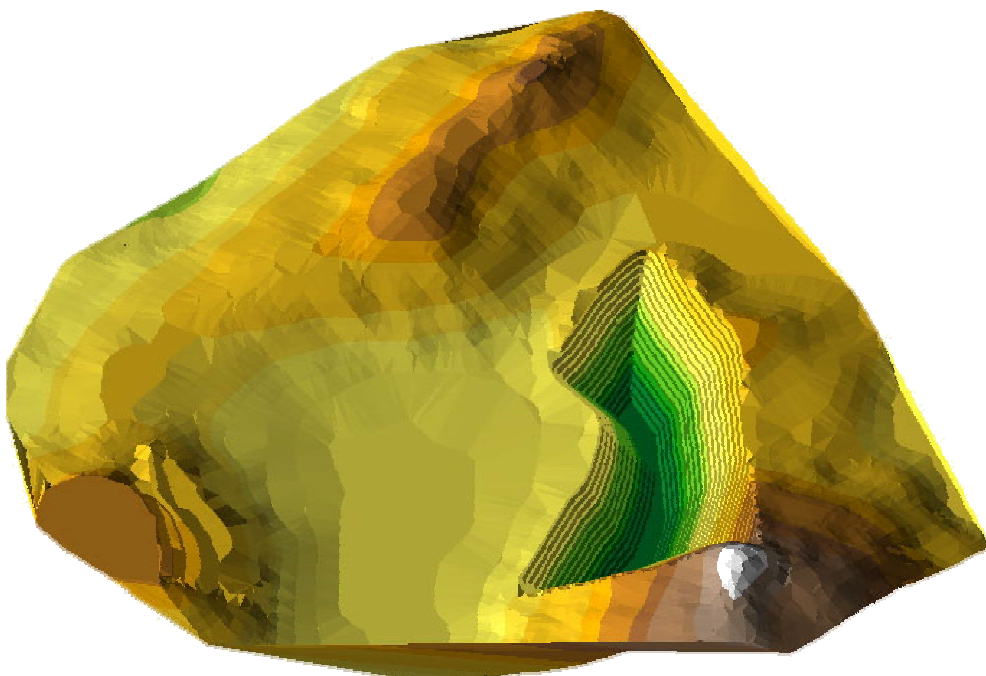
Εικόνα 34 – Βάθος Εκμετάλλευσης +340m.



Εικόνα 35 – Βάθος Εκμετάλλευσης +235m.



**Εικόνα 36** – Τρισδιάστατη απεικόνιση της τελικής μορφής του λατομικού χώρου Β περιοχής Δαμάστας.



**Εικόνα 37** – Τρισδιάστατη απεικόνιση της τελικής μορφής του λατομικού χώρου Β περιοχής Δαμάστας.

“Προσδιορισμός μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους υπαίθριας εκμετάλλευσης αδρανών υλικών σε συνάρτηση με το κόστος μεταφοράς”.

Χρησιμοποιώντας ως ανώτερο επίπεδο το +655m, υπολογίζουμε τους επιμέρους όγκους αδρανών υλικών για τα υπόλοιπα επίπεδα εκμετάλλευσης με την κάτωθι εντολή του λογισμικού :

*Surfaces – Volumes – Cut and Fill between DTMs*

, εκ της οποίας λαμβάνουμε για το κάθε στάδιο προχώρησης ένα αντίστοιχο net volume, ο οποίος είναι και ο όγκος του υλικού, εκφρασμένος σε κυβικά μέτρα ( $m^3$ ). Για τη μετατροπή του σε τόνους, θα πολλαπλασιάσουμε το εκάστοτε αποτέλεσμα με το ειδικό βάρος του αδρανούς υλικού, το οποίο στην περίπτωσή μας είναι ο ασβεστόλιθος με τιμή ειδικού βάρους  $2,7 \text{ kg/m}^3$ .

Οι τιμές των ογκομετρήσεων για το εκάστοτε βάθος παρουσιάζονται στους πίνακες 48 & 49 :

**Πίνακας 48** – Ποσότητες αδρανούς υλικού συναρτήσει του βάθους εκμετάλλευσης.

Επίπεδα Ογκομέτρησης	Βάθος Εκμετάλλευσης (m)	Όγκος Αδρανούς Υλικού ( $m^3$ )	Όγκος Αδρανούς Υλικού (ton)
+655 - +550	105	1.523.928	4.114.605
+655 - +445	210	16.400.965	44.282.605
+655 - +340	315	33.979.055	91.743.448
+655 - +235	420	40.296.294	108.799.993

**Πίνακας 49** – Ποσότητες αδρανούς υλικού ανά 105 μέτρα εκμετάλλευσης.

Επίπεδα Ογκομέτρησης	Βάθος Εκμετάλλευσης (m)	Όγκος Αδρανούς Υλικού ( $m^3$ )	Όγκος Αδρανούς Υλικού (ton)
+655 - +550	105	1.523.928	4.114.605
+550 - +445	105	14.877.040	40.168.008
+445 - +340	105	17.578.083	47.460.824
+340 - +235	105	6.317.239	17.056.545
<b>Συνολικός Όγκος</b>	-	<b>40.296.290</b>	<b>108.799.993</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 - ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από όλους τους τομείς της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Μελετώντας τα αποτελέσματα των απολήξιμων αποθεμάτων των δύο ανωτέρω λατομείων, σε συνδυασμό με την συναρμογή των προαναφερθέντων μηχανημάτων φόρτωσης – μεταφοράς, των αντιστοίχων αποτελεσμάτων συνολικού κόστους, κόστους φόρτωσης – μεταφοράς, κέρδους από την πώληση των αδρανών υλικών για το εκάστοτε βάθος εκμετάλλευσης καθώς επίσης και από τον προσδιορισμό του μέγιστου βάθους εκμετάλλευσης, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα :

- Στην περίπτωση συναρμογής της μηχανής φόρτωσης με χωματουργικά αυτοκίνητα, όταν η κλίση του δρόμου είναι 8%, παρατηρούμε ότι στο βάθος μετάβασης της εκμετάλλευσης από τα 300 στα 400 μέτρα, τόσο για καινούργιο όσο και για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς αλλά και το συνολικό κόστος αυξάνεται απότομα. Αυτό συμβαίνει καθόσον έχουμε μία αντίστοιχη αύξηση χωματουργικών αυτοκινήτων για το συγκεκριμένο βάθος, με απώτερο σκοπό την επίτευξη σταθερού ωριαίου ρυθμού παραγωγής του στόλου των Χ.Α.
- Στην περίπτωση κλίσης δρόμου 10%, τόσο για καινούργιο όσο και για μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, παρατηρούμε ότι κατά την αύξηση του βάθους εκμετάλλευσης από τα 200 στα 300 μέτρα, κοντά στην περιοχή βάθους των 250 μέτρων, έχουμε μία σύγκλιση τιμών κόστους για όλα τα συστήματα συναρμογής. Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να δεχτούμε ότι για το συγκεκριμένο βάθος, τόσο το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς όσο και το συνολικό κόστος είναι το ίδιο, ανεξαρτήτως ποιο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού θα επιλέξουμε.
- Συγκρίνοντας τα διαγράμματα συνολικού κόστους και συμμετοχής κόστους Φ-Μ στο συνολικό κόστος συναρτήσει του βάθους προχώρησης της εκμετάλλευσης και της κλίσης δρόμου, παρατηρούμε ότι για κλίση 10% έχουμε μία αναλογική αύξηση του κόστους για όλα τα συστήματα συναρμογής, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στην περίπτωση κλίσης 8% για

συγκεκριμένα συστήματα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού (992G-777F & 993K-777F).

- Μέσω των διαγραμμάτων μεταβολής του κόστους Φ-Μ, παρατηρούμε ότι για συγκεκριμένα βάθη εκμετάλλευσης και συστήματα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού, το κόστος Φ-Μ αυξάνεται απότομα ( *σύστημα καινούργιου και μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού 993K-773F, κλίση δρόμου 10 % & βάθος από 200 σε 300 μέτρα, σύστημα καινούργιου και μεταχειρισμένου μηχανικού εξοπλισμού 992G-777F, κλίση δρόμου 8 % & βάθος από 300 σε 400 μέτρα* ). Αυτό παρατηρείται καθόσον για τα αντίστοιχα βάθη μετάβασης, έχουμε μία απότομη αύξηση σε στόλο χωματουργικών αυτοκινήτων έτσι ώστε να σταθεροποιείται η ωριαία παραγωγή των Χ.Α.
- Συγκρίνοντας την τιμή πώλησης του αδρανούς υλικού με το αντίστοιχο συνολικό κόστος και το κόστος φόρτωσης – μεταφοράς, παρατηρούμε ότι τα προαναφερθέντα κόστη είναι σαφώς μικρότερα της τιμής πώλησης, σε ένα εύρος βάθους 100 – 600 μέτρων.
- Στο σύνολο των περιπτώσεων επιλογής συστήματος μηχανικού εξοπλισμού με κλίσεις λατομικού δρόμου 8 και 10 %, το μέγιστο επιτρεπόμενο βάθος εκμετάλλευσης αντιστοιχεί σε τιμή βάθους μεγαλύτερης των 600 μέτρων.
- Μεγαλύτερο βάθος εκμετάλλευσης πραγματοποιείται στις περιπτώσεις που θα χρησιμοποιήσουμε μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, γεγονός το οποίο είναι εύλογο εφόσον το κόστος μεταχειρισμένων μηχανημάτων είναι σαφώς μικρότερο από εκείνο των καινούργιων, με απώτερο αποτέλεσμα αφενός την μείωση του συνολικού κόστους εκμετάλλευσης, αφετέρου την αύξηση του κέρδους από την πώληση των αδρανών υλικών.
- Παρατηρούμε ότι στον προσδιορισμό του μέγιστου βάθους εκμετάλλευσης υπάρχει επίδραση της δεδομένης διαφοράς στην κλίση δρόμου, η οποία διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην αύξηση του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων κατά την συναρμογή των συστημάτων φόρτωσης – μεταφοράς.
- Και στις δύο λατομικές περιοχές, αρχικά, μέχρι να αρχίσει να αναπτύσσεται το λατομείο, παρατηρούμε μία συνεχόμενη αύξηση των απολήψιμων αποθεμάτων αδρανών υλικών, κάτι το οποίο παύει να ισχύει από τη στιγμή που η εκμετάλλευσή μας αρχίζει να αποκτά χροανοειδή μορφή, με αποτέλεσμα την σταδιακή μείωσή τους.

- Στην περίπτωση της λατομικής περιοχής του Ξηρορέματος, παρατηρούμε ότι τα απολήψιμα αποθέματα ανέρχονται σε πολύ υψηλά επίπεδα, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι ο χρόνος ζωής του λατομείου είναι πάρα πολύ μεγάλος. Σε αυτήν την περίπτωση ενδείκνυται να δεχθούμε υψηλή ετήσια παραγωγή της τάξεως των 20 - 25.000.000 τόνων, η οποία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με εναλλακτικό μηχανικό εξοπλισμό, εντασσόμενος σε ένα συνεχές σύστημα εκμετάλλευσης, όπως είναι ο υδραυλικός εκσκαφέας ανεστραμμένου κάδου σε συνδυασμό με ένα σύστημα μεταφορικών ταινιών. Ως απόρροια της χρησιμοποίησης τέτοιας δυναμικότητας μηχανικού εξοπλισμού θα είναι ένα σημαντικά μικρότερο κόστος τόσο κατά το στάδιο της φόρτωσης – μεταφοράς όσο και κατά το στάδιο εκτίμησης του συνολικού κόστους εκμετάλλευσης.
- Στην περίπτωση της λατομικής έκτασης της περιοχής της Δαμάστας, τα απολήψιμα αποθέματα μπορούν να ενταχθούν στο πλαίσιο της προαναφερθείσας μελέτης συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού σε ένα ασυνεχές σύστημα φόρτωσης - μεταφοράς με μία ετήσια ζητούμενη παραγωγή της τάξεως των 5.000.000 τόνων αδρανών υλικών. Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 49 μπορούμε να εκτιμήσουμε τους χρόνους ζωής του εν λόγω λατομείου για το εκάστοτε βάθος προχώρησης, όπως εξάγεται στον πίνακα 50 :

**Πίνακας 50** – Απολήψιμα αποθέματα & χρόνοι ζωής εκμετάλλευσης λατομικής περιοχής Δαμάστας.

Επίπεδα Ογκομέτρησης (m)	Βάθος Εκμετάλλευσης (m)	Όγκος Αδρανούς Υλικού (m <sup>3</sup> )	Όγκος Αδρανούς Υλικού (ton)	Χρόνος Ζωής Εκμετάλλευσης (years)
+655 - +550	105	1.523.928	4.114.605	1
+550 - +445	105	14.877.040	40.168.008	8
+445 - +340	105	17.578.083	47.460.824	9.5
+340 - +235	105	6.317.239	17.056.545	3.5
<b>Συνολικός Όγκος</b>	-	40.296.290	<b>108.799.993</b>	<b>22</b>



Με βάση τα προαναφερθέντα διαγράμματα αύξησης κόστους φόρτωσης – μεταφοράς, μεταβολής του συνολικού κόστους συναρτήσει του βάθους εκμετάλλευσης και της κλίσης του δρόμου καθώς επίσης και από τα διαγράμματα συνολικού κόστους-κέρδους, μέσω των οποίων υπολογίζεται το μέγιστο βάθος εκμετάλλευσης, μπορούμε να επιλέξουμε σύστημα συναρμογής μηχανικού εξοπλισμού, έχοντας υπόψη τα αντίστοιχα κόστη. Ως χαμηλότερου κόστους σύστημα μηχανικού εξοπλισμού για την παρούσα εκμετάλλευση δεχόμαστε το σύστημα συναρμογής ελαστιχοφόρου φορτωτή CAT 992G και χωματουργικού αυτοκινήτου CAT 773F, των οποίων το κόστος αγοράς τους αναφέρεται σε μεταχειρισμένο μηχανικό εξοπλισμό, η κλίση του δρόμου εντός της λατομικής περιοχής θα είναι 10% δίχως περιορισμό μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους εκμετάλλευσης, εφόσον η εκμετάλλευση θα διενεργηθεί μέχρι τα 420 μέτρα και το μέγιστο βάθος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το συγκεκριμένο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού είναι τα 1500 μέτρα. Το συγκεκριμένο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού θα αποτελείται συνολικά από 3 ελαστιχοφόρους φορτωτές ενώ το πλήθος των χωματουργικών αυτοκινήτων θα αυξάνεται με βάση το βάθος εκμετάλλευσης του λατομείου. Συγκεκριμένα, για τα πρώτα 100 m βάθους προχώρησης θα χρησιμοποιηθούν 9 χωματουργικά αυτοκίνητα, στα 200 m θα προστεθούν 3 ακόμη X.A. ενώ για τα 300 m ο στόλος των χωματουργικών αυτοκινήτων θα απαρτίζεται από συνολικά 18 X.A. Στο τελικό βάθος των 400 μέτρων, θα πρέπει να υπάρχουν στο σύνολο 21 X.A.

- Δεν επιλέγουμε μεγαλύτερης δυναμικότητας μηχανικό εξοπλισμό εξαιτίας της αύξησης των κύκλων που απαιτούνται από έναν φορτωτή για τη φόρτωση ενός χωματουργικού αυτοκινήτου. Ως βέλτιστο αριθμό κύκλων ενός ελαστιχοφόρου φορτωτή για την φόρτωση ενός X.A. δεχόμαστε τους 3 κύκλους.
- Με βάση τον χρόνο ζωής της υπαίθριας εκμετάλλευσης της λατομικής περιοχής Δαμάστας, θα ήταν εφικτός ο εξ αρχής προγραμματισμός ενός επενδυτικού σχεδίου εκμετάλλευσης, το οποίο συναρτήσει του βάθους προχώρησης και των αντιστοιχών αποθεμάτων αδρανούς υλικού θα καθόριζε εκ των προτέρων τις χρονικές εκείνες περιόδους κατά τις οποίες θα πραγματοποιείτο οποιασδήποτε φύσης αλλαγή στον μηχανικό εξοπλισμό. Συγκεκριμένα, όταν το βάθος της εκμετάλλευσης μεταβαίνει από τα 200 στα

300 μέτρα, με το συγκεκριμένο σύστημα μηχανικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιήσουμε υπάρχει μία μεταβολή του κόστους φόρτωσης – μεταφοράς στο συνολικό κόστος εκμετάλλευσης από 21% σε 34,7%, εξαιτίας της απότομης αύξησης του στόλου των χωματουργικών αυτοκινήτων.

- Ο προσδιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου βάθους εκμετάλλευσης μας δίνει τη δυνατότητα για περαιτέρω επαναπροσδιορισμό του συστήματος μηχανικού εξοπλισμού, ο οποίος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερα βάθη εκμετάλλευσης. Ένας τύπος εναλλακτικού σχεδίου μεταφοράς των αδρανών υλικών θα ήταν η δημιουργία μίας υπόγειας στοάς στο δάπεδο του λατομείου, εντός της οποίας θα γινόταν τοποθέτηση συστήματος μεταφορικών ταινιών (ταινιόδρομοι), μέσω των οποίων το αδρανές υλικό θα μεταφερόταν στην επιφάνεια του λατομείου.
- Η γεωμετρία της εκμετάλλευσης, προσδιοριζόμενη από τα όρια στην επιφάνεια και το τοπογραφικό ανάγλυφο, καθίσταται εν τέλει σημαντικός παράγοντας για την επιλογή του συστήματος μηχανικού εξοπλισμού.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γεώργιος Ν. Παναγιώτου, Θεόδωρος Ν. Μιχαλακόπουλος (2004). «Συστήματα Φόρτωσης – Μεταφοράς και Μηχανικός Εξοπλισμός Μεταλλείων».
- Νικόλαος Τερεζόπουλος (2003). «Μέθοδοι Υπαιθρίων Εκμεταλλεύσεων».
- Θεόδωρος Ν. Μιχαλακόπουλος (2007). «Επιστημονικό Περιοδικό ΛΑΤΟΜΕΙΟ».
- ΕΛΤΡΑΚ : Αντιπροσωπεία μηχανημάτων οίκου Caterpillar.
- ΕΛΑΣΤΡΑΚ : Ελαστικά Bridgestone μηχανημάτων Caterpillar.
- Τεχνικές Μελέτες Λατομικής Περιοχής Ξηρορέματος (1989-1990).
- Μαρία Μενεγάκη. «Μελέτες Εκμετάλλευσης Λατομικών Περιοχών Ξηρερέματος & Δαμάστας».
- Caterpillar : «Performance Handbook, Edition 40».
- Ιωάννης Προυσιώτης. «Δοκιμές Καταλληλότητας & Μέθοδοι Ποιοτικού Ελέγχου Αδρανών Υλικών».
- Δημήτριος Δαμίγος. «Μελέτες Υπολογισμού Κόστους Ιδιοκτησίας & Λειτουργικού Κόστους Μηχανικού Εξοπλισμού σε Υπαίθριο Λατομείο».
- Gemcom SURPAC 6.1.2. «Manual».
- Ιστότοπος Βικιπαίδεια.