



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ**
UNIVERSITY OF PATRAS

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας**

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Διερεύνηση της προσρόφησης του φωσφόρου σε
εδάφη της Δυτικής Ελλάδας – Μελέτη περίπτωσης Ι»

Κωνσταντίνα Κακαφώνη Α.Μ.: 12178

Μαρία – Ελένη Πάκια Α.Μ.: 12254

Επιβλέπων καθηγητής:

Παντελής Ε. Μπαρούχας , Αναπληρωτής Καθηγητής

Αμαλιάδα 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Μπαρούχα Παντελή για την υπόδειξη του θέματος και την ανάθεση της πτυχιακής μας μελέτης. Τον ευχαριστούμε επίσης, για τις καθοριστικές συμβουλές και την επίβλεψη της παρούσας μελέτης καθώς για την υπομονή του και την συνεργασία που μας παρείχε. Επίσης ευχαριστούμε τον κ. Κουλόπουλο, μέλος ΕΤΕΠ για την τεχνική βοήθεια που μας προσέφερε, καθώς και το Εδαφολογικό Εργαστήριο της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας στα πλαίσια της προγραμματικής σύμβασης για την υλοποίηση του έργου με τίτλο «Λειτουργία εδαφολογικού εργαστηρίου Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας», για την διάθεση εξοπλισμού. Τέλος, ευχαριστούμε τον υποψήφιο διδάκτορα Παναγιώτη Παρασκευόπουλο, Γεωπόνο για τη διάθεση στοιχείων και τη δειγματοληψία των εδαφικών δειγμάτων. Ολόψυχα ευχαριστούμε τις οικογένειές μας που μας συμπαραστάθηκαν με υπομονή και μας στήριξαν σ' όλες τις στιγμές των προπτυχιακών μας σπουδών.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 29 δείγματα εδάφους τα οποία ελήφθησαν από σύνολο 5 εδαφικών προφίλ από τον νομό Ηλείας. Οι εδαφολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της προσρόφησης του φωσφόρου σε εδαφικές τομές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	viii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xiii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	xv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΕΔΑΦΟΣ	1
1.1 Εδαφικοί ορίζοντες.....	2
1.2 Μηχανική σύσταση	3
1.3 Πορώδες.....	4
2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	4
2.1 Φώσφορος στο έδαφος	4
2.1.1 Οργανικός P	5
2.1.2 Προσροφημένος P	5
2.2 Φώσφορος στα φυτά	5
2.2.1 Τροφопενεία P	6
2.2.2 Περίσσεια P.....	6
2.3 Φωσφορούχος λίπανση	6
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	8
3.1 Κλίμα και περιβάλλον	8
3.2 Δειγματοληψία.....	8
3.3 Αεροζήρανση και λειοτρίβηση	9
3.4 Προσδιορισμός φωσφόρου κατά OLSEN	9
3.5 pH	10
3.6 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	11
3.7 Οργανική ουσία.....	11
3.8 Προσδιορισμός K, Ca, Na, Mg	12
3.9 Προσρόφηση φωσφόρου	12
3.10 Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης.....	14

3.11 Προσδιορισμός οξειδίων σιδήρου - μαγγανίου (CBD)	18
3.12 Προσδιορισμός άμορφων οξειδίων σιδήρου – μαγγανίου.....	19
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	21
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Εδαφικοί ορίζοντες

Εικόνα 2: Τρίγωνο υπολογισμού μηχανικής σύστασης

Εικόνα 3: Μέθοδος αεροζήρανσης εδαφών

Εικόνα 4: Τρόπος λειοτρίβησης εδαφικών τεμαχιδίων

Εικόνα 5: Κοσκίνισμα του δείγματος

Εικόνα 6: Ένδειξη μέτρησης αντιδραστηρίων σε ζυγό ακριβείας

Εικόνα 7: Ογκομετρικές φιάλες 50ml

Εικόνα 8: Αντιδραστήρια σε ποτήρι ζέσεως

Εικόνα 9: Λήψη δείγματος με αυτόματη πιπέττα

Εικόνα 10: Όργανο μέτρησης pH

Εικόνα 11: Όργανο μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Εικόνα 12: Πυραντήριο

Εικόνα 13: Προσθήκη οξικού αμμωνίου στο δείγμα

Εικόνα 14: Ογκομετρικές φιάλες

Εικόνα 15: Φλογοφωτόμετρο

Εικόνα 16: Ανάδευση δειγμάτων σε μηχανικό αναδευτήρα

Εικόνα 17: Φυγόκεντρος

Εικόνα 18: Εκχύλιση δειγμάτων μέσω ηθμού σε ογκομετρική φιάλη

Εικόνα 19: Ανακίνηση δοκιμαστικών σωλήνων

Εικόνα 20: Προσθήκη δείγματος σε κυβέτα

- Εικόνα 21:** Pipette Apparatus ART.NO. 08.16
- Εικόνα 22,23:** Προετοιμασία δείγματος
- Εικόνα 24:** Μεταφορά στους κυλίνδρους
- Εικόνα 25:** Λήψη δείγματος σε κάψα πορσελάνης
- Εικόνα 26:** Δείγματα σε κάψες
- Εικόνα 27:** Ξήρανση της αργίλου
- Εικόνα 28:** Η άργιλος μετά από 24h
- Εικόνα 29:** Κλασμάτωση, Αεροξήρανση, Αποθήκευση της άμμου
- Εικόνα 30:** Προσθήκη CBD στο δείγμα
- Εικόνα 31:** Υδατόλουτρο
- Εικόνα 32:** Συμπλήρωση τελικού όγκου
- Εικόνα 33:** Μέτρηση οξειδίων στην ατομική απορρόφηση
- Εικόνα 34:** Παρασκευή αντιδραστηρίων
- Εικόνα 35:** Ανακίνηση
- Εικόνα 36:** Φυγόκεντρος
- Εικόνα 37:** Ατομική απορρόφηση

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1:** Μηχανική Σύσταση Εδάφους
- Πίνακας 2:** Σχέση pH και διαθεσιμότητας φωσφόρου
- Πίνακας 3:** Χημικές ιδιότητες και περιεκτικότητα σε οξείδια Fe, Mn εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας
- Πίνακας 4:** Χημική ανάλυση για προσδιορισμό θρεπτικών στοιχείων(P, K, Na, Ca, Mg) των εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας
- Πίνακας 5:** Κοκκομετρική σύσταση εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας
- Πίνακας 6:** Κατανομή των εδαφικών τεμαχιδίων εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας, για τα μη αργιλικά υλικά.
- Πίνακας 7:** Αθροιστική κατανομή των εδαφικών τεμαχιδίων εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας
- Πίνακας 8:** Σύγκριση συντελεστών προσρόφησης-διαθεσιμότητας φωσφόρου

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- Διάγραμμα 1:** Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 1(P1)
- Διάγραμμα 2:** Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 2(P2)
- Διάγραμμα 3:** Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 3(P3)
- Διάγραμμα 4:** Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 4(P4)
- Διάγραμμα 5:** Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 5(P5)
- Διάγραμμα 6:** Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 1(P1)
- Διάγραμμα 7:** Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 2(P2)
- Διάγραμμα 8:** Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 3(P3)
- Διάγραμμα 9:** Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 4(P4)
- Διάγραμμα 10:** Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 5(P5)
- Διάγραμμα 11:** Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)
- Διάγραμμα 12:** Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)
- Διάγραμμα 13:** Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 3(P3)
- Διάγραμμα 14:** Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 4(P4)
- Διάγραμμα 15:** Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 5(P5)
- Διάγραμμα 16:** Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)
- Διάγραμμα 17:** Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 2(P2)
- Διάγραμμα 18:** Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)
- Διάγραμμα 19:** Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)
- Διάγραμμα 20:** Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)
- Διάγραμμα 21:** Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 1(P1)
- Διάγραμμα 22:** Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 2(P2)
- Διάγραμμα 23:** Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 3(P3)
- Διάγραμμα 24:** Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 4(P4)
- Διάγραμμα 25:** Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 5(P5)
- Διάγραμμα 26.1 :** Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 1(P₁A, P₁BT₁,P₁BT₂,P₁C).

Διάγραμμα 26.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 1 ($P_1A, P_1BT_1, P_1BT_2, P_1C$).

Διάγραμμα 27.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 2 ($P_2AP, P_2BT_1, P_2BT_2, P_2BC, P_2C?, P_2C$)

Διάγραμμα 27.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 2 ($P_2AP, P_2BT_1, P_2BT_2, P_2BC, P_2C?, P_2C$).

Διάγραμμα 28.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 3 ($P_3AP, P_3BT_1, P_3BT_2, P_3C$)

Διάγραμμα 28.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 3 ($P_3AP, P_3BT_1, P_3BT_2, P_3C$).

Διάγραμμα 29.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 4 ($P_4AP_1, P_4AP_2, P_4BT_1, P_4BT_2, P_4BC_1, P_4BC_2$)

Διάγραμμα 29.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 4 ($P_4AP_1, P_4AP_2, P_4BT_1, P_4BT_2, P_4BC_1, P_4BC_2$).

Διάγραμμα 30.1: : Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 5 [$P_5(1), P_5(2), P_5(3), P_5(4), P_5(5), P_5(6), P_5(7), P_5(8), P_5(9)$]

Διάγραμμα 30.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 5 [$P_5(1), P_5(2), P_5(3), P_5(4), P_5(5), P_5(6), P_5(7), P_5(8), P_5(9)$]

Διάγραμμα 31: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 1 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

Διάγραμμα 32: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 2 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

Διάγραμμα 33: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 3 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

Διάγραμμα 34: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 4 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

Διάγραμμα 35: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 5 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

Διάγραμμα 36: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 1

Διάγραμμα 37: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 2

Διάγραμμα 38: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 3

Διάγραμμα 39: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 4

Διάγραμμα 40: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 5

Διάγραμμα 41: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 1

Διάγραμμα 42: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 2

Διάγραμμα 43: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 3

Διάγραμμα 44: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 4

Διάγραμμα 45: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 5

Διάγραμμα 46: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1A (5cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 47: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1Bt1 (25cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 48: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1Bt2(55cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 49: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1C(100cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 50: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 AP(12cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 51: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 Bt1(50cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 52: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 Bt2(70cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 53: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2BC(90cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 54: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2C?(100cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 55: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2C(120cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 56: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 AP(18cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 57: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 Bt1(45cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 58: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 Bt2(65cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 59: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3C(100cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 60: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4AP1(15cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 61: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4AP2(25cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 62: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4Bt1(50cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 63: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4Bt2(90cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 64: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4C1(120cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 65: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4C2(170cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 66: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P51(30cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 67: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P52(55cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 68: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P53(108cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 69: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P54(118cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 70: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P55(160cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 71: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P56(190cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 72: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P57(230cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 73: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P58(265cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 74: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P59(300cm) σε κιλά/στρ

Διάγραμμα 75: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 1

Διάγραμμα 76: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 2

Διάγραμμα 77: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 3

Διάγραμμα 78: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 4

Διάγραμμα 79: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 5

Διάγραμμα 80: Μέσος όρος της διαθεσιμότητας φωσφόρου για όλα τα προφίλ

Διάγραμμα 81: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 1

Διάγραμμα 82: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 2

Διάγραμμα 83: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 3

Διάγραμμα 84: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 4

Διάγραμμα 85: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 5

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

P: φώσφορος

Fe: σίδηρος

Mn: μαγγάνιο

Al: αργίλιο

Zn: ψευδάργυρος

Cu: χαλκός

N: άζωτο

B: βόριο

Ca: ασβέστιο

Mo: μολυβδαίνιο

Mg: μαγνήσιο

(Fe-Mn) ο: οξαλικό

(Fe-Mn) d: διθειονικό

nm: νανόμετρα

μm: μικρόμετρα

cm: εκατοστά

mm: χιλιοστά

μgr: μικρογραμμάρια

mg: μιλιγραμμάρια

gr: γραμμάρια

Kg: κιλó

L: λίτρο

ml: μιλιλίτρο

d: διάμετρος

h: ώρα

min: λεπτό

speed rpm: ταχύτητα σε στροφές ανά λεπτό

ppm (parts per million): εκατομμυριοστό

EC (electrical conductivity): ηλεκτρική αγωγιμότητα

°C: βαθμοί Κελσίου

στρ: στρέμμα

clay: άργιλος

non clay: χωρίς άργιλο

sand (S): άμμος

silt (Si): ιλύς

very coarse (vc): πολύ χονδρόκκοκη

coarse: χονδρόκκοκη

fine (f): λεπτόκκοκη

very fine (vf): πολύ λεπτόκκοκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη διερευνά την προσρόφηση του φωσφόρου σε εδάφη της Δυτικής Ελλάδας, από τον νομό Ηλείας. Έγινε δειγματοληψία σε πέντε εδαφικά προφίλ στα οποία έγιναν εργαστηριακές αναλύσεις που αφορούν τον προσδιορισμό του φωσφόρου, την μέτρηση του pH, τον υπολογισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, τα ελεύθερα και άμορφα οξείδια του σιδήρου και του μαγγανίου, τα ανταλλάξιμα στοιχεία Ca, Mg, K, Na, της κλάσης κοκκομετρίας και της οργανικής ουσίας. Στα εδαφικά δείγματα πραγματοποιήθηκαν δοκιμές προσρόφησης του φωσφόρου σε σύνολο έντεκα (11) διαφορετικών μεταχειρίσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εδάφη της συγκεκριμένης περιοχής ακολουθούν εκθετική αύξηση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

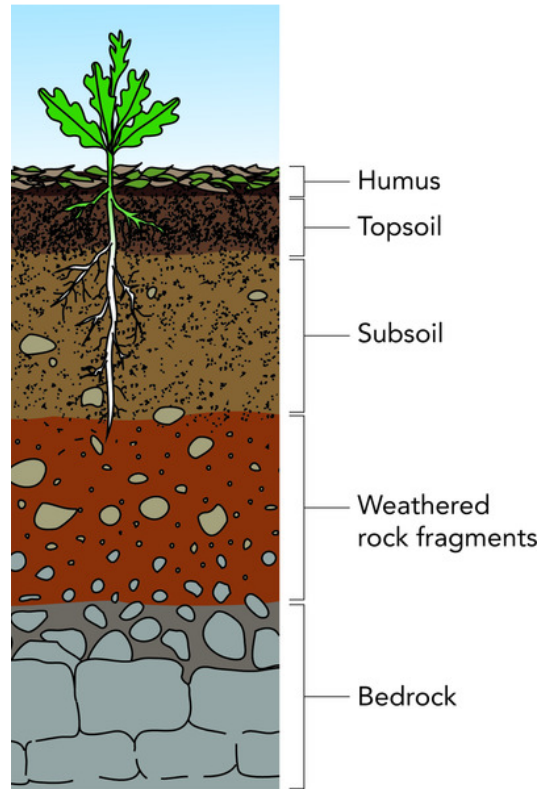
1.ΕΔΑΦΟΣ

Με τον όρο έδαφος αποκαλούμε το επιφανειακό στρώμα του φλοιού της γης στο οποίο κατά κύριο λόγο βρίσκονται και αναπτύσσονται τα φυτά. Κατά τη διάρκεια των ετών παρατηρούνται μεταβολές στα ορυκτά και στα πετρώματα κατά την έκθεσή τους στον αέρα, στην υγρασία και στον οργανικό κόσμο, λόγω της αποσάθρωσης, με αποτέλεσμα το σχηματισμό του εδάφους. Τα πετρώματα μετατρέπονται σε ορυκτά, μειώνεται το μέγεθος των τεμαχιδίων και γίνεται η απελευθέρωση στοιχείων που ορισμένα είναι απαραίτητα για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών (Σινάνης, 2008).

Ο σχηματισμός του εδάφους εξαρτάται κυρίως από το μητρικό υλικό το οποίο είναι το αποτέλεσμα της αποσάθρωσης πετρωμάτων, το κλίμα της εκάστοτε περιοχής επιδρώντας μέσω των βροχοπτώσεων και της θερμοκρασίας στη βλάστηση. Ακόμη ένας παράγοντας που το επηρεάζει είναι οι οργανισμοί και οι μικροοργανισμοί που ζουν σε αυτό (ζώα, έντομα, μύκητες, βακτήρια κ.α.) επειδή έχουν τη δυνατότητα να ορίσουν στοές, να το εμπλουτίσουν με στοιχεία και οργανική ουσία, και να αλλάξουν τη δομή του. Εξίσου σημαντική είναι η τοπογραφία της περιοχής ως προς το υψόμετρο, την κλίση και το ανάγλυφο της επιφάνειας. Η διαδικασία σχηματισμού του εδάφους είναι πολύ αργή και απαιτούνται από εκατοντάδες έως χιλιάδες χρόνια διεργασιών, αυτές μπορεί να είναι φυσικές (βαρύτητα), χημικές (χημικά στοιχεία) είτε βιολογικές (αποικοδόμηση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων) (Σφακιανάκη, 2011). Επιπρόσθετα αξίζει να σημειωθεί ότι στις καλλιεργούμενες περιοχές λαμβάνουν χώρα ανθρώπινες δραστηριότητες που μεταβάλλουν καθοριστικά την εμφάνιση και την ποιότητα του εδάφους. Τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι οι βαθιές αρόσεις και ο εμπλουτισμός του με θρεπτικά στοιχεία μέσω των λιπάνσεων που εφαρμόζει ο καλλιεργητής.

1.1 Εδαφικοί ορίζοντες

Σε μια εγκάρσια τομή του εδάφους σε βάθος μερικών μέτρων παρατηρούμε διάφορα στρώματα, που ενίοτε ξεχωρίζουν ευκρινώς λόγω του χρωματισμού, του μεγέθους και της σύστασής τους, τα οποία ονομάζονται εδαφικοί ορίζοντες.



Εικόνα 1:Εδαφικοί ορίζοντες

Πηγή: <http://blankdiagrams.dianasplace.it/diagram/acid-soil-diagram>)

Οι τρεις βασικοί ορίζοντες από τους οποίους αποτελείται το έδαφος είναι ο A, B και C. Το μητρικό πέτρωμα από το οποίο σχηματίζεται το έδαφος συμβολίζεται με το R. Ο A ορίζοντας (αποπλυμένος) ξεκινά από την επιφάνεια του εδάφους και τα οργανικά υλικά που υπάρχουν σε αυτόν μεταφέρονται στα βαθύτερα στρώματα. Τα υπολείμματα που περιέχει, ανάλογα με το βάθος στο οποίο βρίσκονται δημιουργούν τους υποορίζοντες που συμβολίζονται ως A1, A2, κτλ. Ο B ορίζοντας (εμπλουτισμένος) βρίσκεται κάτω από τον πρώτο και όπως είναι φυσικό περιέχει υλικά που μεταφέρθηκαν από τον A ορίζοντα. Το μεγαλύτερό του μέρος είναι τα αργιλικά υλικά, τα οξείδια

σιδήρου (Fe), μαγγανίου(Mn) και αργιλίου (Al). Επίσης διεισδύουν σε αυτόν οι ρίζες των φυτών και αντλούν θρεπτικά στοιχεία. Ο C ορίζοντας χαρακτηρίζεται από τους ειδικούς ως μητρικός, αφού αποτελείται από υλικά του μητρικού πετρώματος τα οποία είναι θρυμματισμένα στο ανώτερο μέρος του (Βασάλα, 1995).

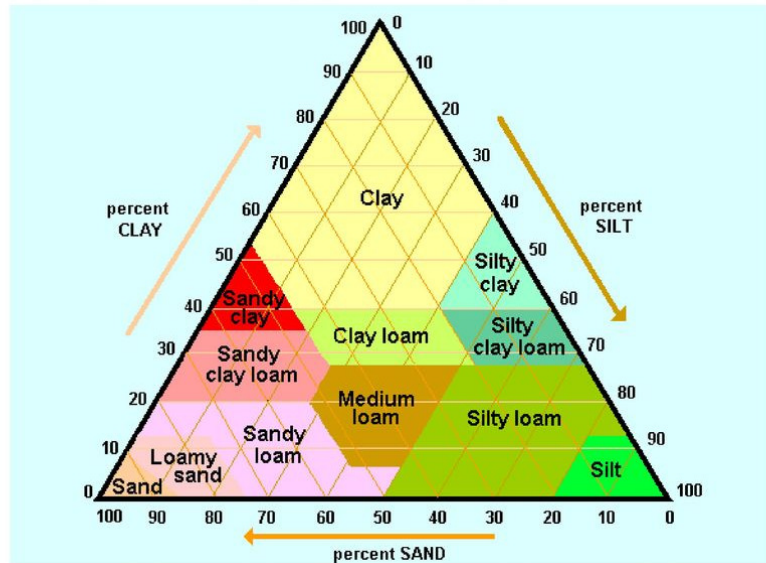
1.2 Μηχανική σύσταση

Τα εδάφη χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε άμμο, ιλύ και άργιλο. Υπάρχουν τα ελαφριά εδάφη, που έχουν καλή αποστράγγιση και αερισμό, γρήγορη μεταβολή της θερμοκρασίας, με σημαντικό όμως μειονέκτημα την εύκολη έκπλυσή τους που συνεπάγεται με συνεχείς λιπάνσεις. Αντίθετα τα βαριά εδάφη, δεν έχουν καλή στράγγιση, είναι δύσκολα στη διαχείρισή τους ωστόσο έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία. Τέλος, υπάρχει μία ακόμη κατηγορία, η μέσης σύστασης, η οποία περιλαμβάνει χαρακτηριστικά από τις δύο προαναφερόμενες (Μουσουλιώτης Α).

Βάση της μηχανικής τους σύστασης διακρίνονται σε 12 κλάσεις και ανάλογα με το ποσοστό των κλασμάτων που υπάρχουν στο έδαφος και με τη χρήση του αντίστοιχου τριγώνου μπορούμε να προσδιορίσουμε τη μηχανική σύσταση (Βύρλας).

Χονδρή άμμος	2-0.2 mm
Λεπτή άμμος	0.2-0.05 mm
Ιλύς	0.05-0.02 mm
Άργιλος	< 0.02 mm

Πίνακας 1: Μηχανική Σύσταση Εδάφους



Εικόνα 2: Τρίγωνο υπολογισμού μηχανικής σύστασης

(Πηγή: <https://slideplayer.gr/slide/12398088/>)

1.3 Πορώδες

Το έδαφος υπάρχει σε τρεις φάσεις: Στην στερεή, την υγρή και αέρια. Το πορώδες αντιπροσωπεύει το ποσοστό όγκου που καταλαμβάνουν οι πόροι στην υγρή και την αέρια φάση. Είναι αξιοσημείωτος παράγοντας επειδή καθορίζει τις ιδιότητες του εδάφους σχετικά με την συγκράτηση νερού, την αποστράγγιση και τον αερισμό του. Το μέγεθος των πόρων προσδιορίζει την εδαφική διαπερατότητα νερού και αέρα. Οι τιμές του στα αμμώδη εδάφη είναι μεταξύ 30-50% ενώ στα αργιλώδη κυμαίνεται μεταξύ 35-65%. Όσο μεγαλύτερο είναι το πορώδες, τόσο μικρότερη είναι η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους, η οποία εξαρτάται από τη δομή, τη μηχανική σύσταση και την οργανική ουσία. Σημαντική επίδραση στο πορώδες έχουν οι καιρικές συνθήκες και οι καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζει ο καλλιεργητής.

2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ

2.1 Φώσφορος στο έδαφος

Ο φώσφορος υπάρχει στη φύση σε οργανική και ανόργανη μορφή. Η οργανική μορφή του βρίσκεται στα φυτικά υπολείμματα κυρίως ως φωσφορικό ινοσίτη και στους μικροοργανισμούς προσροφημένη σε

οργανικά μόρια, ενώ η ανόργανη μορφή του προέρχεται από τα ορυκτά της Λιθόσφαιρας με κύρια πηγή τα πρωτογενή και τα δευτερογενή ορυκτά. Μόνο το 1% του ολικού P περίπου είναι εύκολα αφομοιώσιμο από τους φυτικούς οργανισμούς. Στη στερεή φάση του εδάφους ο P είναι προσροφημένος σε ενώσεις όπου συγκρατείται ισχυρά και δεν απελευθερώνεται στο εδαφικό διάλυμα.

2.1.1 Οργανικός P

Από το σύνολο του P της στερεής φάσης αντιπροσωπεύει σχεδόν το 50% και συμβάλλει με έμμεσο τρόπο στην θρέψη των φυτών. Για να γίνει αυτό είναι απαραίτητη προϋπόθεση η ανοργανοποίησή του από τους μικροοργανισμούς. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική επειδή τα φυτά λαμβάνουν το φώσφορο κυρίως από τις ανόργανες ενώσεις, ωστόσο η ανοργανοποίηση χρειάζεται πολύ χρόνο και η συνεισφορά της στην θρέψη είναι ελάχιστη.

2.1.2 Προσροφημένος P

Τα ορυκτά της αργίλου, το ανθρακικό ασβέστιο και τα ελεύθερα οξείδια σιδήρου και αργιλίου ευθύνονται για την προσρόφηση των φωσφορικών ανιόντων. Από τον προσροφημένο ένα μικρό μέρος απελευθερώνεται ως διαθέσιμος για τα φυτά. Παρατηρείται ότι στα εδαφικά διαλύματα η ποσότητα του P που υπάρχει κυμαίνεται από 0,1-1 mg/L και η τιμή του pH καθορίζει την μορφή με την οποία υπάρχει στο διάλυμα.

2.2 Φώσφορος στα φυτά

Η παρουσία του φωσφόρου στο φυτό είναι σημαντική επειδή καθορίζει τη μεταφορά και την αποθήκευση ενέργειας για αυτό θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία στους φυτικούς οργανισμούς. Οι ρίζες απορροφούν τα φωσφορικά (HPO_4^{2-}) από το εδαφικό διάλυμα και η αφομοίωση των ιόντων γίνεται με σχηματισμό ATP. Από αυτήν, η φωσφορική ομάδα μεταφέρεται στις ανθρακούχες ενώσεις που υπάρχουν στα φυτικά κύτταρα (Lincoln, 2015).

2.2.1 Τροφοπενεία P

Τα συμπτώματα των φυτών που έχουν έλλειψη P είναι ο νανισμός και η πρόωρη πτώση των φύλλων, το βαθύ πράσινο έως ερυθρωπό χρώμα των φύλλων κυρίως περιφερειακά, οι φυτικοί ιστοί γίνονται μαλακοί και υδαρείς, και είναι μικρή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το φυτό εξαρτάται από την ποσότητα του ριζικού συστήματος, τη θερμοκρασία του εδαφικού διαλύματος και την παρουσία του οξυγόνου.

2.2.2 Περίσσεια P

Η περίσσεια του P είναι σχεδόν αδύνατο να προκαλέσει τοξικότητα, ωστόσο να προκαλέσει τροφοπενία σιδήρου (Fe), ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn), χαλκού (Cu) και αζώτου (N). Έχει όμως θετική αλληλεπίδραση με το βόριο (B), ασβέστιο (Ca), μολυβδαίνιο (Mo), και μαγνήσιο (Mg).

2.3 Φωσφορούχος λίπανση

Η πρώτη ύλη των φωσφορικών λιπασμάτων είναι φωσφορικές γαίες (phosphata), στις οποίες ο φώσφορος είναι σε αδιάλυτη μορφή στο νερό. Ο ρόλος των βιομηχανιών είναι να παρασκευάσουν λιπάσματα που περιλαμβάνουν σε φώσφορο διαλυτό στο νερό. Αυτό συμβαίνει με την αντίδραση:



Ο φώσφορος είναι από τα πιο δυσκίνητα μακροστοιχεία στο έδαφος και αυτό συμβαίνει επειδή η μετακίνηση του προς τις ρίζες γίνεται μέσω της διάχυσης (Δόρδας, 2009). Στο φωσφορικό εδαφικό διάλυμα οι συνήθεις συγκεντρώσεις είναι μέχρι 0,3 ppm (Schachtman et al., 1998). Ο φώσφορος που υπάρχει στις δυσδιάλυτες ενώσεις, θεωρείται ως χαλαρά δεσμευμένος διότι το εδαφικό υδατικό διάλυμα λειτουργεί ως αποθήκη που βοηθά στην έμμεση διαθεσιμότητα του P, καθώς τα φυτά απορροφούν ποσότητα του στοιχείου και είναι αναγκαία η αναπλήρωσή του. Η χορήγησή του στα καλλιεργούμενα εδάφη γίνεται συνήθως με τη βασική λίπανση και αυτό δεν δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας ή έκπλυσης.

Άλλη μια μορφή χορήγησης φωσφόρου είναι η υδρολίπανση κατά την οποία το στοιχείο είναι σε ευδιάλυτη μορφή. Τα πιο διαδεδομένα φωσφορικά λιπάσματα είναι το φωσφορικό μονοκάλιο, φωσφορικό μονοαμμώνιο και το φωσφορικό οξύ. Τα φωσφορικά ιόντα δεν έχουν μεγάλη ικανότητα διείσδυσης στο ριζόστρωμα επειδή αδρανοποιούνται κατά την είσοδο τους στο έδαφος σχηματίζοντας άλατα με το μαγνήσιο και το ασβέστιο. Για αυτό το λόγο ο καλλιεργητής μπορεί να χορηγήσει την απαιτούμενη ποσότητα φωσφόρου στην αρχή της καλλιέργειας κατά τη βασική λίπανση. Επιπρόσθετα η υδρολίπανση με φώσφορο είναι αποτελεσματικότερη στα όξινα και αμμώδη εδάφη που είναι φτωχά σε ασβέστιο. Συνίσταται ο παραγωγός να πραγματοποιεί τακτικά εδαφικές αναλύσεις για να ελέγχει τη διαθεσιμότητά του, συγκεντρώσεις P 15 έως 20 mg kg⁻¹ κατά Olsen στο έδαφος θεωρούνται υψηλές. Σε περίπτωση που υπάρχει απόθεμα P η ποσότητα του προστιθέμενου λιπάσματος θα πρέπει να είναι μειωμένη (Σάββας,2016)

pH	Διαθεσιμότητα	Αιτία
9,0	Υψηλή	Φωσφορικό νάτριο
8,0	Χαμηλή	Φωσφορικό τριασβέστιο
6,0-7,0	Υψηλή	Μόνο και διασβέστιο
4,0-5,0	Χαμηλή	Σχηματίζει αδιάλυτα άλατα με Fe, Al, Mn

Πίνακας 2: Σχέση pH και διαθεσιμότητας φωσφόρου

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Κλίμα και περιβάλλον

Ο νομός Ηλείας έχει κατά βάση πεδινό έδαφος, από τα 2500 τ. χλμ. τα 600 είναι ορεινά. Το κλίμα της είναι μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια λόγω της επίδρασης της θάλασσας. Η θερμοκρασία της κατά τους χειμερινούς μήνες σπάνια έχει αρνητικές τιμές, ενώ το καλοκαίρι μόνο στο εσωτερικό του νομού υπερβαίνει τους 40 °C. Η σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 67,5 και 70 βαθμών της υγρομετρικής κλίμακας, με τον Δεκέμβρη να είναι ο πιο υγρός μήνας και οι ξηρότεροι να είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οι άνεμοι επικρατούν ελαφρώς από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο στο νότιο κυρίως τομέα του νομού και κατά τους θερινούς μήνες επικρατούν οι δυτικοί άνεμοι, οι οποίοι προσφέρουν θαλάσσια αύρα στην περιοχή. Οι βροχοπτώσεις είναι έντονες από το φθινόπωρο έως τα τέλη της άνοιξης και τα ύψη της βροχής είναι πολλαπλάσια από εκείνα που συναντάμε στο ανατολικό τμήμα της Πελοποννήσου. Επίσης, οι χιονοπτώσεις παρουσιάζονται με μικρή συχνότητα, αντίθετα με το χαλάζι που αποτελεί συχνό φαινόμενο με δυσμενείς επιπτώσεις στη γεωργία.

3.2 Δειγματοληψία

Τον Οκτώβριο του 2019 έγινε λήψη των 14 δειγμάτων εδάφους από τρία εδαφικά προφίλ. Στο προφίλ P1 αντιστοιχούν τέσσερα δείγματα σε βάθος 5, 25, 55 και 100 cm αντίστοιχα. Από το P2 ελήφθησαν έξι δείγματα σε βάθος 12,50,70,90,100,120 cm και από το P3 ελήφθησαν τέσσερα δείγματα σε βάθος 18, 45, 65 και 100 cm αντίστοιχα. Επιπρόσθετα τον Φεβρουάριο του επόμενου έτους έγινε λήψη 15 ακόμη δειγμάτων από δύο εδαφικά προφίλ. Στο προφίλ P4 αντιστοιχούν έξι δείγματα σε βάθος 15, 25, 50, 90, 120 και 170 cm αντίστοιχα και από το P5 ελήφθησαν εννιά δείγματα σε βάθος 30, 55, 108, 118, 160, 190, 230, 265 και 300 cm αντίστοιχα.

3.3 Αεροξήρανση και λειοτρίβηση

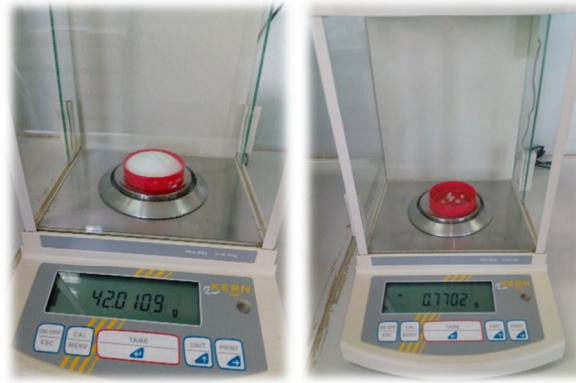
Μετά την δειγματοληψία των εδαφών τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Για την ανάλυσή τους ήταν απαραίτητο να υποβληθούν σε αεροξήρανση, η οποία έγινε με φυσικό τρόπο σε συνθήκες δωματίου, ώστε να αφαιρεθεί το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας τους. Ακολουθεί η λειοτρίβηση για τον θρυμματισμό τους, που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του γουδιού και το κοσκίνισμα τους από κόσκινο 2mm με σκοπό την κατακράτηση και το διαχωρισμό υπολειμμάτων από φύλλα και χάλικες διαμέτρου $d > 2\text{mm}$. Το ομογενοποιημένο αυτό δείγμα εδάφους χρησιμοποιήθηκε για όλες τις μεθοδολογίες κατά τη διάρκεια του πειράματος.



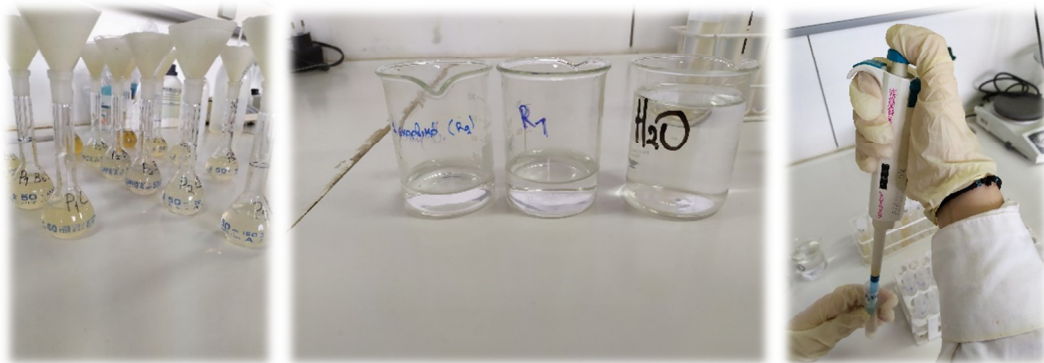
Εικόνα 3: Μέθοδος αεροξήρανσης εδαφών, **Εικόνα 4:** Τρόπος λειοτρίβησης εδαφικών τεμαχιδίων, **Εικόνα 5:** Κοσκίνισμα του δείγματος

3.4 Προσδιορισμός φωσφόρου κατά OLSEN

Ο προσδιορισμός του φωσφόρου έγινε με εκχύλιση όξινου ανθρακικού νατρίου κατά OLSEN (Page et al., 1982) σύμφωνα με τροποποιημένη μέθοδο για την ταχεία εκτίμηση του εδαφικού φωσφόρου η οποία περιλαμβάνει αντιδραστήρια μικρού όγκου και είναι κατάλληλη για ρομποτικά συστήματα (Μπαρούχας κ.ά, 2019)



Εικόνα 6: Ένδειξη μέτρησης αντιδραστηρίων σε ζυγό ακριβείας



Εικόνα 7: Ογκομετρικές φιάλες 50ml, **Εικόνα 8:** Αντιδραστήρια σε ποτήρι ζέσεως, **Εικόνα 9:** Λήψη δείγματος με αυτόματη πιπέτα

3.5 pH

Ο προσδιορισμός του pH έγινε με τη βοήθεια πεχαμέτρου WTW pH Meter pH 540 GLP σε αιώρημα εδάφους : νερού 1:2 μετά από χρόνο εξισορρόπησης μίας (1) ώρας (Thomas, 1996).

Για τον υπολογισμό της τιμής του pH ζυγίστηκαν 20gr εδάφους στο ζυγό Kern EW και προστέθηκαν 40ml απιονισμένου νερού (αναλογία 1:2). Το διάλυμα ανακινήθηκε στον αναδευτήρα Heidolph Promax 2020 για 1h σε speed 141 και ανά 5min γινόταν χειροκίνητη ανάδευση με γυάλινη ράβδο. Η μέτρησή του πραγματοποιήθηκε στο όργανο WTW pH Meter pH 540 GLP.



Εικόνα 10: Όργανο μέτρησης pH

3.6 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Για την μέτρηση της EC χρησιμοποιήσαμε το ανώτερο διάλυμα εδάφους (1:2) από τη μέτρηση του pH και προσθέσαμε επιπλέον 60ml απιονισμένου νερού έτσι ώστε η τελική αναλογία να είναι 1:5, ύστερα από ανάδευση η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο αγωγιμόμετρο CRISON micro CM 2200.



Εικόνα 11: Όργανο μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

3.7 Οργανική ουσία

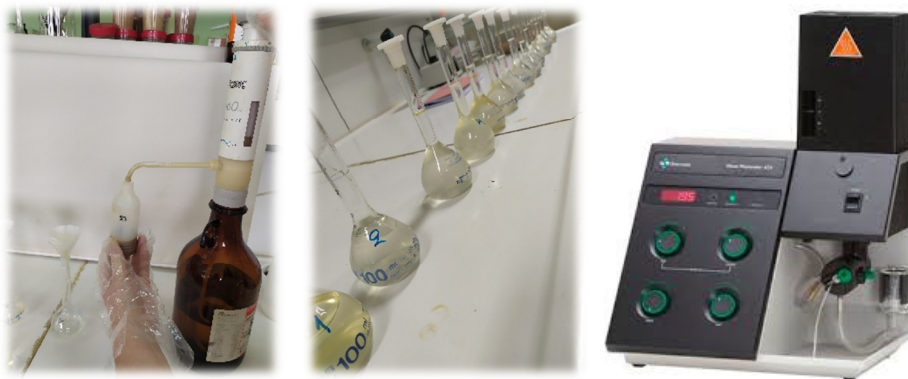
Στη διαδικασία του υπολογισμού της οργανικής ουσίας χρησιμοποιήσαμε κάψες πορσελάνης στις οποίες προσθέσαμε ποσότητα εδάφους >2gr και τις τοποθετήσαμε στον ξηραντήρα Termaks στους 105°C για 24h. Έπειτα στον ζυγό ακριβείας ELTRA 84 ζυγίσαμε 1gr του αφυδατωμένου πλέον εδάφους και το μεταφέραμε στο πυριαντήριο Linn High Therm στους 550°C για 5h. Η τελική ζύγιση πραγματοποιήθηκε στον παραπάνω ζυγό.



Εικόνα 12: Πυριαντήριο

3.8 Προσδιορισμός K, Ca, Na, Mg

Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας τους εδάφους σε στοιχεία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου ως εκχυλιστικό. Η μέτρηση των στοιχείων K, Na και Ca έγινε σε φλογοφωτόμετρο Sherwood Flame Photometer 410.



Εικόνα 13: Προσθήκη οξικού αμμωνίου στο δείγμα, Εικόνα 14: Ογκομετρικές φιάλες ,
Εικόνα 15: Φλογοφωτόμετρο

3.9 Προσρόφηση φωσφόρου

Αντιδραστήρια

Χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2)

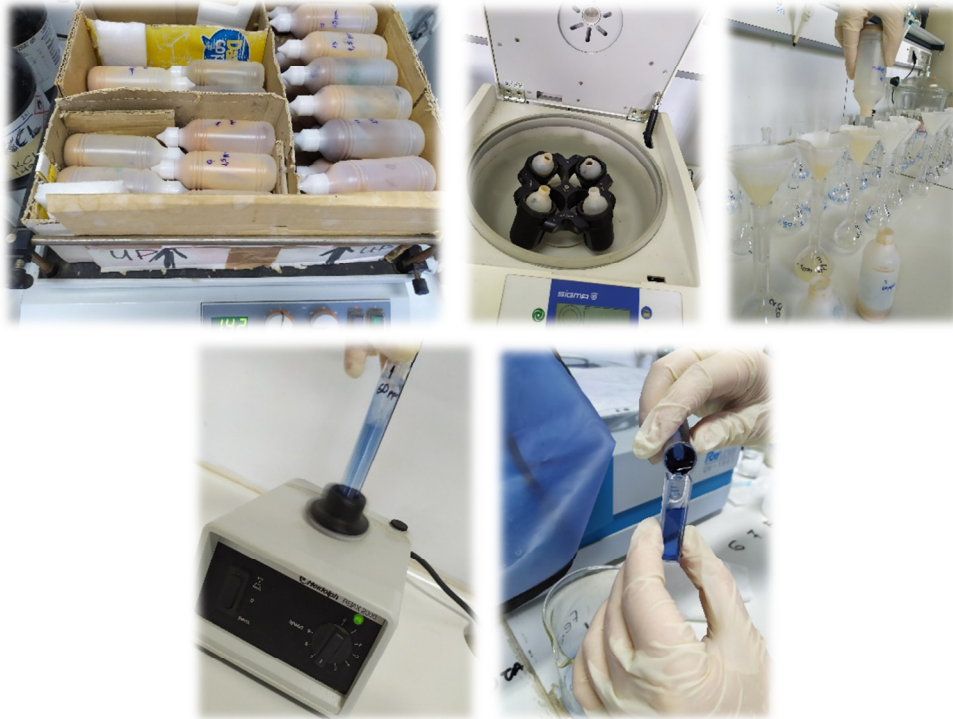
Δισόξινο Φωσφορικό Κάλιο (KH_2PO_4)

Παρασκευάσαμε διάλυμα συγκέντρωσης 0,01M (1,11g/L CaCl_2) με προσθήκη toluene (2ml/L ως συντηρητικό), που χρησιμοποιήσαμε ως διαλύτη. Στη συνέχεια από πυκνό διάλυμα KH_2PO_4 (4,39g/L) παρασκευάσαμε διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης 0, 0.2, 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5, 10, 15, 30, 60ppm, με τον παραπάνω διαλύτη. Το διάλυμα των 0 ppm περιείχε μόνο διαλύτη, ενώ στα υπόλοιπα χρησιμοποιήσαμε τις αντίστοιχες ποσότητες πυκνού διαλύματος 0.2, 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5, 10, 15, 30, 60ml/L.

Σε πλαστικά φιαλίδια των 100ml προσθέσαμε 5gr εδάφους και 50ml διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης P (αναλογία 1:10), τα οποία ανακινήθηκαν στον αναδευτήρα Heidolph Promax 2020 για 3h/day για 7 ημέρες σε 147rpm. Στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν στο Sigma 2-16P για 2min σε 2200rpm και μεταφέρθηκε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 50ml, όπου συμπληρώθηκε ο τελικός όγκος με χλωριούχο ασβέστιο.

Για τη μέτρηση της απορρόφησης του φάσματος χρησιμοποιήσαμε δοκιμαστικό σωλήνα στον οποίο προσθέσαμε 1ml δείγματος, 7.4ml διαλύτη (CaCl_2), 1.1ml R1 και 0.5ml R2. Ανακινήσαμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες και έπειτα από 15min αναπτύχθηκε χαρακτηριστικό μπλε χρώμα του οποίου την απορρόφηση μετρήσαμε στα 882nm στο φασματοφωτόμετρο Biochrom Libra S11.

Το R1 αποτελεί διάλυμα Ammonium Molybdate - Antimony Pottassium Tartrate ενώ το R2 περιλαμβάνει διάλυμα ασκορβικού οξέος.

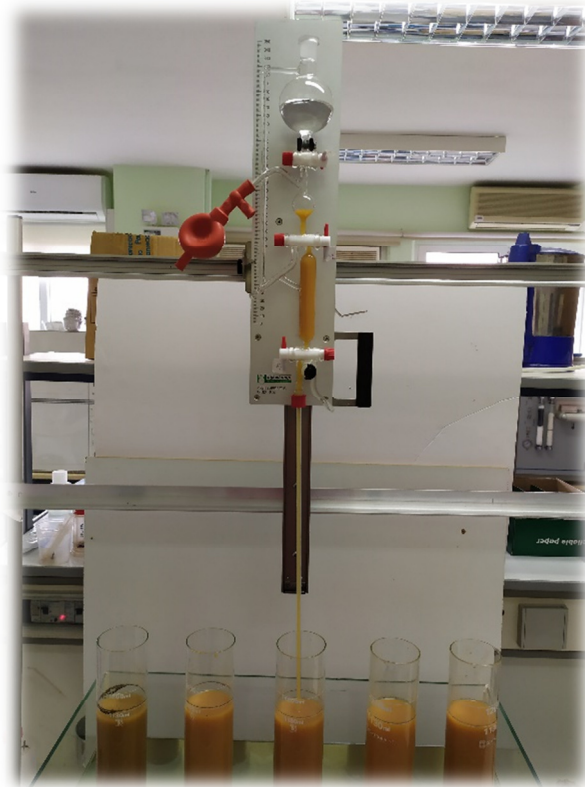


Εικόνα 16: Ανάδευση δειγμάτων σε μηχανικό αναδευτήρα, **Εικόνα 17:** Φυγόκεντρος, **Εικόνα 18:** Εκχύλιση δειγμάτων μέσω ηθμού σε ογκομετρική φιάλη, **Εικόνα 19:** Ανακίνηση δοκιμαστικών σωλήνων, **Εικόνα 20:** Προσθήκη δείγματος σε κυβέτα

3.10 Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης

Η μηχανική ανάλυση των εδαφικών δειγμάτων έγινε με τη μέθοδο του σιφωνίου (Gee and Bauder, 1986) με τη βοήθεια ειδικής συσκευής (pipette apparatus ART.NO. 08.16) της εταιρείας Eijkelkamp όπου η θερμοκρασία αιωρήματος διατηρούνταν σταθερή στους 25 °C.

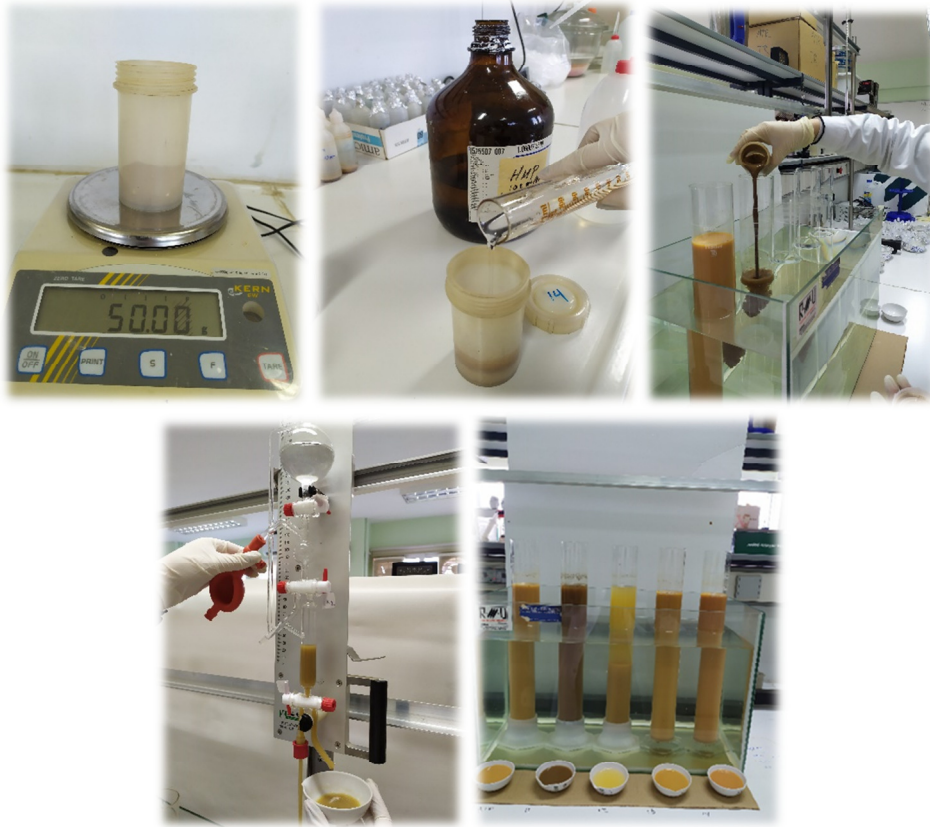
Η συσκευή είναι μη αυτόματη με τρεις κοχλίες που κατευθύνουν την ροή του δείγματος, και ανήκει στο εργαστηριακό σετ που αποτελείται από έναν δρομέα με στήριγμα πιπέτας, μία γυάλινη δεξαμενή, ένα θερμαντικό στοιχείο με θερμοστάτη, μπαλόνι πιπέτας (πουάρ) και γυάλινους κυλίνδρους Βουγιούκου. Η συσκευή ήταν τοποθετημένη σε εργαστηριακό πάγκο ώστε να μην επηρεάζεται από κραδασμούς.



Εικόνα 21: Pipette Apparatus, Eijkelkamp ART.NO. 08.16

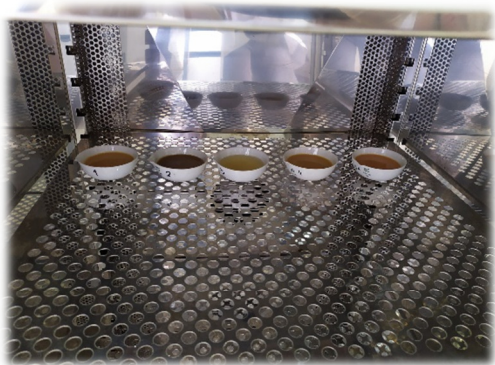
Για τον υπολογισμό της μηχανικής (κοκκομετρικής) σύστασης του εδάφους είναι απαραίτητη η προετοιμασία του δείγματος. Σε φιάλες 200 ml προσθέσαμε 50gr εδάφους, 5ml HMP εκχυλιστικού και 100ml H₂O. Ανακινήσαμε το διάλυμα στον αναδευτήρα Heidolph Promax 2020 για 2h σε ταχύτητα 140 rpm.

Στη γυάλινη δεξαμενή προσθέσαμε νερό, τους κυλίνδρους Βουγιούκου και ρυθμίσαμε τη θερμοκρασία του στους 25°C. Έπειτα αδειάσαμε στους κυλίνδρους το περιεχόμενο από τις μπόμπες βορίου και συμπληρώσαμε έως τη χαραγή (1130ml). Αφήσαμε το διάλυμα αδιατάρακτο για 5h και έπειτα πραγματοποιήσαμε τη λήψη του δείγματος. Μεταφέραμε την πιπέτα στο κέντρο του κυλίνδρου και τη βυθίσαμε σε βάθος 7cm από την επιφάνεια απ' όπου αντλήσαμε το δείγμα. Η ποσότητα διαλύματος που συλλέξαμε ήταν 20ml και μεταγγίστηκε μέσω των κοχλιών σε προζυγισμένη κάψα πορσελάνης, ενώ η περίσσεια του διαλύματος αφαιρέθηκε στο δοχείο απορροής.



Εικόνα 22,23: Προετοιμασία δείγματος, **Εικόνα 24:** Μεταφορά στους κυλίνδρους **Εικόνα 25:** Λήψη δείγματος σε κάψα πορσελάνης, **Εικόνα 26:** Δείγματα σε κάψες

Άργιλος: Οι κάψες τοποθετήθηκαν στον ξηραντήρα Termax στους 105°C για 24h.



Εικόνα 27: Ξήρανση της αργίλου

Εικόνα 28: Η άργιλος μετά από 24h

Άμμος: Σε κόσκινα των 2mm, 1mm, 500μm, 250μm, 100μm, 50μm αδειάσαμε το περιεχόμενο των κυλίνδρων και με τη χρήση του νερού πραγματοποιήσαμε υγρή κλασμάτωση. Η ποσότητα άμμου του κάθε κόσκινου μεταφέρθηκε σε προζυγισμένο αλουμινένιο δοχείο στον ξηραντήρα στους 105°C για 24h.



Εικόνα 29: Κλασμάτωση, Αεροξήρανση, Αποθήκευση της άμμου

Ιλύς

Μετά από τον υπολογισμό των ανωτέρων κλασμάτων προκύπτει η περιεκτικότητα του δείγματος σε ιλύ.

3.11 Προσδιορισμός οξειδίων σιδήρου - μαγγανίου (CBD)

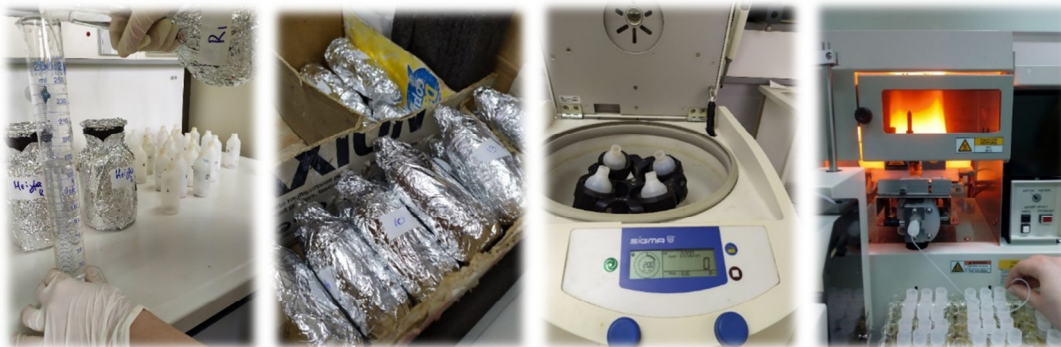
Ο προσδιορισμός των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου έγινε με τη μέθοδο των Mehra and Jackson (1960). Η μέθοδος βασίζεται στη διαλυτότητα των ενώσεων του δισθενούς σιδήρου Fe(II) και ειδικότερα των οξειδίων του. Σύμφωνα με τη μέθοδο, ο σίδηρος ανάγεται και απομακρύνεται από το έδαφος με την προσθήκη μικρής ποσότητας διθειονικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$). Το ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (Na-citrate bicarbonate) το οποίο εμπλέκει το σίδηρο και ρυθμίζει την τιμή pH του διαλύματος να είναι μεγαλύτερη από 6.5, εμποδίζοντας έτσι την αποσύνθεση του διθειονικού. Στο εκχύλισμα περιέχεται, εκτός του σιδήρου και μαγγάνιο, το οποίο αναφέρεται αντίστοιχα ως 'ελεύθερο οξείδιο του μαγγανίου' (Μπαρούχας, 2004). Η συγκέντρωσή τους υπολογίστηκε με τη χρήση Flame Atomic Spectroscopy της εταιρείας Shimadzu.



Εικόνα 30: Προσθήκη CBD στο δείγμα, **Εικόνα 31:** Υδατόλουτρο, **Εικόνα 32:** Συμπλήρωση τελικού όγκου, **Εικόνα 33:** Μέτρηση οξειδίων στην ατομική απορρόφηση

3.12 Προσδιορισμός άμορφων οξειδίων σιδήρου – μαγγανίου

Ο προσδιορισμός των άμορφων οξειδίων έγινε με τη μέθοδο Schwertmann (1964). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή γίνεται εκχύλιση εδαφικών δειγμάτων με οξαλικό αμμώνιο διαλύματος 0.2M σε pH=3 για 2 ώρες στο σκοτάδι, διότι η μέθοδος είναι ευαίσθητη στο φως (Μπαρούχας, 2004). Ο προσδιορισμός του σιδήρου και του μαγγανίου έγινε με χρήση Flame Atomic Spectroscopy της εταιρείας Shimadzu.



Εικόνα 34: Παρασκευή αντιδραστηρίων, **Εικόνα 35:** Ανακίνηση, **Εικόνα 36:** Φυγόκεντρος, **Εικόνα 37:** Ατομική απορρόφηση

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πίνακας 3: Χημικές ιδιότητες και περιεκτικότητα σε οξείδια Fe, Mn εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ	pH (1:2)	EC (1:5)	Οργανική Ουσία	Fe _d	Fe _o	Mn _d	Mn _o	Fe _{o/d}	Mn _{o/d}
				%	ppm					
P1A	5	6.67	41.6	3.30	0.61	0.03	<O.A.*	<O.A.	0.05	2.35
P1BT1	25	6.35	23.3	2.65	0.67	0.02	<O.A.	<O.A.	0.03	0.18
P1BT2	55	6.13	25.3	2.80	0.78	0.03	0.01	<O.A.	0.04	0.20
P1C	100	5.80	29.1	2.20	0.78	0.03	0.04	0.01	0.04	0.16
P2AP	12	6.42	37.2	3.72	0.84	0.06	0.04	0.03	0.07	0.70
P2BT1	50	6.31	22.4	2.41	0.88	0.04	0.02	0.02	0.05	1.13
P2BT2	70	6.43	24.2	2.68	0.89	0.03	0.01	0.01	0.03	1.41
P2BC	90	6.77	34.3	2.81	1.00	0.02	<O.A.	<O.A.	0.02	0.35
P2C?	100	7.18	25.7	2.79	0.95	0.02	<O.A.	<O.A.	0.02	0.13
P2C	120	7.18	26.4	2.86	1.05	0.02	<O.A.	<O.A.	0.02	0.34
P3AP	18	6.32	30.7	3.61	0.83	0.06	0.03	0.02	0.07	0.61
P3BT1	45	7.05	18.5	2.49	0.96	0.03	0.01	0.01	0.03	0.44
P3BT2	65	7.13	25.9	3.60	1.10	0.03	<O.A.	<O.A.	0.02	0.32
P3C	100	7.2	37.7	3.43	1.07	0.03	<O.A.	<O.A.	0.02	8.45

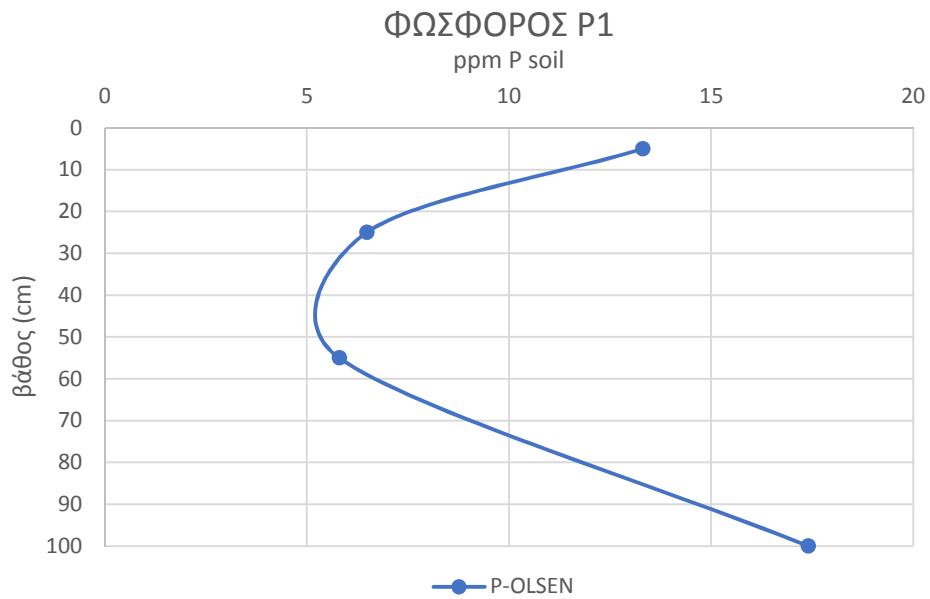
P4AP1	15	6.8	21.7	3.90	0.85	0.06	0.03	0.01	0.06	0.52
P4AP2	25	6.79	12.9	2.57	1.04	0.05	0.03	0.01	0.05	0.49
P4BT1	50	7.23	13.8	2.75	1.10	0.06	0.04	0.02	0.05	0.57
P4BT2	90	7.39	16.5	2.27	1.06	0.05	0.03	0.02	0.04	0.47
P4BC1	120	7.31	19.8	2.59	0.99	0.04	0.02	0.02	0.04	0.74
P4BC2	170	6.92	33.4	1.98	1.10	0.05	0.03	0.01	0.04	0.53
<hr/>										
P5(1)	30	7.79	68.2	5.24	0.80	0.05	0.02	0.01	0.06	0.57
P5(2)	55	8.29	49.2	3.30	0.94	0.04	0.03	0.02	0.05	0.51
P5(3)	108	8.37	35.7	2.04	0.85	0.03	0.01	0.01	0.03	0.49
P5(4)	118	8.44	44.3	2.37	0.92	0.03	0.02	0.01	0.04	0.57
P5(5)	160	8.42	34.1	2.32	0.84	0.04	0.03	0.02	0.04	0.61
P5(6)	190	8.36	32.4	2.15	0.91	0.03	0.03	0.01	0.04	0.48
P5(7)	230	8.13	29.5	2.77	0.96	0.03	0.03	0.01	0.03	0.50
P5(8)	265	8.2	35.1	2.63	0.91	0.03	0.02	0.01	0.04	0.53
P5(9)	300	8.56	67.4	2.26	0.855	0.03	0.02	0.01	0.03	0.51

*Ο.Α. : Όριο Ανίχνευσης

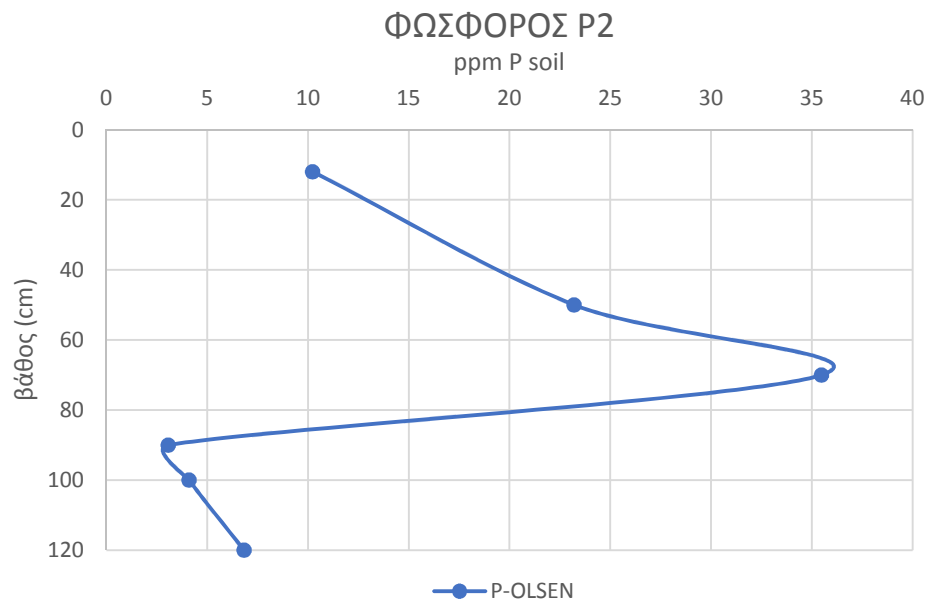
Πίνακας 4: Χημική ανάλυση για προσδιορισμό θρεπτικών στοιχείων (P, K, Na, Ca, Mg) των εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (cm)	P	K	Na	Ca	Mg
P1A	5	13.31	150	46	1400	1339
P1BT1	25	6.48	92	42	1440	1385
P1BT2	55	5.80	22	42	1400	954
P1C	100	17.41	18	34	900	616
P2AP	12	10.24	76	50	880	422
P2BT1	50	23.21	10	34	760	380
P2BT2	70	35.50	12	44	920	483
P2BC	90	3.07	10	52	1120	626
P2C?	100	4.10	34	44	1840	966
P2C	120	6.83	36	50	1720	926
P3AP	18	11.60	66	28	680	343
P3BT1	45	7.51	84	16	880	394
P3BT2	65	4.44	28	22	1280	975
P3C	100	4.10	6	52	1220	1382
P4AP1	15	5.2	108	48	1960	711
P4AP2	25	3.1	84	48	2080	744
P4BT1	50	5.5	74	46	2120	856
P4BT2	90	2.1	72	44	2080	813
P4BC1	120	6.2	46	46	1820	745
P4BC2	170	4.2	64	90	2340	1117
P5(1)	30	18.4	280	34	4400	398
P5(2)	55	7.3	304	22	2020	342
P5(3)	108	5.5	114	24	2860	234
P5(4)	118	4.9	96	26	2800	242
P5(5)	160	4.9	70	36	3160	244
P5(6)	190	5.5	74	36	1880	276
P5(7)	230	5.5	78	42	2840	467
P5(8)	265	4.9	90	38	1800	314
P5(9)	300	5.2	92	34	2740	66

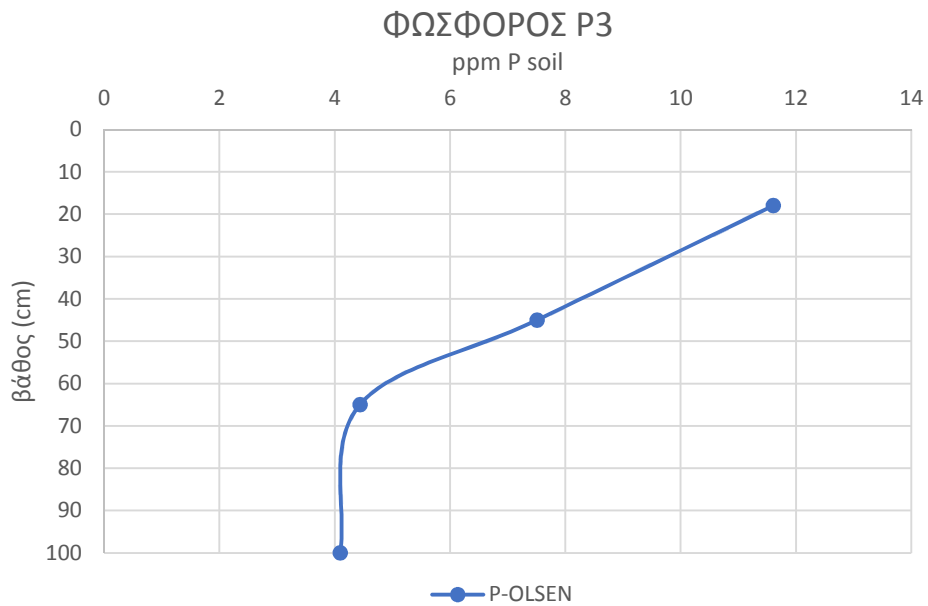
ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



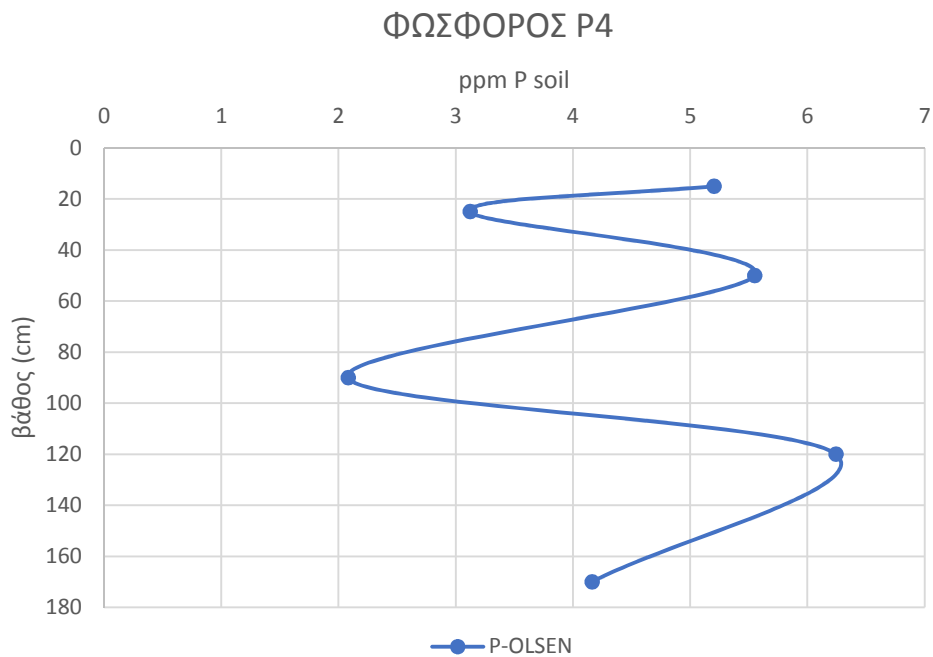
Διάγραμμα 1: Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)



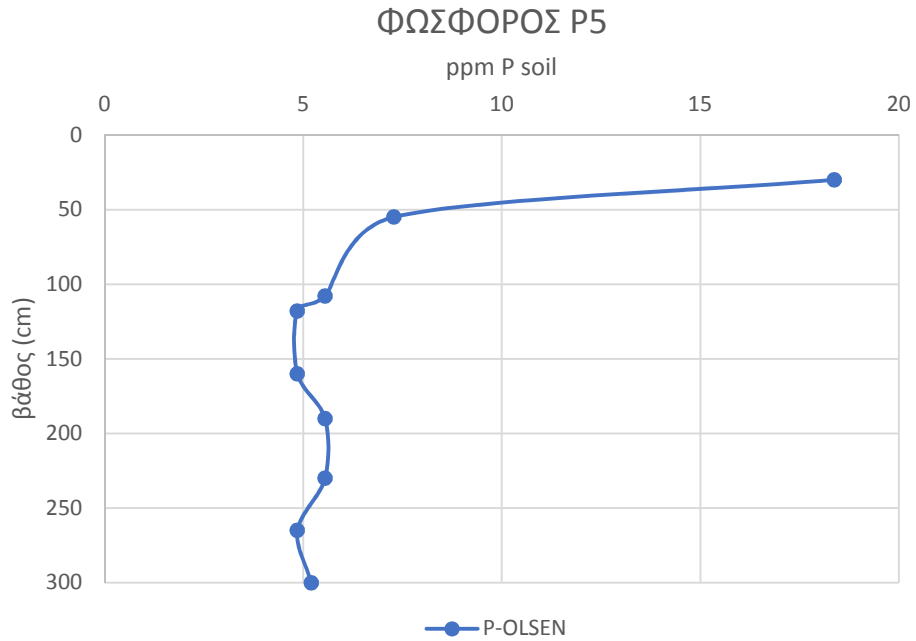
Διάγραμμα 2: Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)



Διάγραμμα 3: Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)

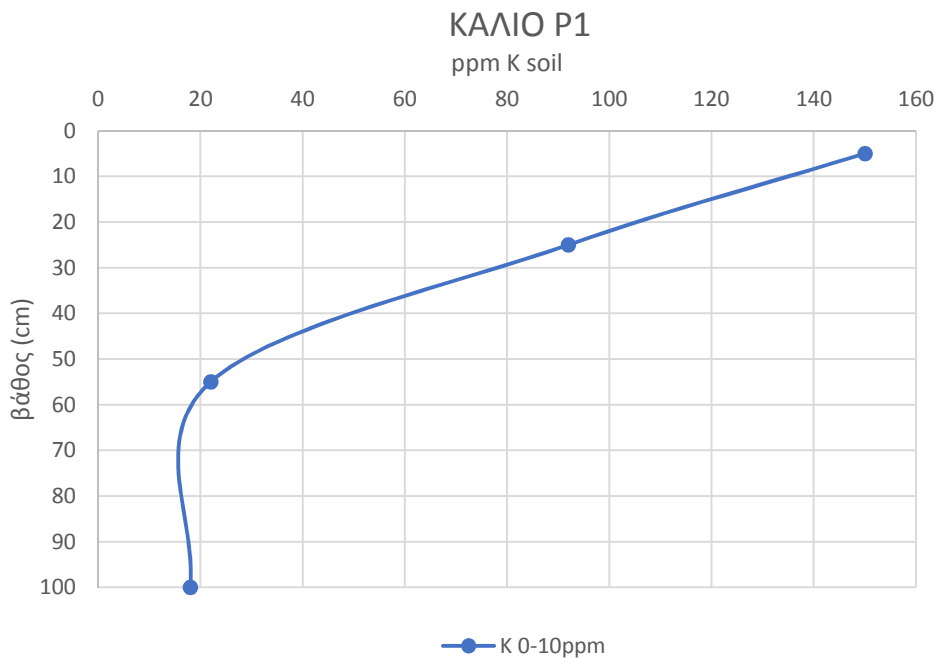


Διάγραμμα 4: Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)

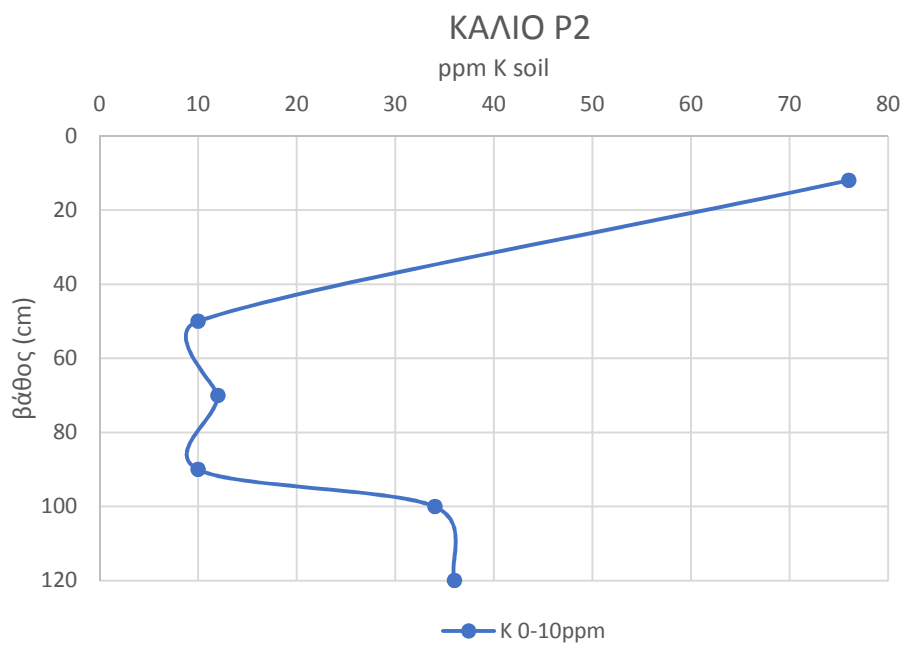


Διάγραμμα 5: Κατανομή φωσφόρου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)

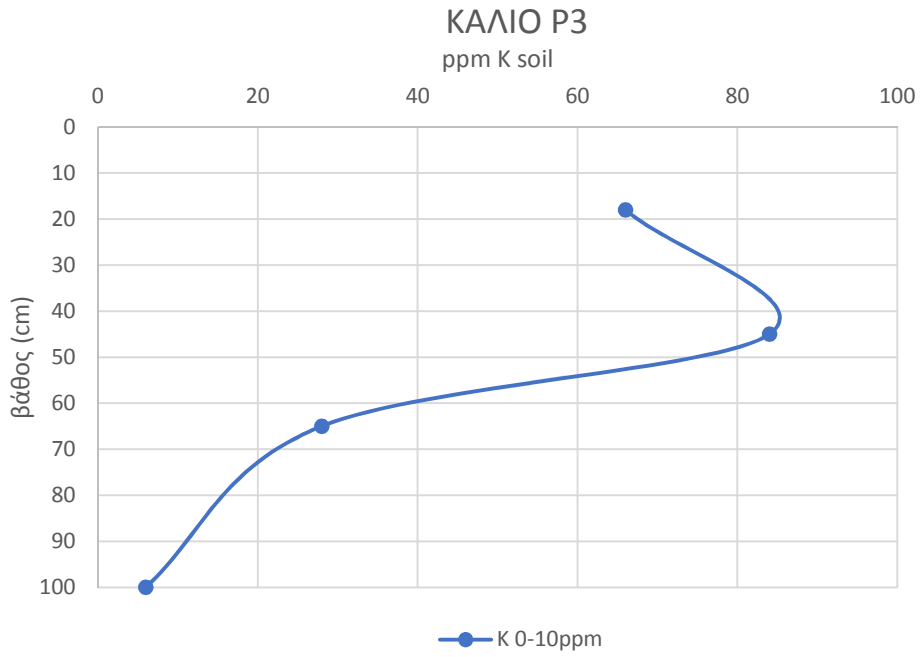
Στα διαγράμματα 1-5 απεικονίζεται η κατανομή του φωσφόρου ανά προφίλ. Παρατηρούμε ότι τα προφίλ P3, P5 παρουσιάζουν απότομη πτώση της παρουσίας του φωσφόρου. Χαρακτηριστικά βλέπουμε, στους επιφανειακούς ορίζοντες ότι υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση φωσφόρου ενώ στους υποεπιφανειακούς μειώνεται. Ενώ στα προφίλ P2, P4 αντικρίζουμε μια αυξομείωση, στο προφίλ P1 φαίνεται αρχική μείωση του φωσφόρου με απότομη αύξηση στον τελευταίο ορίζοντα.



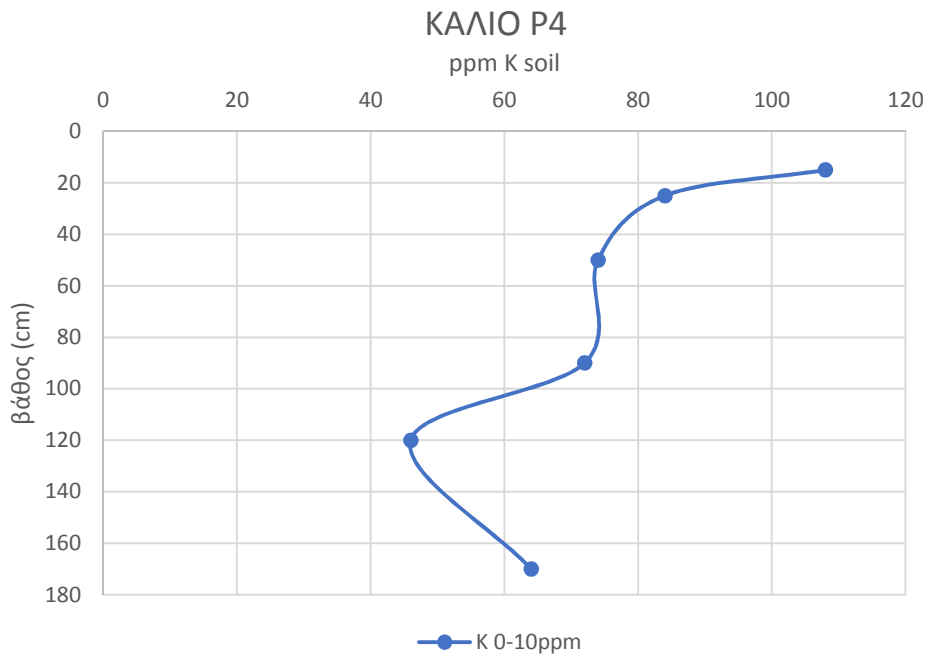
Διάγραμμα 6: Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)



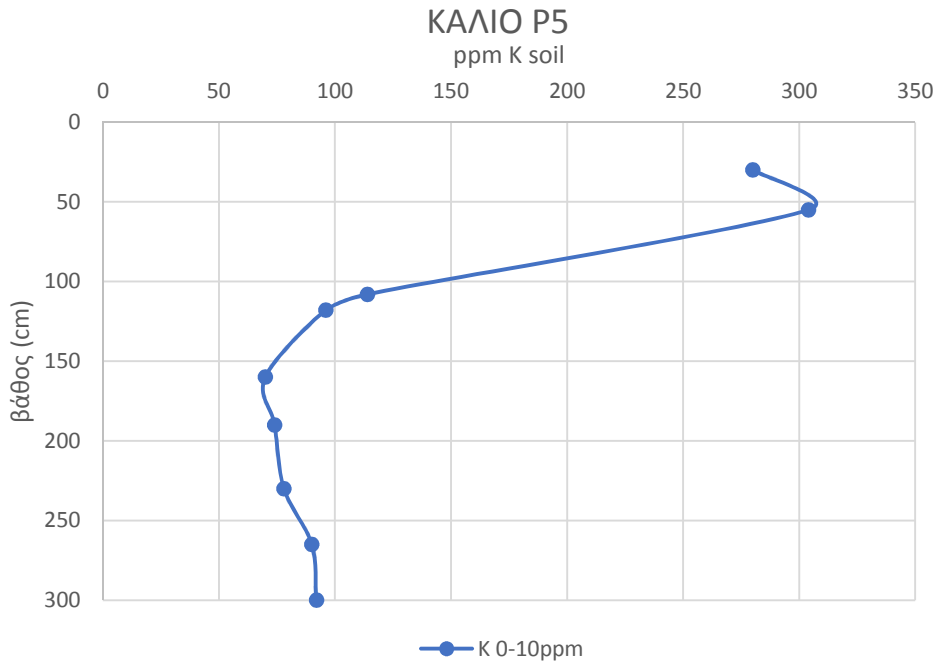
Διάγραμμα 7: Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)



Διάγραμμα 8: Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)

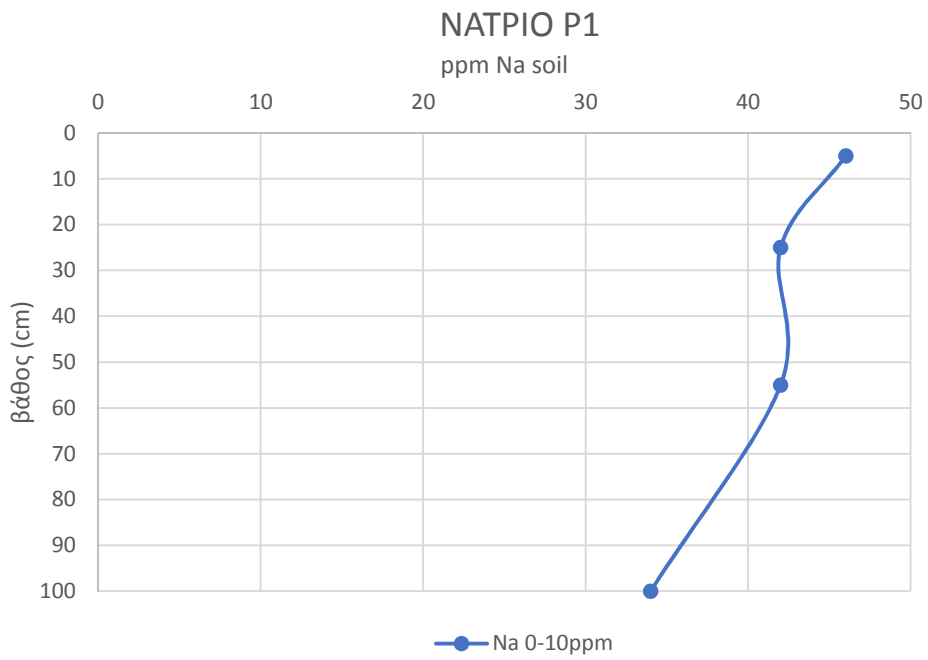


Διάγραμμα 9: Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)

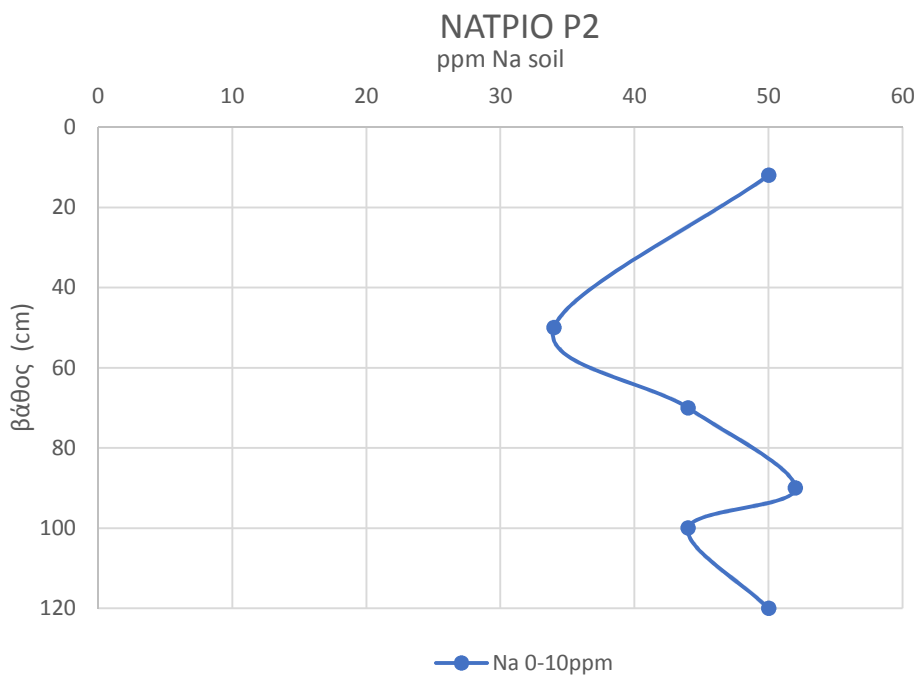


Διάγραμμα 10:Κατανομή καλίου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)

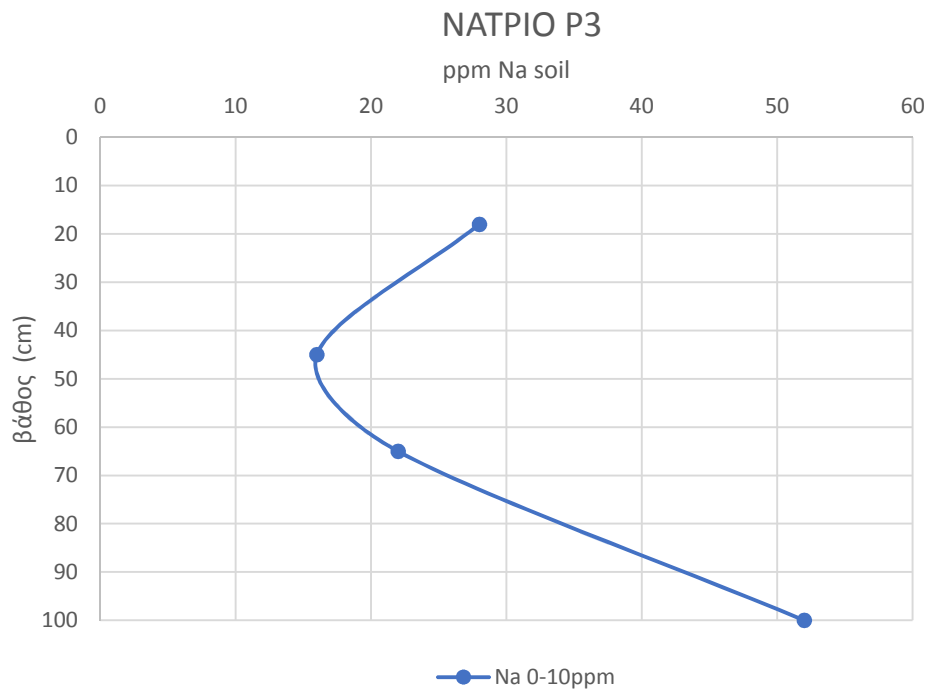
Στα διαγράμματα 6-10 φαίνεται η κατανομή του καλίου για κάθε βάθος ανά προφίλ. Στα προφίλ P2,P4 έχουμε αρχικά μεγάλη πτώση και στη συνέχεια παρατηρείτε μια μικρή αύξηση. Ενώ στα P3,P5 βλέπουμε μια αύξηση στον δεύτερο εδαφικό ορίζοντα και έπειτα μεγάλη μείωση. Στο προφίλ P1 απεικονίζεται πτώση συγκέντρωσης φωσφόρου σε όλους τους εδαφικούς ορίζοντες με την μεγαλύτερη συγκέντρωση να είναι στον επιφανειακό ορίζοντα με 150ppm και καταλήγει στον τελευταίο ορίζοντα με 18ppm.



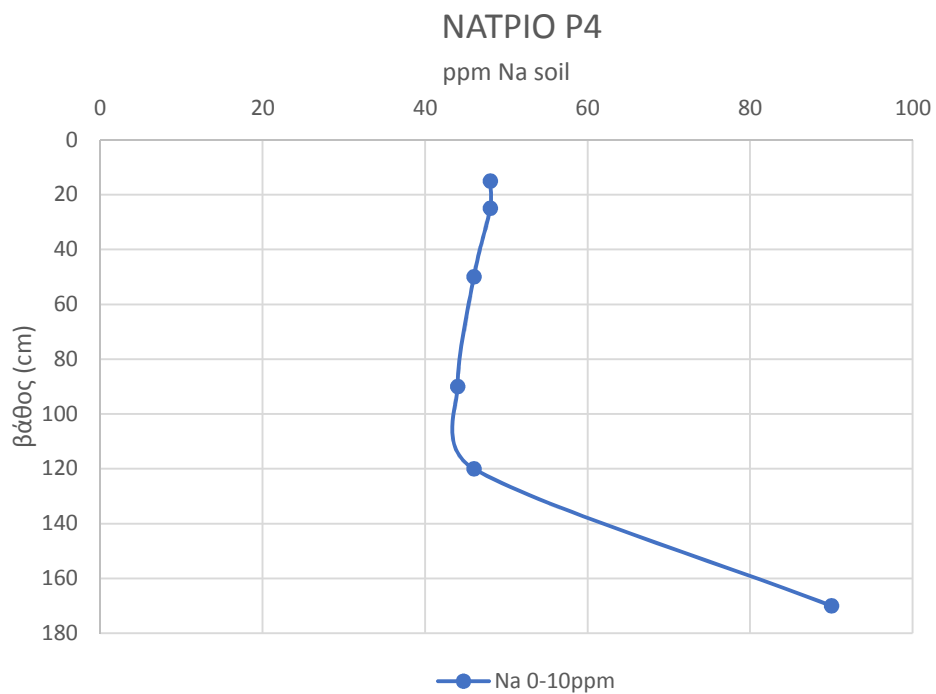
ΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)



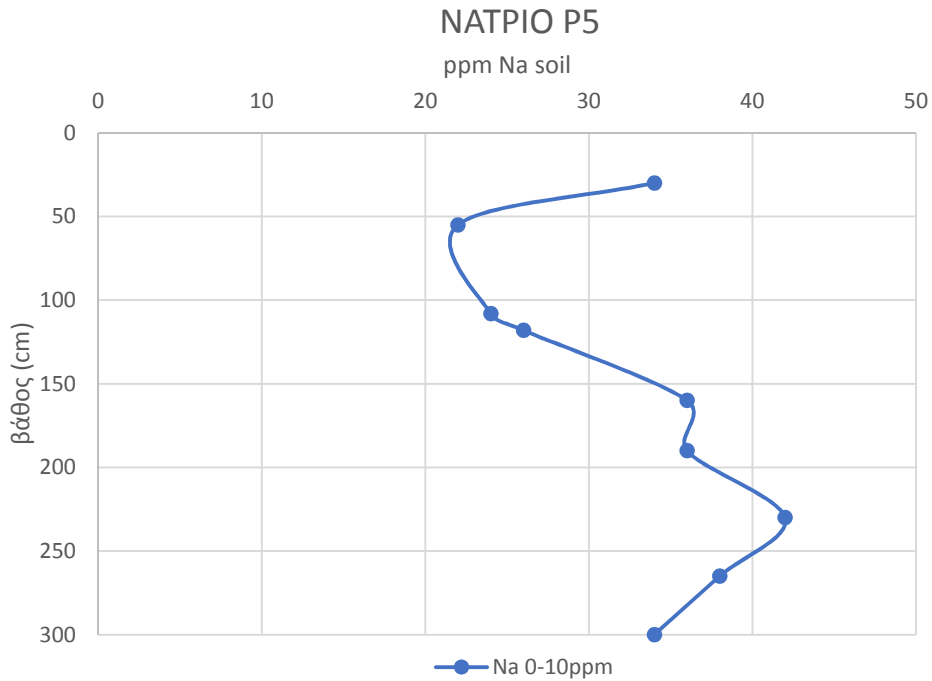
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12: Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)



Διάγραμμα 13: Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)

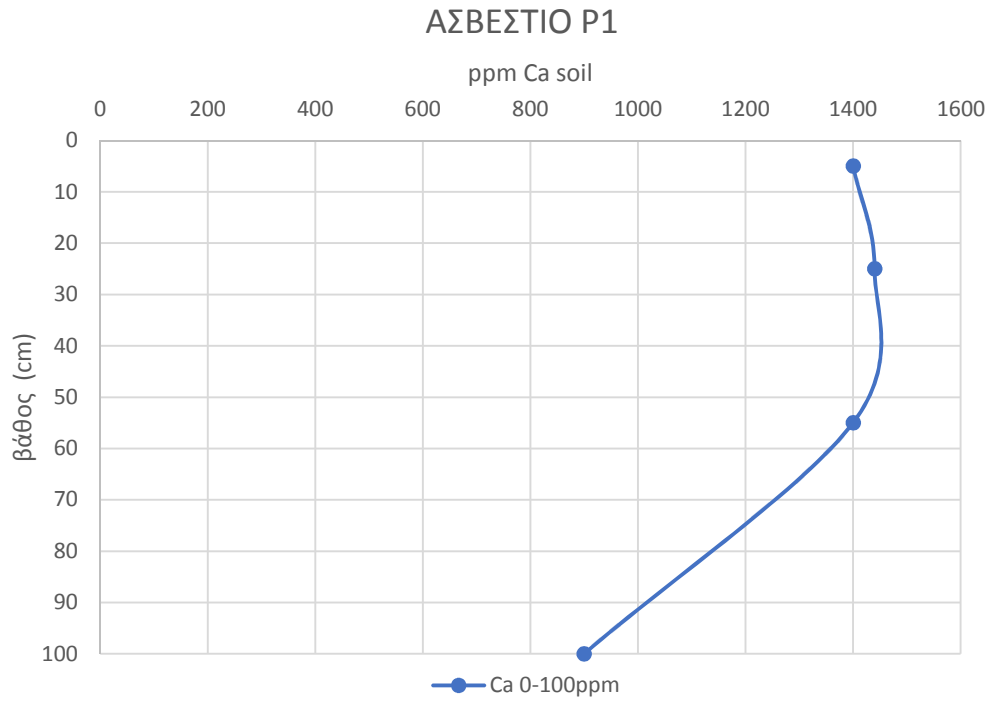


Διάγραμμα 14: Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)

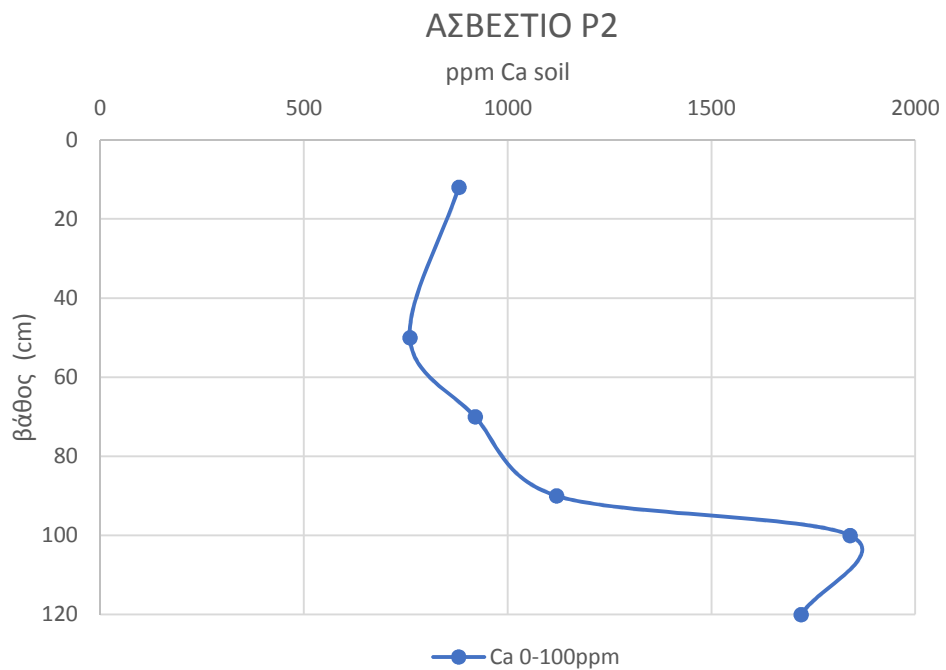


Διάγραμμα 15: Κατανομή νατρίου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)

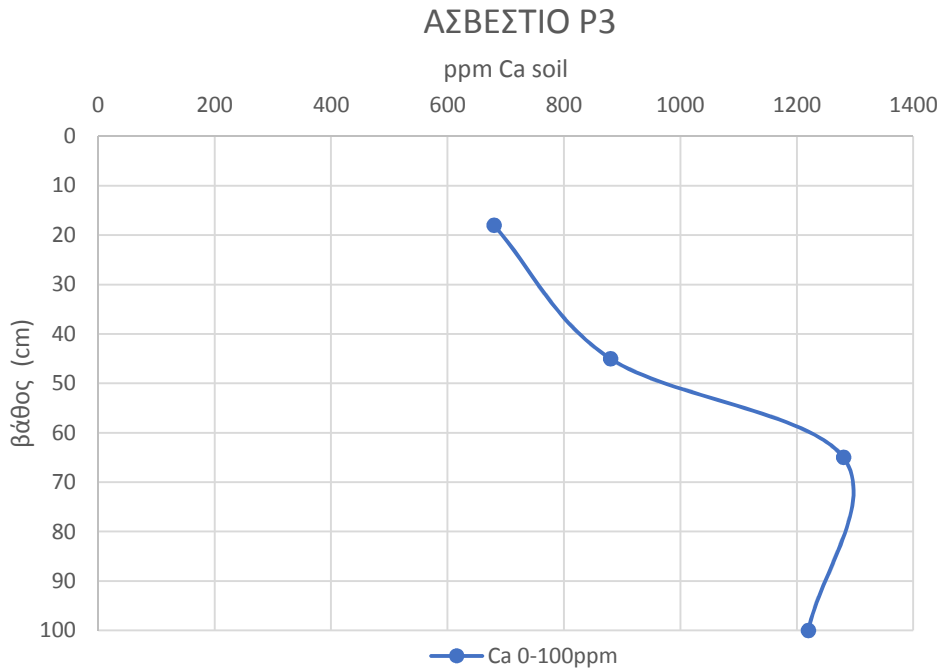
Στα διαγράμματα 11-15 απεικονίζεται η συγκέντρωση νατρίου ανά προφίλ και συγκεκριμένα τα P2, P5 παρουσιάζουν διαρκή αυξομείωση, ενώ τα P3 και P4 δείχνουν μια απότομη αύξηση στον βαθύτερο ορίζοντα (C). Αντίθετα με το P1 όπου έχει αποκλειστικά μια σταδιακή μείωση από την υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης 46ppm που βρίσκεται ο επιφανειακός ορίζοντας και καταλήγει στα 34 ppm όπου είναι ο ορίζοντας C.



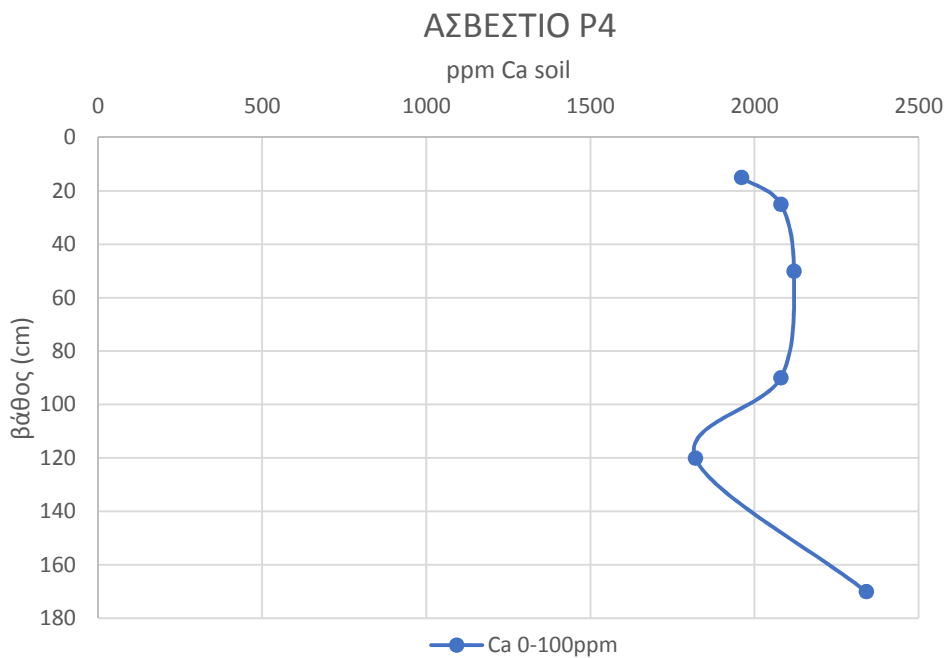
Διάγραμμα 16: Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)



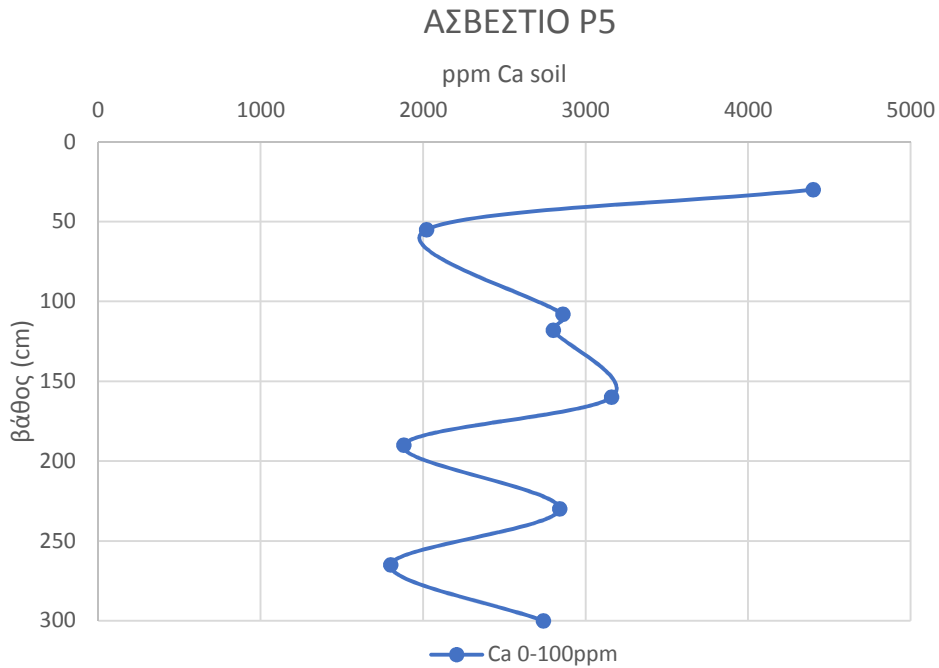
Διάγραμμα 17: Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)



Διάγραμμα 18: Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)

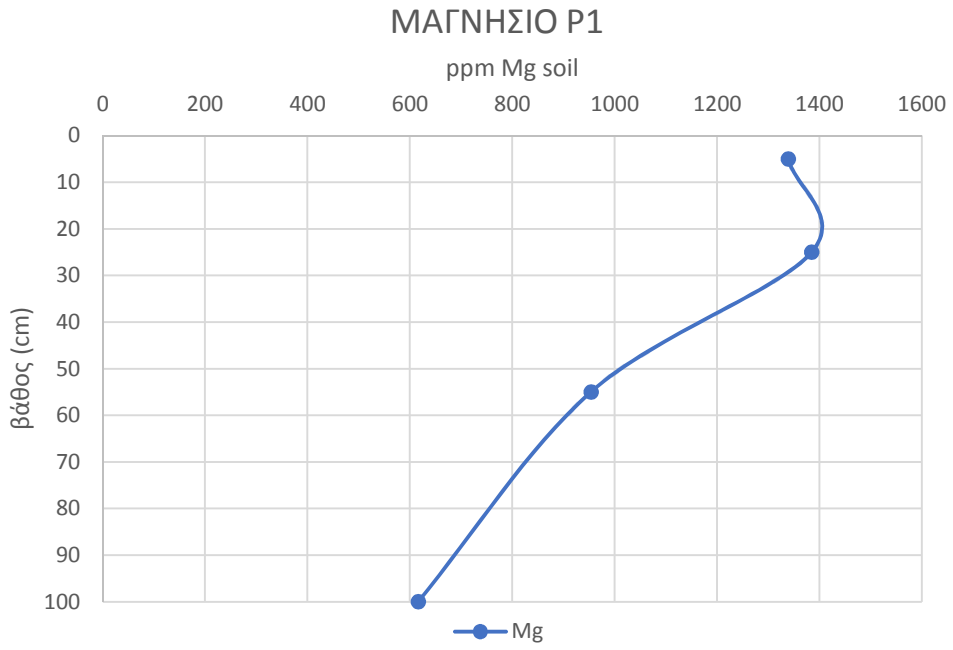


Διάγραμμα 19: Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)

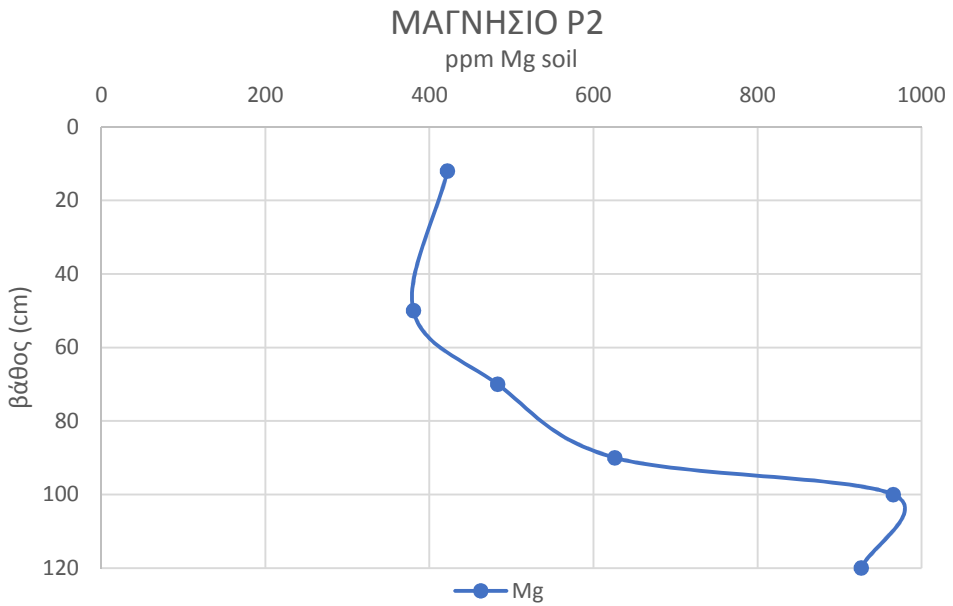


Διάγραμμα 20: Κατανομή ασβεστίου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)

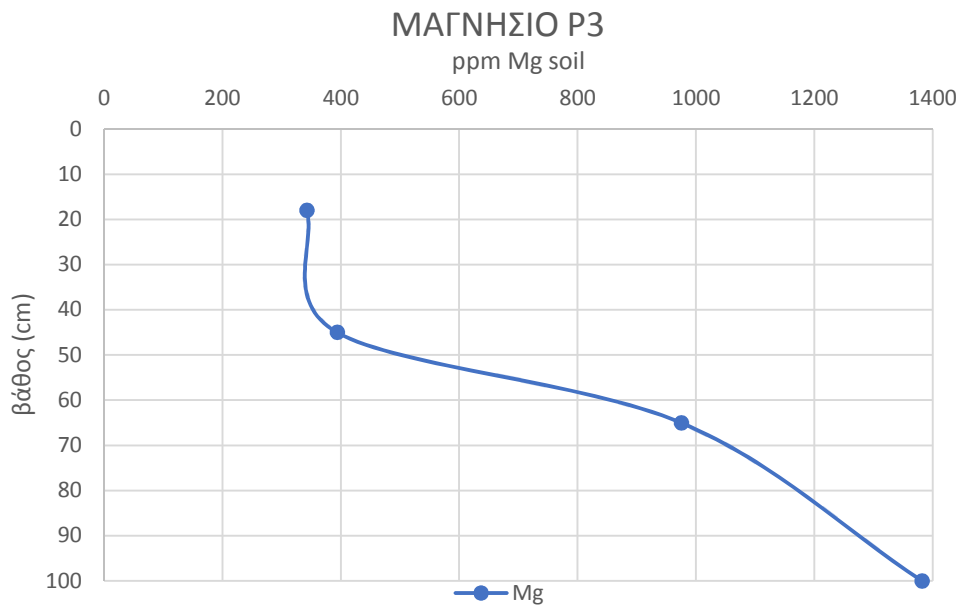
Στα διαγράμματα 16-20 φαίνεται η κατανομή του ασβεστίου, συγκεκριμένα στα P2,P3,P4 παρατηρείται πιο έντονα αύξηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου και συγκεκριμένα στους πιο βαθύς ορίζοντες τον ΒΤ και C, αντιθέτως με το P1 που έχει χαρακτηριστική μείωση στον τελευταίο ορίζοντα τον C. Στο P5 βλέπουμε την αυξομειωτική τάση της συγκέντρωσης του ασβεστίου των εδαφικών οριζόντων.



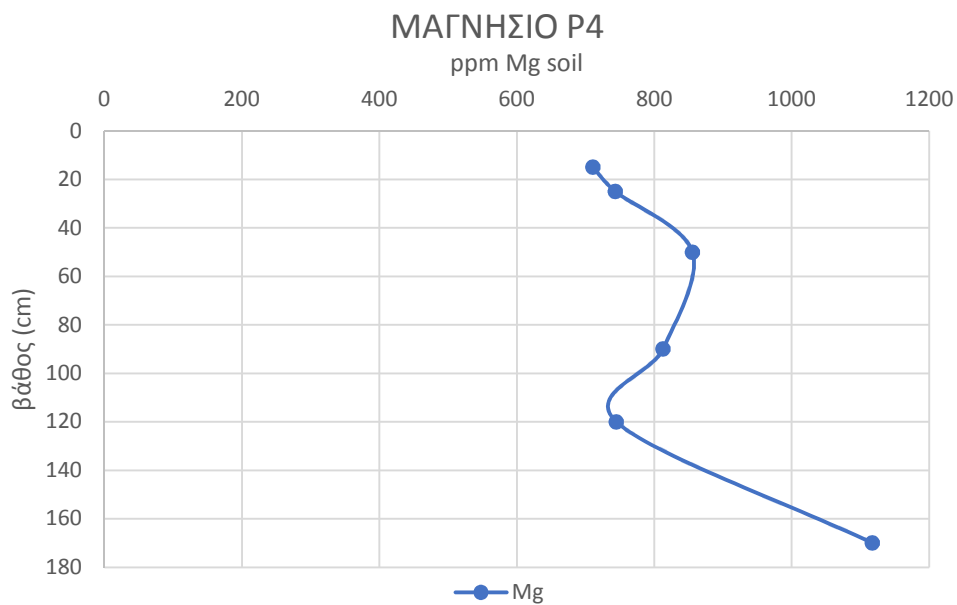
Διάγραμμα 21: Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 1 (P1)



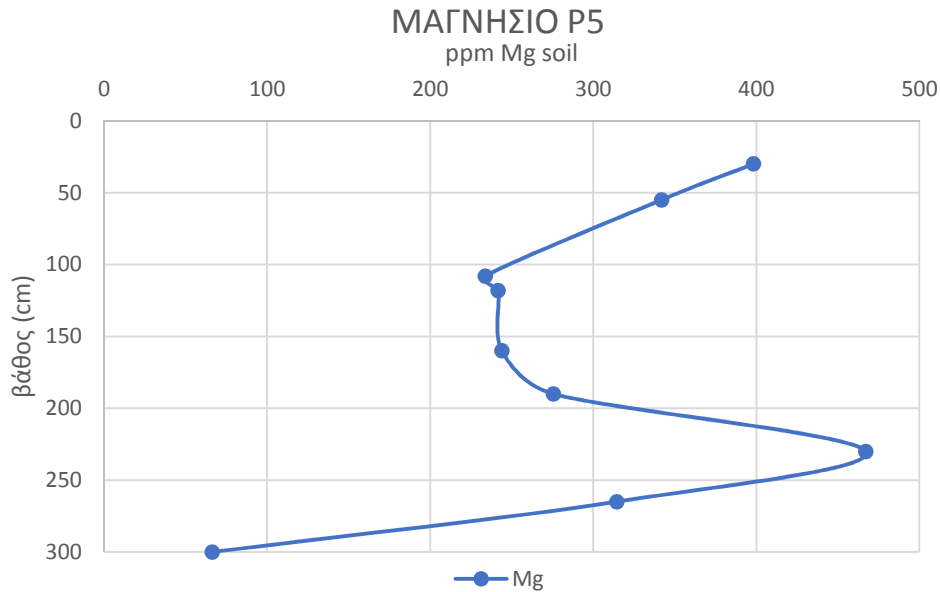
Διάγραμμα 22: Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 2 (P2)



Διάγραμμα 23: Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 3 (P3)



Διάγραμμα 24: Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 4 (P4)



Διάγραμμα 25: Κατανομή μαγνησίου κατά βάθος στο προφίλ 5 (P5)

Στα διαγράμματα 21-25 φαίνεται η περιεκτικότητα του μαγνησίου ανά προφίλ στα οποία το P1 έχει χαρακτηριστική μείωση προς τον ορίζοντα C, αντίθετα τα P2,P3 που παρουσιάζουν αυξητική τάση κατά βάθος παρομοίως με το P4 που εμφανίζει ελαφριές διακυμάνσεις με έντονη αύξηση στον τελευταίο ορίζοντα. Η κατανομή μαγνησίου στο προφίλ P5 είναι μη ομαλή και οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα μέχρι τα 55cm καθώς και για την εδαφοτομή με βάθος 230cm.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Πίνακας 5: Κοκκομετρική σύσταση εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ Cm	vc.sand	c.sand	m.sand	f.sand	vf.sand	t.sand	Silt	t.clay	Κλάση
		2.0 – 1.0 Mm	1-0.5 Mm	0.5- 0.25 Mm	0.25- 0.1 mm	0.10- 0.05 Mm	2.0- 0.05 mm	50- 2μm	<2μm	
		%								
P ₁ A	5	0.4	1.2	10.6	4.7	32.8	49.7	36.6	13.6	L
P ₁ BT ₁	25	0.2	0.4	2.1	4.0	42.0	48.7	11.0	40.4	SC
P ₁ BT ₂	55	0.2	0.7	13.6	2.8	32.1	49.5	6.4	44.1	SC
P ₁ C	100	0.7	2.0	25.2	7.4	23.5	58.8	30.4	10.8	SL
P ₂ AP	12	1.4	2.9	42.9	3.4	9.4	60.1	25.1	14.8	SL
P ₂ BT ₁	50	1.5	2.3	35.7	0.8	8.8	49.0	48.6	2.4	SL
P ₂ BT ₂	70	1.6	2.4	17.1	22.3	21.2	64.6	32.9	2.5	SL
P ₂ BC	90	2.0	2.9	20.1	17.7	8.0	50.7	2.2	47.1	SC
P ₂ C?	100	3.7	4.6	19.0	17.2	6.0	50.5	8.8	40.8	SC
P ₂ C	120	3.0	3.8	24.2	3.7	6.3	41.0	19.5	39.5	CL
P ₃ AP	18	1.7	2.8	35.0	6.9	15.6	62.0	25.9	12.1	SL
P ₃ BT ₁	45	2.4	2.6	30.0	5.8	13.6	54.3	43.5	2.3	SL
P ₃ BT ₂	65	2.2	1.9	18.1	6.8	13.6	42.6	14.9	42.5	C
P ₃ C	100	0.6	0.9	11.8	11.5	18.6	43.4	16.7	40.0	CL
P ₄ AP ₁	15	0.7	1.9	15.1	8.4	21.2	47.2	33.2	19.6	L
P ₄ AP ₂	25	0.6	1.5	6.5	10.1	20.2	39.0	50.1	10.9	SiL
P ₄ BT ₁	50	0.9	1.9	14.9	8.4	16.3	42.3	48.0	9.7	L
P ₄ BT ₂	90	0.8	1.7	6.9	10.6	21.0	41.1	51.6	7.4	SiL
P ₄ BC ₁	120	0.9	1.7	9.7	7.9	23.0	43.1	36.2	20.7	L
P ₄ BC ₂	100	0.3	1.1	5.0	17.4	18.2	42.1	32.0	25.9	L
P ₅ (1)	30	1.4	2.5	11.5	7.6	14.2	37.3	47.8	14.9	L
P ₅ (2)	55	1.2	2.1	19.1	4.6	13.9	41.0	53.1	5.9	SiL
P ₅ (3)	108	1.3	2.5	25.4	13.7	13.3	56.2	39.8	4.0	SL
P ₅ (4)	118	2.9	3.5	19.7	9.8	10.9	46.9	48.4	4.7	SL
P ₅ (5)	160	1.4	4.1	14.0	10.2	10.6	40.3	58.4	1.3	SiL
P ₅ (6)	190	0.7	1.7	19.3	3.2	16.7	41.6	56.7	1.6	SiL
P ₅ (7)	230	0.6	1.3	22.1	5.2	9.6	38.8	59.7	1.6	SiL
P ₅ (8)	265	0.7	2.4	16.7	9.6	12.9	42.4	56.0	1.6	SiL
P ₅ (9)	300	1.0	4.2	26.8	10.2	11.9	54.1	44.2	1.6	SL

Πίνακας 6: Κατανομή των εδαφικών τεμαχιδίων εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας, για τα μη αργιλικά υλικά.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ Cm	vc.sand	c.sand	m.sand	f.sand	vf.sand	t.sand	Silt	vfs/fs	S n.clay/ Si n.clay
		2.0 – 1.0 Mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	0.10-0.05 Mm	2.0-0.05 mm	50-2μm		
		%								
P ₁ A	5	0.5	1.4	12.3	5.5	38.0	57.6	42.4	28.03	1.36
P ₁ BT ₁	25	0.3	0.7	3.6	6.6	70.4	81.6	18.4	98.27	4.43
P ₁ BT ₂	55	0.4	1.2	24.3	5.0	57.5	88.5	11.5	46.49	7.69
P ₁ C	100	0.8	2.2	28.3	8.3	26.4	65.9	34.1	12.04	1.93
P ₂ AP	12	1.7	3.4	50.4	4.0	11.0	70.5	29.5	3.21	2.39
P ₂ BT ₁	50	1.5	2.3	36.5	0.8	9.0	50.2	49.8	3.90	1.01
P ₂ BT ₂	70	1.7	2.5	17.5	22.9	21.7	66.3	33.7	8.73	1.96
P ₂ BC	90	3.8	5.5	38.1	33.4	15.0	95.9	4.1	2.72	23.43
P ₂ C?	100	6.3	7.8	32.0	29.1	10.1	85.2	14.8	1.30	5.77
P ₂ C	120	4.9	6.3	40.1	6.1	10.4	67.8	32.2	1.67	2.10
P ₃ AP	18	1.9	3.2	39.8	7.8	17.8	70.6	29.4	5.48	2.40
P ₃ BT ₁	45	2.4	2.6	30.6	5.9	13.9	55.5	44.5	5.31	1.25
P ₃ BT ₂	65	3.8	3.4	31.5	11.8	23.7	74.1	25.9	7.06	2.86
P ₃ C	100	0.9	1.5	19.6	19.2	31.0	72.2	27.8	20.47	2.60
P ₄ AP ₁	15	0.8	2.3	18.7	10.5	26.4	58.7	41.3	11.48	1.42
P ₄ AP ₂	25	0.7	1.7	7.3	11.3	22.7	43.7	56.3	13.10	0.78
P ₄ BT ₁	50	1.0	2.1	16.5	9.3	18.0	46.8	53.2	8.76	0.88
P ₄ BT ₂	90	0.8	1.9	7.5	11.4	22.7	44.3	55.7	12.14	0.80

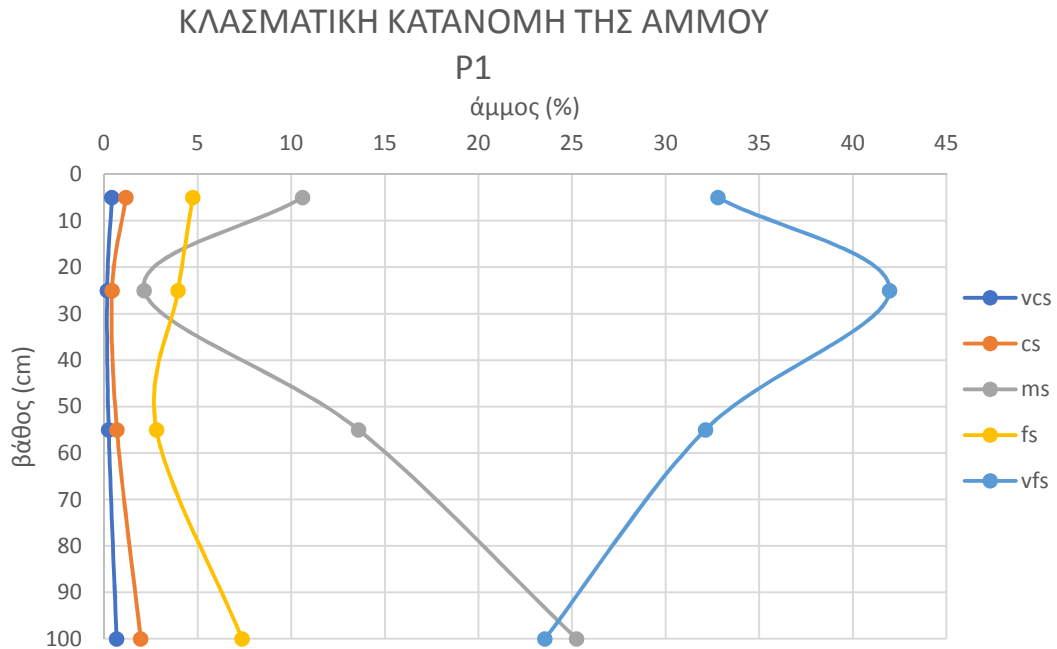
P ₄ BC ₁	120	1.1	2.1	12.2	9.9	29.0	54.3	45.7	13.79	1.19
P ₄ BC ₂	170	0.5	1.5	6.8	23.5	24.6	56.8	43.2	15.98	1.32
P ₅ (1)	30	1.7	3.0	13.5	9.0	16.7	43.8	56.2	5.63	0.78
P ₅ (2)	55	1.3	2.2	20.3	4.9	14.8	43.5	56.5	6.62	0.77
P ₅ (3)	108	1.4	2.6	26.4	14.3	13.8	58.5	41.5	5.33	1.41
P ₅ (4)	118	3.1	3.7	20.7	10.3	11.5	49.2	50.8	3.11	0.97
P ₅ (5)	160	1.4	4.2	14.1	10.4	10.7	40.8	59.2	2.58	0.69
P ₅ (6)	190	0.7	1.7	19.6	3.3	17.0	42.3	57.7	10.10	0.73
P ₅ (7)	230	0.6	1.3	22.4	5.3	9.7	39.4	60.6	7.32	0.65
P ₅ (8)	265	0.8	2.5	17.0	9.7	13.1	43.1	56.9	5.29	0.76
P ₅ (9)	300	1.0	4.2	27.2	10.4	12.1	55.0	45.0	2.85	1.22

Πίνακας 7: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών τεμαχιδίων εδαφικών δειγμάτων στον Νομό Ηλείας

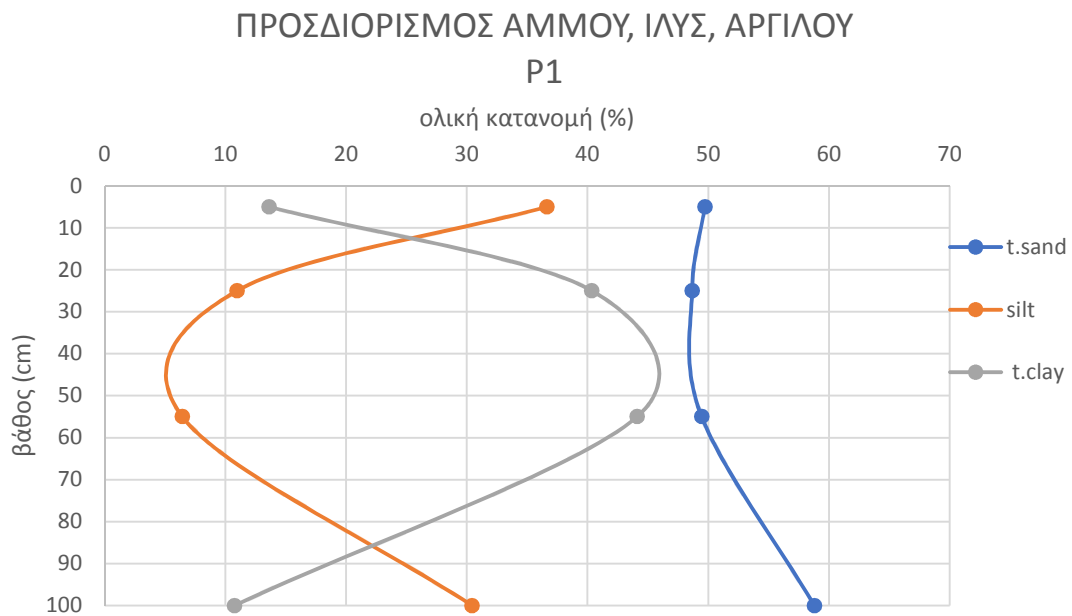
ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ Cm	<0.2μm	<2μm	<50μm	<100μm	<250μm	<500μm	<1000μm	<2000μm
		FClay	cClay	Silt	vfSand	fSand	mSand	cSand	VcSand
P1A	5	-	13.6	50.3	83.1	87.8	98.4	99.6	100
P1BT1	25	-	40.4	51.3	93.3	97.3	99.4	99.8	100
P1BT2	55	-	44.1	50.5	82.7	85.5	99.1	99.8	100
P1C	100	-	10.8	41.2	64.8	72.1	97.4	99.3	100
P2AP	12	-	14.8	39.9	49.3	52.7	95.6	98.6	100
P1BT1	50	-	2.4	51.0	59.8	60.6	96.3	98.5	100
P2BT2	70	-	2.5	35.4	56.6	78.9	95.5	98.4	100
P2BC	90	-	47.1	49.3	57.2	74.9	95.1	98.0	100
P2C?	100	-	40.8	49.5	55.5	72.7	91.7	96.3	100
P2C	120	-	39.5	59.0	65.3	69.0	93.3	97.0	100
P3AP	18	-	12.1	38.0	53.6	60.5	95.5	98.3	100
P3BT1	45	-	2.3	45.7	59.3	65.1	95.1	97.6	100
P3BT2	65	-	42.5	57.4	71.0	77.8	95.9	97.8	100
P3C	100	-	40.0	56.6	75.3	86.8	98.5	99.4	100
P4AP1	15	-	19.6	52.8	74.0	82.4	97.5	99.3	100
P4AP2	25	-	10.9	61.0	81.2	91.3	97.8	99.4	100
P4BT1	50	-	9.7	57.7	74.0	82.4	97.3	99.1	100
P4BT2	90	-	7.4	58.9	80.0	90.6	97.5	99.2	100
P4BC1	120	-	20.7	56.9	79.9	87.8	97.5	99.1	100
P4BC2	170	-	25.9	57.9	76.1	93.5	98.5	99.7	100

P5(1)	30	-	14.9	62.7	76.9	84.6	96.0	98.6	100
P5(2)	55	-	5.9	59.0	73.0	77.6	96.7	98.8	100
P5(3)	108	-	4.0	43.8	57.1	70.8	96.2	98.7	100
P5(4)	118	-	4.7	53.1	64.0	73.8	93.6	97.1	100
P5(5)	160	-	1.3	59.7	70.3	80.5	94.5	98.6	100
P5(6)	190	-	1.6	58.4	75.1	78.3	97.6	99.3	100
P5(7)	230	-	1.6	61.2	70.8	76.0	98.1	99.4	100
P5(8)	265	-	1.6	57.6	70.5	80.1	96.8	99.3	100
P5(9)	300	-	1.6	45.9	57.8	68.0	94.8	99.0	100

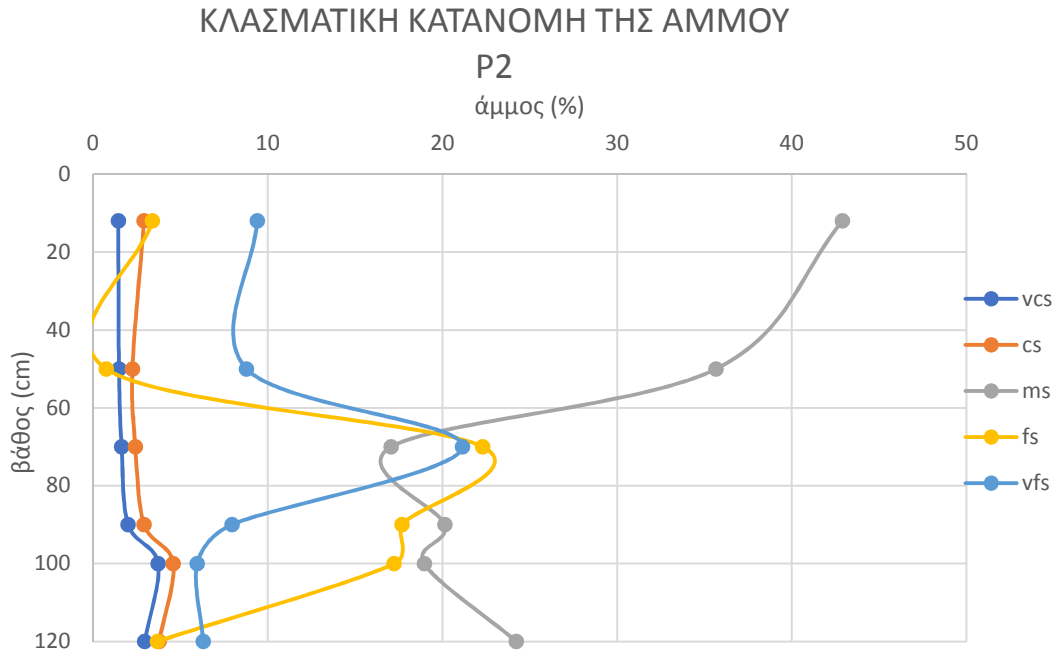
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ (SAND,SILT,CLAY)



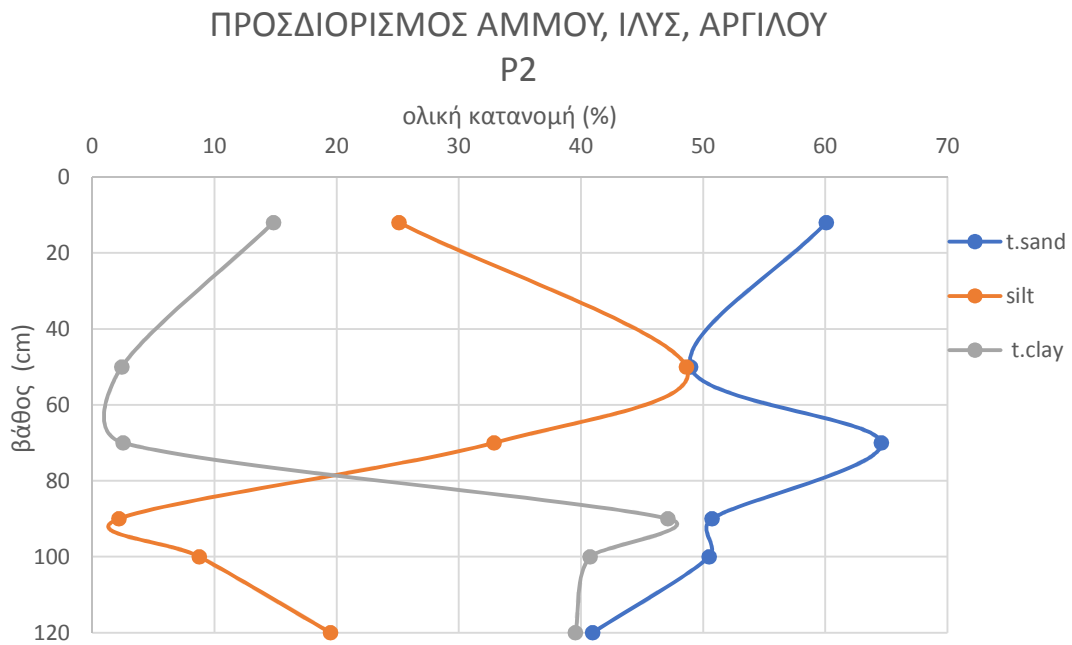
Διάγραμμα 26.1 : Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 1(P₁A, P₁BT₁,P₁BT₂,P₁C).



Διάγραμμα 26.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 1 (P₁A, P₁BT₁,P₁BT₂,P₁C).

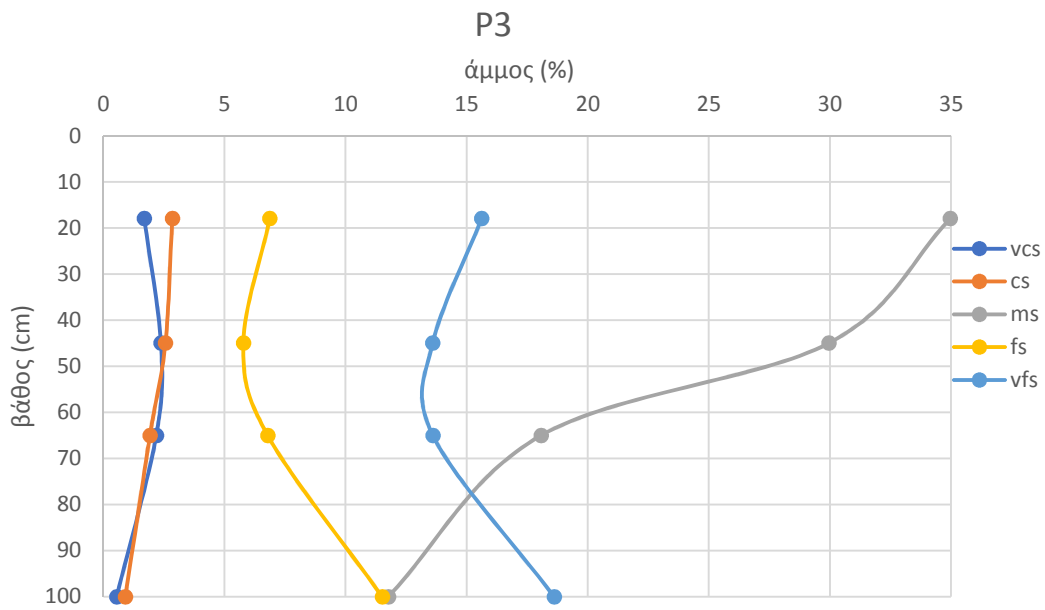


Διάγραμμα 27.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 2 (P₂AP, P₂BT₁, P₂BT₂, P₂BC, P₂C?, P₂C)



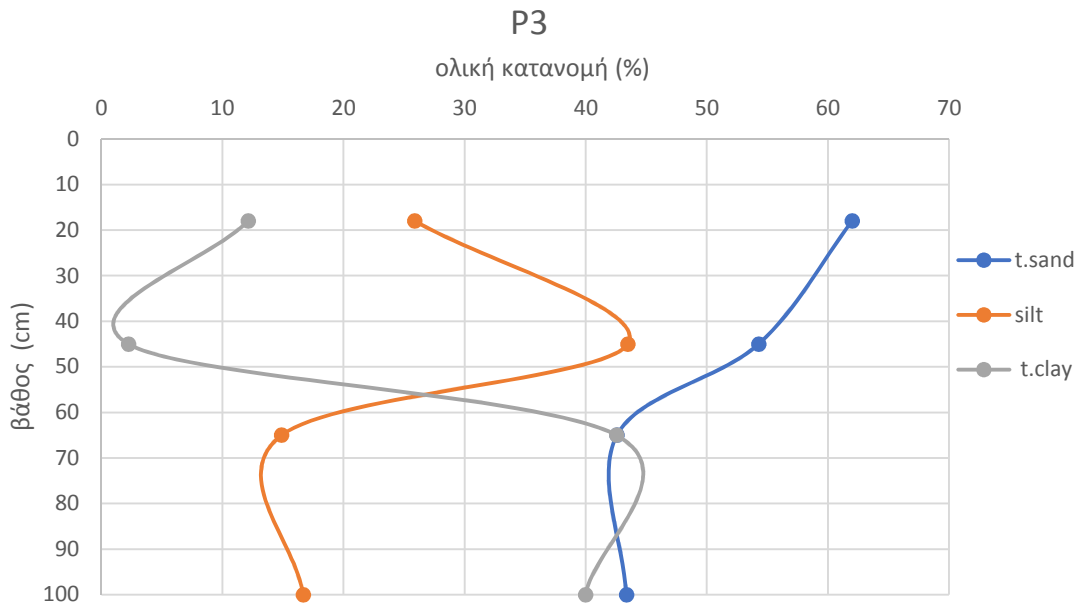
Διάγραμμα 27.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου, ιλύς, αργίλου κατά βάθη του προφίλ 2 (P₂AP, P₂BT₁, P₂BT₂, P₂BC, P₂C?, P₂C).

ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ



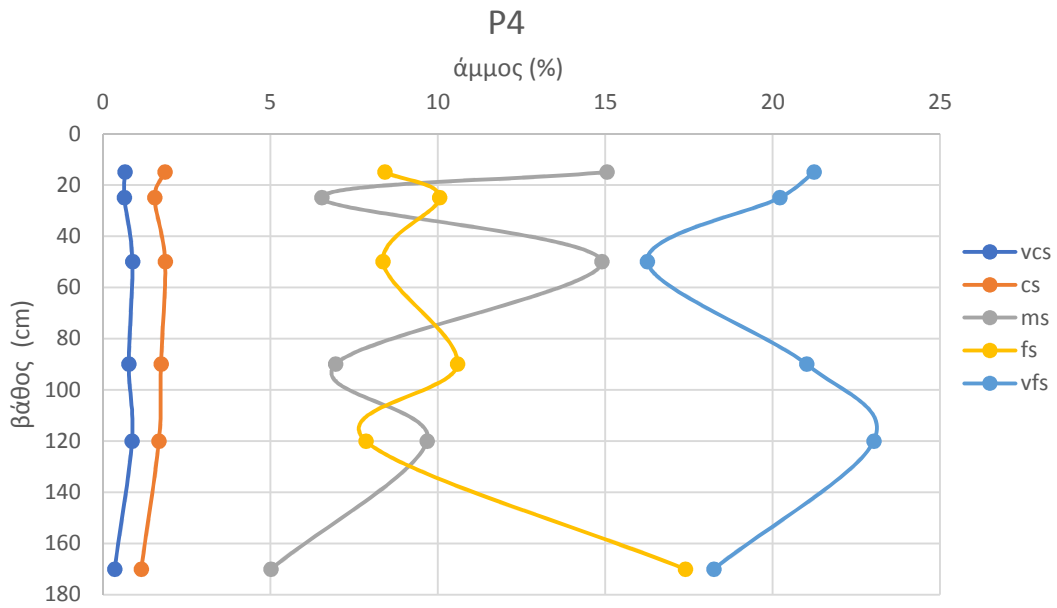
Διάγραμμα 28.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 3 (P₃AP, P₃BT₁, P₃BT₂, P₃C)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΜΜΟΥ, ΙΛΥΣ, ΑΡΓΙΛΟΥ



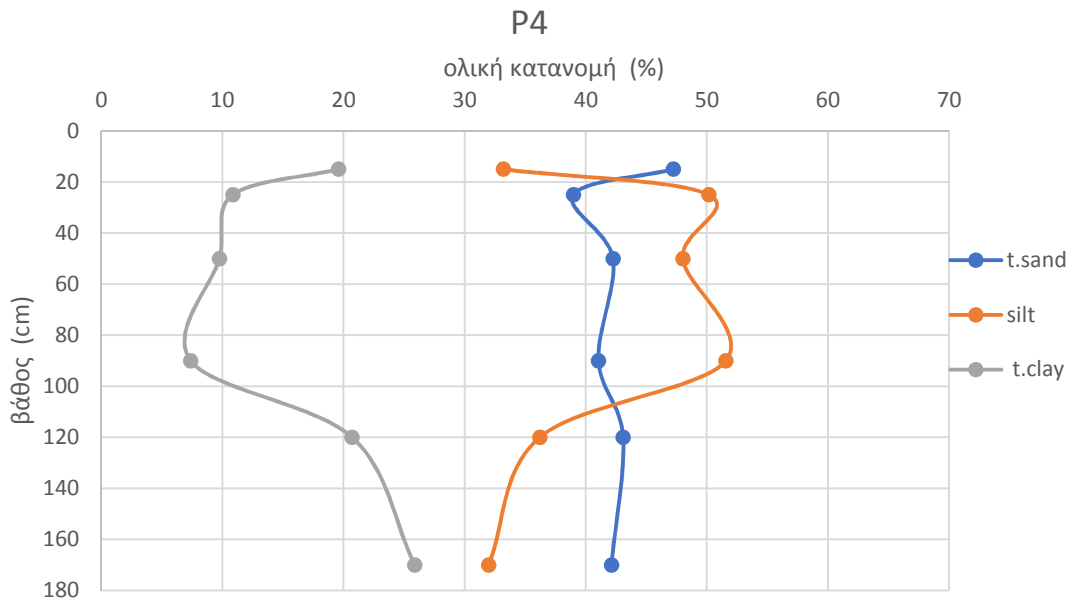
Διάγραμμα 28.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου, ιλύς, αργίλου κατά βάθη του προφίλ 3 (P₃AP, P₃BT₁, P₃BT₂, P₃C).

ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ



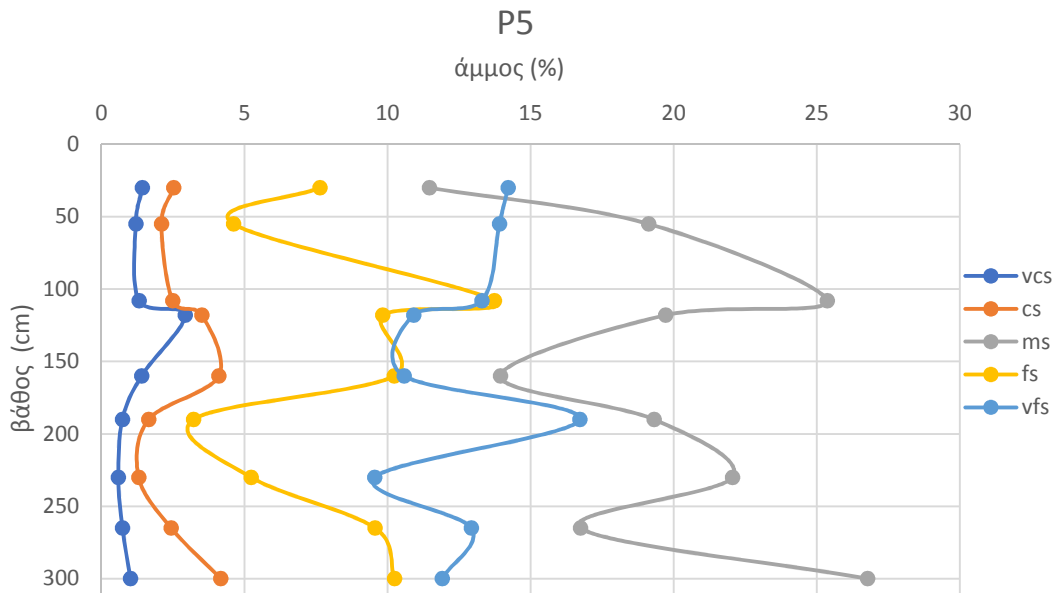
Διάγραμμα 29.1: Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 4 (P₄AP₁, P₄AP₂, P₄BT₁, P₄BT₂, P₄BC₁, P₄BC₂)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΜΜΟΥ, ΙΛΥΣ, ΑΡΓΙΛΟΥ



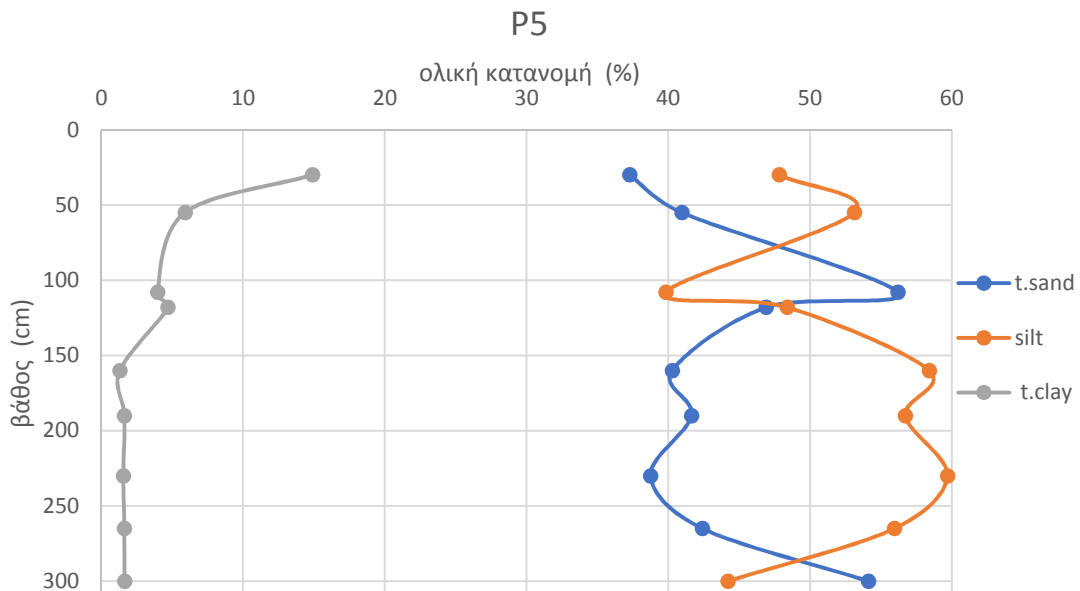
Διάγραμμα 29.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου, ιλύς, αργίλου κατά βάθη του προφίλ 4 (P₄AP₁, P₄AP₂, P₄BT₁, P₄BT₂, P₄BC₁, P₄BC₂).

ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ



Διάγραμμα 30.1: : Απεικόνιση της κλασματικής κατανομής της άμμου κατά βάθη του προφίλ 5 [P5(1), P5(2), P5(3), P5(4), P5(5), P5(6), P5(7), P5(8), P5(9)]

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΜΜΟΥ, ΙΛΥΣ, ΑΡΓΙΛΟΥ



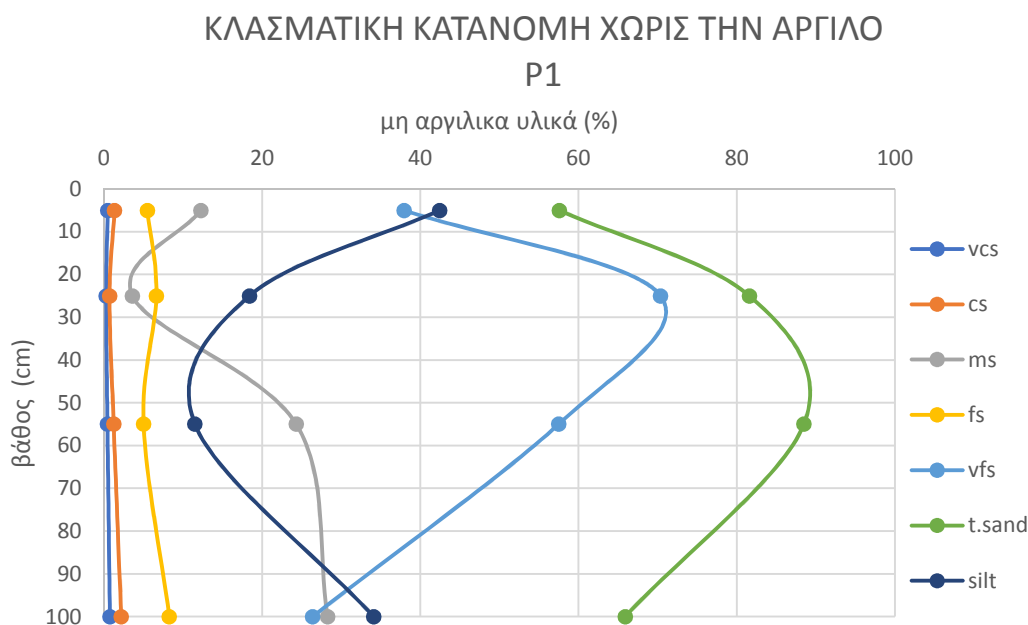
Διάγραμμα 30.2: Απεικόνιση ποσοστιαίας κατανομής άμμου ,ιλύς ,αργίλου κατά βάθη του προφίλ 5 [P5(1), P5(2), P5(3), P5(4), P5(5), P5(6), P5(7), P5(8), P5(9)]

Στα διαγράμματα 26.1, 27.1, 28.1, 29.1 και 30.1 απεικονίζεται η κλασματική κατανομή της άμμου με τους δείκτες ms,fs και vfs που

χαρακτηρίζουν τα ποσοστά της λεπτόκοκκης άμμου (250μm, 100μm, 50μm), ενώ τα ποσοστά της χονδρόκοκκης άμμου χαρακτηρίζουν οι δείκτες vcs και cs (1mm, 500μm). Σύμφωνα με τα παραπάνω παρατηρούμε ότι και τα πέντε προφίλ κατά μέσο όρο έχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την λεπτόκοκκη άμμο χαρακτηρίζοντας την πιο πολύ οι δείκτες vfs και ms.

Στα διαγράμματα 26.2, 27.2, 28.2, 29.2 και 30.2 απεικονίζεται η κατανομή των τριών κλασμάτων της κοκκομετρικής σύστασης κατά βάθος για κάθε προφίλ. Το προφίλ P1 έχει σε μεγαλύτερο ποσοστό περιεκτικότητας την άμμο καθώς την άργιλο εκτός από τον ορίζοντα A και C που φαίνεται να περιέχει περισσότερο ιλύς από ότι άργιλο. Στο P2 φαίνεται η άμμος και η ιλύς να έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό περιεκτικότητας εκτός στους ορίζοντες BC και C που περιέχουν περισσότερη άμμο και άργιλο, ομοίως και για το προφίλ P3 που φαίνεται ότι στους ορίζοντες Bt2 και C εμπεριέχεται περισσότερη άμμο και άργιλο. Τα προφίλ P4 και P5 έχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την ιλύς και την άμμο εκτός στους τελευταίους ορίζοντες που φαίνεται μεγαλύτερη παρουσία της άργιλου και της άμμου.

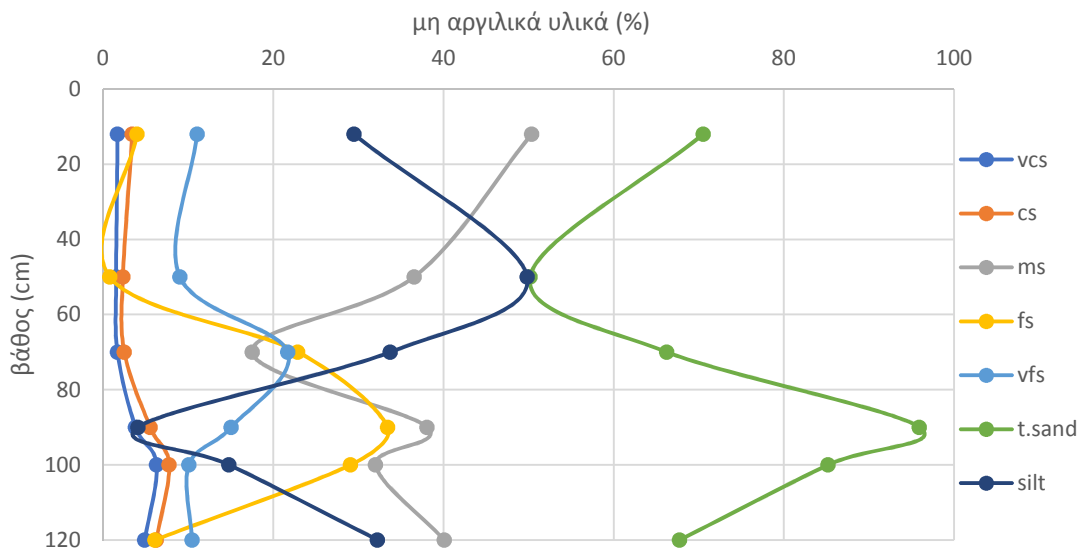
ΜΗ ΑΡΓΙΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ



Διάγραμμα 31: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 1 κατά βάθος χωρίς κατανομή της άργιλου. (non clay distributions)

ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΑΡΓΙΛΟ

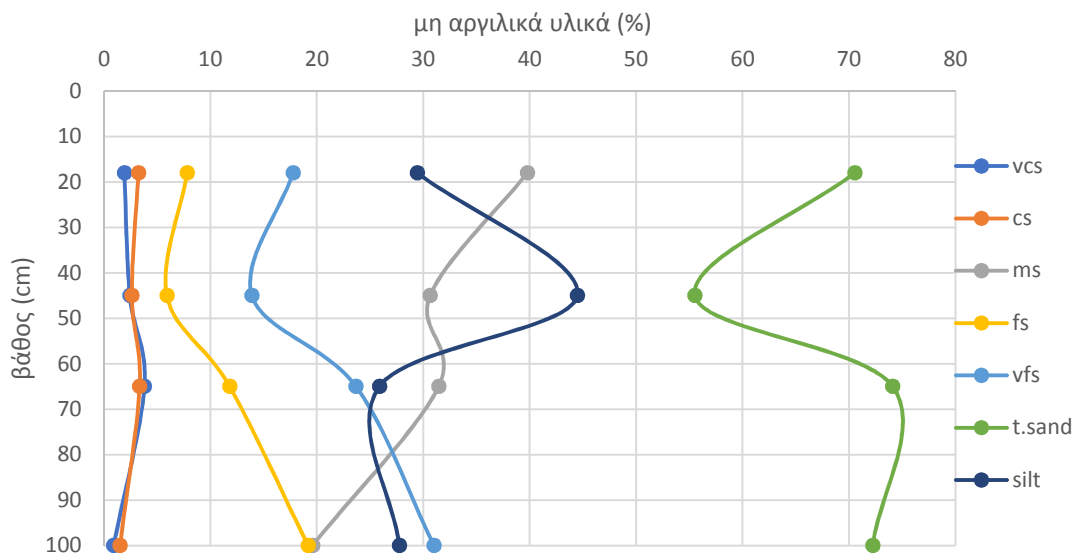
P2



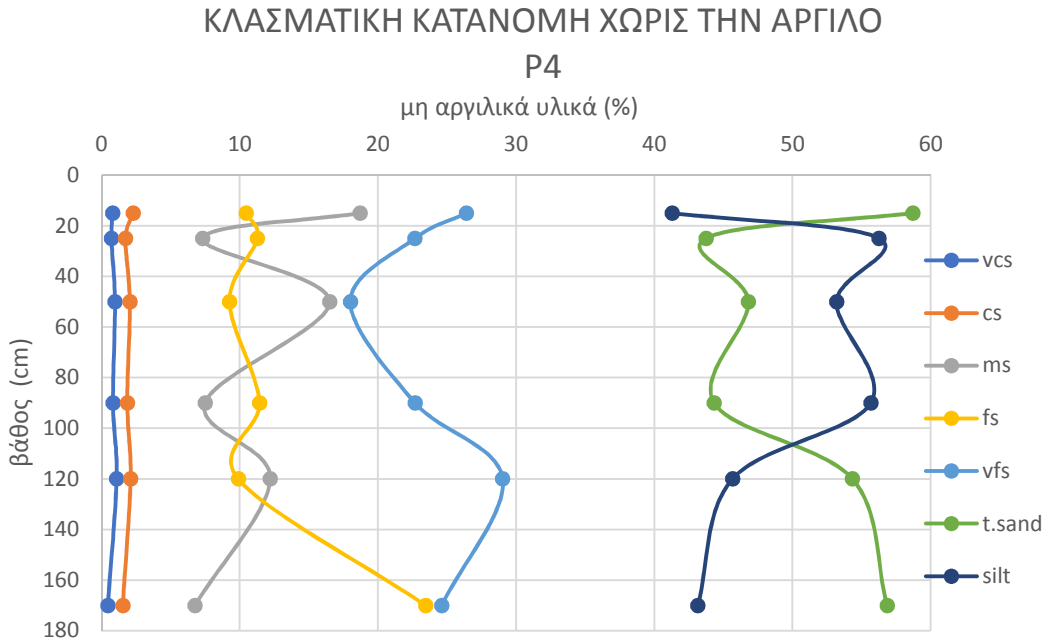
Διάγραμμα 32: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 2 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

ΚΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΑΡΓΙΛΟ

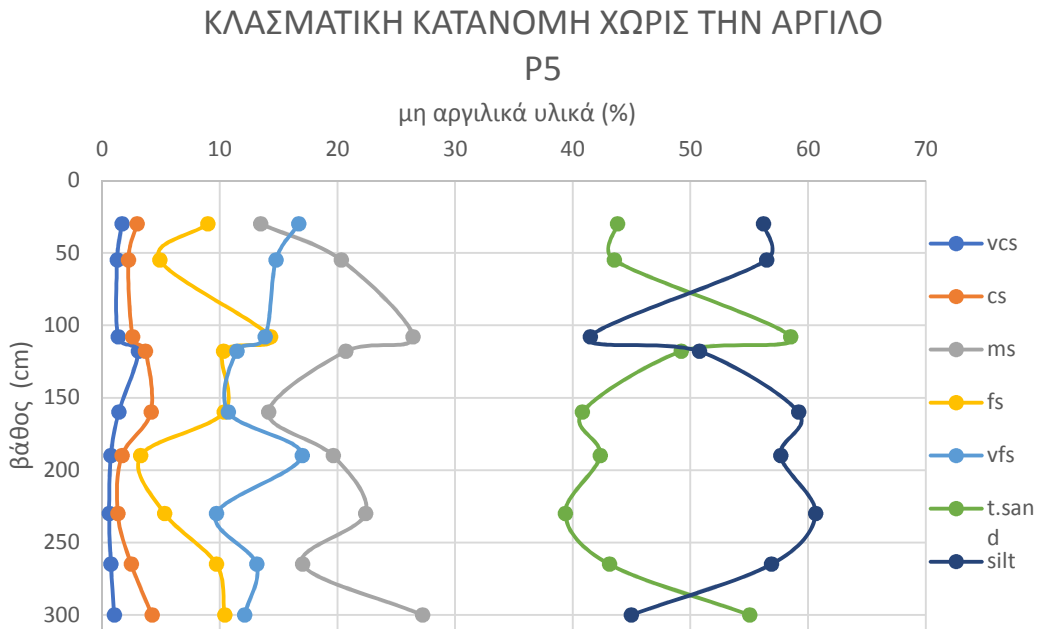
P3



Διάγραμμα 33: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 3 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

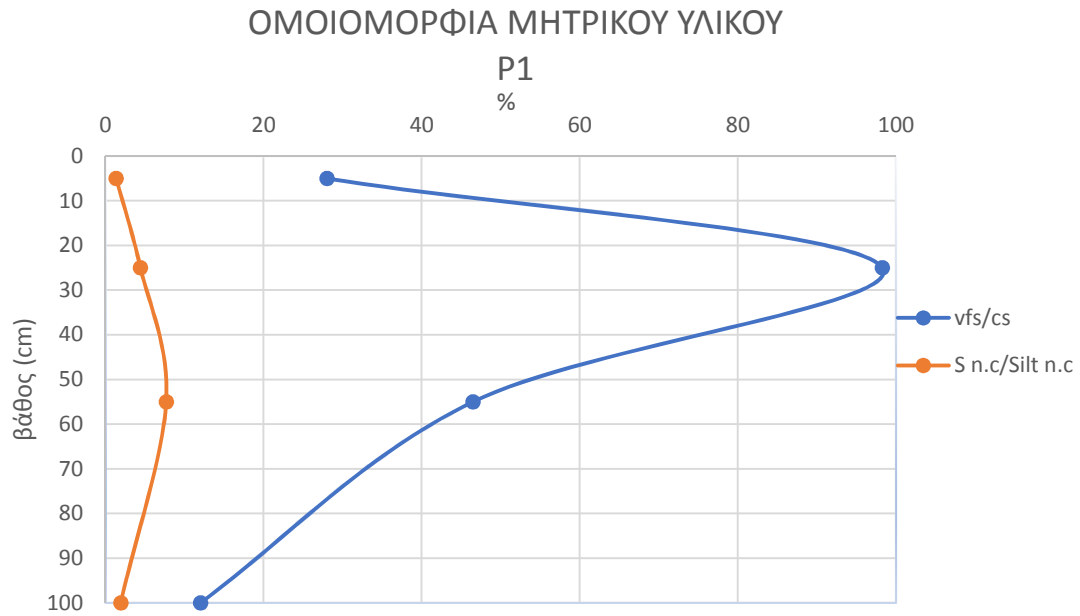


Διάγραμμα 34: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 4 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

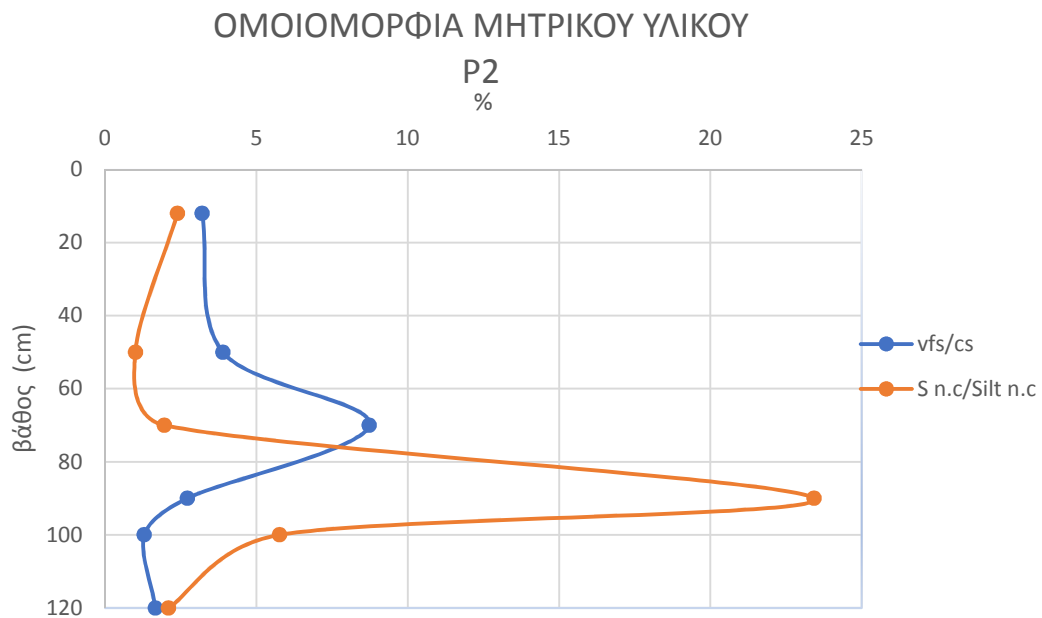


Διάγραμμα 35: Απεικόνιση των εδαφικών κλασμάτων του προφίλ 5 κατά βάθος χωρίς κατανομή της αργίλου. (non clay distributions)

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ



Διάγραμμα 36: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 1



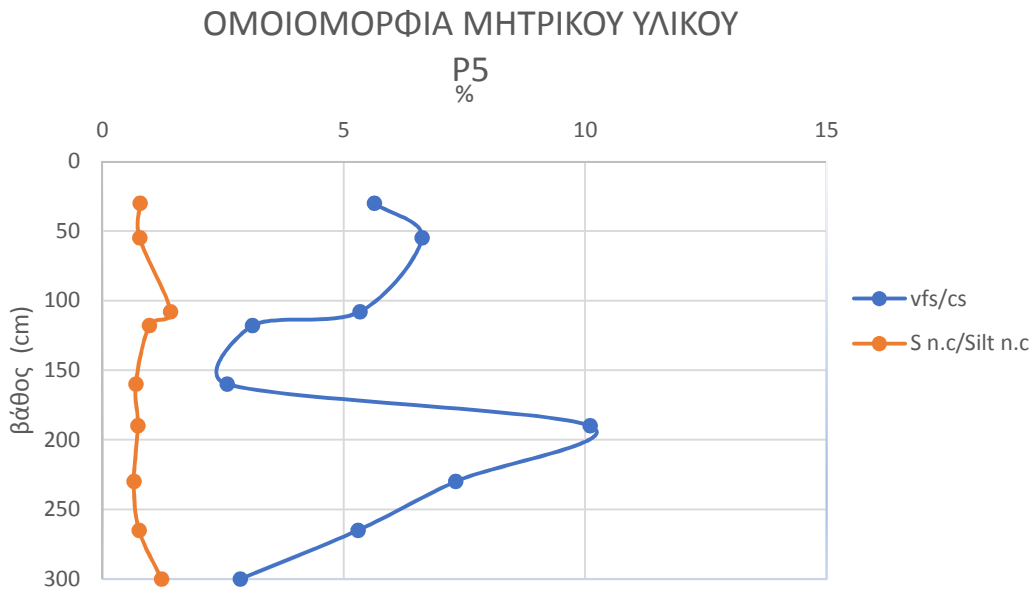
Διάγραμμα 37: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 2



Διάγραμμα 38: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 3

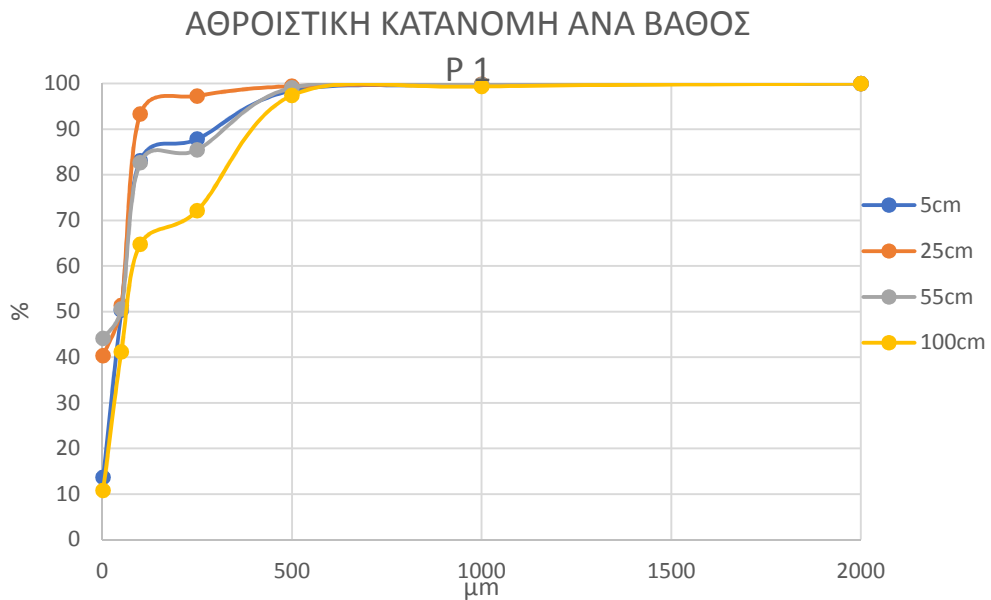


Διάγραμμα 39: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 4

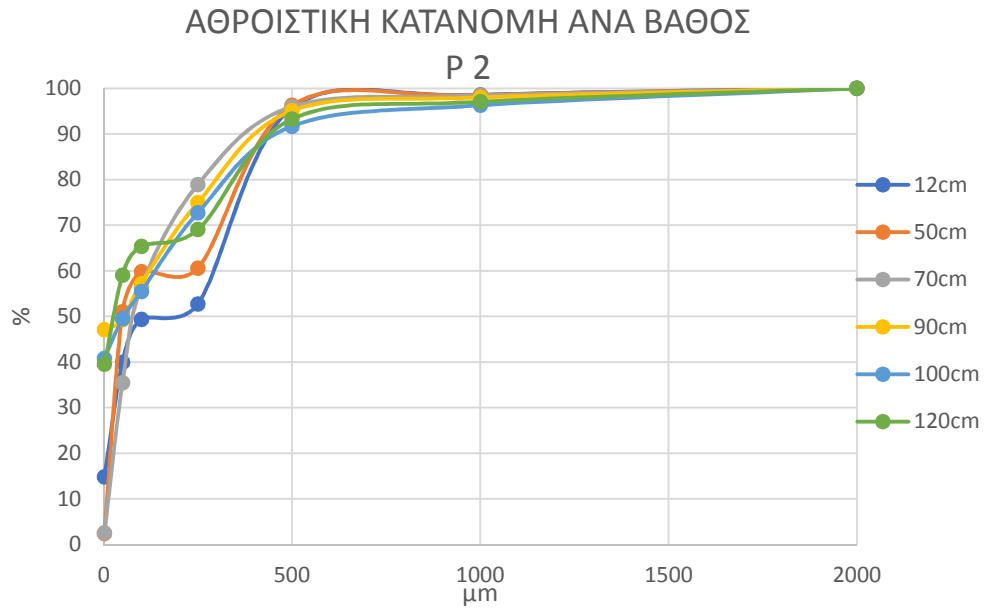


Διάγραμμα 40: Περιγραφή ομοιομορφίας μητρικού υλικού για το προφίλ 5

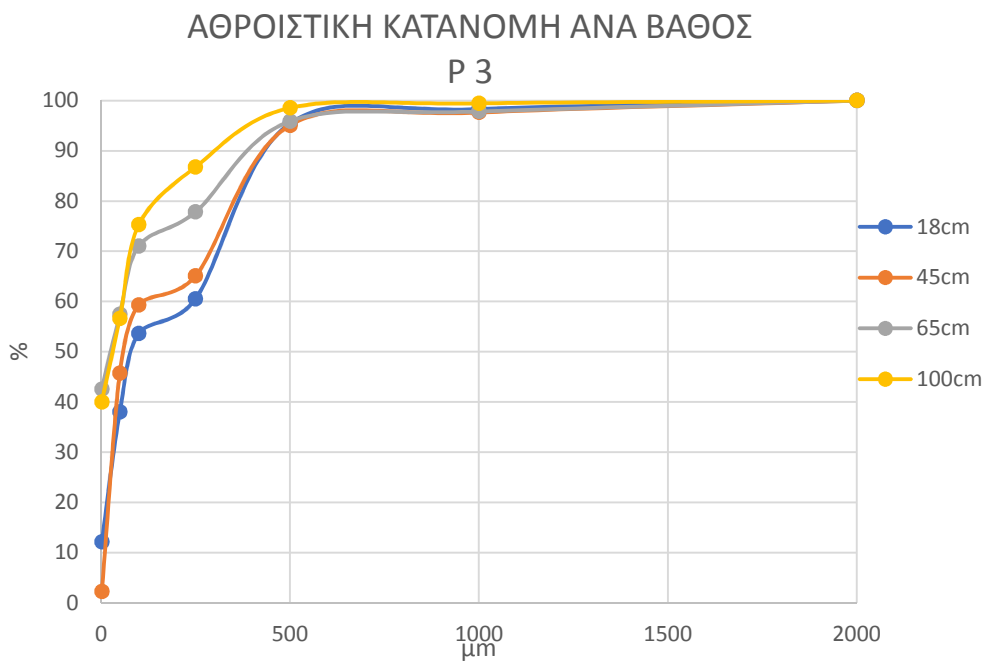
ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ



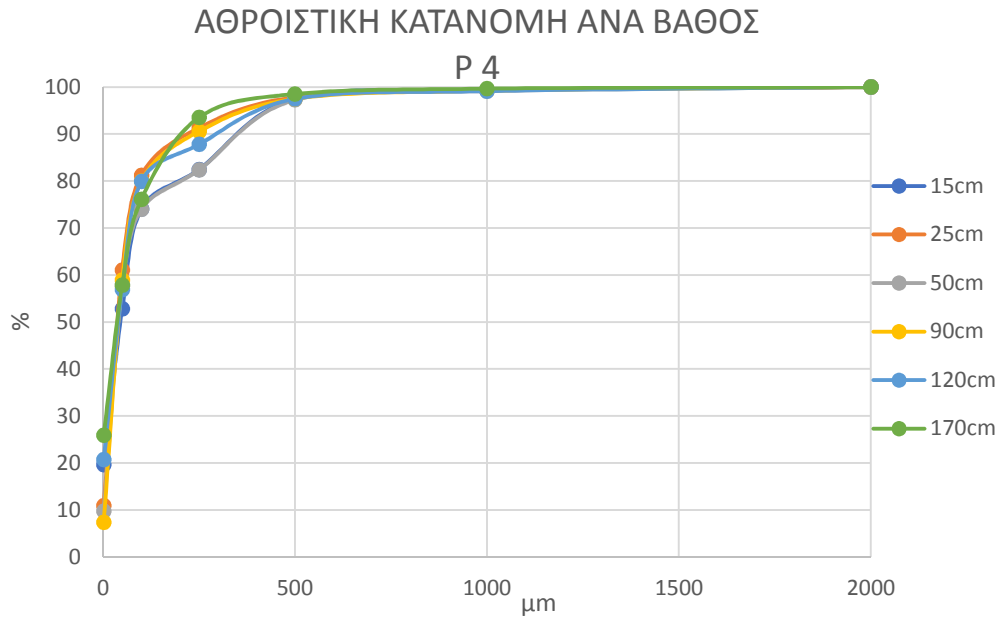
Διάγραμμα 41: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 1



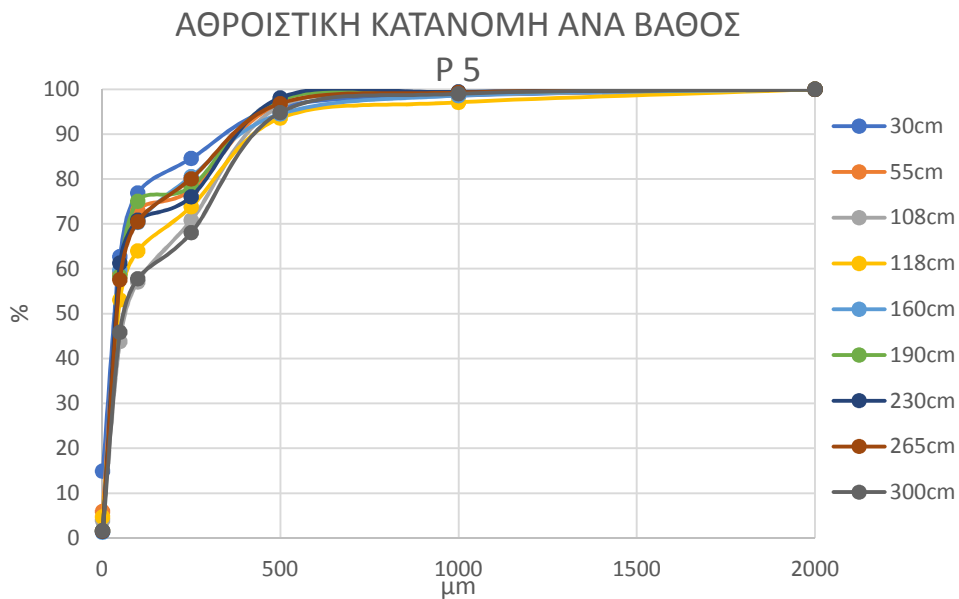
Διάγραμμα 42: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 2.



Διάγραμμα 43: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 3.



Διάγραμμα 44: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 4.



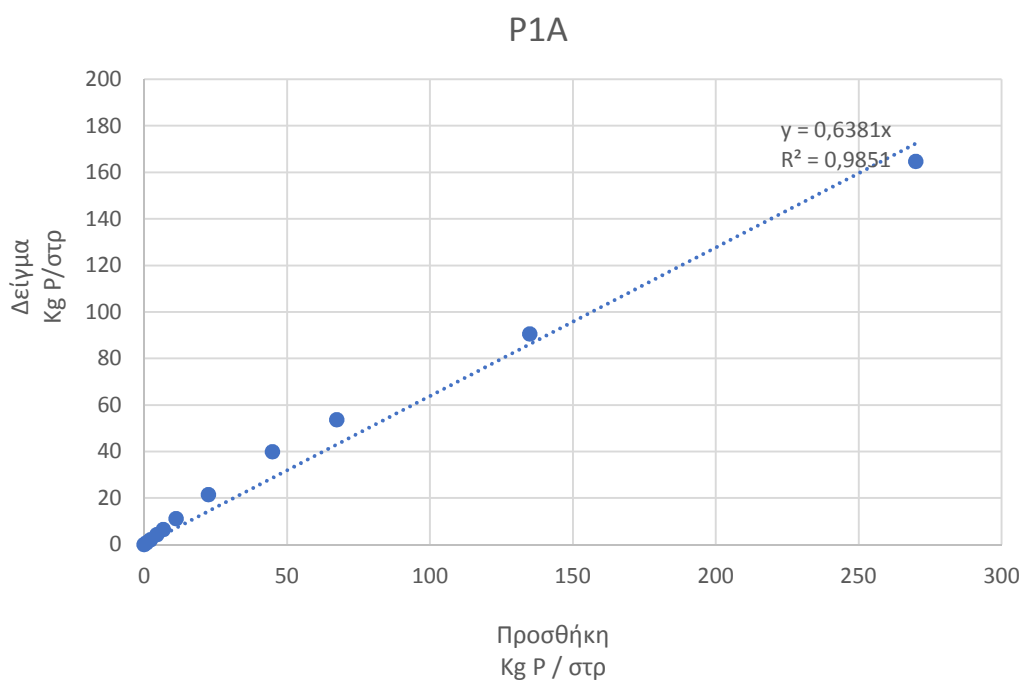
Διάγραμμα 45: Αθροιστική κατανομή των εδαφικών κλασμάτων κατά βάθος στο προφίλ 5.

Με τα παραπάνω διαγράμματα 36-45 διακρίνουμε τον τρόπο που κατανέμεται η κοκκομετρική σύσταση για το κάθε προφίλ εδάφους καθώς και τον προσδιορισμό της κλάσης. Επιπλέον με βάση τους δείκτες Vfs/cs και S.n.c./Silt n.c. όπως απεικονίζονται στα διαγράμματα 36 για το προφίλ 1, 38 για το προφίλ 3, 39 για το προφίλ 4 και 40 για το

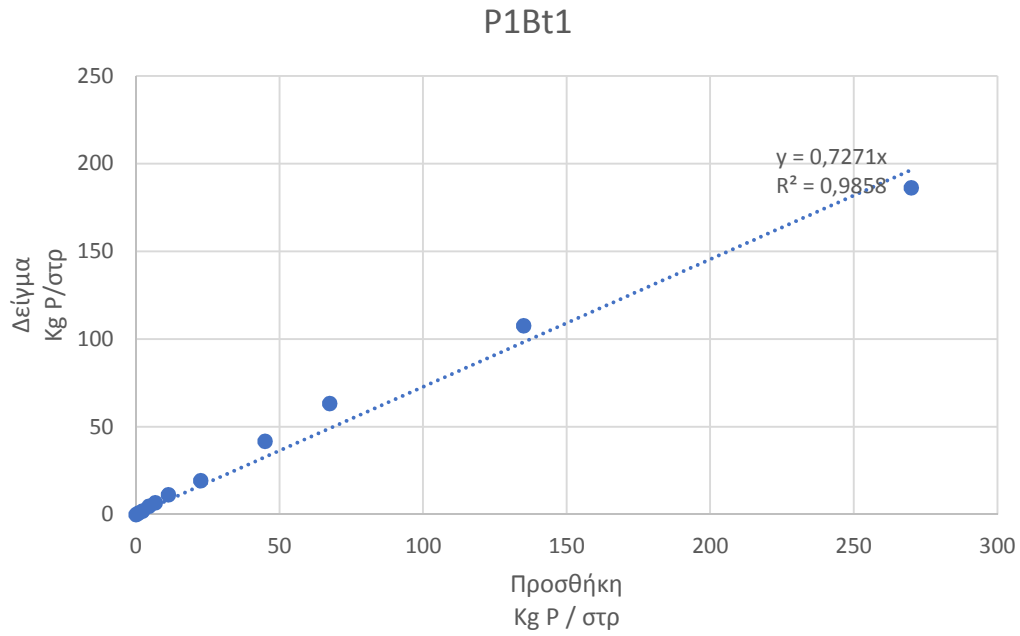
προφίλ 5 συμπεραίνουμε ότι αυτά τα προφίλ προέρχονται από το ίδιο μητρικό υλικό ενώ το προφίλ 2 όπως φαίνεται στο διάγραμμα 37 παρατηρούμε ότι στον εδαφικό ορίζοντα P2 BC να έχει γίνει κάποιος εμπλουτισμός που διαφοροποιεί την αλληλουχία κατανομής μητρικού υλικού.

Παρ' όλα αυτά με τους δείκτες της αθροιστικής κατανομής φαίνεται ότι η κατανομή του μητρικού υλικού για όλα τα προφίλ είναι ομοιόμορφη.

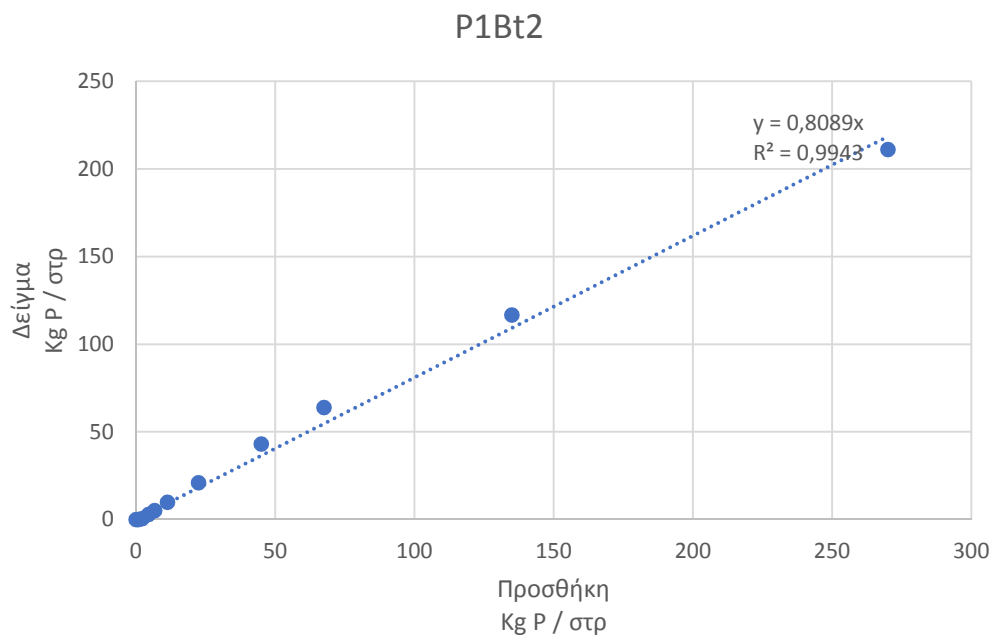
ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ



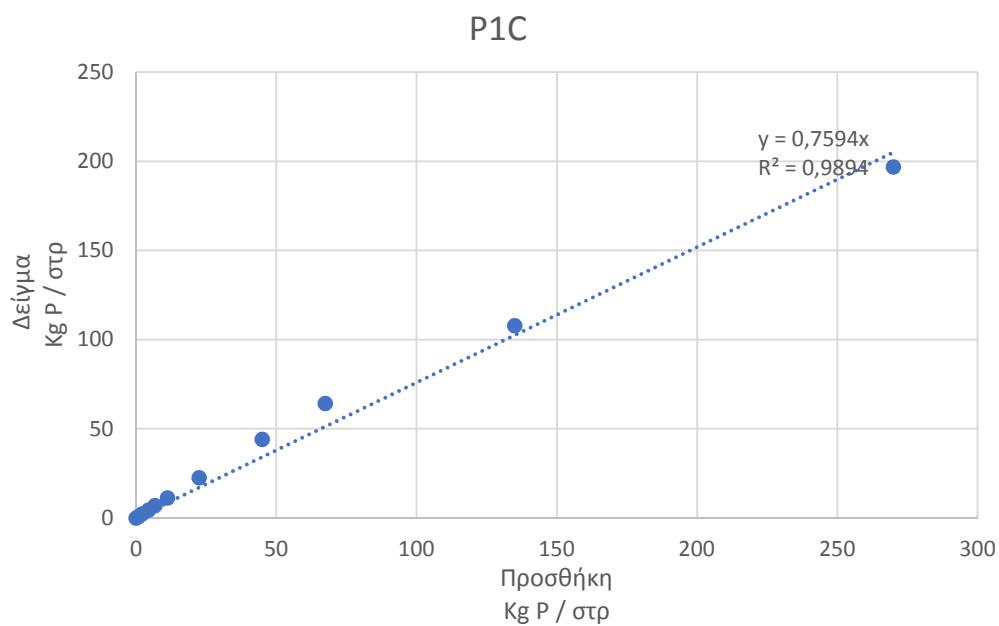
Διάγραμμα 46: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1A (5cm) σε κιλά/στρ



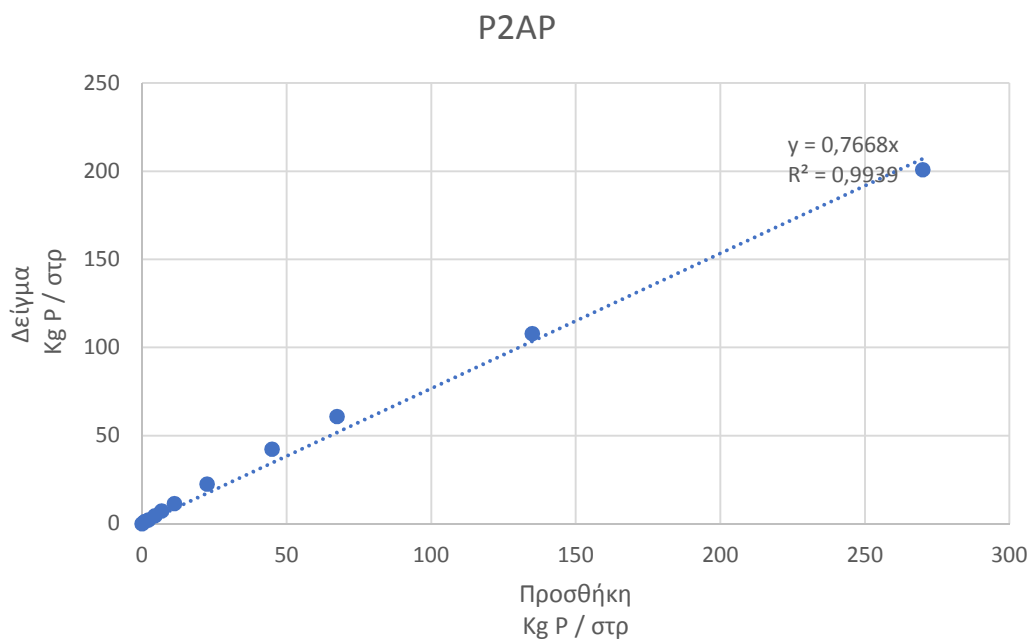
Διάγραμμα 47: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1Bt1 (25cm) σε κιλά/στρ



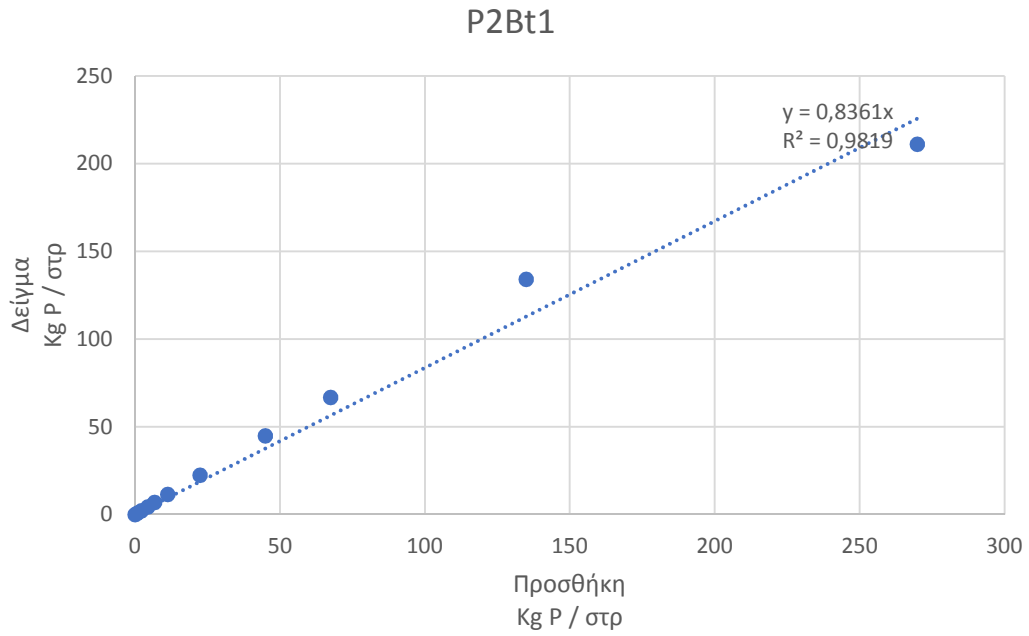
Διάγραμμα 48: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1Bt2(55cm) σε κιλά/στρ



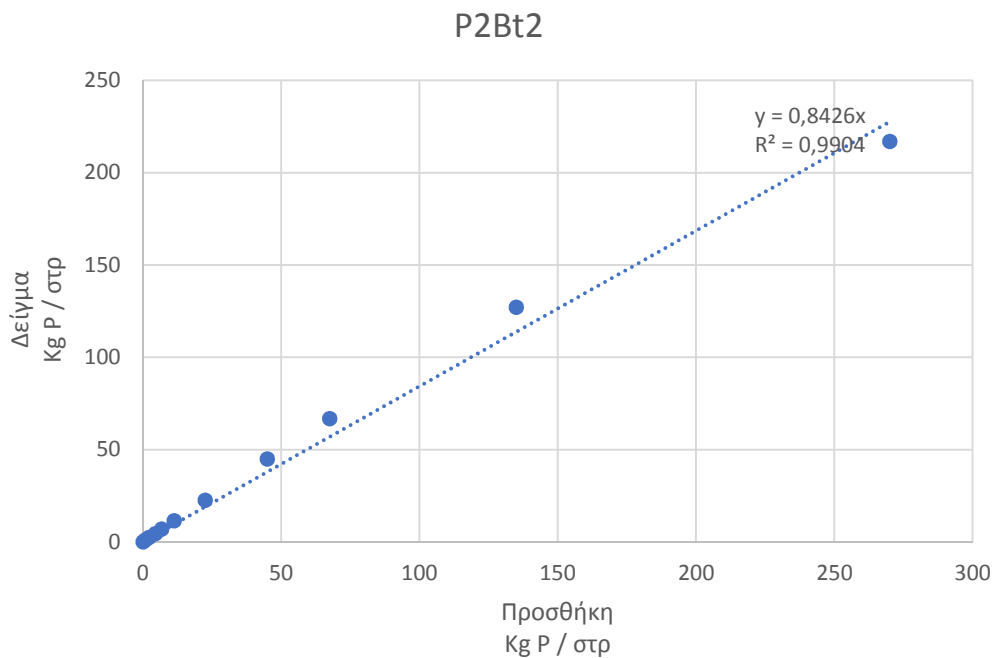
Διάγραμμα 49: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P1C(100cm) σε κιλά/στρ



Διάγραμμα 50: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 AP(12cm) σε κιλά/στρ

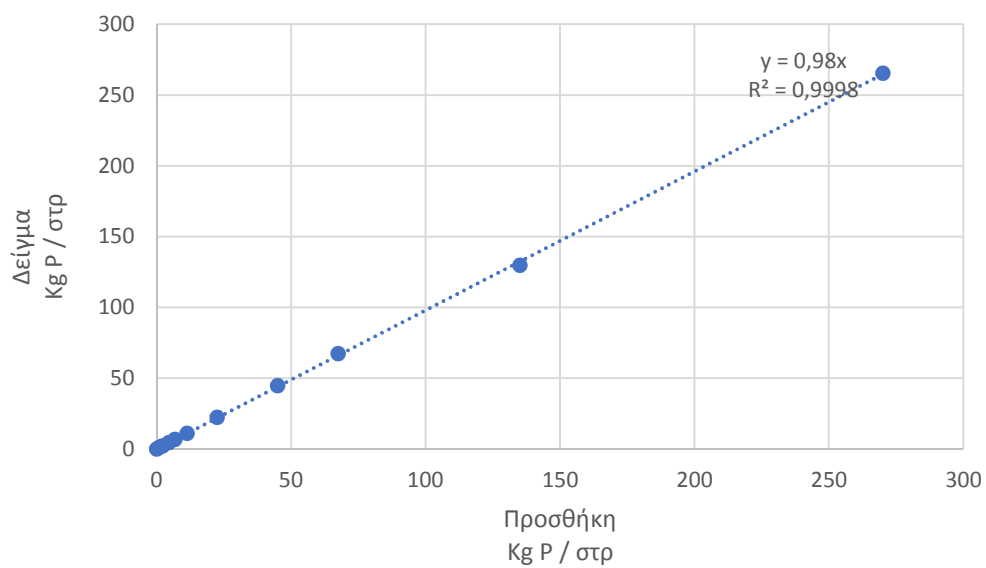


Διάγραμμα 51: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 Bt1(50cm) σε κιλά/στρ



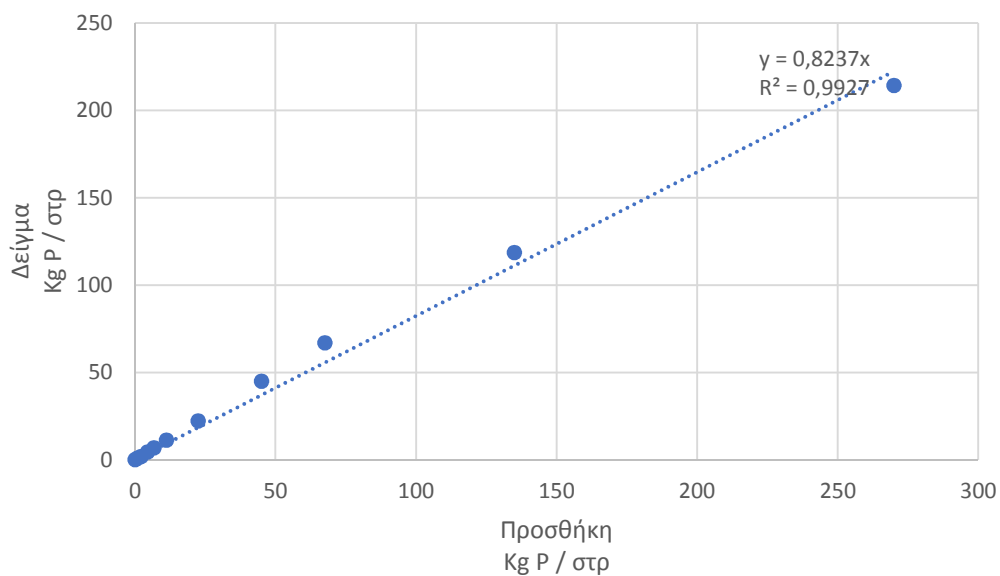
Διάγραμμα 52: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2 Bt2(70cm) σε κιλά/στρ

P2BC

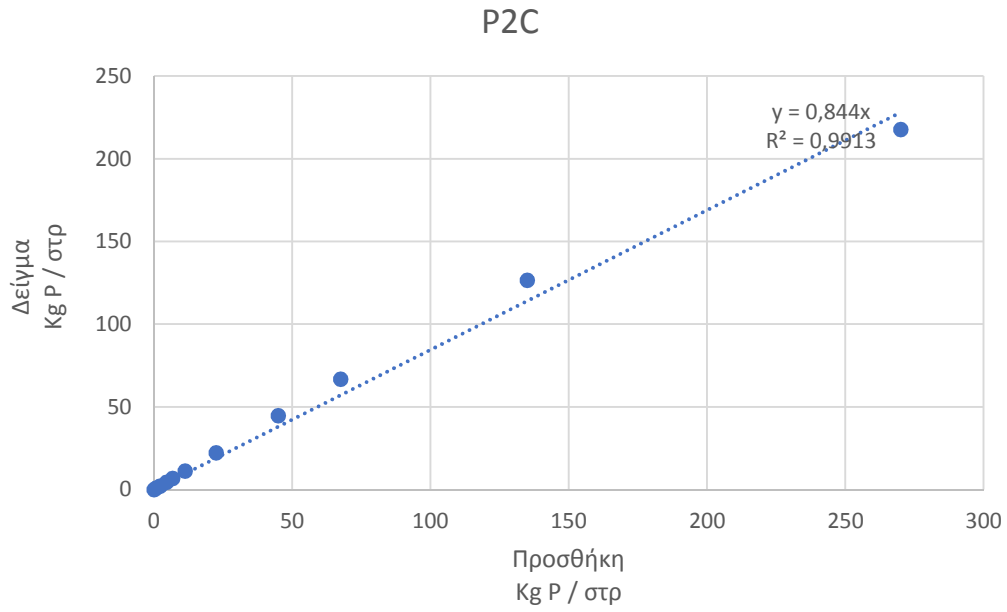


Διάγραμμα 53: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2BC(90cm) σε κιλά/στρ

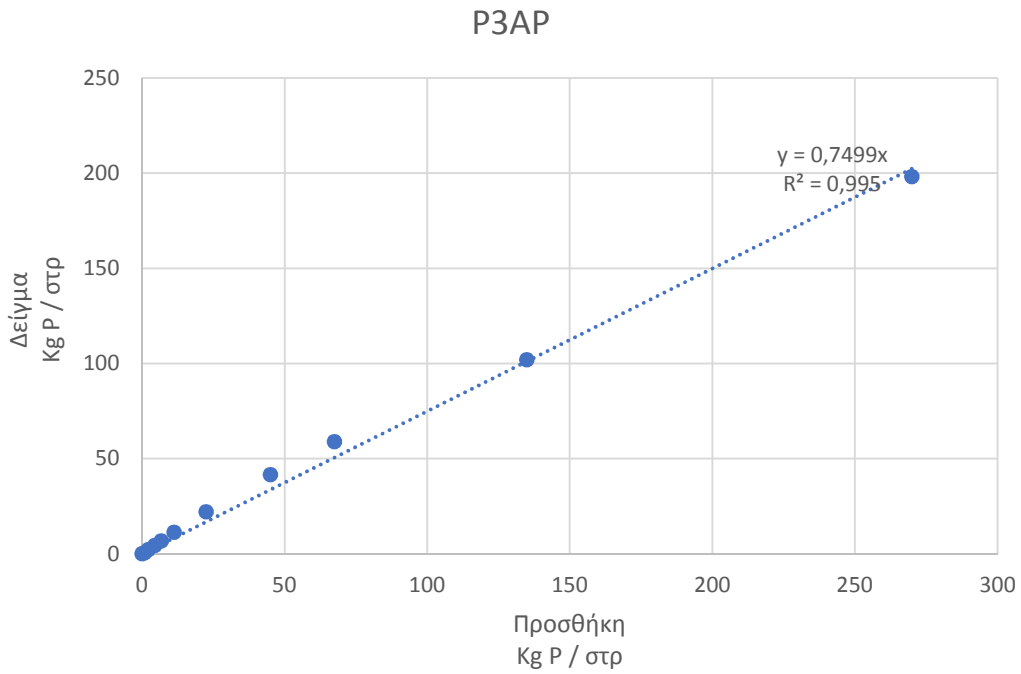
P2C?



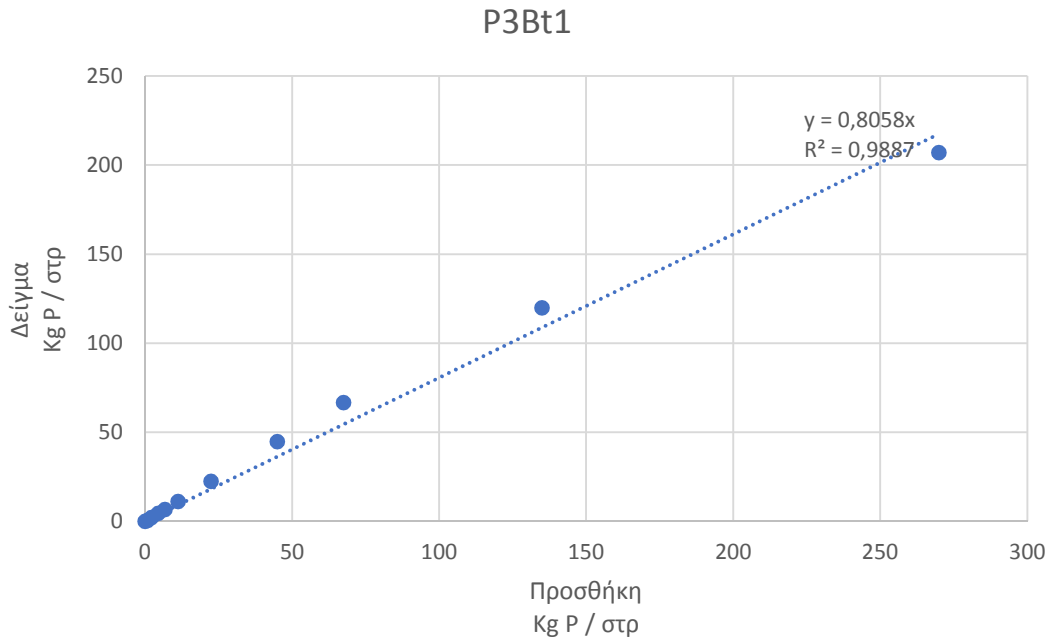
Διάγραμμα 54: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2C?(100cm) σε κιλά/στρ



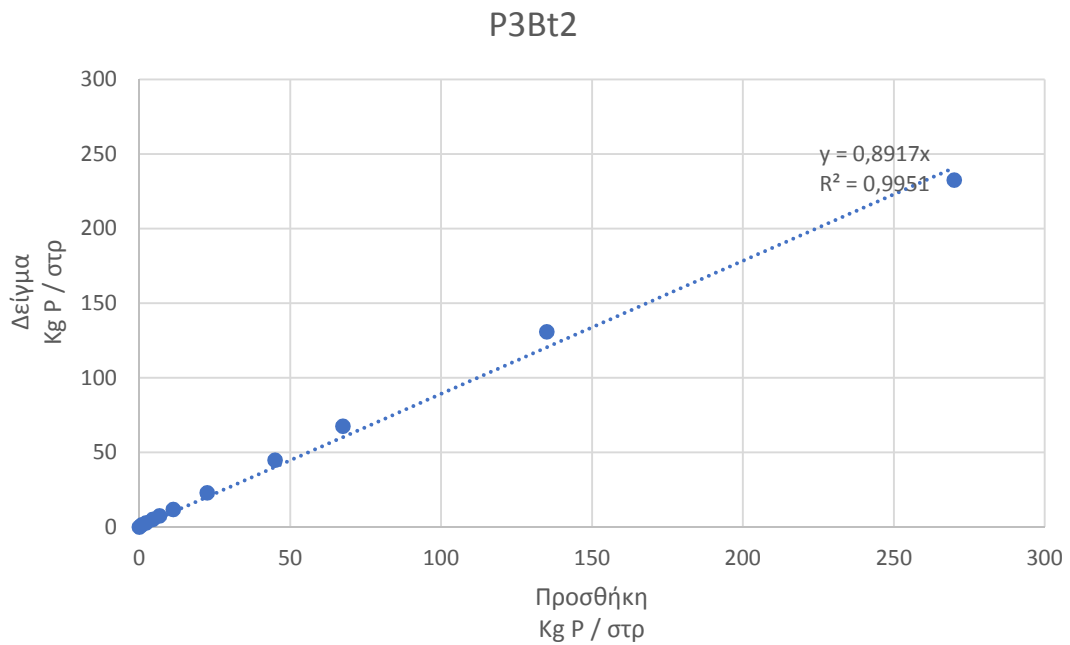
Διάγραμμα 55: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P2C(120cm) σε κιλά/στρ



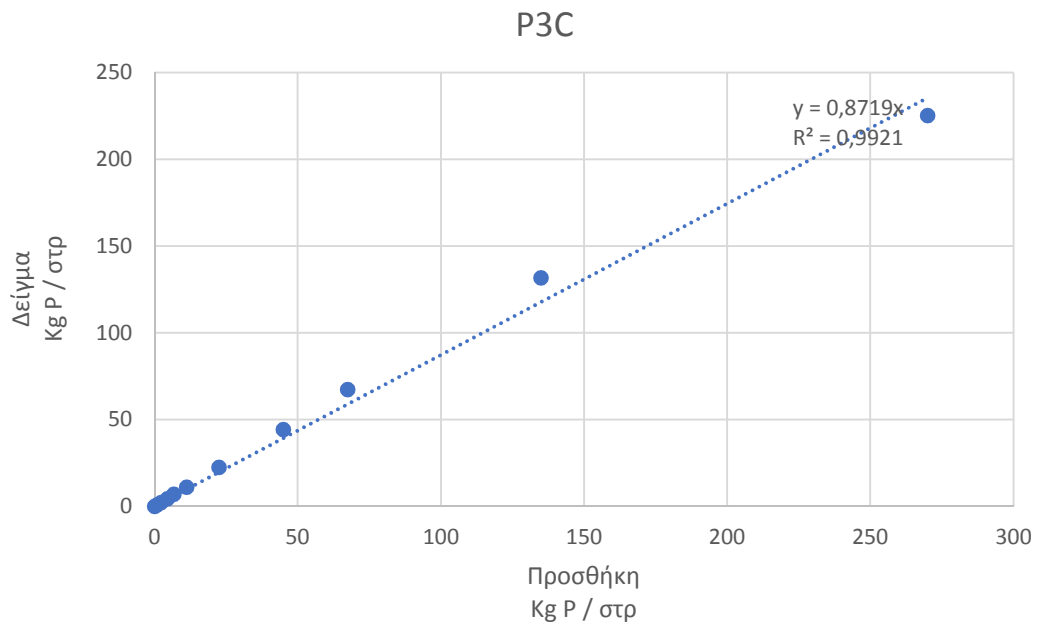
Διάγραμμα 56: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 AP(18cm) σε κιλά/στρ



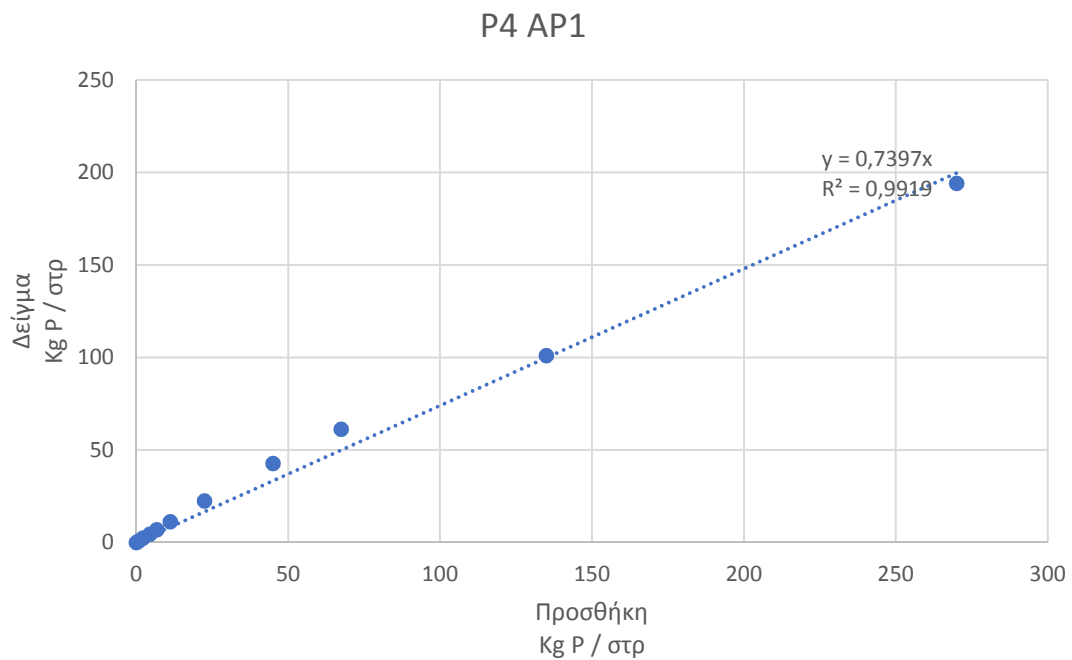
Διάγραμμα 57: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 Bt1(45cm) σε κιλά/στρ



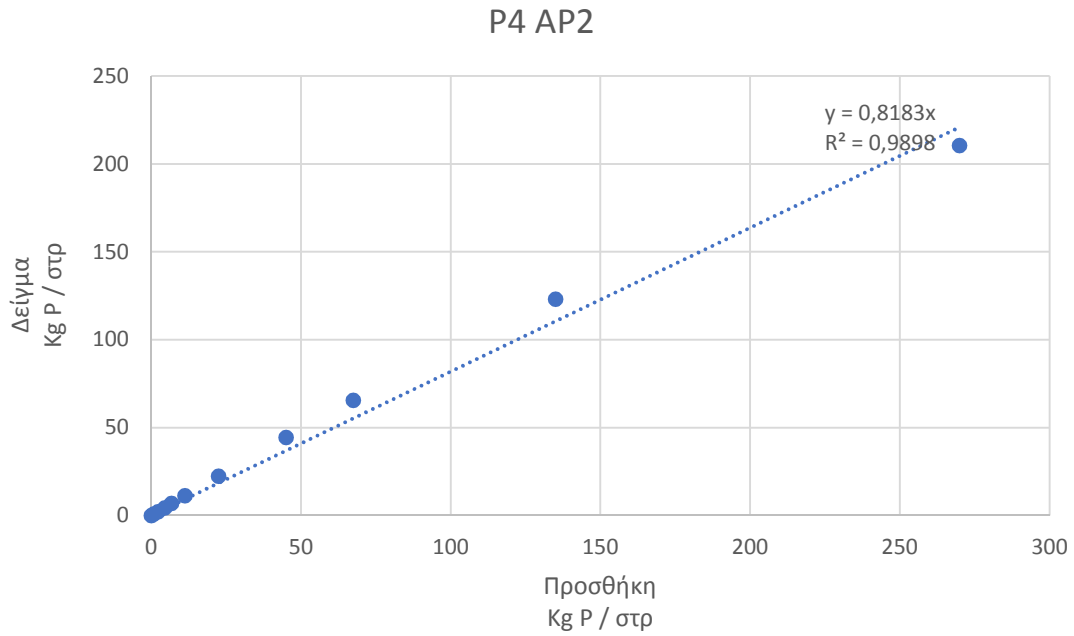
Διάγραμμα 58: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3 Bt2(65cm) σε κιλά/στρ



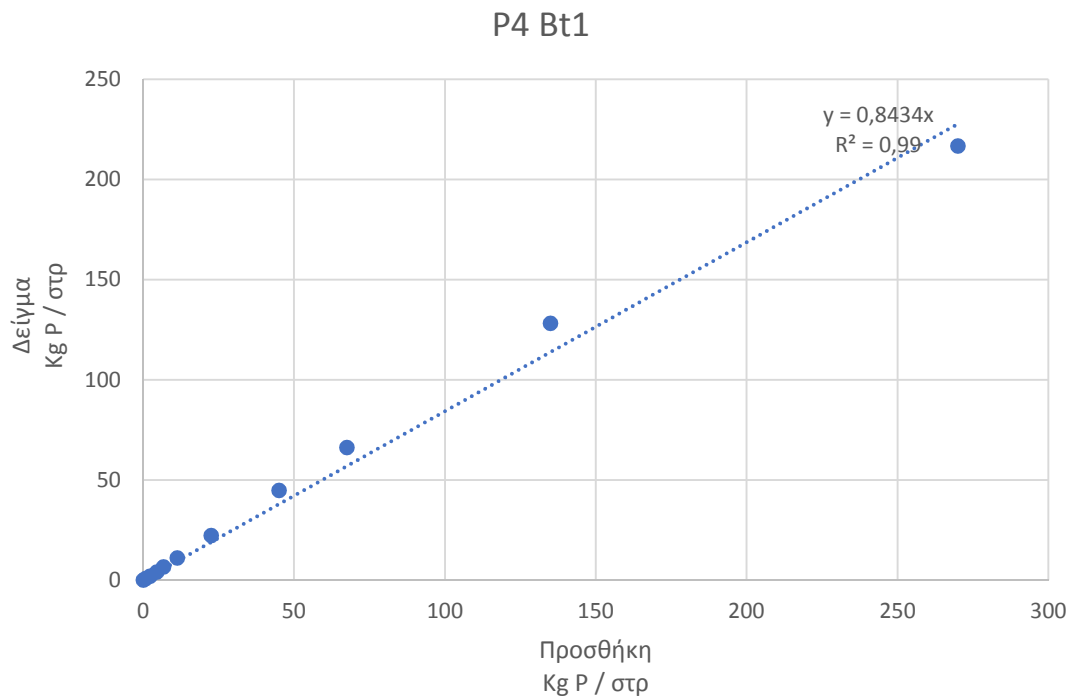
Διάγραμμα 59: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P3C(100cm) σε κιλά/στρ



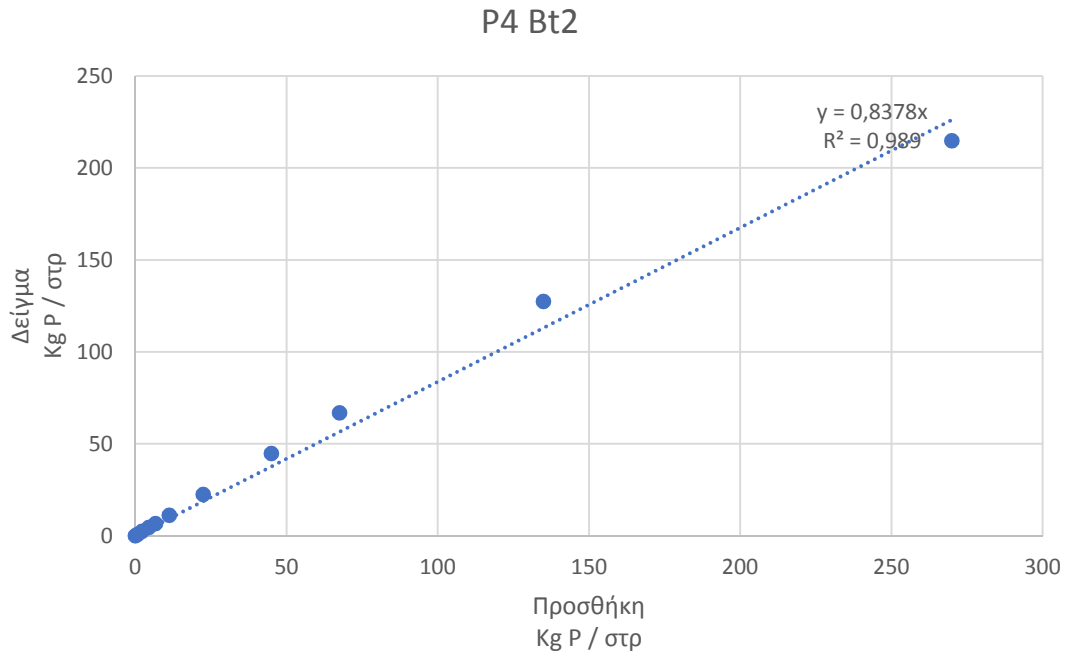
Διάγραμμα 60: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4AP1(15cm) σε κιλά/στρ



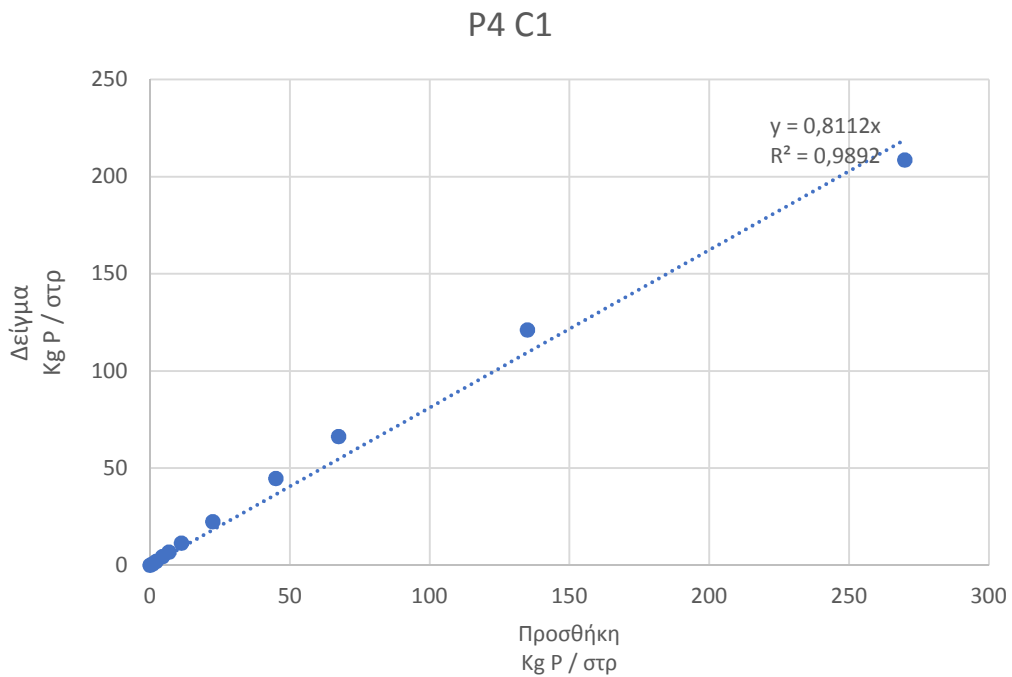
Διάγραμμα 61: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4 AP2(25cm) σε κιλά/στρ



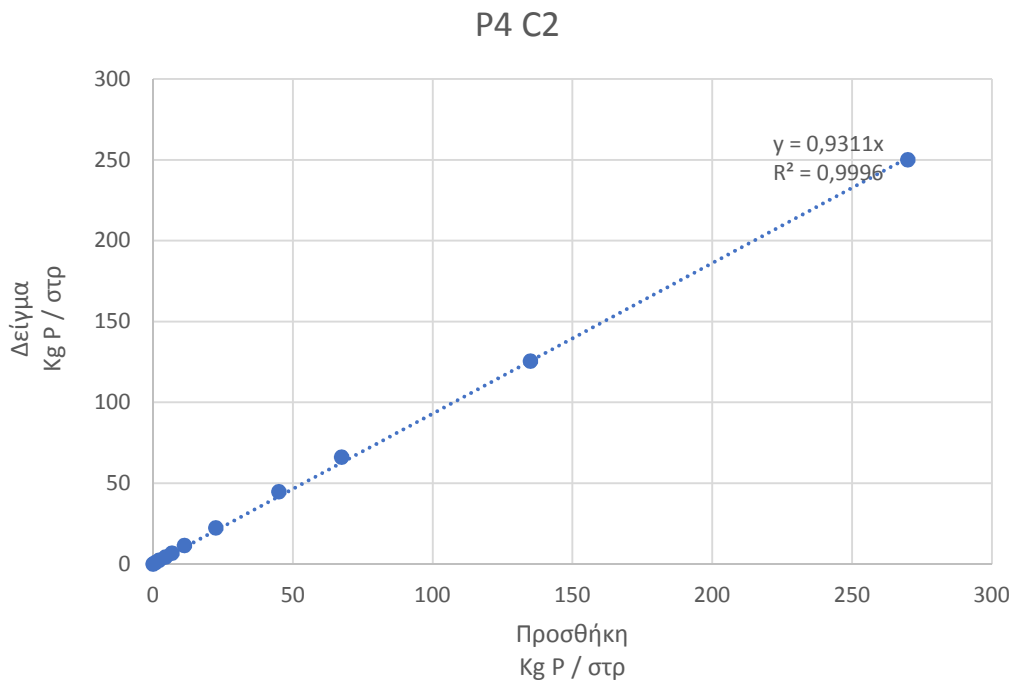
Διάγραμμα 62: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4Bt1(50cm) σε κιλά/στρ



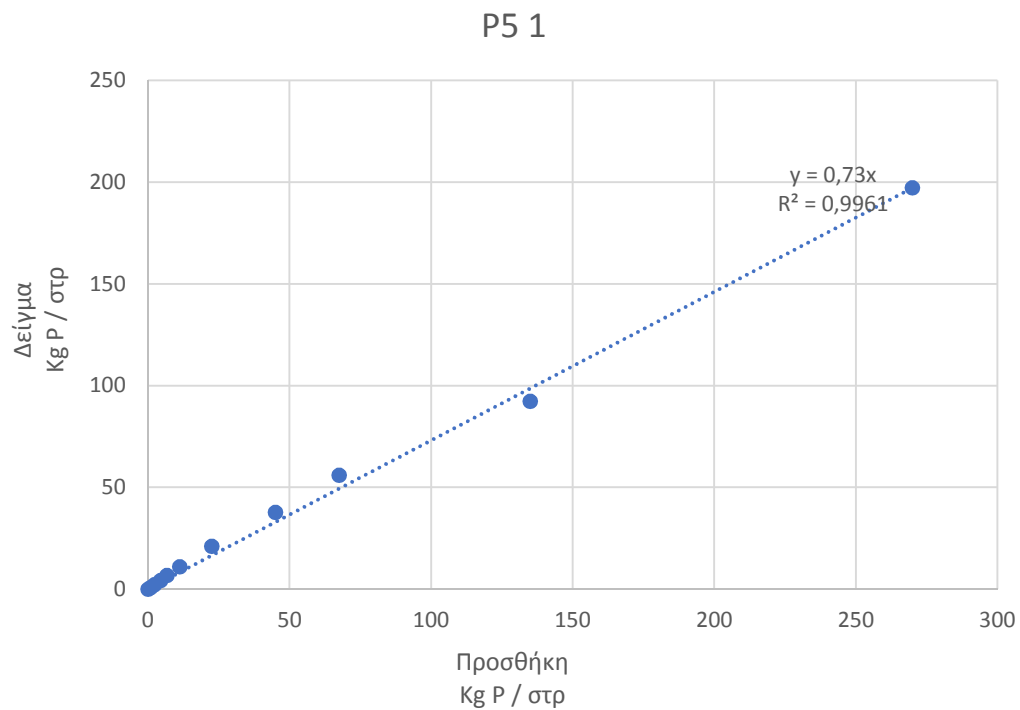
Διάγραμμα 63: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4 Bt2(90cm) σε κιλά/στρ



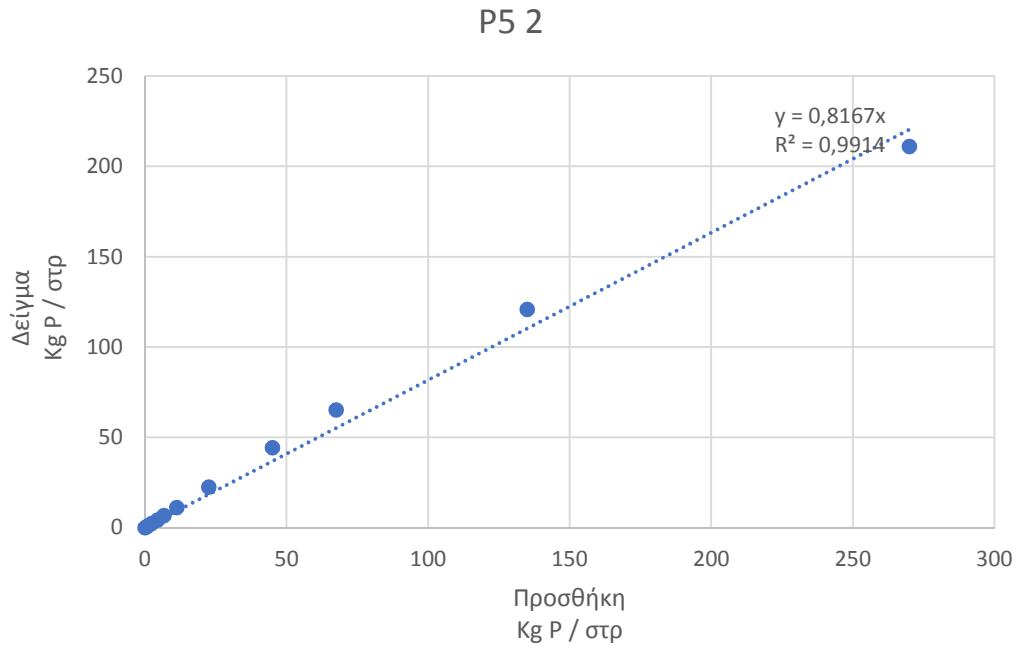
Διάγραμμα 64: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4C1(120cm) σε κιλά/στρ



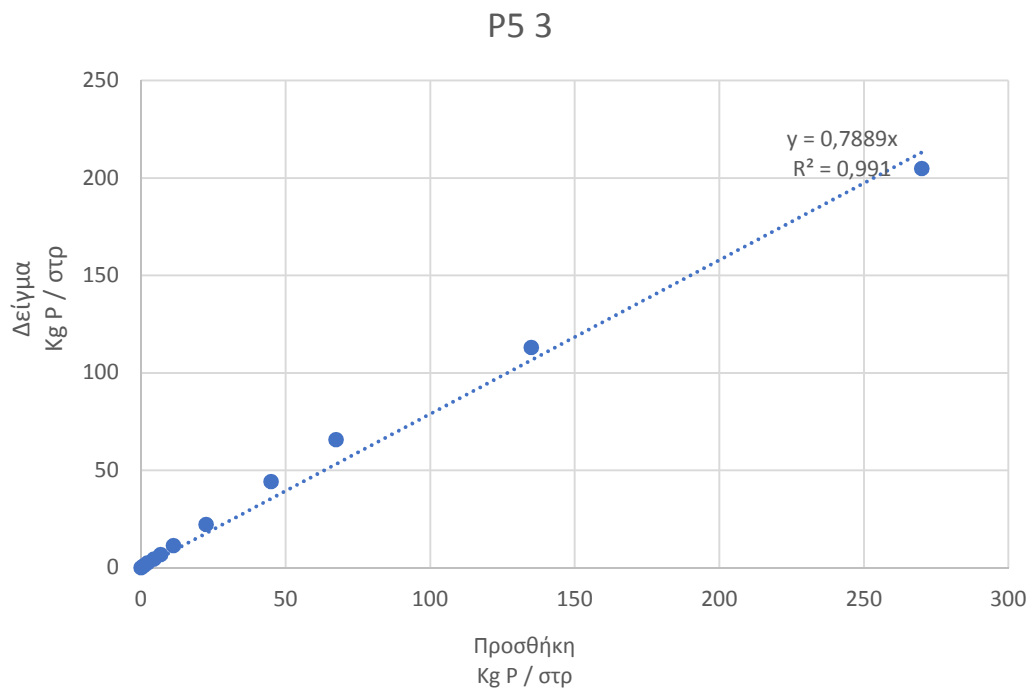
Διάγραμμα 65: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P4 C2(170cm) σε κιλά/στρ



Διάγραμμα 66: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 1(30cm) σε κιλά/στρ

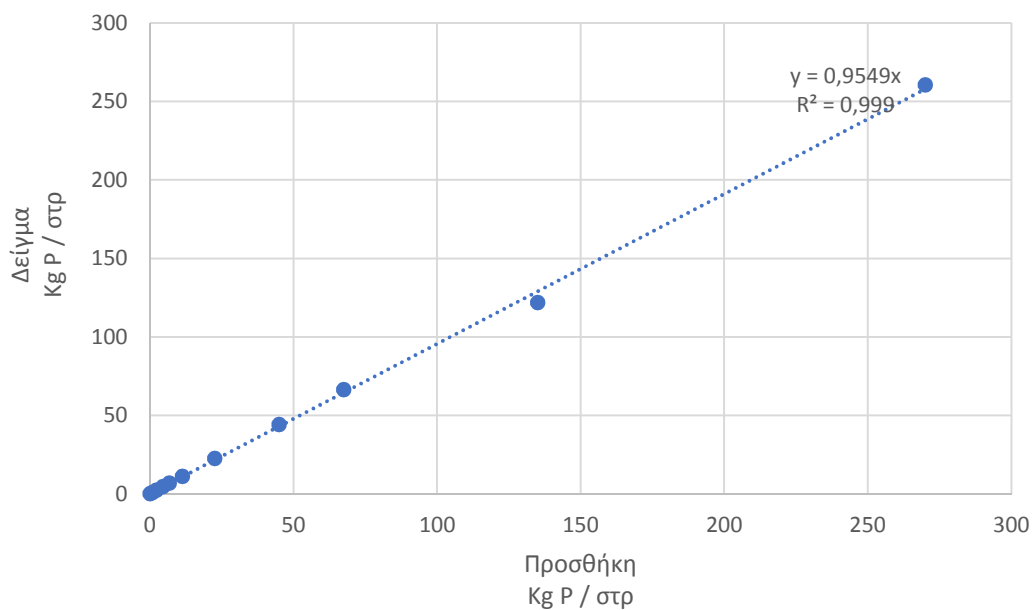


Διάγραμμα 67: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 2(55cm) σε κιλά/στρ



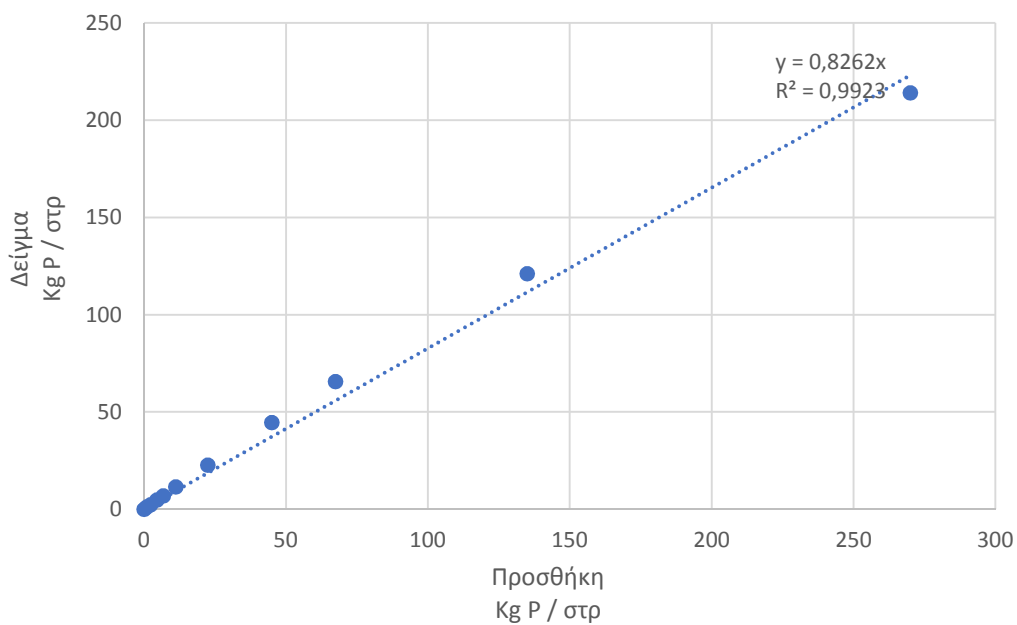
Διάγραμμα 68: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 3(108cm) σε κιλά/στρ

P5 4



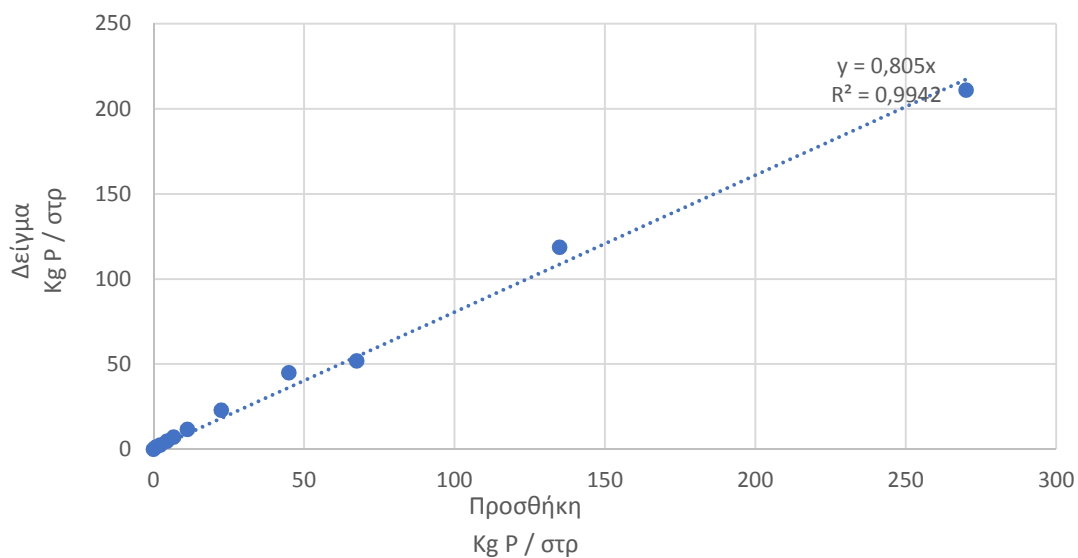
Διάγραμμα 69: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 4(118cm) σε κιλά/στρ

P5 5



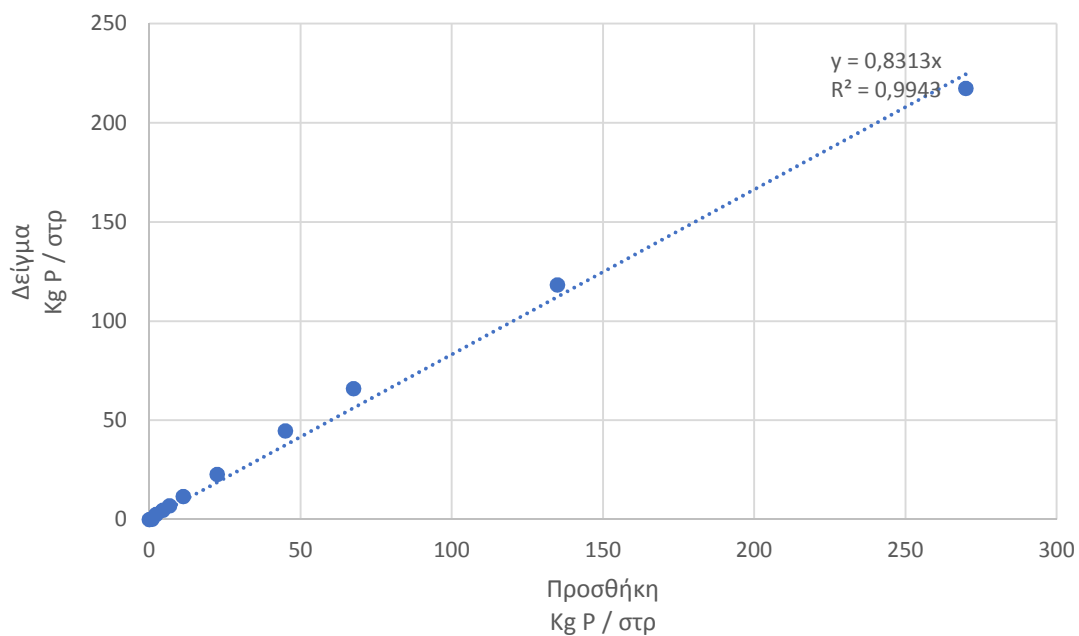
Διάγραμμα 70: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 5(160cm) σε κιλά/στρ

P5 6

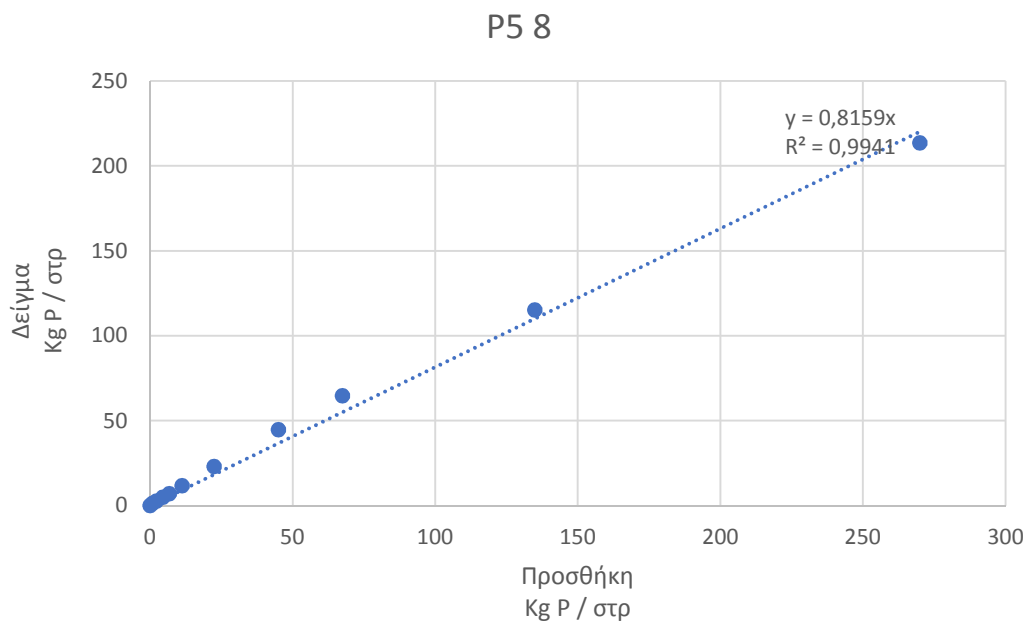


Διάγραμμα 71: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 6(190cm) σε κιλά/στρ

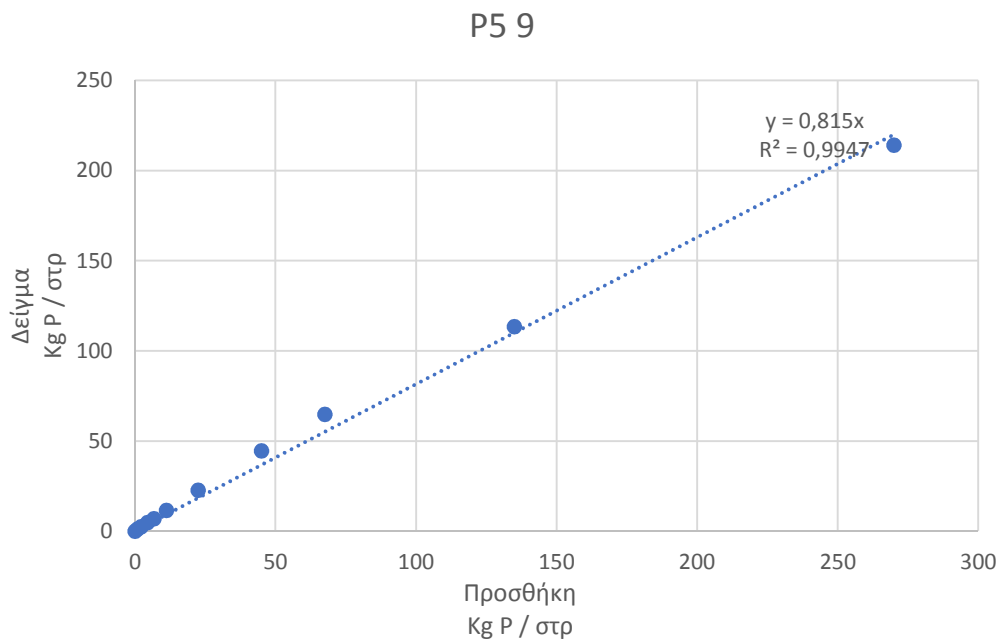
P5 7



Διάγραμμα 72: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 7(230cm) σε κιλά/στρ

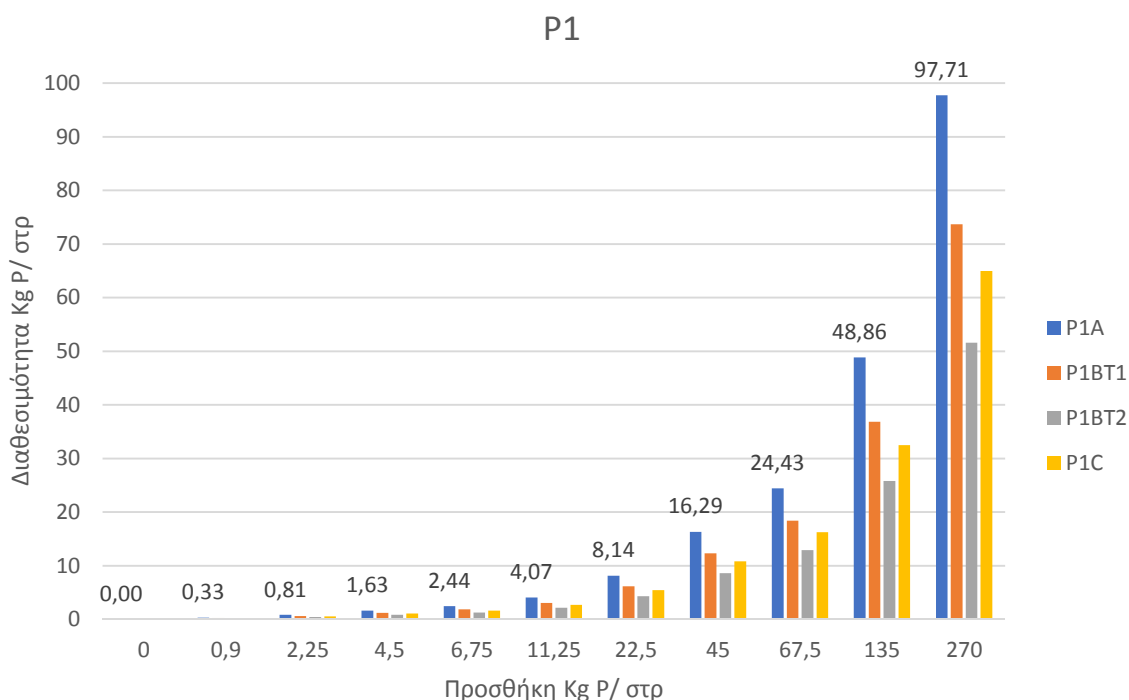


Διάγραμμα 73: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 8(265cm) σε κιλά/στρ



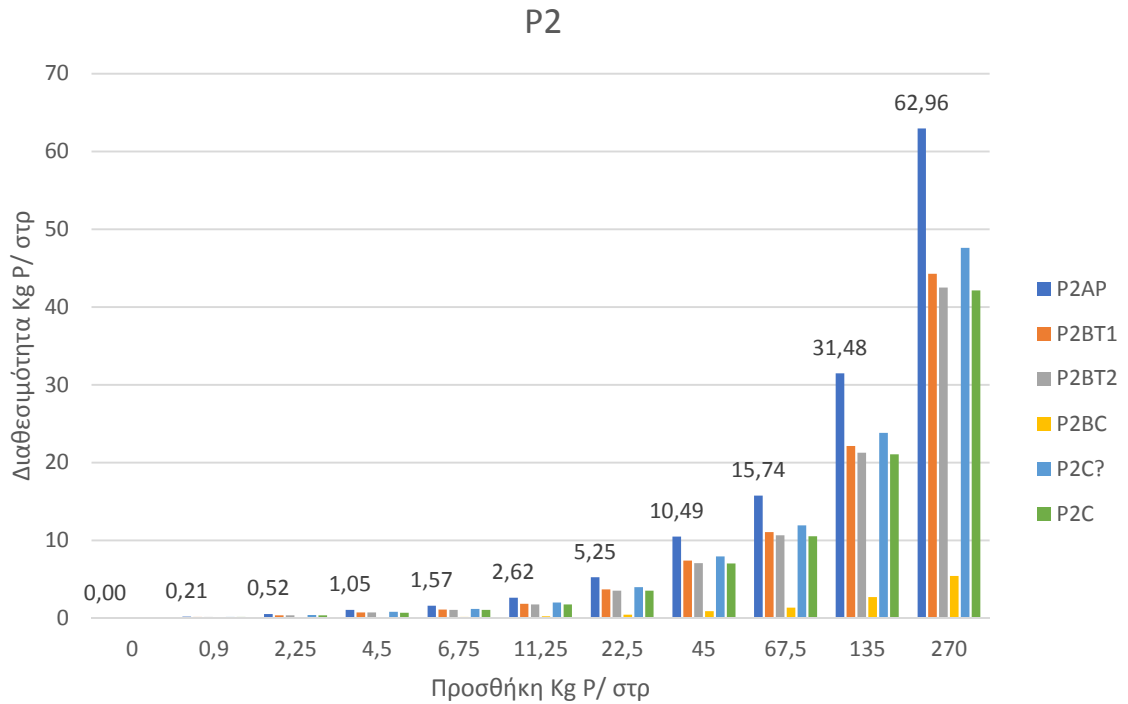
Διάγραμμα 74: Απεικόνιση της προσρόφησης του φωσφόρου του δείγματος P5 9(300cm) σε κιλά/στρ

Στα παραπάνω διαγράμματα 46-74 παρατηρούμε ότι με την προσθήκη κιλών φωσφόρου σε κάθε δείγμα η προσρόφηση του φωσφόρου ακολουθεί μια γραμμική αλληλουχία σύμφωνα με την εδαφοσυνάρτηση $y=a*x$.



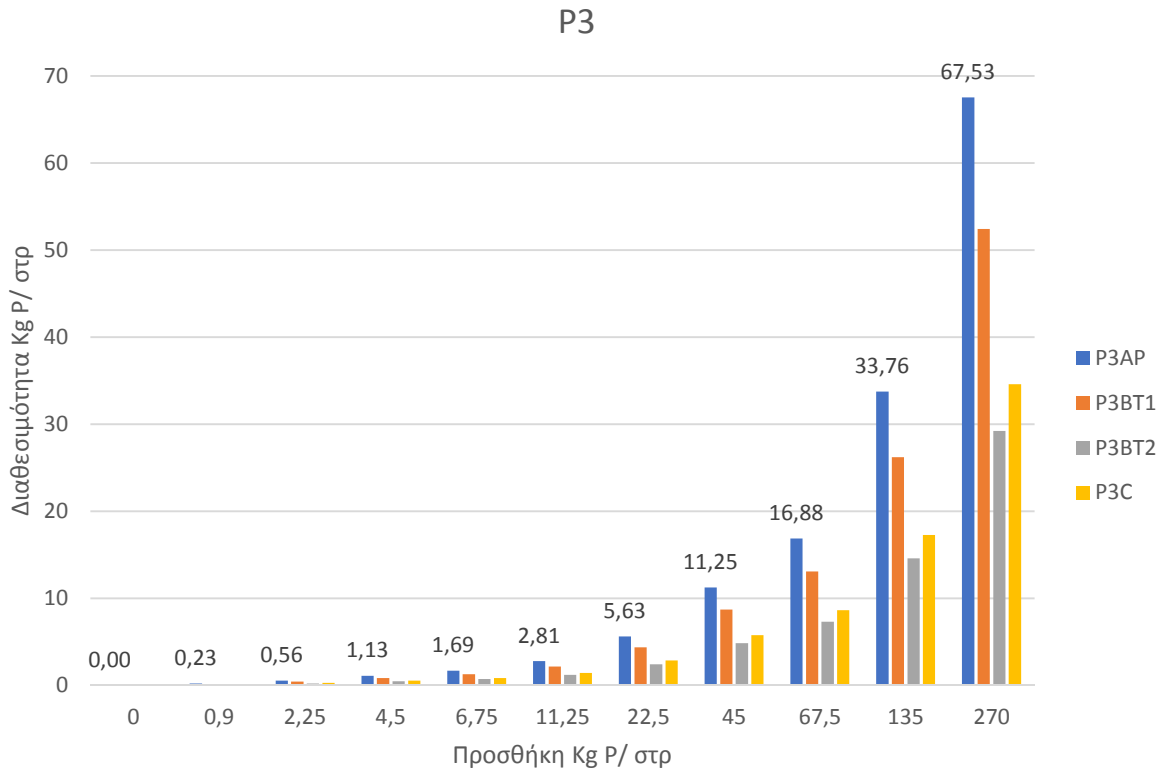
Διάγραμμα 75: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 1

Από την προσρόφηση του φωσφόρου, στο ανώτερο διάγραμμα διακρίνουμε η μεγαλύτερη διαθεσιμότητα του στοιχείου είναι στους δυο πρώτους εδαφικούς ορίζοντες καθώς αξιοσημείωτη είναι η παρουσία του και στον ορίζοντα C.



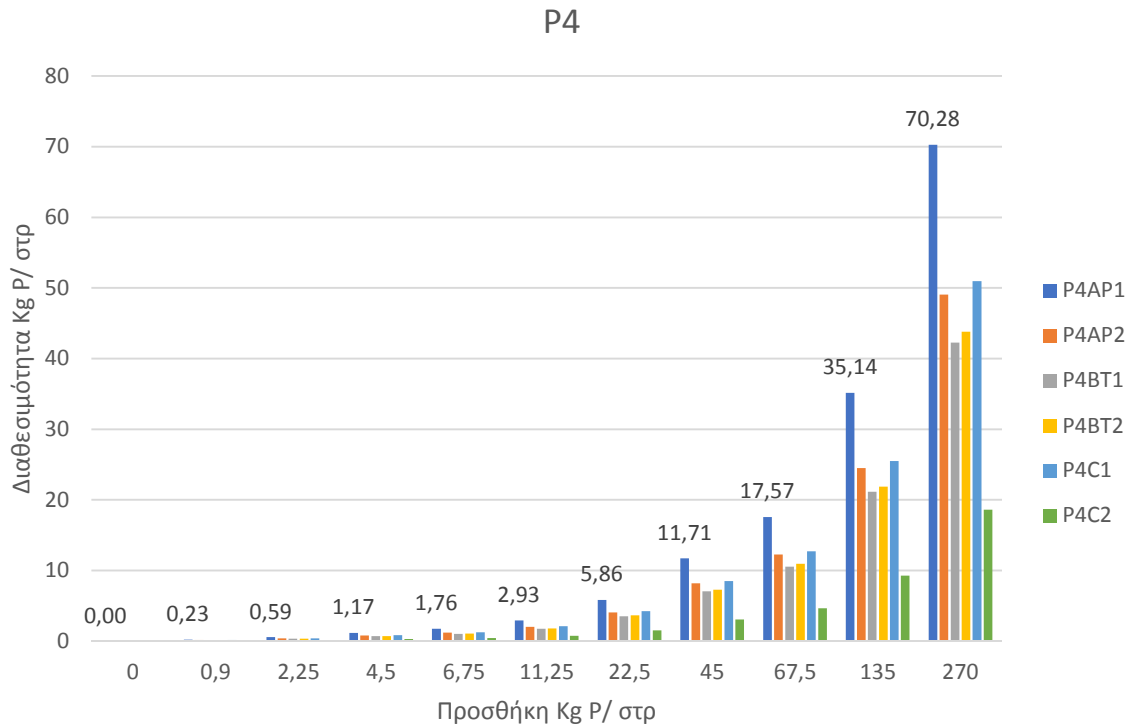
Διάγραμμα 76:Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 2

Στο διάγραμμα αυτό παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη διαθεσιμότητα P προς τα φυτά υπάρχει στον πρώτο εδαφικό ορίζοντα AP , αντίθετα ο BC έχει την μικρότερη διαθεσιμότητα. Οι υπόλοιποι ορίζοντες BT, C, βρίσκονται σχετικά προς υψηλή διαθεσιμότητα φωσφόρου.



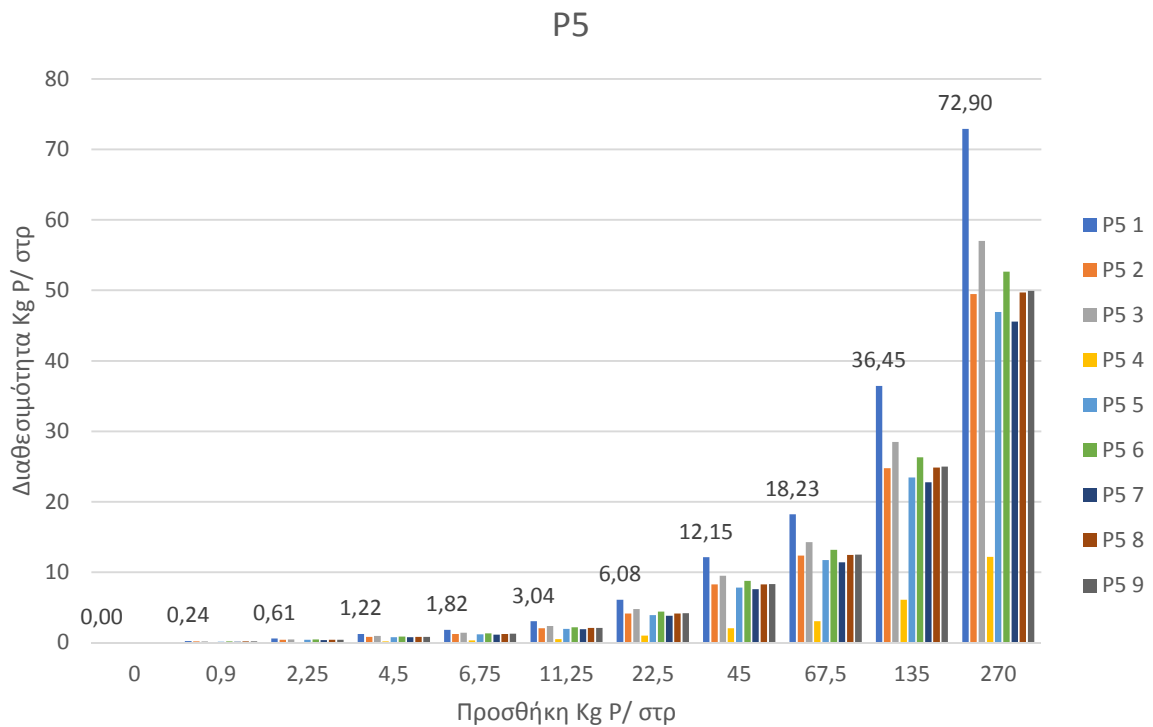
Διάγραμμα 77: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 3

Σε αυτό το προφίλ παρατηρείται σταδιακή μείωση διαθεσιμότητας P όσο αυξάνεται το βάθος με εξαίρεση τον Bt2 στον οποίο μειώνεται απότομα.



Διάγραμμα 78: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 4

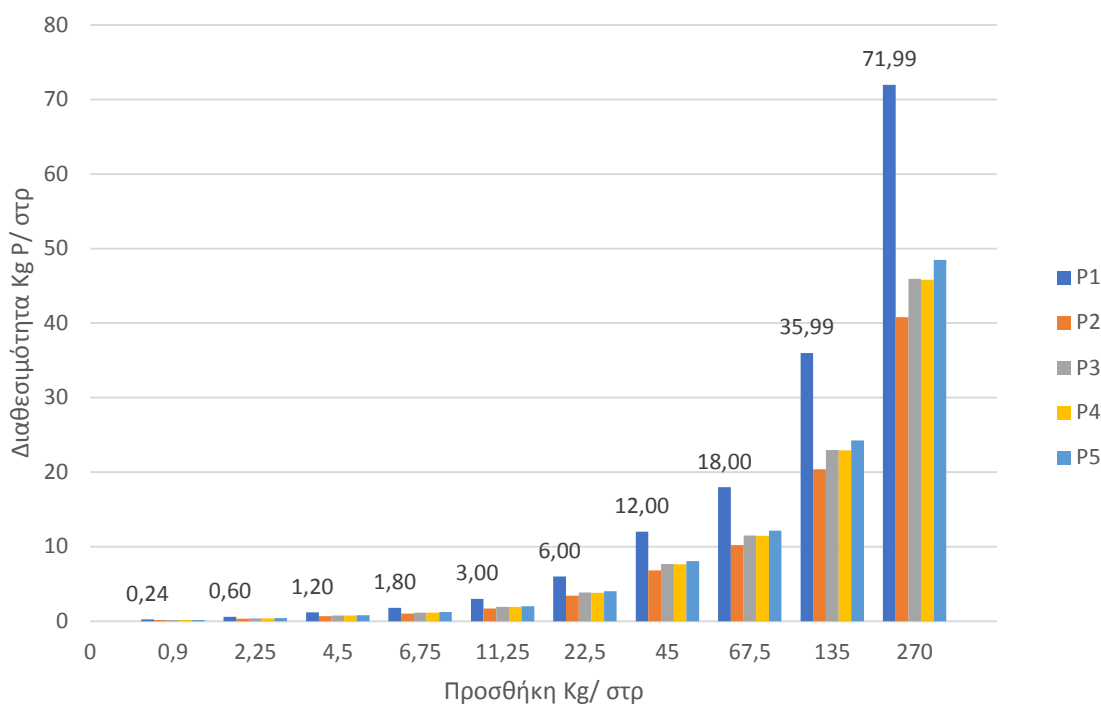
Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου κυμαίνεται σε σταθερά υψηλά επίπεδα στους ενδιάμεσους ορίζοντες σε αντίθεση με τον επιφανειακό όπου υπάρχει σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις. Στον ορίζοντα C2 φαίνεται απότομη μεταβολή.



Διάγραμμα 79: Απεικόνιση της διαθεσιμότητας του φωσφόρου για τους εδαφικούς ορίζοντες του προφίλ 5

Οι ακραίες τιμές διαθεσιμότητας φωσφόρου παρατηρούνται στον πρώτο ορίζοντα με βάθος 30cm και στον τέταρτο με 118cm, ενώ στους υπόλοιπους η διαθεσιμότητα κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα.

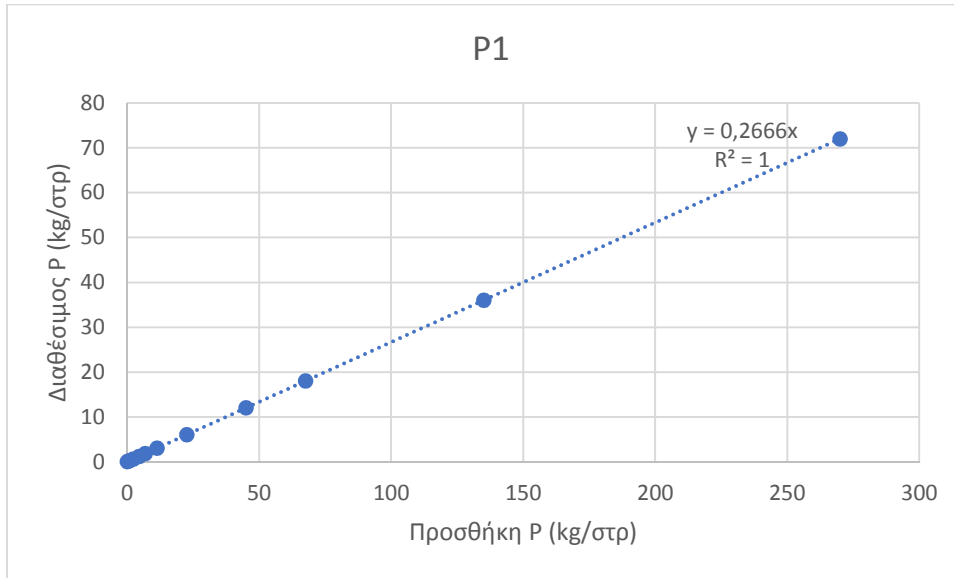
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ



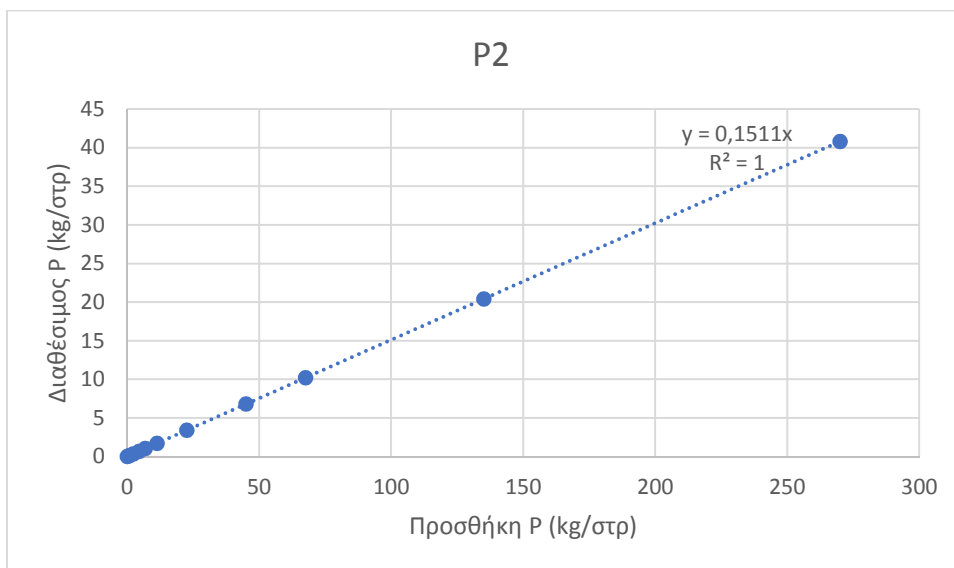
Διάγραμμα 80: Μέσος όρος της διαθεσιμότητας φωσφόρου για όλα τα προφίλ

Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε τον μέσο όρο διαθεσιμότητας του φωσφόρου ανά προφίλ σε σχέση με τον προστιθέμενο. Με τη διαδικασία της προσρόφησης διαπιστώνουμε ότι η διαθεσιμότητα του φωσφόρου προς τα φυτά είναι διαφορετική ανά εδαφικό προφίλ.

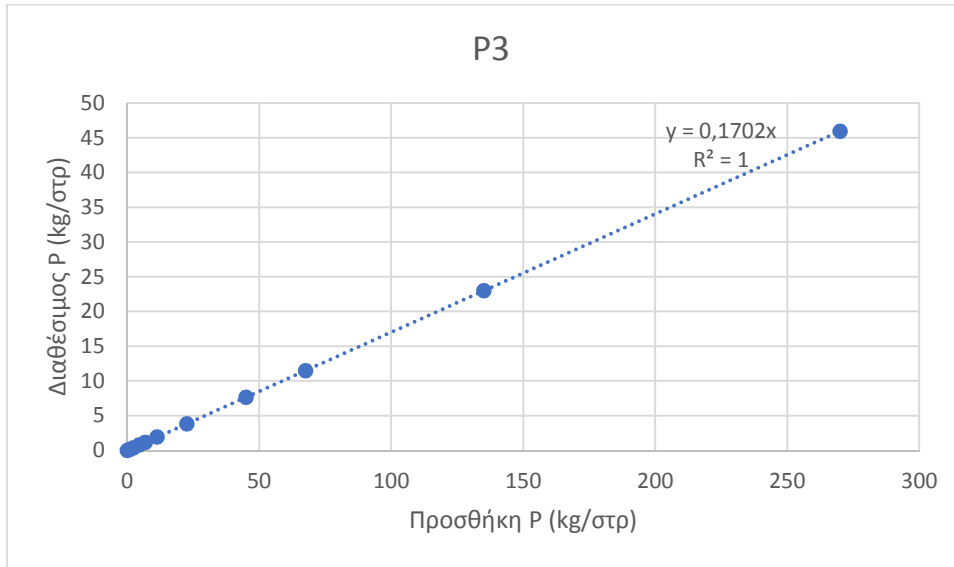
Από το διάγραμμα 80 είναι διακριτό ότι τα προφίλ κατά μέσο όρο, διαθέσιμο φώσφορο παρέχουν αφού τους χορηγηθεί μια ανάλογη ποσότητα όπως είδαμε κατά το πειραματικό μας κομμάτι που είναι τα 4,50 κιλά και άνω ανά στρέμμα. Βλέπουμε ότι το προφίλ P1 έχει την μεγαλύτερη διαθεσιμότητα, ακολουθεί το P5, P3, P4 και τέλος λιγότερη διαθεσιμότητα φωσφόρου παρέχει το προφίλ P2.



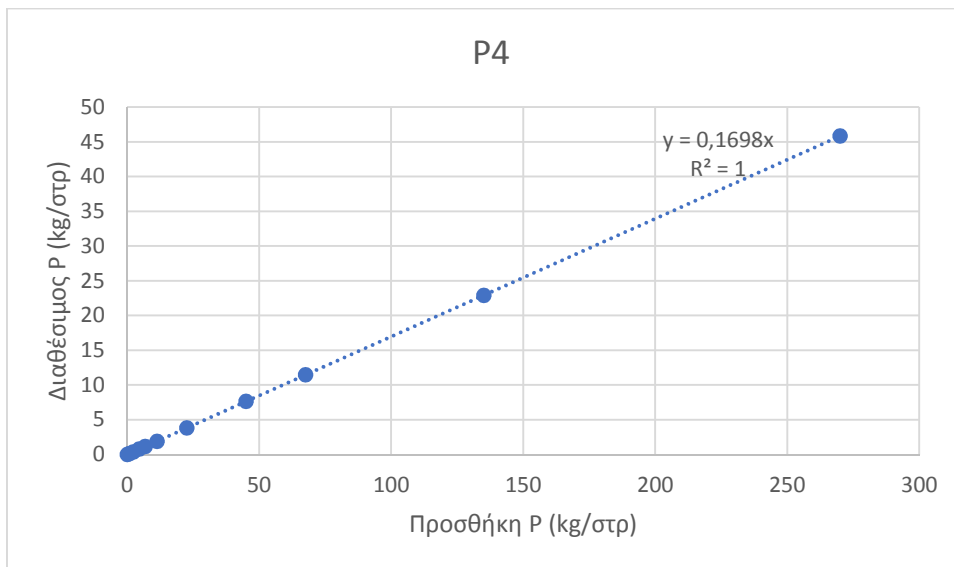
Διάγραμμα 81: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 1



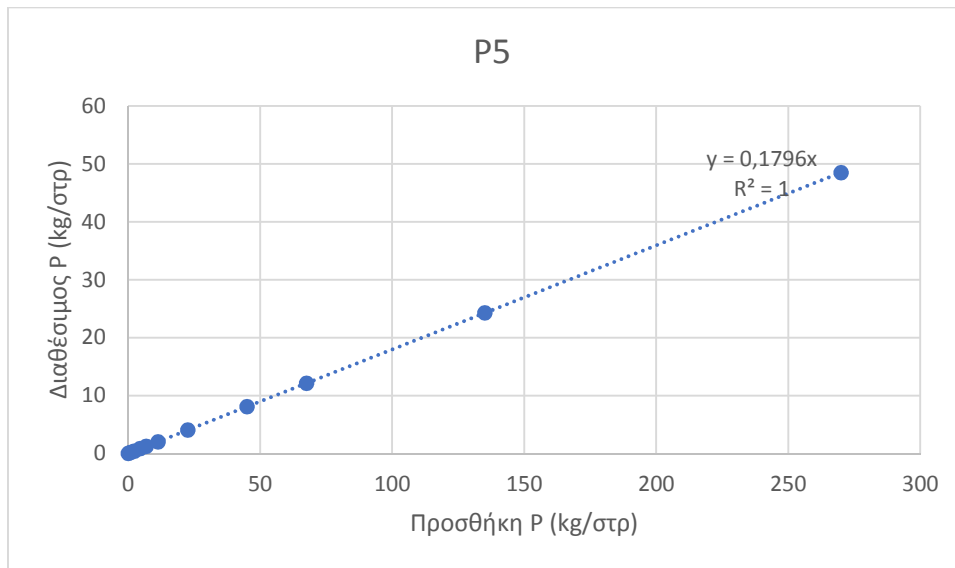
Διάγραμμα 82: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 2



Διάγραμμα 83: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 3



Διάγραμμα 84: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 4



Διάγραμμα 85: Συντελεστής συσχέτισης διαθεσιμότητας για το προφίλ 5

Με τα παραπάνω διαγράμματα απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για την διαθεσιμότητα του φωσφόρου ο οποίος προκύπτει από την προσρόφηση και φαίνεται ότι για κάθε προφίλ είναι διαφορετικός.

Συγκρίνοντας τους συντελεστές συσχέτισης της προσρόφησης και της διαθεσιμότητας διαπιστώνουμε ότι η ποσότητα του προσροφημένου φωσφόρου είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον άμεσο διαθέσιμο προς τα φυτά.

	absorbed (P)	available (P)
P1	$y=0,7334x$	$y=0,2666x$
P2	$y=0,8489x$	$y=0,1511x$
P3	$y=0,8298x$	$y=0,1702x$
P4	$y=0,8302x$	$y=0,1698x$
P5	$y=0,8097x$	$y=0,1796x$

Πίνακας 8: Σύγκριση συντελεστών προσρόφησης-διαθεσιμότητας φωσφόρου

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για τα εδάφη της περιοχής δειγματοληψίας, διαπιστώθηκε η ομοιομορφία του μητρικού υλικού από το οποίο προέρχονται.

Για όλα τα εδαφικά δείγματα, ανεξάρτητα από το βάθος του εδαφικού ορίζοντα, η προσρόφηση του φωσφόρου είναι εκθετική.

Η προσροφόμενη ποσότητα φωσφόρου στο έδαφος σε σχέση με την προστιθέμενη ποσότητα στο έδαφος ακολουθεί γραμμική εξίσωση για όλα τα δείγματα με συντελεστή από 0,73-0,99 και $R^2 = 0,99$

Η ποσότητα του διαθέσιμου φωσφόρου για τα φυτά αυξάνει γραμμικά με την αύξηση της προστιθέμενης ποσότητας μέσω της λίπανσης, με συντελεστή από 0,1-0,27 και $R^2 = 0,99$

Η διαφοροποίηση στους συντελεστές προσρόφησης μεταξύ των δειγμάτων, αποδεικνύει την αναγκαιότητα περαιτέρω μελέτης των εδαφών της περιοχής για την καλύτερη εκτίμηση της φωσφορικής λίπανσης.

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης, ορθότερος υπολογισμός της φωσφορικής λίπανσης των καλλιεργειών μπορεί να γίνεται μόνο με τον προσδιορισμό ισόθερμων απορρόφησης του φωσφόρου από εδάφη της ίδιας κλάσης κοκκομετρίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασάλα Παρασκευή, 1995, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο Δημοτικό Σχολείο, WWF και Ίδρυμα Μποδοσάκη, Έδαφος, Κάθετη τομή του εδάφους-Εδαφικοί ορίζοντες

(<http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=45>)

Βύρλας Π., Αρδευτική Μηχανική, ΤΕΙ Θεσσαλίας, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, εργαστήριο έδαφος και νερό, το έδαφος (<https://slideplayer.gr/slide/12398088/>)

Δόρδας Χρήστος, 2009, Μαθήματα γενικής γεωργίας, Σύγχρονη Παιδεία, Θρέψη των φυτών-λίπανση, σελ .234-235

Μουσουλιώτης Α., Σύσταση, Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες του εδάφους, Τμήμα Γεωργίας, Κλάδος χρήσης γης και ύδατος ([http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/\\$file/%CE%A3%CE%A5%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%97,%CE%A6%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20&%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20%CE%99%CE%94%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%95%CE%A3%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%9F%CE%A5%CE%A3.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/$file/%CE%A3%CE%A5%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%97,%CE%A6%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20&%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20%CE%99%CE%94%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%95%CE%A3%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%9F%CE%A5%CE%A3.pdf))

Μπαρούχας Π., 2004. Ανάλυση φασματικών χαρακτηριστικών χρώματος έδαφος της τάξεως των Alfisols”. Διδακτορική διατριβή, Γ.Π.Α., Αθήνα.

Μπαρούχας, Π., Κ. Χριστοδουλοπούλου, Α. Καμπράνης, Ι. Τσιρογιάννης, Κ. Ιωάννου, Σ. Συρμακέσης, Μ. Κατσή, Π. Παπαδάτος. 2019. SOILSYS-RHOS: Μέθοδος για την ταχεία εκτίμηση του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου με χρήση αντιδραστηρίων μικρού όγκου, κατάλληλη για ρομποτικά συστήματα. 29ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών 15-18 Οκτωβρίου 2019, Πάτρα, σελ. 218.

Σάββας Δημήτριος, 2016, Αθήνα ,Γενική λαχανοκομία εργαστήριο κηπευτικών καλλιεργειών, κεφ. Λίπανση κηπευτικών, φωσφορούχος λίπανση, σελ. 516-517.

Σινάνης Κωνσταντίνος, Ηράκλειο 2008, Εδαφολογία, ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, εισαγωγή, σελ. 6.

Σφακιανάκη Μ, Μαγάλιου Κ, Μπότσαρης Ι, 2011 Έδαφος, Ρύπανση, Διάβρωση, Ερημοποίηση, Προγράμματα ανοικτών περιβαλλοντικών τάξεων "Καλλιστώ", σελ. 6-7.

Gee, G.W and Bauder, J.W., 1986. Particle size analysis. In: A. Klute (Editor), Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd ed. Agronomy Monograph 9, ASA and SSSA, Madison, WI, pp.383-411.

Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger, Ian Max Moller, Angus Murphy, 2015, USA, Plant Physiology and Development (φυσιολογία και ανάπτυξη φυτών), δεύτερη ελληνική έκδοση, Ανόργανη θρέψη, Απαραίτητα θρεπτικά, ανεπάρκεια θρεπτικών και τροφοπενίες, φώσφορος, σελ. 137-138.

Page A.L., R.H. Miller, and D.R. Buxton. (eds.). 1982. Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy 9. 2nd edition. Am. Soc. of Agronomy, Inc. Madison, Wi.

Schachtman, D.P., Reid, R.J., & Ayling, S.M., 1998, Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. Plant Physiol. 116, 447-453.

Schwertmann, U., 1964. Differenzierung der Eisenoxide der Bodens durch photochemische Extraktion mit saurer Ammoniumoxalat-losung. Z. Pflanzenernahr., Dung. Bodenk., 105:194-202.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (Editor), Methods of Soil Analysis. Part 3, SSSA Book Series 5, SSSA, Madison, WI, pp.475-490.

Τα κύρια συστατικά του εδάφους, πορώδες:

(https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture_1_Ardeuseis_2019.pdf)

Φώσφορος στα φυτά:

(<http://gavriel.gr/language/el/φωσφορος/>)

Γεωγραφικά στοιχεία και κλίμα:

(<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/ilia/pr17ge.pdf>)

Πηγές εικόνων

Εικόνα 1: <http://blankdiagrams.dianasplace.it/diagram/acid-soil-diagram>

Εικόνα 2: <https://slideplayer.gr/slide/12398088/>