



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

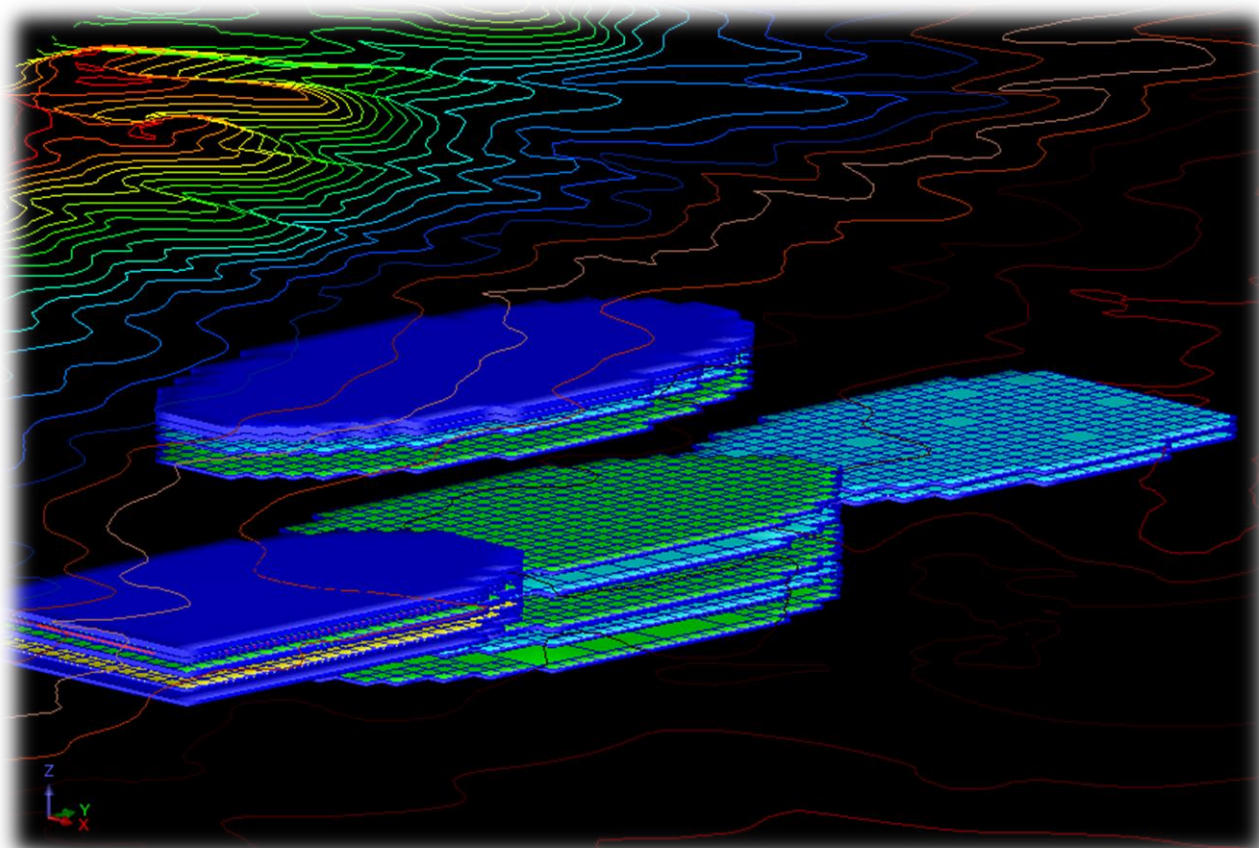
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

Φώτης Αντώνης - Γεωργακόπουλος Γιώργος - Μανώλη Κατερίνα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

***Εφαρμογή Block Modeling για την Προσομοίωση της Διασποράς
Χημικών Παραμέτρων στα Υπερκείμενα Άγονα των Ορυχείων του
Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας***



Επιβλέπων:
Καλιαμπάκος Δημήτρης,
καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2011

Στον Αριστερό Χώρο Μεταλλειολόγων ΜΕΤαλλουργών...

Στους αγώνες του Φοιτητικού μας Συλλόγου...

Για τις 20ετίες που έρχονται...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ

1.1 Τι είναι ο Λιγνίτης	1
1.2 Σχηματισμός Λιγνίτη	2
1.3 Μέθοδοι Εκμετάλλευσης Λιγνίτη	3
1.4 Μέθοδος εκμετάλλευσης λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδας	5
1.5 Διεργασίες Ηλεκτροπαραγωγής σε τυπική μονάδα με καύσιμο Λιγνίτη	13
1.6 Ο Λιγνίτης στον Ευρωπαϊκό Χώρο	16
1.7 Ο Λιγνίτης στο Διεθνή Χώρο	17
1.8 Πλεονεκτήματα Λιγνίτη στην εγχώρια παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	19
1.9 Περιβαλλοντικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις από τη χρήση Λιγνίτη	21
1.10 Οι χρήσεις του Λιγνίτη στην Ελλάδα	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΕΓΧΩΡΙΑΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ

2.1 Η Δ.Ε.Η. Σήμερα	26
2.2 Ιστορική Διαδρομή της Δ.Ε.Η.	29
2.3 Λιγνιτωρυχείο Αλιβερίου	33
2.4 Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας - Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης	34
2.5 Σύντομο ιστορικό των ορυχείων της λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδας	35
2.6 Εγχώρια Αποθέματα Λιγνίτη	37
2.7 Ορυχείο Μαυροπηγής (Θέση, Αποθέματα, Γενικά Στοιχεία)	42

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΛΙΓΝΙΤΟΦΟΡΟΥ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΚΟΖΑΝΗΣ - ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ**

3.1 Εισαγωγικά γεωλογικά στοιχεία	44
3.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία	45
3.3 Γεωτεκτονική	46
3.4 Στρωματογραφία	50
3.5 Πετρολογικοί σχηματισμοί	53
3.6 Υδρολιθολογικοί χαρακτήρες των πετρωμάτων	60
3.7 Συμπεράσματα αναφορικά με τις υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής	64
3.8 Υδρολογία	69
3.9 Γενικά κλιματολογικά στοιχεία	70
3.10 Χρήσεις υπογείων νερών	75

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ SURPAC
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

4.1 Surpac	78
4.2 Περιγραφή των modules που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία	80
4.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων	87
4.4 Σχεδιασμός του Block Modeling	93
4.5 Αποτελέσματα – Ογκομετρήσεις	104

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 152

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 154

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια να μελετηθεί η περιοχή του Ν.Δ Πεδίου στο ΛΚΔΜ αποτυπώνοντας σε Block Model τα εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικές πληροφορίες για τον λιγνίτη και την χρήση του στην ηλεκτροπαραγωγή αλλά και οι μέθοδοι εκμετάλλευσης του. Επίσης παρουσιάζονται τόσο τα πλεονεκτήματα της χρήσης του στην ηλεκτροπαραγωγή όσο και οι σοβαρές περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες της.

Στη συνέχεια γίνεται μία ιστορική αναδρομή της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα, της λειτουργίας της ΔΕΗ και πιο συγκεκριμένα της περιοχής Κοζάνης – Πτολεμαΐδας. Ακόμα δίνεται η συνολική παραγωγή λιγνίτη μέχρι σήμερα και τα απομένοντα αποθέματα.

Το τρίτο κεφάλαιο εξειδικεύεται στη γεωλογία και υδρογεωλογία της ευρύτερης λιγνιτοφόρου λεκάνης Κοζάνης – Πτολεμαΐδας, αναλύοντας τα γεωμορφολογικά στοιχεία, την γεωτεκτονική, τη στρωματογραφία κ.α. δίνοντας μία αναλυτική εικόνα για την περιοχή.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αξιοποιώντας τα δεδομένα που δόθηκαν από τις γεωτρήσεις στην περιοχή μελέτης, έγινε μοντελοποίηση και απεικόνιση στο χώρο της διασποράς των χημικών παραμέτρων στα υπερκείμενα άγωνα του ορυχείου, με την χρήση του προγράμματος Surpac. Αφού δημιουργήθηκαν τα Block Models, έγιναν ογκομετρήσεις ανά βάθος και ανά περιεκτικότητα των εξεταζόμενων χημικών παραμέτρων.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα συμπεράσματα της μελέτης στα παραπάνω αντικείμενα.

1.1 Τι είναι ο Λιγνίτης

Ο λιγνίτης είναι ένα ορυκτό στερεό καύσιμο που ανήκει στην κατηγορία των φτωχών γαιανθράκων και προήλθε από φυτικά υπολείμματα μέσα από μια σειρά διεργασιών ενανθράκωσης. Οι ορυκτοί άνθρακες με βάση το βαθμό ενανθράκωσης, δηλαδή τον εμπλουτισμό τους σε άνθρακα, διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτη, λιθάνθρακα, ανθρακίτη και γραφίτη. Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη. Ανάλογα με την ποιότητα, την ηλικία και τις συνθήκες σχηματισμού είναι συμπαγείς, σκληροί ή εύθρυπτοι και έχουν χρώμα καφέ-μαύρο έως ανοιχτό καφέ. Έχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας σε φυσική κατάσταση που φθάνει μέχρι το 60% ενώ όταν καίγονται παράγουν θερμότητα και αφήνουν ως κατάλοιπο τέφρα (στάχτη). Η θερμότητα που παράγουν λέγεται θερμογόνο δύναμη και μετριέται σε θερμίδες. Το θερμοδικό περιεχόμενο των λιγνιτών είναι 3 έως 7 φορές μικρότερο από του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερο από του πετρελαίου. Οι ελληνικοί λιγνίτες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχουν θερμογόνο δύναμη από 1.000 έως 2.500 θερμίδες/γραμμάριο και τέφρα 14-20%.



Εικόνα 1.1.1 Λιγνίτης

1.2 Σχηματισμός Λιγνίτη

Κατάλληλες συνθήκες για τον σχηματισμό λιγνιτικών κοιτασμάτων παρουσιάστηκαν τον Καινοζωικό αιώνα, κυρίως κατά το Νεογενές και το Πλειστόκαινο, δηλαδή πριν από 1 έως 11 εκατομμύρια χρόνια. Το θερμό και υγρό κλίμα που επικρατούσε την εποχή εκείνη βοήθησε στην ανάπτυξη πλούσιας υδροχαρούς βλάστησης, κυρίως σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών ενδοηπειρωτικών λεκανών αλλά και σε μαιάνδρους ή δέλτα ποταμών. Με την πάροδο του χρόνου μεγάλες ποσότητες φυτικού ελαίου, κάτω από την πίεση γαιωδών υλικών και με την επίδραση μικροοργανισμών, μετατράπηκαν σταδιακά σε λιγνίτη.

Όταν όλες οι συνθήκες του φαινομένου της λιγνιτογένεσης: κλίμα, στάθμη νερού, κινήσεις του πυθμένα της λεκάνης, πιέσεις από το βάρος των γαιωδών υλικών, βρίσκονταν σε ισορροπία, τότε σχηματιζόντουσαν στρώματα λιγνίτη. Όταν κάποια από αυτές άλλαζε, σταματούσε η λιγνιτογένεση και σχηματιζόντουσαν άλλα πετρώματα όπως άμμος, άργιλος, μάργες. Γι' αυτό, το λιγνίτη τον βρίσκουμε συνήθως με τη μορφή αλληπάλληλων στρωμάτων που εναλλάσσονται με άγονα υλικά και τέλος σκεπάζονται από αυτά. Τα άγονα υλικά που βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων λέγονται Ενδιάμεσα ενώ αυτά που καλύπτουν τα στρώματα του λιγνίτη μέχρι την επιφάνεια του εδάφους ονομάζονται Υπερκείμενα. Τα πάχη των Υπερκειμένων αγόνων μπορεί να είναι από λίγα μέτρα έως μερικές δεκάδες μέτρα, ενώ των Ενδιαμέσων μπορεί να είναι από μερικά εκατοστά έως λίγα μέτρα. Έχει υπολογισθεί ότι για τον σχηματισμό στρώματος πάχους 1 μέτρου λιγνίτη, απαιτείται χρονικό διάστημα 1000-4000 ετών.



Εικόνα 1.2.1 Στρωματογραφία Λιγνίτη

Μέσα στα λιγνιτικά στρώματα και στα πετρώματα που τα περιβάλλουν, από τη χλωρίδα και την πανίδα της παλιάς λίμνης και της ευρύτερης λεκάνης, συνήθως εντοπίζονται κελύφη μικρών οστρακωδών, γαστεροπόδων, ελασματοβραγχίων, ίχνη ψαριών του γλυκού νερού, δόντια και οστά μεγάλων θηλαστικών, φύλλα, καρποί καθώς και γύρις φυτών. Χαρακτηριστικά επίσης πολλών λιγνιτικών κοιτασμάτων είναι ο ήπιος ή έντονος τεκτονισμός, δηλαδή η ύπαρξη ρηγμάτων που έχει ως αποτέλεσμα να χάνεται η συνέχεια και η οριζοντιότητα των λιγνιτικών στρωμάτων.

1.3 Μέθοδοι Εκμετάλλευσης Λιγνίτη

Οι μέθοδοι επιφανειακής εκμετάλλευσης λιγνίτη μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικούς τύπους:

- Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining).
- Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining).

Η επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining) αναφέρεται κυρίως σε κοιτάσματα γαιανθράκων και διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες:

α. Περιφερειακή εκμετάλλευση (Contour Mining).

Αναπτύσσεται σε λοφώδες περιβάλλον όταν τα κοιτάσματα είναι οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια, όπου ένα απότομο πρηνές οριοθετεί το εύρος που μπορεί να είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμο. Η εκμετάλλευση ακολουθείται συχνά από πλευρική εξόρυξη τμήματος του εναπομένου κοιτάσματος που έχει εγκαταλειφθεί στο πρηνές της εκσκαφής, με συστήματα ατέρμωνων κοχλιών (augering). Μικροί ερπυστριοφόροι (crawler-mounted) εκσκαφείς με συρόμενο κάδο (draglines) και μηχανικά πτύα (shovels) χρησιμοποιούνται για την αποκάλυψη και εκμετάλλευση του κοιτάσματος. Επίσης χρησιμοποιούνται προωθητήρες (bulldozers), μηχανικά άροτρα (rippers), ελαστικοφόροι φορτωτές (rubbertyred loaders) και αποξεστήρες (scrapers), ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Για περιβαλλοντικούς λόγους έχει υιοθετηθεί τα τελευταία χρόνια η μέθοδος “haulback”, όπου τα υπερκείμενα μεταφέρονται κατά μήκος της περιφερειακής εκσκαφής και αποτίθενται στην εξοφλημένη από την εκμετάλλευση περιοχή.

β. Εκμετάλλευση ευρείας περιοχής (Area Mining).

Εφαρμόζεται όταν η επιφάνεια του εδάφους και το κοίτασμα είναι σχετικά οριζόντια, έτσι ώστε η ευρύτερη περιοχή να μπορεί να εκμεταλλεύεται από μία διαδοχή λωρίδων (strips). Συνήθως, τα μεγάλα αποθέματα (κυρίως άνθρακα) υφίστανται εκμετάλλευση με μία συνεχή προοδευτική κίνηση ενός επιμήκους μετώπου καλύπτοντας έτσι ολόκληρη την περιοχή της εκμετάλλευσης, πολλές φορές κάτω από συνθήκες μικρής διακύμανσης του πάχους των υπερκειμένων. Η τάση γενικά για αυτού του είδους τις εκμεταλλεύσεις ευνοεί την χρήση μεγάλων μηχανημάτων.



Εικόνα 1.3.1 Μέθοδος Εκμετάλλευσης Strip Mining

Η μέθοδος strip mining εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε πολυστρωματικά κοιτάσματα καθώς τα μικρού βάθους μονοστρωματικά κοιτάσματα τείνουν να εξαντληθούν. Ένας αριθμός τεχνικών έχει αναπτυχθεί με σκοπό την αντιμετώπιση πολυστρωματικών κοιτασμάτων, εξαιτίας όμως της τεράστιας ποικιλίας των γεωμετρικών κυρίως χαρακτηριστικών των κοιτασμάτων, είναι δύσκολο να γίνει ταξινόμηση των μεθόδων αυτών και να υιοθετηθεί μία διαδικασία λογικής επιλογής όπως στην περίπτωση των μονοστρωματικών κοιτασμάτων.

Η μέθοδος επιφανειακής εκμετάλλευσης με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining), που αποτελεί και την κύρια μορφή εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων της χώρας με την εφαρμογή της καλούμενης «γερμανικής μεθόδου», αναλύεται στη συνέχεια.

1.4 Μέθοδος εκμετάλλευσης λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδας

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 την επιλογή της μεθόδου επιφανειακής εκμετάλλευσης

των κοιτασμάτων με την εφαρμογή της συνεχούς εκσκαφής, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων.

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.



Εικόνα 1.4.1 Καδοφόρος εκσκαφέας

Το πεδίο εφαρμογής της είναι οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις πολυστρωματικών κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης 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 συνεχούς λειτουργίας) και η μεταφορά τους με ταινιόδρομους. Στις περιπτώσεις αυτές τα άγωνα υπερκείμενα και ενδιάμεσα μεταφέρονται και αποτίθενται, είτε σε εξωτερικό χώρο (εξωτερική απόθεση) κατά τα

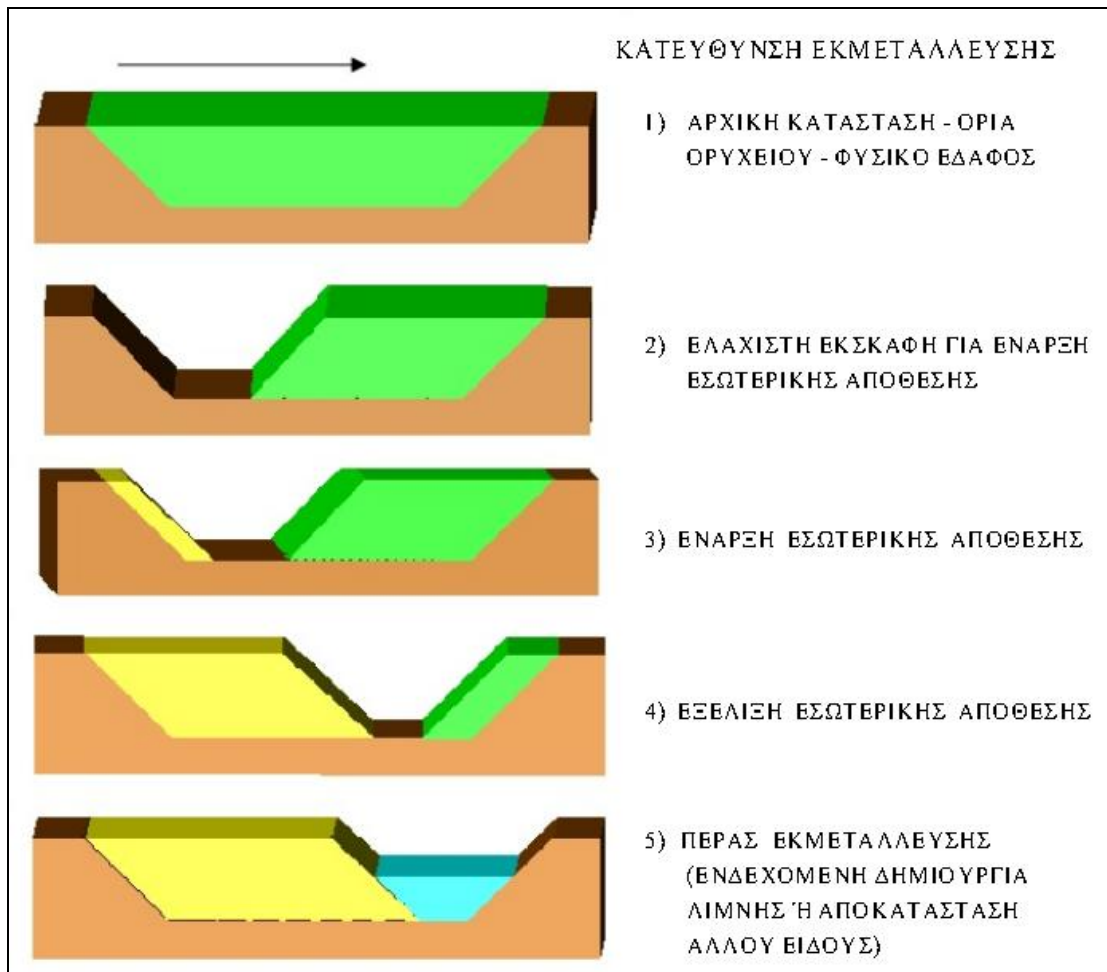
πρώτα χρόνια λειτουργίας του ορυχείου, ή στον εξοφλημένο κενό χώρο του ορυχείου (εσωτερική απόθεση αγόνων σε κοιλότητες, όταν έχει δημιουργηθεί επαρκής χώρος για την υποδοχή τους).

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. 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 πρηνών, 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

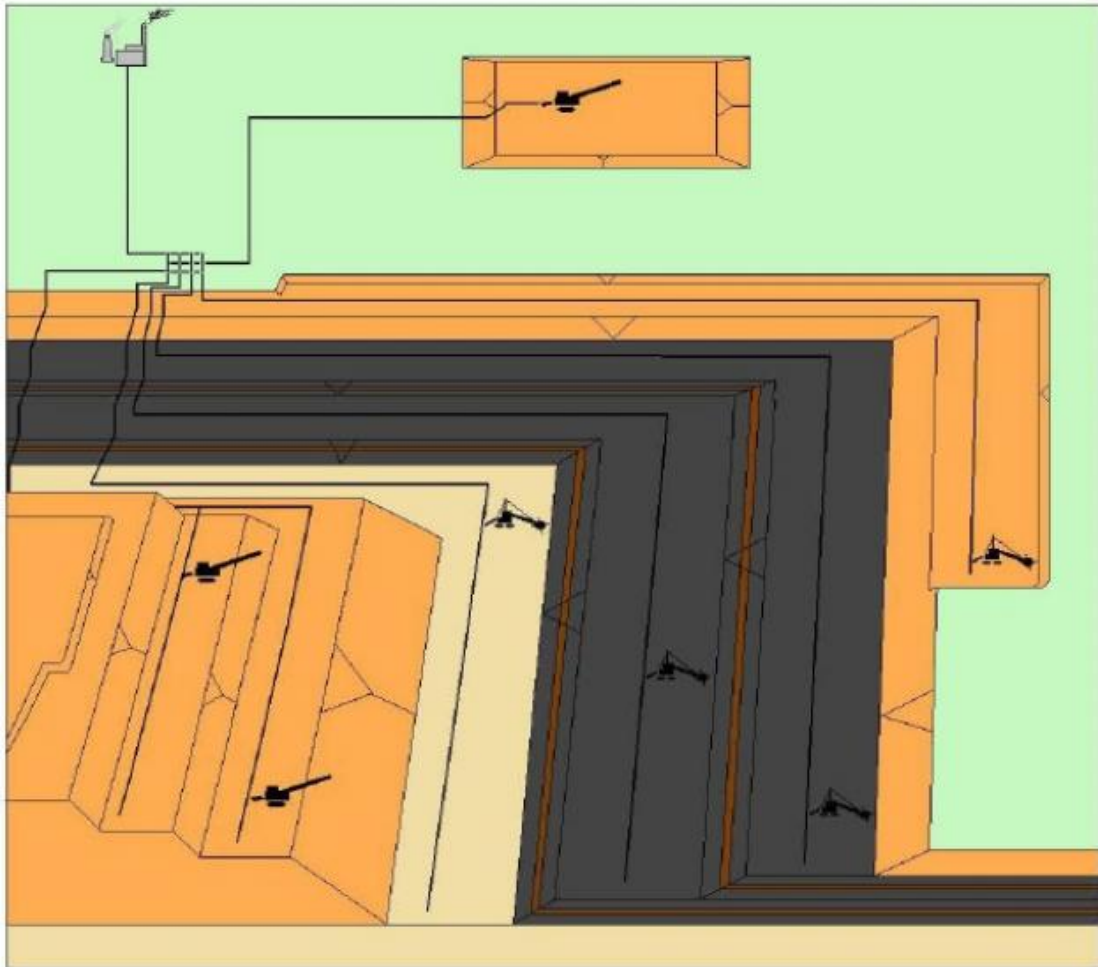
Στο ακόλουθο Σχήμα 1.4.2 εμφανίζονται τα διαδοχικά στάδια της εκμετάλλευσης ενός ορυχείου με τη μέθοδο της επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης. Στα Σχήματα 1.4.3 και 1.4.4 παρουσιάζεται σχηματικά ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου σε κάτοψη και σε τομή, αντίστοιχα.



Σχήμα 1.4.2 Στάδια εξέλιξης της εκμετάλλευσης ορυχείου

Ο κύριος (πάγιος) εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση είναι:

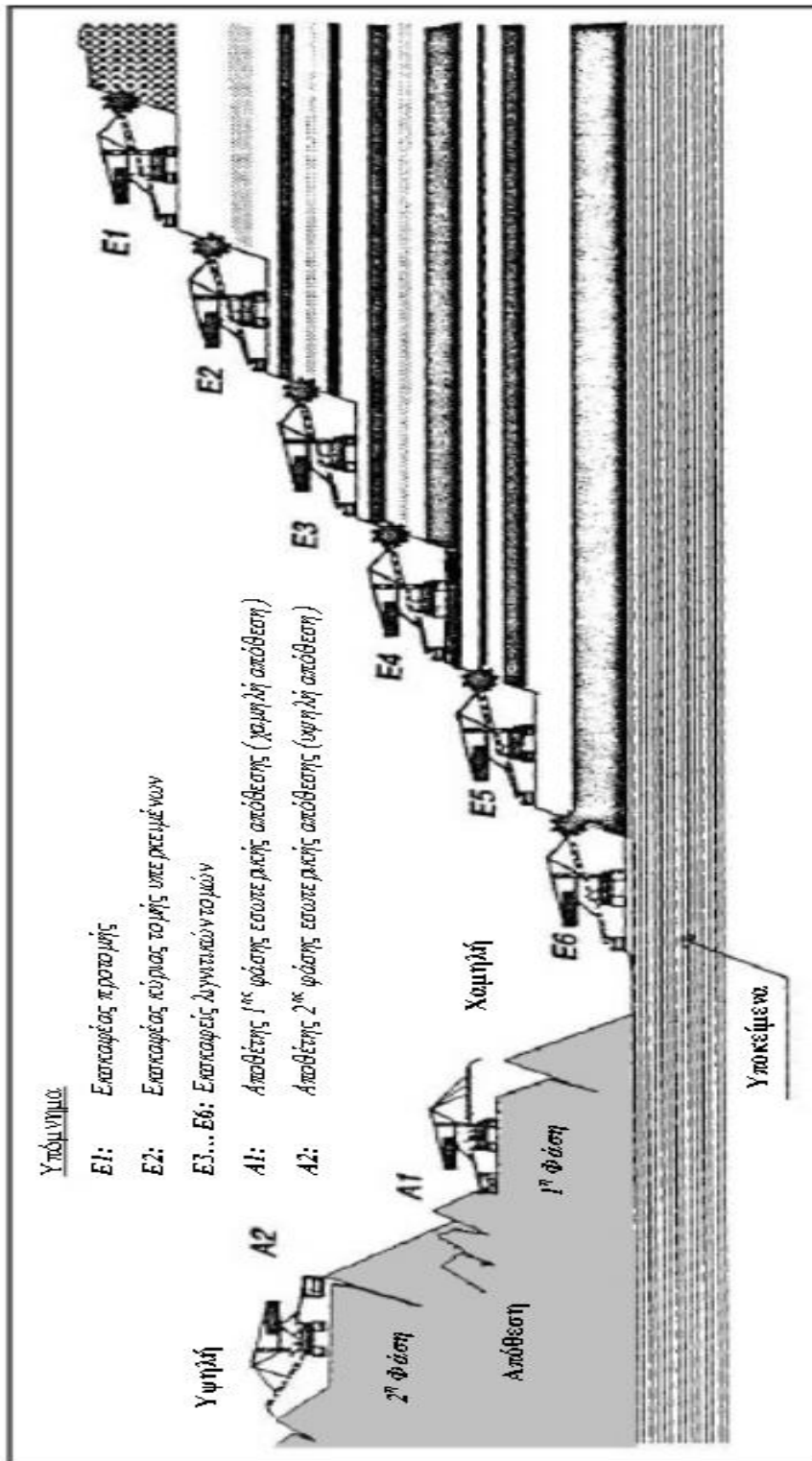
- οι καδοφόροι εκσκαφείς, με μεγάλες δυνατότητες εκσκαφής αγόνων υλικών και λιγνίτη.
- οι ταινιόδρομοι για τη μεταφορά των εξορυσσόμενων υλικών.
- οι αποθέτες για την απόθεση των αγόνων.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Φυσικό έδαφος
Υπερκείμενα
Λιγνίτης
Ενδιάμεσα
Υποκείμενα

Σχήμα 1.4.3 Εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με τη μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων (Κάτοψη)



Σχήμα 1.4.4 Ενδεικτική διάταξη εξοπλισμού για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης με τη μέθοδο επιφανειακής εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων – Τομή

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

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), φορητών αυτοκινήτων, ανατρεπόμενων οχημάτων (dumpers κλπ.) με την χρήση ή μη εκρηκτικών υλών.



Εικόνα 1.4.5 Dumper

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 οικονομικής άποψης, ένας βαθμός απόδοσης (για εξοπλισμό παρόμοιου τύπου) μεγαλύτερος του 70% της μέγιστης εκσκαπτικής δυναμικότητας, κατά τη φάση της πλήρους ένταξης του εξοπλισμού.

Τέλος, στον Πίνακα 1.4.6 συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης συνεχούς εξόρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα πολλαπλών βαθμίδων, που εφαρμόζεται και στα κοιτάσματα λιγνίτη.

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: <ul style="list-style-type: none"> - την εκλεκτική απόληψη των κοιτασμάτων, και - τη συνεχή ροή του εξορυσσόμενου υλικού.
Βασικά μηχανήματα	<ul style="list-style-type: none"> • ΚΑΔΟΦΟΡΟΣ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ (εξόρυξη και φόρτωση αγόνων και λιγνίτη) • ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΣ (μεταφορά αγόνων και λιγνίτη) • ΑΠΟΘΕΤΗΣ (απόθεση αγόνων)

Πίνακας 1.4.6 Βασικά χαρακτηριστικά της επιφανειακής μεθόδου εκμετάλλευσης συνεχούς όρυξης, μεταφοράς και απόθεσης με σύστημα βαθμίδων, που εφαρμόζεται στα Λιγνιτωρυχεία Πτολεμαΐδας

1.5 Διεργασίες Ηλεκτροπαραγωγής σε τυπική μονάδα με καύσιμο Λιγνίτη

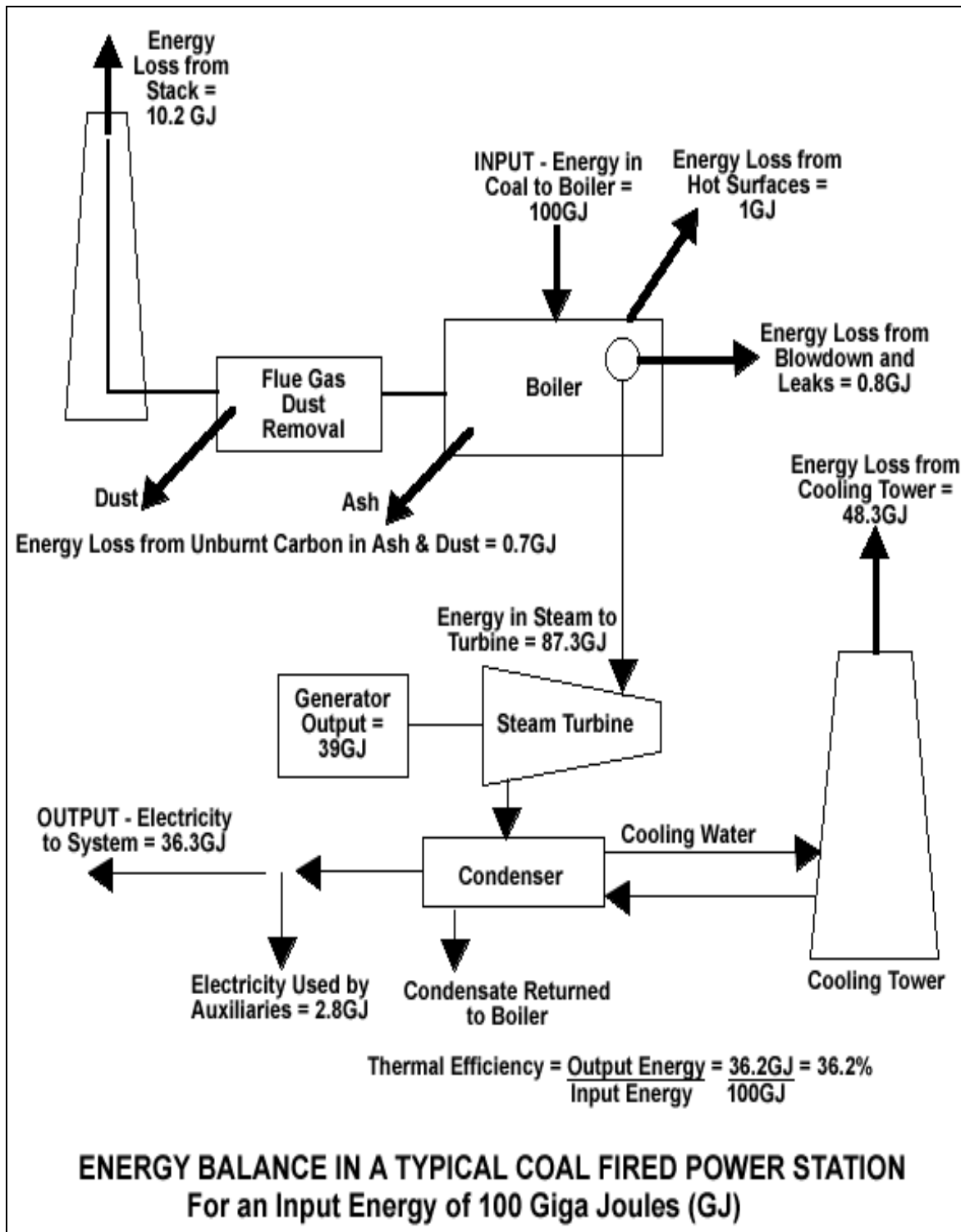
Οι βασικές διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω (Σχήμα 1.5.2) :

- Ο εξορυσσόμενος λιγνίτης μεταφέρεται με μεταφορικές ταινίες στη μονάδα θραύσης.



Εικόνα 1.5.1 Ταινιόδρομος

- Θραύεται πρωτογενώς και μεταφέρεται στη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής.
- Λειοτριβείται σε λεπτομερές μέγεθος τεμαχίων.
- Ο λειοτριβημένος λιγνίτης αναμειγνύεται με αέρα και εισάγεται στο θάλαμο καύσης όπου καίγεται προς παραγωγή θερμότητας(μετατροπή της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε θερμότητα).
- Μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού αντλούνται και κυκλοφορούν σε σωληνώσεις μέσα στο θάλαμο καύσης.
- Το νερό προσλαμβάνει την εκλυόμενη θερμότητα από την καύση και μετατρέπεται σε υπέρθερμο και υψηλής πίεσης ατμό.
- Ο ατμός οδηγείται με σωληνώσεις σε αμοστροβίλους που μετατρέπουν την ενέργεια του ατμού σε κινητική ενέργεια.
- Η κινητική ενέργεια του αμοστροβίλου παράγει, με τη βοήθεια μιας γεννήτριας, ηλεκτρική ενέργεια.
- Η ηλεκτρική ενέργεια μετασχηματίζεται σε υψηλής τάσης ΗΕ και οδηγείται στο Σύστημα μεταφοράς.
- Η τάση της ΗΕ υποβιβάζεται όταν φθάσει κοντά στους καταναλωτές και διανέμεται στους χρήστες.
- Ο θερμός ατμός των αμοστροβίλων οδηγείται στο κύκλωμα συμπύκνωσης και επιστρέφει με τη μορφή νερού στο κύκλωμα ατμοποίησης του θαλάμου καύσης.
- Το νερό ψύξης του θερμού ατμού επιστροφής των αεριοστροβίλων θερμαίνεται και αυτό και αφού περάσει από εναλλάκτες θερμότητας επιστρέφει στη λίμνη από την οποία αντλήθηκε έχοντας αυξημένη θερμοκρασία

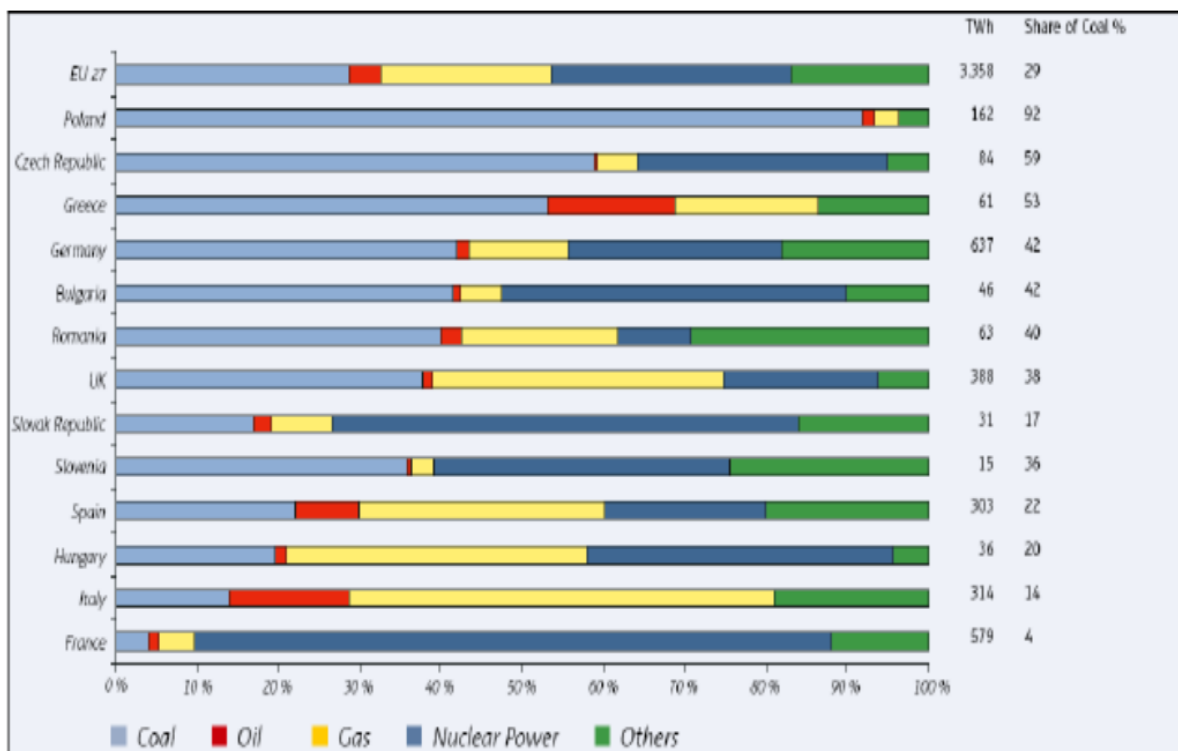


Σχήμα 1.5.2 Βασικές διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη

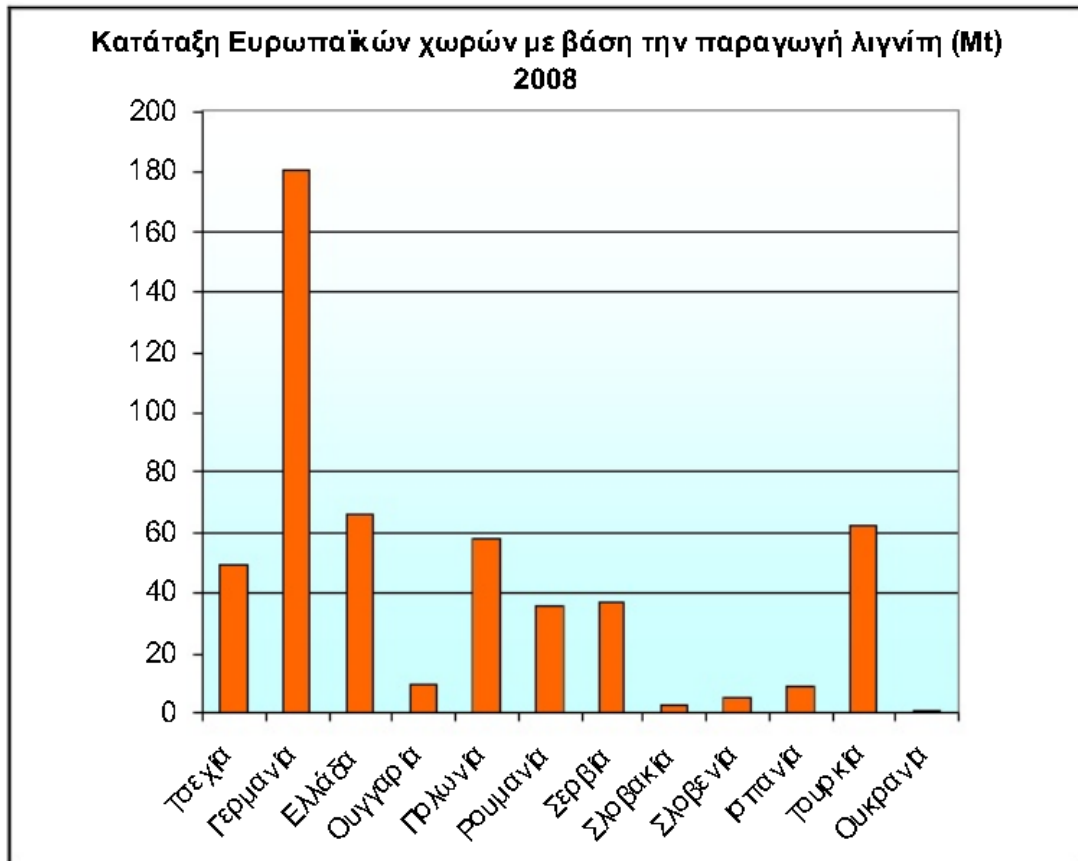
1.6 Ο Λιγνίτης στον Ευρωπαϊκό Χώρο

Ο λιγνίτης διαθέτει παγκοσμίως τα μεγαλύτερα αποθέματα από όλα τα ορυκτά καύσιμα. Αυτά επαρκούν για εκατοντάδες χρόνια, σε αντίθεση με αυτά του πετρελαίου και του φυσικού αερίου τα οποία περιορίζονται σε μερικές δεκαετίες. Η παραγωγή λιγνίτη στον ευρωπαϊκό χώρο κατά το έτος 2000 ήταν 542 εκ. τόνοι. Οι κύριες λιγνιτοπαραγωγικές χώρες βρίσκονται στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. Αυτές είναι οι: Γερμανία, Πολωνία, Τουρκία, Ελλάδα, Τσεχίας, Βουλγαρία, Ρουμανία, Ουγγαρία, και Ισπανία κλπ.. Το ποσοστά αυτά κυμαίνονται ανά χώρα. Για παράδειγμα σύμφωνα με στοιχεία του 2007, στην Πολωνία η συμμετοχή του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή ξεπερνά το 90 %, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στη Γαλλία ανέρχεται περίπου στο 4%. Το αντίστοιχο ποσοστό για την Ελλάδα είναι 53% (βλ. Διάγραμμα 1.6.1).

Το ποσοστό συμμετοχής του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μεγάλο στις κύριες λιγνιτοπαραγωγικές χώρες, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.6.1, με την Ελλάδα να κατέχει την 3^η θέση, ακολουθώντας την Τσεχία στη 2^η θέση (59%) και την Πολωνία στην 1^η θέση (92%).



Διάγραμμα 1.6.1 Μερίδιο συμμετοχής διαφόρων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, σε επίπεδο Ε.Ε. για το έτος 2007 (EUROSTAT, 2007)



Διάγραμμα 1.6.2 Κατάταξη Ευρωπαϊκών χωρών με βάση την παραγωγή λιγνίτη

1.7 Ο Λιγνίτης στο Διεθνή Χώρο

Ο λιγνίτης που εξορύσσεται δεν εξάγεται συνήθως αλλά χρησιμοποιείται από τις ίδιες τις χώρες παραγωγής του και μάλιστα κοντά στα σημεία όπου βρίσκονται τα αποθέματά του.

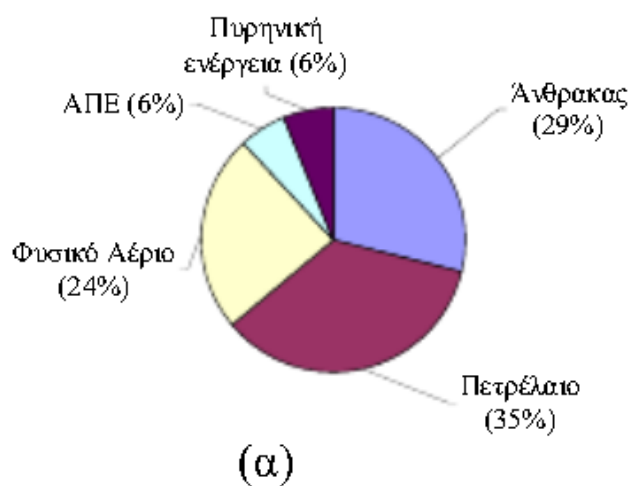
Χρησιμοποιείται κατά 90% σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τα οποία βρίσκονται σε άμεση γειτονία με τα ορυχεία εξόρυξής του. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη χαμηλή θερμαντική ικανότητα του, η οποία δεν επιτρέπει οικονομικά τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις. Ο λιγνίτης ανήκει στα κοιτάσματα άνθρακα χαμηλής ποιότητας και σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Άνθρακα και Λιγνίτη (European Association for Coal and Lignite, EURACOAL) το 2007 το 40% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής προερχόταν από άνθρακα (λιθάνθρακας και λιγνίτης), ενώ η συμμετοχή του στην πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας έφτασε το 29% περίπου(Διάγραμμα 1.7.1).

Τα συνολικά βεβαιωμένα αποθέματα άνθρακα στον κόσμο σύμφωνα με στοιχεία του 2008 ανέρχονται σε 8.710 btce (δισ. τόνους ισοδύναμου άνθρακα), από τα οποία το 17% είναι λιγνίτης. Από το σύνολο των αποθεμάτων άνθρακα παγκοσμίως μόνο το 3% έχει ήδη αποληφθεί. Περίπου το 5% των αποθεμάτων βρίσκονται στην Ευρώπη.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα γνωστά σήμερα αποθέματα λιγνίτη όπως και άνθρακα επαρκούν για περίπου 40 χρόνια, τη στιγμή που το αντίστοιχο χρονικό διάστημα για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο ισούται με 30 χρόνια.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα γαιανθράκων και κατ' επέκταση λιγνίτη, αποτελούν σημαντικά ενεργειακά αποθέματα εφόσον παρουσιάζουν έντονη γεωγραφική εξάπλωση σε πάνω από 100 χώρες παγκοσμίως και με ομαλή κατανομή σχεδόν σε όλες τις ηπείρους. Αντίθετα τα αποθέματα φυσικού αερίου και πετρελαίου είναι συγκεντρωμένα σε μικρό αριθμό χωρών και κυρίως σε περιοχές που τα τελευταία χρόνια χαρακτηρίζονται από αστάθεια και συγκρούσεις.

Σε χώρες με σημαντική παραγωγή λιγνίτη το ποσοστό συμμετοχής του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μεγάλο. Μόλις το 1% του εξορυσσόμενου λιγνίτη παγκοσμίως εξάγεται, σε αντίθεση με το πετρέλαιο, του οποίου το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 57%, το φυσικό αέριο (20%) και τον ορυκτό άνθρακα (13%).





Διάγραμμα 1.7.1 Συμμετοχή των διαφόρων πηγών ενέργειας στην(α) πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας(β) στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε παγκόσμιο επίπεδο για το έτος 2007

1.8 Πλεονεκτήματα Λιγνίτη στην εγχώρια παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η λιγνιτική δραστηριότητα που αναπτύχθηκε μέχρι σήμερα στο νομό Κοζάνης, στη Δ. Μακεδονία γενικότερα και στην Μεγαλόπολη, για την ενεργειακή αξιοποίηση των εκτεταμένων κοιτασμάτων λιγνίτη αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες και σημαντικότερες εγχώριες κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες στον τομέα της ενέργειας, αφού χάρη στον λιγνίτη που εξορύσσεται στα λιγνιτωρυχεία του ΛΚΔΜ-ΛΚΜ, η ΔΕΗ καταφέρνει να καλύπτει για πολλές δεκαετίες και με αξιόπιστο τρόπο τις πάσης φύσεως ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας.

Η συμβολή του λιγνίτη στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της χώρας έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό τις τελευταίες δεκαετίες. Το εθνικό πρόγραμμα ηλεκτροδότησης καθώς επίσης και η ασφαλής τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας, βασίζονται μέχρι σήμερα σε μεγάλο ποσοστό στο λιγνίτη, καθώς παρουσιάζει συνοπτικά τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Ο λιγνίτης είναι εγχώρια πηγή, έτσι παρέχει ασφάλεια τροφοδοσίας και υπάρχει δυνατότητα χάραξης μιας μακροπρόθεσμης ενεργειακής πολιτικής της χώρας.
- Η εκμετάλλευση του λιγνίτη και η παραγωγή ηλεκτρισμού συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη των περιοχών όπου λειτουργούν τα ορυχεία και οι θερμοηλεκτρικές μονάδες. Ενδεικτικά, η αξιοποίηση του κοιτάσματος Πτολεμαΐδας έχει δημιουργήσει πάνω από 10000 θέσεις εργασίας (εκμετάλλευση, παραγωγή, προμήθεια υλικών, υπηρεσίες) συμβάλλοντας σε κάποιο βαθμό στο τοπικό εισόδημα, στη μείωση της αστυφιλίας και στην καταπολέμηση της ανεργίας, τουλάχιστον σε τοπικό επίπεδο.
- Η ηλεκτρική ενέργεια με καύση λιγνίτη μπορεί να παράγεται με ανταγωνιστικό κόστος, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα αρκετά χαμηλές τιμές ρεύματος συγκριτικά με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Σύμφωνα με τα οικονομικά και παραγωγικά μεγέθη των τελευταίων ετών η παραγωγή λιγνίτη έχει αυξηθεί κατά 10% και η παραγωγικότητα κατά 35%, με αντίστοιχη μείωση στο κόστος του εξορυσσόμενου λιγνίτη, καθιστώντας το μέσο κόστος της λιγνιτικής KWh ως το χαμηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος όλων των άλλων ανταγωνιστικών καυσίμων.
- Η χρήση του λιγνίτη υποκαθιστά τα εισαγόμενα καύσιμα ή την εισαγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, με άμεση συνέπεια την εξοικονόμηση συναλλάγματος
- Στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, τα λιγνιτωρυχεία και οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί διασφαλίζουν την δυνατότητα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής ενέργειας. Σήμερα η θέρμανση της Πτολεμαΐδας και της Κοζάνης γίνεται με τηλεθέρμανση, δηλαδή ζεστό νερό, το οποίο διασφαλίζεται από τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς της περιοχής.

1.9 Περιβαλλοντικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις από τη χρήση Λιγνίτη

Η ΔΕΗ, είναι η 5^η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής λιγνίτη στον κόσμο, ενώ οι πιο ρυπογόνοι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί στην Ευρώπη είναι αυτοί του Αγίου Δημητρίου και της Καρδιάς στην Κοζάνη (σύμφωνα με έκθεση της WWF). Οι συνέπειες στο περιβάλλον και ευρύτερα στο βιοτικό επίπεδο των κατοίκων των γύρω περιοχών είναι ανυπολόγιστες:

- Ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός παραγωγής ενέργειας, ακόμα και με τις πιο σύγχρονες «αντιρρυπαντικές» τεχνολογίες, εκπέμπει τεράστιες ποσότητες αέριων ρύπων και παράγει ετησίως χιλιάδες τόνους στέρεων αποβλήτων, κυρίως σε μορφή τέφρας. Ενδεικτικά, μία λιγνιτική μονάδα ισχύος 660MW, εκπέμπει περισσότερο από 4 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα(CO₂) ετησίως, επιδεινώνοντας το πρόβλημα της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη.
- Οι σταθμοί της ΔΕΗ στην Ελλάδα εκλύουν κάθε χρόνο 43 εκατ. τόνους διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ποσό που αποτελεί το 40% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας.
- Εκτός από τα αέρια του θερμοκηπίου, ένας λιγνιτικός σταθμός προκαλεί τεράστια τοπική ρύπανση με άλλους επικίνδυνους ρύπους, όπως διοξείδιο του θείου (SO₂) που προκαλεί όξινη βροχή, οξείδια του αζώτου (NOx) που συντελούν στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, αλλά και με την εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων επικίνδυνων μικροσωματιδίων, που αποτελούν βασική αιτία πνευμονοπαθειών και άλλων παθήσεων. Πιο συγκεκριμένα, τα επικίνδυνα μικροσωματίδια στην περιοχή της Κοζάνης ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια σχεδόν κάθε στιγμή της ημέρας, ενώ η μέση ετήσια τιμή είναι σχεδόν διπλάσια της επιτρεπόμενης. Ο μέσος όρος τιμών στην Πτολεμαΐδα και τη Φλώρινα είναι επίσης πάνω από τα επιτρεπτά όρια.
- Στους αέριους ρύπους περιλαμβάνονται σε σημαντικές ποσότητες επικίνδυνα τοξικά μέταλλα, όπως υδράργυρος που βλάπτει την νευρολογική ανάπτυξη στα παιδιά και τα έμβρυα, χρώμιο, αρσενικό, νικέλιο κα. Αυτά τα μέταλλα μάλιστα βρίσκονται σε ακόμα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα στερεά απόβλητα του σταθμού (ιπτάμενη τέφρα και τέφρα πυθμένα) που συνήθως απορρίπτονται σε ανοιχτή τοποθεσία πλησίον των σταθμών.



Εικόνα 1.9.1 Εκπομπή αερίων ρύπων από ΑΗΣ

- Οι εργασίες εξόρυξης απογυμνώνουν το έδαφος, μειώνουν τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, παράγουν τεράστιους όγκους αποβλήτων και γεμίζουν τις γειτονικές κοινότητες με σωματίδια σκόνης και μπάζα. Η εξόρυξη οδηγεί στην απώλεια γόνιμων εδαφών μέσω της διάβρωσης, ενώ οι διαρροές στα κοντινά ύδατα καταστρέφουν τα ποτάμια και η ατμόσφαιρα κατά καιρούς καλύπτεται από σύννεφα σκόνης.
- Δραματικές είναι και οι επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα. Καταρχάς γιατί τα ορυχεία μολύνουν τα επιφανειακά νερά, και επιπλέον γιατί τα εργοστάσια της ΔΕΗ προχωρούν σε υπεράντληση νερού.
- Η δραματική περιβαλλοντική υποβάθμιση από τη λειτουργία των λιγνιτωρυχείων και των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, ουσιαστικά σημαίνει πως η τοπική οικονομία εγκαταλείπει κάθε ελπίδα βιώσιμης ανάπτυξης και υπονομεύονται παραγωγικές δραστηριότητες, όπως η κτηνοτροφία, η ποιοτική γεωργία και ο τουρισμός.

- Πρόσφατη μελέτη του ΑΠΘ για τις επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων των περιοχών δραστηριότητας εκμετάλλευσης λιγνίτη, έδειξε ότι τα ποσοστά καρκίνου έχουν υπερδιπλασιαστεί σε σχέση με πριν από μία εικοσαετία, ενώ τα εγκεφαλικά και καρδιακά επεισόδια εμφανίζονται είκοσι φορές συχνότερα. Η εισπνοή ρυπογόνων αερίων από κοντινή απόσταση και ακόμα περισσότερο η εισπνοή τέφρας προσβάλλει περισσότερο γυναίκες και παιδιά, με κρούσματα, μεταξύ άλλων, αλλεργιών και άσθματος. Σύμφωνα με έρευνα μάλιστα, το 90% των κατοίκων των περιοχών αυτών αντιμετωπίζει προβλήματα στο ρινικό σύστημα και το 70% στο κάτω βρογχικό. Επίσης τονίζεται ότι η εισπνοή της τέφρας είναι άκρως επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία.

Είναι δεδομένο ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των πληθυσμών της ευρύτερης περιοχής, ενώ ελλοχεύει ο κίνδυνος ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα από την ύπαρξη βαρέων μετάλλων στην απορριπτόμενη τέφρα. Ο Πίνακας 1.9.2 παρουσιάζει τις εκπομπές των βασικότερων ρύπων ενός Λιγνιτικού σταθμού ισχύος 660MW.

Εκπομπές ρύπων από την ηλεκτροπαραγωγή ενός λιγνιτικού σταθμού ισχύος 660 MW		
Εκπομπές ρύπων	Τόνοι ανά έτος (t/y)	Γραμμάρια ανά κιλοβατώρα (g/kWh)
Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	4.682.373	1.122
Εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO ₂)	14.923	3,57
Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO _x)	7.827	1,88
Εκπομπές σωματιδίων (TSP)	995	0,24
<i>εκ των οποίων</i>	696,5	0,17
• Εκπομπές μικροσωματιδίων PM ₁₀	497,5	0,12
• Εκπομπές μικροσωματιδίων PM _{2,5}		

Πίνακας 1.9.2

Η τεχνολογία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) θα μπορούσε να αντικαταστήσει μεγάλο μέρος των συμβατικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, η ηλιακή, αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία

στη χώρα – καθώς υπάρχουν όλες οι προϋποθέσεις π.χ. μεγάλη ηλιοφάνεια, δυνατοί άνεμοι κοκ, εκπονώντας παράλληλα ένα ολοκληρωμένο σχέδιο απορρόφησης και απασχόλησης τόσο των σημερινών, όσο και νέων εργαζομένων, στους νέους ενεργειακούς τομείς γενικότερα και στην δραστηριότητα ηλεκτροπαραγωγής πιο συγκεκριμένα.

1.10 Οι χρήσεις του Λιγνίτη στην Ελλάδα

Στη χώρα μας ο λιγνίτης χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα πολύ μικρό μέρος διατίθεται για την παραγωγή μπρικέττας και ξηρού λιγνίτη, που χρησιμοποιούνται για οικιακή και βιοτεχνική χρήση. Η χρήση του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκμεταλλεύεται μόνο το 1/3 περίπου της περιεχόμενης θερμικής ενέργειας. Τα υπόλοιπα 2/3 αποβάλλονται στην ατμόσφαιρα ως θερμικά απόβλητα. Για αυτό το λόγο γίνονται πολυετείς έρευνες που έχουν σαν αντικείμενο την επίτευξη, του όσο το δυνατό, μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης γίνεται. Σήμερα η επίτευξη βαθμού απόδοσης πάνω από 40% αποτελεί ήδη μια πραγματικότητα. Σε περιπτώσεις συνδυασμένων κύκλων αναμένεται πολύ σύντομα να επιτευχθούν βαθμοί απόδοσης πάνω από 50%.

Σε παγκόσμια κλίμακα η έρευνα για εξηλεκτρικές χρήσεις και για τον εξευγενισμό των στερεών καυσίμων συνεχίζεται εδώ και πολλά χρόνια με εντεινόμενους ρυθμούς, επειδή τα παγκόσμια αποθέματα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου επαρκούν για μερικές δεκαετίες, ενώ τα αποθέματα των στερεών καυσίμων για πολλαπλάσια χρόνια. Σε χώρες όπως η Γερμανία και οι ΗΠΑ, η εξαερίωση (gasification), η υγροποίηση (liquefaction), αλλά και η παραγωγή και καύση εξευγενισμένων λιγνιτικών αιωρημάτων (coal slurries) είναι τεχνολογίες έτοιμες, που αναμένουν τις κατάλληλες οικονομικές συγκυρίες.

Οι βασικές διεργασίες εξευγενισμού του λιγνίτη είναι οι εξής:

- Ξήρανση- Μπρικεττοποίηση
- Εξανθράκωση
- Εξαερίωση
- Υδρογόνωση
- Εμπλουτισμός

Σημειώνεται ότι δεν επιδέχονται εξευγενισμό όλα τα κοιτάσματα λιγνίτη και έτσι σε πολλές περιπτώσεις μοναδικός τρόπος αξιοποίησης είναι η καύση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Από τις παραπάνω διεργασίες εξευγενισμού του λιγνίτη, μπορούν να παραχθούν μια σειρά προϊόντων και παραπροϊόντων, όπως:

- Μπρικέττες ξηρού λιγνίτη
- Κονιοποιημένος ξηρός λιγνίτης
- Ξηρή λιγνιτόσκονη
- Ημικόκ
- Ενεργός άνθρακας (Εικόνα 1.10.1)
- Αιωρήματα λιγνίτη
- Εμπλουτισμένος λιγνίτης



Εικόνα 1.10.1 Ενεργός Άνθρακας

2.1 Η Δ.Ε.Η. Σήμερα

Η ΔΕΗ Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη εταιρεία παραγωγής και η μοναδική εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, που προμηθεύει με ηλεκτρική ενέργεια περίπου 7,5 εκατομμύρια παροχές. Στην ιδιοκτησία της ανήκει επίσης και το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Με την τεράστια υποδομή σε εγκαταστάσεις ορυχείων λιγνίτη, μονάδων παραγωγής, γραμμών μεταφοράς και δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που έχει δημιουργήσει, η ΔΕΗ Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη βιομηχανική επιχείρηση στην Ελλάδα, ως προς τα πάγια ενεργητικά στοιχεία. Κατά τη διάρκεια του έτους 2008 η εταιρεία παρήγαγε περίπου το 91% από τις 57,5 TWh ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθησαν στην Ελλάδα και διήλθαν από τα δίκτυα μεταφοράς.



Εικόνα 2.1.1 Πυλώνας Υψηλής Τάσης Ηλ.Ρεύματος

Στην ηπειρωτική Ελλάδα, το μέγιστο της παραγωγικής ισχύος είναι συγκεντρωμένο στο βόρειο τμήμα της χώρας, κοντά στα μεγάλα λιγνιτωρυχεία, τα οποία αποτελούν την κυριότερη πηγή καυσίμου. Στα νησιά, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από την απόσταση των νησιών από την ηπειρωτική Ελλάδα, και συνεπώς από τη δυνατότητα υποθαλάσσιας σύνδεσής τους με το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής Ελλάδας. Τα νησιά του Ιονίου όπως επίσης και ορισμένα του Αιγαίου είναι συνδεδεμένα με το σύστημα μεταφοράς

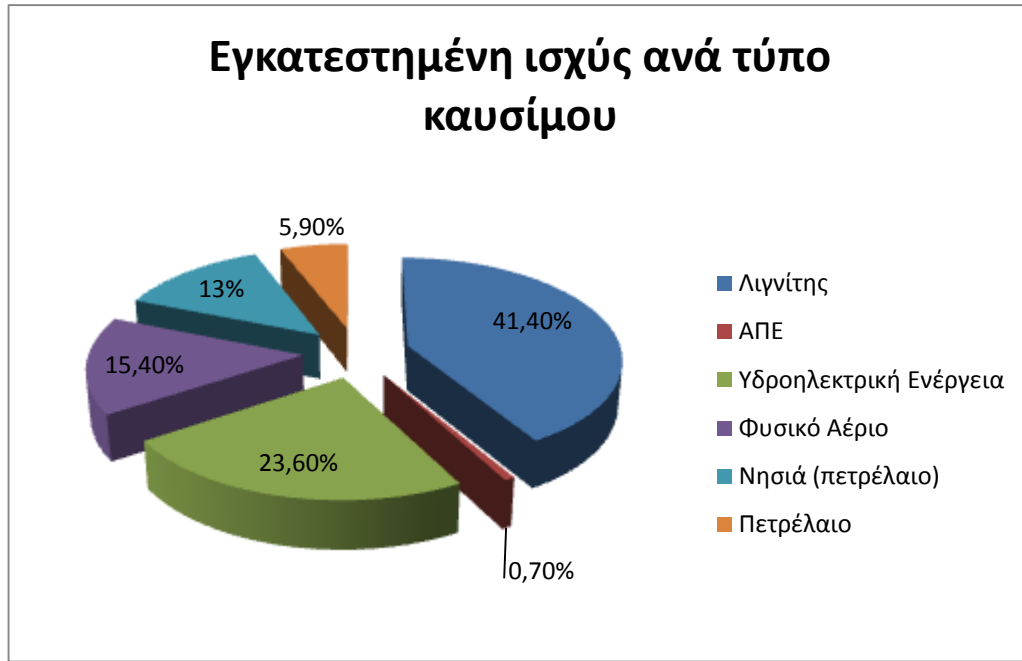
ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής Ελλάδας και μαζί με το σύστημα αυτό αποτελούν το «διασυνδεδεμένο σύστημα». Τα υπόλοιπα νησιά, τα οποία αναφέρονται ως «μη διασυνδεδεμένα νησιά», εξυπηρετούνται από αυτόνομους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι λειτουργούν κατά κύριο λόγο με πετρέλαιο και δευτερευόντως με αιολική ενέργεια. Οι περισσότεροι σταθμοί παραγωγής στα μη διασυνδεδεμένα νησιά είναι μικρού μεγέθους λόγω του περιορισμένου αριθμού των παροχών που εξυπηρετούν. Ο Πίνακας 2.1.2 παρουσιάζει στοιχεία σχετικά με τη λειτουργική δραστηριότητα της ΔΕΗ κατά την τριετία 2006-2008. Στο Σχήμα 2.1.3 φαίνονται τα ποσοστά της εγκατεστημένης ισχύος της ΔΕΗ ανά τύπο καυσίμου.

Πίνακας 2.1.2 Στοιχεία λειτουργικής δραστηριότητας ΔΕΗ Α.Ε. (Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε., Ετήσιο Δελτίο Εταιρικής Χρήσης 2008).

31 Η ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ	2008	2007	2006
Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	12.843	12.760	12.695
Καθαρή Παραγωγή (TWh) ⁽¹⁾	52,4	53,9	52,1
Πωληθείσα ηλεκτρική ενέργεια στους τελικούς καταναλωτές (TWh) ⁽²⁾	56,9	56,1	54,7
Πελάτες (σε εκατ.)	7,5	7,4	7,2
Αριθμός εργαζομένων	23.611	24.602	26.208
Πελάτες ανά εργαζόμενο	316	299	276
Πωλήσεις ανά εργαζόμενο (MWh)	2.412	2.282	2.088

(1): Η καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ισούται με τη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μείον την εσωτερική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που οφείλεται στη διαδικασία παραγωγής.

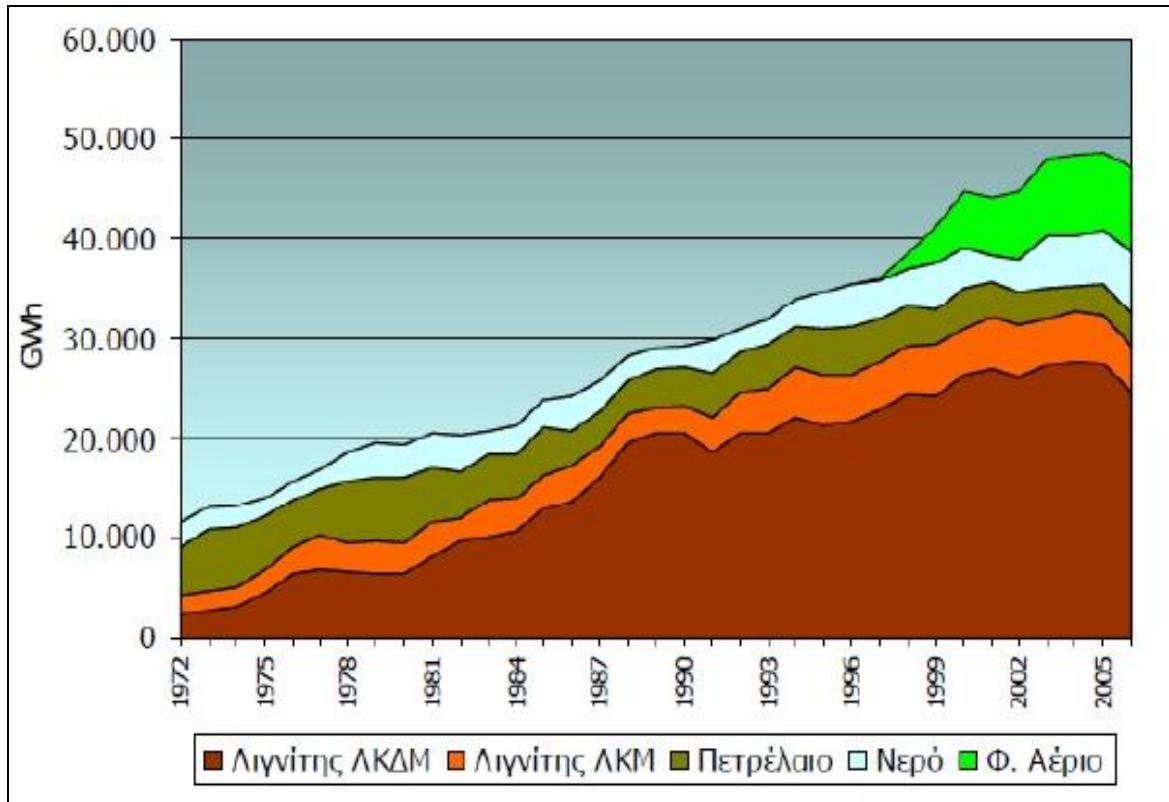
(2): Συμπεριλαμβάνονται οι πωλήσεις στα ορυχεία της ΔΕΗ και σε πελάτες στο εξωτερικό.



Σχήμα 2.1.3 Ποσοστά της εγκατεστημένης ισχύος της ΔΕΗ ανά τύπο καυσίμου.

Το Σχήμα 2.1.4 παρουσιάζει το προφίλ της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα για τα έτη 1972 έως 2006 από όπου συμπεραίνεται ότι ενώ 30 χρόνια πριν (εποχή της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης), ο λιγνίτης αντιπροσώπευε το 38,2% της ηλεκτροπαραγωγής στο βασικό ηπειρωτικό δίκτυο, την τελευταία δεκαετία και στο πλαίσιο της εθνικής στρατηγικής για την αξιοποίηση εθνικών ενεργειακών πόρων, το ποσοστό αυτό αυξήθηκε σε 66,2% το 2005 (έχοντας αγγίξει και ποσοστά κοντά στο 80% πριν την έλευση του φυσικού αερίου).

Στο σύνολο της ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ (συμπεριλαμβανομένων δηλαδή και των νησιών), ο λιγνίτης αντιπροσωπεύει το 60% της ηλεκτροπαραγωγής, ενώ αν συμπεριληφθούν οι εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας και οι μονάδες ΑΠΕ των ιδιωτών, ο λιγνίτης είχε το 2005 ένα μερίδιο της τάξης του 55,5 %.



Σχήμα 2.1.4 Το προφίλ της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα(ηπειρωτικό δίκτυο, διασυνδεδεμένο σύστημα, 1972-2005)

2.2 Ιστορική Διαδρομή της Δ.Ε.Η.

Η Δ.Ε.Η (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) ιδρύθηκε το 1950 με σκοπό να παράγει και να μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα. Όμως η ηλεκτρική ενέργεια που πλέον τη θεωρούμε ως δεδομένο αγαθό στην καθημερινή μας διαβίωση, δεν παρεχόταν τόσο εύκολα παλαιότερα στην ελληνική κοινωνία.

Κάνοντας μια ιστορική ανασκόπηση βλέπουμε ότι την περίοδο πριν το 1950 μόνο πόλεις με τοπικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής είχαν ηλεκτρικό ρεύμα ενώ μετά το 1950 γίνεται προσπάθεια μαζικής παραγωγής και διανομής του ηλεκτρισμού. Μπορούμε να αναλογισθούμε τη δυσκολία αυτής της προσπάθειας λόγω της τότε δεδομένης τεχνολογίας, αλλά και της οικονομικής κατάστασης της χώρας μετά τον πόλεμο. Εκείνη την περίοδο, ξεκίνησε να υλοποιείται ολοκληρωτικά το σχέδιο για την κατασκευή εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής.

Το «ηλεκτρικό ρεύμα» έφτασε στην Ελλάδα το έτος 1889 και μέχρι το 1950 υπήρχαν τετρακόσιες (400) περίπου εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιούσαν οι ως άνω εταιρείες για την παραγωγή ενέργειας ήταν το πετρέλαιο και ο γαιάνθρακας που εισάγονταν από το εξωτερικό. Αυτή η κατάτμηση της παραγωγής, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, καθιστούσε την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος πολύ υψηλή (τριπλάσιες ή και πενταπλάσιες τιμές απ' αυτές που ίσχυαν στις Ευρωπαϊκές χώρες) και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα ήταν ένα αγαθό πολυτελείας. Μέχρι το 1938 οι λιγνιτικές εμφανίσεις στη χώρα, παρουσίαζαν ενδιαφέρον μόνο για τους κατοίκους των γειτονικών οικισμών, ως υποκατάστατο του ξύλου, για τις ανάγκες οικιακής θέρμανσης.

Η πρώτη προσπάθεια για την εκμετάλλευση λιγνιτικών κοιτασμάτων στη χώρα, άρχισε στο Αλιβέρι (Εύβοια) το 1873. Δυστυχώς, μια φοβερή πλημμύρα το 1897 κατέστρεψε όλες τις επιφανειακές και υπόγειες εγκαταστάσεις εξόρυξης. Η εκμετάλλευση ξανάρχισε μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Το 1922 η ετήσια παραγωγή έφθασε τους 23.000 τόνους και διατηρήθηκε μέχρι το 1927. Το επόμενο έτος η εκμετάλλευση σταμάτησε για οικονομικούς λόγους.

Πανελλαδικό ενδιαφέρον άρχισε να παρουσιάζεται όταν οι ελληνικοί σιδηρόδρομοι εξέτασαν το ενδεχόμενο χρήσης του λιγνίτη για την κίνηση των ατμομηχανών τους. Έτσι ξεκίνησαν οι γεωτρητικές έρευνες. Η πρώτη συστηματική έρευνα ξεκίνησε το έτος 1937 από τον Γερμανό καθηγητή Kegel, ο οποίος, αφού ερεύνησε την περιοχή Πτολεμαΐδας-Κοζάνης, πρότεινε την όρυξη 186 γεωτρήσεων, οι οποίες εκτελέσθηκαν μεταξύ των ετών 1937-1940 και από τις οποίες διαπιστώθηκαν αποθέματα λιγνίτη ύψους 300.000.000 τόνων. Το 1939 εκδηλώνεται η πρώτη σοβαρή προσπάθεια αξιοποίησης του λιγνίτη με τη σύνταξη της έκθεσης του Kegel.

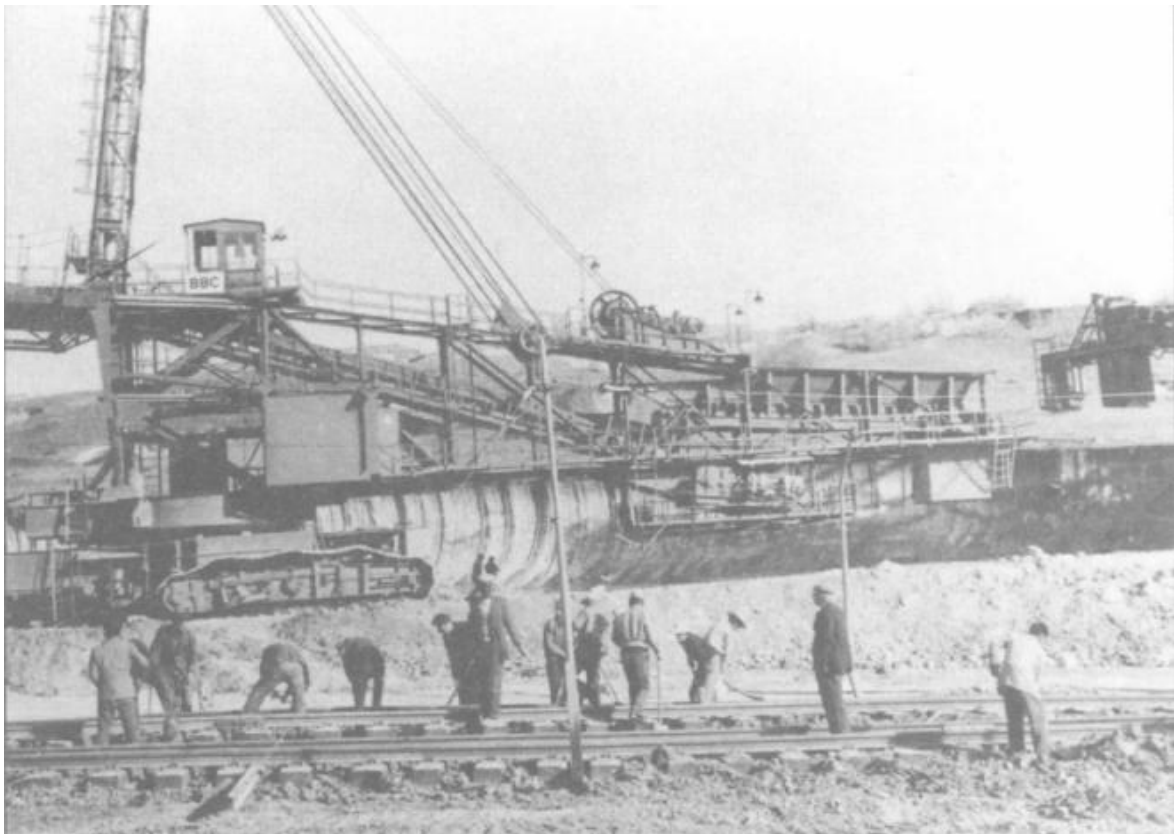
Η έκθεση του Kegel αποτελεί σημαντικό σταθμό για την έρευνα και εκμετάλλευση του λιγνίτη στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, αφού για πρώτη φορά αναφέρεται ότι ο άξονας της Φλώρινας-Πτολεμαΐδας-Κοζάνης αποτελεί την πλουσιότερη περιφέρεια της Ελλάδας σε συγκέντρωση λιγνίτη, εκτιμώντας τα δυνατά αποθέματα με τις ελάχιστες πληροφορίες της εποχής εκείνης, σε 6 δισ. τόνους και ότι το κοίτασμα αυτό αποτελεί τον σημαντικότερο ενεργειακό φορέα της εθνικής οικονομίας.

Το 1955 η Α.Ε.Ε.Χ.Π. και Λ. (Ανώνυμος Ελληνική Εταιρεία Χημικών Προϊόντων και Λιπασμάτων) ίδρυσε την εταιρεία ΛΙΠΤΟΛ (Λιγνίτες

Πτολεμαΐδας) που είχε ως αντικείμενο την εκμετάλλευση του λιγνίτη και την αξιοποίησή του για την παραγωγή μπρικετών, αζωτούχων λιπασμάτων, καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη δεκαετία του 1950, άρχισε η γεωτρητική έρευνα από φορείς της Πολιτείας (ΙΓΜΕ, ΛΙΠΤΟΛ κ.λ.π.), με σκοπό την αναζήτηση και αξιολόγηση των λιγνιτικών κοιτασμάτων. Η έρευνα αυτή εντατικοποιήθηκε και έγινε πιο συστηματική μετά το 1975 και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν κρίνονται ιδιαίτερα θετικά.

Το 1957 η εταιρία ΛΙΠΤΟΛ άνοιξε το πρώτο ορυχείο ευρείας επιφανειακής εκμετάλλευσης στο Κύριο Πεδίο, με στόχο ετήσια παραγωγή το 1960 τους 4.600.000 τόνους. Το 1959, καθ' υπόδειξη της Ελληνικής κυβέρνησης, μεταβιβάστηκε το μερίδιο του Μποδοσάκη από τη ΛΙΠΤΟΛ στη ΔΕΗ (90%) και στην ΕΤΕ (10%). Το 1967, η ΛΙΠΤΟΛ ανέθεσε την εκπόνηση κοιτασματολογικών μελετών στην περιοχή νότια του εξάρματος του Κομάνου, όπου υπολογίσθηκαν αποθέματα ύψους 355.000.000 τόνων λιγνίτη.



Εικόνα 2.2.1 Εκσκαφείας LMG (1959)

Την περίοδο 1966-1968 εκτελέσθηκαν ερευνητικές γεωτρήσεις στην περιοχή νότια του Ορυχείου Καρδιάς γνωστή και ως Νότιο Πεδίο, όπου τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της έρευνας οδήγησαν τη διοίκηση της ΛΙΠΤΟΛ να προτείνει την εκτέλεση λεπτομερούς έρευνας. Το έτος 1975 η ΛΙΠΤΟΛ συγχωνεύθηκε στη ΔΕΗ.

Την περίοδο 1957-2009 οι συνολικές εκσκαφές των ορυχείων Πτολεμαΐδας ανήλθαν σε 4931,86 εκ. m³ και η παραγωγή λιγνίτη σε 1189,89 εκ. t (Πίνακας 2.2.2). Σήμερα η εκμετάλλευση του λιγνίτη στην ευρύτερη λεκάνη Πτολεμαΐδας ανήκει στην αρμοδιότητα της Δ/σης Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (Δ.Λ.Κ.Δ.Μ.).

	ΚΥΡΙΟ ΠΕΔΙΟ				ΠΕΔΙΟ ΚΑΡΔΙΑΣ		ΝΟΤΙΟ ΠΕΔΙΟ	ΣΥΝΟΛΟ
	ΒΟΡΕΙΟ ΠΕΔΙΟ	ΚΟΜΑΝΟΣ	ΜΑΥΡΟ-ΠΗΓΗ	ΚΥΡΙΟ ΠΕΔΙΟ	ΚΑΡΔΙΑ	ΤΟΜΕΑΣ 6		
Όγκος συνολικών εκσκαφών (10 ⁶ Fm ³)	385,41	450,17	143,71	376,03	605,77	935,97	1.796,80	4.693,86
Σχέση εκμετάλλευσης (m ³ άγονων /t λιγνίτη)	3,20	4,52	5,28	2,18	2,02	3,18	3,98	3,26

Πίνακας 2.2.2 Απολογιστικά στοιχεία Ορυχείων Πτολεμαΐδας(1957-2008) ως προς τον όγκο των συνολικών εκσκαφών(106Fm3) και ως προς τη σχέση εκμετάλλευσης (m3άγονων/t λιγνίτη)

Η κατασκευή του πρώτου Ατμοηλεκτρικού Σταθμού (ΑΗΣ) της ΔΕΗ, στα τέλη της δεκαετίας του 1950, έδωσε ώθηση στην οικονομική ανάπτυξη στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν άλλες δύο μεγάλες ατμοηλεκτρικές μονάδες στις περιοχές του νομού Φλωρίνης (περιοχή Αμυνταίου) και το 1987 εντός του νομού Κοζάνης (αλλά εκτός των διοικητικών ορίων της Πτολεμαΐδας) στην περιοχή Αγίου Δημητρίου. Σύμφωνα με στοιχεία του 2009 στην περιοχή εξορύχτηκαν 43,3 εκ. t λιγνίτη με τα οποία τροφοδοτήθηκαν οι αντίστοιχες λιγνιτικές μονάδες, με συμμετοχή 63% στην παραχθείσα ενέργεια από το διασυνδεδεμένο δίκτυο της ΔΕΗ την πενταετία 1999-2004, με μέγιστη τιμή παραγωγής 32.100 GWh, η οποία σημειώθηκε το έτος 2001. Από την παραγωγή αυτή, που αποτελεί και το ρεκόρ παραγωγής από συστάσεως των μονάδων, 26.790 GWh παρήχθησαν από τις λιγνιτικές μονάδες της Δ.Λ.Κ.Δ.Μ.

2.3 Λιγνιτωρυχείο Αλιβερίου

Το έτος 1950 η ΔΕΗ ανέλαβε την εκμετάλλευση του λιγνιτικού κοιτάσματος Αλιβερίου και ανέθεσε τη μελέτη ανάπτυξης του λιγνιτωρυχείου και την επίβλεψη της όλης εκμετάλλευσης στην Αμερικανική εταιρία “PIERCE MANAGEMENT INC.”. Στις 10 Μαΐου η “PIERCE MANAGEMENT INC.” αποχώρησε και η ΔΕΗ ανέλαβε εξ ολοκλήρου τη διεύθυνση του έργου.

Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος Αλιβερίου χρονολογείται πριν από τη ΔΕΗ, περί το 1915. Η ποσότητα λιγνίτη που εξορύχτηκε από διάφορες ιδιωτικές εταιρίες έως το 1950 εκτιμάται σε 2 εκ.τ περίπου.

Η συνολική παραγωγή από το 1951 έως το 1988 ανήλθε σε $18,6 \times 10^6$ τόνους, τα $14,6 \times 10^6$ τόνοι από υπόγεια εκμετάλλευση έως το 1980 και τα υπόλοιπα $4,0 \times 10^6$ τόνοι από επιφανειακή εκμετάλλευση (1974-1988).



Εικόνα 2.3.1 Τραίνο Αλιβερίου

2.4 Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας - Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης

Η έναρξη των εκσκαφών στα λιγνιτωρυχεία Πτολεμαΐδας έγινε το έτος 1957 (ορυχείο Κυρίου Πεδίου), στο λιγνιτωρυχείο Μεγαλόπολης το έτος 1970 (ορυχείο Θωκνίας) και στο λιγνιτωρυχείο Αμυνταίου το έτος 1984.

Τα λιγνιτωρυχεία, που μέχρι σήμερα εντάχτηκαν στο σύστημα εκμετάλλευσης του ΛΚΔΜ και έχει ήδη ολοκληρωθεί η εξόφλησή τους, είναι τα ακόλουθα:

- Ορυχείο Κυρίου Πεδίου: Λειτουργία ορυχείου από 1957-1986
- Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς: Λειτουργία ορυχείου από 1971-1995

Σήμερα στο ΛΚΔΜ λειτουργούν τα παρακάτω 5 συγκροτήματα ορυχείων:

- Ορυχείο Κυρίου Πεδίου: Περιλαμβάνει τις εκμεταλλεύσεις Βόρειου Πεδίου και Πεδίου Κομάνου, που αποτελούν τη διάδοχη κατάσταση του εξοφληθέντος κοιτάσματος του Κυρίου Πεδίου.
- Ορυχείο Πεδίου Καρδιάς: Από το 1995 το ορυχείο αυτό περιλαμβάνει την εκμετάλλευση του Τομέα 6 και καλύπτει ανάγκες του ΑΗΣ Καρδιάς.
- Ορυχείο Νοτίου Πεδίου: Περιλαμβάνει την εκμετάλλευση του ομώνυμου πεδίου, είναι το μεγαλύτερο ορυχείο της ΔΕΗ με προγραμματισμένη ετήσια παραγωγή 18-22 εκ. τον.
- Ορυχείο Πεδίου Αμυνταίου: Περιλαμβάνει τις εκμεταλλεύσεις του Πεδίου Αναργύρων και του κυρίως Πεδίου Αμυνταίου.
- Ορυχείο Βορειοδυτικού Πεδίου ή Πεδίου Μαυροπηγής: Αποτελεί τη διάδοχη εκμετάλλευση των ορυχείων Βόρειου Πεδίου και Κομάνου. Οι εργασίες αρχικής διάνοιξης του Ορυχείου Μαυροπηγής βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη.

Στο ΛΚΜ η εκμετάλλευση έχει ολοκληρωθεί στο ορυχείο Θωκνίας που λειτούργησε από το 1970 έως το 1994. Επίσης, περιλαμβάνει τα ορυχεία Χωρεμίου, Μαραθούσας και Κυπαρισσίων στα οποία η εκμετάλλευση ξεκίνησε το 1973, το 1989 και το 1987 αντίστοιχα.

2.5 Σύντομο ιστορικό των ορυχείων της λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδας

Στη Δυτική Μακεδονία και συγκεκριμένα στην περιοχή της Πτολεμαΐδας του νομού Κοζάνης είναι συγκεντρωμένο το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας. Η λιγνιτοφόρος λεκάνη Πτολεμαΐδας αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης τεκτονικής τάφρου, η οποία αρχίζει Β-ΒΔ από την περιοχή των Ελληνο-σκοπιανών συνόρων στην περιοχή της Φλώρινας και συνεχίζεται Ν-ΝΑ πέρα από την πόλη των Σερβίων μέχρι την Ελασσόνα.

Η δραστηριότητα της ΔΕΗ στη λιγνιτοφόρο λεκάνη της Πτολεμαΐδας βασίζεται στην εκμετάλλευση των μεγάλων λιγνιτικών κοιτασμάτων της περιοχής για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σημαντική συμμετοχή στο ισοζύγιο της χώρας.

Σήμερα είναι εγκατεστημένοι στην ευρύτερη περιοχή (περιλαμβανομένου και του Αμυνταίου και του ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ) τέσσερις μεγάλοι λιγνιτικοί σταθμοί συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 4.050 MW. Οι σταθμοί αυτοί τροφοδοτούνται με τον αντίστοιχο λιγνίτη που παράγεται από τα τέσσερα ορυχεία της ευρύτερης λεκάνης τα οποία ανήκουν στην αρμοδιότητα του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας της ΔΕΗ Α.Ε.



Εικόνα 2.5.1 Λιγνιτορυχείο Πτολεμαΐδας-Κοζάνης

Ιστορικά, η λιγνιτική ανάπτυξη της περιοχής αρχίζει από την εποχή του Β' παγκοσμίου πολέμου. Μέχρι τότε οι λιγνιτικές εμφανίσεις στη χώρα μας παρουσίαζαν ενδιαφέρον μόνο για τους κατοίκους των γειτονικών οικισμών, σε επίπεδο οικιακής οικονομίας, για ανάγκες θέρμανσης κυρίως. Από τις μέχρι σήμερα έρευνες (τέλη δεκαετίας 1990) τα γεωλογικά αποθέματα της χώρας μας υπολογίζονται σε περίπου 9 δις τόνους, από τα οποία βεβαιωθέντα είναι 5 δις τόνοι, τα δυνατά αποθέματα σε 2.5 δις και τα πιθανά υπολογίζονται σε 1.5 δις τόνους. Με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα και με βάση τις μέχρι σήμερα κοιτασματολογικές έρευνες, εκμεταλλεύσιμα είναι περίπου 4 δις τόνοι που ισοδυναμούν με 550εκ. τόνους πετρελαίου.

Στη Δ. Μακεδονία και συγκεκριμένα στην τεκτονική τάφρο, που αναπτύσσεται στον άξονα Φλώρινας- Πτολεμαΐδας- Κοζάνης- Ελασσόνας, είναι συγκεντρωμένο το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας, που αποτελεί το 65-70% του συνολικού αποθέματος της χώρας. Τα βέβαια γεωλογικά αποθέματα, που είναι συγκεντρωμένα στην ευρύτερη λεκάνη Πτολεμαΐδας, ξεπερνούν τα 3,5 δις τόνους λιγνίτη.

Η προσπάθεια, σε μεγάλη κλίμακα, για την ενεργειακή αξιοποίηση του λιγνίτη Πτολεμαΐδας ξεκίνησε το 1955, με το υπαίθριο λιγνιτωρυχείο της εταιρείας ΛΙΠΤΟΛ (Λιγνιτωρυχείο Πτολεμαΐδας) στο Κύριο Πεδίο, ετήσιας δυναμικότητας 1,8 εκ. t/έτος που προοριζόταν για την παραγωγή ηλεκτρικής μπρικέτας ξηρού λιγνίτη, χημικών και αζωτούχων λιπασμάτων (βιομηχανικό συγκρότημα ΛΙΠΤΟΛ).

Στα σχεδόν 50 χρόνια, που πέρασαν από την έναρξη της εκμετάλλευσης του λιγνίτη στην περιοχή Πτολεμαΐδας μέχρι σήμερα, η ΔΕΗ ανέπτυξε μια γιγαντιαία και ασυνήθιστη, για τα ελληνικά δεδομένα, επενδυτική, αναπτυξιακή και παραγωγική δραστηριότητα. Το Ενεργειακό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας αποτελεί σήμερα το μεγαλύτερο ενεργειακό κέντρο της χώρας και ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης.

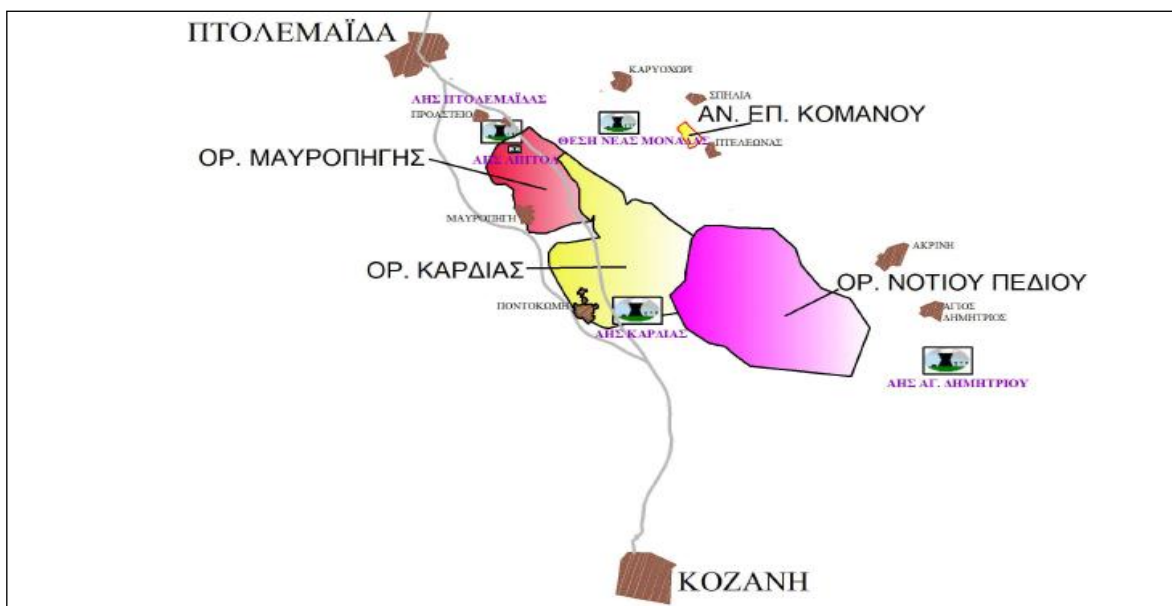
Τα βεβαιωμένα αποθέματα της ευρύτερης περιοχής Πτολεμαΐδας επαρκούν να τροφοδοτήσουν τις σήμερα εγκατεστημένες λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής για ακόμη 50 χρόνια. Όπως αναφέρθηκε, η συστηματική εκμετάλλευση του κοιτάσματος Πτολεμαΐδας ξεκίνησε το 1955 από το επιφανειακό λιγνιτωρυχείο του Ορυχείου Κυρίου Πεδίου.

2.6 Εγχώρια Αποθέματα Λιγνίτη

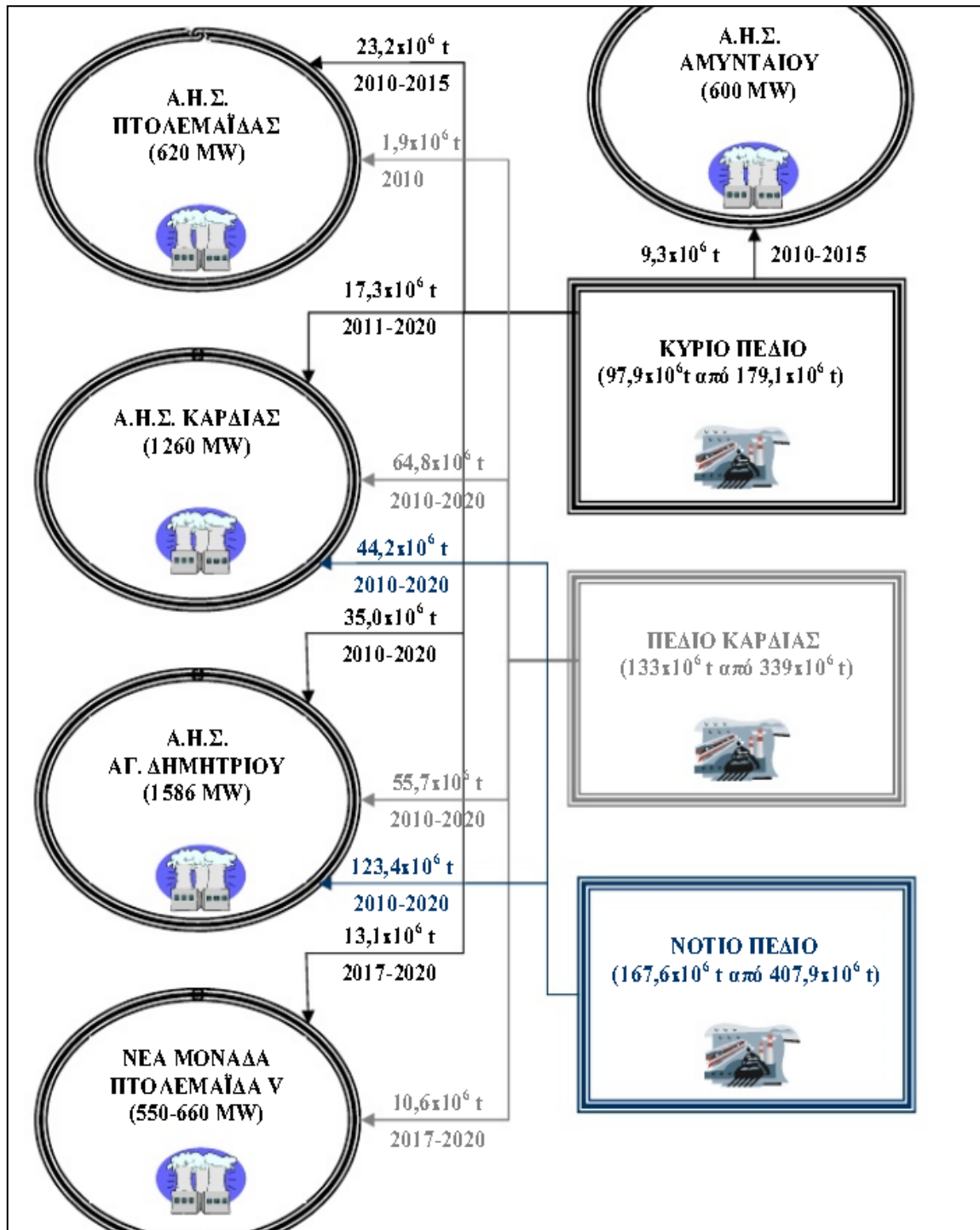
Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικές ποσότητες λιγνιτικών κοιτασμάτων που η μέχρι σήμερα αξιοποίησή τους συμβάλει στην ενεργειακή ανάπτυξη της χώρας και διασφαλίζει ως ένα βαθμό την ενεργειακή της επάρκεια.

Οι λιγνίτες των κοιτασμάτων Δυτικής Μακεδονίας και Μεγαλόπολης που βρίσκονται υπό εκμετάλλευση ανήκουν στην κατηγορία των φτωχών στερεών καυσίμων. Η ποιότητα τους διαφοροποιείται όχι μόνο από ορυχείο σε ορυχείο αλλά και μεταξύ στρωμάτων του ίδιου ορυχείου. Η θερμιδική δύναμη του ελληνικού λιγνίτη κυμαίνεται μεταξύ 1.050-1.100 kcal/kg στα κοιτάσματα της Μεγαλόπολης, μεταξύ 1.800-2.300 kcal/kg στα κοιτάσματα της Φλώρινας, μεταξύ 1.300-1.400 kcal/kg στα κοιτάσματα της Πτολεμαΐδας και μεταξύ 1.050-1.300 kcal/kg στα κοιτάσματα του Αμυνταίου.

Στην παρούσα φάση η μεταλλευτική δραστηριότητα στα ορυχεία Πτολεμαΐδας αναπτύσσεται σε 3 πεδία: στο Κύριο Πεδίο, που περιλαμβάνει το Ορυχείο Μαυροπηγής και το Ορυχείο Ανατολικής Επέκτασης Κομάνου, στο Πεδίο Καρδιάς, που περιλαμβάνει το Ορυχείο Ν.Δ. Πεδίου- Υψηλάντη και το Ορυχείο Οικισμού Κομάνου και στο Νότιο Πεδίο που περιλαμβάνει το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου. Τα ορυχεία αυτά τροφοδοτούν και τους υφιστάμενους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Α.Η.Σ.) Πτολεμαΐδας, Καρδιάς, Αγ. Δημητρίου και Λ.Κ.Δ.Μ., συνολικής ισχύος 3.509 MW, και πρόκειται να τροφοδοτήσουν και τον υπό ανέγερση ΑΗΣ Πτολεμαΐδας V, ισχύος 550-660 MW, ο οποίος προβλέπεται να τεθεί σε λειτουργία το 2017.

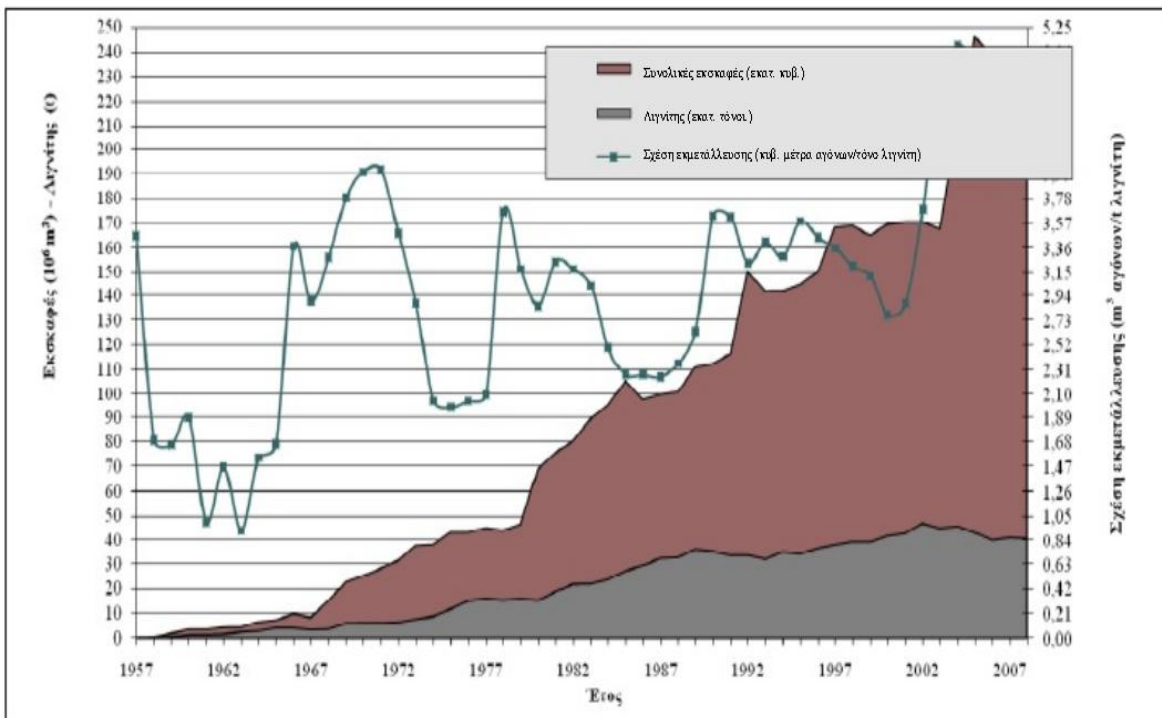


Στο Διάγραμμα 2.6.1 δίνεται η σχεδιαζόμενη συνέργεια των Ορυχείων Πτολεμαΐδας και των αντίστοιχων Α.Η.Σ.



Διάγραμμα 2.6.1

Στο Διάγραμμα 2.6.2 παρουσιάζεται η εξέλιξη των συνολικών εκσκαφών της παραγωγής λιγνίτη και της σχέσης εκμετάλλευσης από το 1957 έως το 2009. Συνολικά, από την έναρξη της εκμετάλλευσης στα ορυχεία Πτολεμαΐδας έως το τέλος του 2009, οι συνολικές εκσκαφές ανήλθαν σε $4.931,86 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και η παραγωγή λιγνίτη σε $1.189,89 \cdot 10^6 \text{ t}$.



Διάγραμμα 2.6.2 Εξέλιξη των συνολικών εκσκαφών της παραγωγής λιγνίτη και της σχέσης εκμετάλλευσης (1957-2009)

Η εκμετάλλευση των λειτουργούντων σήμερα ορυχείων Πτολεμαΐδας της ΔΕΗ προβλέπεται ως εξής:

- Ανατολική Επέκταση Κομάνου (Κύριο Πεδίο) έως το έτος 2012
- Ορυχείο Μαυροπηγής (Κύριο Πεδίο) έως το έτος 2039
- Ορυχείο οικισμού Κομάνου (Πεδίο Καρδιάς) έως το έτος 2013
- Ορυχείο ΝΔ Πεδίου- Υψηλάντη (Πεδίο Καρδιάς) έως το έτος 2050
- Νότιο Πεδίο έως το έτος 2044

Τα συνολικά αποθέματα στην περιοχή των ορυχείων Πτολεμαΐδας προβλέπεται να καλύψουν μέρος των αναγκών του προγραμματισμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ της χώρας έως το 2050 περίπου.

Στον Πίνακα 2.6.3, παρακάτω, παρουσιάζονται ανά λιγνιτικό πεδίο των ορυχείων Πτολεμαΐδας συγκεντρωτικά η παραγωγή λιγνίτη, καθώς και οι απομένουσες εκσκαφές και αποθέματα λιγνίτη από 1.1.2010. Ο πίνακας περιλαμβάνει επίσης τις αντίστοιχες σχέσης εκμετάλλευσης και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απομενόντων αποθεμάτων λιγνίτη.

ΟΡΥΧΕΙΟ		ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΜΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΛΙΓΝΙΤΗ (10 ⁶ t)	ΕΚΣΚΑΦΕΣ (10 ⁶ m ³)	ΣΧΕΣΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ (m ³ /t)	ΜΕΣΗ ΤΕΦΡΑ ΕΠΙΞΕΡΟΥ (%)	ΜΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΜΕΣΗ ΚΑΤΩΤ. ΘΕΡΜΟΓ. ΔΥΝΑΜΗ (kcal/kg)
ΚΥΡΙΟ ΠΕΔΙΟ	Πεδίο Μαυροπηγής	174,1	831,0	3,9	29,2	56,6	1280
	Ανατολική Επέκταση Κομάνου – Ορυχείο Κομάνου	5,0	34,0	6,0	31,5	53,1	1239
	Σύνολο Κύριου Πεδίου	179,1	865,0	4,0	29,3	56,5	1279
ΠΕΔΙΟ ΚΑΡΔΙΑΣ	Νοτιοδυτικό Πεδίο - Υψηλάντη	324,0	2051,0	5,5	27,7	55,5	1410
	Οικισμός Κομάνου	15,0	77,0	4,3	27,8	56,8	1330
	Σύνολο Πεδίου Καρδιάς	339,0	2128,0	5,4	27,7	55,6	1406
ΝΟΤΙΟ ΠΕΔΙΟ	Ορυχείο Νότιου Πεδίου	407,9	2910,0	6,3	28,4	55,7	1300
ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ		926,0	5903,0	5,5	28,3	55,8	1335

Πίνακας 2.6.3

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

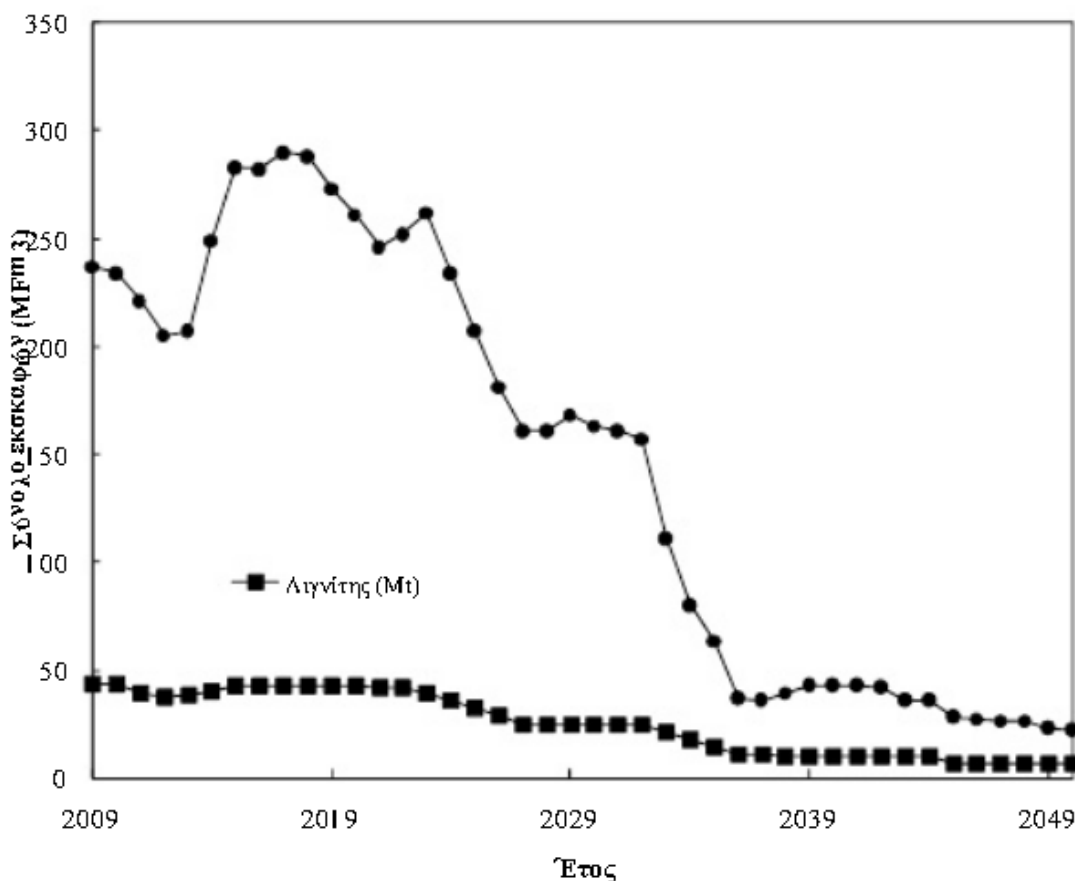
- Τα περισσότερα απομένοντα αποθέματα λιγνίτη εντοπίζονται στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου του ομώνυμου πεδίου ($407,9 \times 10^6$ t)
- Σημαντικά αποθέματα λιγνίτη (339×10^6 t) απομένουν και στο Πεδίο Καρδιάς, εκ των οποίων 324×10^6 t στο Ορυχείο Νοτιοδυτικού Πεδίου – Υψηλάντη και 15×10^6 t στο Ορυχείο Οικισμού Κομάνου.
- Στο Κύριο Πεδίο τα απομένοντα αποθέματα λιγνίτη ανέρχονται συνολικά σε $179,1 \times 10^6$ t και εντοπίζονται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στο Ορυχείο Πεδίου Μαυροπηγής. Ειδικότερα στο Ορυχείο Πεδίου Μαυροπηγής εντοπίζονται $174,1 \times 10^6$ t και τα υπόλοιπα $5,0 \times 10^6$ t στο Ορυχείο Ανατολικής Επέκτασης Κομάνου.

Η ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα στην Ελλάδα βασίστηκε στο λιγνίτη, ένα καύσιμο στρατηγικής σημασίας, διότι δίνει ασφάλεια εφοδιασμού, έχει χαμηλό κόστος εξόρυξης στο βαθμό που έχουμε επιφανειακά και όχι υπόγεια ορυχεία, με πτωτικές τάσεις τιμής τα τελευταία χρόνια, διασφαλίζει σταθερή χαμηλή τιμή παραγόμενης κιλοβατώρας, συντελεί στην

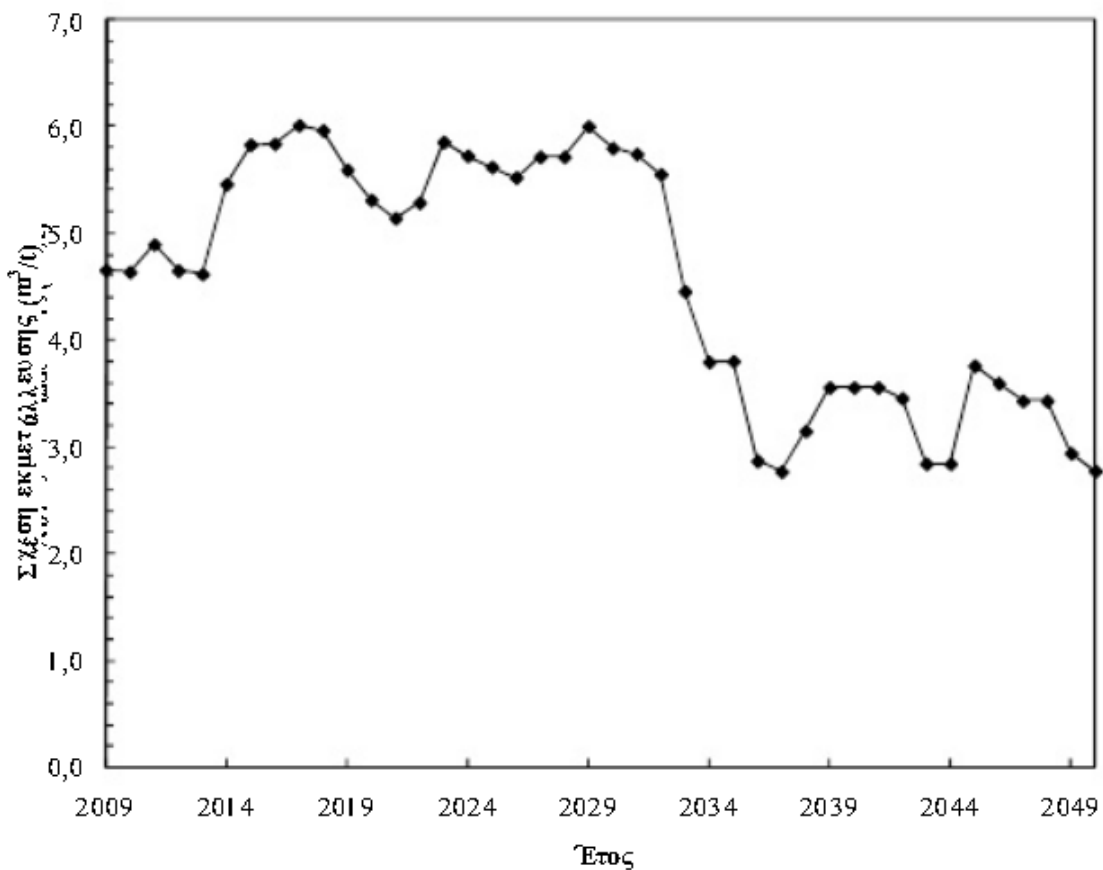
περιφερειακή ανάπτυξη και την απασχόληση, αποφέρει στην Ελλάδα μεγάλη εξοικονόμηση συναλλάγματος, περίπου 1 δις ευρώ ετησίως, συντελεί στην αύξηση του ΑΕΠ και υπάρχουν διαθέσιμα αποθέματα για 50 χρόνια.

Τα εκμεταλλεύσιμα λιγνιτικά κοιτάσματα είναι 1.876 εκ τόνοι στη Δυτική Μακεδονία, 900 εκ τόνοι στη Δράμα, 169 εκ τόνοι στην Ελασσόνα και 251 εκ τόνοι στην Μεγαλόπολη. Τα αποθέματα του λιγνίτη με βάση τους σημερινούς ρυθμούς κατανάλωσης επαρκούν για περίπου 40 χρόνια στην περιοχή Δυτικής Μακεδονίας και 20 χρόνια στην περιοχή της Μεγαλόπολης.

Στα Διαγράμματα 2.6.4 και 2.6.5 που ακολουθούν, δίνεται σχηματικά για τα Ορυχεία Πτολεμαΐδας η ετήσια εξέλιξη από 01.01.2009 των συνολικών εκσκαφών (αγόνων και λιγνίτη), της συνολικής παραγωγής λιγνίτη και της σχέσης εκμετάλλευσης μέχρι το τέλος λειτουργίας τους.



Διάγραμμα 2.6.4 Ετήσια εξέλιξη (από 01.01.2009) των συνολικών εκσκαφών (αγόνων και λιγνίτη) και της συνολικής παραγωγής λιγνίτη στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας της ΔΕΗ (ΔΕΗ Α.Ε.)



Διάγραμμα 2.6.5 Ετήσια εξέλιξη (από 01.01.2009) της σχέσης εκμετάλλευσης στα Ορυχεία Πτολεμαΐδας της ΔΕΗ (ΔΕΗ Α.Ε.)

2.7 Ορυχείο Μαυροπηγής (Θέση, Αποθέματα, Γενικά Στοιχεία)

Η περιοχή ενδιαφέροντος βρίσκεται περίπου 85 km Δ-ΝΔ της Θεσσαλονίκης, στο Νομό Κοζάνης (Δυτική Μακεδονία) και οριοθετείται: ανατολικά από το όρος Βέρμιο, δυτικά από το όρος Άσκιο (υψόμετρο +1.406 m) και νότια από το όρος Σκοπός (υψόμετρο +1.280 m). Το ανάγλυφο της περιοχής είναι ήπιο, συνίσταται από χαμηλούς λόφους και το υψόμετρο κυμαίνεται από +525 m έως +700 m στο εσωτερικό των λεκανών, ενώ στις κλιτύες αυτών φτάνει τα +1.000 m. Οι πλησιέστερες μεγάλες πόλεις είναι η Κοζάνη (~10 km) και η Πτολεμαΐδα (~4 km). Εντός της άμεσης περιοχής επέμβασης βρίσκονται οι οικισμοί Μαυροπηγής, Ποντοκόμης και Πτελεώνα. Στην άμεση περιοχή μελέτης και πλησιέστερα προς την άμεση περιοχή επέμβασης βρίσκονται οι οικισμοί Σπηλιά (~500 m), Αγ. Χριστόφορος και Καρυχώρι (~20 m), Ακρινή (~700 m), Προάστιο (~800 m) και Αγ. Δημήτριος (~900 m).

Με την επικείμενη επέκταση του Ορυχείου Μαυροπηγής τα εκμεταλλεύσιμα λιγνιτικά αποθέματα του κοιτάσματος υπολογίζονται σε $174,1 \times 10^6$ t λιγνίτη (που αντιστοιχούν στο 18,8% των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων των Ορυχείων Πτολεμαΐδας), με συνολικές εκσκαφές 830×10^6 m³ και μέση σχέση εκμετάλλευσης (όγκος αγόνων που πρέπει να διακινηθούν για την παραγωγή 1 τόνου λιγνίτη) 3,94:1 m³/t.

Σημειώνεται ότι στα παραπάνω λιγνιτικά αποθέματα δεν περιλαμβάνεται το κοίτασμα του Ορυχείου Ανατολικής Επέκτασης Κομάνου, στο οποίο ο εκμεταλλεύσιμος λιγνίτης έχει υπολογιστεί σε $5,0 \times 10^6$ t, με συνολικές εκσκαφές 34×10^6 m³ και σχέση εκμετάλλευσης 6,05:1 m³/t.

Η ετήσια παραγωγή του Ορυχείου Μαυροπηγής θα κυμανθεί, κατά την πλήρη ανάπτυξή του, από 7×10^6 έως 13×10^6 t λιγνίτη. Με τη ποσότητα αυτή παράγεται ηλεκτρική ενέργεια που καλύπτει περίπου το 7,3% έως 13,5% των συνολικών τρεχουσών αναγκών της χώρας, με βάση τα σημερινά δεδομένα.

Συνεπώς, το Ορυχείο Μαυροπηγής αποτελεί βασικό πεδίο εκμετάλλευσης λιγνίτη για την τροφοδοσία των λιγνιτικών μονάδων των Ορυχείων Πτολεμαΐδας για τα επόμενα χρόνια και η συμμετοχή του στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή της χώρας κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική.

Σημειώνεται ότι όσον αφορά τις αποθέσεις με πάγιο εξοπλισμό (αποθέτες), αρχικά τα άγονα του ορυχείου θα καλύψουν κενά (κοιλότητες) των εξοφλημένων εκμεταλλεύσεων του Βόρειου Πεδίου και του Πεδίου Κομάνου, και στη συνέχεια, περί το 2014 που θα έχει αποκαλυφθεί το τεχνικό πέρας του κοιτάσματος, η απόθεση αγόνων θα διενεργείται εσωτερικά, εντός του Ορυχείου Μαυροπηγής. Παράλληλα, με συμβατικό εξοπλισμό, θα διενεργείται τόσο εξωτερική απόθεση, στην περιοχή του Προαστίου, όσο και εσωτερική απόθεση. Όσον αφορά την απόθεση αγόνων υλικών στην περιοχή του Προαστίου η οποία θα ξεκινήσει άμεσα και θα ολοκληρωθεί περί το έτος 2017, επισημαίνεται ότι θα είναι προσωρινή. Τα υλικά της απόθεσης αυτής θα επαναδιακινηθούν προς την εσωτερική απόθεση της Μαυροπηγής, προκειμένου να μειωθεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τις δραστηριότητες του Ορυχείου, μόλις δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας του Ορυχείου (μετά το έτος 2019).

3.1 Εισαγωγικά γεωλογικά στοιχεία

Οι λιγνίτες απαντώνται σε όλη την έκταση της ηπειρωτικής χώρας και στα νησιά υπό μορφή στρωμάτων αλλά και υπό μορφή φακοειδών απολήξεων, οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ λιμναίων ιζημάτων. Οι λιγνίτες της ευρύτερης λεκάνης Πτολεμαΐδας απαντώνται μέσα σε τριτογενή, κυρίως λιμναία ή ποτάμια ιζήματα, που στο μεγαλύτερο ποσοστό τους αποτελούνται από αργίλους και μάργες. Τα λιμναία αυτά ιζήματα πληρούν τριτογενείς λεκάνες, οι οποίες αποτελούν τεκτονικά βυθίσματα που δημιουργήθηκαν κατά περιόδους της ρηξιγενούς τεκτονικής. Τα βυθίσματα συμπληρώθηκαν αρχικά με χονδροκλαστικά ιζήματα κροκαλοπαγή και ψαμμίτες που μεταφέρθηκαν από όμβρια νερά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα των μετασχηματισμό των βυθισμάτων σε λίμνες. Οι λίμνες αυτές μπορεί να ήταν εντελώς κλειστές ή μπορεί να επικοινωνούσαν με τη θάλασσα.

Μετά από αυτή τη φάση ακολούθησε η απόθεση λεπτομερών ιζημάτων (ψαμμίτης, μάργα, άργιλος μαργαϊκός, ασβεστόλιθος) που είχε σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό μια σειράς λιμναίων ιζημάτων. Κατά τη διάρκεια της φορτίσεως ο πυθμένας των λεκανών υπέστη εξάρσεις και καθιζήσεις, λόγω ανοδικών και καθοδικών κινήσεων. Αποτέλεσμα ήταν η μετατροπή της λίμνης σε επιμέρους αβαθή έλη στα οποία έλαβε χώρα δευτερογενής ιζηματογένεση.

Η λιγνιτοφορία των ιζημάτων της περιοχής αναπτύσσεται σε πολλά επίπεδα- στρώματα μικρού και ποικίλλοντος πάχους, που εναλλάσσονται με ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις διαφορετικής λιθολογικής και πετρογραφικής σύστασης.

Η πολυστρωματικότητα των κοιτασμάτων της περιοχής συσχετίζεται άμεσα με τον τρόπο γένεσης των κοιτασμάτων. Τα στρώματα του λιγνίτη προήλθαν από την μερική ενανθράκωση κυρίως κατώτερων υδρόβιων-υδροχαρών φυτών (βρύα, καλάμια κλπ), που αναπτύχθηκαν στη φάση του νεογενούς έλους (δευτερογενής ιζηματογένεση). Στη φάση των λιμνών σχηματίστηκαν τα ενδιάμεσα στρώματα στείρων (μάργες, άργιλος, κλπ) από υλικά που μεταφέρθηκαν με την βοήθεια των ρεόντων νερών. Με αυτόν τον τρόπο προέκυψαν λιγνιτικά πολυστρωματικά κοιτάσματα (Zebra Kohle). Το πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων και των ενδιάμεσων στείρων ενστρώσεων ποικίλει από λίγα εκατοστά έως 5 μέτρα.

Οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του Ν.Δ. Πεδίου, παίζουν καθοριστικό ρόλο και διαμορφώνουν τις δομές εκείνες που επιτρέπουν ή διευκολύνουν τη μεταφορά πιθανών ρύπων ή αντίθετα δημιουργούν τις συνθήκες εκείνες που αποτρέπουν τη μεταφορά και διάχυση ρύπων στο υδατικό περιβάλλον. Για το λόγο αυτό στο παρόν κεφάλαιο περιέχεται η γενική θεώρηση της ευρύτερης περιοχής μελέτης (σε επίπεδο λεκάνης απορροής) και σε θέματα που άπτονται της γεωμορφολογίας, των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, ενώ δίδονται υδρολογικά στοιχεία, κλιματικά και ακολούθως στοιχεία για τις χρήσεις γης και τις χρήσεις υπόγειων νερών της λεκάνης. Σε σχέση με τις γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες παρατίθενται και σχολιάζονται οι υπάρχουσες απόψεις που αφορούν στη γεωτεκτονική θέση, τη στρωματογραφία και την υδρογεωλογία των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν τη περιοχή μελέτης. Τα περισσότερα στοιχεία του παρόντος κεφαλαίου βασίζονται στο Ερευνητικό Πρόγραμμα «Εκτίμηση του Κινδύνου από τη Διαχείριση Παραπροϊόντων - Αποβλήτων των Λιγνιτικών ΑΗΣ στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας (Χώροι Β και Γ στην εξωτερική απόθεση Νοτίου Πεδίου)», Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής, 2009.

3.2 Γεωμορφολογικά στοιχεία

Για την στενή περιοχή μελέτης, όσο και για τη ευρύτερη λεκάνη απορροής του Σουλού διαπιστώνεται εύκολα ότι η μορφολογία του ανάγλυφου σχετίζεται άμεσα με τη γεωλογική σύσταση των σχηματισμών που αποτελούν τη περιοχή.

Η μελετώμενη περιοχή αποτελεί τμήμα της λεκάνης Σαριγκιόλ ή λεκάνης του Ν. Πεδίου. Η λεκάνη αυτή είναι μια ευρεία τάφρος με άξονα ΒΔ-ΝΑ, μέσο μήκος 15 km και μέσο πλάτος 10 km. Οριοθετείται βόρεια από το έξαρμα Κομάνου (υψόμετρο +750 m), νότια από την χαμηλή οροσειρά του Σκοπού (+1256 m), δυτικά από το Άσκιο όρος (+2111 m) και ανατολικά από το όρος Βέρμιο (+2052 m). Η μορφολογία του εδάφους είναι ομαλή με υψόμετρα από +650 m έως +800 m, στις περιοχές που επικρατούν τα χαλαρά ιζήματα. Τα υψόμετρα ανεβαίνουν απότομα προς την περιοχή του Βερμίου αλλά και την απέναντι περιοχή του Σινιάτσικου, που εμφανίζονται οι βραχώδεις σχηματισμοί του υποβάθρου.

Αρχικά δεν υπήρχε δυνατότητα επιφανειακής αποστράγγισης της λεκάνης, με αποτέλεσμα αποδέκτης όλων των επιφανειακών απορροών να είναι το

έλος Σαριγκιόλ. Μετά την κατασκευή όμως, το 1954, της κεντρικής αποστραγγιστικής τάφρου και ενός δικτύου δευτερευόντων αποστραγγιστικών τάφρων και της σύνδεσης τους με το ρέμα Σουλού, αποστραγγίστηκε το έλος Σαριγκιόλ και η λεκάνη απέκτησε την δυνατότητα επιφανειακής απορροής προς τα Βόρεια, δηλαδή την λεκάνη Πτολεμαΐδας και τελικά την λίμνη Βεγορίτιδα. Επομένως, σήμερα τελικός αποδέκτης όλων των επιφανειακών απορροών είναι το ρέμα Σουλού.

3.3 Γεωτεκτονική

Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωτεκτονικά στην Πελαγονική ζώνη, η οποία βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της Υποπελαγονικής. Εκτείνεται με διεύθυνση τη γενική των Ελληνίδων ΒΔ – ΝΑ από την Αλβανία, κατά μήκος του μέσου περίπου του κορμού της Ελλάδας, προς την Ανατολική Θεσσαλία, την Ανατολική Στερεά Ελλάδα, από εκεί στα νησιά των Σποράδων. Πρόσφατα υπάρχει η τάση θεώρησης των δύο ζωνών ως ενιαίας ζώνης (Πελαγονική ζώνη) με διαχωρισμό επιμέρους ενοτήτων, αντίληψη η οποία ωστόσο δεν συναντά την αποδοχή του συνόλου της γεωλογικής κοινότητας. Το μεγαλύτερο μέρος της ευρύτερης περιοχής μελέτης, δηλαδή το Άσκιο όρος, τμήμα του Βερμίου και του Σκοπού, ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη. Το υπόλοιπο τμήμα του Βερμίου και του Σκοπού ανήκει στο Μεσοζωικό κάλυμμα της Πελαγονικής και στα απωθημένα σε αυτό λέπια της ζώνης Αξιού.

Η τεκτονική που επικρατεί στην 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, με τοπικό χαρακτήρα και διάφορες διευθύνσεις, με τα οποία έχουν συντελέσει στο διαμελισμό των τμημάτων της λεκάνης σε επιμέρους τεμάχια.



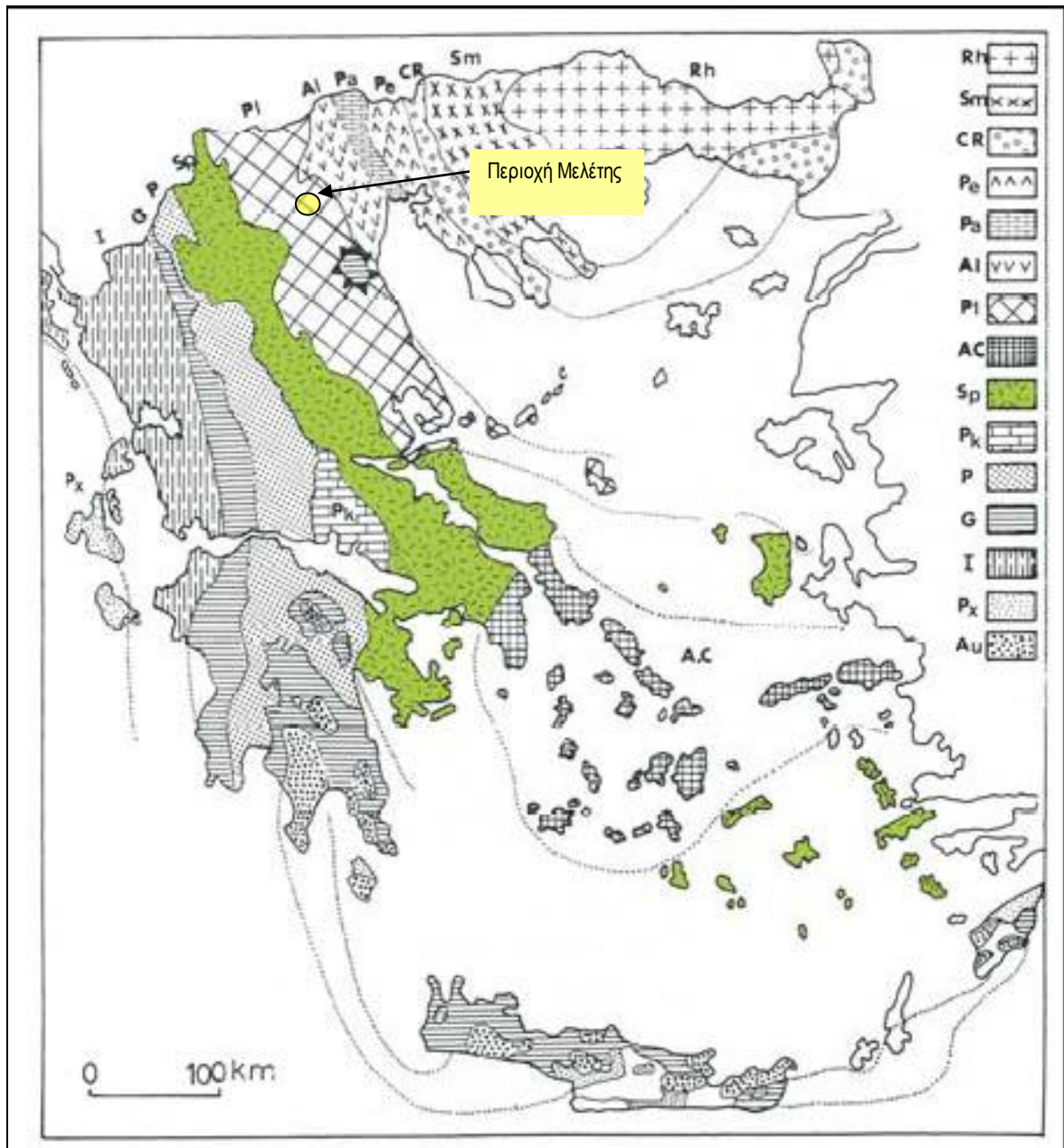
Εικόνα 3.3.1 Ρήγμα στην περιοχή της Μαυροπηγής

Οι παραπάνω μεταπτώσεις, από την δημιουργία της λεκάνης μέχρι σήμερα, δεν έδρασαν μόνο μία φορά, αλλά επαναδραστηριοποιήθηκαν σε διαδοχικές περιόδους και επέδρασαν στα ιζήματα που είχαν εν τω μεταξύ αποθεθεί. Από την γενική αυτή τεκτονική, δεν διαφέρει και η εν λόγω περιοχή. Η περιοχή είναι αρκετά διερρηγμένη, ιδιαίτερα στο βόρειο και στο νότιο τμήμα της. Στο βόρειο τμήμα της περιοχής, μία κύρια μετάπτωση με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, που το άλμα της φτάνει και τα 200m, χωρίζει το κοίτασμά μας από εκείνο του Προαστίου, ενώ παράλληλα κλιμακωτά ρήγματα, σχεδόν κάθετα προς αυτή, βυθίζουν τους σχηματισμούς της λιγνιτοφόρου στοιβάδας, από ανατολικά προς τα δυτικά.

Περισσότερο πολύπλοκη είναι η τεκτονική στο νότιο τμήμα του κοιτάσματος όπου κύριες και δευτερεύουσες μεταπτώσεις έχουν δημιουργήσει μία συγκλίνουσα, προς το κέντρο του τμήματος, βύθιση των νεογενών λιγνιτοφόρων σχηματισμών. Το κοίτασμα χωρίζεται σε τρία τμήματα, το ΒΔ, το νότιο και το υπόλοιπο τμήμα το κεντρικό, ΒΑ. Τα δύο πρώτα παρουσιάζονται αρκετά βυθισμένα ως προς το τρίτο.

Τα ρήγματα που εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν στην περιοχή έφτασαν τα 37, περιλαμβανομένων και των κρασπεδικών των δυτικών περιθωρίων. Κύριο χαρακτηριστικό όλων των ρηγμάτων είναι ότι το άλμα τους δεν παραμένει σταθερό καθ' όλο το μήκος τους. Η διαφοροποίηση αυτή του άλματος των ρηγμάτων οφείλεται αφ' ενός μεν στην πλαστικότητα των ιζημάτων και στην διαφορετική κάμψη που υπέστησαν αυτά κατά την μετακίνηση των τεμαχίων, αφ' ετέρου στην διάτμηση πολλών ρηγμάτων, ειδικά παλαιότερων, από άλλα νεότερης ηλικίας ρήγματα. Οι παραπάνω τεκτονικές διαταραχές έχουν προκαλέσει, κατά τόπους, κλίση στα νεογενή ιζήματα, καθώς και πτύχωση αυτών, ιδιαίτερα κοντά στο ίχνος των

ρηγμάτων. Η προαναφερθείσα κατά τόπους κλίση των νεογενών λιγνιτοφόρων ιζημάτων είναι σχετικά μικρή και δεν υπερβαίνει τις 30, ενώ η γενικότερη κλίση των στρωμάτων, είναι ότι αυτά κλίνουν προς τα δυτικά.



Εικόνα 3.3.2 Γεωτεκτονικές Ζώνες του Ελληνικού χώρου και χωροθέτηση περιοχής μελέτης (με PI η Πελαγονική και με Sp (πράσινο) η Υποπελαγονική ζώνη)

3.4 Στρωματογραφία

A. Σχηματισμοί του υποβάθρου

Τα πετρώματα που συναντώνται στην περιοχή και αποτελούν το υπόβαθρο και τα περιθώρια της λεκάνης είναι, από τα παλαιότερα προς τα νεότερα, τα εξής:

- **Παλαιοζωικά πετρώματα:** περιλαμβάνουν πετρώματα ηλικίας Λιθανθρακοφόρου – Περμίου, καθώς και παλαιότερα κρυσταλλοσχιστώδη. Τα κρυσταλλοσχιστώδη αποτελούνται από κρυσταλλικούς σχιστόλιθους, κυρίως μαρμαρυγιακούς, χαλαζίτες, γνεύσιους και οφιολίθους. Τα πετρώματα του Λιθανθρακοπερμίου περιλαμβάνουν σχιστόλιθους διαφόρων τύπων, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους και χαλαζιακά κροκαλοπαγή (Αναστόπουλος, Κούκουζας-1972).
- **Μεσοζωική σειρά:** Πάνω στα στρώματα του Παλαιοζωϊκού επικάθεται ασυμφώνως η στρωματογραφική σειρά του Μεσοζωϊκού, η οποία αποτελείται από πετρώματα Τριαδικοϊουρασικής ηλικίας και από πετρώματα Άνω-Κρητιδικής ηλικίας. Η Τριαδικοϊουρασική σειρά συνίσταται από μία μεγάλη πάχους (>1000m) ασβεστολιθική σειρά (κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ως μάρμαρα) στην οποία επικάθεται εν συνεχεία ένα σχιστοκερατολιθικό σύστημα με οφιολίθους. Η Άνω-Κρητιδική σειρά περιλαμβάνει το βασικό κροκαλοπαγές επίκλυση και ασβεστόλιθους διαφόρων τύπων. Ακολουθεί ο φλύσχος, που αποτελείται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και λεπτοπλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Προς τα ανατολικά εμφανίζεται η ζώνη του Αξιού επωθημένη πάνω στη Πελαγονική. (Αναστόπουλος, Κούκουζας-1972).

B. Υλικά πλήρωσης της λεκάνης

Η λεκάνη Σαριγκιόλ έχει πληρωθεί με Νεογενή (Τριτογενή) και Τεταρτογενή ιζήματα μεγάλου πάχους, που φθάνουν τα 1000 m. Σύμφωνα με τους Αναστόπουλο-Κούκουζα, οι υποκείμενοι σχηματισμοί του Νεογενούς περιλαμβάνουν τρεις σειρές: την ανώτερη (υπερκείμενη της λιγνιτοφόρας), τη λιγνιτοφόρα και την κατώτερη (υποκείμενη της λιγνιτοφόρας).

Η ανώτερη σειρά περιλαμβάνει κιτρινόφαια κλαστικά ιζήματα (με εναλλασσόμενες ενστρώσεις άμμου, αργίλων, αμμούχων μάργων, χαλαρών κροκαλοπαγών και φακοειδών διαστρώσεων ψαμμιτών, ψηφιδοπαγών και μαργαϊκών ασβεστόλιθων) και πρασινότεφρες αργιλο-μαργαϊκές αποθέσεις

(αποτελούμενες από αμμούχους αργίλους και ιλυομιγείς αργιλούχες μάργες), με το μέγιστο πάχος της σειράς αυτής να ανέρχεται σε 100 m.

Η λιγνιτοφόρος σειρά περιλαμβάνει:

1.Την ανώτερη λιγνιτοφόρο στοιβάδα με μέγιστο πάχος 40m, η οποία συνίσταται από 9έως 10 λιγνιτικά στρώματα με μεταβαλλόμενο πάχος, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται στείρες ενστρώσεις αργίλου, μάργων και λιμναίας κρητίδος.

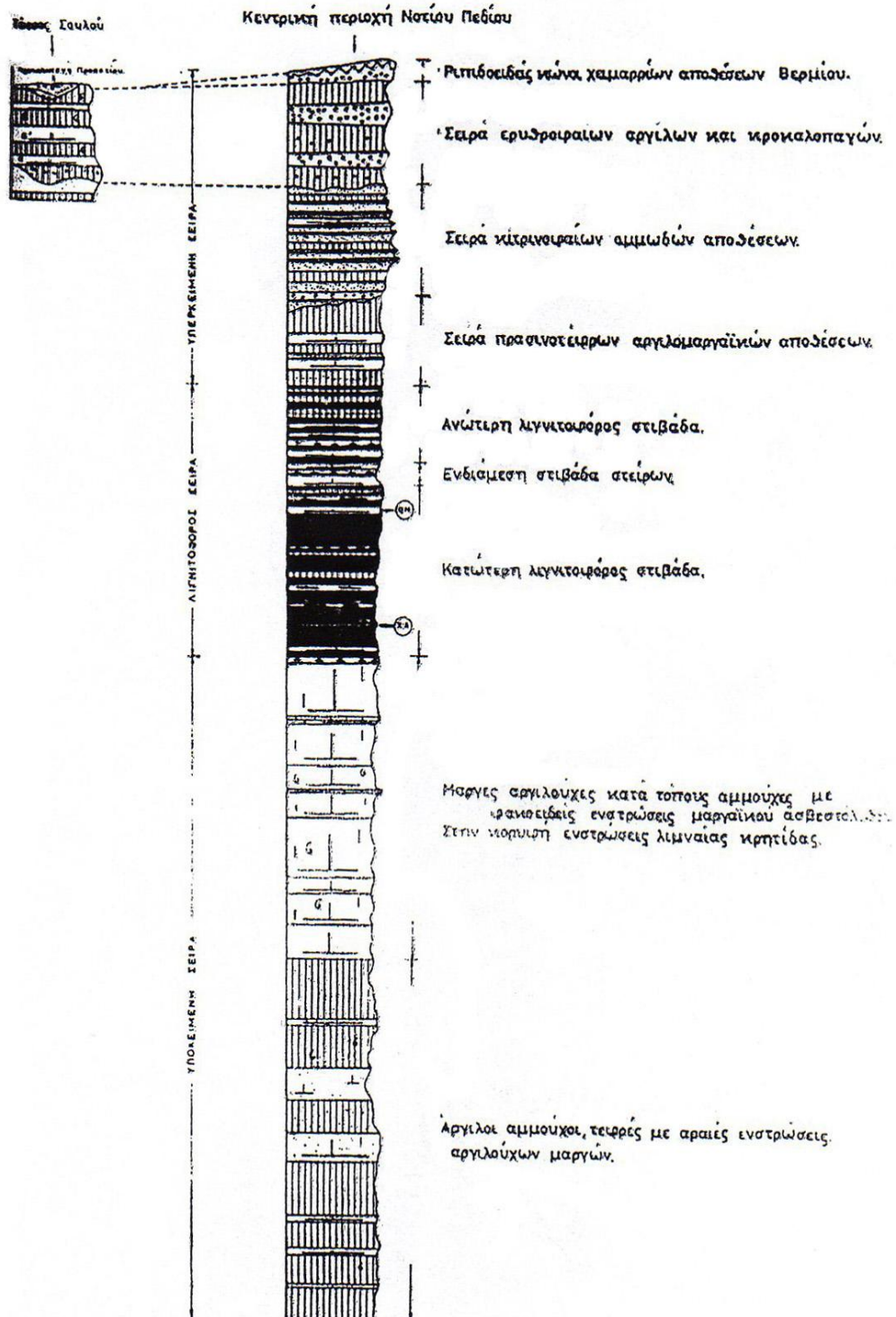
2.Την ενδιάμεση στοιβάδα των στειρών ιζημάτων, μέγιστου πάχους 14m όπου επικρατούν οι ανοιχτόχρωμες μάργες με φακοειδείς ενστρώσεις λιμναίας κρητίδος.

3.Την κατώτερη λιγνιτοφόρο στοιβάδα με μέγιστο πάχος 80m, η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα λιγνίτη, μάργων, αργίλων με μεταβαλλόμενο πάχος και από δύο χαρακτηριστικές ενστρώσεις άμμου και λιμναίας κρητίδος. Στη λιγνιτοφόρο στοιβάδα απαντώνται επίσης οι δύο παρακάτω καθοδηγητικοί ορίζοντες:

- Ο ορίζοντας NERITINA(H2), όπου αποτελεί έναν παλαιοντολογικό ορίζοντα του απολιθώματος NERITINA, κυμαινόμενου πάχους 20-50cm. Φιλοξενείται στο μεσαίο τμήμα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας με σχηματισμό γκριζοκίτρινης μάργας.

- Ορίζοντας χαρακτηριστικής άμμου(XA), όπου αποτελεί ένα πετρογραφικό ορίζοντα μικρού πάχους (10-20cm) που τοποθετείται στο τέλος της λιγνιτοφόρου στοιβάδας και συγκεκριμένα 5-12m πάνω από το γεωλογικό δάπεδο του κοιτάσματος.

Η κατώτερη σειρά περιλαμβάνει τους ανώτερους ορίζοντες (με συνολικό πάχος 40 m) που αποτελούνται από τεφρές αργιλούχες μάργες, κατά τόπους αμμούχες, με φακοειδείς ενστρώσεις μαργαϊκού ασβεστόλιθου και κορυφαία ένστρωση λιμναίας κρητίδος και τους κατώτερους ορίζοντες που αποτελούνται από τεφρές αμμούχες αργίλους με αραιές ενστρώσεις αργιλούχων μάργων.



Εικόνα 3.4.1 Στρωματογραφική στήλη Νότιου Πεδίου
(Αναστασόπουλος & Κούκουζας, 1972)

3.5 Πετρολογικοί σχηματισμοί

Οι κυριότεροι πετρολογικοί σχηματισμοί που συμμετέχουν στη σύσταση και τη γεωλογική δομή της ευρείας περιοχής μελέτης, είναι μεταμορφωμένα, εκρηξιγενή και ιζηματογενή πετρώματα, τα οποία με κριτήρια κυρίως ηλικίας, προχωρώντας από τους παλαιότερους προς τους νεότερους σχηματισμούς, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κυρίως κατηγορίες:

- στα πετρώματα του μεταμορφωμένου παλαιοζωικού υποβάθρου
- στους μεσοζωικούς σχηματισμούς
- στις ιζηματογενείς αποθέσεις των Νεογενών – Τεταρτογενών λεκανών

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι γνευσιοσχιστόλιθοι. Η μεγαλύτερη όμως εξάπλωση των πετρωμάτων αυτών σημειώνεται έξω από την περιοχή έρευνας, στην ευρύτερη περιοχή. Τα πετρώματα αυτά, κυρίως γνεύσιοι, απαντώνται στα ΒΑ του Σινιάτσικου, στην περιοχή της Μαυροπηγής.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι κρυσταλλικοί Τριαδικοϊουρασικοί ασβεστόλιθοι, οι Τριαδικοϊουρασικοί περιδοτίτες–σερπεντινίτες-σχιστόλιθοι, οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και το βασικό κροκαλοπαγές της επίκλυσης.

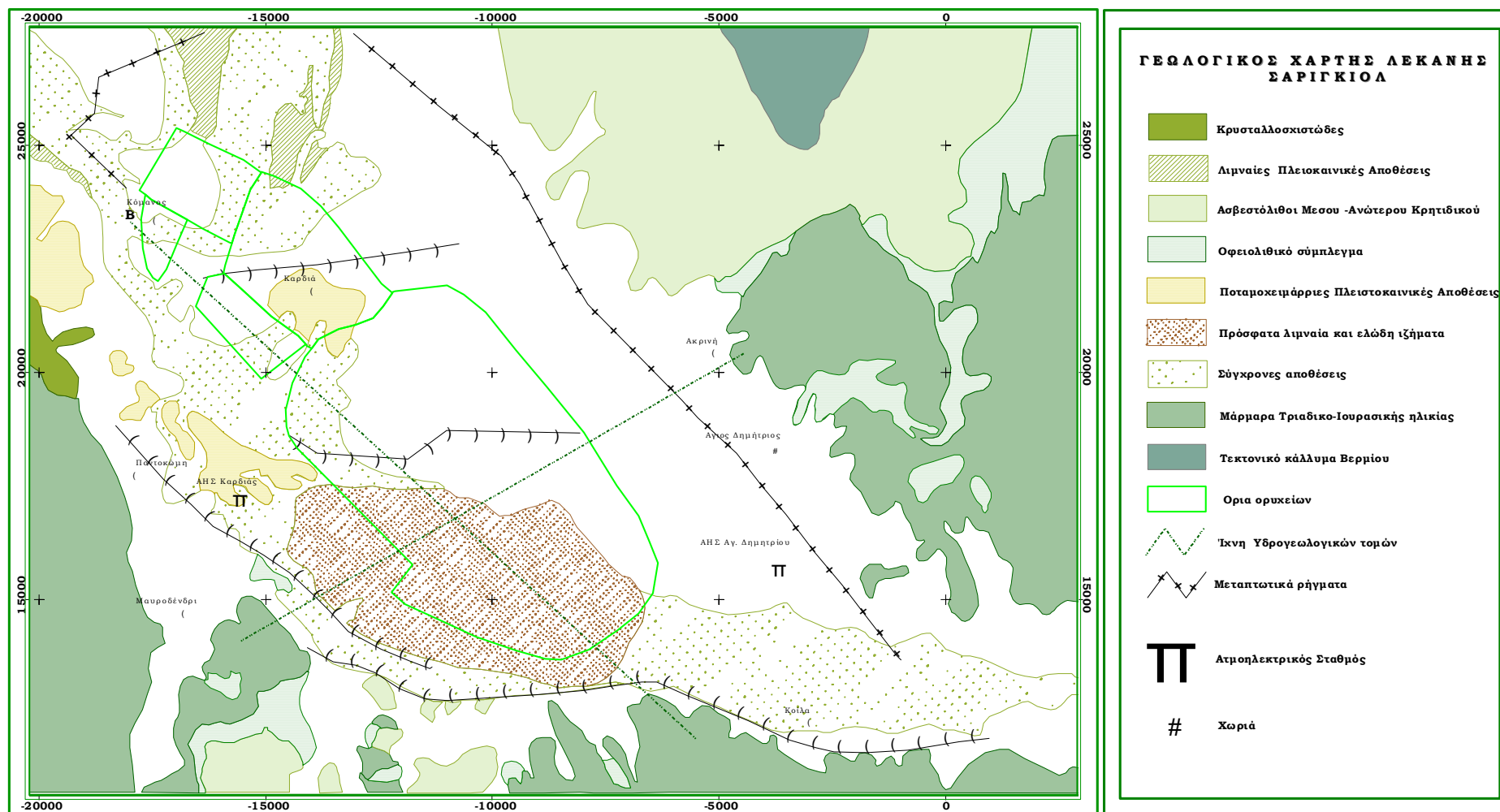
Τα πετρώματα αυτά καλύπτουν:

1. Το νότιο τμήμα του Άσκιου όρους, δηλαδή το δυτικό περιθώριο του νοτίου τμήματος της λεκάνης της Πτολεμαΐδας.
2. Ολόκληρο το όρος Σκοπός
3. Τις νοτιοδυτικές παρυφές του Βερμίου που μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα.
4. Πιθανόν μέρος του υποβάθρου του νοτίου τμήματος της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας, που σχετίζεται και με την περιοχή μελέτης.

Οι Τριαδικοϊουρασικοί ασβεστόλιθοι είναι γκριζόλευκοι, κρυσταλλικοί, αλλά δεν μπορούν να χαρακτηριστούν με σαφήνεια ως μάρμαρα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η καρστική διεργασία είναι πολύ έντονη στους σχηματισμούς αυτούς, αν και υπάρχουν θέσεις όπου η μάζα του πετρώματος δε φαίνεται να έχει επηρεασθεί από αυτή. Η εξάπλωση του σχηματισμού αυτού στην περιοχή της μελέτης είναι πολύ μεγάλη. Έτσι ο σχηματισμός αυτός απαντάται στο νότιο και ανατολικό τμήμα του Σινιάτσικου, στο κεντρικό τμήμα του Βερμίου από την Ακρινή και τον Άγιο

Δημήτριο ως τον Πολύμυλο και στο όρος Σκοπός, στα νότια, από το Γαλάνι και προς ανατολάς.

Οι περιδοτίτες-σερπεντίνες, αν και εμφανίζονται σε μικρή έκταση στην περιοχή της έρευνας, έχουν ιδιαίτερη υδρογεωλογική σημασία. Στη λοφοσειρά Κοζάνης-Δρεπάνου εμφανίζεται ως συνέχεια των περιδοτιτών-σερπερντινών, το σύμπλεγμα σχιστοψαμμιτών με σερπερντίνες-περιδοτίτες και σπάνια κερατόλιθους. Τους σερπεντίνες-περιδοτίτες συναντάμε επίσης στην ανατολική περίμετρο της λεκάνης, στο κεντρικό τμήμα των δυτικών προσβάσεων του Βερμίου, ανάμεσα στον Άγιο Δημήτριο και την Εξοχή. Εδώ οι σερπεντινικοί-περιδοτιτικοί σχηματισμοί αποτελούν το υπόβαθρο των Κρητιδικών ασβεστολίθων και οι απότομες ρεματιές που κατεβαίνουν από το Βέρμιο προς τη λεκάνη, έχουν χαραχθεί κυρίως στους σχηματισμούς αυτούς. Η μοναδική περίπτωση που το οφιολιθικό σύμπλεγμα επικάθεται πάνω στους Τριαδικοϊουρασικούς ασβεστολίθους είναι μια μικρή εμφάνιση δυτικά του Τετραλόφου.



Χάρτης 3.5.1 Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της περιοχής (Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ)

Οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι είναι γκριζόμαυροι ως ανοιχτόχρωμοι, στιφροί και άστρωτοι με εντονότερη καρστική διεργασία από αυτήν των Τριαδικοϊουρασικών ασβεστόλιθων. Η μεγαλύτερη εμφάνισή τους είναι στο Κεντρικό Βέρμιο και σε μικρότερη κλίμακα, στα υψηλότερα τμήματα της λοφοσειράς Μεταμόρφωσης-Κοζάνης-Δρεπάνου.

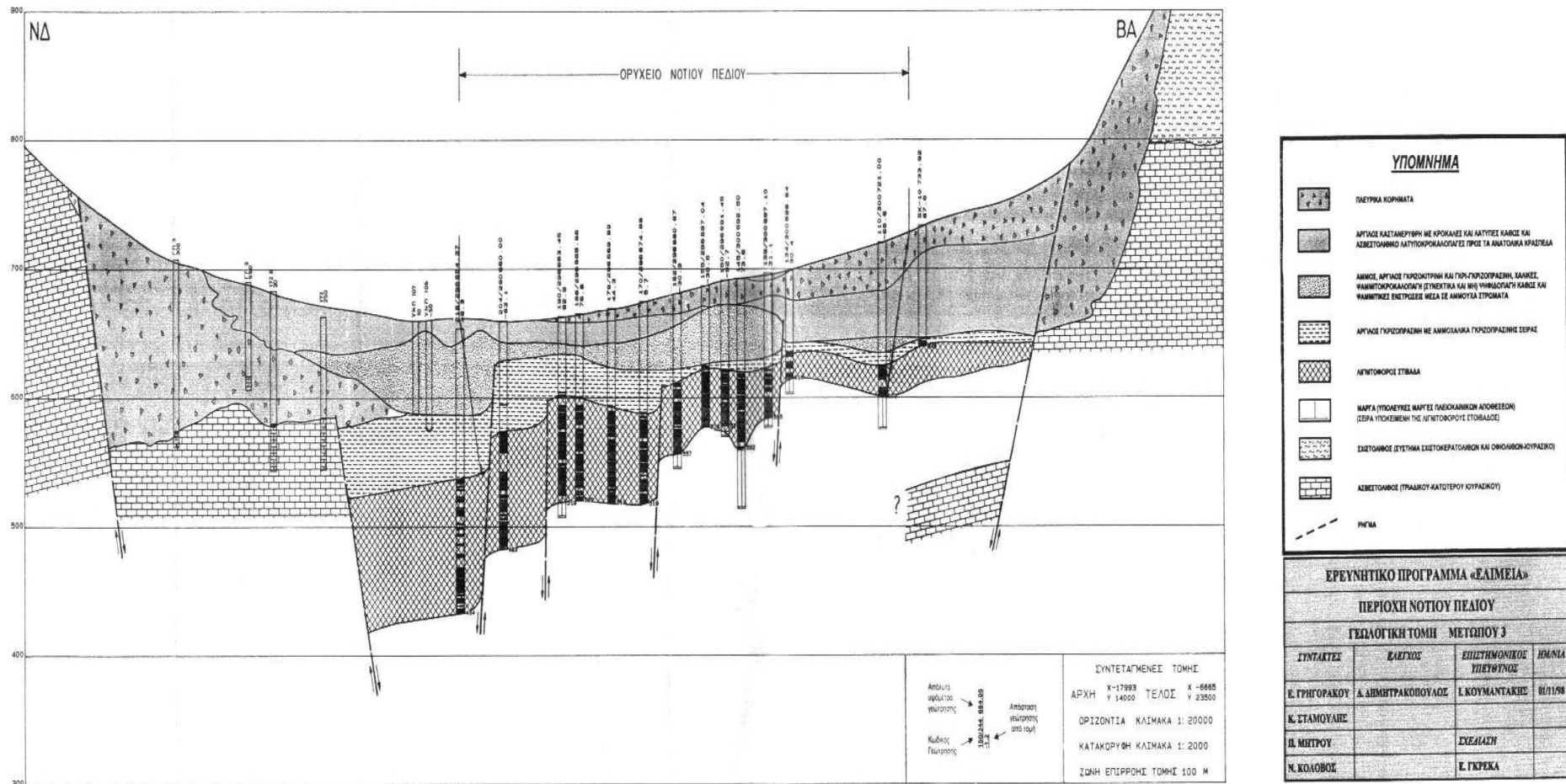
Το βασικό κροκαλοπαγές παρεμβάλλεται ανάμεσα στο οφιολιθικό-σχιστοψαμμιτικό σχηματισμό και στους Κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Δεν ελήφθη περαιτέρω υπόψη, λόγω της περιορισμένης έκτασης και της ασήμαντης υδρογεωλογικής σημασίας του.

Στην τρίτη κατηγορία περιλαμβάνονται όλα τα χαλαρά ιζήματα που έχουν πληρώσει τη λεκάνη:

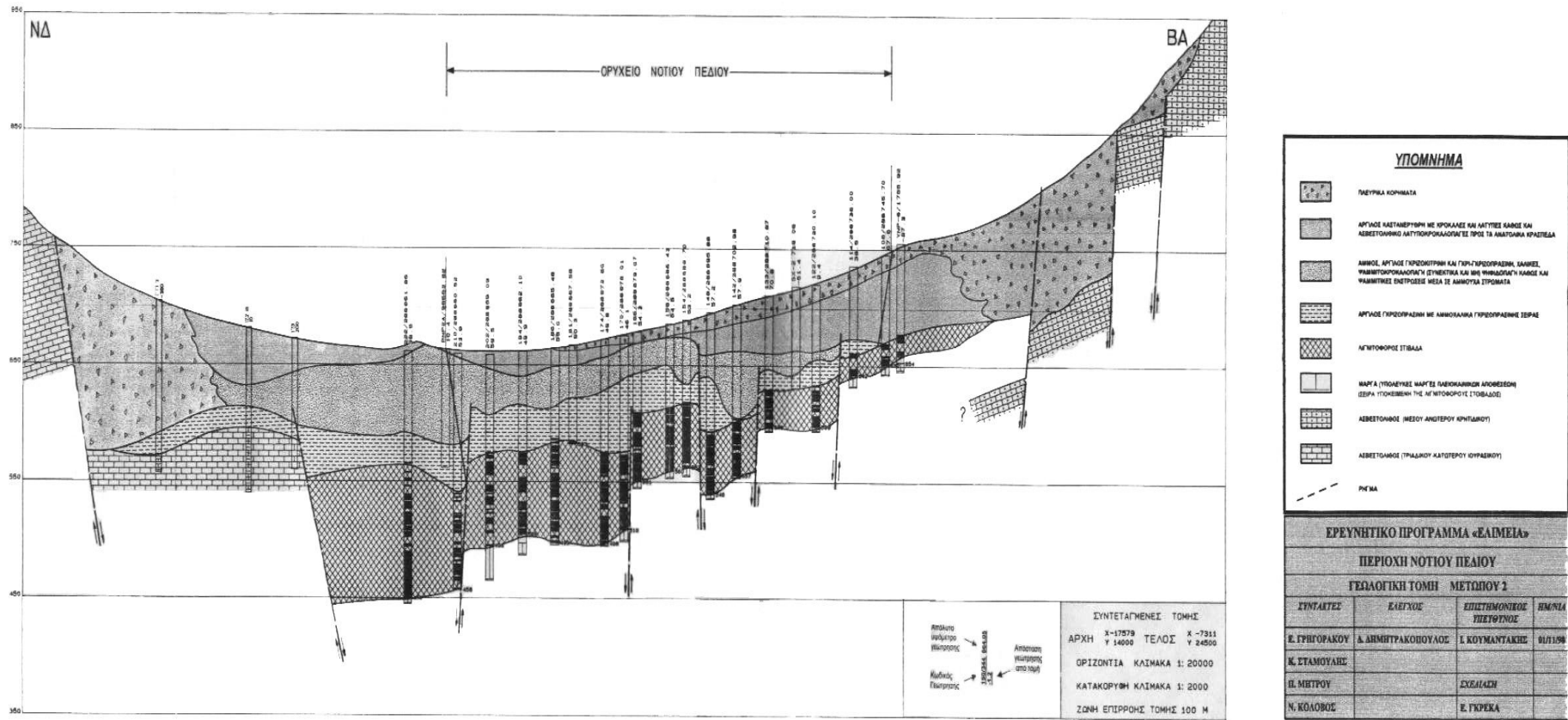
- i) Οι παλαιότεροι χαλαροί σχηματισμοί της λεκάνης αποτελούνται από αργίλους, μάργες και ιλύες λιμναίας προέλευσης και Πλειοκαινικής ηλικίας (υποκείμενα της λιγνιτικής στιβάδας).
- ii) Ακολουθεί η λιγνιτοφόρος σειρά που απαρτίζεται από στρώματα λιγνίτη με επάλληλες στρώσεις αργίλων και μαργών. Έχει διαπιστωθεί από το πυκνότατο δίκτυο των κοιτασματολογικών γεωτρήσεων ότι η σειρά αυτή αναπτύσσεται σε ολόκληρη σχεδόν την έκταση της λεκάνης. Το συνολικό πάχος της λιγνιτοφόρου αυτής στοιβάδας ποικίλει από μερικά μέτρα ως 150 m.
- iii) Οι σειρές που ακολουθούν, αποτελούν, κατά Αναστόπουλο-Κούκουζα (1972), τα υπερκείμενα της λιγνιτοφόρου σειράς ιζήματα, ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω:
 - Πρώτη έρχεται η σειρά των πρασινότεφρων αργιλομαργαϊκών αποθέσεων. Αποτελείται από εναλλαγές αργίλων, μαργών και λεπτόκοκκων άμμων, με κυμαινόμενο πάχος που φθάνει έως και τα 52 μέτρα.
 - Ακολουθεί η σειρά των κιτρινόφαιων αμμωδών αποθέσεων, ποταμολιμναίας προέλευσης και Πλειοκαινικής ηλικίας (τέλος Πλειοκαίνου), με συνολικό πάχος γύρω στα 50 μέτρα. Η σειρά αυτή βρίσκεται σε στρωματογραφική ασυμφωνία με την προαναφερθείσα πρασινότεφρη σειρά και αποτελείται κυρίως από μαργαϊκούς και μαρμαρυγιακούς άμμους, διαφορετικής κοκκομετρικής σύστασης. Κατά θέσεις παρατηρούνται μέσα στη σειρά αυτή και ενστρώσεις χαλικιών. Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα των ιζημάτων της σειράς αυτής είναι η παρουσία πολλών ενστρώσεων σκληρών πετρωμάτων, όπως ψαμμιτών, ψηφιδοπαγών, μικροκροκαλοπαγών και μαργαϊκών ασβεστολίθων σε φακοειδή μορφή.
 - Η σειρά των ερυθροφαιών αργίλων και κροκαλοπαγών που ακολουθεί,

είναι ποταμοχειμάριας προέλευσης και αποτελείται από εναλλαγές αμμωδών-ασβεστούχων αργίλων, με διάσπαρτες κροκάλες και χαλαρά κροκαλοπαγή. Το πάχος της σειράς αυξάνεται από το κέντρο προς τα περιθώρια της λεκάνης και κυμαίνεται από 15-50 μέτρα, με αντίστοιχη αύξηση του μεγέθους των περικλειόμενων κροκαλών.

- Οι πιο σύγχρονες είναι οι αποθέσεις κοιλάδων, που συνίστανται από μικρού πάχους προσχώσεις (άμμους και χάλικες), ο ελουβιακός μανδύας με πάχος 1-2 μέτρα, ο οποίος καταλαμβάνει μεγάλη έκταση μέσα στη λεκάνη Σαριγκιόλ και οι λιμναίες και ελώδεις αποθέσεις, πάχους μερικών μέτρων, που συναντώνται στην περιοχή του αποξηραθέντος έλους Σαριγκιόλ, στο κέντρο της λεκάνης.



Σχήμα 3.5.2 Γεωλογική τομή λεκάνης Ν. Πεδίου (Πηγή:Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΙΜΕΙΑ)



Σχήμα 3.5.3 Γεωλογική τομή λεκάνης Ν. Πεδίου (Πηγή:Ερευνητικό Πρόγραμμα ΕΛΙΜΕΙΑ)

3.6 Υδρολιθολογικοί χαρακτήρες των πετρωμάτων

Με βάση τα υδραυλικά, γεωλογικά και υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά τους, τα πετρώματα διακρίνονται ως εξής:

i) Υδροστεγανοί σχηματισμοί

Από τα συνεκτικά πετρώματα της ορεινής περιμέτρου της λεκάνης, αδιαπέρατα θεωρούνται οι γνευσιοσχιστόλιθοι, τα οφιολιθικά συμπλέγματα και ο φλύσχος.

Οι περιδοτίτες-σερπεντίνες όμως δεν σχηματίζουν ένα συνεχές φράγμα για το υπόγειο νερό, καθότι εμφανίζονται τοπικά σαν στρωματοειδείς ή φακοειδείς αποσφηνούμενες ενστρώσεις, ενώ μπορεί κατά θέσεις να είναι διαπερατοί, λόγω ασυνεχειών ή αποσαθρώσεων.

Ο κατακερματισμένος φλύσχος, πάχους 100 - 200 m, που διαχωρίζει τους Κρητιδικούς ασβεστολίθους, αν και σχηματίζει ένα φράγμα για τα υπόγεια νερά, ένα σημαντικό ποσοστό από αυτά περνά στους υποκείμενους Τριαδικοϊουρασικούς ασβεστολίθους, μέσα από τις ρηξιγενείς ζώνες του.

Μέσα στη λεκάνη των Νεογενών-Τεταρτογενών ιζημάτων, ως βασικός υδροστεγανός σχηματισμός, λειτουργεί το σύνολο του αργιλομαργαϊκού λιγνιτοφόρου συστήματος. Το σύστημα αυτό, αν και περιέχει μερικές ενστρώσεις από αμμώδες υλικό, θεωρείται υδροστεγανό, γιατί οι συνεχείς μεταπτώσεις και η οριζόντια διάστρωση των στρωμάτων του δεν επιτρέπουν την υδραυλική επικοινωνία μεταξύ των μικρών υδροφόρων στρωματιδίων. Αυτός ο, λιμναίας προέλευσης, γεωλογικός σχηματισμός, σχηματίζει το αδιαπέρατο υπόβαθρο της υπερκείμενης του λιγνίτη υδροφορίας και εμποδίζει τη διήθηση του νερού από τους υπερκείμενους του λιγνίτη υδροφορείς, προς τους υποκείμενους ή προς το βαθύ καρστικό ορίζοντα της περιοχής.

Ως υδροστεγανός σχηματισμός μπορεί να θεωρηθεί ο σχηματισμός των αργιλοϊλυωδών αποθέσεων στο βυθό του παλιού έλους Σαριγκιόλ, δηλαδή η αργιλοϊλυώδης επικάλυψη του υδροφορέα στο κέντρο της λεκάνης.

ii) Ημιπερατοί σχηματισμοί

Ως ημιπερατός σχηματισμός θα μπορούσε να θεωρηθεί και η γκριζοπράσινη σειρά των αργίλων, που εμφανίζεται αμέσως υπερκείμενη της λιγνιτοφόρου σειράς. Η σειρά αυτή των αργίλων είναι ένας βραδυδροφόρος ως υδροπερατός σχηματισμός, λόγω του σχετικά υψηλού ποσοστού λεπτόκοκκου άμμου που περιέχει.

Ο συντελεστής υδατοπερατότητας K είναι σε γενικές γραμμές μικρότερος από 10^{-6} m/sec, αν και υπάρχουν σαφείς ενδείξεις (ύπαρξη υδροφορίας στο μέτωπο εκσκαφής) ότι κατά θέσεις είναι μεγαλύτερος.

Επίσης από ημιπερατός ως υδροπερατός σχηματισμός (ανάλογα με τη συμμετοχή του αργιλικού υλικού), μπορεί να χαρακτηριστεί η υπερκείμενη σειρά των καστανέρυθρων αργίλων, με την παρουσία κροκαλοπαγών και ασύνδετων χαλίκων, που κατά τόπους τροφοδοτούν τους υποκείμενους αμμώδεις σχηματισμούς.

Εδώ ο συντελεστής K κυμαίνεται από $0,26 \cdot 10^{-4}$ - $0,55 \cdot 10^{-5}$ m/sec ενώ η υδαταγωγιμότητα T ποικίλει από $0,53 \cdot 10^{-3}$ - $0,4 \cdot 10^{-3}$ m²/sec (Brull, 1968).

iii) Υδροπερατοί σχηματισμοί

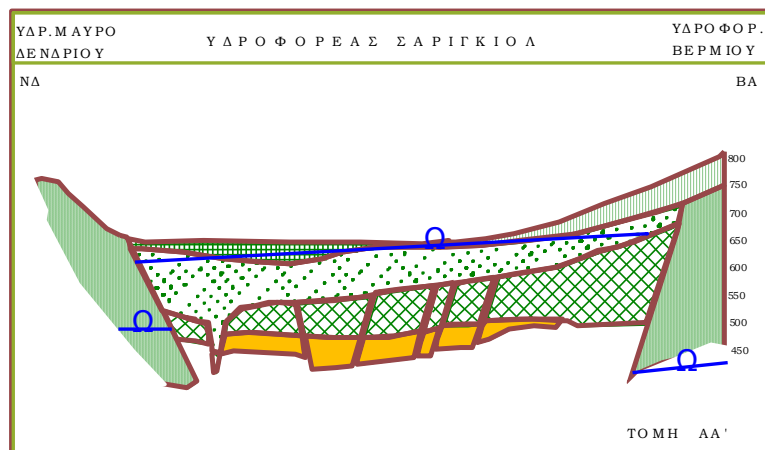
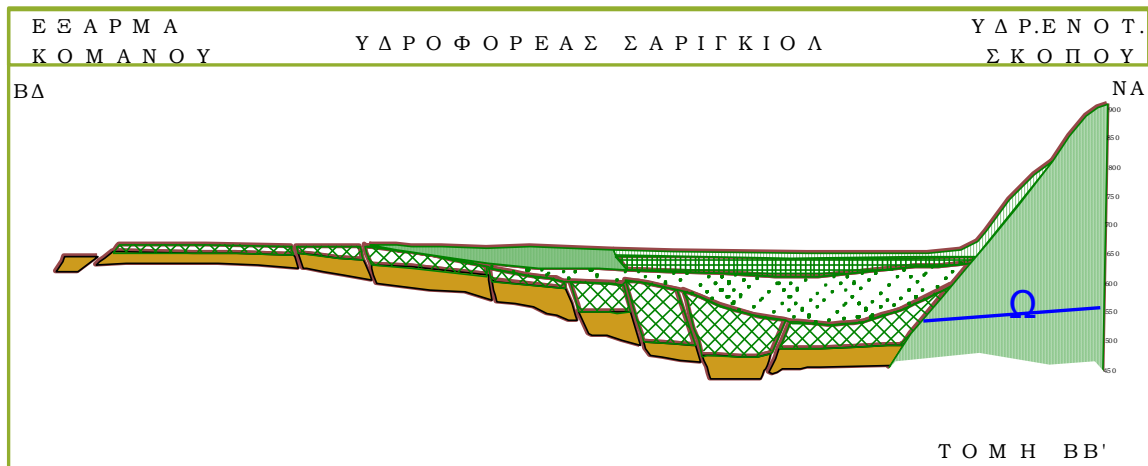
Η υδροπερατότητα στην ορεινή περίμετρο της λεκάνης Σαριγκιόλ είναι αποτέλεσμα της καρστικής διεργασίας των ασβεστόλιθων ($K > 10^{-4}$ m/sec). Έτσι ως υδροπερατοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι του κεντρικού Βερμίου και του «Διαύλου της Κοζάνης», όπως και οι Τριαδικοϊουρασικοί ασβεστόλιθοι. Η καρστικότητα των Τριαδικοϊουρασικών ασβεστόλιθων δεν παρουσιάζει ομοιογένεια, ενώ οι Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν μια ομοιογενή καρστική διεργασία. Επίσης, καρστική διεργασία παρουσιάζουν και τα συνεκτικά κροκαλοπαγή της περιμέτρου της λεκάνης, καθώς και το βασικό κροκαλοπαγές, εκεί που ο ασβεστιτικός – ασβεστολιθικός χαρακτήρας επικρατεί στη σύσταση περισσότερο του οφιολιθικού.










Η υδροπερατότητα μέσα στη λεκάνη των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων είναι αποτέλεσμα του πρωτογενούς πορώδους των σχηματισμών. Στις παλιές αποθέσεις, ο βαθμός υδροπερατότητας αλλάζει από θέση σε θέση, ανάλογα με την κοκκομετρική σύσταση και τις συνθήκες απόθεσης του υλικού. Όπου το αργιλικό υλικό συμμετέχει περισσότερο (χερσαίος χαρακτήρας), η υδροπερατότητα είναι γενικά περιορισμένη. Όπου έχει γίνει διαχωρισμός των κροκαλοαμμωδών αποθέσεων και των αργιλικών σε ξεχωριστά σωματίδια (λιμναίος χαρακτήρας), η υδροπερατότητα είναι γενικά πιο υψηλή. Σε τελική ανάλυση, καθαρά υδροπερατοί σχηματισμοί είναι:

- Η σειρά των κιτρινόφαιων αμμωδών αποθέσεων, που χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο φάσμα κοκκομετρικών διαστάσεων, από λεπτόκοκκη ως χονδρόκοκκη άμμο.
- Τα κροκαλοπαγή του Προαστίου που εμφανίζονται στην πράσινη χρωματικά σειρά, καθώς προχωρούμε προς N-NA μέσα στη λεκάνη Σαριγκιόλ, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι υπόλοιποι υπερκείμενοι της λιγνιτοφόρας σειράς είναι αδιαπέρατοι. Οι τελευταίοι, άλλοτε εμφανίζονται ως υδροπερατοί και άλλοτε ως αδιαπέρατοι.
- Τα συνεκτικά ή ασύνδετα κροκαλοπαγή της περιμέτρου, που είναι ο σχηματισμός πάνω στον οποίο έχουν δημιουργηθεί η εξωτερική απόθεση του Ν. Πεδίου και η απόθεση τέφρας.

Όλοι οι υπερκείμενοι της λιγνιτοφόρου σειράς σχηματισμοί, φαίνεται να έχουν υδραυλική επικοινωνία, λόγω της πλευρικής επικοινωνίας από τον ένα στον άλλον. Έτσι αναπτύσσεται σε αυτούς ένας υδροφόρος ορίζοντας, ενιαίος σε όλη την έκταση παρά την παρουσία μεταπτώσεων και τις παρεμβολές αργιλικών αποσφηνώσεων.

Η υδαταγωγιμότητα T κυμαίνεται από $20 \cdot 10^{-3} - 3,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$, ενώ ο συντελεστής K από $0,19 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}/\text{sec}$ (Brull, 1968). Το ενεργό πορώδες ανέρχεται σε 10 –15 % και η υδραυλική κλίση $L=0,03$ με 0,015.



-  Λιμναίες αποθέσεις-Ολόκαινο
-  Κώνοι κορημάτων-Ανω Πλειστόκαινο
-  Άργιλοι-Κροκαλοπαγή-Κάτω Πλειστόκαινο
-  Λιμναίες αποθέσεις-Μέσο Ανώτερο Πλειόκαινο
-  Ποταμολιμναίες αποθέσεις-Αν.Πλειόκαινο
-  Λιγνίτες-Μέσο Αν. Πλειόκαινο
-  Τριαδικο-Ιουρασικοί Ασβεστόλιθοι
-  Ρήγματα
-  Πιεζομετρική επιφάνεια

Σχήμα 3.6.1 Υδρογεωλογικές τομές Λεκάνης Σαριγκιόλ (Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ)

3.7 Συμπεράσματα αναφορικά με τις υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής

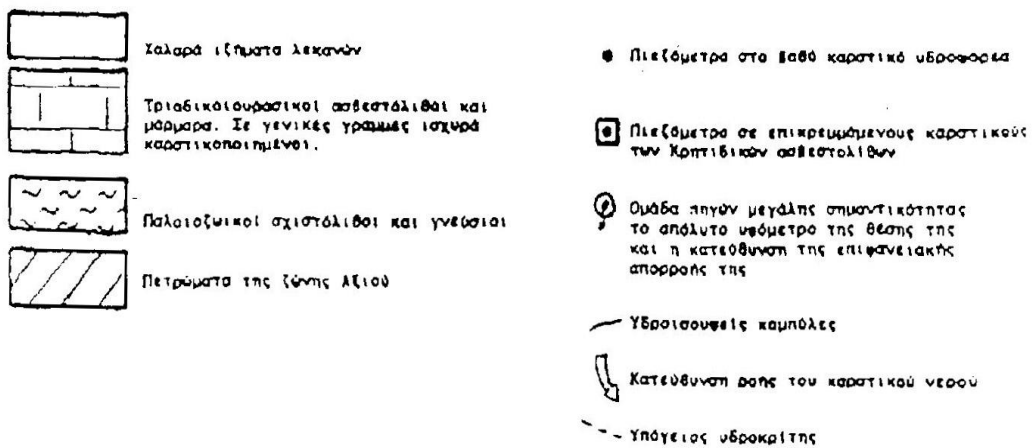
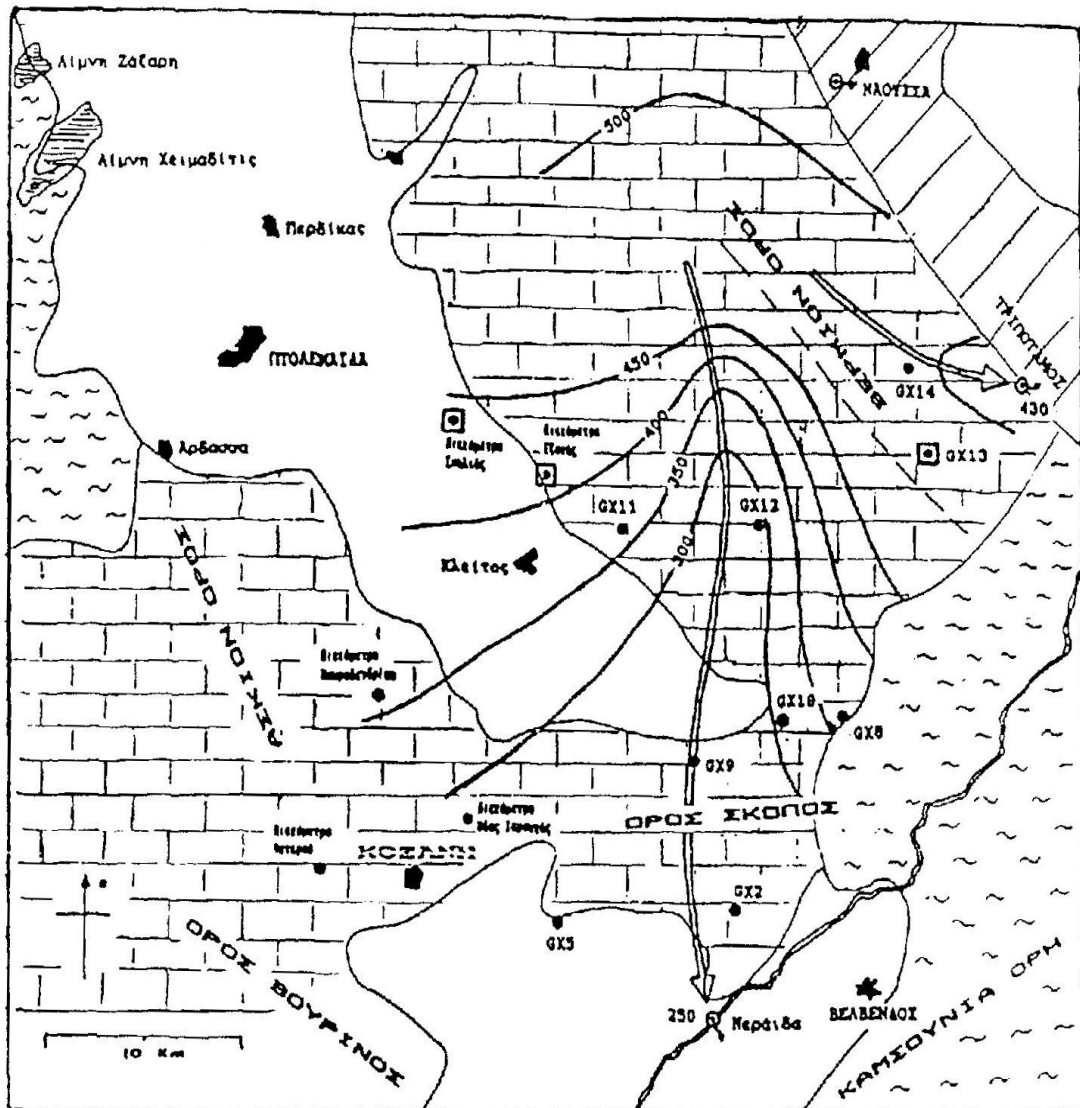
Από τις έρευνες που έχουν προηγηθεί και από την παραπάνω παράθεση των γεωλογικών και υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών των σχηματισμών, προκύπτει ότι στη λεκάνη του Νότιου Λιγνιτικού Πεδίου Πτολεμαΐδας (Σαριγκιόλ) και στους σχηματισμούς του υποβάθρου που την περιβάλλουν, υπάρχουν τα εξής υδροφόρα συστήματα:

A. Καρστικοί σχηματισμοί

- **Βόρεια καρστική ενότητα:** εντοπίζεται στο βόρειο Βέρμιο, στα όρη που περιβάλλουν τη λίμνη Βεγορίτιδα και στο υπόβαθρο της λεκάνης. Η υδροστατική επιφάνεια του καρστικού ορίζοντα βρίσκεται στο απόλυτο υψόμετρο των 510 m. Η λίμνη Βεγορίτιδα, αποτελεί την επιφανειακή εμφάνιση αυτού του καρστικού υδροφορέα
- **Νότια καρστική ενότητα:** εντοπίζεται στην περιοχή μελέτης, δηλαδή στο νότιο Βέρμιο και Σινιάτσικο στο όρος Σκοπός και στο υπόβαθρο της λεκάνης Σαριγκιόλ. Η επιφάνεια του καρστικού ορίζοντα, στην περιοχή της λεκάνης του Ν. Πεδίου, βρίσκεται στο απόλυτο υψόμετρο των 340 m, δηλαδή πολύ κάτω από τη στάθμη των υδροφορέων που εμφανίζονται στα χαλαρά ιζήματα (Dimitrakopoulos & Voight, 1996) και εκφορτίζεται στις πηγές της Νεράιδας, στον Αλιάκμονα, σε απόλυτο υψόμετρο +250 m, και πιθανόν και αλλού.

Τα δύο αυτά κύρια καρστικά υδροφόρα συστήματα, περιέχονται στους ισχυρά καρστικοποιημένους Τριαδικοϊουρασικούς ασβεστόλιθους.

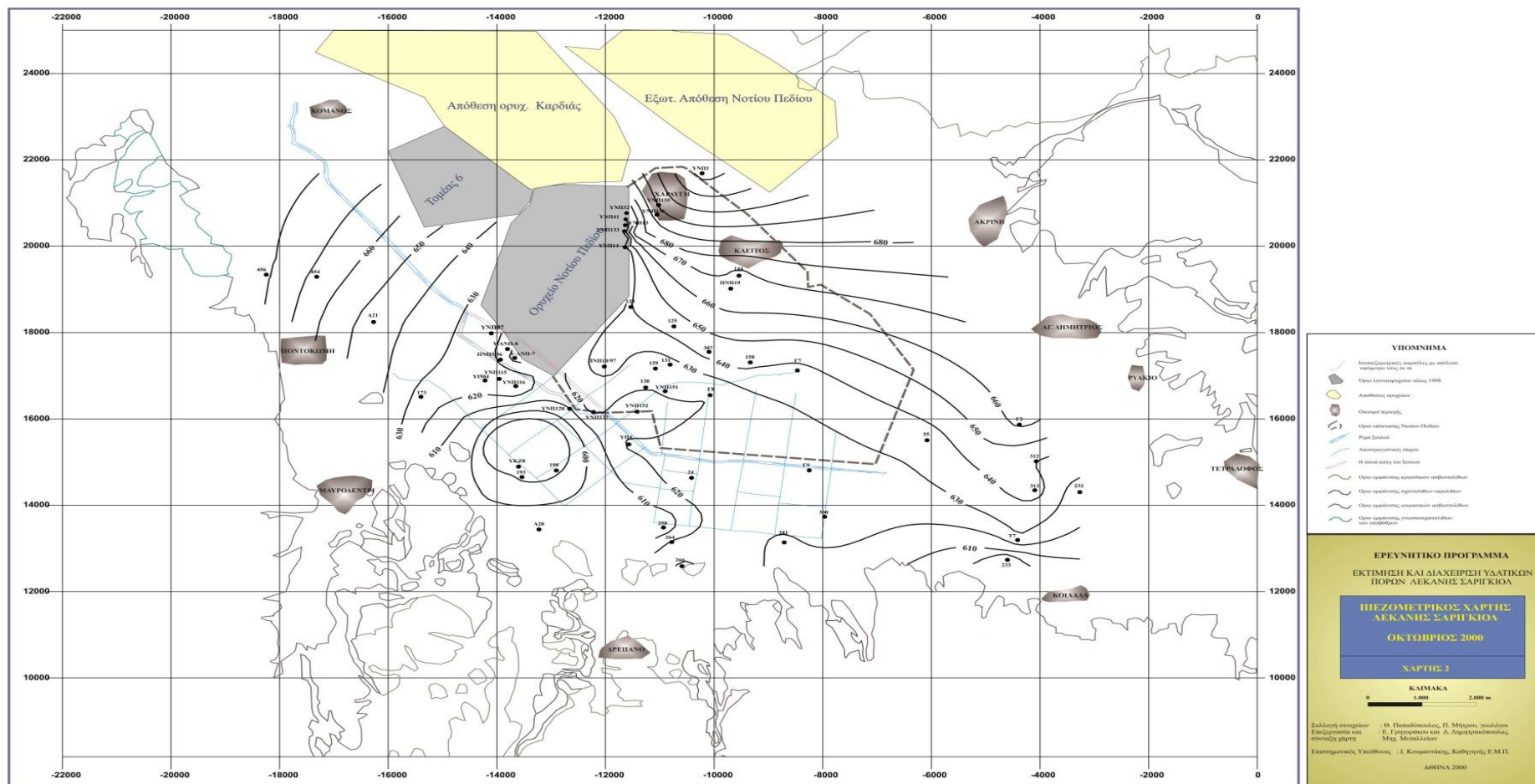
- **Καρστικοί υδροφορείς των Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων.** Στους Ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους της περιοχής Δρεπάνου – Κοίλων αλλά και Βερμίου, αναπτύσσονται οι καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες με στεγανό υπόβαθρο σερπεντινίτες. Δεν είναι ενιαίοι και δεν έχουν την ίδια υδρογεωλογική συμπεριφορά. Μερικοί από αυτούς είναι μικροί και φτωχοί, ενώ άλλοι είναι μεγαλύτεροι και αναπτύσσουν υδραυλική επικοινωνία τροφοδοσίας με τα γειτονικά τους πλειοτεταρτογενή στρώματα (Κουμαντάκης, 1996). Έχουν ιδιαίτερη σημασία για την περιοχή μελέτης και θα εξεταστούν πιο αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 3.7.1 Πιεζομετρία νότιου καρστικού συστήματος (Groba et al., 1985)

B. Χαλαρά ιζήματα της λεκάνης

Υπάρχει ένα υδροφόρο σύστημα που αναπτύσσεται στους υπερκείμενους του λιγνίτη χαλαρούς Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμούς. Το αργιλομαργαϊκό λιγνιτοφόρο σύστημα αποτελεί το αδιαπέρατο υπόβαθρο της υδροφορίας αυτής. Ο υδροφόρος ορίζοντας αποτελείται από επάλληλους διασυνδεδεμένους υδραυλικά υδροφορείς και εμφανίζεται ενιαίος σε όλη του την έκταση, παρά τις παρεμβολές αργιλοαμμούχων ενστρώσεων και μεταπτώσεων των ποταμολιμναίων και ποταμοχειμμάριων αποθέσεων (Λουλούδης, 1991) και βρίσκεται σε υπόγεια πλευρική υδραυλική επικοινωνία με τις υπόγειες υδροφορίες που αναπτύσσονται στα πλευρικά κορήματα των παρυφών της λεκάνης. Πάνω σε αυτούς τους σχηματισμούς (πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων της λεκάνης) έχουν τοποθετηθεί οι εξωτερικές αποθέσεις του Ν. Πεδίου. Η στάθμη του κυμαίνεται από το απόλυτο υψόμετρο των 730 m στα ψηλά σημεία προς Βέρμιο στα ΒΑ και προς την Ποντοκώμη στα ΒΔ, μέχρι τα 585 m στο κεντρικό και Νότιο τμήμα της λεκάνης. Στους χάρτες 3.7.2 και 3.7.3, δίδεται η αθροιστική πιεζομετρία των Νεογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών της λεκάνης το Μάιο του 1999 και τον Οκτώβριο του 2000, σύμφωνα με την έρευνα που έγινε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Εκτίμηση και διαχείριση υδατικών πόρων λεκάνης Σαριγκιόλ». Αντίστοιχη εικόνα είχε προκύψει και από την έρευνα που έγινε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΕΛΙΜΕΙΑ. Από τους χάρτες αυτούς προκύπτει ότι η κατεύθυνση κίνησης των υπόγειων νερών, στην περιοχή ενδιαφέροντος, είναι σε γενικές γραμμές από Βορρά προς Νότο δηλ. από τους πρόποδες του Βερμίου προς το κέντρο της λεκάνης. Αυτό υποδηλώνει ότι η περιοχή αυτή είναι περιοχή τροφοδοσίας. Πράγματι, οι υδροφόροι των πλειοτεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης Σαριγκιόλ, τροφοδοτούνται από απευθείας κατείσδυση της βροχής σε όλη την περιοχή εξάπλωσής τους, αλλά κυρίως στα βόρεια κράσπεδα της λεκάνης που εφάπτονται του νοτιοδυτικού Βερμίου. Στη ζώνη αυτή αναπτύσσονται οι σχηματισμοί που εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές της υδραυλικής αγωγιμότητας και οι οποίοι αποτελούνται από χονδρόκοκκες αποθέσεις (βλ. Σχήματα 33 και 34). Οι επιφανειακές απορροές των ορεινών περιοχών προς τα κράσπεδα της λεκάνης κρίνονται αμελητέες λόγω του μεγάλου συντελεστή κατείσδυσης των καρστικών πετρωμάτων. Η πλευρική τροφοδοσία των χαλαρών σχηματισμών από τις απορροές αυτές μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη.



Χάρτης 2.7.3 Αθροιστική πιεζομετρία των Νεογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών - Οκτώβριος 2000 (Πηγή: Ερευνητικό Πρόγραμμα «Εκτίμηση και Διαχείριση Υδατικών Πόρων Λεκάνης Σαριγκιόλ»)

Εισροές στον υδροφορέα

Στην περιοχή ενδιαφέροντος έχει εκτιμηθεί (Δημητρακόπουλος κ.ά., 2001), ότι υπάρχει μικρή πλευρική εισροή που ανέρχεται σε $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Η μέση κατείσδυση στα αλουβιακά ιζήματα που καλύπτουν τα νεογενή εκτιμάται σε $2,6 \text{ lt/s Km}^2$. Η μέση κατείσδυση στα κροκαλοπαγή, πάνω στα οποία βρίσκεται η εξωτερική απόθεση του Νοτίου και η απόθεση τέφρας εκτιμάται ότι είναι αυξημένη σε $3,1 \text{ lt/s Km}^2$.

Εκροές από τον υδροφορέα

Οι αντλήσεις για την αποστράγγιση του Ορυχείου ανερχόταν σε περίπου $13 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού για το έτος 2007.

Αντίστοιχα οι αντλήσεις για άρδευση και ύδρευση εκτιμώνται (για το έτος 2007) σε περίπου $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ετησίως}$. Για σύγκριση αναφέρεται ότι το 1999 η ποσότητα αυτή είχε υπολογιστεί ότι ήταν $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Δημητρακόπουλος κ.ά., 2001).

Στα υποκείμενα ιζήματα, αναπτύσσεται ένας υδροφόρος, που έχει εντοπιστεί σε γεωτρήσεις στο έξαρμα του Κομάνου και στον Τομέα 6. Οι γεωτρήσεις αυτές, διάτρησαν τη λιγνιτική σειρά και τη χαρακτηριζόμενη ως «τελική μάργα». Έχει αποδειχθεί (Λουλούδης, 1991) από γεωλογικές και πιεζομετρικές παρατηρήσεις, αλλά και με τη βοήθεια της υδροχημείας, ότι δεν υπάρχει καμιά σχέση μεταξύ των καρστικών νερών των ορεινών περιθωρίων της λεκάνης και του υπογείου νερού των χαλαρών ιζημάτων της, καθώς οι καρστικοί υδροφόροι αναπτύσσονται σε πολύ βαθύτερο επίπεδο (250 - 350 m).

3.8 Υδρολογία

Η λεκάνη Πτολεμαΐδας περιβάλλεται από ορεινούς όγκους, οι οποίοι συνίστανται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα. Η καρστικοποίηση των ανθρακικών πετρωμάτων είναι έντονη με αποτέλεσμα ο συντελεστής κατείσδυσης να παρουσιάζεται ιδιαίτερα υψηλός και αντίστοιχα ο συντελεστής επιφανειακής απορροής χαμηλός. Αυτή η σχέση των δύο συντελεστών έχει ως συνέπεια τη διαμόρφωση φτωχού υδρογραφικού δικτύου.

Η λεκάνη Πτολεμαΐδας είναι μια κλειστή λεκάνη, της οποίας οι επιφανειακές απορροές καταλήγουν, μέσω του ρέματος Σουλού, στη λίμνη Βεγορίτιδα. Το ρέμα Σουλού σε κάποιο τμήμα της διαδρομής του είναι τεχνητό κανάλι, το οποίο κατασκευάστηκε το 1954 όταν έγιναν τα έργα αποξήρανσης της λεκάνης Σαριγκιόλ, δηλαδή του νότιου τμήματος της

λεκάνης Πτολεμαΐδας, η οποία πριν την τεχνητή διάνοιξη του Σουλού ήταν έλος, καθώς συγκέντρωνε όλες τις επιφανειακές απορροές της λεκάνης.

Το ρέμα Σουλού, με μήκος περί τα 25 km, συγκεντρώνει τα υδατορέματα του Βερμίου, του Ασκιού και της λεκάνης Σαριγκιόλ. Στο ρέμα καταλήγουν επίσης τα απόνερα από τους πύργους ψύξης των ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και Καρδιάς ($13-17 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού), οι οποίοι καλύπτουν τις ανάγκες τους με νερό που μεταφέρεται με αγωγό από τη λίμνη Πολυφύτου, που βρίσκεται σε γειτονική υδρολογική λεκάνη. Το ρέμα Σουλού είναι αποδέκτης των υπόγειων νερών που αντλούνται από το Νότιο Πεδίο και τον Τομέα 6 με στόχο την προστασία των ορυχείων καθώς και των όμβριων υδάτων των ορυχείων, τα οποία συγκεντρώνονται αρχικά στα αντλιοστάσια και στη συνέχεια απορρίπτονται, σ' αυτό.

Η λεκάνη απορροής του ρέματος, μέχρι την έξοδό του από την λεκάνη του Ν. Πεδίου στην περιοχή Κομάνου, είναι περίπου 350 km^2 . Η βασική απορροή στο ρέμα είναι $20.000 - 40.000 \text{ m}^3$ /ημέρα ($0,23-0,46 \text{ m}^3$ /sec) και οφείλεται κυρίως στα νερά που προέρχονται από την αποστράγγιση των ορυχείων και τα απόνερα των ΑΗΣ.

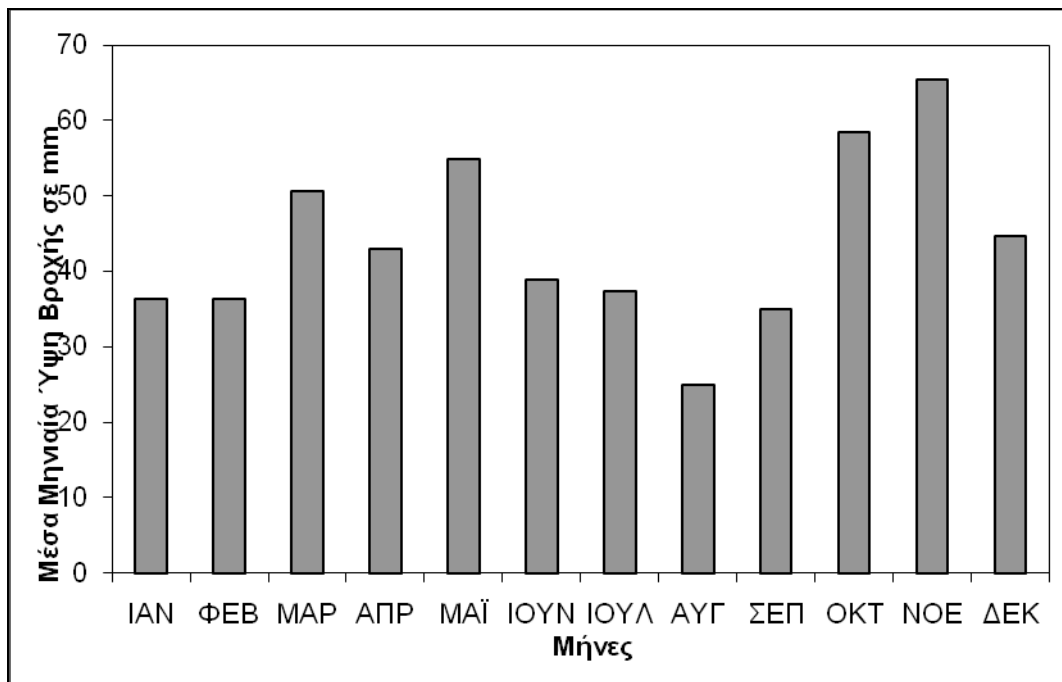
Όσον αφορά στους σχηματισμούς που εντοπίζονται στην περιοχή των λιγνιτωρυχείων Πτολεμαΐδας, όπως προαναφέρθηκε, αυτοί είναι οι σύγχρονες προσχώσεις και ο ελουβιακός μανδύας, οι σύγχρονες λιμναίες αποθέσεις και διάφοροι τύποι χονδροκλαστικών ιζημάτων. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι υδροπερατοί και παρουσιάζουν πρωτογενές πορώδες. Όσον αφορά στους υπόλοιπους σχηματισμούς της περιοχής των λιγνιτωρυχείων, οι οποίοι είναι οι λατυποπαγείς κώνοι, οι ερυθρές άργιλοι και τα λατυποπαγή, τα κροκαλοπαγή, οι ασβεστόλιθοι, οι άργιλοι, οι λιγνίτες και οι μάργες, αυτοί παρουσιάζουν μικρή διαπερατότητα λόγω του δευτερογενούς πορώδους.

3.9 Γενικά κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό, με χιονοπτώσεις και κρύο το χειμώνα, βροχοπτώσεις τη φθινοπωρινή περίοδο και ζέστη το καλοκαίρι στα χαμηλά υψόμετρα, με τάση μείωσης αυτής στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Στην εξεταζόμενη περιοχή δεν υπάρχουν ανεμολογικές παρατηρήσεις. Από παρατηρήσεις που έγιναν σε σταθμούς της βορειοδυτικής Μακεδονίας, συμπεραίνεται ότι οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι συνήθως βόρειοι, μέτριας εντάσεως και ασθενείς νότιοι.

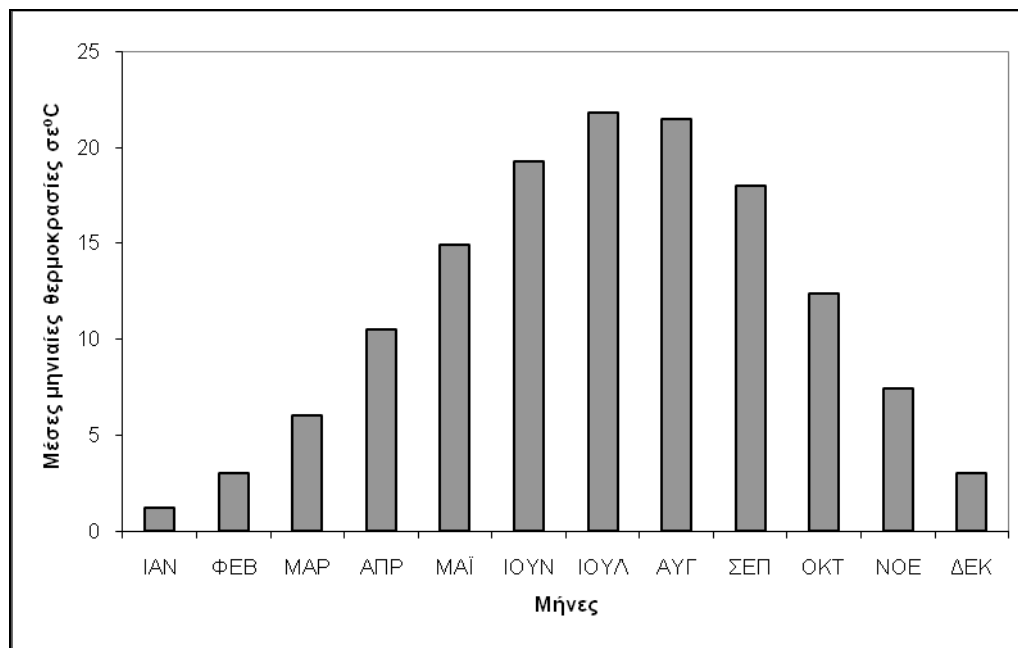
Σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Πτολεμαΐδας (ΕΘΙΑΓΕ, Υψόμετρο +602,50m), τα οποία αναφέρονται στην περίοδο 1951 έως 1993, ο μέσος υπερετήσιος υετός ανέρχεται περί τα 525,6 mm, έχοντας τις μεγαλύτερες τιμές του κατά το τέλος του φθινοπώρου και της

άνοιξης. Υγρότερος μήνας εμφανίζεται ο Νοέμβριος, με μέσο ύψος βροχόπτωσης 65,5 mm και ξηρότερος ο Αύγουστος, με μέσο ύψος βροχόπτωσης 24,9 mm. Στο παρακάτω Διάγραμμα 2.9.1, παρουσιάζονται με τη μορφή ραβδογράμματος τα μέσα μηνιαία ύψη βροχής σε mm για τη χρονική περίοδο 1951 έως 1993.



Διάγραμμα 3.9.1 Μηνιαία ύψη βροχής του μετεωρολογικού σταθμού της Πτολεμαΐδας.

Ακολουθως, στο Διάγραμμα 3.9.2, παρουσιάζονται με τη μορφή ραβδογράμματος, οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σε °C, για το χρονικό διάστημα 1951 έως 1992. Παρατηρείται ότι το μήνα Ιούλιο, καταγράφεται ο μέγιστος μέσος όρος μηνιαίας θερμοκρασίας στους 21,8°C, ενώ ο μικρότερος μέσος όρος μηνιαίας θερμοκρασίας παρατηρείται τον Ιανουάριο στους 1,2 °C. Η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία έχει καταγραφεί τον Αύγουστο με τιμή 26,7°C, ενώ η ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία τον Ιανουάριο με τιμή -5,5°C.



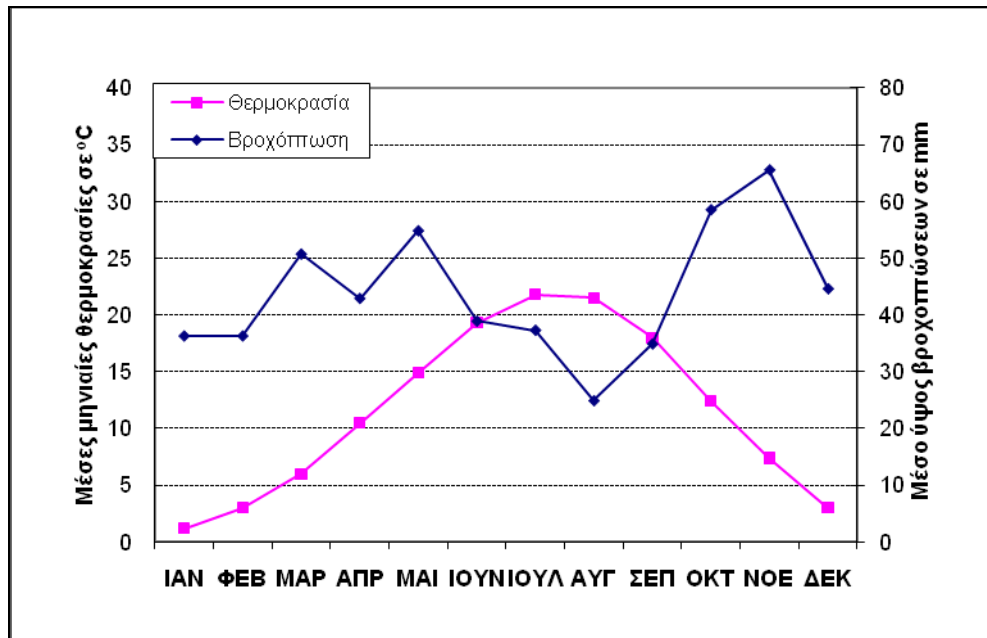
Διάγραμμα 3.9.2 Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Πτολεμαΐδας.

▪ Ομβροθερμικό Διάγραμμα

Οι Gausson και Bagnouls δημιούργησαν ένα διάγραμμα, που καλείται «Ομβροθερμικό Διάγραμμα», στο οποίο απεικονίζεται, μήνα προς μήνα, η πορεία της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας σε °C και του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής σε mm. Το διάγραμμα αυτό έχει στην τετμημένη τους μήνες του έτους και στις τεταγμένες (δύο), στη δεξιά τις μηνιαίες βροχοπτώσεις P σε mm και στην αριστερή τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες T σε °C σε κλίμακα διπλάσια των βροχοπτώσεων.

Με την ένωση των σημείων των μηνιαίων βροχοπτώσεων προκύπτει η καμπύλη βροχόπτωσης ενώ με την ένωση των σημείων των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών προκύπτει η καμπύλη των θερμοκρασιών. Τα δύο σημεία τομής των καμπυλών δείχνουν το χρονικό σημείο όπου $P = 2T$. Όταν η καμπύλη των βροχοπτώσεων διέρχεται κάτω από την καμπύλη των θερμοκρασιών τότε έχουμε $P < 2T$. Η επιφάνεια που περικλείεται από τις δυο αυτές καμπύλες μεταξύ των δύο σημείων των τομών ($P=2T$) δείχνει τη διάρκεια και την ένταση της ξηράς περιόδου. Αυτό δικαιολογείται, γιατί αν θεωρηθούν οι βροχοπτώσεις στο υδατικό ισοζύγιο ως κέρδος, τότε οι θερμοκρασίες εμμέσως εκφράζουν τις απώλειες από την εξάτμιση και τη διαπνοή. Όσο υψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες, τόσο υψηλότερες είναι οι υδατικές απώλειες από την εξάτμιση και τη διαπνοή.

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3.9.3 απεικονίζεται το ομβροθερμικό διάγραμμα που δημιουργήθηκε από την επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων του σταθμού της Πτολεμαΐδας, ο οποίος έχει υψόμετρο +602,5m.



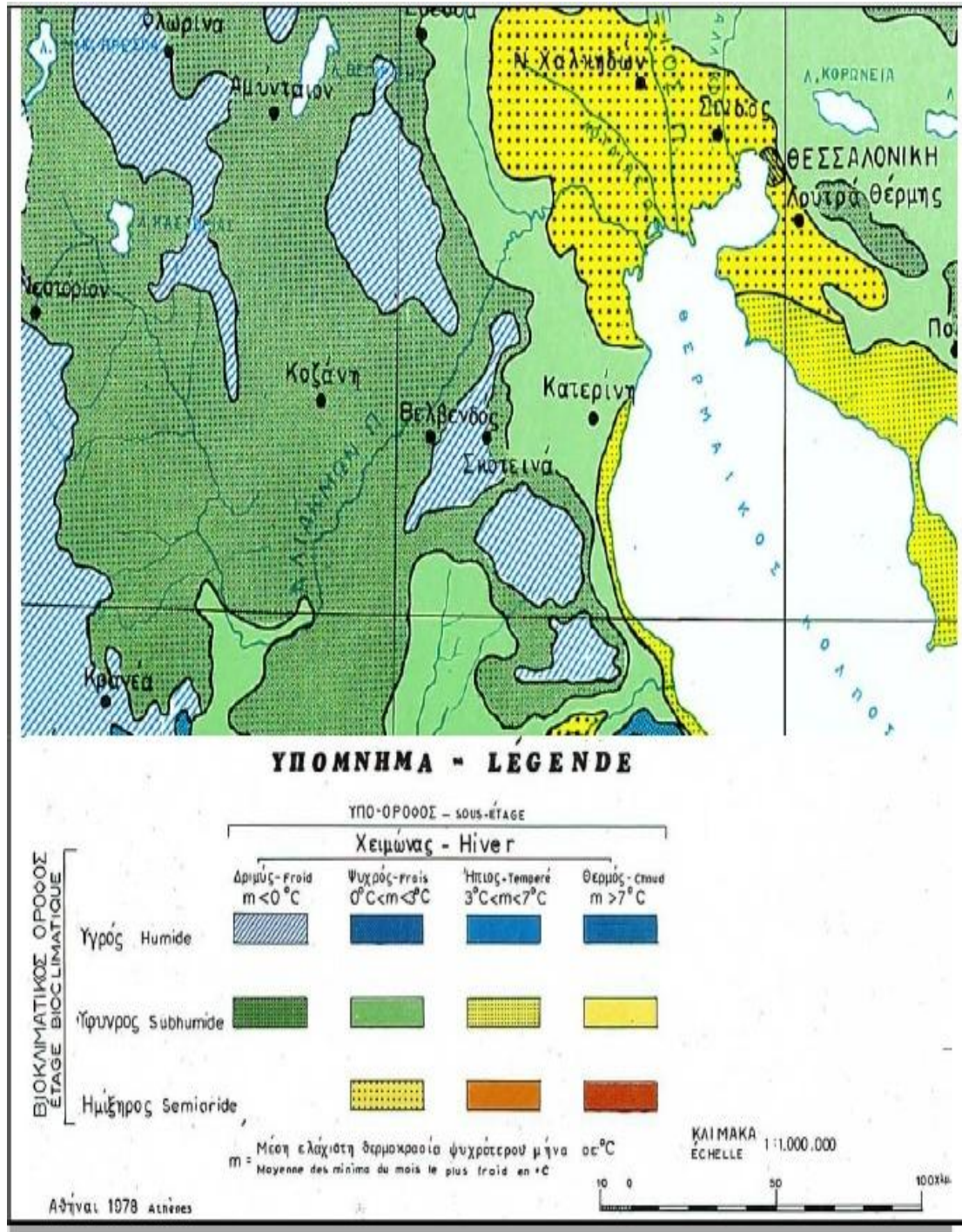
Διάγραμμα 3.9.2 Ομβροθερμικό διάγραμμα του μετεωρολογικού σταθμού της Πτολεμαΐδας

▪ Βιοκλίμα

Το ανάγλυφο και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής διαμορφώνουν, μαζί με τους βιοκλιματικούς ορόφους, ζώνες, στις οποίες προσιδιάζουν συγκεκριμένες καταληκτικές διαπλάσεις. Οι καταληκτικές διαπλάσεις προσδιορίζονται από τα κλιματικά, εδαφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης περιοχής και τα κυρίαρχα είδη της χλωρίδας (παρούσας κατάστασης και του παρελθόντος).

Η ταξινόμηση των διαφόρων μετεωρολογικών σταθμών και η τοποθέτηση τους στους διάφορους βιοκλιματικούς ορόφους πραγματοποιείται με τον υπολογισμό του «ομβροθερμικού πηλίκου», βάσει του τύπου του Emburger. Στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού της Πτολεμαΐδας το βιοκλίμα διαμορφώνεται ως εξής:

«Βιοκλιματικός όροφος: Ύφυγρος με χειμώνα δριμύ»



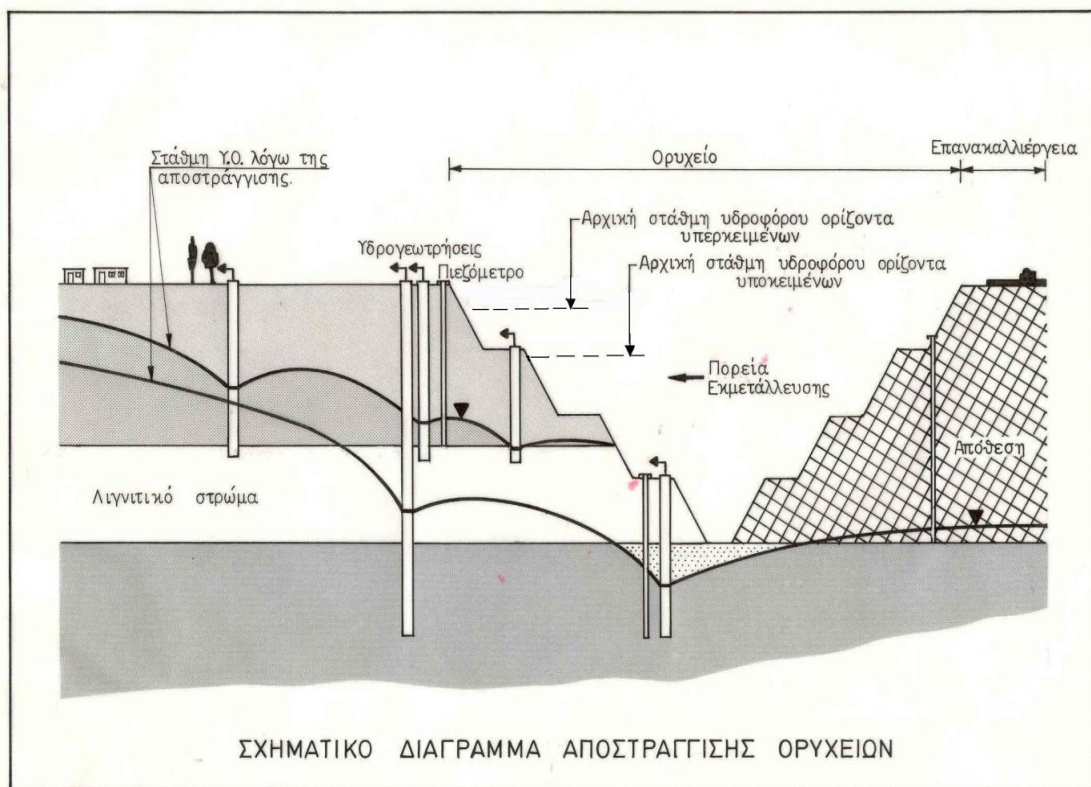
Χάρτης 3.9.4 Απόσπασμα χάρτη βιοκλιματικών ορόφων Υπουργείου Γεωργίας(1978)

3.10 Χρήσεις υπογείων νερών

Η ασφαλής και οικονομική εξόρυξη του λιγνίτη από το υπέδαφος προϋποθέτει την αποστράγγιση των υπερκειμένων του λιγνίτη στρωμάτων και τον υποβιβασμό της στάθμης των υποκειμένων, αν αυτή απαιτείται. Οι ποσότητες νερού που αντλούνται από τα ορυχεία, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ, δίνονται στον Πίνακα 3.10.1.

Έτος	Υδρογεωτρήσεις (10^6 m^3 νερού)	Επιφανειακά νερά (10^6 m^3 νερού)	Σύνολο (10^6 m^3 νερού)
Ορυχείο Ν. Πεδίου			
1996	4	4	8
2001	7.7	4	11.7
2007	13.0	3.8	16.8
Ορυχείο Καρδιάς – Τομέας 6			
1996	0.5	1	1.5
2001	1.7	1.5	3.2
2007	2.7	2.5	4.2
Σ Υ Ν Ο Λ Ο			
1996	4.5	5.0	9.5
2001	9.4	5.5	14.4
2007	15.7	6.3	21.0

Πίνακας 3.10.1 Αντλήσεις για την προστασία των Ορυχείων της ΔΕΗ
στην Λεκάνη Σαριγκιόλ



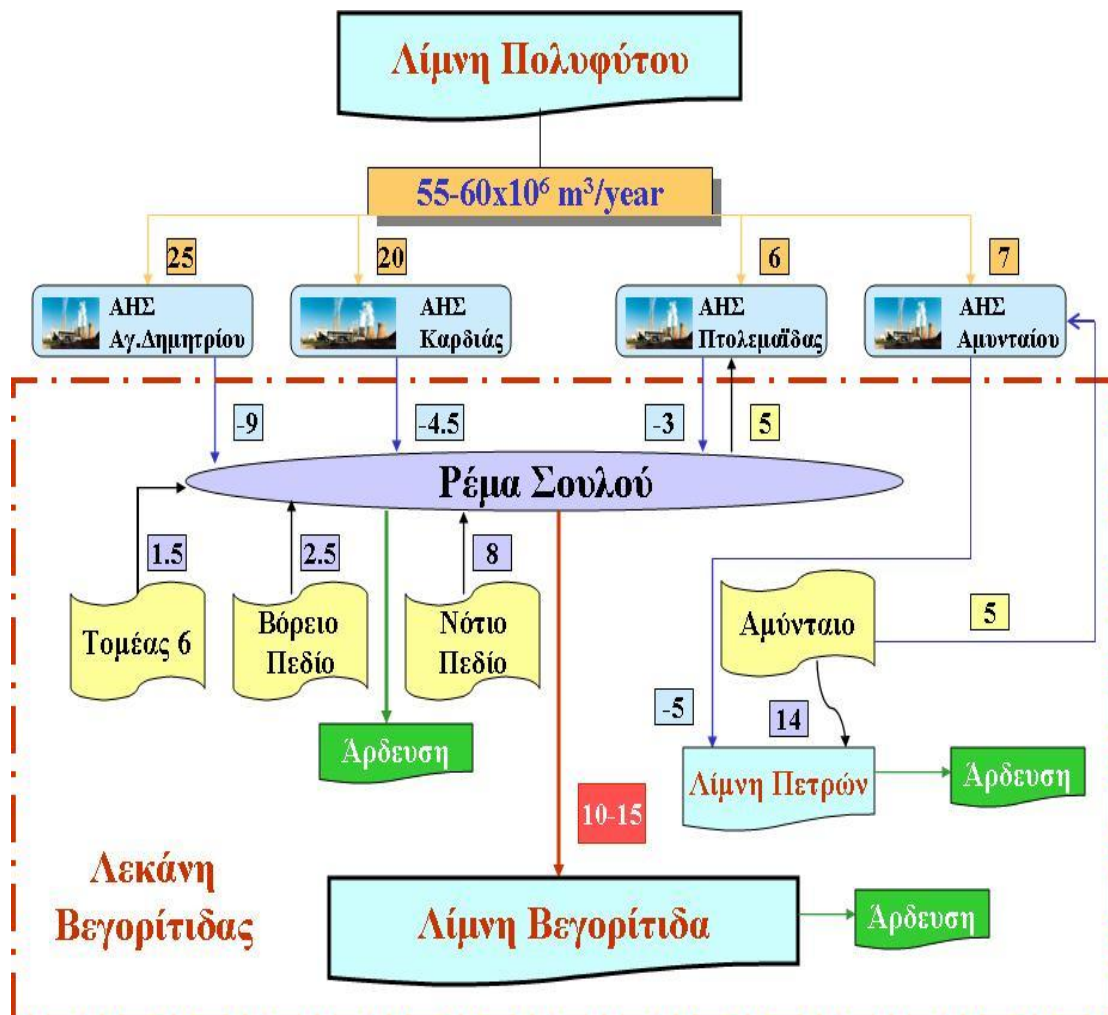
Σχήμα 3.10.2 Διάγραμμα αποστράγγισης Ορυχείων (Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ)

Οι ποσότητες, που αντλούνται για την αποστράγγιση των ορυχείων δεν χρησιμοποιούνται περαιτέρω από τα ορυχεία, αλλά απορρίπτονται στο ρέμα Σουλού ή στις αποστραγγιστικές τάφρους και διατίθενται ως ακολούθως:

- Τους καλοκαιρινούς μήνες χρησιμοποιούνται από τους αγρότες για άρδευση των γειτονικών εκτάσεων.
- Ένα μικρό μέρος καλύπτει τις ανάγκες των ορυχείων (προσωπικό, διατήρηση πρασίνου και πλύσιμο μηχανημάτων).
- Ένα μέρος των αντλούμενων νερών διατίθεται για την κάλυψη των αναγκών των πόλεων και οικισμών της περιοχής. Το 2007 διατέθηκαν για την υδροδότηση της Κοζάνης του Κλείτου και της Χαραυγής περίπου 8.000.000 m³ νερού.
- Τη χειμερινή περίοδο φθάνουν στο ρέμα Σουλού και από εκεί οδεύουν τελικά προς την λίμνη Βεγορίτιδα, συμβάλλοντας στην διατήρηση της στάθμης της.

Επομένως, οι ποσότητες του νερού που αντλούνται από τα Ορυχεία, κατά κύριο λόγο επανέρχονται στην λεκάνη. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται εν μέρει από την ΔΕΗ, αλλά συνήθως διατίθενται για άρδευση ή ύδρευση, καλύπτοντας ανάγκες που ούτως ή άλλως έπρεπε να

καλυφθούν. Το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Βεγορίτιδας δίνεται στο ακόλουθο Σχήμα 3.10.3.



Σχήμα 3.10.3 Υδατικό ισοζύγιο λεκάνης Βεγορίτιδας (Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ)

4.1 Surpac

Το Surpac 6.2.1 είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων καθώς και στην μοντελοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Παρέχει τα εργαλεία ώστε να μπορεί ο μηχανικός να σχεδιάσει αλλά και να παρακολουθεί τις μεταλλευτικές δραστηριότητες αλλά και να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, δημιουργώντας μοντέλα ρύπων και εναλλακτικά σχέδια αποκατάστασης.

Το συγκεκριμένο λογισμικό λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια ομάδα εργαλείων για διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων με βάση το Core Management System (CMS). Είναι modular software, δηλαδή αποτελείται από τον πυρήνα και από τις υπομονάδες εργαλείων. Το όλο πρόγραμμα είναι βασισμένο στην υπόθεση ότι αφού ο πραγματικός κόσμος είναι τρισδιάστατος τότε και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για να τον αναπαραστήσουν θα πρέπει να είναι τρισδιάστατα.

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

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

- Graphics: εργαλείο τρισδιάστατης σχεδίασης γραφικών που ενσωματώνει την δυνατότητα φωτοσκίασης (rendering) για την δημιουργία στερεών αντικειμένων. Περιλαμβάνει επίσης την δυνατότητα ψηφιοποίησης δεδομένων (digitizing interface) καθώς και εργαλεία CAD για τον σχεδιασμό υπόγειων εκσκαφών.
- String Tools: συλλογή εργαλείων για την διαχείριση των string files. Περιλαμβάνει διασύνδεση (interface) για αρχεία CAD DXF.
- DTM Tools: εργαλείο δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Digital Terrain Models) δηλαδή τριγωνοποιημένα δίκτυα σημείων. Εδώ δίνεται η δυνατότητα για την δημιουργία τομών και για τον υπολογισμό όγκων.
- Plotting: χαρτογραφικό εργαλείο για την εκτύπωση δεδομένων από τα υπόλοιπα εργαλεία
- Grid Tools: εργαλείο για την αποθήκευση, διαχείριση και εξαγωγή δεδομένων που είναι διατεταγμένα σε κανονικό κάρναβο.
- Block modeling: εργαλείο για την μοντελοποίηση διάφορων ιδιοτήτων του χώρου που έχει οριστεί από τον χρήστη, συγχωνεύοντας δεδομένα και αντικείμενα όπως dtm, 3dm.
- Environmental tools: λογισμικό πακέτο της entec για τον έλεγχο και την πρόληψη της ρύπανσης των υπογείων νερών. Παρέχει εργαλεία για την μοντελοποίηση της ροής και των διάφορων ιδιοτήτων των υπογείων νερών.
- Geostatistics: εργαλείο για την επεξεργασία των δεδομένων με κλασική στατιστική ή με γεωστατιστική.

Το Surpac επίσης, για την καλύτερη διαχείριση πολλών δεδομένων όπως τα αρχεία γεωτρήσεων, δίνει την δυνατότητα δημιουργίας βάσης δεδομένων μέσω του module Geological Database. Η βάση αυτή μπορεί να είναι συμβατή με άλλες εξωτερικές βάσεις δεδομένων όπως η Microsoft Access, η Paradox, ή η Dbase.

Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα που έχει αποθηκεύσει στη βάση σε άλλα modules του προγράμματος όπως το Geostatistics για την δημιουργία βαριογραμμάτων και στοχαστικών μοντέλων, το Environmental Tools για την μοντελοποίηση της ροής υπόγειων υδάτων κ.λπ.

4.2 Περιγραφή των modules που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία

User Interface

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

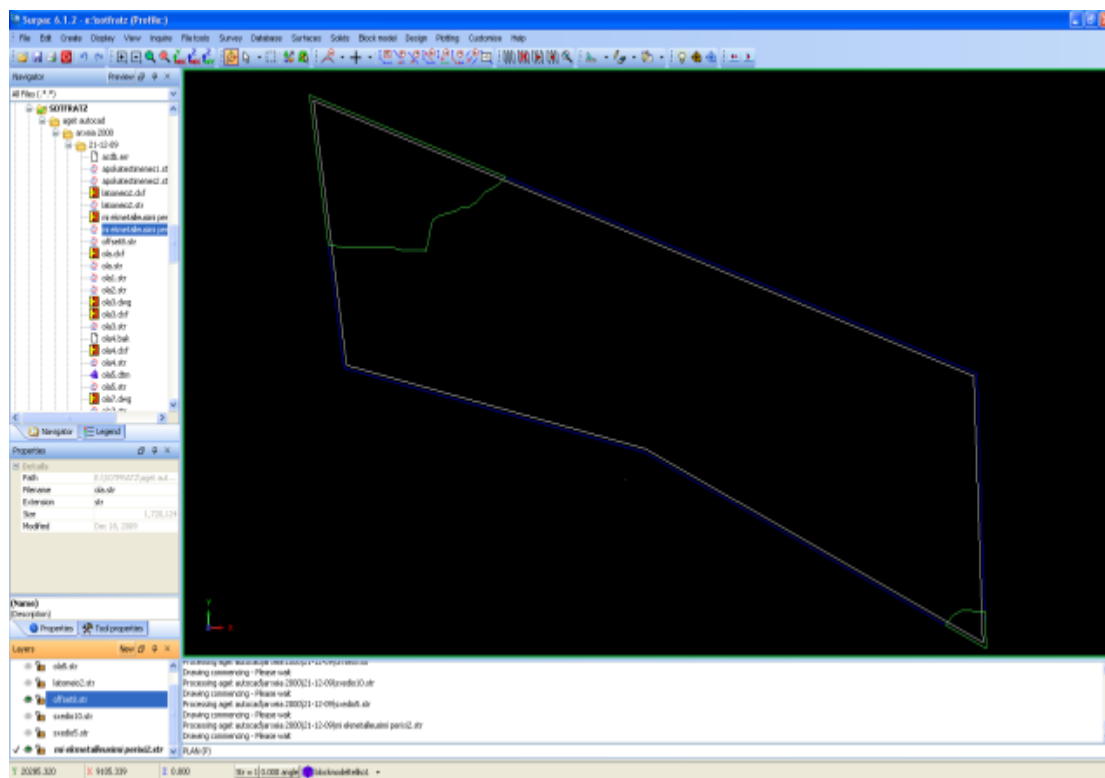
Η περιοχή εργασίας του χρήστη, περιλαμβάνει στο πάνω μέρος της τη μπάρα μηνυμάτων (message bar) όπου προβάλλονται οι πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα και τα μηνύματα λάθους. Στο κάτω μέρος βρίσκεται η μπάρα κατάστασης (status bar) του προγράμματος. Εκεί ο χρήστης βλέπει πληροφορίες σχετικά με τον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

Πολλές από τις εντολές του surpac απαιτούν από το χρήστη τη ρύθμιση ή την επιλογή κάποιων παραμέτρων σχετικά με το αποτέλεσμα. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω των φορμών (forms), οι οποίες ζητούν την ρύθμιση των παραμέτρων της κάθε εντολής.

Για το άνοιγμα αρχείων του surpac, υπάρχει ένας αρκετά εύχρηστος file browser που επιτρέπει στον χρήστη να καλέσει αρχεία από οπουδήποτε (σκληρό δίσκο ή δίκτυο), να τα μετονομάσει, να τα σβήσει ή να τα δει σε text editor προτού τα καλέσει.

Η βοήθεια στον χρήστη παρέχεται από τρία επίπεδα: επιλέγοντας το Help button σε μία φόρμα έχει την δυνατότητα να δει την βοήθεια για την συγκεκριμένη εντολή είτε μέσω του online manual, το οποίο καλείται από έναν internet browser, είτε μέσω της μπάρας μηνυμάτων ή μπορεί να πληροφοριές σχετικά με κάποια παράμετρο της εντολής.

Τέλος το surpac δίνει τη δυνατότητα διαμόρφωσης του περιβάλλοντος εργασίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη. Επίσης δίνεται η δυνατότητα κατασκευής μακροεντολών για την αυτοματοποίηση εργασιών που επαναλαμβάνονται συχνά και την δημιουργία custom menus. Το περιβάλλον εργασίας φαίνεται αναλυτικότερα στην παρακάτω φωτογραφία:



Εικόνα 4.2.1 Περιβάλλον εργασίας Surpac

Graphics

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

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

Έχει διάφορες τεχνικές φωτοσκίασης (rendering), για χρησιμοποίηση διάφορων πηγών φωτισμού, χρωματισμού και εξομάλυνσης (smoothing) των αντικειμένων, καθώς και την δυνατότητα για επικάλυψη των αντικειμένων (π.χ. γεωμορφολογικά ανάγλυφα) με πραγματικές φωτογραφίες (draping).

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα menu εντολών:

- Recall file: Επιλογή αρχείου για άνοιγμα.
- File: Διαχείριση αρχείων.
- Layers: Διαχείριση των layers
- Attributes: Διαμόρφωση των οπτικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων.
- Copy: Αντιγραφή των strings or segments
- Digitizer: Εισαγωγή δεδομένων από ψηφιοποιητή ή ποντίκι.
- Edit: Διόρθωση – επεξεργασία
- Inquire: Παροχή πληροφοριών σχετικά με τα δεδομένα
- Labels: Εισαγωγή ετικετών σε αντικείμενα ή σημεία
- Move: Μετακίνηση των strings or segments
- Quadrants: Αλλαγή της όψης ανάλογα με το τεταρτημόριο.
- Settings: Ρυθμίσεις σχεδιασμού
- Data Trim: Ομαδοποιημένες εντολές επεξεργασίας
- View: Αλλαγή της οπτικής γωνίας
- Contours: Δημιουργία πλεγμάτων συντεταγμένων και περιγραμμάτων των αντικειμένων

- Geol DB: Σύνδεση με τη βάση δεδομένων
- Grade Control: Σχεδιασμός – έλεγχος της σχέσης εκμετάλλευσης
- Solids & DTMs: Επεξεργασία των τρισδιάστατων μοντέλων
- Pit & Dump: Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων και χώρων απόθεσης με έργα προσπέλασης
- Pit Tools: Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων με λιγότερο αυστηρό τρόπο
- Points: Δημιουργία σημείων σχεδιασμού
- Ring Design: Σχεδιασμός των διατηρημάτων σε βεντάλια (ring drilling) για υπόγειες εκμεταλλεύσεις
- Strings: Επεξεργασία σημείων που ανήκουν στο ίδιο τμήμα ενός string

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

String Tools

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

- Create Strings: Apply Boundary, Centroids from segments, Polygon intersection
- Transformations: Μετασχηματισμοί 2D, 3D
- Import: Εισαγωγή συντεταγμένων, δεδομένων από αρχεία text
- Classify Strings: Ταξινόμηση των αρχείων string
- Clean: Έλεγχος των αρχείων strings για λάθη και σημεία που επικαλύπτονται
- Utilities: Εργαλεία για την επεξεργασία συγκεκριμένων πεδίων των αρχείων string καθώς και μετατροπές αρχείων σε format άλλων προγραμμάτων όπως τα Datamine, ArcInfo, AutoCAD, Moss
- Split/Merge: Διαχείριση των δεδομένων των αρχείων string.

Geological Database

Για την αποθήκευση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που προκύπτουν από την δειγματοληψία γεωτρήσεων, το surpac δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων, με αυτό το module. Μια βάση αποτελείται από έναν αριθμό πινάκων (tables), από τους οποίους ο καθένας περιέχει έναν αριθμό σειρών με πεδία (fields) δεδομένων. Οι πίνακες και τα πεδία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα υποχρεωτικά και τα επιλογής. Τα υποχρεωτικά απαιτούνται από τη βάση για τον σωστό ορισμό

των γεωτρήσεων και δεν επιτρέπουν στο χρήστη την αλλαγή των χαρακτηριστικών τους (attributes) ενώ τα επιλογής ορίζονται και προσθέτονται από το χρήστη.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του τύπου της βάσης δεδομένων που θα δημιουργηθεί ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα με εξωτερικές βάσεις που χρησιμοποιούνται π.χ.: Microsoft Access, Dbase, Oracle, Informix.

Οι δυνατότητες για διαχείριση των δεδομένων παρέχονται από το ακόλουθο menu εντολών :

- Data Analysis: Δημιουργία γραφικών παραστάσεων από πεδία, υπολογισμός στατιστικών παραμέτρων όπως η μέση τιμή, η διασπορά κ.α.
- Drill Hole Analysis: Ταξινόμηση των δειγματοληπτικών δεδομένων σε κοίτασμα ή στείρα, υπολογισμός αραίωσης, απολήψιμων αποθεμάτων.
- Data Manipulation: Διαχείριση των δεδομένων, αλλαγή συστήματος συντεταγμένων των γεωτρήσεων, εύρεση σημείων τομής με DTM.
- Compositing Data: Δημιουργία αρχείων string με σύνθετα δείγματα από τα δεδομένα ανάλογα με την περιεκτικότητα, την γεωλογία, το υψόμετρο κ.α.
- Extracting Sections: Δημιουργία οριζόντιων ή κατακόρυφων τομών για εκτύπωση ή για υπολογισμούς με άλλα modules.
- Extracting Points: Δημιουργία αρχείων string από τα δεδομένα για εκτύπωση ή υπολογισμούς.
- Discrete sample tables: Επεξεργασία πινάκων που περιέχουν διακριτά δεδομένα δειγμάτων.
- Management and Reports: Εντολές για τη διαχείριση της βάσης δεδομένων, επεξεργασία των πινάκων και των πεδίων, ενημέρωση των δεδομένων.

Block Modeling

Το block model είναι μια βάση δεδομένων που αναπτύσσεται στο χώρο και αναφέρεται σε συγκεκριμένες ιδιότητες του. Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των ιδιοτήτων σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του χώρου (volume) όπως π.χ. η περιεκτικότητα ενός κοιτάσματος. Τα δεδομένα στο block model αναφέρονται σε διακριτά στοιχεία όγκου τα οποία ονομάζονται blocks. Αυτά είναι παραλληλεπίπεδα τμήματα του προς μοντελοποίηση χώρου που δημιουργούνται ανάλογα με τον τρόπο που θα επιλέξει ο χρήστης. Τα δεδομένα που περιέχονται στο κάθε block αναφέρονται σε όλο τον όγκο του και όχι μόνο σε σημεία του.

Επίσης δίνεται η δυνατότητα, σε κάθε στάδιο δημιουργίας του μοντέλου, να εφαρμοστούν περιορισμοί. Οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να είναι επίπεδες επιφάνειες, γεωμορφολογικά ανάγλυφα, κλειστά strings, οι οποίοι περιορίζουν τον αριθμό των blocks ώστε η μοντελοποίηση του χώρου να είναι πιο αποτελεσματική.

Το menu των εντολών του module παρέχει της εξής δυνατότητες :

- Model Summary: Δίνει περιληπτικά πληροφορίες, σχετικά με τις παραμέτρους του μοντέλου
- Select Model: Επιλογή διαφορετικού μοντέλου
- Copy Model: Αντιγραφή του τρέχοντος μοντέλου, για δημιουργία καινούργιου
- Save Model: Αποθήκευση του τρέχοντος μοντέλου
- Delete Model: Διαγραφή του τρέχοντος μοντέλου
- Merge Model: Συγχώνευση ενός περιορισμένου μοντέλου με το αρχικό
- Clear Attributes: Καθαρισμός των blocks του μοντέλου, από τις τιμές των ιδιοτήτων τους με επαναφορά τους στο background value
- Add Attribute: Προσθήκη νέας ιδιότητας για μοντελοποίηση
- Delete Attribute: Διαγραφή υπάρχουσας ιδιότητας
- Edit Attribute: Αλλαγή των χαρακτηριστικών μιας ιδιότητας
- Block Maths: Ορισμός των τιμών μια ιδιότητας σε σχέση με τις τιμές μιας άλλης
- Xpac Interface: Μετατροπή μοντέλου για συμβατότητα με το πρόγραμμα Runge Mining's XPAC Export Whittle: Μετατροπή μοντέλου για συμβατότητα με το πρόγραμμα Whittle
- Column Tops: Αποθήκευση των συντεταγμένων της κορυφής κάθε κολώνας σε αρχείο string

- Ore/Waste Discrimination: Κατάταξη των blocks σε “κοίτασμα” ή “στείρο”
- Dilution & Reduction: Εφαρμογή συντελεστών διάλυσης στις επαφές του κοιτάσματος με το στείρο
- Recoverable Product: Υπολογισμός του όγκου των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων
- Thicknesses: Αποθήκευση των στρωμάτων και των περιεκτικοτήτων σε αρχεία string
- Define Sections: Ορισμός του προσανατολισμού της τομής και αποθήκευση σε αρχείο string
- Extract Sections: Εξαγωγή τομών από το τρέχον μοντέλο και αποθήκευση τους σε ξεχωριστά αρχεία string
- Nearest Neighbour : Προσδιορισμός των τιμών των blocks από το κοντινότερο σημείο δείγματος
- Inverse Distance: Προσδιορισμός των τιμών των blocks με τον αλγόριθμο της αντίστροφης απόστασης
- Assign Value: Ορισμός των τιμών των blocks με συγκεκριμένη τιμή, χρησιμοποιώντας περιορισμούς
- Ordinary Kriging: Προσδιορισμός των τιμών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Kriging και τις παραμέτρους από τα βαριογράμματα
- Indicator Kriging: Προσδιορισμός των τιμών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Indicator Kriging
- Assign from Strings: Εισαγωγή των τιμών των blocks από τα description fields των string files
- Import Centroids: Εισαγωγή δεδομένων από αρχεία string
- Make Constraint: Δημιουργία περιορισμών για το μοντέλο και αποθήκευση τους
- View Constraint: Προβολή των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον περιορισμό
- Edit Constraint: Αλλαγή των παραμέτρων για τον περιορισμό
- Graphics: Σειρά εντολών για την γραφική παρουσίαση του μοντέλου μέσα από το module Graphics.

4.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων

Στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκαν 32 κοιτασματολογικές γεωτρήσεις από το ΙΓΜΕ και τη ΔΕΗ. Σε πρώτη φάση λάβαμε τη γεωλογική περιγραφή των υπό εξέταση «καρότων» από την οποία συγκρατήσαμε το είδος του πετρώματος, το χρωματισμό του, τις συντεταγμένες και το βάθος της κάθε γεώτρησης. Επίσης, λάβαμε τα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων και δοκιμών εκπλυσιμότητας, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας της σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ (στα πλαίσια του Ερευνητικού Προγράμματος «Χαρακτηρισμός αγόνων λιγνιτικού κέντρου Δυτικής Μακεδονίας», Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας) σε δείγματα τεσσάρων εκ των γεωτρήσεων (επισυνάπτεται ο αναλυτικός πίνακας). Τα στοιχεία της παραπάνω διαδικασίας συγκεντρώθηκαν και καταχωρήθηκαν σε πίνακες excel (ένας για κάθε γεώτρηση). Με βάση τα παραπάνω, διαμορφώσαμε τους τρεις κύριους πίνακες (collar, survey, assay), οι οποίοι αποτέλεσαν και το υλικό για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων (database).

hole_id	y	x	z	max_depth	hole_path
T6-D43	4477526.0188	309879.4461	672.68	158.00	LINEAR
T6-D62	4476733.6258	309734.3348	691.05	220.00	LINEAR
T6-D30	4475959.9900	311345.6192	676.68	271.00	LINEAR
T6-D36	4477790.3390	310457.9599	664.08	97.00	LINEAR
T6-D47	4476967.0114	310029.3672	678.90	262.00	LINEAR
T6-D48	4476862.9340	310183.9831	673.78	249.00	LINEAR
T6-D60	4476438.7398	310016.7455	680.60	343.00	LINEAR
T6-D65	4475977.0277	310181.8656	680.16	223.00	LINEAR
T6-D68	4475418.8386	311604.7201	673.73	227.00	LINEAR
T6-D72	4475287.7540	311149.4646	682.51	197.00	LINEAR
T6-D74	4475435.3492	310736.5624	679.70	165.00	LINEAR
T6-D78	4477017.4732	309488.2114	697.57	229.00	LINEAR
T6-D79	4476290.5084	309964.6810	685.73	300.00	LINEAR
T6-D86	4478186.3048	310345.8674	663.54	136.00	LINEAR
T6-D88	4478615.0183	309936.5101	667.76	139.00	LINEAR
T6-D91	4478174.2490	310056.4627	663.39	106.00	LINEAR
T6-D92	4478032.8297	310206.1357	666.24	128.50	LINEAR
T6-D101	4477887.0284	309779.2628	672.37	130.00	LINEAR
T6-D107	4478580.4996	310196.4443	663.85	162.00	LINEAR
T6-D110	4477319.0742	309212.3229	700.73	202.00	LINEAR
T6-D111	4478460.8158	310353.2911	662.45	130.00	LINEAR
T6-D121	4476487.6246	309483.4783	703.44	224.00	LINEAR
T6-D122	4476311.0085	309587.6074	698.86	207.00	LINEAR
T6-D124	4476026.8593	309950.5999	686.97	201.00	LINEAR
T6-D125	4475862.7649	310042.0312	686.30	199.50	LINEAR
T6-D126	4475702.2978	310165.8196	685.84	172.00	LINEAR
T6-D129	4475294.0909	310586.4919	687.56	190.00	LINEAR
T6-D131	4474937.1032	310848.2107	688.48	171.00	LINEAR
T6-D132	4475138.5887	311016.8074	685.14	174.00	LINEAR
T6-D133	4476555.9232	310333.2988	672.13	412.00	LINEAR
T6-D134	4476418.1614	310488.7245	674.54	394.00	LINEAR
T6-D136	4475043.6654	311747.9296	675.30	186.00	LINEAR

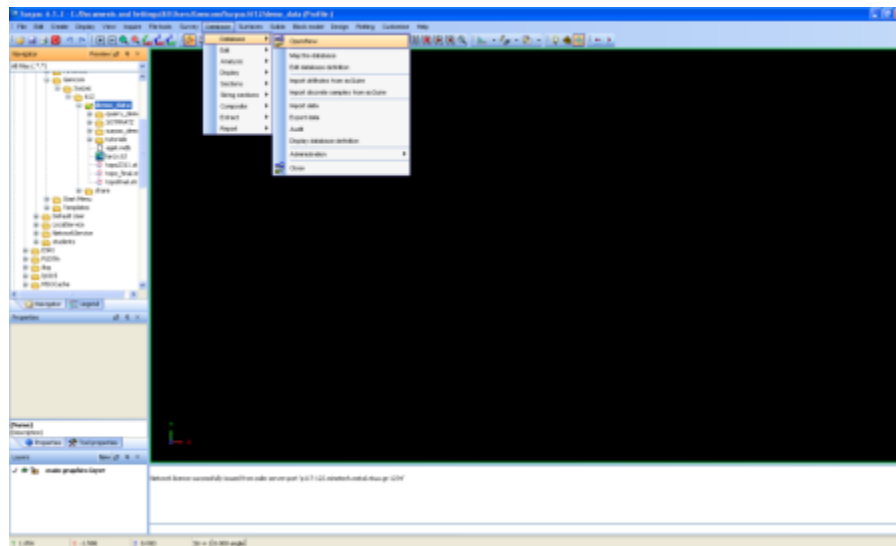
Εικόνα 4.3.1 Ενδεικτικός πίνακας collar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
3074	T6-D110	3073	14,00	14,60														ARG RY
3075	T6-D110	3074	14,60	16,00														MISS
3076	T6-D110	3075	16,00	16,30														ARG BR
3077	T6-D110	3076	16,30	17,00														ASB R/Y
3078	T6-D110	3077	17,00	19,00														PSAM G/Y
3079	T6-D110	3078	19,00	20,00														ARG BR
3080	T6-D110	3079	20,00	20,50														KROK-P
3081	T6-D110	3080	20,50	22,00														MISS
3082	T6-D110	3081	22,00	25,00	177,30	27,40	1,08	0,50	15,00	26,00	11,00	27,20	0,50	83,00	27,00	0,50	25,00	ARG BR
3083	T6-D110	3082	25,00	27,80	354,50	27,40	1,28	2,00	10,00	19,00	5,00	22,70	0,50	82,00	34,00	0,50	30,00	KROK-P BR
3084	T6-D110	3083	27,80	28,00	354,50	27,40	1,28	2,00	10,00	19,00	5,00	22,70	0,50	82,00	34,00	0,50	30,00	MISS
3085	T6-D110	3084	28,00	30,00	35,50	353,20	1,40	0,50	13,00	45,00	9,00	24,25	0,50	110,00	10,00	0,50	22,00	ARG G/Y
3086	T6-D110	3085	30,00	31,00	35,50	353,20	1,40	0,50	13,00	45,00	9,00	24,25	0,50	110,00	10,00	0,50	22,00	AMM R/G/Y
3087	T6-D110	3086	31,00	32,50														KROK-P
3088	T6-D110	3087	32,50	35,50	71,30	262,20	1,32	0,50	12,00	16,00	12,00	24,50	0,50	58,00	0,50	0,50	17,00	KROK-P
3089	T6-D110	3088	35,50	37,00	71,30	262,20	1,32	0,50	12,00	16,00	12,00	24,50	0,50	58,00	0,50	0,50	17,00	KROK-P
3090	T6-D110	3089	37,00	38,50														KROK-P
3091	T6-D110	3090	38,50	39,80														PSAM G
3092	T6-D110	3091	39,80	40,00														MISS
3093	T6-D110	3092	40,00	41,00														PSAM G
3094	T6-D110	3093	41,00	41,60														AMM G/Y/GR
3095	T6-D110	3094	41,60	43,00														MISS
3096	T6-D110	3095	43,00	43,30	709,10	862,20	1,20	0,50	17,00	18,00	18,00	28,45	0,50	178,00	22,00	0,50	29,00	AMM R/Y/GR
3097	T6-D110	3096	43,30	46,00	709,10	862,20	1,20	0,50	17,00	18,00	18,00	28,45	0,50	178,00	22,00	0,50	29,00	ILYS R/G/Y
3098	T6-D110	3097	46,00	48,20														ILYS G/Y
3099	T6-D110	3098	48,20	49,00														MISS
3100	T6-D110	3099	49,00	50,00	603,10	426,90	1,15	0,50	13,00	19,00	11,00	28,10	0,50	128,00	0,50	0,50	38,00	ARG R/G/Y
3101	T6-D110	3100	50,00	51,00	603,10	426,90	1,15	0,50	13,00	19,00	11,00	28,10	0,50	128,00	0,50	0,50	38,00	ARG G/GR
3102	T6-D110	3101	51,00	52,00	603,10	426,90	1,15	0,50	13,00	19,00	11,00	28,10	0,50	128,00	0,50	0,50	38,00	MISS
3103	T6-D110	3102	52,00	54,50														ARG G/GR
3104	T6-D110	3103	54,50	55,00														MISS
3105	T6-D110	3104	55,00	56,70														ARG G/GR
3106	T6-D110	3105	56,70	58,00														MISS
3107	T6-D110	3106	58,00	60,50														ARG R/Y/GR
3108	T6-D110	3107	60,50	60,70														PSAM R/Y/GR
3109	T6-D110	3108	60,70	61,00														AMM R/Y/GR
3110	T6-D110	3109	61,00	64,00														ILYS R/G/Y
3111	T6-D110	3110	64,00	65,00														AMM G/GR
3112	T6-D110	3111	65,00	66,00														ARG G/GR
3113	T6-D110	3112	66,00	67,00														MISS
3114	T6-D110	3113	67,00	67,70														MAR G

Εικόνα 4.3.2 Ενδεικτικός πίνακας assay

Παρακάτω ακολουθούν τα βήματα για τη δημιουργία της Βάσης Δεδομένων:

1. Δημιουργούμε καινούρια βάση δεδομένων, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4.3.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων

2. Την ονομάζουμε

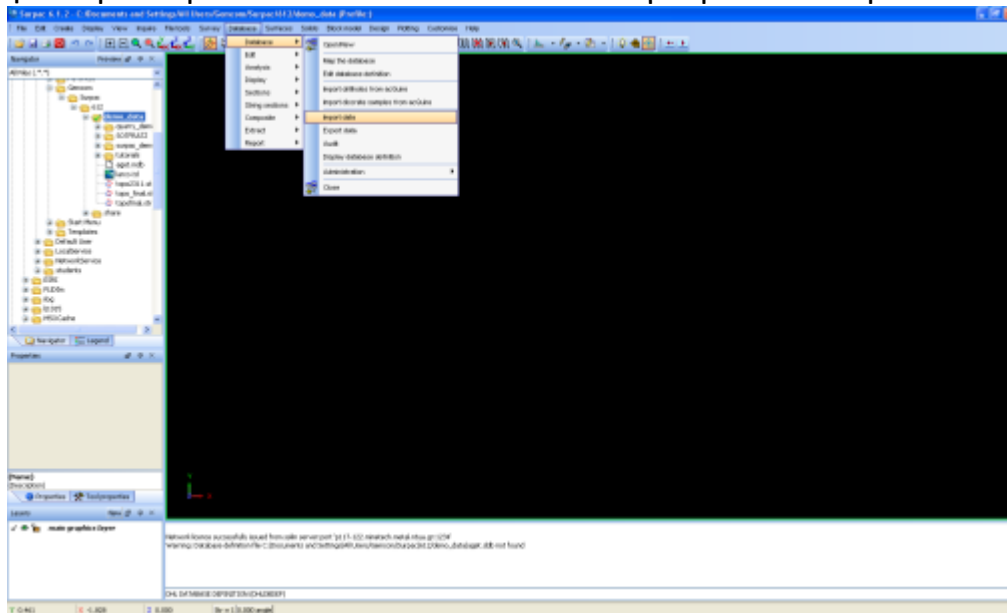
3. Επιλέγουμε τον τύπο της βάσης δεδομένων (access)

4. Προσθέτουμε τους πίνακες που θέλουμε να έχει η βάση

5. Ορίζουμε τα πεδία των πινάκων. Υποχρεωτικοί πίνακες είναι οι *collar* και *survey* και φυσικά ο πίνακας με τις τιμές μας (στη συγκεκριμένη περίπτωση *assay*). Τους πίνακες αυτούς τους έχουμε ήδη φτιάξει στο excel δημιουργώντας τις κολώνες με τα αντίστοιχα πεδία όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Στον πίνακα *assay* προσθέτουμε τόσα πεδία όσα και τα αντίστοιχα στοιχεία που θέλουμε να μετρήσουμε. Ορίζουμε κατάλληλα τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων και προσέχουμε το ανώτερο και κατώτερο όριο που θέτουμε να περιλαμβάνει όλες τις τιμές των δειγμάτων.

6. Αφού ορίσουμε τα πεδία των πινάκων εισάγουμε τα δεδομένα.

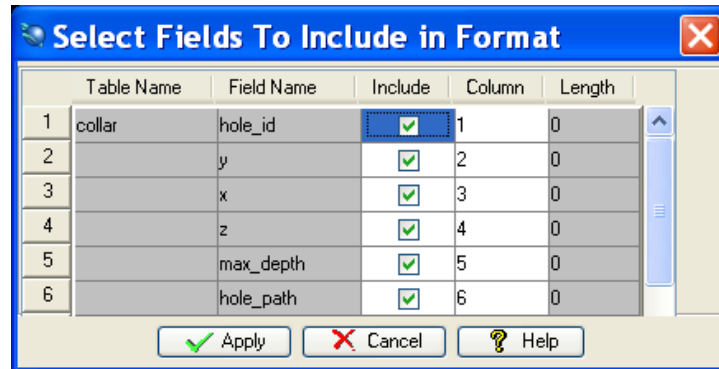


Εικόνα 4.3.4 Εισαγωγή δεδομένων

Στο *format file name* γράφουμε το όνομα με το οποίο θέλουμε να εμφανίζονται οι πληροφορίες για τη βάση μας. Αυτό εμφανίζεται ως αρχείο με την κατάληξη *.dsc*, ανοίγει με Notepad και μας δίνει τις πληροφορίες σχετικά με τα πεδία που έχουμε συμπεριλάβει σε κάθε πίνακα. Στο *format* ορίζουμε τον τύπο των αρχείων που θα εισάγουμε. Επιλέγουμε το *csv*. Για το λόγο αυτό έχουμε ήδη μετατρέψει τα αρχεία του excel σε *.csv*.

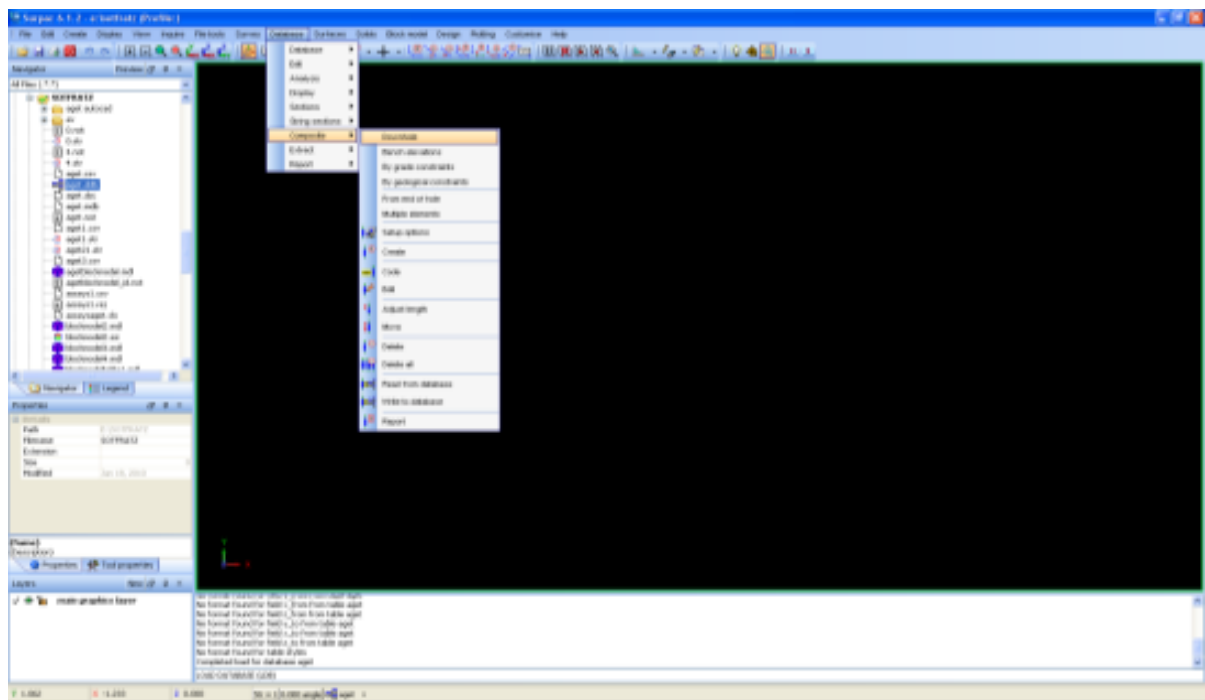
7. Επιλέγουμε τους πίνακες που θα συμπεριληφθούν στη βάση.

8. Επιλέγουμε τα πεδία του κάθε πίνακα, τα οποία αντιστοιχούμε στις κολώνες του excel που έχουμε φτιάξει.



Εικόνα 4.3.5 Επιλογή των πεδίων

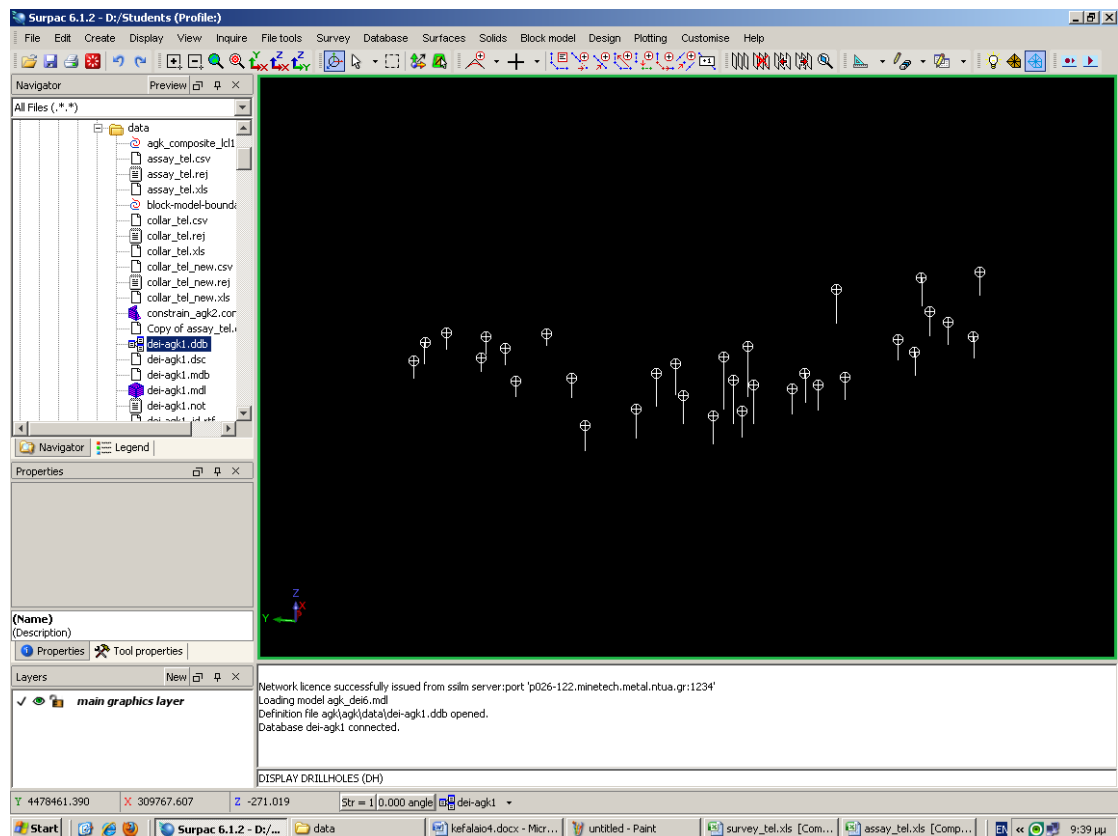
9. Καλούμε τα .csv αρχεία από τα οποία κάθε πίνακας της βάσης θα πάρει τα δεδομένα.
10. Δημιουργούμε ένα *string file* όπου παίρνει τα δεδομένα της βάσης από την αλληλουχία εντολών: `database>composite>downhole`



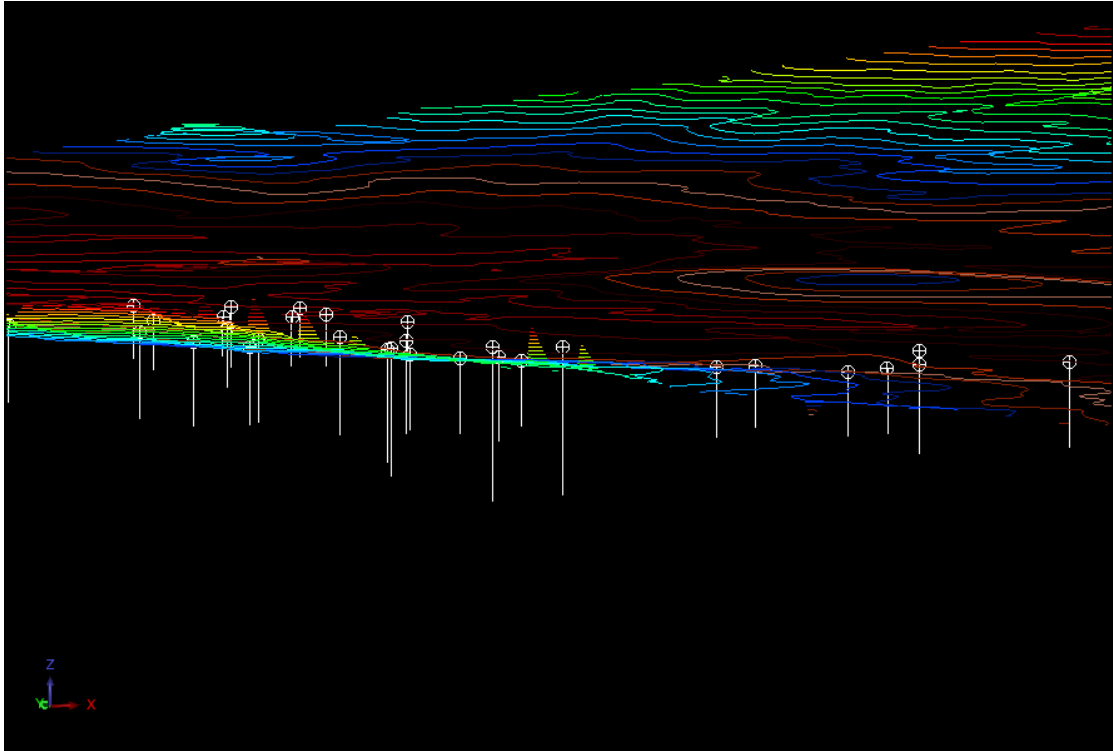
Εικόνα 4.3.6 Δημιουργία string file

Table	Field	Type	Nulls	Length	No. Dec	Low Bound	High Bound	Case	Valid Entries	Physical or Virtual	Reference Field
1	agk	depth_fron	real	N	7	2	0		9999	physical	
2		depth_to	real	N	7	2	0		9999	physical	
3		hole_id	character	N	32			upper		physical	
4		samp_id	character	N	30			upper		physical	
5		value	real	N	30	2	0		999	physical	
6		x_fron	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
7		x_to	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
8		y_fron	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
9		y_to	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
10		z_fron	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
11		z_to	real	Y	31	3	-999999	999999		physical	
12	collar	hole_id	character	N	32			upper		physical	
13		hole_path	character	N	8			mixed	linear,curved,verti...	physical	
14		max_depth	real	N	31	3	0		9999	physical	
15		x	real	N	31	3	-999999	999999		physical	
16		y	real	N	31	3	-999999	999999		physical	
17		z	real	N	31	3	-999999	999999		physical	
18	styles	code	character	Y	20			mixed		physical	
19		field_name	character	N	39			lower		physical	
20		fron_value	character	Y	23			mixed		physical	
21		graphics_colour	character	N	32			mixed		physical	
22		graphics_pattern	character	N	5			mixed	{solid,#, , , =, }...	physical	

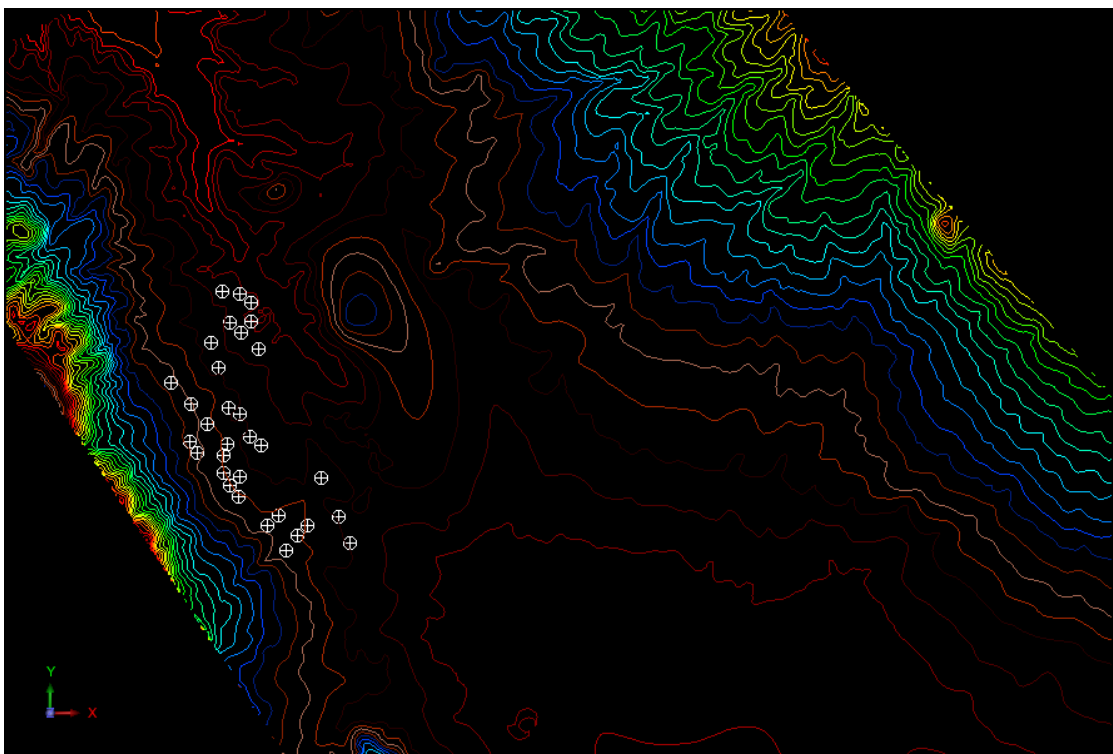
Εικόνα 4.3.7 Πίνακας δεδομένων της βάσης



Εικόνα 4.3.8 Παρουσίαση δεδομένων γεωτρήσεων (Database → Display → Drillholes)



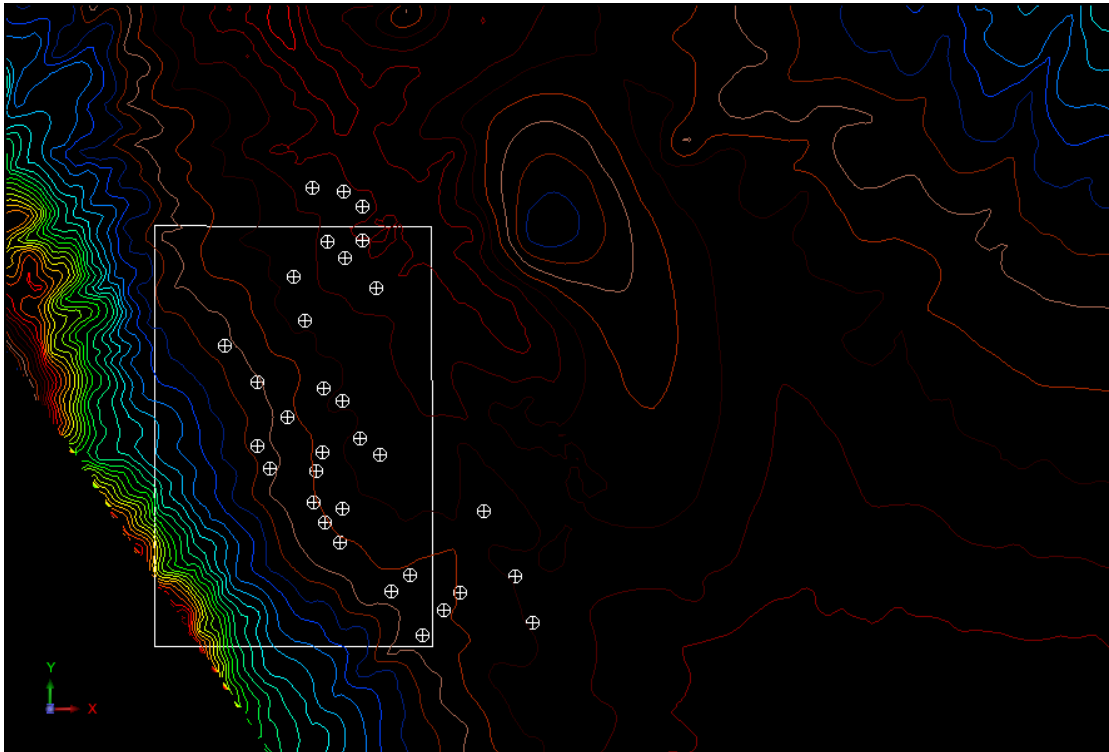
Εικόνα 4.3.9 Προβολή τοπογραφικού περιοχής και γεωτρήσεων



Εικόνα 4.3.10 Προβολή τοπογραφικού περιοχής και γεωτρήσεων (κάτοψη)

4.4 Σχεδιασμός του Block Modeling

Η διαδικασία δημιουργίας του block model γίνεται με βάση τα δεδομένα των γεωτρήσεων που έγιναν στην περιοχή μελέτης. Οι γεωτρήσεις δεν έγιναν σε όλη την έκταση της περιοχής εκμετάλλευσης, αλλά σε μεγάλο τμήμα αυτής. Συνεπώς, τα αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και η αναπαράστασή τους στο τελικό block model αναφέρονται στο τμήμα αυτό.

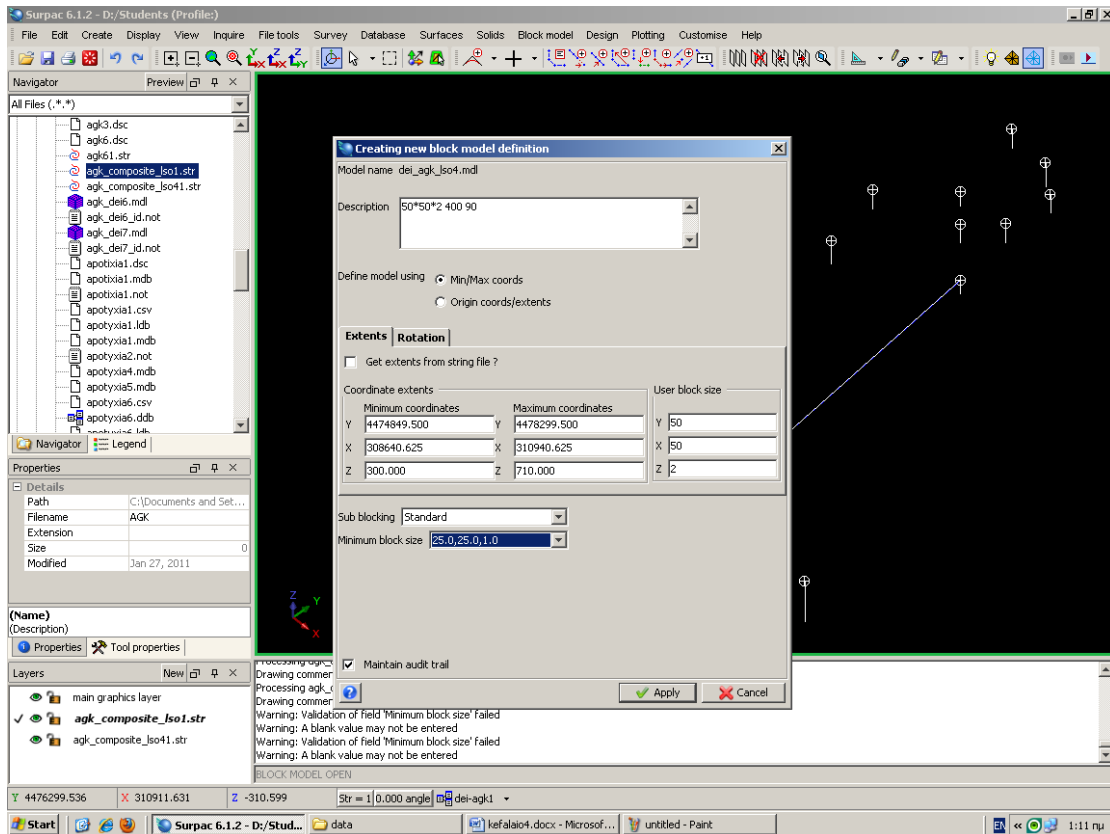


Εικόνα 4.4.1 Οριοθέτηση περιοχής block modeling

Προκειμένου να δημιουργηθεί το block model ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

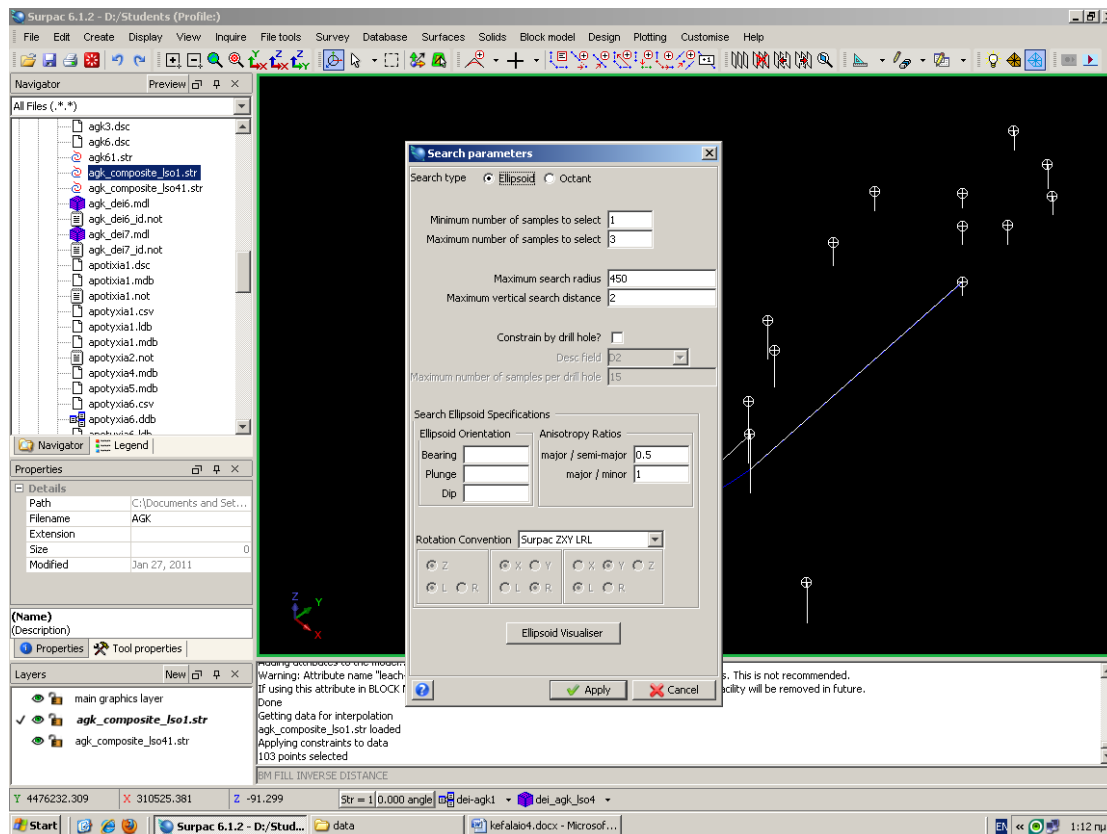
1. Δημιουργούμε το μοντέλο έχοντας ανοιχτή την βάση δεδομένων που φτιάξαμε.
2. Ορίζουμε τα στοιχεία του μοντέλου. Για το σκοπό αυτό εκτός από το μέγεθος των blocks χρειάζονται και οι συντεταγμένες της περιοχής τις οποίες τις παίρνουμε πλέον από το string file που έχουμε δημιουργήσει. Οι συντεταγμένες που παίρνει ο πίνακας δημιουργούν ένα όριο με βάση τις γεωτρήσεις. Στο στάδιο αυτό μπορούμε να αλλάξουμε τις συντεταγμένες και να βάλουμε αυτές που ορίζουν την περιοχή ενδιαφέροντος. Η περιοχή ενδιαφέροντος που ορίσαμε, όπως φαίνεται

και στην Εικόνα 4.4.1, οριοθετεί το χώρο στον οποίο βρίσκονται οι 4 γεωτρήσεις για τις οποίες μας δόθηκαν δεδομένα (αποτελέσματα δοκιμών εκπλυσιμότητας ιόντων Cl και SO_4). Ορίζουμε επίσης το μέγεθος των Blocks που θα δημιουργηθούν, όπως φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 4.4.2



Εικόνα 4.4.2 Block model → New

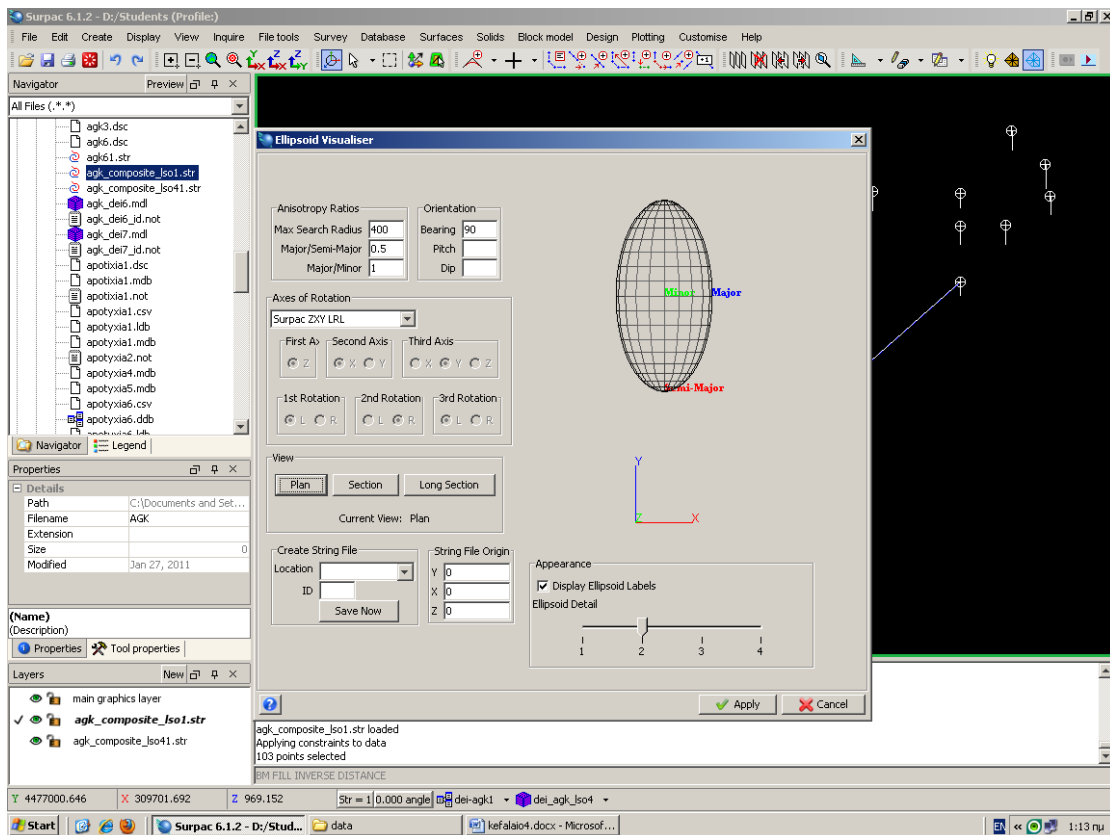
3. Πατώντας apply εμφανίζεται ο πίνακας με τα στοιχεία του μοντέλου. Επιλέγουμε το create model.
4. Ορίζουμε τις παραμέτρους για το στοιχείο που μας ενδιαφέρει επιλέγοντας block model → attributes → new. Γράφουμε το όνομα της παραμέτρου που θέλουμε να εισάγουμε (τιμές των δοκιμών εκπλυσιμότητας των ιόντων Cl και SO_4) και στο type βάζουμε float ή real, όταν έχουμε αριθμό με πολλά δεκαδικά ψηφία. Επιλέγουμε τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων και την τιμή βάσης.
5. Επιλέγουμε τη μέθοδο δημιουργίας του μοντέλου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε το Inverse Distance.



Εικόνα 4.4.3 Block Model → Estimation → Inverse Distance

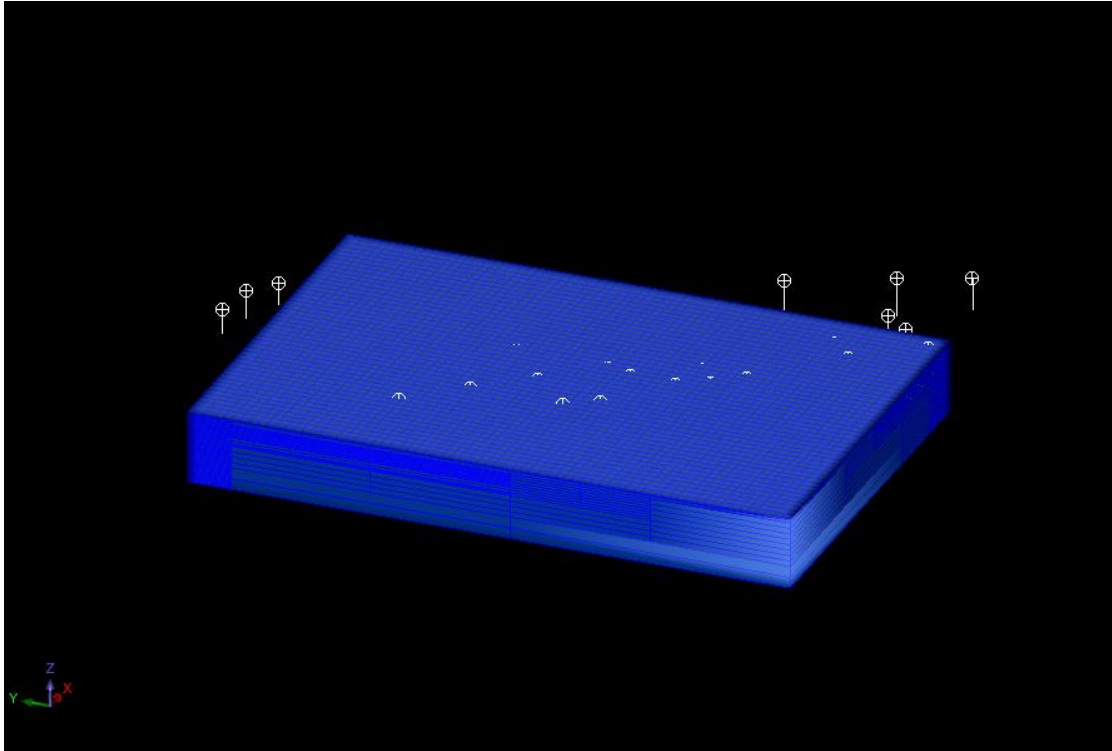
6. Ορίζουμε το αρχείο από το οποίο θα πάρει τα δεδομένα. Το αρχείο αυτό είναι το string file που δημιουργούμε στη βάση δεδομένων, το οποίο περιέχει τα δεδομένα της παραμέτρου που θέλουμε να μοντελοποιήσουμε. Επιλέγουμε την παράμετρο που θα υπολογιστεί.
7. Ορίζουμε τις παραμέτρους με βάση τις οποίες τα blocks που δημιουργήσαμε θα πάρουν τιμές. Οι παράμετροι αυτές δεν είναι σταθερές. Έγιναν δοκιμές για να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός παραμέτρων. Το *Minimum* και *maximum number of samples* ορίζει το πλήθος των γειτονικών γεωτρήσεων, που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον προσδιορισμό της τιμής ενός block. Ο μικρότερος αριθμός γεωτρήσεων που επιλέξαμε είναι 1, ενώ ο μεγαλύτερος 3. Το *maximum search radius* ορίζει τη μέγιστη ακτίνα από την οποία θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Η μέγιστη ακτίνα που επιλέξαμε για τη συγκεκριμένη περιοχή κυμαίνεται από 400m έως 550m . Αντίστοιχα, το *maximum vertical search distance* ορίζει το μέγιστο βάθος από το οποίο θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Το μέγιστο βάθος που επιλέξαμε είναι 2m. Το *anisotropy ratios* ορίζεται

με βάση στο σχήμα του ελλειψοειδούς που θέλουμε να διαμορφώσουμε για τη δημιουργία του μοντέλου.



Εικόνα 4.4.4 Ellipsoid visualiser

8. Ορίζουμε τις παραμέτρους για την εφαρμογή της μεθόδου *Inverse Distance*, καθώς και το όνομα και τη μορφή του αρχείου που θα δημιουργηθεί. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε μπορούμε να το δούμε με την εντολή *block model* → *display* → *display block model*.



Εικόνα 4.4.5 Block Model

9. Για να αναπαραστήσουμε το μοντέλο γραφικά επιβάλλοντας περιορισμούς (constraints) ως προς τα blocks επιλέγουμε την εντολή *block model* → *new constraint*. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε τον τύπο του περιορισμού κάθε φορά και τις τιμές των παραμέτρων του περιορισμού αυτού.

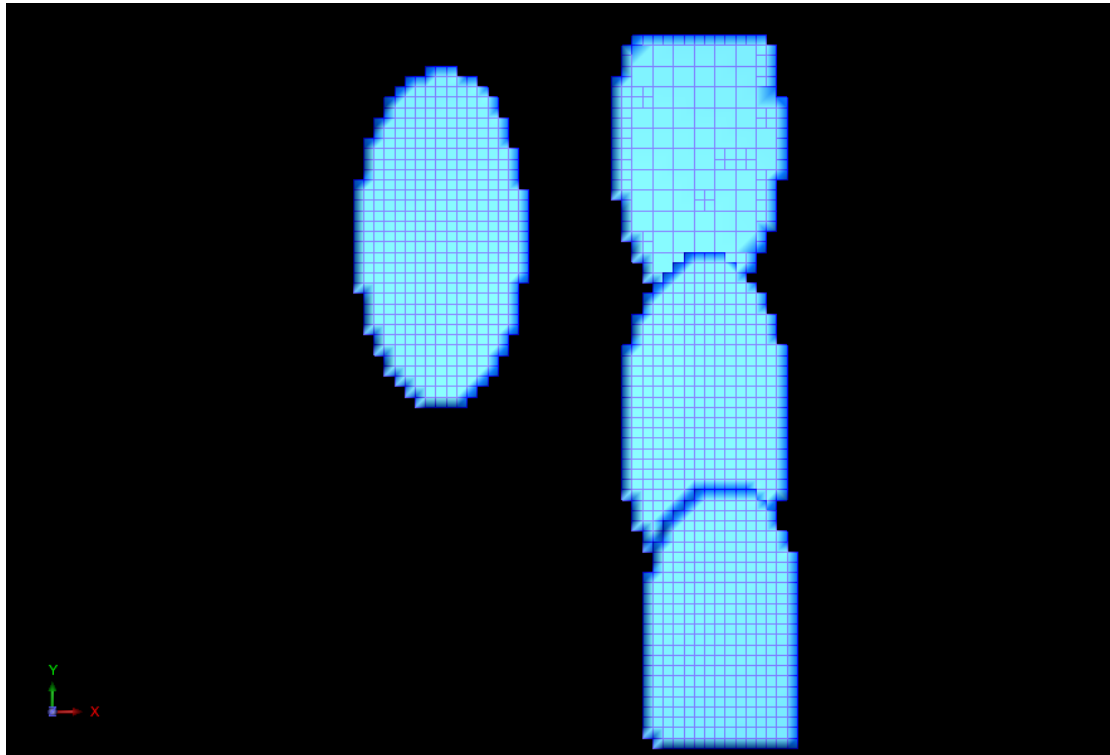
Για την επιλογή των βέλτιστων παραμέτρων μοντελοποίησης προχωρήσαμε σε μια σειρά δοκιμών, αλλάζοντας κάθε φορά block size, το maximum search radius και το bearing, ενώ κρατήσαμε σταθερές τις υπόλοιπες παραμέτρους και ορίσαμε ως περιορισμό την απεικόνιση των blocks για τιμές εκπλυσιμότητας των ιόντων Cl πάνω από 1.

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας με το σύνολο των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για το Cl:

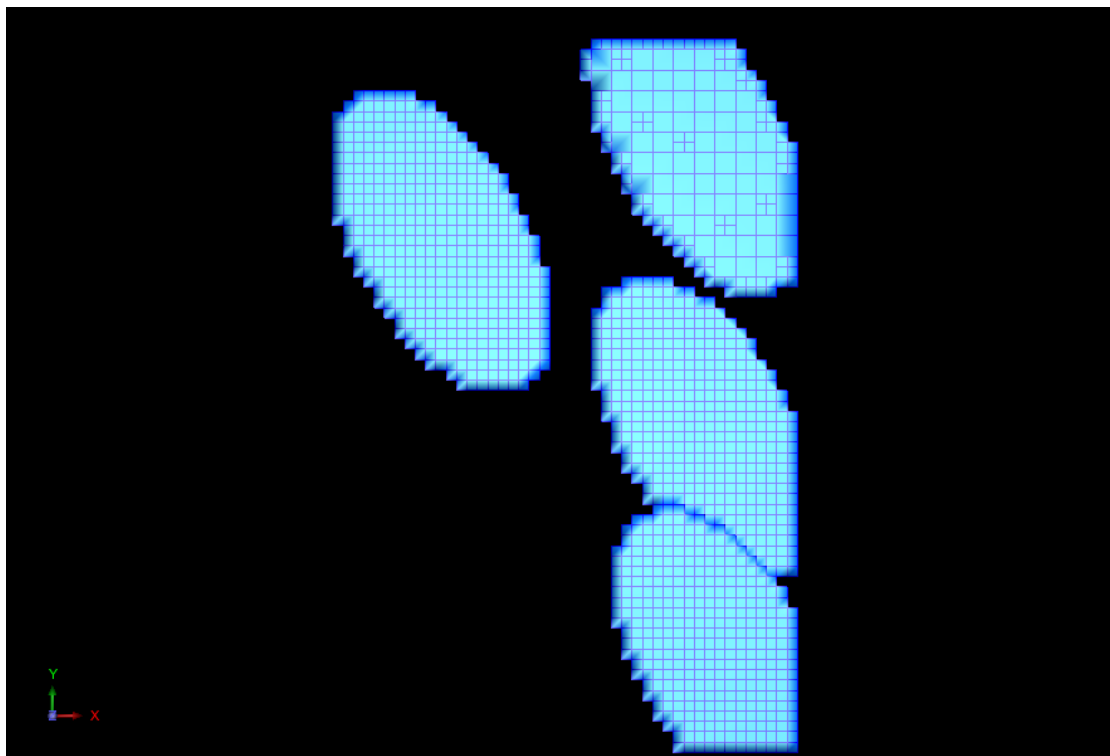
	Block size	Max search radius	Bearing
Δοκιμή 1	20*20*2	400	0
Δοκιμή 2	50*50*2	400	90
Δοκιμή 3	50*50*2	400	60
Δοκιμή 4	50*50*2	400	45
Δοκιμή 5	60*60*2	500	45
Δοκιμή 6	70*70*2	500	60
Δοκιμή 7	60*60*2	450	55
Δοκιμή 8	70*70*2	550	60
Δοκιμή 9	50*50*2	500	0
Δοκιμή 10	50*50*2	450	60
Δοκιμή 11	50*50*2	450	90

Με βάση τις παραπάνω δοκιμές, καταλήξαμε ότι το βέλτιστο block size είναι 50*50*2, το *maximum search radius* 400-450m και το *bearing* 60 ή 90 μοίρες.

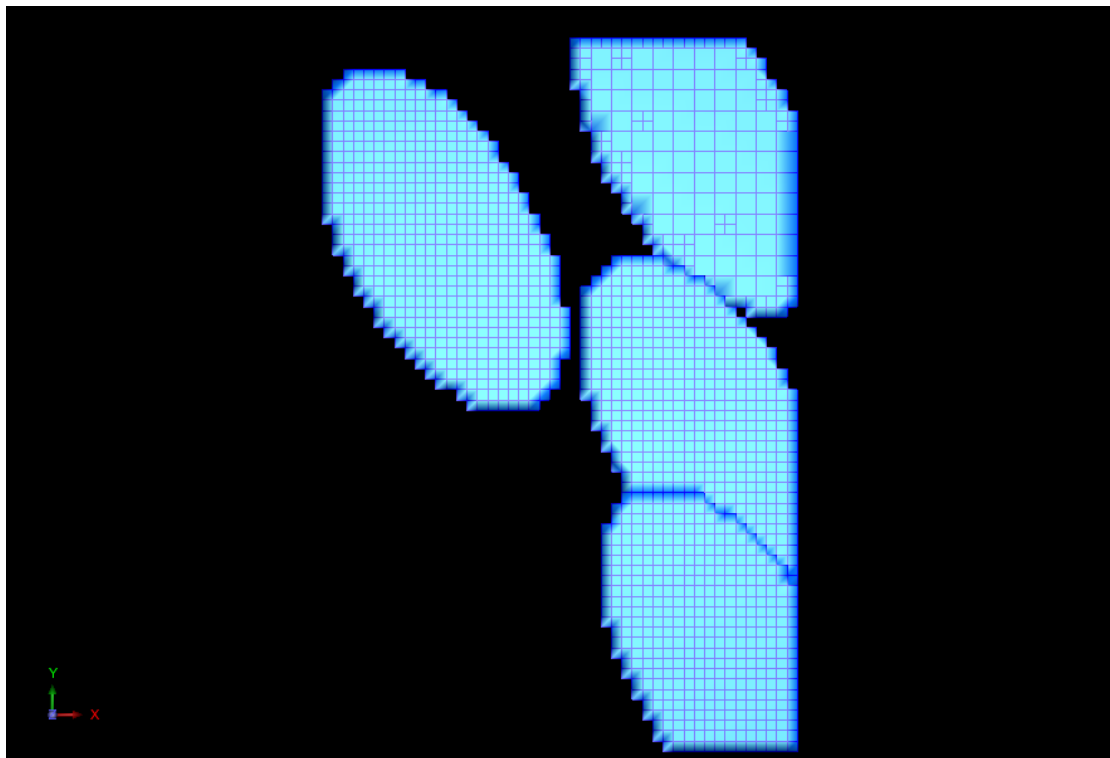
Οι συγκεκριμένες παράμετροι εντοπίζονται στις Δοκιμές 2,3,10 και 11, όπως απεικονίζονται παρακάτω:



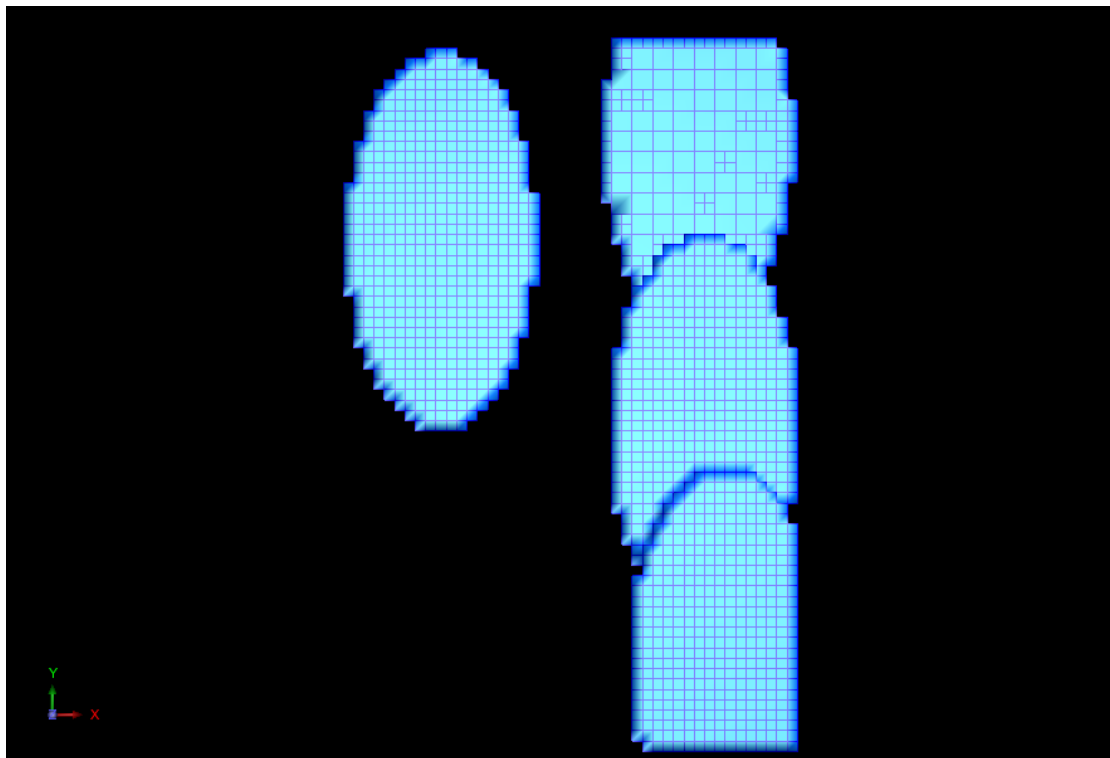
Εικόνα 4.4.6 Δοκιμή 2



Εικόνα 4.4.7 Δοκιμή 3



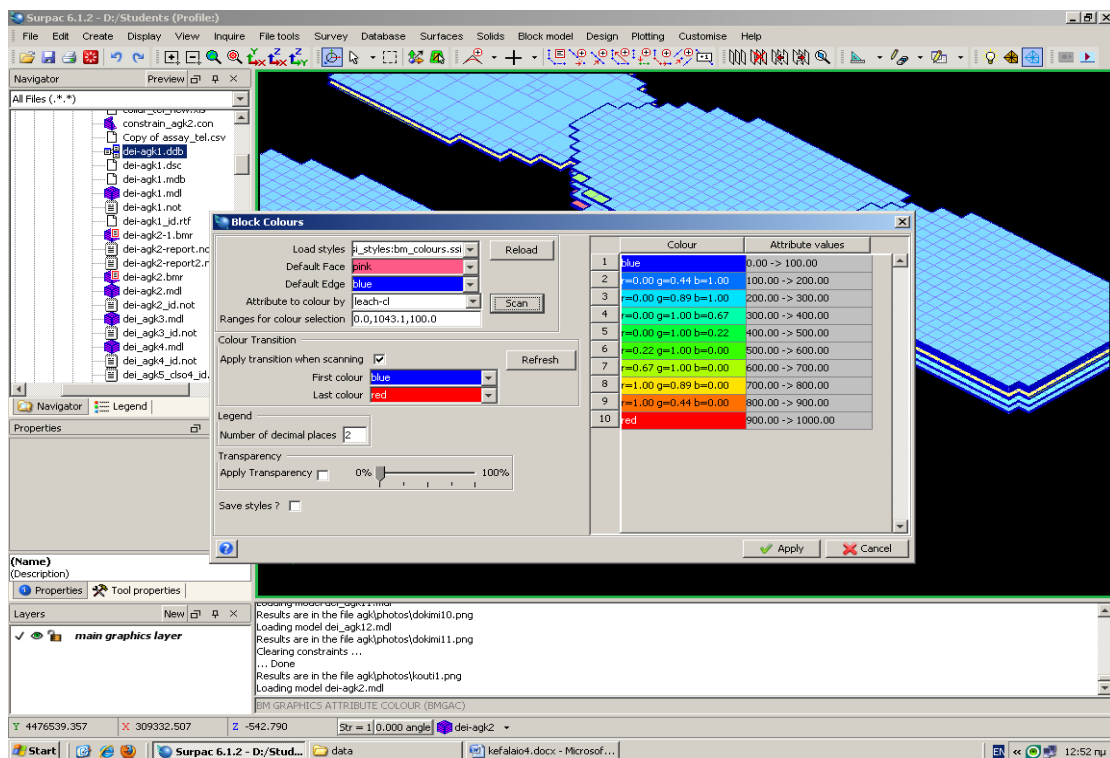
Εικόνα 4.4.8 Δοκιμή 10



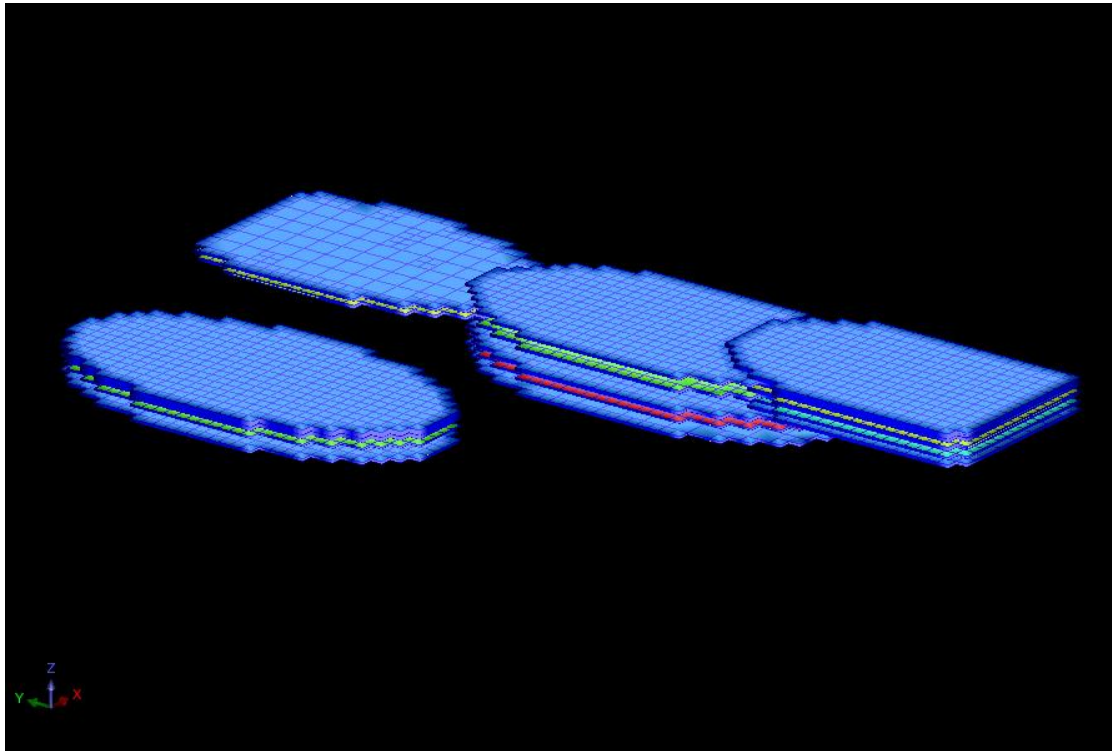
Εικόνα 4.4.9 Δοκιμή 11

Από τις τέσσερις καλύτερες Δοκιμές (2,3,10,11) επιλέξαμε τη Δοκιμή 2 με παραμέτρους 50*50*2, 400m, 90 μοίρες διότι οι τρεις γεωτρήσεις από τις οποίες λαμβάνονται πληροφορίες για το C1 βρίσκονται σχεδόν συνευθειακά και σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, οπότε τα blocks που δημιουργούνται ανάμεσα σε 2 γεωτρήσεις μπορούν να πάρουν τιμές κι από τις 2, στο βαθμό που υπάρχει κάποια αλληλοκάλυψη μεταξύ τους. Τέλος, χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό maximum search radius=400m με αποτέλεσμα τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια των αποτελεσμάτων του block modeling.

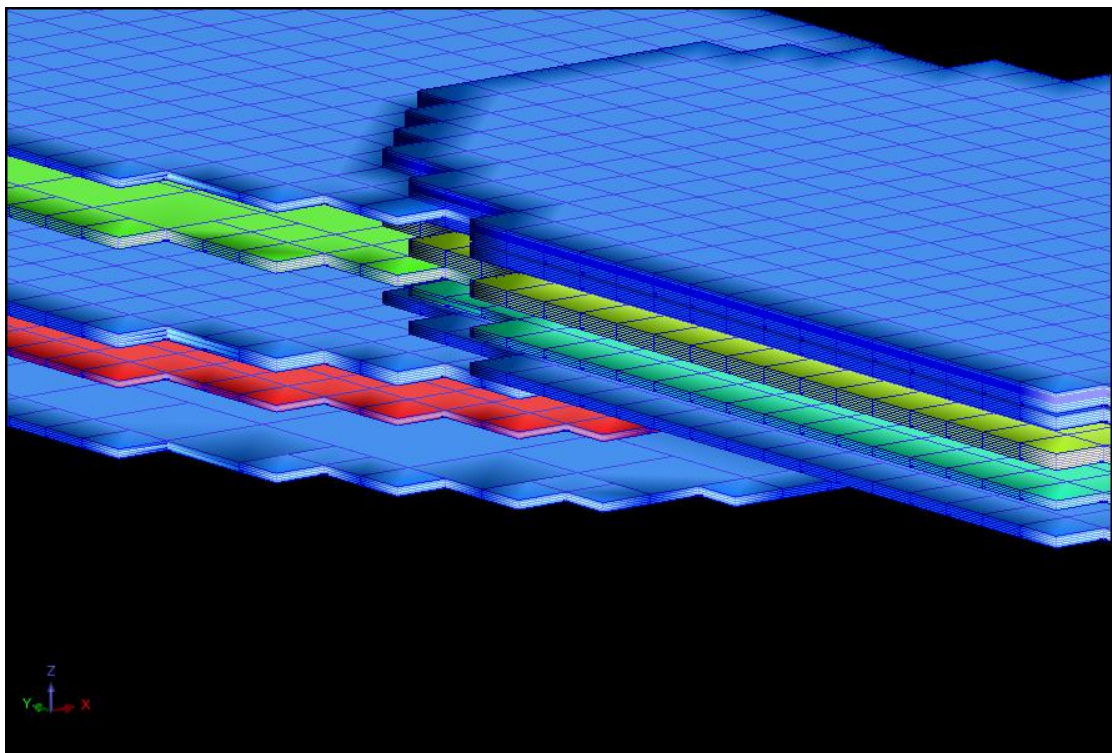
Αφού έχουμε δημιουργήσει το μοντέλο μπορούμε να δούμε τις διαβαθμίσεις στις τιμές σε κάθε block από την εντολή block model → display → colour model by attribute. Επιλέγουμε την παράμετρο που θέλουμε να αναπαραστήσουμε (attribute to colour by) και γράφουμε το εύρος των διαβαθμίσεων που θέλουμε.



Εικόνα 4.4.10 Block model → Display → Colour model by attribute

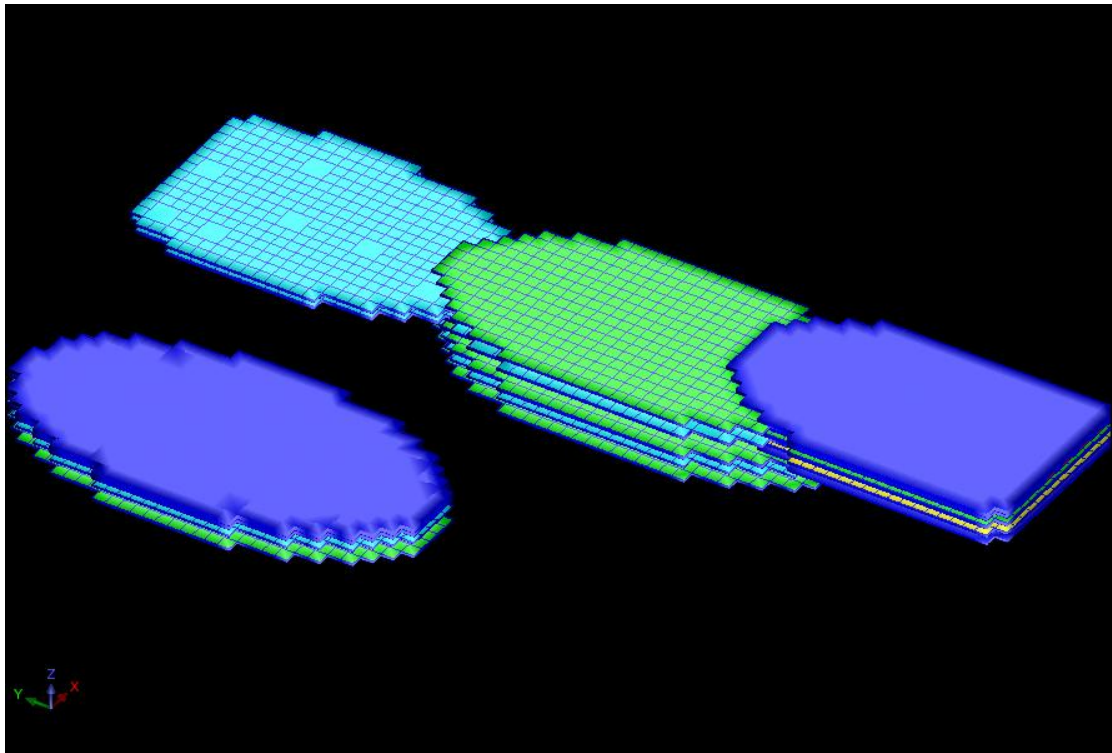


(α)

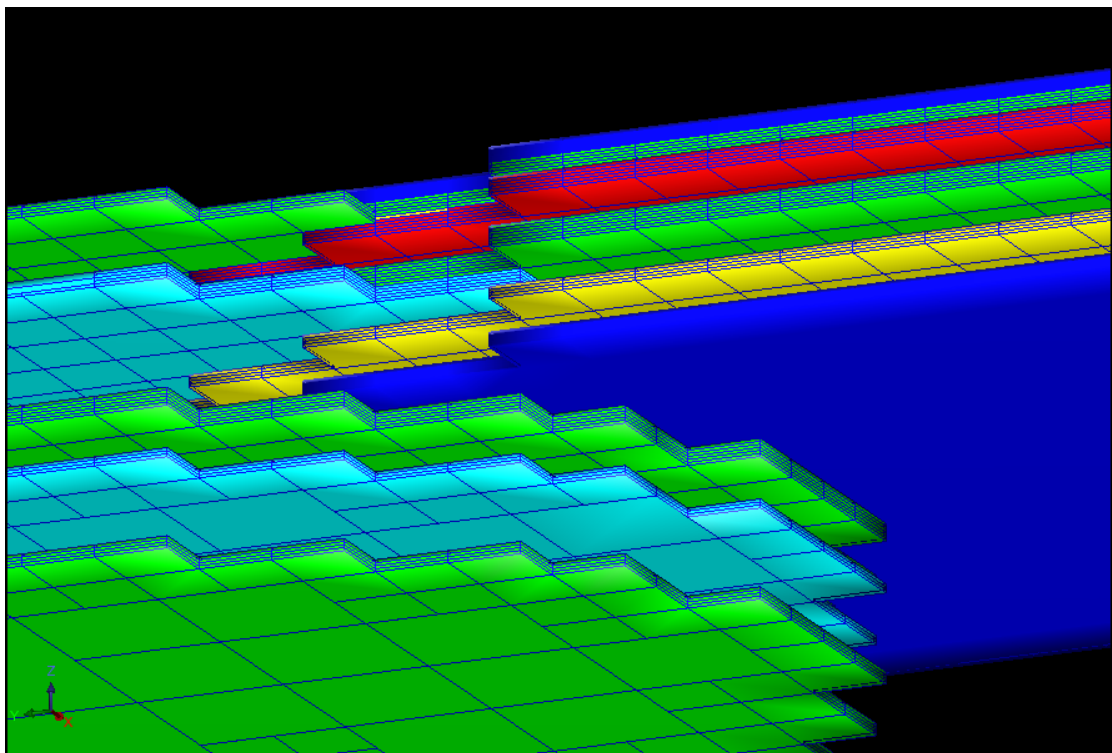


(β)

Εικόνα 4.4.11 (α) και (β) Block model C1



(α)



(β)

Εικόνα 4.4.12 (α) και (β) Block model SO_4

4.5 Αποτελέσματα – Ογκομετρήσεις

Από τα αποτελέσματα του block modeling, όπως αυτά προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία, προχωρήσαμε σε εξαγωγή αναφορών (reports) υπολογισμού του τμηματικού, αλλά και συνολικού όγκου (volume) Cl και SO₄, οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Αναφορά ογκομέτρησης Cl (ανά 50 mg/l)

Cl	Volume	Average
50.0 -> 100.0	12710000.00	68.49
100.0 -> 150.0	11760000.00	111.32
150.0 -> 200.0	64810000.00	177.25
200.0 -> 250.0	4400000.00	214.21
250.0 -> 300.0	2200000.00	295.44
300.0 -> 350.0	0.00	0.00
350.0 -> 400.0	6840000.00	355.00
400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	17400000.00	536.08
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	20770000.00	606.84
650.0 -> 700.0	9475000.00	673.50
700.0 -> 750.0	6600000.00	709.10
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	6480000.00	943.10
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00
Grand Total	163445000.00	347.47

Αναφορά ογκομέτρησης Cl (βάθος, ανά 5m)

Depth	Cl	Volume	Average
420.0 -> 425.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00
Sub Total		0.00	0.00
425.0 -> 430.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00
Sub Total		0.00	0.00
430.0 -> 435.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00

100.0 -> 150.0		0.00	0.00
150.0 -> 200.0		0.00	0.00
200.0 -> 250.0		0.00	0.00
250.0 -> 300.0		0.00	0.00
300.0 -> 350.0		0.00	0.00
350.0 -> 400.0		0.00	0.00
400.0 -> 450.0		0.00	0.00
450.0 -> 500.0		0.00	0.00
500.0 -> 550.0		0.00	0.00
550.0 -> 600.0		0.00	0.00
600.0 -> 650.0		0.00	0.00
650.0 -> 700.0		0.00	0.00
700.0 -> 750.0		0.00	0.00
750.0 -> 800.0		0.00	0.00
800.0 -> 850.0		0.00	0.00
850.0 -> 900.0		0.00	0.00
900.0 -> 950.0		0.00	0.00
950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

Sub Total		0.00	0.00

435.0 -> 440.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	4320000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		4320000.00	177.30

440.0 -> 445.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	4320000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00

550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	4320000.00	177.30

445.0 -> 450.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

450.0 -> 455.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00

	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

455.0 -> 460.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

460.0 -> 465.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

465.0 -> 470.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00

250.0 -> 300.0	0.00	0.00
300.0 -> 350.0	0.00	0.00
350.0 -> 400.0	0.00	0.00
400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	0.00	0.00

470.0 -> 475.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

475.0 -> 480.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00

700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	0.00	0.00

480.0 -> 485.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

485.0 -> 490.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total		0.00	0.00

490.0 -> 495.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		0.00	0.00

495.0 -> 500.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	4320000.00	943.10
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		4320000.00	943.10

500.0 -> 505.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00

400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	2160000.00	943.10
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	2160000.00	943.10

505.0 -> 510.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

510.0 -> 515.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00

	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

515.0 -> 520.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

520.0 -> 525.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

525.0 -> 530.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00

100.0 -> 150.0		0.00	0.00
150.0 -> 200.0		0.00	0.00
200.0 -> 250.0		0.00	0.00
250.0 -> 300.0		0.00	0.00
300.0 -> 350.0		0.00	0.00
350.0 -> 400.0		0.00	0.00
400.0 -> 450.0		0.00	0.00
450.0 -> 500.0		0.00	0.00
500.0 -> 550.0		0.00	0.00
550.0 -> 600.0		0.00	0.00
600.0 -> 650.0		0.00	0.00
650.0 -> 700.0		0.00	0.00
700.0 -> 750.0		0.00	0.00
750.0 -> 800.0		0.00	0.00
800.0 -> 850.0		0.00	0.00
850.0 -> 900.0		0.00	0.00
900.0 -> 950.0		0.00	0.00
950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

Sub Total		0.00	0.00

530.0 -> 535.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	5400000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		5400000.00	177.30

535.0 -> 540.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	5400000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00

	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	5400000.00	177.30

540.0 -> 545.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	2160000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	2160000.00	177.30

545.0 -> 550.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00

	1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

	Sub Total		0.00	0.00

550.0 -> 555.0	50.0 -> 100.0		0.00	0.00
	100.0 -> 150.0		0.00	0.00
	150.0 -> 200.0		0.00	0.00
	200.0 -> 250.0		0.00	0.00
	250.0 -> 300.0		0.00	0.00
	300.0 -> 350.0		0.00	0.00
	350.0 -> 400.0		0.00	0.00
	400.0 -> 450.0		0.00	0.00
	450.0 -> 500.0		0.00	0.00
	500.0 -> 550.0		0.00	0.00
	550.0 -> 600.0		0.00	0.00
	600.0 -> 650.0		0.00	0.00
	650.0 -> 700.0		0.00	0.00
	700.0 -> 750.0		0.00	0.00
	750.0 -> 800.0		0.00	0.00
	800.0 -> 850.0		0.00	0.00
	850.0 -> 900.0		0.00	0.00
	900.0 -> 950.0		0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

	Sub Total		0.00	0.00

555.0 -> 560.0	50.0 -> 100.0		0.00	0.00
	100.0 -> 150.0		0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	3910000.00		177.30
	200.0 -> 250.0		0.00	0.00
	250.0 -> 300.0		0.00	0.00
	300.0 -> 350.0		0.00	0.00
	350.0 -> 400.0		0.00	0.00
	400.0 -> 450.0		0.00	0.00
	450.0 -> 500.0		0.00	0.00
	500.0 -> 550.0		0.00	0.00
	550.0 -> 600.0		0.00	0.00
	600.0 -> 650.0		0.00	0.00
	650.0 -> 700.0		0.00	0.00
	700.0 -> 750.0		0.00	0.00
	750.0 -> 800.0		0.00	0.00
	800.0 -> 850.0		0.00	0.00
	850.0 -> 900.0		0.00	0.00
	900.0 -> 950.0		0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

	Sub Total	3910000.00		177.30

560.0 -> 565.0	50.0 -> 100.0		0.00	0.00
	100.0 -> 150.0		0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	9775000.00		177.30
	200.0 -> 250.0		0.00	0.00

250.0 -> 300.0		0.00	0.00
300.0 -> 350.0		0.00	0.00
350.0 -> 400.0		0.00	0.00
400.0 -> 450.0		0.00	0.00
450.0 -> 500.0		0.00	0.00
500.0 -> 550.0		0.00	0.00
550.0 -> 600.0		0.00	0.00
600.0 -> 650.0		0.00	0.00
650.0 -> 700.0		0.00	0.00
700.0 -> 750.0		0.00	0.00
750.0 -> 800.0		0.00	0.00
800.0 -> 850.0		0.00	0.00
850.0 -> 900.0		0.00	0.00
900.0 -> 950.0		0.00	0.00
950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

Sub Total		9775000.00	177.30

565.0 -> 570.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	3665000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		3665000.00	177.30

570.0 -> 575.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00

700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	0.00	0.00

575.0 -> 580.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

580.0 -> 585.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total		0.00	0.00

585.0 -> 590.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		0.00	0.00

590.0 -> 595.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	4275000.00	355.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		4275000.00	355.00

595.0 -> 600.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	2565000.00	355.00

400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	2565000.00	355.00

600.0 -> 605.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

605.0 -> 610.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00

	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

610.0 -> 615.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	1080000.00	538.70
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	1080000.00	538.70

615.0 -> 620.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	9800000.00	535.60
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	9800000.00	535.60

620.0 -> 625.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00

100.0 -> 150.0		0.00	0.00
150.0 -> 200.0		0.00	0.00
200.0 -> 250.0		0.00	0.00
250.0 -> 300.0		0.00	0.00
300.0 -> 350.0		0.00	0.00
350.0 -> 400.0		0.00	0.00
400.0 -> 450.0		0.00	0.00
450.0 -> 500.0		0.00	0.00
500.0 -> 550.0	6520000.00		536.37
550.0 -> 600.0	0.00		0.00
600.0 -> 650.0	855000.00		603.10
650.0 -> 700.0	0.00		0.00
700.0 -> 750.0	0.00		0.00
750.0 -> 800.0	0.00		0.00
800.0 -> 850.0	0.00		0.00
850.0 -> 900.0	0.00		0.00
900.0 -> 950.0	0.00		0.00
950.0 -> 1000.0	0.00		0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00		0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00		0.00

Sub Total		7375000.00	544.11

625.0 -> 630.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	4275000.00	603.10
	650.0 -> 700.0	1895000.00	673.50
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		6170000.00	624.72

630.0 -> 635.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00

550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	4275000.00	603.10
650.0 -> 700.0	4737500.00	673.50
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	9012500.00	640.11

635.0 -> 640.0		
50.0 -> 100.0	0.00	0.00
100.0 -> 150.0	0.00	0.00
150.0 -> 200.0	0.00	0.00
200.0 -> 250.0	0.00	0.00
250.0 -> 300.0	0.00	0.00
300.0 -> 350.0	0.00	0.00
350.0 -> 400.0	0.00	0.00
400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	2565000.00	603.10
650.0 -> 700.0	2842500.00	673.50
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	5407500.00	640.11

640.0 -> 645.0		
50.0 -> 100.0	0.00	0.00
100.0 -> 150.0	0.00	0.00
150.0 -> 200.0	0.00	0.00
200.0 -> 250.0	0.00	0.00
250.0 -> 300.0	0.00	0.00
300.0 -> 350.0	0.00	0.00
350.0 -> 400.0	0.00	0.00
400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00

	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	0.00	0.00

645.0 -> 650.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	4400000.00	603.10
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	4400000.00	603.10

650.0 -> 655.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	4400000.00	620.77
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	1100000.00	709.10
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

	Sub Total	5500000.00	638.43

655.0 -> 660.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	1710000.00	104.40
	150.0 -> 200.0	3790000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00

250.0 -> 300.0		0.00	0.00
300.0 -> 350.0		0.00	0.00
350.0 -> 400.0		0.00	0.00
400.0 -> 450.0		0.00	0.00
450.0 -> 500.0		0.00	0.00
500.0 -> 550.0		0.00	0.00
550.0 -> 600.0		0.00	0.00
600.0 -> 650.0		0.00	0.00
650.0 -> 700.0		0.00	0.00
700.0 -> 750.0	5500000.00		709.10
750.0 -> 800.0		0.00	0.00
800.0 -> 850.0		0.00	0.00
850.0 -> 900.0		0.00	0.00
900.0 -> 950.0		0.00	0.00
950.0 -> 1000.0		0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0		0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0		0.00	0.00

Sub Total		11000000.00	431.87

660.0 -> 665.0	50.0 -> 100.0	3300000.00	71.30
	100.0 -> 150.0	4275000.00	104.40
	150.0 -> 200.0	3790000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		11365000.00	119.10

665.0 -> 670.0	50.0 -> 100.0	5500000.00	64.94
	100.0 -> 150.0	4065000.00	107.02
	150.0 -> 200.0	3650000.00	176.39
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00

700.0 -> 750.0	0.00	0.00	
750.0 -> 800.0	0.00	0.00	
800.0 -> 850.0	0.00	0.00	
850.0 -> 900.0	0.00	0.00	
900.0 -> 950.0	0.00	0.00	
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00	
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00	
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00	

Sub Total	13215000.00	108.67	

670.0 -> 675.0	50.0 -> 100.0	2200000.00	62.08
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	6445000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	2200000.00	221.58
	250.0 -> 300.0	1100000.00	295.44
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	11945000.00	175.11	

675.0 -> 680.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	6475000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	2200000.00	206.83
	250.0 -> 300.0	1100000.00	295.44
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		9775000.00	197.24

680.0 -> 685.0	50.0 -> 100.0	855000.00	82.77
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		855000.00	82.77

685.0 -> 690.0	50.0 -> 100.0	855000.00	82.77
	100.0 -> 150.0	1710000.00	145.79
	150.0 -> 200.0	1710000.00	177.30
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total		4275000.00	145.79

690.0 -> 695.0	50.0 -> 100.0	0.00	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00	0.00

400.0 -> 450.0	0.00	0.00
450.0 -> 500.0	0.00	0.00
500.0 -> 550.0	0.00	0.00
550.0 -> 600.0	0.00	0.00
600.0 -> 650.0	0.00	0.00
650.0 -> 700.0	0.00	0.00
700.0 -> 750.0	0.00	0.00
750.0 -> 800.0	0.00	0.00
800.0 -> 850.0	0.00	0.00
850.0 -> 900.0	0.00	0.00
900.0 -> 950.0	0.00	0.00
950.0 -> 1000.0	0.00	0.00
1000.0 -> 1050.0	0.00	0.00
1050.0 -> 1100.0	0.00	0.00

Sub Total	0.00	0.00

695.0 -> 700.0	50.0 -> 100.0	0.00
	100.0 -> 150.0	0.00
	150.0 -> 200.0	0.00
	200.0 -> 250.0	0.00
	250.0 -> 300.0	0.00
	300.0 -> 350.0	0.00
	350.0 -> 400.0	0.00
	400.0 -> 450.0	0.00
	450.0 -> 500.0	0.00
	500.0 -> 550.0	0.00
	550.0 -> 600.0	0.00
	600.0 -> 650.0	0.00
	650.0 -> 700.0	0.00
	700.0 -> 750.0	0.00
	750.0 -> 800.0	0.00
	800.0 -> 850.0	0.00
	850.0 -> 900.0	0.00
	900.0 -> 950.0	0.00
	950.0 -> 1000.0	0.00
	1000.0 -> 1050.0	0.00
	1050.0 -> 1100.0	0.00

Sub Total	0.00	0.00

Grand Total	163445000.00	347.47

Αναφορά ογκομέτρησης SO₄ (ανά 50 mg/kg)

So4	Volume	Average
50.0 -> 100.0	10260000.00	82.556
100.0 -> 150.0	3420000.00	109.800
150.0 -> 200.0	2200000.00	172.198
200.0 -> 250.0	0.00	0.000
250.0 -> 300.0	6600000.00	262.200
300.0 -> 350.0	2200000.00	302.644
350.0 -> 400.0	2200000.00	353.200
400.0 -> 450.0	6600000.00	426.900
450.0 -> 500.0	6600000.00	481.700
500.0 -> 550.0	0.00	0.000
550.0 -> 600.0	8680000.00	559.757
600.0 -> 650.0	18380000.00	629.917
650.0 -> 700.0	9475000.00	679.100
700.0 -> 750.0	0.00	0.000
750.0 -> 800.0	11970000.00	795.700
800.0 -> 850.0	0.00	0.000
850.0 -> 900.0	15240000.00	871.044
900.0 -> 950.0	12960000.00	932.900
950.0 -> 1000.0	23000000.00	964.364
1000.0 -> 1050.0	40000.00	1030.746
1050.0 -> 1100.0	55000.00	1076.570
1100.0 -> 1150.0	65000.00	1128.394
1150.0 -> 1200.0	25000.00	1167.608
1200.0 -> 1250.0	0.00	0.000
1250.0 -> 1300.0	20000.00	1262.676
1300.0 -> 1350.0	5000.00	1340.578
1350.0 -> 1400.0	6855000.00	1387.197
1400.0 -> 1450.0	15000.00	1420.520
1450.0 -> 1500.0	5000.00	1459.913
1500.0 -> 1550.0	40000.00	1525.189
1550.0 -> 1600.0	45000.00	1568.501
1600.0 -> 1650.0	40000.00	1617.764
1650.0 -> 1700.0	60000.00	1676.932
1700.0 -> 1750.0	80000.00	1727.728
1750.0 -> 1800.0	65000.00	1765.818
1800.0 -> 1850.0	50000.00	1825.715
1850.0 -> 1900.0	9595000.00	1880.858
Grand Total	156845000.00	759.816

Αναφορά ογκομέτρησης SO₄ (βάθος, ανά 5m)

Depth	SO ₄	Volume	Average
420.0 -> 425.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
Sub Total		0.00	0.000
425.0 -> 430.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
Sub Total		0.00	0.000
430.0 -> 435.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000

	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

435.0 -> 440.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	4320000.00	877.800
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	4320000.00	877.800

440.0 -> 445.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	4320000.00	877.800
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total			4320000.00	877.800

445.0 -> 450.0	100.0 -> 200.0		0.00	0.000
	200.0 -> 300.0		0.00	0.000
	300.0 -> 400.0		0.00	0.000
	400.0 -> 500.0		0.00	0.000
	500.0 -> 600.0		0.00	0.000
	600.0 -> 700.0		0.00	0.000
	700.0 -> 800.0		0.00	0.000
	800.0 -> 900.0		0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total			0.00	0.000

450.0 -> 455.0	100.0 -> 200.0		0.00	0.000
	200.0 -> 300.0		0.00	0.000
	300.0 -> 400.0		0.00	0.000
	400.0 -> 500.0		0.00	0.000
	500.0 -> 600.0		0.00	0.000
	600.0 -> 700.0		0.00	0.000
	700.0 -> 800.0		0.00	0.000
	800.0 -> 900.0		0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total			0.00	0.000

455.0 -> 460.0	100.0 -> 200.0		0.00	0.000
	200.0 -> 300.0		0.00	0.000
	300.0 -> 400.0		0.00	0.000
	400.0 -> 500.0		0.00	0.000
	500.0 -> 600.0		0.00	0.000
	600.0 -> 700.0		0.00	0.000
	700.0 -> 800.0		0.00	0.000
	800.0 -> 900.0		0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000

1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

460.0 -> 465.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

465.0 -> 470.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

470.0 -> 475.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000

200.0 -> 300.0	0.00	0.000	
300.0 -> 400.0	0.00	0.000	
400.0 -> 500.0	0.00	0.000	
500.0 -> 600.0	0.00	0.000	
600.0 -> 700.0	0.00	0.000	
700.0 -> 800.0	0.00	0.000	
800.0 -> 900.0	0.00	0.000	
900.0 -> 1000.0	0.00	0.000	
1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000	
1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000	
1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000	
1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000	
1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000	
1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000	
1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000	
1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000	
1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000	
1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000	

Sub Total	0.00	0.000	

475.0 -> 480.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

480.0 -> 485.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000

	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

485.0 -> 490.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

490.0 -> 495.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

495.0 -> 500.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	4320000.00	555.600

600.0 -> 700.0		0.00	0.000
700.0 -> 800.0		0.00	0.000
800.0 -> 900.0		0.00	0.000
900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000
1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		4320000.00	555.600

500.0 -> 505.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	2160000.00	555.600
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		2160000.00	555.600

505.0 -> 510.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000

	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

510.0 -> 515.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

515.0 -> 520.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

520.0 -> 525.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000

1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000	
1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000	
1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000	
1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000	
1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000	
1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000	
1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000	
1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000	
1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000	
1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000	

Sub Total	0.00	0.000	

525.0 -> 530.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total	0.00	0.000	

530.0 -> 535.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	5400000.00	932.900
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total	5400000.00	932.900	

535.0 -> 540.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	5400000.00	932.900
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
----- Sub Total		5400000.00	932.900
540.0 -> 545.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	2160000.00	932.900
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
----- Sub Total		2160000.00	932.900
545.0 -> 550.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000

	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

550.0 -> 555.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

555.0 -> 560.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	2200000.00	950.100
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	2200000.00	950.100

560.0 -> 565.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000

	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	5500000.00	950.100
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	5500000.00	950.100

565.0 -> 570.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	1100000.00	950.100
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	1100000.00	950.100

570.0 -> 575.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000

	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

575.0 -> 580.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

580.0 -> 585.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

585.0 -> 590.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000

900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000
1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

590.0 -> 595.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	4275000.00	1387.200
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		4275000.00	1387.200

595.0 -> 600.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	2565000.00	1387.200
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		2565000.00	1387.200

600.0 -> 605.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
Sub Total		0.00	0.000
605.0 -> 610.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000
Sub Total		0.00	0.000
610.0 -> 615.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	1080000.00	638.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000

1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		1080000.00	638.000

615.0 -> 620.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	4400000.00	481.700
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	5400000.00	638.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		9800000.00	567.824

620.0 -> 625.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	2200000.00	481.700
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	4320000.00	638.000
	700.0 -> 800.0	855000.00	795.700
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		7375000.00	609.657

625.0 -> 630.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000

400.0 -> 500.0		0.00	0.000
500.0 -> 600.0		0.00	0.000
600.0 -> 700.0		1895000.00	679.100
700.0 -> 800.0		4275000.00	795.700
800.0 -> 900.0		0.00	0.000
900.0 -> 1000.0		0.00	0.000
1000.0 -> 1100.0		0.00	0.000
1100.0 -> 1200.0		0.00	0.000
1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		6170000.00	759.888

630.0 -> 635.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	4737500.00	679.100
	700.0 -> 800.0	4275000.00	795.700
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		9012500.00	734.408

635.0 -> 640.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	2842500.00	679.100
	700.0 -> 800.0	2565000.00	795.700
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000

	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	5407500.00	734.408

640.0 -> 645.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	0.00	0.000

645.0 -> 650.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	4400000.00	426.900
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	4400000.00	426.900

650.0 -> 655.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	2200000.00	426.900
	500.0 -> 600.0	2200000.00	572.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000

	800.0 -> 900.0	1100000.00	862.200
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	5500000.00	572.000

655.0 -> 660.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	3790000.00	618.400
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	5500000.00	862.200
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	1710000.00	1880.900
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

	Sub Total	11000000.00	936.561

660.0 -> 665.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	3300000.00	262.200
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	3790000.00	618.400
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	4275000.00	1880.900
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		11365000.00	989.867

665.0 -> 670.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	3300000.00	262.200
	300.0 -> 400.0	2200000.00	302.644
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	3480000.00	960.669
	1000.0 -> 1100.0	95000.00	1057.275
	1100.0 -> 1200.0	90000.00	1139.287
	1200.0 -> 1300.0	20000.00	1262.676
	1300.0 -> 1400.0	20000.00	1374.590
	1400.0 -> 1500.0	20000.00	1430.368
	1500.0 -> 1600.0	85000.00	1548.119
	1600.0 -> 1700.0	100000.00	1653.265
	1700.0 -> 1800.0	145000.00	1744.803
	1800.0 -> 1900.0	3660000.00	1880.035
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		13215000.00	952.658

670.0 -> 675.0	100.0 -> 200.0	2200000.00	172.198
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	2200000.00	353.200
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	6445000.00	970.289
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		10845000.00	683.208

675.0 -> 680.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	4275000.00	987.800
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000

1200.0 -> 1300.0		0.00	0.000
1300.0 -> 1400.0		0.00	0.000
1400.0 -> 1500.0		0.00	0.000
1500.0 -> 1600.0		0.00	0.000
1600.0 -> 1700.0		0.00	0.000
1700.0 -> 1800.0		0.00	0.000
1800.0 -> 1900.0		0.00	0.000
1900.0 -> 2000.0		0.00	0.000

Sub Total		4275000.00	987.800

680.0 -> 685.0	100.0 -> 200.0	3420000.00	109.800
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		3420000.00	109.800

685.0 -> 690.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

690.0 -> 695.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000

300.0 -> 400.0	0.00	0.000	
400.0 -> 500.0	0.00	0.000	
500.0 -> 600.0	0.00	0.000	
600.0 -> 700.0	0.00	0.000	
700.0 -> 800.0	0.00	0.000	
800.0 -> 900.0	0.00	0.000	
900.0 -> 1000.0	0.00	0.000	
1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000	
1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000	
1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000	
1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000	
1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000	
1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000	
1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000	
1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000	
1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000	
1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000	

Sub Total	0.00	0.000	

695.0 -> 700.0	100.0 -> 200.0	0.00	0.000
	200.0 -> 300.0	0.00	0.000
	300.0 -> 400.0	0.00	0.000
	400.0 -> 500.0	0.00	0.000
	500.0 -> 600.0	0.00	0.000
	600.0 -> 700.0	0.00	0.000
	700.0 -> 800.0	0.00	0.000
	800.0 -> 900.0	0.00	0.000
	900.0 -> 1000.0	0.00	0.000
	1000.0 -> 1100.0	0.00	0.000
	1100.0 -> 1200.0	0.00	0.000
	1200.0 -> 1300.0	0.00	0.000
	1300.0 -> 1400.0	0.00	0.000
	1400.0 -> 1500.0	0.00	0.000
	1500.0 -> 1600.0	0.00	0.000
	1600.0 -> 1700.0	0.00	0.000
	1700.0 -> 1800.0	0.00	0.000
	1800.0 -> 1900.0	0.00	0.000
	1900.0 -> 2000.0	0.00	0.000

Sub Total		0.00	0.000

Grand Total		146585000.00	807.220

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα συμπεράσματα που προκύπτουν, συνοψίζονται παρακάτω:

1. Αναπτύχθηκαν αρκετά στοιχεία σχετικά με τη συμμετοχή του λιγνίτη, ως κύριο ορυκτό καύσιμο, στην ηλεκτροπαραγωγική διαδικασία γενικότερα, με ιδιαίτερη έμφαση στα ορυχεία του Λ.Κ.Δ.Μ. Αναφέρθηκαν οι βασικότερες μέθοδοι εξόρυξης του, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται, τα κύρια λιγνιτικά αποθέματα, τα βασικά γεωλογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, καθώς και η μεταλλευτική δραστηριότητα της ΔΕΗ στην υπό εξέταση περιοχή.
2. Χρησιμοποιήθηκαν ορισμένα από τα εργαλεία και τις δυνατότητες του λογισμικού πακέτου μεταλλευτικού σχεδιασμού Surpac 6.1.2, για την αξιοποίηση δεδομένων όπως: κοιτασματολογικές γεωτρήσεις, χημικές αναλύσεις δειγμάτων, αποτελέσματα δοκιμών εκπλυσιμότητας κλπ, με σκοπό την προσομοίωση της διασποράς χημικών παραμέτρων (όπως οι συγκεντρώσεις Cl^- και SO_4) στα υπερκείμενα άγονα των ορυχείων του Λ.Κ.Δ.Μ.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονίσουμε τη σημασία της χρήσης λογισμικών πακέτων στη μελέτη και στο σχεδιασμό μεταλλευτικών έργων, τα οποία δίνουν στο μελετητή τη δυνατότητα να διαχειριστεί σημειακά δεδομένα για να εξάγει συμπεράσματα με πολύ μεγαλύτερη ευκολία, αλλά και ακρίβεια, συγκριτικά με μεθόδους που ακολουθούνταν στο παρελθόν.

3. Επίσης, η χρήση λογισμικών πακέτων, όπως το Surpac, ανοίγει ένα νέο κεφάλαιο στη μεταλλευτική μελέτη-σχεδιασμό, καθώς απαιτεί αρκετά χαμηλό κόστος (επί της ουσίας το κόστος των γεωτρήσεων και ενδεχομένως της χημικής επεξεργασίας), και σε συνδυασμό με την κατάλληλη εκπαίδευση και τη συστηματική ενασχόληση του μελετητή, δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής εύστοχων αποτελεσμάτων, που απαιτούνται στην εκάστωτε μεταλλευτική δραστηριότητα.
4. Στην παρούσα εργασία δεν επετεύχθη ικανοποιητικός βαθμός προσομοίωσης της διασποράς των χημικών παραμέτρων. Οι λόγοι είναι οι εξής: α) Ο μικρός αριθμός δειγμάτων συγκριτικά με το μέγεθος της περιοχής μελέτης, β) Τα δείγματα είχαν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους,

συνεπώς ο βαθμός αλληλοκάλυψης μεταξύ των δειγμάτων ήταν οριακός, με αποτέλεσμα τα blocks που σχηματίστηκαν να μην μπορούν να πάρουν τιμές από αρκετά δείγματα. γ) Δεν υπήρχε η δυνατότητα να εφαρμόσουμε περισσότερους αλγορίθμους που ορίζουν τις τιμές των blocks που σχηματίζονται, έτσι μοντελοποιήσαμε τα δεδομένα μας χρησιμοποιώντας μόνο τη μέθοδο του Inverse Distance, σύμφωνα με το οποίο τα blocks παίρνουν τιμές σύμφωνα με το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης που έχουν από τα δείγματα που βρίσκονται στη ζώνη επιρροής. δ) Δεν είχαμε χρήσιμα δεδομένα για πολλές παραμέτρους, πέρα από τις συγκεντρώσεις του Cl^- και SO_4 , έτσι τα τελικά μοντέλα είναι μόνο δύο.

5. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ογκομετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώνουμε τα εξής: α) Σε γενικές γραμμές η συγκέντρωση του Cl^- κυμαίνεται εντός των ορίων που προβλέπει η νομοθεσία (Απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 2003/33/ΕΚ) για την αποδοχή αδρανών υλικών σε Χ.Υ.Τ. Αδρανών Υλικών (800 mg/lit για το Cl^-), εκτός από το απόλυτο υψόμετρο 495-505m που παρουσιάζει μέση τιμή συγκέντρωσης $Cl^- = 943,10$ mg/lit. β) Επίσης σε γενικές γραμμές, η συγκέντρωση του SO_4 κυμαίνεται εντός των ορίων που προβλέπει η προαναφερθείσα νομοθεσία για την αποδοχή αδρανών υλικών σε Χ.Υ.Τ. Αδρανών Υλικών. (1000 mg/lit για το SO_4), εκτός από το απόλυτο υψόμετρο 590-600m που παρουσιάζει μέση τιμή συγκέντρωσης $Cl^- = 1387,20$ mg/lit. Επίσης παρατηρούμε ότι στα απόλυτα υψόμετρα 530-570m και 655-680m, οι συγκεντρώσεις SO_4 είναι οριακά χαμηλότερες από αυτές που προβλέπει η νομοθεσία (1000 mg/lit).
6. Τέλος, με τα δεδομένα που είχαμε, επιχειρήσαμε να απεικονίσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα τη διασπορά των παραπάνω χημικών παραμέτρων, καθώς και να αποσπάσουμε αποτελέσματα και πληροφορίες για την περιοχή μελέτης, με την εφαρμογή των εργαλείων του προγράμματος Surpac.

Πάνω από όλα όμως, επιτεύχθηκε μια πρώτη επαφή και αποκτήθηκε εμπειρία από τη χρήση και εφαρμογή νέων τεχνολογικών μεθόδων και συστημάτων, στα πλαίσια της μεταλλευτικής δραστηριότητας.

Βιβλιογραφία

1. Λαγομιτζή Ε. , «Σχεδιασμός της εκμετάλλευσης υπαίθριου λιγνιτωρυχείου με χρήση του λογισμικού Datamine», 2004
2. Echmes Ltd., Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου Επέκτασης προς τα Δυτικά Λιγνιτωρυχείων Μαυροπηγής και ΝΔ Πεδίου Πτολεμαΐδας Λ.Κ.Δ.Μ., ΔΕΗ Α.Ε., Ν. Κοζάνης, Φορέας Ανάθεσης: ΔΕΗ Α.Ε., Μαρ-10
3. Echmes Ltd., Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Ορυχείων Πτολεμαΐδας Νομού Κοζάνης, Φορέας Ανάθεσης: ΔΕΗ Α.Ε., Αυγ-09
4. Χ.Ι. Κολοβός, «Συγκριτική αξιολόγηση της εκμετάλλευσης υπαίθριου λιγνιτωρυχείου με χρήση υφιστάμενου ή νέου εξοπλισμού», 2001
5. Γκέντσογλου Χ. και Παπούλια Π.Ν., «Σχεδιασμός των τελικών ορίων και διαχρονική εξέλιξη του εν λειτουργία ορυχείου Τομέα 6 με μεγάλες απαιτήσεις τεχνικών έργων», 2002
6. Κούζας Ι., «Διερεύνηση των δυνατοτήτων περαιτέρω στρατηγικής ανάπτυξης του Ν. Πεδίου λιγνιτικού κέντρου Δ. Μακεδονίας» , 2003
7. <http://www.dei.gr>
8. Κ. Γ. Τσακαλάκης, Ι. Ε. Ιωακείμ, «Παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα», 2005
9. Μ. Μενεγάκη, «Σημειώσεις: Μέθοδοι Υπαίθριων εκμεταλλεύσεων», 2010
10. Μπούσιος Αι., «Το έργο της Πτολεμαΐδας ή ιστορία της ΛΙ.ΠΤΟΛ.», 1997
11. Γ. Λουλούδης, «Υδρογεωλογικές συνθήκες Νότιου λιγνιτοφόρου πεδίου Πτολεμαΐδας. Προβλήματα υπογείων νερών και αντιμετώπισή τους κατά την εκμετάλλευση», 1991
12. Λεοντίδης Μ., Ρούμπος Χ., Πατμανίδου Λ., «100 χρόνια λιγνίτης- Απολογισμός 50 ετών, προγραμματισμός 50 ετών», 2003
13. Κουμαντάκης Ι., «Ερευνητικό πρόγραμμα :Εκτίμηση και διαχείριση υδατικών πόρων λεκάνης Σαριγκιόλ», 2000
14. Ι.Ε. Κουμαντάκης , «Ερευνητικό πρόγραμμα ΕΛΙΜΕΙΑ: Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης υδατικών πόρων και μεθόδων τεχνητού

- εμπλουτισμού σε περιοχές λιγνιτικών εκμεταλλεύσεων- Πιλοτική εφαρμογή στο νότιο πεδίο Πτολεμαΐδας» , 1997
15. Αναστόπουλος Ι., Κούκουζας Κ., «Γεωλογική και κοιτασματολογική μελέτη του Νοτίου τμήματος της λεκάνης Πτολεμαΐδος», Ι.Γ.Ε.Υ. 1972
 16. Dimitrakopoulos D., Voight R., «Postmining water management problems in the. Ptolemais-Amyndeon Lignite district», 1996
 17. Ερευνητικό Πρόγραμμα «Εκτίμηση του Κινδύνου από τη Διαχείριση Παραπροϊόντων - Αποβλήτων των Λιγνιτικών ΑΗΣ στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας (Χώροι Β και Γ στην εξωτερική απόθεση Νοτίου Πεδίου)», Εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής, 2009
 18. Ερευνητικό Πρόγραμμα «Χαρακτηρισμός αγόνων Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας», Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας (σε εξέλιξη).
 19. Μαρκάκη Φ., Καρούσος Σ. «Επανασχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αδρανών υλικών στη θέση "Μεγάλο Βουνό" του δήμου Αυλίδας», 2010

Αναλυτικός Πίνακας Χημικών Αναλύσεων-Δοκιμών Εκπλυσιμότητας

pr EN 12457-2 (L/S=10 L/kg)

Αριθμός δείγματος	Γεώτρηση	Βάθος (m)	Γεωλογική περιγραφή	As (mg/kg)	Ba (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Sb (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)	F ⁻ (mg/kg)	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	TDS	pH	Αγωγιμότητα (μS/cm)
1	T6Δ-129	0,5-2,0	I) Φυτική γη (~0,5 m) II) Άργιλος αμμούχα, ασβεστούχα, ανοικτότεφρη/ανοικτό κίτρινη με οξειδία σιδήρου και ασβεστιτικά συγκρίματα	<0,10	0,62	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	27,4	80	7,79	119
2	T6Δ-129	2,0-5,5	I) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, αργιλούχα, ασβεστούχα τεφρή/κίτρινη/πράσινη με οξειδία σιδήρου και ασβεστιτικά συγκρίματα II) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, ψηφιδομιγής, στη βάση αργιλούχα, ασβεστούχα κίτρινη/πράσινη, στη βάση ασβεστιτικά συγκρίματα και οξειδία σιδήρου III) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, ψηφιδομιγής, στη βάση αργιλούχα, ασβεστούχα κίτρινη/πράσινη, στη βάση ασβεστιτικά συγκρίματα και οξειδία σιδήρου	<0,10	0,54	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	35,5	<0,50	109,8	700	8,2	112
4	T6Δ-129	10,5-14,0	I) Ασβεστόλιθος σκληρός, ανοικτότεφρος/ανοικτόκίτρινος με οξειδία σιδήρου II) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, αργιλούχα, στο κατώτερο τμήμα ψηφιδομιγής, τεφροκίτρινη/πράσινη με οξειδία σιδήρου III) Κροκαλοπαγές πολύμεικτο, σκληρό	<0,10	1,37	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	987,8	1240	7,89	128
5	T6Δ-129	20,0-26,5	I) Μάργα στο ανώτερο τμήμα αργιλούχα και χουμώδης, σκουρότεφρη ως ανοιχτότεφρη με φυτικά λείψανα και στο ανώτερο μέρος θραύσματα απολιθωμάτων II) Μάργα ανοιχτότεφρη με φυτικά λείψανα και στο ανώτερο τμήμα συνεκτικές λεπτές ενστρώσεις λιγνίτη	<0,10	2,15	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	104,4	<0,50	1880,9	3930	7,9	515
6	T6Δ-129	53,0-62,0	I) Μάργα ανοιχτότεφρη ως τεφρή με θραύσματα απολιθωμάτων και φυτικά λείψανα.	<0,10	0,51	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	603,1	<0,50	795,7	3740	7,97	463
7	T6Δ-129	91,0-96,0	I) Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή ως σκουρότεφρη με θραύσματα απολιθωμάτων και κατά θέσεις συνεκτικές λεπτές ενστρώσεις λιγνίτη. II) Μάργα αργιλούχα, χουμώδης, μαύρη με θραύσματα απολιθωμάτων και συνεκτικές λεπτές ενστρώσεις λιγνίτη (56% τέφρα επί ξηρού).	<0,10	1,37	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	355	<0,50	1387,2	4356	7,87	729
8	T6Δ-129	123,0-126,0	Μάργα, τεφρή ως κιτρινότεφρη, με θραύσματα απολιθωμάτων και φυτικά λείψανα	<0,10	1,93	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	82,6	3980	7,78	362
9	T6Δ-110	25,5-28,0	I) Άργιλος, ψηφιδομιγής, χρώματος ανοικτό καστανό, με οξειδία σιδήρου, στο κατώτερο τμήμα ενστρώσεις κροκαλοπαγούς ασβεστολιθικού II) Κροκαλοπαγές ασβεστιτικό, αργιλούχο, καστανό με οξειδία σιδήρου	<0,10	3,1	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	354,5	<0,50	27,4	1050	8,25	145
10	T6Δ-110	28,0-31,0	I) Άργιλος, ψηφιδομιγής, κατά θέσεις αμμούχα, ερυθρή/τεφρή/κίτρινη με οξειδία σιδήρου II) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, αργιλούχα, ερυθρή/τεφρή/κίτρινη με οξειδία σιδήρου	<0,10	2,76	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	35,5	<0,50	353,2	730	8,06	128
11	T6Δ-110	32,5-37,0	Σκληρό κροκαλοπαγές πολύμεικτο.	<0,10	4,56	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	71,3	<0,50	262,2	3960	8,5	147
12	T6Δ-110	22,0-25,0	Άργιλος, ψηφιδομιγής, χρώματος ανοικτό καστανό, με οξειδία σιδήρου, στο κατώτερο τμήμα ενστρώσεις κροκαλοπαγούς ασβεστολιθικού	<0,10	3,38	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	27,4	1570	7,66	201

13	T6Δ-110	43,0-45,0	I) Άμμος λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, ερυθρή/κίτρινη/πράσινη, με οξειδία σιδήρου II) Ιλύς, αργιλούχα, ερυθρή/τεφρή/κίτρινη ως κιτρινότεφρη, με οξειδία σιδήρου, στο κατώτερο τμήμα φυτικά λείψανα	<0,10	0,71	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	709,1	<0,50	862,2	1020	6,85	138
14	T6Δ-110	49,0-51,5	I) Άργιλος, ψηφιδομιγής, ασβεστούχα ερυθρή/τεφρή/κίτρινη, με οξειδία σιδήρου, στο ανώτερο τμήμα (49,0 m) σκληρές ενστρώσεις ψαμμίτη και σκληρές ενστρώσεις ασβεστούχου ασβεστολίθου (49,40 m) II) Άργιλος, ιλυούχα, ασβεστούχα ανοιχτότεφρη/πράσινη με ασβεστικά συγκρίματα	<0,10	0,12	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	603,1	<0,50	426,9	3520	8,53	182
15	T6Δ-110	80,0-82,0	I) Συνεκτικός λιγνίτης, αργιλόχος, μαύρος με 26% τέφρα επί ξηρού. II) Μάργα, αργιλούχα, χουμώδης, μαύρη με θραύσματα απολιθωμάτων και λεπτές συνεκτικές ενστρώσεις λιγνίτη με 65,8% τέφρα επί ξηρού (80,4 m) και 55,9% τέφρα επί ξηρού (81,9 m).	<0,10	2,35	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	531,8	<0,50	481,7	4379	7,42	700
16	T6Δ-110	136,0-141,0	I) Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή – ανοιχτότεφρη, με θραύσματα απολιθωμάτων στο ανώτερο τμήμα με λεπτές ενστρώσεις συνεκτικού λιγνίτη II) Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή – σκουρότεφρη, με θραύσματα απολιθωμάτων κατά θέσεις λεπτές ενστρώσεις συνεκτικού λιγνίτη III) Λιγνίτης συνεκτικός, αργιλόχος, μαύρος, στο ανώτερο τμήμα με θραύσματα απολιθωμάτων και τέφρα επί ξηρού 28,2% (137,10 m) IV) Μάργα αργιλούχα, λίγο χουμώδης, κατά θέσεις χουμώδης, τεφρή – σκουρότεφρη ως μαύρη, με θραύσματα απολιθωμάτων και κατά θέσεις λεπτές ενστρώσεις συνεκτικού λιγνίτη V) Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή – σκουρότεφρη, με θραύσματα απολιθωμάτων και κατά θέσεις λεπτές ενστρώσεις συνεκτικού λιγνίτη	<0,10	2,14	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	950,1	3450	7,76	501
17	T6Δ-134	232,0-237,0	I) Λιγνίτης συνεκτικός, πολύ αργιλόχος, μαύρος, με κατά θέσεις ενστρώσεις μάργας και τέφρα επί ξηρού 46,8% (232,0 m) II) Λιγνίτης συνεκτικός, λίγο αργιλόχος, μαύρος και τέφρα επί ξηρού 15,3% (232,20 m) III) Μάργα τεφρή ως ανοιχτότεφρη/κίτρινη, με φυτικά λείψανα, θραύσματα απολιθωμάτων και στο κατώτερο τμήμα ένστρωση 15 cm συνεκτικού λιγνίτη IV) Μάργα, τεφρή, με φυτικά λείψανα και θραύσματα απολιθωμάτων V) Μάργα, αργιλούχα ως χουμώδης, μαύρη, με θραύσματα απολιθωμάτων και λεπτές ενστρώσεις συνεκτικού λιγνίτη (τέφρα επί ξηρού 59,3% - 237,20 m)	<0,10	2,98	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	877,8	2790	7,72	481
18	T6Δ-134	174,0-176,0	Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή ως σκουρότεφρη (με λεπτές συνεκτικές ενστρώσεις λιγνίτη)	0,38	0,15	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	0,2	943,1	<0,50	555,6	3240	8,11	801
19	T6Δ-134	135,0-142,0	Άμμος πολύ λεπτόκοκκη, μαρμαρυγιούχα, αργιλούχα, ασβεστούχα, τεφρή/πράσινη	<0,10	3,3	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	932,9	2480	7,86	209
21	T6Δ-134	52,0-58,0	Κροκαλοπαγές πολύμεικτο, σκληρό	<0,10	0,1	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	538,7	<0,50	638	680	8,69	302

22	T6Δ-134	2,0-6,0	I) Άργιλος ασβεστούχα, λευκή/τεφρή/κίτρινη με συγκρίματα ασβεστολιθικά και οξειδία σιδήρου II) Άργιλος ασβεστούχα, λευκή/τεφρή με μέτρια συγκρίματα ασβεστολιθικά III) Άργιλος ασβεστούχα, τεφρή/κίτρινη/πράσινη με οξειδία σιδήρου και μέτρια συγκρίματα ασβεστολιθικά IV) Άργιλος ασβεστούχα, ερυθρή/τεφρή/κίτρινη με οξειδία σιδήρου και μέτρια συγκρίματα ασβεστολιθικά	<0,10	0,61	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	960,4	1460	7,62	195
24	T6Δ-36	29,0-35,0	Μάργα κατά θέσεις αργιλούχα και χουμώδης, τεφρή ως σκουρότεφρη (με λεπτές συνεκτικές ενστρώσεις λιγνίτη)	<0,10	0,1	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	673,5	<0,50	679,1	2880	8	876
25	T6Δ-36	2,0-6,0	I) Άργιλος πλαστική, ψηφιδομιγής, ανοιχτοκαστανή II) Άργιλος, πλαστική, ερυθρή/κίτρινη ως ανοιχτοκαστανή με μαγγάνιο	<0,10	2,73	<0,02	<0,05	<0,10	<0,005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,10	177,3	<0,50	618,4	1460	8,01	190

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΕΓΧΩΡΙΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΛΙΓΝΙΤΟΦΟΡΟΥ
ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ-ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ SURPAC

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

**“Του κόσμου ποιος το λύνει το κουβάρι
ποιος είναι καπετάνιος στα βουνά
ποιος δίνει την αγάπη και τη χάρη
και στις μυρτιές του Άδη σεργιανά
μαλαματένια λόγια στο χορτάρι
ποιος βρίσκει για την άλλη τη γενιά”**