

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Κ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΑΛΕΤΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ζ. ΑΓΙΟΥΤΑΝΤΗΣ

ΔΙΔΑΚΤΩΡ Χ. ΡΟΥΜΠΟΣ

ΧΑΝΙΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ, 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός των παραμέτρων εκείνων οι οποίες επηρεάζουν τις αποδόσεις του εξοπλισμού συνεχούς λειτουργίας στα επιφανειακά λιγνιτωρυχεία. Σκοπός της είναι ο εντοπισμός των παραγόντων αυτών (σχετικών με τα υλικά εκσκαφής, το ανθρώπινο δυναμικό, τα χαρακτηριστικά των ορυχείων κλπ.), και η σύνδεση τους με την απόδοση των ορυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (Λ.Κ.Δ.Μ) της Δ.Ε.Η Α.Ε τα οποία λειτουργούν κοντά στην πόλη της Πτολεμαΐδας.

Η σημαντικότητα του θέματος έγκειται στο γεγονός ότι δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με την διαφοροποίηση της απόδοσης των μηχανημάτων στα ορυχεία για τα οποία εκπονήθηκε η εργασία, όπως επίσης και σε θέματα σχετικά με την διαφοροποίηση της απόδοσης των μηχανημάτων ίδιου τύπου και ίδιας δυναμικότητας τα οποία λειτουργούν όμως σε διαφορετικά ορυχεία.

Τα βασικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η εν λόγω εργασία αναφέρονται στην σημαντική επίδραση την οποία έχει η φύση των υλικών εκσκαφής στην απόδοση του εξοπλισμού, όπως επίσης στη συσχέτιση του μήκους των ταινιοδρόμων με την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών και του ύψους των τομών με την απόδοση των μηχανημάτων αυτών επίσης. Ιδιαίτερα για τα υλικά εκσκαφής μελετήθηκε η επίδραση του κάθε είδους υλικού ξεχωριστά (κυρίως μάργας, αργίλου και λιγνίτη) στην απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών.

Για τη διεξαγωγή των συμπερασμάτων αυτών έγινε χρήση του δείκτη απόδοσης των μηχανημάτων, ο οποίος εκφράζει το βαθμό αξιοποίησης των καδοφόρων εκσκαφών του κάθε ορυχείου. Ύστερα από στατιστική μελέτη προέκυψε θετική συσχέτιση του ποσοστού της μάργας (MR) με το δείκτη απόδοσης, κατά την οποία αύξηση του ποσοστού του υλικού αυτού συνεπάγεται αύξηση και της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών. Αντίθετα, αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε από τη μελέτη του ποσοστού της αργίλου (AL) με το δείκτη απόδοσης. Αύξηση του ποσοστού της αργίλου σε ένα μέτωπο εκσκαφής, οδηγεί σε μείωση της απόδοσης των μηχανημάτων. Τέλος, αναφορικά με το λιγνίτη (CO) παρατηρήθηκε η ελαφρά θετική συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών.

Όσον αφορά το μήκος των ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου, παρατηρήθηκε η αρνητική συσχέτιση του με τον δείκτη απόδοσης. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει την μείωση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών με την αύξηση του συνολικού μήκους των ταινιοδρόμων του κλάδου με τους οποίους συνεργάζεται ο εκάστοτε εκσκαφέας. Στατιστική μελέτη πραγματοποιήθηκε επίσης για την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών συναρτήσει του ύψους των τομών εκσκαφής. Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν, τεκμηριώνουν τη μη συσχέτιση των δυο αυτών χαρακτηριστικών.

Τέλος, μέσα από τη μελέτη των καδοφόρων εκσκαφών ίδιου τύπου (ίδιας δυναμικότητας) τα οποία λειτουργούν σε τομές διαφορετικών ορυχείων, παρατηρήθηκε η επίδραση των παραπάνω παραμέτρων στην λειτουργία και την απόδοση τους.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Παράμετροι Απόδοσης Εξοπλισμού Συνεχούς Λειτουργίας σε Επιφανειακά Λιγνιτωρυχεία» αποτελεί την διπλωματική μου εργασία στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης και πιο συγκεκριμένα στο Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων. Η συγγραφή της ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2009 και ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2010, με επίβλεψη του Επικουρου Καθηγητή κ. Γαλετάκη Μιχαήλ τον οποίο και ευχαριστώ θερμά.

Επίσης, για την εκπόνηση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ρούμπο Χρήστο, Δρ. Μεταλλειολόγο Μηχανικό, Τομεάρχη Μεταλλευτικών Μελετών της Δ.Ε.Η. Α.Ε., για τη συνεχή και πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε καθ'όλη τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Σε αυτό το σημείο ευχαριστίες επίσης, θα ήθελα να εκφράσω στο προσωπικό των ορυχείων του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας, οι οποίοι εργάζονται στα ορυχεία, καθώς η βοήθειά του ήταν καίρια στην παροχή των απαραίτητων δεδομένων για την σωστή και έγκυρη ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, καθώς με την εργασία αυτή, ολοκληρώνονται και οι σπουδές μου ως προπτυχιακού φοιτητή θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που με υποστήριξε σε όλες μου τις αποφάσεις με κάθε τρόπο όλα αυτά τα χρόνια.

Παπαδόπουλος Κ. Στυλιανός

Μάρτιος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	i
Πρόλογος	ii
Κατάλογος σχημάτων	v
Κατάλογος πινάκων.....	vi
Κατάλογος διαγραμμάτων.....	vii
Κεφάλαιο 1	1
1.1 Γενικά	1
1.1 Διάρθρωση της διπλωματικής	2
Κεφάλαιο 2- ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	3
2.1 Μέθοδος εκμετάλλευσης.....	3
2.2 Εξοπλισμός.....	9
2.2.1 Καδοφόροι εκσκαφείς.....	10
2.2.2 Ταινιόδρομοι	12
2.2.3 Αποθέτες.....	13
Κεφάλαιο 3 - ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	15
3.1 Ορισμοί απόδοσης.....	15
3.1.1 Αποδόσεις καδοφόρου εκσκαφέα	15
3.1.1.1 Θεωρητική απόδοση	15
3.1.1.2 Πραγματική απόδοση	18
3.1.1.3 Επιτεύξιμη απόδοση	19
3.1.1.4 Κρίσιμη απόδοση	20
3.1.2 Απόδοση ταινιοδρόμων	20
3.1.3 Απόδοση αποθετών	22
3.2 Παράμετροι απόδοσης καδοφόρων εκσκαφών	22
3.2.1 Ένταξη και λειτουργία του καδοφόρου εκσκαφέα.....	23
3.2.2 Υψος πακέτου	24
3.2.3 Βάθος κοπής	27
3.2.4 Ταχύτητα περιφοράς.....	28
3.2.5 Συνδυασμός των H,To,Vs.....	30
3.2.6 Τρόποι προσβολής του μετώπου εκσκαφής.....	31
3.2.7 Συσχέτιση μπλοκ – μήκος βραχίονα καδοτροχού	33
3.2.8 Κοπτικό σύστημα του καδοφόρου εκσκαφέα	34
3.2.8.1 Δόντια κάδων - προκοπτήρων	34
3.2.8.2 Κάδοι.....	35
3.2.8.3 Προκοπτήρες	37
3.2.9 Μέθοδος λειτουργίας – τεχνική κοπής	38
3.2.10 Υλικό εκσκαφής	39
3.2.10.1 Συντελεστής επιπλήσματος του υλικού	40
3.2.10.2 Συγκολλητικότητα του υλικού	40
3.2.10.3 Σκληρότητα του υλικού	41
3.2.10.4 Υδροφορία του σχηματισμού εκσκαφής.....	41
3.2.10.5 Διάβρωση – αποσάθρωση του υλικού.....	42
3.2.10.6 Εγκλείσματα στο υλικό προς εκσκαφή.....	42

3.3 Παράμετροι απόδοσης ταινιοδρόμων.....	46
3.3.1 Παράμετροι σχετικές με τεχνικά χαρακτηριστικά	46
3.3.1.1 Πλάτος ιμάντα	46
3.3.1.2 Ταχύτητα κίνησης - μεταφοράς.....	47
3.3.2 Παράμετροι σχετικές με αστοχίες.....	48
3.3.2.1 Εκφυγή ιμάντα.....	48
3.3.2.2 Ολίσθηση ιμάντα	49
3.3.2.3 Έμφραξη ταινιοδρόμου	50
3.3.2.4 Υπερένταση κινητήρων ταινιοδρόμου	50
3.4 Παράμετροι απόδοσης αποθετών.....	51
3.4.1 Υλικό παραλλαβής	51
3.4.2. Μήκος βραχίονα απόρριψης	51
3.5 Γενικές παράμετροι.....	52
3.5.1 Ανθρώπινο δυναμικό	52
3.5.2 Καθυστερήσεις	54
3.5.3 Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	56
Κεφάλαιο 4 - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ	58
4.1 Περιγραφή ορυχείων	58
4.1.1 Ορυχείο Κύριου Πεδίου	58
4.1.1.1 Γενικά.....	58
4.1.1.2 Γεωλογία κοιτάσματος	61
4.1.1.3 Τεκτονική του κοιτάσματος.....	63
4.1.2 Ορυχείο πεδίου καρδιάς	63
4.1.2.1 Γενικά.....	63
4.1.2.2 Κοιτασματολογικά στοιχεία ορυχείου Καρδιάς.....	66
4.1.3 Ορυχείο Νότιου Πεδίου	68
4.1.3.1 Γενικά.....	68
4.1.3.2 Κοιτασματολογικά στοιχεία Νότιου Πεδίου	71
4.1.3.3 Τεκτονική του κοιτάσματος.....	75
4.2 Μέθοδος εργασίας.....	76
4.2.1 Ορυχείο Κύριου Πεδίου	77
4.2.2 Ορυχείο Καρδιάς	84
4.2.3 Ορυχείο Νότιου Πεδίου	91
4.3 Διερεύνηση ιδίου τύπου μηχανημάτων	98
4.4 Συγκριτική μελέτη χαρακτηριστικών των ορυχείων Πτολεμαΐδας	103
4.4.1 Συσχέτιση απόδοσης με το μήκος ταινιοδρόμου	105
4.4.2 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό μάργας (MR)	105
4.4.3 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό αργίλου (AL).....	106
4.4.4 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό λιγνίτη (CO)	107
4.4.5 Συσχέτιση απόδοσης με το πάχος τομής	108
Κεφάλαιο 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	111
Βιβλιογραφία.....	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1-1	Μέθοδος της συνεχούς εξόρυξης με χρήση καδοφόρων εκσκαφέων
Σχήμα 2.1-2	Στάδια εξέλιξης της εκμετάλλευσης ορυχείου (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 2.1-3	Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με την μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων – Κάτοψη (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 2.1-4	Ενδεικτική διάταξη εξοπλισμού για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με την μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης - Τομή (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 2.2.1	Χρήση συμβατικού εξοπλισμού για απομάκρυνση αγόνων
Σχήμα 2.2.1.1	Καδοφόρος εκσκαφέας
Σχήμα 2.2.2	Σειρά διαδοχικών ταινιοδρόμων
Σχήμα 2.2.3.1	Αποθέτες στείρων υλικών
Σχήμα 2.2.3.2	Αποθέτες στείρων υλικών
Σχήμα 3.1.1.1	Γεωμετρία της εντομής (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.1.2	Υπολογισμός μεταφορικής απόδοσης (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2-1	Εκσκαφέας B/W 330 σε πορεία για την ένταξη του στην Μαυροπηγή (κομμάτι Ορυχείου Κύριου Πεδίου)
Σχήμα 3.2.2	Γεωμετρική απεικόνιση καδοτροχού και εξορυσσόμενου πακέτου
Σχήμα 3.2.3	Απεικόνιση του βάθους κοπής (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2.6-1	Εκσκαφή κατά πακέτα
Σχήμα 3.2.6-2	Κατεβατή εκσκαφή (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2.8.2-1	Κάδος εκσκαφέα (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2.8.2-2	Κάδος, κοπτικά άκρα (Golosinski and Boehm, 1987)
Σχήμα 3.2.9-1	Εκσκαφή σε μετατομή –Κάτοψη (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2.9-2	Εκσκαφή σε χαμηλή τομή (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 3.2.10	Στρώματα υλικών προς εξόρυξη
Σχήμα 3.3.1.1	Εγκάρσια τομή σκαφιδωτού ιμάντα με τρία κύλινδρα (Καβουρίδης, 1992)
Σχήμα 4.1.1	Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Ορυχείου Μαυροπηγής (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 4.1.1.2	Στρωματογραφική στήλη ορυχείου Κύριου Πεδίου (Κουρίδου, 2000)
Σχήμα 4.1.2	Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Πεδίου Καρδιάς (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 4.1.3	Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Νοτίου Πεδίου (Ρούμπος, 2009)
Σχήμα 4.1.3.2	Στρωματογραφική στήλη Νοτίου Πεδίου (Κουρίδου, 2000)
Σχήμα 4.1.3.3	Τεκτονική στο ορυχείο Νότιου Πεδίου
Σχήμα 4.2.1.1	Γεωτρήσεις Ορυχείου Κύριου Πεδίου
Σχήμα 4.2.2.1	Γεωτρήσεις Ορυχείου Καρδιάς
Σχήμα 4.2.3.1	Γεωτρήσεις Νότιου Πεδίου

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1	Βασικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης συνεχούς όρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων, που εφαρμόζεται στα Λιγνιτωρυχεία
Πίνακας 3.1.2-1	Τιμές συντελεστή ξ βάσει γωνίας κλίσεως α
Πίνακας 3.1.2-2	Συντελεστής διορθώσεως λ λόγω κλίσεως δ
Πίνακας 3.2.10.6-1	Παράμετροι δείκτη εξορυξιμότητας
Πίνακας 3.2.10.6-2	Κατάταξη πετρωμάτων βάση κριτηρίου Monenco
Πίνακας 3.3.1.1	Πλάτη ιμάντων
Πίνακας 4.1.1.1	Πάγιος εξοπλισμός Κύριου Πεδίου
Πίνακας 4.1.2	Πάγιος εξοπλισμός Πεδίου Καρδιάς
Πίνακας 4.1.3.1	Πάγιος εξοπλισμός Νοτίου Καρδιάς
Πίνακας 4.2.1.1	Χαρακτηριστικά ορυχείου Κύριου Πεδίου
Πίνακας 4.2.1.2	Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών Ορυχείου Κύριου Πεδίου (Ο.Κ.Π)
Πίνακας 4.2.1.3	Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας αποδόσεων μηχανημάτων Κύριου Πεδίου
Πίνακας 4.2.1.4	Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Κύριου Πεδίου
Πίνακας 4.2.2.1	Χαρακτηριστικά ορυχείου Καρδιάς
Πίνακας 4.2.2.2	Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών ορυχείου Καρδιάς
Πίνακας 4.2.2.3	Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας αποδόσεων μηχανημάτων Ορυχείου Καρδιάς
Πίνακας 4.2.2.4	Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς
Πίνακας 4.2.3.1	Χαρακτηριστικά ορυχείου Νότιου Πεδίου
Πίνακας 4.2.3.2	Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών ορυχείου Νότιου Πεδίου
Πίνακας 4.2.3.3	Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας αποδόσεων μηχανημάτων Νότιου Πεδίου
Πίνακας 4.2.3.4	Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς
Πίνακας 4.4	Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.2.2-1	Μεταβολή της επιτεύξιμης απόδοσης των μηχανημάτων τύπου Krupp SchRs 600_21/3.3 συναρτήσει του ύψους πακέτου
Διάγραμμα 3.2.2-1	Μεταβολή της επιτεύξιμης απόδοσης των μηχανημάτων τύπου Krupp SchRs 350_21/2.5 συναρτήσει του ύψους πακέτου
Διάγραμμα 3.2.4	Περιφερειακή ταχύτητα v_u σε σχέση με την διάμετρο του κάδου(Golosinski and Boehm, 1987)
Διάγραμμα 3.5.2	Συνολικές ώρες μη λειτουργίας των 5 καδοφόρων εκσκαφών του Βορείου Πεδίου για την περίοδο 1989-1998 (Κολοβός, 2004)
Διάγραμμα 4.2.1.1	Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφών Κύριου Πεδίου
Διάγραμμα 4.2.2.1	Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφών Ορυχείου Καρδιάς
Διάγραμμα 4.2.3.1	Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφών Νότιου Πεδίου
Διάγραμμα 4.3.1	Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SchRs500/2.5*21
Διάγραμμα 4.3.2	Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SRs 2300/5*32
Διάγραμμα 4.3.3	Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SchRs600/3.3 *21
Διάγραμμα 4.4.1	Συσχέτιση απόδοσης συναρτήσει μήκους συνεργαζόμενου ταινιόδρομου
Διάγραμμα 4.4.2	Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό μάργας
Διάγραμμα 4.4.3	Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό αργίλου
Διάγραμμα 4.4.4	Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό λιγνίτη
Διάγραμμα 4.4.5	Συσχέτιση απόδοσης με το πάχος τομής
Διάγραμμα 4.4.6	Δείκτης απόδοσης συναρτήσει θεωρητική ετήσιας απόδοσης Κ.Ε
Διάγραμμα 4.4.7	Δείκτης απόδοσης συναρτήσει τύπων Κ.Ε

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το ποσοστό συμμετοχής του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μεγάλο στις κύριες λιγνιτοπαραγωγικές χώρες, όπως η Ελλάδα, με αποτέλεσμα η σημασία της εκμετάλλευσης του στην χώρα μας να καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική. Το 90% του λιγνίτη χρησιμοποιείται σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με τα ορυχεία εξόρυξής του. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη χαμηλή θερμαντική ικανότητά του, η οποία δεν επιτρέπει οικονομικά τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις. Με την καύση του λιγνίτη στα εργοστάσια αυτά παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μεταφέρεται σε όλη την χώρα.

Τα συνολικά βεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη στη χώρα μας ανέρχονται σε περίπου 5 δις. τόνους (Δ.Ε.Η. 2008). Τα κοιτάσματα λιγνίτη παρουσιάζουν αξιοσημείωτη γεωγραφική εξάπλωση στον ελληνικό χώρο. Με τα σημερινά τεχνικό-οικονομικά δεδομένα τα κοιτάσματα που είναι κατάλληλα για ενεργειακή εκμετάλλευση, ανέρχονται σε περίπου 3,2 δις τόνους και ισοδυναμούν με 450 εκ. τόνους πετρελαίου. Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και Φλώρινας με υπολογισμένο απόθεμα 1,8 δις τόνους, στην περιοχή της Δράμας με απόθεμα 900 εκ. τόνους και στην περιοχή Ελασσόνας με 169 εκ. τόνους. Επίσης στην Πελοπόννησο, περιοχή Μεγαλόπολης, υπάρχει λιγνιτικό κοιτάσμα με απόθεμα περίπου 220 εκ. τόνους. Με βάση τα συνολικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη της χώρας και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι τα αποθέματα αυτά επαρκούν για περισσότερο από 45 χρόνια (Δ.Ε.Η. 2008).

Στα ορυχεία αυτά λαμβάνει χώρα επιφανειακή εκμετάλλευση των κοιτασμάτων με την εφαρμογή της συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης, με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων. Η μέθοδος αυτή συνδυάζει τη χρησιμοποίηση ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων μεγάλης δυναμικότητας και συνεχούς λειτουργίας, τόσο κατά την εκσκαφή, όσο και κατά τη μεταφορά και την απόθεση του λιγνίτη και των αγόνων. Η επιτυχής εφαρμογή της μεθόδου αυτής συναρτάται άμεσα με την απόδοση του εξοπλισμού. Προβλήματα που μπορεί να προκληθούν κατά τη λειτουργίας του, είτε από τεχνική άποψη, είτε λόγω άλλων παραγόντων, μειώνουν την απόδοση του εξοπλισμού. Ως εκ τούτου, η διερεύνηση των παραμέτρων αυτών αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Η εργασία αυτή σκοπό έχει τη μελέτη των παραμέτρων που διαφοροποιούν την απόδοση του εξοπλισμού συνεχούς λειτουργίας στα ορυχεία Πτολεμαΐδας (Ορυχείο Κύριου Πεδίου, Ορυχείο Νότιου Πεδίου, Ορυχείο Καρδιάς). Πραγματοποιήθηκε μελέτη των τριών αυτών ορυχείων που στόχο έχει την καταγραφή χαρακτηριστικών τους όπως ο αριθμός των τομών, τα

υλικά εκσκαφής κ.α, απαραίτητα στοιχεία για την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την εξακρίβωση των πιθανών λόγων μείωσης της απόδοσης του εξοπλισμού γενικότερα, ενώ στο τέλος έλαβε χώρα συγκριτική μελέτη των μηχανημάτων ίδιου τύπου στα διαφορετικά ορυχεία που σκοπό έχει τη διερεύνηση των παραμέτρων απόδοσης του εξοπλισμού σε πιο ειδικό επίπεδο.

1.1 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μια εκτενής παρουσίαση του θέματος και παράθεση ορισμένων στοιχείων για την παραγωγή του λιγνίτη στην χώρα μας ενώ ταυτόχρονα αναφέρεται συνοπτικά η σπουδαιότητα του. Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται εκτενής ανάλυση της μεθόδου εκμετάλλευσης η οποία εφαρμόζεται στα λιγνιτωρυχεία δηλαδή της μεθόδου συνεχούς εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων. Στην συνέχεια εξηγείται η αρχή λειτουργίας της, αναφέρονται τα βασικά της χαρακτηριστικά και γενικότερα παρουσιάζονται οι γενικές παράμετροι οι οποίες συμβάλουν στον επιτυχή προγραμματισμό και την εκτέλεση του συνολικού έργου της εκμετάλλευσης. Στο ίδιο κεφάλαιο επίσης περιγράφεται ο πάγιος εξοπλισμός συνεχούς λειτουργίας των ορυχείων, που περιλαμβάνει τους καδοφόρους εκσκαφείς, τους ταινιοδρόμους και τους αποθέτες, και δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους που σχετίζονται με την δομή, τον τρόπο λειτουργίας τους κ.α.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αρχικά προσδιορίζεται ο όρος «απόδοση» για τα τρία είδη των μηχανημάτων, παρατίθενται δηλαδή τα είδη των αποδόσεων για κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά οι παράγοντες οι οποίοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του εξοπλισμού. Καταγράφονται δηλαδή οι πιθανοί λόγοι που μπορεί να διαφοροποιήσουν την απόδοση του κάθε μηχανήματος και πως αυτοί μπορούν να την επηρεάσουν. Στο **τέταρτο κεφάλαιο** γίνεται η περιγραφή των ορυχείων στα οποία αναφέρεται η παρούσα διπλωματική εργασία, δηλαδή στο Ορυχείο Νότιου Πεδίου (Ο.Ν.Π), στο Ορυχείο Κύριου Πεδίου (Ο.Κ.Π) και στο Ορυχείο Καρδιάς. Παρουσιάζονται στοιχεία του εκάστοτε ορυχείου όπως το έτος αρχής λειτουργίας, τα μηχανήματα τα οποία λειτουργούν στις τομές, οι ετήσιες αποδόσεις αυτών, τα υλικά εκσκαφής τους και τα γενικότερα τα χαρακτηριστικά τους. Όλες οι πληροφορίες καταγράφονται σε πίνακες και διαγράμματα. Επίσης, παρουσιάζεται μία συγκριτική μελέτη των μηχανημάτων ίδιου τύπου στις τομές διαφορετικών ορυχείων, που στόχο έχει μια πιο ειδική διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την απόδοση τους. Τέλος, στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναφέρονται τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η εν λόγω εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Τα κοιτασματολογικά χαρακτηριστικά των πολυστρωματικών κοιτασμάτων της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας, αποτελούμενα από εναλλασσόμενες στρώσεις λιγνίτη και αγόνων ποικίλου πάχους, απαιτούν για την εκμετάλλευσή τους εκλεκτική εξόρυξη του λιγνίτη. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τους αναγκαίους υψηλούς ρυθμούς παραγωγής, επέβαλε από την έναρξη της εξορυκτικής δραστηριότητας στην περιοχή της Πτολεμαΐδας την επιλογή της μεθόδου επιφανειακής εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων με την εφαρμογή της συνεχούς εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων. Στο Σχήμα 2.2.1 παρατηρείται η λειτουργία των καδοφόρων εκσκαφών κατά τη μέθοδο συνεχούς εξόρυξης.



Σχήμα 2.1.1: Μέθοδος της συνεχούς εξόρυξης με χρήση καδοφόρων εκσκαφών.

Η μέθοδος αυτή συνδυάζει τη χρησιμοποίηση ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων μεγάλης δυναμικότητας και συνεχούς λειτουργίας, τόσο κατά την εκσκαφή (καδοφόροι εκσκαφείς), όσο και κατά τη μεταφορά (ταινιόδρομοι) και την απόθεση (αποθέτες) τόσο του λιγνίτη όσο και

των αγόνων (υπερκειμένων και λιγνιτικών ενδιάμεσων αγόνων ενστρώσεων). Η μέθοδος εφαρμόζεται με επιτυχία για περισσότερα από 50 έτη στη λειτουργία των ορυχείων της περιοχής και από την εφαρμογή της έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται, επίσης, συστηματικά και σε ευρεία κλίμακα, στις εκμεταλλεύσεις λιγνιτών της Γερμανίας, αλλά και άλλων χωρών της Ευρώπης (Τερεζόπουλος, 2001). Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος συνεχούς εξόρυξης αναπτύχθηκε στα ορυχεία της Γερμανίας και γι' αυτό είναι γνωστή και ως «γερμανική μέθοδος».

Το πεδίο εφαρμογής της είναι οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις μαλακών πολυστρωματικών κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης, πολύ μικρής κλίσης και μεγάλου πάχους, που καλύπτονται από νεότερους γεωλογικά υπερκείμενους σχηματισμούς, μεγάλου πάχους, ενώ, παράλληλα, οι σχηματισμοί αυτοί είναι χαλαρά συνδεδεμένοι, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εξόρυξή τους με μηχανικά μέσα (καδοφόρους εκσκαφείς) και η μεταφορά τους με ταινιοδρόμους. Στις περιπτώσεις αυτές τα άγονα υπερκείμενα και ενδιάμεσα μεταφέρονται και αποτίθενται είτε σε εξωτερικό χώρο (εξωτερική απόθεση) κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του ορυχείου ή στον εξοφλημένο κενό χώρο του ορυχείου (εσωτερική απόθεση αγόνων σε κοιλότητες, όταν έχει δημιουργηθεί επαρκής χώρος για την υποδοχή τους) (Hustrulid & Kuchta, 1998). Εφόσον τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος το επιτρέπουν, είναι δυνατή η απευθείας μεταφορά των στείρων στην απόθεση, χρησιμοποιώντας ταινιογέφυρες ή αποθέτες μεγάλου αναπτύγματος σε συνεργασία με τους καδοφόρους εκσκαφείς.

Η απόθεση των αγόνων διενεργείται μέσω των αποθετών, με κατάλληλο σχεδιασμό, έτσι ώστε να εναρμονίζεται με το γενικότερο τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής. Αρχικά, κατά την απόθεση αγόνων εκτός του ορυχείου, επιλέγονται κενοί χώροι (κοιλότητες) άλλων εξοφλημένων ορυχείων ή άλλες κατάλληλες περιοχές, ενώ στη συνέχεια, όταν δημιουργείται κενός χώρος εντός του ορυχείου, η απόθεση διενεργείται εσωτερικά, έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ εκσκαφής και απόθεσης να είναι η ελάχιστη δυνατή. Η εσωτερική απόθεση αγόνων ακολουθεί τις εκσκαφές του ορυχείου για λόγους ευστάθειας των πρανών, αλλά και για λόγους κατάλληλης περιβαλλοντικής αποκατάστασης παράλληλα με την εξέλιξη της εκμετάλλευσης.

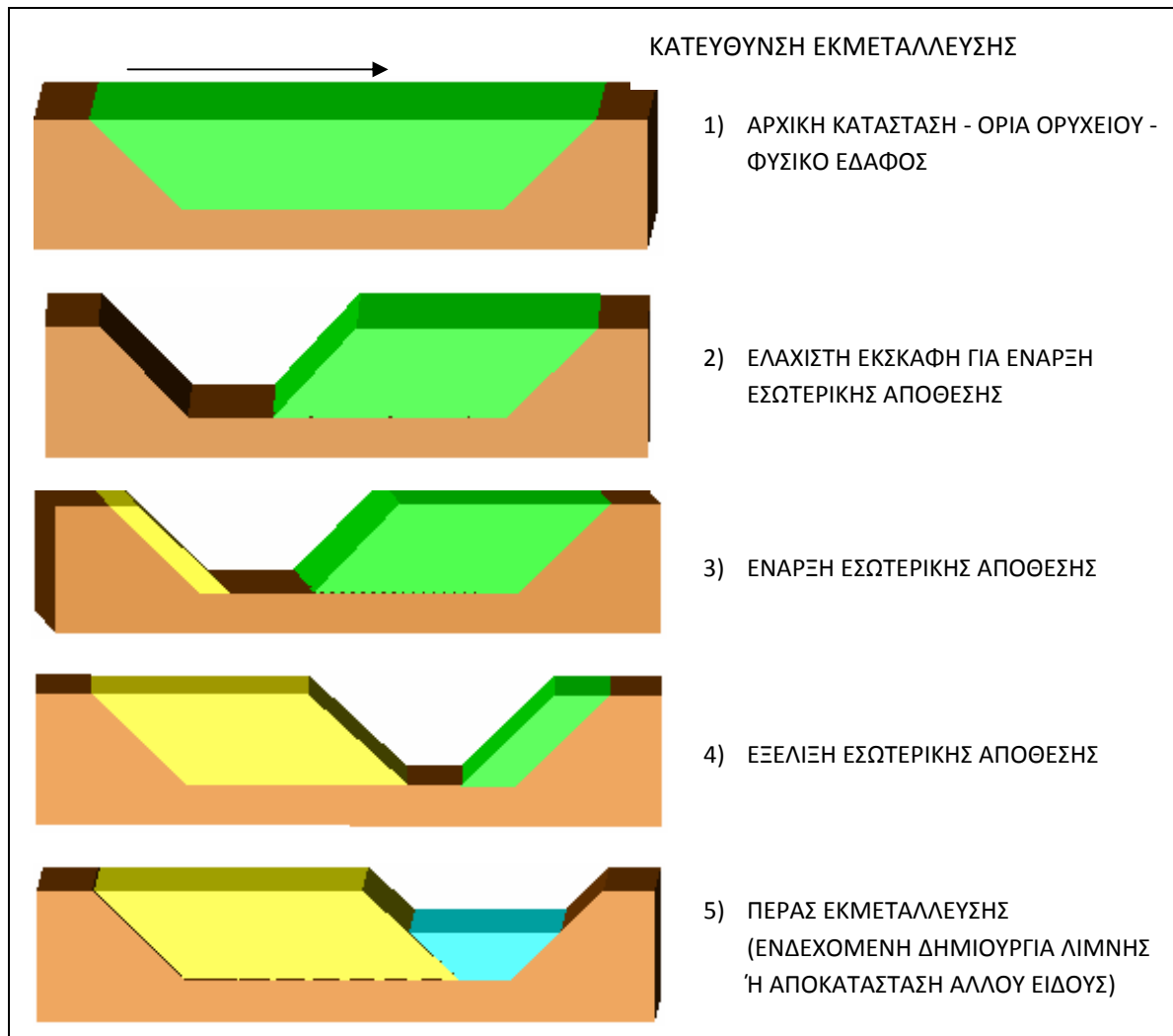
Τα κύρια βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου εκμετάλλευσης είναι:

- ✓ Η εκλεκτική απόληψη του κοιτάσματος
- ✓ Η συνεχής ροή των εξορυσσόμενων υλικών

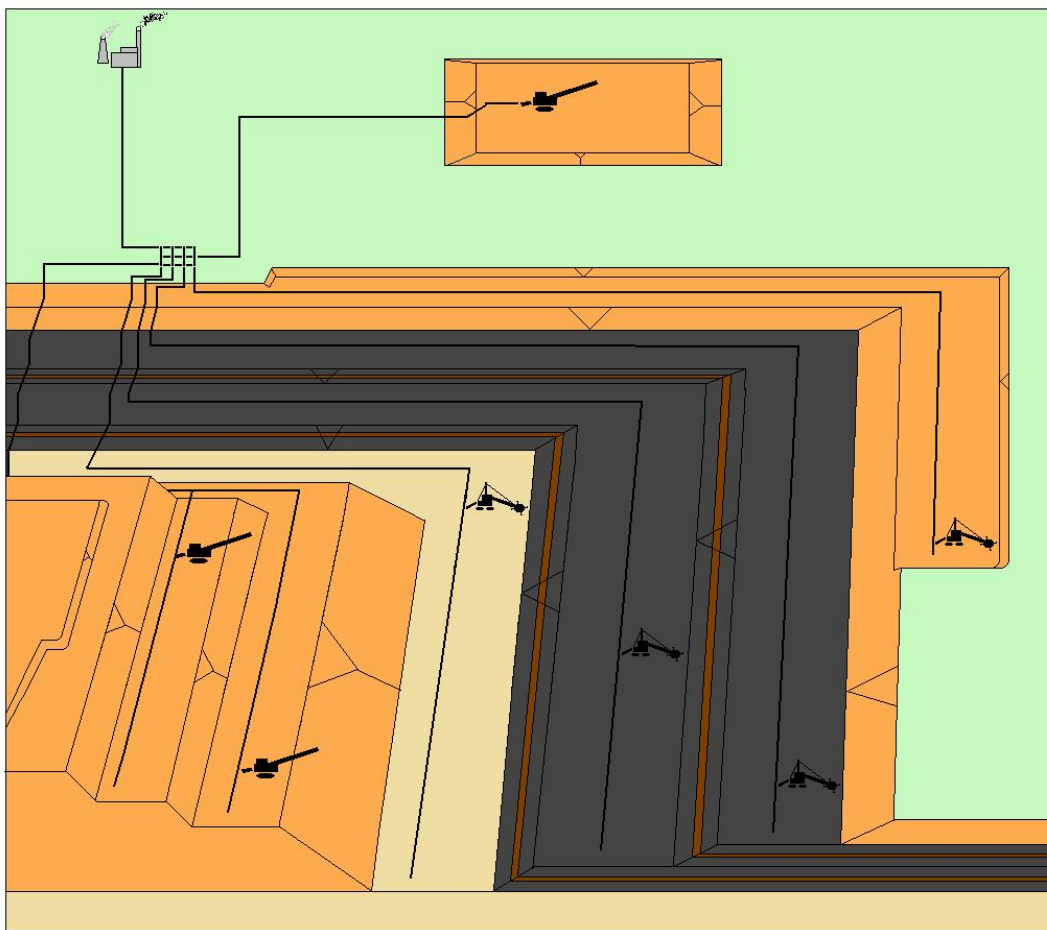
Ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε κοιτάσματος μιας εκμετάλλευσης, εφαρμόζεται στροφική ή παράλληλη προχώρηση των μετώπων εκσκαφής. Σε εκτεταμένα, επιμήκη πεδία χρησιμοποιείται συνήθως η παράλληλη λειτουργία. Συχνά χρησιμοποιείται συνδυασμός παράλληλης και στροφικής λειτουργίας, προκειμένου η εκμετάλλευση να προσαρμοστεί στην μορφή του κοιτάσματος.

Στο **Σχήμα 2.1-2** εμφανίζονται τα διαδοχικά στάδια της εκμετάλλευσης ενός ορυχείου με τη μέθοδο της επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης (δεν

απεικονίζεται η εξωτερική απόθεση). Στα **Σχήματα 2.1-3** και **2.1-4** παρουσιάζεται σχηματικά ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου σε κάτοψη και σε τομή, αντίστοιχα.



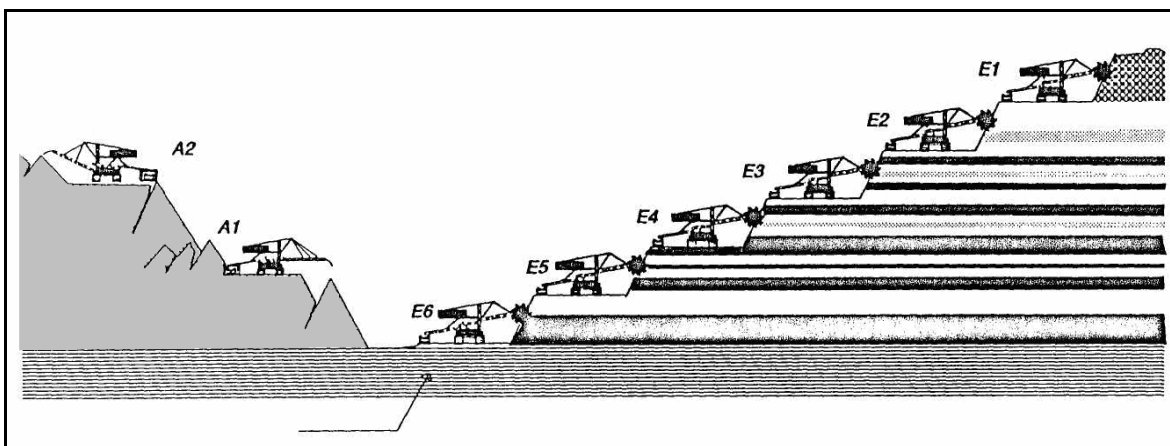
Σχήμα 2.1-2: Στάδια εξέλιξης της εκμετάλλευσης ορυχείου (Ρούμπος, 2009).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Φυσικό έδαφος
Υπερκείμενα
Λιγνίτης
Ενδιάμεσα
Υποκείμενα

Σχήμα 2.1-3: Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με τη μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων – Κάτοψη (Ρούμπος, 2009).



<u>Υπόμνημα</u>	
E1:	Εκσκαφέας προτομής
E2:	Εκσκαφέας κύριας τομής υπερκειμένων
E3 -E6:	Εκσκαφείς λιγνιτικών τομών
A1:	Αποθέτης 1 ^{ης} φάσης εσωτερικής απόθεσης (χαμηλή απόθεση)
A2:	Αποθέτης 2 ^{ης} φάσης εσωτερικής απόθεσης (υψηλή απόθεση)

Σχήμα 2.1-4: Ενδεικτική διάταξη εξοπλισμού για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με τη μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων – Τομή (Ρούμπος, 2009).

Όπως προαναφέρθηκε, ο εξοπλισμός των ορυχείων είναι ηλεκτροκίνητος, με συνέπεια την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του.

Παράλληλα με τη λειτουργία του βασικού αυτού εξοπλισμού (εκσκαφείς, ταινιόδρομοι και αποθέτες), χρησιμοποιείται και βοηθητικός εξοπλισμός που περιλαμβάνει μηχανικά και υδραυλικά πτύα, φορτωτές, φορτηγά αυτοκίνητα μεταφοράς, αποξεστήρες, κλπ. Ο βοηθητικός εξοπλισμός χρησιμοποιείται όπου κρίνεται αναγκαίο, για την εξόρυξη και μεταφορά μέρους των αγόνων υλικών και του λιγνίτη.

Σημειώνεται ότι η μεταφορά των εξορυσσόμενων υλικών με ταινιοδρόμους αποτελεί τη Βέλτιστη Διαθέσιμη Τεχνική (Best Available Technique) σύμφωνα με το εγχειρίδιο Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών για τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (BREF – LCP) .

Για την εξόρυξη των σκληρών υπερκείμενων σχηματισμών που απαντώνται στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου και καθιστούν την εκμετάλλευση του λιγνίτη με τη μέθοδο της συνεχούς λειτουργίας δυσχερή ή/και αδύνατη, εφαρμόζονται μέθοδοι ασυνεχούς λειτουργίας, με τη χρήση συμβατικού εξοπλισμού (φορτωτών, μηχανικών ή υδραυλικών πτύων (shovels), φορτηγών αυτοκινήτων, ανατρεπόμενων οχημάτων (dumpers) κλπ. με την χρήση ή μη εκρηκτικών υλών.

Οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν αποφασιστικά τον επιτυχή προγραμματισμό και εκτέλεση του συνολικού έργου της εκμετάλλευσης ενός ορυχείου είναι:

- Ο επιτυχής σχεδιασμός του ορυχείου.
- Η πιστή εφαρμογή του ως άνω σχεδιασμού.
- Η βελτίωση και ο εκσυγχρονισμός του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- Η άρτια συντήρηση του μηχανικού εξοπλισμού.
- Η κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού.

Τελικός δείκτης της επιτυχούς υλοποίησης των παραπάνω αποτελεί ο βαθμός αξιοποίησης του εξοπλισμού που εντάσσεται στο ορυχείο. Έτσι, η επιλογή των καδοφόρων εκσκαφών γίνεται με κριτήρια που σχετίζονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες των εκσκαφών, καθώς και με τα γεωλογικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος. Επισημαίνεται ότι διεθνώς, κατά τον σχεδιασμό των ορυχείων, θεωρείται ικανοποιητικός, από οικονομική άποψη, ένας βαθμός απόδοσης (για εξοπλισμό παρόμοιου τύπου) μεγαλύτερος του 70% της μέγιστης εκσκαπτικής δυναμικότητας, κατά τη φάση της πλήρους ένταξης του εξοπλισμού.

Οι εκτάσεις γης που δεσμεύονται για την ανάπτυξη του ορυχείου ελευθερώνονται σταδιακά με την πρόοδο της εκμετάλλευσης. Η διαδικασία αποκατάστασης και αναδιαμόρφωσης του αναγλύφου με την πλήρωση των κοιλοτήτων που δημιουργούνται από την εξόρυξη με άγονα, και την αναδιαμόρφωση των εσωτερικών και των εξωτερικών αποθέσεων, καθώς και των κενών που αναπόφευκτα θα απομείνουν μετά την ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων. Οι νέες εκτάσεις που προκύπτουν είτε αποδίδονται για γεωργικές ή κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, είτε αποτελούν τον βασικό χώρο για την ανάπτυξη δασών και λιμνών σε μεγάλη κλίμακα.

Τέλος, στον Πίνακα 2.1 συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων.

Πίνακας 2.1: Βασικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης συνεχούς όρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων, που εφαρμόζεται στα Λιγνιτωρυχεία Πτολεμαΐδας.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΜΕ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΒΑΘΜΙΔΩΝ	
Πεδίο εφαρμογής	Κοιτάσματα πολυστρωματικά μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης, για τα οποία απαιτείται εκλεκτική εξόρυξη
Ανάπτυξη του ορυχείου - διακινήσεις υλικών	Μετατόπιση της τάφρου εκμετάλλευσης διαχρονικά
	Μετά το στάδιο της απόθεσης σε κοιλότητες εξοφλημένων ορυχείων ή σε περιοχές εξωτερικής απόθεσης, απόθεση των αγόνων εσωτερικά, παράλληλα προς την τάφρο εκμετάλλευσης
Χαρακτηριστικά ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού	Ο εξοπλισμός εξασφαλίζει: - την εκλεκτική απόληψη των κοιτασμάτων, και - τη συνεχή ροή του εξορυσσόμενου υλικού.
Βασικά μηχανήματα	- ΚΑΔΟΦΟΡΟΣ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ (εξόρυξη και φόρτωση αγόνων και λιγνίτη) - ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΣ (μεταφορά αγόνων και λιγνίτη) - ΑΠΟΘΕΤΗΣ (απόθεση αγόνων)

2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Πέραν του πάγιου εξοπλισμού συνεχούς λειτουργίας, χρησιμοποιείται και ένας μεγάλος αριθμός ντιζελοκίνητων οχημάτων και μηχανημάτων, ως βοηθητικός εξοπλισμός. Ειδικότερα, χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι οχημάτων για τη μεταφορά του προσωπικού λειτουργίας και συντήρησης, την υποστήριξη της λειτουργίας του πάγιου εξοπλισμού, την πραγματοποίηση των μεταθέσεων – επιμηκύνσεων – μετασκευών των ταινιοδρόμων και τη λειτουργία των εργοταξίων σε επιλεγμένες περιοχές, όπως επιβατικά επίβλεψης και λεωφορεία, ελκυστήρες, μεταθέτες ταινιοδρόμων, γερανοί και ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, εκσκαφείς, υδραυλικά πτύα, φορτωτές, φορτηγά, προωθητές, γαιών ισοπεδωτές γαιών κλπ. Στο Σχήμα 2.2.1 παρατηρείται μηχανήμα συμβατικού εξοπλισμού κατά την διάρκεια λειτουργίας του.



Σχήμα 2.2.1 : Χρήση συμβατικού εξοπλισμού για απομάκρυνση αγόνων.

2.2.1 ΚΑΔΟΦΟΡΟΙ ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ

Ο Καδοφόρος Εκσκαφέας (ΚΕ) είναι ένα σύνθετο αυτοκινούμενο μηχάνημα συνεχούς εξόρυξης που χρησιμοποιείται σε υπαίθρια ορυχεία και χωματουργικά έργα. Χαρακτηρίζεται ως "σύνθετο" επειδή εκτελεί συγχρόνως και τις τρεις βασικές φάσεις της εξόρυξης, δηλαδή την εκσκαφή του πετρώματος, την φόρτωση του εξορυγμένου υλικού και την απόθεση ή μεταμόρφωση του σε άλλο μέσο αποκομιδής. Οι Κ.Ε. κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη, με δυναμικότητες που κυμαίνονται από 1700 έως 240000 κυβικά μέτρα συμπαγούς πετρώματος ανά ημέρα και με βάρος λειτουργίας από 23 έως 13000 ton αντίστοιχα (Milčić and Miladinović, 2002). Οι μικρής δυναμικότητας ΚΕ παράγονται στα εργοστάσια κατασκευής τους ως μηχανήματα μαζικής παραγωγής, ενώ οι μεγαλύτεροι ΚΕ κατασκευάζονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του αγοραστή-χρηστή, ούτως ώστε αυτοί να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης εκμετάλλευσης.

Οι καδοφόροι εκσκαφείς είναι από τα πιο σημαντικά μηχανήματα των επιφανειακών λιγνιτωρυχείων, και αυτό ισχύει λόγω των διαστάσεων του σε σχέση με τα υπόλοιπα μηχανήματα. Η απόδοση του όλου συστήματος εξαρτάται κυρίως από τη λειτουργία αυτών των μηχανημάτων. Το σχήμα και το μέγεθος των επιμέρους δομών του καδοφόρου εκσκαφέα καθώς και οι διαστάσεις τους, εξαρτώνται από την απαιτούμενη παραγωγικότητα, τον τρόπο φόρτωσης του υλικού όπως επίσης και από τις συγκεκριμένες συνθήκες του εδάφους όπως παραδείγματος χάρη τη σταθερότητα της όλης έκτασης, τη σκληρότητα του υλικού και το μέγεθος του επιτρεπομένου φορτίου που μπορεί να υποστηρίξει.

Γενικότερα, υπάρχει μια σειρά από πλήθος των μηχανημάτων αυτών, που οι διαφορές τους εστιάζονται σε σημεία όπως η διάμετρος των κάδων τους, ο αριθμός και το σχήμα των κάδων κλπ. Οι καδοφόροι εκσκαφείς παράγονται κυρίως ως μοναδικά προϊόντα σύμφωνα με

τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο τεθούν σε λειτουργία. Στο Σχήμα 2.2.1.1 παρατηρείται καδοφόρος εκσκαφέας μεγάλης δυναμικότητας κατά την λειτουργία του.



Σχήμα 2.2.1.1: Καδοφόρος εκσκαφέας.

Για τους καδοφόρους εκσκαφείς χρησιμοποιούνται οι εξής συντομογραφίες, που υποδηλώνουν τον τύπο του μηχανήματος (Καβουρίδης, 1992):

$$\text{Sch s } \frac{J}{t} h-u \text{ ή } \text{SchR s } \frac{J}{t} h-u \text{ ή, απλά } C J$$

Όπου:

Sch = καδοφόρος εκσκαφέας κινούμενος επί σιδηροτροχιών

SchR = καδοφόρος εκσκαφέας κινούμενος επί ερπυστριών

s = περιστρεφόμενη ανωδομή

J = ονομαστική χωρητικότητα ενός κάδου, σε L

t = βάθος εκσκαφής κάτω από το επίπεδο των ερπυστριών, σε m

h = ύψος πάνω από το δάπεδο πορείας που δύναται να εξορύξει, σε m

u = μήκος επιμήκυνσης βραχίονα καδοτροχού καδοφόρου εκσκαφέα με επιμηκυνόμενο βραχίονα καδοτροχού (Crowd type), σε m

C = καδοφόρος εκσκαφέας τύπου «compact»

Για παράδειγμα, στα σύγχρονα υπαίθρια ορυχεία για την εκμετάλλευση λιγνίτη, ένας καδοφόρος εκσκαφέας χαρακτηρίζεται με τον συμβολισμό Schrs $\frac{J}{t} \times h$ και πιο συγκεκριμένα ένα μηχάνημα:

$$\text{SchRs } \frac{2300}{5} 32$$

κινείται επί ερπυστριών, η ανωδομή του περιφέρεται, οι κάδοι του έχουν ονομαστική χωρητικότητα 2300 L και έχει τη δυνατότητα εξόρυξης 5 m κάτω και 32 m επάνω από το δάπεδο πορείας του.

2.2.2 ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ

Στα λιγνιτωρυχεία και γενικότερα στις εκμεταλλεύσεις με υψηλούς ρυθμούς παραγωγής, η μεταφορά του υλικού γίνεται με ηλεκτροκίνητες μεταφορικές ταινίες. Το συγκρότημα της μεταφορικής ταινίας (ιμάντας) μαζί με όλες τις κατασκευές που χρειάζεται για την έδραση και τη λειτουργία του ονομάζεται ταινιόδρομος (Τ/Δ) ή απλά ταινία. Στο Σχήμα 2.2.2 παρατηρείται ταινιόδρομος του Ορυχείου Κύριου Πεδίου (Ο.Κ.Π) σε λειτουργία. Η μεταφορά του υλικού από τον χώρο εκσκαφής μέχρι την απόθεση γίνεται συνήθως με μία σειρά διαδοχικών ταινιοδρόμων, σε απόλυτη λειτουργική συνεργασία μεταξύ τους, που ονομάζεται κλάδος ταινιοδρόμων. Ένας κλάδος, ανάλογα με την τομή που είναι εγκατεστημένος, χαρακτηρίζεται ως κλάδος υπερκειμένων ή κλάδος λιγνίτη.

Ένας ταινιόδρομος αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Την κεφαλή
- Τον κατά μήκος ταινιοδρομικό εξοπλισμό
- Τον σταθμό επιστροφής ή τέρμα ταινιοδρόμου

Το βασικό πλεονέκτημα των ταινιοδρόμων, ως συστήματος μεταφοράς, είναι ο υψηλός βαθμός λειτουργικότητας, δεδομένου ότι η λειτουργία τους δεν επηρεάζεται από τις καιρικές και εδαφολογικές συνθήκες, το χαμηλό κόστος συντήρησης τους και το σχετικά λίγο προσωπικό, που απαιτείται για την επιτήρηση της λειτουργίας τους.

Το μειονέκτημά τους είναι η έλλειψη ευελιξίας και η δυσκολία προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες των εργοταξίων. Οι διάφοροι κλάδοι ταινιοδρόμων που είναι εγκατεστημένοι στα διάφορα μέτωπα εκσκαφής καταλήγουν συνήθως στον κόμβο του Ορυχείου (σύμπλεγμα) και, με προωθούμενες κεφαλές, το υλικό από κάθε κλάδο μπορεί να οδηγηθεί είτε στην απόθεση αν είναι άγονο είτε στην αποθήκη μεταλλεύματος ή κατευθείαν στο εργοστάσιο επεξεργασίας.



Σχήμα 2.2.2: Σειρά διαδοχικών ταινιοδρόμων.

2.2.3 ΑΠΟΘΕΤΕΣ

Στη μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς λειτουργίας, έχουν αναπτυχθεί μεγάλοι αποθέτες για την απόθεση των υπερκειμένων και ενδιάμεσων στείρων υλικών. Τα μηχανήματα αυτά λειτουργούν σε σειρά με τους καδοφόρους εκσκαφείς και ταινιοδρόμους και είναι σε θέση να παραλάβουν και αποθέσουν την παραγωγή των εκσκαφών, η οποία φθάνει μέχρι 240.000 m_χ^3 /ημέρα. Στα σχήματα 2.2.3.1 και 2.2.3.2 παρατηρούνται αποθέτες σε λειτουργία.

Οι αποθέτες είναι ηλεκτροκίνητα μηχανήματα και έχουν τη δυνατότητα να αποθέτουν το υλικό με ομοιόμορφη διασπορά. Κατά τη λειτουργία τους κινούνται κατά μήκος των ταινιοδρόμων και με περιστροφή του βραχίονα απόρριψης κάνουν εκλεκτική απόθεση των διαφόρων ποιοτήτων αγόνων σε τρόπο ώστε να διαμορφώνεται μια ευσταθής απόθεση. Το υλικό που φτάνει στην τομοταινία απόθεσης μεταφέρεται στον αποθέτη με τη βοήθεια αναδιπλωτών, οι οποίοι συνήθως διαθέτουν περιστρεφόμενο βραχίονα, που τροφοδοτεί τον βραχίονα παραλαβής του αποθέτη. Οι αναδιπλωτές κινούνται κατά μήκος της τομοταινίας είτε επί των σιδηροτροχιών είτε με ερπύστριες, όπως και οι αποθέτες.



Σχήμα 2.2.3.1, 2.2.3.2: Αποθέτες στείρων υλικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.1.1 ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΑΔΟΦΟΡΟΥ ΕΚΣΚΑΦΕΑ

Ως απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα ορίζεται η ποσότητα του πετρώματος που εξορύσσει στην μονάδα του χρόνου, και εκφράζεται σε κυβικά μέτρα χαλαρού (εξορυγμένου) πετρώματος ανά ώρα ή κυβικά μέτρα συμπαγούς (στη φυσική του θέση) πετρώματος ανά ώρα εκσκαφής ή σε τόνους εξορυγμένου πετρώματος ανά ώρα. Ανάλογα με τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της απόδοσης του καδοφόρου εκσκαφέα, διακρίνονται διάφορα είδη αποδόσεων τα οποία θα αναπτυχθούν στη συνέχεια.

3.1.1.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (Q_{th})

Η θεωρητική ωριαία απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{th} = (60 * J * S) \text{ και } Q_{th} = 3600 * \frac{J * Z * V_{tan}}{\pi * D}$$

όπου:

Q_{th} = θεωρητική απόδοση σε χαλαρά m^3 / h

60 = λεπτά της ώρας

J = ονομαστική χωρητικότητα ενός κάδου σε m^3

S = αριθμός εκκενώσεων των κάδων ανά λεπτό

3600 = δευτερόλεπτα της ώρας

V_{tan} = ταχύτητα κοπής καδοτροχού σε m/sec

D = διάμετρος καδοτροχού σε m

A) Η ονομαστική χωρητικότητα του κάδου (J) ορίζεται από τη σχέση:

$$J = I + \alpha * I_o$$

όπου:

I = χωρητικότητα κάδου σε m³

I_o = χωρητικότητα δακτυλίου του κάδου σε m³

α = συντελεστής πλήρωσης του δακτυλίου (α < 1)

Ο συντελεστής πλήρωσης του δακτυλίου (α) λαμβάνει τιμές που εξαρτώνται από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του κάδου και του δακτυλίου, από την φύση του εξορυγμένου υλικού και από την μέθοδο εξόρυξης. Γενικά, οι κατασκευαστές των καδοφόρων εκσκαφών δεν ακολουθούν κοινή μέθοδο στον υπολογισμό του ποσοστού συμμετοχής της χωρητικότητας του δακτυλίου στην διαμόρφωση της ονομαστικής χωρητικότητας του κάδου, η θεωρητική απόδοση αυτών, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τον τρόπο με τον οποίον αυτή υπολογίστηκε, ιδίως όταν γίνονται συγκρίσεις των αποδόσεων καδοφόρων εκσκαφών από διάφορους κατασκευαστικούς οίκους.

B) Ο αριθμός εκκενώσεων των κάδων (s) δίνεται από τη σχέση:

$$s = Z * n$$

όπου:

Z = αριθμός κάδων στον καδοτροχό

n = αριθμός περιστροφών του καδοτροχού ανά λεπτό

Η θεωρητική απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα μπορεί επίσης να υπολογιστεί με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εκσκαφής. Οπότε, με βάση την επιφάνεια εντομής (επιφάνεια προσβολής του μετώπου) στο κατακόρυφο επίπεδο και την ταχύτητα περιφοράς του καδοτροχού, προκύπτει η σχέση (Καβουρίδης, 1992):

$$Q_{th} = 60 * f * H * T_{max} * V_{sl} \quad (\text{σε χαλαρά m}^3/\text{h})$$

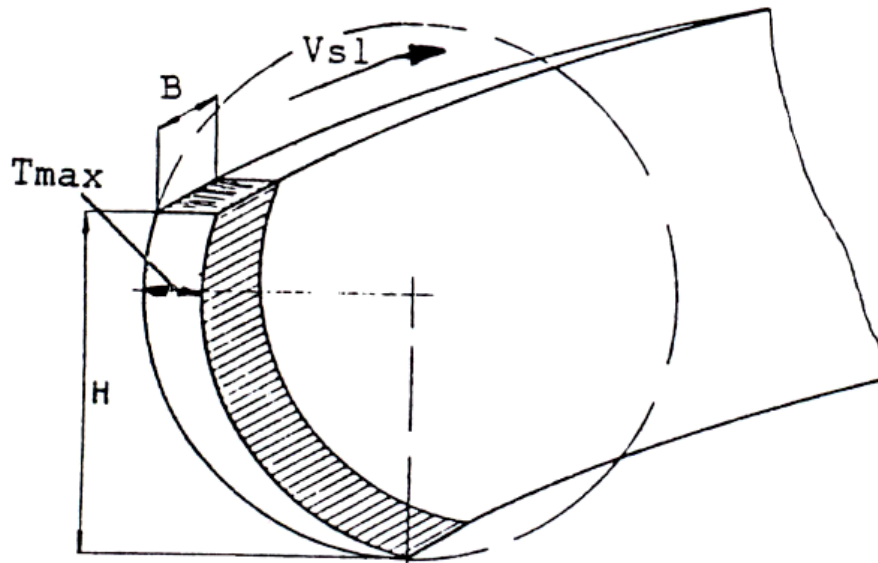
όπου:

f = συντελεστής επιπλήσματος εξορυγμένου πετρώματος (f > 1)

H = ύψος δρεπανοειδούς εντομής, σε m

T_{max} = βάθος εντομής, για γωνία περιφοράς θ=0ο και H=D/2, σε m

V_{sl} = ταχύτητα περιφοράς βραχίονα καδοτροχού, σε m/min



Σχήμα 3.1.1.1 : Γεωμετρία της εντομής (Καβουρίδης, 1992).

Η προηγούμενη σχέση ισχύει για καδοφόρο εκσκαφέα με βραχίονα καδοτροχού μεταβλητού μήκους, ο οποίος πραγματοποιεί εξόρυξη κατά μέτωπο και με την μέθοδο των βαθμίδων. Στην περίπτωση αυτή, το βάθος της εντομής παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος του τόξου του μετώπου, ενώ διατηρώντας σταθερή την ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού, η απόδοση παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της εκσκαφής της βαθμίδας.

Στην περίπτωση κατά την οποία ο βραχίονας καδοτροχός έχει σταθερό μήκος, το βάθος της εντομής μεταβάλλεται συναρτήσει της γωνίας περιφοράς, σύμφωνα με την σχέση:

$$T_{\theta} = T_{\max} * \cos \theta$$

όπου:

T_{θ} = βάθος εντομής σε γωνία περιφοράς θ , σε m

θ = γωνία περιφοράς (γωνία μεταξύ βραχίονα καδοτροχού και του άξονα πορείας του καδοφόρου εκσκαφέα)

Στην περίπτωση αυτή, το βάθος της εντομής μεταβάλλεται κατά μήκος του τόξου του μετώπου, έτσι προκειμένου να διατηρείται σταθερός ο όγκος του πετρώματος που εξορύσσεται στη μονάδα του χρόνου, πρέπει η ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού να μεταβάλλεται συνεχώς σύμφωνα με τη σχέση:

$$V_{sl,\theta} = \frac{V_{sl}}{\cos \theta} , \text{ σε m/min}$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού, για λόγους ασφαλείας, περιορίζεται από τους κατασκευαστές σε 40 m/min, και εφόσον η αρχική ταχύτητα περιφοράς στον άξονα προχώρησης του μετώπου ορίζεται στα 20 m/min, τότε, σύμφωνα με την παραπάνω σχέση, το τόξο εκσκαφής διαμορφώνεται σε 120^0 , ήτοι 60^0 εκατέρωθεν του άξονα πορείας του καδοφόρου εκσκαφέα.

3.1.1.2 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (Q_{expl})

Πραγματική απόδοση είναι η απόδοση που παρουσίασε ο καδοφόρος εκσκαφέας κατά την διάρκεια της εξόρυξης ενός συγκεκριμένου τμήματος μιας εκμετάλλευσης ή κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Κατά τον υπολογισμό της πραγματικής απόδοσης υπεισέρχονται παράμετροι οι οποίοι δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθούν καθόλου στις πραγματικές του διαστάσεις πριν από την εξόρυξη. Είναι μέγεθος «απολογιστικό» του εξορυκτικού έργου του καδοφόρου εκσκαφέα και χρησιμοποιείται σε μελέτες για τη βελτίωση του υπάρχοντος εξοπλισμού ή για την τροποποίηση του σχεδιασμού ή/και του χρονικού προγραμματισμού της εκμετάλλευσης.

Ως πραγματική απόδοση του καδοτροχού ορίζεται το γινόμενο:

$$Q_{expl} = \frac{0.8}{f} * Q_{th}, \text{ σε συμπαγή m}^3/\text{h}$$

όπου:

Q_{expl} = πραγματική ωριαία απόδοση, σε συμπαγή m^3/h

Q_{th} = θεωρητική ωριαία απόδοση, σε χαλαρά m^3/h

f = συντελεστής επιπλήσματος, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του όγκου “συμπαγούς” πετρώματος σε χαλαρό. Είναι χαρακτηριστικός για κάθε είδος υλικού (άμμος, άργιλος κλπ), λαμβάνει διάφορες τιμές .

Η πραγματική απόδοση μπορεί επίσης να υπολογιστεί από την σχέση:

$$Q_{expl} = 60 * \frac{W}{t} , \text{ σε t / h}$$

όπου:

Q_{expl} = πραγματική απόδοση

W = βάρος πετρώματος που εξορύχθηκε και φορτώθηκε (ενδείξεις ταινιοζυγού), σε t

t = χρόνος εντός του οποίου πραγματοποιήθηκε η εξόρυξη, σε min

Ο χρόνος t μπορεί να αναφέρεται είτε στον συνολικό χρόνο εξόρυξης (πραγματικό χρόνο εκσκαφής t_a και χρόνο καθυστερήσεων t_k), είτε μόνο στον πραγματικό χρόνο εκσκαφής t_a .

Τέλος, σε αρκετές περιπτώσεις η πραγματική απόδοση ορίζεται με βάση τον όγκο του πετρώματος που έχει εξορυχθεί, εφόσον δεν θεωρούνται τόσο αξιόπιστες οι ενδείξεις των ταινιοζυγών. Ισχύει η σχέση:

$$Q_{\text{expl}} = 60 * \frac{V}{t} \quad , \text{ σε } \text{m}^3 \text{ συμπαγούς/ h}$$

όπου:

V = όγκος συμπαγούς πετρώματος που εξορύχθηκε εντός ορισμένης χρονικής περιόδου, σε m^3
 t = χρόνος εξόρυξης του ανωτέρου όγκου, σε min

3.1.1.3 ΕΠΙΤΕΥΞΙΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (Q_{eff})

Στον υπολογισμό της επιτεύξιμης απόδοσης λαμβάνονται υπόψη η φύση του πετρώματος που εξορύσσεται, η μέθοδος εξόρυξης, τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και οι παράμετροι λειτουργίας του καδοφόρου εκσκαφέα, καθώς και ο βαθμός αξιοποίησης των λειτουργικών δυνατοτήτων του. Η επιτεύξιμη απόδοση προσεγγίζει την απόδοση που θα παρουσιάζει ο καδοφόρος εκσκαφέας όταν εγκατασταθεί και εξορύξει σε μια συγκεκριμένη εκμετάλλευση. Πολλές φορές εκφράζεται ως κλάσμα της θεωρητικής απόδοσης και χρησιμοποιείται στο στάδιο του σχεδιασμού μιας εκμετάλλευσης καθώς και στον προγραμματισμό της παραγωγής. Η επιτεύξιμη απόδοση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{eff}} = Q_{\text{th}} * n_f \quad , \text{ σε χαλαρά } \text{m}^3/\text{h}$$

όπου:

Q_{eff} = επιτεύξιμη απόδοση σε χαλαρά m^3/h
 Q_{th} = θεωρητική απόδοση σε χαλαρά m^3/h
 n_f = συντελεστής πλήρωσης των κάδων με το εξορυγμένο πέτρωμα, όπου

$$n_f = \frac{\text{πραγματική πλήρωση κάδου (m}^3\text{)}}{\text{ονομαστική χωρητικότητα κάδου (m}^3\text{)}}$$

Στην παραπάνω σχέση υπεισέρχονται, μέσω του συντελεστή πλήρωσης των κάδων, όλοι οι παράγοντες που διαμορφώνουν την απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα κατά την εξόρυξη

ενός συγκεκριμένου πετρώματος, χωρίς όμως να λαμβάνονται υπόψη οι καθυστερήσεις που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία του. Τόσο η θεωρητική απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα, όσο και η αντίστοιχη επιτεύξιμη απόδοση αναφέρονται στον πραγματικό χρόνο εκσκαφής.

3.1.1.4 ΚΡΙΣΙΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (Q_{cr})

Αναφέρεται στην κατώτερη αποδεκτή απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα και καθορίζεται από οικονομικά ή/και επιχειρησιακά κριτήρια της εκμετάλλευσης. Όταν η πραγματική απόδοση ενός καδοφόρου εκσκαφέα λάβει τιμή μικρότερη από την αντίστοιχη κρίσιμη, τότε η χρησιμοποίηση του καδοφόρου εκσκαφέα στην συγκεκριμένη εκμετάλλευση θα πρέπει να θεωρείται ως ασύμφορη.

Η θεωρητική, επιτεύξιμη, πραγματική και κρίσιμη απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα συνδέονται μεταξύ τους με την ανισοτική σχέση:

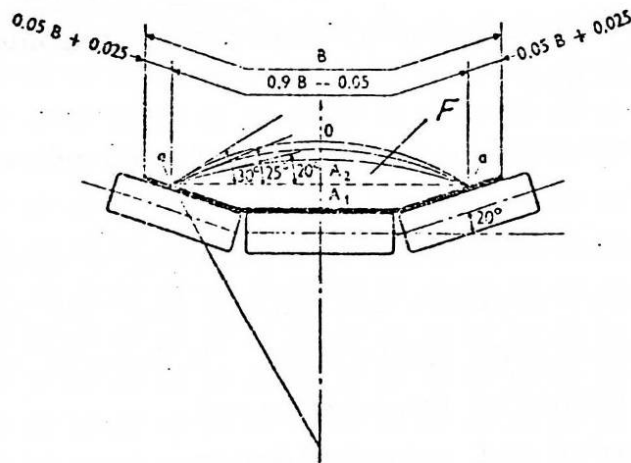
$$Q_{th} > Q_{eff} > Q_{expl} > Q_{cr}$$

3.1.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ

Η πιο σωστή μέθοδος υπολογισμού της μεταφορικής απόδοσης είναι ο προσδιορισμός της διατομής F σε m^2 του υλικού πάνω στον ιμάντα και ο πολλαπλασιασμός της με την πραγματική ταχύτητα του ιμάντα v σε m/s (Καβουρίδης, 1992). Ισχύει η σχέση :

$$Q = 3600 * F * v \quad (m^3/h)$$

Η διατομή F προκύπτει από τη σχεδίαση της κατανομής του υλικού πάνω στον ιμάντα με βάση τη γωνία διασπορά α , η οποία κυμαίνεται μεταξύ 15° και 30° , και με εμβαδομέτρηση του διαγράμματος. Το υλικό πάνω στον ιμάντα έχει πλάτος $b = 0.9 * B - 0.05$ (m), όπου B το πλάτος του ιμάντα σε μέτρα.



Σχήμα 3.1.2.: Υπολογισμός μεταφορικής απόδοσης (Καβουρίδης, 1992).

Αν η μέθοδος της εμβαδομετρήσεως δεν είναι εύκολη, η μεταφορική απόδοση υπολογίζεται από την σχέση:

$$Q = \xi * \lambda * \nu * (0.9 * B - 0.05)^2 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

η οποία αντιστοιχεί σε γωνία διασποράς 15° και για ισομήκη κύλιστρα.

όπου:

- ξ : σταθερά η οποία εξαρτάται από την κλίση α των πλευρικών κυλίστρων ως προς την οριζόντια
- λ : συντελεστής διορθώσεως της μεταφορικής απόδοσης ανάλογα με τη γωνία κλίσεως δ του ιμάντα ως προς την οριζόντια
- ν : ταχύτητα μεταφοράς (m/s)
- B : πλάτος ιμάντα σε m

Τιμές ξ για τυποποιημένες γωνίες κλίσεως α δίνει ο **Πίνακας 3.1.2-1**.

Πίνακας 3.1.2-1 : Τιμές συντελεστή ξ βάσει γωνίας κλίσεως α .

α (μοίρες)	0	20	30	35	45
ξ	240	440	545	580	Βάσει υπολογισμού

Πίνακας 3.1.2-2 : Συντελεστής διορθώσεως λ λόγω κλίσεως δ .

δ (μοίρες)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
λ	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85

Από τον **Πίνακα 3.1.2-2** προκύπτει, ότι η κανονική λειτουργία του ιμάντα είναι δυνατή μέχρι μέγιστη κλίσης $\delta=18^\circ$. Σε μεγαλύτερες κλίσεις ή μείωση της μεταφορικής αποδόσεως είναι δυσανάλογα μεγάλη και η λειτουργία του ιμάντα, επικίνδυνη ιδιαίτερα όταν το υλικό αποτελείται από σώματα σφαιρικής μορφής χωρίς λεπτόκοκκα συστατικά (Καβουρίδης, 1992).

3.1.3 ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΠΟΘΕΤΩΝ

Όσον αφορά τους αποθέτες, δεν υπάρχει συγκεκριμένη αριθμητική σχέση η οποία να ορίζει την απόδοση τους. Γενικότερα, το μέγεθος αυτό εξαρτάται από δυο παράγοντες:

- Την ταχύτητα κίνησης του ιμάντα (m/s)
- Την διατομή του υλικού πάνω στον ιμάντα (m²)

3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΔΟΦΟΡΩΝ ΕΚΣΚΑΦΕΩΝ

Στην πράξη υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα, οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, ώστε με τον κατάλληλο συνδυασμό να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή κάθε φορά απόδοση στη λειτουργία του καδοφόρου

εκσκαφέα. Υπάρχουν γενικότερα διάφορες κατηγορίες παραγόντων που έχουν σχέση με τον τρόπο ένταξης και κοπής, το είδος του υλικού που εκσκάπτεται και την αντίσταση που προβάλλει κατά την κοπή, το είδος και η ποιότητα των οργάνων κοπής του εκσκαφέα καθώς και παράγοντες που έχουν σχέση με την ικανότητα των χειριστών του εκσκαφέα και γενικά του ανθρώπινου παράγοντα. Εννοείται φυσικά ότι υπάρχει σε κάθε περίπτωση δυνατότητα αποκομιδής του εκσκαπτόμενου υλικού από το σύστημα μεταφοράς.

Επίσης για τη λειτουργία ενός καδοφόρου εκσκαφέα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, θα πρέπει να δημιουργηθούν οι άριστες τεχνολογικές συνθήκες, έτσι ώστε ο εκσκαφέας να μπορεί να επιτυγχάνει μέγιστη απόδοση συνεχώς. Στόχος του τεχνολογικού σχεδιασμού είναι ο προσδιορισμός του εύρους της στιγμιαίας απόδοσης στην οποία το μηχάνημα είναι ικανό να λειτουργήσει με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του υλικού και τις τεχνικές συνθήκες, των οποίων η παρατήρηση θα έχει ως αποτέλεσμα την υψηλότερη απόδοση.

Ο καδοφόρος εκσκαφέας θα πρέπει να λειτουργεί με τον βέλτιστο τρόπο, λαμβάνοντας όμως υπόψη και τις οικονομικές παραμέτρους. Οι βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας πρέπει να επιλεγούν σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά κοπής του υλικού προς εξόρυξη, τις τεχνικές παραμέτρους του καδοφόρου εκσκαφέα και τα χαρακτηριστικά της εφαρμοσμένης τεχνολογίας με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση με το λιγότερο δυνατό κόστος.

Συνοψίζοντας, βέλτιστο τρόπος λειτουργίας για τους καδοφόρους εκσκαφείς, επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό τεχνικών και οικονομικών παραμέτρων.

3.2.1 ΕΝΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΑΔΟΦΟΡΟΥ ΕΚΣΚΑΦΕΑ

Σημαντικές παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών είναι η ένταξη του μηχανήματος στις τομές των ορυχείων καθώς και η λειτουργία του ίδιου του μηχανήματος. Με τον όρο ένταξη εννοείται η τοποθέτηση και η κίνηση του εκσκαφέα ως προς το μέτωπο που πρόκειται να εκσκαφτεί ενώ με τον όρο λειτουργία εννοείται το σύνολο και ο τρόπος των κινήσεων του εκσκαφέα κατά την διαδικασία της εκσκαφής. Κατ'αρχάς, η απόδοση του εκσκαφέα εξαρτάται από το ύψος του πακέτου εκσκαφής, το βάθος κοπής και την ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού. Με κατάλληλη εκλογή των τριών πιο πάνω μεγεθών επιδιώκεται η πλήρωση των κάδων του εκσκαφέα.

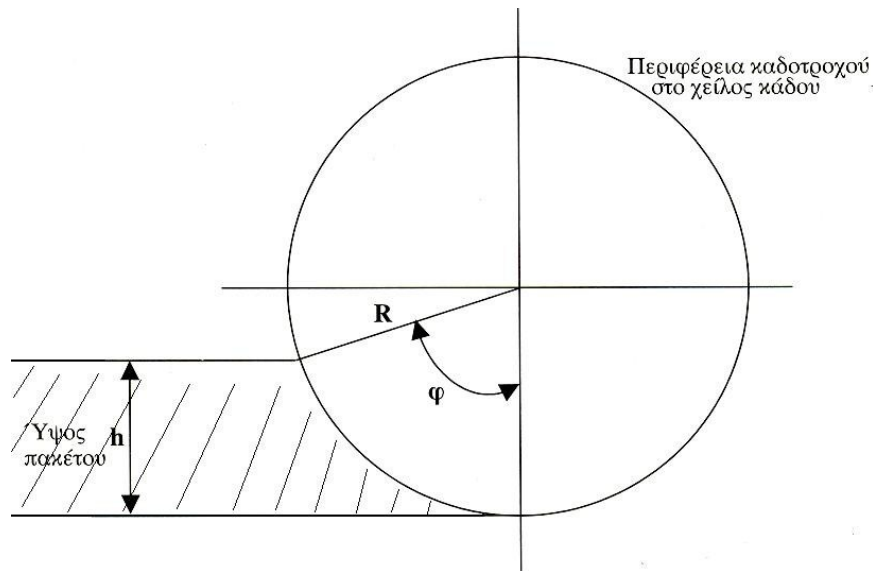


Σχήμα 3.2-1: Εκσκαφέας B/W 330 σε πορεία για την ένταξή του στη Μαυροπηγή (τμήμα Ορυχείου Κύριου Πεδίου).

3.2.2 ΥΨΟΣ ΠΑΚΕΤΟΥ (H)

Τρεις σημαντικές παράμετροι του μετώπου εκσκαφής επηρεάζουν την απόδοση ενός καδοφόρου εκσκαφέα: η γωνία κλίσης, το ύψος και το πλάτος του πακέτου. Και τα τρία αυτά στοιχεία είναι αλληλένδετα, με αποτέλεσμα, μια αλλαγή στο ένα από αυτά να απαιτεί ρύθμιση και των άλλων δύο. Για μία δεδομένη εκσκαφή, τα μεγέθη που θα καθοριστούν αρχικά είναι η γωνία κλίσης του υλικού και το ύψος του πακέτου, ενώ στη συνέχεια θα ακολουθήσει ο προσδιορισμός του πλάτους του.

Στο Σχήμα 3.2.2 δίνεται η διάταξη της εκσκαφής με καδοτροχό για ύψος πακέτου μικρότερο του 50% της διαμέτρου του καδοτροχού.



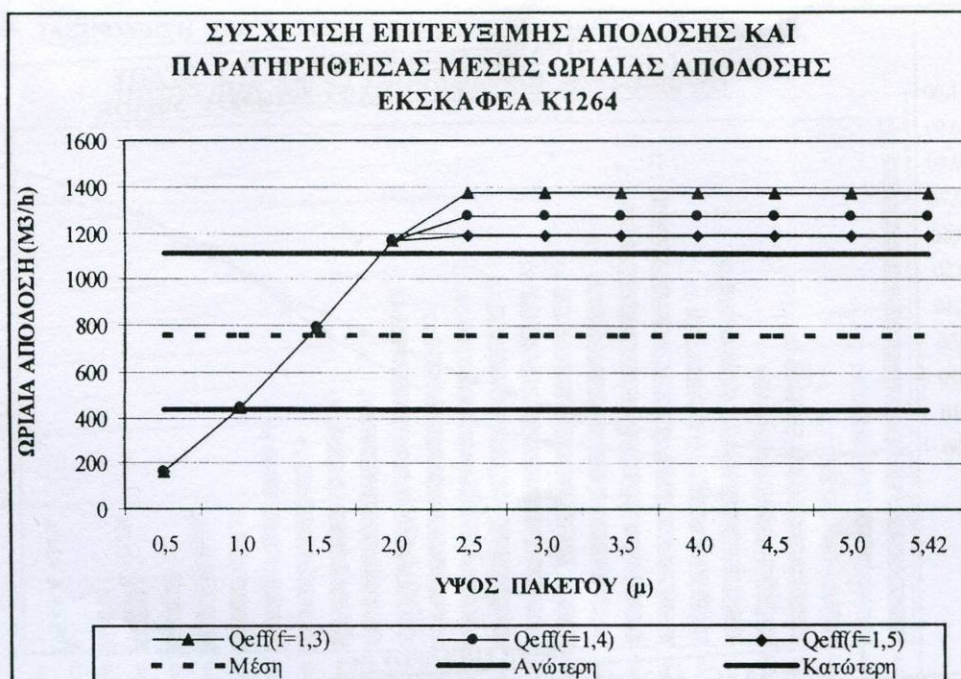
Σχήμα 3.2.2: Γεωμετρική απεικόνιση καδοτροχού και εξορυσσόμενου πακέτου (Κολοβός, 2000).

Για δεδομένη ακτίνα καδοτροχού ($R=D/2$, μετρημένη στο χείλος του κάδου), η γωνία ϕ μπορεί να υπολογιστεί ως εξής (Κολοβός, 2000):

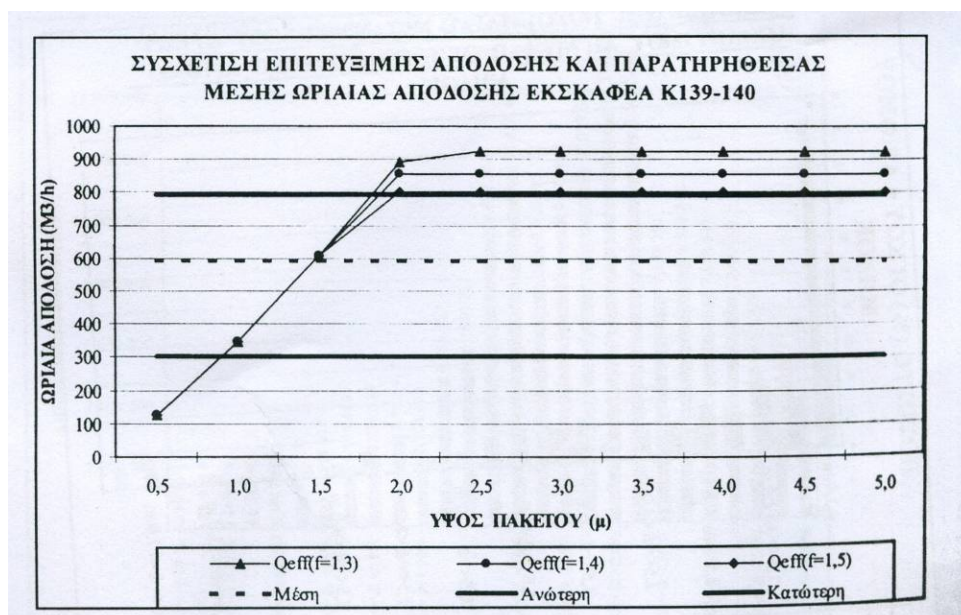
$$\phi = \arccos \frac{R-h}{R}$$

Το ύψος του πακέτου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επιδρά αποφασιστικά στην απόδοση του εκσκαφέα. Για κάθε εκσκαφέα υπάρχει ένα ελάχιστο ύψος κοπής κάτω από το οποίο είναι αδύνατο να πληρωθούν οι κάδοι ακόμη και αν χρησιμοποιηθεί το μέγιστο επιτρεπτό βάθος κοπής και η μεγαλύτερη επιτρεπτή ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού (Ladanyi & Sumegi, 2006). Το ύψος του πακέτου κοπής εξαρτάται από τη διάμετρο του καδοτροχού, λαμβάνει δε τιμές από 0.35 μέχρι 0.65 της διαμέτρου του καδοτροχού. Συνηθίζεται στην πράξη να εκλέγεται ύψος πακέτου τουλάχιστο το μισό της διαμέτρου του καδοτροχού. Έτσι π.χ για καδοτροχό διαμέτρου 12 μέτρων πρέπει να εκλέγεται ύψος πακέτου 6 μέτρων εφόσον βέβαια οι συνθήκες του συγκεκριμένου κάθε φόρα μετώπου εκσκαφής το επιτρέπουν.

Στα **Διαγράμματα 3.2.2-1** και **3.2.2-2** παρατίθενται διαγράμματα για δυο διαφορετικού τύπου καδοφόρους εκσκαφείς που δείχνουν τη σχέση απόδοσης και ύψους πακέτου, για τη χρονική περίοδο 1984-1998 στο Βόρειο Πεδίο (τμήμα του Ορυχείου Κύριου Πεδίου). Δίνεται επίσης το εύρος των τιμών της επιτευχθείσας μέσης ωριαίας απόδοσης (μέσος αριθμητικός των μηνιαίων αποδόσεων, ανώτερη – κατώτερη τιμή) (Κολοβός, 2004).



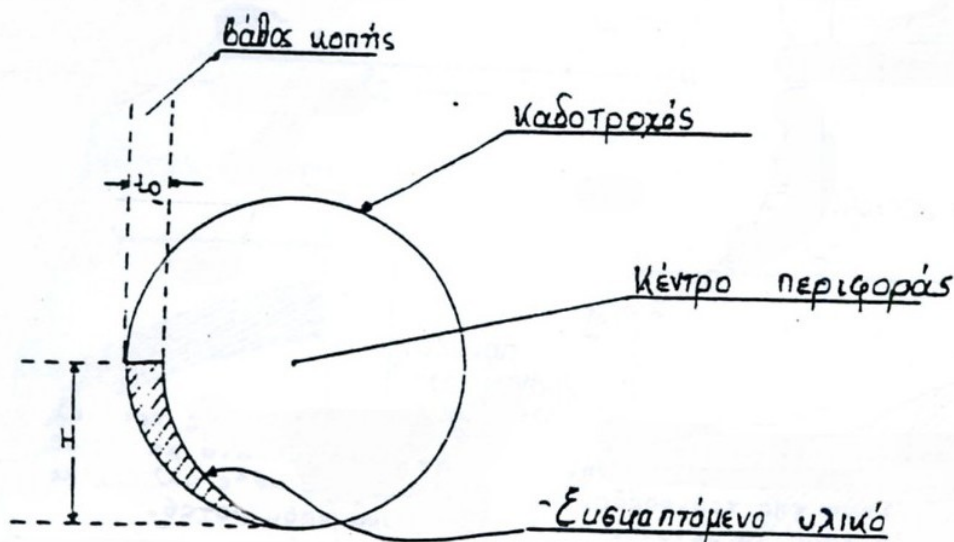
Διάγραμμα 3.2.2-1 : Μεταβολή της επιτεύξιμης απόδοσης των μηχανημάτων τύπου Krupp SchRs 600_21/3.3 συναρτήσει του ύψους πακέτου. Συσχέτιση με την επιτευχθείσα μέση, ανώτερη και κατώτερη ωριαία απόδοση στη 15ετία 1984-1998 (Κολοβός, 2004).



Διάγραμμα 3.2.2-1 : Μεταβολή της επιτεύξιμης απόδοσης των μηχανημάτων τύπου Krupp SchRs 350_21/2.5 συναρτήσει του ύψους πακέτου. Συσχέτιση με την επιτευχθείσα μέση, ανώτερη και κατώτερη ωριαία απόδοση στη 15ετία 1984-1998 (Κολοβός, 2004).

3.2.3 ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ t_0

Ιδιαίτερη σημασία στην απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα έχει το βάθος στο οποίο πραγματοποιείται η κοπή. Το βάθος κοπής (t_0) είναι το βάθος κατά το οποίο εισχωρεί ο καδοτροχός σε κάθε περιφορά στο μέτωπο εκσκαφής, μετριέται δε στην θέση του άξονα προχώρησης του εκσκαφέα στο μέτωπο, όπου λαμβάνει την μεγίστη τιμή. Είναι φανερό ότι όσο απομακρύνεται, κάνοντας περιφορά, ο καδοτροχός από τη θέση του άξονα προχώρησης, τόσο μειώνεται το βάθος κοπής, μηδενίζεται δε όταν ο βραχίονας καδοτροχού σχηματίζει γωνία 90 μοιρών με τον άξονα προχώρησης του εκσκαφέα. Προκειμένου όμως να διατηρείται κατά το δυνατόν σταθερή απόδοση, επιβάλλεται η αύξηση της ταχύτητας περιφοράς για να αντισταθμίζεται η μείωση του βάθους κοπής. Έτσι π.χ. θεωρώντας ότι στην θέση του μέγιστου βάθους κοπής αντιστοιχεί ταχύτητα κοπής V_0 τότε, για να διατηρείται σταθερή απόδοση, στη θέση γωνίας περιφοράς 60 μοιρών πρέπει η ταχύτητα να είναι διπλάσια ($2 V_0$) διότι το βάθος κοπής στην θέση αυτή γίνεται το μισό ($t_0/2$). Συνηθισμένη επίσης πρακτική είναι να μην "εξοφλείται" η γωνία περιφοράς σε κάθε περιφορά, αλλά σε κάθε δεύτερη ή τρίτη περιφορά ώστε να αντιμετωπίζεται αξιόλογο βάθος κοπής στα άκρα της περιφοράς. Στην προκειμένη περίπτωση σημαντικό ρόλο παίζει η εμπειρία του χειριστή του καδοφόρου εκσκαφέα. Το βάθος κοπής που εκλέγεται εξαρτάται, εκτός από τη σκληρότητα του μετώπου ή τη συγκολλητικότητα του υλικού, από τη διάμετρο του καδοτροχού. Έτσι το t_0 λαμβάνει τιμές από 0,05 μέχρι 0,1 της διαμέτρου του καδοτροχού. Έτσι π.χ. για καδοτροχό διαμέτρου 12 μέτρων λαμβάνει τιμή από 0,6 μέχρι 1,2 μέτρα εφόσον βέβαια άλλοι λόγοι (όπως ύπαρξη σκληρών, φθορά στεφάνης καδοτροχού) δεν περιορίζουν το βάθος κοπής.



Σχήμα 3.2.3: Απεικόνιση του βάθους κοπής (Καβουρίδης, 1992).

3.2.4 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (V_s)

Μία ακόμη παράμετρος σύμφωνα με την οποία καθορίζεται η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα είναι η ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού (V_s). Η κίνηση του βραχίονα πρέπει να επιβραδυνθεί μέχρι μηδενισμού, με τη βοήθεια φρένου, όταν φτάσει στην περιφέρεια της εκσκαφής (άκρο του μετώπου), για να γίνει αναστροφή της διεύθυνσης κίνησης του. Ακόμη, πρέπει να προλαμβάνεται με επιβράδυνση η καταστροφή των κοπτικών άκρων ή και των κάδων όταν στο μέτωπο συναντώνται σκληροί σχηματισμοί. Για κατασκευαστικούς λόγους, που σχετίζονται με την αδράνεια και την δυνατότητα πέδησης των περιφερόμενων συστημάτων, η ταχύτητα περιφοράς βραχίονα καδοτροχού δεν μπορεί να υπερβεί προκαθορισμένη από τον κατασκευαστή μέγιστη τιμή, που αντιστοιχεί σε γωνία περιφοράς περίπου 60° , ενώ σε γωνία περιφοράς 0° αντιστοιχεί η ελάχιστη ταχύτητα περιφοράς (Andras et al, 2005).

Προκειμένου να μην μειώνεται πολύ η απόδοση του εκσκαφέα, η ταχύτητα περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού πρέπει να αυξάνεται σε σχέση αντίστροφη προς το συνημίτονο της γωνίας που σχηματίζει ο βραχίονας ως προς τον άξονα πορείας του μηχανήματος.

Η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει, για τους διάφορους καδοφόρους εκσκαφείς, κυμαίνεται από 24 έως 36 μέτρα ανά λεπτό. Έτσι π.χ. για καδοφόρους εκσκαφείς του Νότιου Πεδίου μπορεί να φτάσει μέχρι 32 μέτρα ανά λεπτό. Όπως προαναφέρθηκε η μικρότερη τιμή που λαμβάνει η μικρότερη ταχύτητα περιφοράς, για κάθε συγκεκριμένο μέτωπο, αντιστοιχεί στην θέση του άξονα προσχώρησης και αυξάνεται προοδευτικά η γωνία περιφοράς, ώστε στην θέση των 60° πρέπει να είναι διπλάσια για να διατηρείται σταθερή απόδοση.

Η μέγιστη ταχύτητα κοπής είναι η ταχύτητα εκείνη πέρα από την οποία το υλικό δεν μπορεί να κενωθεί από τους κάδους. Η θεωρητική απόδοση ενός καδοφόρου εκσκαφέα μπορεί να εκφραστεί με την ακόλουθη σχέση (Καβουρίδης, 1992):

$$Q_{th} = 60^2 * \frac{I * Z}{\pi * D} * V_{tan} \quad (1)$$

όπου:

I = χωρητικότητα ενός κάδου (m^3)

Z = αριθμός κάδων του καδοτροχού

D = διάμετρος του καδοτροχού (m)

V_{tan} = εφαπτομενική ταχύτητα του καδοτροχού (m/s)

Η πραγματική ταχύτητα περιστροφής του καδοτροχού μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση της μέγιστης ταχύτητας V_{100} και έναν συντελεστή k (Καβουρίδης, 1992).

$$V_{tan} = V_{100} * k = 2.22 * k * \sqrt{D} \quad (2)$$

Από το συνδυασμό των σχέσεων (1) και (2) προκύπτει η σχέση:

$$Q_{th} = 2545 * \frac{I * Z * k}{\sqrt{D}} \quad (m^3/h)$$

Η τιμή του συντελεστή k κυμαίνεται από 0.2 (όταν πρόκειται για πολύ συνεκτικό πέτρωμα και καδοτροχό με κυψέλες) μέχρι 0.6 (όταν πρόκειται για χαλαρό πέτρωμα και καδοτροχό χωρίς κυψέλες).

Λόγω της ταχύτητας της περιστροφής, το υλικό που περιλαμβάνεται στους κάδους ωθείται προς τα έξω από τη φυγόκεντρο δύναμη που αναπτύσσεται. Η φυγόκεντρος αυτή δύναμη f_c μειώνει την επίδραση της βαρύτητας που προκαλεί την εκκένωση των κάδων, και με μια ορισμένη ταχύτητα θα την αντιστάθμιζε. Ισχύει η σχέση:

$$f_c = 2 * m_t * D^{-1} * V_s^2$$

Η κρίσιμη περιφερειακή ταχύτητα είναι μια τιμή της v_s στην οποία δεν παρατηρείται πλέον εκκένωση των κάδων.

$$V_u = \sqrt{0.5 * D * g} = 2.216 * \sqrt{D} \quad (m/s)$$

όπου:

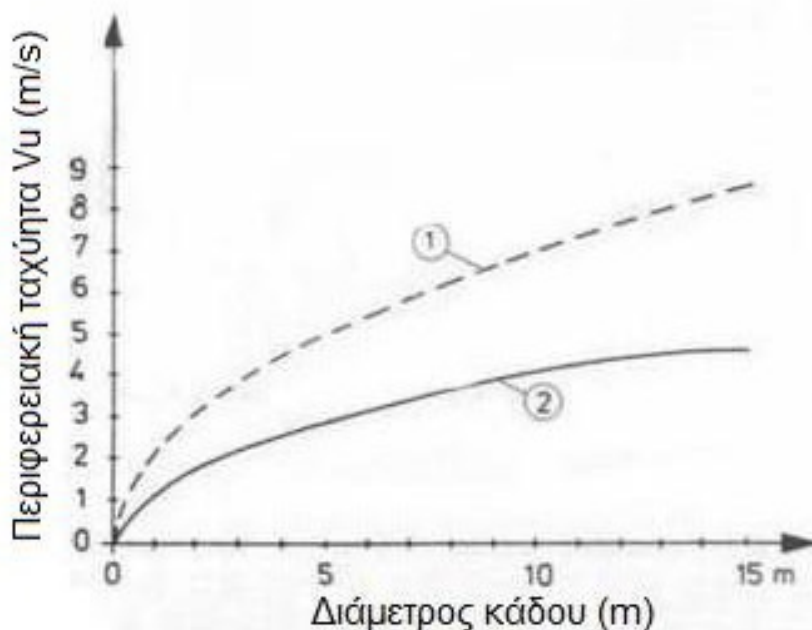
m_t	μάζα
g	επιτάχυνση της βαρύτητας = 9.82 (m/s ²)
v_u	περιφερειακή ταχύτητα καδοτροχού (m/s)
D	διάμετρος καδοτροχού (m)
$m_t * g$	βάρος

Η κρίσιμη ταχύτητα εξαρτάται, επομένως, μόνο από τη διάμετρο του καδοτροχού. Η καμπύλη των κρίσιμων ταχυτήτων που σχεδιάζεται σε σχέση με τις διάφορες διαμέτρους είναι μια παραβολή.

Η πραγματική περιφερειακή ταχύτητα πρέπει να είναι ουσιαστικά μικρότερη από την κρίσιμη ταχύτητα. Επίσης θα πρέπει η φυγόκεντρος δύναμη να μην είναι μεγαλύτερη από το 1/3 της βαρύτητας, έτσι ώστε μία αρκετά μεγάλη επίδραση της σε σπάνιες περιπτώσεις να μην εμποδίζει την εκκένωση των κάδων. Η απαίτηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παρακάτω σχέση (Golosinski, 1987):

$$V_u = 1.28 * \sqrt{D} \quad (m/s)$$

Η πραγματική περιφερειακή ταχύτητα δεν πρέπει, επομένως, να υπερβεί το 55% της κρίσιμης ταχύτητας. Οι τιμές για την κρίσιμη και την περιφερειακή ταχύτητα που δεν πρέπει να ξεπεραστούν παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.2.4.



Διάγραμμα 3.2.4 : Περιφερειακή ταχύτητα v_u σε σχέση με την διάμετρο του κάδου (Golosinski and Boehm, 1987).

1. Κρίσιμη περιφερειακή ταχύτητα στην οποία το υλικό παραμένει στον κάδο λόγω της φυγόκεντρης δύναμης
2. Οριακή περιφερειακή ταχύτητα, η οποία δεν πρέπει να ξεπεραστεί ώστε να υπάρξει εκκένωση του κάδου

3.2.5 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΩΝ H, t_o, V_s

Η απόδοση του καδοτροχού λοιπόν, εξαρτάται από τις τιμές που λαμβάνουν το ύψος του πακέτου (H), το βάθος κοπής (t_o) και η ταχύτητα περιφοράς (V_s). Το γινόμενο

$$H * t_o * V_s$$

ονομάζεται ονομαστική απόδοση του εκσκαφέα (Καβουρίδης, 1992).

Ισχύει δηλαδή:

$$Q_{nom} = H * t_o * V_s * 60 \quad (m^3/h)$$

όπου:

Q_{nom} = ονομαστική απόδοση	(m^3/h)
H = πακέτου	(m)
t_o = βάθος κοπής	(m)
V_s = ταχύτητα περιφοράς	(m/min)
60 = λεπτά της ώρας	(min)

Για την αποδοτική επομένως λειτουργία του καδοτροχού πρέπει να γίνεται κατάλληλη εκλογή των τιμών των πιο πάνω μεγεθών ώστε π.χ εφόσον δεν υπάρχει πρόβλημα λόγω σκληρότητας του μετώπου ή του συγκολλητικού υλικού, να επιτυγχάνεται πλήρωση των κάδων του εκσκαφέα.

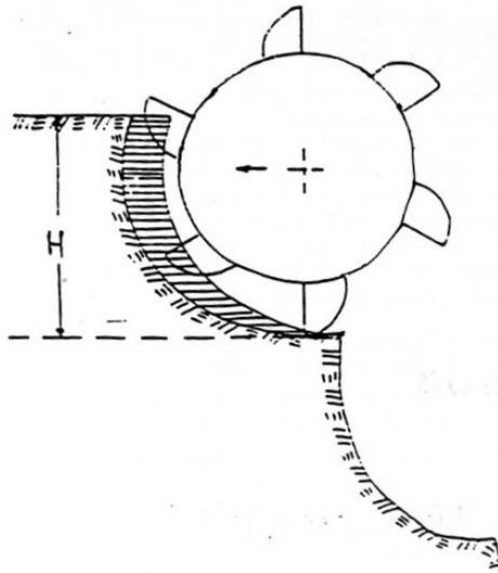
3.2.6 ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΩΠΟΥ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της απόδοσης του καδοφόρου εκσκαφέα διαδραματίζει ο τρόπος προσβολής του εκάστοτε μετώπου εκσκαφής.

Υπάρχουν δυο τρόποι προσβολής του μετώπου εκσκαφής:

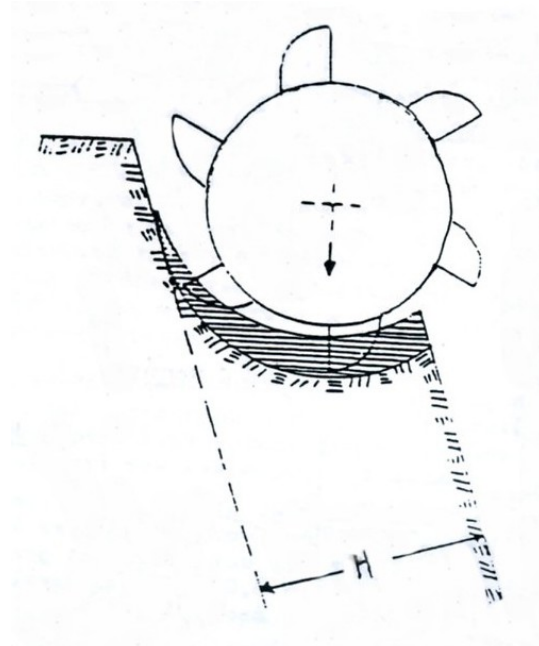
- 1) Προσβολή κατά οριζόντιες λωρίδες (πακέτα)
- 2) Κατιούσα προσβολή (κατεβατή εκσκαφή)

Κατά την **εκσκαφή κατά πακέτα** το μέτωπο εκσκαφής προσβάλλεται κατά πακέτα με συνεχή προσχώρηση, μετά την εξόφληση της περιφοράς, του καδοτροχού προς το μέτωπο. Ενδείκνυται ιδιαίτερα όταν πρόκειται για εκλεκτική εκσκαφή (άγωνα, λιγνίτη, αποκάλυψη σκληρών σχηματισμών). Το μήκος προχώρησης ολοκληρώνεται σε κάθε πακέτο, όταν εξαντληθεί η διαδρομή των ερπυστριών προς το πόδι του μετώπου εκσκαφής, μέχρι δηλαδή του σημείου που επιτρέπουν λόγοι ασφάλειας. Ακολουθεί αλλαγή πακέτου εκσκαφής προς τα κάτω μέχρις ότου ολοκληρωθεί η εκσκαφή όλου του μετώπου.



Σχήμα 3.2.6-1 : Εκσκαφή κατά πακέτα (Καβουρίδης, 1992).

Κατά την **κατεβατή εκσκαφή** το μέτωπο εκσκαφής προσβάλλεται από πάνω προς τα κάτω με οπισθοπορεία του εκσκαφέα σε κάθε αλλαγή περιφοράς του βραχίονα καδοτροχού. Δεν εφαρμόζετε σε εκλεκτική κοπή ούτε όταν υπάρχουν σκληρά πετρώματα. Απαιτεί μεγαλύτερη δεξιότητα και προσοχή από τον χειριστή του καδοφόρου εκσκαφέα. Πλεονεκτεί, όπου είναι δυνατόν να εφαρμοστεί, διότι απαιτεί λιγότερους νεκρούς χρόνους σε πορείες του εκσκαφέα. Ενδείκνυται επίσης σε έντονα στρωματοποιημένα υλικά που παρουσιάζουν μικρή αντίσταση κατά την στρώση.



Σχήμα 3.2.6-2 : Κατεβατή εκσκαφή (Καβουρίδης, 1992).

Στην πράξη είναι δυνατός ο συνδυασμός των δυο τρόπων προσβολής του μετώπου.

3.2.7 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΜΠΛΟΚ – ΜΗΚΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΚΑΔΟΤΡΟΧΟΥ

Η σωστή επιλογή τύπου καδοφόρου εκσκαφέα σε κάθε μέτωπο εκσκαφής, με κύριο χαρακτηριστικό του το μήκος του βραχίονα καδοτροχού, αποτελεί σημαντική παράμετρο στην απόδοση. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση που το μήκος του βραχίονα καδοτροχού δεν είναι ανάλογο του πάχους του μπλοκ που πρόκειται να εξορύξει, τότε η απόδοση του μηχανήματος θα μειωθεί.

Ο εκσκαφέας με καδοτροχό είναι μηχανήμα που κατά κανόνα κατασκευάζεται για ένταξη σε δεδομένη εκμετάλλευση, με σχεδιασμένη επιτεύξιμη ετήσια απόδοση. Για δεδομένη θεωρητική απόδοση, είναι δυνατόν να κατασκευαστεί καδοφόρος εκσκαφέας με μεγάλου μήκους βραχίονα καδοτροχού, που επιτρέπει τον έλεγχο μεγαλύτερου ύψους μετώπου, ή και με μικρού μήκους βραχίονα καδοτροχού, που θέτει αναμφίβολα περιορισμούς στο ύψος μετώπου (Nordin & Winzer, 1988). Ωστόσο, το βάρος και το κόστος του καδοφόρου εκσκαφέα αυξάνει ανάλογα με το μήκος του βραχίονα καδοτροχού, ενώ παράλληλα οι εκσκαφείς με μικρού μήκους βραχίονα έχουν χαμηλότερο κέντρο βάρους και μεγαλύτερη ευχέρεια ελιγμών. Η μορφή του κοιτάσματος που θα εξορυχθεί, με μικρό ή με μεγαλύτερο αριθμό μπλοκ, είναι παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή εκσκαφέα με «κοντό» ή «μακρύ» βραχίονα καδοτροχού. Το βάθος του ορυχείου και ο αριθμός βαθμίδων επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Πιο συγκεκριμένα, στο ορυχείο Μαυροπηγής, ο μεγάλος αριθμός μπλοκ λιγνίτη και στείων μικρού πάχους κατά την εκλεκτική εξόρυξη του κοιτάσματος, οδήγησε στην επιλογή εκσκαφών με σχεδίαση «μεγάλου» μήκους βραχίονα καδοτροχού. Το μεγάλο μήκος βραχίονα σημαίνει μεγαλύτερο πλάτος μετώπου και μήκος μπλοκ, δηλαδή αύξηση του χρόνου λειτουργίας σε ένα είδος υλικού (π.χ λιγνίτη) πριν την διακοπή λειτουργίας του καδοτροχού για μεταφορά της κινητής κεφαλής του κλάδου εκσκαφής πάνω από άλλο συλλεκτήριο ταινιόδρομο (π.χ αγόνων). Σημαίνει επίσης μείωση του αριθμού μεταθέσεων της τομοταινίας, αύξηση του παραγωγικού σε σχέση με το μη παραγωγικό χρόνο λειτουργίας (αναστροφή της διεύθυνσης περιφοράς βραχίονα καδοτροχού στα άκρα του μετώπου, λιγότερες οπισθοπορείες για χαμήλωμα του βραχίονα στο τέλος κάθε πακέτου, λιγότερες πορείες και ανύψωση του βραχίονα για εκσκαφή πρώτου πακέτου).

3.2.8 ΚΟΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΚΑΔΟΦΟΡΟΥ ΕΚΣΚΑΦΕΑ

Το κοπτικό σύστημα του καδοφόρου εκσκαφέα φαίνεται πολλές φορές να παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην εκσκαφή ενός μετώπου, πράγμα που θα επηρεάσει και την απόδοση του. Με τον όρο κοπτικό σύστημα εννοούμε τα δόντια, τους κάδους και τους προκοπτήρες που είναι εγκατεστημένα στον καδοτροχό. Η διαδικασία κοπής του υλικού εξαρτάται έντονα από την μορφή των κοπτικών άκρων, την θέση τους σε σχέση με το μέτωπο καθώς επίσης και από την κατάσταση τους. Η διαδικασία κοπής επηρεάζεται επίσης από τον τύπο του υλικού που εκσκάπτεται και μπορεί να ποικίλει μέσα στα όρια ενός ορυχείο ή ακόμα και μέσα στο ίδιο το μέτωπο. Στην συνέχεια αναπτύσσονται αναλυτικότερα οι παράμετροι αυτές.

3.2.8.1 ΔΟΝΤΙΑ ΚΑΔΩΝ – ΠΡΟΚΟΠΤΗΡΩΝ

Ανάλογα με το σχήμα, το μέγεθος και την ποιότητα του υλικού των δοντιών των καδών – προκοπτήρων επιτυγχάνεται ή όχι η αποδοτική εκσκαφή του καδοτροχού. Ιδιαίτερα για την αντιμετώπιση σχετικά σκληρών ή και αρκετά σκληρών σχηματισμών χρησιμοποιούνται σφηνοειδή δόντια με κατάλληλο υλικό κατασκευής ώστε να μην καταστρέφονται ή να φθείρονται μετά από ικανοποιητικό αριθμό ωρών λειτουργίας. Υπάρχουν ωστόσο περιπτώσεις όπου η φθορά είναι τόσο μεγάλη με αποτέλεσμα να αντικαθίστανται τα δόντια π.χ ανά 30 ώρες λειτουργίας. Τα φθαρμένα δόντια επαναχρησιμοποιούνται αφού υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία (π.χ χύτευση, επικάλυψη με σκληρό ηλεκτρόδιο κλπ.).

Καθώς αυξάνεται η φθορά των δοντιών αυξάνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εκσκαφή. Για τον λόγο αυτόν, οι ενδείξεις του αμπερομέτρου των κινητήρων του καδοτροχού είναι δείκτης για την μείωση της εκσκαπτικής ικανότητας των δοντιών, όταν δηλαδή αυξάνεται η φθορά αυξάνονται οι ενδείξεις του αμπερομέτρου για δεδομένο υλικό εκσκαφής. Με την πρόοδο της φθοράς τα δόντια χάνουν το σφηνοειδή σχήμα, αυξάνεται δηλαδή η επιφάνεια επαφής μεταξύ δοντιού και υλικού με αποτέλεσμα να μειώνεται η πίεση

που εφαρμόζεται στο μέτωπο εκσκαφής. Αν τα δόντια είναι όχι σωστά τοποθετημένα, ιδιαίτερα δε αν η γωνία προσβολής του μετώπου είναι ακατάλληλη, παρατηρούνται κραδασμοί στον βραχίονα καδοτροχού και φυσικά στην καμπίνα του χειριστή, γεγονός που επιδρά στην μείωση της απόδοσης του καδοτροχού. Πρέπει κατά το δυνατόν να φθείρονται ομοιόμορφα τα δόντια που βρίσκονται στις αντίστοιχες θέσεις των κάδων. Πολλές φορές είναι προτιμότερη καθολική αντικατάσταση των δοντιών, παρά μερική αντικατάσταση για λόγους ομοιόμορφης κατανομής της δύναμης εκσκαφής. Αυτό βέβαια εξαρτάται από τον βαθμό προχώρησης της φθοράς. Οι κραδασμοί του χειριστηρίου αποτελούν ένδειξη για την ανομοιόμορφη κατανομή της δύναμης εκσκαφής.

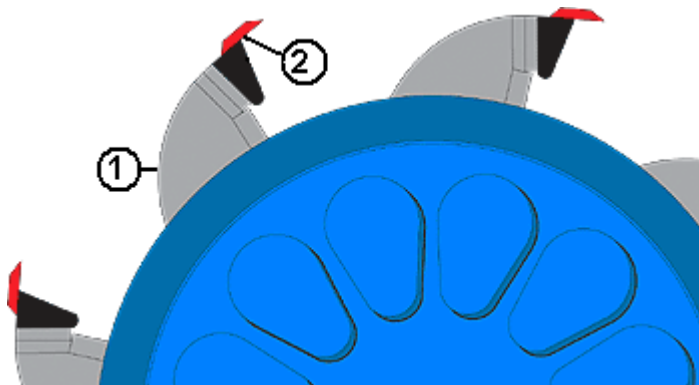
3.2.8.2 ΚΑΔΟΙ

Μία ακόμη παράμετρο της απόδοσης αποτελούν οι κάδοι του εκσκαφέα (Σχήμα 3.2.8.2-1). Όσο καλύτερη είναι η προσαρμογή της διαμέτρου του καδοτροχού στο ύψος του απολήψιμου μπλοκ, που στην εκλεκτική εκσκαφή καθορίζει και το ύψος εντομής, τόσο πιο μεγάλη θα είναι η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα και τόσο καλύτερα ποιοτικά το παραγόμενο προϊόν. Το σχήμα του κάδου παίζει σημαντικό ρόλο στο βαθμό πληρώσεως του κάδου με υλικό εκσκαφής. Συνηθισμένο πρόβλημα είναι η συγκόλληση υλικού στο εσωτερικό του κάδου με αποτέλεσμα να μειώνεται ο διαθέσιμος (ωφέλιμος) όγκος του για εκσκαφή – μεταφορά του υλικού. Επίσης στην περίπτωση αυτή αυξάνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για εκσκαφή διότι αυξάνει το βάρος του κάδου. Απαιτείται καθαρισμός των κάδων για την αύξηση της απόδοσης του καδοτροχού. Αποτελεσματική λύση θεωρείται η εγκατάσταση αλυσίδων, αντί για συμπαγή μεταλλικό πυθμένα του κάδου, που δεν επιτρέπουν την συγκόλληση του υλικού. Φυσικά στην εκσκαφή λιγνίτη και άγονων ενδιάμεσων, υλικών δηλαδή που δεν είναι συγκολλητικά πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση αλυσίδων λόγω της ρύπανσης του λιγνίτη από ενδιάμεσα άγωνα υλικά που προέρχεται λόγω των κενών μεταξύ των αλυσίδων.



Σχήμα 3.2.8.2-1: Κάδος εκσκαφέα.

Σημαντικό ρολό ασκεί το μαχαίρι του κάδου, το τμήμα δηλαδή εκείνο πάνω στο οποίο στηρίζονται τα δόντια, που συμμετέχει στην διαδικασία κοπής του υλικού. Πρέπει να διατηρεί σφηνοειδές σχήμα το άκρο του μαχαιριού ώστε να εισχωρεί καλύτερα στο μέτωπο εκσκαφής. Το μαχαίρι του κάδου γίνεται συνήθως από ανθεκτικό υλικό, το δε πάχος του μπορεί να ανέλθει μέχρι 50 μέτρα προκειμένου για κάδους με μεγάλη χωρητικότητα. Στο Σχήμα 3.2.8.2-2 απεικονίζεται ο κάδος του καδοτροχού και τα κοπτικά του άκρα.



Σχήμα 3.2.8.2-2 : 1 Κάδος, 2 Κοπτικά άκρα (Golosinski and Boehm, 1987).

Η διαθέσιμη δύναμη στον κάδο, η οποία απαιτείται για την εκσκαφή, προκύπτει από τη δύναμη στις μηχανές του καδοφόρου εκσκαφέα. Προκειμένου να υπολογιστεί το μέγεθος αυτό, η δύναμη που απαιτείται για την ανύψωση του υλικού σε ένα ύψος που αντιστοιχεί περίπου στο μισό της διαμέτρου του κάδου, πρέπει να αφαιρεθεί από τη συνολική δύναμη των εγκατεστημένων μηχανών. Κατά συνέπεια, μόνο ένα μέρος της κινητήριας δύναμης είναι διαθέσιμο για να αφαιρέσει το υλικό από το μέτωπο. Για τον υπολογισμό της περιφερειακής δύναμης F_u , ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις (Golosinski & Boehm, 1987):

$$\begin{aligned}
 F_u &= N_u * V_u^{-1} && \text{(kN)} \\
 N_u &= \eta * N_a - N_h && \text{(kW)} \\
 N_h &= Q_m * g * h_Q && \text{(t m}^2\text{/s}^3 = \text{kW)} \\
 h_Q &= 0.5 * D && \text{(m)} \\
 Q_m &= Q * \gamma && \text{(t/s)}
 \end{aligned}$$

όπου:

Q = Παραγωγή ανά μονάδα του χρόνου (m_b^3/s)

γ = πυκνότητα του υλικού στον κάδο (t/m_b^3)

$g = 9.82 \text{ m/s}^2$ (επιτάχυνση της βαρύτητας)

Q_m = μάζα του υλικού που αφαιρείται στην μονάδα του χρόνου
 h_Q = ύψος στο οποίο ανυψώνεται το υλικό του κάδου
 N_h = έργο ανύψωσης του υλικού στον κάδο
 N_a = ισχύς κινητήρων (kW)
 η = συντελεστής απόδοσης κίνησης
 N_u = παραμένουσα δύναμη κίνησης για την περιφερειακή δύναμη
 v_u = περιφερειακή ταχύτητα κάδου (m/s)

Η περιφερειακή δύναμη F_u μπορεί να εκφραστεί συναρτήσει είτε του συνολικού μήκους των κοπτικών άκρων (S_L) είτε της συνολικής επιφάνειας κοπής (S_A) από τις ακόλουθες σχέσεις (Golosinski & Boehm, 1987):

$$S_L = F_u * L^{-1} \quad (\text{kN/m})$$

$$S_A = F_u * A_s^{-1} \quad (\text{kN/m}^2 = \text{kPa})$$

όπου:

L = συνολικό μήκος κοπτικών άκρων (m)
 A_s = συνολική επιφάνεια κοπής (m^2)
 S_L = δύναμη κοπής ανά μονάδα μήκους κοπτικού άκρου (KN/m)
 S_A = δύναμη κοπής ανά μονάδα επιφάνειας κοπής (kPa)

Σε αρκετές περιπτώσεις η τιμή της S_L είναι περισσότερο σωστή σε σχέση με την S_A λαμβάνοντας υπόψιν τους ακόλουθους όρους:

1. Η αλλαγή του μήκους των κοπτικών άκρων όπως υπαγορεύεται από τα διαφορετικά είδη διείσδυσης των κάδων στο μέτωπο εκσκαφής και στις δυο κατευθύνσεις λειτουργίας του βραχίονα καδοτροχού είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος .
2. Αν και η διαδικασία εκσκαφής του κάδου δεν είναι μία καθαρά τυπική διαδικασία τεμαχισμού, θα πρέπει να ξεπεραστεί η αντίσταση διείσδυσης του υλικού προς τους κάδους πριν την αποκοπή του από το μέτωπο. Ως εκ τούτου, φαίνεται ότι η δύναμη κοπής ανά μονάδα μήκους S_L είναι η πλέον προτεινόμενη.

3.2.8.3 ΠΡΟΚΟΠΤΗΡΕΣ

Οι προκοπτήρες παρεμβάλλονται εναλλάξ των κάδων, η δε χρήση τους επιβάλλεται προκειμένου για εκσκαφή συνεκτικών υλικών. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης προκοπτήρων είναι:

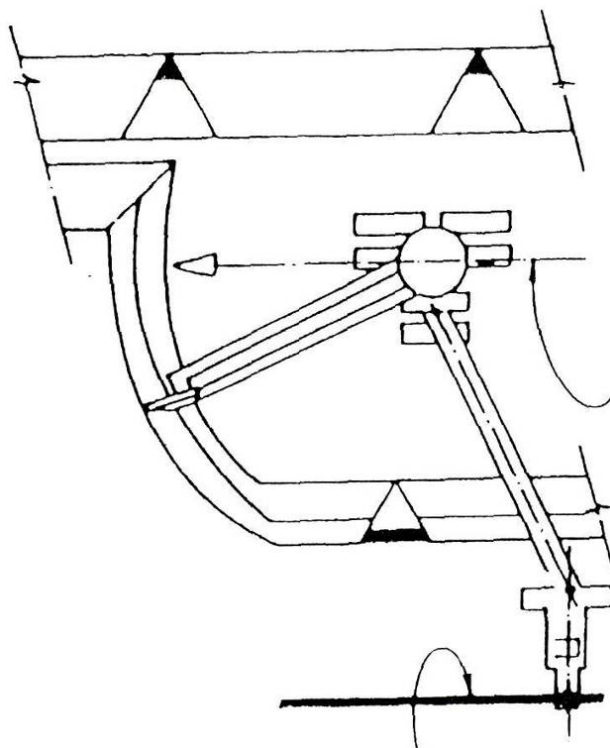
- 1) Ομαλότερη λειτουργία (χωρίς κραδασμούς) του καδοτροχού

2) Καλύτερος θρυμματισμός του εκσκαπτόμενου υλικού

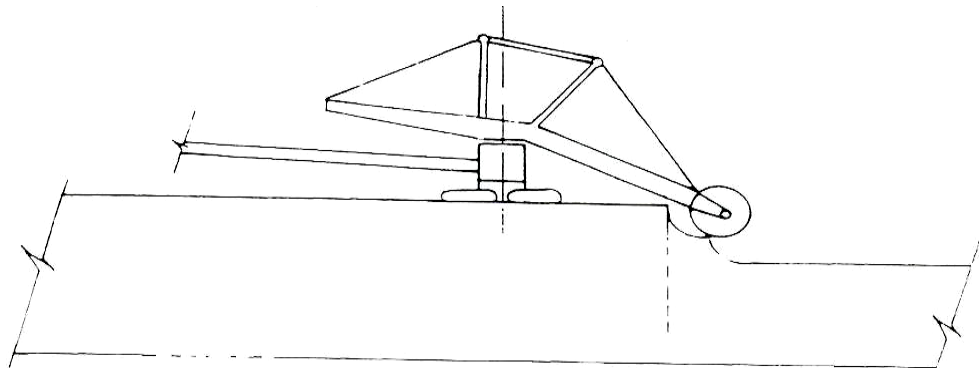
Μειονέκτημα θεωρείται η μείωση της διατιθέμενης από τον καδοτροχό δύναμης, για εκσκαφή λόγω της κατανομής αυτής σε περισσότερα κοπτικά άκρα.

3.2.9 ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΚΟΠΗΣ

Η τεχνική της κοπής επηρεάζει άμεσα το μέγεθος του μετώπου και επομένως τα στοιχεία του εκείνα (πλάτος μετώπου, ύψος πακέτου), που επηρεάζουν την απόδοση του εκσκαφέα. Όταν ο εκσκαφέας λειτουργεί σε μετατομή (Σχήμα 3.2.9-1) (ο εκσκαφέας λειτουργεί από την εξωτερική πλευρά του ταινιοδρόμου, όχι δηλαδή μεταξύ ταινιοδρόμου και κανονικού μετώπου, αλλά μεταξύ ταινιοδρόμου και μετώπου της αμέσως από κάτω τομής) ή χαμηλή κοπή (Σχήμα 3.2.9-2), εμπεριέχει περιορισμούς τόσο στο πλάτος όσο και στο ύψος του μετώπου. Έτσι το πλάτος του μετώπου περιορίζεται γιατί ο εκσκαφέας πρέπει να πλησιάσει προς τον ταινιόδρομο, ώστε να εξασφαλίσει ότι εκσκάπτει τον απαραίτητο χώρο για την πορεία του. Όσον αφορά το ύψος του πακέτου, περιορίζεται από την δυνατότητα ανύψωσης του βραχίονα ταινίας φόρτωσης. Η λειτουργία που εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες μετώπου για συνεχή αποδοτική λειτουργία του καδοφόρου εκσκαφέα είναι η μετωπική με ομοιόμορφο υλικό στο μέτωπο.



Σχήμα 3.2.9-1: Εκσκαφή σε μετατομή - Κάτοψη (Καβουρίδης, 1992).



Σχήμα 3.2.9-2: Εκσκαφή σε χαμηλή τομή (Καβουρίδης, 1992).

3.2.10 ΥΛΙΚΟ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

Η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα εξαρτάται επίσης από το είδος του υλικού που πρόκειται να εκσκαφτεί διότι διαφορετικά υλικά (π.χ άμμος, άργιλος, μάργα, λιγνίτης) παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά κατά την εκσκαφή με καδοτροχό. Ειδικότερα οι παράμετροι που επηρεάζουν την απόδοση του καδοτροχού αναφέρονται παρακάτω.



Σχήμα 3.2.10 : Στρώματα υλικών προς εξόρυξη.

3.2.10.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΠΙΠΛΗΣΜΑΤΟΣ (ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ) ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (F)

Πρόκειται για τον συντελεστή μετατροπής ενός κυβικού μέτρου υλικού όπως βρίσκεται σε φυσική κατάσταση στο μέτωπο εκσκαφής, σε όγκο χαλαρού υλικού. Πολλαπλασιάζεται δηλαδή ο όγκος συμπαγούς πετρώματος (m^3) επί τον συντελεστή διόγκωσης (f) για να προκύψει ο όγκος του χαλαρού υλικού. Έτσι ο συντελεστής μπορεί να πάρει τιμές από 1,2 μέχρι 1,65 μερικές φορές. Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής διόγκωσης τόσο μικρότερη είναι η απόδοση του καδοτροχού με την προϋπόθεση βέβαια ότι σε κάθε περίπτωση είναι δυνατή η πλήρωση του κάδου με υλικό εκσκαφής.

3.2.10.2 ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Είναι γνωστό ότι όσο αυξάνεται η συγκολλητικότητα του υλικού εκσκαφής τόσο μειώνεται η απόδοση του καδοτροχού λόγω διαφόρων προβλημάτων που παρουσιάζονται. Ορισμένα από αυτά είναι τα εξής (Καβουρίδης, 1992):

- ✓ Συγκόλληση υλικού στους κάδους, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρήσιμος όγκος του κάδου. Απαιτούνται συχνοί καθαρισμοί. Επιτυχής αντιμετώπιση θεωρείται η εγκατάσταση αλυσίδων στους κάδους, η χρήση δηλαδή κάδων με αλυσίδες που δεν επιτρέπουν την συγκόλληση του υλικού.
- ✓ Συγκόλληση του υλικού στα σημεία μεταφόρτωσης, όπως στη χοάνη του καδοτροχού, καθρέπτες των ταινιών, ράουλα κλπ. με αποτέλεσμα να απαιτούνται καθαρισμοί.

Επιπρόσθετα, η συσσώρευση υλικών στο χείλος των κάδων και στα κοπτικά άκρα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της κοπτικής επιφάνειας και κατά συνέπεια τη μείωση της ειδικής δύναμης κοπής, δηλαδή της δύναμης κοπής που ασκείται στο μέτωπο από τον καδοτροχό, προς τη συνολική επιφάνεια κοπής. Η συσσώρευση υλικών στη λεκάνη καδοτροχού και στους ιμάντες ταινιών προκαλεί συχνά εμφράξεις και συνεπώς σταματήματα της λειτουργίας του εκσκαφέα για καθαρισμό.

Η συγκολλητικότητα των υλικών μπορεί να οδηγήσει και σε «επιστροφή» εξορυχθέντος υλικού στο δάπεδο. «Επιστροφή» υλικού στο δάπεδο συμβαίνει όταν το υλικό αποσπάται από τον κάδο με καθυστέρηση και αντί να πέσει μέσα στη λεκάνη καδοτροχού, πέφτει πάλι στο δάπεδο του εκσκαφέα. Έτσι ο εκσκαφέας θα πρέπει να ξαναφορτώσει υλικά που ήδη έχει εκσκάψει.

Η συσσώρευση υλικών στους κάδους αντιμετωπίζεται τις περισσότερες φορές με χρήση κάδων με πλάτη από αλυσίδες. Ο αριθμός των αλυσίδων εξαρτάται από το μέγεθος του κάδου και το μέγεθος του ανοίγματος που έχει γίνει στην πλάτη του κάδου. Οι αλυσίδες είναι χαλαρές και όχι τεντωμένες, ώστε με το βάρος τους να πιέζουν και να «τινάζουν» το υλικό των κάδων όταν αυτοί φθάσουν σε θέση εκκένωσης. Εάν λείπει κάποια αλυσίδα, λόγω κοπής της, δημιουργείται κενό και διαρροή υλικού.

3.2.10.3 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Πρόκειται για έναν πολύ σοβαρό παράγοντα μείωσης της απόδοσης του καδοφόρου εκσκαφέα όταν το υλικό εκσκαφής παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση κοπής, πολλές φορές πάνω από την δυνατότητα κοπής του καδοτροχού. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την εκσκαφή με καδοτροχό σκληρών πετρωμάτων και τα οποία οδηγούν σε μείωση της απόδοσης είναι ποικίλα (Dey & Ghose, 2008). Κυριότερα είναι:

- Καταστροφή των κοπτικών άκρων
- Πρόκληση ρωγμών στη στεφάνη του καδοτροχού
- Αυξημένες φθορές στους ιμάντες
- Φθορές στα ράουλα των εσχάρων φορτώσεως
- Συχνές διακοπές λόγω αποσυνδέσεως γιρλαντών
- Καταπόνηση όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού
- Καταπόνηση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
- Αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εκσκαφή

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι πρέπει να επιδεικνύεται ιδιαίτερα μεγάλη προσοχή στην αντιμετώπιση των σκληρών σχηματισμών. Ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν λαμβάνονται τα απαραίτητα μετρά για την επιτυχή αντιμετώπιση των σκληρών σχηματισμών. Γενικά μπορεί να αναφερθεί η χρήση εκρηκτικών υλών, η χρήση ντιζελοκίνητου εξοπλισμού, σπαστήρων για την θραύση των σκληρών σχηματισμών κ.α. Πρέπει γενικότερα οι χειριστές του καδοτροχού να αποφεύγουν να εκσκάπτουν σκληρά πετρώματα που δεν είναι δυνατόν να εκσκάπτουν με τον καδοτροχό διότι πολλές φορές οι συνέπειες είναι απρόβλεπτες.

3.2.10.4 ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

Η υδροφορία στους σχηματισμούς εκσκαφής είναι ένας σημαντικός παράγοντας στα επιφανειακά λιγνιτωρυχεία καθώς επηρεάζει άμεσα την παραγωγή της εκμετάλλευσης. Η υδροφορία αυτή μειώνει την σταθερότητα των στρωμάτων με διάφορους τρόπους (Brawner, 1987):

- Μειώνει τις δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια του υλικού
- Μειώνει τις συνεκτικές δυνάμεις στο εσωτερικό τους, κυρίως στα ασθενή και μέσης αντοχής υλικά
- Αυξάνει τις δυνάμεις διήθησης όταν το νερό μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση αστοχίας
- Ασκεί υδροστατική πίεση στις ρωγμές και γενικότερα στα επίπεδα αστοχίας

- Σε αρκετές περιπτώσεις μεταβάλλει την σύσταση του υλικού

Όταν ο σχηματισμός που πρόκειται να εκσκαφτεί είναι ιδιαίτερα υδροφόρος τότε απαιτείται να διατηρούνται μικρότερες γωνίες των πρανών εκσκαφής ώστε να παραμένουν σταθερά. Επίσης δημιουργούνται συχνά προβλήματα στο δάπεδο πορείας του εκσκαφέα με σοβαρές επιπτώσεις στο σύστημα πορείας λόγω καθιζήσεων και ρυπάνσεως. Η απομάκρυνση του νερού από το δάπεδο πορείας του καδοφόρου εκσκαφέα είναι πρωταρχικής σημασίας για την ομαλή και αποδοτική λειτουργία του ίδιου του μηχανήματος, πράγμα το οποίο πρέπει να πραγματοποιείται με κάθε τρόπο ώστε να βελτιωθούν οι συνθήκες λειτουργίας.

3.2.10.5 ΔΙΑΒΡΩΣΗ – ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Η έκθεση των υλικών σε συνθήκες διαφορετικές από αυτές στις οποίες σχηματίστηκαν μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές διαφοροποιήσεις στην δομή τους. Η διάβρωση που μπορεί να έχει υποστεί το υλικό που πρόκειται να εξορυχτεί για διάφορους λόγους είτε γεωλογικούς είτε φυσικούς όπως π.χ λόγω υδροφορίας που αναπτύχθηκε και πιο πάνω, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ενεργού πορώδους του. Το μέγεθος αυτό ορίζεται ως επί τις εκατό, εφόσον αντιστοιχεί στον όγκο των κενών ως προς τον συνολικό. Αποτέλεσμα της παραμέτρου αυτής είναι το μειωμένο βάρος του εξορυσσόμενου υλικού, το οποίο όμως δεν έρχεται σε συμφωνία με τον όγκο και την πιθανή πλήρωση του καδοτροχού με αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα. Εάν παραδείγματος χάρη το πορώδες είναι 50%, το υλικό ενός πλήρους κάδου θα αντιστοιχεί στο μισό του όγκου του καδοτροχού με αποτέλεσμα της μείωση της απόδοσης του στο ήμισυ.

3.2.10.6 ΕΓΚΛΕΙΣΜΑΤΑ ΣΤΟ ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗ

Εγκλείσματα σκληρών υλικών στα μέτωπα εκσκαφής που δεν μπορούν να κοπούν από τον κάδο έχουν σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά της λειτουργίας ενός καδοφόρου εκσκαφέα.

Εάν το μέγεθος των εγκλεισμάτων είναι αρκετά μικρό έτσι ώστε να μην μπορούν να «εντοπιστούν» από τον ΚΕ, τότε ωθούνται επάνω στο επίπεδο των αντιολισθητικών αλυσίδων. Αυτό, όμως απαιτεί ένα ορισμένο χρονικό διάστημα κατά το οποίο δεν λαμβάνει χώρα η παραγωγική διαδικασία. Τα εγκλείσματα έχουν αρνητικές συνέπειες στην μέση παραγωγή των καδοφόρων εκσκαφών αν είναι παρούσες σε μεγάλο βαθμό.

Εάν τα εγκλείσματα είναι μεγαλύτερου μεγέθους και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ανατίναξη, οι εκσκαφείς παραχωρούν την θέση τους σε άλλα μηχανήματα τα οποία απομακρύνουν το υλικό από το μέτωπο και στην συνέχεια συνεχίζουν. Αυτό οδηγεί σε πολύ μεγάλες διακοπές λειτουργίας και σημαντική απώλεια της παραγωγής. Η εφαρμογή των καδοφόρων εκσκαφών καθίσταται αμφίβολη όταν μεγαλύτερου μεγέθους εγκλείσματα

εμφανίζονται συχνά. Οι προκαταρκτικές εδαφολογικές έρευνες στα επιφανειακά ορυχεία πρέπει να καταγράψουν την παρουσία στρωμάτων βράχου και λίθων εάν η εφαρμογή καδοφόρων εκσκαφών προβλέπεται. Η εμπειρία έχει δείξει ότι οι βαρέων σχεδιασμού καδοφόροι εκσκαφείς μπορούν να εξορύξουν σκληρά στρώματα πετρωμάτων πάχους μέχρι περίπου 600 mm.

Γενικότερα, την εξόρυξη του πετρώματος με μηχανικά μέσα επηρεάζουν οι παρακάτω ιδιότητες του πετρώματος:

- Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη
- Αντοχή σε εφελκυσμό
- Αντοχή σε διάτμηση
- Σκληρότητα πετρώματος
- Τριβή μεταξύ πετρώματος και μετάλλων
- Αντίσταση στην κοπή
- Τα συστήματα ασυνεχειών της μάζας του πετρώματος

Στην πράξη η εξορυξιμότητα των πετρωμάτων εκτιμάται με την βοήθεια διαφόρων κριτηρίων, τα οποία σχετίζουν γεωλογικές και γεωτεχνικές παραμέτρους του προς εξόρυξη τμήματος της εκάστοτε εκμετάλλευσης.

Οι Muftuoglu και Scoble (1984) προτείνουν ένα δείκτη εξορυξιμότητας που προκύπτει από την αξιολόγηση τεσσάρων παραμέτρων.

1. Του βαθμού αποσάθρωσης του πετρώματος (W)
2. Της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη ή εναλλακτικά του δείκτη σημειακής φόρτισης του άρρηκτου πετρώματος (S)
3. Της απόστασης μεταξύ των ασυνεχειών (J)
4. Της απόστασης μεταξύ των επιπέδων διάστρωσης του πετρώματος (B) και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\text{Δείκτης εξορυξιμότητας} = B + S + J + W$$

Οι παράμετροι του δείκτη λαμβάνουν τιμές σύμφωνα με τη βαθμονόμηση του **Πίνακα 3.2.10.6-1**.

Πίνακας 3.2.10.6-1 : Παράμετροι δείκτη εξορυξιμότητας (Muftuoglu & Scoble, 1984).

	ΚΛΑΣΗ				
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	I	II	III	IV	V
1. Αποσάθρωση Βαθμός (W)	Πλήρης	Μεγάλη	Μέση	Μικρή	Καθόλου
	<0	5	15	20	25
2. Αντοχή σε μονοαξονική θλίψη Is (50) MPa Βαθμός (S)	<20	20-40	40-60	60-100	>100
	<0.5	0.5-1.5	1.5-2.0	2.0-3.5	>3.5
	0	10	15	20	25
3. Απόσταση ασυνεχειών (M) Βαθμός (J)	<0.3	0.3-0.6	0.6-1.5	1.5-2.0	>2.0
	5	15	30	45	50
4. Απόσταση επιπέδων διάστρωσης (M) Βαθμός (B)	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.6	0.6-1.5	>1.5
	0	5	10	20	30

Για την εκτίμηση της εξορυξιμότητας των παραμέτρων με καδοφόρο εκσκαφέα έχουν προταθεί διάφορα κριτήρια – σχέσεις, που συσχετίζουν ποιοτικά ορισμένες γεωτεχνικές παραμέτρους με την απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα. Από τα διάφορα κριτήρια που αναπτύχθηκαν κατά καιρούς αναφέρεται παρακάτω μόνο το κριτήριο Monenco στο οποίο κατέληξαν οι Wade et al. το 1987 συνδυάζοντας γεωτεχνικές, γεωλογικές και γεωφυσικές παραμέτρους του προς εξόρυξη πετρώματος.

Το κριτήριο αυτό κάνει χρήση τεσσάρων παραμέτρων : του χρόνου διάδοσης του ακουστικού κύματος, της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη, του μέγιστου πάχους του πετρώματος που εκσκάπτεται χωρίς προχαλάρωση με εκρηκτικές ύλες και της αντίστασης κοπής κατά την μέθοδο Orenstein και Koppel (O & K).

Τα πετρώματα κατατάσσονται σε πέντε κλάσεις (Καβουρίδης, 1992) σύμφωνα με τον **Πίνακα 3.2.10.6-2**.

Πίνακας 3.2.10.6-2 : Κατάταξη πετρωμάτων βάση κριτηρίου Monenco.

Κλάση	Εξορυξιμότητα πετρωμάτων με καδοφόρο εκσκαφέα	SWT (μs/m)	σ_c (MPa)	H (m)	K _a (MPa)
1.	Εξορύσσονται εύκολα	>500	<2	Χωρίς όριο	<0.15
2.	Εξορύσσονται	420-500	2-10	2.0	0.15-0.40
3.	Εξορύσσονται δύσκολα χωρίς προχαλάρωση	340-420	10-20	0.5	0.40-1.25
4.	Εξορύσσονται μόνο ύστερα από συνήθη ανατίναξη	260-340	20-30	<0.5	1.25-5.25
5.	Εξορύσσονται μόνο ύστερα από ισχυρή ανατίναξη	<260	>30	0	>5.25

όπου: SWT : χρόνος διάδοσης ακουστικού κύματος (μs/m)
 σ_c : αντοχή σε μονοαξονική θλίψη (MPa)
H : μέγιστο πάχος εντομής, που εξορύσσεται χωρίς προχαλάρωση με εκρηκτικές ύλες (m)
K_a : αντίσταση κοπής κατά τη μέθοδο (0 & K) (MPa)

3.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ

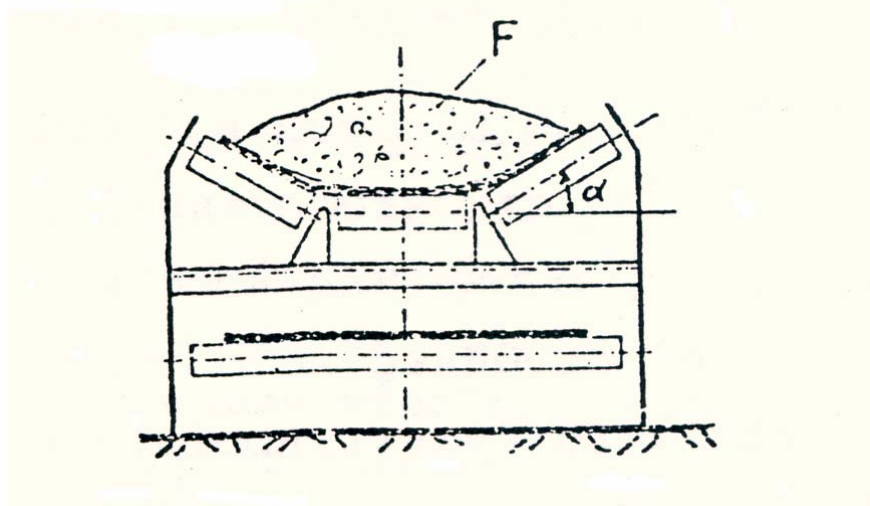
Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις αποδόσεις των ταινιοδρόμων μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες : στις παραμέτρους εκείνες οι οποίες έχουν άμεση σχέση με την απόδοση βάσει ορισμένων τεχνικών τους χαρακτηριστικών όπως παραδείγματος χάρη το πλάτος του ιμάντα, και σε αυτές που σχετίζονται με τυχόν προβλήματα (αστοχίες) που μπορεί να προκύψουν όπως η ολίσθηση του ιμάντα λόγω διαφορετικής ταχύτητας περιστροφής των δυο τυμπάνων, η εκφυγή του ιμάντα κ.α.

3.3.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

3.3.1.1 ΠΛΑΤΟΣ ΙΜΑΝΤΑ

Το πλάτος του ιμάντα διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην απόδοση του ταινιοδρόμου, καθώς καθορίζει τον όγκο του υλικού το οποίο μεταφέρεται. Διακρίνονται δύο ειδών ιμάντες, οι επίπεδοι και οι σκαφιδωτοί . Οι επίπεδοι ιμάντες έχουν ένα μόνο κύλιστρο, ενώ οι σκαφιδωτοί δύο έως τρία και σε ειδικές περιπτώσεις τέσσερα έως έξι. Η γωνία κλίσεως των πλευρικών κυλίστρων είναι 20° , 30° ή 45° . Στους σκαφιδωτούς ιμάντες η διατομή του υλικού F είναι μεγαλύτερη και επομένως για το ίδιο πλάτος ιμάντα προκύπτει, μεγαλύτερη μεταφορική απόδοση.

Τα κύλιστρα του κάτω κλάδου του ιμάντα (κλάδος περιστροφής) δεν σχηματίζουν σκάφη. Πολλές φορές όμως, για την εξασφάλιση της ευθύγραμμης κινήσεως του ιμάντα, τοποθετούνται δύο κύλιστρα με κλίση $\alpha=10^\circ$ έως 15° . Στο Σχήμα 3.3.1.1 απεικονίζεται η διατομή F του υλικού η οποία υπολογίζεται συναρτήσει της γωνίας διασποράς α .



Σχήμα 3.3.1.1: Εγκάρσια τομή σκαφιδωτού ιμάντα με τρία κύλιστρα (Καβουρίδης, 1992).

Τα τυποποιημένα πλάτη ιμάντων είναι (DIN 22107/10.1960) :

Πίνακας 3.3.1.1: Πλάτη ιμάντων.

ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΛΑΤΗ ΙΜΑΝΤΩΝ	
DIN 22107 (mm)	DIN 10.1960 (mm)
400	1800
500	2000
650	2200
800	2400
1000	2600
1200	2800
1400	3000

3.3.1.2 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ – ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Μία ακόμη ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος η οποία επηρεάζει την απόδοση των ταινιόδρομων είναι η ταχύτητα κίνησης – μεταφοράς η οποία μετράται σε m/s. Η ταχύτητα εκλέγεται ανάλογα με την επιθυμητή μεταφορική απόδοση, τη φύση του υλικού και του μηχανήματος το οποίο εξυπηρετεί ο ιμάντας.

Για μεγάλες ταχύτητες μεταφοράς είναι απαραίτητο να τηρούνται οι εξής προϋποθέσεις :

- a) Κατασκευή των κυλίστρων από σωλήνες ακριβείας ή δια τορνεύσεως
- b) Χρησιμοποίηση ενσφαίρων τριβένων και καλών συστημάτων στεγανότητας
- c) Δειγματοληπτική ζυγοστάθμιση κυλίστρων. Η οριακή τιμή είναι της τάξεως των 5000mg (στατική ζυγοστάθμιση)
- d) Ακρίβεια στην κατασκευή και συναρμολόγηση
- e) Αποδοτικά συστήματα καθαρισμού του ιμάντα, για να αποφεύγεται επικόλληση υλικού πάνω στα κύλιστα

3.3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΑΣΤΟΧΙΕΣ

3.3.2.1 ΕΚΦΥΓΗ ΙΜΑΝΤΑ

Ιδιαίτερη περίπτωση η οποία επηρεάζει την απόδοση των ταινιοδρόμων είναι η εκφυγή του ιμάντα. Αυτή προκαλείται σε περιπτώσεις όπου ο ιμάντας κινείται μετατοπισμένα προς τα δεξιά ή αριστερά ως προς τον άξονα του ταινιοδρόμου. Άμεση συνέπεια αυτού, είναι το υλικό να πέφτει στο επιστρεφόμενο τμήμα του ιμάντα. Οι εκφυγές μπορεί να παρουσιαστούν είτε στη κεφαλή και το τερματικό, είτε κατά μήκος του Τ/Δ με αποτέλεσμα να προκληθούν φθορές στις εγκαταστάσεις (φθορά τυμπάνων, δίπλωση και κοπή της ταινίας).

Εκτός όμως από τις φθορές των εγκαταστάσεων που προκαλούνται λόγο εκφυγής, υπάρχει και η πολύ σημαντική πλευρά της ρύπανσης των Τ/Δ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε υποχρεωτικά σταματήματα της λειτουργίας των Τ/Δ για καθαρισμό, (με απασχόληση προσωπικού και απώλεια παραγωγής) προκειμένου να αποφευχθούν περαιτέρω φθορές του εξοπλισμού.

Οι εγκατεστημένοι διακόπτες - επιτηρητές εκφυγής που υπάρχουν στις κεφαλές και τα τερματικά των Τ/Δ ελέγχουν τη λειτουργία του Τ/Δ και τη διακόπτουν σε περίπτωση εκφυγής, προστατεύοντας τον ιμάντα. Κατά τη διακοπή λειτουργίας του Τ/Δ εμφανίζεται αντίστοιχη ένδειξη στον πίνακα ενδείξεων του Ηλεκτρικού Υποσταθμού του Τ/Δ για ενημέρωση του χειριστή και ακόμη εμφανίζεται ένδειξη στο μωσαϊκό διάγραμμα του Πύργου Ελέγχου Ταινιοδρόμων.

Αιτίες που προκαλούν εκφυγή είναι οι ακόλουθες:

- Έκκεντρη φόρτωση υλικού
- Κεκλιμένα τελάρια
- Μη ευθυγραμμισμένα τελάρια Τ/Δ ή γιρλάντες ραούλων κύλισης μη κάθετες στον άξονα του Τ/Δ
- Επικάθηση υλικού στα τύμπανα
- Αξονική γραμμή κεφαλής (ή τερματικού) μη ταυτόσημη με αξονική γραμμή Τ/Δ
- Βρεγμένη ταινία μονόπλευρα
- Στραβοκολλημένος ιμάντας
- Αποτανυσμένος ιμάντας

Η πρόληψη της εκφυγής των ιμάντων Τ/Δ αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την εύρυθμη λειτουργία ενός ορυχείου. Γενικά μέτρα πρόληψης είναι τα εξής :

- ✓ Οι μεταθέσεις των τομοταινιών πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή, ώστε να περιοριστούν τα προβλήματα κατά τη λειτουργία.
- ✓ Να γίνεται προσεκτική λειτουργία του εξοπλισμού (μηχανημάτων & Τ/Δ).
- ✓ Να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις τομές των υπερκειμένων, λόγω πιθανής ύπαρξης σκληρών σχηματισμών ή άλλων αντικειμένων, να μην μεταφέρονται μεγάλες πέτρες οι οποίες καταπονούν τις ταινίες.
- ✓ Να γίνεται συχνός καθαρισμός στα σημεία επικάθησης ή συγκέντρωσης υλικού και κανονική συντήρηση αυτού.

3.3.2.2 ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΙΜΑΝΤΑ

Μία ακόμη παράμετρος η οποία επηρεάζει την απόδοση των ταινιοδρόμων και έχει σχέση με κάποια αστοχία είναι η ολίσθηση του ιμάντα. Σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται διαφορετική ταχύτητα περιστροφής ανάμεσα στο κινητήριο τύμπανο και στον ιμάντα, προκαλείται ολίσθηση. Το πρόβλημα αυτό συνήθως εκδηλώνεται σε μέρες βροχής, παγετού και χιονιού. Άλλες συνθήκες, που μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα την ολίσθηση, είναι:

- η αποτάνυση και η φθορά του ιμάντα,
- η κακή κατάσταση στις επενδύσεις των τυμπάνων,
- η κακή ποιότητα του μεταφερόμενου υλικού (λασπερό), και
- η μη σωστή λειτουργία των ξυστρών.

Για να συμβεί ολίσθηση θα πρέπει να μειωθεί ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στον ιμάντα και το κινητήριο τύμπανο. Ο συντελεστής τριβής μειώνεται όταν ανάμεσα στο τύμπανο και τον ιμάντα παρεμβληθεί νερό ή λασπερό υλικό, ή όταν λόγω χαλαρής τάνυσης δεν υπάρχει καλή επαφή (πρόσφυση) του ιμάντα στο τύμπανο. Με εξαίρεση τις καιρικές συνθήκες, οι λοιπές αιτίες εξαρτώνται και επηρεάζονται άμεσα από το ορυχείο.

Για τον εντοπισμό και την αποκατάσταση των διάφορων αιτών της εκφυγής του ιμάντα απαιτείται ειδικός εξοπλισμός, που χωρίζεται αφενός στα εγκαταστημένα μέσα που υπάρχουν στις κεφαλές και τα τερματικά και αφετέρου στα μέσα και εργαλεία, με τα οποία πρέπει να είναι εφοδιασμένο το συνεργείο επέμβασης.

Σε περιπτώσεις που παρατηρούνται κατά μήκος των ταινιοδρόμων εκφυγές του ιμάντα και έως ότου επιλυθεί το πρόβλημα, οι χειριστές των καδοφόρων εκσκαφών αναγκάζονται ορισμένες φορές να μειώσουν το φορτίο. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η ρίψη υλικού, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής.

3.3.2.3 ΕΜΦΡΑΞΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ

Σημαντική παράμετρο απόδοσης των ταινιοδρόμων αποτελεί η έμφραξη στον ταινιόδρομο η οποία συμβαίνει όταν υπάρχει διαρροή υλικού και συσσώρευση αυτού σε κάποιο σημείο μεταφόρτωσής του ή κατά μήκος. Το πρόβλημα αυτό συνήθως εκδηλώνεται μετά από εκφυγή ή ολίσθηση, από κακή φόρτωση και από κακό συγχρονισμό των επί μέρους Τ/Δ του κλάδου στο ξεκίνημα και σταμάτημα τους. Επίσης η «κακή» ποιότητα του υλικού (λάσπη, πέτρες, μεγάλα κομμάτια υλικού, κλπ.), καθώς και η ασυνήθιστα μεγάλη ποσότητα ευνοούν τη δημιουργία έμφραξης.

Σε περιπτώσεις έμφραξης υλικού στον ταινιόδρομο, ο κινούμενος ιμάντας τρίβεται πάνω σε συσσωρευμένο ακίνητο υλικό, με αποτέλεσμα τη γρήγορη φθορά του και συχνά την κοπή του. Λόγω της τριβής επίσης αναπτύσσεται θερμότητα, η οποία μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά. Για τους λόγους αυτούς πρέπει τα σημεία (λάκκοι) συγκέντρωσης υλικού από τα συστήματα απόξεσης στις κεφαλές και τα τερματικά να καθαρίζονται συχνά, όπως επίσης και οι συγκεντρώσεις υλικού κάτω από τα ράουλα επιστροφής κατά μήκος του ταινιόδρομου.

3.3.2.4 ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ

Ακόμη, σημαντικό ρόλο στην απόδοση διαδραματίζει η υπερένταση, η οποία λαμβάνει χώρα όταν το απαιτούμενο έργο για τη μεταφορά του φορτίου ξεπερνά την εγκατεστημένη ισχύ των κινητήρων των Τ/Δ. Μια ακόμη αιτία του φαινομένου αυτού αποτελεί η μεγάλη τριβή του ιμάντα όταν ο Τ/Δ δεν είναι καθαρός και το επιστρέφον τμήμα του ιμάντα τρίβεται κατά την κίνησή του πάνω σε συσσωρευμένο στα ράουλα επιστροφής υλικό. Από τη στιγμή που θα σημειωθεί υπερένταση δεν επιτρέπονται οι επανειλημμένες απόπειρες να τεθεί σε λειτουργία ο Τ/Δ πριν να αρθεί η αιτία υπερέντασης, γιατί διαφορετικά θα προκληθεί βλάβη στους κινητήρες. Η αρχή αυτή πρέπει να εφαρμόζεται και στα προηγούμενα προβλήματα λειτουργίας ταινιοδρόμων.

Τέλος, μια ιδιαίτερα παράμετρος η οποία επηρεάζει την απόδοση των ταινιοδρόμων των λιγνιτωρυχείων η οποία όμως δεν συμπεριλαμβάνεται στις δύο κατηγορίες που έχουν προαναφερθεί παραπάνω, είναι η ομαλή λειτουργία των καδοφόρων εκσκαφών, γνωρίζοντας ότι τα μηχανήματα αυτά λειτουργούν σε σειρά. Μια πιθανή βλάβη των εκσκαφών μπορεί να προκαλέσει ορισμένη καθυστέρηση ενώ επαναρυθμίζεται. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, οι ταινιόδρομοι είναι διαθέσιμοι αλλά λειτουργούν σε κενό μη μπορώντας να πραγματοποιήσουν την μέγιστη παραγωγή. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει και ολική διακοπή

της λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών για μεγάλη χρονική διάρκεια που έχει σαν αποτέλεσμα την εξ ολοκλήρου μείωση της απόδοσης.

3.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΠΟΘΕΤΩΝ

Οι αποθέτες αποτελούν το κομμάτι αυτό του εξοπλισμού συνεχούς λειτουργίας το οποίο είναι υπεύθυνο για την παραλαβή των αγόνων και την απόθεση τους, είτε εσωτερική είτε εξωτερική, με απώτερο σκοπό την αποκατάσταση του περιβάλλοντος μετά των τέλος των εργασιών του ορυχείου. Η απόδοση τους εξαρτάται από παράγοντες οι οποίοι αναπτύσσονται παρακάτω.

3.4.1 ΥΛΙΚΟ ΠΑΡΑΛΛΑΒΗΣ

Όσον αφορά τους αποθέτες, η λειτουργία τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος των υλικών τα οποία παραλαμβάνουν και τα οποία επηρεάζουν και την απόδοση τους. Τα λασπερά υλικά (ψευδοθιξοτροπικές μάργες και άμμοι από περιοχές υδροφορίας), αφενός δεν επιτρέπουν την κατασκευή σταθερής απόθεσης και αφετέρου προκαλούν αυξημένα λειτουργικά προβλήματα στους ταινιόδρομους του κλάδου (ρύπανση, εκφυγές, εμφράξεις, ολισθήσεις, κλπ). Εφόσον τα αποτιθέμενα υλικά είναι αρκετά στεγνά (ερυθροκαστανές άργιλοι - κοκκinoχώματα, αμμοχάλικα, τα ενδιάμεσα στείρα όπως μάργες και άργιλοι, η τέφρα των ΑΗΣ), τότε μπορούν να αποτελέσουν από μόνα τους μια αρκετά σταθερή απόθεση.

3.4.2 ΜΗΚΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ

Μια ακόμη σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την απόδοση των αποθετών είναι το μεγάλο μήκος του βραχίονα απόρριψης, το οποίο επιτρέπει στους αποθέτες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας σε χαμηλή απόθεση (εφόσον παραστεί ανάγκη) να πλησιάσουν προς τον ταινιόδρομο, να κάνουν περιφορά του βραχίονα απόρριψης πάνω από την τομοταινία απόθεσης και να αποθέσουν υλικά σε υψηλή απόθεση. Αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια λειτουργίας σε υψηλή απόθεση μπορεί ο αποθέτης να πλησιάσει προς την τομοταινία απόθεσης, να κάνει περιφορά του βραχίονα απόρριψης πάνω από τον ταινιόδρομο, προς την πλευρά της χαμηλής απόθεσης, και να αποθέσει τα υλικά σε χαμηλή απόθεση. Στην πρώτη περίπτωση αναφέρεται ότι ο αποθέτης ρίχνει τα υλικά «από έξω, μέσα», ενώ στη δεύτερη περίπτωση «από μέσα, έξω».

3.5 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Στην κατηγορία των γενικών παραμέτρων εντάσσονται οι παράγοντες αυτοί, οι οποίοι επηρεάζουν την λειτουργία όλου του εξοπλισμού των λιγνιτωρυχείων και ως εκ τούτου διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην απόδοση του.

3.5.1 ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Μια παράμετρος της απόδοσης στα επιφανειακά λιγνιτωρυχεία είναι το εργατικό δυναμικό, σημαντικό στοιχείο της παραγωγικότητας που έχει δει αλλαγές κατά τη διάρκεια των τελευταίων πέντε δεκαετιών. Στις προηγούμενες γενιές, οι εργαζόμενοι κυβερνήθηκαν από τις ανάγκες ασφάλειας. Μια καλή εργασία ήταν αυτή που θα πλήρωνε τους λογαριασμούς και θα κρατούσε την οικογένεια μαζί. Η έννοια μιας οικονομίας πλήρους απασχόλησης, η αυξανόμενη εκπαίδευση, η αφθονία των προγραμμάτων υποστήριξης για τους ανέργους έχουν αυξήσει τον αριθμό του εργατικού δυναμικού. Τώρα επιμένουν ότι η εργασία παρέχει όχι μόνο την ασφάλεια, αλλά εξίσου σημαντικές δόσεις αναγνώρισης, οι οποίες μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην παραγωγικότητα των εργαζομένων.

Η συμπεριφορά του εργατικού δυναμικού που επηρεάζει και την αποδοτικότητα του, εξαρτάται άμεσα από το εργασιακό του περιβάλλον και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτό. Βασικός στόχος είναι η αναγνώριση της εργασίας από τους υφιστάμενους του, πράγμα το οποίο θα αυξήσει τον αυτοσεβασμό και την αυτοεκτίμηση του δίνοντας του κίνητρο για κάτι καλύτερο. Ο σύγχρονος διευθυντής πρέπει να οδηγήσει τους εργαζομένους του σε συναισθήματα ικανότητας, συμμετοχής και σπουδαιότητας. Μια εταιρία μπορεί να καλύψει αυτά τα πεδία μέσω εποπτών και μέσω της αμεσότερης συμμετοχής των εργαζομένων στα προβλήματα και τις δραστηριότητες του εργασιακού χώρου.

Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί αναμφισβήτητα τον σπουδαιότερο παράγοντα που επιδρά στην αποδοτική λειτουργία του καδοφόρου εκσκαφέα. Είναι αυτονόητο ότι η συνεργασία όλου του προσωπικού λειτουργίας του εκσκαφέα (πλήρωμα) θεωρείται επιβεβλημένη. Ειδικότερα οι χειριστές του εκσκαφέα πρέπει να αποδίδουν ιδιαίτερη προσοχή και επιμέλεια στα εξής:

1) ΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΕΚΣΚΑΦΕΑ

Είναι απαραίτητο να γνωρίζουν τα όρια των διάφορων κινήσεων (περιφορά, ταχύτητες πορείας – περιφοράς κλπ) ώστε να μην παραβιάζονται διότι καταπονείται η κατασκευή και εγκυμονούν κινδύνους σοβαρών βλαβών.

2) ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ – ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΤΟΥ ΕΚΣΚΑΦΕΑ

Τα διάφορα όργανα και οι ενδείξεις του εκσκαφέα πρέπει να χρησιμοποιούνται σωστά. Η σκοπιμότητα της ύπαρξης των διαφόρων οργάνων – ενδείξεων επιβάλλεται τόσο για την αποδοτική λειτουργία του εκσκαφέα, όσο και για την ασφαλή χρήση του μηχανήματος. Περίπτωση βλάβης των διαφόρων οργάνων πρέπει να αναφέρεται οπωσδήποτε στον χειριστή καθώς και στους λοιπούς αρμοδίους (π.χ. υπομηχανικό φυλακής, εργοδηγό, τεχνίτη μηχανήματος κλπ.).

3) ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΡΟΠΩΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Αναφέρονται κυρίως οι παράμετροι ύψους πακέτου, βάθους κοπής, ταχύτητας περιφοράς, σωστής ένταξης του εκσκαφέα. Η επιλογή των παραμέτρων αυτών σε συνδυασμό με την παρακολούθηση του αμπερομέτρου του καδοτροχού καθώς και με τυχόν προβλήματα που προκύπτουν κατά την ροή του εκσκαπτόμενου υλικού πρέπει να αποτελούν συνεχή μέριμνα του χειριστή του καδοφόρου εκσκαφέα.

4) ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΦΥΛΑΚΗΣ

Είναι απαραίτητο να ενημερώνεται ο χειριστής του εκσκαφέα κατά την ανάληψη εργασίας από τον αντίστοιχο χειριστή που αποχωρεί από την εργασία, επί τόπου του χειριστηρίου για προβλήματα που τυχόν υπάρχουν, οδηγίες που τυχόν έχουν δοθεί και οτιδήποτε γενικά έχει σχέση με τη λειτουργία του εκσκαφέα (προτεραιότητες, παρατηρήσεις, επισημάνσεις) ώστε να αποφεύγεται η επανάληψη παρόμοιων βλαβών.

5) ΣΥΝΕΧΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΟΡΥΧΕΙΟΥ

Ο χειριστής είναι γνώστης όλων των εκπομπών που γίνονται μέσω του δικτύου ασύρματης επικοινωνίας του ορυχείου με αποτέλεσμα να αποκτά εμπειρία πάνω στα προβλήματα λειτουργίας του ορυχείου. Είναι συνεπώς σε θέση πολλές φορές να εκφέρει σωστή γνώμη και να προσφέρει θετικά στην επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν κατά την λειτουργία.

6) ΣΩΣΤΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ

Είναι πολύ σημαντικό να αναφέρονται στον πύργο έλεγχου ταινιοδρόμων όλες οι διακοπές λειτουργίας του καδοφόρου εκσκαφέα και η ακριβής αιτιολόγηση όταν αυτό είναι δυνατόν. Μόνο με την αναφορά της πραγματικής κατάστασης είναι δυνατόν να γίνει σωστή επέμβαση για την άρση των αιτιών των διαφόρων βλαβών λειτουργίας. Πρέπει επίσης να αναφέρονται όλες οι ενδείξεις ανωμαλιών στον πύργο ελέγχου ταινιοδρόμων ανεξάρτητα μα το αν συνεπάγονται ή όχι διακοπή λειτουργίας του εκσκαφέα.

7) ΤΗΡΗΣΗ ΟΔΗΓΙΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η τήρηση των οδηγιών ασφαλείας είναι υποχρεωτική και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να καταστρατηγείται διότι είναι δυνατόν να έχει σοβαρές συνέπειες τόσο για το προσωπικό όσο και κατά δεύτερο λόγο για τον εξοπλισμό. Ειδικότερα δεν πρέπει να παραβιάζονται τα τερματικά όρια ασφαλείας των διαφόρων κινήσεων και λειτουργιών του εκσκαφέα χωρίς την έγκριση και παρουσία του υπεύθυνου προσωπικού. Τέλος τονίζεται ιδιαίτερα ο ρόλος των σωστών σχέσεων εργασίας τόσο απέναντι στην ιεραρχία του έργου όσο και στους συνεργάτες (λοιπό προσωπικό του πληρώματος) διότι διαμορφώνουν ευνοϊκό κλίμα εργασίας που συμβάλει στην αποδοτική παρουσία του χειριστή του καδοφόρου εκσκαφέα. Αξίζει κάθε προσπάθεια για ενεργό συμμετοχή από τον χειριστή του εκσκαφέα γιατί αποτελεί τον πιο νευραλγικό ίσως κρίκο στην παραγωγική διαδικασία του ορυχείου.

3.5.2 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ

Όλα τα στοιχεία του εξοπλισμού στη συνεχή μέθοδο εκμετάλλευσης, αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους αποτελώντας μια αλυσίδα. Αν για οποιοδήποτε λόγο διακοπεί η λειτουργία ενός στοιχείου σε κάποιο κλάδο, σταματά αυτόματα η λειτουργία όλων των υπολοίπων που δουλεύουν σε σειρά με αυτόν. Με την διακοπή, παραδείγματος χάρη, της λειτουργίας ενός αποθέτη υπάρχει αυτόματα διακοπή της εργασίας όλων των Τ/Δ και καδοφόρων εκσκαφών που συνεργάζονται στη δεδομένη χρονική στιγμή με το συγκεκριμένο μηχάνημα.

Υπάρχει μια μεγάλη γκάμα αιτιών, οι οποίες προκαλούν καθυστερήσεις (κρατήσεις) σε έναν καδοφόρο εκσκαφέα. Τα αίτια αυτά μπορεί να οφείλονται σε:

- προγραμματισμένες κρατήσεις (ημερήσια και ετήσια συντήρηση, ανακατασκευές - μετασκευές, κρατήσεις μεταλλευτικών εργασιών)
- μη παραγωγική λειτουργία (αλλαγή πακέτου ή πάσσου, διάφοροι ελιγμοί και πορείες, διαμόρφωση δαπέδων)
- αδυναμία καταναλωτών (αδυναμία λειτουργίας κλάδων απόθεσης, κλάδων γαιάνθρακα, αδυναμία παραλαβής από τον ΑΗΣ)
- μη εργάσιμος χρόνος (αναμονή, γιορτές, απεργίες, έλλειψη προσωπικού, αντικατάσταση προσωπικού)
- ζημιές (σοβαρές βλάβες άνω συνήθως του 24ώρου)
- καιρικές συνθήκες που δεν επιτρέπουν την εξόρυξη

Όσον αφορά την ετήσια συντήρηση των εκσκαφών η διάρκεια της δεν είναι προκαθορισμένη, με βάση εργασίες που κατά κανόνα πρέπει να γίνουν σε ετήσια βάση, αλλά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί ποικίλλουν ανάλογα με:

- ❖ την εν γένει κατάσταση του κάθε μηχανήματος,
- ❖ την πρόβλεψη εξέλιξης των προβλημάτων που τυχόν παρουσιάζει,
- ❖ την κατάσταση των υπόλοιπων μηχανημάτων που παραμένουν σε λειτουργία,
- ❖ τον αριθμό προσωπικού που διατίθεται για τη συντήρηση,
- ❖ τον όγκο εργασιών των μηχανουργείων.

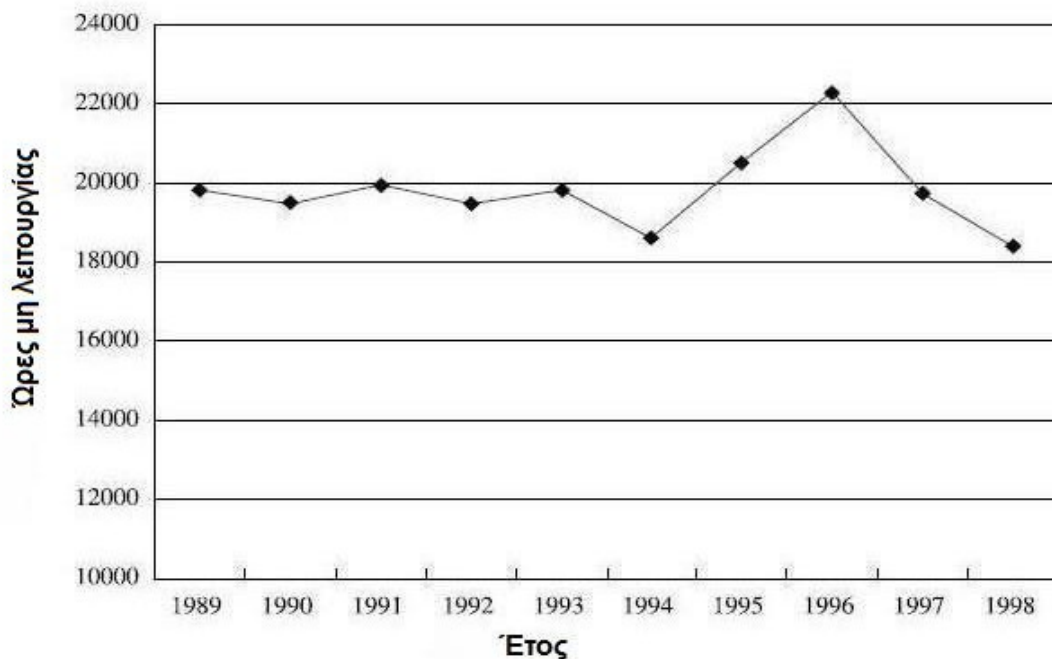
Όλες οι πιο πάνω καθυστερήσεις αφαιρούνται από το συνολικό χρόνο του έτους για να βρεθεί ο πραγματικός ετήσιος χρόνος λειτουργίας του εκσκαφέα. Η ημέρα υπολογίζεται με τρεις βάρδιες των 8 ωρών η κάθε μια, δηλαδή 24 ώρες. Ο πραγματικός χρόνος εργασίας των μηχανημάτων είναι ωστόσο χαμηλότερος. Στην πλειονότητα των επιχειρήσεων, ο πραγματικός χρόνος εργασίας ανέρχεται σε μόνο 18 ώρες ανά ημέρα. Κατά συνέπεια, ο αριθμός των ωρών λειτουργίας ανά έτος είναι $296 * 18 = 5328$ ώρες. Με μέσο όρο 5.200 με 5.400 ώρες λειτουργίας ετησίως θα μπορούσαν να επιτευχθούν καλές αποδόσεις υπό ευνοϊκές συνθήκες λειτουργίας. Λόγω άλλων παραμέτρων όμως, μειώνονται στην πράξη οι ώρες αυτές.

Η αυξανόμενη παλαιότητα των καδοφόρων εκσκαφών και των αποθετών επιφέρει μείωση της λειτουργικότητας ή της απόδοσης των μηχανημάτων. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η διαχρονική μεταβολή του αριθμού ταινιοδρομών ανά κλάδο εκσκαφής ή απόθεσης, καθώς και η κατάσταση του ταινιοδρομικού εξοπλισμού.

Η ποσότητα των διακινούμενων υλικών δεν ασκεί σημαντική επίδραση στο συνολικό χρόνο κρατήσεων ενός ταινιοδρόμου ή ενός κλάδου, ενώ αντίθετα η ποιότητα των υλικών (στεγνά ή λασπερά, βαριά ή ελαφρά, μικρά ή μεγάλα κομμάτια, κλπ), παίζει πολύ πιο σημαντικό ρόλο.

Σημαντική αιτία καθυστερήσεων των εκσκαφών αποτελεί ο χρόνος μεταφοράς της προωθούμενης κεφαλής ενός κλάδου εκσκαφής στο σύμπλεγμα (κόμβο) του ορυχείου. Για την ελαχιστοποίηση των κρατήσεων των εκσκαφών λόγω αλλαγής θέσης της προωθούμενης κεφαλής, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, από την αρχική σχεδίαση του ορυχείου, το πόσο έντονα πολυστρωματικό είναι το κοίτασμα και ανάλογα να επιλέγονται οι σχετικές θέσεις των συλλεκτηρίων T/Δ.

Σύμφωνα με τον Κολοβό (2004), ο οποίος ασχολήθηκε με το συγκεκριμένο θέμα σε σχετική δημοσίευση του, παρατίθενται στην συνέχεια διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει τις συνολικές ώρες μη λειτουργίας των 5 καδοφόρων εκσκαφών του Βορείου Πεδίου για την περίοδο 1989-1998.



Διάγραμμα 3.5.2 : Συνολικές ώρες μη λειτουργίας σε ετήσια βάση των 5 καδοφόρων εκσκαφών του Βορείου Πεδίου για την περίοδο 1989-1998 (Κολοβός, 2004).

Στο Διάγραμμα 3.5.2 παρατηρείται ότι ο συνολικός χρόνος καθυστέρησης παρέμεινε σταθερός κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 ετών και έπειτα (μετά από μια ανώμαλη αιχμή) επιτεύχθηκε μια μικρή μείωση. Ο βασικός λόγος για την ανώμαλη αιχμή ήταν ο παλαιός και ελαττωματικός εξοπλισμός.

3.5.3 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σημαντικός παράγοντας ο οποίος διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην απόδοση κυρίως των μηχανημάτων είναι και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές οι οποίοι μπορούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα με την έγκαιρη υποβολή έκθεσης της απόδοσης και της ποιότητας. Παραδείγματος χάριν, η κατανάλωση καυσίμων δείχνει την απόδοση. Η υπολογιζόμενη διάρκεια ζωής των μηχανών εναντίον των πραγματικών ωρών δείχνει την ποιότητα. Ένας υπολογιστής μπορεί γρήγορα και με ακριβή τρόπο να παρακολουθήσει πολλούς τέτοιους παράγοντες. Το ιστορικό του κάθε μηχανήματος καταγράφεται σε αυτούς και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η συνεχής επιτήρηση τους. Μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούν να προσδιοριστούν οι τάσεις αποτυχίας του εξοπλισμού και να προταθούν τα μέρη αντικατάστασης ή ακόμη και οι ίδιες οι διαδικασίες επισκευής. Οι υπολογισμοί

διαθεσιμότητας εξοπλισμού σε συνδυασμό με την έγκαιρη ειδοποίηση μέσω των υπολογιστών συμβάλουν στην όσο το δυνατόν ταχύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος. Αποτέλεσμα αυτών, η ελάχιστη απώλεια χρόνου που συνεπάγεται και την αποφυγή της μείωσης της απόδοσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΥΧΕΙΩΝ

Με βάση την προηγούμενη θεωρητική ανάλυση, πραγματοποιείται στην συνέχεια διερεύνηση των παραμέτρων εκείνων, οι οποίες επηρεάζουν τις αποδόσεις του εξοπλισμού στα ορυχεία Πτολεμαΐδας, μέρους του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας.

Στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (Λ.Κ.Δ.Μ), το οποίο είναι το μεγαλύτερο των Βαλκανίων, λειτουργούν τα ορυχεία Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και Φλώρινας όπως επίσης οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί ΑΗΣ Πτολεμαΐδας, ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ, ΑΗΣ Καρδιάς, ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, ΑΗΣ Αμυνταίου και ΑΗΣ Μελίτης.

Ειδικότερα, το συγκρότημα των ορυχείων Πτολεμαΐδας στα οποία αναφέρεται η παρούσα εργασία, περιλαμβάνει το Ορυχείο Κύριο Πεδίου (Ο.Κ.Π), το Ορυχείο Νότιου Πεδίου (Ο.Ν.Π) και το Ορυχείο Καρδιάς.

4.1.1 ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΥΡΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

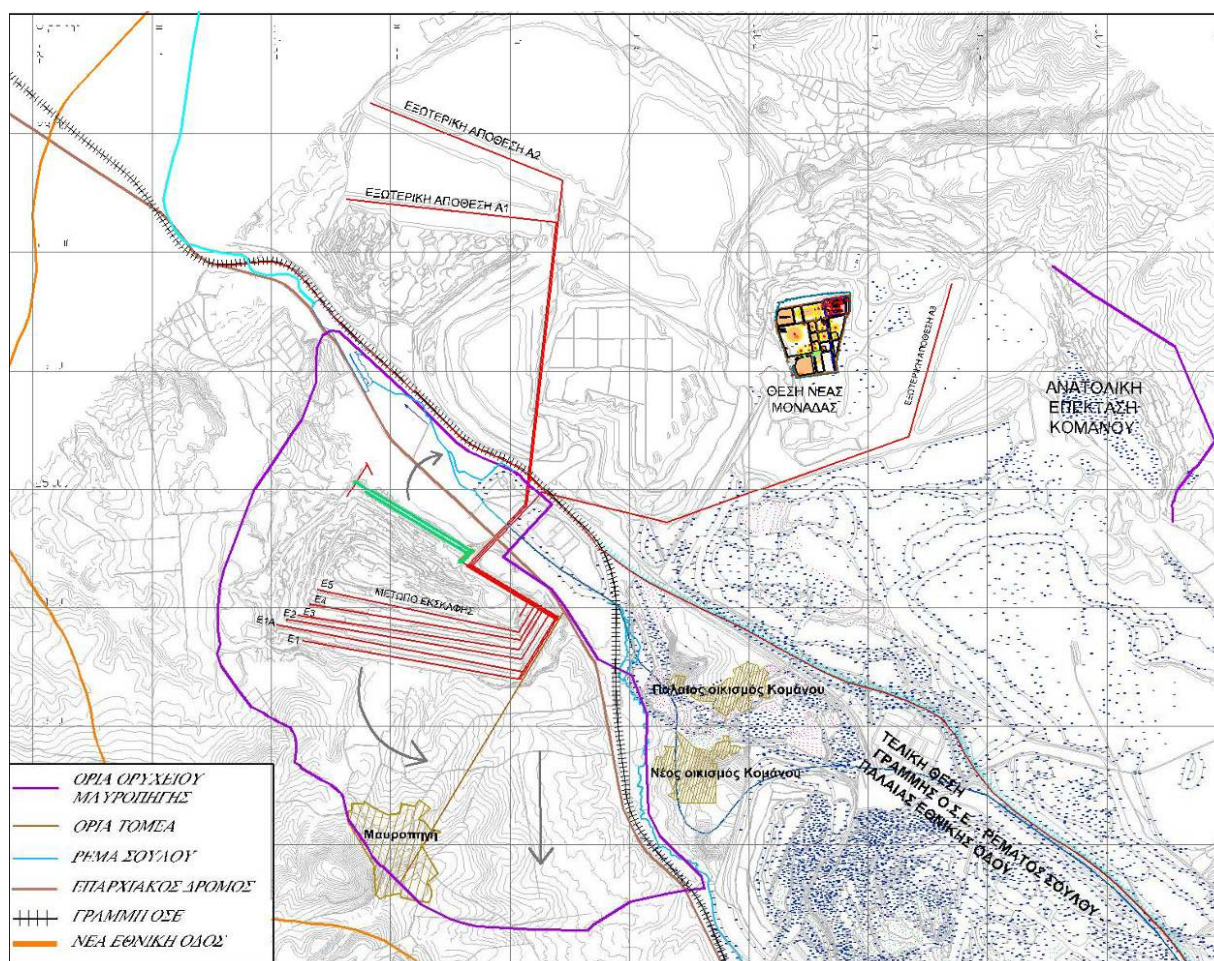
4.1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το Ορυχείο Κυρίου Πεδίου (Ο.Κ.Π) της Δ.Ε.Η Α.Ε. ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1952 με τη διάνοιξη του Κύριου Πεδίου. Διαχρονικά και μέχρι τις ημέρες μας προχώρησε στο Βόρειο Πεδίο, στο Πεδίο Κομάνου και στο Πεδίο Μαυροπηγής. Το λιγνιτωρυχείο Μαυροπηγής αντικατέστησε τα ορυχεία Βόρειου Πεδίου και Πεδίου Κομάνου. Η αρχική διάνοιξη του ορυχείου έλαβε χώρα στις αρχές του 2001 με συμβατικό εξοπλισμό, ενώ στα μέσα του 2003 (Ιούνιος) έγινε η πρώτη ένταξη καδοφόρου εκσκαφέα.

Το ορυχείο αυτό, που περιλαμβάνει τις εκμεταλλεύσεις των κοιτασμάτων Βορείου Πεδίου, Κομάνου και Μαυροπηγής, έχει ετήσια παραγωγή λιγνίτη 6-8 εκ τον. και καλύπτει τις ανάγκες

του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας και του Βιομηχανικού Συγκροτήματος της τέως ΛΙΠΤΟΛ, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 663 MW.

Στο **Σχήμα 4.1.1** παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση (03/2009) και το γενικό σχέδιο ανάπτυξης του Ορυχείου Μαυροπηγής κατά τα επόμενα χρόνια.



Σχήμα 4.1.1: Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Ορυχείου Μαυροπηγής (Ρούμπος, 2009).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1.1, στις αρχές του έτους 2009 η ανάπτυξη του ορυχείου περιλαμβάνει:

- Δύο (2) τομές υπερκειμένων (1^η και 2^η Τομή Υ/Κ), στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία δύο (2) καδοφόροι εκσκαφείς (Ε1 & Ε1Α).
- Τέσσερις (4) τομές λιγνίτη (1^η, 2^η, 3^η & 4^η Λιγνιτική Τομή), στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία, αντίστοιχα, τέσσερις (4) καδοφόροι εκσκαφείς (Ε2, Ε3, Ε4 & Ε5), ενώ κατά

την πλήρη ανάπτυξη του ορυχείου προβλέπεται η εγκατάσταση δυο (2) επιπλέον εκσκαφών.

Στην παρούσα κατάσταση, στο ορυχείο Μαυροπηγής τα άγονα εξορύσσονται με καδοφόρους εκσκαφείς, που στη συνέχεια τροφοδοτούν μέσω ταινιοδρόμων τους τρεις αποθέτες, που βρίσκονται:

- Δύο (2) αποθέτες στην περιοχή του εξοφλημένου Ορυχείου Βόρειου Τομέα.
- Ένας (1) αποθέτης στο εξοφλημένο Ορυχείο Κομάνου

Σημειώνεται ότι εκτός των αποθετών, διενεργείται με συμβατικό εξοπλισμό αφενός εξωτερική απόθεση στην περιοχή Προαστίου, και αφετέρου εσωτερική απόθεση στο ορυχείο Μαυροπηγής, εκεί όπου έχει αποκαλυφθεί το πέρας του κοιτάσματος.

Το Ορυχείο Μαυροπηγής εκτιμάται ότι θα προσβάλλει τον οικισμό Μαυροπηγής περί το έτος 2018 και η λειτουργία του θα διαρκέσει έως το έτος 2039.

Πίνακας 4.1.1.1: Πάγιος εξοπλισμός Κύριου Πεδίου.

ΤΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (m ³ /h)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΔΟΥ (m ³)	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ				
SchRs 600 / 3,3 x 21	THYSSENKRUPP	2.232	0,450	2
SchRs 500 / 2,5 x 21	THYSSENKRUPP	1.810	0,433	1
SchRs 350 / 5 x 21	THYSSENKRUPP	1.801	0,420	2
SRs 1800 / 3 x 21	B/W	2.090	0,660	1
C700	THYSSENKRUPP	2.667	0,700	1
ΑΠΟΘΕΤΕΣ				
A2Rs B 4500-60	KOTHEN	4.200		1
ZPG 700	STOJEXPOR			1
ARs B 4000-60	LAUCHHAMMER	4.500		1
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ (Τ/Δ)				
33,6 km Τ/Δ πλάτους: 1,2 – 1,6 – 1,8 m				

Επίσης, σε μικρή κλίμακα και για λόγους εκλεκτικής απόληψης του λιγνίτη, στο ορυχείο λειτουργούν δύο καδοφόροι εκσκαφείς (C700), μη διασυνδεδεμένοι με αποθέτες, το προϊόν εξόρυξης των οποίων φορτώνεται, μεταφέρεται και αποτίθεται με συμβατικό εξοπλισμό (μικτή εκμετάλλευση).

4.1.1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ

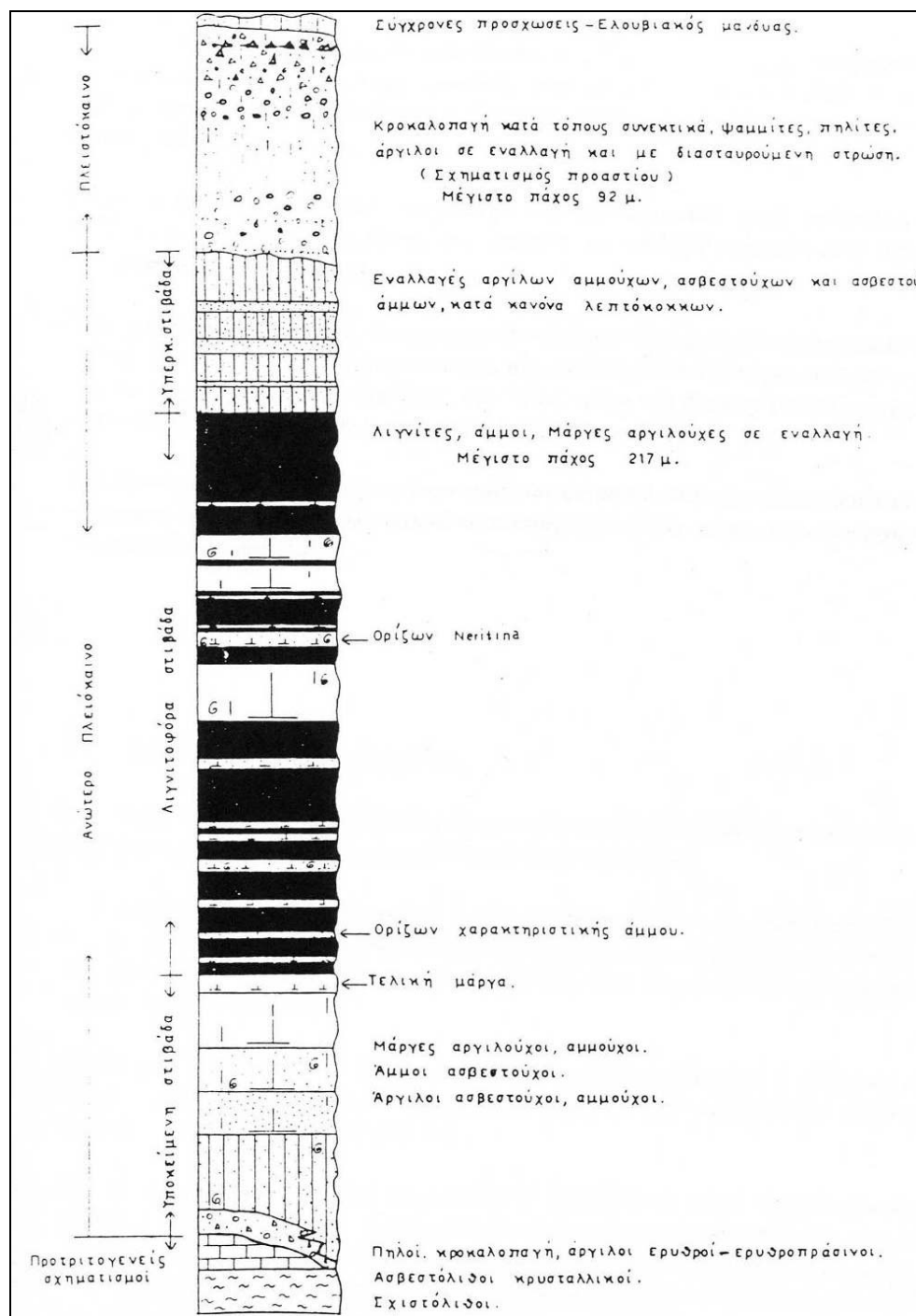
Το κοιτάσμα καλύπτει έκταση περίπου 11 km². Κατά την ΒΔ-ΝΑ κατεύθυνση, αυτό εκτείνεται 5 km περίπου από τον ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ προς το χωριό Κομάνου και κατά την ΒΑ-ΝΔ κατεύθυνση από τα ορυχεία Κυρίου Πεδίου και Κομάνου προς τα κράσπεδα της λεκάνης όπου ο ασβεστόλιθος εμφανίζεται σχεδόν στην επιφάνεια. Το πεδίο περιλαμβάνει επίσης το Βιομηχανικό Συγκρότημα και μέρος της περιοχής του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Το ΒΔ όριο του ορυχείου οριοθετείται από μια κύρια μετάπτωση με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ η οποία χωρίζει το κοιτάσμα από εκείνο του Προαστίου. Νοτιοδυτικά του Ορυχείου και εκτός αυτού, σε απόσταση ασφαλείας, βρίσκεται το χωριό Μαυροπηγή.

Η περιοχή αποτελεί τμήμα της ευρύτερης λεκάνης Πτολεμαΐδας που γεωτεκτονικά εντάσσεται στην Πελαγονική ζώνη και δημιουργήθηκε κατά τη φάση των διαρρήξεων που ακολούθησε τα τελευταία στάδια των αλπικών πτυχώσεων.

Η στρωματογραφία διαφοροποιείται σημαντικά στο πεδίο Μαυροπηγής. Μετά από μια ζώνη πολύ μικρού πάχους λιγνίτη στο νότιο τμήμα του κοιτάσματος, το πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων αυξάνεται προς Βορρά όπου κυμαίνεται μεταξύ 50 m και 150 m. Στα σύνορα με το Πεδίο Προαστίου, το πάχος του λιγνιτικού κοιτάσματος κυμαίνεται μεταξύ 200 m και 250 m. Αύξηση του πάχους της λιγνιτοφόρου στιβάδας παρατηρείται και από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι μεταβολές αυτές του πάχους οφείλονται στις ανωμαλίες του υποβάθρου και στην ιζηματογενή τεκτονική, ενώ ιδιαίτερο ρόλο έπαιξε και η διάβρωση η οποία έχει αφαιρέσει μεγάλο μέρος της λιγνιτοφόρου στιβάδας. Το πάχος υπερκειμένων κυμαίνεται μεταξύ 10 και 50 m.

Το πάχος και ο αριθμός των λιγνιτικών στρωμάτων κυμαίνεται ευρύτατα από θέση σε θέση και γενικά ακολουθεί τις μεταβολές του πάχους της λιγνιτοφόρου στιβάδας. Το ίδιο συμβαίνει και με τις ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις οι οποίες κυρίως συνίστανται από χουμώδεις μάργες γκριζοπράσινες, ασβεστούχους, αμμούχους αργίλους, λεπτόκοκκες άμμους μεταξύ των οποίων απαντάται και ο ορίζοντας της χαρακτηριστικής άμμου και κιτρινότεφρες μάργες οι οποίες περιέχουν κατά θέσεις λεπτές φακοειδείς ενστρώσεις μαργαϊκού ασβεστολίθου.

Χαρακτηριστικό της λιγνιτοφόρου σειράς είναι και η παρουσία πολλών απολιθωμάτων, τόσο στα ενδιάμεσα στείρα όσο και στον λιγνίτη.



Σχήμα 4.1.1.2.: Στρωματογραφική στήλη Ορυχείου Κύριου Πεδίου (Κουρίδου, 2000).

4.1.1.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ

Η τεκτονική που επικρατεί στη λεκάνη Πτολεμαΐδας είναι εκείνη των μεταπτώσεων και τα κύρια γενεσιουργά ρήγματα της λεκάνης έχουν διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ. Άλλα μεγάλα ρήγματα, κάθετα σχεδόν προς αυτά έχουν χωρίσει την λεκάνη σε διάφορες υπολεκάνες και εξάρματα, ενώ δεν λείπουν δευτερεύοντα ρήγματα τοπικού χαρακτήρα και διαφόρων διευθύνσεων, τα οποία έχουν συντελέσει στον διαμελισμό των τμημάτων της λεκάνης σε επιμέρους τεμάχια. Οι παραπάνω μεταπτώσεις από την δημιουργία της λεκάνης μέχρι σήμερα, δεν έδρασαν μόνο μια φορά, αλλά επαναδραστηριοποιήθηκαν σε διαδοχικές περιόδους και επέδρασαν επί των ιζημάτων που εν τω μεταξύ είχαν αποθεθεί.

Η περιοχή είναι αρκετά διαρρηγμένη ιδιαίτερα στο βόρειο τμήμα της. Μια κύρια μετάπτωση με διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ που το άλμα της φτάνει και τα 200 m, χωρίζει το κοίτασμα από εκείνο του Προαστείου, ενώ παράλληλα κλιμακωτά ρήγματα, σχεδόν κάθετα προς αυτή, βυθίζουν τους σχηματισμούς της λιγνιτοφόρου στιβάδας από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Κύριο χαρακτηριστικό σχεδόν όλων των ρηγμάτων είναι ότι το άλμα τους δεν παραμένει σταθερό καθ' όλο το μήκος τους. Η διαφοροποίηση αυτή του άλματος των ρηγμάτων οφείλεται εφ' ενός μεν στην πλαστικότητα των ιζημάτων και στην διαφορετική κάμψη που υπέστησαν αυτά κατά την μετακίνηση των τεμαχίων, αφετέρου δε στην διάτμηση πολλών ρηγμάτων, ιδίως παλαιότερων, από άλλα νεώτερης ηλικίας ρήγματα.

Οι προαναφερθείσες τεκτονικές διαταραχές έχουν προκαλέσει, κατά τόπους, κλίση στα νεογενή ιζήματα, καθώς και πτύχωση αυτών ιδιαίτερα κοντά στο ίχνος των ρηγμάτων.

Η κατά τόπους κλίση των νεογενών λιγνιτοφόρων ιζημάτων είναι σχετικά μικρή και δεν υπερβαίνει τις 3°. Γενικά τα στρώματα κλίνουν προς τα δυτικά.

4.1.2 ΟΡΥΧΕΙΟ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΡΔΙΑΣ

4.1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

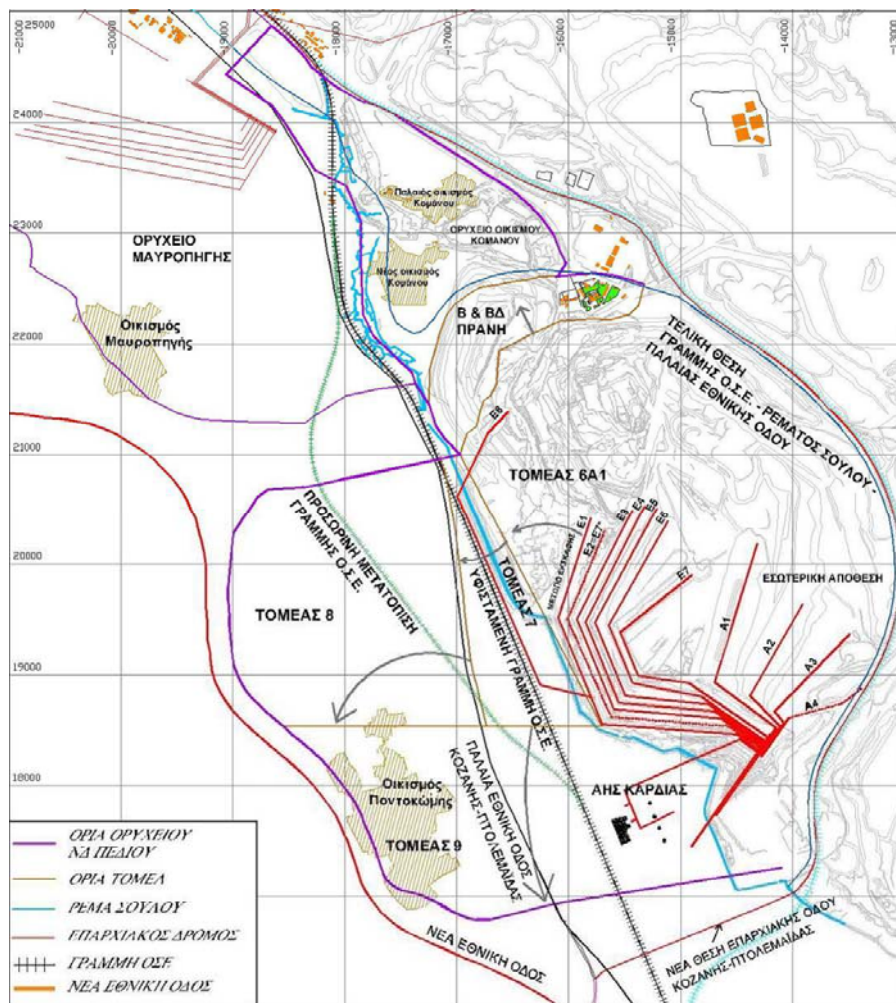
Το Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς (Ο.Π.Κ) της Δ.Ε.Η Α.Ε ξεκίνησε την λειτουργία του το 1971. Το Πεδίο Καρδιάς περιλαμβάνει εκτός από την εκμετάλλευση του Ορυχείου Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη και την εκμετάλλευση του κοιτάσματος Ορυχείου Οικισμού Κομάνου.

Το ορυχείο αυτό παρουσιάζει ετήσια παραγωγή λιγνίτη 15-23 εκ. τόνους και καλύπτει τις ανάγκες του ΑΗΣ Καρδιάς, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1200 MW. Συμπληρωματικά συμμετέχει στην ισοσκέλιση του ισοζυγίου των ΑΗΣ της περιοχής Πτολεμαΐδας.

Το Ορυχείο Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη αποτελεί συνέχεια προς τα Δυτικά της υφιστάμενης εκμετάλλευσης του Ορυχείου Τομέα 6 του Πεδίου Καρδιάς, αλλά αναπτύσσεται

ουσιαστικά ως νέο ορυχείο, με νέο κόμβο ταινιοδρόμων και νέες σύγχρονες εγκαταστάσεις (Πύργος Ελέγχου Ταινιοδρόμων, Υποσταθμός κ.λπ.), αλλά και με προσθήκη νέου εξοπλισμού. Στο **Σχήμα 4.1.2** παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση (03/2009) και το γενικό σχέδιο ανάπτυξης του Ορυχείου Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη κατά τα επόμενα χρόνια.

Πιο συγκεκριμένα, το κυρίως ορυχείο έχει χωριστεί σε 5 Τομείς: Β & ΒΔ Πρανή, 6Α1, 7, 8 & 9. Σήμερα η εκμετάλλευση διενεργείται στους Τομείς 6Α1 και στα Βόρεια Πρανή του ορυχείου και όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1.2, η ανάπτυξη του πεδίου περιλαμβάνει:



Σχήμα 4.1.2: Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Πεδίου Καρδιάς (Ρούμπος, 2009).

- ✓ Δύο (2) τομές υπερκειμένων, στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία δύο (2) καδοφόροι εκσκαφείς Ε1 και Ε8.
- ✓ Έξι (6) τομές λιγνίτη (2, 3, 4, 5, 6 & 7), στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία πέντε (5) καδοφόροι εκσκαφείς (Ε3, Ε4, Ε5, Ε6 & Ε7) του συστήματος.

Στο Νοτιοδυτικό πεδίο – Υψηλάντη, οι εκσκαφείς των υπερκειμένων είναι διασυνδεδεμένοι με τρεις αποθέτες (A1, A2 & A3) στην εσωτερική απόθεση του ορυχείου, ενώ υπό ένταξη βρίσκεται και τέταρτος αποθέτης (A4). Κατά την πλήρη ανάπτυξη του ορυχείου προβλέπεται η λειτουργία εννέα (9) εκσκαφών συνολικά. Σημειώνεται ότι μέχρι το τέλος της ζωής του ως άνω ορυχείου δεν θα γίνουν εξωτερικές αποθέσεις αγόνων, και το σύνολο των αγόνων θα πληρώνει τις δημιουργούμενες κοιλότητες.

Με την ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης του Τομέα 6A1 και των Β.– ΒΔ. πρανών του ορυχείου, η εκμετάλλευση θα προχωρήσει στους υπόλοιπους Τομείς 7, 8 και 9, με αριστερόστροφη στροφική λειτουργία.

Οι ανάγκες εκμετάλλευσης του Τομέα 7 επιβάλουν τη μετατόπιση της σιδηροδρομικής γραμμής ΟΣΕ (Σ.Γ.), η οποία διχοτομεί τον Τομέα 7. Εκτιμάται ότι περί το τέλος του έτους 2011 θα προσβληθεί η σημερινή θέση του ρέματος Σουλού και στη συνέχεια η σιδηροδρομική γραμμή. Το έτος 2011 η σιδηροδρομική γραμμή θα μετατοπιστεί δυτικότερα στην περιοχή του Τομέα 8 και θα λειτουργήσει σε αυτή τη θέση ως προσωρινή παραλλαγή μέχρι το 2017, περίπου.

Σημειώνεται ότι η προσωρινή παραλλαγή της γραμμής του ΟΣΕ γίνεται μέχρι το 2012, διότι η κατασκευή της τελικής θέσης της γραμμής που διέρχεται πάνω από αποθέσεις αγόνων δεν μπορεί να γίνει άμεσα, δεδομένου ότι οι εν λόγω αποθέσεις ολοκληρώνονται μέσα στο 2010 και απαιτείται παρέλευση 6-7 ετών προκειμένου αυτές οι αποθέσεις να “ωριμάσουν” και να εξασφαλισθεί η σταθερότητά τους.

Το έτος 2015 περίπου η εκμετάλλευση θα προχωρήσει στον Τομέα 8. Οι ανάγκες εκμετάλλευσης του Τομέα 8 επιβάλλουν νέα μετατόπιση της σιδηροδρομικής γραμμής (το 2017) ανατολικότερα, επί της εσωτερικής απόθεσης αγόνων του Τομέα 6. Σε αυτή τη νέα θέση θα ακολουθεί παράλληλη πορεία με το ρέμα Σουλού, η κοίτη του οποίου μετά από μια σειρά εκτροπών μικρής κλίμακας θα έχει οριστικοποιηθεί.

Τα όρια του πεδίου έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται απόσταση ασφαλείας από τη νέα εθνική οδό Κοζάνης – Πτολεμαΐδας (τουλάχιστον 50 m, όπως προβλέπει ο Κ.Μ.Λ.Ε.).

Στο Ορυχείο Οικισμού Κομάνου η εκμετάλλευση διενεργείται με συμβατικό εξοπλισμό. Εκτός από μία μικρή ποσότητα αγόνων (της τάξης του 1,0 εκ. m³), η οποία θα οδηγηθεί στο χώρο του εξοφλημένου Ορυχείου Κομάνου, η υπόλοιπη ποσότητα αγόνων θα οδηγηθεί στην εσωτερική απόθεση του ορυχείου.

Πίνακας 4.1.2 : Πάγιος εξοπλισμός Πεδίου Καρδιάς.

ΤΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (m ³ /h)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΔΟΥ (m ³)	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ				
SchRs 2300 / 5 x 32	THYSSENKRUPP	6.072	2,30	2
SchRs 600 / 3,3 x 21	THYSSENKRUPP	2.520	0,600	4
SchRs 500 / 2,5 x 21	THYSSENKRUPP	2.380	0,500	1
ΑΠΟΘΕΤΕΣ				
A2Rs 1800 / (30+40 x 14)	KRUPP-O.K.	5.600		2
A2Rs-B6700-60	TAKRAF	6.700		1
B2400	FAM	11.000		1
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ (Τ/Δ)				
33 km Τ/Δ πλάτους: 1,2 – 1,8 m				

4.1.2.2 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΥΧΕΙΟΥ ΚΑΡΔΙΑΣ

Το κοίτασμα χωρίστηκε συμβατικά σε τρεις στιβάδες :

- α) Υπερκείμενη
- β) Λιγνιτοφόρο
- γ) Υποκείμενη.

Ακολουθούνε τα κύρια γνωρίσματα κάθε μίας από τις παραπάνω στιβάδες με σειρά αποθέσεως δηλαδή από κάτω προς τα πάνω.

-ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΗ ΣΤΙΒΑΔΑ : Περιλαμβάνει τα νεογενή ιζήματα, που υπόκεινται του εκάστοτε τελευταίου λιγνιτικού στρώματος, δηλαδή του βαθύτερου λιγνιτικού στρώματος που συναντήθηκε σε κάθε γεώτρηση.

Όπως προκύπτει από τις γεωτρήσεις το πάχος των ιζημάτων της στοιβάδας δεν είναι σταθερό, αλλά κυμαίνεται από λίγα μέχρι μερικές δεκάδες μέτρα. Η ανομοιόμορφη αυτή

ανάπτυξη της στοιβάδας οφείλεται, αφενός μεν στις ανωμαλίες του υποβάθρου, αφετέρου στη μη ενιαία εξάπλωση του βαθύτερου λιγνιτικού στρώματος. Κατά κανόνα η υποκείμενη στοιβάδα αρχίζει, από πάνω προς τα κάτω με μια λευκότεφρη μάργα, η τελική μάργα, η οποία σε συνδυασμό με τον ορίζοντα της χαρακτηριστικής άμμου αποτελεί οδηγό για την διακοπή των γεωτρήσεων. Σε μερικές γεωτρήσεις η λευκότεφρη μάργα δεν υπόκειται αμέσως του τελευταίου λιγνιτικού στρώματος, αλλά μεταξύ τους παρεμβάλλεται μια ανοικτότεφρη απολιθωματοφόρος μάργα, αρκετές φορές χουμώδης. Κάτω από τη λευκότεφρη αυτή μάργα ακολουθούν ανοικτότεφρες αργιλούχες μάργες, που συνοδεύονται κατά τόπους από ιλύ και λεπτόκοκκο άμμο. Ακολουθεί μια σειρά από τεφροπράσινες αμμούχες αργίλους με παρεμβολές άμμων και η σειρά των ιζημάτων της υποκείμενης στοιβάδας τελειώνει με την απόθεση μιας σειράς από ερυθρόπυλους με κροκάλες και αργίλους ερυθροπράσινες με χαλίκια και άμμο. Η τελευταία αυτή σειρά ιζημάτων παρατηρείται κυρίως προς τα κράσπεδα, στα δυτικά όρια του κοιτάσματος.

Η πανίδα που συναντάται στην υποκείμενη σειρά συνίσταται κυρίως από οστρακώδη. Σπανιότερη είναι η παρουσία γαστερόποδων, τα οποία όπως θα δούμε αφθονούν στην λιγνιτοφόρο σειρά.

-ΛΙΓΝΙΤΟΦΟΡΟΣ ΣΤΟΙΒΑΔΑ : Η λιγνιτοφόρος στοιβάδα αρχίζει με το ανώτερο λιγνιτικό στρώμα και τελειώνει με το κατώτερο. Περιλαμβάνει, δηλαδή το σύνολο των λιγνιτικών στρωμάτων και τις ενδιάμεσες στείρες αποθέσεις. Το πάχος της δεν είναι ενιαίο, αλλά μεταβάλλεται από γεώτρηση σε γεώτρηση. Οι μεταβολές αυτές του πάχους της στοιβάδας στα διάφορα τμήματα της περιοχής οφείλονται στα ανωμαλίες του υποβάθρου και στην συνιζηματογενή τεκτονική, ενώ σπουδαίο ρόλο έπαιξε και η διάβρωση που έχει αφαιρέσει, κατά τόπου, μεγάλο της λιγνιτοφόρου στοιβάδας.

Η λιγνιτοφόρος στοιβάδα αποτελείται από στρώματα λιγνίτη και ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις. Το πάχος και ο αριθμός των λιγνιτικών στρωμάτων κυμαίνεται ευρύτατα από θέση σε θέση και γενικά ακολουθεί τις μεταβολές του πάχους της λιγνιτοφόρου στοιβάδας. Το ίδιο συμβαίνει και με τις ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις, οι οποίες συνίστανται κυρίως από χουμώδης μάργες γκριζοπράσινες, ασβεστούχους, αμμούχους αργίλους, λεπτόκοκκους άμμους μεταξύ αυτών και ο ορίζοντας της χαρακτηριστικής άμμου και κιτρινότεφρες μάργες, οι οποίες περιέχουν κατά θέσεις λεπτές φακοειδείς ενστρώσεις μαργαϊκού ασβεστόλιθου.

Γενικά οι ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις εναλλάσσονται με τα λιγνιτικά στρώματα εκτός από το νότιο τμήμα του πεδίου στην περιοχή της Ποντοκώμης, όπου μια ικανού πάχους απόθεση στείρων, στο μέσον περίπου της στοιβάδας, τη χωρίζει σε δύο τμήματα, ανώτερη και κατώτερη λιγνιτοφόρος στοιβάδα, όπως συμβαίνει στο κοίτασμα του Νοτίου Πεδίου (Αναστόπουλος & Κούκουζας, 1972).

Χαρακτηριστικό της λιγνιτοφόρου σειράς είναι η παρουσία πολλών απολιθωμάτων, τόσο στα ενδιάμεσα στείρα όσο και στον λιγνίτη. Οι κυριότεροι αντιπρόσωποι των απολιθωμάτων είναι τα γαστερόποδα *Planordis*, *Melanopsis*, *Paludina* και *Theodoxus macedonicus* κοινώς

Neritina, που απαντάται σε συγκεκριμένο και μεγάλης έκτασης ορίζοντα, ο οποίος βοηθά σημαντικά στη συσχέτιση των γεωτρήσεων και στην τεκτονική.

-ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΗ ΣΤΙΒΑΔΑ : Περιλαμβάνει τους νεογενείς σχηματισμούς που υπέρκεινται του ανωτέρου λιγνιτικού στρώματος.

Συνίσταται από αργίλους αμμούχους, ασβεστούχους, μάργες, χουμώδεις μάργες, κυρίως πλησίον της λιγνιτοφόρου στιβάδας, καθώς και λεπτόκοκκους άμμους εντός των οποίων παρατηρούνται κατά τόπους φακοειδής ενστρώσεις ψαμμιτών ή πηλινών μικρού πάχους. Το χρώμα των ιζημάτων είναι τεφροπράσινο έως τεφρό.

Το πάχος της στιβάδας κυμαίνεται ευρύτατα. Στη διακύμανση του πάχους της, καθοριστικό ρόλο διαδραμάτισαν οι προπλειστοκαινικές μεταπτώσεις, που βύθισαν ή ανύψωσαν επί μέρους τμήματα της περιοχής, δημιουργώντας στη μεν πρώτη περίπτωση συνθήκες νεώτερης ιζηματογένεσης στη δε δεύτερη, διάβρωσης και αποκομιδής μέρους ή όλης της υπερκείμενης νεογενούς στιβάδας.

Μερικές φορές μάλιστα η διάβρωση έχει προχωρήσει και μέσα στη λιγνιτοφόρο στιβάδα αποκομίζοντας μεγάλο μέρος της. Έτσι συμβαίνει να παρουσιάζονται σαν υπερκείμενη στιβάδα άγωνα ιζήματα τα οποία ουσιαστικά ανήκουν στη λιγνιτοφόρο στιβάδα.

4.1.3 ΟΡΥΧΕΙΟ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

4.1.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το Ορυχείο Νότιου Πεδίου (Ο.Ν.Π) της Δ.Ε.Η Α.Ε ξεκίνησε την λειτουργία του το 1980. Το Νότιο Πεδίο αποτελεί το μεγαλύτερο εν ενεργεία ορυχείο της ΔΕΗ. Στο Σχήμα 4.1.3 παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση (03/2009) και το γενικό σχέδιο ανάπτυξης του Νότιου Πεδίου κατά τα επόμενα χρόνια. Περιλαμβάνει το *Ορυχείο Νοτίου Πεδίου*. Έχει ετήσια παραγωγή λιγνίτη 18-22 εκ. τον και καλύπτει ανάγκες των 5 Μονάδων του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1585 MW.

Το Ορυχείο έχει χωριστεί σε έντεκα (11) Τομείς λειτουργίας (με αρίθμηση 1 έως 11) και σήμερα η ανάπτυξή του βρίσκεται στον Τομέα 5, ενώ η εξόφλησή του μέχρι και τον Τομέα 6 έχει προγραμματιστεί με τους σημερινούς κόμβους Τ/Δ (υπάρχουν χωριστοί κόμβοι Τ/Δ για τη διακίνηση των υπερκειμένων αγόνων και του λιγνιτικού κοιτάσματος) με δεξιόστροφη στροφική λειτουργία.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1.3 η υφιστάμενη ανάπτυξη του ορυχείου περιλαμβάνει:

- Πέντε (5) τομές υπερκειμένων (1Α, 1Β, 2Α, 2Β & 3), στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία πέντε (5) καδοφόροι εκσκαφείς (Ε1, Ε1Β, Ε2, Ε2Β & Ε3) του συστήματος.

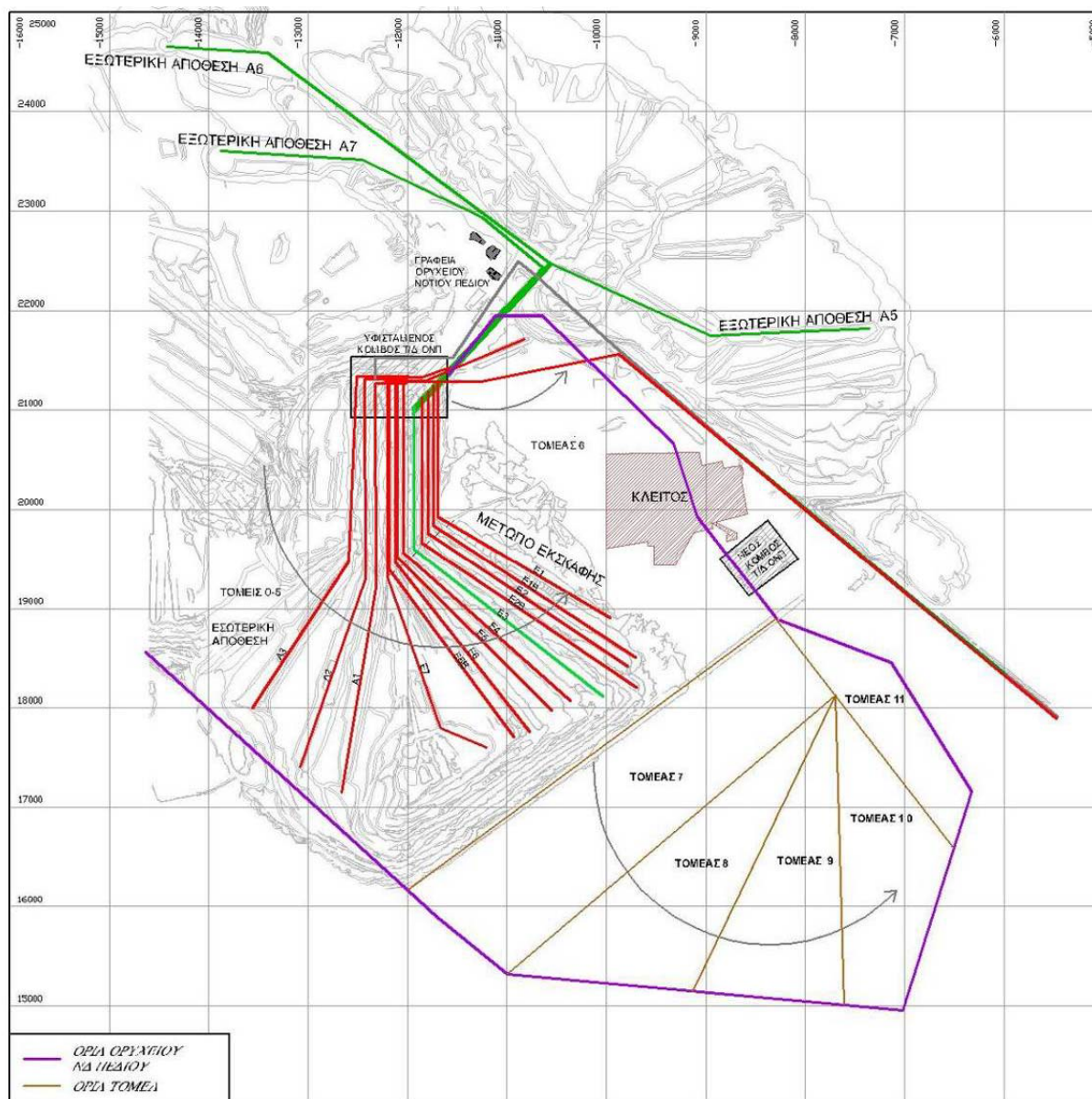
- Πέντε (5) τομές λιγνίτη (4, 5, 6A, 6B & 7), στις οποίες βρίσκονται σε λειτουργία, αντίστοιχα, πέντε (5) καδοφόροι εκσκαφείς (E4, E5, E6, E6B & E7) του συστήματος.

Στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, οι καδοφόροι εκσκαφείς είναι διασυνδεδεμένοι με έξι (6) αποθέτες (A1, A2, A3, A5, A6 & A7). Συγκεκριμένα, οι καδοφόροι εκσκαφείς είναι διασυνδεδεμένοι με τρεις (3) αποθέτες (A1, A2 & A3) στην εσωτερική απόθεση αγόνων του ορυχείου και με τρεις επίσης αποθέτες (A5, A6 & A7) στην εξωτερική απόθεση. Οι αποθέτες A6 και A7 λειτουργούν στην περιοχή της Ανατολικής Επέκτασης Κομάνου και όταν ολοκληρώσουν τη λειτουργία τους θα ενταχθούν στην εσωτερική απόθεση αγόνων του ορυχείου τα έτη 2016 και 2017, αντίστοιχα. Ο αποθέτης A5, μετά την ολοκλήρωση της λειτουργίας του στην περιοχή της σημερινής του θέσης, κοντά στην Ακρινή, θα μεταφερθεί στην περιοχή του οικισμού Πτελαιώνα, το 2012, και περί το έτος 2019 θα ενταχθεί στην εσωτερική απόθεση του ορυχείου.

Η ανάπτυξη του Ορυχείου στους Τομείς 7 έως 11 θα γίνει με νέο κόμβο ταινιοδρόμων. Οι χωματουργικές εργασίες για τη διάνοιξη του νέου κόμβου προβλέπεται να ολοκληρωθούν μέχρι τις αρχές του 2010, οπότε και θα ξεκινήσουν τα δομικά και στη συνέχεια τα ηλεκτρομηχανολογικά έργα. Ο στόχος είναι ο κόμβος να τεθεί σε λειτουργία το 2012, οπότε σύμφωνα με τις μελέτες προβλέπεται να ξεκινήσει η ένταξη των εκσκαφών στον Τομέα 7 μέσω του κόμβου. Σημειώνεται ότι ο εκσκαφέας E7, που θα ενταχθεί στον Τομέα 7 άμεσα, θα συνδεθεί απ' ευθείας με την εξωτερική απόθεση αγόνων.

Επειδή στο ορυχείο Νότιου Πεδίου παρατηρούνται αυξημένες ανάγκες διακίνησης σκληρών υπερκειμένων αγόνων υλικών, που εξορύσσονται με χρήση εκρηκτικών, οι εργασίες μεταφοράς αγόνων εκτελούνται με φορτηγά οχήματα σε ποσοστό 37% και οι υπόλοιπες ποσότητες μεταφέρονται με σύστημα ταινιοδρόμου. Σημειώνεται, ότι ένα μικρό ποσοστό των εξορυσσόμενων αγόνων αποτίθεται στις εξωτερικές αποθέσεις στις περιοχές Πτελαιώνα και Ακρινής με συμβατικό εξοπλισμό.

Στο **Σχήμα 4.1.3** παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση (03/2009) και το γενικό σχέδιο ανάπτυξης του Ορυχείου Νότιου Πεδίου κατά τα επόμενα χρόνια.



Σχήμα 4.1.3 : Υφιστάμενη κατάσταση και γενικό σχέδιο ανάπτυξης Νοτίου Πεδίου (Ρούμπος, 2009).

Πίνακας 4.1.3.1 : Πάγιος εξοπλισμός Νοτίου Καρδιάς.

ΤΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (m ³ /h)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΔΟΥ (m ³)	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ				
SRs 2000 / 5 x 32	TAKRAF	4.170/6.050	2,10	4
SRs 2000 / 6 x 33	TAKRAF	3.970/5.760	2,00	2
SchRs 2300 / 5 x 32	THYSENKRUPP	4.188/6.072	2,30	1
SchRs 1760 / 5 x 32	THYSENKRUPP	4.207/6.100	1,76	2
SchRs 3700 / 2,5 x 30	THYSENKRUPP	7.586/11.100	3,70	1
ΑΠΟΘΕΤΕΣ				
ARs 2400 / (40+70 x 18)	MAN	11.000		3
A2Rs-B6700-60	TAKRAF	6.700		3
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ (Τ/Δ)				
93 km Τ/Δ πλάτους: 1,2 – 1,8 – 2,4 m				

4.1.3.2 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Το κοίτασμα λιγνίτη του ορυχείου Νοτίου Πεδίου φιλοξενείται στις Νεογενείς αποθέσεις της λεκάνης του Σαριγκιόλ η οποία αποτελεί το Νότιο τμήμα της ταφροειδούς λεκάνης Πτολεμαΐδας- Αμυνταίου. Η λεκάνη της Σαριγκιόλ βρίσκεται σε απόσταση 10 km βόρειο βόρειο ανατολικά της Κοζάνης οριοθετείται προς Βορρά από το έδαφος του Κομάνου, το νότιο άκρο φτάνει την οροσειρά του Σκοπού, ανατολικά από την οροσειρά του Βερμίου και δυτικά από την οροσειρά του Ασκίου. Μορφολογικά η λεκάνη της Σαριγκιόλ εκτείνεται κατά τη διεύθυνση βορειοδυτικά έως νοτιοανατολικά με επιμήκη άξονα μήκους 16 km και εγκάρσιο άξονα μήκους 10 km. Η συνολική της επιφάνεια ανέρχεται σε 180 km². Στο υπέδαφος αναπτύσσονται ιζήματα λιμναίας, ποτάμιας και ποταμοχειμάρριας φάσης από αλλόχθονα ιζήματα η ηλικία των οποίων είναι στο Τριτογενές και στο Τεταρτογενές. Στα Νεογενή ιζήματα της λεκάνης ανήκουν και τα λιγνιτοφόρα κοιτάσματα του Νότιου Πεδίου.

Γεωτεκτονικά η λεκάνη της Πτολεμαΐδας ανήκει στην Πελαγονική ζώνη, η οποία αναπτύσσεται βορειοδυτικά νοτιοανατολικά ανάμεσα στη ζώνη του Αξιού ανατολικά και την Υποπελαγονική δυτικά. Κύριο χαρακτηριστικό της Πελαγονικής ζώνης αποτελεί η παρουσία τεκτονικών καλυμμάτων και μεταπτωτικών ρηγμάτων. Η κυρίως Πελαγονική ζώνη αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα όπως γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, χαλαζίτες, μάρμαρα τα οποία αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής.

Το κοίτασμα συγκεκριμένα αποτελείται από τις νεογενείς αποθέσεις οι οποίες περιλαμβάνουν την ανώτερη σειρά που υπέρκειται της λιγνιτοφόρας, τη λιγνιτοφόρα και την κατώτερη σειρά που υπόκειται της λιγνιτοφόρας (Κολοβός, 2006).

Η ανώτερη σειρά περιλαμβάνει (Κολοβός, 2006):

1) Την αποκαλούμενη ως σειρά των κίτρινων ιζημάτων που αποτελείται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, πηλίτες, άμμους, αργίλους και αμμοχάλικα. Ο σχηματισμός της σειράς αυτής τοποθετείται στο Άνω Πλειόκαινο-Κάτω Πλειστόκαινο και το πάχος της είναι περίπου 100 m. Χαρακτηριστικό της σειράς αυτής αποτελεί ο μεγάλος αριθμός ασβεστιτικών συγκριμμάτων των οποίων η δημιουργία οφείλεται σε ασβεστιτικά διαλύματα που έρρεαν από τους γύρω ορεινούς όγκους προς το κέντρο της λεκάνης.

2) Τη σειρά των πράσινων αργιλοαμμωδών ιζημάτων, η οποία αποτελείται από άμμους, ιλύες και αργίλους. Ο σχηματισμός της σειράς αποδίδεται σε λιμναία φάση απόθεσης και συνδέεται με μεγάλο βάθος λίμνης. Το πάχος της σειράς αυτής είναι περίπου 70-80 m.

Η λιγνιτοφόρος στιβάδα που περιλαμβάνει :

1) Την ανώτερη λιγνιτοφόρο στιβάδα που αποτελείται από εννέα μέχρι δέκα στρώματα λιγνίτη και από ένα μέχρι τρία στρώματα ξυλίτη στην οροφή της στιβάδας η οποία έχει πάχος έως 40m. Μεταξύ αυτών των στρωμάτων παρεμβάλλονται στείρες ενστρώσεις αργίλων, μαργών και λιμναίας κρητίδας.

2) Τη σειρά των ενδιάμεσων αργιλομαργαϊκών που αποτελείται κυρίως από ασθενείς αμμούχες μάργες, με σπάνιες ενστρώσεις αργίλων και συχνές ενστρώσεις λιμναίας κρητίδας. Το πάχος αυτής της σειράς κυμαίνεται έως 14m.

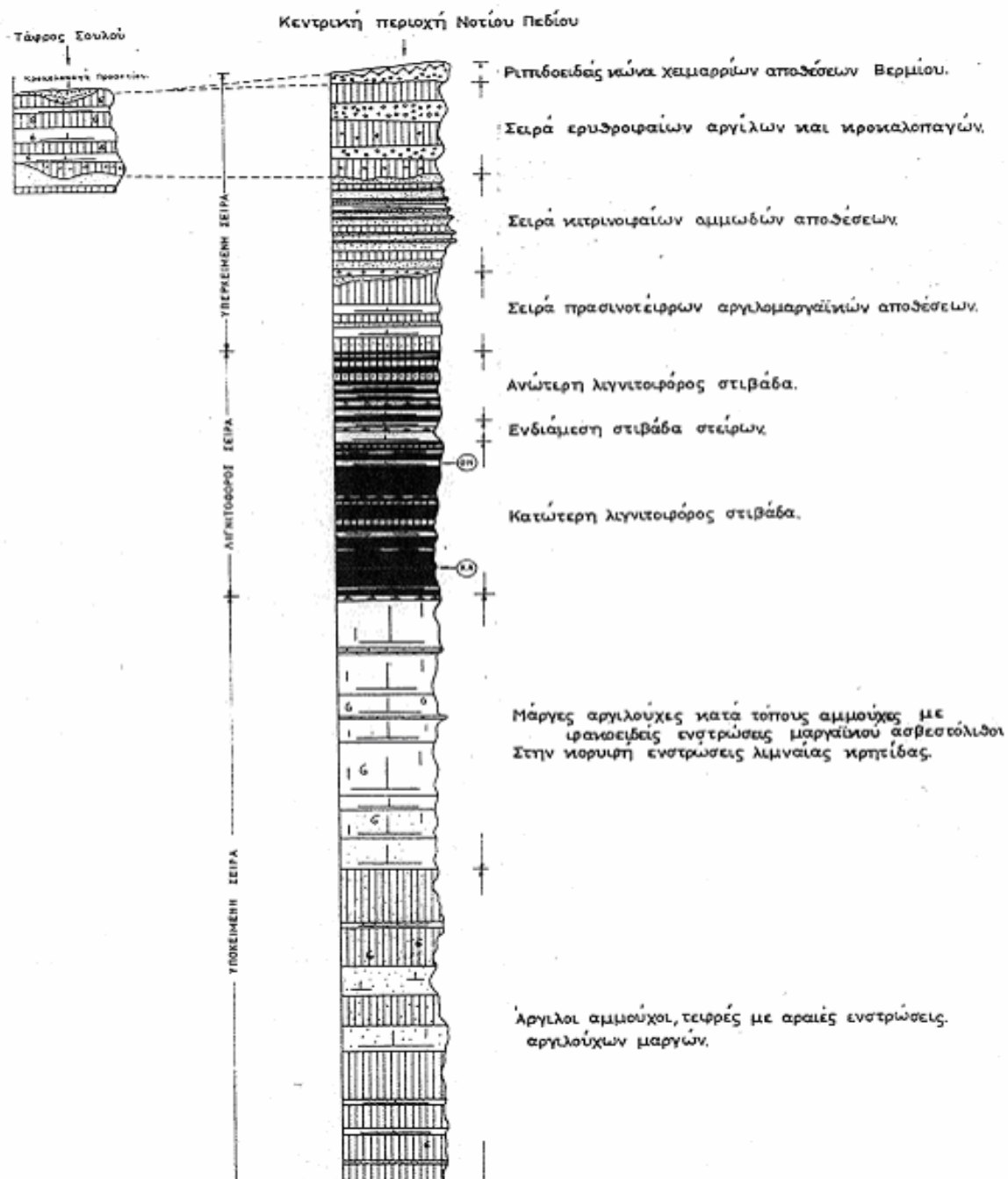
3) Την κατώτερη λιγνιτοφόρο που αποτελείται κυρίως από εναλλασσόμενα στρώματα λιγνίτη, μαργών και αργιλικών. Επίσης αποτελείται από τους χαρακτηριστικούς στρωματογραφικούς ορίζοντες του απολιθώματος Neritina (Theodoxous macedonicus) στο άνω μέρος της δεύτερης υποστιβάδας που χρησιμοποιήθηκαν ως χαρακτηριστικοί ορίζοντες για την διαπίστωση και των εντοπισμό τεκτονικών στοιχείων του κοιτάσματος, καθώς και της χαρακτηριστικής χαλαζιακής άμμου στο κάτω μέρος της δεύτερης υποστιβάδας. Το πάχος της στιβάδας είναι περίπου 80 m.

Τέλος η κατώτερη σειρά που αποτελείται από στρώματα λιμναίας κρητίδας, μάργας, αργίλων και άμμων. Η ηλικία αυτών των τριτογενών ιζημάτων τοποθετείται στο ανώτερο πλειόκαινο. Επί των ιζημάτων του Νεογενούς κάθονται τα νεότερα τεταρτογενή ιζήματα του Πλειστοκαίνου που περιλαμβάνουν (Κολοβός, 2006):

1) Σχηματισμούς δилουβιακούς που αποτελούνται από σύστημα εναλλασσόμενων κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και κόκκινων αργίλων, από τα κροκαλοπαγή προαστίου, που όλα έχουν προέλευση από ποταμούς και χείμαρρους, όπως επίσης και από κώνους λατυποκροκαλοπαγούς. Το υλικό αυτό μεταφέρθηκε με τους χείμαρρους από τα κράσπεδα των περιθωρίων της λεκάνης και αποτέθηκε μέσα στη λεκάνη με μορφή ριπιδοειδών σχηματισμών. Οι επιφανειακοί ορίζοντες των λατυποκροκαλοπαγών αυτών στα νοτιοανατολικά τμήματα της λεκάνης αποτελούνται από ασβεστολιθικό υλικό και σχηματίζουν ένα συμπαγές και σκληρό επικάλυμμα.

2) Σχηματισμούς αλλουβιακούς που περιλαμβάνουν τις ποταμοχειμαρρώδεις νεώτερες και πρόσφατες αποθέσεις, τα αποσαθρωμένα των προηγούμενων πετρωμάτων, τα πλευρικά κορήματα και τα πρόσφατα εξωγενή ιζήματα της περιοχής της Σαριγκιόλ.

Στο **Σχήμα 4.1.3.2** παρουσιάζεται η στρωματογραφική στήλη του κοιτάσματος του ορυχείου Νοτίου Πεδίου.



Σχήμα 4.1.3.2: Στρωματογραφική στήλη κοιτάσματος Νοτίου Πεδίου (Κουρίδου, 2000).

4.1.3.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ

Τα ρήγματα στη στενή και αλλά και την ευρύτερη περιοχή του ορυχείου προήλθαν από εφελκυστικό πεδίο τάσεων. Η τεκτονική παρουσία κατατάσσεται σε δύο μεγάλες ομάδες ρηγμάτων. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα βορειοδυτικής νοτιοανατολικής διεύθυνσης τα οποία είναι παλαιότερα (Μειόκαινο-Πλειόκαινο). Η ομάδα αυτή φαίνεται να δραστηριοποιείται μέχρι την επαφή της πρασινότεφρου σειράς ιζημάτων και της λιγνιτοφόρου στιβάδας. Τα ρήγματα αυτά είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό, τόσο της τεκτονικής τάφρου Φλώρινας – Κοζάνης όσο και της φιλοξενούμενης μέσα στα ιζήματα αυτής λιγνιτοφόρου στιβάδας. Η τεκτονική του τόξου αυτού με την δημιουργία της λεκάνης προσδιόρισε έμμεσα τις θέσεις ανάπτυξης της βλάστησης δηλαδή τις αβαθείς ελώδεις περιοχές. Τα βορειοδυτικά νοτιοανατολικά ρήγματα χώρισαν την λεκάνη σε τεράστια τεμάχια τα οποία είναι διατεταγμένα αμφιθεατρικά σε διεύθυνση βορειοανατολική νοτιοδυτική. Η διεύθυνση κλίσης των ρηγμάτων είναι προς τα νοτιοδυτικά με αποτέλεσμα η λεκάνη να έχει μεγαλύτερο βάθος προς την κατεύθυνση αυτή. Αυτό συνέβαλλε στην αύξηση της στείρας ιζηματογένεσης προς τα νοτιοδυτικά και έτσι το κοίτασμα προς την κατεύθυνση αυτή παρουσιάζει τάση αποσφήνωσης με ελάττωση του πάχους του απολήψιμου λιγνίτη, αύξηση της τέφρας και της σχέσης εκμετάλλευσης (Σταμούλης, 2006).

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα βορειοανατολικής νοτιοδυτικής διεύθυνσης (Ανώτερο Πλειόκαινο- Μέσο Πλειστόκαινο) όπου σχηματίστηκαν κατά το Πλειστόκαινο που άλλαξε η διεύθυνση του πεδίου των εφελκυστικών τάσεων. Αυτά τεμάχισαν την λεκάνη και δημιούργησαν θέσεις για την φιλοξενία των ποταμοχειμάρων υλικών του Κατώτερου Πλειστοκαίνου, η διαγένεση των οποίων έδωσε τα σκληρά με τάση αύξησης προς τα νοτιοδυτικά. Η ανάπτυξη των βορειοανατολικών νοτιοδυτικών ρηγμάτων φθάνει μέχρι την επαφή ερυθρόφαιου-κιτρινόφαιου σειράς ιζημάτων. Τα ρήγματα αυτά λειτούργησαν πριν, κατά και μετά την απόθεση των ποταμοχειμάρων υλικών του Κατώτερου Πλειστόκαινου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παρατηρείται αύξηση του πάχους των υλικών αυτών στη βύθιση των βορειοανατολικών ρηγμάτων και περισσότερο μεταξύ δύο ρηγμάτων αντίθετης κλίσης, όπου δημιουργούνται επί μέρους ταφροειδή βυθίσματα (Σταμούλης, 2006).



Σχήμα 4.1.3.3:Τεκτονική στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.

4.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις αποδόσεις των μηχανημάτων στα ορυχεία του Κύριου Πεδίου, του Νότιου Πεδίου και του Πεδίου Καρδιάς. Προς επίτευξη του στόχου αυτού μελετήθηκαν τα παραπάνω ορυχεία και καταγράφηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά τους.

Αρχικά, προσδιορίστηκαν οι θέσεις των μηχανημάτων στις διάφορες τομές των ορυχείων, μετρήθηκαν τα ύψη κοπής στα οποία λειτουργούν και προσδιορίστηκαν τα υλικά της εκάστοτε τομής. Όσον αφορά τα υλικά εκσκαφής πραγματοποιήθηκε η εξής διαδικασία: από το σύνολο των γεωτρήσεων οι οποίες είχαν πραγματοποιηθεί πριν από την εκσκαφή, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικές από όλη την έκτασή τους. Στη συνέχεια, βάσει των υψών των τομών, καταγράφηκαν τα υλικά για κάθε μία ξεχωριστά ενώ στο τέλος υπολογίσθηκε το εύρος τιμών για τα ποσοστά κάθε υλικού.

Επίσης, μελετήθηκε το γεγονός της λειτουργίας ή μη λειτουργίας των μηχανημάτων των τομών σε μετατομή και υπολογίσθηκε το συνολικό μήκος των ταινιοδρόμων που αντιστοιχεί σε κάθε ένα από αυτά (μετρώντας το μήκος του κάθε κλάδου ταινιοδρόμων).

Εξετάσθηκαν οι αποδόσεις των μηχανημάτων του Ορυχείου Κύριου Πεδίου κατά την τελευταία 5ετία 2004-2008, των μηχανημάτων του Ορυχείου Πεδίου Καρδιάς για την 9ετία 2000-2008 και του Ορυχείου Νότιου Πεδίου για την 8ετία 2001-2008. Διερευνήθηκαν οι διαφοροποιήσεις στις αποδόσεις των μηχανημάτων σε κάθε ορυχείο και ακολούθως διεξήχθησαν συμπεράσματα των αιτιών αυτών.

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε αφορούσε την συσχέτιση ορισμένων χαρακτηριστικών των ορυχείων και πιο συγκεκριμένα την θεωρητική απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών, την επιτεύξιμη απόδοση τους, καθώς και το συνολικό μήκος ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δεδομένα αυτά για κάθε ορυχείο ξεχωριστά.

4.2.1 ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΥΡΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Στον **Πίνακα 4.2.1.1** καταγράφονται οι θέσεις των μηχανημάτων στις τομές του ορυχείου. Παρατηρείται π.χ ότι στην τομή 1 λειτουργεί καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SchRs600/3.3 *21, στην τομή 2 καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SchRs600/3.3 *21 κ.ο.κ. Επίσης καταγράφηκαν τα ύψη των τομών, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από 9 – 20 μέτρα, ο αριθμός των ταινιοδρόμων του κλάδου και το συνολικό μήκος αυτών και τέλος αν υφίσταται λειτουργία σε μετατομή ή όχι. Όσον αφορά τα ύψη των τομών, αξίζει να αναφερθεί το γεγονός της διαφοροποίησης τους κατά την διάρκεια των χρόνων. Στα πλαίσια της παρούσας όμως εργασίας, θεωρείται ότι παραμένουν σταθερά.

Πίνακας 4.2.1.1 : Χαρακτηριστικά ορυχείου κύριου πεδίου.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΥΡΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ						
ΤΟΜΗ	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (m^3/h)	ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ (m)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
1	SchRs600/3.3 *21	2230	20	2	2206,8	ΟΧΙ
2	SchRs600/3.3 *21	2230	20	2	2619,4	ΟΧΙ
3	SchRs660/3*21	2100	20	2	2449,9	ΟΧΙ
4	SchRs500/2.5*21	2090	17	2	2275,8	ΟΧΙ

5	SchRs350/5*21	1500	14	2	1998,3	OXI
6	SchRs350/5*21	1500	13	2	2125	OXI
7	C-700	*	9	2	170,3	NAI

*Δεν σημειώνεται γιατί δεν λαμβάνεται υπόψη στη θεωρητική δυναμικότητα διασυνδεδεμένου παγίου

Όπως προκύπτει από τον **Πίνακα 4.2.2.1**, στις τομές 1 και 2, οι οποίες έχουν ίδιο ύψος, λειτουργούν μηχανήματα ίδιου τύπου, άρα ίδιας θεωρητικής απόδοσης. Κοινός είναι επίσης και ο αριθμός των ταινιοδρόμων των κλάδων τους με μία παρ'όλα αυτά μικρή διαφοροποίηση στο συνολικό μήκος τους. Κανένα από τα δύο μηχανήματα δεν λειτουργεί σε μετατομή.

Μηχανήματα ίδιου τύπου λειτουργούν επίσης στις τομές 5 και 6. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται μία ελάχιστη διαφορά στα ύψη των τομών (της τάξης του ενός μέτρου), ενώ ο αριθμός των ταινιοδρόμων των αντίστοιχων κλάδων είναι και πάλι ίδιος. Μικρή διαφορά σημειώνεται ακόμη στο συνολικό μήκος των ταινιοδρόμων. Και πάλι κανένα από τα δύο μηχανήματα δεν λειτουργεί σε μετατομή.

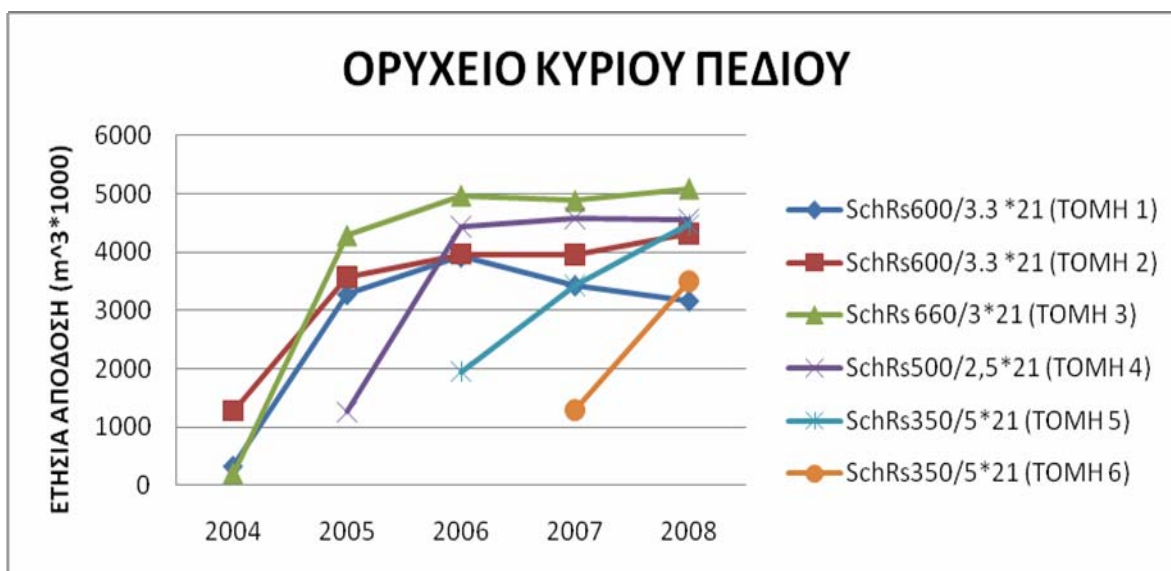
Επίσης καταγράφηκαν οι αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφών για κάθε τομή. Στον **Πίνακα 4.2.1.2** αναφέρονται οι ετήσιες αποδόσεις των μηχανημάτων (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) για την 5ετία 2004-2008. Η αιτία της μη αναφοράς τιμών για τα μηχανήματα σε όλα τα έτη, οφείλεται στο γεγονός της σταδιακής ένταξης των μηχανημάτων στο ορυχείο.

Οι τιμές των αποδόσεων παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο εύρος. Αυτές κυμαίνονται από 1260 – 5090 χιλιάδες m³ για τα διαφορετικά μηχανήματα, με εξαίρεση την απόδοση του μηχανήματος της τομής 1 και της τομής 3 για το έτος 2004 τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερα μικρές τιμές. Η μεγάλη διαφοροποίηση στις τιμές των μηχανημάτων των δύο αυτών τομών για το συγκεκριμένο έτος, έγκειται στο γεγονός της μη ταυτόχρονης ένταξης τους στο ορυχείο με τα λοιπά μηχανήματα. Η εγκατάσταση των καδοφόρων εκσκαφών των τομών αυτών, πραγματοποιήθηκε ορισμένους μήνες αργότερα από τα υπόλοιπα, σε φυσικό επακόλουθο την μείωση της ετήσιας απόδοσης.

Πίνακας 4.2.1.2: Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών ορυχείου κύριου πεδίου.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΥΡΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ						
ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)						
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑ- ΝΗΜΑΤΟΣ ΕΤΟΣ	2004	2005	2006	2007	2008
ΤΟΜΗ 1	SchRs600/3.3 *21	339	3280	3920	3430	3170
ΤΟΜΗ 2	SchRs600/3.3 *21	1281	3568	3966	3950	4310
ΤΟΜΗ 3	SchRs660/3*21	200	4283	4970	4880	5090
ΤΟΜΗ 4	SchRs500/2,5*21	-	1260	4430	4580	4550
ΤΟΜΗ 5	SchRs350/5*21	-	-	1950	3430	4470
ΤΟΜΗ 6	SchRs350/5*21	-	-	-	1300	3500

Στο **Διάγραμμα 4.2.1.1** παρουσιάζονται γραφικά οι ετήσιες αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφών (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) για τα αντίστοιχα έτη. Γενικότερα, παρατηρείται αύξηση της απόδοσης των μηχανημάτων με την πάροδο του χρόνου με μόνη εξαίρεση το μηχάνημα της τομής 1 το οποίο παρουσιάζει μείωση απόδοσης κατά τα έτη 2007 και 2008. Πιο συγκεκριμένα, στην τομή 5 παρατηρείται σημαντική διαφορική αύξηση από έτος σε έτος. Ανάλογη αύξηση σημειώνεται και στην τομή 6. Αντίθετα, πιο ομαλή αύξηση της απόδοσης παρουσιάζουν τα μηχανήματα στις τομές 2 και 3 με εξαίρεση το πρώτο έτος λειτουργίας για την τομή 2. Όσον αφορά την τομή 4 παρατηρείται μία απότομη αύξηση της απόδοσης αρχικά, ενώ στην συνέχεια ομαλοποιείται.



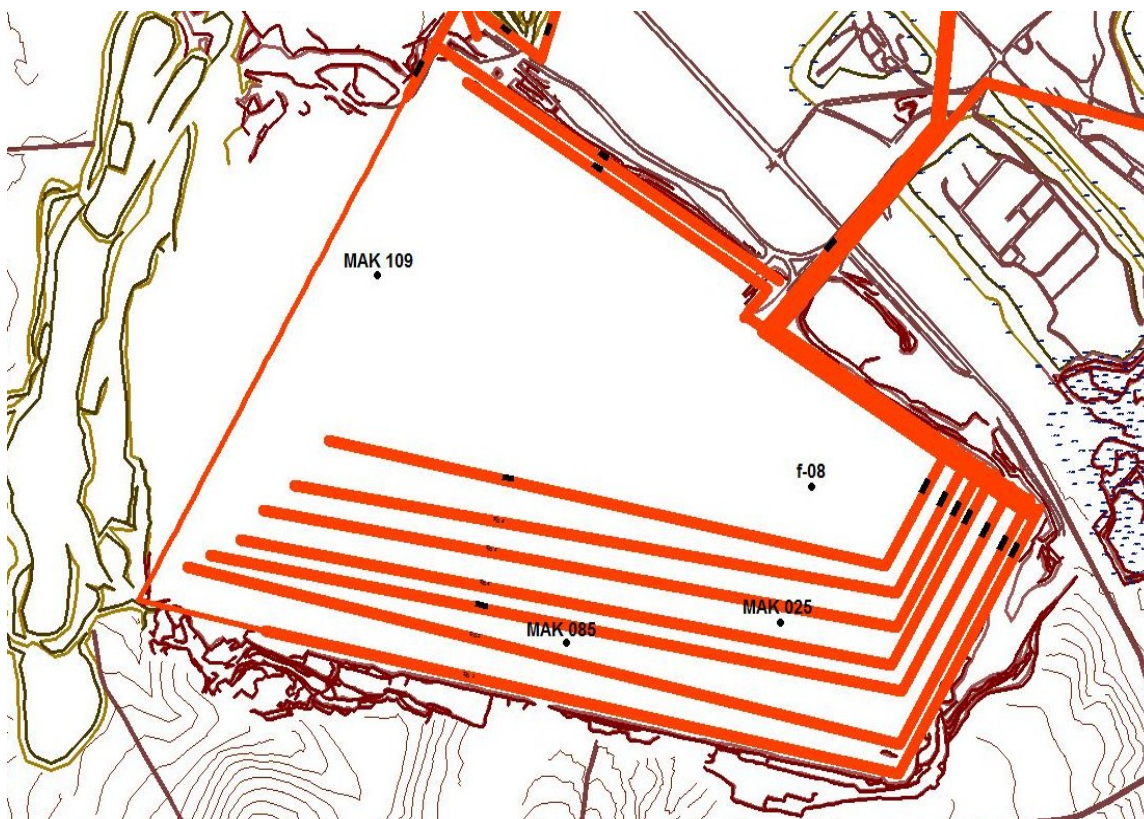
Διάγραμμα 4.2.1.1 : Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφέων Κύριου Πεδίου.

Επίσης, στον **Πίνακα 4.2.1.3** καταγράφεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της απόδοσης κάθε τομής. Στον υπολογισμό αυτών των μεγεθών ελήφθησαν υπόψη τα μηχανήματα εκείνα τα οποία λειτουργούσαν κατά την διάρκεια όλου του έτους. Για την ανάλυση της τομής 4 παραδείγματος χάρη, ελήφθησαν οι τιμές για τα έτη 2006-2008 καθώς ο καδοφόρος εκσκαφέας της συγκεκριμένης τομής δεν λειτούργησε όλο το έτος 2005. Παρατηρείται λοιπόν ότι η μέση απόδοση των μηχανημάτων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα για τις τομές 1 και 6 (της τάξης των 3500 χιλιάδων κυβικών μέτρων συμπαγούς πετρώματος). Επίσης, κοντινές τιμές παρουσιάζουν τα μηχανήματα των τομών 2 και 5, που κυμαίνονται γύρω στις 2950 χιλιάδες κυβικών μέτρων. Τέλος, κοντινή μέση απόδοση έχουν και οι καδοφόροι εκσκαφείς των τομών 3 και 4 με μέση τιμή 4650 χιλιάδες κυβικά μέτρα. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται καθώς στις συγκεκριμένες τομές εκσκάπτονται ίδια υλικά σε συγγενείς αναλογίες. Όσον αφορά την τυπική απόκλιση κάθε τομής παρατηρούνται σχετικά μικρές τιμές με μόνη ίσως εξαίρεση την τομή 5. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ίδιο το μηχάνημα (νεκρές ώρες, συντήρηση μηχανημάτων κλπ.), στο ανθρώπινο δυναμικό, στις καιρικές συνθήκες κ.α. Για την τομή 6 αξίζει να αναφερθεί ότι εφόσον υπήρχε μία μονάχα τιμή (απόδοση), δεν υπάρχει νόημα τιμής στην τυπική απόκλιση της συγκεκριμένης τομής. Ενδεικτικά απλά λαμβάνεται υπόψη στη σύγκριση.

Πίνακας 4.2.1.3: Μέση τιμή, τυπική απόκλιση αποδόσεων και συντελεστής μεταβλητότητας μηχανημάτων Κύριου Πεδίου.

ΤΟΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ %
1	3450	286	8,3
2	3948	262	6,6
3	4805	310	6,4
4	4520	199	4,4
5	3950	520	13,2
6	3500	-	-

Όσον αφορά τα υλικά εκσκαφής της κάθε τομής, όπως προαναφέρθηκε, μελετήθηκαν αντιπροσωπευτικές τομές για την καταγραφή των υλικών τους. Στον **Πίνακα 4.2.1.4** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτά, όπου για κάθε γεώτρηση και για κάθε τομή παρουσιάζονται τα ύψη των πακέτων των υλικών σε m και σε ποσοστό επί του συνολικού ύψους της εκάστοτε τομής. Επίσης, στην **Εικόνα 4.2.1.1** φαίνεται η θέση των τεσσάρων γεωτρήσεων στα όρια του ορυχείου.



Σχήμα 4.2.1.1 : Γεωτρήσεις Ορυχείου Κύριου Πεδίου.

Πίνακας 4.2.1.4: Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Κύριου Πεδίου.

ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΜΑΚ-109	ΜΑΚ-85	ΜΑΚ-025	f-08
1	SO=0.3m 15% AL=4.2m 21% MR=14.8m 74% CO=1.2m 1.2%	SO=0.4m 2% AL=7m 35% MR=3.1m 15.5% LS=6.5m 32.5% KC=2.3m 11.5% GR=0.7m 3.5%	AL=6.2m 31% LS=8.1 m 40.5% KC=0.2 m 1% MR=5.3 m 26.5%	SO=0.4m 2% AL=11.4m 57% KC=1.8m 9% GR=0.15m 0.75% LS=3m 15% MR=1.8m 9% CO=1.45m 7.25%
2	MR=17.3m 86.5% CO=2.7m 13.5%	MR=13.8m 69% LS=0.5m 2.5% AL=1.5m 7.5% CO=4.2m 21%	MR=5.6 m 28% LS=3.1 m 15.5% CO=11.3m 56.5%	MR=2.5m 12.5% CO=13.6m 68% LS=3.9m 19.5%
3	MR=16m 94% CO=1m 6%	MR=4.6m 27% CO=12.4m 73%	CO=10.9m 64% MR=2.6m 15.3% LS=3.1m 18.2%	LS=11m 64.7% CO=4.8m 28.2% AL=1.2m 8%
4	MR=6.5m 46.4% CO=7.5m 53.6%	MR=10.1m 72.1% CO=0.9m 6.4% AL=2m 14.3% LS=1m 7.1%	CO=6.7m 47.8% MR=0.8m 5.71% LS=6.5m 46.4%	LS=1m 7.1% CO=2.9m 20.7% AL=3m 21.4% MR=6.6m 47.1%
5	MR=6.4m 49.2% CO=5.6m 43% AL=1m 7.8%	MR=9.4m 72.3% CO=1.2m 9.2% AL=1.5m 11.5% LS=0.5m 3.85%	CO=1.9m 14.6% MR=7.1m 54.6% LS=4m 30.8%	LS=2.1m 30% MR=4.9m 70%
6	MR=7.3m 81% CO=1.7m 19%	MR=2.6m 29% CO=4.4m 49% LS=2m 22%	MR=6.5m 72.2% LS=2.5m 27.8%	
7	MR=5m 100%	MR=2.2m 44% CO=1.8m 36% LS=1m 20%		

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
AL	Άργιλος
MR	Μάργα
CO	Λιγνίτης
SO	Φυτική γη
LS	Απώλεια πυρήνος
KC	Κροκαλοπαγές
GR	Χαλίκια
SI	Ιλύς

Από τις παραπάνω γεωτρήσεις καταγράφηκαν λοιπόν τα υλικά για κάθε τομή ως εξής:

Η **τομή 1** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 9% - 74 %, επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 21% - 57% , λιγνίτη(CO) σε πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 1.2% - 7,2% και απώλειες πυρήνα (Ls) σε ποσοστά 15% - 40%. Οι απώλειες γενικά λογίζονται ως στείρα υλικά με χαρακτηρισμό αυτόν του πλησιέστερου σχηματισμού.

Η **τομή 2** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 12.5% - 86.5 % , επίσης λιγνίτη(CO) σε ποσοστό 13.5% - 68% και απώλειες πυρήνα (Ls) σε ποσοστά 2.5% - 19%.

Η **τομή 3** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 15.3% - 94 % , επίσης λιγνίτη(CO) σε ποσοστό 6% - 73% και απώλειες πυρήνα(Ls) σε ποσοστά 18,2% - 64,7%.

Η **τομή 4** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 46.4% - 72 % και επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 14.3% - 21.4% και λιγνίτη(CO) σε ποσοστό της τάξης του 6.4% - 53.5%.

Η **τομή 5** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 49.2% - 72.3 % και επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 7.8% - 11.5% και λιγνίτη(CO) σε ποσοστό της τάξης του 9.2% - 43%.

Η **τομή 6** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 29% - 81 % , επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 19% - 49% και απώλειες πυρήνα (Ls) σε ποσοστά 22% - 27.8%.

Τέλος, η **τομή 7** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 44% - 100 % , επίσης λιγνίτη(CO) σε ποσοστό 1% - 36% και απώλειες πυρήνα (Ls) σε ποσοστά 2% - 20%.

Αξίζει να αναφερθεί ότι υλικά τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρό ποσοστό μέσα σε μια τομή δεν λαμβάνονται υπόψη καθώς δεν επηρεάζουν σημαντικά τις αποδόσεις των μηχανημάτων.

Κύριο στοιχείο όλων των τομών αποτελεί η μάργα (MR) σε ιδιαίτερα σημαντικά ποσοστά.

Οι **τομές 1,2 και 3** του κύριου πεδίου έχουν το ίδιο ύψος κοπής (20 m). Σε δύο από αυτές, στην 1 και 2, λειτουργούν μηχανήματα ίδιου τύπου (SchRs600/3.3 *21). Όπως αναφέρεται στον παραπάνω **Πίνακα 4.2.1.3** η μέση τιμή της απόδοσης των μηχανημάτων αυτών παρουσιάζει διαφορά της τάξης των 500 χιλιάδων m³ συμπηγούς υλικού ενώ η τυπική

απόκλιση κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα. Επίσης από το Διάγραμμα 4.2.1.1 φαίνεται ότι η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα της τομής 1 κατά την διάρκεια των χρόνων είναι μικρότερη από τις τομές 2. Κύριο στοιχείο των δύο αυτών τομών αποτελεί η μάργα (MR). Η τομή 1 περιέχει επίσης άργιλο (AL) σε σημαντικό ποσοστό, πιθανή αιτία της μειωμένης απόδοσης σε σχέση με την τομή 2, καθώς η άργιλος αποτελεί συγκολλητικό υλικό και δημιουργεί προβλήματα κατά την εκσκαφή. Όσον αφορά τους καδοφόρους εκσκαφείς των τομών 2 και 3, παρουσιάζουν και αυτές μεγάλη διαφορά στην μέση απόδοση τους, περιέχουν όμως οι τομές ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε παραπλήσια ποσοστά. Επίσης περιέχουν λιγνίτη (CO) στα ίδια περίπου επίσης επίπεδα ενώ η διαφορά τους εντοπίζεται στα ποσοστά των απωλειών (Ls) όπου η τομή 3 ξεπερνά κατά πού την 2.

Επίσης, σχεδόν ίδιο ύψος κοπής υπάρχει στις **τομές 5 και 6**. Και στις δύο αυτές τομές λειτουργούν μηχανήματα ίδιου τύπου (SchRs350/5*21). Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.2.1.3 παρατηρείται μεγάλη διαφορά στην μέση απόδοση των μηχανημάτων με την τομή 5 να υπερτερεί έναντι της τομής 6. Όσον αφορά τα υλικά εκσκαφής των δύο μετώπων, κύριο στοιχείο τους είναι η μάργα (MR), ενώ περιέχουν και οι δύο λιγνίτη (CO) σε συγγενή ποσοστά με την τομή 6 να περιέχει ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά, πράγμα που δικαιολογεί εν μέρει την μειωμένη απόδοση της σε σχέση με την 5. Η τομή 5, επιπλέον, περιέχει άργιλο (AL) σε ποσοστό 7.8% - 11.5% ενώ η τομή 6 περιέχει απώλειες πυρήνα(Ls) σε ποσοστά 22% - 27.8%. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ακόμη αιτία διαφοροποίησης της απόδοσης.

4.2.2 ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΑΡΔΙΑΣ

Στον **Πίνακα 4.2.2.1** καταγράφονται οι θέσεις των μηχανημάτων στις τομές του ορυχείου. Παρατηρείται π.χ ότι στην τομή 1 λειτουργεί καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SRs 2300/5*32, στην τομή 2 καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SRs 600/3,3*21 κ.ο.κ. Επίσης καταγράφηκαν τα ύψη των τομών, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από 9 έως 29m, ο αριθμός των ταινιοδρόμων του κλάδου και το συνολικό μήκος αυτών και τέλος αν υφίσταται λειτουργία σε μετατομή ή όχι.

Πίνακας 4.2.2.1 : Χαρακτηριστικά Ορυχείου Καρδιάς.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΡΔΙΑΣ						
ΤΟΜΗ	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (m ³ /h)	ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ (m)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
1	SRs 2300/5*32	6072	15	4	3556,8	ΟΧΙ
2	SRs 600/3,3*21	1940/2230/2520	9	4	3953	ΟΧΙ
3	SRs 600/3,3*21	1940/2230/2520	16	4	3320,5	ΟΧΙ
4	SRs 600/3,3*21	1940/2230/2520	18	4	3407,2	ΟΧΙ
5	SRs 2300/5*32	6072	13	4	3370,8	ΟΧΙ
6	SRs 600/3,3*21	1940/2230/2520	29	4	3285,6	ΟΧΙ
7	SRs 500/2,5*21	1840/2090/2380	12	4	2607,8	ΟΧΙ

Επίσης καταγράφηκαν οι αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφών για κάθε τομή. Στον **Πίνακα 4.2.2.2** αναφέρονται οι ετήσιες αποδόσεις των μηχανημάτων (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) για την 9ετία 2000-2008. Ο λόγος για τον οποίο δεν αναφέρονται τιμές των μηχανημάτων για όλα τα έτη είναι το γεγονός ότι κάποιο από αυτά ίσως σταμάτησε την λειτουργία του για διάφορους λόγους όπως για συντήρηση.

Οι τιμές των αποδόσεων παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο εύρος. Αυτές κυμαίνονται από 2581 – 13030 χιλιάδες m³ για τα διαφορετικά μηχανήματα. Η μεγάλη αυτή διαφοροποίηση οφείλεται σε παράγοντες όπως στα διαφορετικά ποσοστά των υλικών εκσκαφής, στα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων κλπ.

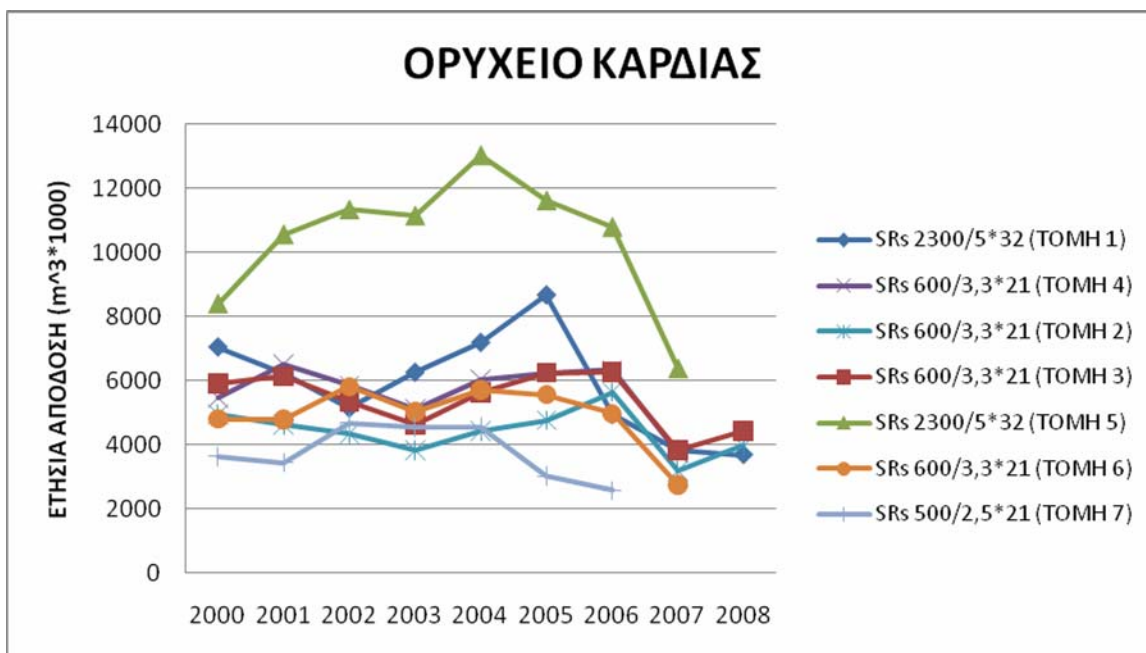
Πίνακας 4.2.2.2: Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών Ορυχείου Καρδιάς.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΡΔΙΑΣ										
ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)										
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑ- ΝΗΜΑΤΟΣ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	ΕΤΟΣ									
ΤΟΜΗ 1	SRs 2300/5*32	7052	6236	5136	6259	7193	8678	4940	3854	3691

ΤΟΜΗ 2	SRs 600/3,3*21	4954	4645	4347	3833	4446	4766	5650	3190	3975
ΤΟΜΗ 3	SRs 600/3,3*21	5923	6140	5342	4644	5629	6250	6276	3846	4431
ΤΟΜΗ 4	SRs 600/3,3*21	5467	6521	5859	5129	6046	6252	6340	3741	-*
ΤΟΜΗ 5	SRs 2300/5*32	8410	10566	11339	11151	13030	11624	10796	6387	-*
ΤΟΜΗ 6	SRs 600/3,3*21	4808	4792	5820	5038	5707	5571	4982	2758	-*
ΤΟΜΗ 7	SRs 500/2,5*21	3639	3452	4680	4562	4547	3029	2581	-	-

*δεν περιέχονται οι τιμές διότι δεν ήταν διαθέσιμες

Στο **Διάγραμμα 4.2.2.1** παρουσιάζονται γραφικά οι ετήσιες αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφέων (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) συναρτήσει των ετών. Γενικότερα, παρατηρούνται αυξομειώσεις στις αποδόσεις του εξοπλισμού. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει σημαντική μείωση της απόδοσης για το έτος 2007 όλων των μηχανημάτων (εκτός της τομής 7 για την οποία δεν έχουμε απόδοση για αυτό το έτος), ενώ παρατηρείται αύξηση της απόδοσης για τις τομές που λειτούργησαν το 2008. Πιο συγκεκριμένα, στην τομή 5 παρατηρείται αύξηση της απόδοσης κατά την 5ετία 2000-2004, ενώ παρουσιάζει πτώση τα επόμενα χρόνια λειτουργίας. Οι τομές 2,3,4 και 6 παρουσιάζουν ομαλή αύξηση της απόδοσης, με εξαίρεση το έτος 2003 κατά το οποίο παρατηρείται μια μικρή μείωση και φυσικά το έτος 2007 όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως. Στην τομή 1 παρατηρείται σημαντική αύξηση τα έτη 2002-2005 ενώ τα υπόλοιπα χρόνια καταγράφεται πτώση της απόδοσης.



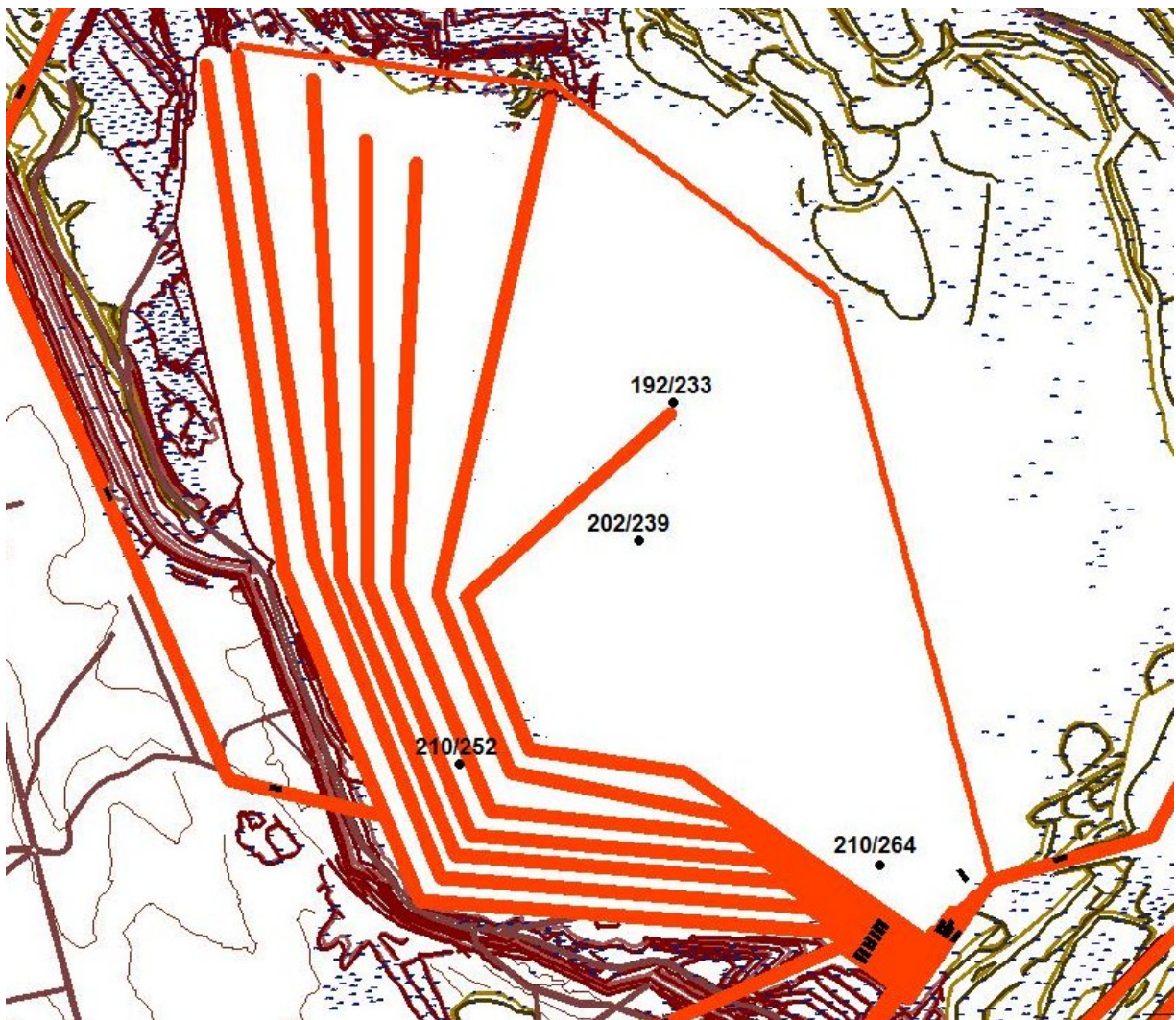
Διάγραμμα 4.2.2.1 : Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφών Ορυχείου Καρδιάς.

Επίσης, στον **Πίνακα 4.2.2.3** καταγράφεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της απόδοσης κάθε τομής. Στον υπολογισμό αυτών των μεγεθών έλαβαν μέρος τα μηχανήματα εκείνα τα οποία λειτουργούσαν κατά την διάρκεια όλου του έτους. Παρατηρείται λοιπόν ότι η μέση απόδοση των μηχανημάτων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα για τις τομές 1,3 και 4, επίσης για τις τομές 2,6 και 7 ενώ η τομή 5 παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλη διαφοροποίηση από τις υπόλοιπες. Όσον αφορά την τυπική απόκλιση κάθε τομής παρατηρούνται σχετικές τιμές με εύρος περίπου από 650 – 850 χιλιάδες κυβικά μέτρα για όλες τις τομές με εξαίρεση την τομή 1 και 5 οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικά υψηλές τιμές. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ίδιο το μηχάνημα (νεκρές ώρες, συντήρηση μηχανημάτων κλπ.), στο ανθρώπινο δυναμικό, στις καιρικές συνθήκες κ.α.

Πίνακας 4.2.2.3: Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας αποδόσεων μηχανημάτων Ορυχείου Καρδιάς.

ΤΟΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (m³*1000 συμπαγούς υλικού)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (m³*1000 συμπαγούς υλικού)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ %
1	5893	1527	25,9
2	4422	661	14,9
3	5386	837	15,5
4	5669	847	14,9
5	10412	1939	18,6
6	4934	512	10,3
7	3784	698	18,4

Όσον αφορά τα υλικά εκσκαφής της κάθε τομής, όπως προαναφέρθηκε, μελετήθηκαν αντιπροσωπευτικές τομές για την καταγραφή των υλικών τους. Στον **Πίνακα 4.2.2.4** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτά, όπου για κάθε γεώτρηση και για κάθε τομή παρουσιάζονται τα ύψη των πακέτων των υλικών σε m και σε ποσοστό επί του συνολικού ύψους της εκάστοτε τομής. Επίσης, στην **Εικόνα 4.2.2.1** φαίνεται η θέση των τεσσάρων γεωτρήσεων στα όρια του ορυχείου.



Σχήμα 4.2.2.1 : Γεωτρήσεις Ορυχείου Καρδιάς.

Πίνακας 4.2.2.4: Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Πεδίου Καρδίας.

ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ	192/233	202/239	210/252	210/264
1	SO=0.4m 2.7% AL=14.6m 97.3%	SO=0.4m 2.7% AL=14.6m 97.3%	AL=7.5m 50% MR=5.8m 39% SN=1.7m 11%	SO=0.3m 2% AL=11.05m 73.6% MR=0.25m 1.7% SI=3.4m 22.7%
2	AL=7.5m 83.3% GR=1.5m 16.7%	AL=2.9m 32.2% SN=0.3m 3.3% KC=2.8m 31.1% CO=0.25m 2.7% MR=1.75m 19.4% LS=1m 11.3%	SN=9m 100%	SI=0.25m 2.7% SD=0.05m 0.6% SN=3.2m 35.5% KC=5.5m 61.2%
3	GR=1.8m 11.3% MR=10.3m 64.4% CO=3.9m 24.3%	CO=1.7m 10.6% MR=8.6m 53.7% LS=2m 12.5% AL=3.7m 23.2%	SN=4m 25% AL=12m 75%	KC=0.2m 1.25% SN=2.65m 16.55% MR=9.35m 58.4% AL=3.45m 21.5% SI=0.35m 2.3%
4	MR=13.75m 76.4% CO=4.25m 23.6%	CO=1m 5.5% MR=11.6m 64.4% AL=6.4m 30.1%	AL=4.15m 23% CO=6m 33% MR=5.85m 32.5% LS=11.5m 11.5%	SN=3.45m 19% AL=14.55m 81%
5 5	MR=6.7m 51.5% CO=6.3m 48.5%	MR=2.4m 18.5% CO=9.4m 72.5% AL=1.2m 9%	MR=8.3m 63.8% LS=3.1m 23.8% CO=1.6m 12.4%	AL=4.22m 32.4% MR=5.55m 42.7% CO=1.58m 12.2% SI=1.1m 8.4% LS=0.15m 1.1% SN=0.4m 3.2%
6	MR=11.25m 38.8% CO=17.75m 61.2%	MR=9.5m 32.8% CO=11.8m 40.6% AL=6.7m 23.1% LS=1m 3.5%	CO=3m 10.3% MR=20.6m 71% LS=5m 17.2% AL=0.4m 1.5%	CO=10.75m 37% MR=17.83m 61.5% AL=0.42m 1.5%
7	MR=4.8m 40% CO=7.2m 60%	CO=3.4m 28.3% AL=8.6m 71.7%	CO=5.4m 45% MR=6.6m 55%	MR=11.8m 98.3% LK=0.2m 1.7%

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
AL	Άργιλος
MR	Μάργα
CO	Λιγνίτης
SO	Φυτική γη
LS	Απώλεια πυρήνος
KC	Κροκαλοπαγές
GR	Χαλίκια
SI	Ιλύς

Από τις παραπάνω γεωτρήσεις καταγράφηκαν λοιπόν τα υλικά για κάθε τομή ως εξής:

Η **τομή 1** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 50% - 97.3%, επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 1.7% - 39% και ιλύς (SI) σε ποσοστό 1% - 22.7%.

Η **τομή 2** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 32.2% - 83.3 %, και επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 1% - 19.4%.

Η **τομή 3** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 21.5% - 75%, επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 10.6% - 24.3% και μάργα (MR) σε ποσοστό 58.4% - 64.4%.

Η **τομή 4** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 23% - 81%, επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 5.5% - 33% και μάργα (MR) σε ποσοστό 32.5% - 76.4%.

Η **τομή 5** περιέχει ως κύριο στοιχείο λιγνίτη (CO) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 12.2% - 72.5 %, επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 9% - 32.4% και μάργα (MR) σε ποσοστό 18.5% - 51.5%.

Η **τομή 6** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 32.8% - 71 %, επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 1.5% - 23.1% και λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 10.3% - 61.2%.

Η **τομή 7** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 40% - 98.3 %, επίσης άργιλο (AL) σε ποσοστό 2% - 71.7% και λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 28.3% - 60%.

Αξίζει να αναφερθεί ότι υλικά τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρό ποσοστό μέσα σε μια τομή δεν λαμβάνονται υπόψη καθώς δεν επηρεάζουν σημαντικά τις αποδόσεις των μηχανημάτων.

Παρατηρείται διαφοροποίηση στα κύρια στοιχεία των τομών. Κύριο στοιχείο στις τομές 1 έως 4 αποτελεί η άργιλος (AL), στις τομές 6 και 7 η μάργα (MR) ενώ στην τομή 5 ο λιγνίτης (CO).

Οι **τομές 1 και 3** έχουν σχεδόν ίδιο ύψος κοπής (15-16 m). Όπως αναφέρεται στον **Πίνακα 4.2.2.3** η μέση τιμή της απόδοσης των μηχανημάτων αυτών παρουσιάζει διαφορά της τάξης των 500 χιλιάδων m³ συμπαγούς υλικού ενώ η τυπική απόκλιση διαφοροποιείται σημαντικά, όπου η τιμή στην τομή 1 είναι σχεδόν η διπλάσια της 3. Κύριο στοιχείο των δύο αυτών τομών αποτελεί η άργιλος (AL). Η τομή 3 περιέχει επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 10.6% - 24.3% σε αντίθεση με την τομή 1 η οποία δεν περιέχει καθόλου. Αυτό το γεγονός δικαιολογεί την μείωση της απόδοσης της, καθώς ο λιγνίτης θεωρείται «σκληρό» πέτρωμα. Σημαντικό ρόλο παίζει και το γεγονός της ύπαρξης διαφορετικών τύπων μηχανημάτων στις δυο αυτές τομές.

Επίσης, σε περίπου ίδια ύψη κοπής λειτουργούν και τα μηχανήματα στις **τομές 5 και 7**. Κύριο στοιχείο της τομής 5 αποτελεί ο λιγνίτης (CO) ενώ στην τομή 7 η μάργα (MR). Η μέση απόδοση της τομής 5 είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της τομής 7 όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3. Το ποσοστό της άργιλου στην τομή 7 είναι κατά πολύ μεγαλύτερο

από την τομή 5 πράγμα που δικαιολογεί την μείωση της απόδοσης της, καθώς η άργιλος αποτελεί συγκολλητικό υλικό και δημιουργεί προβλήματα κατά την εκσκαφή. Η ύπαρξη της άργιλου σε συνδυασμό με το σημαντικό ποσοστό του λιγνίτη στην παρούσα τομή επίσης δικαιολογεί την μειωμένη απόδοση. Σε όλα αυτά, ουσιώδες ρόλο διαδραματίζει και ο τύπος των μηχανημάτων στις δυο αυτές τομές ο οποίος είναι διαφορετικός. Στην τομή 5 λειτουργεί καδοφόρος εκσκαφές τύπου SRs 2300/5 * 32 που σημαίνει ότι η ονομαστική χωρητικότητα των κάδων του είναι 2300 L, έχει δυνατότητα εξόρυξης 5m κάτω από το δάπεδο πορείας και 32 πάνω από αυτό. Αντίθετα, στην τομή 7 λειτουργεί καδοφόρος εκσκαφές τύπου SRs 500/2.5 * 21 που σημαίνει ότι η ονομαστική χωρητικότητα των κάδων του είναι 500 L, έχει δυνατότητα εξόρυξης 2.5m κάτω από το δάπεδο πορείας και 21 πάνω από αυτό.

4.2.3 ΟΡΥΧΕΙΟ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Στον Πίνακα 4.2.3.1 καταγράφονται οι θέσεις των μηχανημάτων στις τομές του ορυχείου. Παρατηρείται π.χ ότι στην τομή 1 λειτουργεί καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SRs 2000/32*5, στην τομή 2 καδοφόρος εκσκαφέας τύπου SchRs1760/32*5 κ.ο.κ. Επίσης καταγράφηκαν τα ύψη των τομών, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από 8 έως 20m, ο αριθμός των ταινιοδρόμων του κλάδου και το συνολικό μήκος αυτών και τέλος αν υφίσταται λειτουργία σε μετατομή ή όχι.

Πίνακας 4.2.3.1 : Χαρακτηριστικά Ορυχείου Νότιου Πεδίου.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ						
ΤΟΜΗ	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (m^3/h)	ΥΨΟΣ ΤΟΜΗΣ (m)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
1	SRs 2000/5*32	6050	20	2	3505,5	ΟΧΙ
1β	SRs 2000/5*32	6050	20	2	3932,5	ΟΧΙ
2	SchRs1760/5*32	6100	19	2	4230,8	ΟΧΙ
2β	SchRs1760/5*32	6100	20	2	3703	ΟΧΙ
3	SchRs3700/2.5*30	11100	21	2	3977,4	ΟΧΙ
4	SRs 2000/5*32	6050	28	2	4217,6	ΟΧΙ
5	SchRs2300/5*32	6072	11	2	4052,23	ΟΧΙ
6	SRs 2000/6*33	5760	13	2	4114,8	ΟΧΙ
6β	SRs 2000/6*33	5760	12	2	4134,1	ΟΧΙ
7	SRs 2000/5*32	6050	8	3	4096,7	ΟΧΙ

Επίσης καταγράφηκαν οι αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφών για κάθε τομή. Στον **Πίνακα 4.2.3.2** αναφέρονται οι ετήσιες αποδόσεις των μηχανημάτων (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) για την 8ετία 2001-2008.

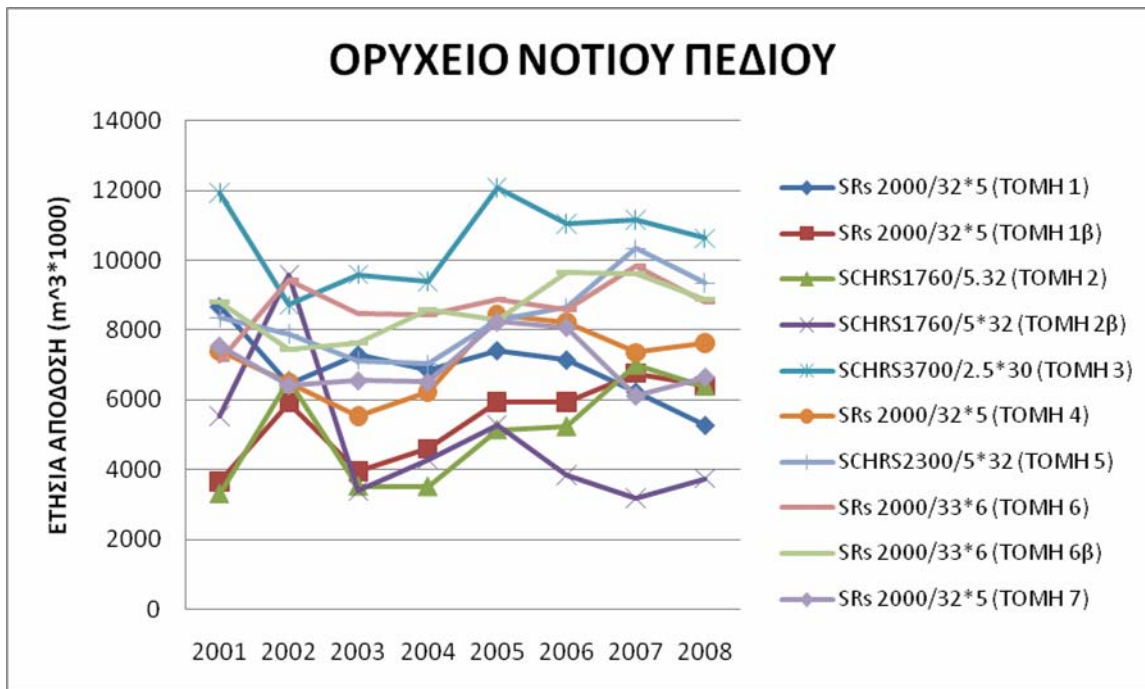
Πίνακας 4.2.3.2: Ετήσιες αποδόσεις εκσκαφών Ορυχείου Νότιου Πεδίου.

ΟΡΥΧΕΙΟ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ									
ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)									
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑ- ΝΗΜΑΤΟΣ ΕΤΟΣ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ΤΟΜΗ 1	SRs 2000/5*32	8679	6451	7291	6861	7414	7145	6225	5262
ΤΟΜΗ 1β	SRs 2000/5*32	3659	5911	3944	4597	5931	5935	6760	6396
ΤΟΜΗ 2	SCHRS1760/5*32	3306	6559	3521	3512	5139	5237	7007	6392
ΤΟΜΗ 2β	SCHRS1760/5*32	5538	9574	3403	4299	5285	3851	3178	3743
ΤΟΜΗ 3	SCHRS3700/2.5*30	11927	8719	9592	9382	12075	11051	11152	10628
ΤΟΜΗ 4	SRs 2000/5*32	7394	6482	5536	6236	8436	8210	7359	7624
ΤΟΜΗ 5	SCHRS2300/5*32	8345	7883	7125	7027	8296	8643	10337	9354
ΤΟΜΗ 6	SRs 2000/6*33	7131	9425	8482	8428	8866	8568	9819	8792
ΤΟΜΗ 6β	SRs 2000/6*33	8796	7435	7615	8597	8306	9665	9627	8864
ΤΟΜΗ 7	SRs 2000/5*32	7543	6419	6552	6507	8236	8086	6115	6652

Οι τιμές των αποδόσεων παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλο εύρος. Αυτές κυμαίνονται από 3306 – 12075 χιλιάδες m³ για τα διαφορετικά μηχανήματα. Η μεγάλη αυτή διαφοροποίηση οφείλεται σε παράγοντες όπως στα διαφορετικά ποσοστά των υλικών εκσκαφής, στα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων κλπ.

Στο **Διάγραμμα 4.2.3.1** παρουσιάζονται γραφικά οι ετήσιες αποδόσεις των καδοφόρων εκσκαφών (σε χιλιάδες κυβικά μέτρα συμπαγούς υλικού) συναρτήσει των ετών. Γενικότερα, παρατηρούνται μεγάλες αυξομειώσεις στις αποδόσεις των μηχανημάτων τόσο στο σύνολο όλων των καδοφόρων εκσκαφών όσο και στον κάθε ένα ξεχωριστά. Στην τομή 3 παρατηρείται σημαντική μείωση της απόδοσης για το έτος 2002, ομαλή αύξηση για τα τρία

επόμενα χρόνια και πάλι μείωση κατά τα έτη 2005-2008. Η τομή 2, με μόνη εξαίρεση το 2002, παρουσιάζει ομαλή αύξηση της απόδοσης. Στην τομή 2β παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις στην απόδοση, με συνεχή αύξηση και μείωση αυτής. Οι τομές 1,5,6,6β και 7 παρουσιάζουν πιο ομαλή συμπεριφορά με μικρές σχετικά αποκλίσεις της απόδοσης.



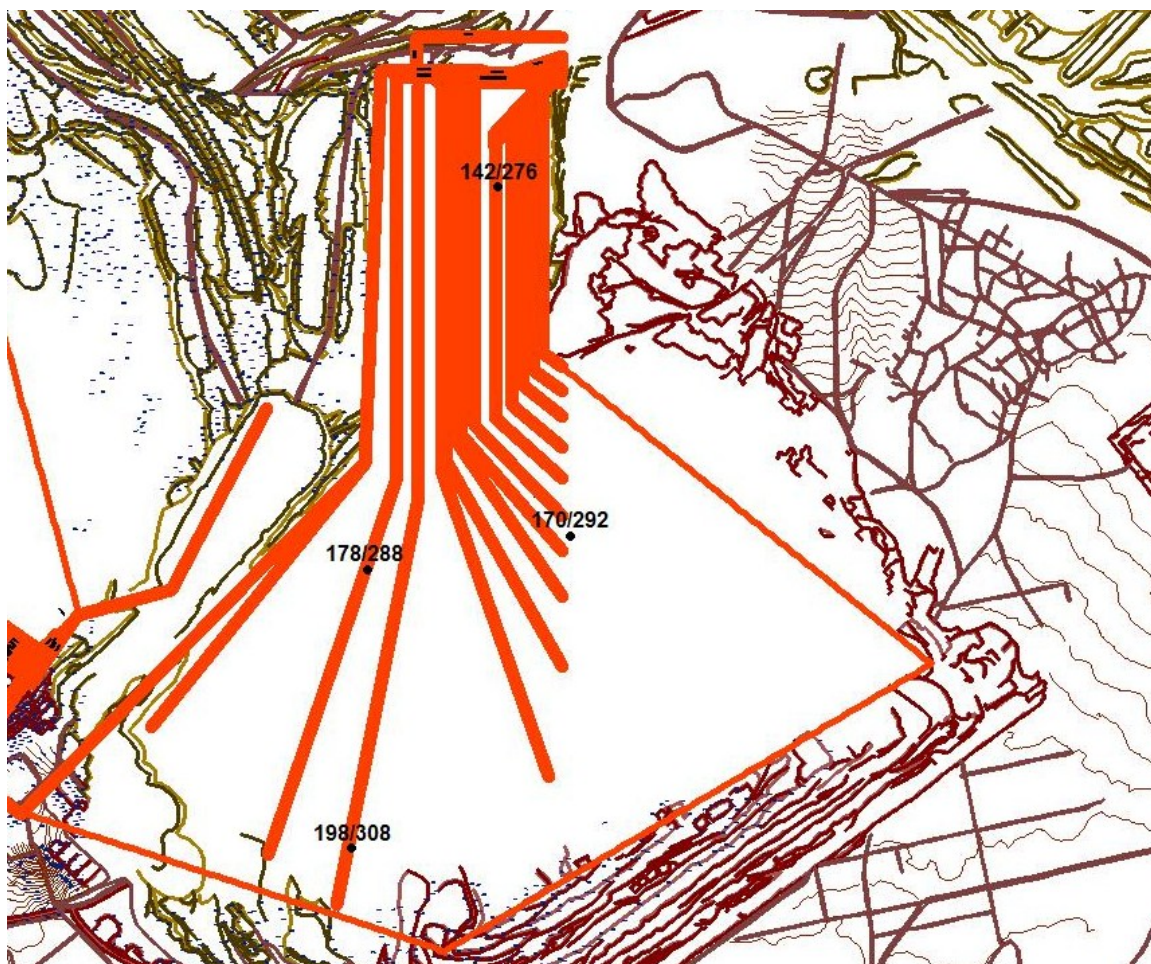
Διάγραμμα 4.2.3.1: Ετήσιες αποδόσεις καδοφόρων εκσκαφών Νότιου Πεδίου.

Επίσης, στον **Πίνακα 4.2.3.3** καταγράφεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της απόδοσης κάθε τομής. Στον υπολογισμό αυτών των μεγεθών έλαβαν μέρος τα μηχανήματα εκείνα τα οποία λειτουργούσαν κατά την διάρκεια όλου του έτους. Παρατηρείται λοιπόν ότι η μέση απόδοση των μηχανημάτων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα για τις τομές 1β,2 και 2β, επίσης για τις τομές 1,4 και 7, ακόμη για τις τομές 5,6 και 6β ενώ η τομή 3 παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλη διαφοροποίηση από τις υπόλοιπες. Όσον αφορά την τυπική απόκλιση κάθε τομής παρατηρούνται σχετικά μεγάλες τιμές με μόνη ίσως εξαίρεση την τομή 5. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ίδιο το μηχάνημα (νεκρές ώρες, συντήρηση μηχανημάτων κλπ.) , στο ανθρώπινο δυναμικό, στις καιρικές συνθήκες κ.α.

Πίνακας 4.2.3.3: Μέση τιμή, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας αποδόσεων μηχανημάτων Νότιου Πεδίου.

ΤΟΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (m ³ *1000 συμπαγούς υλικού)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ %
1	6916	934	13,5
1β	5391	1087	20,2
2	4734	453	9,5
2β	4858	1949	40,1
3	10565	1141	10,8
4	7159	828	11,5
5	8376	252	3
6	8688	742	8,5
6β	8613	764	8,9
7	7013	765	10,9

Όσον αφορά τα υλικά εκσκαφής της κάθε τομής, όπως προαναφέρθηκε, μελετήθηκαν αντιπροσωπευτικές τομές για την καταγραφή των υλικών τους. Στον Πίνακα 4.2.3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτά, όπου για κάθε γεώτρηση και για κάθε τομή παρουσιάζονται τα ύψη των πακέτων των υλικών σε m και σε ποσοστό επί του συνολικού ύψους της εκάστοτε τομής. Επίσης, στην Εικόνα 4.2.3.1 φαίνεται η θέση των τεσσάρων γεωτρήσεων στα όρια του ορυχείου.



Σχήμα 4.2.3.1 : Γεωτρήσεις Ορυχείου Νότιου Πεδίου.

Πίνακας 4.2.3.4: Χαρακτηρισμός των υλικών εκσκαφής με βάση τις περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων στο Ορυχείο Νότιου Πεδίου.

ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ	178/288	170/292	142/276	198/308
1	SO=0.4m 2%	PA=0.4m 2%	SO=0.5m 2.5%	PA=0.5m 2.5%
	AL=9.7m 48.5%	AL=0.8m 4%	AL=1.1m 5.5%	AL=17m 85%
	KC=2.7m 13.5%	SN=18.8m 94%	BC=9.2m 46%	SN=12.5m 12.5%
	KL=2.8m 14%		KL=9.2m 46%	
	SI=3.5m 17.5%			
	GR=1.1m 5.5%			
	KC=3.75m 18.75%	SN=6.7m 33.5%	AL=14m 70%	SN=6.5m 32.5%
	SI=7.4m 37%	AL=5.7m 28.5%	MR=6m 30%	AL=13.5m 67.5%

1β	AL=3.7m 13.5% SD=2.45m 18.25% SN=2.3m 14.5% KL=1.4m 7%	MR=0.8m 4% SD=6.8m 34%		
2	AL=9.8m 51.6% SN=3.2m 16.8% SD=0.1m 0.5% SI=3.2m 16.8% KC=2.5m 13.2%	SD=6.3m 33% AL=11.5m 60% MR=1.2m 7%	MR=6m 31.6% GR=1.2m 6.3% KL=2.4m 12.6% AL=7.1m 37.4% SN=2.3m 12.1%	AL=19m 100%
2β	AL=14.5m 72.5% SI=5.25m 26.25% SD=0.35m 1.75%	SD=2m 10% MR=1.3m 6% AL=13.2m 65% SN=3.5m 18%	SN=7.7m 38.5% AL=4.2m 21% KL=1.1m 5.5% GR=7m 35%	AL=18m 90% SN=2m 10%
3	AL=11.6m 55.2% SI=1.5m 7.1% CO=5m 23.8% MR=0.15m 0.7% SN=1.3m 6.2% LS=1.48m 7%	AL=17.15m 81.6% CO=0.85m 4% SN=3m 14.4%	AL=17.4m 82.8% SN=2.3m 10.9% GR=1.3m 6.3%	AL=16.2m 77.1% CO=2.5m 11.9% MR=2.3m 11%
4	CO=13.4m 47.8% MR=13m 46.4% LS=1.2m 4.3% LK=0.35m 1.25%	AL=2.3m 8.2% CO=19m 67.8% MR=4.25m 20.2% LS=0.85m 4%	AL=1.35m 4.8% CO=16.2m 57.9% MR=7.25m 25.9% LS=3m 11.4%	AL=10.65m 38% CO=6.6m 23.6% MR=6.95m 24.8% LS=3.8m 13.5%
5	MR=1.4m 12.7% CO=9.3m 84.5% SI=0.15m 1.36% AL=0.25m 2.24%	CO=7.8m 70.9% MR=1.4m 12.7% AL=1.8m 16.3%	MR=2.8m 25% CO=8.2m 75%	AL=8.7m 79% CO=0.3m 2.7% MR=2m 18.3%
6	CO=8.15m 62.7% AL=1.4m 10.8% MR=3.45m 26.5%	CO=10.2m 78.5% AL=2.35m 18% SN=0.45m 3.5%	CO=8.45m 65% AL=4.55m 35%	CO=8.2m 63% MR=4.8m 37%
6β	CO=8.2m 68.3% AL=1.6m 13.3% MR=2.2m 18.3%	AL=0.85m 7% CO=10.95m 91.25% SN=0.2m 1.75%	CO=3.95m 33% AL=1.75m 14.6% MR=6.3m 52.4%	CO=7.75m 64.6% MR=3.15m 26.3% SN=0.1m 0.8% AL=2m 8.3%
7	SN=0.25m 2.5% CO=5.8m 72.5% MR=2m 25%	CO=3.5m 43.75% MR=4.5m 56.25%		

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
AL	Άργιλος
MR	Μάργα
CO	Λιγνίτης
SO	Φυτική γη
LS	Απώλεια πυρήνος
KC	Κροκαλοπαγές
GR	Χαλίκια
SI	Ιλύς

Από τις παραπάνω γεωτρήσεις καταγράφηκαν λοιπόν τα υλικά για κάθε τομή ως εξής:

Η **τομή 1** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 4% - 85 % και επίσης κροκαλοπαγές (KC) σε ποσοστό 14% - 46%.

Η **τομή 1β** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 13,5% - 70 %, επίσης ψαμμίτη (SD) σε ποσοστό 18.2% - 34% όπως επίσης και άμμο (SN) σε ποσοστό 14.5% - 33.5%.

Η **τομή 2** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 34.7% - 100 % και επίσης ψαμμίτη (SD) σε ποσοστό 0.5% - 33%.

Η **τομή 2β** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 21% - 90% και επίσης άμμο (KC) σε ποσοστό 10% - 38.5%.

Η **τομή 3** περιέχει ως κύριο στοιχείο άργιλο (AL) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 55.2% - 82.8 %, επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 4% - 23.8% και άμμο (SN) σε ποσοστό 6.2% - 14.4%.

Η **τομή 4** περιέχει ως κύριο στοιχείο μάργα (MR) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 20% - 58%, επίσης λιγνίτη (CO) σε ποσοστό 23.6% - 47.8% και άργιλο (AL) σε ποσοστό 4.3% - 13.5%.

Η **τομή 5** περιέχει ως κύριο στοιχείο λιγνίτη (CO) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 2.7% - 84.5%, επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 12.7% - 25% και άργιλο (AL) σε ποσοστό 2.24% - 79%.

Η **τομή 6** περιέχει ως κύριο στοιχείο λιγνίτη (CO) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 62.7% - 78.5%, επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 26% - 37% και άργιλο (AL) σε ποσοστό 10.8% - 37%.

Η **τομή 6β** περιέχει ως κύριο στοιχείο λιγνίτη (CO) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 31% - 81.2%, επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 18.3% - 52.4% και άργιλο (AL) σε ποσοστό 7% - 14.6%.

Η **τομή 7** περιέχει ως κύριο στοιχείο λιγνίτη (CO) σε ποσοστά που κυμαίνονται από 43.7% - 72.5%, και επίσης μάργα (MR) σε ποσοστό 25% - 56.25%.

Αξίζει να αναφερθεί ότι υλικά τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρό ποσοστό μέσα σε μια τομή δεν λαμβάνονται υπόψη καθώς δεν επηρεάζουν σημαντικά τις αποδόσεις των μηχανημάτων.

Οι τομές **5,6 και 6β** έχουν σχεδόν ίδιο ύψος κοπής (11-13 m). Όπως αναφέρεται στον **Πίνακα 4.2.3.3** η μέση τιμή της απόδοσης του μηχανήματος της τομής 5 παρουσιάζει διαφορά της τάξης των 300 χιλιάδων m³ συμπαγούς υλικού από τις αντίστοιχες των τομών 6 και 6β. Η τυπική απόκλιση διαφοροποιείται σημαντικά, όπου η τιμή των τομών 6 και 6β είναι σχεδόν τριπλάσια της τομής 5. Κύριο στοιχείο των παραπάνω τομών αποτελεί ο λιγνίτης (CO).

Στην τομή 5 βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τις άλλες δυο, γεγονός το οποίο δικαιολογεί την μείωση της απόδοσης. Ένα ακόμη υλικό το οποίο υπερτερεί στην τομή 5 είναι η άργιλος (AL), η οποία δικαιολογεί και αυτή με την σειρά της την μείωση αυτή.

Κοντινές τιμές στα ύψη κοπής παρουσιάζουν επίσης οι **τομές 1,1β,2,2β και 3** (19 -21 m). Κύριο στοιχείο και των πέντε τομών αποτελεί η άργιλος (AL) η οποία βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία. Μεγαλύτερη απόδοση παρουσιάζει η τομή 3 η οποία όμως περιέχει, ως άθροισμα, το μεγαλύτερο ποσοστό αργίλου και λιγνίτη. Είναι άλλωστε η μόνη από τις παραπάνω τομές που περιέχει λιγνίτη. Θα περίμενε κανείς η απόδοση της τομής αυτής να είναι χαμηλή. Συνεπώς, το υλικό εκσκαφής σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι η κύρια αιτία διαφοροποίησης της απόδοσης.

4.3 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Το τμήμα αυτό της εργασίας επικεντρώνεται στην διερεύνηση των κοινών μηχανημάτων των τριών ορυχείων, των μηχανημάτων δηλαδή ίδιου τύπου τα οποία λειτουργούν σε διαφορετικά ορυχεία. Όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή, σκοπός της είναι ο εντοπισμός των παραγόντων αυτών, οι οποίες διαφοροποιούν την απόδοση των μηχανημάτων ίδιου τύπου στα διαφορετικά ορυχεία.

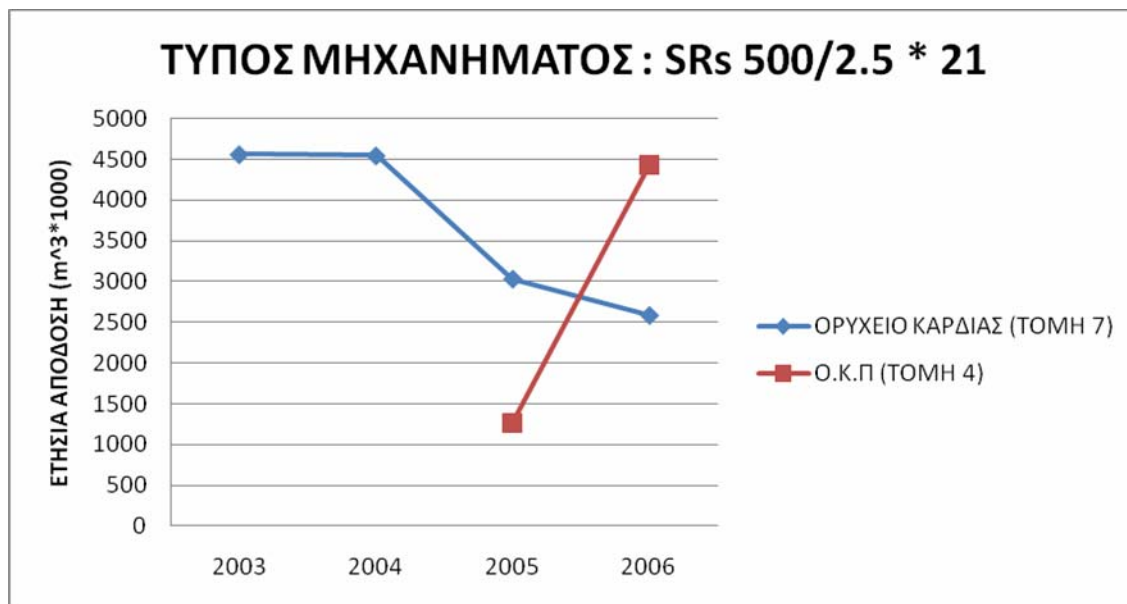
Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, εντοπίσθηκαν αρχικά οι καδοφόροι εκσκαφείς ίδιου τύπου και καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά τους, όπως παραδείγματος χάρη το ορυχείο λειτουργίας, οι τομές λειτουργίας, αν δουλεύουν σε μετατομή ή όχι κλπ.

Κοινά μηχανήματα υπάρχουν στην Τομή 7 του Πεδίου Καρδιάς και στην Τομή 4 του Κύριου Πεδίου (SchRs500/2.5*21). Στον Πίνακα 4.3.1 καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 4.3.1: Χαρακτηριστικά τομών.

ΤΟΜΗ	ΥΨΟΣ ΠΑΚΕΤΟΥ (m)	ΥΛΙΚΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ ΚΛΑΔΟΥ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
7 (Πεδίο Καρδιάς)	12	Μάργα (MR) 40% - 98.3 % Άργιλο (AL) 2% - 71.7% Λιγνίτη (CO) 28.3% - 60%	2449,9	ΟΧΙ
4 (Ο.Κ.Π)	17	Μάργα (MR) 46.4% - 72 % Άργιλο (AL) 14.3% - 21.4% Λιγνίτη (CO) 6.4% - 53.5%	2607,8	ΟΧΙ

Όπως παρατηρείται τα μηχανήματα του τύπου αυτού που λειτουργούν σε διαφορετικές τομές 2 ορυχείων παρουσιάζουν διαφορετικές αποδόσεις. Τα υλικά εκσκαφής και στις 2 τομές είναι ίδια, σε διαφορετικά όμως ποσοστά. Κύριο στοιχείο και των δύο τομών αποτελεί η μάργα (MR). Σημαντική διαφορά εντοπίζεται στα ποσοστά της αργίλου (AL), πιθανή αιτία των διαφορετικών αποδόσεων. Εφόσον δεν λειτουργούν τα μηχανήματα σε μετατομές, κύρια αιτία διαφοροποίησης της απόδοσης μπορεί να θεωρηθεί το διαφορετικό ύψος κοπής. Επίσης, μικρή διαφορά παρουσιάζουν στο μήκος των ταινιοδρόμων του κλάδου, η οποία μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στην απόδοση. Από την γραφική παράσταση είναι φανερό ότι η απόδοση της τομής 7 του ορυχείου καρδιάς μειώνεται με την πάροδο του χρόνου ενώ παρατηρείται αύξηση της απόδοσης για την τομή 4 του κύριου πεδίου.



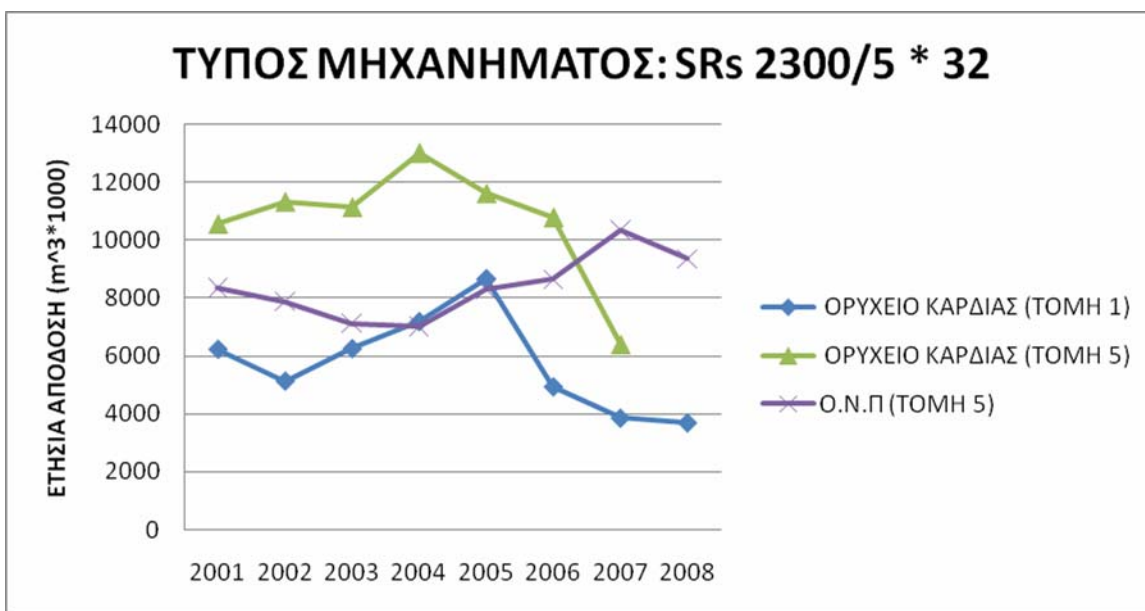
Διάγραμμα 4.3.1: Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SchRs500/2.5*21.

Μηχανήματα ίδιου τύπου (SRs 2300/5*32) λειτουργούν επίσης στις **Τομές 1 και 5** του **Πεδίου Καρδιάς** και στην **Τομή 5** του **Νότιου Πεδίου**. Στον **Πίνακα 4.4.2** καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 4.3.2: Χαρακτηριστικά τομών.

ΤΟΜΗ	ΥΨΟΣ ΠΑΚΕΤΟΥ (m)	ΥΛΙΚΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ ΚΛΑΔΟΥ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
1 (Πεδίο Καρδιάς)	15	Μάργα (MR) 1.7% -39% Άργιλο (AL) 50% -97.3% Ιλύς (SI) 1% - 22.7%	3556,8	ΟΧΙ
5 (Πεδίο Καρδιάς)	11	Μάργα (MR) 12.7% - 25% Άργιλο (AL) 2.24% - 79% Λιγνίτη (CO) 2.7% - 84.5%	3370,8	ΟΧΙ
5 (Ο.Ν.Π)	13	Μάργα (MR) 18.5% - 51.5% Άργιλο (AL) 9% - 32.4% Λιγνίτη (CO) 12.2% - 72.5%	4052,23	ΟΧΙ

Όπως παρατηρείται τα μηχανήματα του τύπου αυτού που λειτουργούν σε διαφορετικές τομές 2 ορυχείων παρουσιάζουν διαφορετικές αποδόσεις. Όσον αφορά την **Τομή 5** του **Νότιου Πεδίου** και την **Τομή 1** του **Πεδίου Καρδιάς**, τα μηχανήματα τους δουλεύουν σε διαφορετικά υλικά εκσκαφής. Το ένα λειτουργεί σε «μαλακά» υλικά όπως είναι η άργιλος, ενώ το άλλο σε «σκληρά» όπως είναι ο λιγνίτης αντίστοιχα. Συνεπάγεται ότι αιτία μεταβολής της απόδοσης σε αυτήν την περίπτωση είναι το είδος του υλικού προς εξόρυξη σε συνδυασμό με τα διαφορετικά ύψη κοπής (διαφορά τεσσάρων μέτρων), όπως επίσης και η μεγάλη διαφορά στο μήκος των ταινιοδρόμων του κλάδου, η οποία είναι της τάξης των 500 m. Όσον αφορά την **Τομή 5** του **Νότιου Πεδίου** και την **Τομή 5** του **Πεδίου Καρδιάς** παρατηρείται ότι τα μηχανήματα λειτουργούν σε ίδια περίπου υλικά. Κανένα από τα δυο δεν λειτουργεί σε μετατομή οπότε αιτία αλλαγής της απόδοσης σε αυτήν την περίπτωση θεωρείται κυρίως η μεταβολή του ύψους κοπής και η διαφοροποίηση και πάλι του μήκους των ταινιοδρόμων του κλάδου (700m). Παρατηρώντας την γραφική παράσταση για τις 2 συγκεκριμένες τομές διεξάγεται το συμπέρασμα ότι έστω και μία τόση μικρή διαφορά στο ύψος κοπής (δύο μέτρα) μπορεί να επιφέρει μεγάλη διαφοροποίηση στην απόδοση.



Διάγραμμα 4.3.2: Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SRs 2300/5*32.

Τέλος, κοινά μηχανήματα ίδιου τύπου (SchRs600/3.3 *21) λειτουργούν επίσης στις **Τομές 1 και 2 του Κύριου Πεδίου** και στις **Τομές 2,3,4 και 6 του Πεδίου Καρδιάς**. Στον **Πίνακα 4.3.3** καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά τους.

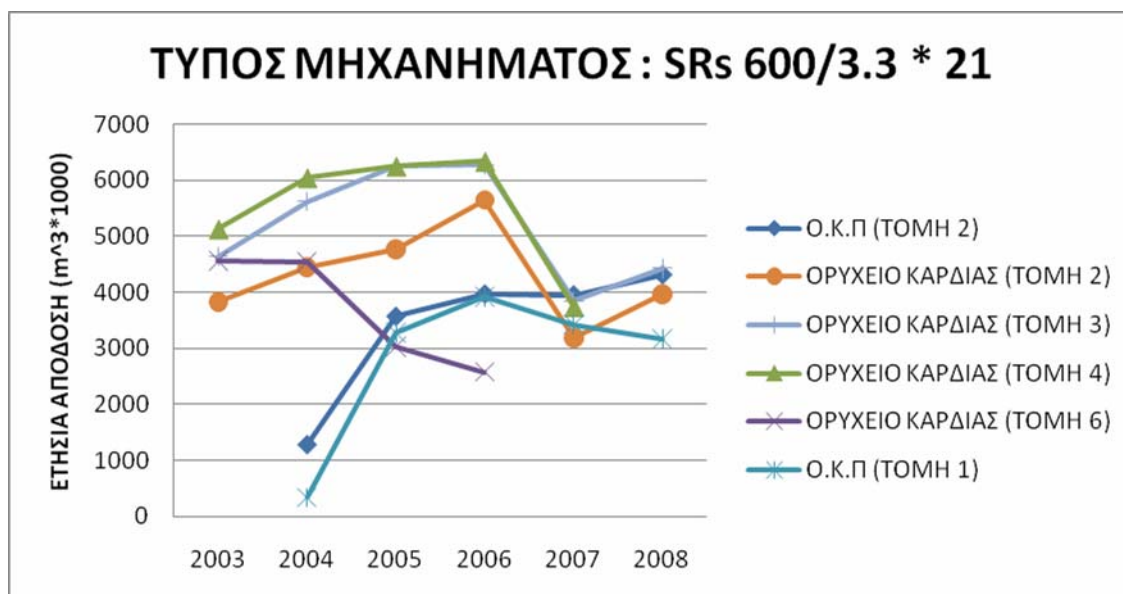
Πίνακας 4.3.3: Χαρακτηριστικά τομών.

ΤΟΜΗ	ΥΨΟΣ ΠΑΚΕΤΟΥ (m)	ΥΛΙΚΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	ΜΗΚΟΣ Τ/Δ ΚΛΑΔΟΥ (m)	ΜΕΤΑΤΟΜΗ
2 (Πεδίο Καρδιάς)	9	Μάργα (MR) 1% - 19.4% Άργιλο (AL) 32.2% - 83.3%	3953	ΟΧΙ
3 (Πεδίο Καρδιάς)	16	Μάργα (MR) 58.4% -64.4% Άργιλο (AL) 21.5% - 75 % Λιγνίτη (CO) 10.6% -24.3%	3320,5	ΟΧΙ
4 (Πεδίο Καρδιάς)	18	Μάργα (MR) 32.5% - 76.4% Άργιλο (AL) 23% - 81 % Λιγνίτη (CO) 5.5% - 33%	3407,2	ΟΧΙ
6 (Πεδίο Καρδιάς)	29	Μάργα (MR) 32.8% - 71 % Άργιλο (AL) 1.5% - 23.1% Λιγνίτη (CO) 10.3% - 61.2%	3285,6	ΟΧΙ

1 (Ο.Κ.Π)	20	Μάργα (MR) 9% - 74 % Άργιλο (AL) 21% - 57% Λιγνίτη (CO) 1.2% - 7.2% Απώλειες (Ls) 15% - 40%	2206,8	OXI
2 (Ο.Κ.Π)	20	Μάργα (MR) 12.5% -86.5% Λιγνίτη (CO) 13.5% - 68% Απώλειες (Ls) 2.5% - 19%	2619,4	OXI

Όπως παρατηρείται τα μηχανήματα του τύπου αυτού που λειτουργούν σε διαφορετικές τομές 2 ορυχείων παρουσιάζουν διαφορετικές αποδόσεις. Όσον αφορά την **Τομή 1 του Κύριου Πεδίου** και τις **Τομές 2,3,4 και 6 του Ορυχείου Καρδιάς** καταρχάς σημειώνεται η μεγάλη διαφορά στα ύψη κοπής, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Η μέγιστη διαφορά είναι 11 μέτρα ενώ η ελάχιστη 2. Όπως και να έχει η διαφοροποίηση αυτή επιφέρει και διαφορετικές αποδόσεις. Μία ακόμη παράμετρος η οποία παίζει σημαντικό ρόλο είναι τα υλικά εκσκαφής. Η τομή 1 του κύριου πεδίου διαφοροποιείται από τις τομές 2,3,4 του ορυχείου καρδιάς καθώς έχουν διαφορετικά κύρια στοιχεία (μάργα και άργιλο αντίστοιχα) ενώ συμφωνεί περισσότερο με την τομή 6. Αν και όλες οι τομές αποτελούνται κυρίως από «μαλακά» πετρώματα, αλλάζει η περιεκτικότητα τους, πράγμα που επηρεάζει την απόδοση. Μία πιθανή τελευταία αιτία διαφοροποίησης της απόδοσης, είναι και το μήκος των ταινιοδρόμων του κλάδου. Παρατηρείται μεγάλη διαφορά του μήκους των ταινιοδρόμων του κλάδου της τομής 1 του Κύριου Πεδίου σε σχέση με τα αντίστοιχα μήκη όλων των τομών του Πεδίου Καρδιάς. Η διαφορά αυτή κυμαίνεται από 1000 – 1700 m.

Όσον αφορά την **Τομή 2 του Κύριου Πεδίου** και τις **Τομές 2,3,4 και 6 του Ορυχείου Καρδιάς** παρατηρείται και σε αυτή την περίπτωση μεγάλη αλλαγή στα ύψη κοπής των τομών ,ανάλογη με την προηγούμενη περίπτωση, πράγμα που δικαιολογεί την μεταβολή των αποδόσεων. Ως προς τα υλικά εκσκαφής η τομή 2 περιέχει σε σημαντικό ποσοστό λιγνίτη εκτός από μάργα (σε επίσης μεγάλο ποσοστό). Οι τομές 4 και 5 του ορυχείου καρδιάς περιέχουν και αυτές λιγνίτη αλλά σε μικρότερες αναλογίες ενώ μονάχα η τομή 6 πλησιάζει την 2. Επίσης όλες οι τομές ,που εξετάζονται σε αυτήν την περίπτωση, του ορυχείου καρδιάς έχουν άργιλο σε αντίθεση με την τομή 2 του κύριου πεδίου η οποία δεν περιέχει καθόλου. Συνεπώς η διαφοροποίηση αυτή των υλικών μεταβάλει και την απόδοση των μηχανημάτων. Μία τελευταία αιτία διαφοροποίησης της απόδοσης, είναι και το μήκος των ταινιοδρόμων του κλάδου. Παρατηρείται μεγάλη διαφορά του μήκους των ταινιοδρόμων του κλάδου της τομής 2 του Κύριου Πεδίου σε σχέση με τα αντίστοιχα μήκη όλων των τομών του Πεδίου Καρδιάς. Η διαφορά αυτή κυμαίνεται από 600 – 1300 m.



Διάγραμμα 4.3.3: Ετήσιες αποδόσεις Κ.Ε. τύπου SchRs600/3.3 *21.

4.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

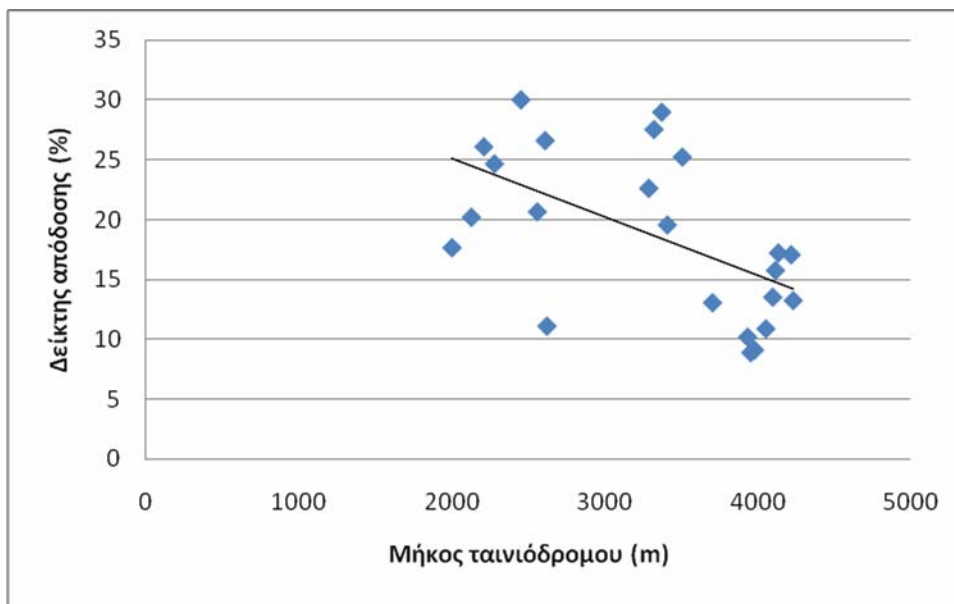
Το τελευταίο τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας επικεντρώθηκε στη συνολική μελέτη των χαρακτηριστικών και των τριών ορυχείων. Η μελέτη αυτή δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί για το κάθε ένα ορυχείο ξεχωριστά, καθώς δεν θα έδινε αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα λόγω του μικρού αριθμού των μηχανημάτων. Συνεπώς, διεξήχθη συγκριτική μελέτη και των τριών ορυχείων, από την οποία θα προκύψουν περισσότερο ασφαλή στατιστικά αποτελέσματα λόγω του μεγαλύτερου πλήθους των μηχανημάτων. Στον **Πίνακα 4.4** έχουν καταγραφεί οι καδοφόροι εκσκαφείς των ορυχείων, το μέσο ποσοστό των υλικών εκσκαφής τους, το ύψος της κάθε τομής καθώς και το συνολικό μήκος των ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου με τον οποίο συνεργάζονται οι καδοφόροι εκσκαφείς. Επίσης, σημειώθηκε η θεωρητική και η πραγματική – επιτεύξιμη απόδοση του κάθε μηχανήματος, και ορίσθηκε ο δείκτης απόδοσης ($Q_{\text{πραγματική}} / Q_{\text{θεωρητική}} * 100$) ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί στην παρακάτω ανάλυση, ώστε να είναι ενιαία η κλίμακα για όλους τους καδοφόρους εκσκαφείς. Ο δείκτης αυτός ισούται με τον λόγο της πραγματικής προς την θεωρητική απόδοση του κάθε καδοφόρου εκσκαφέα και εκφράζει τον βαθμό αξιοποίησης του μηχανήματος.

Πίνακας 4.4: Χαρακτηριστικά ορυχείων Πτολεμαΐδας.

Ορυχείο	Εκσκαφέας	Θεωρητική απόδοση ($m_x^3/έτος$)	Πάχος τομής (m)	Μήκος Τ/Δ σε συνεργασία (m)	MR%	AL%	CO%	Πραγματική απόδοση ($m_x^3/έτος$)	Δείκτης απόδοσης (%)
Ο.Κ.Π	SchRs600/3.3 *21	19534800	20	2206,8	31,2	36	4,2	3450000	17,66
Ο.Κ.Π	SchRs600/3.3 *21	19534800	20	2619,4	49	7,5	39,7	3948000	20,21
Ο.Κ.Π	SchRs660/3*21	18396000	20	2449,9	45,4	8	42,8	4805000	26,12
Ο.Κ.Π	SchRs500/2,5*21	18308400	17	2275,8	42,8	17,9	32,1	4520000	24,69
Ο.Κ.Π	SchRs350/5*21	13140000	14	1998,3	61,5	9,7	22,3	3950000	30,06
Ο.Κ.Π	SchRs350/5*21	13140000	13	2125	60,7	0	34	3500000	26,64
Ο.Π.Κ	SRs 2300/5*32	53190720	15	3556,8	20,35	78	0	5893000	11,08
Ο.Π.Κ	SRs 600/3,3*21	19534800	9	3953	19,4	57,8	2,7	4422000	22,64
Ο.Π.Κ	SRs 600/3,3*21	19534800	16	3320,5	46,5	36	17,5	5386000	27,57
Ο.Π.Κ	SRs 600/3,3*21	19534800	18	3407,2	47,8	44,5	10,7	5669000	29,02
Ο.Π.Κ	SRs 2300/5*32	53190720	13	3370,8	43,1	20,7	36,2	10412000	19,57
Ο.Π.Κ	SRs 600/3,3*21	19534800	29	3285,6	51	8,7	37,3	4934000	25,26
Ο.Π.Κ	SRs 500/2,5*21	18308400	12	2607,8	64,4	18	23,3	3784000	20,67
Ο.Ν.Π	SRs 2000/32*5	52998000	20	3505,5	0	35,6	0	6916000	13,05
Ο.Ν.Π	SRs 2000/32*5	52998000	20	3932,5	17	44,8	0	5391000	10,17
Ο.Ν.Π	SchRs1760/32*5	53436000	19	4230,8	19,3	62,3	0	4734000	8,86
Ο.Ν.Π	SchRs1760/32*5	53436000	20	3703	6	62,1	0	4858000	9,09
Ο.Ν.Π	SchRs3700/2.5*30	97236000	21	3977,4	5,9	56,5	13,3	10565000	10,86
Ο.Ν.Π	SRs 2000/32*5	52998000	28	4217,6	29,3	17	49,2	7159000	13,51
Ο.Ν.Π	SchRs2300/32*5	53190720	11	4052,23	16,2	31,5	52,2	8376000	15,75
Ο.Ν.Π	SRs 2000/33*6	50457600	13	4114,8	26,8	16,3	57,1	8688000	17,22
Ο.Ν.Π	SRs 2000/33*6	50457600	12	4134,1	28,3	10,4	61,3	8613000	17,07
Ο.Ν.Π	SRs 2000/32*5	52998000	8	4096,7	38,8	0	58	7013000	13,23

4.4.1 Συσχέτιση απόδοσης με το μήκος των ταινιοδρόμου

Από τη στατιστική ανάλυση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών σε σχέση με το μήκος του συνεργαζόμενου ταινιοδρόμου προέκυψε το παρακάτω **Διάγραμμα 4.4.1**:



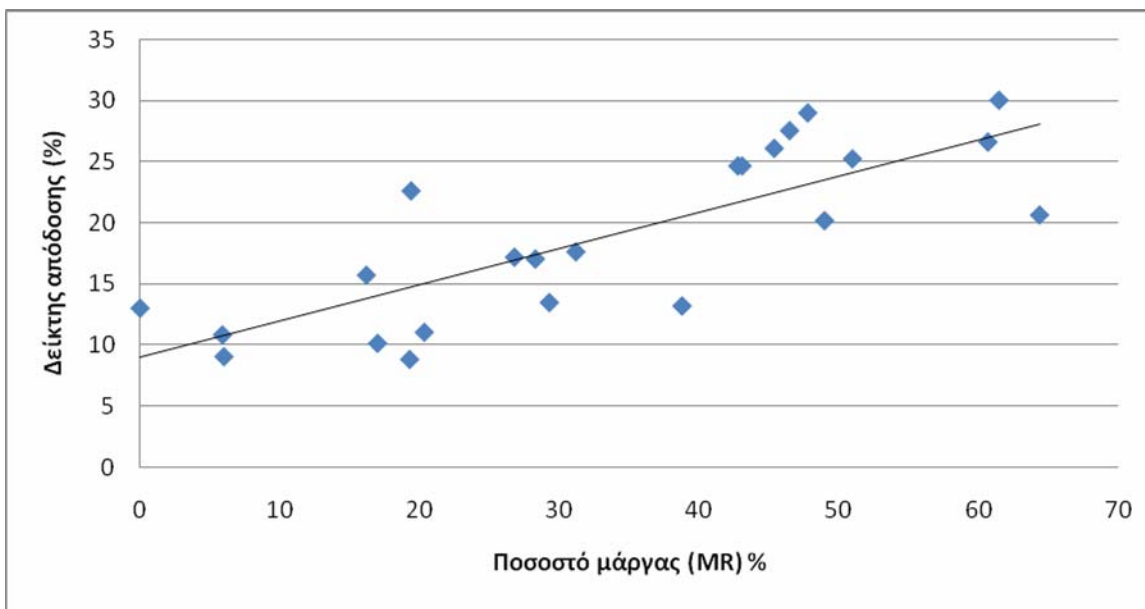
Διάγραμμα 4.4.1: Συσχέτιση δείκτη απόδοσης με μήκος συνεργαζόμενου ταινιοδρόμου.

Η μεγάλη διασπορά των τιμών που παρατηρείται, οφείλεται στην επίδραση και άλλων παραγόντων εκτός του μήκους των ταινιοδρόμων.

Υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με $\rho=-0.55$. Συνεπώς υπάρχει αρνητική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει πως όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του ταινιοδρόμου, τόσο μικρότερη είναι η απόδοση. Το αποτέλεσμα αυτό θα μπορούσε κανείς να το χαρακτηρίσει λογικό. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου, τόσο αυξάνονται οι πιθανότητες να προκληθεί κάποια βλάβη σε έναν από αυτούς. Στην περίπτωση αυτή διακόπτεται αυτόματα και η λειτουργία των υπολοίπων. Εφόσον οι καδοφόροι εκσκαφείς λειτουργούν σε σειρά με τους ταινιοδρόμους, σταματάει και η λειτουργία αυτών, με συνέπεια την μείωση της απόδοσής τους.

4.4.2 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό της μάργας (MR)

Από την στατιστική ανάλυση και συσχέτιση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών σε σχέση με το ποσοστό της μάργας (MR) που υπάρχει σε κάθε τομή εκσκαφής, προέκυψε το παρακάτω **Διάγραμμα 4.4.2**:

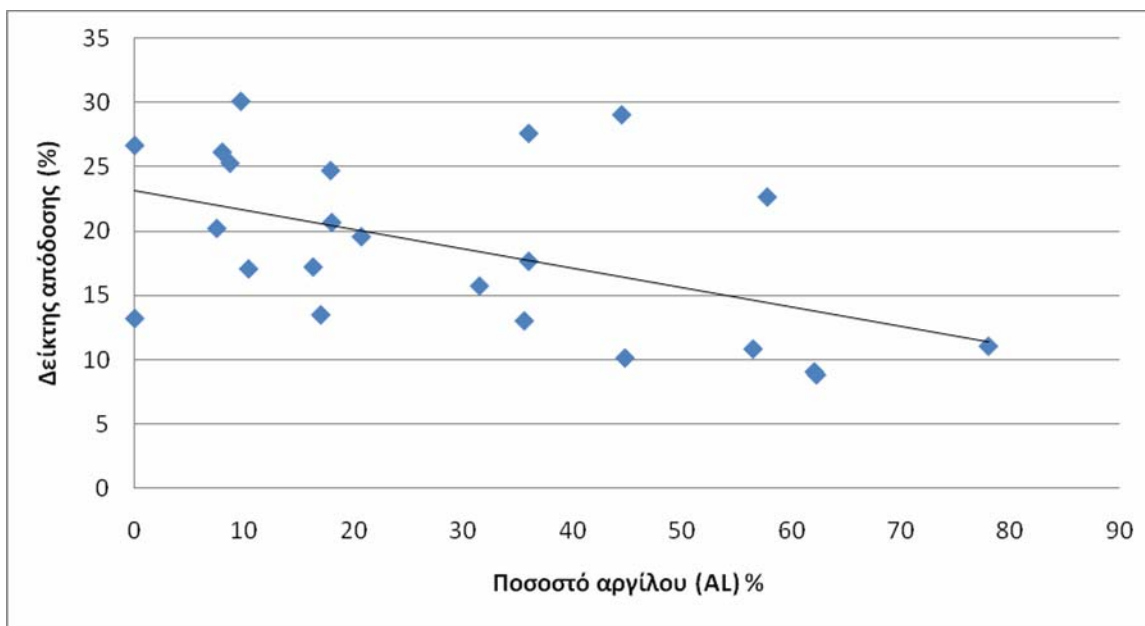


Διάγραμμα 4.4.2: Συσχέτιση δείκτη απόδοσης με το ποσοστό μάργας.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με $\rho=0,79$. Συνεπώς υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει πως όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό μάργας (MR) στην τομή εκσκαφής, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται λόγω της φύσης του συγκεκριμένου υλικού, καθώς αυτό χαρακτηρίζεται ως «μαλακό» και μη συγκολλητικό. Συνεπώς δεν προβάλλει αντίσταση κατά την κοπή δημιουργώντας προβλήματα, όπως την καταστροφή των κοπτικών άκρων, την πρόκληση ρωγμών στη στεφάνη του καδοτροχού κ.α.

4.4.3 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό της αργίλου (AL)

Από την στατιστική ανάλυση και συσχέτιση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών σε σχέση με το ποσοστό της αργίλου (AL) που υπάρχει σε κάθε τομή εκσκαφής, προέκυψε το **Διάγραμμα 4.4.3:**

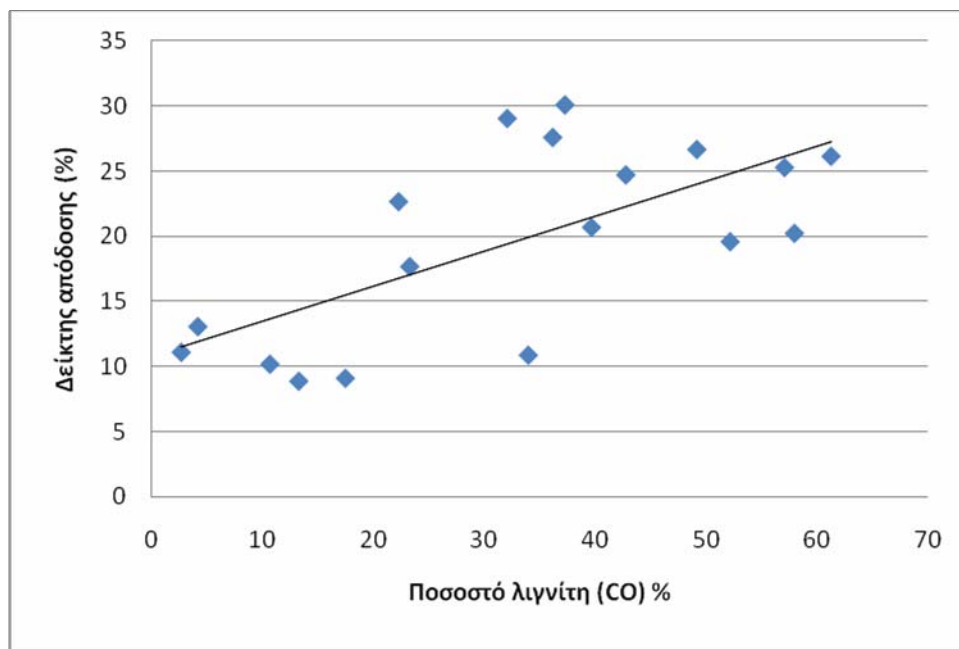


Διάγραμμα 4.4.3: Συσχέτιση δείκτη απόδοσης με το ποσοστό αργίλου.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με $\rho = -0,49$. Συνεπώς υπάρχει αρνητική συσχέτιση. Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται το ποσοστό της αργίλου (AL) στην τομή εκσκαφής, τόσο μειώνεται η απόδοση του καδοφόρου εκσκαφέα. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται λόγω της έντονης συγκολλητικότητας την οποία παρουσιάζει το υλικό αυτό, δημιουργώντας προβλήματα κατά την εκσκαφή του από το μέτωπο. Σύνηθες φαινόμενο, αποτελεί επίσης η συγκόλληση της αργίλου στα τοιχώματα των κάδων, με αποτέλεσμα την μείωση του διαθέσιμου (ωφέλιμου) όγκου του για εκσκαφή του υλικού.

4.4.4 Συσχέτιση απόδοσης με το ποσοστό του λιγνίτη (CO)

Από την στατιστική ανάλυση και συσχέτιση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών σε σχέση με το ποσοστό του λιγνίτη (CO) που περιέχεται σε κάθε τομή εκσκαφής, προέκυψε το **Διάγραμμα 4.4.4:**



Διάγραμμα 4.4.4: Συσχέτιση δείκτη απόδοσης με το ποσοστό λιγνίτη.

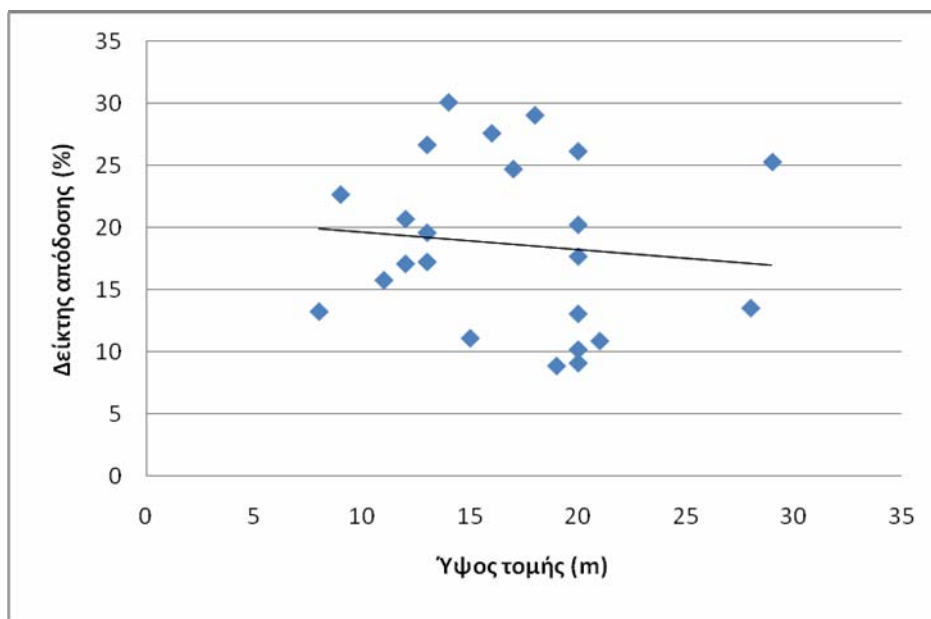
Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με $\rho=0,45$. Συνεπώς υπάρχει ελαφρά θετική συσχέτιση των δυο αυτών υλικών.

Όσον αφορά το ποσοστό του λιγνίτη σε μία τομή, υπάρχουν δυο περιπτώσεις. Κατά την πρώτη, η αύξηση του ποσοστού του υλικού αυτού μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών. Οι εναλλαγές στρωμάτων στείρων υλικών και λιγνίτη είναι λιγότερες, συνεπώς δεν απαιτείται εκλεκτική εξόρυξη. Ως εκ τούτου, μειώνονται οι νεκροί χρόνοι (χρόνοι μη λειτουργίας του μηχανήματος) με συνέπεια την αύξηση της απόδοσης.

Αντίθετα, μείωση της απόδοσης του καδοφόρου εκσκαφέα, λόγω της αύξησης του ποσοστού του λιγνίτη, μπορεί να υπάρξει εξαιτίας της φύσης του υλικού. Ο λιγνίτης χαρακτηρίζεται ως «σκληρό» πέτρωμα με συνέπεια την αύξηση του χρόνου εξόρυξης, σε σχέση με πιο «μαλακά» υλικά όπως η μάργα.

4.4.5 Συσχέτιση της απόδοσης με το πάχος τομής

Από την στατιστική ανάλυση και συσχέτιση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών σε σχέση με το πάχος της εκάστοτε τομής εκσκαφής, προέκυψε **Διάγραμμα 4.4.5:**

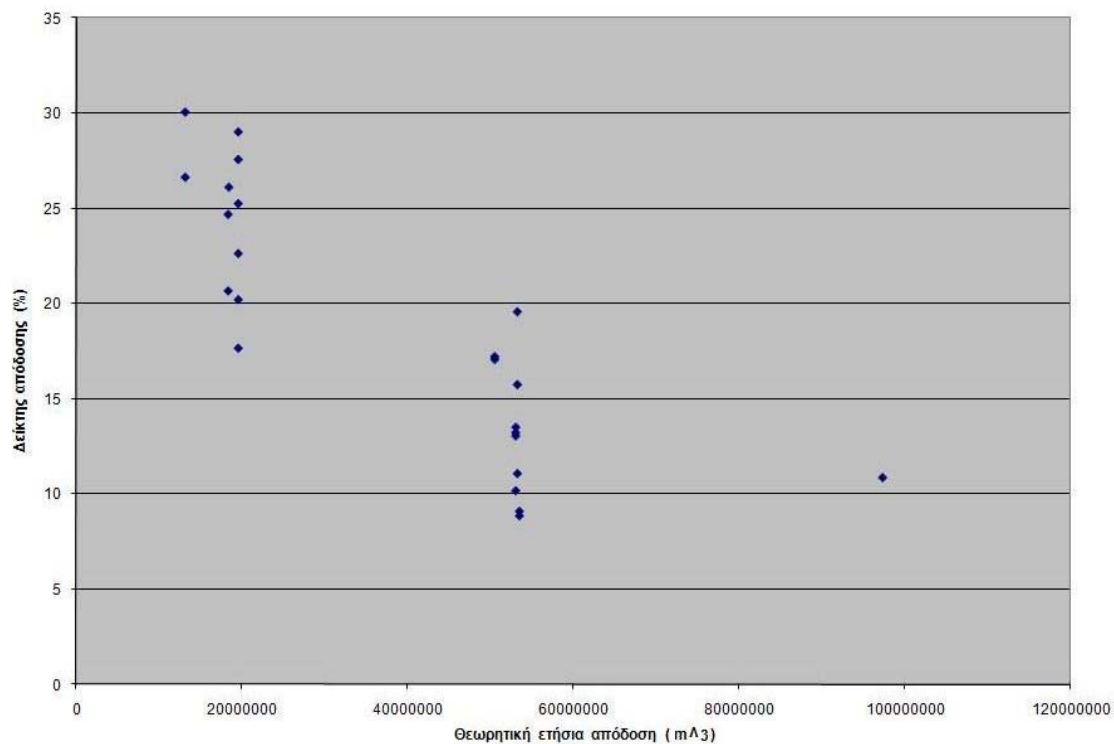


Διάγραμμα 4.4.5: Συσχέτιση δείκτη απόδοσης με το πάχος τομής.

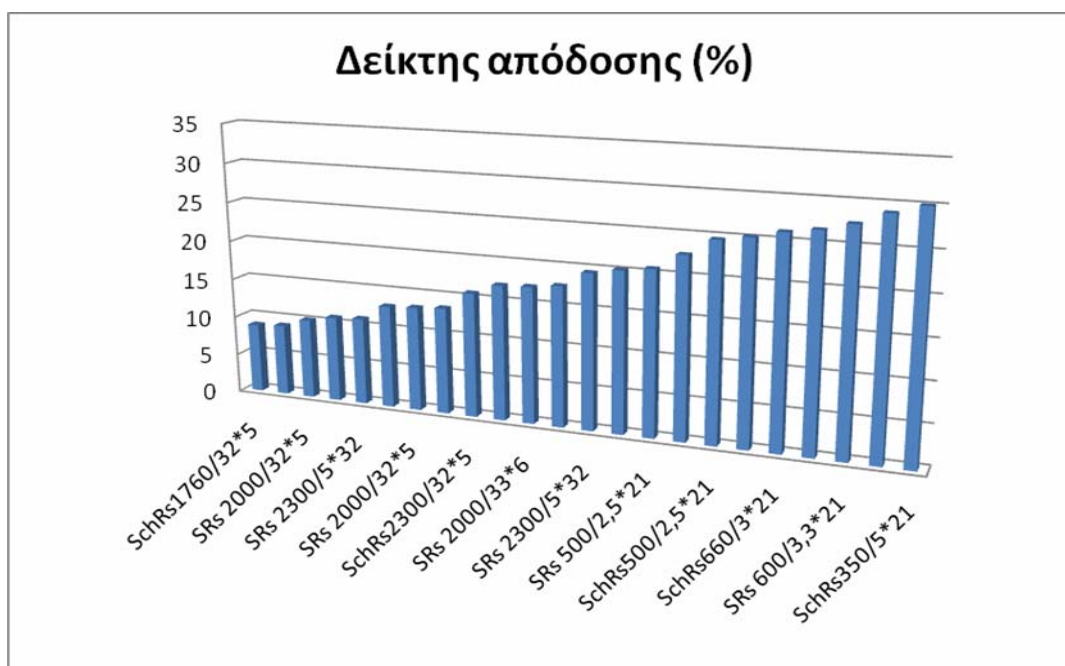
Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος ισούται με $\rho = -0,11$. Συνεπώς δεν υπάρχει συσχέτιση.

Το πάχος των τομών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά με την πρόοδο της εκμετάλλευσης κατά τα τελευταία χρόνια στα οποία αναφέρεται η παρούσα εργασία. Η διαφοροποίηση έχει ενσωματωθεί στον δείκτη απόδοσης, εφόσον οι μεγαλύτερης δυναμικότητας καδοφόροι εκσκαφείς λειτουργούν και σε μεγαλύτερο ύψος κοπής. Συνεπώς, δεν υπάρχει συσχέτιση με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε.

Τέλος, στα **Διαγράμματα 4.4.6 και 4.4.7** απεικονίζονται οι σχέσεις των θεωρητικών αποδόσεων των καδοφόρων εκσκαφών με τον δείκτη απόδοσης. Παρατηρείται από το διάγραμμα 4.4.6 πως όσο πιο μικρή είναι η θεωρητική απόδοση των μηχανημάτων αυτών, τόσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης απόδοσης. Έχουν δημιουργηθεί με τον τρόπο αυτό δύο «ομάδες» εκσκαφών. Οι καδοφόροι εκσκαφείς μικρότερης θεωρητικής απόδοσης, της τάξης των 2000000 m³, παρουσιάζουν μεγαλύτερο δείκτη απόδοσης σε σχέση με τους εκσκαφείς των οποίων η θεωρητική απόδοση κυμαίνεται στο ύψος των 5000000 m³. Στο Διάγραμμα 4.4.7 παρατηρείται, με περισσότερο εμφανή τρόπο, η διαφοροποίηση αυτή.



Διάγραμμα 4.4.6: Δείκτης απόδοσης συναρτήσει θεωρητική ετήσιας απόδοσης Κ.Ε.



Διάγραμμα 4.4.7: Δείκτης απόδοσης συναρτήσει τύπων Κ.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση διαφόρων παραμέτρων του εξοπλισμού συνεχούς λειτουργίας στα επιφανειακά λιγνιτωρυχεία της Πτολεμαΐδας, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία θα είναι χρήσιμα για την επιλογή των βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας των καδοφόρων εκσκαφών.

Η ανάλυση αναφέρεται στα Ορυχεία Κύριου Πεδίου, Νότιου Πεδίου και Πεδίου Καρδιάς της Πτολεμαΐδας. Οι παράμετροι οι οποίες διερευνήθηκαν είναι: η φύση του εξορυσσόμενου υλικού, το ύψος των τομών εκσκαφής και το συνολικό μήκος των ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου με τον οποίο συνεργάζονται οι καδοφόροι εκσκαφείς.

Διαπιστώθηκε ότι το είδος των εξορυσσόμενων υλικών των τομών επηρεάζει σημαντικά την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι η ύπαρξη αργίλου(AL) σε σημαντικά ποσοστά, μειώνει την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών λόγω της έντονης συγκολλητικότητας που παρουσιάζει το υλικό αυτό, και η οποία μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα.

Αντίθετα, με την αύξηση του ποσοστού μάργας (MR) στα μέτωπα εκσκαφής, παρατηρείται αύξηση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών. Το υλικό αυτό δεν προβάλλει ιδιαίτερη αντίσταση κοπής κατά την εξόρυξη, εφόσον χαρακτηρίζεται ως «μαλακό», και γενικότερα δεν προκαλεί προβλήματα στην λειτουργία των εκσκαφών.

Ακόμη, από την συγκριτική μελέτη, για τα συγκεκριμένα ορυχεία, του ποσοστού του λιγνίτη (CO) στις τομές συναρτήσεως της απόδοσης, παρατηρήθηκε η μη συσχέτιση των δυο αυτών μεγεθών.

Όσο αφορά τους ταινιοδρόμους, ύστερα από στατιστική μελέτη που πραγματοποιήθηκε μεταξύ της απόδοσης και τους συνολικού μήκους των ταινιοδρόμων του κάθε κλάδου, καταγράφηκε η αρνητική συσχέτιση που παρουσιάζουν τα δυο αυτά μεγέθη. Η αύξηση του μήκους των ταινιοδρόμων επιφέρει μείωση της απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών, λόγω της λειτουργίας σε σειρά των δυο αυτών ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων.

Στατιστική μελέτη πραγματοποιήθηκε επίσης για την απόδοση των καδοφόρων εκσκαφών συναρτήσεως του ύψους των τομών εκσκαφής. Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν τεκμηριώνουν την μη συσχέτιση των δυο αυτών χαρακτηριστικών. Τα συμπεράσματα αυτά όμως δεν μπορούν να θεωρηθούν απολύτως αξιόπιστα, λόγω του γεγονότος της χρήσης ενός δείκτη απόδοσης για την σύγκριση, και όχι της ίδια της πραγματικής απόδοσης. Τα

αποτελέσματα αυτά δικαιολογούνται εξαιτίας της σωστής επιλογής των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της εκάστοτε τομής, βάσει του τύπου του καδοφόρου εκσκαφέα (σε τομές π.χ μεγαλύτερου ύψους λειτουργούν καδοφόροι εκσκαφείς μεγάλης δυναμικότητας).

Εξετάστηκε επίσης η σχέση του τύπου των καδοφόρων εκσκαφών με τον δείκτη απόδοσης και παρατηρήθηκε το γεγονός της αύξησης του δείκτη, με τη μείωση της θεωρητικής απόδοσης των μηχανημάτων αυτών.

Τέλος, παρατηρήθηκε το γεγονός της διαφοροποίησης της απόδοσης των μηχανημάτων ίδιου τύπου, τα οποία λειτουργούν σε διαφορετικά ορυχεία. Ως κύρια αιτία του φαινομένου αυτού παρουσιάζονται η διαφοροποίηση των υλικών εκσκαφής, όπως επίσης η αλλαγή του ύψους κοπής και του ποσοστού του κάθε υλικού. Αξίζει να αναφερθεί επίσης, ότι μικρές διαφορές στα ύψη των τομών, της τάξης ακόμη και των 2-3 μέτρων, επιφέρουν διαφοροποίηση στην απόδοση.

Από τα παραπάνω φαίνεται η σπουδαιότητα όλων εκείνων των παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν τις αποδόσεις των μηχανημάτων στα επιφανειακά λιγνιτωρυχεία. Η γνώση και η σωστή αντιμετώπιση τους, μπορεί να συντελέσει σε περισσότερο ευνοϊκά αποτελέσματα.

Ως προέκταση της παρούσας διπλωματικής εργασίας προτείνεται περαιτέρω μελέτη στον τομέα του ανθρώπινου δυναμικού. Λεπτομερής έρευνα σχετικά με τα χρόνια εργασίας (εμπειρία) των χειριστών των καδοφόρων εκσκαφών, το μορφωτικό τους επίπεδο, τις ώρες απασχόλησης και την αλληλεπίδραση τους με τα άλλα συστήματα του ορυχείου, θα συνέβαλε στην περαιτέρω γνώση των παραμέτρων απόδοσης των καδοφόρων εκσκαφών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- 1) Βαγκόπουλος, Δ. (2009). Προγραμματισμός αρχικής διάνοιξης ορυχείου (Διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- 2) Δ.Ε.Η Α.Ε. (2000-2008). Ετήσιες εκθέσεις ορυχείων Πτολεμαΐδας.
- 3) Ζιάμπρας, Ι. (2005). Απόδοση πάγιου εξοπλισμού λιγνιτωρυχείων (Διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- 4) Καβουρίδης, Κ. (1992). Υπολογισμός απόδοσης καδοφόρου εκσκαφέα (Σημειώσεις), Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- 5) Καβουρίδης, Κ. (1990). Βασικές αρχές σχεδιασμού επιφανειακών εκμεταλλεύσεων (Σημειώσεις), Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- 6) Κολοβός, Χ.Ι. (2002). Λειτουργία των Καδοφόρων Εκσκαφών του Ορυχείου Βορείου Πεδίου στη 15ετία 1984-1998, Αρχείο Δ.Ε.Η.
- 7) Κολοβός, Χ.Ι. (2000). Εξόρυξη του λιγνιτικού κοιτάσματος Μαυροπηγής με καδοφόρους εκσκαφείς, 3^ο συνέδριο ορυκτού πλούτου, Τ.Ε.Ε., σελ. 548 -551.
- 8) Ρούμπος, Χ. (2009), Τεχνική περιγραφή εκμετάλλευσης ορυχείων Πτολεμαΐδας, έκθεση ΔΕΗ Α.Ε.
- 9) Τερεζόπουλος, Ν. (2001). Μέθοδοι υπαίθριων εκμεταλλεύσεων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- 10) <http://www.dei.gr>.

Διεθνής

- 11) Andras, I. and Jula, D. and Kovacs, I. and Nan, M. S. (2005). *Research Regarding the Establishment of Force and Energetic Characteristics of the Bucket Wheel Excavator in given Working Conditions*, The machine and Installation Department, pp. 335-336.
- 12) Brawner, C. O. (1987). *Examples of open pit mining instability*. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, pp. 15-17.
- 13) Dey, K. and Ghose, A. K. (2008). Predicting "cuttability" with surface miners - A rockmass classification approach, Indian School of Mines University, Dhanbad, Volome 56, Issue 5-6, pp. 85-91.
- 14) Durst, W. and Vogt, W. (1988). *Bucket wheel excavator*, Trans Tech Publications, Claustal-Zellerfeld.
- 15) Golosinski, T.S. (1987). Basic considerations in selection of bucket wheel excavators, International Journal of Mining, Reclamation and Environment, pp. 67-68.
- 16) Golosinski, T. and Boehm, F. (1987). Continuous Surface Mining, Proceedings of an International symposium, Edmonton, Trans Tech Publications.

- 17) Hustrulid W., Kuchta, M. (1998). Open Pit Mine Planning and Design, Balkema, Rotterdam.
- 18) Kolovos, C. (2003). Efficiency of a Bucket Wheel Excavator Lignite Mining System, International Journal of Mining, Reclamation and Environment. pp. 24-27.
- 19) Ladányi, G. and Sümegi, I. (2006). Some issues of the technological design of bucket-wheel excavators, International Journal of Mining, Reclamation and Environment, pp. 63-72.
- 20) Milčić, D. and Miladinović, S. (2002). Calculation of the Structural Elements of the Bucket Wheel Excavator Working Wheel Transmission, Volume 1, pp. 1241-1252.
- 21) Scoble, M.J. and Muftuoglu, Y. (1984). Derivation of a diggability index for surface mine equipment selection, Mining science and technology 1, Volume 1, Issue 4, pp. 305-322.
- 22) Nordin, S. and Winzer, D. (1988). International Journal of Mining, Reclamation and Environment, Volume 4, pp. 185-211.