



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

<<Διερεύνηση μεθόδων για την εκτίμηση της ειδικής
ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε εδάφη της Δυτικής
Ελλάδας – Μελέτη περίπτωσης 1>>

Μπούσουλα Βαγιάννα

A.M.:11864

Επιβλέπων Καθηγητής:

Παντελής Μπαρούχας, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αμαλιάδα 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ-ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	10
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	11
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	12
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	13
ABSTRACT.....	14
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	15
1.1 Έδαφος.....	15
1.2 Προβληματικά εδάφη.....	18
1.3 Αλατούχα-Αλκαλιωμένα.....	19
1.4 Χαρακτηριστικά Αλκαλιωμένων.....	19
1.4.1 Βαθμός Αλκαλίωσης.....	19
1.4.2 Λόγος Προσρόφησης.....	19
1.4.3 ΡΗ.....	20
1.4.4 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.....	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	22
2.1 Περιγραφή περιοχής νομού Ηλείας.....	22
2.2 Περιγραφή περιοχής νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	23
2.3 Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων.....	23
2.3.1 Δειγματοληψία εδάφους με τη μέθοδο LUCAS.....	23
2.3.2 Global Positioning System (GPS).....	25

2.4 Πειραματική διαδικασία	27
2.4.1 Μέτρηση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας και pH του εδάφους.....	27
2.4.2 Προσδιορισμό Βασικών κατιόντων με χρήση Φασματοφωτομετρίας εκπομπής Φλογοφωτόμετρο και ατομικής απορρόφησης	34
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	42
3.1 Αποτελέσματα PH.....	42
3.2 Αποτελέσματα Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.....	43
3.3 Αποτελέσματα Προσρόφησης του Νατρίου.....	50
3.4 Αποτελέσματα Βασικών Κατιόντων	54
3.4.1 Αποτελέσματα από τις μετρήσεις καλίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας.....	54
3.4.2 Αποτελέσματα νατρίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας.....	61
3.4.3 Αποτελέσματα ασβεστίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας.....	67
3.4.4 Αποτελέσματα μαγνησίου με τη μέθοδο της φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.....	74
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ:

Εικόνα 1: Συστατικά εδάφους.....	15
Εικόνα 2: Μηχανική σύσταση εδάφους.....	15
Εικόνα 3: Τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών.....	16
Εικόνα 4 : Ανάλυση του τριγώνου της μηχανικής ανάλυσης των εδαφών.....	17
Εικόνα 5: Κατηγοριοποίηση PH.....	20
Εικόνα 6: Κατάταξη EC ανάλογα το ποσοστό αλατότητας.....	21
Εικόνα 7 : Τύπος Rhoades et.al. 1976.....	22
Εικόνα 8: Σχηματισμός δορυφόρων γύρω από τη γη.....	25
Εικόνα 9 : Μέτρηση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με τη χρήση οργάνου (αγωγιμόμετρο).....	27
Εικόνα 10: Μέτρηση PH με Πεχάμετρο.....	28
Εικόνα 11: Δοχείο των 120 ml (ουρομπόξ).....	30
Εικόνα 12:Αναλυτικός Ζυγός.....	30
Εικόνα 13: Ογκομετρικός Κύλινδρος διαβαθμισμένος στα 100ml.....	30
Εικόνα 14: Γυάλινοι Ράβδοι Ανάδευσης.....	30
Εικόνα 15: Ανακινητήρας στο 1:2	30
Εικόνα 16: Ανακινητήρας στο 1:5.....	30
Εικόνα 17: Ογκομετρική Φιάλη 100ml	31
Εικόνα 18: Φίλτρα Διήθησης	31
Εικόνα 19: Γυάλινο Χωνί Διήθησης.....	31
Εικόνα 20: Δοκιμαστικοί Σωλήνες 12 ml και Στατώ	31
Εικόνα 21: Αποθήκευση στο ψυγείο πριν τη μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων...31	
Εικόνα 22: Αριστερά Σπάτουλα ογκομετρικής μέτρησης (20ml), δεξιά σπάτουλα εργαστηρίου	32
Εικόνα 23: Πλαστικά Κυλινδρικά Δοχεία με δείγμα εδάφους.....	32
Εικόνα 24: Ζύγισμα δειγμάτων πριν τα φτιάξουμε για πάστα.....	32
Εικόνα 25 :Δεξιά Υδροβολέας, Αριστερά Ποτήρι Ζέσεως.....	33
Εικόνα 26: Πιπέτα.....	33

Εικόνα 27: Δημιουργία πάστας.....	34
Εικόνα 28:Τετράδες με το ίδιο βάρος για να μπουν στη φυγόκεντρο.....	34
Εικόνα 29,30: Φυγόκεντρο.....	34
Εικόνα 31: Κατηγορίες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων του εδάφους.....	35
Εικόνα 32,33,34: Φλογοφωτόμετρο.....	37
Εικόνα 35: Σωληνάκι που μπαίνει το δείγμα για να μετρηθεί.....	38
Εικόνα 36:Στάνταρ ασβεστίου.....	38
Εικόνα 37: Στάνταρ καλίου.....	38
Εικόνα 38: Στάνταρ νατρίου.....	38
Εικόνα 39: Δείγματα για μέτρηση.....	40
Εικόνα 40,41,42: Φασματοσκόπιο ατομικής απορρόφησης.....	40
Εικόνα 43,44,45: Αποτελέσματα μετρήσεων.....	41
Εικόνα 46: Μέτρηση δειγμάτων.....	41
Διάγραμμα 1: Μέσος όρος ΡΗ στη μέθοδο 1:2, 1:5 σε όλα τα δείγματα.....	42
Διάγραμμα 2: Συσχέτιση τιμών ρΗ μεταξύ μεθόδων (1:2) και (1:5).....	43
Διάγραμμα 3: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα (μS/cm)	43
Διάγραμμα 4: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2 και 1:5 (μS/cm)	44
Διάγραμμα 5: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2 και πάστα (μS/cm)	44
Διάγραμμα 6: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (μS/cm)	45
Διάγραμμα 7: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα(μS/cm)	45
Διάγραμμα 8: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2 και 1:5 (μS/cm)	46
Διάγραμμα 9: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2 και πάστα (μS/cm)	46
Διάγραμμα 10: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (μS/cm)	47

Διάγραμμα 11: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	47
Διάγραμμα 12: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2 και 1:5 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	48
Διάγραμμα 13: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2 και πάστα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	48
Διάγραμμα 14: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	49
Διάγραμμα 15: Συσχέτιση τιμών EC μεταξύ μεθόδων 1:2, 1:5 και πάστες ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	49
Διάγραμμα 16: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5.....	50
Διάγραμμα 17: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο 1:5 και πάστα.....	50
Διάγραμμα 18: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου.....	51
Διάγραμμα 19: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5.....	51
Διάγραμμα 20: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο 1:5 και πάστα.....	52
Διάγραμμα 21: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου.....	52
Διάγραμμα 22: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5.....	53
Διάγραμμα 23: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο 1:5 και πάστα.....	53
Διάγραμμα 24: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου.....	54
Διάγραμμα 25: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	54
Διάγραμμα 26: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	55
Διάγραμμα 27: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	55

Διάγραμμα 28: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	56
Διάγραμμα 29: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	56
Διάγραμμα 30: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	57
Διάγραμμα 31: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	57
Διάγραμμα 32: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	58
Διάγραμμα 33: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	58
Διάγραμμα 34: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	59
Διάγραμμα 35: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	59
Διάγραμμα 36: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	60
Διάγραμμα 37: Συσχέτιση τιμών Κ μεταξύ μεθόδων 1:5, παστών και οξικού αμμωνίου (ppm).....	60
Διάγραμμα 38: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 ,πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	61
Διάγραμμα 39: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	61
Διάγραμμα 40: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου (ppm).....	62
Διάγραμμα 41: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	62
Διάγραμμα 42: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικού αμμωνίου(ppm)	63
Διάγραμμα 43: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)	63
Διάγραμμα 44: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	64
Διάγραμμα 45: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm)....	64
Διάγραμμα 46: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	65

Διάγραμμα 47: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	65
Διάγραμμα 48: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm)	66
Διάγραμμα 49: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου (ppm)	66
Διάγραμμα 50: Συσχέτιση τιμών Na μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	67
Διάγραμμα 51: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	67
Διάγραμμα 52: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	68
Διάγραμμα 53: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	68
Διάγραμμα 54: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm)	69
Διάγραμμα 55:Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm)	69
Διάγραμμα 56: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm)	70
Διάγραμμα 57: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	70
Διάγραμμα 58: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστας (ppm).....	71
Διάγραμμα 59: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	71
Διάγραμμα 60: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστας(ppm)	72
Διάγραμμα 61: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	72
Διάγραμμα 62: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	73
Διάγραμμα 63: Συσχέτιση τιμών Ca μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	73
Διάγραμμα 64: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 ,πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	74

Διάγραμμα 65: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	74
Διάγραμμα 66: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	75
Διάγραμμα 67: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm)	75
Διάγραμμα 68: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	76
Διάγραμμα 69: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5 (ppm).....	76
Διάγραμμα 70: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm).....	77
Διάγραμμα 71: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	77
Διάγραμμα 72: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	78
Διάγραμμα 73: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα (ppm).....	78
Διάγραμμα 74: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)	79
Διάγραμμα 75: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)	79
Διάγραμμα 76: Συσχέτιση τιμών Mg μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm).....	80

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ-ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ:

EC -> Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (electrical conductivity)

EC_e -> Ηλεκτρική Αγωγιμότητα εδάφους

PH -> Ποσοστό Υδρογόνου (potential hydrogen)

Ppm -> Περιεκτικότητα του εκατομμυριοστού (parts per million)

Na -> Νάτριο

Ca -> Ασβέστιο

K -> Κάλιο

Mg -> Μαγνήσιο

gr -> γραμμάρια

ESP -> Exchangeable Sodium Percent (βαθμός αλκαλίωσης)

SAR -> Sodium Adsorption Ration (Λόγος προσρόφησης του νατρίου)

ds/m -> Deci Siemens

ml -> milliliter (Χιλιοστόλιτρο σε Λίτρα)

mol -> Γραμμομόριο [είναι μονάδα μέτρησης προσδιορισμού ύλης ενός σώματος στο SI(Διεθνές Σύστημα Μονάδων)]

L -> Λίτρο

Εκ -> Εκατοστά

mm -> Χιλιοστόμετρο (milimetre)

cmol/kg -> centimole per kilogram

τχλμ -> Τετραγωνικά χιλιόμετρα

μ -> Μέτρα

km -> Χιλιόμετρα

E.E -> Ευρωπαϊκή Ένωση

ID -> Ταυτότητα

Sec -> Δευτερόλεπτα

Nm -> Νανόμετρο

Cm -> Εκατοστά

LUCAS -> Land Use and Cover Area Frame Survey (Χρήση γης/Κάλυψη της Περιοχής)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Παντελή Μπαρούχα για την πολύτιμη βοήθειά του και τον χρόνο που μου αφιέρωσε για αυτήν την πειραματική εργασία. Επίσης ευχαριστώ τον κ. Κουλόπουλο για την συνδρομή του μέσα στο εδαφολογικό εργαστήριο. Ευχαριστώ θερμά όλους τους καθηγητές του τμήματος για τις πολύτιμες γνώσεις που μας πρόσφεραν απλόχερα. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την στήριξη και την υπομονή που έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ:

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Δυτικής Ελλάδος με έδρα την Αμαλιάδα νυν Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών.

Η έρευνα της εργασίας επικεντρώνεται στη διερεύνηση μεθόδων για τη μέτρηση της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε εδάφη της Δυτικής Ελλάδας καθώς κι άλλων περιοχών της χώρας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε εδάφη της Δυτικής Ελλάδας και συγκεκριμένα από τους νομούς Ηλείας και Αιτωλοακαρνανίας. Η διαδικασία διεξάγεται με τον τρόπο της δειγματοληψίας και μέτρησης στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του τμήματος. Η μέτρηση αφορά το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους σε σχέση με την αλατότητα του καθώς και τον προσδιορισμό βασικά κατιόντα όπως το κάλιο, το νάτριο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Χρησιμοποιούνται μεθοδολογίες για τον προσδιορισμό της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε αιώρημα εδάφους/νερού 1:2, 1:5 και σε πάστα κορεσμού που παρουσιάζονται στο τέλος της εργασίας σε μορφή διαγραμμάτων. Τα αποτελέσματα της πτυχιακής εργασίας έδειξαν ότι στις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας τα εδάφη ήταν αλκαλικά και με υψηλά ποσοστά αλατότητας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους, αλατότητα εδάφους.

ABSTRACT:

The purpose of this project is to examine samples of soil extracted from the prefectures of Ilia, Etoloakarnania and other areas of Greece. The process is carried out by the means of sampling and measurement in the soil laboratory of the University. The measurement analyzes the pH, the electrical conductivity of the soil in relation to its salinity as well as the detection of some basic cations such as potassium, sodium, calcium and magnesium. Methodologies such as testing EC in suspensions soil /water (1:2, 1:5) and saturation paste are also used in order to be presented at the end of the research in the form of diagrams. The results of the dissertation showed that the soils in the prefectures of West Greece are alkaline having high percentages of salinity.

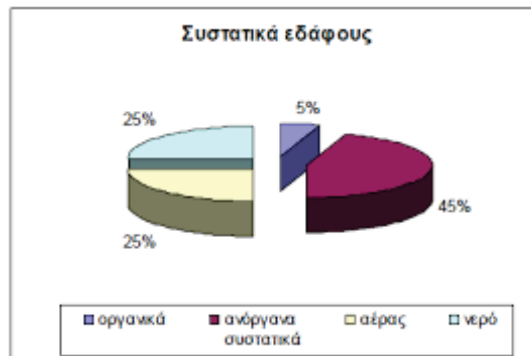
KEYWORDS:

Soil Salinity, Soil electrical conductivity

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ– ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ:

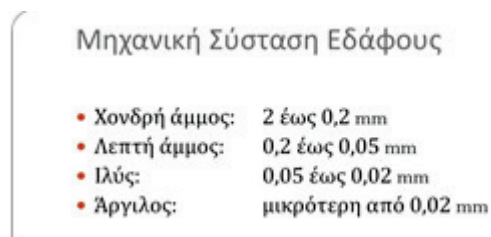
1.1 Έδαφος:

Το έδαφος «γεννήθηκε» από την αποσύνθεση διαφόρων πετρωμάτων του πλανήτη που προκλήθηκε εξαιτίας ποικίλων καιρικών φαινομένων. Έτσι, έδαφος ονομάζεται το ανώτερο επίστρωμα της γης το οποίο καλλιεργείται σε βάθος 35-50 εκ. Το τμήμα ακριβώς από κάτω ονομάζεται υπέδαφος από όπου ξεκινούν κι οι ρίζες των φυτών που φτάνουν στα 1,5-2 μέτρα. Τα συστατικά του εδάφους είναι οργανικά και ανόργανα καθώς επίσης το νερό κι ο αέρας.



Εικόνα 1: Συστατικά εδάφους.

Το έδαφος χωρίζεται σε τρεις τύπους που είναι ή άμμος(ελαφριά εδάφη), η άργιλος(βαριά) κι η ιλύς (μέσης κατηγορίας). Στη συνέχεια αυτοί οι τύποι διακρίνονται σε 12 κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης.



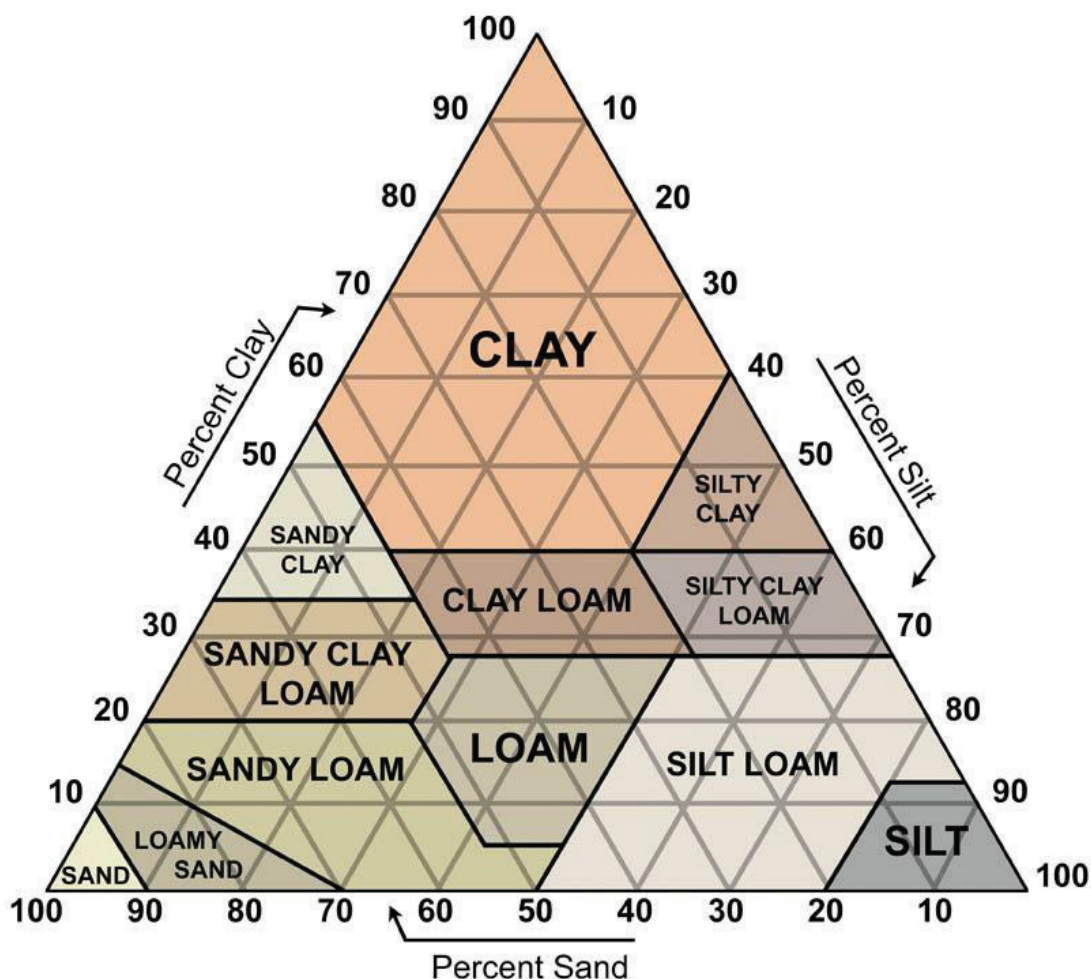
Εικόνα 2: Μηχανική σύσταση εδάφους

Η άμμος (ελαφριά εδάφη) έχει μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων. Είναι εύκολη στην καλλιέργεια και στην ανάπτυξη ρίζας καθώς και στη μετακίνηση του νερού και του αέρα εντός του εδάφους. Απαιτείται συχνή και μικρή δόση λίπανσης.

Η άργιλος (βαριά) έχει την ιδιότητα να συγκρατεί μεγάλη ποσότητα υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων. Παρουσιάζει δυσκολία στην πραγματοποίηση καλλιέργειας και στη λειτουργία του εδάφους λόγω υγρασίας. Δημιουργεί πρόβλημα στην ανάπτυξη της ρίζας, στον αερισμό και στην στράγγιση του νερού. Τα βαριά ανάλογα με τα ποσοστά της άμμου, της αργίλου και της ιλύος χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες. α) Αργιλοπηλώδη, β) Αργιλοαμμώδη, γ) Ιλυοαργιλώδη.

Η ιλύς (μέση κατηγορία) έχει στοιχεία από τους δύο παραπάνω τύπους. Περιέχει περίπου ίσες αναλογίες άμμου, αργίλου και ιλύος. Πρόκειται για ένα κατάλληλο έδαφος που δε δημιουργεί πρόβλημα στην ανάπτυξη των φυτών. Και διακρίνεται στις εξής υποκατηγορίες.

α) Πηλοαμμώδη, β) Αμμοαργιλοπηλώδη, γ) Ιλυώδη, δ) Ιλυοπηλώδη, ε) Ιλυοαργιλοπηλώδη.



Εικόνα 3: Τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών

Αμμώδη εδάφη ή ελαφράς σύστασης	Αμμώδη	S	Sand
	Πηλοαμμώδη	LS	Loamy sand
Πηλώδη εδάφη ή μέσης σύστασης	Αμμοπηλώδη	SL	Sandy loam
	Πηλώδη	L	Loam
	Ιλοπηλώδη	SiL	Silty loam
	Ιλώδη	Si	Silt
	Αμμοαργιλοπηλώδη	SCL	Sandy clay loam
	Αργιλοπηλώδη	CL	Clay loam
	Ιλοαργιλοπηλώδη	SiCL	Silty clay loam
Αργιλώδη εδάφη ή βαριάς σύστασης	Αμμοαργιλώδη	SC	Sandy clay
	Ιλοαργιλώδη	SiC	Silty Clay
	Αργιλώδη	C	Clay

Εικόνα 4 : Ανάλυση του τριγώνου της μηχανικής ανάλυσης των εδαφών

Για να θεωρήσουμε ότι ένα έδαφος είναι κατάλληλο για χρήση πρέπει να είναι ποιοτικό δηλαδή ικανό να εκτελεί τις εξής λειτουργίες.

- 1) Διατήρηση βιολογικής ποικιλομορφίας (δραστηριότητα και παραγωγικότητα
- 2) Ρύθμιση ροής νερού και διαλυμένης ουσίας
- 3) Φιλτράρισμα οργανικών κι ανόργανων υλικών
- 4) Αποθήκευση βασικών κατιόντων και άνθρακα αλλά και την ανακύκλωσή τους
- 5) Φυσική σταθερότητα και υποστήριξη

1.2 Προβληματικά Εδάφη:

Ένα έδαφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως προβληματικό όταν δεν μπορεί να αναπτυχθεί εντός αυτού ένα φυτό ή όταν διακόπτει κάποια λειτουργία ανάπτυξής του. Εδώ πρέπει να επισημάνουμε ότι ένα έδαφος μπορεί να θεωρηθεί προβληματικό για μία συγκεκριμένη καλλιέργεια ενώ για κάποια άλλη να θεωρηθεί άριστο. Οπότε θα πρέπει να αναζητήσουμε άλλους παράγοντες επιρροής όπως είναι η εδαφογένεσή του εδάφους. Δηλαδή του μητρικού υλικού, του κλίματος, του χρόνου, του ανθρωπογενή παράγοντα, της χλωρίδας και της πανίδας.

Το έδαφος ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του δηλαδή το ΡΗ, την οργανική ουσία, το ανθρακικό ασβέστιο, την ηλεκτρική αγωγιμότητα (την οποία και θα μελετήσουμε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία) και άλλους παράγοντες καθορίζει την καταλληλότητά του για γεωργική ή δασική χρήση.

Σύμφωνα με τον FAO (Διεθνής Οργανισμός Τροφίμων Και Γεωργίας) οι κατηγορίες των προβληματικών εδαφών χωρίζονται στις εξής:

- 1) Αλατούχα – Αλκαλιωμένα
- 2) Όξινα
- 3) Ασβεστούχα
- 4) Οργανικά ή τυρφώδη
- 5) Βαριά, αργιλώδη
- 6) Επικλινή με απότομες κλίσεις

Τα χαρακτηριστικά των κατηγοριών αυτών αναλύονται διεξοδικά. Όμως στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα αναλύσουμε και θα μελετήσουμε την πρώτη κατηγορία που είναι τα Αλατούχα – Αλλοιωμένα (Salt Affected Soils).

1.3 Αλατούχα-Αλκαλιωμένα:

Αλατούχα ονομάζονται τα εδάφη που στην επιφάνειά τους εμφανίζονται διαλυτά άλατα τα οποία μπορεί να έχουν μόνο υψηλή αλκαλίωση ή υψηλό Na στον κορεσμό τους. Σ' αυτήν την περίπτωση ονομάζονται αλκαλιωμένα ή νατριωμένα. Τα άλατα περιέχουν Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- και σε μικρές ποσότητες NH_4^+ , NO_3^- , CO_3^{2-} . Αλατούχα εδάφη εμφανίζονται σε περιοχές όπου υπάρχει ξηροθερμικό κλίμα με χαμηλές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες κι όπου υπάρχει έλλειψη καλής ποιότητας νερού. Έτσι τα διαλυτά άλατα επιβαρύνουν το εδαφοδιάλυμα του φορτίου της ώσμωσης όπως επίσης και τη συγκέντρωση του Na. Αυτό προκαλεί δυσμενείς και προβληματικές συνθήκες στην ανάπτυξη των φυτών π.χ. αυξημένο pH.

1.4 Τα χαρακτηριστικά των αλκαλιωμένων ή νατριωμένων εδαφών από τα οποία αναγνωρίζονται και κατατάσσονται είναι τα εξής:

1.4.1 Ο βαθμός αλκαλίωσης:

Ο βαθμός αλκαλίωσης σε ποσοστό κορεσμού ισούται με το εναλλακτικό προσροφημένο κατιόν Νατρίου σε cmol/kg εδάφους προς την εναλλακτική ικανότητα σε κατιόντα cmol/kg εδάφους επί τοις εκατό. Τα νατριωμένα εδάφη έχουν μικρότερη τιμή από 15%.

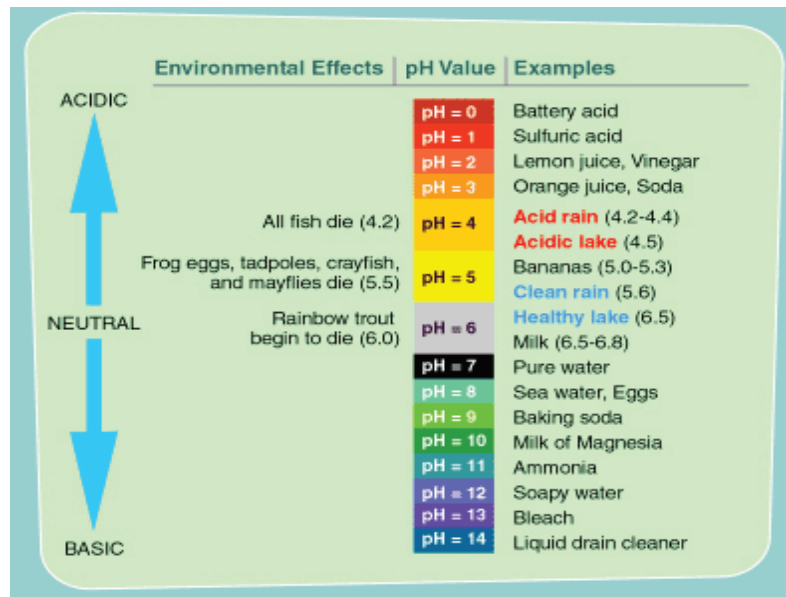
$$\text{Τύπος: ESP} = \frac{\text{Na}}{\text{CEC}} \times 100$$

1.4.2 Ο λόγος προσρόφησης του νατρίου SAR:

$$\text{Τύπος: SAR} = \sqrt{\frac{\text{Na}}{(\text{Ca} + \text{Mg}) \times \frac{1}{2}}}$$

1.4.3 Το pH

Το pH αναφέρεται στο πόσο όξινο ή αλκαλιωμένο είναι ένα έδαφος. Χημικά ορίζεται ως το υδρογόνο $\log 10$ ιόντα (H^+) στο διάλυμα του εδάφους. Η συγκέντρωση H^+ εκφράζεται σε mol/lit. Το pH κυμαίνεται από 0-14. Ένα pH θεωρείται ουδέτερο όταν είναι ίσο με 7. Εάν οι τιμές του είναι μεγαλύτερες ονομάζεται βασικό ή αλκαλικό ενώ αν οι τιμές του είναι μικρότερες το διάλυμα θεωρείται όξινο.



Environmental Effects	pH Value	Examples
ACIDIC	pH = 0	Battery acid
	pH = 1	Sulfuric acid
	pH = 2	Lemon juice, Vinegar
	pH = 3	Orange juice, Soda
All fish die (4.2)	pH = 4	Acid rain (4.2-4.4) Acidic lake (4.5)
Frog eggs, tadpoles, crayfish, and mayflies die (5.5)	pH = 5	Bananas (5.0-5.3) Clean rain (5.6)
	NEUTRAL	pH = 6
Rainbow trout begin to die (6.0)	pH = 7	Pure water
BASIC	pH = 8	Sea water, Eggs
	pH = 9	Baking soda
	pH = 10	Milk of Magnesia
	pH = 11	Ammonia
	pH = 12	Soapy water
	pH = 13	Bleach
	pH = 14	Liquid drain cleaner

Εικόνα 5: Κατηγοριοποίηση PH

Η εναλλαγή ακαλλιέργητου εδάφους σε καλλιεργήσιμο μπορεί να οδηγήσει στη μεταβολή του pH. Κάτι τέτοιο μπορεί να προκληθεί από την αφαίρεση των κατιόντων της καλλιέργειας, των διαφόρων λιπασμάτων καθώς κι εξαιτίας άλλων παραγόντων.

Για τη βελτίωση των επιπέδων του pH συνιστάται προσθήκη οργανικών υπολειμμάτων με αρκετά βασικά κατιόντα, διακοπή καλλιεργειών για την πρόληψη της οξύτητας, εφαρμογή αμμωνίου, λιπάσματα με θείο/θειικό σίδηρο και άρδευση με όξινα λιπάσματα.

Ένας τρόπος μέτρησης pH σ' αυτήν την εργασία θα είναι η χρήση πεχαμέτρου.

1.4.4. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα:

Με τον όρο αυτό εννοούμε την ικανότητα του εδάφους να άγει τον ηλεκτρισμό. Πρόκειται για μία ηλεκτρολυτική διαδικασία κατά την οποία τα κατιόντα Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ και NH_4^+ και τα ανιόντα SO_4^{2-} , Cl , NO_3 , HCO_3 είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Τα άλατα που διαλύονται στο νερό του εδάφους φέρουν ηλεκτρικά φορτία δημιουργώντας έτσι δίοδο στο ηλεκτρικό ρεύμα.

Στη γεωργία, η ηλεκτρική αγωγιμότητα χρησιμοποιείται ως μέτρο αλατότητας κι όπου αυτή είναι μηδενική μπορεί να μετρηθεί η υγρασία και το βάθος του εδάφους. Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι ανά μέτρο ds/m. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μειώνεται όταν η θερμοκρασία του νερού στο έδαφος είναι κάτω από το σημείο πήξης φθάνοντας έτσι και σε ποσοστό μείωσης 2,2% περίπου ανά βαθμό Κελσίου. Υψηλή αγωγιμότητα παρατηρείται σε εδάφη όπου υπάρχει διαλυτό άλας και ανταλλάξιμο νάτριο. Σε περιπτώσεις που η ηλεκτρική αγωγιμότητα ξεπερνά τα 4 ds/m δημιουργούνται προβλήματα στις καλλιέργειες όπως η μη απορρόφηση του νερού κ.α. Όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία τόσο ευκολότερη είναι η δημιουργία των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαπερνούν το έδαφος. Η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα σχετίζεται με τα υψηλά επίπεδα θρεπτικών και νιτρικών στοιχείων όπως: P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu.

EC (dS/m)	Διαβάθμιση αλατότητας
0 < 2	Καθόλου αλατότητα
2 < 4	Πολύ λίγη αλατότητα
4 < 8	Λίγη αλατότητα
8 < 16	Μέτρια αλατότητα
≥ 16	Έντονη αλατότητα

Εικόνα 6: Κατάταξη EC ανάλογα το ποσοστό αλατότητας

Η διαφορά της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους έχουν άμεση σχέση και φέρουν τον παρακάτω τύπο.

$$EC = c \times ECa \times W + S$$

C: συντελεστής μετάδοσης ένδειξης
ECa: Αγωγιμότητα νερού εδάφους, άρα εξαρτάται από την περιεκτικότητα αλάτων
W: Περιεκτικότητα σε νερό στο έδαφος
W×ECa: Πραγματική συγκέντρωση αλάτων στην ανάλογη παρουσία νερού.
S: Αγωγιμότητα εδάφους.

Εικόνα 7 : Τύπος Rhoades et.al. 1976

Οι εργαστηριακές μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για να προσδιοριστεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι οι κάτωθι:

- 1) Μέτρηση σε πάστα κορεσμού που συμβολίζεται ECe.
- 2) Μέτρηση αιωρήματος σε αναλογία εδάφους: νερού 1:2 και 1:5 που συμβολίζεται ως EC1:2, EC1:5 αντίστοιχα.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιγραφή περιοχών δειγματοληψίας

2.1 Περιγραφή περιοχής Νομού Ηλείας:

Ο Νομός Ηλείας βρίσκεται δυτικά της Ελλάδος και συγκεκριμένα στη Βορειοδυτική Πελοπόννησο. Έχει έκταση 2,619 τχλμ και το έδαφος είναι κατά 1517 στρέμματα πεδινά, 546 στρέμματα ορεινά και 555,0 ημιορεινά. Ο νομός φημίζεται για τη χλωρίδα, την πανίδα του όπως επίσης και για το μεσογειακό του κλίμα το οποίο έχει ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια λόγω της ύπαρξης της θάλασσας. Η θερμοκρασία σπάνια κατέρχεται υπό του μηδενός το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι μπορεί να ξεπεράσει τους 40 βαθμούς μόνο στα πεδινά. Το υγρότερο κλίμα είναι τον Δεκέμβριο και το ξηρότερο τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Σημειώνονται έντονες βροχοπτώσεις από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο. Επίσης υπάρχουν συχνές χαλαζοπτώσεις που προκαλούν προβλήματα στη γεωργία. Ως αναφορά την άρδευση που είναι και το πιο σημαντικό για τις καλλιέργειες βοηθάει πολύ το ότι τον Νομό διαρρέουν δύο ποτάμια. Ο Αλφειός που είναι ο μεγαλύτερος της Πελοποννήσου κι ο Πηνειός που ρέει ολοκληρωτικά στο έδαφος της Ηλείας καθώς κι η ύπαρξη της λίμνης Καϊάφας που βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα.

2.2 Περιγραφή περιοχής Νομού Αιτωλοακαρνανίας:

Ο Νομός Αιτωλοακαρνανίας βρίσκεται στη Δυτική Ελλάδα όπως κι ο Νομός Ηλείας. Πρόκειται για τον μεγαλύτερο νομό της χώρας με έκταση 5.423 τ.χλμ. Γεωγραφικά τον διαρρέουν ποταμοί όπως ο Αχελώος, ο Εύηνος κι ο Μόρνος. Στην περιοχή υπάρχουν επίσης και οι λίμνες Αμβρακία, Λυσιμαχία, Οζερός, Βουλκαριά και Τριχωνίδα. Η τελευταία έχει τον τίτλο της μεγαλύτερης σε έκταση στην Ελλάδα με 96 τ.χλμ. Στον νομό υπάρχουν επίσης και σημαντικά βουνά όπως το Παναιτωλικό, τα Ακαρνανικά Όρη, τα Όρη Βάλτου, το όρος Αράκυνθος και τα Όρη Ναυπακτίας. Απ' αυτά το Παναιτωλικό θεωρείται το μεγαλύτερο του νομού με υψόμετρο 1924μ. Το κλίμα του νομού είναι ψυχρό στα ορεινά κι εύκρατο στις χαμηλές και στις παράκτιες περιοχές. Τα καλοκαίρια σημειώνονται υψηλές θερμοκρασίες που αγγίζουν τους 40 βαθμούς Κελσίου και πάνω. Οι χειμώνες είναι ήπιοι με μεγάλα ποσοστά υγρασίας σε περιοχές που το υψόμετρο είναι χαμηλό, ενώ στις περιοχές με υψηλό οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές με πολύ κρύο και συχνές χιονοπτώσεις. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι στην Αιτωλοακαρνανία βρίσκεται το σημείο με το χαμηλότερο υψόμετρο στην Ελλάδα με -10 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας.

2.3 Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων

2.3.1 Δειγματοληψία εδάφους με τη μέθοδο LUCAS:

Σύμφωνα με την Ε.Ε οι έρευνες ξεκίνησαν το 2001. Σήμερα πλέον χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των αστικών και των τεχνικών περιοχών ως αναφορά την παραγωγικότητα. Η έρευνα Lucas είναι μια διαδικασία για τη συλλογή των δεδομένων της χρήσης γης/κάλυψης της περιοχής σε όλη την Ε.Ε. Βασίζεται κυρίως σε παρατηρήσεις στο πεδίο έρευνας μέσω στατιστικών υπολογισμών ακολουθώντας μία τυπική μεθοδολογία έρευνας που εμπεριέχει τα ακόλουθα:

- 1) Δειγματοληψία
- 2) Ταξινόμηση
- 3) Συλλογή Δεδομένων
- 4) Στατιστικές εκτιμήσεις

Η κάλυψη γης είναι: Τα δάση, οι υγρότοποι, οι εκτάσεις που εμπεριέχουν θάμνους, η τεχνητή γη κι άλλες κατηγορίες (στο σύνολο είναι 76).

Η χρήση γης είναι:

- 1) Πρωτογενής τομέας π.χ. γεωργία
- 2) Δευτερογενής τομέας π.χ. βιομηχανίας
- 3) Τριτογενής τομέας π.χ. οι υπηρεσίες
- 4) Άλλες χρήσεις π.χ. οικιακή χρήση.

(Στο σύνολο 33 ομάδες)

Η συλλογή των δεδομένων γίνεται αμέσως μετά την εξέταση του εδάφους από ειδικούς.

Οι πληροφορίες που συλλέγουμε είναι:

- 1) Τρέχοντα σημεία LUCAS
- 2) Πληροφορίες περιβάλλοντος π. χ άρδευση, καμένη γη κ.α.
- 3) Φωτογραφικό υλικό π.χ. τοπίο. Διότι είναι μία έκταση γης που καθορίζεται από την επίδραση που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα πάνω στη φυσική δραστηριότητα

Το τοπίο αναλύεται ως προς:

- A) Την ποικιλομορφία του
- B) Τη σημασία των χαρακτηριστικών της γεωμορφολογίας
- Γ) Τον βαθμό αποσύνθεσης του τοπίου
- Δ) Δείγμα από την επιφάνεια του εδάφους
- Ε) Έρευνά για χορτολιβαδικές εκτάσεις

Πρόκειται για μία σύνθετη διαδικασία κατά την οποία συλλέγονται πέντε δείγματα εδάφους. Το ένα είναι σύνθετο και μεταφέρεται για ανάλυση στο εργαστήριο. Το δείγμα θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της περιοχής της χαρακτηρισμένης LUCAS.

Το κεντρικό σημείο της δειγματοληψίας αντιστοιχεί με το σημείο LUCAS, τα υπόλοιπα τέσσερα σημεία που επιλέγονται για τη συλλογή του δείγματος έχουν απόσταση 2 μέτρων από το σημείο LUCAS και είναι σε σχήμα σταυρού. Για την σωστή δειγματοληψία των εδαφών χρησιμοποιείται η εφαρμογή GPS.

2.3.2 Global Positioning System (GPS):

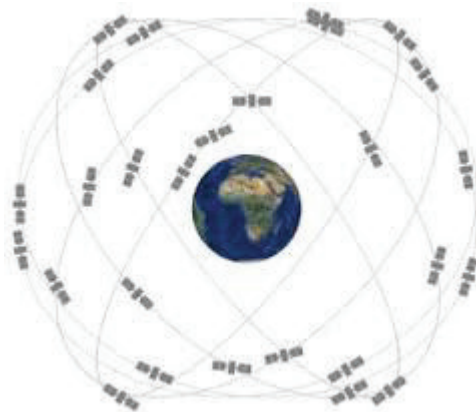
Ξεκίνησε τη δεκαετία του '70 από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ για στρατιωτικούς σκοπούς. Στα χρόνια που ακολούθησαν αποδείχθηκε χρήσιμο για τον κάθε πολίτη κι έτσι φθάσαμε στο σήμερα όπου παρέχει τις εξής υπηρεσίες:

1) Εντοπισμός Θέσης P

2) Πλοήγηση N } PNT Positioning navigation timing

3) Χρονισμός T

Οι δορυφόροι πετούν σε γήινη τροχιά σε υψόμετρο 20.200 km δηλαδή περίπου 12.550 μίλια. Κάθε δορυφόρος περιβάλλει τη γη δύο φορές τη μέρα. Οι δορυφόροι στο διάστημα είναι 24 (τεχνητοί) και χωρίζονται ανά τέσσερις σε καθεμία από τις 6 τροχιές.



Εικόνα 8: Σχηματισμός δορυφόρων γύρω από τη γη

Ο σταθμός ελέγχου διαθέτει 11 κεραιές εντολών και 16 τοποθεσίες παρακολούθησης. Εκεί παρακολουθούν τις μεταδόσεις, εκτελούν τις αναλύσεις και στέλνουν εντολές και δεδομένα.

Το GPS ενισχύει την οικονομία κι εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς όπως στη γεωργία. Και αποδείχθηκε πολύτιμος βοηθός για τη δειγματοληψία του πειράματος της παρούσης εργασίας που έγινε βάση του προγράμματος Guru Mars σύμφωνα με το οποίο:

- 1) Δε χρειάζεται σύνδεση στο διαδίκτυο
- 2) Βρίσκει περιοχές κατευθείαν
- 3) Διατίθεται σε μεγάλο αριθμό γλωσσών
- 4) Αποτυπώνει την απόσταση που διανύθηκε σε πραγματικό χρόνο
- 5) Καταγράφει το υψόμετρο
- 6) Αποθηκεύει τα γεωγραφικά δεδομένα και κατεργασίες σε φακέλους οργάνωσης

Όπως διαπιστώνουμε αποτελεί βασικό εργαλείο για τη γεωργία ακριβείας.

Η δειγματοληψία από το έδαφος πραγματοποιείται σε βάθος 0-20cm. Το βάρος του θα πρέπει να είναι περίπου 500 γραμμάρια και δεν πρέπει να υπάρχει βλάστηση στην επιφάνεια. Σε περίπτωση ύπαρξης τύρφης παίρνουμε δείγμα οργανικού υλικού.

Το δείγμα μετά τη διαδικασία μπαίνει σε πλαστική σακούλα και μεταφέρεται στο εργαστήριο έχοντας πάνω γραμμένο το ID της περιοχής.

Η προαναφερθείσα διαδικασία έχει εφαρμοστεί και συνεχίζει σε χώρες όπως η Δανία, η Ισπανία, η Γαλλία, η Εσθονία, το Ηνωμένο Βασίλειο, το Βέλγιο, η Ελλάδα, η Αυστρία, η Γερμανία, η Πορτογαλία κ.α.

Για το πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν 277 δείγματα από τις περιοχές που αναφέρθηκαν. Μετά τη διαδικασία συλλογής τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος για να υποβληθούν στις απαραίτητες πειραματικές δοκιμές αφού πρώτα αναγράφηκε ο δικός μας κωδικός πάνω στα σακουλάκια αποθηκεύοντας παράλληλα τις πληροφορίες σε φύλλο EXCEL.

2.4 Πειραματική διαδικασία

2.4.1 Μέτρηση Ειδικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας και του pH του εδάφους.

Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των εδαφών έγινε σε αιώρημα 1:2 και 1:5 καθώς και στην πάστα κορεσμού (οι διαδικασίες αναφέρθηκαν στα παραπάνω). Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων τοποθετήσαμε μέσα στο ηλεκτρόδιο του αγωγιμόμετρου το κάθε δείγμα ξεχωριστά και περιμέναμε για λίγα δευτερόλεπτα ώσπου να σταθεροποιηθεί η τιμή που έδειχνε το όργανο. Η μονάδα μέτρησης του οργάνου είναι $\mu\text{s}/\text{cm}$.



Εικόνα 9 : Μέτρηση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με τη χρήση οργάνου (αγωγιμόμετρο)

Μέτρηση pH

Το pH μετρήθηκε στα δείγματα της διαδικασίας 1 δηλαδή 1:2 και 1:5. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία για την ακριβή και γρήγορη μέτρηση του pH είναι το πεχάμετρο. Η διαδικασία λειτουργίας του οργάνου είναι:

1)Μέτρηση στάνταρ διαλυμάτων με $\text{pH}=4$ και $\text{pH}=7$ έτσι ώστε να βαθμονομηθεί για τις μετρήσεις.

2)Τοποθέτηση του ηλεκτροδίου του οργάνου μέσα στο δείγμα για μέτρηση και αναμονή ώσπου να σταθεροποιηθεί η τιμή του. Στη συνέχεια την καταγράφουμε.

3)Σε κάθε οχτώ δείγματα τοποθετούμε το ένα από τα δύο στάνταρ που χρησιμοποιήσαμε($\text{pH}=4$, $\text{pH}=7$) στην αρχή για να ελέγξουμε αν το PH είναι σωστό και δεν έχει επηρεαστεί από τις διαφορετικές μετρήσεις κάθε δείγματος.

4)Αν μετά τη μέτρηση των 8 δειγμάτων παρατηρήσουμε ότι το ένα από τα δύο στάνταρ που έχουμε χρησιμοποιήσει δείχνει εντελώς διαφορετικές τιμές βαθμονομούμε πάλι και επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις των οχτώ δειγμάτων.



Εικόνα 10: Μέτρηση PH με Πεχάμετρο

Διαδικασία 1: Μέτρηση της Ειδικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας - σε αιώρημα εδάφους : νερού - και του pH του εδάφους

Υλικά και Όργανα

- Δοχείο των 120 ml (ουρομπόξ)
- Αναλυτικός Ζυγός
- Ογκομετρικός Κύλινδρος διαβαθμισμένος στα 100ml
- Υδροβολέας
- Ανακινητήρας
- Γυάλινοι Ράβδοι Ανάδευσης
- Ογκομετρική Φιάλη 100ml
- Γυάλινο Χωνί Διήθησης
- Φίλτρα Διήθησης
- Δοκιμαστικοί Σωλήνες 12 ml
- Στατώ Δοκιμαστικών Σωλήνων
- Πεχάμετρο
- Αγωγιμόμετρο

Στο ζυγό ακριβείας τοποθετούμε ένα πλαστικό δοχείο των 120 ml (ουρομπόξ) στο οποίο έχουμε αναγράψει τον κωδικό μας. Μηδενίζουμε τον ζυγό, εισάγουμε στο δοχείο 20 gr εδάφους και με έναν υδροβολέα μετράμε στον ογκομετρικό κύλινδρο 40 ml νερό και το προσθέτουμε στο δοχείο έτσι ώστε να έχουμε την αναλογία 1:2. Την ίδια διαδικασία ακολουθούμε και με τα υπόλοιπα δείγματα.



Εικόνα 11: Δοχείο των 120 ml (ουρομπόξ) , Εικόνα 12:Αναλυτικός Ζυγός, Εικόνα 13: Ογκομετρικός Κύλινδρος διαβαθμισμένος στα 100ml, Εικόνα 14: Γυάλινοι Ράβδοι Ανάδευσης

Στη συνέχεια τα δοχεία τοποθετούνται ανακινήτριας στις 140 στροφές για μία ώρα. Παράλληλα ανά 5-10 λεπτά ανακατεύουμε και με τους γυάλινους ράβδους ανάδευσης έτσι ώστε να μη μείνει το έδαφος στον πάτο του δοχείου και να μπορέσουν να γίνουν σωστά οι μετρήσεις. Μόλις τελειώσει ο χρόνος ανάδευσης προχωράμε στις πρώτες μετρήσεις pH και αγωγιμότητας. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας και πάλι τον υδροβολέα και τον ογκομετρικό κύλινδρο συμπληρώνουμε στην προηγούμενη αναλογία άλλα 60ml έτσι ώστε να έχουμε την αναλογία 1:5. Έπειτα τα δοχεία τα τοποθετούμε σε ανακινήτρια ανάδευσης για 30 λεπτά. Αυτή τη φορά ρυθμίζουμε στις 120 στροφές/λεπτό λόγω της αυξημένης ποσότητας νερού και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία ανάδευσης με τις γυάλινες ράβδους κάθε 10 λεπτά.



Εικόνα 15: Ανακινήτριας στο 1:2 Εικόνα 16: Ανακινήτριας στο 1:5

Όταν ολοκληρωθεί ο χρόνος ανάδευσης τα αφαιρούμε από τον ανακινητήρα και μετράμε πάλι το pH και την αγωγιμότητα. Αφού καταγραφούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων σφραγίζουμε τα δοχεία και τα αφήνουμε για 2-3 ώρες ώστε να καθιζάνει το ο έδαφος για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε στην επόμενη διαδικασία.

Μετά τις 3 μέρες κι αφού έχει καθιζάνει το έδαφος παίρνουμε μία ογκομετρική φιάλη των 100ml τοποθετούμε ένα γυάλινο χωνί διήθησης και μέσα στο χωνί ένα φίλτρο (διήθησης). Στη συνέχεια ρίχνουμε το νερό από τα δοχεία προσέχοντας να μην υπάρχουν απώλειες και κυρίως να μην πέσει χώμα μέσα στη φιάλη. Αφαιρούμε το γυάλινο χωνί διήθησης καθώς και το φίλτρο και προσθέτουμε με έναν υδροβολέα απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή των 100 ml της φιάλης. Κλείνουμε τη φιάλη με το δικό της πώμα, την ανακινούμε καλά και τοποθετούμε το εκχύλισμα σε δοκιμαστικούς σωλήνες των 12ml (το μείγμα πρέπει να είναι περίπου 10ml για να μπορούν να σφραγιστούν). Τους τοποθετούμε σε ένα στατώ (βάση δοκιμαστικών σωλήνων) και στη συνέχεια τους μεταφέρουμε στο ψυγείο μέχρι να γίνει η μέτρηση των βασικών κατιόντων του εδάφους. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε όλα τα δείγματα.



Εικόνα 17: Ογκομετρική Φιάλη 100ml ,
Εικόνα 18: Φίλτρα Διήθησης , Εικόνα 19: Γυάλινο Χωνί Διήθησης, Εικόνα 20: Δοκιμαστικοί Σωλήνες 12 ml και Στατώ ,Εικόνα 21: Αποθήκευση στο ψυγείο πριν τη μέτρηση των θρεπτικών στοιχείων.

Διαδικασία 2: Μέτρηση της Ειδικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας του εδάφους σε πάστα κορεσμού

Υλικά και Όργανα

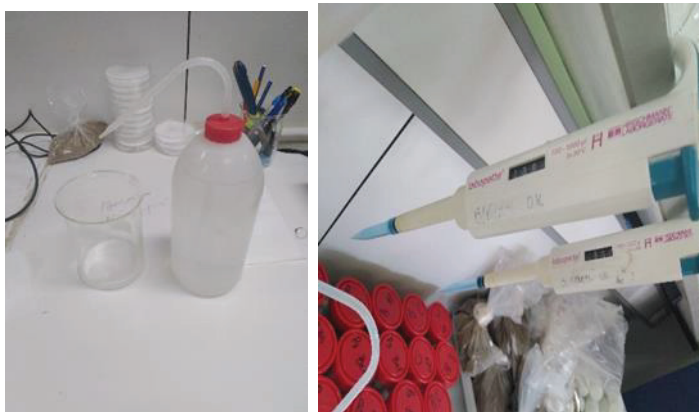
- Αναλυτικός Ζυγός
- Πλαστικά Κυλινδρικά Δοχεία
- Σπάτουλα ογκομετρικής μέτρησης (20ml)
- Σπάτουλα εργαστηρίου
- Πιπέτα
- Υδροβολέας
- Ποτήρι Ζέσεως
- Δοκιμαστικοί Σωλήνες 12ml
- Στατώ (Βάση Δοκιμαστικών Σωλήνων)
- Αγωγιμόμετρο
- Φυγόκεντρο

Από τα ίδια δείγματα εδαφών που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία 1 παίρνουμε έδαφος όγκου 60 ml με μία σπάτουλα όγκου 20ml με τρεις επαναλήψεις (20ml x3) και το τοποθετούμε σε πλαστικά κυλινδρικά δοχεία τα οποία βάζουμε στον αναλυτικό ζυγό και καταγράφουμε τα ακριβή γραμμάρια του εδάφους, αφού προηγουμένως έχει αφαιρεθεί το απόβαρο του πλαστικού δοχείου.



Εικόνα 22: Αριστερά Σπάτουλα ογκομετρικής μέτρησης (20ml), δεξιά σπάτουλα εργαστηρίου , Εικόνα 23: Πλαστικά Κυλινδρικά Δοχεία με δείγμα εδάφους, Εικόνα 24: Ζύγισμα δειγμάτων πριν τα φτιάξουμε για πάστα

Από έναν υδροβολέα με απιονισμένο νερό ρίχνουμε μια ποσότητα σε ένα ποτήρι ζέσεως και στη συνέχεια βυθίζουμε και παίρνουμε νερό με μία πιπέτα ρυθμισμένη στο 1ml, το ρίχνουμε στα πλαστικά κυλινδρικά δοχεία κι ανακατεύουμε με σπάτουλα σημειώνοντας πόσα ml χρειάζονται ώσπου να γίνει πάστα.



Εικόνα 25 :Δεξιά Υδροβολέας, Αριστερά Ποτήρι Ζέσεως, Εικόνα 26: Πιπέτα

Για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε στο επόμενο στάδιο της διαδικασίας χαράσσουμε την επιφάνεια της πάστας με τη σπάτουλα εργαστηρίου κι αν μέσα σε λίγα λεπτά αρχίζει και κλείνει η γραμμή που χαράξαμε τότε είναι έτοιμη. Τοποθετούμε στον αναλυτικό ζυγό τα δοχεία που εμπεριέχουν την πάστα και καταγράφουμε τα γραμμαριά της. Στη συνέχεια μετράμε την αγωγιμότητα της πάστας στο αγωγιμόμετρο. Μετά κατατάσσουμε ανά τετράδες τα δοχεία πάστας σύμφωνα με το βάρος τους που πρέπει να είναι το ίδιο. Οι τετράδες έπειτα μπαίνουν στη φυγόκεντρο για τρία λεπτά στις 5.000 στροφές/λεπτό και επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός νερού και εδάφους της πάστας. Όταν βγει από τη φυγόκεντρο η πάστα και χρησιμοποιώντας μία πιπέτα αφαιρούμε προσεκτικά το νερό που είναι πλέον στην επιφάνεια και το μεταφέρουμε στους δοκιμαστικούς σωλήνες των 12ml. Σφραγίζουμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες, τους τοποθετούμε σε στατώ και τους αποθηκεύουμε στο ψυγείο για τις επόμενες μετρήσεις των θρεπτικών στοιχείων. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στα επόμενα δείγματα.

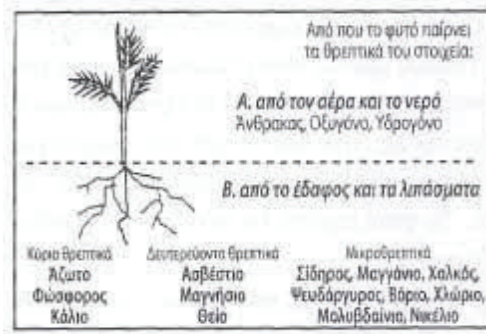


Εικόνα 27: Δημιουργία πάστας, Εικόνα 28: Τετράδες με το ίδιο βάρος για να μπουν στη φυγόκεντρο, Εικόνα 29: Φυγόκεντρο, Εικόνα 30: Φυγόκεντρο

Με τη διαδικασία αυτή, θα γίνει προσπάθεια σύγκρισης των αποτελεσμάτων μέτρησης των βασικών κατιόντων K, Ca, Na και Mg σε σχέση με τη μέθοδο αναφοράς του οξικού αμμωνίου.

2.4.2 Προσδιορισμός βασικών κατιόντων με χρήση φασματοφωτομετρίας εκπομπής (φλογοφωτόμετρο) και ατομικής απορρόφησης.

Τα φυτά χρειάζονται 17 βασικά κατιόντα για να αναπτυχθούν. Τρία από αυτά τα παίρνουν από τον αέρα και το νερό (άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο) τα υπόλοιπα 14 τα αντλούν από το έδαφος και τα λιπάσματα. Απ' αυτά, τα 3 αποτελούν τα κύρια βασικά κατιόντα και είναι το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το θείο είναι τα δευτερεύοντα βασικά κατιόντα και τα υπόλοιπα ονομάζονται μικροθρεπτικά στοιχεία και είναι ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το βόριο, το μολυβδαίνιο, το χλώριο και το νικέλιο. Η απουσία ή η έλλειψη τους δημιουργεί αποχρωματισμό των φύλλων που ονομάζεται τροφοπενία.



Εικόνα 31: Κατηγορίες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων του εδάφους

Στην παρούσα εργασία προσδιορίστηκαν τα βασικά κατιόντα K, Na, Ca και Mg. Για τα τρία πρώτα η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο φλογοφωτόμετρο, ενώ η μέτρηση του Mg έγινε σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης.

Φλογοφωτομετρία (Προσδιορισμός K, Na και Ca).

Η λειτουργία του εφαρμόστηκε τη δεκαετία του 1950-60 και συνεχίζει και σήμερα σε κάποια εργαστήρια λόγω της φτηνής του λειτουργίας και των αποτελεσμάτων ακριβείας που παρέχει. Στηρίζεται κυρίως στην εκπομπή χαρακτηριστικής ακτινοβολίας ως μέθοδος διάγνωσης. Δηλαδή σε συγκεκριμένο μήκος κύματος, όταν αποδιεγείρονται τα άτομα ενός στοιχείου.

Συνάρτηση του αριθμού των ατόμων που εκπέμπουν ακτινοβολία είναι η ένταση της ακτινοβολίας.

Όταν ψεκαστεί σε μία φλόγα ένα διάλυμα άλατος συμβαίνουν οι ακόλουθες διεργασίες:

- 1) Εξάτμιση του διαλύτη
- 2) Δημιουργία στέρεων μορίων
- 3) Εξάχνωση
- 4) Ατομοποίηση, διάσπαση των μορίων σε άτομα
- 5) Διέγερση

Κατά τη διάρκεια της διέγερσης ένα ηλεκτρόνιο σθένους παίρνει ενέργεια από τη φλόγα και από τη χαμηλότερη ενέργεια της στοιβάδας πάει σε μία στοιβάδα υψηλότερης ενέργειας.

Όταν δεν είναι αρκετά μεγάλη η ενέργεια που θα δώσει η φλόγα, τότε το ηλεκτρόνιο επανέρχεται στη βασική κατάσταση (ενεργειακή) διότι δεν μπορεί να νικήσει τις ελκτικές δυνάμεις του πυρήνα. Ο χρόνος διέγερσης του ατόμου κρατάει 10^{-9} sec.

Αν η φλόγα δίνει μεγάλη ποσότητα ενέργειας τότε το ηλεκτρόνιο νικά τις δυνάμεις του πυρήνα απομακρύνεται από το άτομο και συμβαίνει ιονισμός.

Ο ιονισμός είναι ανεπιθύμητος διότι ελαχιστοποιεί την ένταση της ακτινοβολίας προκαλώντας την ανακρίβεια των αποτελεσμάτων. Όπως για παράδειγμα τα αλκαλιμέταλλα κι οι αλκαλικές γαίες που έχουν μικρό ιονισμό χρησιμοποιούνται οι φλόγες που δεν είναι πολύ θερμαντικές με την καύση του προπανίου.

Η ακρίβεια του αποτελέσματος εξαρτάται από την σταθερότητα ροής του αέρα και του προπανίου δηλαδή η θερμοκρασία της φλόγας. Οι προϋποθέσεις αυτές ισχύουν τόσο για τα πρότυπα διαλύματα όσο και για τα δείγματα για να μην παρουσιάζονται εσφαλμένες μετρήσεις. Επίσης τα πρότυπα διαλύματα που χρειάζονται και για την βαθμονόμηση του φλογόμετρου και για την δημιουργία της καμπύλης βαθμονόμησης πρέπει να έχουν την ίδια σύσταση με το αναλυόμενο δείγμα. Επιπλέον, η βαθμονόμηση πρέπει να γίνει ταυτόχρονα με την ανάλυση.

Στην εδαφολογία τα φλογόμετρα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μέτρηση του καλίου με μήκος κύματος 766.5nm και του νατρίου με μήκος κύματος 589,0nm.

Τρόπος Χρήσης:

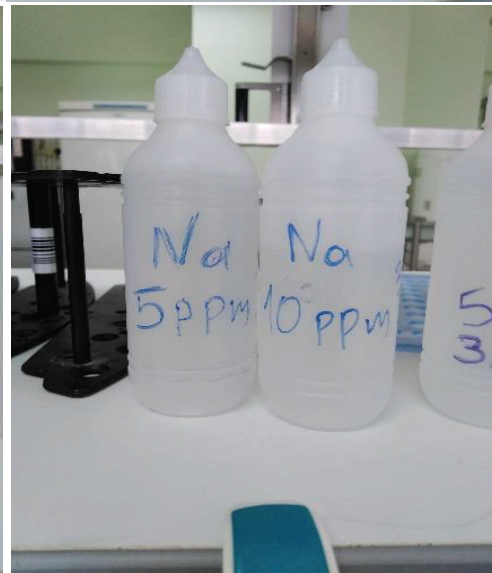
- 1) Άνοιγμα του διακόπτη στο ON
- 2) Στροφή της βαλβίδας της φιάλης υγραερίου
- 3) Πάτημα κουμπιού για ειδικό σπινθήρα ώστε να ανάψει η φλόγα
- 4) Λειτουργία του μηχανήματος για 10-15 λεπτά για να ζεσταθεί
- 5) Προσθήκη απιονισμένου νερού σ' ένα ποτήρι ζέσεως όπου υπάρχει μέσα ένα σωληνάκι
- 6) Το σωληνάκι απορροφά το δείγμα για να καταγραφεί στη συνέχεια η μέτρηση των στοιχείων

Χρησιμοποιήθηκαν 2 στάντα για τον προσδιορισμό των τιμών με ακρίβεια έτσι κι εδώ χρειάστηκαν στάντα για τη αρχική βαθμονόμηση του οργάνου που επαναλαμβάνονταν ανά 12 δείγματα. Μονάδα μέτρησης ήταν τα ppm (mg/l)

Για το K και το Na τα στάντα τους κινήθηκαν στη μέση και στη μέγιστη τιμή που ήταν το 5 και το 10ppm και το αποτέλεσμα ήταν δεκαδικός αριθμός. Ενώ για το Ca τα στάντα τους ήταν κι εδώ στη μέση και μέγιστη τιμή αλλά 50 και 100ppm και το αποτέλεσμα ήταν ακέραιος αριθμός. Οι μετρήσεις έγιναν στα δείγματα σε αιώρημα 1:5 και στην πάστα κορεσμού που είχαμε αποθηκεύσει στο ψυγείο και τα αφήσαμε να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Όπου τα αποτελέσματα των τιμών υπερέβαιναν κατά πολύ τη μέγιστη προκαθορισμένη τιμή δηλαδή το 10 στο K, Na και το 100 στο Ca προχωρήσαμε στη μέθοδο της αραιώσης. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του αναδευτήρα στροβιλισμού (vortex) ομογενοποιήθηκε το διάλυμα στον δοκιμαστικό σωλήνα κι ήταν έτοιμο για μέτρηση. Το αποτέλεσμα της μέτρησης μετά την αραιώση πολλαπλασιάζεται επί τον συντελεστή αραιώσης.



Εικόνα 32: Φλογοφωτόμετρο, Εικόνα 33: Φλογοφωτόμετρο ,Εικόνα 34: Φλογοφωτόμετρο (φλόγα)



Εικόνα 35: Σωληνάκι που μπαίνει το δείγμα για να μετρηθεί, Εικόνα 36: Στάνταρ ασβεστίου, Εικόνα 37: Στάνταρ καλίου, Εικόνα 38: Στάνταρ νατρίου

Φασματοσκοπία Ατομικής Απορρόφησης (Προσδιορισμός Mg).

Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης. Πρόκειται για μία τεχνική συναφή με την φωτομετρία φλόγας. Είναι η μέτρηση του φάσματος που παράγεται από τα άτομα μετά από την επίδραση ραδιοκυμάτων που προέρχονται από μία συνεχής ψυχρή πηγή- φλόγα. Η διαφορά μεταξύ φωτομετρίας και φασματοσκοπίας είναι ο τρόπος διέγερσης των ατόμων.

Το όργανο που χρησιμοποιήσαμε εμπεριέχει ένα φίλτρο που απομονώνει συγκεκριμένα κύματα ακτινοβολίας, έναν καταγραφέα και τέλος μία πηγή θερμότητας(φλόγα). Υπάρχουν δύο είδη φλόγας στην ατομική απορρόφηση ανάμεσα στο αέριο και στο δείγμα. Το μίγμα ψεκάζεται στη φλόγα και χάρη στην ενέργεια διασπάται σε άτομα που είναι σε αέρια κατάσταση. Κάποια από αυτά διεγείρονται εξαιτίας της θερμότητας της φλόγας, ωστόσο τα πιο πολλά παραμένουν στην πρότερη κατάσταση τους. Όσα από τα άτομα δεν έχουν περάσει στο στάδιο της διέγερσης προσφέρεται ενέργεια από μία πηγή ραδιοκυμάτων. Το μήκος κύματος των ραδιοκυμάτων είναι ίδιο με αυτό που προσφέρουν τα άτομα εξαιτίας της επίδρασης της φλόγας. Τα μήκη κύματος έχουν πολύ μικρό πλάτος που κυμαίνεται μεταξύ μερικών εκατοντάδων μέχρι 1000 Angstrom.Υπάρχει εφαρμογή του νόμου του Lambert Beer για το φάσμα με τον τύπο:

$$A = \epsilon bc$$

Όπου:

A: Η απορρόφηση(δεν υπάρχουν μονάδες)

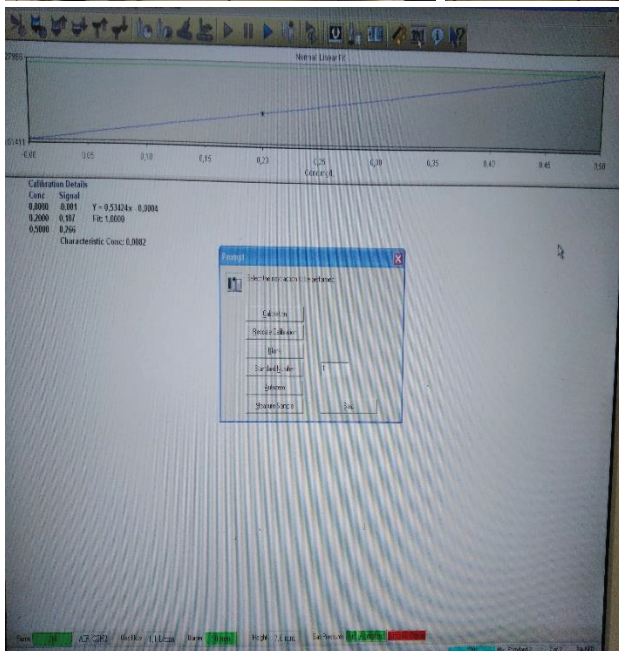
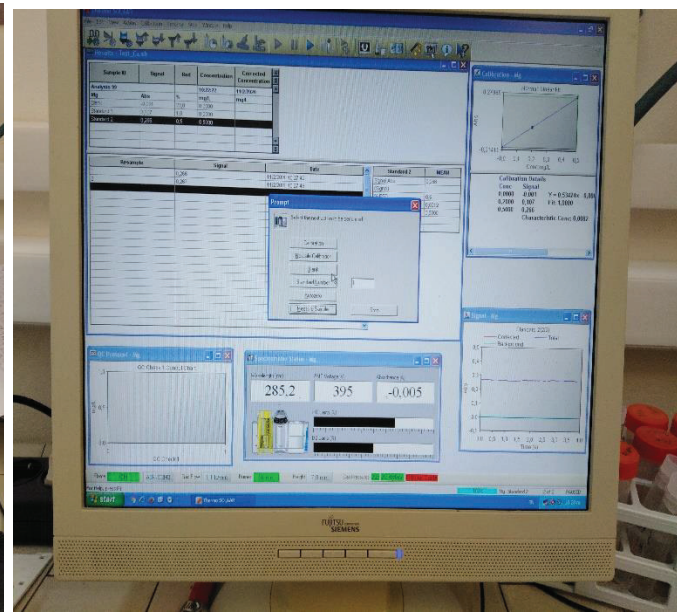
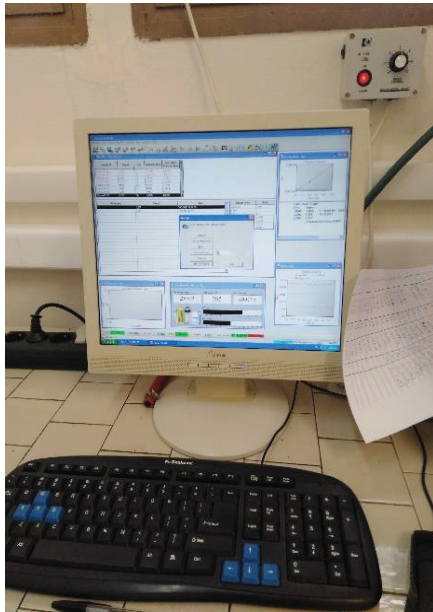
ϵ : Η μοριακή απορροφητικότητα με μονάδες $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (παλαιότερα ονομαζόταν ο συντελεστής απόσβεσης)

b:Το μήκος διαδρομής του δείγματος, που συνήθως εκφράζεται σε cm

c :Η συγκέντρωση της ένωσης σε διάλυμα, που εκφράζεται σε mol L^{-1}



Εικόνα 39: Δείγματα για μέτρηση, Εικόνα 40: Φασματοσκόπιο ατομικής απορρόφησης, Εικόνα 41: Φασματοσκόπιο ατομικής Απορρόφησης (φλόγα) Εικόνα 42: Φασματοσκόπιο ατομικής απορρόφησης

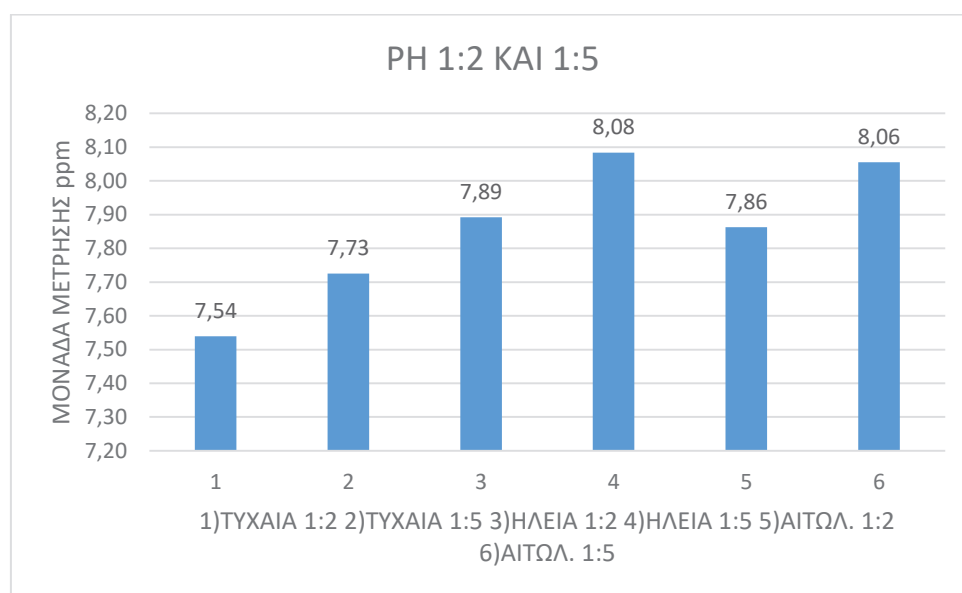


Εικόνα 43: Αποτελέσματα μετρήσεων, Εικόνα 44: Αποτελέσματα μετρήσεων, Εικόνα 45: Αποτελέσματα μετρήσεων, Εικόνα 46: Μέτρηση δειγμάτων

3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ:

Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν παρακάτω είναι από δείγματα εδαφών από όλη την Ελλάδα και από δυο νομούς, την Ηλεία και την Αιτωλοακαρνανία όπως προαναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια (σύνολο δειγμάτων 277). Τα παρακάτω διαγράμματα αναφέρονται στις περιοχές όπως επίσης και στους τρόπους μετρήσεις των στοιχείων των εδαφών.

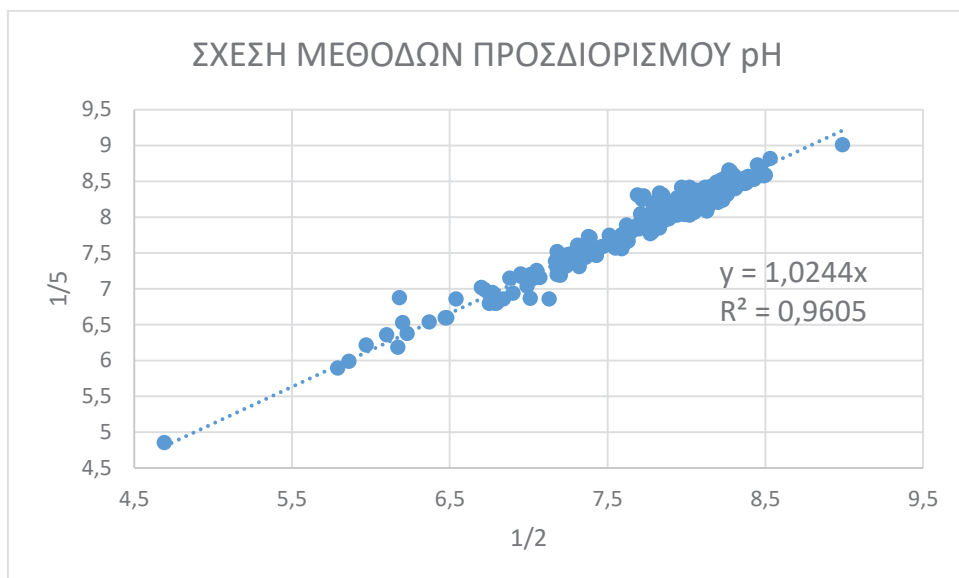
3.1 Αποτελέσματα pH



Διάγραμμα 1: Μέσος όρος pH στη μέθοδο 1:2, 1:5 σε όλα τα δείγματα

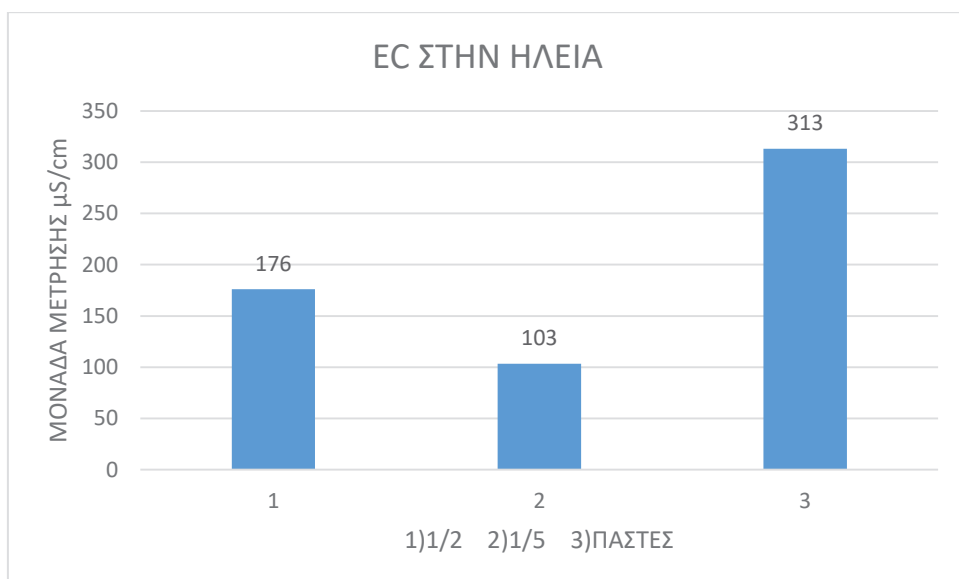
Στο διάγραμμα 1 αναφέρονται οι μέσοι όροι τιμών pH σε όλα τα δείγματα όπου κυμαίνονται από 7,54-8,08. Πιο αναλυτικά :

Στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2 ο μέσος ορός είναι 7,54, (όπου είναι κι η μικρότερη τιμή από το σύνολο) ακολουθεί η μέθοδος 1:5 όπου εκεί το pH είναι 7,73. Στη συνέχεια ο νομός Ηλείας με τη μέθοδο 1:2 έχει μέσο όρο 7,89 και στο 1:5 φτάνει τα 8,08 φτάνοντας στην υψηλότερη τιμή από το σύνολο. Τέλος ο νομός Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2 έχει μέσο όρο 7,86 και στο 1:5 έχει 8,06 σημειώνοντας ελάχιστα χαμηλότερη τιμή από το μέγιστο.



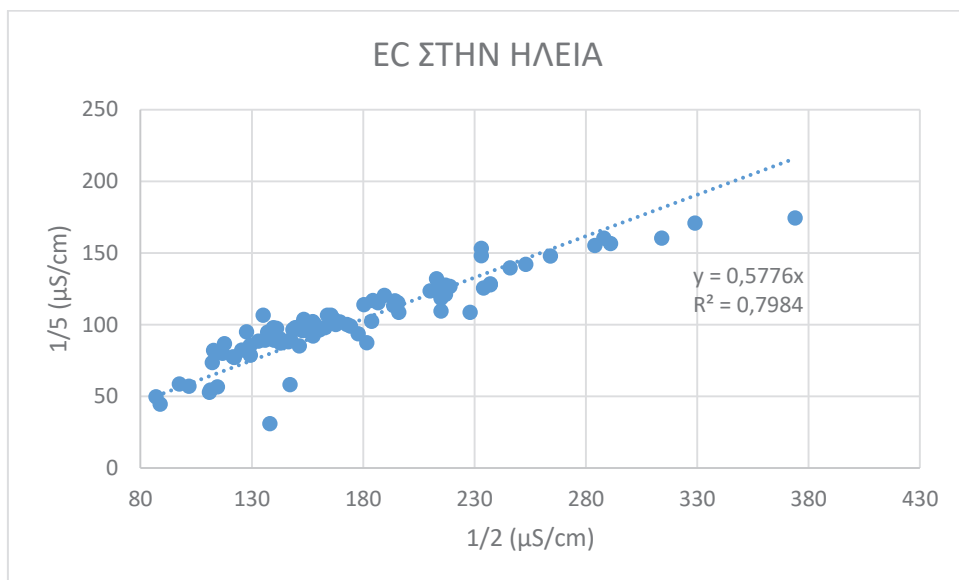
Διάγραμμα 2: Συσχέτιση τιμών pH μεταξύ μεθόδων (1:2) και (1:5)

3.2 Αποτελέσματα Ειδικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας:

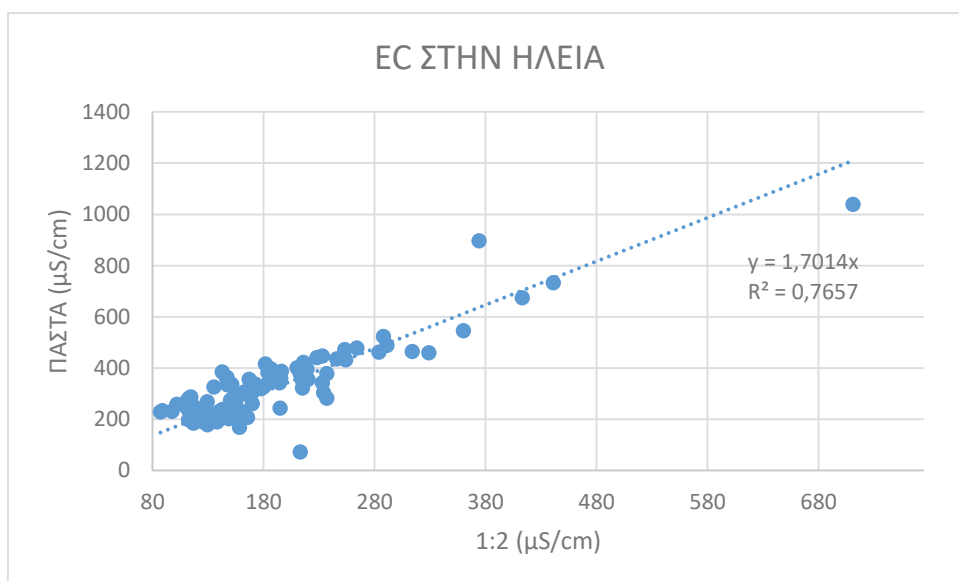


Διάγραμμα 3: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα (μS/cm)

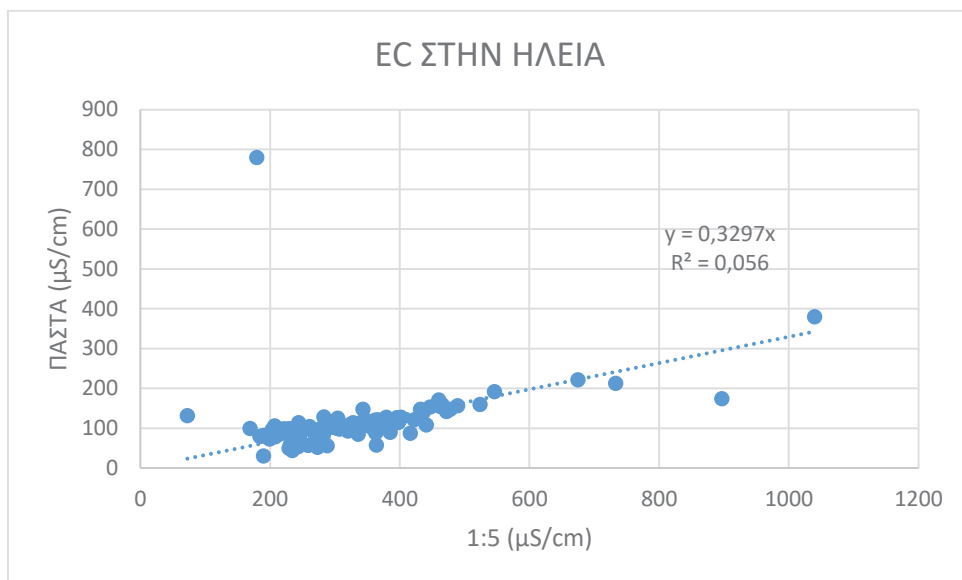
Στο διάγραμμα 3 παρατηρούμε την ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νομό Ηλείας με τις μεθόδους 1:2, 1:5 και στην πάστα κορεσμού όπου οι μέσοι όροι είναι αντίστοιχα 176 μS/cm , 103 μS/cm, 313 μS/cm με ραγδαία αύξηση τιμών στις πάστες.



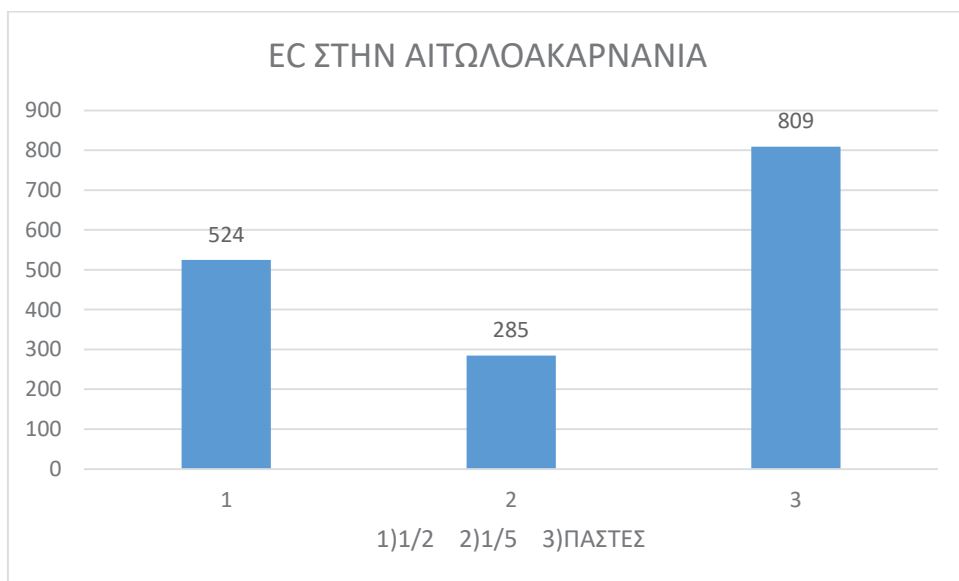
Διάγραμμα 4: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2 και 1:5(μS/cm)



Διάγραμμα 5: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:2 και πάστα(μS/cm)



Διάγραμμα 6: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(μS/cm)



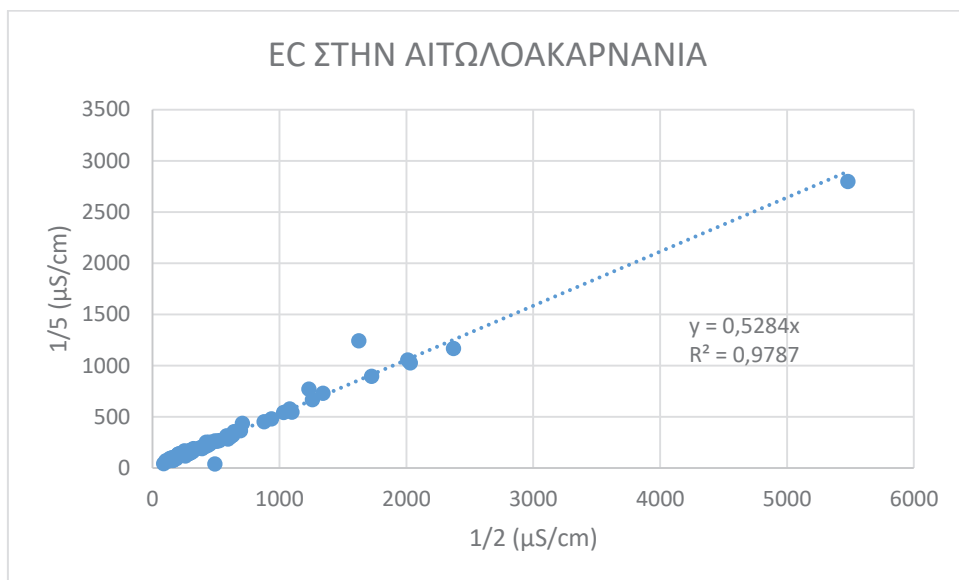
Διάγραμμα 7: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα(μS/cm)

Στο διάγραμμα 7 του νομού Αιτωλοακαρνανίας ο μέσος όρος είναι :

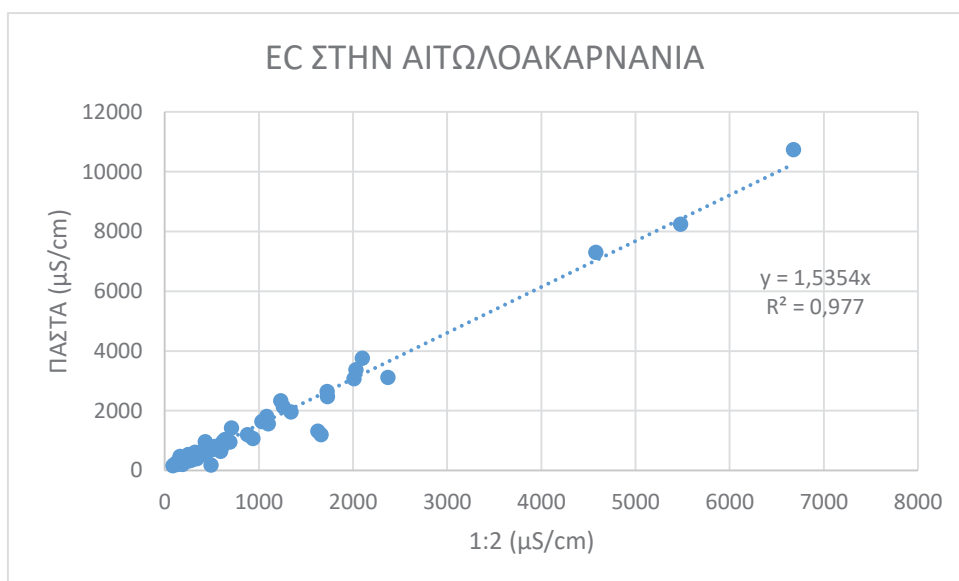
1:2 -> 524 μS/cm

1:5 -> 284 μS/cm

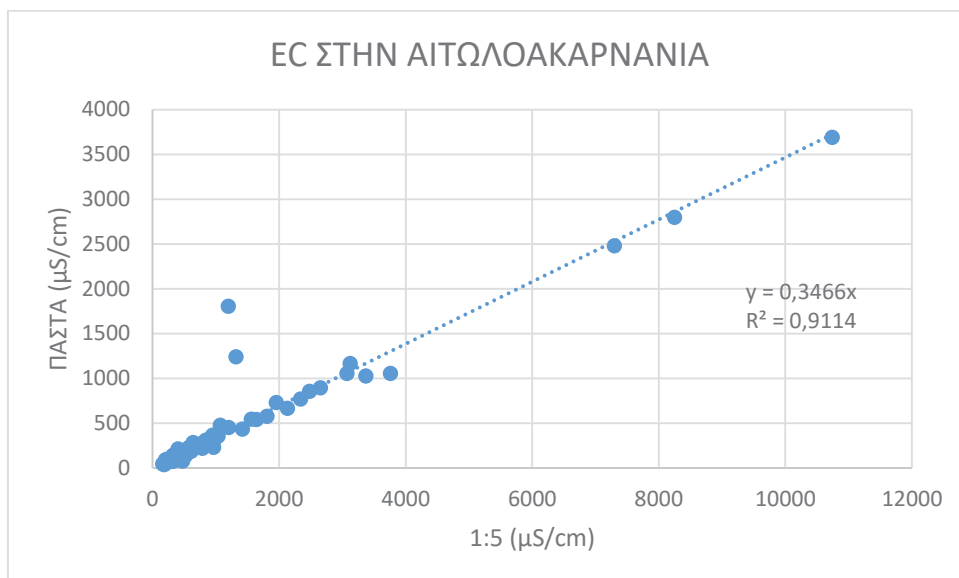
πάστες -> 809 μS/cm



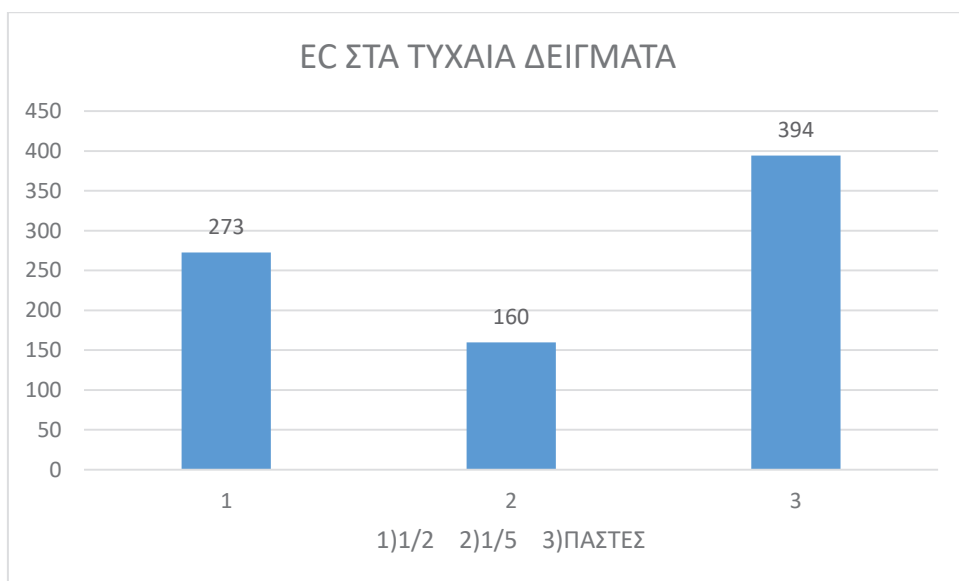
Διάγραμμα 8: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2 και 1:5(μS/cm)



Διάγραμμα 9: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:2 και πάστα(μS/cm)



Διάγραμμα 10: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(μS/cm)



Διάγραμμα 11: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2,1:5 και πάστα(μS/cm)

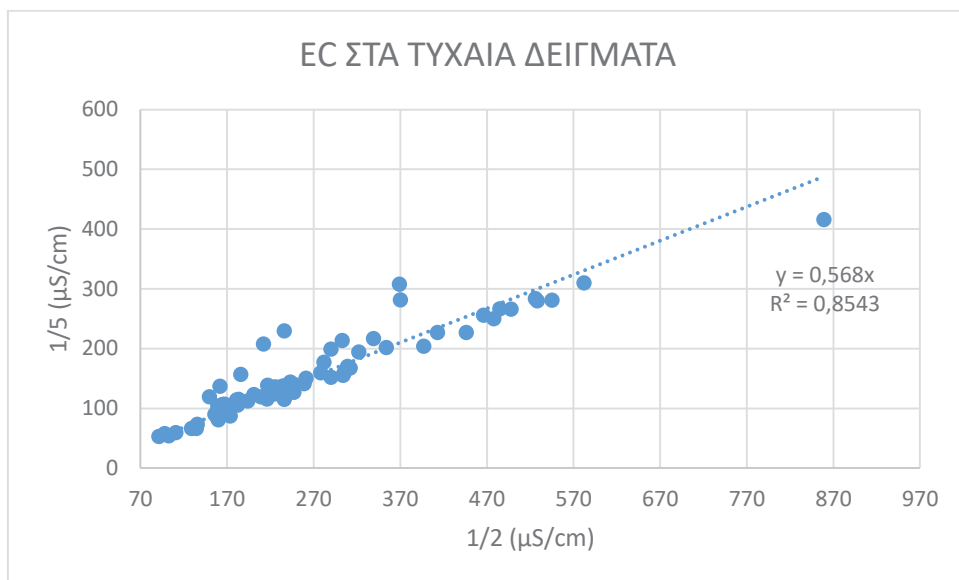
Στο διάγραμμα 11 αναφέρεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τις παρακάτω μεθόδους και τους μέσους όρους τους:

Μέθοδος 1:2 -> 273 μS/cm

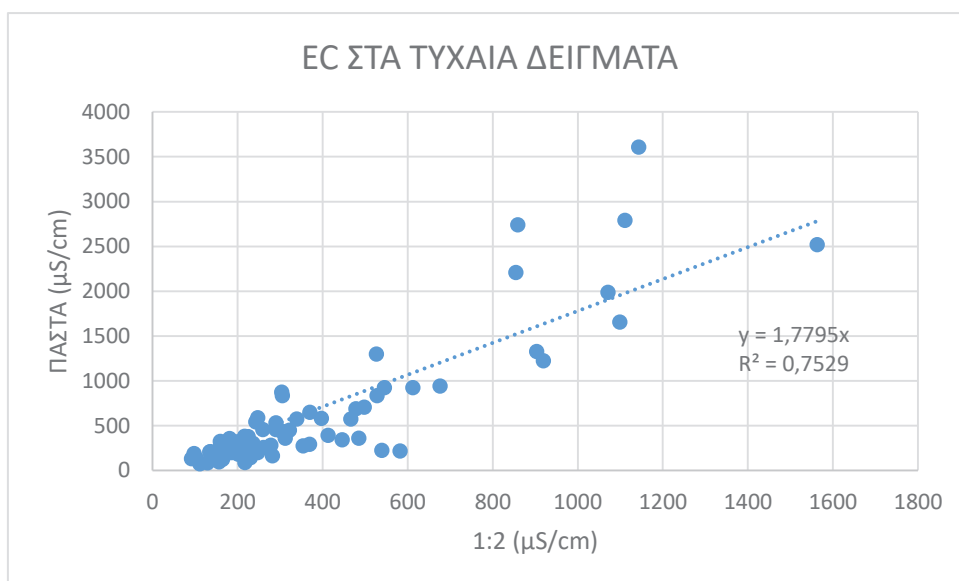
Μέθοδος 1:5 -> 160 μS/cm

Μέθοδος πάστα κορεσμού -> 394 μS/cm

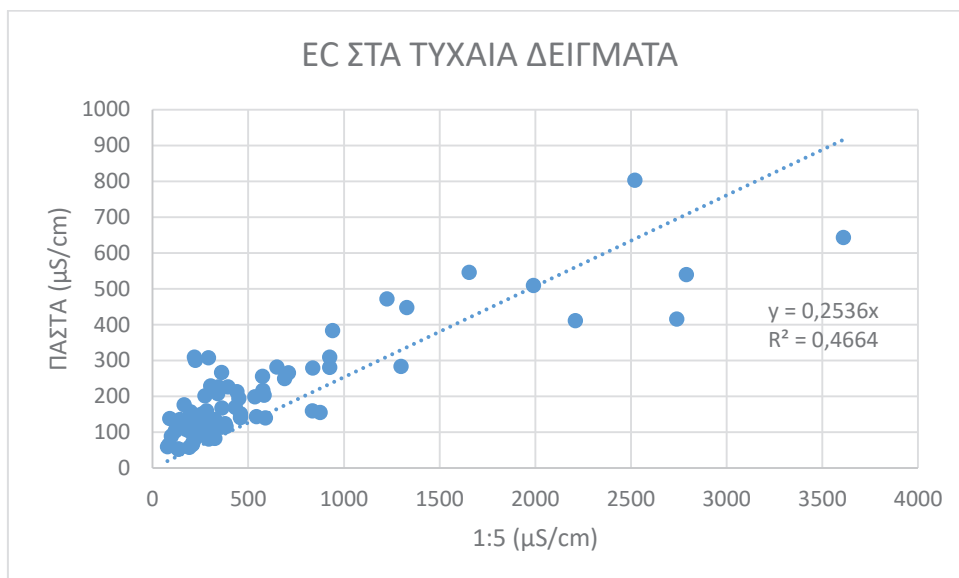
Όπου στη πάστα παρατηρούμε σχεδόν διπλάσια τιμή από το 1:5.



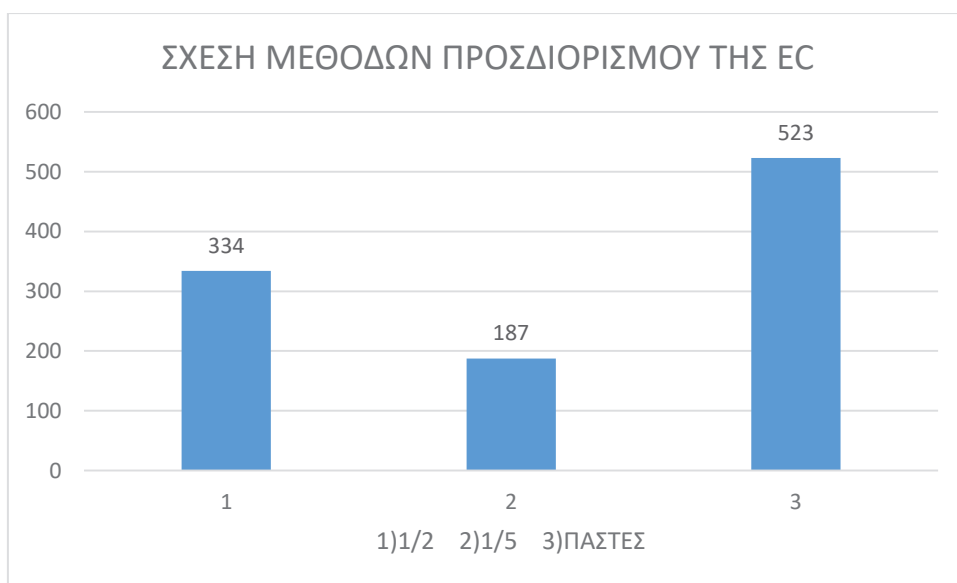
Διάγραμμα 12: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2 και 1:5(μS/cm)



Διάγραμμα 13: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:2 και πάστα(μS/cm)



Διάγραμμα 14: Ηλεκτρική Αγωγιμότητα στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(μS/cm)



Διάγραμμα 15: Συσχέτιση τιμών EC μεταξύ μεθόδων 1:2, 1:5 και πάστες(μS/cm)

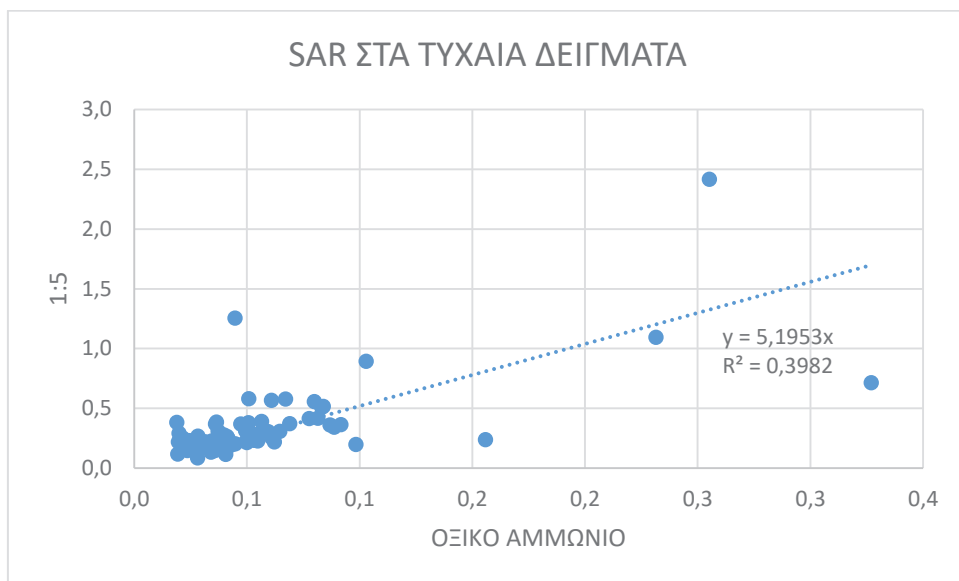
Η συνολική ηλεκτρική αγωγιμότητα (διάγραμμα 15) στις παραπάνω μεθόδους είναι :

1:2 -> 334 μS/cm

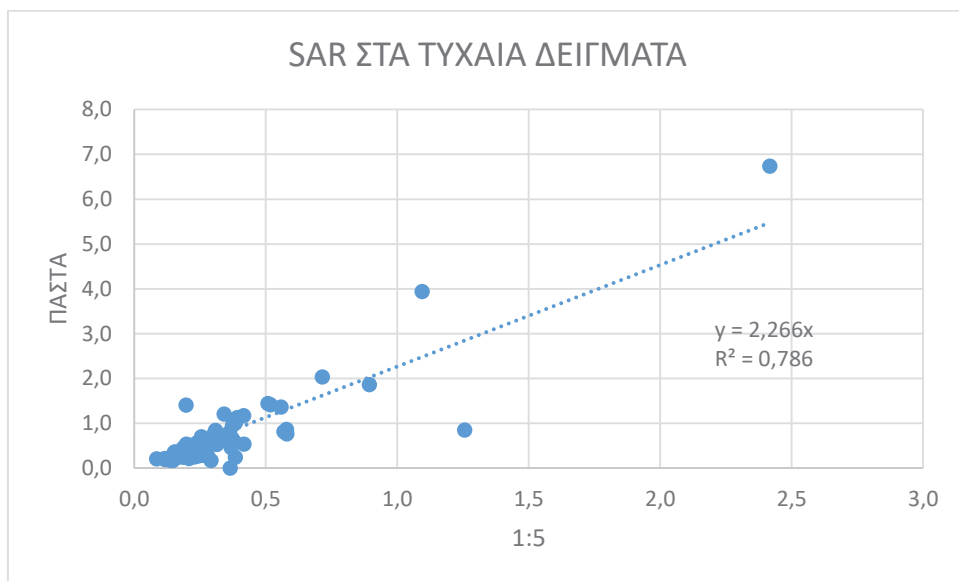
1:5 -> 187 μS/cm

Πάστες: 523 μS/cm

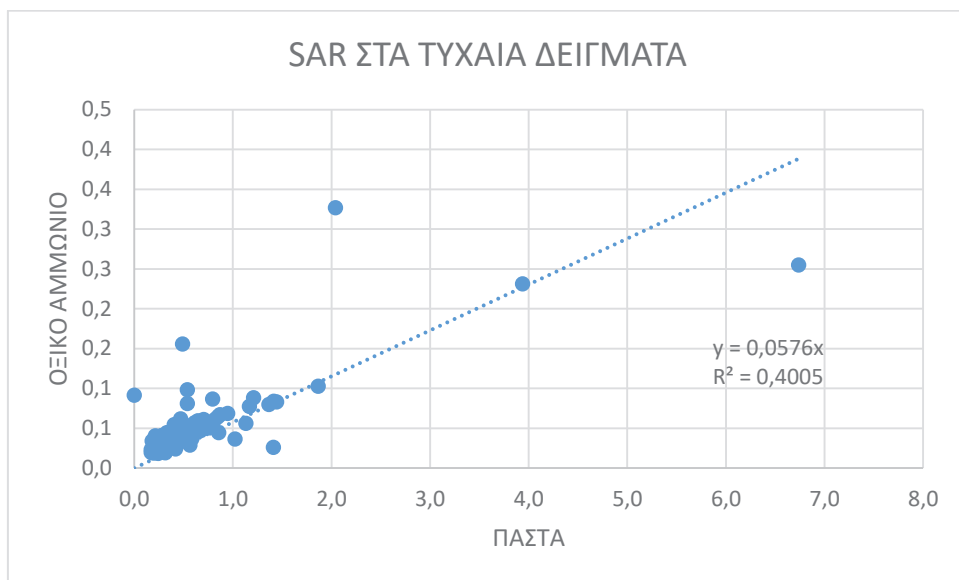
3.3 Αποτελέσματα Προσρόφησης του Νατρίου:



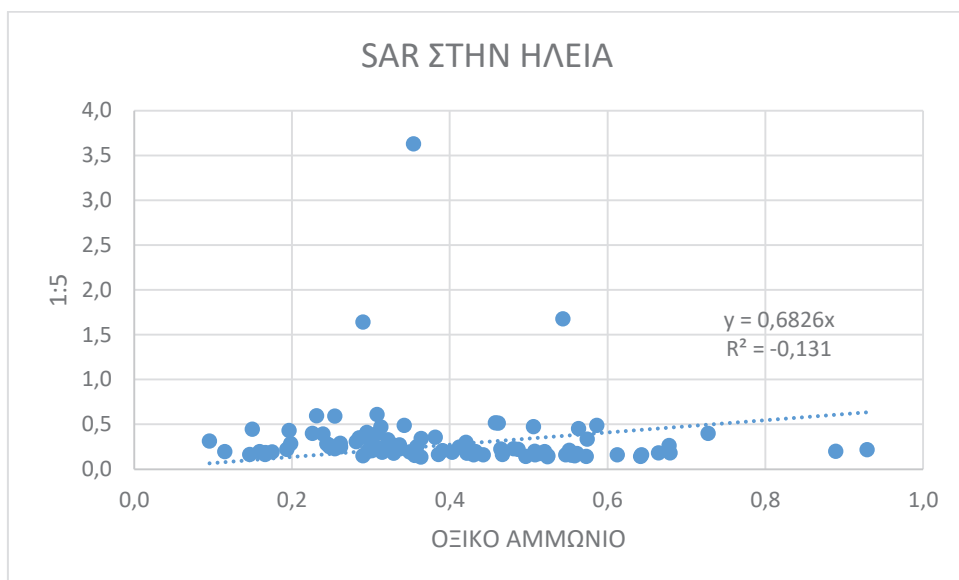
Διάγραμμα 16: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5



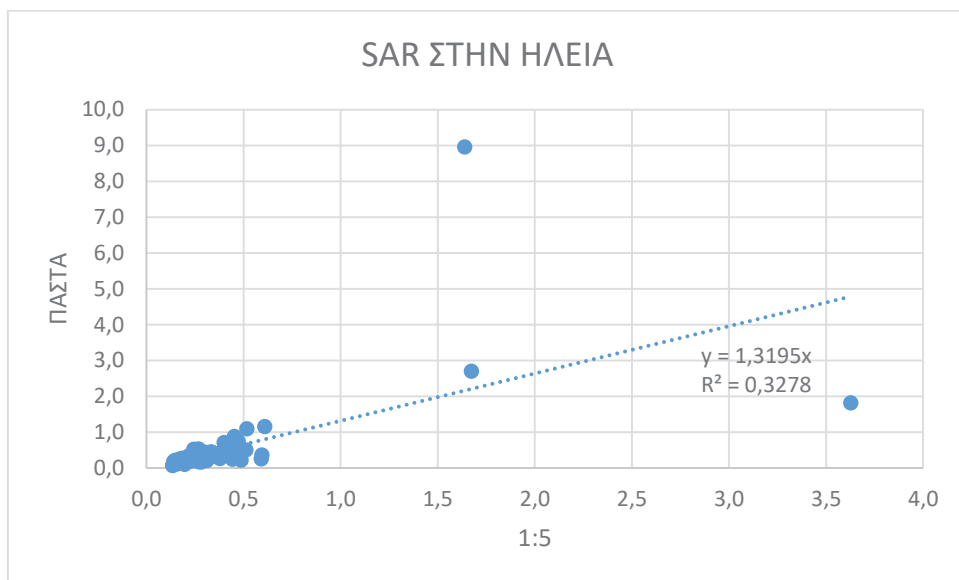
Διάγραμμα 17: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο 1:5 και πάστα



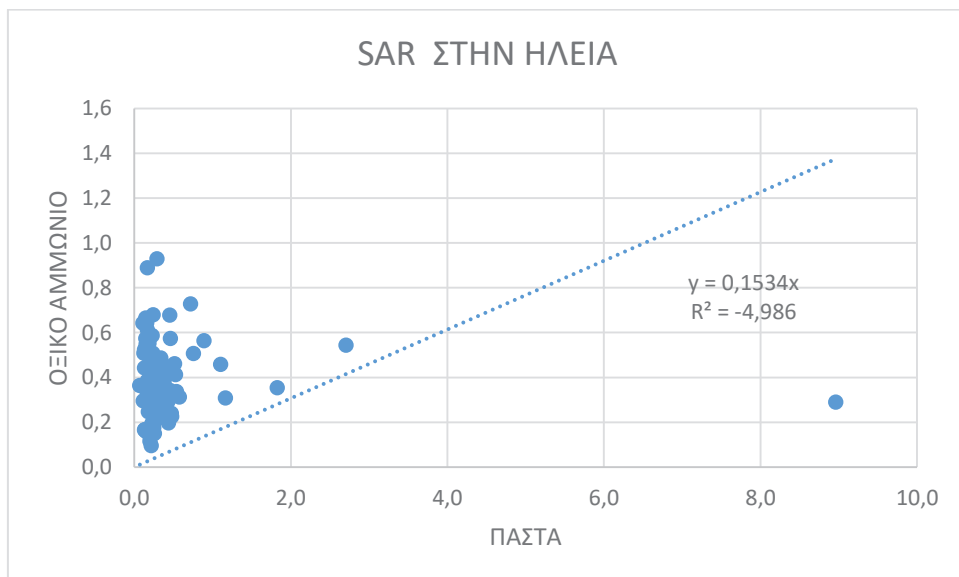
Διάγραμμα 18: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στα τυχαία δείγματα με την μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου



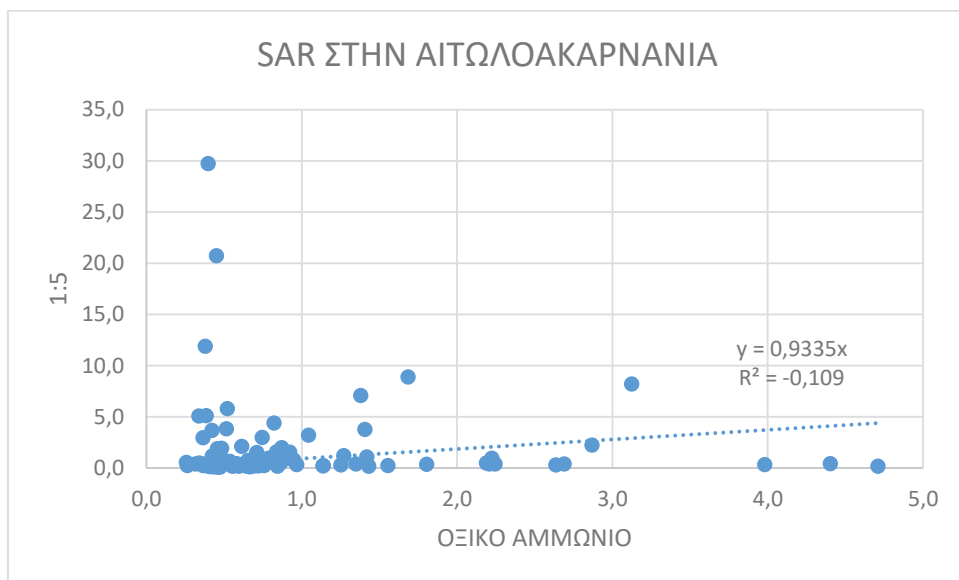
Διάγραμμα 19: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5



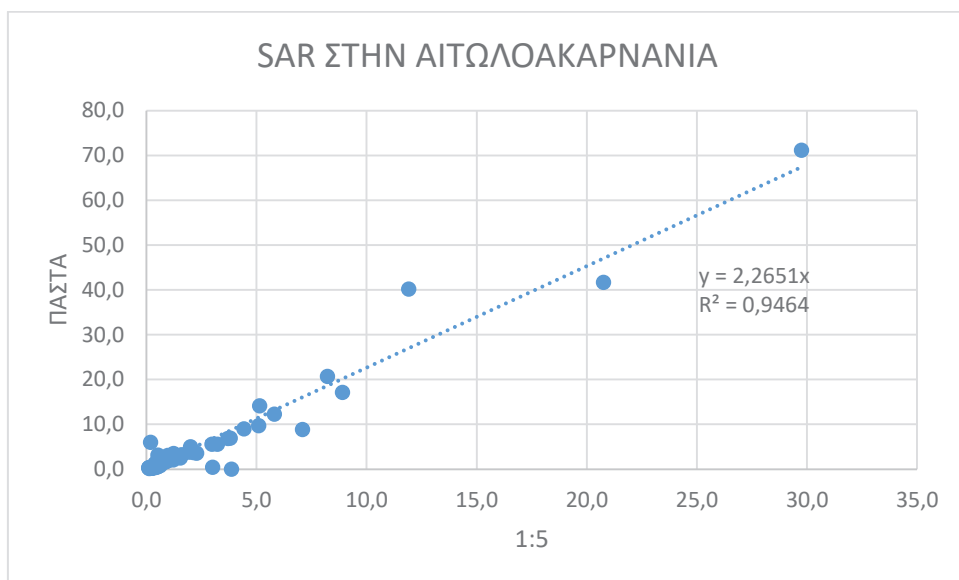
Διάγραμμα 20: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο 1:5 και πάστα



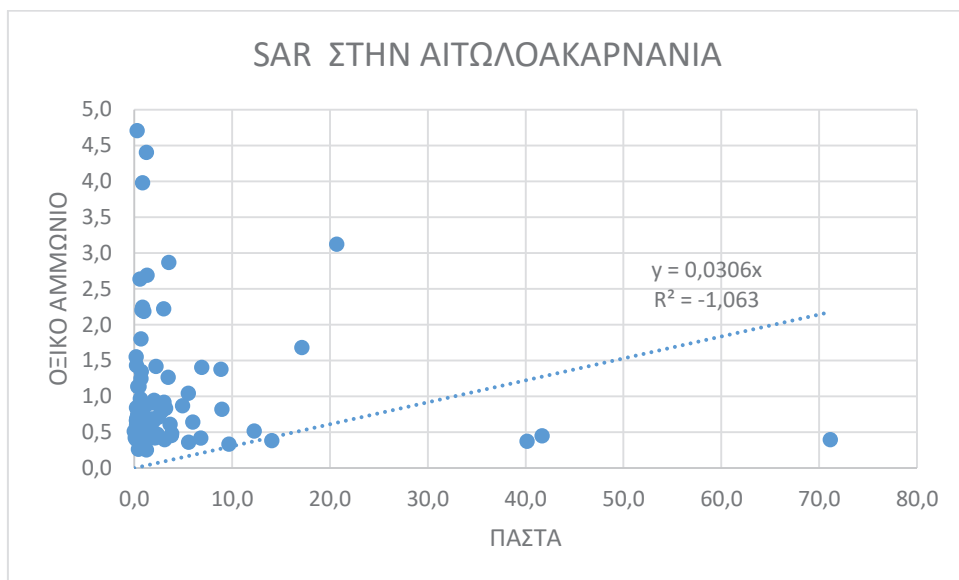
Διάγραμμα 21: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Ηλεία με την μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου



Διάγραμμα 22: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5



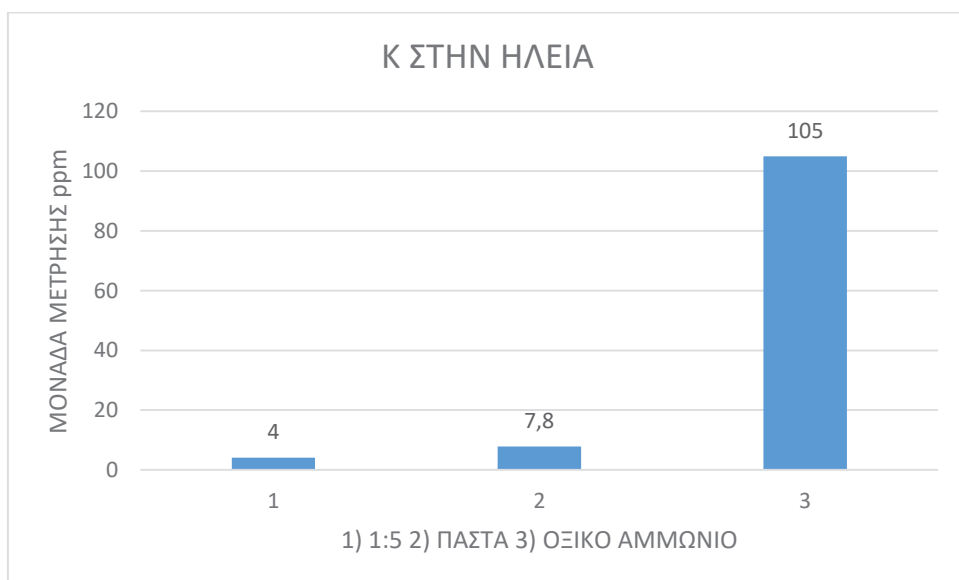
Διάγραμμα 23: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο 1:5 και πάστας



Διάγραμμα 24: Λόγος προσρόφησης του νατρίου στην Αιτωλοακαρνανία με την μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου

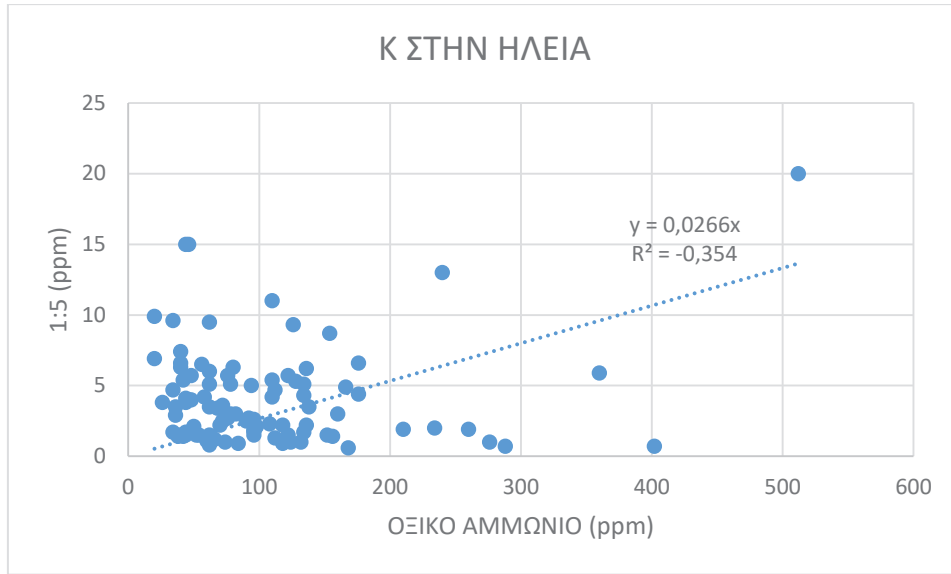
3.4 Αποτελέσματα βασικών κατιόντων

3.4.1 Αποτελέσματα από τις μετρήσεις καλίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας.

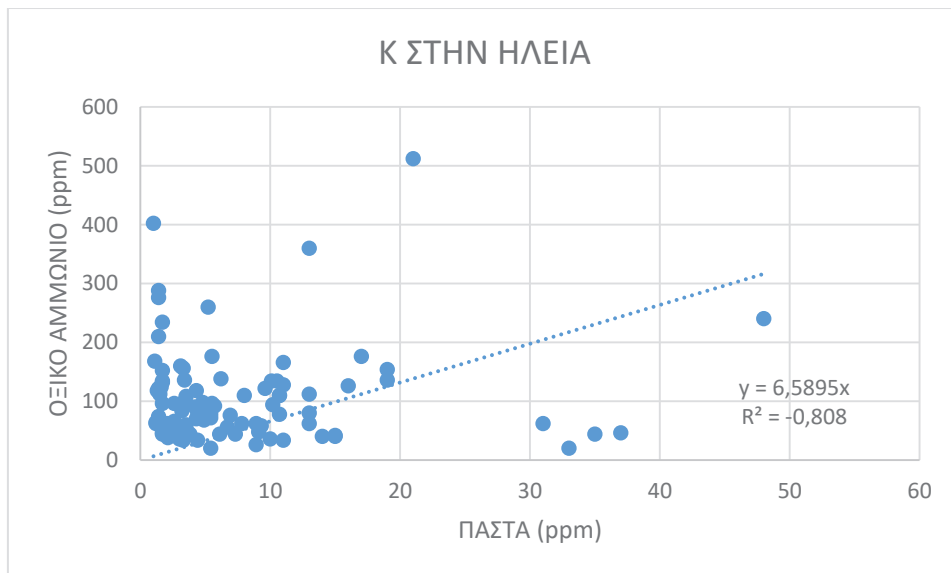


Διάγραμμα 25: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm)

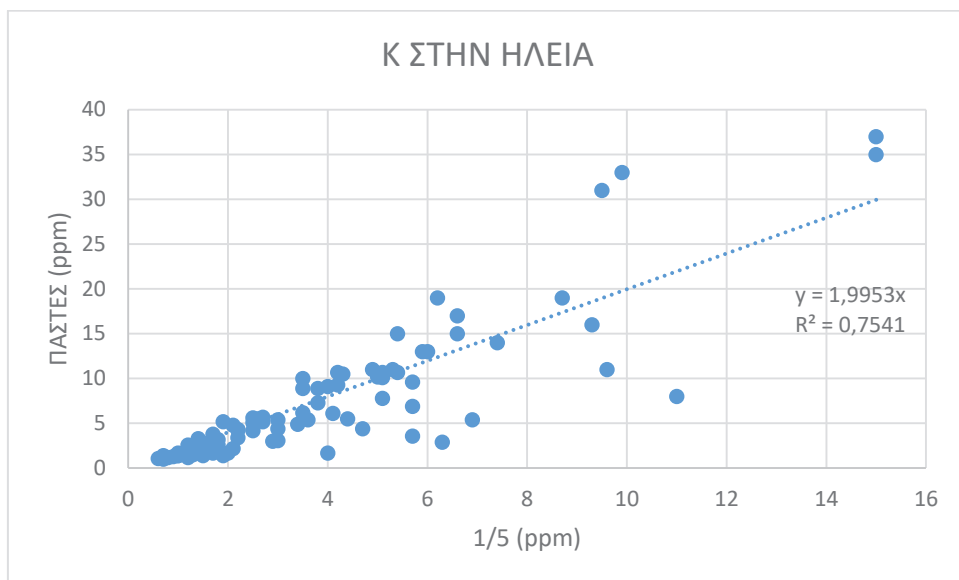
Στο διάγραμμα 25 παρατηρούμε ότι στην Ηλεία το 1:5 είναι: 4 ppm (όπου είναι το κατώτερο στο σύνολο) ακολουθεί η μέθοδος της πάστας όπου είναι 7,8 ppm και τέλος το οξικό αμμώνιο με 105 ppm.



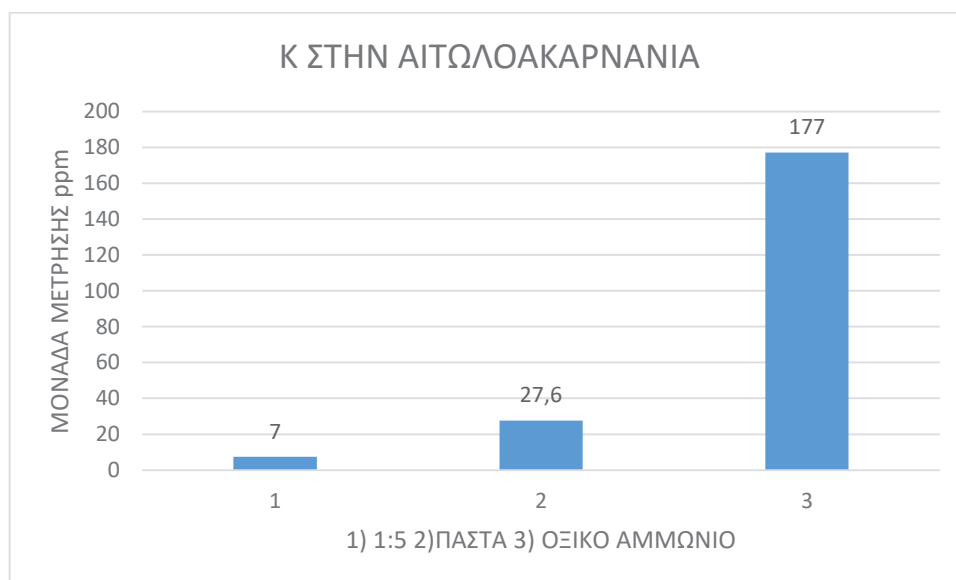
Διάγραμμα 26: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 27: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

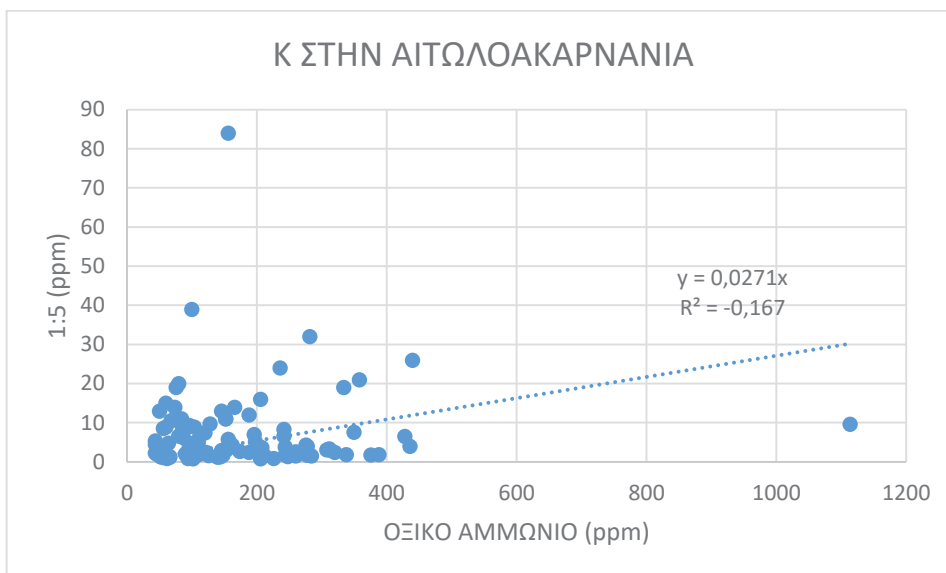


Διάγραμμα 28: Κάλιο στον νομό Ηλείας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

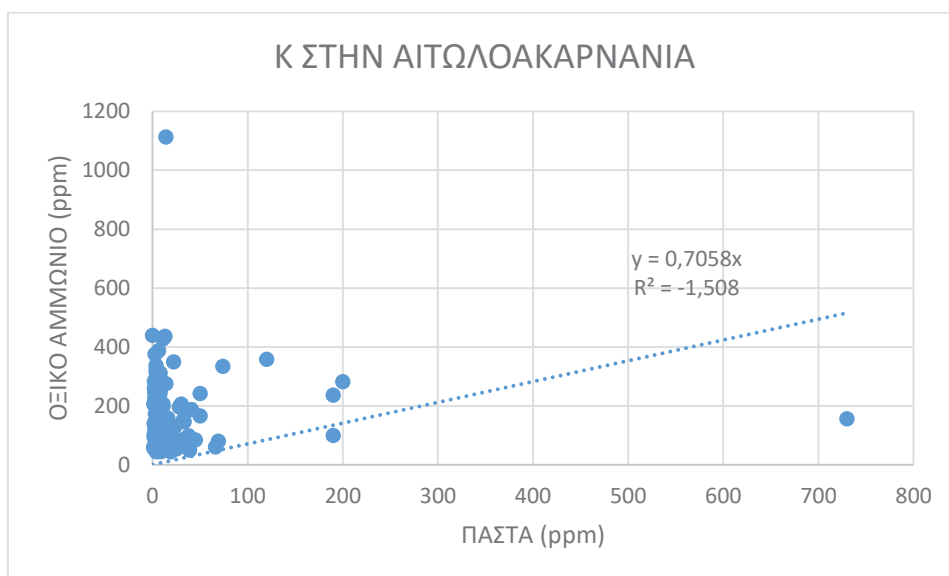


Διάγραμμα 29: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

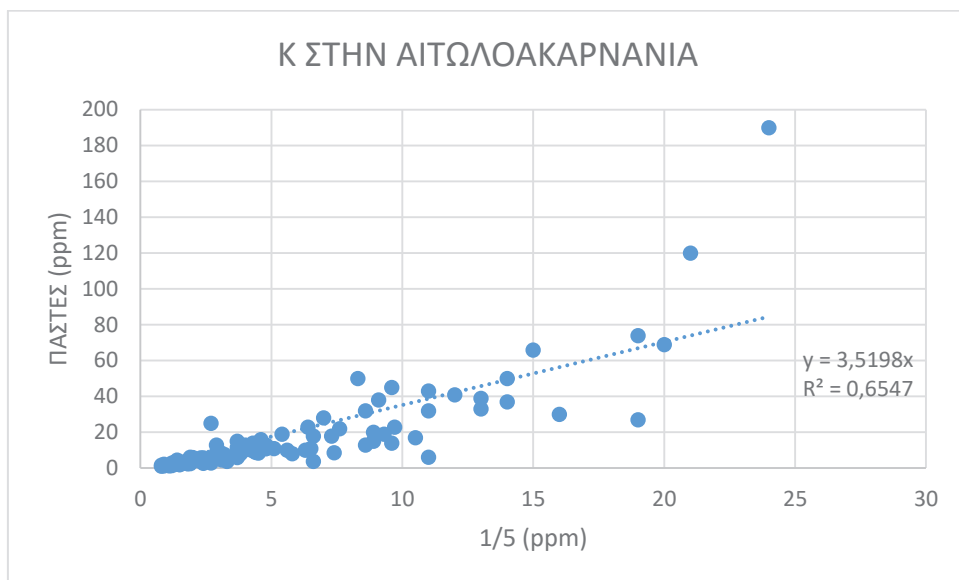
Στην Αιτωλοακαρνανία η μέθοδος 1:5 έχει μέσο όρο 7 ppm, η πάστα: 27,6 ppm και το οξικό αμμώνιο στο :177 ppm (διάγραμμα 29)



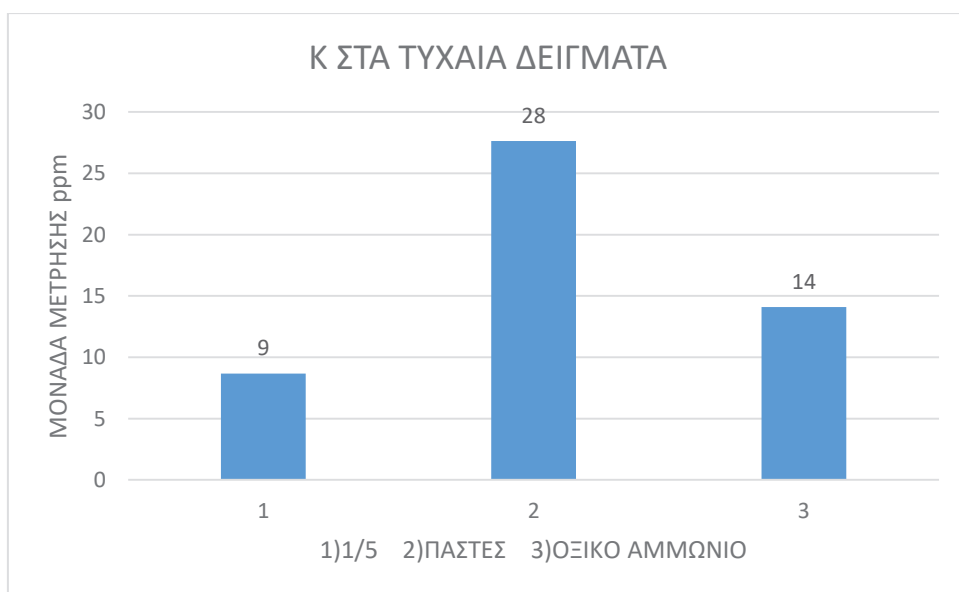
Διάγραμμα 30: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 31: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

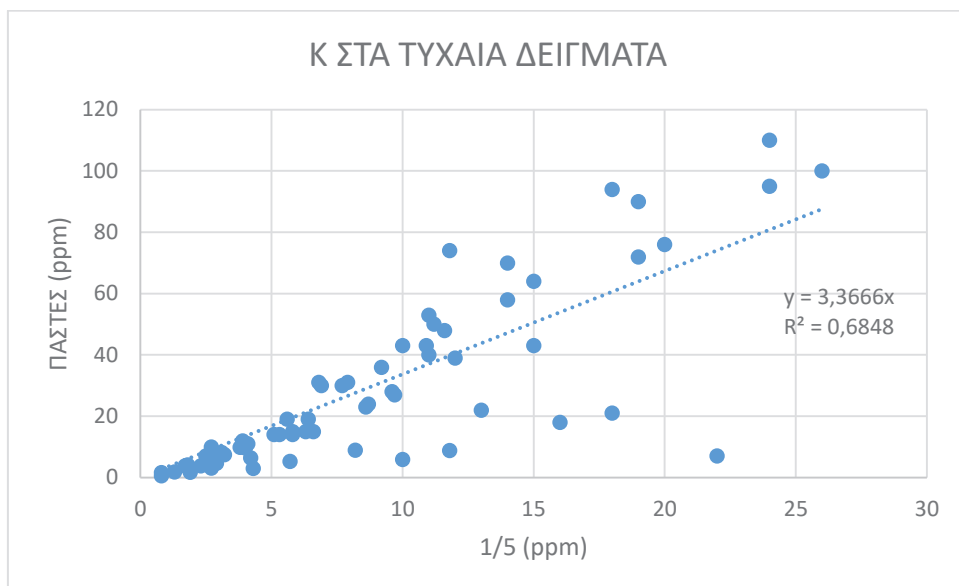


Διάγραμμα 32: Κάλιο στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

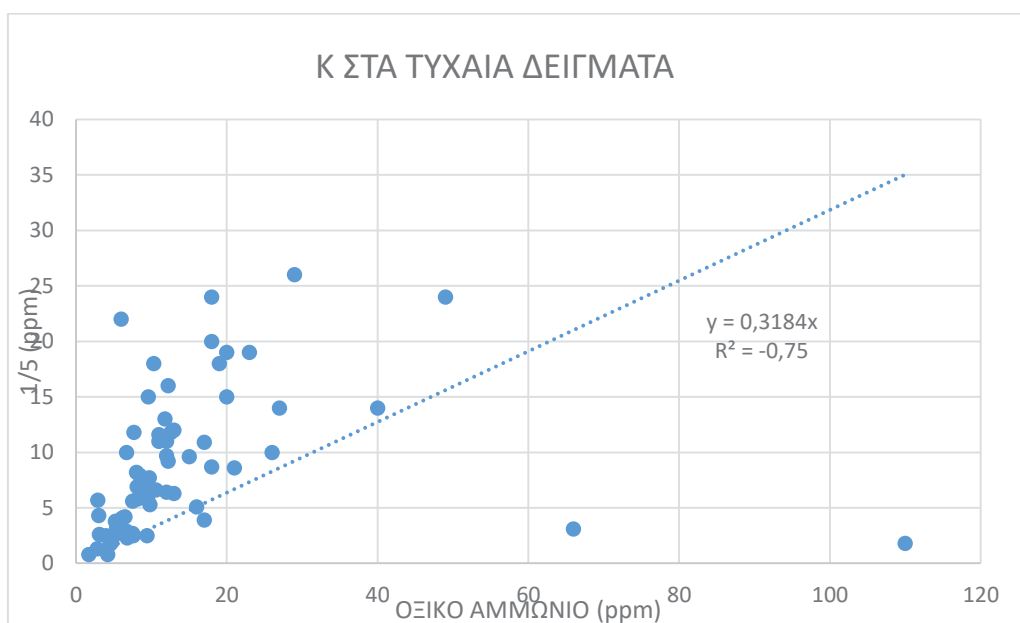


Διάγραμμα 33: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

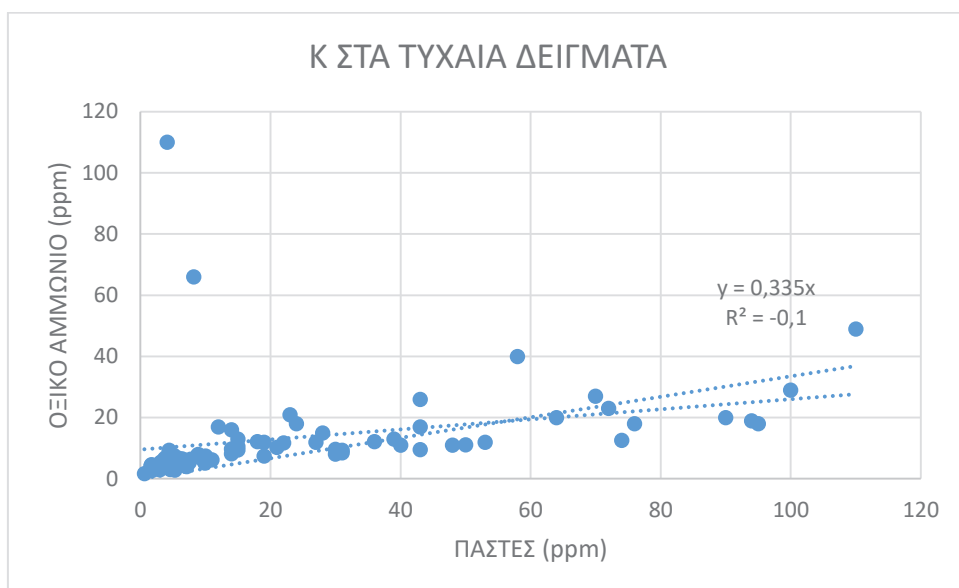
Οι μετρήσεις καλίου στα τυχαία δείγματα (διάγραμμα 33) έγιναν στις μεθόδους 1:5, πάστες και οξικό αμμώνιο όπου ο μέσος όρος αυτών των τριών ήταν 9 ppm, 28 ppm, 14 ppm αντίστοιχα ξεπερνώντας και πάλι οι πάστες κορεσμού τον μέσο όρο κατά πολύ.



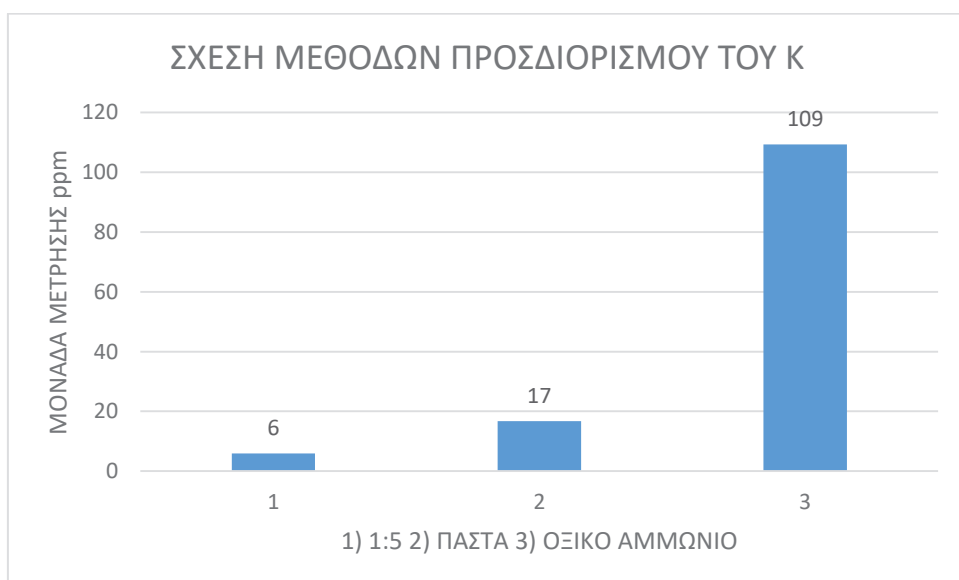
Διάγραμμα 34: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)



Διάγραμμα 35: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



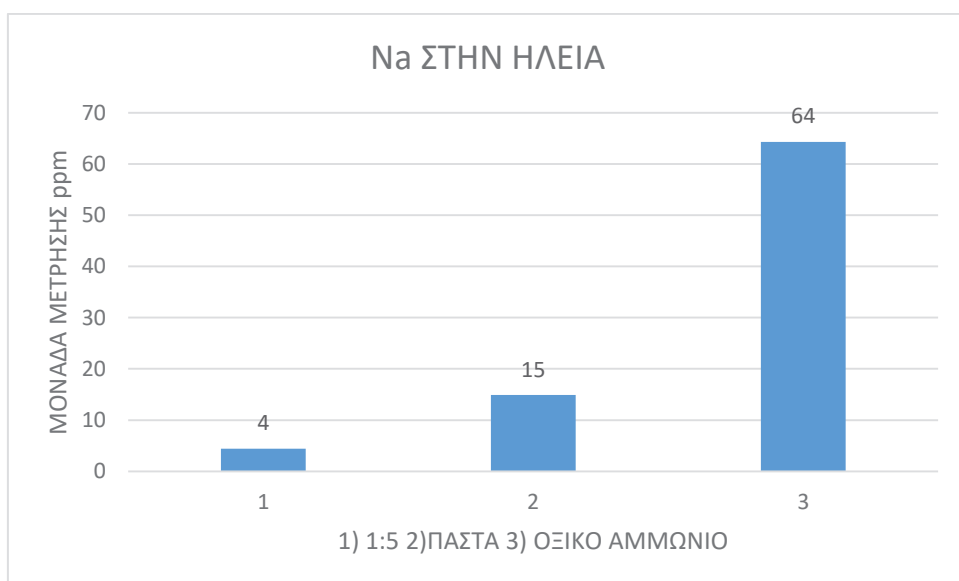
Διάγραμμα 36: Κάλιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου (ppm)



Διάγραμμα 37: Συσχέτιση τιμών Κ μεταξύ μεθόδων 1:5, παστών και οξικού αμμωνίου (ppm)

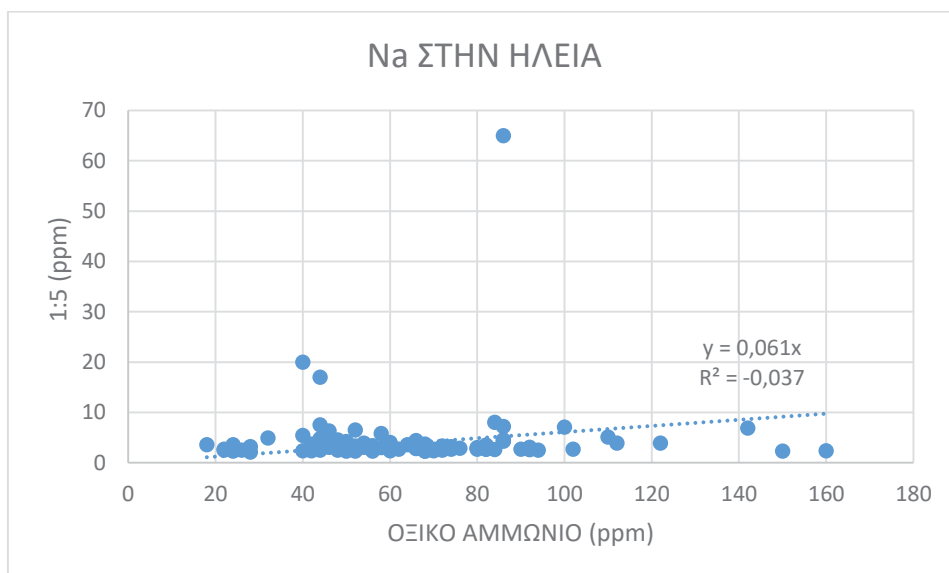
Το σύνολο του καλίου που μας δείχνει το διάγραμμα 37 έχει ως εξής: Πρώτη στην τιμή του συνόλου έρχεται η μέθοδος του οξικού αμμωνίου με 109 ppm ακολουθεί η τιμή της πάστας με 17 ppm και τελευταία η μέθοδος 1:5 με τιμή 6 ppm.

3.4.2 Αποτελέσματα νατρίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας

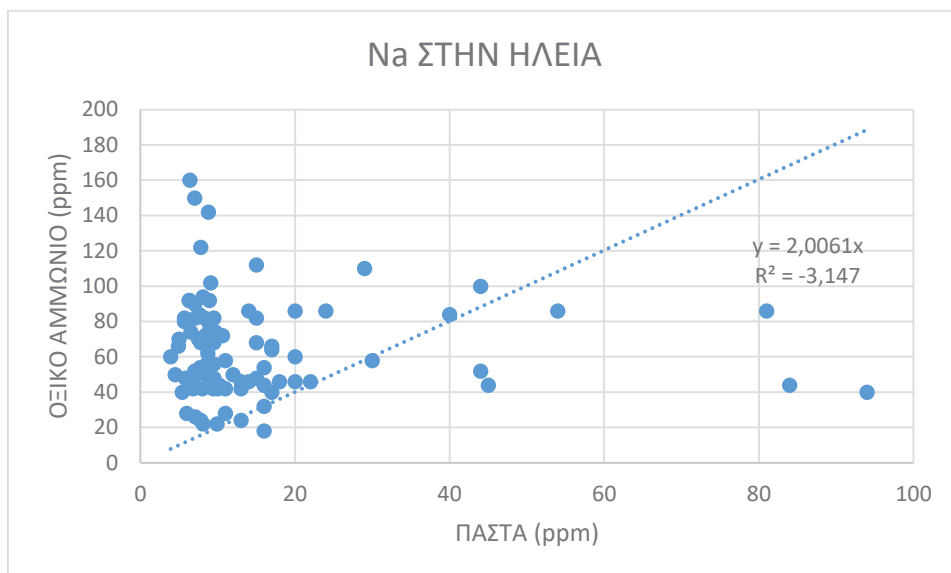


Διάγραμμα 38: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 ,πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

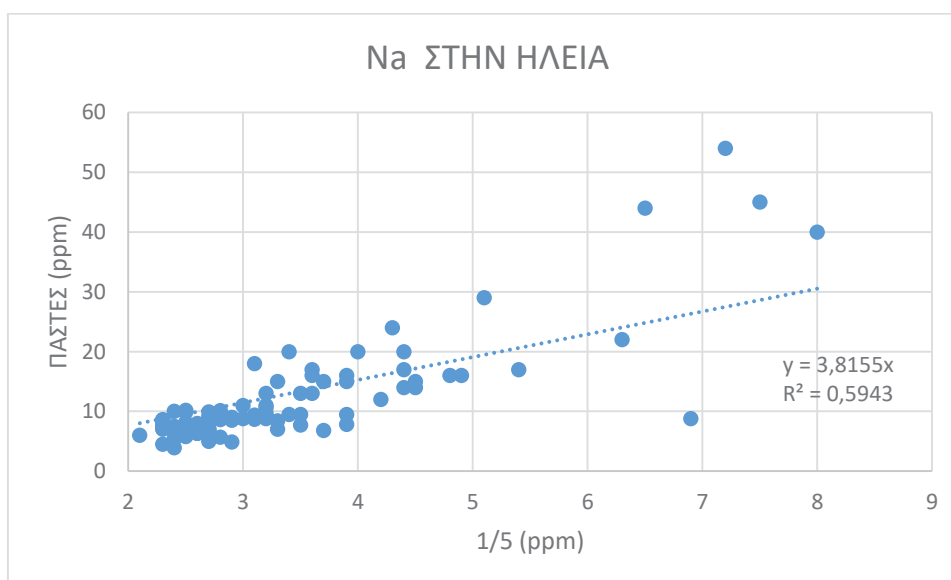
Ο μέσος όρος του νατρίου στην Ηλεία με τις μεθόδους 1:5 ,πάστα και οξικό αμμώνιο είναι (διάγραμμα 38): 1:5 -> 4 ppm , πάστα -> 15 ppm και οξικό αμμώνιο -> 64 ppm .



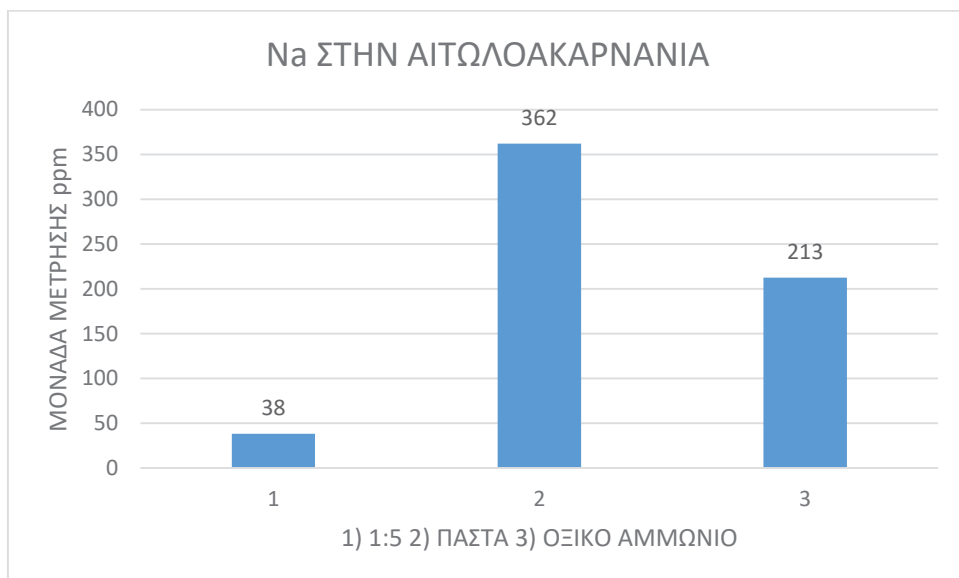
Διάγραμμα 39: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα40: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου(ppm)

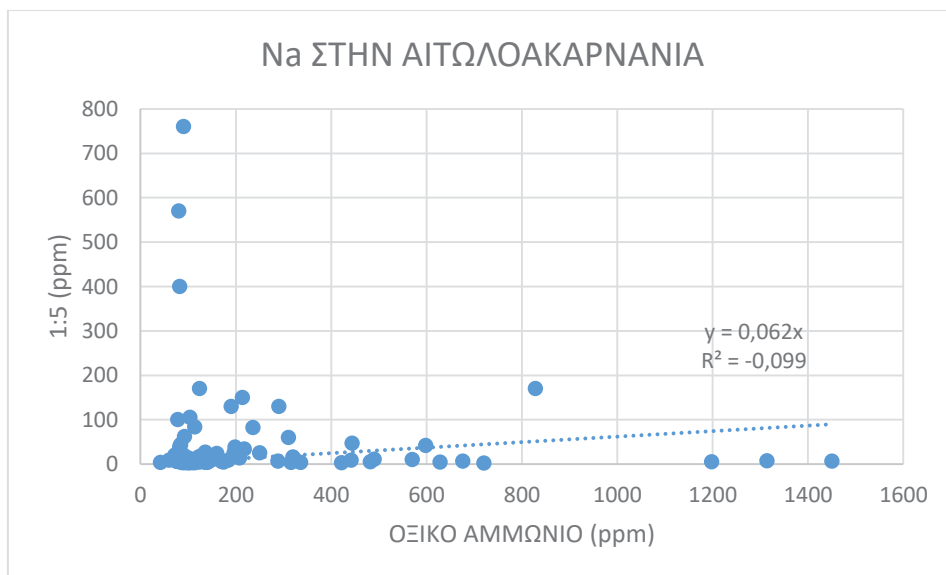


Διάγραμμα 41: Νάτριο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

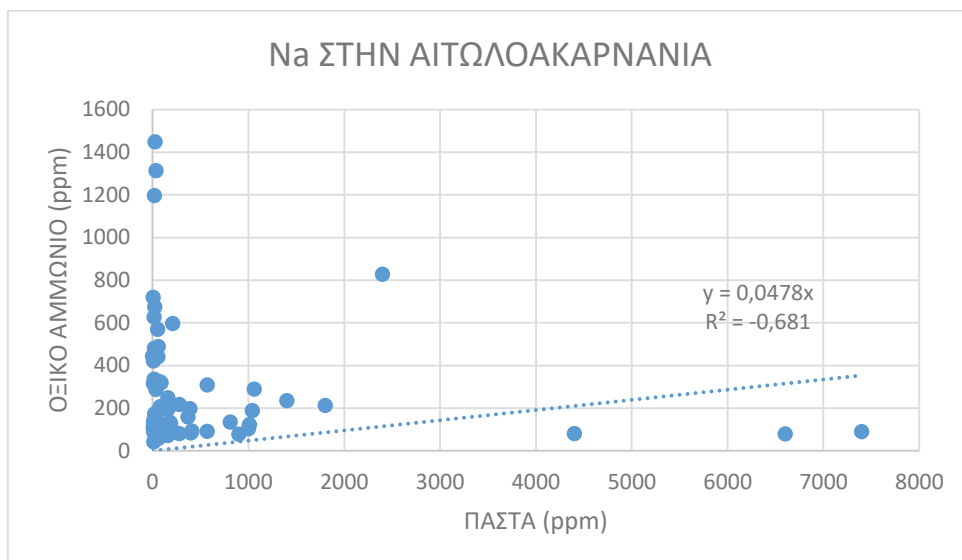


Διάγραμμα 42: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικού αμμωνίου(ppm)

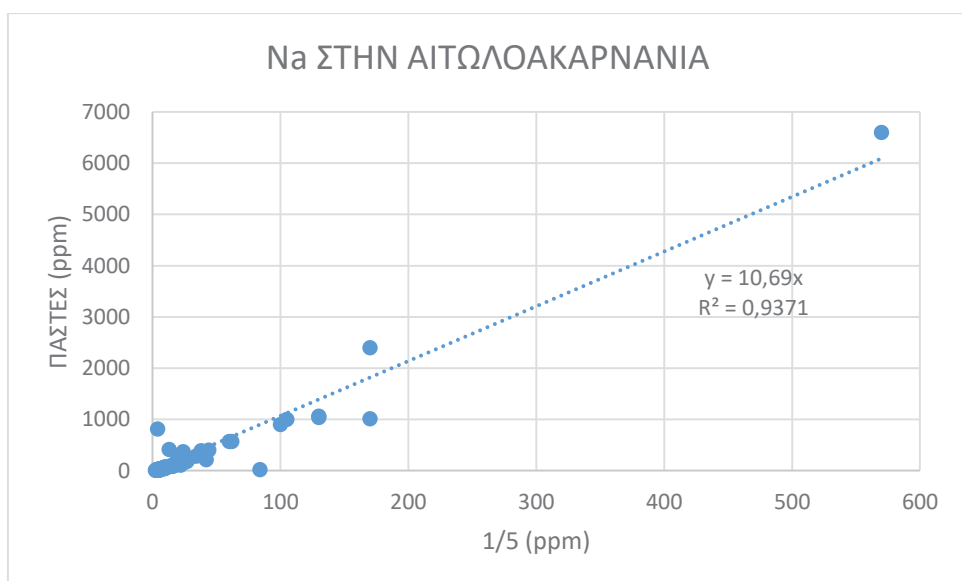
Στο διάγραμμα 42 παρατηρούμε ότι στην Αιτωλοακαρνανία το 1:5 -> 38 ppm ,πάστα -> 362 ppm και το οξικό αμμώνιο -> 213 ppm .Παρατηρείται μεγάλο ποσοστό νατρίου στον νομό Αιτωλοακαρνανίας με την μέθοδο της πάστας κορεσμού.



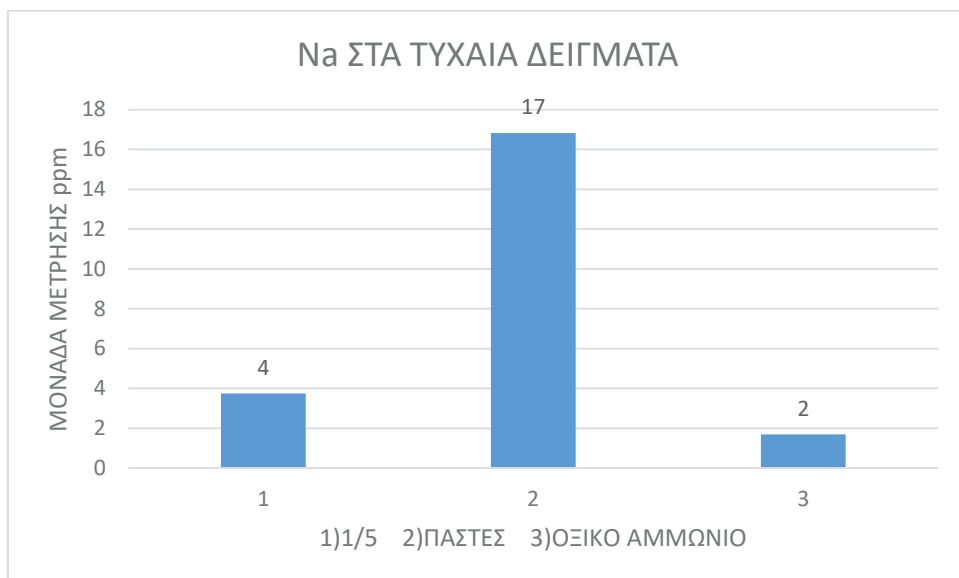
Διάγραμμα 43: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 44: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

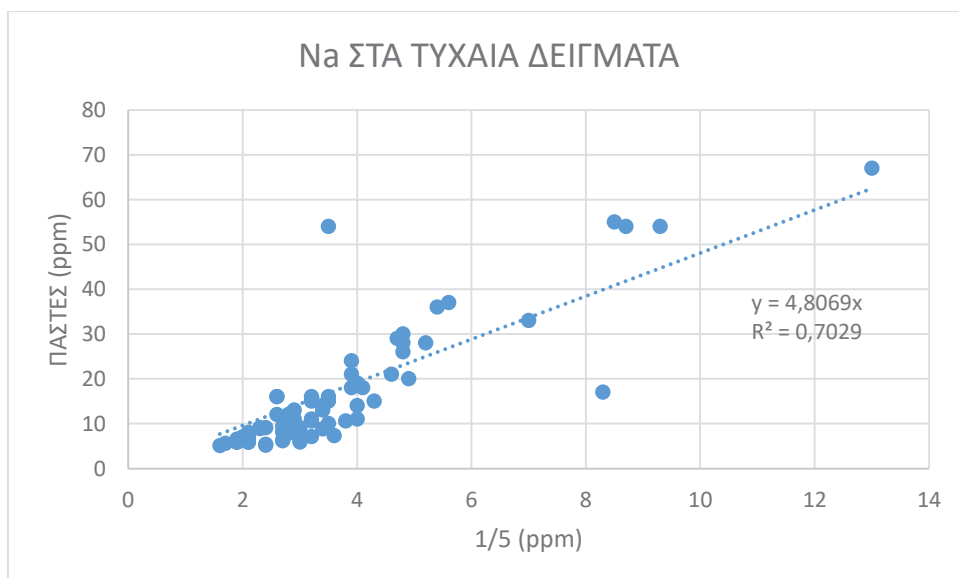


Διάγραμμα 45: Νάτριο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

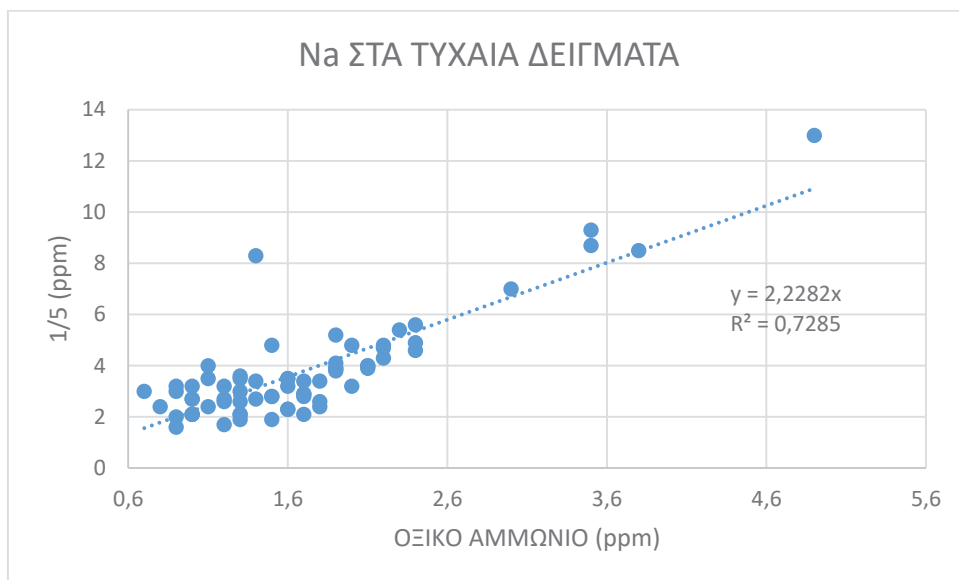


Διάγραμμα 46: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

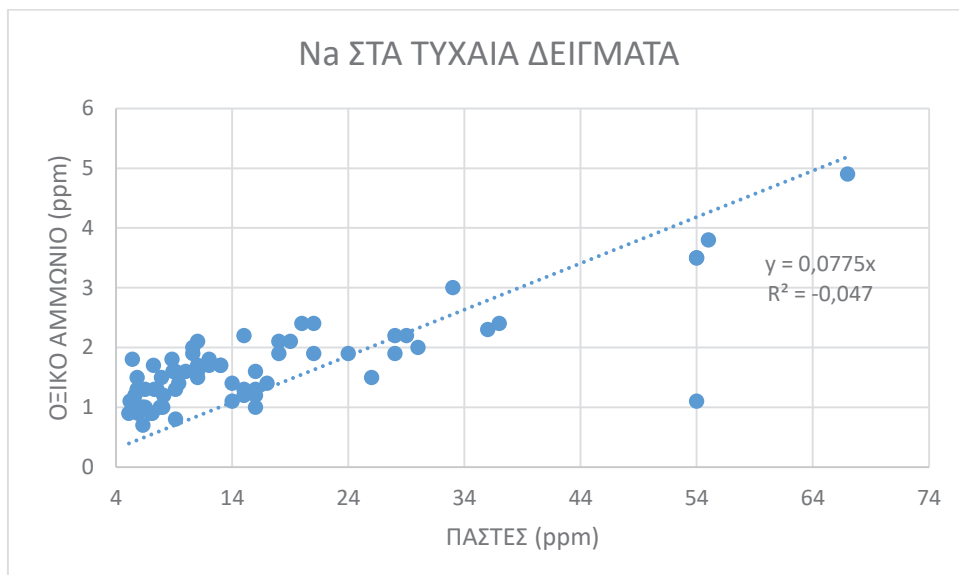
Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν στις μετρήσεις του νατρίου στα τυχαία δείγματα είναι όπως και στο κάλιο που αναφέραμε. Στο διάγραμμα 46 βλέπουμε τους μέσους όρους των : 1:5 -> 4 ppm, πάστες -> 17 ppm , οξικό αμμώνιο -> 2 ppm .



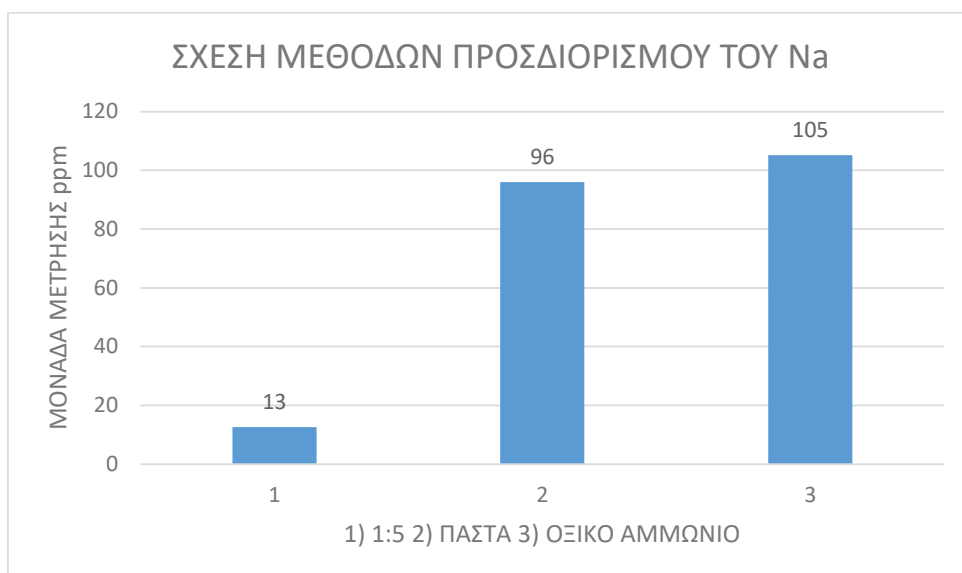
Διάγραμμα 47: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)



Διάγραμμα 48: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 49: Νάτριο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο πάστας και οξικού αμμωνίου(ppm)



Διάγραμμα 50: Συσχέτιση τιμών Na μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

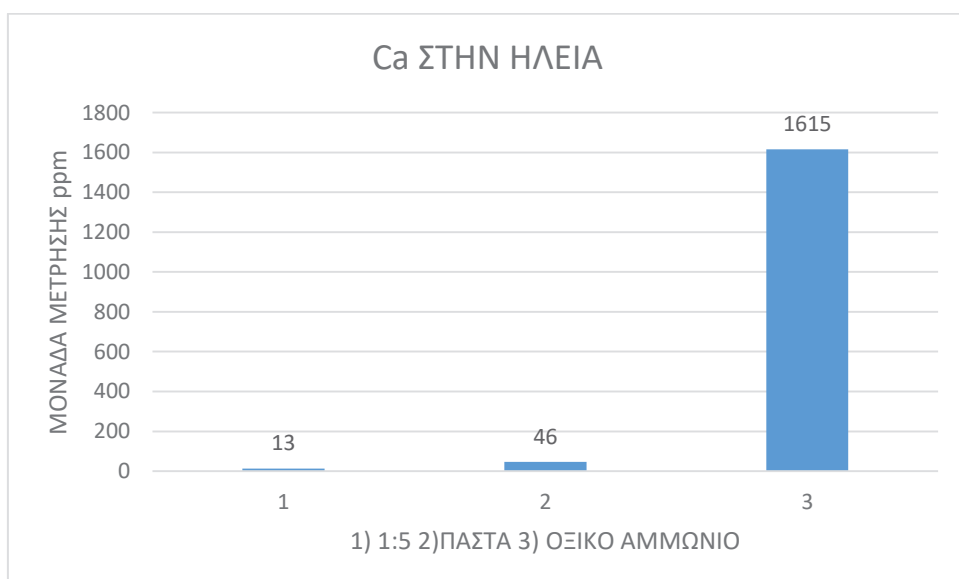
Το συνολικό νάτριο στα εδάφη που αναλύσαμε είναι (διάγραμμα 50):

Στη μέθοδο 1:5 -> 13 ppm (κατώτερο στο σύνολο)

Στις πάστες -> 96 ppm

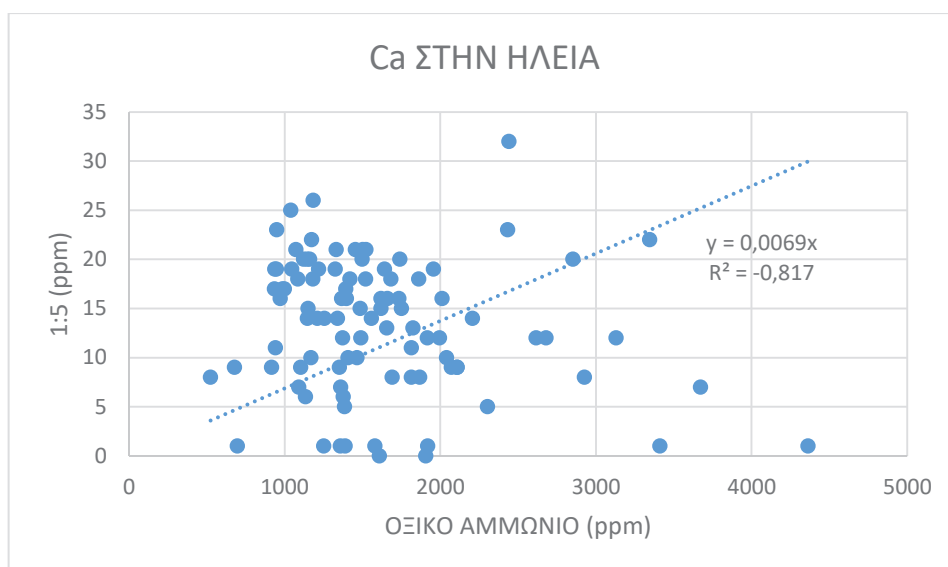
Στο οξικό αμμώνιο -> 105 ppm (μέγιστο στο σύνολο)

3.4.3 Αποτελέσματα ασβεστίου με τη μέθοδο της φλογοφωτομετρίας:

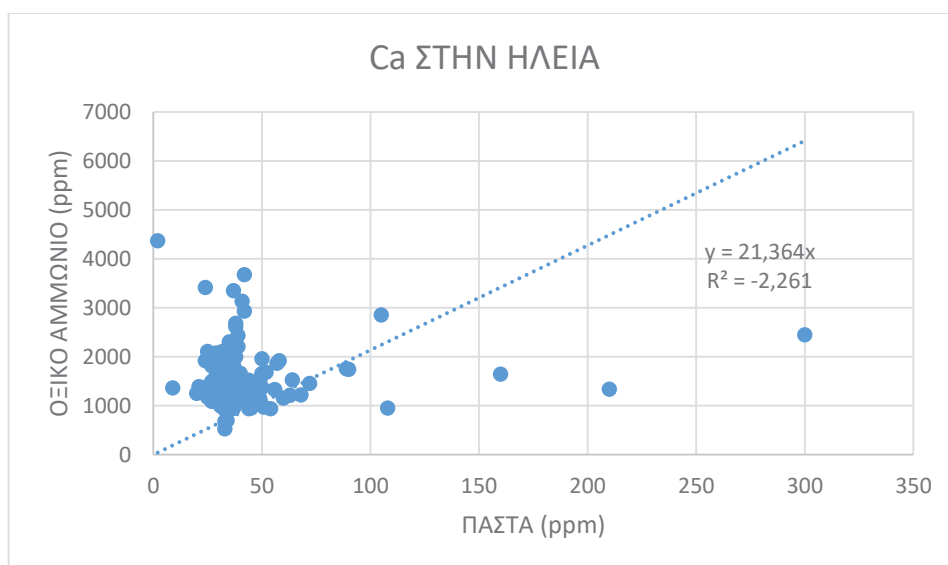


Διάγραμμα 51: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

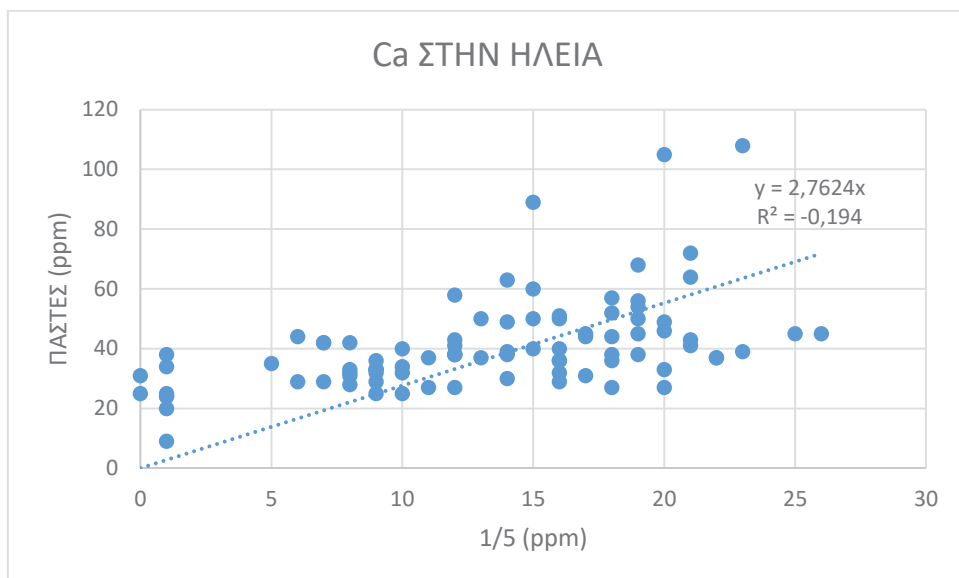
Στο διάγραμμα 51 οι μέσοι όροι της Ηλείας είναι : 1:5 -> 13 ppm, πάστα ->46 ppm και οξικό αμμώνιο -> 1615 ppm.



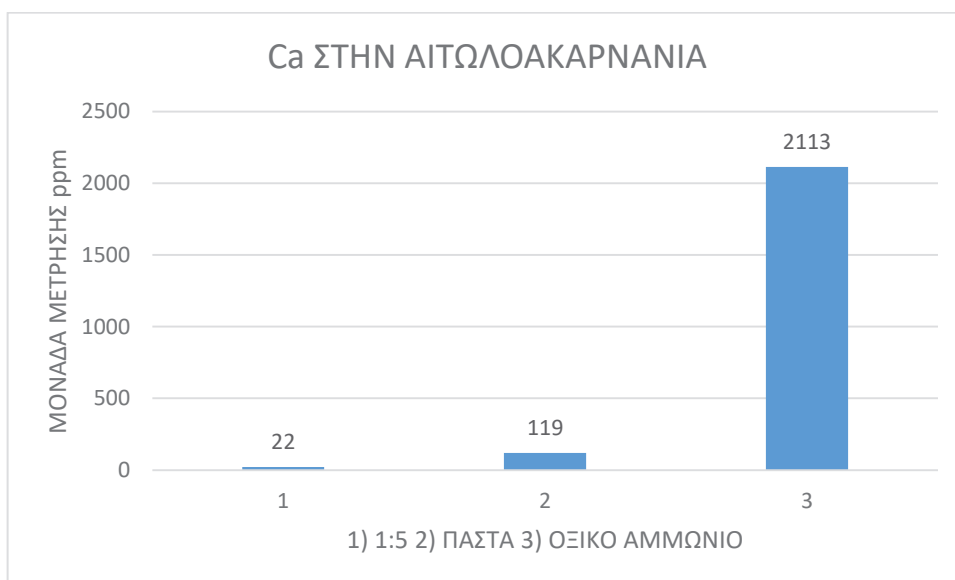
Διάγραμμα 52: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 53: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

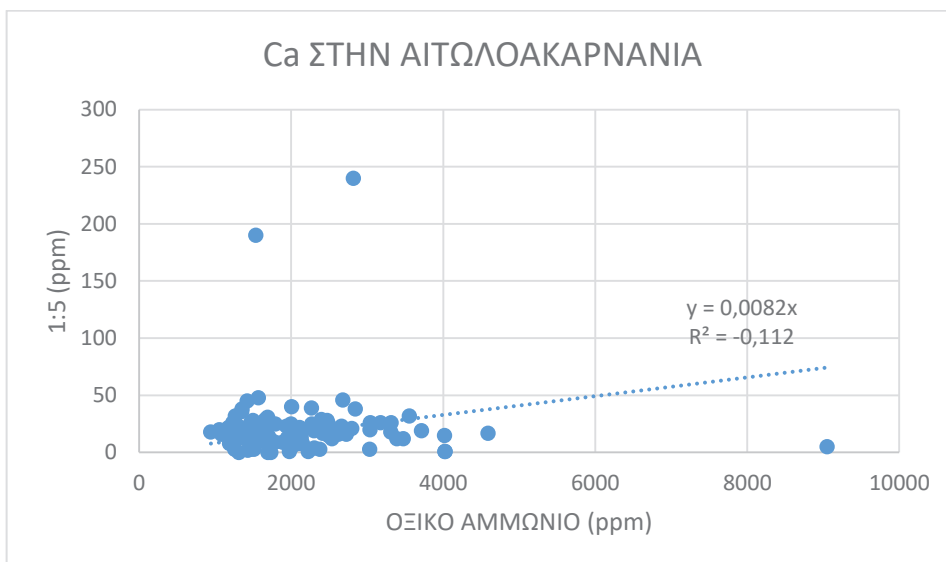


Διάγραμμα 54: Ασβέστιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

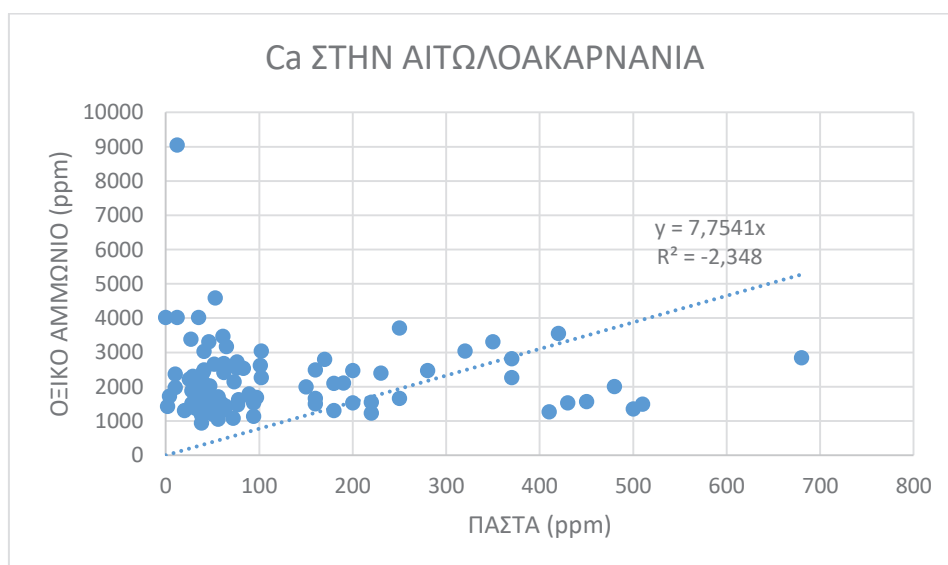


Διάγραμμα 55: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

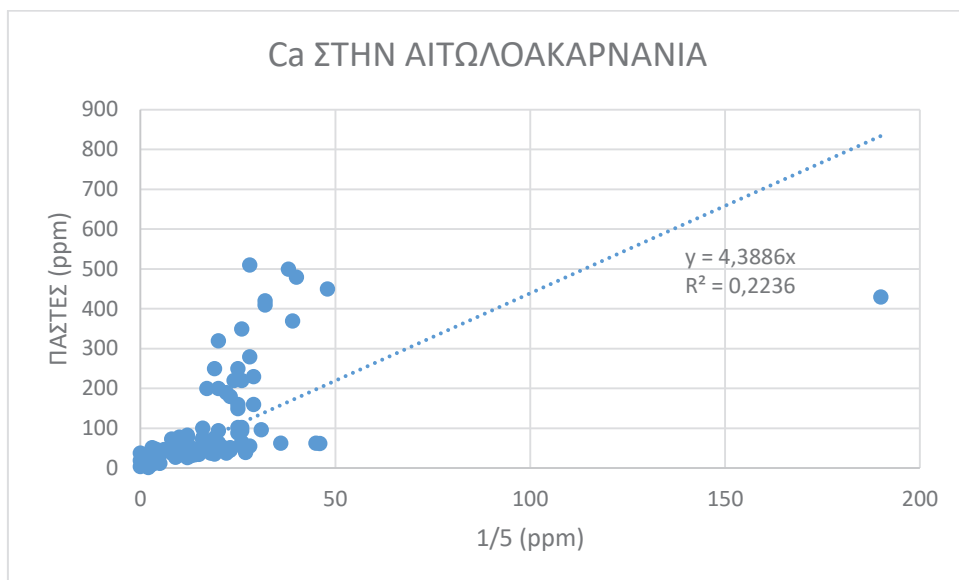
Στην Αιτωλοακαρνανία παρατηρούμε ότι το 1:5 -> 22 ppm , η πάστα -> 119 ppm και τέλος το οξικό αμμώνιο -> 2113 ppm ,έχοντας το μεγαλύτερο μέσο όρο στο σύνολο.



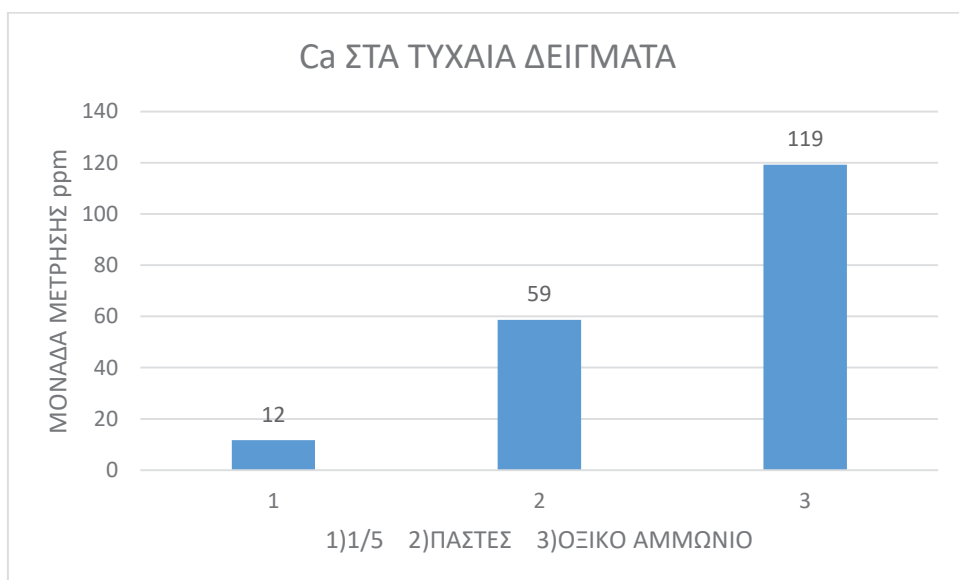
Διάγραμμα 56: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 57: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

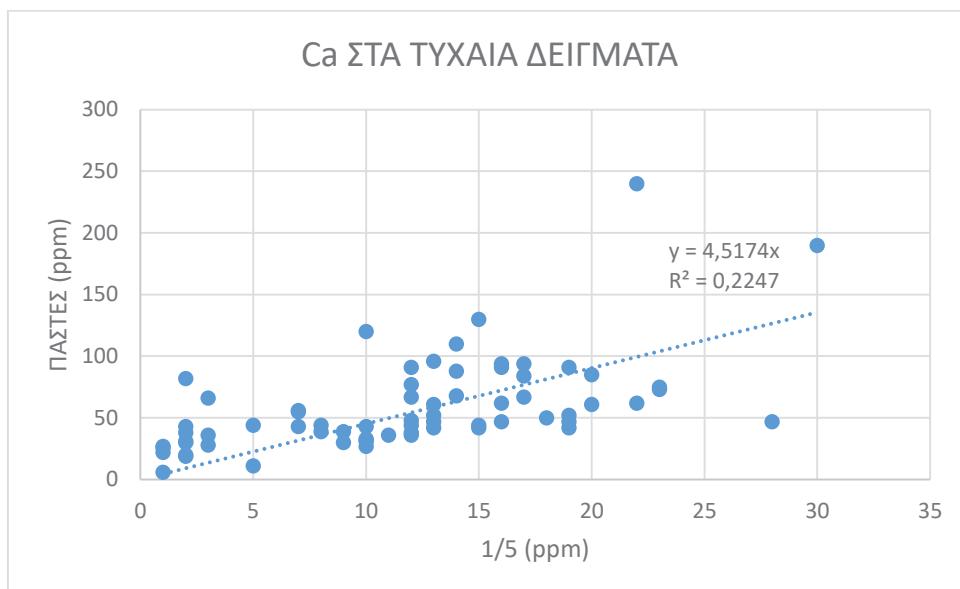


Διάγραμμα 58: Ασβέστιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστας(ppm)

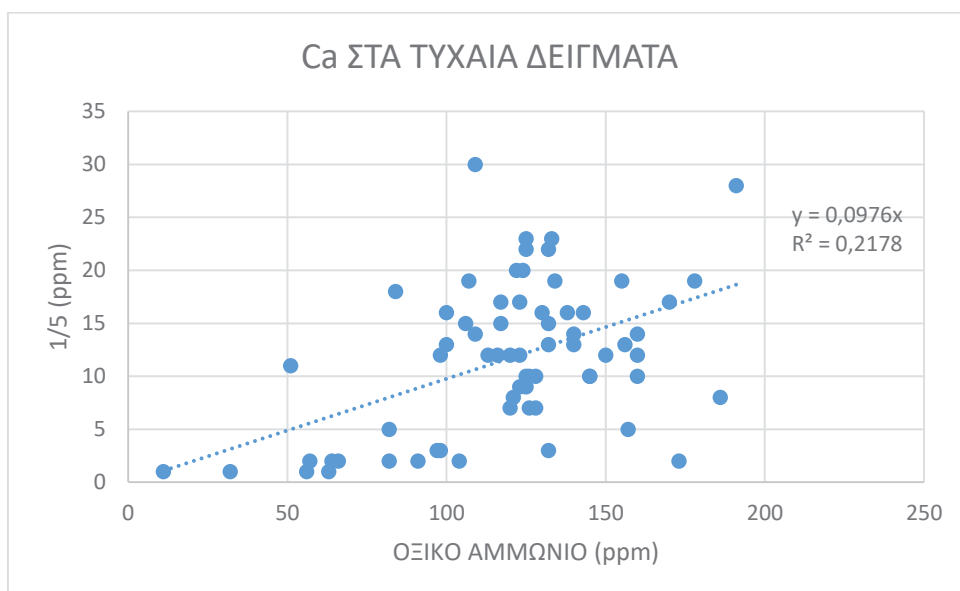


Διάγραμμα 59: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

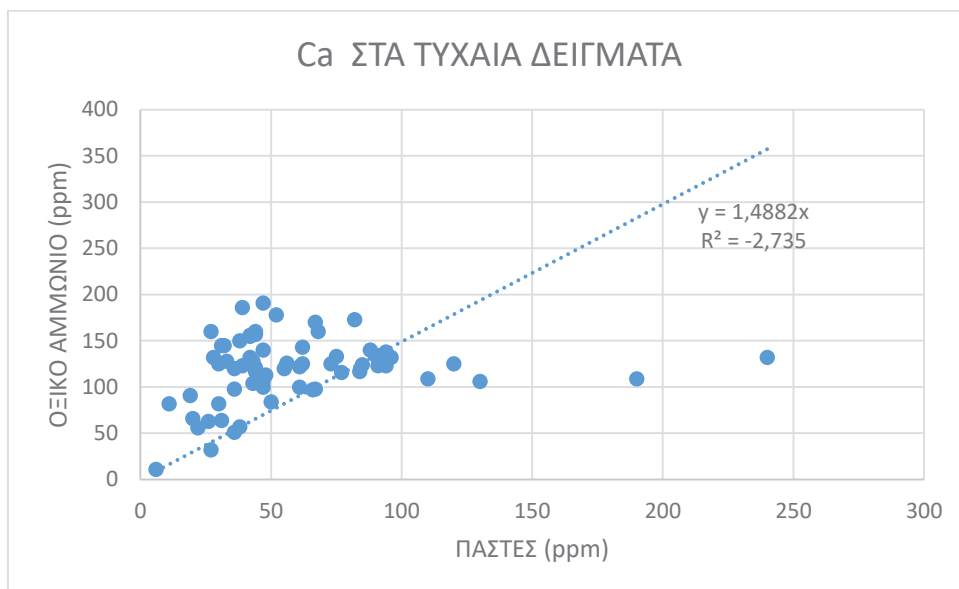
Ο μέσος όρος του ασβεστίου στα τυχαία δείγματα είναι (διάγραμμα 59): 1:5 -> 12 ppm, πάστες -> 59 ppm και οξικό αμμώνιο -> 119 ppm φτάνοντας το μέγιστο.



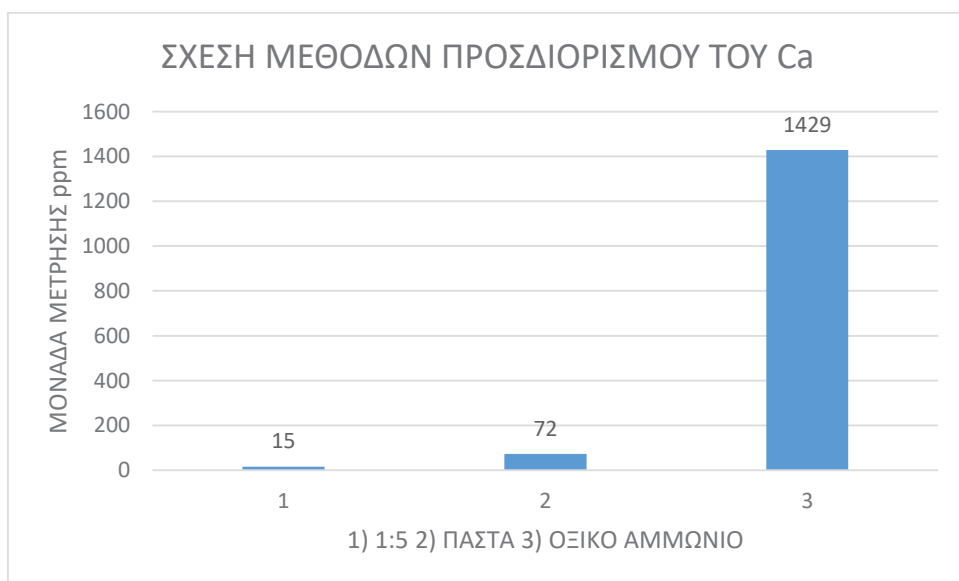
Διάγραμμα 60: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστας(ppm)



Διάγραμμα 61: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 62: Ασβέστιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)



Διάγραμμα 63: Συσχέτιση τιμών Ca μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

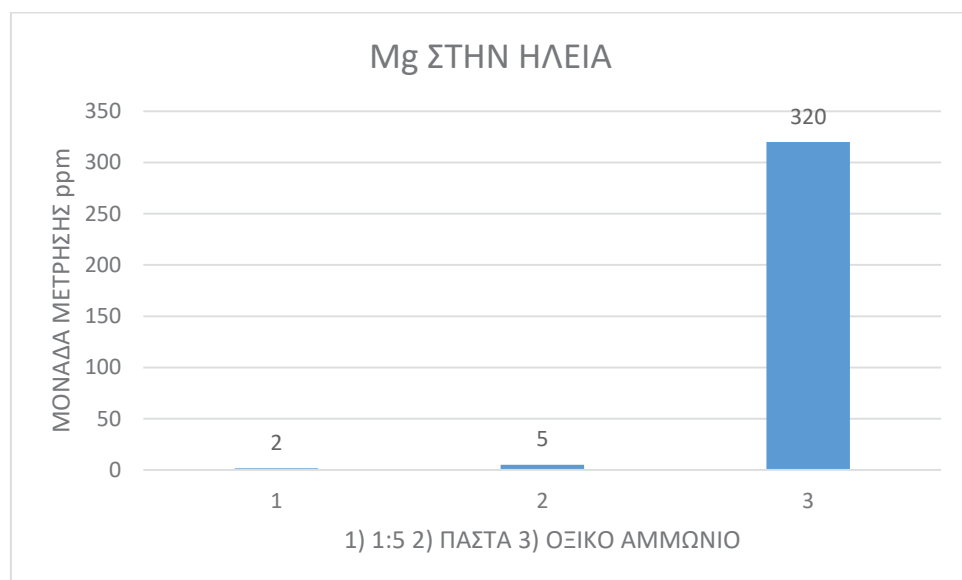
Το σύνολο του ασβεστίου σε όλα τα δείγματα είναι (διάγραμμα 63) :

1:5 -> 15 ppm

Πάστες -> 72 ppm

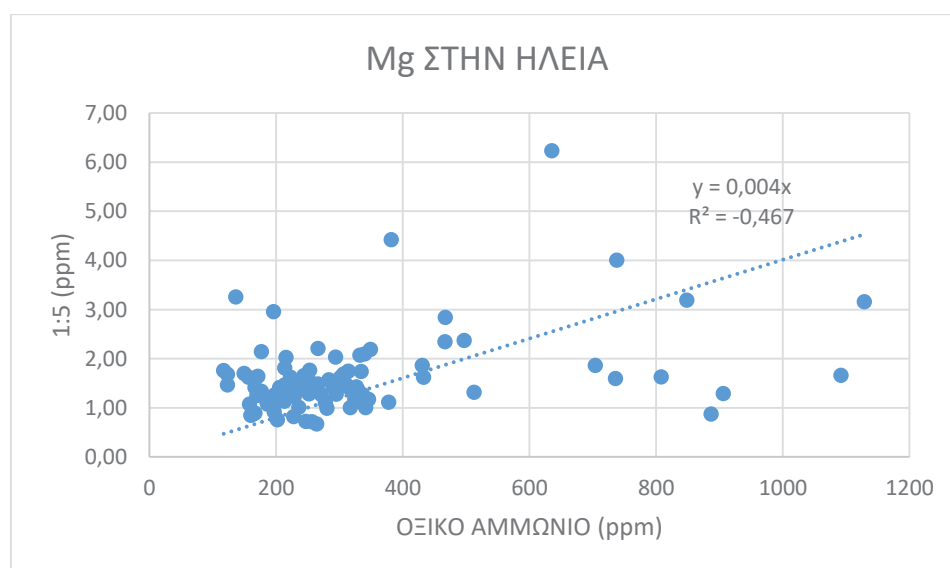
Οξικό αμμώνιο -> 1429 ppm

3.4.4 Αποτελέσματα μαγνησίου με τη μέθοδο της φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης:

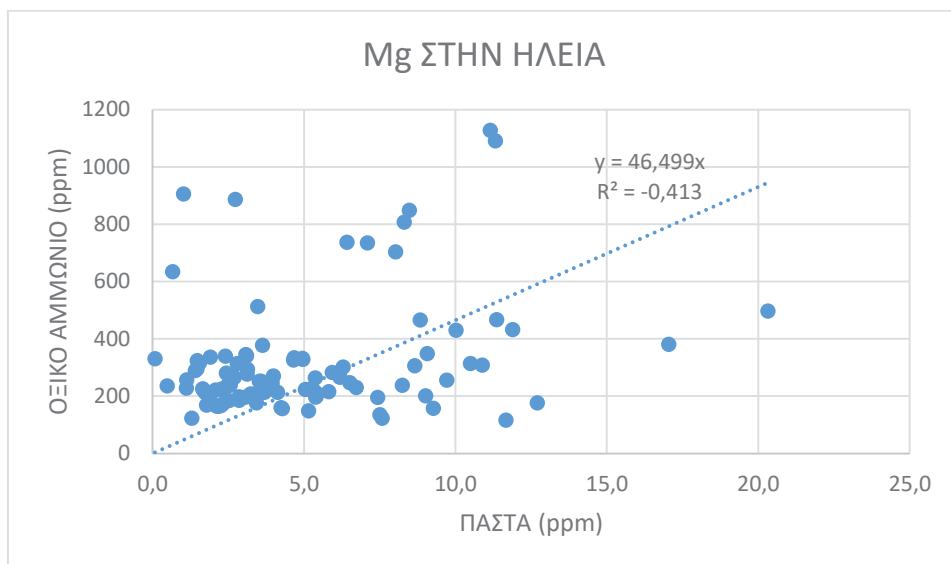


Διάγραμμα 64: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 ,πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

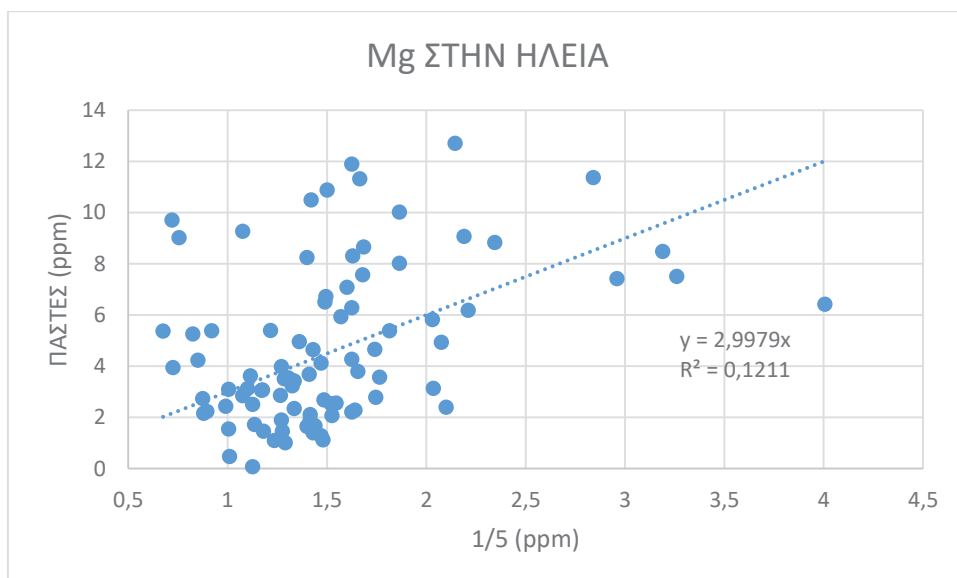
Ο μέσος όρος του μαγνησίου στον νομό Ηλείας που μελετήσαμε είναι (διάγραμμα 64): 1:5 -> 2 ppm που είναι το κατώτερο στο σύνολο, πάστα -> 5 ppm και οξικό αμμώνιο -> 320 ppm που είναι το μέγιστο στο σύνολο.



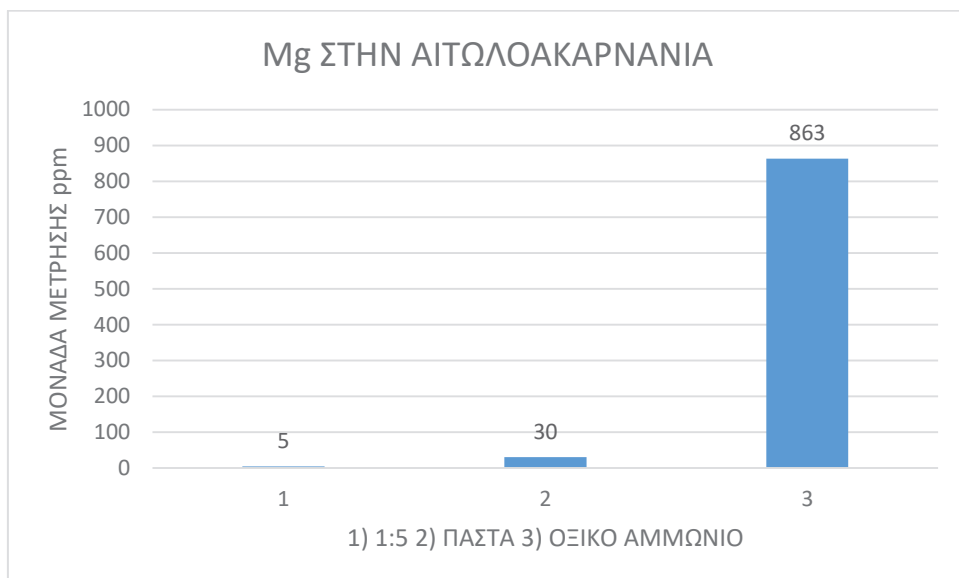
Διάγραμμα 65: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 66: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)



Διάγραμμα 67: Μαγνήσιο στην Ηλεία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)



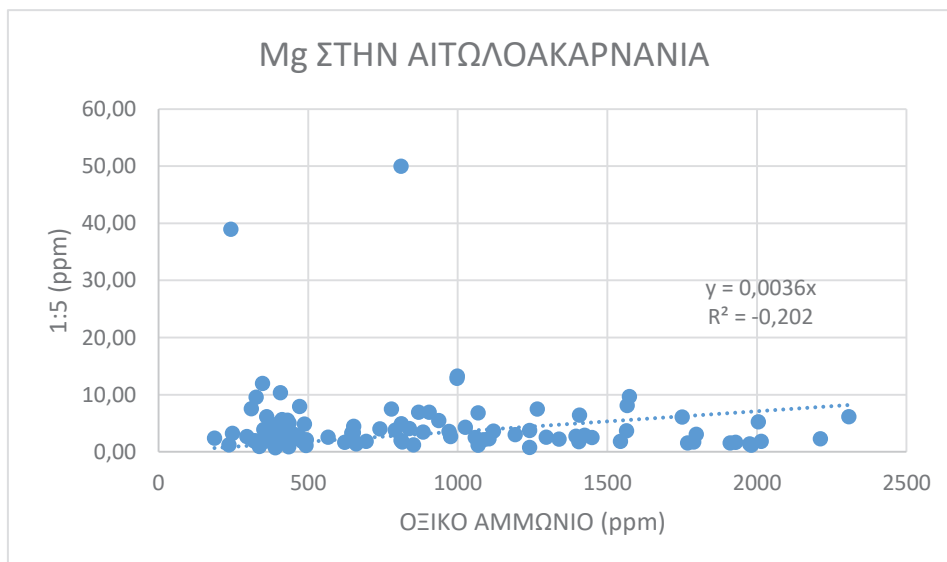
Διάγραμμα 68: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

Στον νομό Αιτωλοακαρνανίας παρατηρούμε ότι (διάγραμμα 68):

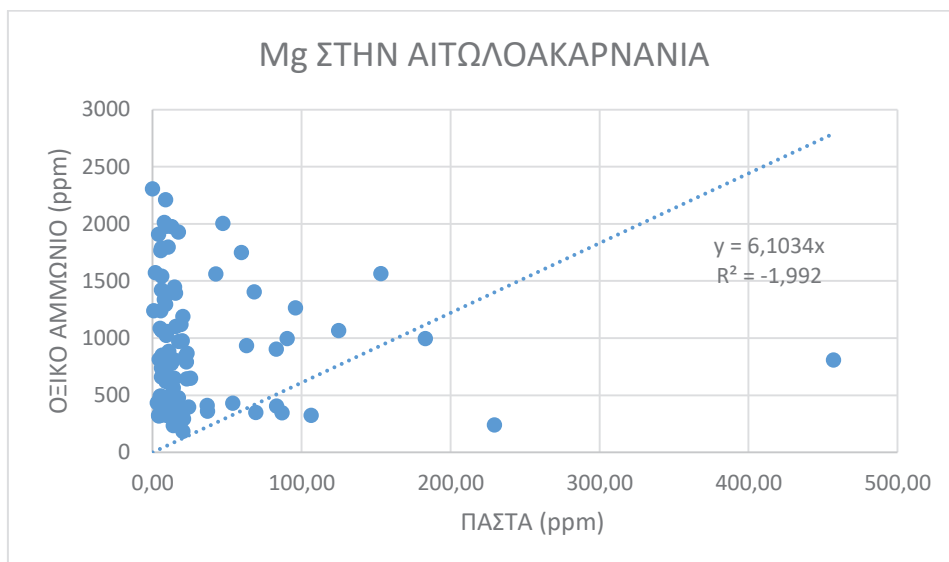
1:5 -> 5 ppm

πάστα -> 30 ppm

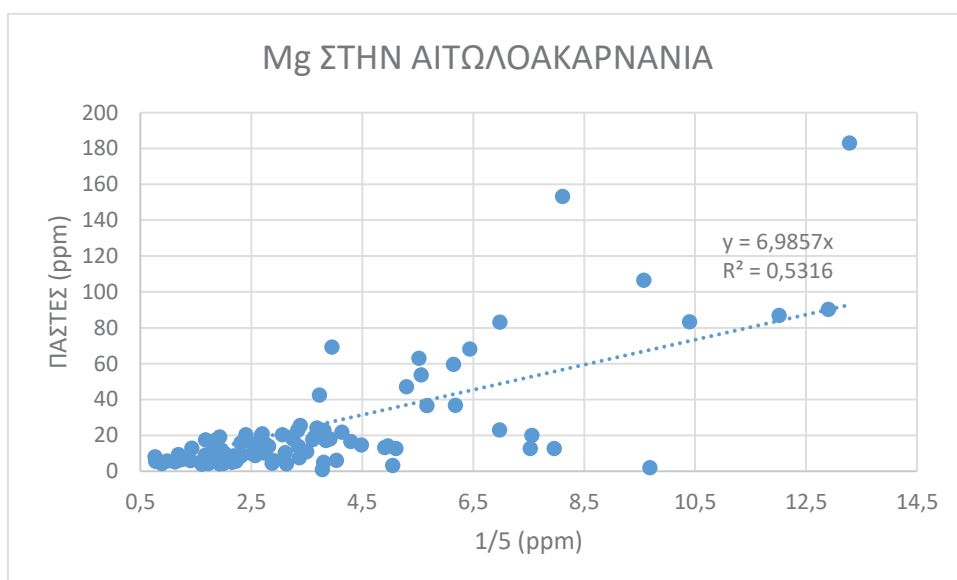
οξικό αμμώνιο -> 863 ppm που είναι το υψηλότερο στο σύνολο.



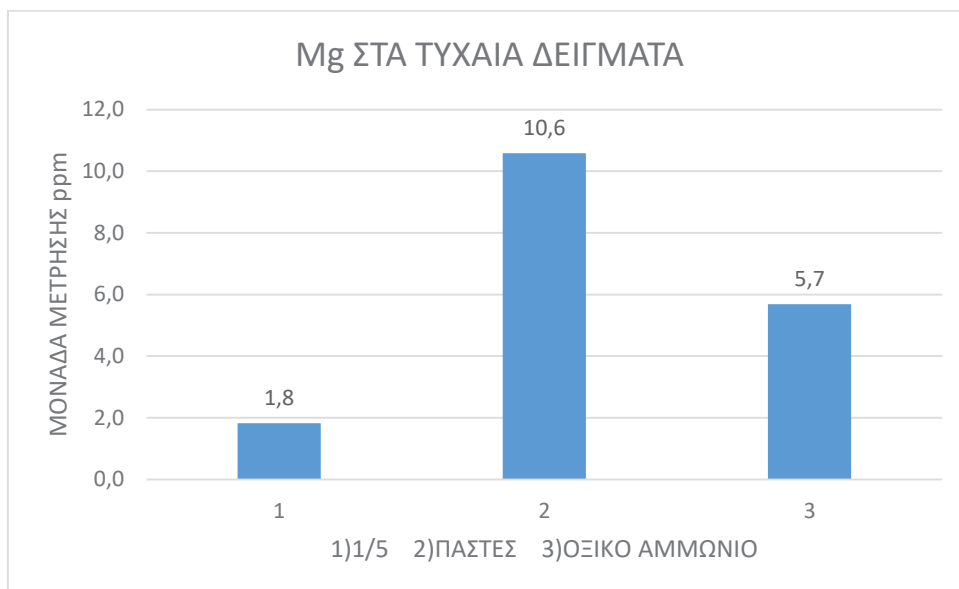
Διάγραμμα 69: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 70: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)

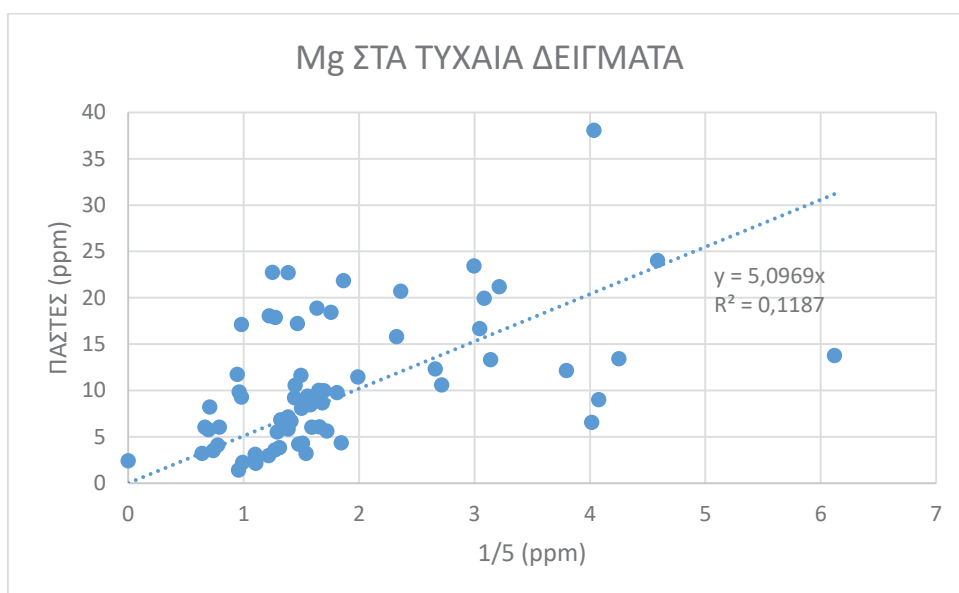


Διάγραμμα 71: Μαγνήσιο στην Αιτωλοακαρνανία με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)

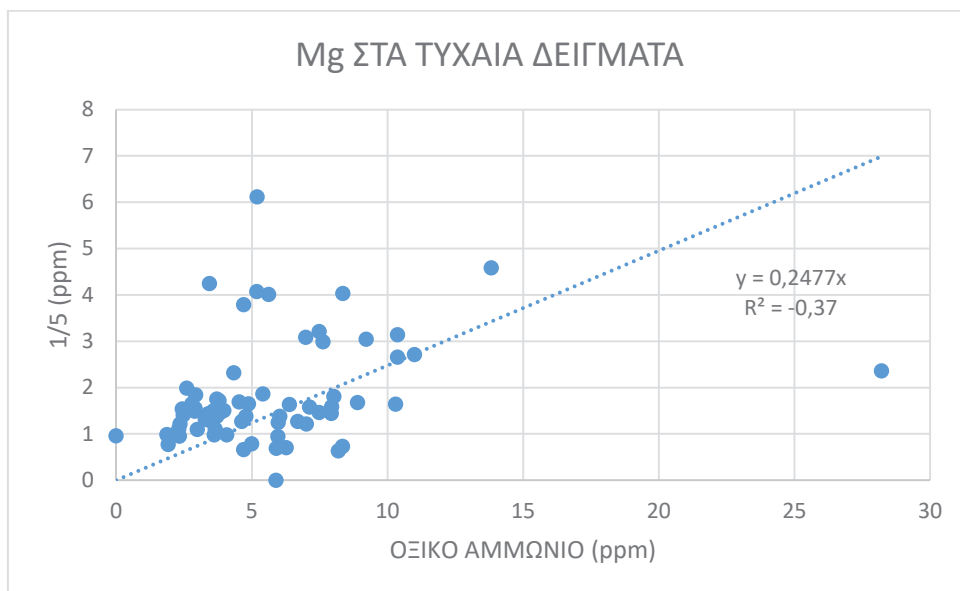


Διάγραμμα 72: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο(ppm)

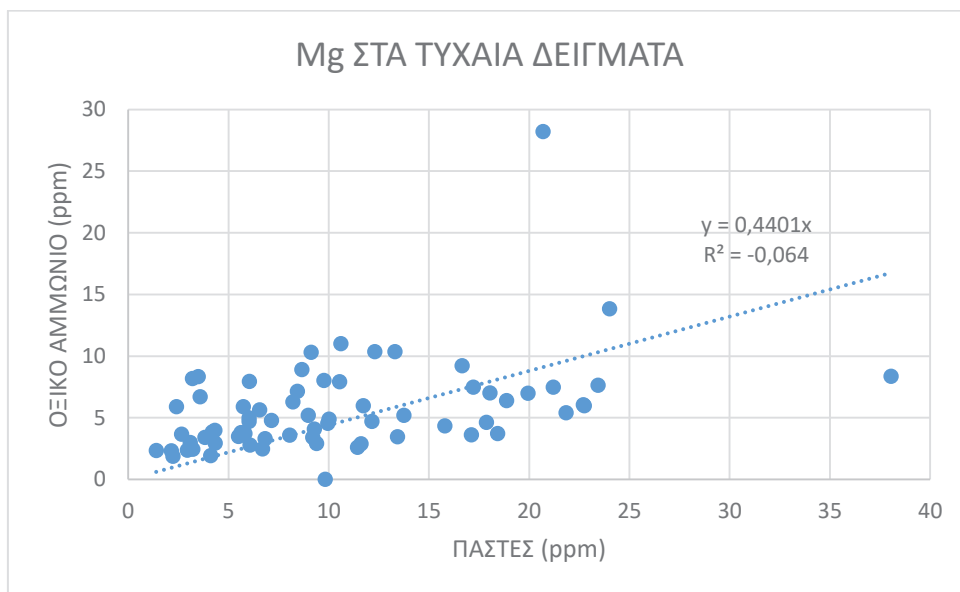
Στα τυχαία δείγματα του μαγνησίου παρατηρούμε τους εξής μέσους όρους (διάγραμμα 72): 1:5->1,8 ppm που είναι και το πιο χαμηλό, πάστες -> 10,6 ppm που είναι το πιο υψηλό και τέλος το οξικό αμμώνιο που φτάνει τα 5,7 ppm.



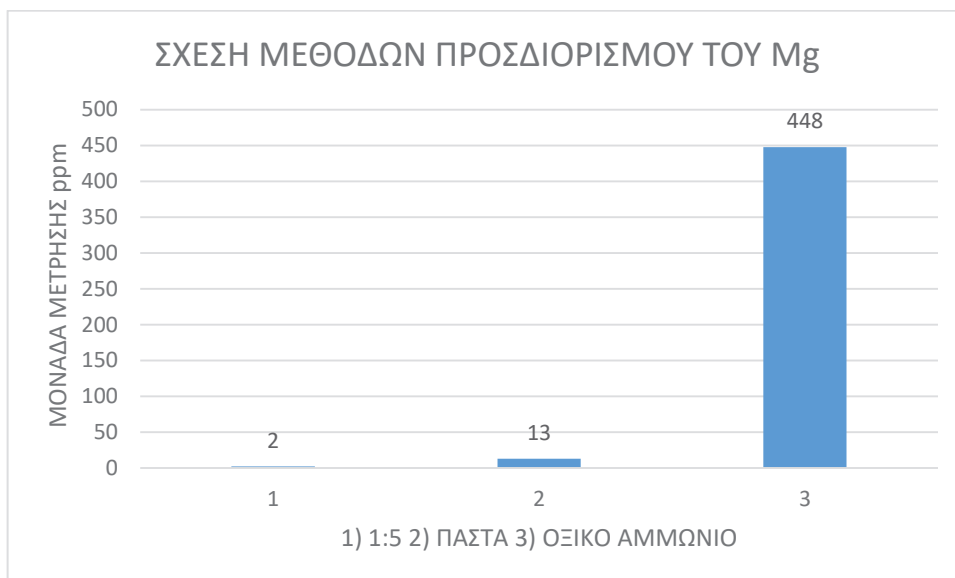
Διάγραμμα 73: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο 1:5 και πάστα(ppm)



Διάγραμμα 74: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου και 1:5(ppm)



Διάγραμμα 75: Μαγνήσιο στα τυχαία δείγματα με τη μέθοδο της πάστας και του οξικού αμμωνίου(ppm)



Διάγραμμα 76: Συσχέτιση τιμών Mg μεταξύ μεθόδων 1:5, πάστα και οξικό αμμώνιο (ppm)

Το σύνολο του μαγνησίου στις τρεις μεθόδους είναι (διάγραμμα 76):

1:5 -> 2 ppm

Πάστες -> 13 ppm

Οξικό αμμώνιο -> 448 ppm

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

-Με τη διαδικασία μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε αιώρημα 1:5 μπορούμε ταυτόχρονα μετρήσουμε και το pH χωρίς ουσιαστικά να επηρεάζεται η μέτρηση. Με τον τρόπο αυτό κερδίζουμε πολύτιμο χρόνο στη διαδικασία ανάλυσης του εδαφικού δείγματος σε συνθήκες ρουτίνας.

-Η συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων αλατότητας σε αιώρημα 1:5 και σε πάστα κορεσμού ήταν στατιστικά σημαντική για τα δείγματα της Δυτικής Ελλάδας.

-Η συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων αλατότητας σε αιώρημα 1:5 και σε πάστα κορεσμού ήταν στατιστικά σημαντική και για τα τυχαία δείγματα από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας.

-Από τα στοιχεία αυτά, περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία τεκμηριωμένων στατιστικά συσχετίσεων μεταξύ μέτρησης της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε αιώρημα 1:5 και σε πάστα κορεσμού, με στόχο τη μείωση του χρόνου ανάλυσης του δείγματος.

-Για τον προσδιορισμό των βασικών κατιόντων, η μέθοδος του οξικού αμμωνίου παραμένει ως η πιο έγκυρη μέθοδος προσδιορισμού και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να υποκατασταθεί με την εκχύλιση των βασικών κατιόντων σε αιώρημα 1:2, 1:5 και σε πάστα κορεσμού.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

ΕΙΚΟΝΕΣ:

- 1) Ουρανία Χρίστου Μεταπτυχιακή διατριβή Λεμεσός 2016
<https://ktisis.cut.ac.cy/bitstream/10488/10021/1/msc%20-%20CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%91%CE%9D%CE%99%CE%91%20%CE%A7%CE%A1%CE%99%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%A5.pdf>
- 2) ΤΕΙ Λάρισας 2017 Δασική Εδαφολογία
<https://docplayer.gr/30395661-Dasiki-edafologia-fysikes-idiotites-toy-edafou.html>
- 3) Δρ. Θρασύβουλος Μανιός Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων 2017
<http://docplayer.gr/9447133-Ardeyseis-straggiseis-dr-thrasyvoylos-manios-anaplirotis-kathigitis-tei-kritis-tmima-tehnologon-geoponon.html>
- 1) <https://slideplayer.gr/slide/14366032/>
- 2) https://www3.epa.gov/acidrain/education/site_students/phscale.html
- 3) Συμπεριφορά ηλεκτρικής αγωγιμότητας ανάλογα με την υφή του εδάφους (Barbosa and Overstreet, undated - <https://www.lsuagcenter.com/>).
- 4) GPS <https://www.gps.gov/systems/gps/>

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ:

- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%82>
- <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A4%CF%8D%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CE%B4%CE%B1%CF%86%CF%8E%CE%BD>
- <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387>

- <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387>
- ΒΙΒΛΙΟ : Κουκουλάκης Π.Χ., Παπαδόπουλος Αρ. Η, 2007. <<Προβληματικά εδάφη και η Βελτίωση τους>> σελ. 23-26, 35-38, 98-102 Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. ΙΣΒΝ:978-960-351-693-4
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82
- <https://www.gtp.gr/LocInfo.asp?Infold=50&Code=EGRGIL1s&PrimeCode=EGRGIL1s&Level=6&PrimeLevel=6&Ing=1>
- ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ ΔΟΜΗ : ΤΟΜΟΣ 10 Εκδόσεις : Δομή Α.Ε. ISBN:960-8177-60-X
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%91%CE%B9%CF%84%CF%89%CE%BB%CE%BF%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82
- ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ ΔΟΜΗ : ΤΟΜΟΣ 1 Εκδόσεις : Δομή Α.Ε. ISBN:960-8177-51-0
- ΒΙΒΛΙΟ :Σινάνης Κωνσταντίνος 2015 <<Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας>> σελ. 103-104 Εκδόσεις Καλλιπός ISBN:978-960-603-099-4
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3507/2/02_chapter_9.pdf, (<https://www.ebooks4greeks.gr/>, <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3500>)
- <https://www.gps.gov/applications/>
- <https://gurumaps.app/>
- <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4031688/8730546/KS-01-17-069-EL-N.pdf/98eef508-a258-455b-a8de->
- [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS - Land use and land cover survey](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey)
- <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/7419/TEG%20%ce%a7%ce%a1%ce%9f%ce%9d%ce%9f%ce%a0%ce%9f%ce%a5%ce%9b%ce%9f%ce%a5%2c%20%ce%99%ce%a9%ce%91%ce%9d%ce%9d%ce%91%20%ce%a6%ce%a9%ce%a4%ce%95%ce%99%ce%9d%ce%97.pdf?sequence=1&isAllowe>

- http://www.wwf.gr/images/pdfs/pe/agriculture_material_georgia_organikakaianorganalipasmata.pdf
- Πτυχιακή εργασία Κ. Ιωάννης Μεσολόγγι 2001
http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1308/IXTHAL_0737.pdf?sequence=1
- <https://www.greelane.com/el/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7/beers-law-definition-and-equation-608172/>