



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ – ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Ι. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΤΗΣ ΑΧΛΑΔΑΣ, ΦΛΩΡΙΝΑ.
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ
ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: 'ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ'

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2021



Στην οικογένειά μου



ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Ι. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΤΗΣ ΑΧΛΑΔΑΣ, ΦΛΩΡΙΝΑ. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΥΡΙΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας στα πλαίσια του

Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών

‘Εφαρμοσμένη και Περιβαλλοντική Γεωλογία’,

Ειδίκευση ‘Ορυκτοί Πόροι - Περιβάλλον’

Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης: 07/ 04/ 2021

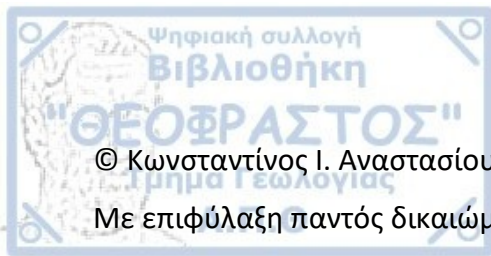


Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καθηγητής Γεωργακόπουλος Ανδρέας, Επιβλέπων

Καθηγητής Κορωνάιος Αντώνιος, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Αναπληρωτής Καθηγητής Μέλφος Βασίλειος, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής
Επιτροπής



© Κωνσταντίνος Ι. Αναστασίου, Γεωλόγος, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΤΗΣ ΑΧΛΑΔΑΣ, ΦΛΩΡΙΝΑ. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΥΤΩΝ – *Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

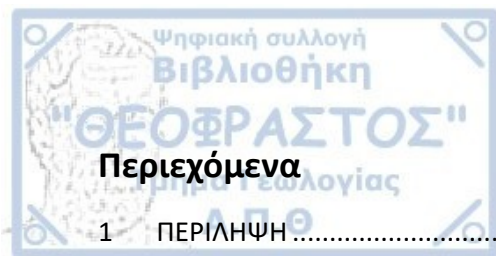
© Konstantinos I. Anastasiou, Geologist, 2021

All rights reserved.

GEOCHEMICAL ANALYSIS OF LIGNITE OF ACHLADA, FLORINA. DISTRIBUTION OF MAJOR AND TRACE ELEMENTS, ENRICHMENT AND MOBILITY – *Master Thesis*

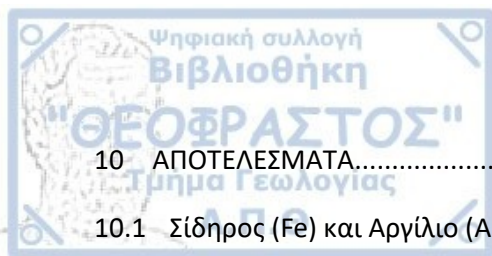
Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

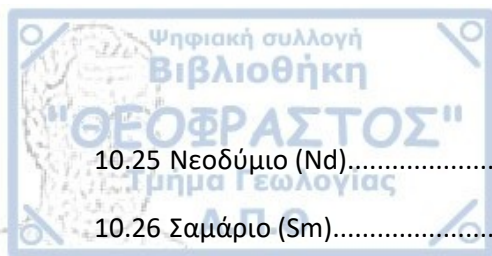


Περιεχόμενα

1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
2	ABSTRACT	10
3	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	11
4	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
5	ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ.....	15
6	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	16
6.1	ΓΕΝΙΚΑ	16
6.2	ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ.....	18
6.3	ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΕΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	19
6.4	ΓΝΕΥΣΙΩΜΕΝΟΙ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΕΣ ΤΟΥ ΑΝΩ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟΥ.....	20
6.5	ΜΕΤΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΜΙΟΥ – ΤΡΙΑΔΙΚΟΥ.....	21
6.6	ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΡΙΑΔΙΚΟΥ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟΥ.....	21
6.7	ΟΦΙΟΛΙΘΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΑ ΙΖΗΜΑΤΑ.....	22
6.8	ΕΠΙΚΛΥΣΙΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ – ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ	22
7	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΧΛΑΔΑΣ).....	23
7.1	ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΤΑΦΡΟΥ	24
7.2	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΧΛΑΔΑΣ.....	28
8	ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	30
9	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	36
9.1	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	36
9.2	ΤΕΦΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	37
9.3	ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ICP–MS	41
9.4	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ.....	43
9.5	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΟΥΡΝΟΥ	44



10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
10.1 Σίδηρος (Fe) και Αργίλιο (Al).....	47
10.2 Λίθιο (Li).....	49
10.3 Βηρύλλιο(Be).....	51
10.4 Σκάνδιο (Sc).....	53
10.5 Βανάδιο (V)	54
10.6 Χρώμιο (Cr).....	56
10.7 Μαγγάνιο (Mn)	58
10.8 Κοβάλτιο (Co).....	60
10.9 Νικέλιο (Ni).....	62
10.10 Χαλκός (Cu)	64
10.11 Ψευδάργυρος (Zn)	66
10.12 Γάλλιο (Ga)	68
10.13 Αρσενικό (As)	70
10.14 Σελήνιο (Se).....	72
10.15 Ρουβίδιο (Rb)	73
10.16 Στρόντιο (Sr)	75
10.17 Ύτριο (Y)	77
10.18 Άργυρος (Ag)	78
10.19 Κάδμιο (Cd)	79
10.20 Καίσιο (Cs).....	80
10.21 Βάριο (Ba).....	82
10.22 Λανθάνιο (La)	84
10.23 Δημήτριο (Ce).....	85
10.24 Πρασινοδύμιο (Pr)	86



10.25 Νεοδύμιο (Nd).....	87
10.26 Σαμάριο (Sm).....	89
10.27 Ευρώπιο (Eu).....	91
10.28 Γαδολίνιο (Gd).....	92
10.29 Τέρβιο (Tb)	93
10.30 Δυσπρόσιο (Dy).....	94
10.31 Όλμιο (Ho).....	95
10.32 Έρβιο (Er).....	96
10.33 Θούλιο (Tm)	97
10.34 Υπτέρβιο (Yb)	98
10.35 Λουτέτιο (Lu).....	99
10.36 Μόλυβδος (Pb).....	100
10.37 Βισμούθιο (Bi)	102
10.38 Θόριο (Th)	103
10.39 Ουράνιο (U).....	104
11 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	106
12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	117
13 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.....	119
14 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	142
14.1 Ξένη Βιβλιογραφία.....	142
14.2 Ελληνική Βιβλιογραφία.....	150
14.3 Άλλες πηγές.....	151
14.4 Διαδικτυακές πηγές	151



1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κύρια πηγή ενέργειας στην Ελλάδα είναι τα λιγνιτικά κοιτάσματα που βρίσκονται στη λεκάνη Πτολεμαΐδας – Κοζάνης – Φλώρινας, στη Δυτική Μακεδονία και στη Μεγαλόπολη, του νομού Αρκαδίας. Η παρούσα διατριβή ειδίκευσης εξετάζει το λιγνιτικό κοιτάσμα που βρίσκεται στην περιοχή της Αχλάδας, του νομού Φλώρινας. Από γεωτεκτονική άποψη, η περιοχή μελέτης ανήκει στην Πελαγονική ζώνη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Εξετάζονται δεδομένα από σαράντα γεωτρήσεις και ειδικότερα τα ποσοστά υγρασίας (%), τέφρας (%) καθώς και η θερμογόνο δύναμη (cal/gr) των δειγμάτων. Σε δεκατρία επιλεγμένα δείγματα λιγνίτη προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Τα ίδια δείγματα τεφροποιήθηκαν στους 750°C και πραγματοποιήθηκε ο ίδιος προσδιορισμός κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων. Ο προσδιορισμός έγινε με τη μέθοδο ICP-MS στα κύρια στοιχεία Fe (%), Al (%), στα ιχνοστοιχεία Li, Be, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Ag, Cd, Cs, Ba, Pb, Bi, Th, U (περιεκτικότητα σε ppm) και σε σπάνιες γαίες (REE) La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (περιεκτικότητα σε ppm). Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις των δειγμάτων λιγνίτη και τέφρας, εξάγονται συμπεράσματα για τον εμπλουτισμό και την κινητικότητα κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων, καθώς και για την πιθανή οργανική συγγένεια αυτών με το λιγνίτη. Τέλος γίνεται μια εκτίμηση για το ποιά μπορεί να είναι η προέλευση των στοιχείων σε σχέση με τα ορυκτολογικά/πετρολογικά δεδομένα της περιοχής. Τα περισσότερα στοιχεία εμφανίζουν υψηλούς συντελεστές εμπλουτισμού στην τέφρα, γεγονός που τα συνδέει γενετικά με την πετρολογία της περιοχής.



2 ABSTRACT

The main sources of energy in Greece are the lignite deposits, located in the Ptolemais – Kozani – Florina Basin, Western Macedonia, and in Megalopolis, Arcadia Prefecture. The present study investigates the lignite deposit located in Achlada, Florina. The study area is located in the Pelagonian zone of the Inner Hellenides. Data from 40 boreholes, including moisture (%), ash (%), and calorific value (cal/gr) are examined, as well as thirteen lignite samples for the major and trace element concentrations. The same samples were ashed at 750 °C and the major and trace element concentrations were determined in the ashed samples. Chemical analyses were done by ICP-MS for major elements Fe (%), Al (%), for trace elements Li, Be, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Ag, Cd, Cs, Ba, Pb, Bi, Th, U (ppm), and for rare-earth elements (REE) La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (ppm). The lignite samples were obtained from different wells and depths, to cover the entire study area. By comparing the concentrations between the lignite and ash samples, we conclude the mobility of the elements, the enrichment of the samples, their association with the mineralogy and petrology of the area, and the possible organic relationship with lignite.



3 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης εξετάζεται η γεωχημική σύσταση του λιγνιτικού κοιτάσματος της Αχλάδας, Φλώρινας. Η έρευνα εστίασε σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία σε δείγματα λιγνίτη, καθώς και στα αντίστοιχα δείγματα τέφρας, την κατανομή, τον εμπλουτισμό και την κινητικότητα αυτών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και οι αναλύσεις στο Πανεπιστήμιο Πατρών, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Γεωργακόπουλου Ανδρέα, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την υποστήριξη, την καθοδήγηση, την κατανόηση και τη συνεργασία του όλο αυτό το διάστημα. Η συμβολή του κ. Γεωργακόπουλου στην ολοκλήρωση της διατριβής ήταν καθοριστική σε επιστημονικό, πειραματικό, συγγραφικό και διαμεσολαβητικό επίπεδο με την Επιτροπή Ερευνών, τα «Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας Α.Ε.» και το Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους Καθηγητές του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και μέλη της Τριμελούς Επιτροπής, κ. Κορωναίο Αντώνιο και κ. Μέλφο Βασίλειο, για την στήριξη, την προθυμία και τις επιστημονικές γνώσεις που μου μετέφεραν.

Ιδιαίτερα, θέλω να ευχαριστήσω τους Καθηγητές του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κ. Καντηράνη Νικόλαο και κ. Παπαδοπούλου Λαμπρινή, για τη βοήθεια που μου παρείχαν στο Εργαστήριο Γεωχημείας του Τμήματος, όπως για παράδειγμα την χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού για την επεξεργασία και την καύση των δειγμάτων. Επιπλέον, ευχαριστώ όλους τους υπόλοιπους Καθηγητές και το επιστημονικό προσωπικό του Τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασματολογίας, που ο καθένας ξεχωριστά συνέβαλε με την επιστημονική του γνώση. Σε αυτό το σημείο, θέλω να ευχαριστήσω και τον διατελέσαντα Καθηγητή του Τμήματος, κ Μιχαηλίδη Κλεόπα, για τις γνώσεις που μου μετέφερε, ο οποίος ήταν στην Τριμελή Επιτροπή και λόγω συνταξιοδότησης αντικαταστάθηκε.



Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους Καθηγητές του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών, κ. Καλαϊτζίδη Σταύρο και κ. Λαμπράκη Νικόλαο, για την ανάλυση των δειγμάτων με τη μέθοδο ICP-MS.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά τα «Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας Α.Ε.» για την χρηματοδότηση του προγράμματος για την ανάλυση των δειγμάτων, τις πληροφορίες του κοιτάσματος και τα δεδομένα των γεωτρήσεων που μου παρείχαν. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μάννο Ευάγγελο, Μεταλλειολόγο Μηχανικό της εταιρίας για τη συνεργασία του και πρόσβασή μου σε δεδομένα που μου ήταν απαραίτητα.

Ευχαριστώ επίσης τον συνάδελφο και φίλο Τζάμο Ευάγγελο, διδάκτορα του Τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασμοτολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για τη βοήθεια και στήριξη, σε επιστημονικό και φιλικό επίπεδο, καθώς επίσης και τον συνάδελφο Πάτκο Βασίλειο, Μηχανικό Μεταλλείων και Επιθεωρητή Μεταλλείων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας για τη συμβολή του και τις υποδείξεις του σε θέματα εκμετάλλευσης λιγνιτικών κοιτασμάτων.

Δεν ξεχνώ συγγενείς, φίλους και συναδέλφους που μου συμπαραστάθηκαν όλο αυτό το διάστημα δημιουργώντας τον αλληλοσεβασμό και βάσεις φιλίας για το μέλλον.

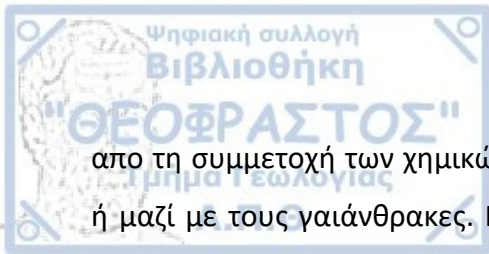
Και φυσικά όλα τα οφείλω στην οικογένεια μου, στους γονείς μου και στις αδελφές μου! Δεν υπάρχουν λόγια για να εκφραστώ μέσα από αυτά, για όλα αυτά που μου έχετε προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια!

4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια από τις σημαντικότερες πηγές ηλεκτροδότησης της Ελλάδας αποτελούν τα κοιτάσματα χαμηλού βαθμού ανθράκων (λιγνίτης), τα οποία εντοπίζονται στις περιοχές: Πτολεμαΐδα (Κοζάνη), Μεγαλόπολη (Αρκαδία), καθώς και Αχλάδα και Αμύνταιο (Φλώρινα). Τα κοιτάσματα της Δυτικής Μακεδονίας αποτελούν τα μεγαλύτερα σε αποθέματα λιγνίτη στην Ελλάδα, ενώ στη δεύτερη θέση ακολουθούν αυτά της Πελοποννήσου. Επιπλέον, στην περιοχή της Δράμας εντοπίζεται λιγνιτικό κοιτάσμα με απόθεμα 900 εκ. τόνους και στην περιοχή Ελασσόνας με 169 εκ. τόνους, τα οποία παραμένουν ανεκμετάλλευτα ως σήμερα (Filippidis et al., 1996; Georgakopoulos, 2000; Χατζηαποστόλου κ.ά., 2004). Εκτός από λιγνίτη η Ελλάδα διαθέτει και ένα μεγάλο κοιτάσμα τύρφης στην περιοχή των Φιλιππων, στην Ανατολική Μακεδονία (Christanis et al., 1998; Kalaitzidis and Christanis, 2002).

Πολλές χώρες έχουν υιοθετήσει μια ενεργειακή πολιτική, η οποία καθορίζει τις προϋποθέσεις για την ποιότητα του καυσίμου που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροδότηση και την καύση αυτού, έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικό για το περιβάλλον. Ένας τρόπος για να εξετασθεί η ποιότητα του καυσίμου είναι να μελετηθούν οι συγκεντρώσεις κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων στο λιγνίτη ως έχει, στο λιγνίτη τροφοδοσίας (feed lignite) αλλά και στα προϊόντα της καύσης του (fly ash, bottom ash). Τα στοιχεία που είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν σε ένα τυπικό κοιτάσμα ανθράκων είναι τα εξής: As, Cd, Cr, Hg, Pd, Se, B, Cl, F, Mn, Mo, Ni, Be, P, Cu, Th, U, V, Zn, Ba, Co, I, Ra, Sb, Sn και Tl (Swaine, 2000).

Τα κύρια στοιχεία καθώς και τα ιχνοστοιχεία, εμφανίζονται στη χημική σύσταση των γαιανθράκων είτε με **οργανική** είτε με **ανόργανη** συγγένεια. Παρόλα αυτά συχνά μπορεί να εμφανίζονται και με τις δυο μορφές. Οι δύο αυτές έννοιες εισήχθησαν για πρώτη φορά από τον Goldschmidt (Goldschmidt, 1935). Η συγγένεια αυτή καθορίζεται από το είδος των χημικών ενώσεων που συμμετέχουν τα στοιχεία κάθε φορά. Για παράδειγμα, στην οργανική ύλη του άνθρακα τα στοιχεία εμφανίζονται συνήθως με τη μορφή οργανο-μεταλλικών αλάτων. Η ανόργανη συγγένεια από την άλλη, καθορίζεται



απο τη συμμετοχή των χημικών στοιχείων σε ενώσεις ορυκτών που συναντώνται μέσα ή μαζί με τους γαιάνθρακες. Η οργανική ή ανόργανη συγγένεια ενός στοιχείου στους γαιάνθρακες καθορίζει τη συμπεριφορά του στοιχείου κατα την καύση, γι' αυτό και πρέπει να ορίζεται όσο το δυνατόν ακριβέστερα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αντίστοιχες μελέτες προσδιορισμού κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων σε διάφορες λιγνιτικές λεκάνες της Ελλάδας, ενώ έχουν μελετηθεί και άλλες παράμετροι σχετικά με την ποιότητα του καυσίμου (Christanis et al., 1998; Kalaitzidis and Christanis, 2000; Georgakopoulos, 2001, Kalaitzidis et al., 2002; Pentari et al., 2004; Kantiranis et al., 2005; Papastergios et al., 2005; Izquierdo et al., 2011).

Για να προσδιοριστεί η σύσταση ενός λιγνιτικού κοιτάσματος λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η περιεκτικότητα του λιγνίτη σε ανθρακοπετρογραφικά συστατικά (macerals), καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει διαφορετική αρχική οργανική ύλη και αντικατοπτρίζει συγκεκριμένες συνθήκες γένεσης, καθώς επίσης και η ορυκτολογία και πετρολογία της περιοχής. Ειδικότερα, η ορυκτολογία, η πετρολογία και η γεωχημική σύσταση των πετρωμάτων της περιοχής μπορεί να συνδράμει καθοριστικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τη γεωχημική σύσταση του κοιτάσματος.

5 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Στόχο της παρούσας διατριβής ειδίκευσης αποτελεί η μελέτη του λιγνιτικού κοιτάσματος στην περιοχή της Αχλάδας, στο νομό Φλώρινας, το οποίο εκμεταλλεύεται η εταιρία «ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ Α.Ε.». Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος ξεκίνησε το 1936 από την ομώνυμη εταιρία και τροφοδοτεί τον ατμοηλεκτρικό σταθμό (ΑΗΣ) Μελίτης. Η περιοχή μελέτης ανήκει στην Πελαγονική Ζώνη και συγκεκριμένα στην περιοχή της Φλώρινας, καταλαμβάνοντας τη λεκάνη μεταξύ του Βόρα στα ανατολικά και του Βέρνου (Βίτσι) στα δυτικά. Δίνεται αναλυτική περιγραφή της γεωλογίας, της γεωγραφίας και της στρωματογραφίας της περιοχής μελέτης.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει το λιγνιτικό κοίτασμα της Αχλάδας από γεωχημική σκοπιά επικεντρώνοντας στην περιεκτικότητα των στοιχείων και στη πιθανή προέλευση τους. Οι τιμές των συγκεντρώσεων κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο ICP – MS σε όλα τα δείγματα. Συγκρίνοντας τις τιμές, μπορούν να βγουν συμπεράσματα για τον εμπλουτισμό των δειγμάτων. Επίσης, γίνεται αναφορά στη περιεκτικότητα των δειγμάτων σε υγρασία, η οποία είναι ένας σημαντικός δείκτης για την ποιότητα του λιγνίτη. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε πυρήνες γεωτρήσεων του λιγνιτωρυχείου. Τα δείγματα είχαν ήδη υποστεί κατεργασία, ώστε να υπολογιστούν η υγρασία (%), η τέφρα (%) και η θερμογόνο δύναμη (cal/gr). Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά όλη η διαδικασία επεξεργασίας και προετοιμασίας των δειγμάτων πριν γίνει ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων. Η διατριβή επικεντρώνεται στις μεταβολές των συγκεντρώσεων κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων στα δείγματα.

6 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Έπειτα από διάφορες μελέτες (Osswald, 1938; Brunn, 1956; Kopp, 1964, 1966; Mercier, 1968; Kronberg et al., 1970; Kockel et al., 1971; Kauffman et al., 1976; Mountrakis et al., 1983; Μουντράκης, 2010) που έχουν γίνει στον Ελλαδικό χώρο, χωρίζεται σε δώδεκα ζώνες, οι οποίες είναι οι εξής (**Σχήμα 1**): Μάζα της Ροδόπης, Σερβομακεδονική Μάζα, Περιροδοπική Ζώνη, Ζώνη Αξιού (υποζώνες Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας), Πελαγονική Ζώνη, Αττικοκυκλαδική Ζώνη, Υποπελαγονική Ζώνη, Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, Ζώνη Ωλονού – Πίνδου, Ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος ή Ιόνιος Ζώνη και Ζώνη Παξών ή Προαπουλία. Σύμφωνα με το διαχωρισμό αυτό, η μάζα της Ροδόπης και η Σερβομακεδονική αποτελούν την Ελληνική Ενδοχώρα, από την Περιροδοπική ζώνη ως την Υποπελαγονική ζώνη είναι οι Εσωτερικές Ελληνίδες και οι λοιπές ζώνες αποτελούν τις Εξωτερικές Ελληνίδες.



Σχήμα 1. Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών.

Rh: Μάζα Ροδόπης
Sm: Σερβομακεδονική μάζα
CR: Περιροδοπική μάζα
(Pe, Pa & Al: Υποζώνες Παιονίας, Παγγαίου & Αλμωπίας)
Ax: Ζώνη Αξιού
PI: Πελαγονική ζώνη
Ac: Αττικοκυκλαδική ζώνη
Sp: Υποπελαγονική ζώνη
Pk: Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας
P: Ζώνη Πίνδου
G: Ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης
I: Ιόνιος ζών
Px: Ζώνη Παξών ή Προαπουλία
Au: Ενότητα «Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι – Ταλέα όρη» πιθανόν Ιονίου ζώνης.
(κατά Mountrakis et al. 1983)

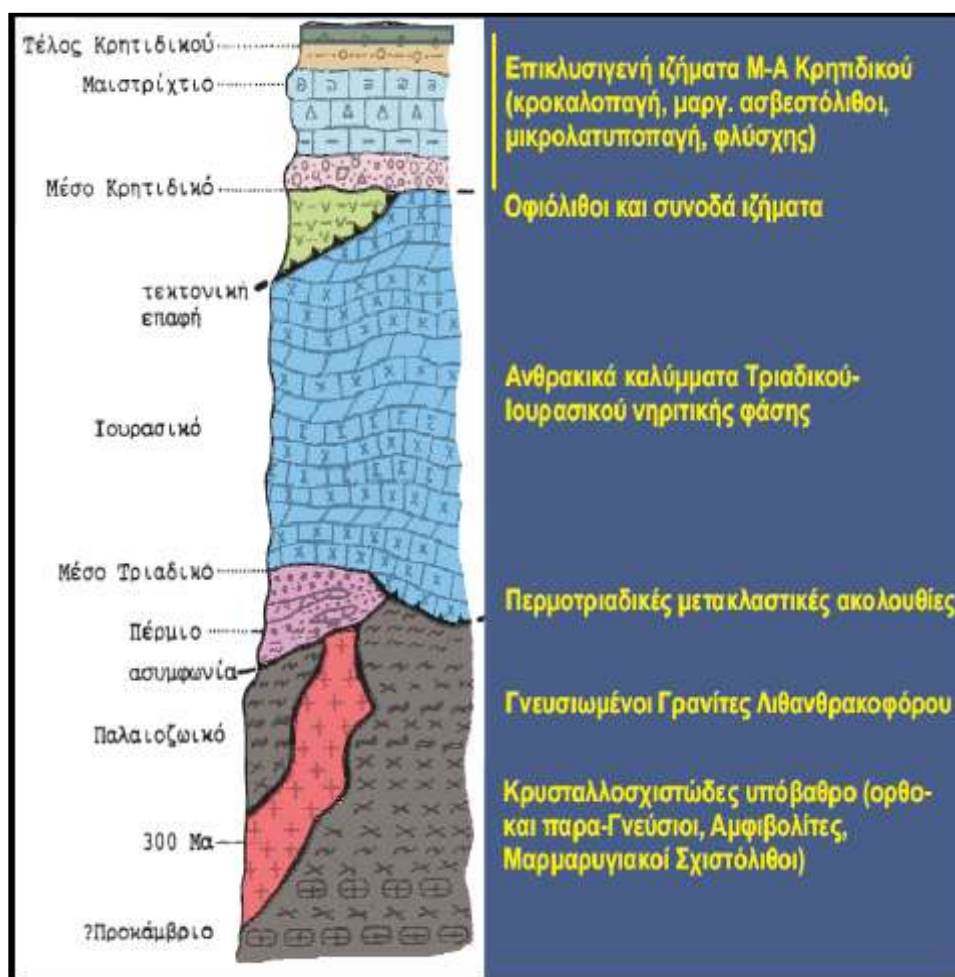
Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην Πελαγονική ζώνη, η οποία έχει διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ, εκτείνεται από τη Βόρεια Μακεδονία προς τα όρη Βόρα, Βέρνο, Βέρμιο, Πιέρια, Όλυμπο, Πήλιο και Βόρεια Εύβοια και συνεχίζει προς τα νησιά των Σποράδων, περιλαμβάνοντας τα νησιά Σκιάθο, Σκόπελο και Σκύρο. Πιθανόν περιλαμβάνονται τα νησιά Οινούσες και η περιοχή της Σακάρυας της βόρειας Μικράς Ασίας, όπου έχουν βρεθεί ανάλογα πετρώματα.

Η αρχική της ονομασία ήταν «Πελαγονική ζώνη και το κάλυμμά της» (Kossmat, 1924), διότι η κύρια μάζα της αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, πάνω στα οποία συναντώνται μεσοζωικά ιζήματα, ενώ η ονομασία «Πελαγονική Ζώνη» καθιερώθηκε (Brunn, 1956; Aubouin, 1957) στο πλαίσιο διαίρεσης της Ελλάδας στις ζώνες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Παλαιότερες απόψεις θεωρούν ότι η Πελαγονική ήταν ένα ύβωμα, το οποίο χώριζε ανατολικά την αύλακα της Αλμωπίας και δυτικά την αύλακα της Πίνδου, όπου στο υποθαλάσσιο τμήμα του διακόπτονταν από δύο βυθίσματα στις περιοχές Κοζάνης και κεντρικής Εύβοιας, μέσω των οποίων επικοινωνούσαν οι δύο αύλακες. Στις σύγχρονες απόψεις (Mountrakis 1984, 1986, 1994; Robertson et al., 1991) η Πελαγονική ζώνη θεωρείται ως ένα ηπειρωτικό τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου, το οποίο αποσπάστηκε από τη Godwana κατά το Πέρμιο και αμφίπλευρα αυτού αναπτύχθηκε ο ωκεανός της Τηθύος, τμήμα του οποίου εντοπίζεται σήμερα στις Ζώνες Αξιού, Υποπελαγονικής και Πίνδου, πάνω στις οποίες επωθήθηκε ο ωκεάνιος φλοιός μαζί με τα ιζήματά του (οφιόλιθοι).

6.2 ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ

Η Πελαγονική αποτελείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, τους γνευσιωμένους πλουτωνίτες, τα ημιμεταμορφωμένα πετρώματα ηλικίας Πέρμιο – Τριαδικό, τα δύο ανθρακικά καλύμματα ηλικίας Τριαδικού-Ιουρασικού, τις οφιολιθικές μάζες και τα επικλυσιογενή ιζήματα του Άνω Κρητιδικού (Αναστασίου και Ψαράς, 2014). Αναλυτικότερα, κάθε τμήμα της λιθοστρωματογραφίας περιγράφεται παρακάτω στο **Σχήμα 2** (Μουντράκης, 1985), καθώς και η συνολική στρωματογραφική στήλη της Πελαγονικής (Μουντράκης, 2008).



Σχήμα 2: Λιθοστρωματογραφική στήλη της Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 2008).

6.3 ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΕΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα είναι το κύριο δομικό συστατικό της Πελαγονικής και εξαπλώνονται σε μεγάλο εύρος. Αποτελούνται από πολλές ενότητες πετρωμάτων και συναντώνται ως αλλεπάλληλα τεκτονικά λέπια. Οι ενότητες των πετρωμάτων, επειδή έχουν παρόμοια λιθολογική ανάπτυξη και συνθήκες δημιουργίας, όπου έλαβαν χώρα στο Παλαιοζωικό, θεωρήθηκαν ως παράλληλες ενός κοινού υποβάθρου. Η εικόνα που συναντάται από τους κατώτερους προς τους ανώτερους είναι:

- Γνεύσιοι βιοτιτικοί, οφθαλμοειδείς, ορθοπροέλευσης,
- Μιγματιτικοί γνεύσιοι,
- γνεύσιοι ταινιωτοί, μοσχοβιτικοί, παραπροέλευσης,
- αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί – βιοτιτικοί σχιστόλιθοι,
- γρανατούχοι διμαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι,
- εναλλαγές αμφιβολιτικών, μαρμαρυγιακών, επιδοιτιτικών σχιστολίθων με παρεμβολές απλιτογνευσίων.

Η πρώτη μεταμόρφωση του υποβάθρου ήταν αμφιβολιτικής φάσης και έγινε στο Παλαιοζωικό, πριν από το Άνω Λιθανθρακοφόρο (Μουντράκης, 2010).

6.4 ΓΝΕΥΣΙΩΜΕΝΟΙ ΠΛΟΥΤΩΝΙΤΕΣ ΤΟΥ ΑΝΩ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟΥ

Μέσα στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο παρεμβάλλονται παλιοί μεγάλοι πλουτωνικοί όγκοι, οι οποίοι έχουν παρόμοια σύσταση και υφή (πορφυριτικοί γρανίτες με μεγάλους κρυστάλλους καλιούχων αστρίων, χαλαζιακοί μονζονίτες, γρανοδιορίτες κ.ά.) και αναπτύσσονται στις περιοχές της Φλώρινας, του όρους Βαρνούντα, της Καστοριάς, του Λιβαδιού και Καταφυγίου των Πιερίων, του Αγίου Αθανασίου, καθώς και των άλλων μικρών και μεγάλων γρανιτικών όγκων του όρους Βόρα, της Βλάστης, της Βερδικούσας, της Ελασσώνας κ.ά.

Οι διεισδύσεις αυτές έλαβαν χώρα κατά το Άνω Λιθανθρακοφόρο δημιουργώντας σε πολλές περιπτώσεις φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής που παρατηρούνται στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Τα γρανιτικά αυτά πετρώματα υπέστησαν την αλπική μεταμόρφωση (συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης) που έλαβε χώρα κατά το Άνω Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό. Στην Πελαγονική ζώνη παρατηρούνται γρανιτικοί όγκοι οι οποίοι παραμένουν ανέπαφοι από την αλπική μεταμόρφωση, όπως επίσης παρατηρούνται γρανιτικές διεισδύσεις, οι οποίες διεισδύουν η μία μέσα στην άλλη, γεγονός που οδηγεί στην υπόνοια ότι νεότερα μάγματα διείσδυσαν στους γρανιτικούς αυτούς όγκους (Μουντράκης, 2010).

Σε όλη την Πελαγονική ζώνη παρατηρούνται αλληπάλληλες ζώνες μυλωνιτίωσης, που συνδέονται πιθανώς με έντονα τεκτονικά γεγονότα, όπως είναι η καταβύθιση του ωκεάνιου φλοιού της δυτικής λεκάνης και η επώθηση των οφιολίθων της Υποπελαγονικής πάνω στο ηπειρωτικό περιθώριο της Πελαγονικής ή τα τεκτονικά συμπιεστικά και εφελκυστικά γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά το Τριτογενές (Κίλιας, 1980).

6.5 ΜΕΤΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΜΙΟΥ – ΤΡΙΑΔΙΚΟΥ

Πάνω από το υπόβαθρο και τους πλουτωνίτες της Πελαγονικής έγινε απόθεση μιας μετα-ηφαιστειακής σειράς πάχους 200m κατά το Πέρμιο – Κάτω Τριαδικό, η οποία αποτελείται από κλαστικά ιζήματα και ηφαιστειακά υλικά (τόφφοι, όξινες και βασικές λάβες), η οποία με τη σειρά της μεταμορφώθηκε σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης κατά το Άνω Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό. Η εμφάνιση των μετακλαστικών ακολουθιών βρίσκεται στο δυτικό περιθώριο της ζώνης και αντιπροσωπεύει μία περμοτριαδική ιζηματογένεση ηπειρωτικής κατωφέρειας, η οποία έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια της ηπειρωτικής διάρρηξης, όπου και αναπτύχθηκε μία ωκεάνια περιοχή (Μουντράκης, 2010).

6.6 ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΡΙΑΔΙΚΟΥ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟΥ

Τα αλπικά ιζήματα, ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού της Πελαγονικής είναι κυρίως νηριτικά και ανθρακικά και εξαπλώνονται σε μεγάλη έκταση της ζώνης. Το δυτικό κάλυμμα αναπτύσσεται κατά το Μέσο Τριαδικό – Άνω Ιουρασικό, αποτελούμενο από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους διαφόρων τύπων με ελάχιστες πηλτικές ενστρώσεις και το πάχος του κυμαίνεται από 600m ως 800m. Το ανατολικό κάλυμμα είναι παρα-αυτόχθονο, γιατί αποτέθηκε αρχικά στο ανατολικό περιθώριο προς τη ζώνη της Αλμωπίας και εν συνεχεία έγινε επώθηση αυτού προς τα δυτικά πάνω στο υπόβαθρο της Πελαγονικής. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους και μάρμαρα που είναι καθαρά νηριτικής σύστασης. Η μεταμόρφωση είναι αισθητή και στα δύο καλύμματα και υπολογίζεται ότι έλαβε χώρα κατά το Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό κάτω από συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης (Μουντράκης, 2010).

6.7 ΟΦΙΟΛΙΘΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Πάνω από τα ανθρακικά καλύμματα όσο και στο εσωτερικό της Πελαγονικής ζώνης παρατηρούνται σημαντικές αλλόχθονες οφιολιθικές σειρές, οι οποίες προέρχονται από την επώθηση των ωκεάνιων περιοχών της Υποπελαγονικής και της Ζώνης Αξιού μαζί με αλλά ανθρακικά ιζήματα βαθιάς θάλασσας, σχηματίζοντας τα χαρακτηριστικά τεκτονικά μίγματα (*mélanges*). Χαρακτηριστικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς είναι:

- Οι σερπεντινωμένοι δουνίτες, οι χαρτσβουργίτες και άλλα υπερβασικά πετρώματα,
- οι γάββροι και οι νορίτες και άλλα βασικά πετρώματα,
- και οι pillow λάβες, διαβάσεις και άλλα βασικά ηφαιστειακά καθώς και τόφφοι.

Τα συνοδά ιζήματα είναι: κερατόλιθοι με ραδιολαρίτες, αργιλικόι σχιστόλιθοι, ασβεστολιθικοί πυριτιόλιθοι, πελαγικοί ασβεστόλιθοι, και κλαστικά ιζήματα με υλικά που προέρχονται από την διάβρωση βασικών μαγματικών πετρωμάτων (Μουντράκης, 2010).

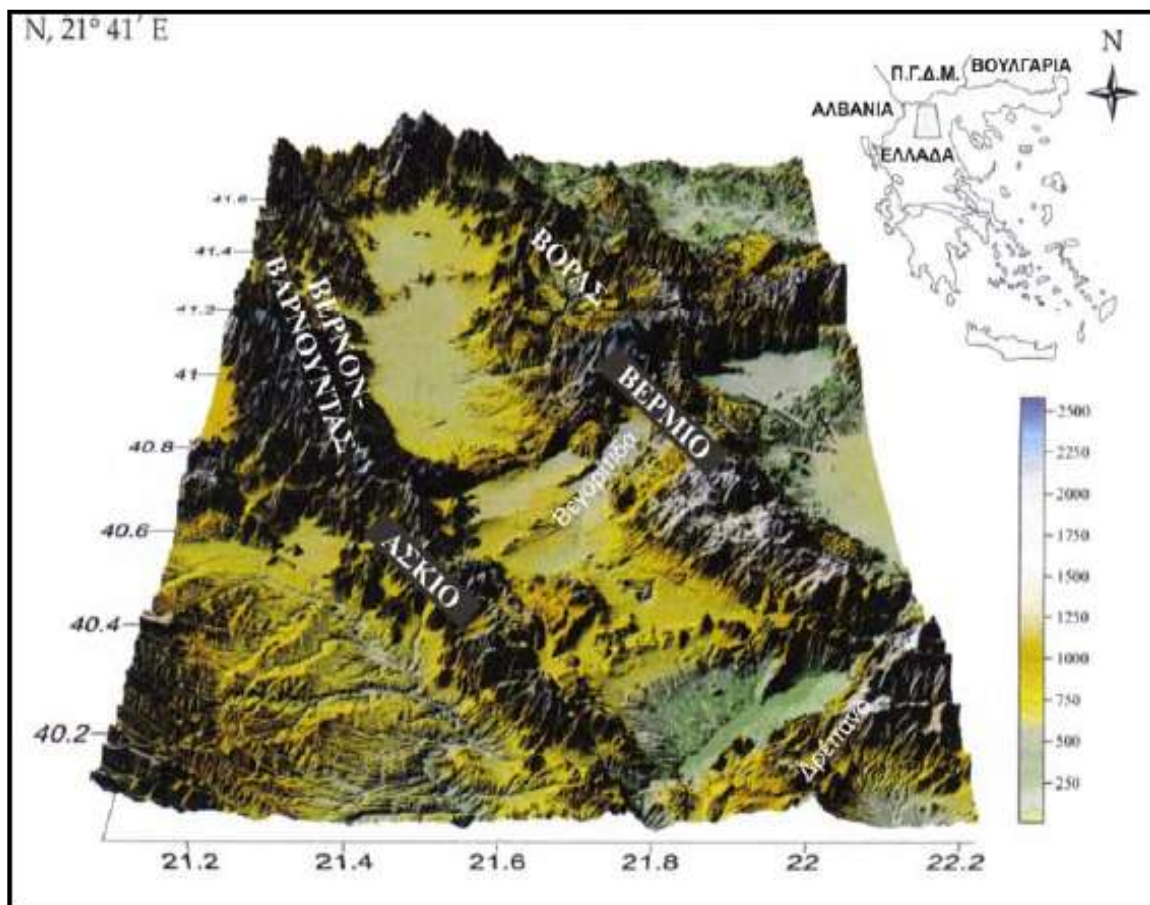
6.8 ΕΠΙΚΛΥΣΙΓΕΝΗ ΙΖΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ – ΑΝΩ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ

Κατά το Μέσο – Άνω Κρητιδικό παρατηρείται επίκλυση της θάλασσας και τοποθετούνται ασύμφωνα νέα ιζήματα πάνω στους οφιολίθους και στα σύνοδα τους πελαγικά ιζήματα, καθώς και στα ανθρακικά πετρώματα που έχουν πτυχωθεί κατά την Άνω Ιουρασική – Κάτω Κρητιδική ορογένεση. Η στρωματογραφική διάρθρωση της περιόδου αυτής, ξεκινώντας από τα κατώτερα προς τα ανώτερα στρώματα, έχει ως εξής:

- κροκαλοπαγή, μικρολατυποπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Κενομάνιο - Τουρώνιο)
- μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι (Σαντώνιο – Καμπάνιο)
- συμπαγείς ασβεστόλιθοι με απολιθώματα *Orbitoides Media* (Μαιστρίχτιο)
- φλύσχης που αρχικά είναι σχιστώδης ασβεστιτικός, εξελίσσεται σε ασβεστοπηλιτικό – ψαμμιτικό και καταλήγει πηλιτικό κροκαλοπαγές κατά την περίοδο του Άνω Μαιστρίχτιου – αρχές Παλαιοκαίνου (Μουντράκης, 2010).

7 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΧΛΑΔΑΣ)

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται κοντά στο χωριό Αχλάδα, στο νομό Φλώρινας (ΒΔ Μακεδονία) και συγκεκριμένα 20 km ΒΔ της πόλης της Φλώρινας. Η περιοχή αποτελεί ένα τμήμα της επιμήκους τεκτονικής τάφρου Κοζάνης - Πτολεμαΐδας - Φλώρινας, εντός των ελληνικών συνόρων και εκτείνεται προς την πόλη Μπίτολα της Βόρειας Μακεδονίας. Η τεκτονική τάφρος έχει μήκος πάνω από 150 km και μέσο πλάτος περίπου 15 km. Το μέσο απόλυτο υψόμετρο της λεκάνης είναι 600 m και έχει διεύθυνση ΒΒΑ - ΝΝΔ, παράλληλα με τις Ελληνίδες οροσειρές (**Σχήμα 3**).



Σχήμα 3. Τρισδιάστατη αναπαράσταση της λεκάνης Φλώρινας – Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης – Σερβίων (Οικονομόπουλος, 2010).

Η τάφρος αρχίζει από τα βόρεια σύνορα και καταλήγει προς το νότο, στα Καμβούνια όρη και ΝΑ στο χωριό Φλάμπουρο. Στην περιοχή της Φλώρινας η λεκάνη βρίσκεται μεταξύ των ορεινών συγκροτημάτων Βόρα (Καϊμάκτσαλαν) και Βέρμιο στα ανατολικά και του όρους Βέρνου (Βίτσι), Βαρνούντα και Άσκιου στα δυτικά. Ανάμεσα στα όρη Βόρας και Βέρμιο βρίσκεται η λίμνη Βεγορίτιδα, που είναι ένα ανεξάρτητο τεκτονικό βύθισμα. Στο νότιο τμήμα της λεκάνης συναντώνται οι λοφοσειρές Δρέπανου – Κοζάνης, οι οποίες είναι ανάμεσα στα όρη, Βέρμιο και Άσκιο (Οικονομόπουλος, 2010).

Η τεκτονική τάφρος δεν είναι ενιαία, αφού λοφοσειρές και εξάρματα την χωρίζουν σε επιμέρους λεκάνες. Για παράδειγμα, το έξαρμα «Κλειδιού – Ξινού Νερού – Αετού», με ύψος 900m, χωρίζει τη λεκάνη της Φλώρινας από τη λεκάνη Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας. Στη λεκάνη υπάρχουν τέσσερις λίμνες, Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη, οι οποίες έχουν συμμετρική ανάπτυξη, γεγονός που οφείλεται σε νεότερο τεκτονισμό (Παυλίδης, 1985). Στη λεκάνη της Φλώρινας συναντάται το υπερυψωμένο τμήμα από νεογενή ιζήματα στην περιοχή της Βεύης. Εκεί εμφανίζονται τα λιγνιτικά στρώματα Μειοκαινικής ηλικίας και η ενδοορεινή κοιλάδα Αχλάδας – Φλώρινας, παρουσιάζοντας ιδιαίτερη σημασία στη νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής.

7.1 ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΤΑΦΡΟΥ

Σύμφωνα με τα δεδομένα του γεωτρητικού προγράμματος των Λιγνιτωρυχείων Αχλάδας (Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας, 2013), πριν από τον σχηματισμό της τάφρου υπήρχαν η κρυσταλλοσχιστώδης μάζα (γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, χαλαζίτης, μάρμαρα κ.ά.) του Σινιάτσικου, η οποία προέρχεται από παλαιοζωικά ιζήματα, των οποίων η μεταμόρφωση έγινε κατά τη διάρκεια της Ερκύνιας ορογένεσης, και το Μεσοζωικό κάλυμμα από πετρώματα τριαδικο-ϊουρασικής και ανω-κρητιδικής περιόδου, το οποίο επικάθεται ασύμφωνα πάνω στα κρυσταλλικά και ημι-μεταμορφωμένα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης.

Στο τέλος της τριτογενούς περιόδου και συγκεκριμένα κατά το Πλειόκαινο, λόγω των συνορογενετικών φάσεων των νεοαλπικών πτυχώσεων, έλαβε χώρα διάρρηξη των προαναφερθέντων πετρωμάτων. Συνέπεια των τεκτονικών αυτών κινήσεων ήταν η δημιουργία ρηγμάτων, μεγάλου μήκους και κατεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ έως ΒΒΔ-ΝΝΑ, οι επακόλουθες κατακρημνίσεις μεγάλων τμημάτων της χέρσου και η τελική δημιουργία μιας τεράστιας τεκτονικής τάφρου. Όπως έχει προαναφερθεί, η τεκτονική αυτή τάφος περιλαμβάνει μία ολόκληρη σειρά επί μέρους βυθισμάτων, τα οποία δημιούργησαν τους χώρους απόθεσης των νεογενών ιζημάτων σημαντικού πάχους, μεταξύ των οποίων και των λιγνιτικών.

Μετά την απόθεση των πλειοκαινικών ιζημάτων και συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς, συνέβησαν ορογενετικές κινήσεις, που είχαν σαν αποτέλεσμα τις τεκτονικές διαταραχές και τη δημιουργία πτυχώσεων. Οι κινήσεις αυτές επέδρασαν πάνω στα στρώματα των πλειοκαινικών ιζημάτων, τα οποία τεμαχίστηκαν, παραμορφώθηκαν και υπέστησαν επί μέρους ανοδικές και καθοδικές κινήσεις. Ο κατακερματισμός των πλειοκαινικών στρωμάτων, όπως και οι μεταπτώσεις που ακολούθησαν, είχαν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μέσα στην τάφρο των παρακάτω μικρότερων λεκανών από Βορρά προς Νότο:

- Λεκάνη Φλώρινας
- Λεκάνη λίμνης Πετρών – Λιμνοχωρίου
- Λεκάνη Πτολεμαΐδας
- Λεκάνη έλους Σαριγκιόλ
- Λεκάνη Κοζάνης-Σερβίων

Οι λεκάνες αυτές χωρίζονται μεταξύ τους από τα ακόλουθα ρηξιγενή εξάρματα επίσης από Βορρά προς Νότο:

- Έξαρμα Κλειδιού-Αετού
- Έξαρμα έλους Βεγόρας
- Έξαρμα Αγίου Χριστοφόρου-Κομάνου
- Έξαρμα Κοίλων – Γαλάνης – Προσκυνηταρίου

Στη συνέχεια, από τις κινήσεις που διαμόρφωσαν τα παραπάνω βυθίσματα και εξάρματα, έλαβαν χώρα νέες διαρρήξεις, κλιμακωτές μεταπτώσεις, επί μέρους μετακινήσεις και κλίσεις των νεογενών και τεταρτογενών στρωμάτων. Τα τεκτονικά αυτά φαινόμενα διαμόρφωσαν τη σημερινή μορφολογία της τεκτονικής τάφρου Φλώρινας – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης.

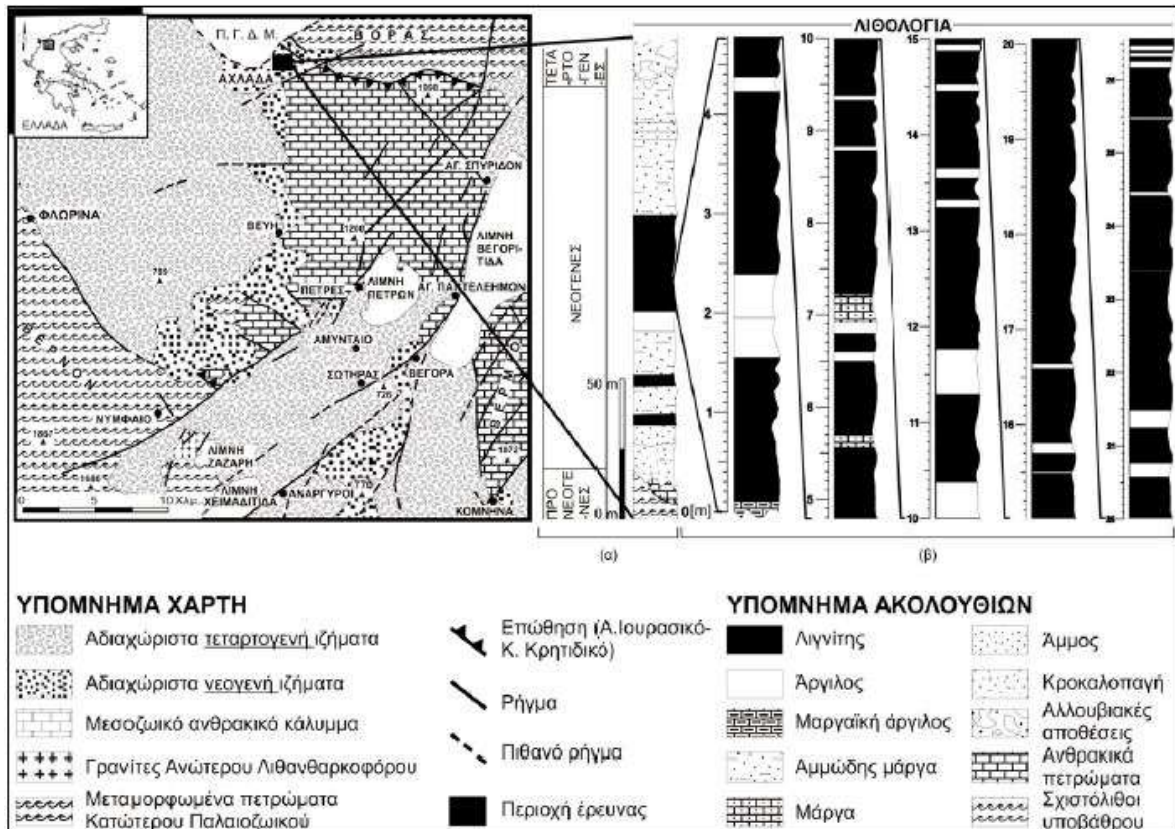
Τα ρήγματα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης θεωρούνται σαν αρχικά κρασπεδικά ρήγματα, τα οποία δημιούργησαν την τάφρο. Υπάρχει όμως και ένα νεότερο κύριο σύστημα ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, στο οποίο οφείλεται ο κατατεμαχισμός της τάφρου εγκάρσια προς τη γενική διεύθυνση. Τέλος, υπάρχουν και δευτερεύοντα νεότερα συστήματα ρηγμάτων διευθύνσεων Β-Ν και ΑΒΑ-ΔΝΔ.

Όλες οι προαναφερθείσες τεκτονικές διαταραχές προκάλεσαν την τοπική κλίση και πτύχωση των νεογενών ιζημάτων, καθώς και των λιγνιτοφόρων στρωμάτων. Η κλίση αυτή, χωρίς να επικρατεί σε μεγάλα τμήματα των λεκανών, δεν υπερβαίνει τις 5° με 10° με γενική διεύθυνση προς τα ΝΔ. Πρόσθετα αποτελέσματα των τεκτονικών διαταραχών και των άλλων φαινομένων είναι η διάβρωση των νεογενών ιζημάτων και των τεταρτογενών υπερκειμένων τους, όπως και οι επί μέρους διακοπές της ιζηματογένεσης – λιγνιτογένεσης.

Ο λιγνίτης αποτελεί προϊόν αποσύνθεσης της κατώτερης υδρόβιας χλωρίδας (βρύα, καλάμια κ.ά.), η οποία αναπτύχθηκε στα νεογενή έλη της περιοχής. Η συνεχής καθίζηση του πυθμένα του έλους προκάλεσε τη συγκέντρωση τεράστιων ποσοτήτων φυτικών ιζημάτων, από τα οποία προήλθαν τα λιγνιτικά ιζήματα. Ο λιγνίτης της ευρύτερης περιοχής χρονολογείται στο Ανώτερο Πλειόκαινο.

Στις ελάχιστες περιοχές όπου η καθίζηση του πυθμένα ήταν αργή και ομοιόμορφη, σχηματίστηκε παχύ κοίτασμα, το οποίο διακόπτεται από μικρού πάχους ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις. Συνήθως όμως εμφανίζεται ζωηρή εναλλαγή μεγάλου πάχους γαιωδών υλικών και λιγνίτη, αποτέλεσμα το οποίο δείχνει ότι η ταχύτητα καθίζησης πολλές φορές ξεπέρασε το άνω όριο για την ανάπτυξη της χλωρίδας και

επομένως για τον σχηματισμό του λιγνίτη. Οι στείρες ενστρώσεις συνίστανται συνήθως από μάργες, άργιλο και άμμο και όλες τις μεταβατικές βαθμίδες αυτών. Στο **Σχήμα 4** παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης καθώς επίσης και η γενικευμένη λιθολογία αυτής.



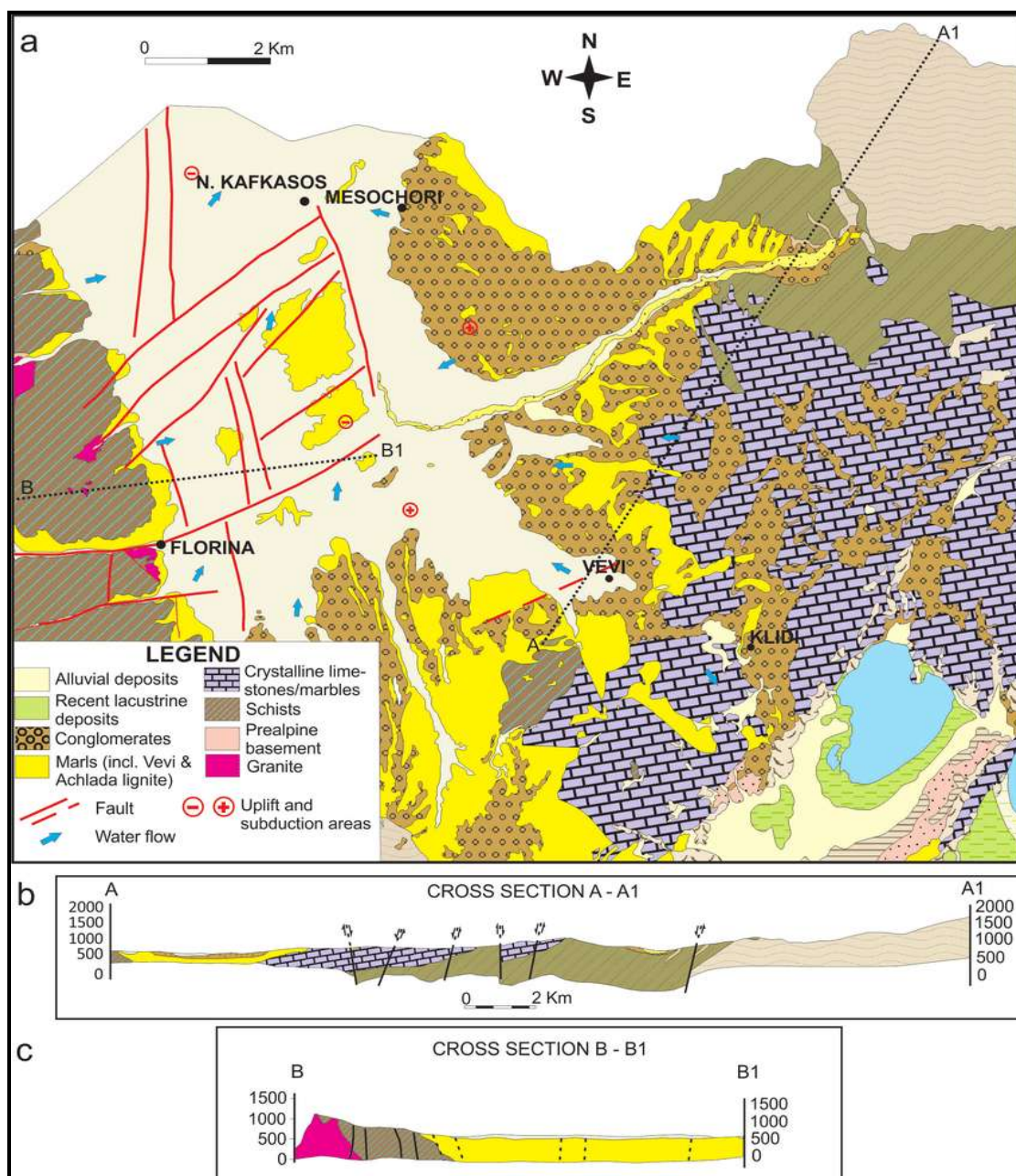
Σχήμα 4. Ο γεωλογικός χάρτης της λεκάνης της Φλώρινας και η γενικευμένη λιθολογική στήλη της ευρύτερης περιοχής και της περιοχής μελέτης της Αχλάδας, ΒΔ Μακεδονία (Οικονομόπουλος, 2010).

7.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΧΛΑΔΑΣ

Σύμφωνα με τα δεδομένα του γεωτρητικού προγράμματος των Λιγνιτωρυχείων Αχλάδας (Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας, 2013), η λιθολογία της περιοχής μελέτης διαμορφώνεται ως εξής: Βόρεια του ποταμού Γεροποτάμου, στην επιφάνεια και στο υπόβαθρο του κοιτάσματος, συναντώνται σχιστόλιθοι με ποικίλη ορυκτολογική σύσταση, ενώ νότια του ποταμού Γεροποτάμου και στην επιφάνεια, συναντώνται κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ανατολικά της υπάρχουσας γέφυρας προς το ναό της Ανάληψης και σχιστόλιθοι στα δυτικά αυτής (**Σχήμα 6**). Κάτω από τους ιζηματογενείς σχηματισμούς ακολουθεί βαθμιαία μετάβαση από τον ασβεστόλιθο στο σχιστόλιθο, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά σε κάποιες κοντινές γεωτρήσεις (απόσταση μεταξύ αυτών 100 m). Παρακάτω, στο **Σχήμα 5**, φαίνεται η λιθολογία της περιοχής, καθώς επίσης και η γεωλογία αυτής από τις γεωλογικές τομές. Η λιγνιτοφορία ξυλιτικού τύπου αναπτύσσεται εντός λεπτόκοκκης γκριζοπράσινης άμμου και μάργας ποικίλης σύστασης. Προς τα ανατολικά το κοίτασμα παρουσιάζει μεγάλο πάχος, με μεγάλο αριθμό απολήψιμων στρωμάτων (έως 35) και χωρίς σαφείς διαχωρισμούς συγκεκριμένων λιγνιτικών οριζόντων. Σταδιακά, προς τα δυτικά, το κοίτασμα μειώνεται σε πάχος και αριθμό στρωμάτων, ενώ το πάχος των νεογενών αυξάνεται σημαντικά. Παρατηρείται η ανάπτυξη ενός πρώτου οριζοντα μεγάλου πάχους (3 – 5 m) και βαθύτερα ακολουθούν 5 – 7 στρώματα πάχους 0.2 – 1.0 m.

Συνήθως στα υπερκείμενα του ξυλίτη, συναντάται μια ανοικτή καφεκίτρινη μάργα με άμμο σημαντικού πάχους. Ο σχηματισμός αυτός έχει διαβρωθεί και δεν συναντάται στις περιοχές κοντά στον ποταμό Γεροπόταμο, απομακρύνοντας συχνά και το πρώτο λιγνιτοφόρο στρώμα μεγάλου πάχους (περιοχή Γιουρούκι). Ο καφεκίτρινος σχηματισμός λίγο πριν από το πρώτο στρώμα του ξυλίτη αλλάζει σε γκρι-μπλε αμμομαργαϊκό σχηματισμό. Στα τεταρτογενή είναι χαρακτηριστικές οι συγκεντρώσεις χαλαζιακών κροκαλών στα βόρεια και κροκαλοπαγών σχηματισμών στα νότια του Γεροποτάμου.

Εντός του κοιτάσματος παρατηρούνται ρήγματα των παραπάνω συστημάτων μικρού συνήθως άλματος (0 – 5 m). Στην περιοχή Γιουρούκι, στα όρια της εκσκαφής, υπάρχει ρήγμα άλματος 15 m με σημαντική υδροφορία. Επιπλέον, στις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν σε χαμηλά υψόμετρα και γύρω από τον ποταμό Γεροπόταμο, συναντάται υδροφορία σε πολύ μικρότερο βάθος (5 m).



Σχήμα 5. Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης της Φλώρινας, ο οποίος περιλαμβάνει τη λιθολογία και τα ρήγματα. Παρουσίαση γεωλογικών τομών A-A1 και B-B1 (Κουκουζας et al., 2015).

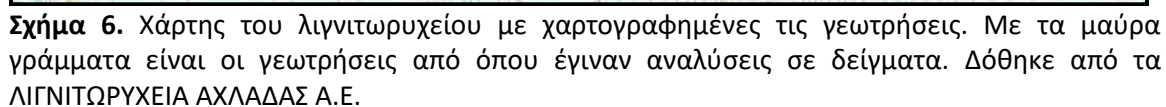
8 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, δόθηκαν από τα Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας δεδομένα από το γεωτρητικό πρόγραμμα, καθώς και οι περιγραφές των πυρήνων των γεωτρήσεων. Μελετώντας και συγκρίνοντας τις περιγραφές διπλανών γεωτρήσεων παρατηρείται πως όλο το κοίτασμα είναι «τύπου ζέβρας». Σε αρκετές περιπτώσεις τα λιγνιτοφόρα στρώματα εναλλάσσονταν με στείρα υλικά, τα οποία όμως δεν ξεπερνούσαν τα 20 εκατοστά. Επομένως, σε τέτοιες περιπτώσεις, θεωρήθηκε σαν ένα λιγνιτικό στρώμα.

Από τη μελέτη των δεδομένων των γεωτρήσεων μπορεί κανείς να παρατηρήσει πως η λιθοστρωματογραφία της περιοχής χαρακτηρίζεται κυρίως από εναλλαγές μαργών, άμμων και αργίλων που ενδιάμεσα τους βρίσκονται οι λιγνιτικές ενστρώσεις. Άλλα υλικά που συναντώνται είναι ιλύς και χαλαζιακοί ή ασβεστολιθικοί όγκοι στους ανώτερους ορίζοντες. Η άμμος διαφοροποιείται στο χρώμα, την κοκκομετρία και την σύσταση. Στις μάργες διαφοροποιείται το χρώμα και η σύσταση. Στο **Παράρτημα Ι** δίνεται πλήρης περιγραφή των γεωτρήσεων από τις οποίες επιλέχθηκαν τα δείγματα.

Επιπλέον, κάποια ορυκτολογικά και πετρογραφικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος, σύμφωνα με έρευνα που έγινε στην ίδια περιοχή (Οικονομόπουλος, 2010), είναι ότι στα λιγνιτικά δείγματα βρέθηκαν ορυκτά όπως γύψος, ανυδρίτης, αργιλικά ορυκτά (ιλλίτης - μοσχοβίτης, καολινίτης και χλωρίτης), χαλαζίας, άστριοι, ασβεστίτης, δολομίτης και σιδηρίτης, σιδηροπυρίτης και αιματίτης. Στην ίδια έρευνα μελετήθηκαν και ενδιάμεσα ανόργανα ιζήματα και διαπιστώθηκαν τα αργιλικά ορυκτά που υπάρχουν και στα δείγματα λιγνίτη εκτός από γύψο, ανυδρίτη, σιδηροπυρίτη και αιματίτη.

Στους **Πίνακες 1- 4** παρατίθενται στοιχεία για τις γεωτρήσεις, όπως το βάθος της κάθε γεώτρησης, το συνολικό πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων, το σύνολο των στρωμάτων καθώς και οι ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές, και οι αυτών. Στον **Πίνακα 1** χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από όλες τις γεωτρήσεις, οι οποίες στο



Πίνακας 1. Σύγκριση του βάθους όλων των γεωτρήσεων (m) με το συνολικό βάθος του λιγνιτικού κοιτάσματος (m) και το σύνολο των στρωμάτων σε κάθε γεώτρηση.

Γεώτρηση	Βάθος γεώτρησης (m)	Συνολικό πάχος λιγνίτη (m)	Στρώματα
NG1	108.00	28.36	29
NG2	80.00	13.37	17
NG3	120.00	20.73	31
NG4	105.00	12.45	21
NG5	88.00	11.91	16
NG6	76.00	23.68	24
NG7	94.00	5.05	7
NG8	58.00	12.80	12
NG9	68.00	12.28	7
NG10	70.00	14.10	11
NG11	64.00	13.38	13
NG12	70.00	13.66	7
NG13	80.00	3.74	10
NG14	85.00	16.66	9
NG15	81.00	16.16	13
PD1	60.00	5.92	3
PD2	100.00	0.25	1
PD3	60.00	1.4	2
PD4	130.00	4.35	4
PD5	100.00	8.90	5
PD6	130.00	5.53	5
PD7	130.00	2.52	4
PD8	80.00	1.35	3
PD9	80.00	10.30	10
PD10	80.00	3.48	4
PD11	80.00	5.80	6
PD12	100.00	2.65	1
PD13	110.00	5.22	5
PD14	80.00	7.65	7
PD15	80.00	8.03	16
PD16	60.00	9.53	16
PD17	65.00	14.31	17
PD18	69.00	12.11	10
PD19	60.00	9.78	12
PD20	80.00	13.14	21
PD21	75.00	14.69	16
PD22	82.00	8.29	14
PD23	82.00	12.62	18
PD24	89.00	13.45	16
PD25	89.00	5.94	9
PD26	102.47	7.13	8
PD28	100.00	11.03	17
PD31	100.00	13.41	18
PD33	100.00	8.21	11
PD34	91.12	1.80	3
PD35	81.00	1.80	1
Ελάχιστο	58.00	0.25	1
Μέγιστο	130.00	28.36	31
Μέσος Όρος	86.36	9.76	11

Πίνακας 2. Επιλεγμένες γεωτρήσεις από τις οποίες έγινε η δειγματοληψία.			
Γεώτρηση	Βάθος γεώτρησης (m)	Συνολικό πάχος λιγνίτη (m)	Στρώματα
NG2	80	13.37	17
NG3	120	20.73	31
NG6	76	23.68	24
NG8	58	12.8	12
NG9	68	12.28	7
PD4	130	4.35	4
PD11	80	5.8	6
PD13	110	5.22	5
PD18	69	12.11	10
PD28	100	11.03	17
Ελάχιστο	58	4.35	4
Μέγιστο	130	28.36	31
Μέσος Όρος	90.8	13.6	14

Τα δεδομένα του **Πίνακα 3** προέρχονται από όλες τις γεωτρήσεις και είναι οι ελάχιστες, οι μέγιστες και οι μέσες τιμές των ποσοστών της υγρασίας (%) και της τέφρας (%) και η θερμογόνο δύναμη (cal/gr) για κάθε γεώτρηση.

Στον **Πίνακα 4** δίνονται οι μέσες τιμές των ελάχιστων, των μέγιστων και των μέσων τιμών σε τρεις ορίζοντες σύμφωνα με το βάθος των γεωτρήσεων. Ο διαχωρισμός έγινε ανά 30 m, επομένως ο πρώτος ορίζοντας ξεκινάει από 0 ως 30m, ο δεύτερος από 30 μέχρι 60 m και ο τρίτος είναι >60 m.

Αυτό που παρατηρείται στον **Πίνακα 4** είναι ότι οι τιμές της υγρασίας μειώνονται όσο μεγαλώνει το βάθος των γεωτρήσεων, ενώ οι υπόλοιπες παράμετροι παραμένουν στις ίδιες τιμές. Βέβαια αυτό δεν είναι απόλυτο γιατί από την επιφάνεια έως τα 30 πρώτα μέτρα, επειδή δεν ξεκινούν όλες οι γεωτρήσεις από το ίδιο υψόμετρο, δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα. Στο δεύτερο και στον τρίτο ορίζοντα μπορεί να γίνει μία τέτοιου είδους σύγκριση, όπου παρατηρείται μείωση τουλάχιστον 2 -3 % και στις μέσες τιμές αλλά και στις ελάχιστες και μέγιστες.

Πίνακας 3. Ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές για την υγρασία (%), την τέφρα (%) και την θερμογόνο δύναμη (cal/gr).

	Υγρασία (%)			Τέφρα (%)			Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)		
	min	max	avg	min	max	avg	min	max	avg
NG1	28.90	58.31	41.73	8.04	48.95	24.95	815.43	2421.33	1745.32
NG2	31.51	48.37	39.59	17.03	55.36	33.99	451.27	1906.99	1322.62
NG3	25.57	47.58	37.50	10.44	60.10	29.70	409.87	2529.13	1706.92
NG4	29.73	51.87	39.91	11.34	53.65	30.68	389.37	2395.21	1487.36
NG5	36.12	49.47	43.13	12.02	47.70	24.89	604.02	2115.19	1647.06
NG6	32.76	46.95	41.38	9.90	45.65	25.03	868.74	2381.32	1763.46
NG7	33.99	61.22	42.35	6.43	45.34	31.17	780.32	1935.83	1314.12
NG8	31.70	58.33	46.79	6.12	52.07	19.92	548.38	2287.69	1716.99
NG9	31.75	45.99	42.02	10.39	51.80	24.37	635.61	2453.80	1766.93
NG10	28.12	52.76	40.56	11.93	60.09	32.92	660.20	1988.56	1248.69
NG11	33.74	49.86	43.62	8.95	50.59	27.19	543.21	2282.63	1459.96
NG12	35.22	51.93	44.56	9.31	48.46	23.77	541.92	2277.08	1609.47
NG13	28.16	55.68	43.21	12.16	59.84	33.70	107.54	2095.35	1008.74
NG14	29.12	51.49	41.43	7.73	58.37	29.73	570.60	2238.84	1488.90
NG15	32.01	70.16	44.19	6.59	54.23	29.53	375.82	2103.62	1268.71
PD1	21.60	51.10	42.91	7.49	68.80	21.91	1175.00	1681.40	2923.00
PD2	29.10	29.10	29.10	38.07	38.07	38.07	1686.00	1686.00	1686.00
PD3	32.75	69.22	47.60	2.62	24.58	14.74	1276.00	2821.00	1952.33
PD4	38.00	47.70	44.18	14.70	37.90	21.65	1173.00	1984.00	1769.25
PD5	28.90	48.60	41.80	8.10	49.90	25.55	439.00	2313.00	1549.50
PD6	37.60	47.10	40.48	10.80	36.10	27.75	1214.00	2305.00	1610.88
PD7	36.60	42.90	40.50	11.40	39.50	22.05	1116.00	2689.00	1974.00
PD8	32.70	69.20	47.07	2.60	17.90	12.50	1276.00	2383.00	2002.67
PD9	33.79	51.62	41.95	8.22	45.75	24.13	857.00	2680.00	1775.19
PD10	36.00	50.94	44.07	8.68	35.25	19.04	1447.00	2472.00	1962.20
PD11	26.07	46.04	37.73	9.03	60.95	31.96	401.00	2494.00	1545.58
PD12	34.81	42.09	39.05	22.20	41.17	30.43	1113.00	1890.00	1537.00
PD13	40.69	61.25	44.78	13.00	28.45	22.96	759.00	2189.00	1663.38
PD14	32.29	52.00	45.13	6.47	45.70	23.12	1049.00	2183.00	1616.44
PD15	37.50	48.20	43.56	15.20	34.00	23.65	1243.00	2021.00	1700.90
PD16	28.70	45.40	37.55	16.80	56.90	33.91	367.00	2362.00	1404.14
PD17	21.60	51.10	42.91	7.49	68.80	21.91	1175.00	1681.40	2923.00
PD18	37.00	51.70	41.28	6.60	44.30	27.98	724.00	2528.00	1554.88
PD19	29.17	47.93	38.02	12.33	59.43	35.98	571.23	2316.89	1300.88
PD20	28.65	44.95	35.00	11.78	58.92	42.44	397.19	2454.45	1046.08
PD21	29.53	49.34	37.63	11.81	57.71	38.25	412.33	2144.68	1173.18
PD22	26.87	44.61	36.12	17.14	61.55	38.98	638.31	2049.94	1218.49
PD23	30.50	55.43	39.06	9.89	54.19	35.12	465.00	2041.00	1213.24
PD24	34.38	34.38	34.38	82.94	82.94	82.94	—	—	—
PD25	32.76	51.34	41.19	7.81	50.18	28.71	672.00	2164.00	1483.40
PD26	31.98	45.39	38.73	15.52	41.91	32.12	1037.00	2097.00	1433.89
PD27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PD28	31.59	47.74	40.89	13.32	54.54	31.35	306.00	2282.00	1351.33
PD29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PD30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PD31	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PD32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PD33	39.94	52.11	45.72	9.83	36.06	24.51	1003.21	1974.77	1481.25
PD34	30.06	37.56	33.06	36.70	64.00	50.53	854.00	1249.00	1051.50
PD35	46.91	48.23	47.57	19.00	23.20	21.10	1389.00	1763.00	1576.00

Από όλα τα δεδομένα των γεωτρήσεων (NG και PD) προκύπτει ότι οι μέσες τιμές θερμογόνου δύναμης, υγρασίας και τέφρας είναι αντίστοιχα 1591.70 cal/gr, 41.13 % και 29.93 %. Στο κοίτασμα της Πτολεμαΐδας, από μελέτη που έγινε σε 87 δείγματα, οι μέσες τιμές αντίστοιχα είναι 1498 cal/gr, 53.7% και 27.1% (Kolovos et al., 2002). Η υγρασία στους λιγνίτες εμφανίζεται με πολλές διαφορετικές μορφές (ελεύθερη, υγροσκοπική, κρυσταλλική, κλπ.). Συνεπώς, το ποσοστό της υγρασίας επηρεάζεται τόσο από το πορώδες του λιγνίτη όσο και από την περιεκτικότητα σε ανόργανα υλικά, τα οποία φαίνονται στην τέφρα.

Πίνακας 4. Οριζόντες των γεωτρήσεων. Ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές σύμφωνα με τον διαχωρισμό, και μέσες τιμές ανά ορίζοντα.										
0-30m		min			max			avg		
		moist	ash	cal	moist	ash	cal	moist	ash	cal
NG2		33.68	19.73	713.54	45.25	47.73	1815.97	41.53	29.38	1432.48
NG3		-	-	-	-	-	-	-	-	-
NG6		35.07	14.44	868.74	46.74	45.65	2221.50	42.04	25.42	1697.62
NG8		31.70	6.12	548.38	55.68	52.07	2287.69	46.28	22.34	1572.20
NG9		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD4		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD11		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD13		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD18		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD28		37.49	13.32	1353.00	44.26	34.87	2282.00	40.88	24.10	1817.50
30-60m	avg	34.49	13.40	870.92	47.98	45.08	2151.79	42.68	25.31	1629.95
NG2		31.51	17.03	451.27	48.37	55.36	1906.99	39.54	34.52	1313.76
NG3		34.90	10.44	1180.53	47.58	33.20	2364.35	41.42	23.80	1827.15
NG6		32.76	9.90	1211.15	46.95	42.55	2381.32	41.37	24.84	1771.80
NG8		40.78	7.87	1485.86	58.33	29.97	2106.07	47.25	17.80	1843.68
NG9		43.50	10.39	1881.63	45.99	21.36	2400.66	44.68	16.94	2067.64
PD4		-	-	-	-	-	-	-	-	-
PD11		37.63	24.98	959.90	43.56	40.76	1595.00	40.19	31.68	1397.23
PD13		41.64	23.64	1811.00	41.64	23.64	1811.00	41.64	23.64	1811.00
PD18		37.00	6.60	724.00	51.70	44.30	2528.00	41.56	27.61	1555.93
PD28		31.59	19.86	306.00	47.74	54.54	1835.00	40.95	32.70	1264.11
>60 m	avg	36.81	14.52	1112.37	47.98	38.41	2103.15	42.06	25.95	1650.26
NG2		32.59	29.95	917.81	41.01	47.25	1472.59	37.26	37.84	1211.58
NG3		25.57	12.55	409.87	44.17	60.10	2529.13	35.39	32.88	1642.18
NG6		36.74	19.37	1741.21	41.83	29.90	2233.23	38.96	24.14	1983.28
NG8		-	-	-	-	-	-	-	-	-
NG9		31.75	12.00	635.61	45.53	51.80	2453.80	41.22	26.60	1676.72
PD4		38.00	14.70	1173.00	47.70	37.90	1984.00	44.18	21.65	1769.25
PD11		26.07	9.03	401.00	46.04	60.95	2494.00	37.89	31.96	1555.57
PD13		40.69	13.00	759.00	61.25	28.45	2189.00	47.91	21.97	1515.75
PD18		37.90	20.30	1293.00	42.60	35.90	2031.00	40.00	29.67	1550.00
PD28		34.62	33.78	1204.00	40.42	39.17	1297.00	37.52	36.48	1250.50
avg		33.77	18.30	948.28	45.62	43.49	2075.97	40.04	29.24	1572.76

9 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

9.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η δειγματοληψία έγινε στα Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας. Επιλέχθηκαν δείγματα από τις γεωτρήσεις του γεωτρητικού προγράμματος που είχε ξεκινήσει από το 2013 και τελείωσε το 2015, με στόχο να οριοθετηθεί το λιγνιτικό κοίτασμα και να συνεχίσει η εξόρυξη. Συνολικά έγιναν στις περιοχή σαράντα γεωτρήσεις. Από αυτές επιλέχθηκαν έντεκα γεωτρήσεις κατά την διεύθυνση της τάφρου, δηλαδή ABA – NΔN, και είναι οι εξής PD4, PD11, PD13, PD18, PD28, NG2, NG3, NG6, NG8 και NG9. Η επιλογή των γεωτρήσεων έγινε με βάση την στρωματογραφία αυτών, δηλαδή σύμφωνα με την σχέση του συνολικού πάχους του λιγνίτη με το βάθος της κάθε γεώτρησης.

Δόθηκε για κάθε γεώτρηση η περιγραφή του πυρήνα. Όπου υπάρχει λιγνιτοφόρος θέση δόθηκαν δεδομένα, όπως η φυσική υγρασία (%), η τέφρα (%) καθώς και η θερμογόνο δύναμη. Από τις λιγνιτικές θέσεις οι ερευνητές του εργαστηρίου των Λιγνιτωρυχείων Αχλάδας, έκοψαν τον πυρήνα παράλληλα προς τον άξονά του, τον θρυμματίσαν, έκαναν τις παραπάνω μετρήσεις και τα αποθήκευσαν στις εγκαταστάσεις των λιγνιτωρυχείων. Βάσει απαιτήσεων των Ατμοηλεκτρικών Σταθμών της Δ.Ε.Η., κάθε λιγνιτωρυχείο υποχρεούται να κάνει τα παραπάνω.

Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα διατριβή ειδίκευσης, πάρθηκαν από τα ήδη θρυμματισμένα δείγματα από τους πυρήνες των γεωτρήσεων. Συνολικά έγιναν αναλύσεις σε 13 δείγματα προερχόμενα από 10 γεωτρήσεις, τα οποία είναι τα παρακάτω: PD4-1, PD11-7, PD11-9, PD13-1, PD18-1, PD28-1, PD28-11, NG2-1, NG3-6, NG6-2, NG6-28, NG8-1 και NG9-1.

9.2 ΤΕΦΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Αρχικά, σε όλα τα θρυμματισμένα δείγματα έγινε διαχωρισμός με κόσκινο 1mm, με στόχο να γίνει καλύτερη καύση του δείγματος. Το διαχωρισμένο υλικό απλώθηκε έπειτα σε ταψί και παρέμεινε 36 ώρες για ξήρανση στους 50°C [μοντέλο MMM Model Ecocell]. Στόχος της διαδικασίας αυτής ήταν τα δείγματα να ξηρανθούν όσο το δυνατόν περισσότερο και να μην υπάρχει πολύ υγρασία ώστε η καύση του υλικού να είναι πιο αποδοτική. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίστηκε σχεδόν όλη η αεροξηρανθείσα υγρασία των δειγμάτων.

Στη συνέχεια το κάθε δείγμα, αφού ζυγίστηκε με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού, απλώθηκε σε τέσσερις πορσελάνινες κάψες, έτσι ώστε το υλικό κατά την τεφροποίηση να είναι όσον το δυνατό πιο απλωμένο γιατί παρατηρήθηκε πως αν χρησιμοποιούνταν μικρότερος αριθμός καψών τότε έμενε άκαυστο υλικό. Στόχος ήταν να μην υπάρχουν καθόλου άκαυστα στο δείγμα για την ορθή ανάλυση της τέφρας.

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε τέφρα πραγματοποιήθηκε με βάση το ASTM D3172-07 (2013). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο, μοντέλο Naber – Multitherm N11/HR και κατασκευής στη Γερμανία, για 4 ώρες στους 750°C. Την πρώτη ώρα η θερμοκρασία ανέβαινε σταδιακά στους 750°C, όπου και παρέμενε σε αυτήν την θερμοκρασία για τις επόμενες τρεις ώρες. Τα δείγματα της τέφρας, αφού τελείωνε η διαδικασία της καύσης, παρέμεναν για περίπου δέκα με δεκαπέντε λεπτά μέσα στο φούρνο με ανοιχτή την πόρτα αυτού, έτσι ώστε να πέσει η θερμοκρασία γύρω στους 200°C για να βγουν και να τοποθετηθούν αμέσως στον αφυγραντήρα, μέχρις ότου πέσει η θερμοκρασία των δειγμάτων της τέφρας. Το κάθε δείγμα, όταν βγαίνει από το φούρνο και βρίσκεται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία, καθώς έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα κατά την ώρα της ψύξης του, απορροφά υγρασία, για αυτό και τοποθετούνταν αμέσως στον αφυγραντήρα. Αφού τα δείγματα κρύωναν, ζυγιζόταν με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Βάρος δειγμάτων λιγνίτη με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού πριν την καύση και βάρος της τέφρας των ίδιων δειγμάτων.

ΔΕΙΓΜΑ	PD4-1	PD11-7	PD11-9	PD13-1	PD18-1	PD28-1	PD28-11
Λιγνίτης (gr)	70	70	70	70	70	70	70
Τέφρα (gr)	16.5	21.4	38.5	27.5	16.7	22.5	27
ΔΕΙΓΜΑ	NG2-1	NG3-6	NG6-2	NG6-28	NG8-1	NG9-1	
Λιγνίτης (gr)	120	70	70	70	70	70	
Τέφρα (gr)	32.6	22	21.9	33.9	11.5	14.6	

Μετά από αυτή τη διαδικασία, τα δείγματα του αρχικού λιγνίτη και τα δείγματα της τέφρας, κονιοποιήθηκαν με την χρήση αχάτινου γουδιού, ώστε να είναι έτοιμα για την περαιτέρω γεωχημική ανάλυση. Τα δείγματα του λιγνίτη και της τέφρας τοποθετήθηκαν σε αεροστεγώς κλειστά δοχεία δειγματοληψίας.

Τα δείγματα στάλθηκαν στο Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών στο Εργαστήριο Υδρογεωλογίας και προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο ICP – MS (επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος-φασματογράφο μάζας) τα κύρια στοιχεία: Fe(%), Al(%) καθώς και τα ιχνοστοιχεία: Ag, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, Li, Mn, Pb, Rb, Sr, V, Th, U, Zn, Se, Ni, Sc, Y (ppm) και οι σπάνιες γαίες (REE): La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (ppm).

Ο προσδιορισμός των κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων έγινε σε δείγματα επιξηρού. Αρχικά, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα στους 105 °C για 36 ώρες και τοποθετήθηκαν αμέσως σε αφυγραντήρα για ακόμη 20 λεπτά για σταθεροποίηση (ASTM D3171-07) και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας με ακρίβεια τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων ($\pm 0,0001$ g). Έπειτα, τα δείγματα (0.20 ± 0.0001 g) τοποθετήθηκαν σε Teflon tubes με ένα μίγμα από 6ml νιτρικού οξέος (HNO_3), 1.4 ml υπερχλωρικού οξέος (HClO_4), 0.25 ml υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) και 1 ml υδροφθορίου (HF) για τη διάσπαση.

Το νιτρικό οξύ (1% έως 5%) χρησιμοποιείται συνήθως για τη διάλυση μετάλλων και την σταθεροποίηση τους προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανάλυση ICP-MS. Το νιτρικό οξύ είναι ισχυρό και οι γενικοί κανόνες διαλυτότητας υποδηλώνουν ότι τα νιτρικά άλατα είναι διαλυτά. Το συζυγές ανιόν του νιτρικού οξέος, όταν αυτό αντιδρά

με το νερό, είναι το νιτρικό γεγονός που υποδηλώνει γενικό διαλύτη για μέταλλα. Ωστόσο, υπάρχουν μέταλλα, που εμφανίζουν «φαινόμενα μνήμης» όταν χρησιμοποιείται 1% έως 5% νιτρικό οξύ ως διάλυμα έκπλυσης. Ως φαινόμενα μνήμης ορίζονται η παραμονή ενός δεδομένου στοιχειακού σήματος μετά την ανάλυση ενός δείγματος κατόπιν ενός λογικού χρόνου έκπλυσης. Μια απλή εξήγηση για την εμφάνιση τέτοιων φαινομένων δίνει το μοντέλο του Pearson όταν ένα σκληρό οξύ αντιδρά με μια μαλακή βάση (Pappas, 2012).

Παρόλα αυτά, η προσθήκη αραιού ιόντος φθορίου σε ένα διάλυμα, όταν αυτό είναι δυνατόν, μπορεί να βελτιώσει τα χαρακτηριστικά έκπλυσης μετάλλων που εμφανίζουν τέτοια φαινόμενα. Το φθόριο είναι ένα ανιονικό ligand σκληρότερης βάσης από το οξυγόνο, και ένα ακόμη καλύτερο πυρηνόφιλο σε σχέση με τα άτομα οξυγόνου του νερού και με άλλα αλογονίδια. Ένα διάλυμα έκπλυσης νιτρικού οξέος 5% v/v με υδροφθορικό οξύ 5% v/v έχει αποδειχθεί ότι εξαλείφει τέτοιες επιπτώσεις μνήμης σημάτων (Ting et al., 1999; Pappas et al., 2002).

Το φθόριο δεν είναι το καλύτερο χηλικό αντιδραστήριο συναρμογής για όλα τα κατιόντα σκληρού οξέος. Επίσης το θείο δεν είναι ο μόνος χηλικός παράγοντας που μπορεί να προσδεθεί με κατιόντα μαλακού οξέος, αλλά κατά προσέγγιση, μπορεί κανείς να πει ότι τα κατιόντα σκληρού οξέος σχηματίζουν ισχυρότερους χηλικούς δεσμούς με προσδέματα αζώτου, οξυγόνου ή φθορίου, ενώ τα κατιόντα μαλακού οξέος είναι καλύτερα χηλικά συνδεδεμένα με προσδέματα θείου ή υπερχλωρικών ιόντων. (Wulfsberg, 2000).

Επιπλέον, μια μικρή ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου κρίνεται απαραίτητη γιατί να υποστηρίξει την πλήρη οξειδωση της τυχόν εναπομένουσας οργανικής ύλης σε CO₂. Επίσης η προσθήκη υδροφθορικού οξέος εξασφαλίζει τη διάλυση των πυριτικών κατά τη διάρκεια της πέψης (Pappas, 2012).

Τέλος, τα δείγματα διηθήθηκαν χρησιμοποιώντας Whatman Ashless, Grade 40 Filtration Paper, αραιώθηκαν με υπερκάθαρο νερό μέχρι τελικό όγκο 100ml και

τοποθετήθηκαν σε σφραγισμένες πλαστικές φιάλες. Μετά τη συνολική διάσπαση των δειγμάτων, οι στοιχειακές αναλύσεις στα διαλύματα πραγματοποιήθηκαν στο ELAN 6100 ICP-MS της PERKIN ELMER, επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος – φασματογράφο μάζας (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Μοντέλο ELAN 6100 ICP-MS της PERKIN ELMER (επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος-φασματογράφος μάζας).

Πηγή: <http://www.myco-instrumentation.com/equipments/perkinelmer-elan-6100-icpms-system/>

9.3 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ICP-MS

Το φασματοφωτόμετρο με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα και φασματογράφο μάζας ή ICP-MS είναι μια αναλυτική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των στοιχείων. Να σημειωθεί ότι το όριο ανιχνευσιμότητας του φασματογράφου για όλα τα στοιχεία είναι <0.1 ppm. Υιοθετήθηκε κυρίως από εργαστήρια γεωχημικών αναλύσεων, γιατί μπορεί να ανιχνεύσει με πολύ μεγάλη ακρίβεια στοιχεία και ιχνοστοιχεία, καθώς και σπάνιες γαίες (REEs). Το ICP-MS έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι άλλων αναλυτικών τεχνικών, όπως είναι η ατομική απορρόφηση, ο φασματογράφος οπτικών εκπομπών και ο φασματογράφος ατομικής εκπομπής, ICP (ICP-AES)(Wolf, 2005).

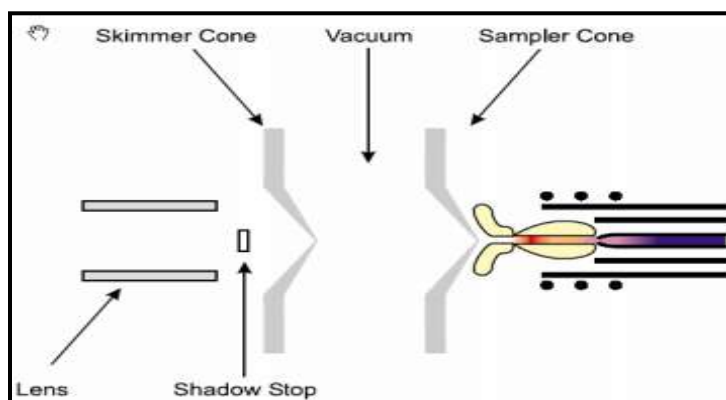
Η μέθοδος αυτή συνδυάζει μία πηγή υψηλής θερμοκρασίας με τον φασματογράφο μάζας. Έτσι, μετατρέπονται τα άτομα των στοιχείων σε ιόντα και στη συνέχεια διαχωρίζονται και ανιχνεύονται από το φασματογράφο. Το δείγμα τυπικά εισάγεται στο πλάσμα ICP σε αέρια μορφή, είτε αναρροφώντας ένα υγρό, είτε διαλύοντας το στερεό δείγμα σε ένα νεφελοποιητή, είτε χρησιμοποιώντας ένα λείζερ για να μετατρέψει άμεσα το στερεό δείγμα σε αέριο. Μόλις εισαχθεί το αέριο δείγμα στη λυχνία ICP, αποδιαλυτοποιείται πλήρως και τα στοιχεία μετατρέπονται πρώτα σε αέρια και στη συνέχεια ιονίζονται προς το τέλος του πλάσματος.

Μόλις τα στοιχεία του δείγματος μετατραπούν σε ιόντα, αυτά μεταφέρονται στη συνέχεια στον φασματογράφο μάζας μέσω των κώνων διασύνδεσης. Ο σκοπός αυτών των κώνων είναι να κατευθύνει το κεντρικό τμήμα της δέσμης ιόντων που προέρχεται από τη λυχνία ICP (Σχήμα 7).

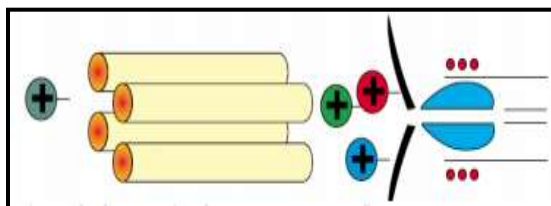
Τα ιόντα από την πηγή ICP επικεντρώνονται στη συνέχεια από τους ηλεκτροστατικούς φακούς στο σύστημα. Για τους διαφορετικούς τύπους ICP-MS, τα συστήματα έχουν διαφορετικούς τύπους συστημάτων φακών. Το πιο απλό χρησιμοποιεί ένα μόνο φακό, ενώ πιο πολύπλοκα συστήματα μπορεί να περιέχουν έως

και 12 φακούς ιόντων. Κάθε οπτικό σύστημα ιόντων είναι ειδικά σχεδιασμένο για να λειτουργεί με την σχεδίαση διασύνδεσης και φασματομέτρου μάζας του οργάνου.

Μόλις τα ιόντα εισέλθουν στο φασματογράφο μάζας, διαχωρίζονται από τη αναλογία μάζας – φορτίου. Ο τύπος φασματογράφου μάζας που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το τετραπολικό φίλτρο μάζας. Σε αυτόν τον τύπο, υπάρχουν τέσσερις ράβδοι (διαμέτρου περίπου 1 cm και μήκους 15 – 20cm) τοποθετημένες όπως στο **Σχήμα 8**. Σε ένα τετραπολικό φίλτρο μάζας, οι εναλλασσόμενες τάσεις AC και DC τοποθετούνται σε αντίθετα ζεύγη των ράβδων έτσι ώστε τα φορτία να εναλλάσσονται γρήγορα με ένα πεδίο (RF) ραδιοσυχνότητας. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργείται ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο που επιτρέπει να διέρχονται μόνο ιόντα αναλογίας μάζας – φορτίου (m/e), μέσα από τις ράβδους. Τα φορτία στις ράβδους μπορούν να εναλλάσσονται ταχύτατα. Το τετραπολικό φίλτρο μάζας (**Σχήμα 8**) μπορεί να διαχωρίσει έως και 2400 amu (Atomic mass unit - ατομική μονάδα μάζας) το δευτερόλεπτο. Αυτό συμβαίνει γιατί η ανάλυση γίνεται ταυτόχρονα για όλα τα στοιχεία.



Σχήμα 7. Κώνοι του δειγματολήπτη και του εξαφριστηρίου (Wolf, 2005).



Σχήμα 8. Τετραπολικό φίλτρο μάζας (Wolf, 2005).

9.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ξηραντήρα, μοντέλο MMM ModelEcoCell (Εικόνα 2), που χρησιμοποιήθηκε για την ξήρανση των δειγμάτων αναφέρονται παρακάτω. Ο όγκος του θαλάμου είναι 111 λίτρα. Έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί από θερμοκρασία +5°C και φτάνει ως και τους 250/300°C. Δημιουργείται μέσα στο θάλαμο μία φυσική λεπτή ροή αέρα και η λειτουργία του είναι αθόρυβη. Προσφέρει υψηλής ποιότητας και ασφαλή ξήρανση των δειγμάτων, θέρμανση και σκλήρυνση κοινών εργαστηριακών υλικών σε εργαστήρια και φυσικά στη βιομηχανία. Ο χειρισμός του είναι πολύ απλός με ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας και πολύ σύντομο χρόνο ανάκτησης της θερμοκρασίας στο θάλαμο μετά το άνοιγμα της πόρτας. Το μοντέλο διαθέτει σύστημα ελέγχου λογικής Fuzzy, μικρό επεξεργαστή και όλα τα στοιχεία ελέγχου που βρίσκονται σε ένα πληκτρολόγιο αλουμινίου, ενώ όλες οι πληροφορίες επεξεργασίας υποδεικνύονται σε οθόνη LED. Υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία προαιρετικού εξοπλισμού και αξεσουάρ και υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης του με εκτυπωτή ή υπολογιστή.



Εικόνα 2. Μοντέλο ξηραντήρα MMM ModelEcoCell.

Πηγή: <https://www.camlab.co.uk/ecocell-22-eco-line-convection-oven>.

9.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΟΥΡΝΟΥ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φούρνου Naber – Multitherm N11/HR (Εικόνα 3) που χρησιμοποιήθηκε για την καύση των δειγμάτων αναφέρονται παρακάτω. Διαθέτει υψηλής ποιότητας θερμομόνωση από τούβλα με μικροπόρους που έχουν ελαφρύ βάρος. Η μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να αποκτήσει είναι 1280°C. Η πόρτα κινείται κατακόρυφα με παράλληλο οδηγό, δηλαδή η θερμή πλευρά της πόρτας ακτινοβολεί μακριά από τον χειριστή. Τα θερμαντικά στοιχεία είναι υψηλής ποιότητας και είναι ενσωματωμένα σε κεραμικές πλάκες. Αυτό προστατεύει το φούρνο από μηχανικές βλάβες και είναι εύκολο να αλλάξουν όλα τα τεχνικά μέρη. Η θέρμανση γίνεται από κάτω προς τα πάνω, με αποτέλεσμα η κατανομή της θερμοκρασίας να είναι πολύ καλή. Η εξάτμιση ατμού ή καπνού γίνεται από το πίσω μέρος. Τέλος διαθέτει διακόπτη ασφαλείας στην επαφή της πόρτας. Το βάρος του είναι περίπου 90 κιλά.



Εικόνα 3. Μοντέλο φούρνου Naber – Multitherm N11/HR.

Πηγή:https://www.nabertherm.com/produkte/details/en/thermprozessstechnik_1-kammeroefen

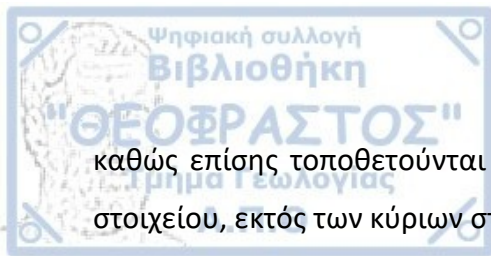
10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω γίνεται περιγραφή των αναλύσεων για κάθε στοιχείο ξεχωριστά. Συγκεκριμένα γίνεται σύγκριση των συγκεντρώσεων των στοιχείων στα λιγνιτικά δείγματα που αναλύθηκαν με τον μέσο όρο των ανθράκων παγκοσμίως, όπου περιγράφονται οι περιεκτικότητες των στοιχείων για ένα τυπικό κοίτασμα λιγνίτη σε ppm (Smith, 1980, Sabbioni et al, 1983, Adriano, 1986, Chadwick et al, 1987, Swaine, 1990, Sloss, 1991). Επιπλέον, υπολογίστηκε ο **συντελεστής εμπλουτισμού** για το κάθε στοιχείο, ώστε να ελεγχθεί ο εμπλουτισμός του καθενός στοιχείου στα δείγματα τέφρας. Ο συντελεστής εμπλουτισμού είναι ο λόγος της περιεκτικότητας ενός στοιχείου (X%) στην τέφρα προς την περιεκτικότητά του ίδιου στοιχείου στο λιγνιτικό δείγμα από το οποίο προέκυψε η τέφρα:

$$\text{Συντελεστής εμπλουτισμού} = \frac{X\% \text{ τέφρα}}{X\% \text{ λιγνίτης}}$$

Όταν οι τιμές του συντελεστή είναι μεγαλύτερες της μονάδας τότε το συγκεκριμένο στοιχείο εμπλουτίζεται στην τέφρα. Αντίθετα, όταν ο συντελεστής παίρνει τιμές μικρότερες της μονάδας, τότε το συγκεκριμένο στοιχείο παρουσιάζει οργανική συγγένεια με τον λιγνίτη. Παρακάτω εξετάζεται η τάση που έχει το κάθε στοιχείο να εμπλουτίζεται στην τέφρα. Η τάση του συντελεστή εμπλουτισμού για τιμές από 1 – 3 είναι ασθενής, για τιμές 3 – 10 είναι μέτρια και για τιμές μεγαλύτερες του 10 είναι έντονη.

Να σημειωθεί ότι ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις για στοιχεία και ιχνοστοιχεία <0.1 ppm και δεν προσδιορίστηκαν με βάση το δεύτερο δεκαδικό. Για κάποια στοιχεία οι συγκεντρώσεις αυτές προσδιορίστηκαν. Επιπλέον, μόνο στο δείγμα PD11-7 δεν έγιναν αναλύσεις στα λιγνιτικά δείγματα για τα στοιχεία Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th και αναγράφεται η συντομογραφία «η.α.», δηλαδή «not analyzed». Στους **Πίνακες 6 – 44** τα δείγματα τοποθετούνται σύμφωνα με την τμηματοποίηση των γεωτρήσεων σε οριζόντες που έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο,



καθώς επίσης τοποθετούνται όλοι οι πίνακες βάσει του ατομικού αριθμού του κάθε στοιχείου, εκτός των κύριων στοιχείων Fe και Al.

10.1 Σίδηρος (Fe) και Αργίλιο (Al)

Ο Fe και το Al είναι δύο κύρια συστατικά του υπεδάφους τα οποία βρίσκονται σε αφθονία. Στους λιγνίτες υπολογίζονται με τη μορφή οξειδίων και καταγράφονται ως ποσοστό επί τοις εκατό. Όσον αφορά στις περιεκτικότητες επί τοις εκατό του Fe στα λιγνιτικά δείγματα, η μέγιστη τιμή είναι 4.24%, δείγμα NG3-6, η μικρότερη είναι 1.08%, δείγμα NG8-1, ενώ ο μέσος όρος είναι 1.96%. Στα δείγματα τέφρας, παρατηρείται μέγιστο ποσοστό στο δείγμα NG3-6, με τιμή 10.25%, ελάχιστο ποσοστό παρατηρείται στο δείγμα NG6-28, με τιμή 3.34% και ο μέσος όρος είναι 5.50%. Όσον αφορά στο συντελεστή εμπλουτισμού παρατηρούνται χαμηλές τιμές σε επτά δείγματα, ενώ στα υπόλοιπα έξι παρατηρούνται μέτριες τιμές. Τα δείγματα στα οποία ο Fe έχει μεγαλύτερη τάση εμπλουτισμού είναι στον πρώτο ορίζοντα PD18-1 (3.51), PD28-1 (3.30) και NG8-1 (4.40), στον δεύτερο ορίζοντα είναι τα δείγματα PD28-11 (3.30) και NG9-1 (4.02), και στον τρίτο ορίζοντα το δείγμα PD4-1 (3.95). Στα υπόλοιπα δείγματα ο συντελεστής εμπλουτισμού κυμαίνεται σε τιμές μεταξύ 2 και 3, πέραν από τα δείγματα NG6-28 (1.69) και PD11-9 (1.50), που ο Fe παρουσιάζει την μικρότερη τάση εμπλουτισμού της τέφρας. Η μέση τιμή είναι 2.93. Γενικά η τάση εμπλουτισμού του Fe στην τέφρα είναι χαμηλή έως μέτρια.

Για το Al, στα λιγνιτικά δείγματα το μέγιστο ποσοστό παρατηρείται στο δείγμα PD11-9, 3.64%, το ελάχιστο ποσοστό στο δείγμα NG9-1 0.37%, και η μέση τιμή είναι 2.19%. Για τα δείγματα τέφρας το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρείται στο δείγμα PD28-1, 8.06%, το ελάχιστο ποσοστό παρατηρείται στο δείγμα PD11-7, 0.99%, και η μέση τιμή είναι 4.81%. Στο συντελεστή εμπλουτισμού παρατηρούνται χαμηλές έως μέτριες τιμές. Εξαιρέση αποτελεί το δείγμα NG9-1 (15.67), που παρουσιάζει έντονη τάση εμπλουτισμού στον δεύτερο ορίζοντα. Μέτρια τάση εμπλουτισμού στον πρώτο ορίζοντα παρουσιάζουν τα δείγματα PD28-1 (3.29), NG2-1 (3.04), NG6-2 (3.42) και NG8-1 (5.02), ενώ το δείγμα PD18-1 (1.72) χαμηλή. Στον δεύτερο και τρίτο ορίζοντα στα δείγματα PD28-11, NG3-6, NG6-28 και PD11-9 η τιμή του συντελεστή εμπλουτισμού κυμαίνεται από 1.56 έως 3.29, ενώ στα δείγματα PD13-1, PD4-1, και PD11-7 ο

συντελεστής εμπλουτισμού είναι κάτω της μονάδας με τιμές από 0.45 έως 0.57. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτές οι τιμές υποδηλώνουν πως η μεγαλύτερη ποσότητα του Αιπαραμένειστο λιγνίτη, όσων αφορά τα δείγματα των συγκεκριμένων γεωτρήσεων. Βέβαια, αυτό δεν μπορεί να γενικευθεί σαν συμπέρασμα, καθώς ο μέσος όρος του συντελεστή εμπλουτισμού του ΑΙ είναι 3.29 και άρα υποδηλώνει τον εμπλουτισμό του ΑΙ, κατά μέσο όρο στην τέφρα.

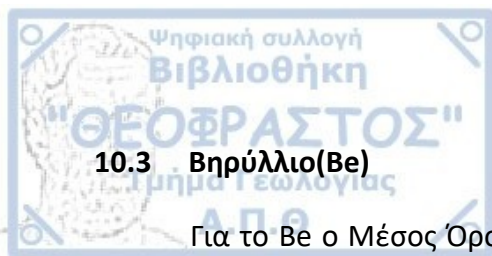
Πίνακας 6. Ποσοστά (%) Σιδήρου (Fe) και Αργιλίου (Al) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας και συντελεστής εμπλουτισμού.						
	Λιγνίτης		Τέφρα		Συντελεστής Εμπλουτισμού	
	Fe %	Al %	Fe %	Al %	Fe	Al
PD18-1	2.64	0.86	9.24	1.48	3.51	1.72
PD28-1	1.33	2.45	4.38	8.06	3.30	3.29
NG2-1	1.47	2.53	4.08	7.69	2.78	3.04
NG6-2	1.84	1.82	5.51	6.21	2.99	3.42
NG8-1	1.08	1.29	4.74	6.46	4.40	5.02
PD13-1	2.24	2.87	5.63	1.35	2.51	0.47
PD28-11	1.33	2.45	4.38	8.06	3.30	3.29
NG3-6	4.24	1.98	10.25	5.37	2.41	2.71
NG6-28	1.97	3.45	3.34	5.39	1.69	1.56
NG9-1	1.23	0.37	4.96	5.83	4.02	15.67
PD4-1	1.19	2.17	4.70	1.23	3.95	0.57
PD11-7	2.52	2.20	7.05	0.99	2.80	0.45
PD11-9	2.46	3.64	3.70	5.71	1.50	1.57
min	1.08	0.37	3.34	0.99	1.50	0.45
max	4.24	3.64	10.25	8.06	4.40	15.67
avg	1.96	2.16	5.54	4.91	3.01	3.29

Για το Li ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 20 ppm, πάνω από αυτήν την τιμή παρατηρείται εμπλουτισμός στο δείγμα PD13-1 (23.96 ppm) του δεύτερου ορίζοντα και στο δείγμα PD11-9 (40.29 ppm) του τρίτου ορίζοντα, η μικρότερη παρατηρείται στο δείγμα PD18-1 (4.09 ppm), ενώ η μέση τιμή είναι 14.55 ppm. Τα δείγματα δεν έχουν υψηλές συγκεντρώσεις εκτός των δειγμάτων που αναφέρονται παραπάνω καθώς ο συντελεστής εμπλουτισμού του λιγνίτη κυμαίνεται σε τιμές μικρότερες της μονάδας.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται εμπλουτισμός μέτριας έως χαμηλής τάσης, ο οποίος ακολουθεί μία φθίνουσα τάση με το βάθος. Στον πρώτο ορίζοντα παρατηρείται ότι ο συντελεστής εμπλουτισμού έχει τιμές πάνω από 3, όπως επίσης και στα δείγματα NG3-6 (3.28), NG9-1 (5.19) του δεύτερου και PD4-1 (3.50) του τρίτου ορίζοντα. Παρότι στο δείγμα PD11-9 (64.95 ppm) παρατηρείται η μεγαλύτερη συγκέντρωση Li, έχει τον μικρότερο συντελεστή εμπλουτισμού, καθώς και τα δείγματα PD13-1 (1.97) και NG6-28 (1.71), η μικρότερη παρατηρείται στο δείγμα PD18-1 (19.27 ppm), στο οποίο ο συντελεστής εμπλουτισμού είναι 4.71, ενώ η μέση τιμή είναι 39.54 ppm.

Πίνακας 7. Συγκεντρώσεις Λιθίου (Li) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Li Λιγνίτης (ppm)	Li Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	4.09	19.27	0.20	4.71
PD28-1	14.52	54.07	0.73	3.72
NG2-1	11.97	39.48	0.60	3.30
NG6-2	11.32	37.12	0.57	3.28
NG8-1	6.51	35.55	0.33	5.46
PD13-1	23.95	47.13	1.20	1.97
PD28-11	13.04	30.45	0.65	2.34
NG3-6	6.11	20.01	0.31	3.28
NG6-28	17.57	30.06	0.88	1.71
NG9-1	8.50	44.07	0.42	5.19
PD4-1	16.97	59.35	0.85	3.50
PD11-7	14.29	32.52	0.71	2.28
PD11-9	40.29	64.95	2.01	1.61
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	20			
min	4.09	19.27	0.20	1.61
max	40.29	64.95	2.01	5.46
avg	14.55	39.54	0.73	3.26



10.3 Βηρύλλιο(Be)

Για το Be ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 2 ppm. Στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι στα εννιά από τα δεκατρία δείγματα η συγκέντρωση Be είναι κάτω από το 0.1 ppm. Τα δείγματα που παρουσιάζουν μικρές τιμές συγκέντρωσης είναι τα δείγματα NG6-2 (0.07 ppm), PD13-1 (0.33 ppm), NG6-28 (0.73 ppm), PD11-9 (0.41 ppm), των οποίων οι συγκεντρώσεις είναι τουλάχιστον 3 φορές μικρότερες από τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

Σε όλα τα δείγματα της τέφρας το Be παρατηρείται ότι έχει έντονη τάση να συγκεντρώνεται σε αυτήν. Οι συγκεντρώσεις στα δείγματα τέφρας, όπου παρατηρήθηκε συγκέντρωση Be και σε δείγματα λιγνίτη είναι NG6-2 (3.16 ppm), PD13-1 (2.79 ppm), NG6-28 (2.34 ppm), PD11-9 (2.34 ppm). Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στο δείγμα NG8-1 (4.08 ppm), η ελάχιστη τιμή στο δείγμα PD28-11 (1.77 ppm) και η μέση τιμή είναι 2.98 ppm. Παρατηρείται πολύ έντονη τάση του Be να εμπλουτίζεται στην τέφρα, γιατί ενώ στα δείγματα λιγνίτη είναι κάτω από 0.1 ppm, εμφανίζει αξιοσημείωτη παρουσία σε όλα τα δείγματα τέφρας. Ο συντελεστής εμπλουτισμού ξεπερνάει στα περισσότερα δείγματα το 10, ενισχύοντας τα παραπάνω. Μέτρια τάση εμπλουτισμού παρατηρείται στα δείγματα του δεύτερου και τρίτου ορίζοντα PD13-1 (8.49), NG6-28 (3.23) και PD11-9 (5.70). Επιπλέον αυτό που παρατηρείται είναι στον πρώτο και τον τρίτο ορίζοντα οι συγκεντρώσεις Be στην τέφρα είναι μεγαλύτερες από ότι στον δεύτερο, κάτι που επηρεάζει αντίστοιχα και τον συντελεστή εμπλουτισμού.

Σύμφωνα με τους Raask, 1985 και Swaine, 1990, το Be καθώς και κάποια ακόμα ιχνοστοιχεία, όπως θα αναφερθούν παρακάτω, τείνει να σχηματίζει οργανο-μεταλλικά σύμπλοκα. Αυτή η τάση του Be δεν παρατηρείται στα δεδομένα της παρούσας εργασίας, καθώς το Be εμφανίζει εξ' ολοκλήρου ανόργανη συγγένεια.

Πίνακας 8. Συγκεντρώσεις Βηρυλλίου(Be) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Be Λιγνίτης (ppm)	Be Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	3.46	—	—
PD28-1	<0.1	4.02	—	—
NG2-1	<0.1	2.70	—	—
NG6-2	0.07	3.16	0.04	44.33
NG8-1	<0.1	4.08	—	—
PD13-1	0.33	2.79	0.16	8.49
PD28-11	<0.1	1.77	—	—
NG3-6	<0.1	2.18	—	—
NG6-28	0.73	2.34	0.36	3.23
NG9-1	<0.1	3.54	—	—
PD4-1	<0.1	3.20	—	—
PD11-7	<0.1	3.20	—	—
PD11-9	0.41	2.34	0.21	5.70
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	2.00			
min	<0.1	1.77	0	0
max	0.73	4.08	0.36	44.33
avg	0.38	2.98	0.06	4.75

10.4 Σκάνδιο (Sc)

Για το Sc παρατηρείται ότι όλα τα λιγνιτικά δείγματα είναι εμπλουτισμένα σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως, ο οποίος είναι 4 ppm. Το εύρος των τιμών που παρατηρείται για το Sc είναι από 22.70ppm έως 42.33ppm, και η μέση τιμή είναι 32.03 ppm. Να σημειωθεί ότι στο δείγμα PD11-7 δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του Sc. Στα δείγματα τέφρας παρατηρείται χαμηλής τάσης εμπλουτισμός του Sc, και αυτό παρατηρείται από τις τιμές του συντελεστή εμπλουτισμού, ο οποίος κυμαίνεται από 1.09 έως 2.17, με μία μέση τιμή 1.56. Τα δείγματα PD28-1, NG2-1 του πρώτου ορίζοντα και το δείγμα PD11-9 του τρίτου είναι αυτά με το χαμηλότερο συντελεστή εμπλουτισμού, μόλις 1.09, 1.10 και 1.20 αντίστοιχα.

Πίνακας 9. Συγκεντρώσεις Σκανδίου (Sc) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Sc Λιγνίτης (ppm)	Sc Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	26.77	43.22	6.69	1.61
PD28-1	32.64	35.58	8.16	1.09
NG2-1	32.58	36.00	8.15	1.10
NG6-2	32.75	57.71	8.19	1.76
NG8-1	26.64	42.48	6.66	1.59
PD13-1	32.33	39.46	8.08	1.22
PD28-11	32.72	53.84	8.18	1.65
NG3-6	35.68	70.51	8.92	1.98
NG6-28	37.15	43.99	9.29	1.18
NG9-1	22.70	48.00	5.67	2.11
PD4-1	30.06	65.18	7.52	2.17
PD11-7	n.a	37.67	—	—
PD11-9	42.33	50.85	10.58	1.20
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	4.00			
min	22.70	35.58	5.67	1.09
max	42.33	70.51	10.58	2.17
avg	32.03	48.04	8.01	1.56

10.5 Βανάδιο (V)

Για το V στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται πως σχεδόν όλα είναι εμπλουτισμένα σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (40 ppm), εκτός από τα δείγματα του πρώτου ορίζοντα PD18-1 (16.87 ppm), NG6-2 (38.88 ppm) και του δευτέρου NG9-1 (31.18 ppm). Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD28-1 (95.78 ppm), στο οποίο ο λόγος εμπλουτισμού του λιγνίτη είναι 2.39, ενώ η μέση τιμή είναι 58.74 ppm. Σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα εκτός από αυτά που αναφέρονται παραπάνω, παρατηρείται ότι ο λόγος εμπλουτισμού του λιγνίτη είναι μεταξύ των τιμών 1.20 και 2.00, ενώ ο μέσος όρος είναι 1.57. Επιπλέον, παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις V σε όλους τους ορίζοντες κυμαίνονται στις ίδιες τιμές.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται πως υπάρχει σε όλα τα δείγματα χαμηλής έως μέτριας τάση εμπλουτισμός, γεγονός που δείχνει ότι την ανόργανη σχέση του V με το λιγνίτη. Πάνω από 200 ppm συγκέντρωση V παρατηρούνται στα δείγματα του πρώτου ορίζοντα PD28-1 (293.67 ppm), NG8-1 (273.76 ppm) και του δευτέρου PD13-1 (204.88 ppm), NG9-1 (206.56 ppm). Η μικρότερη είναι στο δείγμα PD18-1 (93.82 ppm), αλλά είναι ένα από τα δύο δείγματα με το NG9-1, που παρατηρείται η εντονότερη τάση εμπλουτισμού του V, 5.56 και 6.63 αντίστοιχα. Άλλα δείγματα με μέτριας τάσης συντελεστή εμπλουτισμού είναι τα δείγματα PD28-1 (3.07), NG8-1 (3.53) και PD4-1 (3.05). Η μέση τιμή των συγκεντρώσεων V στην τέφρα είναι 169.15 ppm και του συντελεστή εμπλουτισμού 3.15. Όπως και στα λιγνιτικά δείγματα, έτσι και στα δείγματα τέφρας δεν παρατηρείται κάποια ιδιαιτερότητα με βάθος. Μόνο μία μεγαλύτερη τάση εμπλουτισμού στα δείγματα του πρώτου ορίζοντα.

Σύμφωνα και πάλι με τους Raask, 1985 και Swaine, 1990, το V ανήκει στα στοιχεία που εμφανίζουν μια τάση να σχηματίζουν οργανο-μεταλικά σύμπλοκα στους άνθρακες και συνεπώς να εμφανίζουν μικρό συντελεστή εμπλουτισμού στην τέφρα. Στον **Πίνακα 21**, φαίνεται πως αυτή η τάση δεν εντοπίζεται στα δείγματα της περιοχής.

Πίνακας 10. Συγκεντρώσεις Βαναδίου (V) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	V Λιγνίτης (ppm)	V Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	16.87	93.82	0.42	5.56
PD28-1	95.78	293.67	2.39	3.07
NG2-1	52.05	152.86	1.30	2.94
NG6-2	38.88	110.25	0.97	2.84
NG8-1	77.49	273.76	1.94	3.53
PD13-1	79.81	204.88	2.00	2.57
PD28-11	48.01	113.59	1.20	2.37
NG3-6	63.21	138.24	1.58	2.19
NG6-28	61.26	99.65	1.53	1.63
NG9-1	31.18	206.56	0.78	6.63
PD4-1	74.68	227.51	1.87	3.05
PD11-7	61.74	177.38	1.54	2.87
PD11-9	62.70	106.78	1.57	1.70
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	40			
min	16.87	93.82	0.42	1.63
max	95.78	293.67	2.39	6.63
avg	58.74	169.15	1.47	3.15

10.6 Χρώμιο (Cr)

Για το Cr ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 20 ppm και σε σχέση με αυτόν παρατηρείται ότι τα περισσότερα λιγνιτικά δείγματα εμπλουτίζονται, εκτός των δειγμάτων PD18-1 (1.00ppm) και NG2-1 (12.61 ppm) του πρώτου ορίζοντα και του δείγματος NG9-1 (1.00ppm) του δευτέρου. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στο δείγμα PD11-7 (107.33 ppm) και ο μέσος όρος 51.88 ppm. Παρατηρείται επίσης μία αυξητική τάση των συγκεντρώσεων σε σχέση με το βάθος, καθώς στον πρώτο ορίζοντα δύο δείγματα δεν είναι καθόλου εμπλουτισμένα, δύο παρουσιάζουν χαμηλό εμπλουτισμό και ένα δείγμα μέτριο, στον δεύτερο ορίζοντα ένα δείγμα δεν είναι εμπλουτισμένο, δύο έχουν χαμηλό εμπλουτισμό και δύο μέτριο, ενώ στον τρίτο ορίζοντα ένα δείγμα έχει χαμηλό εμπλουτισμό και δύο μέτριο. Ο λόγος εμπλουτισμού επίσης ακολουθεί μία αυξητική τάση με το βάθος.

Στα δείγματα τέφρας το Cr έχει γενικά την τάση να εμπλουτίζεται. Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD11-7, 292.59 ppm, η ελάχιστη παρατηρείται στο δείγμα PD18-1, 73.05 ppm, ενώ η μέση τιμή είναι 146.55 ppm. Να σημειωθεί ότι στα δείγματα PD18-1 και NG2-1 του πρώτου ορίζοντα παρατηρείται έντονη τάση του Cr να εμπλουτίζεται στην τέφρα (συντελεστής εμπλουτισμού 73.05 και 11.49 αντίστοιχα), καθώς και στον δεύτερο το δείγμα NG9-1 (συντελεστής εμπλουτισμού 125.20). Στα υπόλοιπα δείγματα παρατηρείται χαμηλή (δείγματα NG8-1, NG3-6, NG6-28, PD4-1, PD11-7 και PD11-9) έως μέτρια τάση (δείγματα PD28-1, NG6-2, PD13-1, PD28-11) εμπλουτισμό (λόγος τιμών μεταξύ 1.34 έως 4.10). Παρατηρείται πως σε όλα τα δείγματα υπάρχει εμπλουτισμός και πως η σχέση του Cr με το λιγνίτη δεν είναι οργανική. Όσον αφορά τον συντελεστή εμπλουτισμού η μέγιστη τιμή παρατηρείται στο δείγμα NG9-1, 125.2, η ελάχιστη στο δείγμα NG8-1, 1.34, και ο μέσος όρος είναι 18.02. Τέλος παρατηρείται ότι μία ελαφρώς φθίνουσα τάση του συντελεστή εμπλουτισμού με το βάθος.

Πίνακας 11. Συγκεντρώσεις Χρωμίου (Cr) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Cr Λιγνίτης (ppm)	Cr Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	1.00	73.05	0.05	73.05
PD28-1	37.44	153.47	1.87	4.10
NG2-1	12.61	144.80	0.63	11.49
NG6-2	24.20	83.66	1.21	3.46
NG8-1	81.45	136.83	4.07	1.68
PD13-1	84.25	260.69	4.21	3.09
PD28-11	37.44	153.47	1.87	4.10
NG3-6	81.65	136.76	4.08	1.67
NG6-28	54.35	73.08	2.72	1.34
NG9-1	1.00	125.20	0.05	125.20
PD4-1	90.27	239.87	4.51	2.66
PD11-7	107.33	292.59	5.37	2.73
PD11-9	47.51	80.19	2.38	1.69
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	20.00			
min	1.00	73.05	0.05	1.34
max	107.33	292.59	5.37	125.20
Avg	51.88	146.55	2.59	18.02

10.7 Μαγγάνιο (Mn)

Ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το Mn είναι 70 ppm και παρατηρείται πως όλα τα δείγματα λιγνίτη είναι εμπλουτισμένα. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD11-9 (417.00 ppm) του τρίτου ορίζοντα η ελάχιστη παρατηρείται στο δείγμα PD4-1 (107.65 ppm), ενώ η μέση τιμή είναι 266.68 ppm. Ο συντελεστής εμπλουτισμού των δειγμάτων PD4-1 (1.54), PD18-1 (1.98), PD28-1 (1.91) και PD28-11 (1.91), παρουσιάζει χαμηλή τάση, ενώ σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα το Mn είναι μέτρια εμπλουτισμένα (τιμές εμπλουτισμού 3.28 έως 5.96).

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται πως όλα τα δείγματα εμπλουτίζονται σε Mn, επομένως δεν υπάρχει οργανική σχέση. Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα NG9-1 (1241.65 ppm), το οποίο όπως αναφέρεται παραπάνω έχει το μεγαλύτερο λόγο εμπλουτισμού στο λιγνίτη, η μικρότερη παρατηρείται στο δείγμα PD28-1, 329.61 ppm, ενώ η μέση τιμή είναι 709.51 ppm. Ο συντελεστής εμπλουτισμού της τέφρας παρατηρείται στο δείγμα PD4-1 (7.23), η μικρότερη στο δείγμα PD11-9 (1.53), όπου έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα Mn στο λιγνίτη και η μέση τιμή είναι 2.94. Τα δείγματα του πρώτου ορίζοντα υπάρχει σχετικά μεγαλύτερη τάση να δεσμεύεται το Mn στην τέφρα από ότι στοδεύτερο και τρίτο.

Πίνακας 12. Συγκεντρώσεις Μαγγανίου (Mn) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Mn Λιγνίτης (ppm)	Mn Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	138.88	513.92	1.98	3.70
PD28-1	133.98	329.61	1.91	2.46
NG2-1	248.91	559.43	3.56	2.25
NG6-2	397.45	955.39	5.68	2.40
NG8-1	281.89	1139.49	4.03	4.04
PD13-1	223.83	544.76	3.20	2.43
PD28-11	133.98	329.61	1.91	2.46
NG3-6	229.93	456.90	3.28	1.99
NG6-28	323.18	553.51	4.62	1.71
NG9-1	368.50	1241.65	5.26	3.37
PD4-1	107.65	778.77	1.54	7.23
PD11-7	308.69	842.08	4.41	2.73
PD11-9	417.00	636.63	5.96	1.53
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	70			
min	107.65	329.61	1.54	1.53
max	417.00	1241.65	5.96	7.23
avg	266.68	709.51	3.81	2.94

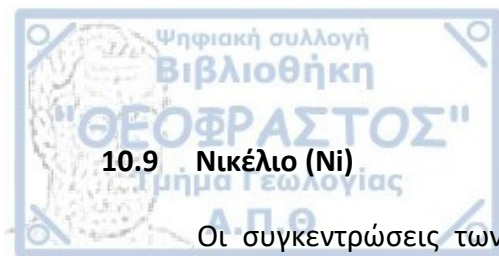
10.8 Κοβάλτιο (Co)

Η συγκέντρωση Co σε όλα τα λιγνιτικά δείγματα σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (5 ppm) εκτός από τα δείγματα, το PD18-1 (1.82 ppm) και το NG9-1 (3.16 ppm) παρουσιάζει εμπλουτισμό. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα NG6-28 (9.84ppm), η μικρότερη στο δείγμα PD18-1 (1.82 ppm) και η μέση τιμή είναι 6.40 ppm. Ο λόγος εμπλουτισμού του λιγνίτη είναι μικρότερος του 2. Αυτό που μπορεί να σημειωθεί ως παρατήρηση σε σχέση με το βάθος είναι ότι οι συγκεντρώσεις Co στον πρώτο ορίζοντα είναι μικρότερες από αυτές των άλλων δύο.

Στα δείγματα τέφρας, παρότι τα λιγνιτικά δείγματα είναι εμπλουτισμένα σε Co, παρατηρείται μέτριας έως έντονης τάσης εμπλουτισμός. Οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης παρατηρούνται στα δείγματα NG6-28 (118.00 ppm) και NG9-1 (39.95 ppm), δείγματα που έχουν και τον υψηλότερο συντελεστή εμπλουτισμού (14.95 και 12.66 αντίστοιχα), καθώς η ελάχιστη τιμή στο δείγμα PD18-1 (14.21 ppm) ενώ ο μέσος όρος είναι 34.14 ppm. Πέραν από τα δύο δείγματα που παρατηρείται έντονη τάση εμπλουτισμού, παρατηρείται χαμηλή τάση εμπλουτισμού σε τρία δείγματα, PD13-1 (2.98), NG6-28 (2.68) και PD11-9 (2.27). Στα υπόλοιπα δείγματα το Co παρουσιάζει μέτρια τάση εμπλουτισμού (τιμές εμπλουτισμού μεταξύ 3.75 και 7.83), ο μέσος όρος είναι 5.87. Επίσης παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις στην τέφρα ακολουθούν την ίδια τάση με το βάθος, παρόμοια με αυτή των λιγνιτικών δειγμάτων.

Πίνακας 13. Συγκεντρώσεις Κοβαλτίου (Co) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Co Λιγνίτης (ppm)	Co Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	1.82	14.21	0.36	7.83
PD28-1	8.92	33.19	1.78	3.72
NG2-1	5.38	21.09	1.08	3.92
NG6-2	7.89	118.00	1.58	14.95
NG8-1	5.31	37.21	1.06	7.00
PD13-1	7.54	22.51	1.51	2.98
PD28-11	6.41	25.03	1.28	3.91
NG3-6	5.81	22.92	1.16	3.94
NG6-28	9.84	26.39	1.97	2.68
NG9-1	3.16	39.95	0.63	12.66
PD4-1	5.87	39.03	1.17	6.64
PD11-7	6.46	24.21	1.29	3.75
PD11-9	8.82	20.02	1.76	2.27
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	5.00			
min	1.82	14.21	0.36	2.27
max	9.84	118.00	1.97	14.95
avg	6.40	34.14	1.28	5.87



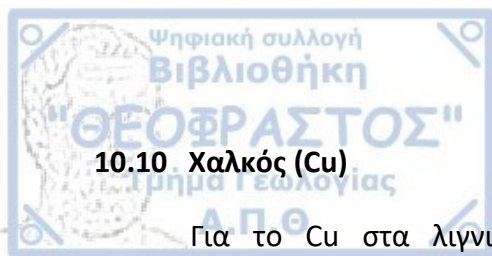
10.9 Νικέλιο (Ni)

Οι συγκεντρώσεις των λιγνιτικών δειγμάτων είναι εμπλουτισμένες σε Ni σε χαμηλό βαθμό σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (20 ppm), εκτός του δείγματος PD18-1 (19.27 ppm). Ο λόγος εμπλουτισμού του λιγνίτη κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0.96 και 1.64. Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD13-1 (32.82 ppm) η μικρότερη στο δείγμα PD18-1 (19.27 ppm), και η μέση τιμή είναι 26.99 ppm.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται ότι υπάρχει σε όλα χαμηλής έως μέτριας τάσης εμπλουτισμός κάτι που δείχνει την ανόργανη σχέση μεταξύ του Ni και του λιγνίτη. Οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης Ni και το μεγαλύτερο λόγο εμπλουτισμού παρατηρούνται στα δείγματα του πρώτου ορίζοντα PD18-1 (99.65 ppm) και NG8-1 (91.85 ppm). Άλλα δείγματα τα οποία έχουν μέτριο βαθμό εμπλουτισμού (πάνω από 3) είναι τα δείγματα του δεύτερου ορίζοντα, NG3-6 και NG9-1, και του τρίτου ορίζοντα το δείγμα PD4-1. Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν χαμηλές τιμές εμπλουτισμού, μεταξύ 1 και 3. Η μέση τιμή των συγκεντρώσεων είναι 71.39 ppm και η μέση τιμή εμπλουτισμού στην τέφρα είναι 2.75.

Πίνακας 14. Συγκεντρώσεις Νικελίου (Ni) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Ni Λιγνίτης (ppm)	Ni Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	19.27	99.65	0.96	5.17
PD28-1	29.74	75.03	1.49	2.52
NG2-1	26.57	49.31	1.33	1.86
NG6-2	25.65	64.01	1.28	2.50
NG8-1	23.10	91.85	1.15	3.98
PD13-1	32.82	73.80	1.64	2.25
PD28-11	26.73	56.40	1.34	2.11
NG3-6	26.38	84.00	1.32	3.18
NG6-28	31.08	51.05	1.55	1.64
NG9-1	24.01	72.52	1.20	3.02
PD4-1	25.52	83.33	1.28	3.26
PD11-7	28.63	75.61	1.43	2.64
PD11-9	31.39	51.54	1.57	1.64
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	20			
min	19.27	49.31	0.96	1.64
max	32.82	99.65	1.64	5.17
avg	26.99	71.39	1.35	2.75



10.10 Χαλκός (Cu)

Για το Cu στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι όλες οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι πάνω από την τιμή του Μέσου Όρου των Ανθράκων Παγκοσμίως (15 ppm), εκτός του δείγματος PD18-1 (10.91 ppm), που έχει και τη μικρότερη συγκέντρωση. Η μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης παρατηρούνται στον πρώτο και δεύτερο ορίζοντα στα δείγματα NG2-1 (87.30 ppm) και PD13-1 (71.84 ppm) αντίστοιχα, τα οποία είναι εμπλουτισμένα σε μεγαλύτερο βαθμό (>4.5). Ο μέσος όρος είναι 31.44 ppm. Τα υπόλοιπα δείγματα είναι ελαφρώς εμπλουτισμένα σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

Στα δείγματα τέφρας υψηλές τιμές συγκέντρωσης παρατηρούνται στα δείγματα PD28-1 (100.81 ppm), NG8-1 (174.19 ppm) του πρώτου ορίζοντα και NG9-1 (125.63 ppm) του δευτέρου και επιπλέον ο Cu παρουσιάζει μέτρια τάση εμπλουτισμού. Άλλα δείγματα στα οποία ο Cu παρουσιάζει μέτρια τάση εμπλουτισμού είναι τα δείγματα PD18-1 (4.30), NG3-6 (3.37) και PD4-1 (3.84) αντίστοιχα σε κάθε ορίζοντα. Ο Cu στα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζει χαμηλή τάση εμπλουτισμού στην τέφρα. Να σημειωθεί ότι τα δείγματα NG2-1 και PD13-1, ενώ και τα δύο έχουν υψηλή συγκέντρωση Cu στο λιγνίτη δεν εμπλουτίζεται σχεδόν καθόλου στα δείγματα τέφρας (συντελεστής 0.93 και 1.03 αντίστοιχα). Η μέση τιμή του συντελεστή εμπλουτισμού είναι 2.86. Τέλος παρατηρείται μια σχετικά φθίνουσα τάση στο βαθμό εμπλουτισμού των δειγμάτων με το βάθος.

Πίνακας 15. Συγκεντρώσεις Χαλκού (Cu) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Cu Λιγνίτης (ppm)	Cu Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	10.91	46.94	0.73	4.30
PD28-1	30.23	100.81	2.02	3.33
NG2-1	87.30	81.32	5.82	0.93
NG6-2	20.23	59.39	1.35	2.94
NG8-1	39.24	174.19	2.62	4.44
PD13-1	71.84	73.83	4.79	1.03
PD28-11	15.61	40.32	1.04	2.58
NG3-6	18.87	63.53	1.26	3.37
NG6-28	26.55	40.69	1.77	1.53
NG9-1	28.47	125.63	1.90	4.41
PD4-1	23.14	88.96	1.54	3.84
PD11-7	15.44	44.27	1.03	2.87
PD11-9	20.84	32.48	1.39	1.56
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	15			
min	10.91	32.48	0.73	0.93
max	87.30	174.19	5.82	4.44
avg	31.44	74.80	2.10	2.86

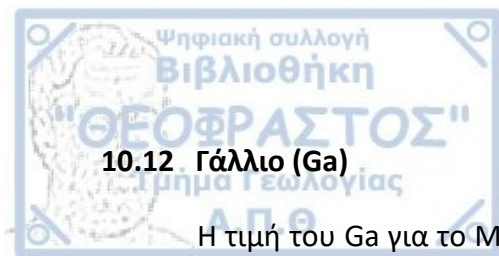


10.11 Ψευδάργυρος (Zn)

Στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι σχεδόν όλα είναι εμπλουτισμένα σε Zn σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (50 ppm), εκτός από τα δείγματα NG8-1 (31.64 ppm) και PD4-1 (10.26 ppm) του πρώτου και τρίτου ορίζοντα αντίστοιχα. Οι μέγιστες τιμές συγκέντρωσης παρατηρούνται στα δείγματα PD13-1 (120.59 ppm) του δεύτερου ορίζοντα και στα PD11-7 (107.32 ppm), PD11-9 (139.97) ppm το τρίτου ορίζοντα. Η μέση τιμή συγκέντρωσης Zn είναι 78.28 ppm και η μέση τιμή του λόγου εμπλουτισμού του λιγνίτη είναι 1.57.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται σε όλα τα δείγματα εμπλουτίζονται σε Zn σε σχέση με την συγκέντρωση του λιγνιτικού δείγματος έχοντας όμως ασθενή τάση, κάτι που παρατηρείται στον λόγο εμπλουτισμού της τέφρας, ο οποίος κατά πλειοψηφία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1.07 και 1.90. Παρόλα αυτά τα δείγματα NG8-1 (4.10) του πρώτου ορίζοντα έχει μέτρια τάση εμπλουτισμού καθώς και το δείγμα PD4-1 (18.69) του τρίτου ορίζοντα, το οποίο έχει πολύ ισχυρή τάση. Να σημειωθεί ότι στο δείγμα PD11-9 η συγκέντρωση Zn παραμένει σχεδόν ίδια, αφού έχει τη μικρότερη τιμή εμπλουτισμού (1.07). Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD11-7 (204.01 ppm), η μικρότερη στο δείγμα NG3-6 (82.04 ppm), και η μέση τιμή είναι 141.59 ppm.

Πίνακας 16. Συγκεντρώσεις Ψευδαργύρου (Zn) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Zn Λιγνίτης (ppm)	Zn Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	78.97	102.92	1.58	1.30
PD28-1	85.14	154.78	1.70	1.82
NG2-1	87.97	113.77	1.76	1.29
NG6-2	64.43	116.88	1.29	1.81
NG8-1	31.64	129.79	0.63	4.10
PD13-1	120.59	190.45	2.41	1.58
PD28-11	96.34	158.58	1.93	1.65
NG3-6	57.99	82.04	1.16	1.41
NG6-28	72.74	126.80	1.45	1.74
NG9-1	64.25	119.56	1.28	1.86
PD4-1	10.26	191.73	0.21	18.69
PD11-7	107.32	204.01	2.15	1.90
PD11-9	139.97	149.36	2.80	1.07
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	50			
min	10.26	82.04	0.21	1.07
max	139.97	204.01	2.80	18.69
avg	78.28	141.59	1.57	3.09



10.12 Γάλλιο (Ga)

Η τιμή του Ga για το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 5 ppm. Σε όλα σχεδόν τα λιγνιτικά δείγματα, εκτός του PD18-1 (2.83 ppm) που είναι κάτω από αυτή την τιμή, παρατηρείται εμπλουτισμός. Στα οχτώ από τα δεκατρία δείγματα οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι μεταξύ 10 έως 25 ppm, ενώ τα δείγματα NG8-1 (6.66 ppm) και NG9-1 (6.82 ppm) του πρώτου και δεύτερου ορίζοντα δεν παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις. Οι μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων συναντώνται στα δείγματα του δεύτερου και τρίτου ορίζοντα NG6-28 (17.21 ppm) και PD11-9 (24.54 ppm) αντίστοιχα.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται πως σε όλα τα δείγματα υπάρχει εμπλουτισμός, μέτριας έως χαμηλής τάσης. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται στο δείγμα PD28-1, 43.74 ppm, η μικρότερη στο δείγμα PD18-1, 20.76 ppm, ενώ η μέση τιμή είναι 31.74 ppm. Όσον αφορά το συντελεστή εμπλουτισμού σε όλα τα δείγματα του πρώτου ορίζοντα, τα δείγματα PD13-1, PD28-11 και NG9-1, του δεύτερου ορίζοντα και το δείγμα PD4-1 του τρίτου το Ga έχει μία μέτρια τάση εμπλουτισμού. Η μεγαλύτερη τιμή είναι στο δείγμα PD18-1 (7.34), η μικρότερη στο δείγμα PD11-9 (1.51), όπου στο λιγνιτικό δείγμα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ενώ η μέση τιμή είναι 3.27. Συμπερασματικά ο συντελεστής εμπλουτισμού της τέφρας έχει μια φθίνουσα τάση με το βάθος.

Πίνακας 17. Συγκεντρώσεις Γαλλίου (Ga) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Ga Λιγνίτης (ppm)	Ga Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	2.83	20.76	0.57	7.34
PD28-1	12.31	43.74	2.46	3.55
NG2-1	12.14	38.47	2.43	3.17
NG6-2	9.64	31.82	1.93	3.30
NG8-1	6.66	34.90	1.33	5.24
PD13-1	13.69	24.68	2.74	1.80
PD28-11	12.31	43.74	2.46	3.55
NG3-6	11.47	30.20	2.29	2.63
NG6-28	17.21	30.49	3.44	1.77
NG9-1	6.82	30.17	1.36	4.42
PD4-1	9.40	28.39	1.88	3.02
PD11-7	10.51	23.86	2.10	2.27
PD11-9	24.54	37.18	4.91	1.51
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	5			
min	2.83	20.76	0.57	1.51
max	24.54	43.74	4.91	7.34
avg	11.50	32.18	2.30	3.35

10.13 Αρσενικό (As)

Για το As η τιμή του Μέσου Όρου των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 10 ppm, και βάση αυτού παρατηρείται χαμηλής τάσης εμπλουτισμός στα λιγνιτικά δείγματα NG8-1 (πρώτος ορίζοντας), NG3-6 (δεύτερος ορίζοντας), PD4-1 και PD11-7 (τρίτος ορίζοντας). Οι τιμές των συγκεντρώσεων των παραπάνω δειγμάτων είναι αντίστοιχα 11.88ppm, 16.46ppm, 16.88ppm και 21.92ppm. Για τα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται η μέγιστη τιμή στο δείγμα PD11-7 (21.92 ppm), η ελάχιστη είναι στο δείγμα PD11-9 (0.46 ppm) ο μέσος όρος των δειγμάτων είναι 7.53 ppm, ενώ για το δείγμα NG6-28 η συγκέντρωση είναι <0.1 ppm.

Το As στα δείγματα τέφρας παρατηρείται χαμηλής έως έντονης τάσης εμπλουτισμός, εκτός του δείγματος NG8-1. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης είναι στο δείγμα PD11-7, 54.25 ppm, η ελάχιστη είναι στο δείγμα PD28-11, 2.83ppm, και ο μέσος όρος είναι 21.94 ppm, ενώ στο δείγμα τέφρας NG6-28 η συγκέντρωση As είναι <0.1 ppm. Να σημειωθεί ότι τα λιγνιτικά δείγματα που ήταν έχουν τιμές μεγαλύτερες του Μέσου Όρου των Ανθράκων Παγκοσμίως παρουσιάζουν τάση εμπλουτισμού στην τέφρα αρκετά χαμηλή (κάτω από 3), ενώ όπως προαναφέρθηκε το δείγμα NG8-1 έχει τιμή εμπλουτισμού 0.96, κάτι που δείχνει την οργανική συγγένεια του As με το αρχικό δείγμα. Έντονος εμπλουτισμός (>10) παρατηρείται στα δείγματα NG2-1 (16.05) και NG6-2 (10.56) του πρώτου ορίζοντα, NG9-1 (20.87) του δεύτερου, όπου και παρατηρείται η μεγαλύτερη τιμή, και PD11-9 (12.24) του τρίτου ορίζοντα. Τα δείγματα του πρώτου ορίζοντα, PD18-1 και PD28-1, και του δεύτερου ορίζοντα PD13-1 το παρατηρείται μέτρια τάση εμπλουτισμού του As (5.48, 3.41 και 3.83 αντίστοιχα), ενώ στα υπόλοιπα δείγματα του δεύτερου και τρίτου ορίζοντα το As έχει ασθενή τάση εμπλουτισμού (τιμές μεταξύ 1.5 και 2.5). Η μέση τιμή του συντελεστή εμπλουτισμού είναι 6.79.

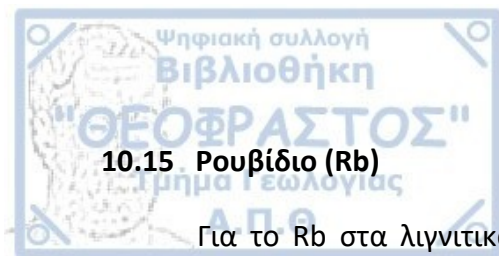
Πίνακας 18. Συγκεντρώσεις Αρσενικού (As) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	As Λιγνίτης (ppm)	As Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	3.48	19.06	0.35	5.48
PD28-1	5.00	17.07	0.50	3.41
NG2-1	1.00	16.05	0.10	16.05
NG6-2	1.53	16.11	0.15	10.56
NG8-1	11.88	11.39	1.19	0.96
PD13-1	9.10	34.88	0.91	3.83
PD28-11	1.61	2.83	0.16	1.76
NG3-6	16.46	24.18	1.65	1.47
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	1.00	20.87	0.10	20.87
PD4-1	16.88	40.91	1.69	2.42
PD11-7	21.92	54.25	2.19	2.47
PD11-9	0.46	5.67	0.05	12.24
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	10.00			
min	<0.1	<0.1	0.05	0.96
max	21.92	54.25	2.19	20.87
avg	7.53	21.94	0.75	6.79

10.14 Σελήνιο (Se)

Παρατηρείται πως οι συγκεντρώσεις Se σε αρκετά λιγνιτικά δείγματα είναι <0.1 ppm, εκτός από τα δείγματα PD28-1, NG8-1, PD13-1, NG3-6 και PD4-1, στα οποία παρατηρούνται τιμές συγκεντρώσεων μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά μόνο στο δείγμα PD28-1 παρατηρείται εμπλουτισμός στην τέφρα, ενώ τα υπόλοιπα δείγματα φαίνεται ότι υπάρχει οργανική συγγένεια μεταξύ του Se και του λιγνίτη.

Πίνακας 19. Συγκεντρώσεις Σεληνίου (Se) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Se Λιγνίτης (ppm)	Se Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	2.90	5.92	5.81	2.04
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	2.00	<0.1	3.99	—
PD13-1	0.44	<0.1	0.87	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	0.41	<0.1	0.82	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	1.11	<0.1	2.21	—
PD11-7	<0.1	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.5			
Min	0.41	5.92	—	—
Max	2.90	5.92	5.81	—
Ave	1.37	5.92	—	—



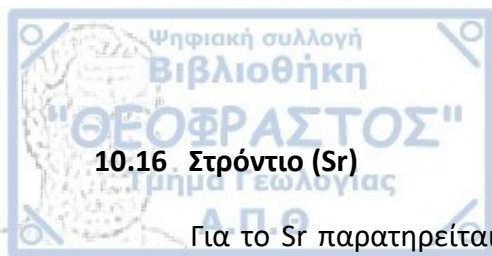
10.15 Ρουβίδιο (Rb)

Για το Rb στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται πως σχεδόν όλα τα δείγματα εκτός από τα PD18-1 και NG9-1, οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι πάνω από το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (15 ppm). Παρόλα αυτά το Rb παρουσιάζει χαμηλή τάση εμπλουτισμού στο λιγνίτη και ο λόγος δεν ξεπερνάει το 2.70. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται στο δείγμα NG2-1 (40.44 ppm), η μικρότερη στο δείγμα PD18-1 (9.21 ppm) ενώ η μέση τιμή συγκέντρωσης είναι 26.3 ppm. Επιπλέον παρατηρείται μία φθίνουσα τάση των συγκεντρώσεων με το βάθος καθώς ανάλογη τάση έχει και ο συντελεστής εμπλουτισμού του λιγνίτη.

Για τα δείγματα της τέφρας παρατηρείται ότι το Rb εμπλουτίζεται σε χαμηλό έως μέτριο βαθμό σχεδόν σε όλα τα δείγματα, εκτός των δειγμάτων PD13-1 (3.78 ppm), PD4-1 (8.58 ppm) και PD11-7 (14.22 ppm), στα οποία η αρχική συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη από ότι στην τέφρα και οι αντίστοιχοι συντελεστές εμπλουτισμού της τέφρας είναι 0.11, 0.30 και 0.48 αντίστοιχα. Στα τρία παραπάνω δείγματα υπάρχει οργανική σχέση του Rb. Οι μεγαλύτερες τιμές αναλογικά με τα αντίστοιχα λιγνιτικά δείγματα παρατηρούνται στον πρώτο ορίζοντα, όπως τα δείγματα PD28-1 (113.89 ppm), NG3-6 (118.6 ppm) και NG8-1 (99.74 ppm), καθώς επίσης και το δείγμα του δεύτερου ορίζοντα NG3-6 (118.41 ppm). Η μέση τιμή είναι 63.76 ppm. Το Rb στα δείγματα PD18-1, NG8-1 και NG9-1, έχει την μέτρια τάση να εμπλουτίζεται στην τέφρα, με τιμές εμπλουτισμού 5.52, 4.85 και 6.60 αντίστοιχα, ενώ η μέση τιμή είναι 2.79. Τέλος παρατηρείται ότι υπάρχει μία φθίνουσα τάση εμπλουτισμού με το βάθος.

Πίνακας 20. Συγκεντρώσεις Ρουβιδίου (Rb) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Rb Λιγνίτης (ppm)	Rb Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	9.21	50.89	0.61	5.52
PD28-1	33.88	113.89	2.26	3.36
NG2-1	40.44	118.60	2.70	2.93
NG6-2	26.89	88.74	1.79	3.30
NG8-1	20.56	99.74	1.37	4.85
PD13-1	33.86	3.76	2.26	0.11
PD28-11	28.53	61.19	1.90	2.14
NG3-6	38.75	118.41	2.58	3.06
NG6-28	18.94	29.28	1.26	1.55
NG9-1	11.88	78.39	0.79	6.60
PD4-1	28.44	8.58	1.90	0.30
PD11-7	29.33	14.22	1.96	0.48
PD11-9	21.20	43.22	1.41	2.04
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	15			
min	9.21	3.76	0.61	0.11
max	40.44	118.60	2.70	6.60
avg	26.30	63.76	1.75	2.79



10.16 Στρόντιο (Sr)

Για το Sr παρατηρείται στα λιγνιτικά δείγματα πως δεν υπάρχει εμπλουτισμός σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (200 ppm). Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD11-9 (151.76 ppm) του τρίτου ορίζοντα, η μικρότερη στο δείγμα PD18-1 (29.08 ppm) του πρώτου ορίζοντα, και η μέση τιμή της συγκέντρωσης είναι 74.15 ppm. Παρατηρείται στα δείγματα ότι οι συγκεντρώσεις του Sr αυξάνονται με το βάθος.

Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται ότι σε όλα υπάρχει εμπλουτισμός Sr. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD28-1 (226.87 ppm), ενώ η ελάχιστη στο δείγμα PD13-1 (81.45 ppm), στο οποίο παρατηρείται η μικρότερη τιμή στο συντελεστή εμπλουτισμού (1.15). Η μέση τιμή είναι 181.24 ppm. Παρατηρείται ότι η τάση του Sr είναι χαμηλή έως μέτρια για να συγκεντρώνεται στην τέφρα. Μόλις τέσσερα δείγματα έχουν τιμές εμπλουτισμού μεγαλύτερη του 3 και είναι στα δείγματα του πρώτου ορίζοντα, PD18-1 (5.74), PD28-1 (3.16), NG8-1 (4.46) και του δευτέρου NG9-1 (3.87) και είναι αυτά που παρατηρείται μέτρια τάση εμπλουτισμού, ενώ όλα τα υπόλοιπα δείγματα κυμαίνονται σε τιμές χαμηλότερες τιμές του συντελεστή εμπλουτισμού. Η μέση τιμή του συντελεστή εμπλουτισμού είναι 2.77. Επιπλέον παρατηρείται ότι υπάρχει μία φθίνουσα τάση του συντελεστή εμπλουτισμού με το βάθος.

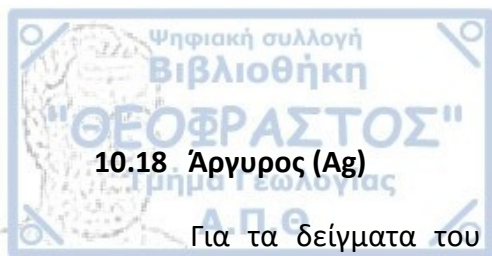
Πίνακας 21. Συγκεντρώσεις Στροντίου (Sr) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Sr Λιγνίτης (ppm)	Sr Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	29.08	166.90	0.15	5.74
PD28-1	70.99	224.47	0.35	3.16
NG2-1	74.03	220.89	0.37	2.98
NG6-2	69.10	204.25	0.35	2.96
NG8-1	50.91	226.87	0.25	4.46
PD13-1	70.75	81.45	0.35	1.15
PD28-11	89.00	207.88	0.44	2.34
NG3-6	84.84	217.45	0.42	2.56
NG6-28	102.37	176.14	0.51	1.72
NG9-1	51.12	197.86	0.26	3.87
PD4-1	43.18	85.01	0.22	1.97
PD11-7	76.80	129.38	0.38	1.68
PD11-9	151.76	217.63	0.76	1.43
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	200			
min	29.08	81.45	0.15	1.15
max	151.76	226.87	0.76	5.74
avg	74.15	181.24	0.37	2.77

10.17 Υττριο (Υ)

Η τιμή του Μέσου Όρου των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 15 ppm για το Υ και δεν παρατηρείται εμπλουτισμό στα λιγνιτικά δείγματα καθώς οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 0.91 ppm έως 11.38 ppm. Για το δείγμα PD11-7 δεν έγινε ανάλυση, ενώ στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας. Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται στα περισσότερα εμπλουτισμός. Τα δείγματα PD18-1, PD4-1 έχουν τιμές μικρότερες της μονάδας, που δείχνει την πιθανή οργανική σχέση του Υ με το λιγνίτη. Το δείγμα PD13-1 ενώ στο λιγνίτη είναι 9.76 ppm, στην τέφρα η συγκέντρωση είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας. Στο δείγμα NG9-1 παρατηρείται πολύ έντονη τάση εμπλουτισμού (31.21), γιατί από τα 0.91 ppm συγκέντρωσης Υ στο λιγνίτη, στην τέφρα η τιμή είναι 28.43 ppm. Τέλος τα δείγματα του πρώτου ορίζοντα έχουν μέτρια τάση εμπλουτισμού κυρίως σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Ο λόγος εμπλουτισμού της τέφρας ακολουθεί μία φθίνουσα τάση με το βάθος.

Πίνακας 22. Συγκεντρώσεις Υττρίου (Υ) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Υ Λιγνίτης (ppm)	Υ Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	5.34	0.85	0.36	0.16
PD28-1	9.69	34.88	0.65	3.60
NG2-1	11.38	32.61	0.76	2.87
NG6-2	9.11	29.05	0.61	3.19
NG8-1	6.60	35.63	0.44	5.40
PD13-1	9.76	<0.1	0.65	0.01
PD28-11	6.66	14.48	0.44	2.17
NG3-6	6.17	23.27	0.41	3.77
NG6-28	7.71	7.78	0.51	1.01
NG9-1	0.91	28.43	0.06	31.21
PD4-1	9.46	0.33	0.63	0.04
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	6.08	8.48	0.41	1.39
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	15.00			
min	0.91	0.33	0.06	0.01
max	11.38	35.63	0.76	31.21
avg	7.41	19.62	0.49	4.57



10.18 Άργυρος (Ag)

Για τα δείγματα του Ag παρατηρείται πως ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 0.1 ppm. Τόσο στα λιγνιτικά δείγματα, όσο και στα δείγματα τέφρας παρατηρείται ότι οι περιεκτικότητες σε Agόλες είναι <0.1 ppm, εκτός του δείγματος τέφρας NG8-1, που παρουσιάζεται μία υψηλή τιμή συγκέντρωσης Ag της τάξης των 58 ppm.

Πίνακας 23. Συγκεντρώσεις Αργύρου (Ag) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας.				
	Ag Λιγνίτης (ppm)	Ag Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	58.0	—	>580
PD13-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	<0.1	<0.1	—	—
PD11-7	<0.1	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.1			
min	—	—	—	—
max	—	—	—	>580
avg	—	—	—	—

10.19 Κάδμιο (Cd)

Για το Cd παρατηρείται πως όλες οι τιμές των συγκεντρώσεων των δειγμάτων λιγνίτη είναι <0.1 ppm, και ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 0.5 ppm. Στα δείγματα τέφρας παρατηρείται πως οι τιμές των συγκεντρώσεων του Cd παραμένουν κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας, εκτός του δείγματος NG8-1, όπου η τιμή συγκέντρωσης είναι 0.86 ppm.

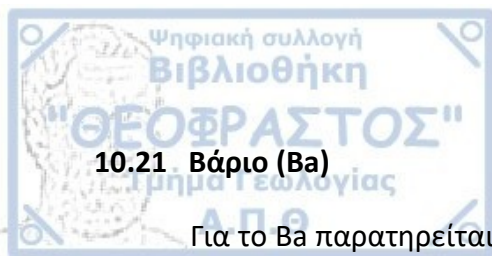
Πίνακας 24. Συγκεντρώσεις Καδμίου (Cd) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας.				
	Cd Λιγνίτης (ppm)	Cd Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	0.86	—	>8.6
PD13-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	<0.1	<0.1	—	—
PD11-7	<0.1	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.5			
min	—	—	—	—
max	—	0.86	—	>8.6
avg	—	—	—	—

10.20 Καίσιο (Cs)

Για το Cs είναι ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 1 ppm και βάση αυτού δεν παρατηρείται κανένα λιγνιτικό δείγμα να είναι εμπλουτισμένο. Παρατηρούνται τιμές συγκεντρώσεων οριακά κοντά στην τιμή αυτή κυρίως σε τρία δείγματα του δεύτερου ορίζοντα (PD13-1, PD28-11, NG6-28) και από ένα δείγμα στον πρώτο και τρίτο ορίζοντα (NG2-1 και PD11-9 αντίστοιχα), καθώς επίσης παρατηρούνται από δύο δείγματα στον πρώτο και δεύτερο ορίζοντα των οποίων οι συγκεντρώσεις είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας (PD18-1, NG8-1, NG3-6 και NG9-1). Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα NG6-28 (0.97 ppm), η ελάχιστη παρατηρείται στο δείγμα PD11-7 (0.15 ppm) και ο μέσος όρος είναι 0.65 ppm. Οι τιμές για τα δείγματα PD18-1, NG3-6, NG8-1 και NG9-1 είναι <0.1 ppm.

Στα δείγματα τέφρας παρατηρείται εμπλουτισμός πέραν από τα δείγματα του δευτέρου και τρίτου ορίζοντα, PD13-1 και PD11-7 αντίστοιχα, των οποίων οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι <0.1 ppm. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα NG2-1, 5.09 ppm, η ελάχιστη τιμή είναι στο δείγμα PD18-1, 1.71 ppm, ενώ ο μέσος όρος είναι 3.52 ppm. Στα δείγματα τέφρας (PD18-1, NG6-2 και NG8-1) του πρώτου ορίζοντα και (NG3-6 και NG9-1) του δευτέρου παρατηρείται έντονη τάση του Cs να συγκεντρώνεται σε αυτήν. Χαρακτηριστικές είναι οι συντελεστές εμπλουτισμού των δειγμάτων NG8-1 (50.50) και NG9-1 (43.60). Στα υπόλοιπα δείγματα έχουν μέτρια έως χαμηλή τάση εμπλουτισμού. Τέλος παρατηρείται ότι ο μέσος όρος είναι 6.92 και μία φθίνουσα τάση εμπλουτισμού με το βάθος.

Πίνακας 25. Συγκεντρώσεις Καισίου (Cs) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Cs Λιγνίτης (ppm)	Cs Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	1.71	—	17.10
PD28-1	0.54	4.89	0.54	9.00
NG2-1	0.81	5.09	0.81	6.31
NG6-2	0.23	4.07	0.23	18.08
NG8-1	<0.1	5.05	—	50.50
PD13-1	0.96	<0.1	0.96	—
PD28-11	0.90	4.07	0.90	4.53
NG3-6	<0.1	2.20	—	22.00
NG6-28	0.97	2.59	0.97	2.67
NG9-1	<0.1	4.36	—	43.60
PD4-1	0.39	1.94	0.39	4.97
PD11-7	0.15	<0.1	0.15	—
PD11-9	0.94	2.71	0.94	2.88
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	1			
min	0.15	1.71	0	0
max	0.97	5.09	0.97	50.50
avg	0.65	3.52	0.45	16.51



10.21 Βάριο (Ba)

Για το Ba παρατηρείται ότι η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης είναι στο δείγμα PD11-9 (230.19 ppm), του τρίτου ορίζοντα, το οποίο είναι ελαφρώς εμπλουτισμένο σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως οποίος είναι 200 ppm, η μικρότερη στο δείγμα PD18-1 (34.03 ppm), στον πρώτο ορίζοντα, ενώ ο μέσος όρος είναι 113.44 ppm. Ο λόγος των λιγνιτικών δειγμάτων προς το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως, εκτός του δείγματος PD11-9, έχει τιμές κάτω από 0.75 και μέσο όρο 0.57. Επιπλέον, αυτό που παρατηρείται μία αυξητική τάση των συγκεντρώσεων Ba με το βάθος, δηλαδή στο δεύτερο και τρίτο ορίζοντα παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τον πρώτο.

Στα δείγματα της τέφρας παρατηρείται η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης στο δείγμα PD18-1 (422.97 ppm), η μικρότερη τιμή στο δείγμα PD13-1 (79.15 ppm), ενώ η μέση τιμή είναι 261.22 ppm. Όσον αφορά το συντελεστή εμπλουτισμού στην τέφρα παρατηρείται στον πρώτο ορίζοντα κατά πλειοψηφία μέτρια τάση εμπλουτισμού με μέγιστη τιμή στο δείγμα PD18-1 (5.48), στον δεύτερο παρατηρούνται δύο δείγματα με μέτρια τάση εμπλουτισμού (PD28-11 και NG9-1), δύο δείγματα με χαμηλή τάση (NG3-6 και NG6-28) και το δείγμα PD13-1 (0.64), το οποίο δεν παρουσιάζει εμπλουτισμό, αλλά αντιθέτως ότι υπάρχει οργανική σχέση. Στον τρίτο ορίζοντα οι τιμές του συντελεστή εμπλουτισμού είναι εξαιρετικά χαμηλές (1.00-1.55) με τις τιμές αυτού στα δείγματα PD4-1 και PD11-7 να είναι κοντά στη μονάδα, ενώ η μέση τιμή αυτού είναι 2.65. Τέλος στη συγκέντρωση Ba στα δείγματα τέφρας παρατηρείται μία φθίνουσα τάση με το βάθος σε αντίθεση με τα λιγνιτικά δείγματα, κάτι που επηρεάζει το συντελεστή εμπλουτισμού όπου παρατηρείται η ίδια φθίνουσα τάση.

Πίνακας 26. Συγκεντρώσεις Βαρίου (Ba) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Ba Λιγνίτης (ppm)	Ba Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	34.03	188.12	0.17	5.53
PD28-1	125.90	422.97	0.63	3.36
NG2-1	117.76	347.07	0.59	2.95
NG6-2	94.59	301.80	0.47	3.19
NG8-1	68.00	306.73	0.34	4.51
PD13-1	123.93	79.15	0.62	0.64
PD28-11	125.90	422.97	0.63	3.36
NG3-6	126.74	318.70	0.63	2.51
NG6-28	150.80	259.76	0.75	1.72
NG9-1	65.60	271.87	0.33	4.14
PD4-1	80.24	87.55	0.40	1.09
PD11-7	104.78	104.92	0.52	1.00
PD11-9	230.19	355.73	1.15	1.55
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	200.00			
min	34.03	79.15	0.17	0.64
max	230.19	422.97	1.15	5.53
avg	113.44	261.22	0.57	2.65

10.22 Λανθάνιο (La)

Ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το La είναι 10 ppm.

Παρατηρείται ότι σχεδόν όλα τα δείγματα, λιγνίτη και τέφρας, έχουν τιμές <0.1 ppm. Στο δείγμα NG8-1 του πρώτου ορίζοντα, ενώ στο λιγνίτη δεν ανιχνεύεται La, στην τέφρα συγκεντρώνεται ποσότητα 58.97 ppm. Στο δείγμα NG9-1 στο λιγνίτη παρατηρείται συγκέντρωση 2.27 ppm, ενώ στο δείγμα τέφρας αντίστοιχα, δεν ανιχνεύεται La, αποδεικνύοντας την πιθανή οργανική σχέση. Τέλος το δείγμα λιγνίτη PD11-7 ότι δεν έγινε ανάλυση.

Πίνακας 27. Συγκεντρώσεις Λανθάνιου (La) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	La Λιγνίτης (ppm)	La Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	58.97	—	>589.70
PD13-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	2.27	<0.1	0.23	—
PD4-1	<0.1	<0.1	—	—
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	10			
min	—	—	—	—
max	2.27	58.97	0.23	>589.70
avg	—	—	—	—

10.23 Δημήτριο (Ce)

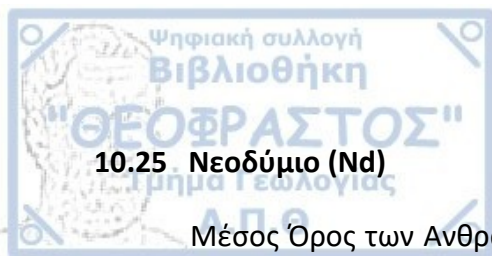
Για το Ce στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται πως σχεδόν όλες οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι <0.1 ppm, εκτός του δείγματος PD11-9 (9.01 ppm), η οποία δεν ξεπερνά την τιμή συγκέντρωσης του Μέσου Όρου των Ανθράκων Παγκοσμίως (20 ppm). Το αντίστοιχο δείγμα τέφρας το Ce είναι <0.1 ppm, κάτι που δείχνει οργανική σχέση. Το δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν αναλύθηκε, ενώ στο δείγμα τέφρας παρατηρείται συγκέντρωση 4.53 ppm. Στα δείγματα τέφρας NG8-1, PD13-1 και PD4-1 παρατηρείται έντονος εμπλουτισμός Ce, τιμές συγκεντρώσεων 62.79 ppm, 1.04 ppm, και 2.17 ppm αντίστοιχα.

Πίνακας 28. Συγκεντρώσεις Δημητρίου (Ce) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Ce Λιγνίτης (ppm)	Ce Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	62.79	—	>627.90
PD13-1	<0.1	1.04	—	>10.40
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	<0.1	2.17	—	>21.70
PD11-7	n.a	4.53	—	>45.30
PD11-9	9.01	<0.1	0.45	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	20			
min	—	—	—	>10.40
max	9.01	62.79	—	>628.00
avg	—	—	—	—

10.24 Πρασινοδύμιο (Pr)

Για το Pr ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 3 ppm. Στα δείγματα λιγνίτη μόνο το λιγνιτικό δείγμα NG2-1 είναι εμπλουτισμένο με συγκέντρωση 3.45 ppm. Στα δείγματα PD18-1, NG8-1 και NG3-6 οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι <0.1 ppm, ενώ στο δείγμα PD11-7 δεν έγινε ανάλυση. Το δείγμα PD13-1 (2.59 ppm) στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας, το Pr δεν ανιχνεύεται, όπως επίσης και στο δείγμα PD4-1 (2.50 ppm) η συγκέντρωση που ανιχνεύεται στην τέφρα είναι 0.33 ppm. Στα δύο αυτά δείγματα υπάρχει πιθανή οργανική σχέση. Επίσης στα δείγματα λιγνίτη οι συγκεντρώσεις Pr είναι <0.1 ppm, η τάση συγκέντρωσης του στοιχείου στην τέφρα είναι αρκετά έντονη, αφού οι συγκεντρώσεις των δειγμάτων PD18-1, NG8-1 και NG3-6, είναι αντίστοιχα 3.38 ppm, 7.28 ppm, και 6.04 ppm. Επίσης το Pr για το δείγμα NG9-1 έχει πιο ισχυρή τάση εμπλουτισμού (9.93) στην τέφρα σε σχέση με τα άλλα δείγματα, στα οποία το στοιχείο έχει ασθενή τάση εμπλουτισμού.

Πίνακας 29. Συγκεντρώσεις Πρασινοδύμιου (Pr) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Pr Λιγνίτης (ppm)	Pr Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	3.38	—	>33.82
PD28-1	2.66	8.40	0.89	3.16
NG2-1	3.45	9.79	1.15	2.84
NG6-2	2.79	6.49	0.93	2.33
NG8-1	<0.1	7.28	—	>72.78
PD13-1	2.59	<0.1	0.86	0.04
PD28-11	2.06	4.55	0.69	2.21
NG3-6	<0.1	6.04	—	>60.40
NG6-28	2.62	2.84	0.87	1.08
NG9-1	0.69	6.85	0.23	9.93
PD4-1	2.50	0.33	0.83	0.13
PD11-7	n.a	0.06	—	—
PD11-9	1.38	2.62	0.46	1.90
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	3.00			
min	0.69	0.06	0.00	0.04
max	3.45	9.79	1.15	72.78
avg	2.30	4.89	0.53	15.88

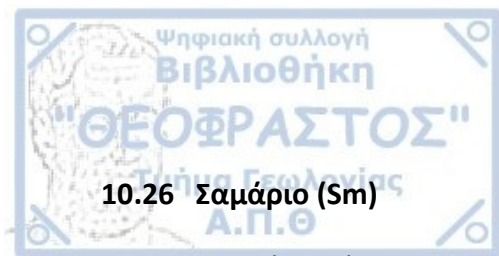


10.25 Νεοδύμιο (Nd)

Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το Nd είναι 10 ppm. Μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων παρατηρούνται σε πέντε δείγματα, στα λιγνιτικά δείγματα του πρώτου ορίζοντα PD28-1 (10.50 ppm), NG2-1 (13.81 ppm), NG6-2 (11.39 ppm) και του δευτέρου PD13-1 (10.45 ppm), NG6-28 (10.54 ppm). Στο δείγμα NG9-1 η συγκέντρωση Nd στο λιγνίτη είναι <0.1 ppm, αλλά στην τέφρα παρατηρείται αρκετά υψηλή τιμή εμπλουτισμού, αφού η συγκέντρωση είναι 26.95 ppm. Στο δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν έγινε ανάλυση, και στην τέφρα συγκεντρώνονται μόλις 0.22 ppm. Να σημειωθεί ότι το δείγμα που έχει τον μικρότερο συντελεστή εμπλουτισμού στην τέφρα είναι το PD13-1, αφού η συγκέντρωση είναι 0.08 ppm, και φαίνεται πως υπάρχει πιθανή οργανική σχέση. Τέλος παρατηρείται ότι στον πρώτο ορίζοντα το Nd έχει μέτρια τάση να συγκεντρώνεται στην τέφρα, γιατί τα δείγματα PD18-1, PD28-1 και NG8-1 είναι μεγαλύτερος του 3.

Πίνακας 30. Συγκεντρώσεις Νεοδυμίου (Nd) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Nd Λιγνίτης (ppm)	Nd Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	4.13	12.78	0.41	3.09
PD28-1	10.50	34.86	1.05	3.32
NG2-1	13.81	40.71	1.38	2.95
NG6-2	11.39	25.67	1.14	2.25
NG8-1	5.98	30.04	0.60	5.02
PD13-1	10.45	0.08	1.04	0.01
PD28-11	8.38	18.43	0.84	2.20
NG3-6	8.17	24.31	0.82	2.98
NG6-28	10.54	12.01	1.05	1.14
NG9-1	<0.1	26.95	—	>269.50
PD4-1	9.90	0.43	0.99	0.04
PD11-7	n.a	0.22	—	—
PD11-9	6.21	11.58	0.62	1.86
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	10.00			
min	4.13	0.08	0.41	0.01
max	13.81	40.71	1.38	>269.50
avg	9.04	18.31	0.90	24.57



10.26 Σαμάριο (Sm)

Ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το Sm είναι 2 ppm και παρατηρείται ότι τα δείγματα PD28-1 (2.17 ppm), NG2-1 (2.86 ppm), NG6-2 (2.40 ppm), PD13-1 (2.20 ppm), NG6-28 (2.51 ppm) και PD4-1 (2.02 ppm) έχουν μεγαλύτερες τιμές από αυτόν. Στο δείγμα λιγνίτη του τρίτου ορίζοντα PD11-7 δεν έγινε ανάλυση και στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση που προσδιορίστηκε είναι μικρότερη των 0.1 ppm. Να σημειωθεί ότι τα λιγνιτικά δείγματα που παρουσιάζουν συγκεντρώσεις ελαφρώς μεγαλύτερες από τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως, στα αντίστοιχα δείγματα τέφρας το Sm δεν έχει την τάση να συγκεντρώνεται σε αυτήν. Σε όλα τα υπόλοιπα δείγματα τέφρας παρατηρείται ότι το Sm έχει χαμηλή τάση εμπλουτισμού. Μέτριας τάσης εμπλουτισμός παρατηρείται στο δείγμα του πρώτου ορίζοντα NG8-1, με συντελεστή εμπλουτισμού 4.99, και το δείγμα του δεύτερου ορίζοντα NG9-1 παρουσιάζει έντονη τάση εμπλουτισμού στην τέφρα, με συντελεστή 13.06. Τα δείγματα PD4-1 και PD13-1 φαίνεται πως υπάρχει οργανική συγγένεια. Τέλος, παρατηρείται πως ο πρώτος ορίζοντας παρουσιάζει μία φθίνουσα τάση στον συντελεστή εμπλουτισμού της τέφρας με τη βάθος.

Πίνακας 31. Συγκεντρώσεις Σαμαρίου (Sm) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Sm Λιγνίτης (ppm)	Sm Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.85	2.14	0.42	2.53
PD28-1	2.17	6.68	1.08	3.08
NG2-1	2.86	7.61	1.43	2.66
NG6-2	2.40	5.47	1.20	2.28
NG8-1	1.30	6.51	0.65	4.99
PD13-1	2.20	<0.1	1.10	0.05
PD28-11	1.89	4.25	0.94	2.26
NG3-6	1.75	5.14	0.88	2.93
NG6-28	2.51	2.97	1.26	1.18
NG9-1	0.43	5.63	0.22	13.06
PD4-1	2.02	0.38	1.01	0.19
PD11-7	n.a	0.08	—	—
PD11-9	1.80	3.06	0.90	1.70
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	2.00			
min	0.43	0.08	0.22	0.05
max	2.86	7.61	1.43	13.06
avg	1.85	4.16	0.92	3.08

10.27 Ευρώπιο (Eu)

Για το Eu στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι όλες σχεδόν οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι κάτω από το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (0.5 ppm). Παρατηρούνται μόνο δύο τιμές μεγαλύτερες στα δείγματα NG2-1 (0.59 ppm) και NG6-28 (0.56 ppm). Να σημειωθεί ότι το δείγμα PD11-7 δεν αναλύθηκε, ενώ στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση Eu είναι <0.1 ppm. Το δείγμα PD13-1, ενώ στο δείγμα λιγνίτη παρατηρείται συγκέντρωση Eu, 0.48 ppm, στην τέφρα η συγκέντρωση είναι <0.1 ppm, που δείχνει πιθανή οργανική σχέση. Επίσης παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται στο δείγμα PD4-1, όπου η συγκέντρωση Eu είναι μικρότερη στο δείγμα της τέφρας από του λιγνίτη. Τα δείγματα που έχουν το μεγαλύτερο συντελεστή εμπλουτισμού είναι τα δείγματα, NG8-1 (5.06) του πρώτου ορίζοντα, και NG9-1 του δευτέρου (13.67). Γενικά το Eu παρουσιάζει ασθενή τάση εμπλουτισμού.

Πίνακας 32. Συγκεντρώσεις Ευρωπίου (Eu) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Eu Λιγνίτης (ppm)	Eu Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.18	0.43	0.37	2.33
PD28-1	0.47	1.44	0.95	3.04
NG2-1	0.59	1.60	1.19	2.70
NG6-2	0.50	1.20	1.00	2.39
NG8-1	0.28	1.40	0.55	5.06
PD13-1	0.48	<0.1	—	—
PD28-11	0.42	0.93	0.84	2.22
NG3-6	0.40	1.16	0.80	2.90
NG6-28	0.56	0.72	1.13	1.27
NG9-1	0.09	1.17	0.17	13.67
PD4-1	0.42	0.34	0.84	0.82
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	0.48	0.79	0.96	1.64
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.5			
min	0.09	0.34	0.17	0.82
max	0.59	1.60	1.19	13.67
avg	0.41	1.02	0.80	3.46

10.28 Γαδολίνιο (Gd)

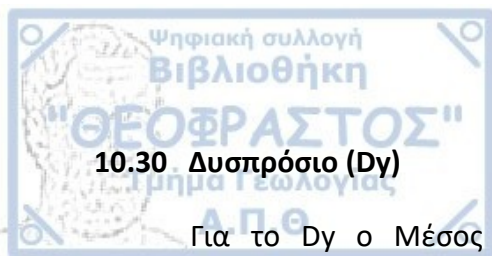
Ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το Gd είναι 1 ppm και στα δείγματα λιγνίτη παρατηρείται ότι τέσσερα δείγματα είναι εμπλουτισμένα. Τα δείγματα αυτά είναι από τον πρώτο ορίζοντα το NG6-2 (2.71 ppm), από τον δεύτερο ορίζοντα PD13-1 (2.58 ppm) και NG6-28 (2.67 ppm), και από τον τρίτο PD11-9 (1.93 ppm). Σε επτά δείγματα δεν ανιχνεύτηκε συγκέντρωση Gd. Να σημειωθεί ότι το δείγμα PD11-7 δεν αναλύθηκε, ενώ η ποσότητα που συγκεντρώνεται στην τέφρα είναι μικρότερη από 0.1 ppm. Για τα δείγματα τέφρας PD18-1, PD28-1, NG2-1, NG8-1, PD28-11, NG3-6 και NG9-1 παρατηρείται ότι υπάρχει πολύ ισχυρής τάσης εμπλουτισμός. Τα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζουν χαμηλής έως μέτριας τάσης εμπλουτισμό, ενώ το δείγμα PD13-1, η συγκέντρωση του Gd κάτω από τα 0.1 ppm, όπου και φαίνεται ότι υπάρχει οργανική σχέση με το λιγνίτη.

Πίνακας 33. Συγκεντρώσεις Γαδολινίου (Gd) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Gd Λιγνίτης (ppm)	Gd Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	2.11	—	>21.10
PD28-1	<0.1	7.38	—	>73.80
NG2-1	<0.1	8.48	—	>84.80
NG6-2	2.71	6.33	2.71	2.34
NG8-1	<0.1	7.76	—	>77.60
PD13-1	2.58	<0.1	2.58	—
PD28-11	<0.1	4.70	—	>47.00
NG3-6	<0.1	5.76	—	>57.60
NG6-28	2.67	3.14	2.67	1.17
NG9-1	0.43	6.70	0.43	15.70
PD4-1	<0.1	0.35	—	>3.50
PD11-7	n.a	0.08	—	—
PD11-9	1.93	3.22	1.93	1.67
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	1			
min	0.43	0.08	0.43	1.17
max	2.71	8.48	2.71	84.80
avg	2.06	4.67	2.06	35.12

10.29 Τέρβιο (Tb)

Για το Tb ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 0.2 ppm. Στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται, εκτός των δειγμάτων PD18-1 και NG9-1, εμπλουτισμός. Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα NG2-1 (0.44 ppm) και η μέση τιμή είναι 0.32 ppm. Να σημειωθεί ότι στο δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης του Tb και στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση είναι 0.1 ppm. Το δείγμα NG9-1 στο λιγνίτη η συγκέντρωση είναι <0.1 ppm, ενώ στο αντίστοιχο δείγμα η συγκέντρωση Tb είναι 0.91 ppm. Επίσης στο δείγμα PD13-1, ενώ στο λιγνίτη η συγκέντρωση είναι 0.36 ppm, στο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση είναι <0.1 ppm. Τέλος στο δείγμα PD4-1 και στο λιγνίτη και στην τέφρα η συγκέντρωση Tb είναι 0.31 ppm. Στο δείγμα NG8-1 παρατηρείται μέτριας τάση εμπλουτισμός, ενώ στα δείγματα που δεν έχει γίνει κάποια αναφορά οι λόγοι εμπλουτισμού της τέφρας κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 1.28 και 4.86 με μέση τιμή 2.72.

Πίνακας 34. Συγκεντρώσεις Τερβίου (Tb) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Tb Λιγνίτης (ppm)	Tb Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.15	0.24	0.74	1.60
PD28-1	0.34	1.01	1.70	2.99
NG2-1	0.44	1.13	2.19	2.58
NG6-2	0.38	0.90	1.91	2.35
NG8-1	0.23	1.10	1.13	4.86
PD13-1	0.36	<0.1	1.78	0.28
PD28-11	0.34	1.01	1.70	2.99
NG3-6	0.28	0.78	1.40	2.80
NG6-28	0.39	0.49	1.93	1.28
NG9-1	<0.1	0.91	—	9.07
PD4-1	0.31	0.31	1.56	0.99
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	0.33	0.53	1.65	1.61
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.20			
min	0.15	0.24	0.74	0.28
max	0.44	1.13	2.19	9.07
avg	0.32	0.74	1.59	2.72



10.30 Δυσπρόσιο (Dy)

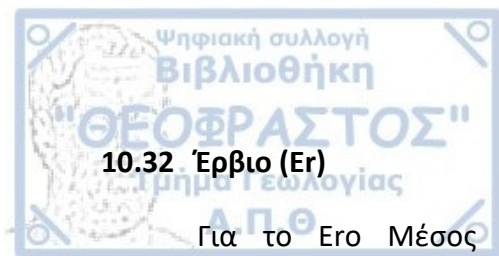
Για το Dy ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 3 ppm και παρατηρείται ότι κανένα από τα λιγνιτικά δείγματα δεν είναι εμπλουτισμένο. Οι τιμές συγκεντρώσεων του Dy κυμαίνονται μεταξύ 0.20 ppm και 2.49 ppm, με μέση τιμή 1.73 ppm. Να σημειωθεί ότι στο δείγμα PD11-7 δεν έγινε ανάλυση, στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας δεν ανιχνεύτηκε καμία συγκέντρωση. Για τα δείγματα τέφρας παρατηρείται ότι η μεγίστη τιμή συγκέντρωση του Dy είναι στο δείγμα NG8-1 (6.62 ppm) η ελάχιστη είναι στο δείγμα PD4-1 (0.32 ppm), ενώ η μέση τιμή είναι 4.16 ppm. Να σημειωθεί ότι το δείγμα PD13-1 η συγκέντρωση τέφρας είναι <0.1 ppm, κάτι που δείχνει πιθανή οργανική σχέση. Γενικά παρατηρείται ότι η τάση εμπλουτισμού του Dy είναι ασθενής. Παρόλα αυτά στα δείγματα NG8-1 του πρώτου ορίζοντα και το NG9-1 παρουσιάζουν αντίστοιχα μέτρια (4.87) και πολύ ισχυρή (25.99) τάση εμπλουτισμού.

Πίνακας 35. Συγκεντρώσεις Δυσπρόσιου (Dy) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Dy Λιγνίτης (ppm)	Dy Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.91	1.23	0.30	1.35
PD28-1	1.93	5.75	0.64	2.99
NG2-1	2.49	6.23	0.83	2.50
NG6-2	2.19	5.30	0.73	2.42
NG8-1	1.36	6.62	0.45	4.87
PD13-1	2.08	<0.1	0.69	0.05
PD28-11	1.77	4.07	0.59	2.30
NG3-6	1.66	4.56	0.55	2.75
NG6-28	2.28	3.07	0.76	1.35
NG9-1	0.20	5.27	0.07	25.99
PD4-1	1.79	0.32	0.60	0.18
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	2.12	3.38	0.71	1.59
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	3			
min	0.20	0.32	0.07	0.05
max	2.49	6.62	0.83	25.99
avg	1.73	4.16	0.58	3.72

10.31 Όλμιο (Ho)

Για το Ho τόσο στα δείγματα λιγνίτη όσο και στα δείγματα τέφρας παρατηρείται πως σχεδόν όλες οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι κάτω από 0.1 ppm. Ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως έχει προσδιοριστεί στα 1 ppm. Τα μοναδικά δείγματα που παρατηρείται συγκέντρωση Ho στην τέφρα είναι τα NG8-1 (1.48 ppm) και PD4-1 (0.3 ppm). να σημειωθεί ότι στο δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν έγινε ανάλυση.

Πίνακας 36. Συγκεντρώσεις Ολμίου (Ho) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Ho Λιγνίτης (ppm)	Ho Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	1.48	—	>14.80
PD13-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	<0.1	0.3	—	>3.00
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	1			
min	—	<0.1	—	3.00
max	—	1.48	—	15.00
avg	—	—	—	—



10.32 Έρβιο (Er)

Για το Ερο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 1 ppm και παρατηρείται πως τα οχτώ από τα δεκατρία δείγματα είναι ελαφρώς εμπλουτισμένα, με τιμές συγκεντρώσεων μεταξύ 1.04 ppm και 1.44 ppm. Να σημειωθεί ότι στο λιγνιτικό δείγμα PD11-7 δεν αναλύθηκε. Επίσης, το δείγμα NG9-1 ενώ η συγκέντρωση Er στο λιγνίτη είναι <0.1 ppm, στην τέφρα έχει πολύ έντονη τάση εμπλουτισμού. Το δείγμα NG8-1 το οποίο έχει μέτρια τάση εμπλουτισμού. Επίσης στο δείγμα λιγνίτη PD13-1, ενώ ανιχνεύεται συγκέντρωση 1.25 ppm, στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση Er είναι <0.1 ppm. Στο δείγμα PD18-1 η συγκέντρωση Er στην τέφρα είναι ελαφρώς μικρότερη από ότι στο λιγνίτη, ενώ στο δείγμα PD4-1 η συγκέντρωση τέφρας που ανιχνεύεται είναι μόλις το ένα τρίτο της συγκέντρωσης Er στο λιγνίτη. Στα δείγματα PD13-1 και PD11-7 οι συγκεντρώσεις στην τέφρα είναι <0.1 ppm, κάτι που δείχνει ότι η σχέση του Er και του λιγνίτη είναι οργανική.

Πίνακας 37. Συγκεντρώσεις Ερβίου (Er) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Er Λιγνίτης (ppm)	Er Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.64	0.61	0.64	0.95
PD28-1	1.16	3.45	1.16	2.98
NG2-1	1.44	3.50	1.44	2.44
NG6-2	1.28	3.32	1.28	2.59
NG8-1	0.85	4.11	0.85	4.82
PD13-1	1.25	<0.1	1.25	—
PD28-11	1.05	2.49	1.05	2.36
NG3-6	0.95	2.69	0.95	2.82
NG6-28	1.43	1.87	1.43	1.31
NG9-1	<0.1	3.26	—	>32.60
PD4-1	1.07	0.31	1.07	0.29
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	1.33	2.15	1.33	1.62
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	1			
min	0.64	0.31	0.64	0.29
max	1.44	4.11	1.44	>32.60
avg	1.13	2.52	1.13	5.02

10.33 Θούλιο (Tm)

Το Tm στα λιγνιτικά δείγματα σε σύγκριση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως, όπου η τιμή του είναι <0.1 ppm, παρατηρείται εμπλουτισμός. Τα μόνα δείγματα που έχουν τιμή μικρότερη των 0.1 ppm, είναι τα δείγματα PD18-1 και NG9-1. Στο δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν ανάλυση, ενώ συγκέντρωση Tm δεν ανιχνεύτηκε στην τέφρα. Στα υπόλοιπα λιγνιτικά δείγματα οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται από 0.15 ppm έως 0.21 ppm. Ο λόγος εμπλουτισμού τέφρας στα δείγματα PD18-1 και PD13-1 είναι μικρότερος της μονάδας που δείχνει πιθανή οργανική σχέση. Στο δείγμα NG8-1 (4.80) το Tm έχει μέτρια τάση εμπλουτισμού στην τέφρα και στο δείγμα NG9-1 (36.44) αρκετά υψηλή, ενώ σε όλα τα υπόλοιπα η τάση εμπλουτισμού είναι χαμηλή.

Πίνακας 38. Συγκεντρώσεις Θουλίου (Tm) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας, Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Tm Λιγνίτης (ppm)	Tm Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.09	0.07	—	0.74
PD28-1	0.16	0.47	—	2.93
NG2-1	0.21	0.48	—	2.33
NG6-2	0.18	0.47	—	2.59
NG8-1	0.12	0.59	—	4.69
PD13-1	0.18	<0.1	—	0.56
PD28-11	0.15	0.35	—	2.35
NG3-6	0.14	0.38	—	2.79
NG6-28	0.20	0.28	—	1.38
NG9-1	<0.1	0.46	—	4.63
PD4-1	0.15	0.30	—	1.97
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	0.20	0.32	—	1.60
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	<0.1			
min	0.09	0.07	—	0.56
max	0.21	0.59	—	4.69
avg	0.16	0.38	—	2.38

10.34 Υττέρβιο (Yb)

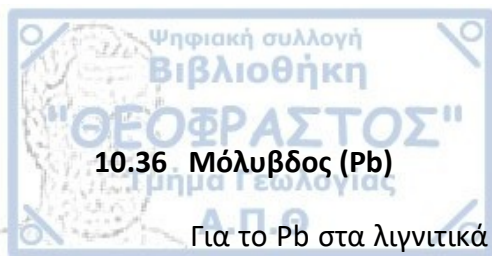
Για το Yb στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται από 0.09 ppm έως 1.43 ppm και με μέση τιμή στα 1.02 ppm. Γενικά τα λιγνιτικά δείγματα είναι ελαφρώς εμπλουτισμένα γιατί ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως για το Yb ναι 1 ppm. Για το δείγμα PD11-7 δεν έγινε ανάλυση, ενώ στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας η συγκέντρωση είναι <0.1 ppm. Στα δείγματα PD18-1 και PD4-1 δεν παρατηρείται εμπλουτισμός, γιατί ο λόγος εμπλουτισμού της τέφρας είναι αντίστοιχα 0.62 και 0.30. Το δείγμα PD13-1, ενώ στο λιγνίτη έχει συγκέντρωση 1.20 ppm, στην τέφρα παρατηρείται τιμή μικρότερη του 0.1 ppm. Τέλος στο δείγμα NG9-1, το Yb έχει την ισχυρότερη τάση εμπλουτισμού στην τέφρα, έχοντας συντελεστή εμπλουτισμού 36.44. Στα υπόλοιπα δείγματα το Yb, εκτός του NG8-1 που παρατηρείται μέτριας τάσης εμπλουτισμός (4.80), ο λόγος εμπλουτισμού είναι μεταξύ των τιμών 1.38 και 2.84. Τέλος ο συντελεστής εμπλουτισμού ακολουθεί μία φθίνουσα τάση με το βάθος.

Πίνακας 39. Συγκεντρώσεις Υττερίβιου (Yb) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Yb Λιγνίτης (ppm)	Yb Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.64	0.39	0.64	0.62
PD28-1	1.10	3.13	1.10	2.84
NG2-1	1.43	3.22	1.43	2.26
NG6-2	1.23	3.22	1.23	2.61
NG8-1	0.85	4.10	0.85	4.80
PD13-1	1.20	<0.1	1.20	0.08
PD28-11	0.99	2.33	0.99	2.34
NG3-6	0.93	2.51	0.93	2.69
NG6-28	1.37	1.89	1.37	1.38
NG9-1	0.09	3.19	0.09	36.44
PD4-1	1.01	0.30	1.01	0.30
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	1.39	2.15	1.39	1.55
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	1.00			
min	0.09	0.30	0.09	0.08
max	1.43	4.10	1.43	36.44
avg	1.02	2.40	1.02	4.82

10.35 Λουτέσιο (Lu)

Για το Lu ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως είναι 0.20 ppm και μόνο τρία δείγματα λιγνίτη έχουν ασθενή εμπλουτισμό, NG2-1 (0.23 ppm), NG6-28 (0.22 ppm) και PD11-9 (0.21 ppm) του κάθε ορίζοντα αντίστοιχα. Στο λιγνιτικό δείγμα NG9-1 το Lu είναι <0.1 ppm, ενώ στο αντίστοιχο δείγμα τέφρας παρατηρείται συγκέντρωση 0.55 ppm. Επίσης το δείγμα PD11-7 δεν αναλύθηκε η συγκέντρωση Lu στο λιγνίτη ενώ στην τέφρα δεν ανιχνεύτηκε κάποια συγκέντρωση. Το Lu έχει χαμηλή έως μέτρια τάση να εμπλουτίζεται στην τέφρα. Μέτρια τάση παρουσιάζουν τα δείγματα NG8-1 και NG9-1. Τα δείγματα που το Lu έχει πιθανόν οργανική σχέση με το λιγνίτη είναι τα PD18-1 και PD13-1, όπου ο συντελεστής εμπλουτισμού της τέφρας είναι 0.51 για το πρώτο, ενώ στο δεύτερο στην τέφρα δεν ανιχνεύεται το Lu.

Πίνακας 40. Συγκεντρώσεις Λουτετίου (Lu) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Lu Λιγνίτης (ppm)	Lu Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	0.11	0.06	0.55	0.51
PD28-1	0.18	0.52	0.89	2.91
NG2-1	0.23	0.53	1.15	2.32
NG6-2	0.20	0.53	0.98	2.69
NG8-1	0.15	0.71	0.73	4.80
PD13-1	0.20	<0.1	0.98	—
PD28-11	0.16	0.37	0.80	2.30
NG3-6	0.15	0.40	0.74	2.71
NG6-28	0.22	0.31	1.12	1.37
NG9-1	<0.1	0.55	—	—
PD4-1	0.17	0.33	0.84	1.97
PD11-7	n.a	<0.1	—	—
PD11-9	0.21	0.34	1.07	1.61
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	0.2			
min	0.11	0.06	0.55	0.51
max	0.23	0.71	1.15	4.80
avg	0.18	0.42	0.89	2.32



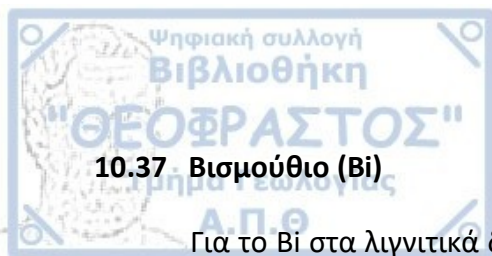
10.36 Μόλυβδος (Pb)

Για το Pb στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται πως όλες οι συγκεντρώσεις είναι κάτω από τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (40 ppm). Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται στο δείγμα NG3-6 (23.39 ppm), η μικρότερη παρατηρείται στο δείγμα PD18-1, 5.25 ppm, ενώ η μέση τιμή είναι 12.83 ppm. Ο συντελεστής εμπλουτισμού του λιγνίτη κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0.13 έως 0.58.

Για τα δείγματα τέφρας η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD13-1 (104.87 ppm), η μικρότερη στο δείγμα PD28-11 (24.66 ppm), ενώ η μέση τιμή είναι 37.78 ppm. Στα δείγματα PD18-1 (5.52), NG8-1 (3.06) του πρώτου ορίζοντα, PD13-1 (9.26), NG9-1 (7.15) του δεύτερου και PD4-1 (4.72), PD11-7 (3.66) του τρίτου, ο Pb παρουσιάζει μέτρια τάση να εμπλουτίζεται στην τέφρα, ενώ στα υπόλοιπα δείγματα ο Pb παρουσιάζει μέτρια τάση εμπλουτισμού. Χαρακτηριστικά είναι του δεύτερου ορίζοντα τα οποία έχουν αρκετά μεγαλύτερες τιμές εμπλουτισμού. Στα δείγματα NG2-1 (1.37), PD28-11 (1.92) και PD11-9 (1.71) ο Pb παρουσιάζει τη μικρότερη τάση εμπλουτισμού.

Πίνακας 41. Συγκεντρώσεις Μολύβδου (Pb) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

	Pb Λιγνίτης (ppm)	Pb Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	5.25	29.00	0.13	5.52
PD28-1	13.14	28.83	0.33	2.19
NG2-1	21.97	30.12	0.55	1.37
NG6-2	11.08	29.00	0.28	2.62
NG8-1	16.36	50.00	0.41	3.06
PD13-1	11.33	104.87	0.28	9.26
PD28-11	12.87	24.66	0.32	1.92
NG3-6	23.39	28.93	0.58	1.24
NG6-28	13.16	25.36	0.33	1.93
NG9-1	6.22	44.46	0.16	7.15
PD4-1	8.61	40.68	0.22	4.72
PD11-7	7.72	28.28	0.19	3.66
PD11-9	15.73	26.91	0.39	1.71
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	40			
min	5.25	24.66	0.13	1.24
max	23.39	104.87	0.58	9.26
avg	12.83	37.78	0.32	3.56



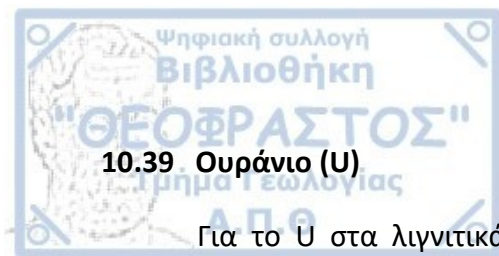
10.37 Βισμουθίο (Bi)

Για το Bi στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι όλες οι τιμές βρίσκονται κάτω από τα 0.1 ppm, το οποίο είναι <0.1 ppm. Επίσης ο Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως κυμαίνεται στην ίδια τιμή. Στα δείγματα τέφρας επίσης οι τιμές των συγκεντρώσεων του Bi είναι <0.1 ppm, εκτός του δείγματος NG8-1, το οποίο έχει τιμή συγκέντρωσης 36.6 ppm.

Πίνακας 42. Συγκεντρώσεις Βισμουθίου (Bi) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας.				
	Bi Λιγνίτης (ppm)	Bi Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-1	<0.1	<0.1	—	—
NG2-1	<0.1	<0.1	—	—
NG6-2	<0.1	<0.1	—	—
NG8-1	<0.1	36.62	—	>366
PD13-1	<0.1	<0.1	—	—
PD28-11	<0.1	<0.1	—	—
NG3-6	<0.1	<0.1	—	—
NG6-28	<0.1	<0.1	—	—
NG9-1	<0.1	<0.1	—	—
PD4-1	<0.1	<0.1	—	—
PD11-7	<0.1	<0.1	—	—
PD11-9	<0.1	<0.1	—	—
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	<0.1			
min	—	—	—	—
max	—	36.62	—	>366
avg	—	—	—	—

Για το Th στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι κοντά στο Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως, ο οποίος είναι 4 ppm. Πέντε δείγματα είναι πάνω από την τιμή αυτή, αλλά μόνο στα δείγματα PD28-1 και NG2-1, ο λόγος εμπλουτισμού του λιγνίτη είναι 1.59 και 1.44 αντίστοιχα. Στο δείγμα λιγνίτη PD11-7 δεν ανάλυση, ενώ η συγκέντρωση Th που ανιχνεύτηκε στην τέφρα είναι 0.18 ppm. Στα δείγματα PD18-1, PD13-1, NG6-28 και PD4-1 η συγκέντρωση Th στην τέφρα είναι μικρότερη της συγκέντρωσης στο λιγνίτη, υποδηλώνοντας πιθανή οργανική σχέση. Οι τιμές του λόγου εμπλουτισμού της τέφρας είναι αντίστοιχα για τα παραπάνω δείγματα 0.81, 0.03, 0.74 και 0.42. Πολύ ισχυρή τάση εμπλουτισμού για το Th παρατηρείται στο δείγμα NG9-1 (13.86). Στα υπόλοιπα δείγματα η τάση εμπλουτισμού είναι χαμηλή προς μέτρια.

Πίνακας 43. Συγκεντρώσεις Θορίου (Th) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.				
	Th Λιγνίτης (ppm)	Th Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	2.04	1.66	0.51	0.81
PD28-1	6.34	13.66	1.59	2.15
NG2-1	5.74	14.78	1.44	2.57
NG6-2	4.12	11.44	1.03	2.78
NG8-1	3.57	16.47	0.89	4.62
PD13-1	4.02	0.10	1.01	0.03
PD28-11	3.76	6.25	0.94	1.66
NG3-6	2.56	8.61	0.64	3.36
NG6-28	2.75	2.04	0.69	0.74
NG9-1	0.98	13.56	0.24	13.86
PD4-1	4.25	1.77	1.06	0.42
PD11-7	n.a	0.18	—	—
PD11-9	1.36	3.28	0.34	2.41
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	4.00			
min	0.98	0.10	0.24	0.03
max	6.34	16.47	1.59	13.86
avg	3.46	7.22	0.86	2.95



10.39 Ουράνιο (U)

Για το U στα λιγνιτικά δείγματα παρατηρείται εμπλουτισμός με ένα μεγάλο εύρος τιμών σε σχέση με τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως (2 ppm), εκτός από το δείγμα PD11-9 (1.43 ppm), το οποίο έχει και τη χαμηλότερη συγκέντρωση. Το δείγμα του πρώτου ορίζοντα PD28-1 (28.98 ppm) έχοντας την υψηλότερη συγκέντρωση, το U παρουσιάζει έντονο εμπλουτισμό, με λόγο εμπλουτισμού 14.49. Δείγματα τα οποία παρουσιάζουν μέτριο εμπλουτισμό είναι από τον πρώτο ορίζοντα είναι τα δείγματα NG2-1, NG8-1, από το δεύτερο ορίζοντα είναι το δείγμα NG9-1 και από τον τρίτο είναι το δείγμα PD4-1. Όλα τα υπόλοιπα δείγματα έχουν συντελεστή εμπλουτισμού μεταξύ των τιμών 1.02 και 1.66. Η μέση τιμή συγκέντρωσης είναι 6.37 ppm. Επιπλέον παρατηρείται ότι υπάρχει μία φθίνουσα τάση των συγκεντρώσεων με το βάθος.

Το U παρατηρείται πως έχει την τάση να εμπλουτίζεται στην τέφρα σε όλα τα δείγματα, δείχνοντας πως δεν υπάρχει οργανική σχέση του U και του λιγνίτη. Η τάση αυτή είναι χαμηλού έως μέτριου βαθμού. Η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης παρατηρείται στο δείγμα PD28-11 (81.48 ppm), με συντελεστή εμπλουτισμού 2.81. Από τον πρώτο ορίζοντα που παρατηρείται μέτρια τάση εμπλουτισμού το U στην τέφρα είναι τα PD18-1, NG2-1, από τον δεύτερο ορίζοντα τα δείγματα PD28-11, NG3-6, NG9-1 και από τον τρίτο τα δείγματα PD4-1, PD11-7. Τα υπόλοιπα δείγματα έχουν Η μέση τιμή συγκέντρωσης είναι 21.19 ppm και του συντελεστή εμπλουτισμού 3.35. Όσον αφορά το συντελεστή εμπλουτισμού είναι σε όλα τα δείγματα πάνω από 2.

Πίνακας 44. Συγκεντρώσεις Ουρανίου (U) στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Συντελεστής εμπλουτισμού και εμπλουτισμός με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως.

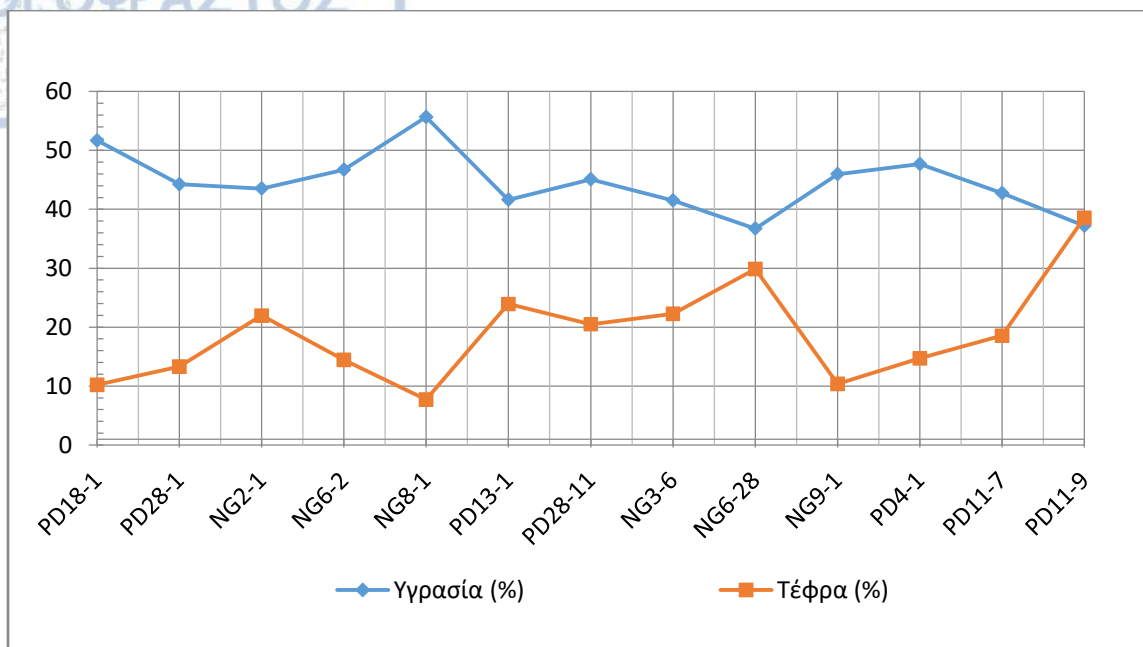
	U Λιγνίτης (ppm)	U Τέφρα (ppm)	Λόγος Εμπλουτισμού Λιγνίτη (Λιγνίτης/Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)	Λόγος Εμπλουτισμού (Τέφρα/Λιγνίτη)
PD18-1	2.03	10.18	1.02	5.01
PD28-1	28.98	81.48	14.49	2.81
NG2-1	6.32	16.61	3.16	2.63
NG6-2	2.98	7.33	1.49	2.46
NG8-1	10.18	49.55	5.09	4.87
PD13-1	5.03	13.65	2.52	2.71
PD28-11	3.26	10.49	1.63	3.21
NG3-6	2.68	8.54	1.34	3.19
NG6-28	3.31	7.56	1.66	2.28
NG9-1	7.91	33.81	3.95	4.27
PD4-1	6.20	23.94	3.10	3.86
PD11-7	2.46	8.29	1.23	3.37
PD11-9	1.43	4.04	0.72	2.82
Μέσος Όρος Ανθράκων Παγκοσμίως	2			
min	1.43	4.04	0.72	2.28
max	28.98	81.48	14.49	5.01
avg	6.37	21.19	3.18	3.35

11 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στον **Πίνακα 45** παρατίθενται τα δεδομένα για τα 13 λιγνιτικά δείγματα αναφορικά με την περιεκτικότητά τους σε υγρασία, τέφρα και θερμογόνο δύναμη τους καθώς επίσης και το ακριβές βάθος του κάθε δείγματος. Συγκεκριμένα, η υγρασία των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ 37 και 55%, η τέφρα μεταξύ 7 και 38%, ενώ η θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται από 1.188 μέχρι 2.400 cal/gr. Όπως φαίνεται και στο **Διάγραμμα 1**, τα δείγματα PD18-1, NG8-1, έχουν τα υψηλότερα ποσοστά υγρασίας και τα χαμηλότερα ποσοστά τέφρας, ενώ αντίθετα τα δείγματα NG6-28, PD11-9 έχουν τα χαμηλότερα ποσοστά υγρασίας και τα υψηλότερα ποσοστά τέφρας. Σε προηγούμενο κεφάλαιο, αναφέρθηκε ότι το ποσοστό υγρασίας εμποδίζει την πλήρωση του πορώδους στο λιγνίτη από ανόργανα υλικά, επηρεάζοντας έτσι το ποσοστό της τέφρας του καυσίμου. Παρατηρείται δηλαδή πως τα δείγματα με το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας έχουν χαμηλότερα ποσοστά τέφρας και το αντίθετο.

Οι συγκεκριμένες παράμετροι είναι γνωστό ότι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του καυσίμου. Ειδικότερα, η άμεση καύση του λιγνίτη ως έχει, μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή θερμική απόδοση, υψηλές εκπομπές ρύπων, υψηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης (Saikia et al., 2014), καθώς επίσης και επιπτώσεις που συνδέονται άμεσα με την υψηλή ποσότητα υγρασίας και ανόργανων υλικών (τέφρα) (Zhao et al., 2015).

Πίνακας 45. Διαχωρισμός δειγμάτων σύμφωνα με το βάθος δειγματοληψίας, και δεδομένα αυτών από τις γεωτρήσεις.					
Ορίζοντας	Δείγματα	Βάθος (m)	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνο Δύναμη (cal/gr)
0-30	PD18-1	29.08 - 30.12	51.7	10.2	2066
	PD28-1	27.50 - 28.60	44.26	13.32	2282
	NG2-1	24.58 - 26	43.54	21.98	1796.73
	NG6-2	9.08 - 10.00	46.74	14.44	2066.2
	NG8-1	16.00 - 17.00	55.68	7.7	1896.15
30-60	PD13-1	43.60 - 46.50	41.64	23.94	1811
	PD28-11	58.58 - 59.84	45.11	20.5	1768
	NG3-6	46 - 46.87	41.51	22.28	1980.2
	NG6-28	59.34 - 59.75	36.74	29.9	1741.21
	NG9-1	44.40 - 45.00	45.99	10.39	2400.66
<60	PD4-1	84.55 - 85.50	47.70	14.70	1984
	PD11-7	67.00 - 67.50	42.76	18.55	2123
	PD11-9	72.3 - 73.00	37.22	38.59	1188



Διάγραμμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση της υγρασίας (%) και της τέφρας (%) των λιγνιτικών δειγμάτων του Πίνακα 45.

Συγκρίνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα των λιγνιτών της Αχλάδας με αντίστοιχα άλλων κοιτασμάτων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, όπως αυτά εμφανίζονται στη βιβλιογραφία, παρατηρούνται αρκετές διαφορές. Συγκεκριμένα, οι εξεταζόμενοι λιγνίτες της Αχλάδας εμφανίζουν κατά μέσο όρο υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα συγκριτικά με τους λιγνίτες το Αμυνταίου, ενώ η θερμογόνο δύναμη των λιγνιτών της Αχλάδας είναι πιο χαμηλή αντίστοιχα (Iordanidis et al., 2001; Iordanidis and Georgakopoulos, 2003). Οι λιγνίτες της Μαυροπηγής φαίνεται πως παρουσιάζουν περισσότερες ομοιότητες με τους λιγνίτες της Αχλάδας καθώς εμφανίζουν κατά μέσο όρο παρόμοιες τιμές σε τέφρα και υγρασία, με τους λιγνίτες της Μαυροπηγής να εμφανίζουν λίγο πιο χαμηλές τιμές σε θερμογόνο δύναμη σε σχέση με τους λιγνίτες της Αχλάδας (Koukoulzas et al., 2010). Μεταξύ των λιγνιτών της Καρδιάς και της Αχλάδας, οι δεύτεροι παρουσιάζουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε τέφρα (Antoniadis et al., 2006).

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, αναφέρθηκε ο ρόλος του ποσοστού υγρασίας στους λιγνίτες, και η σχέση του με το ποσοστό τέφρας. Ειδικότερα, η υγρασία εμποδίζει

την πλήρωση του πορώδους στο λιγνίτη από ανόργανα υλικά, επηρεάζοντας έτσι το ποσοστό της τέφρας του καυσίμου. Σύμφωνα με τους πίνακες του **Κεφαλαίου 10 (Πίνακας 6 – 44)**, τον **Πίνακα 45** και το **Διάγραμμα 1** παρατηρείται πως στα δείγματα λιγνίτη στα οποία το ποσοστό υγρασίας είναι χαμηλότερο, αρκετά στοιχεία έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις και το αντίθετο. Στα δείγματα PD18-1, NG8-1, που έχουν τα υψηλότερα ποσοστά υγρασίας, και τα NG6-28, PD11-9, που έχουν τα χαμηλότερα, παρατηρείται η τάση αυτή, την οποία ακολουθούν τα κύρια στοιχεία Fe, Al, και τα ιχνοστοιχεία κατά ατομικό αριθμό Li, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Ba, Pb, και οι σπάνιες γαίες Pr, Nd, Eu, Gd, Dy, Er, Tm, Yb, Lu. Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Ag, Be, Bi, Cd, Ce, Gd, Ho, La στα δείγματα λιγνίτη είναι <0.1ppm, εκτός μερικών εξαιρέσεων. Να σημειωθεί ότι το δείγμα PD11-7 δεν αναλύθηκε για σπάνιες γαίες. Για το λόγο αυτό εξηγούνται και οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καθώς μειώνεται η υγρασία στα δείγματα και αυξάνει το βάθος.

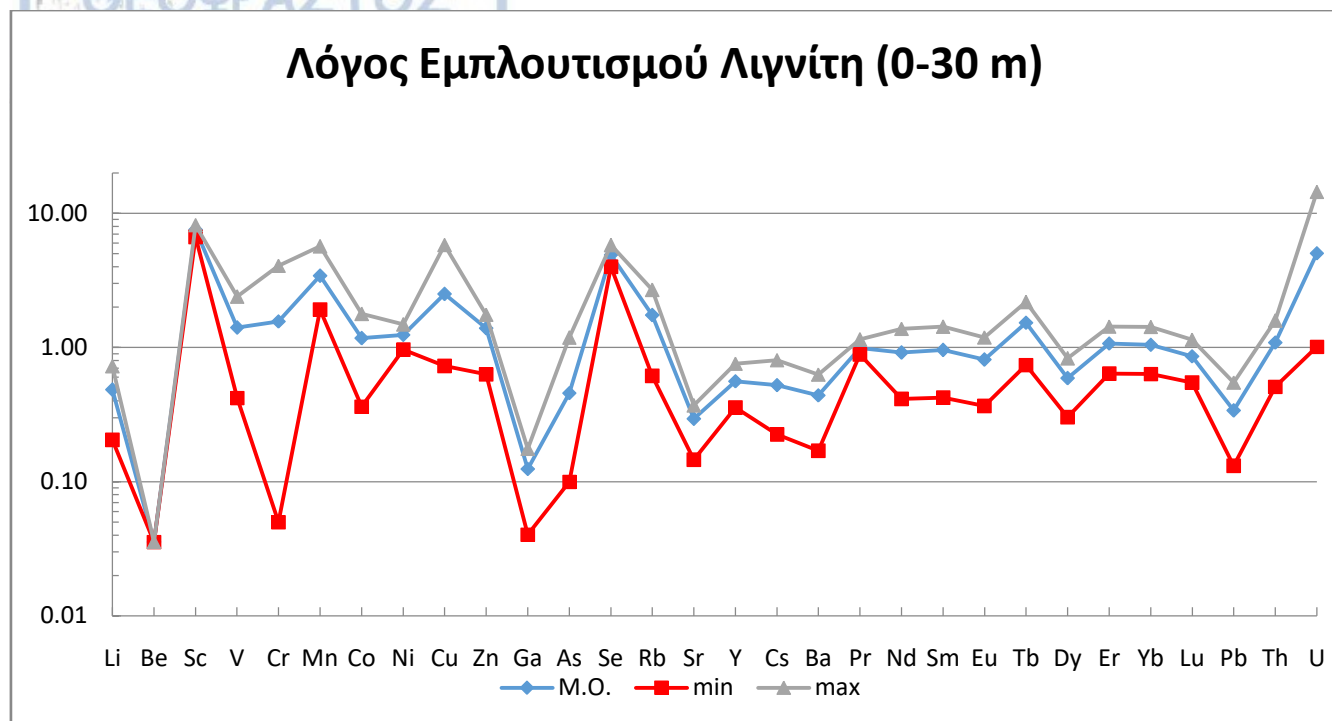
Σύμφωνα με τον **Πίνακα 46** παρατηρείται ότι η μέση τιμή των συγκεντρώσεων, είτε συνολικά, είτε κατά ορίζοντα, το κοίτασμα είναι εμπλουτισμένο σε ιχνοστοιχεία σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως. Μεταξύ των μέσων τιμών στα δείγματα λιγνίτη και τέφρας, παρατηρείται ότι οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων στον δεύτερο και τρίτο ορίζοντα έχουν μεγαλύτερες τιμές από ότι στον πρώτο, εκτός από τα στοιχεία Cu, Se, Y, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Yb, Pb, Th και U, όπου οι μέσες τιμές είναι αυξημένες στον πρώτο ορίζοντα και με το βάθος παρατηρείται μείωση. Επίσης παρατηρείται πως οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των στοιχείων Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Tb, Yb και U, και στις μέσες τιμές αλλά και στις μέσες τιμές των οριζόντων μεγαλύτερες από τον Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως. Τέλος τα στοιχεία Ag, Cd, Ho και Bi δεν ανιχνεύονται καθόλου στα δείγματα του λιγνίτη, ενώ το La και το Ce ανιχνεύονται αντίστοιχα σε δύο λιγνιτικά δείγματα.

Στα **Διαγράμματα 2, 3 και 4** απεικονίζονται αντίστοιχα για κάθε ορίζοντα, ο λόγος εμπλουτισμού στο λιγνίτη (ελάχιστη, μέγιστη τιμή και μέσος όρος) κάθε στοιχείου. Στο **Διάγραμμα 2**, που αναφέρεται στον πρώτο ορίζοντα, παρατηρείται πως

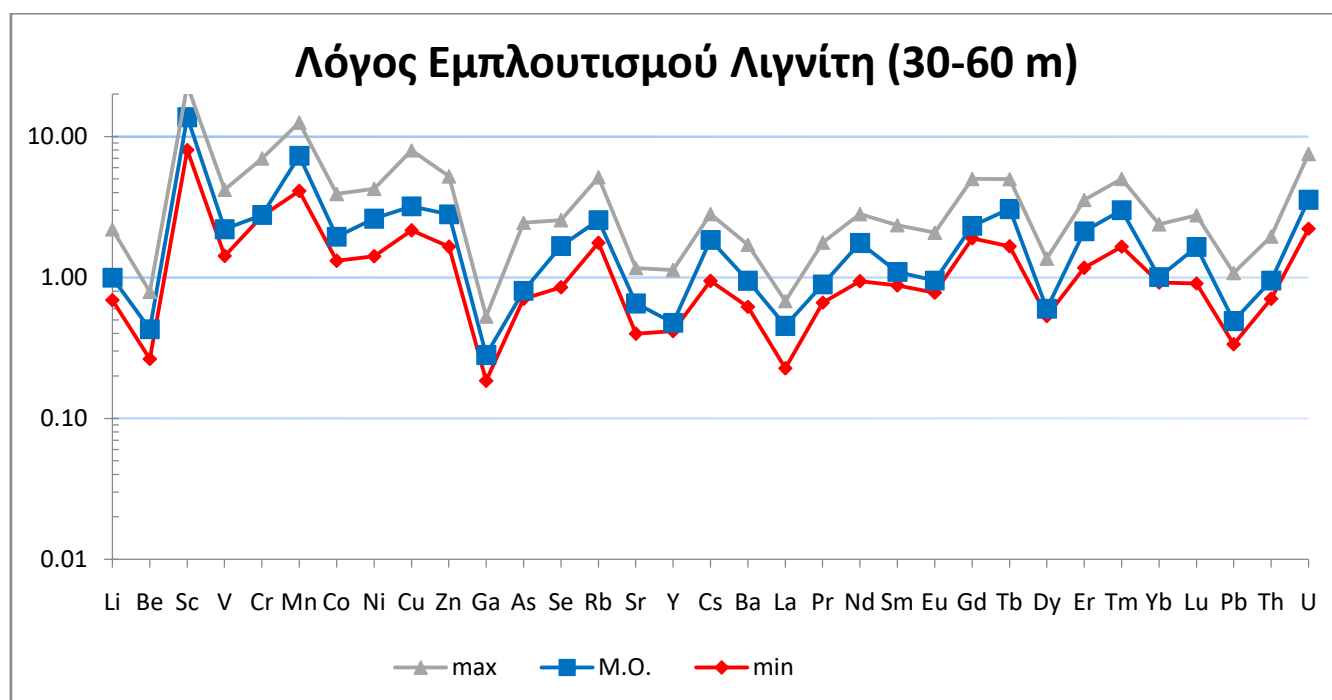
ο μέσος όρος του συντελεστή εμπλουτισμού είναι μεγαλύτερος της μονάδας για τα στοιχεία Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Rb, Tb, Er, Yb, Th και U. Στο **Διάγραμμα 3**, που αναφέρεται τον δεύτερο ορίζοντα, παρατηρείται πως ο μέσος όρος του συντελεστή εμπλουτισμού είναι μεγαλύτερος της μονάδας για τα ίδια στοιχεία του πρώτου ορίζοντα, καθώς και για τα στοιχεία Cs, Sm, Gd, Tm και Lu. Τέλος, στο **Διάγραμμα 4**, που αναφέρεται στον τρίτο ορίζοντα, παρατηρείται πως ο μέσος όρος του συντελεστή εμπλουτισμού είναι μεγαλύτερος της μονάδας για τα ίδια στοιχεία καθώς επίσης και για τα στοιχεία Li και As.

Πίνακας 46. Εύρος τιμών των συγκεντρώσεων κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων των δειγμάτων λιγνίτη και τέφρας, μέσες τιμές αυτών ανά ορίζοντα και μέσες τιμές. (Μ.Ο.Α.Π.: Μέσος Όρος των Ανθράκων Παγκοσμίως)

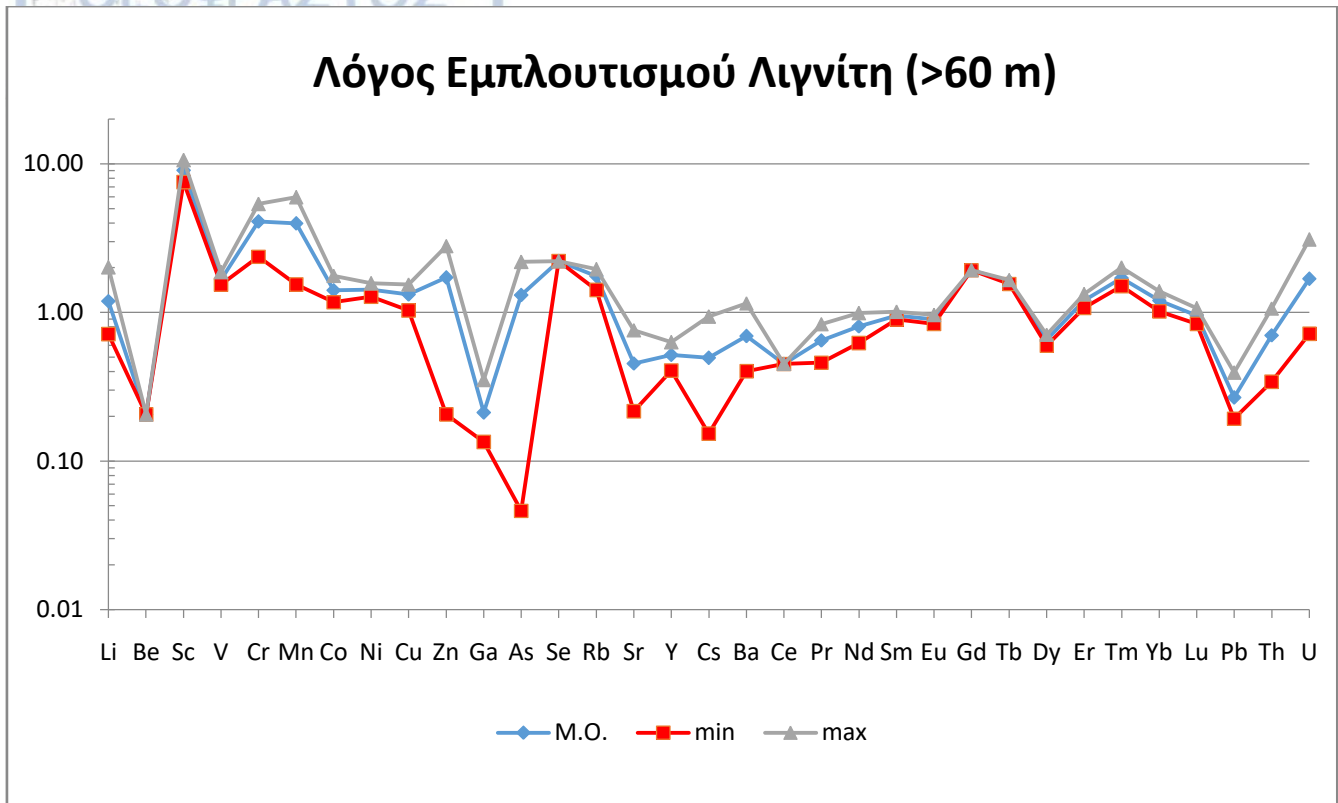
Κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία	Λιγνιτικά δείγματα						Δείγματα τέφρας				
	Εύρος συγκεντρώσεων	Avg	Avg (0-30)	Avg (30-60)	Avg(>60)	Μ.Ο.Α.Π.	Εύρος συγκεντρώσεων	Avgash	Avg(0-30)	avg(30-60)	Avg(>60)
Fe %	1.08 - 4.24	2	1.67	2.29	2.06	–	3.34 - 10.25	5.5	5.59	5.62	5.15
Al %	0.37 - 3.64	2.19	1.79	2.31	2.67	–	0.99 - 8.06	4.81	5.98	4.93	2.64
mg/kg											
Li	4.09 - 40.29	14.55	9.68	13.83	23.85	20	19.27 - 64.95	39.54	37.1	34.35	52.27
Be	0.07 - 0.73	0.38	0.07	0.53	0.41	2	1.77 - 4.08	2.98	3.48	2.53	2.92
Sc	22.70 - 42.33	32.03	30.28	32.12	36.2	4	35.58 - 70.51	48.04	43	51.16	51.23
V	16.87 - 95.78	58.74	56.21	56.69	66.37	40	93.82 - 293.67	169.15	184.87	152.58	170.56
Cr	1.00 - 107.33	51.88	31.34	54.53	81.7	20	73.05 - 292.59	146.55	118.36	140.14	204.22
Mn	107.65 - 417.00	266.68	240.23	286.48	277.78	70	329.61 - 1241.65	709.51	699.57	693.66	752.49
Co	1.82 - 9.84	6.4	5.86	6.55	7.05	5	14.21 - 118.00	34.14	44.74	27.36	27.75
Ni	19.27 - 32.82	26.99	24.86	28.21	28.51	20	49.31 - 99.65	71.39	75.97	67.56	70.16
Cu	10.91 - 87.30	31.44	37.58	32.27	19.81	15	32.48 - 174.19	74.8	92.53	68.8	55.23
Zn	10.26 - 139.97	78.28	69.63	82.38	85.85	50	82.04 - 204.01	141.59	123.63	135.48	181.7
Ga	2.83 - 24.54	11.73	8.72	12.9	14.82	5	20.76 - 43.74	31.74	33.94	30.7	29.81
As	<0.1 - 21.92	7.53	4.58	7.04	13.09	10	<0.1 - 54.25	21.94	15.94	20.69	33.61
Se	<0.1 - 2.90	1.37	2.45	0.42	1.11	1	<0.1 - 5.92	5.92	5.92	<0.1	<0.1
Rb	9.21 - 40.44	26.3	26.2	26.39	26.33	15	3.76 - 118.60	63.76	94.37	58.21	22
Sr	29.08 - 151.76	74.15	58.82	79.62	90.58	200	81.45 - 226.87	181.24	208.68	176.15	144.01
Y	0.91 - 11.38	7.41	8.42	6.24	7.77	15	<0.1 - 35.63	19.62	26.6	18.49	4.41
Ag	<0.1	–	–	–	–	0.1	<0.1 - 58.00	58	58	–	–
Cd	<0.1	–	–	–	–	0.5	<0.1 - 0.86	0.86	0.86	–	–
Cs	<0.1 - 0.97	0.65	0.52	0.94	0.49	1	<0.1 - 5.09	3.52	4.16	3.3	2.32
Ba	34.03 - 230.19	113.44	88.06	123.84	138.4	200	79.15 - 422.97	261.22	313.34	256.2	182.73
La	<0.1 - 2.27	2.27	–	2.27	–	10	<0.1 - 58.97	58.97	58.97	–	–
Ce	<0.1 - 9.01	9.01	–	–	9.01	20	<0.1 - 62.79	17.63	62.79	1.04	3.35
Pr	<0.1 - 3.45	2.3	2.97	1.99	1.94	3	<0.1 - 9.79	4.89	7.07	5.07	1
Nd	<0.1 - 13.81	9.04	9.16	9.38	8.06	10	<0.1 - 40.71	18.31	28.81	16.36	4.08
Sm	<0.1 - 2.86	1.85	1.92	1.76	1.91	2	<0.1 - 7.61	4.16	5.68	4.5	1.17
Eu	0.09 - 0.59	0.41	0.41	0.39	0.45	0.5	<0.1 - 1.60	1.02	1.21	0.99	0.56
Gd	<0.1 - 2.71	2.06	2.71	1.89	1.93	1	<0.1 - 8.48	4.67	6.41	5.07	1.22
Tb	<0.1 - 0.44	0.32	0.31	0.33	0.32	0.2	<0.1 - 1.13	0.74	0.88	0.72	0.42
Dy	0.20 - 2.49	1.73	1.77	1.6	1.96	3	<0.1 - 6.62	4.16	5.02	4.24	1.85
Ho	<0.1	–	–	–	–	1	<0.1 - 1.48	0.91	1.48	–	0.33
Er	<0.1 - 1.44	1.13	1.07	1.17	1.2	1	<0.1 - 4.11	2.52	3	2.58	1.23
Tm	<0.1 - 0.21	0.16	0.15	0.17	0.17	<0.1	<0.1 - 0.59	0.38	0.42	0.37	0.31
Yb	0.09 - 1.43	1.02	1.05	0.92	1.2	1	<0.1 - 4.10	2.4	2.81	2.48	1.23
Lu	<0.1 - 0.23	0.18	0.17	0.18	0.19	0.2	<0.1 - 0.71	0.42	0.47	0.41	0.34
Pb	5.25 - 23.39	12.83	13.56	13.39	10.69	40	24.66 - 104.87	37.78	33.39	45.66	31.95
Bi	<0.1	–	–	–	–	<0.1	<0.1 - 36.62	36.62	36.62	–	–
Th	0.98 - 6.34	3.46	4.36	2.82	2.81	4	<0.1 - 16.47	7.22	11.6	6.11	1.74
U	1.43 - 28.98	6.37	10.1	4.44	3.36	2	4.04 - 81.48	21.19	33.03	14.81	12.09



Διάγραμμα 2. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού του λιγνίτη σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως για τον πρώτο ορίζοντα (0-30 m).



Διάγραμμα 3. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού του λιγνίτη σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως για τον δεύτερο ορίζοντα (30-60m).



Διάγραμμα 4. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού του λιγνίτη σε σχέση με το Μέσο Όρο των Ανθράκων Παγκοσμίως για τον τρίτο ορίζοντα (>60m).

Όσον αφορά στον εμπλουτισμό των στοιχείων στην τέφρα, σύμφωνα με τον **Πίνακα 46** και τον **Πίνακα 47**, παρατηρείται πως όλα τα στοιχεία εμπλουτίζονται σε αυτήν. Παρατηρείται ότι μόνο για τα στοιχεία Li, Sc, Cr, Mn, Zn, As, τα οποία παρουσιάζουν μία αυξητική τάση των συγκεντρώσεων από τον πρώτο στον τρίτο ορίζοντα στα δείγματα λιγνίτη, ακολουθείται η ίδια αυτή αυξητική τάση και στα δείγματα της τέφρας. Τα στοιχεία Cu, Se, Y, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Yb, Pb, Th, U, τα οποία, όπως αναφέρεται παραπάνω, στα λιγνιτικά δείγματα οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται με το βάθος, η ίδια τάση παρατηρείται και στα δείγματα τέφρας. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι στα δείγματα PD13-1 και PD4-1, αντίστοιχα του δευτέρου και τρίτου ορίζοντα, τα στοιχεία Al, Se, Rb, Y, La, Ce, Ba, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Er, Yb, Th, έχουν οργανική συγγένεια με το λιγνίτη. Για τον τρίτο ορίζοντα, δεν υπολογίστηκε ο συντελεστής εμπλουτισμού στην τέφρα για όλα τα στοιχεία, γιατί δεν αναλύθηκε το λιγνιτικό δείγμα για όλα τα στοιχεία. Τα στοιχεία Fe, Li, Be, Sc, V, Cr, Mn,

Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Sr, Cs, Pb και U, εμπλουτίζονται σε όλα τα δείγματα. Ο λόγος εμπλουτισμού της τέφρας για τα στοιχεία Se, Ag, Cd, La, Ce, Ho και Bi δεν μπορεί να υπολογιστεί γιατί τα στοιχεία δεν ανιχνεύονται στα περισσότερα δείγματα λιγνίτη και τέφρας. Να σημειωθεί ότι τα στοιχεία Be, Cs, Gd έχουν πολύ έντονο εμπλουτισμό σε αρκετά δείγματα. Τα δείγματα PD18-1, NG8-1 και NG9-1 παρουσιάζουν υψηλές τιμές εμπλουτισμού. Στα **Διαγράμματα 5, 6 και 7** απεικονίζεται ο συντεστής εμπλουτισμού της τέφρας για κάθε ορίζοντα αντίστοιχα. Μπορεί να παρατηρηθεί ποια στοιχεία έχουν οργανική συγγένεια με το λιγνίτη, καθώς επίσης και ποια στοιχεία έχουν την τάση να εμπλουτίζονται στην τέφρα.

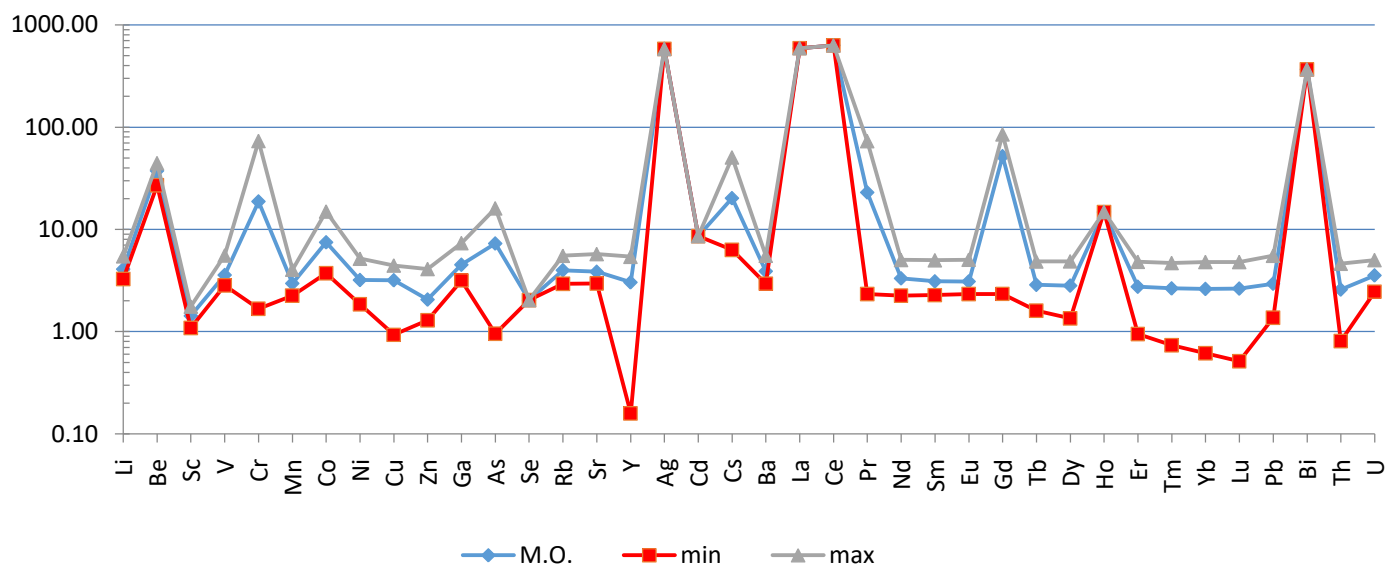
Η οργανική σχέση του Rb που εμφανίζεται σε κάποια δείγματα της περιοχής έχει αξία να συζητηθεί. Συγκεκριμένα, η παρουσία του Rb μαζί και με άλλα ιχνοστοιχεία όπως B, V, Br, Sr, Mo, και το U, όταν αυτά εμφανίζονται εμπλουτισμένα στην οργανική ύλη του λιγνίτη, υποδηλώνουν απόθεση του σε λεκάνες με θαλάσσια επιρροή, καθώς αυτά τα στοιχεία υπάρχουν σε αφθονία στο θαλασσινό νερό και στους μικροοργανισμούς που ζουν σε αυτό (Dai et al., 2012; Song et al., 2007; Zeng et al., 2005). Στην παρούσα εργασία, από τα παραπάνω ιχνοστοιχεία, οργανική σχέση εμφανίζει μόνο το Rb.

Η προέλευση των στοιχείων είναι αλλόχθονη και σχετίζεται με αποσαθρωμένα τμήματα πετρωμάτων της περιοχής (Georgakopoulos, 2010). Τα στοιχεία συνδέονται με την πετρολογία της περιοχής μελέτης, η οποία είναι πέραν των ιζημάτων, των ασβεστολίθων και των κροκαλοπαγών, σχιστόλιθοι (μαργαρυγικοί Bio>Chl, γρανατικοί, χλωριτικοί και επιδοτιτικοί) και ορθογνεύσιοι (μαρμαρυγικοί, οφθαλμογνεύσιοι, γνεύσιοι με σχιστώδη δομή) καθώς και μεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα (αμφιβολιτικοί γνεύσιοι, μεταγάββροι, πρασινίτες).

Πίνακας 47. Τιμές του συντελεστή εμπλουτισμού τέφρας για κάθε στοιχείο σε κάθε δείγμα.

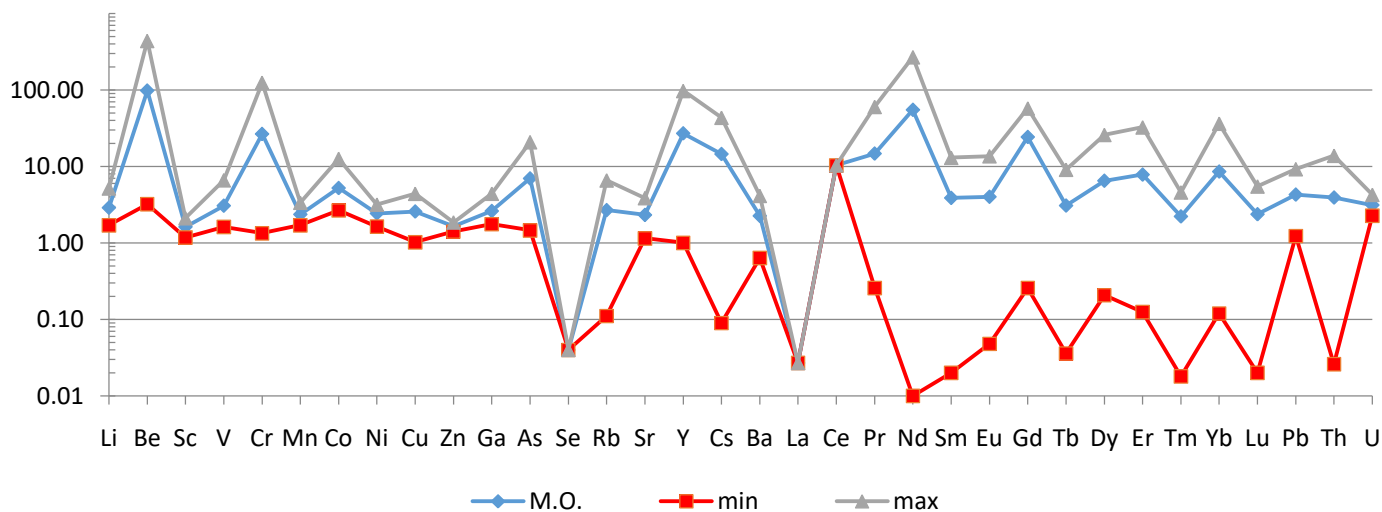
	PD18-1 0-30	PD28-1 0-30	NG2-1 0-30	NG6-2 0-30	NG8-1 0-30	PD13-1 30-60	PD28-11 30-60	NG3-6 30-60	NG6-28 30-60	NG9-1 30-60	PD4-1 >60	PD11-7 >60	PD11-9 >60
Fe	3.51	3.30	2.78	2.99	4.40	2.51	2.24	2.41	1.69	4.02	3.95	2.80	1.50
Al	1.72	3.29	3.04	3.42	5.02	0.47	2.35	2.71	1.56	15.67	0.57	0.45	1.57
Li	4.71	3.72	3.30	3.28	5.46	1.97	2.34	3.28	1.71	5.19	3.50	2.28	1.61
Be	34.60	40.20	27.00	44.33	40.80	8.49	—	—	3.23	—	—	—	5.70
Sc	1.61	1.09	1.10	1.76	1.59	1.22	1.65	1.98	1.18	2.11	2.17	—	1.20
V	5.56	3.07	2.94	2.84	3.53	2.57	2.37	2.19	1.63	6.63	3.05	2.87	1.70
Cr	73.05	4.10	11.49	3.46	1.68	3.09	2.04	1.67	1.34	125.20	2.66	2.73	1.69
Mn	3.70	2.46	2.25	2.40	4.04	2.43	2.34	1.99	1.71	3.37	7.23	2.73	1.53
Co	7.83	3.72	3.92	14.95	7.00	2.98	3.91	3.94	2.68	12.66	6.64	3.75	2.27
Ni	5.17	2.52	1.86	2.50	3.98	2.25	2.11	3.18	1.64	3.02	3.26	2.64	1.64
Cu	4.30	3.33	0.93	2.94	4.44	1.03	2.58	3.37	1.53	4.41	3.84	2.87	1.56
Zn	1.30	1.82	1.29	1.81	4.10	1.58	1.65	1.41	1.74	1.86	18.69	1.90	1.07
Ga	7.34	3.55	3.17	3.30	5.24	1.80	2.48	2.63	1.77	4.42	3.02	2.27	1.51
As	5.48	3.41	16.05	10.56	0.96	3.83	1.76	1.47	—	20.87	2.42	2.47	12.24
Se	—	2.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb	5.52	3.36	2.93	3.30	4.85	0.11	2.14	3.06	1.55	6.60	0.30	0.48	2.04
Sr	5.74	3.16	2.98	2.96	4.46	1.15	2.34	2.56	1.72	3.87	1.97	1.68	1.43
Y	0.16	3.60	2.87	3.19	5.40	—	2.17	3.77	1.01	31.21	0.04	—	1.39
Ag	—	—	—	—	580.00	—	—	—	—	—	—	—	—
Cd	—	—	—	—	8.60	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs	17.10	9.00	6.31	18.08	50.50	0.09	4.53	>22.00	2.67	>43.60	4.97	—	2.88
Ba	5.53	3.36	2.95	3.19	4.51	0.64	2.31	2.51	1.72	4.14	1.09	1.00	1.55
La	—	—	—	—	589.70	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce	—	—	—	—	627.90	10.40	—	—	—	—	>22	>45.30	—
Pr	33.80	3.16	2.84	2.33	72.80	0.26	2.21	>60.40	1.08	9.93	0.13	—	1.90
Nd	3.09	3.32	2.95	2.25	5.02	0.01	2.20	2.98	1.14	>270	0.04	—	1.86
Sm	2.53	3.08	2.66	2.28	4.99	0.02	2.26	2.93	1.18	13.06	0.19	—	1.70
Eu	2.33	3.04	2.70	2.39	5.06	0.05	2.22	2.90	1.27	13.67	0.82	—	1.64
Gd	21.10	73.80	84.80	2.34	77.60	0.26	>47	>57.6	1.17	>15.70	>3.5	—	1.67
Tb	1.60	2.99	2.58	2.35	4.86	0.04	2.23	2.80	1.28	>9.01	0.99	—	1.61
Dy	1.35	2.99	2.50	2.42	4.87	0.21	2.30	2.75	1.35	25.99	0.18	—	1.59
Ho	—	—	—	—	14.80	—	—	—	—	—	>3	—	—
Er	0.95	2.98	2.44	2.59	4.82	0.13	2.36	2.82	1.31	>33	0.29	—	1.62
Tm	0.74	2.93	2.33	2.59	4.69	0.02	2.35	2.79	1.38	>4.63	1.97	—	1.60
Yb	0.62	2.84	2.26	2.61	4.80	0.12	2.34	2.69	1.38	36.44	0.30	—	1.55
Lu	0.51	2.91	2.32	2.69	4.80	0.02	2.30	2.71	1.37	>5.5	1.97	—	1.61
Pb	5.52	2.19	1.37	2.62	3.06	9.26	1.92	1.24	1.93	7.15	4.72	3.66	1.71
Bi	—	—	—	—	366.20	—	—	—	—	—	—	—	—
Th	0.81	2.15	2.57	2.78	4.62	0.03	1.66	3.36	0.74	13.86	0.42	—	2.41
U	5.01	2.81	2.63	2.46	4.87	2.71	3.21	3.19	2.28	4.27	3.86	3.37	2.82

Συντελεστής Εμπλουτισμού Τέφρας (0-30 m)

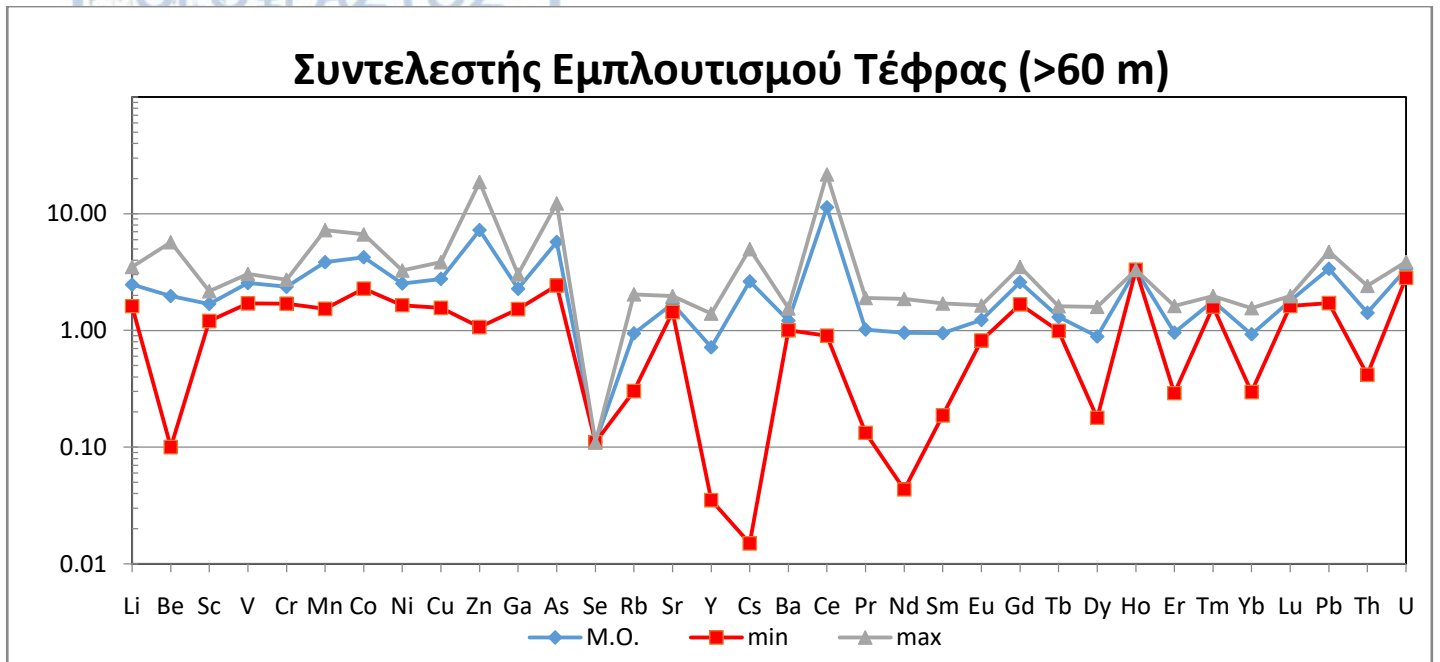


Διάγραμμα 5. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού της τέφρας για τον πρώτο ορίζοντα (0-30 m).

Συντελεστής Εμπλουτισμού Τέφρας (30-60 m)



Διάγραμμα 6. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού της τέφρας για τον δεύτερο ορίζοντα (30-60 m).

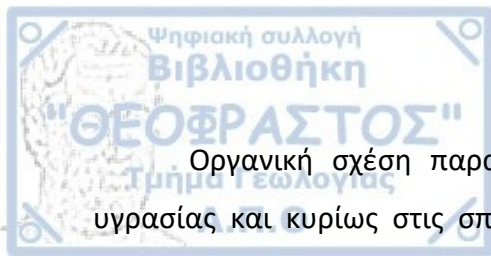


Διάγραμμα 7. Διαγραμματική απεικόνιση του λόγου εμπλουτισμού της τέφρας για τον τρίτο ορίζοντα (>60 m).

Η παρούσα διατριβή ειδίκευσης εξετάζει το λιγνιτικό κοίτασμα που βρίσκεται στην περιοχή της Αχλάδας, του νομού Φλώρινας. Μελετήθηκαν δεδομένα όπως υγρασία (%), τέφρα (%) και θερμογόνος δύναμη (cal/gr) από 10 γεωτρήσεις. Σε αυτές έγινε δειγματοληψία με στόχο την κάλυψη όλης της έκτασης την λεκάνης όπου βρίσκεται ο λιγνίτης. Συνολικά πάρθηκαν 13 δείγματα λιγνίτη, τα οποία τεφροποιήθηκαν βάσει προτύπου (ASTM-D3172-07, 2013). Έγινε ανάλυση των δειγμάτων λιγνίτη και τέφρας με τη μέθοδο ICP-MS στα κύρια στοιχεία Fe (%), Al (%), στα ιχνοστοιχεία Li, Be, Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Ag, Cd, Cs, Ba, Pb, Bi, Th, U (περιεκτικότητα σε ppm) και σε σπάνιες γαίες (REE) La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (περιεκτικότητα σε ppm).

Τα δείγματα λιγνίτη είναι εμπλουτισμένα σε όλα τα στοιχεία, σε σχέση με τις συγκεντρώσεις που παρουσιάζει ένα τυπικό λιγνιτικό κοίτασμα, με ιδιαίτερη έμφαση στα στοιχεία Sc, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Nd και U. Η προέλευση των στοιχείων είναι αλλόχθονη, από αποσάθρωση υπερβασικών και βασικών πετρωμάτων και μεταμορφωμένων πετρωμάτων τις περιοχής (Georgakopoulos, 2010; Koroneos et al., 1993).

Σε σύγκριση με την υγρασία του κάθε δείγματος παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα που είχαν υψηλότερα ποσοστά υγρασίας (%), είχαν μικρότερες τιμές συγκεντρώσεων στο λιγνιτικό δείγμα και μικρότερο ποσοστό τέφρας (%), καθώς επίσης και μεγαλύτερο λόγο εμπλουτισμού τέφρας. Παρατηρήθηκε επίσης ότι τα δείγματα με το μικρότερο ποσοστό υγρασίας (%) είχαν μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων στο λιγνιτικό δείγμα, μικρότερο ποσοστό τέφρας και μικρό λόγο εμπλουτισμού τέφρας. Το ποσοστό υγρασίας καθορίζει την «καθαρότητα» του λιγνίτη από φερτά υλικά, τα οποία γεμίζουν το πορώδες του με αποτέλεσμα να αυξάνεται και το ποσοστό της τέφρας, αλλά και η απόδοση του σαν καύσιμο, γιατί επηρεάζεται η θερμογόνος δύναμη.



Οργανική σχέση παρατηρήθηκε κυρίως στα δείγματα με χαμηλό ποσοστό υγρασίας και κυρίως στις σπάνιες γαίες. Ο λόγος εμπλουτισμού των στοιχείων της τέφρας ακολουθεί μια φθίνουσα τάση με το βάθος, γιατί μειώνεται το ποσοστό υγρασίας και αυξάνεται το ποσοστό τέφρας. Επίσης, παρατηρείται ότι στα δείγματα χαμηλού ποσοστού υγρασίας τα ιχνοστοιχεία Sc, Y, Th και οι σπάνιες γαίες La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, έχουν την τάση να δημιουργούν οργανική σχέση με το λιγνίτη σε δύο δείγματα.

Γεώτρηση NG2					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή σχηματισμών	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
0-1	1.00	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ ΜΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΟΚΚΙΝΗ			
1-2.45	1.45	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΤΘ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
2.45-4	1.55	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΚΤΘ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
4-4.55	0.55	ΙΛΥΣ ΚΑΣΤΑΝΗ			
4.55-5	0.45	ΙΛΥΣ ΚΑΣΤΑΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
5-7.7	2.00	ΙΛΥΣ ΚΑΣΤΑΝΗ			
7-7.45	0.45	ΙΛΥΣ ΚΑΣΤΑΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
7.45-9.5	2.05	ΙΛΥΣ ΚΑΣΤΑΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΚΤΘ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
9.5-10	0.50	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟΚΙΤΡΙΝΟ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΑ			
10-12.00001	2.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
12-12.45	0.45	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
12.45-14.45	2.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΟ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
14.45-15	0.55	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
15-17	2.00	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
17-17.45	0.45	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ λ/μ/α ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
17.45-19	1.55	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ λ/μ/α ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
19-19.55	0.55	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ λ/μ/α			
19.55-20	0.45	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ λ/μ/α ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
20-21	1.00	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ λ/μ/α			
21-21.7	0.70	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
21.7-22	0.30	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
22-22.45	0.45	ΑΜΜΟΣ ΣΚΟΥΡΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
22.45-24.58	2.13	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
24.58-26	1.42	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	43.54	21.98	1796.73
26-27.25	1.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	45.25	19.73	1815.97
27.25-28	0.75	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
28-28.2	0.20	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
28.2-29.1	0.90	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
29.1-29.92	0.82	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	33.68	47.73	713.54
29.92-30	0.08	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ			
30-30.3	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	43.64	28.09	1403.68
30.3-30.8	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
30.8-31	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
31-31.43	0.43	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ			
31.43-31.73	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	34.44	46.02	807.32
31.73-32.33	0.60	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
32.33-32.66	0.33	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	31.51	53.08	451.27
32.66-33	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
33-33.47	0.47	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
33.47-34.2	0.73	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	32.54	50.96	554.24
34.2-34.7	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
34.7-35	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	32.36	55.36	
35-36	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΗ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
36-37	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
37-37.8	0.80	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.38	37.00	1154.55
37.8-38.1	0.30	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
38.1-39	0.90	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			

39-39.2	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
39.2-39.45	0.25	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
39.45-39.65	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
39.65-40	0.35	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
40-40.5	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	43.73	23.82	1678.15
40.5-40.9	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
40.9-42.5	1.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	48.37	17.54	1800.21
42.5-42.84	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
42.84-43.48	0.64	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.75	32.13	1489.59
43.48-44.1	0.62	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
44.1-44.38	0.28	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	39.07	30.05	1546.08
44.38-45	0.62	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
45-46.3	1.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
46.3-47.3	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	45.77	20.82	1744.59
47.3-48	0.70	ΜΑΡΓΑ ΜΕ 10cm ΞΥΛΙΤΗ			
48-48.75	0.75	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
48.75-49.15	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	40.24	35.28	1188.42
49.15-49.2	0.05	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
49.2-50.3	1.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	47.13	17.03	1906.99
50.3-52.5	2.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ (ΣΤΑ 53 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ)			
52.5-53.43	0.93	ΑΜΜΟΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ λ/μ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
53.43-54.6	1.17	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
54.6-55	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
55-55.3	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
55.3-55.4	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
55.4-55.8	0.40	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
55.8-56.2	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	41.68	29.68	1443.76
56.2-58	1.80	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
58-58.55	0.55	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ λ/μ/α ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
58.55-59	0.45	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ λ/μ/α ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
59-60	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ λ/μ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
60-61	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ λ/μ/α ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
61-61.2	0.20	ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
61.2-63.37	2.17	ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
63.37-64.5	1.13	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
64.5-64.83	0.33	ΑΜΜΟΣ λ/μ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
64.83-65	0.17	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	41.01	29.95	1472.59
65-65.1	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
65.1-65.3	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
65.3-65.4	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
65.4-67.35	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
67.35-67.5	1.95	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
67.5-68.35	0.15	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
68.35-69	0.85	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
69-70	0.65	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
70-70.5	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
70.5-71.7	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
71.7-71.86	1.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
71.86-72	0.16	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
72-72.1	0.14	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
72.1-73.97	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
73.97-74.25	1.87	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
74.25-75	0.28	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.17	36.32	1244.33
75-75.85	0.75	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
75.85-76.1	0.85	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
76.1-80	0.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	32.59	47.25	917.81
	3.90	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			

Τμήμα Γεωλογίας					
Γεώτρηση NG3					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Υγρασία (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
40-41.73	1.73	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
41.73-42	0.27	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	35.69	33.16	1554.73
42-42.13	0.13	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
42.13-42.25	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
42.25-42.36	0.11	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
42.36-42.62	0.26	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.60	23.51	1741.79
42.62-43	0.38	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
43-43.86	0.86	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.30	19.84	1866.02
43.86-44.7	0.84	ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
44.7-45.2	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	47.58	10.44	2364.35
45.2-45.3	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
45.3-46	0.70	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΤΣΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.58	25.23	1636.74
46-46.87	0.87	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΤΣΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.12	15.85	2007.11
46.87-47.13	0.26	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
47.13-47.43	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.02	23.01	1798.37
47.43-48.22	0.79	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
48.22-48.58	0.36	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.97	33.20	1180.53
48.58-48.82	0.24	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
48.82-49.82	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.00	27.35	1836.63
49.82-50	0.18	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
50-50.1	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
50.1-50.15	0.05	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
50.15-51.14	0.99	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
51.14-51.22	0.08	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
51.22-51.37	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
51.37-51.83	0.46	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.76	23.93	1924.29
51.83-52	0.17	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
52-52.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
52.2-52.4	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
52.4-53	0.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.21	18.63	2141.21
53-53.54	0.54	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
53.54-53.64	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
53.64-54	0.36	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
54-54.24	0.24	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
54.24-54.55	0.31	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ	43.02	16.36	2158.99
54.55-55	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
55-55.12	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
55.12-57	1.88	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
57-57.22	0.22	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
57.22-57.83	0.61	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	34.90	37.61	1372.98
57.83-58	0.17	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
58-58.54	0.54	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.11	25.07	1996.4
58.54-59	0.46	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
59-60	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
60-60.65	0.65	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
60.65-60.7	0.05	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
60.7-61	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
61-61.5	0.50	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
61.5-61.76	0.26	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	44.17	19.84	1888.31
61.76-62	0.24	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
62-62.3	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	35.41	40.05	1131.29
62.3-63	0.70	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
63-63.23	0.23	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	30.45	34.33	1844.28
63.23-64	0.77	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
64-65	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
65-65.34	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 65,34			
65.34-65.54	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	34.58	29.11	1918.82
65.54-66	0.46	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
66-66.66	0.66	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			

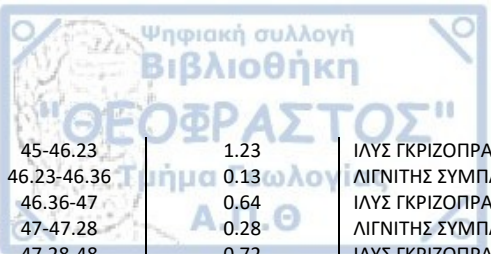
66.66-67	0.34	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
67-67.7	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
67.7-67.8	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
67.8-68	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
68-68.34	0.34	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	35.57	24.09	2225.93
68.34-68.56	0.22	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
68.56-69	0.44	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
69-69.6	0.60	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
69.6-69.7	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
69.7-70	0.30	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
70-70.3	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
70.3-71	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΑ			
71-72	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
72-75	3.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
75-80	5.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
80-81	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
81-81.62	0.62	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.15	35.72	1349.5
81.62-81.91	0.29	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
81.91-82.44	0.53	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	30.86	51.33	698.57
82.44-83	0.56	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
83-83.18	0.18	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
83.18-83.75	0.57	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
83.75-84	0.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.91	17.24	2252.07
84-84.18	0.18	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
84.18-84.5	0.32	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΤΣΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	33.24	38.87	1395.93
84.5-84.65	0.15	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
84.65-85	0.35	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	39.31	27.26	1729.14
85-86	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.51	22.28	1980.2
86-88	2.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
88-88.25	0.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	34.15	40.15	1217.63
88.25-88.81	0.56	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
88.81-89	0.19	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
89-89.43	0.43	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	34.08	35.10	1656.24
89.43-90	0.57	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΑ			
90-90.08	0.08	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
90.08-90.55	0.47	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	34.02	31.31	1830.43
90.55-91.1	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
91.1-91.45	0.35	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
91.45-91.75	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	30.61	51.94	714.47
91.75-92	0.25	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
92-92.1	0.10	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
92.1-92.41	0.31	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	31.75	44.47	1155.83
92.41-93.13	0.72	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
93.13-93.8	0.67	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
93.8-94.26	0.46	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	33.75	25.55	2222.83
94.26-94.75	0.49	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
94.75-94.9	0.15	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
94.9-95	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
95-95.2	0.20	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
95.2-95.62	0.42	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
95.62-95.86	0.24	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
95.86-97	1.14	ΜΑΡΓΑ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
97-97.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΣΚΟΥΡΟ ΚΑΦΕ			
97.2-97.7	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	32.50	39.22	1399.55
97.7-98	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
98-99	1.00	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
99-100	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΣΚΟΥΡΑ			
100-100.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
100.15-100.37	0.22	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	25.57	60.10	409.87
100.37-101.4	1.03	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
101.4-101.8	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	40.76	20.69	2182.44
101.8-102.17	0.37	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ			
102.17-	0.66	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.03	26.56	1975.62

102.83					
102.83-103.2	0.37	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
103.2-104	0.80	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
104-105	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
105-105.55	0.55	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
105.55- 105.91	0.36	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	38.36	16.70	2529.13
105.91-106.3	0.39	ΜΑΡΓΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
106.3-108	1.70	ΜΑΡΓΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
108-109.2	1.20	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
109.2-109.48	0.28	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΗ ΣΚΟΥΡΑ			
109.48-110	0.52	ΜΑΡΓΑ			
110-110.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
110.15-111	0.85	ΜΑΡΓΑ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
111-112	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
112-113.28	1.28	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
113.28- 113.72	0.44	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	30.70	41.71	1369.34
113.72-114.4	0.68	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
114.4-114.52	0.12	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
114.52-115	0.48	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
115-115.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
115.15- 115.72	0.57	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	42.74	12.55	2500.46
115.72- 116.27	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
116.27-117	0.73	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	38.36	28.41	1728.9
117-117.13	0.13	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
117.13- 118.32	1.19	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	32.67	40.27	1389.81
118.32-119	0.68	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
119-120	1.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			

Τμήμα Γεωλογίας					
Γεώτρηση NG6					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
5-7.8	2.80	ΜΑΡΓΑ			
7.8-8.3	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	42.27	25.91	1658.39
8.3-8.5	0.20	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
8.5-8.7	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
8.7-9.08	0.38	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
9.08-10	0.92	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	46.74	14.44	2066.2
10-10.46	0.46	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
10.46-10.86	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	46.30	17.81	2014.94
10.86-11.65	0.79	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
11.65-12.9	1.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	37.19	33.22	1492.75
12.9-13.16	0.26	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
13.16-13.6	0.44	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	38.49	21.52	2221.5
13.6-15	1.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
15-16.5	1.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
16.5-17	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	41.14	33.93	1210.47
17-18	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	42.02	25.83	1652.55
18-18.3	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
18.3-19.1	0.80	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ	39.70	24.05	1918.28
19.1-19.32	0.22	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
19.32-19.66	0.34	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	44.50	18.25	1980.59
19.66-19.87	0.21	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
19.87-20.48	0.61	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	41.22	27.96	1574.39
20.48-21	0.52	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
21-21.1	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
21.1-21.58	0.48	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
21.58-21.86	0.28	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	35.07	45.65	868.74
21.86-22.3	0.44	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
22.3-23.6	1.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.17	20.81	1848.3
23.6-25	1.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
25-25.3	0.30	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
25.3-26	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
26-26.74	0.74	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
26.74-26.9	0.16	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
26.9-27.68	0.78	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
27.68-27.79	0.11	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
27.79-28.2	0.41	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
28.2-28.64	0.44	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	43.57	23.96	1686.02
28.64-28.84	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
28.84-29.51	0.67	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	42.24	30.88	1304.48
29.51-29.7	0.19	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
29.7-30.6	0.90	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	46.00	17.14	1966.63
30.6-34	3.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ			
34-40	6.00	ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ			
40-42	2.00	ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
42-43.05	1.05	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
43.05-43.46	0.41	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	36.60	32.90	1521.09
43.46-44.7	1.24	ΜΑΡΓΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
44.7-44.82	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
44.82-45	0.18	ΜΑΡΓΑ			
45-46	1.00	ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
46-46.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
46.15-46.87	0.72	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.74	31.04	1314.19
46.87-47.05	0.18	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
47.05-47.35	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	45.20	18.06	1943.97
47.35-47.42	0.07	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
47.42-47.85	0.43	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.73	9.90	2381.32
47.85-48.2	0.35	ΜΑΡΓΑ			
48.2-48.5	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	46.95	14.59	2037.47
48.5-50	1.50	ΜΑΡΓΑ			

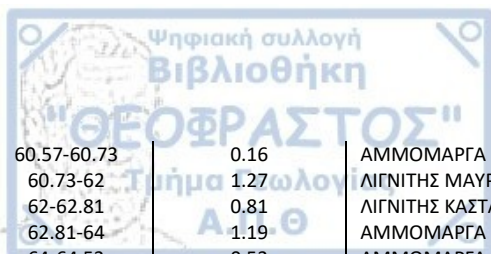
50-50.85	0.85	ΜΑΡΓΑ			
50.85-51.03	0.18	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
51.03-51.7	0.67	ΜΑΡΓΑ ΣΚΟΥΡΑ ΚΑΤ'Α ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
51.7-51.92	0.22	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.57	26.81	1870.47
51.92-53	1.08	ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΔΥΟ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
53-53.06	0.06	ΜΑΡΓΑ			
53.06-53.56	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.68	28.68	1708.77
53.56-53.76	0.20	ΜΑΡΓΑ			
53.76-53.87	0.11	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
53.87-54.1	0.23	ΜΑΡΓΑ			
54.1-54.56	0.46	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.99	19.98	1897.61
54.56-54.62	0.06	ΜΑΡΓΑ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
54.62-55.33	0.71	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.89	14.74	2230.63
55.33-56	0.67	ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΔΥΟ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
56-56.13	0.13	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
56.13-57.04	0.91	ΜΑΡΓΑ			
57.04-57.47	0.43	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.18	28.09	1637.38
57.47-57.58	0.11	ΜΑΡΓΑ			
57.58-57.8	0.22	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.28	31.69	1487.14
57.8-58.25	0.45	ΜΑΡΓΑ			
58.25-59	0.75	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	42.19	23.91	1792.19
59-59.34	0.34	ΜΑΡΓΑ			
59.34-59.75	0.41	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	32.76	42.55	1211.15
59.75-60	0.25	ΜΑΡΓΑ			
60-60.25	0.25	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
60.25-60.85	0.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	41.83	19.37	2122.94
60.85-61	0.15	ΜΑΡΓΑ			
61-61.72	0.72	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	36.74	29.90	1741.21
61.72-64	2.28	ΜΑΡΓΑ ΚΑΤ'Α ΘΕΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
64-65	1.00	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
65-67	2.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤ'Α ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
67-68.48	1.48	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
68.48-69	0.52	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.77	21.01	2233.23
69-70	1.00	ΜΑΡΓΑ			
70-71	1.00	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
71-71.6	0.60	ΜΑΡΓΑ ΚΑΤ'Α ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
71.6-71.71	0.11	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
71.71-73.54	1.83	ΜΑΡΓΑ			
73.54-73.84	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.49	26.29	1835.75
73.84-74.5	0.66	ΜΑΡΓΑ ΣΚΟΥΡΕΣ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΕΠΤΕΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
74.5-74.62	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
74.62-74.75	0.13	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
74.75-74.85	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
74.85-75	0.15	ΜΑΡΓΑ			
75-76	1.00	ΜΑΡΓΑ ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			

Γεώτρηση NG8					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
0-1.25	1.25	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΣΤΑΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ			
1.25-1.56	0.31	ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΜΕ ΑΜΜΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ			
		ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
1.56-2.35	0.79	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
2.35-2.8	0.45	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
2.8-3	0.20	ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ ΣΚΛΗΡΟΙ			
3-4.2	1.20	ΚΑΡΣΤΙΚΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ			
4.2-5	0.80	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
	3.00	ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΟΠΡΑΣΙΝΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
8-8.7	0.70	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
8.7-9	0.30	ΑΡΓΙΛΟΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ			
9-9.2	0.20	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΟΠΡΑΣΙΝΗ			
9.2-10	0.80	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
	3.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΟΠΡΑΣΙΝΗ			
		ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΓΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ			
13-14	1.00	ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
14-15	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
15-16	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
16-17	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	55.68	7.70	1896.15
17-18	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	54.57	9.23	1883.46
18-19	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	52.38	9.54	1981.07
19-20.25	1.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	51.89	6.12	2287.69
20.25-21	0.75	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
21-21.4	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	36.04	43.45	929.14
21.4-22	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
22-22.2	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
22.2-25	2.80	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΑ (25,45 -			
25-26	1.00	25,55m)			
26-26.1	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
26.1-26.5	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΑΘΡΟΣ	31.70	52.07	548.38
26.5-27.3	0.80	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.70	28.26	1479.48
27.3-28.6	1.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
28.6-28.8	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
28.8-29	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
29-29.12	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
29.12-30	0.88	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
30-30.6	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
30.6-31	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.78	29.97	1485.86
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΑ (25,45 -			
31-31.35	0.35	25,55m)			
31.35-31.95	0.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.45	21.71	1782.46
31.95-32.23	0.28	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
32.23-32.85	0.62	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.71	23.08	1638.8
32.85-33	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
33-33.75	0.75	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	51.40	10.51	1977.02
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΑ (25,45 -			
33.75-34.65	0.90	25,55m)			
34.65-36	1.35	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.64	14.51	2106.07
36-36.88	0.88	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.38	16.61	1973.13
36.88-37.46	0.58	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
37.46-37.58	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
37.58-38	0.42	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
38-39	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
39-39.35	0.35	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙ			
39.35-39.87	0.52	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	45.27	18.16	1956.14
39.87-40	0.13	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
40-45	5.00	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙ			



45-46.23	1.23	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
46.23-46.36	0.13	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
46.36-47	0.64	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
47-47.28	0.28	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	58.33	7.87	1829.99
47.28-48	0.72	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
48-50	2.00	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
50-53	3.00	ΙΛΥΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
53-55	2.00	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
55-56.8	1.80	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
56.8-58	1.20	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			

Γεώτρηση NG9					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος δύναμη (cal/gr)
17-17.13	0.13	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ 13cm			
17.13-18	0.87	ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ - ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ			
18-19	1.00	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΙΚΗ			
19-20	1.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
20-21	1.00	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
21-22	1.00	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
22-23	1.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
23-24	1.00	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
24-25	1.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
25-27	2.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ - ΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
27-29	2.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ - ΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ - ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ			
29-30	1.00	ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
30-34	4.00	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ - ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ - ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ			
34-35	1.00	ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ - ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ			
35-37	2.00	ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ - ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ			
37-38	1.00	ΛΕΙΨΑΝΑ ΚΑΙ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
38-40	2.00	ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΤΕΜΑΧΙΑ ΞΥΛΙΤΗ			
40-43	3.00	ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
43-44.4	1.40	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
44.4-45	0.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	45.99	10.39	2400.66
45-46	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.50	21.36	1881.63
46-46.83	0.83	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.54	19.07	1920.64
46.83-47	0.17	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
47-47.3	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΤΕΜΑΧΙΑ ΞΥΛΙΤΗ			
47.3-47.9	0.60	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.21	24.79	1690
47.9-48.3	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
48.3-49.3	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ Β'	31.75	51.80	635.61
49.3-50	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
50-50.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΗ ΔΙΑΠΟΤΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ			
50.2-50.62	0.42	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
50.62-51.07	0.45	ΛΙΓΝΙΤΗΣ Β'	37.18	36.70	1276.65
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ - ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
51.07-52	0.93	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
52-52.87	0.87	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.10	21.11	1882.25
52.87-53.53	0.66	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
53.53-53.65	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ Β'			
53.65-54	0.35	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
54-55	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
55-55.12	0.12	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
55.12-55.46	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
55.46-56	0.54	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.49	32.22	1494.37
56-57	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.86	22.70	1757.46
57-57.18	0.18	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ 5cm ΛΙΓΝΙΤΗ			
57.18-58.2	1.02	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	45.53	18.02	1959.33
58.2-58.9	0.70	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.35	22.37	1822.98
58.9-60	1.10	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
60-60.57	0.57	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			



60.57-60.73	0.16	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
60.73-62	1.27	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.99	12.00	2453.8
62-62.81	0.81	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.74	24.27	1794.74
62.81-64	1.19	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ - ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
64-64.53	0.53	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ - ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
64.53-64.7	0.17	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
64.7-65	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
65-66	1.00	ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΕ ΤΡΙΣ			
		ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 66,16ΣΤΑ 66,23 ΚΑΙ ΣΤΑ 66,28 ΜΕ			
66-67	1.00	60ο ΚΛΙΣΗ			
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΗ ΜΕ ΛΕΠΤΕΣ			
67-68	1.00	ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΞΥΛΙΤΗ			

Γεώτρηση PD4					
Βάθος (m)	Πάχος Στρωμάτων(m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
0-1.8	1.8	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ - ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ ΜΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΥΣ			
1.8-2.35	0.55	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
2.35-5.1	2.75	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΛΑΣΤΙΚΗ			
5.1-5.3	0.2	ΟΓΚΟΛΙΘΟΣ (ΤΡΙΜΜΑ) ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ			
5.3-6	0.7	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ			
6-6.8	0.8	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
6.8-7	0.2	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
43654	1	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
8-8.4	0.4	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ			
8.4-9	0.6	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ			
43718	1	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ			
10-10.5	0.5	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ			
10.5-11	0.5	ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ-ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΙ			
11-11.3	0.3	ΑΜΜΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ			
11.3-11.5	0.2	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΟΚΚΙΝΗ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
11.5-11.6	0.1	ΟΓΚΟΛΙΘΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΣ			
11.6-12	0.4	ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ (ΤΡΙΜΜΑΤΑ)			
12-13.8	1.8	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟΚΟΚΚΙΝΗ (ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ)			
13.8-14	0.2	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΚΟΥΧΟΣ-ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
14-15	1	ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΙ-ΥΓΡΟΙ			
15-17	2	ΑΜΜΟΣ (ΓΚΡΙ/ΚΟΚΚΙΝΟΣ) ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
17-18.5	1.5	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ			
18.5-19	0.5	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
19-19.85	0.85	ΑΜΜΟΣ (ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΗ) ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ			
19.85-20	0.15	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
20-20.8	0.8	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
20.8-21	0.2	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
21-21.9	0.9	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
21.9-22	0.1	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
22-23	1	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΗ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥΣ			
23-25	2	ΑΜΜΟΣ (ΓΚΡΙ/ΚΟΚΚΙΝΟ) ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
25-30	5	ΑΡΓΙΛΟΣ ΚΑΦΕ/ΚΟΚΚΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
30-31	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΚΟΚΚΙΝΗ (ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ) ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ-ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ-ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΚΟΥΧΟΣ			
31-34.4	3.4	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
34.4-35	0.6	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
35-40	5	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΦΑΙΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
40-43	3	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΟ			
43-45	2	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ 1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 42,20 - 60ο			
45-48	3	ΑΜΜΟΣ (ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ) ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
48-49.6	1.6	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ (ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ) ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ			
49.6-50	0.4	ΑΜΜΟΣ (ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ) ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
50-67	17	ΑΜΜΟΣ (ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ) ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ			
67-70	3	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ/ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			

70-71	1	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ/ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΤΡΟΚΟΚΚΗ			
71-72	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
72-72.4	0.4	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
72.4-73	0.6	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
73-74.4	1.4	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ			
74.4-74.9	0.5	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
74.9-76.5	1.6	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	47.70	14.70	1984
76.5-78	1.5	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	45.50	16.30	1971
78-79	1	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
79-80	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
80-82	2	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕ 1 ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ 0,50cm			
82-82.3	0.3	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	38.00	37.90	1173
82.3-83.6	1.3	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
83.6-84.55	0.95	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ/ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
84.55-85.5	0.95	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	45.50	17.70	1949
85.5-86	0.5	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΜΑΥΡΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
86-86.7	0.7	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
86.7-87	0.3	ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
87-87.1	0.1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
87.1-87.5	0.4	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
87.5-88	0.5	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΜΕ 1 ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ 0,80cm			
88-89	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ			
89-89.7	0.7	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
89.7-90	0.3	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
90-91	1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ			
91-93	2	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
93-94	1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
94-95	1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
95-96	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
96-98	2	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
98-100	2	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
100-102	2	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
102-104	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
104-105	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
105-106	4	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΥΓΡΗ			
106-110	5	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
110-115	1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
115-116	2	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
116-118	1	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ			
118-119	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΥΓΡΗ			
119-120	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
120-122	2	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΤΡΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΥΓΡΗ			
122-123	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
123-124	1	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ/ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
124-125	1	ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ-ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
125-127	2	ΑΜΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗ/ΚΙΤΡΙΝΗ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ-ΑΔΡΟΚΟΚΚΗ			
127-130	3	ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			

Γεώτρηση PD11					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
0-0.5	0.50	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ ΑΝΟΙΧΤΗ ΚΑΣΤΑΝΗ			
0.5-1	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
43467	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΟΙΧΤΟ			
2-2.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΕΛΑΦΡΑ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
2.5-3	0.50	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
3-3.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
3.5-4	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΗ ΜΕ ΟΞΙΔΕΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
4-4.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΑ(ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ) NaO ₂ /KO ₂			
4.2-5	0.80	ΜΑΡΓΑΚΙΤΡΙΝΗΑΜΜΟΘΧΑ ΑΡΓΙΛΙΚΗ			
5-5.5	0.50	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕΓΑΛΕΣ			
5.5-6	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
6-6.5	0.50	ΑΜΜΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
6.5-7	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
43654	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
8-8.8	0.80	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
8.8-9	0.20	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
43718	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
43749	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
43781	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ ΥΔΡΟΦΟΡ			
43812	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
13-14	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡ			
14-15	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
15-15.7	0.70	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ			
15.7-16	0.30	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
16-17	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
17-18	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
18-19	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
19-20	1.00	ΜΑΡΓΑ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
20-21	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΚΑΣΤΑΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΧΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΥ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥ			
21-22	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
22-23	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
23-23.8	0.80	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ - ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
23.8-24	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΡΓΥΛΟΥΧΟΣ			
24-25	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
25-26	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
26-27	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
27-28	1.00	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
28-28.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
28.2-28.8	0.60	ΑΜΜΟΣ ΚΙΤΡΙΝΗ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
28.8-29	0.20	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
29-29.5	0.50	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
29.5-29.7	0.20	ΑΜΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
29.7-30	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ (29,80-29,90)			
30-30.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ ΜΑΥΡΗ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
30.5-30.65	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
30.65-31.15	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ (ΕΥΘΡΥΠΤΟΣ)(ΑΠΟΣΑΘΡΩΜΕΝΟΣ)	26.72	33.03	2069
31.15-32	0.85	ΜΑΡΓΑΓΚΡΙΖΟ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
32-33	1.00	ΜΑΡΓΑΓΚΡΙΖΟ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
33-33.1	0.10	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			

33.1-34	0.90	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
34-34.5	0.50	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
34.5-34.6	0.10	ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΥΛΟΥ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΥ			
34.6-35	0.40	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥ			
35-35.4	0.40	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΥΣ			
35.4-35.7	0.30	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟ			
35.7-36	0.30	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑ			
36-36.9	0.90	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
36.9-37.15	0.25	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
37.15-37.9	0.75	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
37.9-38	0.10	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
38-39	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
39-39.3	0.30	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
39.3-40	0.70	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
40-41	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
41-42	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
42-42.8	0.80	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥ			
42.8-43	0.20	ΠΗΛΙΤΗΣ ΣΚΛΗΡΟΣ ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ Fe-Mn			
43-44	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ Fe			
44-45	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΛΕΙΨΑΝΑ			
45-45.3	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΛΕΙΨΑΝΑ			
45.3-45.55	0.25	ΑΜΜΟ/ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
45.55-46	0.45	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΜΑΡΓΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
46-47	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΑΡΑΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
47-47.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
47.15-47.6	0.45	ΛΙΓΝΙΤΗΣ (ΕΥΘΥΡΥΠΤΟΣ) (ΑΠΟΣΑΡΦΟΜΕΝΟΣ) ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΣ	43.56	24.98	1595
47.6-49	1.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
49-50	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΜΟΥΧΟΣ			
50-50.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΜΟΥΧΟΣ			
50.5-51	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΜΟΥΧΟΣ			
51-52	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΑΡΓΥΛΟΥΧΑ			
52-52.15	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
52.15-52.35	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ (ΕΥΘΥΡΥΠΤΟΣ) (ΑΠΟΣΑΡΦΟΜΕΝΟΣ) ΧΟΥΜΩΔΗΣ	38.12	32.98	1464
52.35-53	0.65	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΡΓΙΛΙΚΗ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
53-53.4	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΧΟΥΜΩΔΕΣ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
53.4-54	0.60	ΛΙΓΝΗΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.63	40.76	959.9
54-55	1.00	ΛΙΓΝΗΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΞΥΛΙΤΗ	41.46	28.00	1570
55-55.45	0.45	ΑΜΜΟ ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
55.45-55.5	0.05	ΞΥΛΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΣ			
55.5-56	0.50	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
56-57	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
57-58	1.00	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟΥΣ			

58-58.25	0.25	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΟΥΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΔΕΣ			
58.25-58.6	0.35	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
58.6-59	0.40	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΤ'Α ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΔΕΣ			
59-60	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
60-61	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
61-61.2	0.20	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
61.2-61.5	0.30	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
61.5-62	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
62-62.4	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ			
62.4-63	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
63-63.7	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
63.7-64	0.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥ			
64-65	1.00	ΑΜΜΟ/ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
65-65.75	0.75	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
65.75-65.95	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
65.95-66	0.05	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΗ			
66-66.2	0.20	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΙΑ Fe			
66.2-66.4	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΧΑΛΑΖΙΑΚΑ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ			
66.4-66.5	0.10	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
66.5-66.65	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
66.65-67	0.35	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	26.07	60.95	401
67-67.5	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΞΥΛΩΔΗΣ	42.76	18.55	2123
67.5-67.8	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.76	18.55	2123
67.8-68	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΧΟΥΜΩΔΗΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
68-68.4	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΧΟΥΜΩΔΗΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ ΜΕ ΞΥΛΙΝΑ ΤΕΜΑΧΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ			
68.4-68.6	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
68.6-69	0.40	ΑΡΓΙΛΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ			
69-70	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ			
70-70.3	0.30	ΑΜΜΟ ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ			
70.3-71	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
71-72	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΤΑΘΕΣΕΙΣ ΚΙΤΡΙΝΟ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΛΕΠΤΟ ΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ			
72-72.15	0.15	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΟ			
72.15-72.3	0.15	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
72.3-73	0.70	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΞΥΛΩΔΗΣ (ΚΑΣΤΑΝΟ ΜΑΥΡΟ)	46.04	9.03	2494
73-73.63	0.63	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΞΥΛΩΔΗΣ	37.22	38.59	1188
73.63-73.7	0.07	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
73.7-74	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	31.53	48.64	877
74-74.2	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ /ΞΥΛΙΤΗΣ	38.85	29.40	1683
74.2-74.45	0.25	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΜΕΛΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΞΥΛΙΤΗ 0,05m			
74.45-74.8	0.35	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (400)1η			
74.8-75	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ			
75-75.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (400)2η			
75.2-75.6	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (400)3η			
75.6-76	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
76-77	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΥ			
77-77.4	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΑΣΤΡΩΣΗ ΞΥΛΙΤΗ			
77.4-78	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ			
78-78.58	0.58	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥ			
78.58-78.8	0.22	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ			
78.8-79	0.20	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΑΝΟΙΧΤΟ			
79-79.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΙΤΡΙΝΟ			
79.5-79.8	0.30	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΙΤΡΙΝΟ			
79.8-80	0.20	ΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΙΤΡΙΝΟ			

Γεώτρηση PD13					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος δύναμη (cal/gr)
0-1	1.00	ΦΥΤΙΚΗ ΓΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΑΣΤΑΝΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
43467	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΜΕΛΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
2-2.45	0.45	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟ			
2.45-3	0.55	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
43528	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
4-4.5	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕΛΙ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
4.5-5	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
43592	2.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
7-7.45	0.45	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΚΑΣΤΑΝΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
7.45-8	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
8-8.5	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΛΕΙΨΑΝΑ			
8.5-10	1.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΛΕΙΨΑΝΑ			
10-10.15	0.15	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
10.15-10.3	0.15	ΠΗΛΟΣ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ			
10.3-10.6	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
10.6-10.8	0.20	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
10.8-11.1	0.30	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ			
11.1-12	0.90	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
12-12.4	0.40	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
12.4-12.8	0.40	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
12.8-13	0.20	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ			
13-14	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕ ΟΞΕΙΔΙΑ ΣΙΔΗΡΟΥ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
14-14.6	0.60	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟ			
14.6-15	0.40	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟ			
15-16	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
16-17	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
17-17.45	0.45	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣΚΙΤΡΙΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
17.45-18	0.55	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
18-19	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
19-19.5	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
19.5-20	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
20-21	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
21-21.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
21.5-22	0.50	ΜΑΡΓΑ ΥΛΙΣ ΓΚΡΙ ΥΓΡΗ			
22-23	1.00	ΜΑΡΓΑ ΥΛΙΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΥΓΡΗ			
23-24	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
24-24.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΥΛΙΣ ΓΚΡΙΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
24.45-25	0.55	ΜΑΡΓΑ ΥΛΙΣ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
25-26	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ			
26-26.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ			
26.5-27	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΟΣ			
27-28	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ (ΤΣΙΜΕΝΤΕ) ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
28-29	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ (ΤΣΙΜΕΝΤΕ) ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			

29-29.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΣΤΑΝΟ			
29.45-30	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΒΘΑΚΟΥΧΟΣ ΧΟΥΜΩΔΗΣ			
30-31	1.00	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
31-31.7	0.70	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
31.7-32	0.30	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
32-32.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΒΘΑΚΟΥΧΟΣ			
32.5-33	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΥΓΡΗ			
33-34	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΒΘΑΚΟΥΧΟΣ			
34-35	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΒΘΑΚΟΥΧΟΣ			
35-35.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
35.45-36	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
36-37	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
37-37.55	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
37.55-38	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
38-39	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
39-40	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΥΓΡΗ			
40-40.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ			
40.45-41	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ			
41-42	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΟ			
42-42.55	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
42.55-43	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ			
43-43.6	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΟΛΥ ΣΚΟΥΡΟΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ			
43.6-44	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	41.64	23.94	1811
44-45	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	41.64	23.94	1811
45-45.5	0.50	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	41.64	23.94	1811
45.5-46.5	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΜΕ ΞΥΛΙΤΗ	41.64	23.94	1811
46.5-47	0.50	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ ΜΕ ΕΝΣΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
47-47.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
47.45-48	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
48-50	2.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ ΜΙΑ			
50-50.6	0.60	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 50,6Μ(40ο) ΚΑΙ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ			
		ΛΙΓΝΙΤΗ (8cm) ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
		ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
50.6-51	0.40	ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ			
51-51.08	0.08	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
51.08-51.2	0.12	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ			
51.2-51.37	0.17	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ ΣΤΑ 51,37 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΛΙΣΘΗΣΗΣ			
		(60ο)			
51.37-52	0.63	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
52-52.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΜΑΥΡΗ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
52.45-53	0.55	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
		ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
53-53.2	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ			
		16cm			
53.2-54	0.80	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ			
		14cm			
54-54.55	0.55	ΜΑΡΓΑ(ΙΛΥΟΥΧΑ) ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
54.55-55	0.45	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
		ΜΑΡΜΑΡΙΓΙΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
55-56.32	1.32	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΝΘΑΚΟΜΙΓΗΣ ΥΓΡΗ			
56.32-56.6	0.28	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΕ 2 ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ			
		ΛΙΓΝΙΤΗ 5 ΚΑΙ 7 cm ΑΝΘΑΚΟΥΧΟΣ			
56.6-57	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ 3cm			
57-57.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΑΜΜΟΥΧΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ			
		ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
57.45-57.63	0.18	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ 13cm			
57.63-58	0.37	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
58-59.55	1.55	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
59.55-60	0.45	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
		ΥΓΡΗ			
60-61	1.00	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΑ			
		ΥΓΡΗ			
61-62.45	1.45	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
62.45-63	0.55	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΑΚΟΥΧΟΣ			

63-64	1.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
64-64.6	0.60	ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
64.6-65	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
		ΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
65-66	1.00	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
66-66.25	0.25	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ	61.25	19.35	759
66.25-66.57	0.32	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
66.57-67	0.43	ΛΙΓΝΙΤΗΣ (ΕΥΛΙΤΗΣ)			
67-67.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
67.45-68	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
68-68.65	0.65	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
68.65-69	0.35	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΑ			
69-69.17	0.17	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
69.17-69.33	0.16	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΑ			
69.33-69.55	0.22	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
69.55-70	0.45	ΕΥΛΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΣΚΛΗΡΟΣ			
70-70.22	0.22	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
70.22-70.82	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΜΑΥΡΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ	40.69	28.45	1594
70.82-71	0.18	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
71-72	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
72-72.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΥΓΡΗ			
72.45-73	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΥΓΡΗ			
73-73.25	0.25	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ ΜΕ 2			
73.25-74.05	0.80	ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ 8cm ΚΑΙ 7cm			
74.05-74.6	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ	46.45	13.00	2189
74.6-75	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΕΥΛΙΤΗΣ			
75-76	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
76-76.23	0.23	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
76.23-76.9	0.67	ΜΑΡΓΑ (ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
76.9-77.35	0.45	ΛΙΓΝΙΤΗΣ (ΕΥΛΙΤΗΣ)	43.26	27.08	1521
77.35-78	0.65	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΥΓΡΗ			
78-79	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ ΜΕ ΕΥΛΙΤΙΚΑ			
79-80	1.00	ΤΕΜΑΧΙΑ			
80-80.7	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΠΕΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΑ			
80.7-81	0.30	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
81-82	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ			
82-83	1.00	ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΕΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
83-83.35	0.35	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ			
83.35-83.6	0.25	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΑΔΡΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ ΜΕ			
83.6-84	0.40	ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΕΥΛΙΤΗ			
84-84.5	0.50	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
84.5-85	0.50	ΥΓΡΗ			
85-85.55	0.55	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
		ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
		ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
		ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
		ΜΑΡΓΑΪΚΗ ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
		ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
		ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
		ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			

85.55-86	0.45	ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΗ ΦΑΙΑ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
86-87	1.00	ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΥΓΡΗ ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΛΕΠΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ			
87-88	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΥΓΡΗ			
88-88.45	0.45	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
88.45-89	0.55	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
89-90	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
90-90.6	0.60	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
90.6-91	0.40	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
91-92	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
92-93	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
93-93.45	0.45	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
93.45-94	0.55	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
94-95	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
95-95.6	0.60	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
95.6-96	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑΤΕΜΑΧΙΑ			
96-97	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
97-98	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
98-98.45	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΑ			
98.45-99	0.55	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΟ ΦΑΙΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΑ ΥΓΡΗ			
99-100	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΣΟΚΟΚΚΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
100-100.35	0.35	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
100.35-101	0.65	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
101-102	1.00	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
102-102.6	0.60	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
102.6-103	0.40	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
103-104	1.00	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
104-105	1.00	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
105-105.35	0.35	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
105.35-107	1.65	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
107-107.75	0.75	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			
107.75-108	0.25	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
108-109	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΑΜΜΟΥΧΑ			
109-110	1.00	ΑΜΜΟΣ ΙΛΥΟΥΧΟΣ ΓΚΡΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΙΑ ΛΙΑΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΥΓΡΗ			

Γεώτρηση PD18					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος Δύναμη (cal/gr)
29-29.08	0.08	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
29.08-29.08.08	1.04	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	51.70	10.20	2066
30.12-30.12.08	1.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
31.32-31.32.08	0.68	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.90	32.50	1285
32-32.08	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.70	14.70	2082
33-33.08	1.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	44.00	17.60	2082
34.2-34.2.08	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
34.3-34.3.08	0.26	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.20	37.90	1189
34.56-34.56.08	0.14	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
34.7-34.7.08	0.19	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.00	44.30	724
34.89-34.89.08	0.31	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
35.2-35.2.08	1.32	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	40.50	29.60	1513
36.52-36.52.08	0.48	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ			
37-37.08	2.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
39-39.08	0.40	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
39.4-39.4.08	0.20	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	43.40	27.30	1438
39.6-39.6.08	0.45	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
40.05-40.05.08	0.16	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΣ			
40.21-40.21.08	0.08	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΜΟΥΧΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
40.29-40.29.08	2.58	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	46.90	6.60	2528
42.87-42.87.08	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΜΑΥΡΗ			
43.21-43.21.08	0.79	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
44-44.08	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.50	35.90	1232
44.3-44.3.08	0.51	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΑ			
44.81-44.81.08	1.51	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	39.40	35.30	1191
46.32-46.32.08	0.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΣΤΡΩΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ			
46.66-46.66.08	2.34	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΛΕΠΤΕΣ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
49-49.08	3.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
		ΑΜΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ-ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΑ			
52-52.08	2.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
54-54.08	0.54	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΜΑΥΡΗ			
54.54-54.54.08	0.11	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
54.65-54.65.08	0.35	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
55-55.08	0.88	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
55.88-55.88.08	0.10	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
55.98-55.98.08	1.19	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.10	31.70	1494
57.17-57.17.08	0.83	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.50	31.40	1499
58-58.08	0.90	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
58.9-58.9.08	0.16	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	39.00	31.60	1460
59.06-59.06.08	0.24	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΜΑΥΡΗ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
59.3-59.3.08	0.25	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
59.55-59.55.08	0.11	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
59.66-59.66.08	0.28	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.60	20.30	2031
59.94-59.94.08	0.86	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
60.8-60.8.08	0.20	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΜΜΟΥΧΑ ΜΕ ΔΥΟ ΕΝΣΤΡΩΣΕΙΣ ΛΙΓΝΙΤΗ			
61-61.08	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΑ			
62-62.08	0.18	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	39.50	32.80	1326
62.18-62.18.08	0.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΑ			
62.78-62.78.08	0.82	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	37.90	35.90	1293
63.6-63.6.08	0.40	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ			
64-64.08	0.27	ΑΜΜΟΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΚΑΤΑ ΘΕΣΕΙΣ ΜΑΡΓΑΪΚΗ			
64.27-64.27.08	0.73	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ (ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ)			
65-65.08	3.00	ΑΜΜΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ-ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ (ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ)			
68-68.08	1.00				

Γεώτρηση PD28					
Βάθος (m)	Πάχος στρωμάτων (m)	Περιγραφή	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Θερμογόνος δύναμη (cal/gr)
0-27	27.00	ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΑ			
27-27.5	0.50	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΚΤΘ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ - ΣΤΑ 27,2μΜΙΑ			
27.5-28.6	1.10	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (600)	44.26	13.32	2282
28.6-29	0.40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
29-30	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΙ ΣΚΟΥΡΑ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΑ	37.49	34.87	1353
30-31	1.00	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
31-31.85	0.85	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
31.85-32.28	0.43	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΚΤΘ ΠΟΛΥ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ - ΣΤΑ 27,2 Μ ΜΙΑ			
32.28-32.8	0.52	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	44.10	28.12	1342
32.8-33.37	0.57	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	42.51	32.60	1168
33.37-33.51	0.14	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
33.51-34.6	1.09	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ	31.59	54.54	306
34.6-35.41	0.81	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ-ΚΑΣΤΑΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΚΤΘ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
35.41-35.79	0.38	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	38.37	40.76	853
35.79-36	0.21	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
36-37	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΑΝΟΙΧΤΟΚΑΣΤΑΝΗ			
37-37.27	0.27	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙ (Λ-Μ) ΚΤΘ ΜΑΡΓΑΙΚΗ			
37.27-40	2.73	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ (Λ-Μ-Χ-Α) ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ			
40-42	2.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
42-42.17	0.17	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
42.17-42.25	0.08	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
42.25-43	0.75	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
43-45	2.00	ΑΜΜΟΣ (Λ) ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΚΤΘ ΙΛΥΟΥΧΟΣ			
45-45.4	0.40	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
45.4-46.28	0.88	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	35.33	42.79	962
46.28-47	0.72	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
47-48	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
48-50.13	2.13	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
50.13-50.23	0.10	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
50.23-52	1.77	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 51,15 μ			
52-53.71	1.71	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΜΙΓΗΣ			
53.71-54.88	1.17	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.82	25.27	1715
54.88-55.47	0.59	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
55.47-55.56	0.09	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
55.56-56.18	0.62	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
56.18-56.54	0.36	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	47.74	19.86	1835
56.54-57	0.46	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
57-57.48	0.48	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
57.48-57.57	0.09	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
57.57-57.67	0.10	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
57.67-58.47	0.80	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	41.98	29.82	1428
58.47-58.58	0.11	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
58.58-59.84	1.26	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	45.11	20.50	1768
59.84-62	2.16	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΞΥΛΙΤΗ			
62-62.63	0.63	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΜΕ ΜΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΤΑ 62,31 μ			
62.63-62.7	0.07	(450)			
62.7-63	0.30	ΛΙΓΝΙΤΗΣ			
63-63.18	0.18	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
63.18-63.57	0.39	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
63.57-64	0.43	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
64-64.13	0.13	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
64.13-64.34	0.21	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ	40.42	33.78	1204
64.34-67	2.66	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
67-68	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΣ			
68-69	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
69-70.15	1.15	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
70.15-71	0.85	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ (Λ-Μ) ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ- ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΟΥΧΟΣ			
		ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			



71-72	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΜΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
72-73	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
73-73.06	0.06	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
73.06-73.23	0.17	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΣΤΑΝΟΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
73.23-73.64	0.41	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
73.64-74	0.36	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
74-75	1.00	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
75-75.08	0.08	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ			
75.08-76	0.92	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΚΤΘ ΑΜΜΟΥΧΟΣ			
76-77	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
77-78	1.00	ΑΜΜΟΣ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ (Μ-Χ-Α) ΜΕ ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
78-82	4.00	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟ ΜΕΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
82-84.38	2.38	ΑΜΜΟΣ (Λ-Μ) ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
		ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟΜΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
84.38-85	0.62	ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
		ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟΜΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
85-87	2.00	ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
87-88	1.00	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ			
88-91	3.00	ΑΜΜΟΣ (Λ-Μ) ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΚΤΘ ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ			
91-92	1.00	ΑΜΜΟΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ			
92-93.6	1.60	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			
93.6-93.87	0.27	ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΜΑΥΡΟΣ ΣΥΜΠΑΓΗΣ	34.62	39.17	1297
93.87-95	1.13	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ ΣΚΟΥΡΑ			
		ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟΜΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
95-97	2.00	ΚΡΟΚΑΛΕΣΚΤΘ ΜΕ ΞΥΛΙΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ			
		ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΟΜΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ			
97-98	1.00	ΚΡΟΚΑΛΕΣ			
98-99.3	1.30	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙΖΟΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΠΑΓΗΣ			
99.3-100	0.70	ΜΑΡΓΑ ΓΚΡΙ			



14.1 Ξένη Βιβλιογραφία

ASTM-D3172-07, (2013). Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke. Book of Standards

Adriano D. C., (1986). Trace elements in the terrestrial environment. New York, NY, USA, Springer-Verlag Inc. 533 pp.

Antoniadis, P., Mavridou, E., Papazisimou, S., Christanis, K., Gentzis, T., 2006. Palaeoenvironmental conditions of the Mavropigi lignites, Ptolemais Basin, Greece: a petrological study. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 28 (4), 311–327

Aubouin J., (1957). Essai de corrélation stratigraphique de la Grèce occidentale, Bulletin de la Société Géologique de France, 7, pp. 281-304. B.P., 1971.

Brunn J.H. (1956). Etude geologique du Pinde septentrional et de la Macedoine occidentale. Ann. Geol. Pays Hellen., 7, pp1-358.

Brunn, J. (1956). Contribution à l'étude du Pinde septentrional et d'une partie de la Macédoine occidentale. Annales Géologiques des Pays Helléniques, 7, pp 358.

Chatziapostolou A., Kalaitzidis S., Papazisimou, S. Christanis K, Vagias, D. (2006). Mode of occurrence of trace elements in the Pellana lignite (SE Peloponnese, Greece). International Journal of Coal Geology, 65 pp. 3-16.

Chadwick M J, Highton N H, Lindman N (1987). The environmental significance of trace elements from coal combustion and conversion processes. In: Environmental impacts of coal mining and utilisation. National Energy Administration, Sweden. Oxford, UK, Pergamon Press. pp 171-217.

Christanis K., Georgakopoulos A., Fernández-Turiel J.L., Bouzinos A. (1998). Geological factors influencing the concentration of trace elements in the Philippi peatland,



eastern Macedonia, Greece. International Journal of Coal Geology, 36(3-4): 295-313.

Clarke, L.B., Sloss, L.L. (1992). Trace elements—emissions from coal combustion and gasification. International Energy Agency Coal Research Report, (IEACR/49), London 111 p

Dai, S., Ren, D., Chou, C.-I., Finkelman, R.B., Seredin, V.V. and Zhou, Y. (2012). Geochemistry of trace elements in Chinese coals: a review of abundances, genetic types, impacts on human health, and industrial utilization. Internat. Jour. Coal Geol., v.94, pp.3–21.

Dai, S.F., Ren D.Y., Tang, Y.G., Yue, M. And Hao, L.M. (2005). Concentration and distribution of elements in Late Permian coals from western Guizhou Province, China. Internat. Jour. Coal Geol., v.61, pp.119–137.

Davison, R.L., Natusch, D.F.S., Wallace, J.R., and Evans, Jr C.A., (1974). Trace elements in fly ash dependence of concentration on particle size. Environmental Science and Technology 8, (1107-1113).

Fedjea, K.K., Ekbergb, C. Skarnemarkc, G., Britt-Marie, S. (2010). Removal of hazardous metals from MSW fly ash—an evaluation of ash leaching methods. Journal of Hazardous Materials, 173, pp. 310-317.

Filippidis, A., Georgakopoulos, A. and Kassoli-Fournaraki, A. (1996). Mineralogical components of some thermally decomposed lignite and lignite ash samples from the Ptolemais Basin, Greece. International Journal of Coal Geology, 30: 303-314.

Filippidis, A., Georgakopoulos, A., Kassoli-Fournaraki, A., Blondin, J., and Fernandez-Turiel, J.L., (1997). The sulfocalsic coal fly ashes of Ptolemais (Macedonia, Greece) and Gardanne (Provence, France). Coal Fly Ash, European Sem. Marseilles. Proceedings (pp. 149-158).

Gamaletsos, P., Godelitsas, A., Dotsika, E., Tzamos, E., Göttlicher, J., and Philippidis, A., (2013). Geological sources of As in the Environment of Greece: A Review.

Gavrilescu, M., Pavel, L.V., Cretescu I. (2009). Characterization and remediation of soils contaminated with uranium. J. Hazard. Mater., 163, pp. 475-510

Georgakopoulos, A. (2000). The Drama Lignite Deposit, Northern Greece: Insights from Traditional Coal Analyses, Rock-Eval Data and Natural Radionuclides Concentrations. Energy Sources, 22(6): 497-513.

Georgakopoulos A., (2001). Trace elements in the Lava Xylite/Lignite Deposit, Servia Basin, Northern Greece. Energy Sources 23(2): 143-156.

Goldschmidt V.M. (1935). Rare elements in coal ashes. Industrial and Engineering Chemistry, 27 (9), pp 1100-1102.

Goodarzi, F. (1987). Concentration of elements in lacustrine coals from Zone A Hat Creek Deposit No.1, British Columbia, Canada. Int. J. Coal Geol., 8.

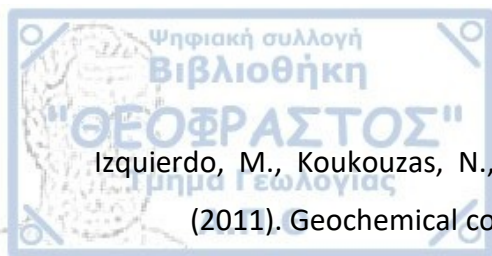
Goodarzi, F., Huggins, F.E., Sanei, H. (2008). Assessment of elements, speciation of As, Cr, Ni and emitted Hg for a Canadian power plant burning bituminous coal. International Journal of Coal Geology, 74, pp. 1-12

Hulett, L.D., Weinberger, A.J., Northcutt, K.J., Ferguson, M. (1980). Chemical species in fly ash from coal-burning power plants. Science, 210, pp. 1356-1358

Iordanidis, A., Georgakopoulos, A. (2003). Pliocene lignites from Apofysis mine, Amynteo basin, Northwestern Greece: petrographical characteristics and depositional environment, International Journal of Coal Geology, 54 (1–2): 57-68.

Iordanidis, A., Georgakopoulos, A., Markova, K., Filippidis, A., Kassoli-Fournaraki, A. (2001). Application of TG–DTA to the study of Amynteon lignites, northern Greece, Thermochimica Acta, 371(1–2): 137-141.

Iyer, R., (2002). The surface chemistry of leaching coal fly ash. Journal of Hazardous Materials. Journal of Hazardous Materials. (321-329).



Izquierdo, M., Koukoulzas, N., Toulou, S., Panopoulos, K. D., Querol, X., & Itskos, G. (2011). Geochemical controls on leaching of lignite-fired combustion by-products from Greece. *Applied Geochemistry*, 26(9-10): 1599-1606.

Jankowski, J., Ward, C.R., French, D., Groves, S. (2006). Mobility of trace elements from selected Australian fly ashes and its potential impact on aquatic ecosystems. *Fuel*, 85 pp. 243-256.

Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soils and Plants*. (fourth ed.), CRC Press Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW.

Kalaitzidis, S., Christanis, K. (2002). Mineral Matter in the Philippi peat in relation to peat/lignite-forming conditions in Greece. *Energy sources* 24(1): 69-81.

Kalaitzidis, S., Christanis, K., Georgakopoulos, A., Fernández-Turiel J.L., Papazismou S. (2002). Influence Of geological condition during peat accumulation on trace element affinities and their behavior during peat combustion. *Energy & Fuels*, 16: pp. 1476-1482.

Kantiranis N., Filippidis A., Georgakopoulos A. (2005). Investigation of the uptake ability of fly ashes produced after lignite combustion. Volume 76, Issue 2, July 2005, Pages 119-123.

Kauffman, G., Kockel, F. and Mollat, H. (1976). Notes on the stratigraphic and paleogeographic position of the Svoula formation in the Innermost Zone of the Hellenides (Northern Greece). *Bull. Soc. Geol., France*, 18, pp 225-230

Kockel F., Mollat H., and Walter H.W. (1971). *Geologie des Servomazedonischen Massivs und seines Mesozoischen Rahmens*. *Geol. Jahrb.*, 83, 7, pp 575-602.

Kolovos, N., Georgakopoulos, A., Filippidis, A., Kavouridis, C. (2002). Environmental Effects of Lignite and Intermediate Steriles Coexcavation in the Southern Lignite Field Mine of Ptolemais, Northern Greece. *Energy Sources*, 24(6): 561-573



Kopp K., (1964). GeologieThraziens II. N. Jb. Geol. Paleont. Abh, pp 119.

Kopp K., (1966). GeologieThraziens III. Ann. Geol. Pays. Hell., 16 , pp315-362.

Koroneos, A., Christofides, G., del Moro, A., Kiliyas, A. (1993). Rb-Sr geochronology and geochemical aspects of the Eastern Varnountasplutonite (NW Macedonia, Greece). Neues Jarbuch Miner. Abh. 165: 297 – 315; Stuttgart 1993.

Kossmat, F., 1924. Geologie der zentralen Balkan halbinsel. Borntrager, Berlin, 1: 198 pp.

Koukoulzas, N., Colin, R., Zhongsheng L. (2010). Mineralogy of lignites and associated strata in the Mavropigi field of the Ptolemais Basin, northern Greece, International Journal of Coal Geology, 81(3): 182-190.

Koukoulzas, N., Tasianas A., Gemeni V., Alexopoulos D., Vasilatos Ch., (2015). Geological modelling for investigating CO₂ emissions in Florina Basin, Greece. Open Geoscience, vol:7, pp 465–489.

Kronberg P., Meyer W. and Pilger A. (1970). Geologie der Rila-Rhodope Masse zwischenStrimon und Nestos (Nord Griechenland). Beih. Geol. Jb., 88, pp 133-180.

Li, Z., Ward, C.R, Gurba, L.W. (2007). Occurrence of non-mineral inorganic elements in low-rank coal macerals as shown by electron microprobe element mapping techniques. International Journal of Coal Geology, 70, pp. 137-149.

Llorens, F., Fernández-Turiel, J.L., Querol, X. (2000).The fate of trace elements in a large coal-fired power plant. Environmental Geology, 40 pp. 409-416.

Mattigod, S.V., Rai, D., Eary, L.E., Ainsworth, C.C. (1990). Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: I. review of the major elements. Journal of Environmental Quality, 19, pp. 188-201.

Mercier J., (1968). Etude geologique des zones ointernes des Hellenidesen Macedoine centrale (Grece). Contrtribution a l' etude Metamorphismet de l' evolution



magamitique des zones internes des Hellenides. Theses, Paris 1966, Ann. Geol. Pays Hell., 20, pp 1-792.

Meij, R., TeWinkel, B.H. (2009). Trace elements in world steam coal and their behavior in Dutch coal-fired power stations: a review. International Journal of Coal Geology, 77, pp. 289-293.

Mountrakis D., Sapountzis E., Kiliass A., Eleftheriadis G. and Christofides G. (1983). Paleogeographic conditions in the western Pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area. Canadian Journal of Earth Sciences, 1983, 20(11): pp. 1673-1681.

Mountrakis D. (1984). Structural evolution of the Pelagonia zone in Northwestern Macedonia. Journal of Geol. Society, London, sp. Publ. 17, pp. 581-590.

Mountrakis D. (1986). The Pelagonian zone in Greece. A polyphase-deformed fragment of the Cimmerian continent and its role in the geotectonic evolution of the Eastern Mediterranean. Journal of Geology, 94, pp. 335-347.

Mountrakis D. (1994). Introduction to the Geology of the Macedonia and Thrace. Aspects of the geotectonic evolution of the Hellenic Hinterland and Internal Hellenides. Bulletin of the Geol. Society of Greece, Thessaloniki, vol. XXX/1, pp. 31-46.

Noli, F., Tsamos, P. (2018). Seasonal variations of natural radionuclides, minor and trace elements in lake sediments and water in a lignite mining area of North-Western Greece. Environ Sci Pollut Res 25, 12222–12233.

Osswald K. (1938). Geologische Geschichte von Griechisch – Nordmakedonien. Υπόμνημα Γεωλ. Υπηρεσίας Ελλάδος, 3.

Papastergios G., Georgakopoulos A., Fernandez-Turiel J.L., Gimeno D., Kapetanios C (2005). Leachability of environmentally hazardous elements from ashes produced after lignite combustion in Agios Dimitrios power plant, northern



- Greece. In: Proceedings of the 5th international scientific conference of modern management of mine producing, geology and environmental protection (SGEM), Albena Complex, Bulgaria, 13–17 June 2005, pp 299–306.
- Pappas R.S., Ting B.G., Jarrett J.M., Paschal D.C., Caudill S.P., Miller D.T. Determination of uranium-235, uranium-238, and thorium-232 in urine by magnetic sector inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2002; 17:131–134.
- Pavlidis S., Mountrakis D. (1987). Extensional tectonics of northwestern Macedonia, Greece, since the late Miocene. *Journal of Structural Geology*. Vol.9 pp.385-392.
- Pentari, D., Foscolos, A.E., Perdikatsis, V. (2004). Trace element contents in the Domeniko lignite deposit, Elassona basin, Central Greece. *International journal of coal geology*, 58(4), 261-268.
- R. Steven Pappas (2012). Sample Preparation Problem Solving for Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry with Liquid Introduction Systems I. Solubility, Chelation, and Memory Effects. *Spectroscopy (Springf)*.1; 27(5): 20–31.
- Raask, E. (1985). The mode of occurrence and concentration of trace elements in coal. *Proc. Energy Combustion Science* 11, pp. 97–118.
- Richaud, R., Lachas, H., Lazaro, M.J., Clarke, L.J., Jarvis, K.E., Herod, A.A., Gibb, T.C., Kandiyoti, R. (2000). Trace elements in coal derived liquids: analysis by ICP-MS and Mössbauer spectroscopy. *Fuel*, 79, pp. 57-67.
- Robertson A.H.F., Clift P.D., Degnan P.J. and Jones G. (1991). Tectonic evolution of the Mesozoic-Cenozoic Pindos Ocean, Greece. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXV/1, pp. 55-64.
- Ruth E. Wolf (2005). What is ICP-MS? And more importantly, what can it do? Ph.D., Research Chemist, USGS/CR/CICT, March 2005

Sabbioni E., Goetz L., Springer A., Pietra R. (1983). Trace metals from coal-fired power plants: derivation of an average database for assessment studies of the situation in the European Communities. *The Science of the Total Environment*, 29, 213-227 (1983).

Saikia, B.K., Khound, B.P. (2014). Baruah Extractive de-sulfurization and de-ashing of high sulfur coals by oxidation with ionic liquids. *Energy Convers. Managt.*, 81: 298-305.

Singh, P.K., Singh, V.K., Rajak, P.K. (2016). Distribution and geochemistry of selected trace elements in the lignites of Cambay basin, Gujarat, western India. *J Geol Soc India* 88, 131–146.

Sloss, L.L. (1991). NO_x emissions from coal combustion. IEACR/36, London, UK, IEA Coal Research, 62 pp (Mar 1991).

Smith, R.D. (1980). The trace element chemistry of coal during combustion and the emissions from coal-fired plants, *Progress in Energy and Combustion Science*, 6 (1), 53-119 (1980).

Swaine D. J. (1990). Trace elements in coal. London, UK, Butterworth and Co Ltd, 276 pp (1990).

Ting B.G., Paschal D.C., Jarrett J.M., Pirkle J.L., Jackson R.J., Sampson E.J., Miller D.T., Caudill, S. (1999). Uranium and thorium in urine of U.S. residents: Reference range concentrations. *Environmental Research*, 81:45–51.

Vassilev, S.V., Vassileva, C.G. (1997). Geochemistry of coals, coal ashes and combustion wastes from coal-fired power stations. *Fuel Processing Technology*, 51 pp. 19-45

Xu, M., Yan, R., Zheng, C., Qiao, Y., Han, J., and Sheng, C. (2003). Status of trace element emission in a coal combustion process: a review. *Fuel Processing Technology* 85, 215-237.

Zeng D., Clark M., Gunderson T., Hecker W.C., Fletcher T.H. (2005). Swelling properties and intrinsic reactivities of coal chars produced at elevated pressures and high heating rates. *Proc Combust Inst*, 30: pp. 2213-2221.

Zhao, P., Zhong, L., Zhao, Y., Luo, Z. (2015). Comparative studies on the effect of mineral matter on physico-chemical properties, inherent moisture and drying kinetics of Chinese lignite, *Energy Conversion and Management*, 93: 197-204.

Zivotic, D., Vulic, P., Grzetic, I., and Simic, V. (2019). Distribution of major and trace elements in the Kovin lignite (Serbia), *GeologiaCroatica*, Vol. 72 No. 1.

Wulfsberg G. *Inorganic Chemistry*. University Science Books; Sausalito, CA, USA: 2000. pp. 191–228.

14.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Κίλιας, Α. (1980). Γεωλογική και τεκτονική μελέτη της ανατολικής περιοχής του Ανατολικού Βαρνούντα (ΒΔ Μακεδονία). Διδακτ. Διατρ., Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 271 σ.

Μουντράκης Δ. (1983). Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγματεία για Υψηγεσία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σελ. 11-289.

Μουντράκης Δ. (2010). Γεωλογία της Ελλάδος. ΕΚΔΟΣΕΙΣ University Studio Press.

Οικονομόπουλος Ι. (2010). ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ, ΑΝΘΡΑΚΟΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΑΧΛΑΔΑΣ, Ν ΦΛΩΡΙΝΑΣ. Διδακτορική διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών.

Χατζηαποστόλου Α., Καλαϊτζίδης Σ., Παπαζησίμου Σ., Χρηστάνης Κ., Βάγιας Δ. (2004). ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟΥ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΣ ΠΕΛΛΑΝΑΣ (Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ). Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής



Εταιρίας, τομ XXXVI. Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, Απρίλιος 2004. Π.Θ.

14.3 Άλλες πηγές

Αναστασίου Κ. και Ψαράς Α. (2014). ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΥΤΩΝΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΟΓΝΕΥΣΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΒΑΡΝΟΥΝΤΑ (ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ). Διπλωματική Εργασία. Κατεύθυνση: Ορυκτολογία – Πετρολογία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας.

Τρύφωνος Αν. (2007). ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΕΛΙΤΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΦΛΩΡΙΝΑΣ. Διατριβή Ειδίκευσης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Γεωλογίας, Ειδίκευση: Ορυκτοί Πόροι – Περιβάλλον. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας.

14.4 Διαδικτυακές πηγές

<http://www.myco-instrumentation.com/equipments/perkinelmer-elan-6100-icpms-system/>

<https://www.camlab.co.uk/ecocell-22-eco-line-convection-oven/>

https://www.nabertherm.com/produkte/details/en/thermprozesstechnik_1-kammeroefen