

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ: «ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΗ.Σ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ»

ΜΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΑΜ: 11099

ΤΣΙΤΛΑΧΙΔΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΜ: 11207

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΜΠΑΡΟΥΧΑΣ Π.



Περιεχόμενα

| | |
|--|--------|
| ΕΙΓΑΓΩΓΗ | σελ. 2 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΕΛΑΦΟΥΣ | σελ. 5 |
| 1.1 Παρουσίαση Βαρέων Μετάλλων Εδάφους..... | σελ.5 |
| 1.2 Μαγνητική επιδεκτικότητα..... | σελ.14 |
| 1.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)..... | σελ.17 |
| 1.4 Η μέθοδος Kriging..... | σελ.20 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | σελ.24 |
| 2.1 Περιβάλλον και Γενικές Πληροφορίες | σελ.24 |
| 2.2 Τοπογραφική διάταξη και Τεχνική περιγραφή του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας..... | σελ.29 |
| 2.3 Γεωλογικά Στοιχεία του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας..... | σελ.34 |
| 2.4 Κλιματικά Στοιχεία Περιοχής..... | σελ.38 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ | σελ.41 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ.64 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | σελ.67 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ελλάδα βασιζόμενη στον εγχώριο λιγνίτη για ηλεκτροπαραγωγή παράγει από τις φθηνότερες και πιο αποτελεσματικές KWh στην ευρωπαϊκή ένωση. Σήμερα, εξορύσσει παραπάνω από 70 εκατομμύρια τόνους το χρόνο λιγνίτη καλύπτοντας πάνω από το 70% της παραγωγής σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο ελληνικός λιγνίτης βρίσκεται σε 68 λιγνιτοφόρες λεκάνες διαφορετικού μεγέθους. Γενικά, χαρακτηρίζεται από χαμηλή θερμαντική ικανότητα και σχετικά υψηλό ποσοστό τέφρας.

Το μέλλον του λιγνίτη εξετάζεται με βάση τις μελλοντικές ανάγκες. Η αύξηση της ετήσιας ζήτησης της ηλεκτροπαραγωγής εκτιμάται στο 3%, όσος ήταν ο μέσος όρος της πενταετίας 1990- 1995. Λαμβάνεται πάντα υπόψη: α) η αύξηση των τιμών του αργού πετρελαίου από 11\$/βαρέλι (το 1999) σε 50\$/βαρέλι (το πρώτο εξάμηνο του 2010), β) η μεγάλη επιβάρυνση του ελλείμματος του εμπορικού ισοζυγίου που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εισαγωγή ενεργειακών πρώτων υλών και γ) η δυσκολία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να καλύψουν το τεράστιο ετήσιο ενεργειακό έλλειμμα.

Ο λιγνίτης Πτολεμαΐδας σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης χρονικής περιόδου (10 εκατομμύρια χρόνια περίπου) και εκτιμάται ότι οι διεργασίες τελείωσαν πριν 1 εκατομμύριο χρόνια. Η ευρύτερη λεκάνη Μοναστηρίου, Φλώρινας, Αμυνταίου, Πτολεμαΐδας, Κοζάνης και Σερβίων καλύπτονταν την εποχή εκείνη από αβαθείς λίμνες και έλη. Οι κλιματολογικές συνθήκες ευνόησαν τη μεγάλη βλάστηση, υδροχαρών φυτών (βρύα, καλάμια, κλπ) σε διάφορες θέσεις της λεκάνης. Με το χρόνο τα φυτά αυτά συγκεντρώθηκαν σε μεγάλες ποσότητες στον πυθμένα των λιμνών. Στη συνέχεια η βλάστηση καλύφθηκε από γαιώδη υλικά. Έτσι, οι οργανικές

ύλες των φυτών, ευρισκόμενες υπό πίεση και με την επίδραση διαφόρων μικροοργανισμών, μετατράπηκαν με το χρόνο σε στρώματα λιγνίτη.

Αυτό επαναλήφθηκε πολλές φορές και τελικά πάνω από τα νεότερα στρώματα λιγνίτη επικάθισαν άλλα γαιώδη υλικά, τα λεγόμενα «υπερκείμενα». Έτσι, προέκυψαν λιγνιτικά κοιτάσματα μορφής Zebra, δηλαδή την δημιουργία των γνωστών σε εμάς σήμερα λιγνιτικών κοιτασμάτων της περιοχής Πτολεμαΐδα-Αμύνταιο. Η μορφή αυτή λιγνιτικών κοιτασμάτων ονομάζεται «μορφή Zebra» επειδή υπάρχουν συνεχείς εναλλαγές στρωμάτων λιγνίτη και ανόργανων γαιωδών υλικών (το λιγνιτικό κοιτάσμα δεν είναι ενιαίο). Το πάχος των υπερκειμένων υλικών κυμαίνεται από 12 μέχρι 230 μέτρα για τα Ορυχεία που βρίσκονται σε λειτουργία στην περιοχή της Πτολεμαΐδας. Τα υλικά αυτά είναι, συνήθως άμμος, αμμοχάλικα, μαλακός ασβεστόλιθος και άργιλος. Αλλά και το κοιτάσμα του λιγνίτη δεν είναι ενιαίο διότι μέσα στο κοιτάσμα αυτό υπάρχουν λεπτά στρώματα από τα γαιώδη υλικά, τα οποία επειδή βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων, ονομάζονται «ενδιάμεσα». Το μέσο πάχος των απολήξιμων στρωμάτων λιγνίτη ανέρχεται σε 2 μέτρα περίπου ενώ ο αριθμός τους κυμαίνεται από 20 έως 30.

Το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας είναι συγκεντρωμένο σε τρεις περιοχές - λεκάνες κατά μήκος του άξονα Φλώρινα - Αμύνταιο - Πτολεμαΐδα - Κοζάνη - Σέρβια. Σταδιακά στην περιοχή Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου δημιουργήθηκε ένα από τα μεγαλύτερα Λιγνιτικά Κέντρα στον κόσμο. Στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου λειτουργούν σήμερα τέσσερα λιγνιτωρυχεία: Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, το Ορυχείο Καρδιάς, το Ορυχείο Κυρίου Πεδίου και το Ορυχείο Αμυνταίου (συμπεριλαμβανομένου και του ορυχείου στη Φλώρινα). Επίσης στο Λιγνιτικό Κέντρο ανήκουν το Εργοστάσιο Λιγνιτοπλίνθων και ο ατμοηλεκτρικός σταθμός ΛΙΠΤΟΛ.

Η παραγωγή λιγνίτη ανήλθε το 2006 σε 49εκ. τόνους. Για την επίτευξη του έργου αυτού χρησιμοποιούνται 42 καδοφόροι εκσκαφείς, 16 αποθέτες, 225 km περίπου ταινιόδρομοι (με πλάτος 1,0 - 2,4 μέτρα) και 1.000 περίπου ντιζελοκίνητα μηχανήματα (www.dei.gr). Συγκεκριμένα, στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας, στο οποίο ανήκουν τα Ορυχεία Μαυροπηγής (Κύριο Πεδίο), Νοτίου Πεδίου, Νοτιοδυτικού Πεδίου - Υψηλάντη (Πεδίο Καρδιάς) και Αμυνταίου (Πεδίο Αμυνταίου) παράχθηκαν 43,2 εκ. τόνοι λιγνίτη το 2010 έναντι των 50,3 εκ. τόνων του 2009, ενώ στο Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης, στο οποίο ανήκει το συγκρότημα Ορυχείων Μεγαλόπολης παράχθηκαν 10,4 εκ. τόνοι λιγνίτη το 2010 έναντι των 11,5 εκ. τόνων του 2009. Το 2012 οι συνολικές εκσκαφές στα Ορυχεία της ΔΕΗ ανήλθαν σε 308,7 εκατ. κυβικά μέτρα ενώ η παραγωγή λιγνίτη ανήλθε σε 61,7 εκατ. τόνους.

Η λεκάνη Κοζάνης - Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου ευτύχησε να φιλοξενεί στο υπέδαφός της τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη της χώρας, η εκμετάλλευση των οποίων της απέφερε αναμφισβήτητα σημαντικά οικονομικά οφέλη, αλλά συσσώρευσε συγχρόνως και σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα σημαντικότερα εστιάζονται κυρίως στους τομείς της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, της διαχείρισης των νερών, και της αποκατάστασης των εξοφλημένων λιγνιτωρυχείων.

Οι τομείς αυτοί, όπως είναι φυσικό, έχουν προκαλέσει κατά καιρούς το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών. Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας εστιάζεται στην αποτίμηση της κατανομής των βαρέων μετάλλων στο έδαφος της περιοχής του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

1.1 Παρουσίαση Βαρέων Μετάλλων Εδάφους

Ο χαλκός είναι ένα από τα πιο σημαντικά και απαραίτητα στοιχεία, τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα. Σε μεταλλική κατάσταση, ο χαλκός έχει χαρακτηριστική μεταλλική λάμψη και χρώμα κόκκινο (Μήτσιος, 2004). Είναι ελατός και όλκιμος καθώς και καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Οι χρήσεις του είναι πολλές όπως στην κατασκευή ηλεκτρικών καλωδίων, λυχνιών, σωλήνων, εξαρτημάτων, νομισμάτων, μαγειρικών σκευών, και οικοδομικών υλικών.

Επίσης χρησιμοποιείται σε πυρομαχικά και κράματα. Ενώσεις του Cu χρησιμοποιούνται σαν μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, συντηρητικά ξύλου, στο γαλβάνισμα, στη βιομηχανία βαφής, στη χαρακτηριστική, στη λιθογραφία και στην πυροτεχνική. Λιπάσματα, ζωοτροφές και φαρμακευτικά προϊόντα μπορεί, επίσης, να περιέχουν ενώσεις του μετάλλου.

Επιπρόσθετα, ενώσεις του χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα τροφών, ενώ ο ένυδρος θεικός χαλκός μερικές φορές προστίθεται στην επιφάνεια του νερού σαν ρυθμιστής φυκιών. Στη φύση ο χαλκός σχηματίζει κυρίως σουλφίδια, από τα οποία ελευθερώνεται σε όξινο περιβάλλον, θεικές ενώσεις και ανθρακικά άλατα. Σε αναγωγικές συνθήκες βρίσκεται κυρίως με τη μεταλλική του μορφή. Ο θεικός χαλκός παλιότερα είχε χρησιμοποιηθεί σαν εμετικό, σήμερα, όμως, δε χρησιμοποιείται λόγω των βλαβερών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία (Παπαδημητρίου, 2005).

Ο χαλκός σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και την υγεία των ζώων και του ανθρώπου. Ορισμένα είδη φυτών έχουν

την ικανότητα να συσσωρεύουν μεγάλες ποσότητες χαλκού στους ιστούς τους. Συνολικά 19 τροφοπενίες χαλκού έχουν παρατηρηθεί σε όλο τον κόσμο, ενώ έχει υπολογιστεί ότι συνολικά σε 23 χώρες παρουσιάζονται τροφοπενίες χαλκού στο σιτάρι, σε 12 χώρες στο καλαμπόκι, στη βρώμη, στα βοσκοτόπια και στο κριθάρι και τέλος σε 9 στο ρύζι. Οι τροφοπενίες χαλκού παρουσιάζονται συχνότερα σε οργανικά εδάφη (Histosol) και κατόπιν σε “Podzols” (spodosols), τα οποία περιέχουν υψηλά ποσοστά άμμου και δεν έχουν την ικανότητα να συγκρατούν ικανοποιητικές ποσότητες ύδατος και θρεπτικών στοιχείων.

Επίσης, σημαντικές τροφοπενίες χαλκού παρατηρούνται σε εδάφη νατριωμένα, στα οποία η τιμή του pH είναι ιδιαίτερα υψηλή ($pH > 8$), το ποσοστό διασποράς της αργίλου είναι ιδιαίτερα υψηλό και έχουν πολύ μικρό ποσοστό υγρασίας. Στις ημίξηρες στέπες που περιέχουν μεγάλο ποσοστό οργανικής ουσίας, υψηλό ποσοστό βάσεων και υψηλές τιμές pH, παρουσιάζουν δέσμευση στοιχείων χαλκού, ψευδαργύρου, σιδήρου, και μαγγανίου σε σημαντικό βαθμό. Το ίδιο παρατηρείται και σε εδάφη που υπερλιπάνθηκαν με αζωτούχα λιπάσματα. Επειδή η απομάκρυνση του χαλκού από το έδαφος εξαιτίας της έκπλυσης είναι μηδαμινή, η προσθήκη ποσοτήτων χαλκού στο έδαφος οδηγεί στη δημιουργία υψηλών συγκεντρώσεων με αποτέλεσμα να εμφανίζονται τοξικά συμπτώματα στα φυτά.

Η προσθήκη χαλκού στο έδαφος έχει μακροχρόνια αποτελέσματα. Διαπιστώθηκε ότι τα αποθέματα χαλκού στο έδαφος που προέρχονται από τα λιπάσματα διατηρούνται σε αυτό για χρονικό διάστημα δέκα ετών. Παρατηρούνται δύο βασικές κατηγορίες εδαφών στα οποία συναντάμε συνήθως τοξικά συμπτώματα στα φυτά από χαλκό. Αυτές είναι:

Εδάφη τα οποία περιέχουν σε μεγάλα ποσοστά ορυκτά και μεταλλεύματα του χαλκού. Εδάφη με καλλιέργειες που έχουν ψεκαστεί για πολλά χρόνια με χαλκούχα σκευάσματα και κυρίως με το μίγμα «Bordeaux», προκειμένου να αντιμετωπιστούν διάφορες ασθένειες.

Ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο σε μικρές ποσότητες στον άνθρωπο, στα ζώα και στα φυτά. Επίσης έχει υπολογιστεί ότι η μέση συνιστώμενη ποσότητα για τους ενήλικες είναι 15mg Zn ανά ημέρα. Ο ψευδάργυρος ενεργεί ως καταλύτης, αλλά και ως δομικό συστατικό, σε μεγάλο αριθμό ενζύμων τα οποία συμμετέχουν στο μεταβολισμό των ζωντανών οργανισμών.

Το χαρακτηριστικό της έλλειψης του Zn στους ανθρώπους και τα ζώα είναι η ανορεξία, η αναστολή της ανάπτυξης, η εμφάνιση δερματικών εξανθημάτων και σε αρκετές περιπτώσεις η κατάθλιψη. Τα είδη εδαφών στα οποία είναι δυνατό να παρατηρηθούν τροφοπενίες ψευδαργύρου είναι τα εξής:

- Σε εδάφη τα οποία είναι όξινα και πολύ ξεπλυμένα.
- Σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, διότι το ποσοστό του υδατοδιαλυτού Zn αυξάνεται με την αύξηση του ποσοστού της οργανικής ουσίας του εδάφους.
- Σε εδάφη ουδέτερα ή αλκαλικά. Το ποσοστό του Zn που είναι διαθέσιμο στα φυτά μειώνεται με την ανύψωση της τιμής του pH του εδάφους εξαιτίας της αυξημένης προσρόφησης του Zn από τις αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες του εδάφους.
- Σε εδάφη με χαμηλές θερμοκρασίες ελαττώνεται η πρόσληψη του Zn από τα φυτά, κυρίως λόγω της μικρότερης ανάπτυξης των ριζών.

- Σε εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου ελαττώνεται η διαθεσιμότητα και η πρόσληψη του ψευδαργύρου από τα φυτά. Μεταξύ των στοιχείων ψευδαργύρου και φωσφόρου αναπτύσσονται έντονα ανταγωνιστικά φαινόμενα.

Η ανταγωνιστική δράση ψευδαργύρου με το φώσφορο σχετίζεται με τις χημικές αντιδράσεις που συντελούνται στην ατμόσφαιρα. Όταν οι συγκεντρώσεις των στοιχείων σιδήρου, χαλκού, αζώτου και ασβεστίου είναι υψηλές δημιουργούν ανταγωνιστική δράση με τον Zn με αποτέλεσμα τη μείωση ικανότητας των φυτών να προσλαμβάνουν Zn. Η εμφάνιση τροφοπενιών Zn εξαρτάται από το είδος του φυτού. Τοξικά φαινόμενα στα φυτά όπως είναι τα προβλήματα στην ανάπτυξή τους, παρουσιάζονται σε όξινα εδάφη με μεγάλο ποσοστό οργανικής ουσίας καθώς επίσης και σε εδάφη που είναι ρυπασμένα από Zn προερχόμενου από επιμεταλλώσεις.

Τα εδάφη τα οποία έχουν προκύψει από αποσάθρωση μητρικών πετρωμάτων που είναι πλούσια σε ψευδάργυρο, αποτελούν άλλη μια κατηγορία των εδαφών αυτών.

Ο Zn εμφανίζεται με τις εξής μορφές στο έδαφος:

- Υδατοδιαλυτές μορφές Zn. Οι μορφές αυτές αποτελούν το σύνολο των ενώσεων του Zn που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα (ZnO).
- Ανταλλάξιμες μορφές Zn. Οι ανταλλάξιμες μορφές του Zn συγκρατούνται στη στερεή φάση του εδάφους (ZnCl⁺).
- Συμπλοκοποιημένες μορφές Zn. Οι μορφές αυτές του Zn δημιουργούν σύμπλοκες ενώσεις με οργανικούς υποκατάστατες. Στην ίδια κατηγορία περιλαμβάνονται οι ενώσεις του μετάλλου που είναι προσροφημένες στην οργανική ουσία (ZnCO₃).

- Μορφές Zn που είναι προσροφημένες-δεσμευμένες από τα ορυκτά της αργίλου και από τα αδιάλυτα μεταλλικά οξείδια ($Zn(OH)_2$).
- Μορφές του Zn σε μητρικά πετρώματα ($ZnHCO_3^+$).

Ο μόλυβδος δεν είναι απαραίτητο και ωφέλιμο στοιχείο για τα ζώα και τα φυτά. Είναι γνωστό ότι ο μόλυβδος είναι ένα επικίνδυνο δηλητήριο για τον άνθρωπο και κυρίως για τα ανήλικα άτομα, τα οποία αποτελούν ιδιαίτερα ευαίσθητη ομάδα λόγω των νεανικών ιστών και οργάνων. Σύμφωνα με απόψεις δείχθηκε ότι υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στη συγκέντρωση του μολύβδου που βρέθηκε στο αίμα των ανήλικων παιδιών, με τη συγκέντρωση του μολύβδου που υπάρχει στο έδαφος στο οποίο παίζουν.

Επίσης υψηλά ποσοστά μολύβδου μπορούν να επηρεάσουν 24 δυσμενώς την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος. Ο μόλυβδος βρίσκεται σε μη ρυπασμένα εδάφη σε συγκεντρώσεις <20 mg Pb kg⁻¹ εδάφους, αλλά έχουν αναφερθεί πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις που οφείλονται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ο μόλυβδος στο περιβάλλον έχει ιδιαίτερα μεγάλο χρόνο παραμονής συγκρινόμενος με άλλους ρυπαντές.

Έχει εξαιρετικά μεγάλη τάση συσσώρευσης στο έδαφος, επειδή έχει χαμηλή διαλυτότητα και δεν αποικοδομείται με μικροβιακή δραστηριότητα. Οι μορφές με τις οποίες ο μόλυβδος βρίσκεται στο περιβάλλον είναι: PbS, PbO, PbSO₄ και PbO. PbSO₄ (Μήτσιος, 2004).

Ο μόλυβδος είναι το λιγότερο διαλυτό από τα βαρέα στοιχεία. Η ημίσεια ζωή του μολύβδου στα εδάφη κυμαίνεται από 800 έως 6000 χρόνια. Κατά την

αποσάθρωση το κύριο μετάλλευμα του μολύβδου (PbS) μετατρέπεται σε PbSO_4 καθώς το θείο οξειδώνεται σε SO_4^{2-} .

Το ελεύθερο ιόν Pb^{2+} εμπλέκεται σε πολλές χημικές διεργασίες, όπως προσρόφηση σε αργίλους, οργανική ύλη και οξειδία του Fe/Mn, καθώς και με την καθίζηση αδιάλυτων ενώσεων. Μερικές από τις δυσδιάλυτες ενώσεις του Pb είναι: $\text{Pb}(\text{OH})_2$, PbCO_3 , PbS , PbSO_4 , PbO , $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_4\text{O}(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3$, (OH).

Το είδος των μορφών που απαντά, εξαρτάται από το pH του εδάφους, την πηγή του Pb, τα παρόντα ανιονικά είδη και τις συνθήκες οξειδοαναγωγής. Οι ενώσεις PbCl_2 , όπως PbBrCl , $\text{PbBrOH}(\text{PbO})_2$, PbBr_2 που εκπέμπονται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων γρήγορα μετατρέπονται στο έδαφος σε κάποιες από τις παρακάτω ενώσεις. Φαίνεται επίσης ότι ο Pb στο έδαφος παράγει τα πτητικά και τοξικά είδη $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}(\text{CH}_3)_4 - n \text{Pb}^{2+}$ (Κελεπέρτζης Α.).

Η συσσώρευση του μολύβδου στην επιφάνεια των εδαφών έχει μεγάλη οικολογική σημασία, γιατί ο μόλυβδος επηρεάζει τη βιολογική δραστηριότητα στα εδάφη. Αυξημένα επίπεδα μολύβδου στο έδαφος είναι δυνατό να περιορίσουν την ενζυματική δράση των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα στον επιφανειακό ορίζοντα, να συσσωρεύεται οργανική ουσία η οποία δεν αποικοδομείται. Διάφορες συγκεντρώσεις μολύβδου που προσδιορίστηκαν σε εδαφικά διαλύματα ήταν της τάξεως του 10^{-7} M (Mole/l) και του 10^{-9} M (Μήτσιος, 2004).

Το Κάδμιο είναι μέταλλο, με ατομικό βάρος 112,40, πυκνότητα 8,642 g/m L και σημείο τήξεως τους 320,9 οC. Ανήκει στην ομάδα IIB του Περιοδικού Πίνακα και με βάση το ειδικό βάρος ταξινομείται στα βαρέα μέταλλα. Είναι σχετικά σπάνιο

μέταλλο και κατατάσσεται στην 67^η θέση αφθονίας μεταξύ των στοιχείων στο στερεό φλοιό της γης (Μήτσιος, 2004).

Το Cd ανακαλύφθηκε το 1817 από τον Γερμανό χημικό F. Strohmayer αλλά δεν αξιοποιήθηκε εμπορικά έως το τέλος του 19ου αιώνα, οπότε η χρήση του αρχίζει να επεκτείνεται. Χαρακτηρίζεται ως μέταλλο της σύγχρονης εποχής και βιομηχανικά χρησιμοποιείται : α) ως προστατευτικό κάλυμμα στο ατσάλι, β) σε πολλά κράματα, γ) σε πολλές χρωστικές ουσίες (για πλαστικά, για βερνίκια, και για σμάλτο), δ) ως σταθεροποιητής στα πλαστικά, ε) σε μπαταρίες Ni-Cd, στ) σε φωτοβολταϊκά κύτταρα, η) για τον έλεγχο (στους μοχλούς ελέγχου) στους πυρηνικούς αντιδραστήρες.

Το Cd δεν συμμετέχει σε καμία βιολογική λειτουργία και συνεπώς δεν ανήκει στα απαραίτητα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία. Αν και όπως υποστηρίζεται από μερικούς ερευνητές, δεν είναι τοξικό για τα φυτά, εν τούτοις η συσσώρευσή του σε μεγάλες ποσότητες σε αυτά το καθιστά τοξικό για τα ζώα και τον άνθρωπο, στον οποίο τελικά μεταφέρεται μέσω της τροφικής αλυσίδας (Τσοτσόλη, 2005).

Συσσωρεύεται στο ήπαρ, στα νεφρά, στη σπλήνα και το θυρεοειδή αδένα, όπου και προκαλεί βαρύτατες παθήσεις, ενώ αντικαθιστά το ασβέστιο των οστών. Η ημιπερίοδος ζωής του καδμίου στον ανθρώπινο οργανισμό ανέρχεται σε 10-30 χρόνια. Παρόλα αυτά, ένα μέρος του καδμίου αποβάλλεται με τα ούρα (Λουκίδου, 2003).

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των εδαφών σε κάδμιο (Cd), αναφέρεται ότι στα εδάφη η περιεκτικότητα σε Cd δεν υπερβαίνει το 1 μg/g εδάφους. Μια άλλη μελέτη υποστηρίζει ότι κυμαίνεται μεταξύ 0,06-1,1 μg/g εδάφους με μέση τιμή 0,53 μg/g εδάφους. Περιεκτικότητες καδμίου (Cd) στα εδάφη μεγαλύτερες από αυτές που

προαναφέρθηκαν, αποδίδονται στην επιβάρυνση των εδαφών από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και κυρίως από τη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων σε ποσοστό 54-58% , από τις ατμοσφαιρικές αποθέσεις σε ποσοστό 39-41% και τέλος από τη χρήση στη γεωργία της ιλύος βιομηχανικών και αστικών λυμάτων σε ποσοστό 2-5%.

Διαπιστώθηκε ότι η χρήση λιπασμάτων τα οποία περιείχαν υψηλή περιεκτικότητα καδμίου (Cd), σε καλλιέργειες βρώμης, καρότου, rye-grass (*Lolium perenne*, L.) και σπανακιού, είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκεντρώσεως του Cd στις καλλιέργειες αυτές. Επίσης δείχθηκε, ότι η ετήσια αύξηση στην περιεκτικότητα του εδάφους σε Cd εξαιτίας της παρουσίας του Cd στα λιπάσματα κυμαίνονταν μεταξύ 0,04 και 0,12%.

Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η συσσώρευση Cd στο έδαφος, ως αποτέλεσμα της διαφοράς μεταξύ της προσθήκης Cd από λιπάσματα και της ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως από τη μία και της απομακρύνσεως του Cd από τα φυτά και την έκπλυση από την άλλη, ήταν $<1 \text{ g Cd ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$.

Τέλος, ερευνητές σε έρευνα - επισκόπηση εδαφών, που καλλιεργούνταν με καπνό, διαπίστωσαν ότι οι περιοχές που δέχθηκαν τις υψηλότερες δόσεις λιπασμάτων και χαλκούχων μυκητοκτόνων ήταν εκείνες, οι οποίες εμφάνιζαν αύξηση στη συγκέντρωση του Cd στα φύλλα του καπνού (Τσοτσόλη, 2005). Η συγκέντρωση του καδμίου στο έδαφος εξαρτάται από:

- Τη δέσμευση του καδμίου από τη στερεή φάση του εδάφους.
- Την καταβύθιση του καδμίου.

Γενικά, σε όλους τους τύπους εδαφών, η ενεργότητα (activity) του καδμίου επηρεάζεται έντονα από την τιμή του pH του εδάφους. Στα όξινα εδάφη, η

διαλυτότητα του καδμίου επηρεάζεται από την οργανική ουσία και τα οξείδια και τα υδροξείδια, ενώ σε αλκαλικά εδάφη καθοριστικό ρόλο για την αποκατάσταση της ισορροπίας στο εδαφικό διάλυμα παίζει η καταβύθιση των ενώσεων του καδμίου (Μήτσιος, 2004).

Το Χρώμιο είναι ένα μέταλλο της VIB ομάδας του Περιοδικού Πίνακα. Έχει ατομικό αριθμό 24 και ατομικό βάρος 51,996. Από τα πέντε γνωστά ραδιοϊσότοπα, το ^{51}Cr (ημιζωή 27,8 ημέρες) είναι αυτό που χρησιμοποιείται συνήθως. Έχει χρησιμοποιηθεί από το 1877 σε κράματα χάλυβα, λόγω της ανθεκτικότητας που παρουσιάζει στην οξείδωση και για επιχρωμίωση από το 1926.

Η παρουσία του Cr στα κράματα αυξάνει επίσης τη σκληρότητα και την αντίσταση στη μηχανική ένδυση. Οι πυρίμαχες ιδιότητες του Cr το καθιστούν κατάλληλο για την παραγωγή των πυρίμαχων τούβλων, για την επένδυση φούρνων και κλιβάνων, που αντιστοιχεί περίπου σε 15% του χρησιμοποιημένου χρωμικού μεταλλεύματος. Περίπου 15% χρησιμοποιείται επίσης στις χημικές βιομηχανίες π.χ [Cr(III)] για το μαύρισμα του δέρματος, για παρασκευή χρωστικών ουσιών και συντηρητικών ξύλου (διχρωμικό νάτριο) ενώ ένα περίπου 4% μετατρέπεται σε χρωμικό οξύ και χρησιμοποιείται για την ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση ή ως οξειδωτικό.

Το Cr χρησιμοποιείται επίσης στην επιμετάλλωση με ηλεκτρόλυση, στη δημιουργία κραμάτων, στις μπαταρίες Ni-Cd, στα ηλεκτρονικά συστήματα, στους καταλύτες για υδρογόνωση των λιπών, στη μεθυλίωση και στα πετρελαιοειδή (Μήτσιος, 2004).

Οι μικρές κλίμακας, επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι η έλλειψη χρωμίου στη διατροφή ενδέχεται να οδηγήσει σε διαβήτη και να προκαλέσει

καρδιαγγειακά προβλήματα. Η συμπεριφορά του χρωμίου στα εδάφη εξαρτάται έντονα από το pH και το δυναμικό οξειδοαναγωγής. Συνηθισμένα ιόντα τρισθενούς και εξασθενούς χρωμίου είναι τα $\text{Cr}(\text{OH})^{2+}$, CrO_3^{3-} , CrO_4^{2-} .

Όταν έχουμε αλκαλικό περιβάλλον στα εδάφη ευνοείται η κινητικότητα του Cr^{6+} , το οποίο να σημειωθεί είναι και έντονα τοξικό. Η διάμεση τιμή του χρωμίου στα εδάφη που δίνεται είναι στα 43 ppm.

1.2 Μαγνητική επιδεκτικότητα

Η μαγνητική επιδεκτικότητα είναι ένα μέτρο της ευκολίας με την οποία μαγνητίζεται ένα υλικό. Η μαγνητική επιδεκτικότητα κατ' όγκο ορίζεται από την σχέση: $\kappa = M/H$, όπου M η κατ' όγκο μαγνήτιση που αποκτά ένα υλικό επιδεκτικότητας κ , όταν εφαρμοστεί πεδίο έντασης H .

Η μαγνητική επιδεκτικότητα δηλαδή, είναι η σταθερά αναλογίας μεταξύ αποτελέσματος (μαγνήτισης) και αιτίου (πεδίου). Η ειδική επιδεκτικότητα, χ , ορίζεται από την σχέση: $\chi = \kappa/\rho$, όπου ρ η πυκνότητα και εκφράζεται σε m^3/Kgr .

Η επιδεκτικότητα μετράται γενικά σε ασθενή πεδία έντασης λιγότερο από 1mT. Ο λόγος είναι ότι σε τέτοια πεδία η επιδεκτικότητα είναι γενικά ανεξάρτητη από την ένταση του εφαρμοζόμενου πεδίου. Όταν ένα υλικό μαγνητίζεται, το εσωτερικό μαγνητικό πεδίο του είναι μικρότερο από το εξωτερικό.

Η εσωτερική μαγνητική επιδεκτικότητα συμβολίζεται με k_i , ενώ η εξωτερική με k_e , την οποία και μετράμε. Η σχέση μεταξύ k_i και k_e είναι: $k_e = k_i / (1 + N \chi k_i)$ όπου N ο παράγοντας απομαγνήτισης. Για ένα ισχυρό μαγνητικό ορυκτό (μαγνητίτης) $N \chi k_i > 1$, οπότε και το κ είναι κατά προσέγγιση ίσο με $1/N$. Εφόσον το N είναι γνωστό, η σχέση μεταξύ της μετρούμενης επιδεκτικότητας και της συγκέντρωσης των

σιδηρομαγνητικών κόκκων είναι απλή. Στην πράξη έχει βρεθεί ότι για φυσικά δείγματα το N έχει μια τιμή περίπου $1/3$.

Ακολουθούν οι ορισμοί κάποιων επιμέρους μεγεθών που σχετίζονται με την μαγνητική επιδεκτικότητα:

- Παραμένουσα μαγνήτιση εναπόθεσης (Detrital or depositional remanent magnetization, DRM): αφορά την παραμένουσα μαγνήτιση που αποκτούν τα ιζήματα κατά την απόθεση τους.
- Μέγιστη παραμένουσα μαγνήτιση (Saturation isothermal remanent magnetization, SIRM or MRS or σ_{RS}): είναι η μέγιστη παραμένουσα μαγνήτιση που μπορεί να παρατηρηθεί και αποκτάται κατά την εφαρμογή και απομάκρυνση ενός ισχυρού μαγνητικού πεδίου.
- Μέγιστη μαγνήτιση (saturation magnetization M_S or σ_S): είναι η μέγιστη μαγνήτιση που μπορεί να παρατηρηθεί σε ένα δείγμα κατά την εφαρμογή ισχυρού μαγνητικού πεδίου.
- Θερμοπαραμένουσα μαγνήτιση (Thermoremanent magnetization, TRM): αφορά την παραμένουσα μαγνήτιση που αποκτά ένα υλικό καθώς παγώνει κάτω από την θερμοκρασία Curie.
- Η μεταβολή του μαγνητικού πεδίου με το χρόνο (Viscosity).
- Χρονικά εξαρτώμενη παραμένουσα μαγνήτιση (viscous remanent magnetization VRM): η παραμένουσα μαγνήτιση που αποκτά ένα υλικό, όταν εφαρμόζεται ασθενές μαγνητικό πεδίο για μεγάλο χρονικό διάστημα.

- Ανισοτροπία της μαγνητικής επιδεκτικότητας (anisotropy of magn. Susceptibility): η μεταβολή της μαγνητικής επιδεκτικότητας με την διεύθυνση.
- Anhysteretic remanent magnetization (ARM): η παραμένουσα μαγνήτιση που δημιουργείται κατά την ομαλή απομείωση ενός ισχυρού εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου, παρουσία ενός ασθενούς σταθερού πεδίου.
- Υπερ-παραμαγνητισμός (superparamagnetism): είναι το φαινόμενο της ταχύτατης μείωσης της παραμένουσας μαγνήτισης των σιδηρομαγνητικών υλικών, όταν οι κόκκοι τους είναι μικρότεροι από μια κρίσιμη διάμετρο (10-8 m). Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας.

Συνήθως η μέτρηση της μαγνητικής επιδεκτικότητας γίνεται με την εξής μέθοδο: Το δείγμα τοποθετείται σε ένα μαγνητικό πεδίο που παράγεται από ένα πηνίο. Ένα δεύτερο πηνίο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της επαγόμενης μαγνήτισης, που είναι ανάλογη της επιδεκτικότητας του δείγματος. Το σήμα που λαμβάνεται, ενισχύεται και μετράται σε millivolts. Τα μοντέρνα όργανα μαγνητικής επιδεκτικότητας χρησιμοποιούν μαγνητικά πεδία της τάξης 0.1mT (1Oe) σε συχνότητες μεταξύ 1-10KHz. Η A.C μετρούμενη μαγνητική επιδεκτικότητα μπορεί να διακριθεί στην “in phase” και την “quadrature”.

Επίσης, η επιδεκτικότητα μετράται σε διάφορες συχνότητες. Η μεταβολή της επιδεκτικότητας με την συχνότητα είναι γνωστή ως φάσμα επιδεκτικότητας. Σε χαμηλές συχνότητες η μαγνήτιση του δείγματος είναι σε φάση με το εφαρμοζόμενο πεδίο, οπότε η “in phase” επιδεκτικότητα έχει μια τιμή κοντά στην απευθείας επιδεκτικότητα του δείγματος, ενώ η “quadrature” συνιστώσα πλησιάζει το μηδέν. Καθώς αυξάνει η συχνότητα η “in phase” επιδεκτικότητα μετά από μια μικρή

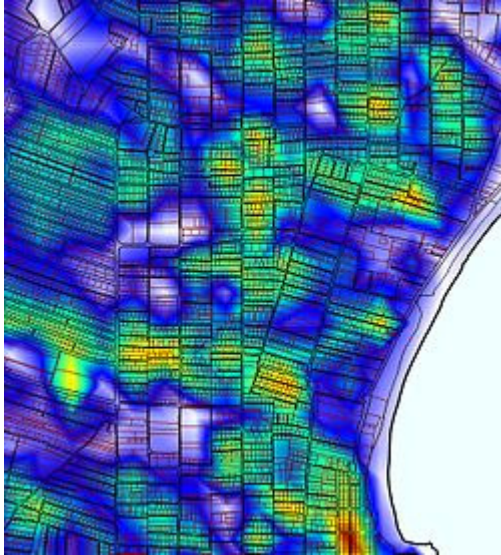
αύξηση, ελαττώνεται σταθερά, ενώ η “quadrature” επιδεικτικότητα αυξάνει. (Boyko, T., Scholger, R., Stanjek, H., MAGPROX Team, 2004).

1.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Το **Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)**, γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες.

Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα.

Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.



Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας, κατάλληλος για λήψη αποφάσεων, π.χ. ανάπτυξη υποδομών ΟΤΑ.



Χάρτης Πυκνότητας Πληθυσμού.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο. Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial)

και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση).

Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

Τα τελευταία χρόνια, η επεξεργασία ψηφιακών δορυφορικών εικόνων και η ανάλυση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.) στα πλαίσια αρχαιολογικών ερευνών έχει αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα και εμπειρία, η οποία -μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία τόσο στη βασική έρευνα όσο και στη δημιουργία ολοκληρωμένων γεωγραφικών τραπεζών πολιτιστικής πληροφορίας.

Η αναβάθμιση των δορυφορικών λήψεων τόσο σε επίπεδο συστημάτων καταγραφής όσο και σε επίπεδο επεξεργασίας των απεικονίσεων, σε συνδυασμό με τη σύγχρονη ανάπτυξη Συστημάτων Παγκόσμιας Πλοήγησης και Εντοπισμού (G.P.S.) μεγάλης ακρίβειας ανάγουν την παραπάνω τεχνολογία σε ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο που μπορεί να συνεισφέρει με επιτυχία στην αντιμετώπιση προβλημάτων που απορρέουν από τον μεγάλο όγκο αρχαιολογικών δεδομένων

(ενταγμένων στο γεωγραφικό τους πλαίσιο) και την ανάγκη διαχείρισης των πολιτιστικών μνημείων υπό την πίεση των σύγχρονων αναπτυξιακών έργων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών συνεισφέρουν αποτελεσματικά στον εντοπισμό νέων αρχαιολογικών θέσεων, τη μελέτη της διαχείρισης του χώρου και της χρήσης γης, την επικοινωνία μεταξύ οικισμών και απομακρυσμένων αρχιτεκτονικών κατασκευών, τη δημιουργία θεματικών αρχαιολογικών χαρτών διαφορετικών περιόδων, τη μοντελοποίηση των οικιστικών τάσεων μιας περιοχής, κ.α. (1ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Δυνατότητες και Εφαρμογές. Προοπτικές και Προκλήσεις", Αθήνα 1999).

1.4 Η μέθοδος Kriging

Η μέθοδος kriging αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 50 από το μηχανικό ορυχείων Krige (1951) με σκοπό την πρόγνωση της περιεκτικότητας σε μέταλλευμα μιας περιοχής εξόρυξης, αξιοποιώντας μεμονωμένες μετρήσεις περιεκτικότητας σε συγκεκριμένα σημεία. Η περιεκτικότητα αυτή μοντελοποιείται ως μια στοχαστική συνάρτηση στις τρεις διαστάσεις, δηλαδή ως ένα τυχαίο πεδίο (random field) σύμφωνα με την πιο σύγχρονη ορολογία.

Ο γενικότερος χαρακτήρας του kriging ως μεθόδου πρόγνωσης ενός τυχαίου πεδίου αναγνωρίστηκε από τον Matheron (1962) ο οποίος μελέτησε τα λεπτά μαθηματικά προβλήματα που σχετίζονται με τον απειροδιάστατο χαρακτήρα του άγνωστου τυχαίου πεδίου. Έτσι αργότερα η μέθοδος βρήκε εφαρμογή και σε άλλα προβλήματα πρόγνωσης όπως αυτά της υδρολογίας. Όμως παρόμοια προβλήματα πρόγνωσης τυχαίων πεδίων ή στοχαστικών συναρτήσεων (stochastic processes), όρος

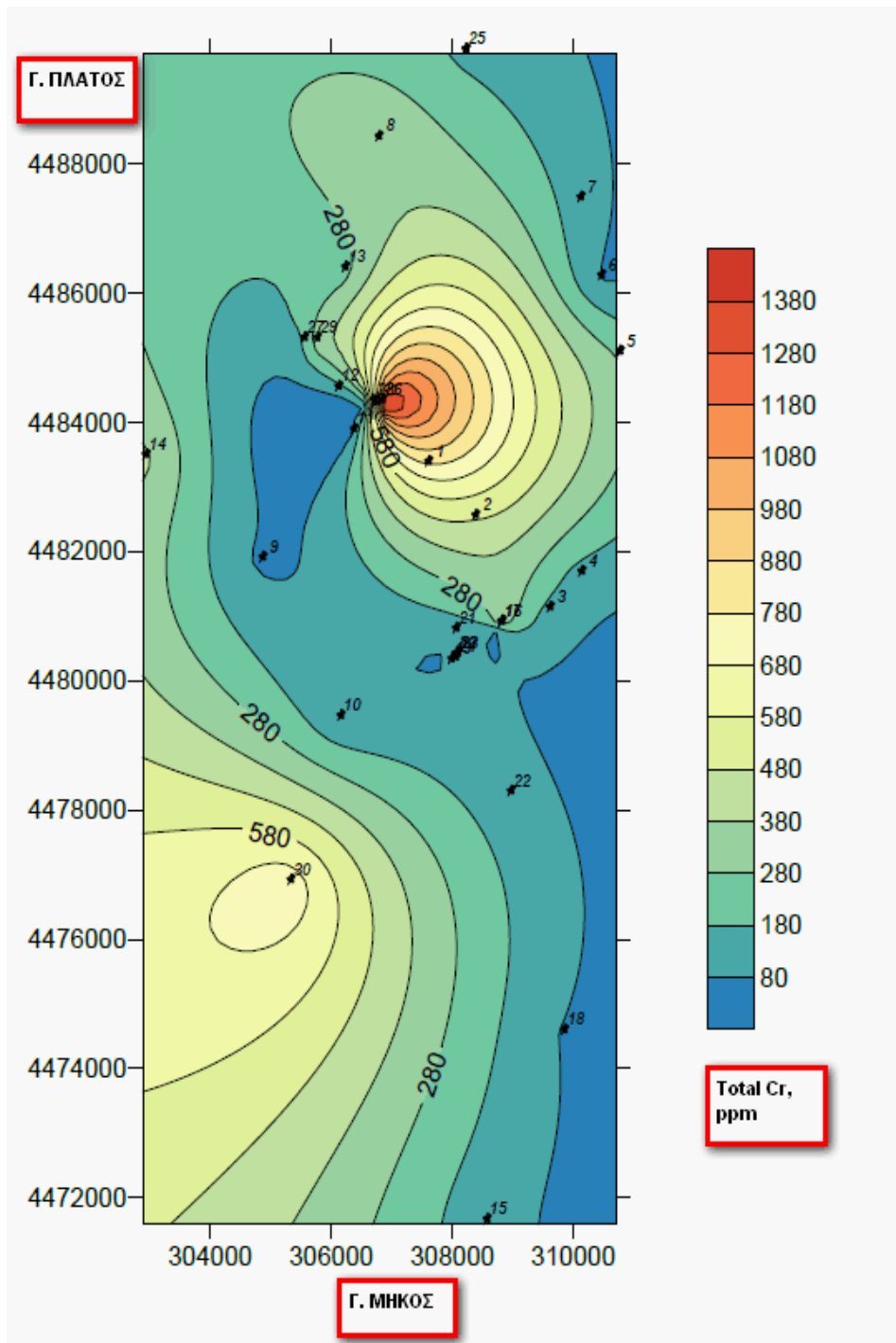
που επεκράτησε για συναρτήσεις του χρόνου, είχε ήδη μελετηθεί ανεξάρτητα τόσο από τον Kolmogorov (1941) όσο και από τον Wiener (1949), ώστε να μπορούμε να μιλούμε για μία συγκροτημένη θεωρία πρόγνωσης τυχαίων πεδίων των Wiener-Kolmogorov.

Η μέθοδος kriging έχει μια σημαντική διαφορά σε σχέση με άλλες γνωστές μεθόδους, στο ότι χρησιμοποιεί τη συνάρτηση του μεταβολογράμματος (variogram) στη θέση της συνάρτησης συμμεταβλητότητας (covariance function) του σχετικού τυχαίου πεδίου. Από θεωρητική σκοπιά η επιλογή αυτή επεκτείνει την εφαρμοσιμότητα του kriging και σε τυχαία πεδία τα οποία διαθέτουν μεταβολογράμμο αλλά όχι συνάρτηση συμμεταβλητότητας.

Η ευρύτητα αυτή του πεδίου εφαρμογής είναι όμως ασήμαντη από πρακτική σκοπιά, όπου πλέον σημαντική είναι η δυνατότητα πρόγνωσης όταν το τυχαίο πεδίο έχει σταθερή μέση αλλά άγνωστη συνάρτηση μέσης τιμής, ενώ οι άλλες μέθοδοι προϋποθέτουν γνώση της σταθερής μέσης τιμής.

Το πρόβλημα του «παγκόσμιου» kriging (universal kriging) όπου η άγνωστη μέση συνάρτηση είναι γραμμικός συνδυασμός γνωστών συναρτήσεων με άγνωστους συντελεστές, αντιμετωπίζεται και αυτό στα πλαίσια της κλασσικής πεπερασμένων διαστάσεων στατιστικής μεθοδολογίας εκτίμησης-πρόγνωσης στα πλαίσια του λεγομένου μοντέλου μικτών επιδράσεων (mixed-effects model). Η ουσία όμως των εδώ συγκρίσεων και συμπερασμάτων δεν χρειάζεται τη γενίκευση του «παγκόσμιου» kriging (universal kriging), το οποίο απλά οδηγεί σε κάπως πολυπλοκότερους αλγόριθμους, οι οποίοι, όμως, (συνήθως) χρησιμοποιούν τη συνάρτηση συμμεταβλητότητας αντί του μεταβολογράμματος.

Περισσότερο δραστική είναι η γενικευση του intrinsic kriging, το οποίο οδηγεί σε λύσεις ανεξάρτητες της άγνωστης συνάρτησης μέσης τιμής αξιοποιώντας τη λεγόμενη γενικευμένη συνάρτηση συµµεταβλητότητας. Τέλος μια πρόσφατη γενίκευση είναι το γενικευμένο kriging (generalized kriging) των Reguzzoni et al. (2005), το οποίο επιτρέπει τη χρήση οποιωνδήποτε σχεδόν πραγματικών τιμών που σχετίζονται με το άγνωστο πεδίο, τόσο ως παρατηρήσεων όσο και ως ποσοτήτων προς πρόγνωση, αρκεί αυτές να µπορούν να εκφραστούν ως γραμμικά συναρτησιακά του σχετικού πεδίου (γραμμικές απεικονίσεις συναρτήσεων σε πραγματικές τιμές).



ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΟΛΙΚΟΥ Cr ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ KRIGING

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιβάλλον και Γενικές Πληροφορίες

Η Περιβαλλοντική Στρατηγική της ΔΕΗ είναι ευθυγραμμισμένη με τους στόχους της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής για το 2020 (20% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 20% εξοικονόμηση ενέργειας, 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου) και τις θεσμικές παρεμβάσεις για την κλιματική αλλαγή και την προστασία του περιβάλλοντος, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ανάπτυξη της Εθνικής Οικονομίας.

Η ΔΕΗ επιδιώκει την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητές της, όπως την εξόρυξη λιγνίτη, την παραγωγή και τη μεταφορά - διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί βασικό κριτήριο στη λήψη αποφάσεων της επιχείρησης (www.dei.gr).

Οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις λιγνίτη στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, λόγω των τεράστιων εκσκαφών και των εκτεταμένων αποθέσεων που συνεπάγονται, προκαλούν αλλοιώσεις στη γεωμορφολογία του εδάφους και την αισθητική του φυσικού τοπίου, διαταραχές στην πανίδα και χλωρίδα και ανατροπή της ισορροπίας των επιφανειακών και υπόγειων νερών.

Η ΔΕΗ αναγνωρίζοντας ότι η αποκατάσταση του περιβάλλοντος στα λιγνιτωρυχεία της αποτελεί θέμα μεγάλης οικονομικής, κοινωνικής και πολιτικής σημασίας, κινείται προς την κατεύθυνση της ανάπλασης των εδαφών και της αναβάθμισης του περιβάλλοντος της περιοχής με στόχο την επιστροφή ενός νέου

χώρου, βελτιωμένου, που να συνδέεται και αρμονικά με το υπόλοιπο τοπίο.
(<http://hellas.teipir.gr>)

Στο Νομό Κοζάνης η δασοκάλυψη είναι 17% και περιλαμβάνει κατά το ήμισυ μόνο αμιγείς δασικές εκτάσεις, ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται σαν δασικά εδάφη. Αυτά είναι κατανεμημένα στους ορεινούς όγκους του νομού, στις περιοχές Καταφυγίου, Βλάστης και Βοΐου. Δέντρα που κυρίως απαιτούνται είναι οι Δρυς, η μαύρη Πεύκα και η Οξιά. Η έλλειψη δασικού οδικού δικτύου δεν επιτρέπει την υλοτομία κι έτσι τα δάση παραμένουν αναξιοποίητα. Από τα ανωτέρω, βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο δασικός πλούτος της περιοχής δε θίγεται από τη λειτουργία του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας.

Στην ευρύτερη περιοχή του Σταθμού, το υδάτινο δυναμικό περιλαμβάνει τα επιφανειακά ύδατα των λιμνών Βεγορίτιδος, Πετρών, Χειμαρίτιδος και Ζάζαρης. Ο γενικός αποδέκτης όμως των επιφανειακών και υπογείων υδάτων είναι η λίμνη Βεγορίτιδα, που είναι και ο ρυθμιστής του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής με δυναμικό 30.000.000 m³ έως 50.000.000 m³, από τα οποία 15.000.000 m³ το χρόνο χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις (Μιχαλοπούλου, 2004).

Στον οικισμό της ΔΕΗ, που βρίσκεται κοντά στον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας και στην περιοχή της Ποντοκόμης σημειώθηκαν τα τελευταία χρόνια οι μεγαλύτερες τιμές ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σύμφωνα με πλήθος δημοσιευμάτων στο Τύπο και σχετικές μελέτες, η κατάσταση αποκλιμακώθηκε λόγω της αλλαγής των μετεωρολογικών συνθηκών στην περιοχή.

Όταν η επιχείρηση κάνει επανεκκίνηση ενός σταθμού χρησιμοποιεί ως καύσιμο το πετρέλαιο, γεγονός που αυξάνει τις εκπομπές αέριων ρύπων, ενώ παράλληλα οι υψηλές τιμές ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν έντονα τοπικά

χαρακτηριστικά και αυτό σημαίνει ότι η ρύπανση δεν αφορά ολόκληρη τη Δυτική Μακεδονία αλλά συγκεκριμένες περιοχές (<http://www.econews.gr>).

Περιγραφή Περιοχής

Η πόλη της Πτολεμαΐδας (αρχ. Πτολεμαΐς) είναι οικοδομημένη θέση προς το κέντρο του Λεκανοπεδίου της Εορδαίας και σε υψόμετρο 600 μέτρων. Περιβάλλεται από τους ακόλουθους ορεινούς όγκους του Βερμίου ανατολικά, του Ασκίου / Σινιάτσκου δυτικά και του Βόρα / Καϊμακτσαλάν προς Βορρά.

Τα αντίστοιχα εορδαϊκά όρια στην πραγματικότητα, άρχονται από τις όχθες του Δυτικού Αλιάκμονα και καταλήγουν στο Αρμενοχώρι του σημερινού Νομού Φλωρίνης. Σήμερα, όμως, η εθνική κατά καιρούς διοικητική πολιτική, έχει εντάξει τα διάφορα τμήματα της Ιστορικής Εορδαίας σε τέσσερις Νομούς, με τα σημερινά όρια της να εγγράφονται στην επικράτεια του Νομού Κοζάνης (www.ptolemaida.gr, Μελέτη Σκοπιμότητας- Βιωσιμότητας).

Η σημερινή εικόνα της Πτολεμαΐδας, είναι ανάλογη μιας τυπικής σύγχρονης ελληνικής επαρχιακής πόλεως που επηρεάστηκε σημαντικά από τη βιομηχανική ανάπτυξη και την αντίστοιχη οικιστική που ακολούθησε φυσιολογικά. Απόρροια από τη μια, των ανταλλαγών πληθυσμών και των εν γένει μετακινήσεων και εποικισμών των ετών 1913–19 & 1922–24 και από την άλλη των μεταβολών αναφοράς που επέφερε η δημιουργία των Ατμοηλεκτρικών Εργοστασίων, ήδη από την περίοδο της ενάρξεως των πρώτων σχετικών έργων κατασκευής το 1957.

Σήμερα συνιστά την πρωτεύουσα της σημερινής επαρχίας Εορδαίας του Νομού Κοζάνης. Ανάλογη θέση κατείχε και κατά τη διάρκεια της Οθωμανοκρατίας, όταν το όνομά της ήταν Καϊλάρια.

Ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός Πτολεμαΐδας είναι το πρώτο βήμα της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με εκμετάλλευση εγχώριων κοιτασμάτων λιγνίτη μικρής θερμογόνου δύναμης. Βρίσκεται στο Βόρειο τμήμα της Ελλάδας και ειδικότερα στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, σε απόσταση έξι χιλιομέτρων από την πόλη της Πτολεμαΐδας και στο 22^ο χιλιόμετρο του εθνικού δρόμου Κοζάνης – Πτολεμαΐδας.

Το υψόμετρο της περιοχής του Σταθμού είναι 624 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Ο ΑΗΣ Πτολεμαΐδας κτίστηκε στην περιοχή αυτή λόγω της ανεύρεσης των κοιτασμάτων του λιγνίτη Πτολεμαΐδας που αποτελεί, σαν καύσιμο, την πρώτη ύλη για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτόν. Το λιγνιτωρυχείο που τροφοδοτεί το σταθμό με λιγνίτη απέχει από αυτόν τρία έως τέσσερα χιλιόμετρα.

Ο σταθμός λειτουργεί σε οικόπεδο συνολικής έκτασης 850.000 τετραγωνικών μέτρων και έχει εγκατεστημένες τέσσερις Μονάδες συνολικής ισχύος 620MW. Η Μονάδα I με ισχύ 70MW τέθηκε σε λειτουργία το Σεπτέμβριο του 1959, η Μονάδα II με ισχύ 125 MW τον Οκτώβριο του 1962, η Μονάδα III με ισχύ 125MW τον Οκτώβριο του 1965 και η Μονάδα IV με ισχύ 300MW τέθηκε σε λειτουργία τον Απρίλιο του 1973.

Στη Δυτική Μακεδονία και συγκεκριμένα στην τάφρο που αναπτύσσεται στον άξονα Φλώρινα – Πτολεμαΐδα – Κοζάνη – Ελασσόνα, είναι συγκεντρωμένα τα μεγαλύτερα αποθέματα λιγνίτη που διαθέτει ο Ελλαδικός χώρος.

Συγκεκριμένα, σήμερα, τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη της ευρύτερης λεκάνης της Πτολεμαΐδας, που με τις σημερινές συνθήκες μπορούν να εκμεταλλευθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, φτάνουν τους 2.700 εκ.

τόνους που ισοδυναμούν με 400 εκ. τόνους πετρελαίου, αξίας πάνω από 55 δις. δολάρια. Αξίζει να σημειωθεί, μάλιστα, ότι η εκμετάλλευση του λιγνίτη στην περιοχή ξεκίνησε από το μακρινό 1956.

Ο λιγνίτης Πτολεμαΐδας εξορύσσεται και χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμη ύλη στους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (ΑΗΣ) της περιοχής, οι οποίοι παράγουν το 65% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα σε όλη την Ελλάδα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:Ελληνικοί Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί (ΑΗΣ)

| Ελληνικοί Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί (ΑΗΣ) | |
|--|---|
| ΑΗΣ | Εγκαταστημένη Ισχύς (MW) |
| ΛΙΠΤΟΛ | $10+33 = 43$ |
| Πτολεμαΐδας | $70 + 2 \times 125 + 300 = 620$ |
| Καρδιάς | $2 \times 300 + 2 \times 325 = 1.250$ |
| Αγ. Δημητρίου | $2 \times 300 + 2 \times 310 + 375 = 1.595$ |
| Αμυνταίου | $2 \times 300 = 600$ |
| Μελίτης- Αχλάδας | $1 \times 330 = 330$ |
| Σύνολο | 4.438 |

(Στ. Φραγκόπουλου: «Βασική Ηλεκτροτεχνία Ι»)

Η αξιοποίηση, όμως, του λιγνίτη δε σταματά εδώ. Η θέρμανση της Πτολεμαΐδας και Κοζάνης γίνεται ήδη με ζεστό νερό το οποίο εξασφαλίζεται από τους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς της περιοχής (Τηλεθέρμανση). Μ' αυτό τον τρόπο οι κάτοικοι των παραπάνω πόλεων, έχουν φτηνή οικιακή θέρμανση και ταυτόχρονα δεν επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα από την λειτουργία των κεντρικών θερμάνσεων, που λειτουργούν με πετρέλαιο.

Τέλος, ένα μέρος της τέφρας που παράγουν οι Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί από την καύση του λιγνίτη, αναμιγνύεται με τα Ελληνικά τσιμέντα για να βελτιώσει τις ιδιότητες τους (hellas.teipir.gr).

2.2 Τοπογραφική διάταξη και Τεχνική περιγραφή του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας

Το κύριο κτίριο του Σταθμού καταλαμβάνει μια έκταση 120μ X 184μ και αποτελείται από μια κοινή αίθουσα μηχανοστασίων 185μ X 22μ με ύψος 30,5μ. Στο κτίριο των σιλό λιγνίτη των λεβήτων (185μ X 16μ) στο ύψος των δέκα μέτρων βρίσκονται οι θάλαμοι ελέγχου των Μονάδων καθώς και τα κτίρια των λεβήτων, τα οποία σε ένα μεγάλο μέρος τους είναι διαχωρισμένα και είναι τύπου ημιυπαίθριου, με ύψος αντίστοιχο της εκάστοτε μονάδας (Μονάδα I: 41,5μ, Μονάδα II: 47,8μ, Μονάδα III: 50,7μ, Μονάδα IV: 80μ.).

Τα βοηθητικά κτίρια του σταθμού αφορούν τα συστήματα αποκομιδής τέφρας, διακίνησης λιγνίτη, κατεργασίας νερού, μηχανουργεία, συνεργεία οχημάτων, αποθήκες, διοικητήριο, εστιατόριο, ξενώνες σταθμού, σταθμοί αυτοκινήτων υπηρεσίας και προσωπικού. Κάθε μονάδα έχει ιδιαίτερο κτίριο με αποθήκες (σιλό) περισυλλογής ιπτάμενης και υγρής τέφρας, κατασκευασμένο από οπλισμένο

σκυρόδεμα και με ανάλογη χωρητικότητα (Μονάδας I: 395 κ.μ., Μονάδα II: 1.300 κ.μ., Μονάδας III: 1.300 κ.μ., Μονάδας IV: 1.900 κ.μ.).

Η ιπτάμενη τέφρα συγκεντρώνεται στις αποθήκες πνευματικά και στη συνέχεια με φορτωτές, αφού διαβραχεί, φορτώνεται σε βαγόνια συρμών τα οποία την αδειάζουν στους χώρους απόθεσης. Τα τελευταία χρόνια οι ελληνικές τσιμεντοβιομηχανίες προμηθεύονται σοβαρές ποσότητες ιπτάμενης τέφρας, τις οποίες χρησιμοποιούν σαν αδρανή πρώτη ύλη. Την υγρή τέφρα αποτελούν τα άκαυστα των λεβήτων τα οποία πέφτουν στους πυθμένες τους και με ελαστικές ταινίες συγκεντρώνονται στις αποθήκες, από όπου και φορτώνονται στα ίδια βαγόνια των συρμών.

Η παραλαβή του λιγνίτη γίνεται σε δύο κτίρια - αποθήκες, το ένα στεγασμένο και χωρητικότητας 4.000 τόνων λιγνίτη και το άλλο υπαίθριο, χωρητικότητας 900 τόνων λιγνίτη. Η θραύση του λιγνίτη γίνεται σε δύο κτίρια θραυστήρων. Η τροφοδοσία των σιλό λιγνίτη των λεβήτων των Μονάδων γίνεται με δύο ελαστικές ταινίες, ικανότητας η κάθε μια 1.000 τόνων την ώρα. Η ημερήσια κατανάλωση λιγνίτη του Σταθμού με πλήρες φορτίο είναι 26.000 τόνοι, η δε ετήσια 7.500.000! Το συνολικό μήκος ταινιών για τη διακίνηση του λιγνίτη φτάνει τα 4.000 μέτρα-

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας

(Παπαγεωργίου, 1991):

| Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά | | | Μονάδα I | Μονάδα II | Μονάδα III | Μονάδα IV |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| Λέβητας | Έξοδος Υπερθέρμου παροχή | t/h | 285 | 385 | 400 | 916 |
| | Έξοδος Υπερθέρμου Πίεση | Kg/cm ² | 85 | 127 | 126 | 170 |
| | Έξοδος Υπερθέρμου Θερμοκρασία | οC | 510 | 540 | 540 | 540 |
| | Έξοδος Αναθέρμου Πίεση | Kg/cm ² | | 31 | 25,4 | 36 |

| | | | | | | |
|-------------------|--|--------------------|-------|--------|--------|--------|
| Στροβίλος | Αριθμός διαβαθμίσεων Υ.Π | | 23 | 15 | 24 | 10 |
| | Αριθμός διαβαθμίσεων Μ.Π. | | 11 | 12 | 21+9 | 12 |
| | Αριθμός διαβαθμίσεων Χ.Π | | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Μήκος τελικής πτερύγωσης Χ.Π. | Mm | 450 | 590 | 525 | 800 |
| | Αριθμός κελύφων | | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Αριθμός ροών Χ.Π | | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | Κενό κύριου ψυγείου | Kg/cm ² | 0.057 | 0.038 | 0.0485 | 0.046 |
| | Μήκος στροβιλογεννήτριας | M | 11 | 14.125 | 16.5 | 21.346 |
| Γεννήτριες | Ισχύς | MVA | 82.4 | 147 | 147 | 375 |
| | Τάση ±5% | KV | 15.75 | 15.75 | 15.75 | 21 |
| | Ένταση | KA | 3.02 | 5.391 | 5.4 | 10.31 |
| | Συντ. ισχύος | Cos φ | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.8 |
| | Ψυκτικό μέσο H ₂ , πίεση Ψύξη στάτη με νερό | Atu | 0.3 | 1.35 | 1.8-2 | 3 |

Λέβητες: Οι Μονάδες έχουν λέβητες καύσης λιγνίτη σε αιωρημένη κατάσταση σκόνης με θάλαμο καύσης σε υποπίεση και εξαναγκασμένης κυκλοφορίας από πλευράς αέρα καύσης και καυσαερίων, τύπου ημιπαιθριού. Οι εξατμιστές νερού των λεβήτων είναι φυσικής κυκλοφορίας για τις Μονάδες I, II, III και σύνθετης κυκλοφορίας για τη Μονάδα IV.

Οι κατασκευάστριες εταιρείες των λεβήτων είναι: για τις Μονάδες I και II η KGS, για τη Μονάδα II η STEIN ROUBAIX και για τη Μονάδα IV η EVT. Οι λέβητες είναι εφοδιασμένοι κυκλικά γύρω από την εστία με τους μύλους, οι οποίοι ξηραίνουν το λιγνίτη με τη βοήθεια των καυσαερίων της ίδιας εστίας, τον θρυμματίζουν και στη συνέχεια τον οδηγούν στους καυστήρες λιγνίτη για να εισέλθει μέσα στο χώρο της εστίας και να καεί. Η Μονάδα I έχει τέσσερις μύλους, η Μονάδα II και η Μονάδα III έχουν από έξι μύλους και η Μονάδα IV έχει οκτώ μύλους. Οι

λέβητες των Μονάδων II, III, IV έχουν αναθερμαντήρες, ενώ διατάξεις BY-PASS Στροβίλων Υ.Π. και Χ.Π. έχουν οι λέβητες των Μονάδων I, II, IV. Η ρύθμιση των θερμοκρασιών του υπέρθερμου και ανάθερμου ατμού σε όλους τους λέβητες γίνεται με ψεκασμό νερού, ενώ στο Λέβητα της Μονάδας II γίνεται επιπρόσθετα με τάμπερ που βρίσκονται στη ροή των καυσαερίων.

Ο αέρας καύσης προθερμαίνεται στους λέβητες Μον. I, III και IV με προθερμαντήρες αέρα τύπου LJUNGSTROM και στο λέβητα II με αυλωτό προθερμαντή. Οι ανεμιστήρες αέρα καύσης είναι αξονικού τύπου των εταιρειών NORDISK (Μον. II και Μον. III) και KKK (Μον. IV) και φυγοκεντρικού τύπου της εταιρίας BABCOCK (Μον. I). Οι ανεμιστήρες καυσαερίων είναι για όλες τις Μονάδες αξονικού τύπου της εταιρίας KKK, πλην της Μον. I που είναι της εταιρίας VWW.

Στρόβιλοι: Οι στρόβιλοι κάθε Μονάδας είναι επί ενός άξονα των εταιρειών BROWN BOVERI Co για τη Μονάδα I και για τη Μονάδα III, SICIETE RATEAU για τη Μονάδα II και ALSTHOM για τη Μονάδα IV. Οι στρόβιλοι Μον I και III είναι απλών κελυφών και των Μονάδων II, IV διπλών κελυφών. Οι στρόβιλοι Υ.Π. και Μ.Π. για όλες τις Μονάδες είναι απλής ροής ενώ οι στρόβιλοι Χ.Π. για τις Μονάδες I και II είναι διπλής ροής και για τις Μονάδες III και IV τριπλής ροής. Τα κύρια ψυγεία των Μονάδων είναι διαιρεμένα σε δύο μισή διπλής ροής των εταιρειών BROWN BOVERI Co (Μον. I και Μον. III), DELAS (Μον. IV) και δύο ημιθέων απλής ροής εταιρίας DELAS (Μον. II). Οι αντλίες κυκλοφορίας ψυκτικού είναι τύπου κατακόρυφου αξονικού των εταιρειών SULZER (Μον. I), KSB (Μον. III) και τύπου φυγοκέντρου της εταιρίας RATEAU (Μον. II και Μον. IV). Οι τροφοδοτικές αντλίες των Μονάδων είναι δύο για Μον. I και από τρεις για Μον. II, III και IV, με μια τροφοδοτική αντλία εφεδρική για κάθε Μονάδα και στο πλήρες φορτίο της.

Οι τροφοδοτικές αντλίες είναι της εταιρίας KSB χωρίς ρύθμιση στροφών (Μον. I) και με ρύθμιση στροφών (Μον. III) και της εταιρίας SULZER με βοηθητικές αντλίες στην αναρρόφηση της κύριας και ρύθμιση στροφών (Μον. II και Μον. IV). Οι ρυθμιστές των στροβίλων είναι υδραυλικοί για τις Μονάδες I, II, III και ηλεκτρονικός για τη Μον. IV.

Γεννήτριες: Οι γεννήτριες είναι κατασκευής BBC (Μον. I και Μον. III) και ALSTHOM (Μον. II και Μον. IV) και χρησιμοποιούν απευθείας ψύξη με υδρογόνο για το δρομέα και το στάτη με νερό αφαλατωμένο – απιονισμένο κλειστού κυκλώματος. Οι διεγέρσεις εξασφαλίζονται με διεγέρτριες προσαρμοσμένες στον άξονα των γεννητριών. Οι τάσεις των γεννητριών των Μονάδων I, II, III είναι 15KV ενώ της Μονάδας IV είναι 21KV. Η διασύνδεση μεταξύ γεννητριών και μετασχηματιστών για τη Μον. I γίνεται μέσω ελευθέρων ζυγών και για τις Μον. II, III, IV μέσω ζυγών με μεταλλική θωράκιση.

Θάλαμοι Ελέγχου: Υπάρχουν πέντε θάλαμοι ελέγχου για το Σταθμό και βρίσκονται στα + 10 m των κυρίων κτιρίων των Μονάδων. Ο ένας από αυτούς είναι Ηλεκτρικός Θάλαμος Ελέγχου, όπου βρίσκονται όλα τα ενδεικτικά και καταγραφικά όργανα όλων των ηλεκτρικών μεγεθών καθώς και οι απαραίτητοι ηλεκτρονόμοι προστασίας των εγκαταστάσεων που δρουν για την ακαριαία απομόνωση του σφάλματος. Οι υπόλοιποι τέσσερις θάλαμοι ελέγχου κάθε Μονάδας είναι θερμικοί και αντιστοιχούν ένας για κάθε Μονάδα, είναι δε ανά δύο Μονάδες χωροταξικά μαζί. Μέσα στο θερμικό θάλαμο ελέγχου κάθε Μονάδας υπάρχουν εγκαταστημένα όλα τα απαιτούμενα ενδεικτικά και καταγραφικά όργανα για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας του μηχανολογικού μέρους της αντίστοιχης εγκατάστασης, δηλαδή λέβητα, στροβίλου και βοηθητικών μηχανημάτων.

Για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων υπάρχουν αυτόματοι ρυθμιστές ηλεκτρονικού και ηλεκτρομηχανικού τύπου που εκτελούν τις επιθυμητές τιμές των χειριστών. Ανώμαλες μεταβολές στην κατάσταση λειτουργίας της εγκατάστασης επισημαίνονται με ακουστικό και οπτικό σήμα μέσα στο θάλαμο ελέγχου. Ο χειριστής, επεμβαίνοντας μέσω των χειριστηρίων της τράπεζας χειρισμών, θέτει σε κίνηση ή σταματά τα διάφορα βοηθητικά μηχανήματα ή μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της εγκατάστασης κατά την κρίση και βούληση του και σύμφωνα με τις οδηγίες και εντολές της ιεραρχίας του.

Υπάρχουν δύο είδη εγκαταστάσεων για την κατεργασία νερού. Με το ένα γίνεται παραγωγή αφαλατωμένου νερού που χρησιμοποιείται ως νερό λεβήτων και με το άλλο γίνεται αποσκλήρυνση του νερού που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό και στα βοηθητικά μηχανήματα των Μονάδων. Ο σταθμός διαθέτει δύο μηχανουργεία: στο πρώτο, που είναι εξοπλισμένο με έξι τόννους, μία φρέζα, δύο πλάνες και ένα ψαλίδι κατασκευάζεται μεγάλο μέρος των απαιτούμενων ανταλλακτικών, στο δεύτερο που διαθέτει μία πρέσα υδραυλική 150t, έναν κύλινδρο και ένα ψαλίδι κοπής λαμαρινών μέχρι 10χιλ., γίνονται οι εργασίες επισκευής στροφείων μύλων τροφοδοτών και καυστήρων λιγνίτη (www.ptolemaida.gr).

2.3 Γεωλογικά Στοιχεία του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας

Τα γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή περιλαμβάνουν τμήματα των νομών Κοζάνης και Φλώρινας, στον άξονα των λεκανών Κοζάνης - Σερβίων, Πτολεμαΐδας και Αμυνταίου (γεωγραφικό πλάτος 40ο 30' βόρεια και γεωγραφικό μήκος 22ο ανατολικά του Greenwich). Οι λεκάνες αυτές συμπίπτουν με την εμφάνιση των λιγνιτοφόρων κοιτασμάτων της Δυτικής Μακεδονίας και ειδικότερα, της επιμήκους Νεογενούς λεκάνης, η οποία ξεκινά από το Μοναστήρι της Γιουγκοσλαβίας και

διαμέσου Φλώρινας, Αμυνταίου και Πτολεμαΐδας φθάνει μέχρι την Κοζάνη (www.dei.gr). Έχει μήκος περίπου 100 km και πλάτος 15 km και διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Η Νεογενής ωστόσο αυτή λεκάνη, δεν εμφανίζεται ενιαία.

Το χαρακτηριστικό έξαρμα (900 m) του Κλειδίου - Ξυνού Νερού - Αετού τη χωρίζει στο βορινό της τμήμα που καθορίζεται ως λεκάνη Φλώρινας και στο νότιο τμήμα που ονομάζεται λεκάνη Αμυνταίου - Πτολεμαΐδας. Ο άξονας προς νότο οριοθετείται από τα Καμβούνια όρη, στα ανατολικά από τα διοικητικά όρια των νομών Ημαθίας και Πέλλας, στα βόρεια από το ύψωμα Κλειδίου και στα δυτικά από τα όρια του νομού Καστοριάς. Η έκταση της περιοχής ανέρχεται στα 2000 km² περίπου με μέσο υψόμετρο 667,5 μ. Στα δύο αυτά τμήματα των νομών Κοζάνης και Φλώρινας υπάρχουν συνολικά 123 οικισμοί (Σάμιος, 2003).

Η περιοχή, εκτός από το βόρειο τμήμα, περιορίζεται από ορογραφικούς άξονες, ενώ το ενδιάμεσο, επίμηκες πεδινό τμήμα διακόπτεται από ένα χαμηλό ορογραφικό άξονα ΔΝΔ-ΑΒΑ διεύθυνσης (Κοζάνη – Όρος Σκοπός). Ο δυτικός ορογραφικός άξονας αποτελείται από τα όρη Βέρνο (2.123μ.), Ασκιο (1688μ.) και Βούρινο (1.866μ.). Ο ανατολικός ορογραφικός άξονας αποτελείται από τα όρη Πιέρια (2.190μ.) και Βέρμιο (2.050μ.), ενώ σε υψόμετρο 600μ. εντοπίζεται η λίμνη Βεγορίτιδα. Ο νότιος ορογραφικός άξονας περιλαμβάνει τα όρη Καμβούνια (1.363μ.) και Τίταρο (1.610μ.), ενώ ο ενδιάμεσος το όρος Σκοπός (1.525μ.). Βορειοδυτικά απαντάται η λίμνη Χειμαδίτιδα, ενώ νότια η περιοχή διασχίζεται από τον ποταμό Αλιάκμονα.

Μορφολογικά η περιοχή κατανέμεται σε ένα πεδινό τμήμα, το οποίο καταλαμβάνει το 45% περίπου της συνολικής έκτασης και στα ορεινά τμήματα, τα οποία καταλαμβάνουν το 55% περίπου.

Τα πετρώματα των περιθωρίων και του υποβάθρου της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη, ενώ ενδέχεται τμήμα των ανατολικών περιθωρίων να ανήκει στη ζώνη Αξιού. Τα λιγνιτοφόρα στρώματα του γαιώδους λιγνίτη τύπου Πτολεμαΐδας και τα συνοδά του λιμναία ιζήματα που υπέρκεινται ή βρίσκονται σε εναλλασσόμενη διάταξη με αυτά του λιγνίτη, συγκροτούν το σχηματισμό της Πτολεμαΐδας.

Ο σχηματισμός αυτός καλύπτει ολόκληρο το Πλειόκαινο και αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα λιγνίτη, αργίλου, άμμου, μαργαϊκών ασβεστόλιθων και όλων των ενδιάμεσων λιθολογικών τύπων. Η σειρά, το πάχος και η λιθολογία των διαφόρων στρωμάτων ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, αλλά η γενική λιθοστρωματογραφική εικόνα είναι η ίδια σε όλη την έκταση της λεκάνης. Τα ανώτερα στρώματα έχουν ποικίλη σύσταση και υφή και αποτελούνται από αργίλους, μάργες, χαλαρά κροκαλοπαγή, ψαμμιτικούς φακούς και πολύ λεπτές στρώσεις μαργαϊκού ασβεστόλιθου, που κάθονται στα ανώτερα λιγνιτικά στρώματα. Η άμμος γενικά είναι πολύ λεπτόκκοκη και φθάνει μερικές φορές στα όρια της ιλύος.

Αναλυτικότερα, οι νεογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν ιζήματα χωρισμένα σε τρεις σειρές: την ανώτερη (υπερκείμενη της λιγνιτοφορίας), τη λιγνιτοφόρο και την κατώτερη (υποκείμενη της λιγνιτοφορίας). Η ανώτερη σειρά περιλαμβάνει: α) τη στοιβάδα των κιτρινόφαιων λεπτομερών κλαστικών ιζημάτων που αποτελούνται από εναλλασσόμενες στρώσεις άμμων, αργίλων, αμμούχων μαργών, χαλαρών κροκαλοπαγών και φακοειδών διαστρώσεων ψαμμιτών και μαργαϊκών ασβεστολίθων και β) τη στοιβάδα των πρασινότεφων αργιλομαργαϊκών ιζημάτων που αποτελείται από αμμούχες αργίλους και ιλυομιγείς αργιλούχες μάργες. Το μέγιστο πάχος ολόκληρης της ανώτερης σειράς ανέρχεται στα 100 περίπου μέτρα.

Η λιγνιτοφόρος σειρά περιλαμβάνει την ανώτερη λιγνιτοφόρο στοιβάδα, η οποία περιλαμβάνει γύρω στα δέκα στρώματα λιγνίτη κυμαινόμενου πάχους (από λίγα εκατοστά έως δύο μέτρα) και ενός έως τριών λεπτών στρωμάτων ξυλίτη. Οι στείρες ενστρώσεις που μεσολαβούν αποτελούνται από αργίλους και μάργες. Το συνολικό πάχος της στοιβάδας αυτής ανέρχεται σε 40 μέτρα ενώ το συνολικό πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων σε δέκα μέτρα.

Παράλληλα, εμπεριέχει την ενδιαμέση σειρά στείρων ιζημάτων, η οποία συνίσταται από αμμούχες μάργες με σπάνιες ενστρώσεις αργίλων και λεπτομερή στρωματίδια λιγνίτη πάχους 2-3 εκατοστών (το πάχος της σειράς αυτής ανέρχεται σε 14 περίπου μέτρα) και την κατώτερη λιγνιτοφόρο στοιβάδα, η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα λιγνίτη, μαργών και αργίλων ποικίλου πάχους, καθώς και δύο χαρακτηριστικών ενστρώσεων που χρησιμεύουν για τον εντοπισμό τεκτονικών στοιχείων (ύψος μεταπτώσεων), μιας άμμου και μιας λιμναίας κρητίδος που περιέχει το απολίθωμα *Neritina*. Το μέγιστο συνολικό πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων της κατώτερης στοιβάδας φτάνει τα 55 μέτρα, ενώ το συνολικό πάχος όλων των ιζημάτων τα 80.

Η κατώτερη σειρά αποτελείται στο ανώτερο τμήμα της από τεφρόχρωμες αργιλούχες μάργες, κατά τόπους αμμούχες, οι οποίες περιέχουν φακοειδείς διαστρώσεις μαργαϊκού ασβεστολίθου. Το συνολικό πάχος του εν λόγω συστήματος φτάνει τα 90 μέτρα. Κάτω από αυτό βρίσκονται αμμώδεις άργιλοι με μαργαϊκές ενστρώσεις πάχους 110 μέτρων.

Σχεδόν ολόκληρη η επιφάνεια της λεκάνης καλύπτεται από τεταρτογενείς αποθέσεις, το πάχος των οποίων κυμαίνεται από μερικά μέχρι εκατοντάδες μέτρα. Η προέλευση των ιζημάτων αυτών είναι λιμνοδελταϊκή, ποταμοχειμάρρια και χερσαία.

Η κύρια πηγή τροφοδοσίας αυτών των σχηματισμών ήταν οι περιβάλλοντες ασβεστολιθικοί όγκοι. Τα λιγνιτοφόρα ιζήματα της περιοχής αποτελούν τμήμα της παχιάς νεογενούς σειράς ιζημάτων της λεκάνης, τα οποία καλύπτονται από λεπτά σχετικά στρώματα τεταρτογενών ποταμολιμνιαίων αποθέσεων, ερυθροχρωμάτων και αλλουβίων.

2.4 Κλιματικά Στοιχεία Περιοχής

Το κλίμα γενικά στην περιοχή είναι ηπειρωτικό και χαρακτηρίζεται από ψυχρό και υγρό χειμώνα και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι. Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία $1,69^{\circ}\text{C}$, σύμφωνα με τον Μετεωρολογικό Σταθμό του ΑΗΣ Πτολεμαΐδας (υψόμετρο 650 μ.). Θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία $22,07^{\circ}\text{C}$, ενώ η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι $12,02^{\circ}\text{C}$.

Οι ετήσιες βροχοπτώσεις ανέρχονται σε 523, 36 μμ βροχής (Σταθμός Γεωργικής Έρευνας Πτολεμαΐδας, υψόμετρο 601 μ.), ενώ ο μήνας με το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι ο Νοέμβριος με 58,45 μμ βροχής.

Τα μέσα ετήσια κατακρημνίσματα ανέρχονται σε $P=551,3\text{mm}$, με ένα μέγιστο το Νοέμβριο (68,2mm) και ένα δεύτερο μέγιστο το Μάιο (54,5mm). Ξηρότεροι μήνες του έτους είναι ο Αύγουστος και ο Ιούλιος, με μέσο ύψος κατακρημνισμάτων 27,2mm και 36,5mm αντίστοιχα. Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων της περιοχής έρευνας είναι χαμηλό και επιπλέον, η ανομοιόμορφη κατανομή τους και οι μεγάλες ετήσιες και μηνιαίες διακυμάνσεις τους έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υδατικών συνθηκών που κυμαίνονται από μέτριες μέχρι οριακές.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα ανέρχεται σε 12,26oC με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο (1,76oC) και θερμότερο τον Ιούλιο (22,5oC). Η μέση τιμή των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα του έτους είναι $M=29,68oC$ και η μέση τιμή των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους είναι $m=2,33oC$. Σύμφωνα με τα μετεωρολογικά στοιχεία από το σταθμό Πτολεμαΐδας μερικός παγετός (ελάχιστη θερμοκρασία αέρα $< 0 oC$), εμφανίζεται κατά μέσο όρο 74 ημέρες το χρόνο. Ολικός παγετός (μέγιστη θερμοκρασία αέρα $< 0 oC$), καταγράφεται κατά μέσο όρο 10 ημέρες το χρόνο.

Ο προσδιορισμός του βιοκλίματος, δηλαδή της βιολογικής έκφρασης του κλίματος, γίνεται με βάση τη θερμοκρασία και τις υδατικές συνθήκες, αφού αυτοί είναι οι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν κυρίως την ανάπτυξη και την εξάπλωση των φυτών (Γεωργιάδης, 2005).

Για τον υπολογισμό του βιοκλιματικού ορόφου χρησιμοποιήθηκε το ομβροθερμικό πηλίκιο Q2 του Emburger:

$$Q2=2000P/M2 - m2 \text{ Όπου: } P:\text{η ετήσια βροχόπτωση σε mm.}$$

M:ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα σε απόλυτους βαθμούς ($-273,20C = 00K$).

m:ο μέσος όρος των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα, επίσης σε απόλυτους βαθμούς.

Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης Q τόσο ξηρότερο είναι το κλίμα. Για την περιοχή της Μεσογείου ο Emburger διακρίνει επτά «βιοκλίματα» ή βιοκλιματικούς ορόφους: Μεσογειακό πολύ ξηρό (ερημικό) κλίμα (Σαχαρινό), Μεσογειακό ξηρό κλίμα, Μεσογειακό ημίξηρο κλίμα, Μεσογειακό ύφυγρο κλίμα,

Μεσογειακό υγρό κλίμα, Μεσογειακό υπέρυγρο κλίμα και Μεσογειακό κλίμα υψηλών ορέων.

Για τους σκοπούς της μελέτης έγινε δειγματοληψία 30 δειγμάτων εδάφους σε βάθος 0-30 cm. Για κάθε θέση δειγματοληψίας προσδιορίστηκε και η γεωγραφική θέση (X,Y) με τη βοήθεια GPS. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και ακολούθησε ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης με τη μέθοδο Βουγιούκου, της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου, των ανταλλάξιμων κατιόντων, διαθέσιμων βαρέων μετάλλων με τη μέθοδο του DTPA, η ολική περιεκτικότητα σε μέταλλα με τη μέθοδο microwave digestion Όλες οι παραπάνω μέθοδοι περιγράφονται λεπτομερώς στο Soil Survey Laboratory Methods Manual (2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

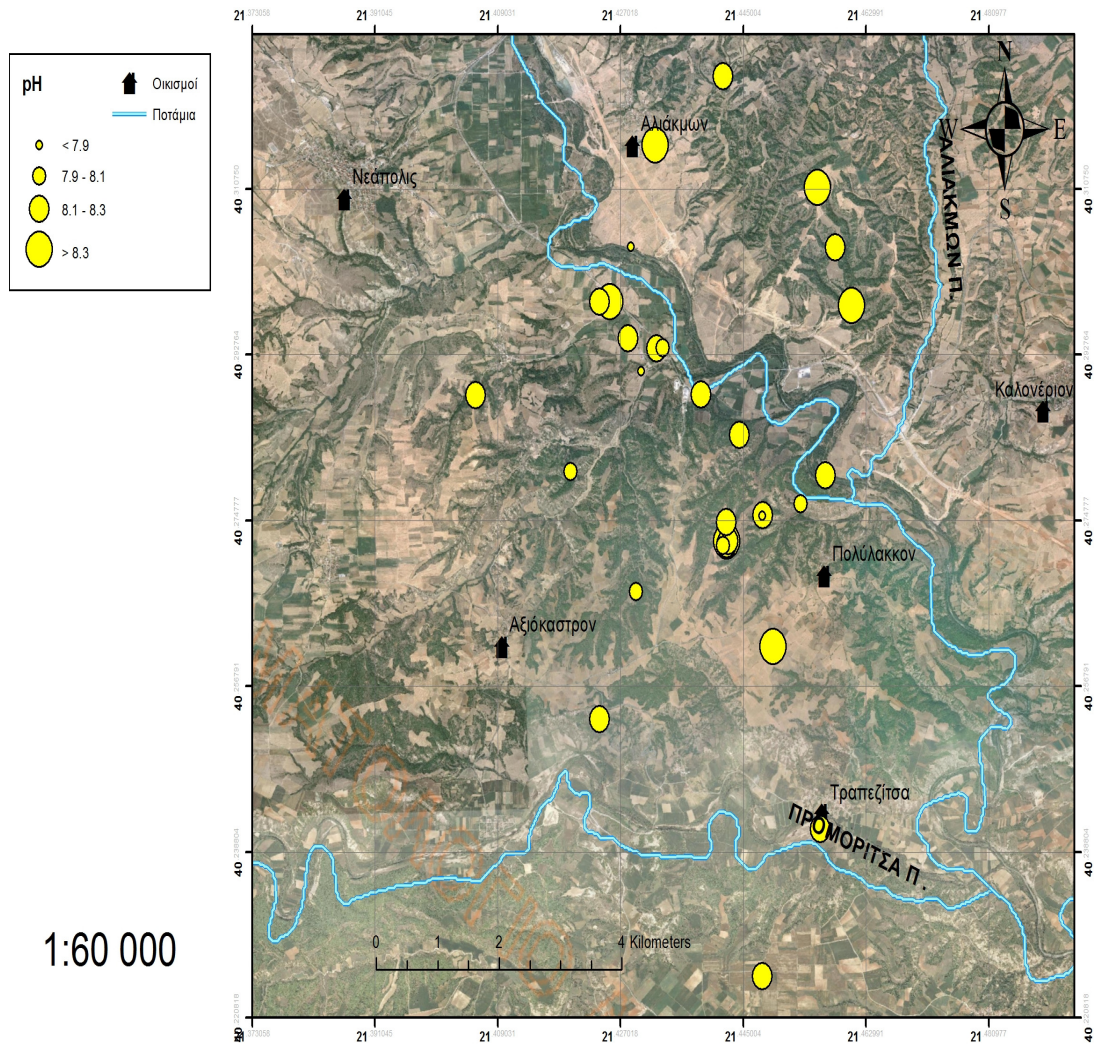
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Δείγμα 1.ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 28,21 meq/100gr | Δείγμα 2.ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ 27,52 meq/100 gr | Δείγμα 3.ΚΟΜΑΝΟΣ 24,67 meq/100 gr | Δείγμα 4.ΠΛΗΣΙΟΝ ΟΡΥΧΕΙΟΥ 16,49 meq/100 gr | Δείγμα 5.ΚΑΡΥΟΧΩΡΙ 1 14,13 meq/100 gr |
| Δείγμα 6.ΚΑΡΥΟΧΩΡΙ 2 13,54 meq/100 gr | Δείγμα 7.ΑΓΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ 1 21,48 meq/100 gr | Δείγμα 8 .ΑΓΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ 2 14,74 meq/100 gr | Δείγμα 9.ΠΡΟΑΣΤΙΟ 2 30,50 meq/100 gr | Δείγμα 10.ΑΣΒΕΣΤΟΠΕΤΡΑ 2 27,57 meq/100 gr |
| Δείγμα 11.ΠΡΟΑΣΤΙΟ ΟΙΚΙΣΜΟΣ 29,69 meq/100 gr | Δείγμα 12.ΠΡΟΑΣΤΙΟ ΑΜΠΕΛΙΑ 14,80 meq/100 gr | Δείγμα 13.ΑΕΒΑΛ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ 24,22 meq/100 gr | Δείγμα 14.ΑΣΒΕΣΤΟΠΕΤΡΑ 19,73 meq/100 gr | Δείγμα 15.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ 30,79 meq/100 gr |
| Δείγμα 16.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΟΡΥΧΕΙΑ 32,13 meq/100 gr | Δείγμα 17.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ 20,83 meq/100 gr | Δείγμα 18.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΟΡΥΧΕΙΑ 27,87 meq/100 gr | Δείγμα 19.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΟΡΥΧΕΙΑ 22,64 meq/100 gr | Δείγμα 20.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ - ΚΟΜΑΝΟΣ 17,40 meq/100 gr |
| Δείγμα 21.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΟΡΥΧΕΙΑ-ΚΟΜΑΝΟΣ 17,53 meq/100 gr | Δείγμα 22.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΟΡΥΧΕΙΑ 18,21 meq/100 gr | Δείγμα 23.ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ ΠΡΟΣ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ 12,89 meq/100 gr | Δείγμα 24.ΚΟΜΑΝΟΣ ΠΡΟΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ 21,49 meq/100 gr | Δείγμα 25.ΑΠΟ ΚΟΜΑΝΟ ΠΡΟΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ 17,25 meq/100 gr |
| Δείγμα 26.ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ ΠΡΟΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ 17,01 meq/100 gr | Δείγμα 27.ΑΗΣ ΠΤΟΛ/ΔΑΣ ΠΡΟΣ ΠΤΟΛ/ΔΑΣ 17,69 meq/100 gr | Δείγμα 28.ΑΗΣ ΠΤΟΛ/ΔΑΣ ΠΡΟΣ ΠΡΟΑΣΤΙΟ 22,92 meq/100 gr | Δείγμα 29.ΠΡΟΑΣΤΙΟ ΠΡΟΣ ΠΤΟΛ/ΔΑ 17,19 meq/100 gr | Δείγμα 30.ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΤΟΛ/ΔΑ 21,96 meq/100 gr |

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΤΙΜΕΣ pH ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ:

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Δείγμα 1 8,30 | Δείγμα 2 8,17 | Δείγμα 3 8,10 | Δείγμα 4 8,26 | Δείγμα 5 8,41 |
| Δείγμα 6 8,23 | Δείγμα 7 8,33 | Δείγμα 8 8,42 | Δείγμα 9 8,10 | Δείγμα 10 8,09 |
| Δείγμα 11 7,84 | Δείγμα 12 8,28 | Δείγμα 13 7,73 | Δείγμα 14 8,25 | Δείγμα 15 8,12 |
| Δείγμα 16 8,20 | Δείγμα 17 7,88 | Δείγμα 18 8,11 | Δείγμα 19 8,00 | Δείγμα 20 8,35 |
| Δείγμα 21 8,16 | Δείγμα 22 8,35 | Δείγμα 23 8,20 | Δείγμα 24 8,26 | Δείγμα 25 8,23 |
| Δείγμα 26 7,99 | Δείγμα 27 8,24 | Δείγμα 28 8,12 | Δείγμα 29 8,53 | Δείγμα 30 8,25 |

Παρατηρούμε ότι στην περιοχή σύμφωνα με τα στοιχεία που βρέθηκαν και αναγράφονται στον πίνακα ότι το pH είναι πάνω από 7 άρα χαρακτηρίζονται ως βασικά.



ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΡΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Τιμών Ηλεκτρικής αγωγιμότητας

| | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Δείγμα 1 472,56 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 2 434,94 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 3 607,2 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 4 1508,1 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 5 301,95 $\mu\text{S/cm}$ |
| Δείγμα 6 431,64 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 7 598,62 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 8 351,45 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 9 285,45 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 10 384,45 $\mu\text{S/cm}$ |
| Δείγμα 11 976,8 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 12 629,64 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 13 762,3 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 14 344,85 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 15 326,37 $\mu\text{S/cm}$ |
| Δείγμα 16 356,4 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 17 666,6 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 18 376,86 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 19 500,28 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 20 319,11 $\mu\text{S/cm}$ |
| Δείγμα 21 320,1 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 22 332,64 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 23 411,18 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 24 323,4 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 25 388,41 $\mu\text{S/cm}$ |
| Δείγμα 26 536,91 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 27 476,19 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 28 510,18 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 29 579,48 $\mu\text{S/cm}$ | Δείγμα 30 638,55 $\mu\text{S/cm}$ |

ΠΙΝΑΚΑΣ 6**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΛΙΚΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

| | P | Cu | Fe |
|----|----------------|-----------------|----------------|
| | gr.Kg-1 | mgr.Kg-1 | gr.Kg-1 |
| 1 | 165,2 | 39,35 | 68,01 |
| 2 | 110,1 | 36,72 | 46,30 |
| 3 | 443,2 | 32,86 | 39,98 |
| 4 | 261,5 | 59,97 | 48,47 |
| 5 | 41,3 | 44,32 | 30,10 |
| 6 | 1376,5 | 64,81 | 48,33 |
| 7 | 1899,6 | 27,80 | 44,29 |
| 8 | 165,2 | 83,30 | 44,88 |
| 9 | 68,8 | 42,74 | 37,46 |
| 10 | 261,5 | 14,93 | 44,20 |
| 11 | 660,7 | 177,89 | 40,05 |
| 12 | 206,5 | 34,81 | 73,34 |
| 13 | 542,3 | 37,51 | 53,35 |
| 14 | 550,6 | 118,14 | 86,84 |
| 15 | 564,4 | 35,16 | 52,73 |
| 16 | 908,5 | 35,51 | 58,89 |
| 17 | 1238,9 | 56,43 | 40,48 |
| 18 | 853,4 | 20,40 | 33,92 |
| 19 | 413,0 | 79,16 | 40,12 |
| 20 | 1156,3 | 25,81 | 33,33 |
| 21 | 1156,3 | 11,46 | 41,68 |
| 22 | 1858,3 | 94,59 | 48,02 |
| 23 | 1706,9 | 38,92 | 46,70 |
| 24 | 853,4 | 18,67 | 50,97 |
| 25 | 633,2 | 45,65 | 68,69 |
| 26 | 1376,5 | 48,01 | 172,53 |
| 27 | 1101,2 | 100,39 | 51,01 |
| 28 | 1115,0 | 43,74 | 48,11 |
| 29 | 468,0 | 36,38 | 31,66 |
| 30 | 619,4 | 76,77 | 45,17 |

| | K | Mg | Mn |
|----|----------------|----------------|----------------|
| | gr.Kg-1 | gr.Kg-1 | gr.Kg-1 |
| 1 | 18,55 | 22,86 | 0,64 |
| 2 | 19,34 | 20,21 | 0,68 |
| 3 | 13,65 | 15,41 | 0,42 |
| 4 | 18,84 | 17,38 | 0,61 |
| 5 | 15,75 | 16,90 | 0,51 |
| 6 | 7,75 | 36,63 | 2,01 |
| 7 | 20,58 | 18,41 | 0,44 |
| 8 | 7,30 | 27,99 | 1,50 |
| 9 | 6,49 | 27,54 | 1,83 |
| 10 | 15,53 | 19,41 | 0,74 |
| 11 | 8,32 | 32,57 | 1,94 |
| 12 | 17,78 | 18,37 | 0,68 |
| 13 | 18,28 | 20,57 | 0,66 |
| 14 | 8,55 | 37,74 | 2,33 |
| 15 | 14,71 | 15,13 | 0,45 |
| 16 | 15,17 | 19,10 | 0,48 |
| 17 | 12,01 | 13,53 | 0,41 |
| 18 | 13,43 | 14,63 | 0,50 |
| 19 | 10,12 | 12,91 | 0,45 |
| 20 | 13,18 | 13,12 | 0,49 |
| 21 | 15,73 | 16,73 | 0,73 |
| 22 | 8,81 | 31,76 | 3,45 |
| 23 | 14,83 | 16,14 | 0,52 |
| 24 | 21,18 | 23,30 | 0,64 |
| 25 | 7,37 | 34,51 | 1,36 |
| 26 | 17,72 | 18,56 | 1,04 |
| 27 | 19,81 | 16,69 | 0,61 |
| 28 | 16,27 | 17,39 | 0,62 |
| 29 | 21,85 | 17,85 | 0,50 |
| 30 | 20,37 | 20,41 | 0,71 |

| | Zn | Ca | Na |
|----|-----------------|----------------|----------------|
| | mgr.Kg-1 | gr.Kg-1 | gr.Kg-1 |
| 1 | 86,17 | 80,11 | 5,14 |
| 2 | 80,03 | 79,61 | 3,32 |
| 3 | 52,89 | 96,15 | 3,46 |
| 4 | 184,95 | 75,46 | 3,11 |
| 5 | 62,85 | 102,13 | 3,14 |
| 6 | 85,23 | 110,59 | 3,37 |
| 7 | 85,42 | 78,33 | 3,06 |
| 8 | 79,84 | 115,14 | 3,41 |
| 9 | 92,34 | 103,33 | 3,04 |
| 10 | 86,24 | 77,82 | 3,42 |
| 11 | 89,72 | 169,24 | 3,24 |
| 12 | 84,93 | 81,63 | 3,79 |
| 13 | 106,01 | 84,98 | 3,83 |
| 14 | 80,93 | 140,59 | 4,35 |
| 15 | 70,82 | 98,46 | 3,58 |
| 16 | 63,75 | 107,32 | 6,22 |
| 17 | 58,77 | 88,73 | 3,19 |
| 18 | 65,47 | 102,69 | 2,78 |
| 19 | 46,64 | 89,29 | 3,40 |
| 20 | 54,01 | 82,98 | 2,49 |
| 21 | 75,91 | 70,74 | 2,54 |
| 22 | 113,72 | 136,04 | 4,39 |
| 23 | 72,24 | 108,28 | 5,02 |
| 24 | 87,29 | 134,37 | 5,27 |
| 25 | 166,35 | 140,59 | 3,99 |
| 26 | 94,74 | 86,09 | 5,01 |
| 27 | 94,52 | 78,19 | 5,44 |
| 28 | 121,47 | 116,89 | 5,94 |
| 29 | 220,14 | 81,23 | 3,67 |
| 30 | 165,60 | 77,68 | 4,64 |

| | Al | Cd | Cr |
|----|----------------|-----------------|-----------------|
| | gr.Kg-1 | mgr.Kg-1 | mgr.Kg-1 |
| 1 | 68,11 | 1,05 | 760,62 |
| 2 | 52,01 | 2,20 | 478,40 |
| 3 | 44,57 | 0,61 | 149,84 |
| 4 | 47,59 | 1,44 | 140,31 |
| 5 | 32,59 | 0,43 | 280,31 |
| 6 | 58,69 | 0,56 | 74,92 |
| 7 | 47,25 | 0,86 | 137,46 |
| 8 | 56,77 | 0,94 | 370,15 |
| 9 | 49,49 | 0,60 | 65,40 |
| 10 | 48,48 | 0,57 | 103,17 |
| 11 | 53,92 | 0,12 | 51,43 |
| 12 | 67,77 | 1,39 | 110,79 |
| 13 | 52,52 | 1,21 | 233,96 |
| 14 | 104,81 | 0,48 | 407,61 |
| 15 | 48,00 | 0,65 | 114,92 |
| 16 | 65,32 | 1,03 | 356,18 |
| 17 | 43,62 | 1,99 | 76,82 |
| 18 | 36,94 | 1,94 | 75,87 |
| 19 | 42,05 | 0,60 | 74,92 |
| 20 | 34,69 | 0,35 | 114,92 |
| 21 | 40,35 | 0,61 | 115,24 |
| 22 | 62,76 | 1,07 | 125,71 |
| 23 | 49,46 | 2,11 | 80,63 |
| 24 | 50,53 | 1,03 | 236,82 |
| 25 | 86,44 | 0,69 | 159,68 |
| 26 | 194,89 | 2,09 | 1462,51 |
| 27 | 58,56 | 1,16 | 142,22 |
| 28 | 66,74 | 0,04 | 123,49 |
| 29 | 29,84 | 2,89 | 333,01 |
| 30 | 58,22 | 2,33 | 752,68 |

| | Ni | Pb |
|----|-----------------|-----------------|
| | mgr.Kg-1 | mgr.Kg-1 |
| 1 | 300,56 | 19,68 |
| 2 | 308,84 | 15,21 |
| 3 | 256,44 | 10,73 |
| 4 | 386,04 | 17,00 |
| 5 | 193,02 | 11,33 |
| 6 | 435,68 | 22,06 |
| 7 | 239,90 | 29,22 |
| 8 | 380,53 | 25,94 |
| 9 | 319,87 | 20,87 |
| 10 | 234,38 | 24,75 |
| 11 | 223,35 | 23,56 |
| 12 | 306,08 | 14,01 |
| 13 | 223,35 | 20,28 |
| 14 | 573,55 | 63,81 |
| 15 | 201,29 | 28,33 |
| 16 | 234,38 | 16,40 |
| 17 | 195,78 | 21,17 |
| 18 | 159,93 | 13,42 |
| 19 | 154,42 | 13,42 |
| 20 | 151,66 | 10,44 |
| 21 | 173,72 | 13,42 |
| 22 | 402,59 | 29,82 |
| 23 | 226,11 | 13,42 |
| 24 | 261,96 | 16,70 |
| 25 | 336,41 | 31,61 |
| 26 | 772,09 | 36,68 |
| 27 | 272,99 | 36,97 |
| 28 | 245,41 | 12,23 |
| 29 | 206,81 | 11,93 |
| 30 | 217,84 | 11,63 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ ΦΩΣΦΩΡΟΣ

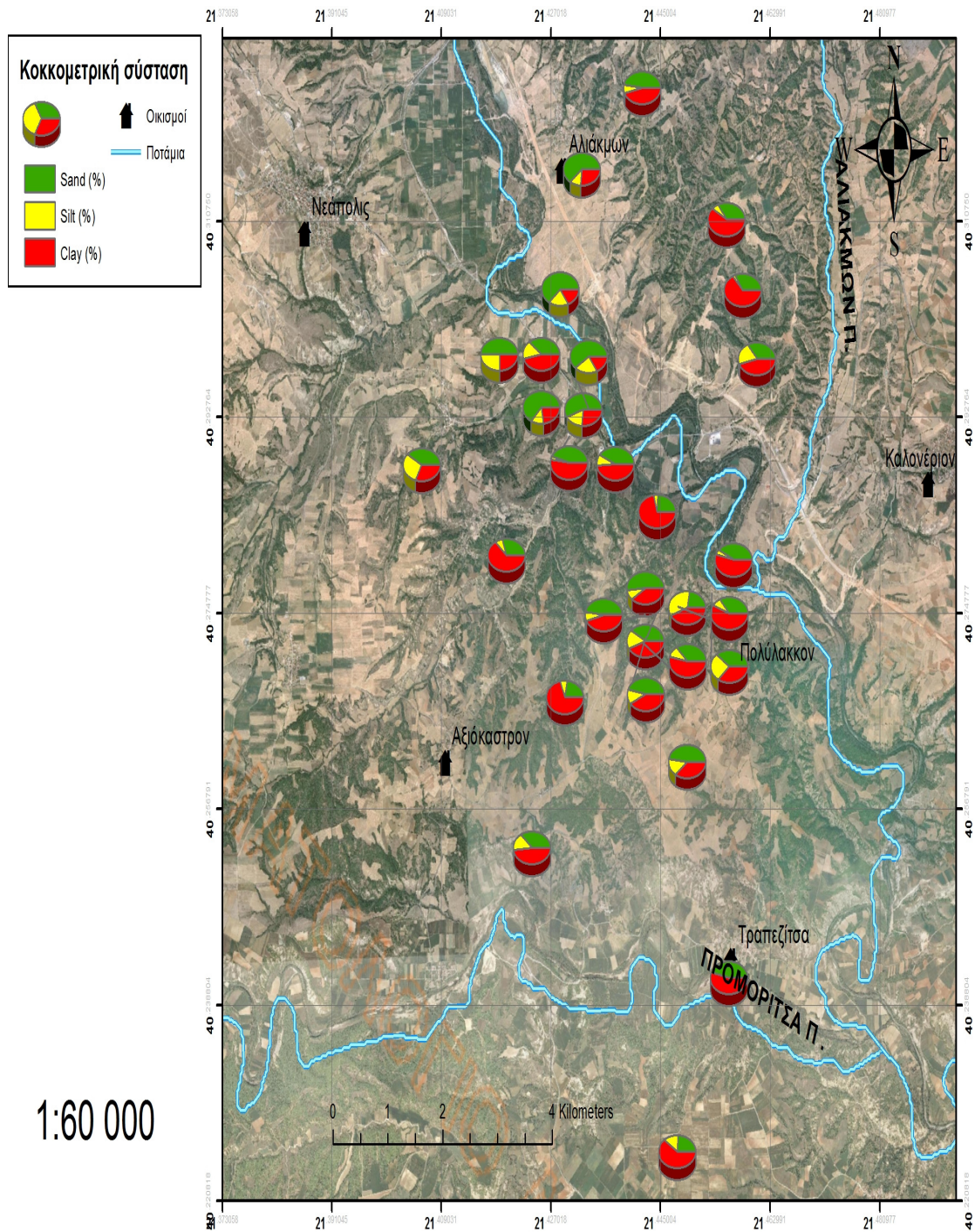
| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Δείγμα 1 6,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 4,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 16,1 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 9,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 1,5 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 50,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 69,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 6,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 2,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 9,5 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 24 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 7,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 19,7 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 20,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 20,5 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 33,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 45,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 31,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 15,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 42,0 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 42,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 67,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 62,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 31,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 23,0 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 50,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 40,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 40,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 17,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 22,5 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Αποτελέσματα μεθοδολογίας ανθρακικού ασβεστίου

| | | | | |
|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Δείγμα 1: | Δείγμα 7: | Δείγμα 13: | Δείγμα 19: | Δείγμα 25: |
| <u>8,82%</u> | <u>27,72%</u> | <u>3,78%</u> | <u>19,07%</u> | <u>2,94%</u> |
| Δείγμα 2: | Δείγμα 8: | Δείγμα 14: | Δείγμα 20: | Δείγμα 26: |
| <u>5,46%</u> | <u>41,16%</u> | <u>2,10%</u> | <u>2,22%</u> | <u>8,82%</u> |
| Δείγμα 3: | Δείγμα 9: | Δείγμα 15: | Δείγμα 21: | Δείγμα 27: |
| <u>10,08%</u> | <u>2,10%</u> | <u>5,46%</u> | <u>3,36%</u> | <u>25,20%</u> |
| Δείγμα 4: | Δείγμα 10: | Δείγμα 16: | Δείγμα 22: | Δείγμα 28: |
| <u>6,3%</u> | <u>2,52%</u> | <u>8,32%</u> | <u>7,64%</u> | <u>17,64%</u> |
| Δείγμα 5: | Δείγμα 11: | Δείγμα 17: | Δείγμα 23: | Δείγμα 29: |
| <u>4,62%</u> | <u>6,3%</u> | <u>6,30%</u> | <u>14,70%</u> | <u>5,04%</u> |
| Δείγμα 6: | Δείγμα 12: | Δείγμα 18: | Δείγμα 24: | Δείγμα 30: |
| <u>15,96%</u> | <u>4,03%</u> | <u>6,72%</u> | <u>4,20%</u> | <u>18,48%</u> |

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Μέτρηση sand, silt και clay

| ΔΕΙΓΜΑ | Sand % | Silt % | Clay % |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 43,4 | 8 | 48,6 |
| 2 | 24,2 | 4,8 | 71 |
| 3 | 40,2 | 21,4 | 38,4 |
| 4 | 42,2 | 3,6 | 54,2 |
| 5 | 36,2 | 17,4 | 46,4 |
| 6 | 34,2 | 2,8 | 63 |
| 7 | 35,4 | 6 | 58,6 |
| 8 | 61,4 | 12 | 26,6 |
| 9 | 30,2 | 8,2 | 61,6 |
| 10 | 22,2 | 8,2 | 69,6 |
| 11 | 45,4 | 2,6 | 52 |
| 12 | 62,8 | 14,6 | A |
| 13 | 62,2 | 22,2 | 15,6 |
| 14 | 41,4 | 26 | 32,6 |
| 15 | 24,2 | 16 | 59,8 |
| 16 | 36,2 | 8 | 55,8 |
| 17 | 22,2 | 33,4 | 44,4 |
| 18 | 46,2 | 0,2 | 53,6 |
| 19 | 37,6 | 9,4 | 53 |
| 20 | 46,8 | 10,2 | 43 |
| 21 | 48,2 | 6 | 45,8 |
| 22 | 48,2 | 13,4 | 38,4 |
| 23 | 51,4 | 8 | 40,6 |
| 24 | 41,6 | 14 | 44,4 |
| 25 | 48,2 | 5,4 | 46,4 |
| 26 | 59,6 | 25,4 | 15 |
| 27 | 50,2 | 24,8 | 25 |
| 28 | 55,6 | 18 | 26,4 |
| 29 | 39,4 | 14 | 46,6 |
| 30 | 38,2 | 13,4 | 48,4 |



ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Περιεκτικότητα Mg(Μαγνησιου)

| | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Δείγμα 1 491 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 409,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 338,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 297,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 258 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 262 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 363,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 280,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 424,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 156,2 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 433,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 356,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 221,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 288,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 295,8 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 218,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 271,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 150,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 165,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 222,6 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 275,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 216,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 252,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 247,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 221,4 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 444,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 336,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 448,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 385,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 426,4 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

| | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------------------|
| Δείγμα 1 8812,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 9013 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 7355,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 8347,2 | Δείγμα 5 6815,6mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 9308,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 8025 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 6825,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 4147,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 4606, 6 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 11087 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 7659,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 5094,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 5474,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 8747,8 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 6537,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 7813,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 7728,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 7653,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 4126 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 4902,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 5350 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 929,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 6675,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 5791 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 7028,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 6121 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 6660,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 7248,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 7523,6 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Περιεκτικότητα Καλίου

| | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Δείγμα 1 654,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 542,1 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 953,3 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 373,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 261,7 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 635,5 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 934,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 486,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 243,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 803,7 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 766,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 1065,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 560,7 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 523,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 336,4 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 411,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 542,1 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 355,1 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 429,9 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 317,8 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 299,1 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 579,4 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 560,7 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 317,8 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 467,3 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 972,0 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 897,2 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 934,6 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 261,7 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 729,0 mgr.Kg-1 |

Όταν η περιεκτικότητά μας σε κάλιο βρίσκεται πάνω από 150ppm είναι ικανοποιητική.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 Περιεκτικότητα Νάτριο

| | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Δείγμα 1 44,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 40,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 52,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 76,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 44,00 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 32,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 30,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 34,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 30,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 40,00 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 50,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 46,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 48,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 36,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 122,00 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 50,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 38,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 30,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 90,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 132,00 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 120,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 40,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 90,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 104,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 44,00 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 42,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 52,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 46,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 116,00 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 108,00 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 Περιεκτικότητα Σιδήρου

| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Δείγμα 1 16,80 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 9,91 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 8,61 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 9,76 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 5,59 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 2,66 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 0,98 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 8,25 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 4,53 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 4,81 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 13,51 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 8,46 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 13 13,79 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 3,24 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 4,46 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 3,98 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 6,97 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 18 3,38 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 3,67 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 7,63 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 8,17 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 7,89 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 7,89 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 5,69 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 8,38 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 7,73 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 8,76 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 17,08 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 9,28 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 30,76 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 Περιεκτικότητα ψευδαργύρου

| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Δείγμα 1 1,32 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 0,56 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 4,78 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 0,21 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 0,13 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 0,24 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 0,41 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 0,78 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 0,08 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 0,56 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 0,96 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 0,43 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 13 3,25 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 0,45 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 0,19 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 0,20 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 0,34 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 18 0,36 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 0,29 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 0,22 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 0,20 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 0,53 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 0,74 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 0,31 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 0,37 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 0,87 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 0,99 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 0,93 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 2,58 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 2,81 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 Περιεκτικότητα γαλκού

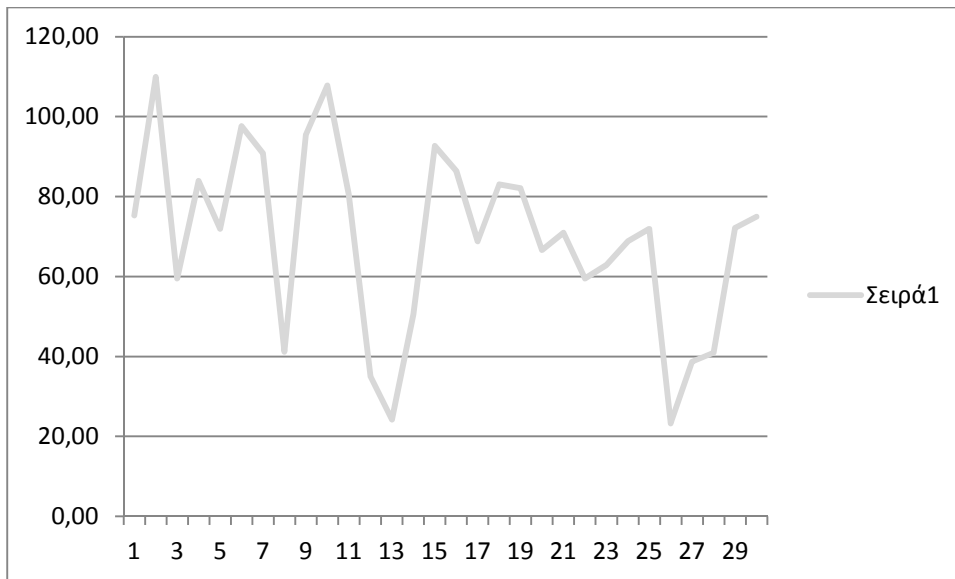
| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Δείγμα 1 1,03 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 0,82 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 0,48 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 0,19 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 0,58 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 0,49 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 0,49 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 8 0,36 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 0,36 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 0,64 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 0,23 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 0,48 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 13 0,34 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 0,68 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 0,46mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 0,39 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 0,61 mgr.Kg- 1 | Δείγμα 18 0,81 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 0,80 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 0,93 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 0,86 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 0,83 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 0,72 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 0,75 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 0,98 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 0,57 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 0,80 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 1,08 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 0,93 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 1,82 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ18 Περιεκτικότητα Μαγγάνιο

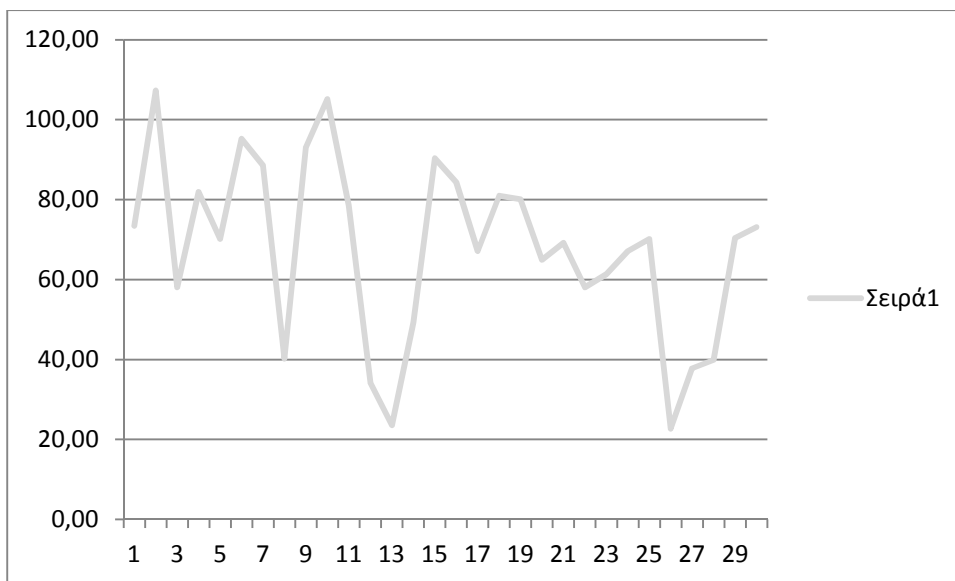
| | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Δείγμα 1 3,62 mgr.Kg-1 | Δείγμα 2 9,51 mgr.Kg-1 | Δείγμα 3 3,77 mgr.Kg-1 | Δείγμα 4 1,17 mgr.Kg-1 | Δείγμα 5 5,86 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 6 4,03 mgr.Kg-1 | Δείγμα 7 2,24 mgr.Kg-1 | Δείγμα 8 2,82 mgr.Kg-1 | Δείγμα 9 5,64 mgr.Kg-1 | Δείγμα 10 19,06 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 11 3,52 mgr.Kg-1 | Δείγμα 12 1,48 mgr.Kg-1 | Δείγμα 13 3,74 mgr.Kg-1 | Δείγμα 14 4,98 mgr.Kg-1 | Δείγμα 15 2,70 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 16 2,78 mgr.Kg-1 | Δείγμα 17 5,61 mgr.Kg-1 | Δείγμα 18 7,46 mgr.Kg-1 | Δείγμα 19 11,05 mgr.Kg-1 | Δείγμα 20 8,39 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 21 9,55 mgr.Kg-1 | Δείγμα 22 9,08 mgr.Kg-1 | Δείγμα 23 6,46 mgr.Kg-1 | Δείγμα 24 6,03 mgr.Kg-1 | Δείγμα 25 9,66 mgr.Kg-1 |
| Δείγμα 26 17,39 mgr.Kg-1 | Δείγμα 27 20,45 mgr.Kg-1 | Δείγμα 28 24,62 mgr.Kg-1 | Δείγμα 29 4,58 mgr.Kg-1 | Δείγμα 30 18,16 mgr.Kg-1 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 19

| ΔΕΙΓΜΑ | X_{lf} | X_{hf} |
|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ | $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ |
| 1 | 75,29 | 73,45 |
| 2 | 109,99 | 107,30 |
| 3 | 59,49 | 58,03 |
| 4 | 83,96 | 81,91 |
| 5 | 71,88 | 70,12 |
| 6 | 97,60 | 95,21 |
| 7 | 90,78 | 88,56 |
| 8 | 41,21 | 40,20 |
| 9 | 95,43 | 93,10 |
| 10 | 107,82 | 105,19 |
| 11 | 80,56 | 78,59 |
| 12 | 35,01 | 34,16 |
| 13 | 24,17 | 23,58 |
| 14 | 50,50 | 49,27 |
| 15 | 92,64 | 90,38 |
| 16 | 86,44 | 84,33 |
| 17 | 68,78 | 67,10 |
| 18 | 83,03 | 81,01 |
| 19 | 82,11 | 80,10 |
| 20 | 66,61 | 64,99 |
| 21 | 70,95 | 69,22 |
| 22 | 59,49 | 58,03 |
| 23 | 62,90 | 61,36 |
| 24 | 68,78 | 67,10 |
| 25 | 71,88 | 70,12 |
| 26 | 23,24 | 22,67 |
| 27 | 38,73 | 37,78 |
| 28 | 40,90 | 39,90 |
| 29 | 72,19 | 70,43 |
| 30 | 74,98 | 73,15 |



Γράφημα Xlf



Γράφημα Xhf

Xlf: Μαγνητική επιδεικτικότητα μετρούμενη σε χαμηλή συχνότητα μαγνήτισης(0,47 kHz)

**Xhf: Μαγνητική επιδεκτικότητα μετρούμενη σε υψηλή συχνότητα μαγνήτισης
(4,7 kHz)**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση από την διεθνή βιβλιογραφία όπου έχουν καταγραφεί στοιχεία στην ευρύτερη περιοχή του νομού Κοζάνης από αξιόλογους επιστήμονες προκύπτουν τα εξής δεδομένα:

| | Mn | Cu | Cd | Cr | Zn | Pb |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Μέσος όρος | 1.0 g.kg ⁻¹ | 36.9 mg.kg ⁻¹ | 0.5 mg.kg ⁻¹ | 345.8 mg.kg ⁻¹ | 80.0 mg.kg ⁻¹ | 17.2 mg.kg ⁻¹ |
| Διάμεσος | 1.0 g.kg ⁻¹ | 32.9 mg.kg ⁻¹ | 0.5 mg.kg ⁻¹ | 303.8 mg.kg ⁻¹ | 80.3 mg.kg ⁻¹ | 15.1 mg.kg ⁻¹ |
| Ελάχιστη τιμή | 0.4 g.kg ⁻¹ | 19.2 mg.kg ⁻¹ | 0.2 mg.kg ⁻¹ | 127.0 mg.kg ⁻¹ | 52.9 mg.kg ⁻¹ | 4.3 mg.kg ⁻¹ |
| Μέγιστη τιμή | 1.7 g.kg ⁻¹ | 226.8 mg.kg ⁻¹ | 0.9 mg.kg ⁻¹ | 1501.8 mg.kg ⁻¹ | 112.9 mg.kg ⁻¹ | 79.0 mg.kg ⁻¹ |
| Τυπική απόκλιση | 0.3 g.kg ⁻¹ | 32.2 mg.kg ⁻¹ | 0.2 mg.kg ⁻¹ | 221.9 mg.kg ⁻¹ | 16.0 mg.kg ⁻¹ | 12.6 mg.kg ⁻¹ |

Σε αυτόν τον πίνακα παρουσιάζονται τιμές των βαρέων μετάλλων που μετρήθηκαν από εμάς γι' αυτό το πείραμα στην ευρύτερη περιοχή του ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ.

| | Mn | Cu | Cd | Cr | Zn | Pb |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Μέσος όρος | 0.93 g.kg ⁻¹ | 52,74 mg.kg ⁻¹ | 1.10 mg.kg ⁻¹ | 257.00 mg.kg ⁻¹ | 94,30 mg.kg ⁻¹ | 21.20 mg.kg ⁻¹ |
| Διάμεσος | 0.77 g.kg ⁻¹ | 44,04 mg.kg ⁻¹ | 0.83 mg.kg ⁻¹ | 174.36 mg.kg ⁻¹ | 87,80 mg.kg ⁻¹ | 19.11 mg.kg ⁻¹ |
| Ελάχιστη τιμή | 0.41 g.kg ⁻¹ | 11,46 mg.kg ⁻¹ | 0.04 mg.kg ⁻¹ | 51.43 mg.kg ⁻¹ | 46,64 mg.kg ⁻¹ | 10.44 mg.kg ⁻¹ |
| Μέγιστη τιμή | 3.45 g.kg ⁻¹ | 177,89 mg.kg ⁻¹ | 2.89 mg.kg ⁻¹ | 1462.51 mg.kg ⁻¹ | 220,14 mg.kg ⁻¹ | 63.81 mg.kg ⁻¹ |
| Τυπική απόκλιση | 0.72 g.kg ⁻¹ | 35,16 mg.kg ⁻¹ | 0.72 mg.kg ⁻¹ | 293.52 mg.kg ⁻¹ | 40,53 mg.kg ⁻¹ | 11.17 mg.kg ⁻¹ |

Καταλήγουμε λοιπόν στο εξής συμπέρασμα ότι η περιοχή γύρω από τον ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ έχει επιβεβαρυσμένο έδαφος καθώς τα στοιχεία μας σε σχέση με την έρευνα των επιστημόνων έχουν αρκετά σημαντική διαφορά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνόπουλος-Ντόμης Μ., Κλούβας Α. & Τερβισίδης Φ. (1987). «Εναπόθεση των μακρόβιων ραδιονουκλιδίων Cs-134 και Cs-137 στα εδάφη Μακεδονίας και Θράκης από το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνόμπιλ». Στο Συμπόσιο του ΕΚΕΦΕ “Δημόκριτος” και της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας με τίτλο: «Οι επιπτώσεις του ατυχήματος του Τσερνόμπιλ στην Ελλάδα», Αθήνα
- Γεωργιάδης Θ. (2004). «Οικολογία βλάστησης», Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Γεωργούλης Α., Ψοφογιαννάκης Μ. & Τσάδαρη Β. (1997). «Μέθοδοι βελτίωσης της απόδοσης ηλεκτροστατικών φίλτρων μονάδων στερεών καυσίμων». Στο Συνέδριο του ΤΕΕ με τίτλο: «Λιγνίτης και στερεά καύσιμα της χώρας μας - Παρούσα κατάσταση και προοπτικές», Αθήνα.
- ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) (2000). «Τετραμηνιαίες εκθέσεις υπερβάσεων ορίων των ατμοηλεκτρικών Σταθμών Πτολεμαΐδας, Καρδιάς και Αγίου Δημητρίου της ΔΕΗ προς το ΥΠΕΧΩΔΕ».
- Λουκίδου Μ. (2003). «Απομάκρυνση τοξικών μετάλλων από αραιά διαλύματα με την εφαρμογή της βιορρόφησης». Διδακτορική διατριβή: Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Μήτσιος Ιωαν. (2004). «Γονιμότητα Εδαφών», Εκδότης: ΖΥΜΕΛ.ΕΠΕ

- **Μιχαλοπούλου Χ. (2004). «Νομοθεσία για το Περιβάλλον», Εκδόσεις Ζήτη, Χημικός Μηχανικός, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Θεσσαλονίκη**
- **Φραγκόπουλος Σ. (2001). «Βασική Ηλεκτροτεχνία Ι» - Ηλεκτρικά κυκλώματα, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.**
- **Παπαγεωργίου Ν. (1991). «Ατμοπαραγωγοί Ι - Γενικές αρχές», Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα.**
- **Παπαδημητρίου Ευαγ. (2005). «Τοξικοκινητική και βιοχημική μελέτη της επίδρασης χαλκού σε διάφορους ιστούς του αμφίβιου Rana Ridibuda». Διδακτορική διατριβή: Τμήμα Βιολογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.**
- **Σάμιος Γ. (2003). «Πρόταση διαχείρισης των αναδασώσεων». Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου**
- **Τσοτσόλης Ν. (2005). «Παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη καδμίου από εδάφη καλλιεργούμενα με καπνό». Διδακτορική διατριβή: Τμήμα Γεωπονίας Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**
- **Φίλιος Φ. (2000). «Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος στο λιγνιτικό κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου». 9ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο 17-20 Οκτωβρίου. Κοζάνη.**
- **1ο Πανελλήνιο Συνέδριο (1999): «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Δυνατότητες και Εφαρμογές. Προοπτικές και Προκλήσεις», Αθήνα**

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Boyko, T., Scholger, R., Stanjek, H. & MAGPROX Team (2004).** «Topsoils magnetic susceptibility mapping as a tool for pollution monitoring: repeatability of in situ measurements», *J. Appl. Geophys.*
- **Factors affecting the distribution of potentially toxic elements in surface soils around an industrialized area of northwestern Greece.** Petrotou, Alexandra; Skordas, Konstantinos; Papastergios, Georgios; Filippidis, Anestis. *Environmental Earth Sciences* vol. 65 issue 3 February 2012. p. 823 - 833
- **Matheron, G., (1962).** «Traité de géostatistique appliquée, vol. I: Memoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières».
- **Simopoulos & Angelopoulos (1991).** «Deposition measurements in Europe after the Chernobyl accident and comparison with the Greek Ntua Data Set », *Αθήνα.*
- **Soil Survey Laboratory Methods Manual. 2004.** Soil Survey Investigations Report No.42, version 3.0, January 2004, United States Department of Agriculture.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **www.dei.gr**
- **www.econews.gr**
- **www.hellas.teipir.gr**

- www.kozani.gr/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=1
- www.ptolemaida.gr