

## ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΛΗΡΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΟΡΥΧΕΙΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 2003-2009

Χαλάστρα Κ., Κολοβός Ν. και Μανολιάδης Ο.

Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, 50100 Κοζάνη,  
nestor@kozani.org

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σημαντικό πρόβλημα για την εκμετάλλευση του λιγνίτη στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας αποτελεί η παρουσία σκληρών σχηματισμών εντός του υπερκειμένου. Οι σκληροί αυτοί σχηματισμοί συνίστανται από κροκαλοπαγή, λατυποπαγή, ψαμμίτες και πηλίτες. Επειδή η εξόρυξή τους δεν είναι δυνατή με καδοφόρο εκσκαφέα, η απομάκρυνσή τους αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης δραστηριότητας, η οποία περιλαμβάνει χρήση εκρηκτικών υλών και νηξελοκίνητου εξοπλισμού. Οι εν λόγω σκληροί σχηματισμοί, οι οποίοι αποτέθηκαν σε διαφορετικές γεωλογικές περιόδους, αναπτύσσονται εντός 3 στρωματογραφικών ενοτήτων, οι οποίες διακρίνονται χρωματικά στην ερυθρόφαιο, κιτρινότεφρο και πρασινότεφρο σειρά ιζημάτων. Η μελέτη της παρουσίας, της εξάπλωσης, της κατανομής και του προσδιορισμού των σκληρών σχηματισμών αποτελεί σημαντικό κομμάτι της συνολικής μελέτης εκμετάλλευσης του ορυχείου, προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τον σχεδιασμό της λειτουργίας των μηχανημάτων και την ένταξη και αξιοποίηση του εξοπλισμού. Από τη μελέτη προέκυψε ότι το ποσοστό σκληρών σχηματισμών εντός της ερυθροφάιου σειράς ιζημάτων ανέρχεται σε 38%, εντός της κιτρινοφάιου σε 49% και της πρασινοτέφρου σε 2%. Το συνολικό ποσοστό των σκληρών σχηματισμών ανέρχεται σε 26,2% επί του συνόλου του υπερκειμένου.

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

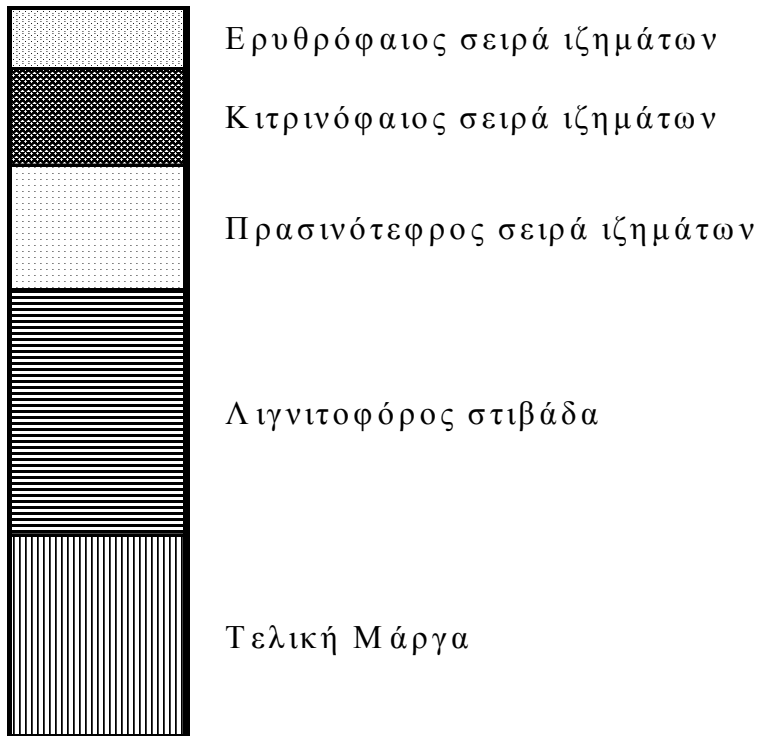
Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου αναπτύσσεται εντός της λιγνιτοφόρου λεκάνης της Πτολεμαΐδας και ανήκει στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας. Είναι το μεγαλύτερο λιγνιτωρυχείο της Βαλκανικής χερσονήσου και οι εργασίες ανάπτυξής του ξεκίνησαν τον Αύγουστο του 1979. Οι ετήσιες συνολικές εκσκαφές κυμαίνονται από  $80 \times 10^6$  έως  $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ , ενώ η ετήσια παραγωγή λιγνίτη κυμαίνεται από  $18 \times 10^6$  έως  $20 \times 10^6$  τόνους. Ένα από τα πλέον σημαντικά προβλήματα στην ανάπτυξη του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου αποτελεί η αντιμετώπιση των σκληρών σχηματισμών του υπερκειμένου. Με τον όρο σκληροί σχηματισμοί εννοούνται οι συνεκτικοί σχηματισμοί, οι οποίοι δεν μπορούν να εκσκαφθούν με τον πάγιο εξοπλισμό (καδοφόροι εκσκαφείς) και για το λόγο αυτό αντιμετωπίζονται με εργοτάξια, εκρηκτικά και την χρήση συμβατικού εξοπλισμού. Στην παρούσα εργασία γίνεται διερεύνηση των σκληρών σχηματισμών και υπολογισμός των μαζών, τόσο των μαλακών όσο και των σκληρών σχηματισμών, που θα διακινηθούν για το χρονικό διάστημα 2003 – 2009.

Η ταφροειδής λεκάνη Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας δημιουργήθηκε από ρήγματα ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης και εκτείνεται από ΒΔ προς ΝΑ από το Μοναστήρι της FYROM έως την Ελασσόνα. Οι εκατέρωθεν ορεινοί όγκοι της λεκάνης φιλοξενούν τα πετρώματα του υποβάθρου της λεκάνης, όπως σχιστόλιθους, Τριαδικοϊουρασικούς ασβεστόλιθους, μάρμαρα, φλύσχη και Ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους (Αναστόπουλος, Ι. και Κ. Κούκουζας 1972).

Στις νεογενείς αποθέσεις της λεκάνης Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας και στο νότιο τμήμα αυτής (Σαριγκιόλ), φιλοξενείται το κοίτασμα λιγνίτη του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου. Σε γεωλογική τομή από πάνω προς τα κάτω διακρίνονται οι εξής στρωματογραφικές ενότητες ιζημάτων :

- Ερυθρόφαιος σειρά ιζημάτων (Ανώτερο Τεταρογενές)
- Κιτρινόφαιος σειρά ιζημάτων (Διλούβιο)

- Πρασινότεφρος σειρά ιζημάτων (Ανώτερο Πλειόκαινο)
- Λιγνιτοφόρος στιβάδα (Ανώτερο Πλειόκαινο)
- Τελική Μάργα



Σχήμα 1. Στρωματογραφική στήλη

## 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για τη διερεύνηση της εν λόγω περιοχής μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν τα στοιχεία 96 γεωτρήσεων σε κλίμακα 200Χ200. Αναγνωρίστηκαν οι σκληροί σχηματισμοί και κατασκευάστηκαν χάρτες ίσου πάχους για κάθε σχηματισμό, επί των οποίων στηρίχθηκε ο υπολογισμός των μαζών.

Ο υπολογισμός μαζών των μαλακών και σκληρών σχηματισμών του υπερκειμένου του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου, έγινε για την περιοχή ανάπτυξης του Ορυχείου κατά το χρονικό διάστημα από τον Απρίλιο 2003 μέχρι και το 2009, όπως προβλέπουν οι μελέτες του Τομέα Μεταλλευτικών Μελετών του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.

Οι σκληροί αλλά και οι μαλακοί σχηματισμοί υπολογίστηκαν χωριστά και ανά στρωματογραφική ιζηματογενή σειρά. Έτσι, υπολογίστηκαν από πάνω προς τα κάτω οι μάζες της ερυθροφαίου, της κιτρινοφαίου και της πρασινοτέφρου σειράς.

Για τη χάραξη των επιφανειών ανάπτυξης της κάθε ιζηματογενούς σειράς, λήφθηκαν υπόψη τα τελικά όρια των τομών λειτουργίας για την αντίστοιχη περίοδο, σε συνδυασμό με στοιχεία εγκάρσιων γεωλογικών τομών. Στη συνέχεια έγινε η κατασκευή των ισοπαχών καμπυλών, στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, με το μεταλλευτικό πρόγραμμα Metal (Καραμαλίκης 1989, 1993).

Τα επόμενα βήματα ήταν η εκτίμηση του μέσου πάχους (με δίκτυο Net) κάθε σχηματισμού και η εμβαδομέτρηση των επιφανειών. Από τα τελευταία στοιχεία προέκυψαν οι όγκοι για κάθε σχηματισμό χωριστά.

### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι σκληροί σχηματισμοί φιλοξενούνται στο υπερκείμενο του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου και απαντούν στην ερυθρόφαιο, κιτρινόφαιο και πρασινότεφρο σειρά ιζημάτων.

Στην ερυθρόφαιο σειρά, η οποία προήλθε από τη χειμάρια μεταφορά του υλικού διάβρωσης του ασβεστολιθικού όγκου του Βερμίου, απαντά το ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές. Η φορά τροφοδοσίας της λεκάνης ήταν ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα το χονδρόκοκκο υλικό να βρίσκεται από το κέντρο προς τα ΒΑ και η καστανέρυθη άργιλος, η οποία αποτελείται από λεπτομερές υλικό, να απαντά σε μεγαλύτερο πάχος προς το κέντρο της λεκάνης. Το πάχος της σειράς αυτής αυξάνεται προς τα ΒΑ περιθώρια της λεκάνης και μειώνεται προς το κέντρο αυτής (Σταμούλης Κ. 1998, 2003; Κολοβός Ν. 2001).

Το ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές είναι σκληρός-ημισκληρός σχηματισμός και για την εκσκαφή του γίνεται κατά θέσεις χρήση εκρηκτικών υλών. Στη συνέχεια, για τη διακίνησή του, αναπτύσσεται εργοτάξιο με Shovel και φορτηγά αυτοκίνητα.

Στην υποκείμενη κιτρινόφαιο σειρά ποταμοχειμαρίων αποθέσεων απαντούν οι περισσότεροι σκληροί σχηματισμοί, οι οποίοι συνίστανται από άμμους με ενστρώσεις ψαμμίτη, ψαμμιτοκροκαλοπαγή, πολύμικτα κροκαλοπαγή, συνδεδεμένα αμμοχάλικα καθώς και πηλίτες μέσα σε αργίλους. Τα υλικά αυτά τροφοδότησαν τη λεκάνη με κατεύθυνση ΝΔ-ΒΑ και έτσι αποτέθηκαν σε μεγάλο πάχος προς τα ΝΔ.

Η διαγένεση αυτών των υλικών, με τη συνδρομή κυρίως ασβεστιτικών διαλυμάτων, ποικίλει σε βαθμό και από θέση σε θέση.

Είναι στρωματοειδούς ανάπτυξης και αυτό βοηθά σημαντικά στο να σχεδιασθούν καλύτερα τα δάπεδα των τομών λειτουργίας του Ορυχείου. Η φορά τροφοδοσίας (ΝΔ-ΒΑ) και ο υδρομηχανικός εμπλουτισμός που γινόταν με την ποταμοχειμάρια δράση, συνέβαλε στη δημιουργία του πετρολογικού τύπου των σκληρών σχηματισμών.

Με βάση αυτά, προς τα ΝΔ επικρατούν τα πολύμικτα κροκαλοπαγή με το χονδρόκοκκο υλικό και προς τα ΒΑ άμμοι με ενστρώσεις ψαμμίτη που αποτελούνται από λεπτομερές υλικό. Η διαφοροποίηση αυτή φαίνεται στο ίδιο στρώμα από τα ΝΔ προς τα ΒΑ.

Οι σκληροί σχηματισμοί της κιτρινοφαιού σειράς εναλλάσσονται με στρώματα αργίλων γκριζοκίτρινης και γκρι-γκριζοπράσινης χροιάς. Μέσα στα αργίλικα ιζήματα αναπτύσσονται πηλίτες, μικρού πάχους μέχρι 15 cm και μήκους μέχρι 0.5 m, οι οποίοι προήλθαν από τη διαγένεση της ιλύος. Οι πηλίτες δεν δημιουργούν σημαντικά προβλήματα στη λειτουργία του πάγιου εξοπλισμού (καδοφόροι εκσκαφείς).

Τα υλικά από τα οποία δημιουργήθηκαν οι σκληροί σχηματισμοί της κιτρινοφαιού σειράς απαντούν σε μεγάλα πάχη, που πλησιάζουν ακόμη και τα 40 m σε περιοχές βύθισης των ΒΑ ρηγμάτων και περισσότερο στις ταφροειδείς περιοχές μεταξύ αντιθετικών ΒΑ ρηγμάτων. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ρήγματα αυτά παρουσίασαν τη λειτουργία τους πριν, κατά και μετά την απόθεση των υλικών αυτών. Η σύγχρονη και προγενέστερη ενεργοποίηση δημιούργησε χώρους υποδοχής των υλικών αυτών.

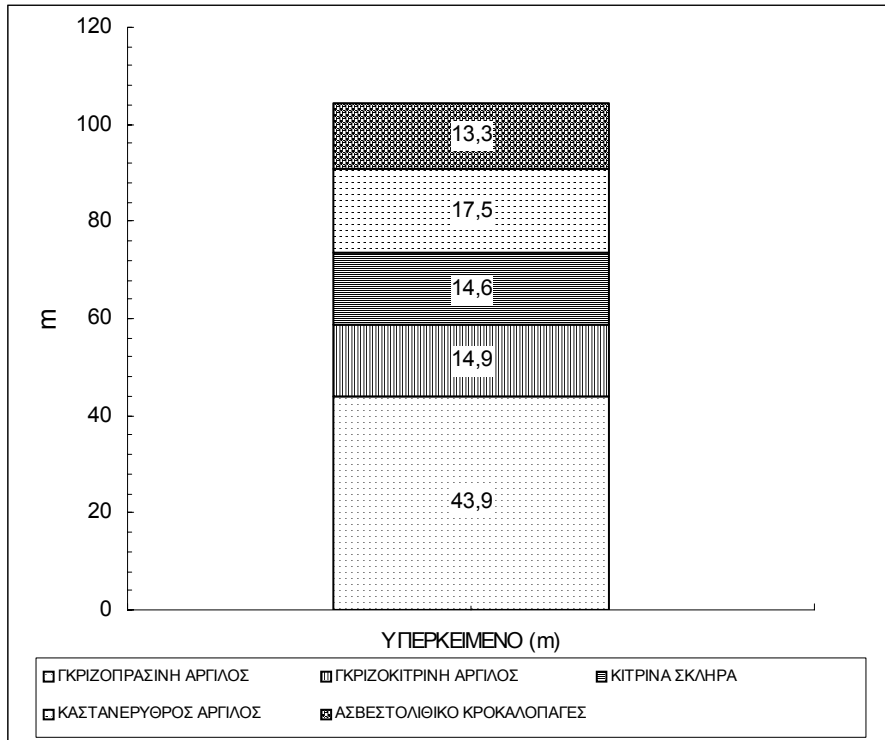
Όλα τα ιζήματα και κατά συνέπεια και οι σκληροί σχηματισμοί, υφίστανται την επίδραση του εφελκυστικού μηχανισμού λειτουργίας της τεκτονικής με αποτέλεσμα να πτυχώνονται. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μία αντικλινική δομή (σύγχρονες συμπιεστικές δυνάμεις με τον εφελκυσμό) στο μη βυθιζόμενο τέμαχος και μία συγκλινική δομή στο βυθιζόμενο τέμαχος (Σταμούλης Κ. και Μήτρου Π. 1997, Κολοβός Ν. 2001).

Οι δομές αυτές, αποτέλεσμα λειτουργίας της τεκτονικής, έχουν διεύθυνση ΒΑ όπως και η διεύθυνση της σύγχρονης τεκτονικής. Από τη βύθιση των δομών αυτών εξάγονται συμπεράσματα για τον τρόπο λειτουργίας του πεδίου των εφελκυστικών τάσεων.

Ο τρόπος εκσκαφής των σκληρών σχηματισμών έχει άμεση σχέση με τον πετρολογικό τύπο αυτών. Στα κροκαλοπαγή και ψαμμιτοκροκαλοπαγή γίνεται προχαλάρωση αυτών με την χρήση εκρηκτικών υλών, ενώ στις ψαμμιτικές ενστρώσεις, μέσα σε άμμους, η εκσκαφή γίνεται με Shovel. Η διακίνηση αυτών των σχηματισμών γίνεται με μεγάλα φορτηγά αυτοκίνητα.

Στη λιμναία πρασινότεφρο σειρά, η οποία συνίσταται από γκριζοπράσινη άργιλο, απαντούν μικρού πάχους και μικρής εξάπλωσης σκληρά πετρώματα, τα οποία είναι κυρίως συνδεδεμένα αμμοχάλικα. Αυτά απαντούν στα επάνω τμήματα της σειράς και αποτελούν τη μεταβατική ζώνη με την ποταμοχειμάρια σειρά του Διλουβίου.

Οι μάζες της καστανέρυθρης αργίλου προέκυψαν μετά από αφαίρεση των μαζών κιτρινοφαιίου, πρασινοτέφρου και σκληρών σχηματισμών ασβεστολιθικού λατυποκροκαλοπαγούς από τις μάζες του υπερκείμενου. Από τους υπολογισμούς προέκυψε ότι το μέσο πάχος του υπερκείμενου στην περιοχή ανάπτυξης του Ορυχείου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο είναι 104,2 m (Σχήμα 2).



Σχήμα 2 : Σύνθεση υπερκείμενου

Το συνολικό πάχος των σκληρών σχηματισμών είναι :

**13,3 m** ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές  
**14,6 m** άμμοι με ενστρώσεις ψαμμίτη + πολύμικτο κροκαλοπαγές  
**0,7 m** συνδεδεμένα αμμοχάλικα  
**28,6 m**

Το συνολικό πάχος των μαλακών σχηματισμών είναι :

**17,5 m** καστανέρυθρος άργιλος  
**14,9 m** γκριζοκίτρινη άργιλος  
**43,2 m** γκριζοπράσινη άργιλος  
**75,6 m**

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού των υπό εξόρυξη μαζών (μαλακών και σκληρών σχηματισμών) κάθε ιζηματογενούς σειράς.

Πίνακας 1. Υπολογισμός μαζών μαλακών και σκληρών σχηματισμών

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗΣ ΣΕΙΡΑ	ΟΓΚΟΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	ΟΓΚΟΣ ΣΚΛΗ- ΡΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙ- ΣΜΩΝ ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	ΣΥΝΟΛΟ ΜΑ- ΖΩΝ ΥΠΕΡ- ΚΕΙ-ΜΕΝΟΥ $\times 10^6 \text{m}^3$	ΜΑΛΑΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ (%)	ΣΚΛΗΡΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΜΑΖΩΝ (%)
ΕΡΥΘΡΟΦΑΙΟΣ	106	64	170	24	14,5
ΚΙΤΡΙΝΟΦΑΙΟΣ	50	49	99	11,5	11
ΠΡΑΣΙΝΟΤΕΦΡΟΣ	169	3	172	38,3	0,7
ΣΥΝΟΛΟ	325	116	441	73,8	26,2

Οι συνολικές μάζες του υπερκειμένου που υπολογίσθηκαν ανέρχονται σε  **$441 \times 10^6 \text{m}^3$** . Αυτές κατανέμονται σε:

- $64 \times 10^6 \text{m}^3$  ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές
- $106 \times 10^6 \text{m}^3$  καστανέρυθη άργιλος
- $49 \times 10^6 \text{m}^3$  σκληροί σχηματισμοί κιτρινοφαίου σειράς
- $50 \times 10^6 \text{m}^3$  γκριζοκίτρινη άργιλος
- $169 \times 10^6 \text{m}^3$  γκριζοπράσινη άργιλος
- $3 \times 10^6 \text{m}^3$  σκληροί σχηματισμοί πρασινοτέφρου σειράς

#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα μαλακά ιζήματα ανέρχονται σε  $325 \times 10^6 \text{m}^3$  και μπορούν να εκσκαφθούν με τον πάγιο εξοπλισμό (καδοφόροι εκσκαφείς). Αυτά αποτελούν το 73,3 % των συνολικών μαζών.

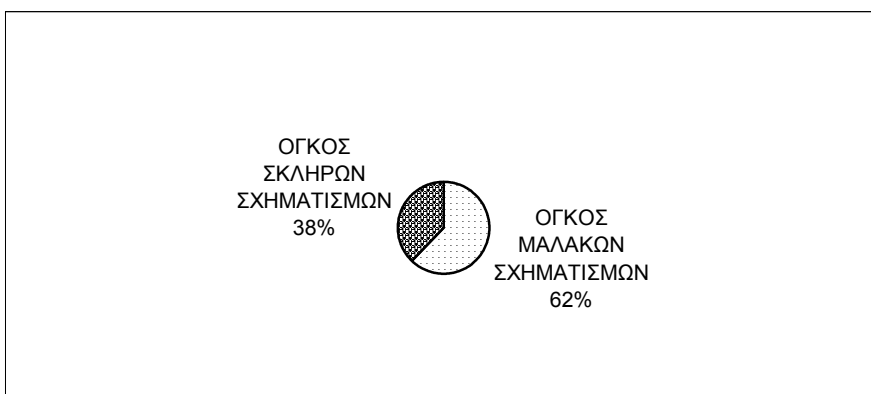
Οι σκληροί σχηματισμοί υπολογίζονται σε  $116 \times 10^6 \text{m}^3$  και για την εκσκαφή τους απαιτείται η χρήση εκρηκτικών, έτσι ώστε να γίνει η προχαλάρωσή τους και στη συνέχεια η διακίνησή τους προς την εσωτερική απόθεση. Αυτά αποτελούν το 26,3 % των συνολικών μαζών.

Η ερυθρόφαιος σειρά ιζημάτων (Αν. Τεταρτογενές) αποτελείται συνολικά από  $170 \times 10^6 \text{m}^3$ . Οι σκληροί σχηματισμοί αποτελούν το 37,6 % των μαζών και οι μαλακοί το 62,4 %.

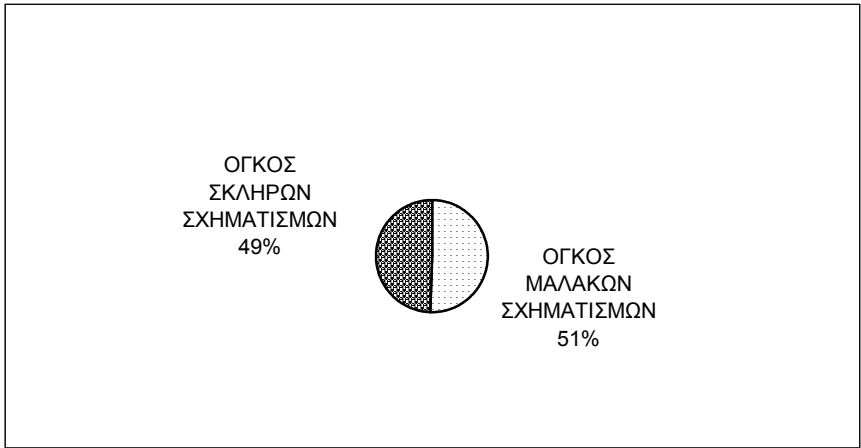
Η κιτρινόφαιος σειρά ιζημάτων (Πλειστόκαινο) ποταμοχειμαρίων αποθέσεων υπολογίσθηκε σε  $99 \times 10^6 \text{m}^3$ . Οι σκληροί σχηματισμοί αποτελούν το 49,5 % και οι μαλακοί το 50,5 %.

Οι μάζες της πρασινοτέφρου σειράς υπολογίσθηκαν σε  $172 \times 10^6 \text{m}^3$ . Οι σκληροί σχηματισμοί αποτελούν το 1,7 % και οι μαλακοί το 98,3 %.

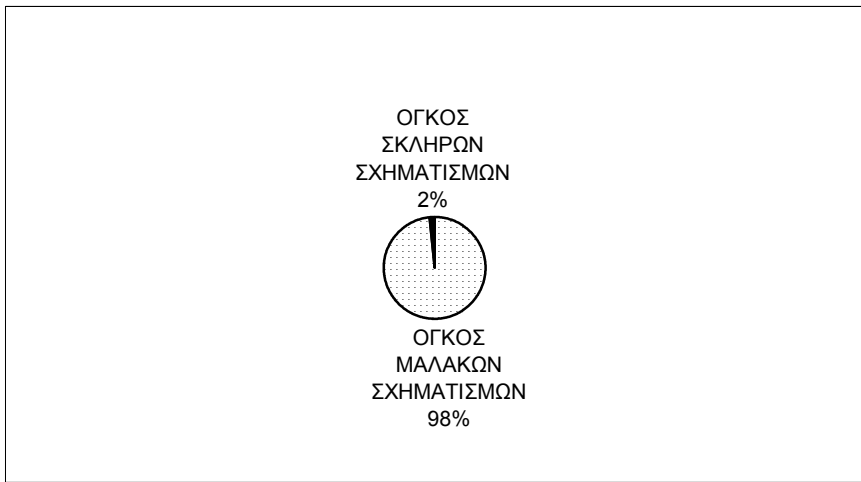
Η ποσοστιαία αναλογία των συνολικών μαζών της ερυθροφαίου και της πρασινοτέφρου σειράς είναι ίδια και είναι 39% για την καθεμία, δηλαδή το σύνολό τους είναι 78%, ενώ η κιτρινόφαιος σειράς συμμετέχει με ποσοστό 22%.



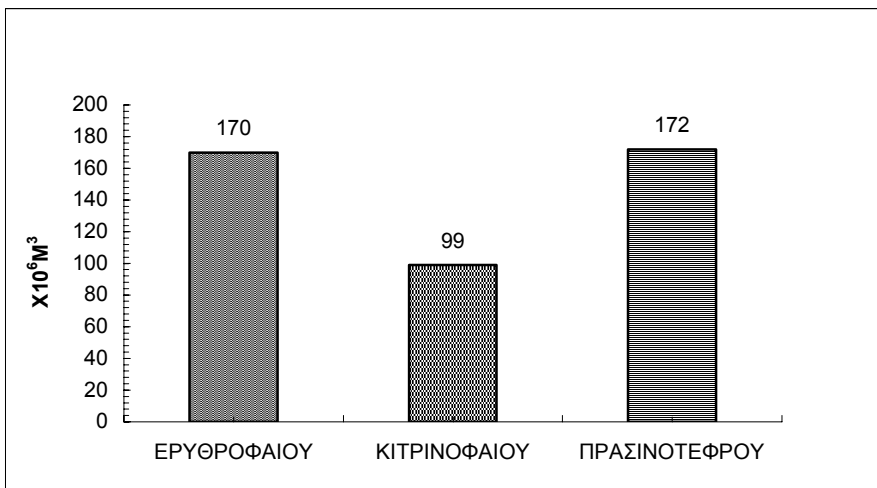
Σχήμα 3 : Σύνθεση της ερυθροφαίου σειράς (%)



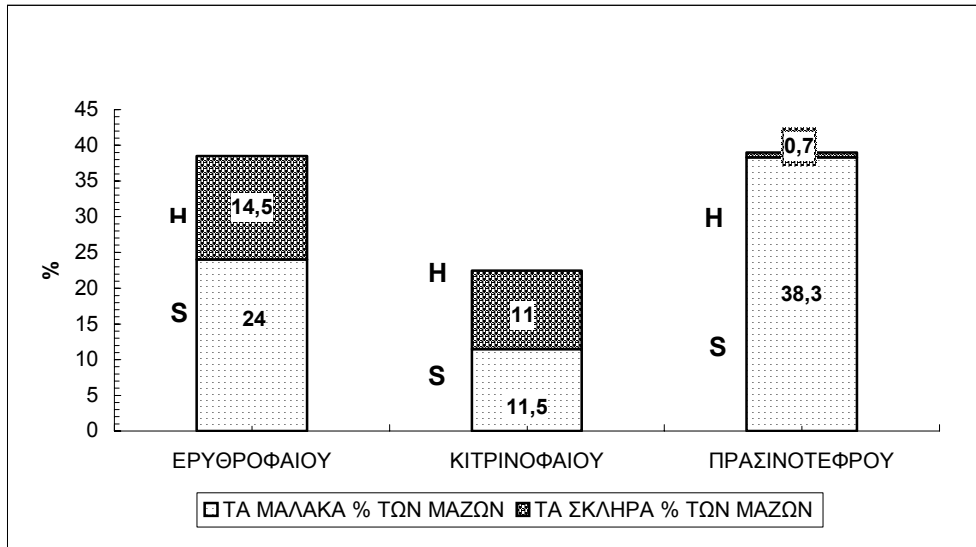
Σχήμα 4. Σύθεση της κιτρινοφαιού σειράς (%)



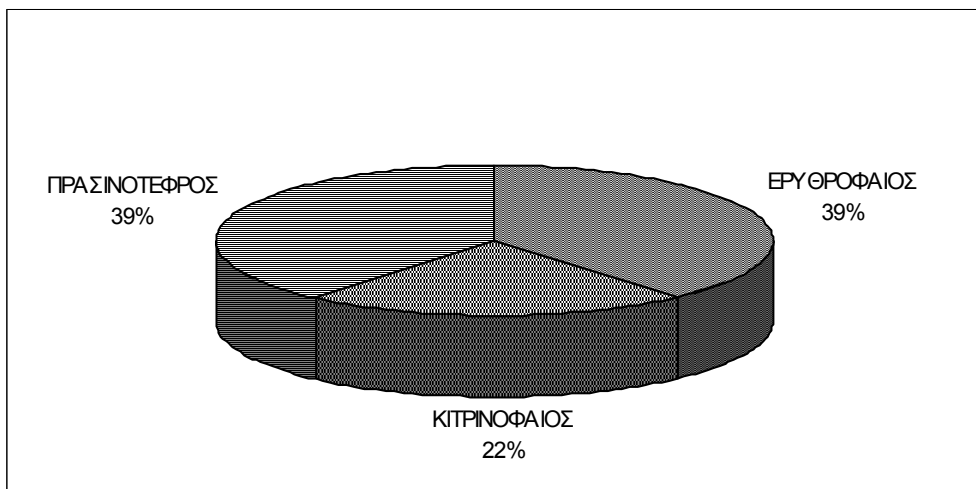
Σχήμα 5. Σύθεση της πρασινοτέφρου σειράς (%)



Σχήμα 6. Σύνολο μαζών υπερκειμένου ανά ιζηματογενή σειρά



Σχήμα 7. Σύσταση του υπερκειμένου (%)



Σχήμα 8. Σύθεση μαζών του υπερκειμένου (%)

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναστόπουλος Ι. Χ. και Κούκουζας Κ. Ν (1972). Γεωλογική και κοιτασματολογική μελέτη Νοτίου Τμήματος Λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδος. Γεωλ. Γεωφ. Μελ. ΙΓΕΥ, Αθήνα.
- Καραμαλίκης Ν. (1989). Μοντελοποίηση λιγνιτικών κοιτασμάτων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. ΔΕΗ, Εσωτ. έκθεση, Αθήνα.
- Καραμαλίκης Ν. (1993). Σύστημα προγραμμάτων Η/Υ για τη δημιουργία και αξιοποίηση μοντέλων λιγνιτικών κοιτασμάτων. *Επιστημονικό Δελτίο*, 42, ΔΕΗ.
- Κολοβός Ν. (2001). Το λιγνιτικό κοιτάσμα της λεκάνης της Πτολεμαΐδας. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 142 σελ.
- Σταμούλης Κ, Μήτρου Π. (1997). Η τεκτονική στην περιοχή ανάπτυξης του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου, εσωτερική έκθεση ΔΕΗ.
- Σταμούλης Κ. (1998). Το ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές στην περιοχή ανάπτυξης του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου, εσωτερική έκθεση ΔΕΗ.

Σταμούλης Κ. (2003). Το υπερκείμενο στους τομείς 5, 6 του ορυχείου Νοτίου Πεδίου, Υπολογισμοί μαζών, εσωτερική έκθεση ΔΕΗ.

ABSTRACT

## **STUDY OF THE HARD FORMATIONS OF SOUTHERN FIELD MINE OF WESTERN MACEDONIA LIGNITE CENTER FOR 2003-2009**

Halastra K., Kolovos N. and Manoliadis O.<sup>1</sup>

*Department of Geotechnology and Environment, Technical University of West Macedonia Kozani Gr-50100, nestor@kozani.org*

The excavation of the hard formations of the overburden is one of the main problems of lignite exploitation in Southern Field Mine of Western Macedonian Lignite Center. These hard formations consist of sandstones, conglomerates and silts. Since their excavation is difficult with bucket wheel excavators, blasting and diesel equipment is used. These formations have been deposited in three different geological periods and can be described according to their colour in red, yellow and green series. Red strata contains 38% of hard formations, the yellow strata contains 49% hard formations and the green strata contains 2%. The total content of the overburden in hard rocks is 26.2%.