

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**  
**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση Τεχνολογία και Ποιότητα**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Εφαρμογή Στατιστικών Εργαλείων Σε Εργαστήριο Αναλύσεων Τροφίμων**

**Παναγιώτα Κωνσταντίνου**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια**  
**Παρασκευή Καπετανοπούλου**

**Μάιος 2023**

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**  
**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Εφαρμογή Στατιστικών Εργαλείων Σε Εργαστήριο Αναλύσεων Τροφίμων**

**Παναγιώτα Κωνσταντίνου**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Παρασκευή Καπετανοπούλου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Μάιος 2023**



## Περίληψη

Τα συστήματα ποιότητας έχουν ριζώσει για τα καλά στη σημερινή αγορά με το κάθε ένα να έχει τις δικές του απαιτήσεις. Ένα εργαστήριο αναλύσεων τροφίμων, όπως είναι η Veltia, έχει εφαρμόσει το σύστημα ποιότητας ISO 17025:2017. Το συγκεκριμένο σύστημα αναφέρεται στις διάφορες απαιτήσεις που χρειάζεται να έχει ένα εργαστήριο σε θέμα προσωπικού, εγκαταστάσεων, εκπαίδευσης και πολλά άλλα που θα αναλυθούν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Η χρήση και εφαρμογή των στατιστικών εργαλείων είναι πολύ χρήσιμη σε διάφορους τομείς. Σε ένα εργαστήριο αναλύσεων τροφίμων μπορεί να βρει εφαρμογή σε όλους τους τομείς του. Από την καταγραφή των πελατών μέχρι και τις αναλύσεις που γίνονται μέσα στο εργαστήριο. Μερικοί τομείς που θα μελετηθούν στην εργασία αυτή είναι η χρήση στατιστικών εργαλείων σε:

- Συλλογή και επεξεργασία αποτελεσμάτων σε συγκεκριμένο πελάτη
- Σύγκριση αποτελεσμάτων σε δείγματα επάρκειας
- Επικύρωση μιας νέας μεθόδου.

Σκοπός της έρευνας στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι η χρήση των στατιστικών εργαλείων στο εργαστήριο αναλύσεων τροφίμων. Αρχικά, θα γίνει συλλογή αποτελεσμάτων ενός πελάτη σε 4 διαφορετικά δείγματα στα οποία γίνεται επεξεργασία μέχρι το τελικό προϊόν. Σε αυτό το κομμάτι θα υπολογισθεί η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση και στη συνέχεια θα γίνουν γραφικές παραστάσεις για την αξιολόγηση και τη σύγκρισή τους. Στο δεύτερο μέρος της έρευνας θα επιλεγεί ένα επιτυχημένο δείγμα επάρκειας από τη Veltia όπου θα συγκριθούν τα αποτελέσματα της με άλλα 19 εργαστήρια. Εδώ θα γίνει επίσης ο υπολογισμός της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με χρήση γραφικής παράστασης για ευκολία στη σύγκριση. Στο τελευταίο κομμάτι θα παρουσιασθεί η επικύρωση της μεθόδου προσδιορισμού τοξινών σε τρόφιμα και ζωοτροφές. Η χρήση των στατιστικών εργαλείων στο συγκεκριμένο μέρος γίνεται με τη χρήση και κατασκευή χάρτη ελέγχου. Η διπλωματική εργασία θα κλείσει με σχόλια και συμπεράσματα.

## **Abstract**

Quality systems are well established in today's market with each having its own required procedures. A food analysis laboratory, such as Veltia, has implemented the quality system ISO 17025:2017. This system refers to the various requirements that a laboratory needs to have in terms of personnel, facilities, training and many more that will be analyzed in this thesis. The use and application of statistical tools is very useful in various areas. In a food analysis laboratory can find application in all its fields. From the recording of customers to the analyses made in the laboratory. Some areas to be studied in this paper are the use of statistical tools in:

- Collection and processing of results to a specific customer
- Comparison of results to proficiency samples
- Validation of a new method.

The purpose of the research in this thesis is the use of statistical tools in the food analysis laboratory. Initially, a customer's results will be collected in 4 different samples which are processed until the final product. Firstly, the mean and standard deviation will be calculated and then graphs will be made to evaluate and compare with. In the second part of the research, a successful sample of competence will be selected by Veltia where its results will be compared with 19 other laboratories. The average value and standard deviation will also be calculated here using a graph for ease of comparison. Finally, will present the validation of the method of determination of toxins in food and animal feed. The use of statistical tools in this part is done by using and constructing a control chart. Conclusions and comments will be drawn in the end of the dissertation.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα. Παρασκευή Καπετανοπούλου για την άριστη συνεργασία μας και την πολύτιμη καθοδήγηση της για την αποπεράτωση της διπλωματική μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους συναδέλφους μου για την αμέριστη στήριξη τους.

# Περιεχόμενα

Περίληψη .....	iv
Abstract.....	v
Ευχαριστίες .....	vi
Πίνακας Διαγραμμάτων.....	ix
Πίνακας εικόνων .....	x
Πίνακας πινάκων.....	xi
Κεφάλαιο 1 .....	1
Ποιότητα .....	1
1. Τι είναι ποιότητα.....	1
2. Αυθεντίες της ποιότητας .....	2
3. PDCA.....	4
4. Joseph Juran.....	5
5. The Juran Trilogy.....	6
Κεφάλαιο 2 .....	7
Σύστημα Ποιότητας .....	7
2.1 ISO 17025:2017 .....	7
2.2 Γενικές απαιτήσεις.....	7
2.3 Απαιτήσεις Δομής .....	8
2.4 Απαιτήσεις σε πόρους .....	9
2.5 Προσωπικό.....	9
2.6 Περιβάλλον εργασίας .....	10
2.7 Εξοπλισμός.....	10
2.8 Επιλογή και επικύρωση μεθόδου.....	11
2.9 Διορθωτικές ενέργειες.....	11
Κεφάλαιο 3 .....	12
Εργαστήριο Αναλύσεων Τροφίμων .....	12
3.1 Veltia Labs for Life.....	12
3.2 Ανάλυση Οργανογράμματος .....	15
3.3 Υπηρεσίες εργαστηρίου .....	16
3.4 Εργαστηριακές αναλύσεις .....	16
3.5 Πεδίο διαπίστευσης.....	18
3.6 Όμιλος Tentamus .....	24

3.6.1 Το όραμα.....	24
3.6.2 Η αποστολή.....	25
3.6.3 Οι αξίες.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	26
Ερευνητικό μέρος .....	26
4.1 Εισαγωγή.....	26
4.2 Μεθοδολογικό πλαίσιο έρευνας .....	28
Κεφάλαιο 5 .....	34
Πειραματικό μέρος .....	34
5.1 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Πελάτη.....	34
5.2 Αποτελέσματα πειραμάτων κατηγορίας Δ.....	36
5.3 Αποτελέσματα κατηγορίας Γ .....	41
5.4 Όρια αναλύσεων κατηγορίας A&B .....	42
5.5 Αποτελέσματα αναλύσεων κατηγορίας A&B .....	43
5.6 Διαγράμματα αποτελεσμάτων κατηγορίας A&B.....	44
5.7 Παρατηρήσεις αποτελεσμάτων πελάτη .....	47
5.8 Δείγματα επάρκειας.....	50
5.8.1 Σκοπός των δοκιμών επάρκειας .....	51
5.9 Περιορισμοί των δοκιμών απόδοσης .....	52
5.10 Επικύρωση της μεθόδου.....	64
5.11 Χάρτες ελέγχου .....	66
5.12 Διασφάλιση εγκυρότητας αποτελεσμάτων.....	68
5.13 Νομοθετικά όρια.....	84
Κεφάλαιο 6 .....	87
Συμπεράσματα-προτάσεις.....	87
6.1 Συμπεράσματα.....	87
6.2 Προτάσεις- προτάσεις μελλοντικής έρευνας .....	89
Βιβλιογραφία .....	90
Ξένη Βιβλιογραφία .....	90
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	91
Βιβλιογραφία Διαγραμμάτων.....	91
Βιβλιογραφία Εικόνων.....	91
Βιβλιογραφία Πινάκων .....	92



## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Οργανόγραμμα.....	13
Διάγραμμα 2: οργανόγραμμα χημικού εργαστηρίου.....	14
Διάγραμμα 3: Οργανόγραμμα μικροβιολογικού εργαστηρίου.....	14
Διάγραμμα 4: Ηλεκτρική αγωγιμότητα κατηγορίας Δ.....	37
Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση χαλκού κατηγορίας Δ.....	38
Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση νικελίου κατηγορίας Δ.....	39
Διάγραμμα 7: Συγκέντρωση μόλυβδου κατηγορίας Δ.....	40
Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση ψευδαργύρου κατηγορίας Δ.....	40
Διάγραμμα 9: τιμές pH κατηγορίας A&B.....	44
Διάγραμμα 10: τιμές EC κατηγορίας A&B.....	44
Διάγραμμα 11: συγκέντρωση χαλκού κατηγορίας A&B.....	45
Διάγραμμα 12: συγκέντρωση BOD κατηγορίας A&B.....	45
Διάγραμμα 13: συγκέντρωση ολικού αζώτου κατηγορίας A&B.....	46
Διάγραμμα 14: συγκέντρωση αζώτου ως νιτρικά κατηγορίας A&B.....	46
Διάγραμμα 15: συγκέντρωση ολικού φωσφόρου κατηγορίας A&B.....	47
Διάγραμμα 16: σύγκριση EC κατηγοριών A&B με Γ.....	48
Διάγραμμα 17: σύγκριση TN κατηγοριών A&B με Γ.....	49
Διάγραμμα 18: σύγκριση COD κατηγοριών A&B με Γ.....	49
Διάγραμμα 19: σύγκριση TP κατηγοριών A&B με Γ.....	50
Διάγραμμα 20: αποτελέσματα COD σε PT.....	54

Διάγραμμα 21: αποτελέσματα TOC σε PT.....	56
Διάγραμμα 22: αποτελέσματα TP σε PT.....	57
Διάγραμμα 23: αποτελέσματα Na σε PT.....	59
Διάγραμμα 24: αποτελέσματα Ca σε PT.....	60
Διάγραμμα 25: αποτελέσματα SO <sub>4</sub> σε PT.....	62
Διάγραμμα 26: αποτελέσματα NO <sub>3</sub> σε PT.....	63

## Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1: Κύκλος του Deming (PDCA).....	5
Εικόνα 2: Η τριλογία του Juran.....	6
Εικόνα 3: Λογότυπο Veltia.....	13
Εικόνα 4: Λογότυπο Tentamus.....	25
Εικόνα 5: Βιολογική επεξεργασία νερού.....	29
Εικόνα 6: Κυπριακός Οργανισμός Προώθησης Ποιότητας.....	64
Εικόνα 7: Χάρτης ελέγχου.....	67
Εικόνα 8: Φάσμα κορυφών.....	69
Εικόνα 9: Καμπύλη αναφοράς.....	70
Εικόνα 10: Καμπύλες αναφοράς τοξινών B1,B2,G1,G2,DON,DAS.....	71
Εικόνα 11: Καμπύλες αναφοράς τοξινών HT-2, T-2, OchrA, ZON.....	72
Εικόνα 12: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B1 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	74
Εικόνα 13: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B2 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	74
Εικόνα 14: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G1 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	75
Εικόνα 15: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G2 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	75
Εικόνα 16: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DON 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	76
Εικόνα 17: Χάρτης ελέγχου τοξίνης T2 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	76
Εικόνα 18: Χάρτης ελέγχου τοξίνης HT-2 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	77
Εικόνα 19: Χάρτης ελέγχου τοξίνης ZON 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	77
Εικόνα 20: Χάρτης ελέγχου τοξίνης OTA 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	78

Εικόνα 21: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DAS 1 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	78
Εικόνα 22: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B1 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	79
Εικόνα 23: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B2 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	79
Εικόνα 24: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G1 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	80
Εικόνα 25: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G2 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	80
Εικόνα 26: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DAS 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	81
Εικόνα 27: Χάρτης ελέγχου τοξίνης ΟΤΑ 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	81
Εικόνα 28: Χάρτης ελέγχου τοξίνης ZON 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	82
Εικόνα 29: Χάρτης ελέγχου τοξίνης T-2 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	82
Εικόνα 30: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DON 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	83
Εικόνα 31: Χάρτης ελέγχου τοξίνης HT-2 2 <sup>ο</sup> επίπεδο.....	83

## Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1: Πεδίο Διαπίστευσης Χημικών αναλύσεων.....	22
Πίνακας 2: Πεδίο Διαπίστευσης Μικροβιολογικών αναλύσεων.....	24
Πίνακας 3: Κατηγορίες αποβλήτων.....	34
Πίνακας 4: Παράμετροι και όρια αναλύσεων.....	36
Πίνακας 5: Αποτελέσματα κατηγορίας Δ.....	37
Πίνακας 6: Αποτελέσματα κατηγορίας Γ.....	41
Πίνακας 7: όρια κατηγοριών Α&Β.....	42
Πίνακας 8: Αποτελέσματα κατηγοριών Α&Β.....	43
Πίνακας 9: αποτελέσματα COD σε ΡΤ.....	54
Πίνακας 10: αποτελέσματα TOC σε ΡΤ.....	55
Πίνακας 11: αποτελέσματα TP σε ΡΤ.....	57
Πίνακας 12: αποτελέσματα Na σε ΡΤ.....	58
Πίνακας 13: αποτελέσματα Ca σε ΡΤ.....	60
Πίνακας 14: αποτελέσματα SO <sub>4</sub> σε ΡΤ.....	61
Πίνακας 15: αποτελέσματα NO <sub>3</sub> σε ΡΤ.....	62
Πίνακας 16: Χαρακτηριστικά μεθόδου.....	65

Πίνακας 17: Επίπεδα αναφοράς τοξινών.....	73
Πίνακας 18: Νομοθετικά όρια τοξινών.....	86

# Κεφάλαιο 1

## Ποιότητα

### 1. Τι είναι ποιότητα

Η ποιότητα είναι μια έννοια που πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει μεγάλη σύγχυση και αυτό εξαρτάται από την πλευρά που το βλέπει κάποιος. Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί οι οποίοι έχουν θεσπιστεί από ειδικούς της ποιότητας και θα αναλυθούν πιο κάτω. Επίσης, η διαφορετικότητα στην ποιότητα είναι συχνό φαινόμενο και μπορούμε να τη συναντήσουμε μεταξύ αγοραστή και παραγωγού. Ένας αγοραστής ορίζει την ποιότητα από τον βαθμό που το προϊόν ικανοποιεί τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του. Επιπρόσθετα, η ποιότητα ενός προϊόντος ορίζεται όταν καλύπτει:

- Τις ανάγκες και τις προσδοκίες των πελατών
- Με την πιο ευνοϊκή σχέση προσφερόμενης αξίας για την τιμή που καταβάλλει, δηλαδή το κόστος του είδους, σε σχέση με τους ανταγωνιστές
- Τον ιδανικό χρόνο και χώρο
- Τον κύκλο ζωής στη διάρκεια της χρήσης (Δερβιτσιώτης., 2005)

Εξίσου σημαντική είναι η ολική ποιότητα και η διοίκηση ολικής ποιότητας. Εξηγώντας τους δύο αυτούς όρους, η ολική ποιότητα είναι η μεταστροφή του σκεπτικού του ανθρωπίνου δυναμικού της επιχείρησης, οδηγώντας έτσι στη βελτίωση της ποιότητας της επιχείρησης. Η διοίκηση ολικής ποιότητας είναι η καθολική δέσμευση για την αδιάκοπη βελτίωση των

προϊόντων και των διαδικασιών, η οποία γίνεται με τη συμβολή όλων έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι ανάγκες και οι προσδοκίες των πελατών σε τωρινό και μελλοντικό χρόνο. Τα χαρακτηριστικά της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι η γνώση, η δέσμευση και η συμμετοχή. Γνώση, με την έννοια της συνεχούς εκπαίδευσης του προσωπικού που εμπλέκεται με την ποιότητα έτσι ώστε να αποφεύγονται τα λάθη. Δέσμευση, από πλευράς διοικητικού προσωπικού ότι θα ενισχύεται οποιαδήποτε προσπάθεια επίτευξης της ποιότητας. Συμμετοχή, όλου του προσωπικού στην εξεύρεση προβλημάτων, στην ανάλυση τους, στις προτάσεις επίλυσης τους και αν είναι εφικτό στην λήψη αποφάσεων. (Κέφης, 2014)

## 2. Αυθεντίες της ποιότητας

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθούν μερικοί από τους πρωτοπόρους της ποιότητας οι οποίοι έχουν θεσπίσει σημαντικές αρχές στον τομέα αυτό. Μερικοί από αυτούς είναι ο Crosby, ο Taguchi, ο Juran, ο Feigenbaum και ο Deming.

Αρχίζοντας με τον William Edward Deming ο οποίος γεννήθηκε το 1900 στην Αμερική, ήταν στατιστικολόγος και σύμβουλος επιχειρήσεων. Οι μέθοδοί του, έχουν βοηθήσει την Ιαπωνία να ανακάμψει μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Ο ίδιος πίστευε πως το μεγαλύτερο ποσοστό της τάξεως του 94% των προβλημάτων της ποιότητας, προέρχονται από τη διοίκηση του οργανισμού. Με βάση αυτόν ποιότητα για ένα είδος (προϊόν ή υπηρεσία) είναι η προβλέψιμη ομοιομορφία και αξιοπιστία του σε χαμηλό κόστος και η καταλληλότητα του για την αγορά. Επίσης, έχει θεσπίσει 14 αρχές, δημιουργώντας μια «ολοκληρωμένη» φιλοσοφία, την οποία μπορούν να ακολουθήσουν οι υπηρεσίες τόσο του ιδιωτικού όσο και του δημόσιου τομέα.

Οι 14 αυτές αρχές είναι:

- Δημιουργία σταθερότητας στόχου για τη βελτίωση του προϊόντος και της υπηρεσίας με σκοπό την ανάπτυξη ανταγωνιστικότητας και μακροχρόνια παραμονή στον κλάδο, αντί για βραχυπρόθεσμα κέρδη.
- Υιοθέτηση της νέας φιλοσοφίας. Αφού πλέον είναι αδύνατον να γίνονται αποδεκτά τα λάθη, οι καθυστερήσεις και τα ελαττωματικά προϊόντα.

- Αποστροφή από την εξάρτηση της μαζικής επιθεώρησης και ελέγχου στο τέλος της διαδικασίας. Είναι προτιμότερο να γίνει ενσωμάτωση της ποιότητας στη σχεδίαση του προϊόντος και στατιστικές μέθοδοι ελέγχου και βελτίωση της ποιότητας.
- Τερματισμός της πρακτικής ανάθεσης εργασιών βάσει τιμής. Προτιμότερη η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους για τον κύκλο ζωής του αγοραζόμενου είδους. Επίσης, ο αριθμός των προμηθευτών πρέπει να περιοριστεί και να απορριφθούν όσοι δε παρουσιάζουν στοιχεία ικανοποιητικού στατιστικού ελέγχου.
- Η επαναλαμβανόμενη μείωση του κόστους επέρχεται μετά από συνεχόμενη και σταθερή βελτίωση της ποιότητας και παραγωγικότητας εξαιτίας της βελτίωσης συστημάτων παραγωγής.
- Προγραμματισμένη εκπαίδευση για όλα τα μέλη της επιχείρησης.
- Επικέντρωση των διοικητικών στελεχών στη σωστή καθοδήγηση των εργαζομένων για την καλύτερη και πιο σωστή εκτέλεση της εργασίας τους.
- Προσπάθεια απομάκρυνσης του φόβου από τους υπαλλήλους και ταυτόχρονη ενθάρρυνση τους, έτσι ώστε να υπάρχει επικοινωνία μεταξύ αυτών και της διοίκησης.
- Κατάρριψη εμποδίων μεταξύ των τμημάτων. Οι άνθρωποι των τμημάτων της έρευνας, του σχεδιασμού, των πωλήσεων και της παραγωγής πρέπει να εργάζονται ως ομάδα, για να προβλέψουν και να λύσουν προβλήματα που προκύπτουν στην παραγωγή.
- Κατάργηση των συνθημάτων, των προτροπών και των στόχων αφού δεν επιτυγχάνουν απαραίτητα τους στόχους τους.
- Κατάργηση των αριθμητικών στόχων, των χρονικών ορίων εργασίας προκειμένου να ληφθεί υπόψη η ποιότητα και όχι η ποσότητα.
- Κατάργηση εμποδίων τα οποία στερούν στους εργαζομένους να είναι περήφανοι για την δουλεία τους.
- Δημιουργία ενός δυναμικού προγράμματος εκπαίδευσης όσο και επανεκπαίδευσης τόσο του προσωπικού όσο και της διοίκησης
- Συμμετοχή όλου του προσωπικού και της διοίκησης για να υλοποιηθούν όλα τα παραπάνω βήματα. (Deming., 1986)

### 3. PDCA

Ο κύκλος του Deming γνωστός και ως PDCA από της λέξεις Plan, Do, Check, Act, ήταν μια ιδέα που εισήγαγε ο Walter Shewhart στον Deming. Αυτός με τη σειρά του, προώθησε την ιδέα ευρέως στη δεκαετία του 1950 και έγινε γνωστή ως ο κύκλος του Deming. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως η θεωρία αυτή έχει μια βαθιά επιστημονική και ιστορική βάση και χρησιμοποιεί μια επαγωγική μέθοδο που βασίζεται στην ορθολογική ανάλυση πειραματικών δεδομένων. Αποτελείται από 4 απλά βήματα για επίλυση των προβλημάτων.

1. **Plan:** Στο πρώτο βήμα εντοπίζονται και αναλύονται τα προβλήματα. Ακόμα, σχεδιάζονται οι αλλαγές και τα βήματα που χρειάζονται να γίνουν στα ευρήματα και τα προβλήματα.
2. **Do:** Σε αυτή τη φάση γίνεται η εφαρμογή του σχεδίου δράσης, κατά προτίμηση σε δοκιμαστική βάση σημειώνοντας τα ευρήματα.
3. **Check:** κατά τη διάρκεια της της φάσης συλλέγονται και τεκμηριώνονται δεδομένα για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των ενεργειών που λαμβάνονται. Της, εντοπίζονται προβλήματα και τομείς που χρήζουν βελτίωση, προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές στη φάση του σχεδίου.
4. **Act:** στο τελευταίο στάδιο γίνεται οριστικοποίηση της λύσης του προβλήματος με την προϋπόθεση ότι τα προηγούμενα βήματα έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα (Johnson., 2002).

Το θετικό με τον κύκλο του Deming είναι ότι μπορούν να το χρησιμοποιήσουν πολλοί οργανισμοί ως εργαλείο συνεχούς βελτίωσης επιστρέφοντας στη φάση του σχεδίου για να ενσωματώσουν ενέργειες που θα βελτιώσουν της διαδικασίες (Dudin et al., 2017).





Εικόνα 1: Κύκλος του Deming (PDCA)

<http://www.wp1.ca/our-methods/the-deming-cycle/>

## 4. Joseph Juran

Γεννήθηκε το 1904 στην Ρουμανία και σε ηλικία 8 ετών μετανάστευσε στη Μινεσότα των ΗΠΑ. Από νεαρή ηλικία ο Juran επέδειξε μεγάλο ενδιαφέρον για τη μάθηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων. Αποφοίτησε το 1920 από το γυμνάσιο και 4 χρόνια αργότερα αποφοίτησε με πτυχίο ηλεκτρολόγου μηχανικού και προσλήφθηκε από την εταιρία Western Electric 's Hawthorne Works. Άρχισε να εργάζεται σε τεχνικές στατιστικής δειγματοληψίας και ποιοτικού ελέγχου όπου και έγινε η αρχή στη διαχείριση της ποιότητας που σηματοδότησε την υπόλοιπη ζωή του. Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, ο Juran έγινε καθηγητής βιομηχανικής μηχανικής στο πανεπιστήμιο της Της Υόρκης, διδάσκοντας ποιοτικό έλεγχο. Το έργο του, στον τομέα της διαχείρισης της ποιότητας κινείσαι το ενδιαφέρον της Ιαπωνίας το 1954, όπου την ίδια χρονιά μετά από πρόσκληση της Ιαπωνικής Ένωσης Επιστημόνων, μετέβηκε στην χώρα για να συζητήσει της θεωρίες του. Έκανε της 9 επισκέψεις στην Ιαπωνία για να διδάξει τεχνικές για διαχείριση της ποιότητας, οι οποίες ενσωματώθηκαν σταθερά της βιομηχανίες μεταποίησης και μηχανικής της χώρας. Ο Δρ. Juran ίδρυσε το Ινστιτούτο Juran το 1979. Γι' αυτόν ποιότητα ενός είδους (προϊόν / υπηρεσία) είναι η καταλληλότητα του για την χρήση.

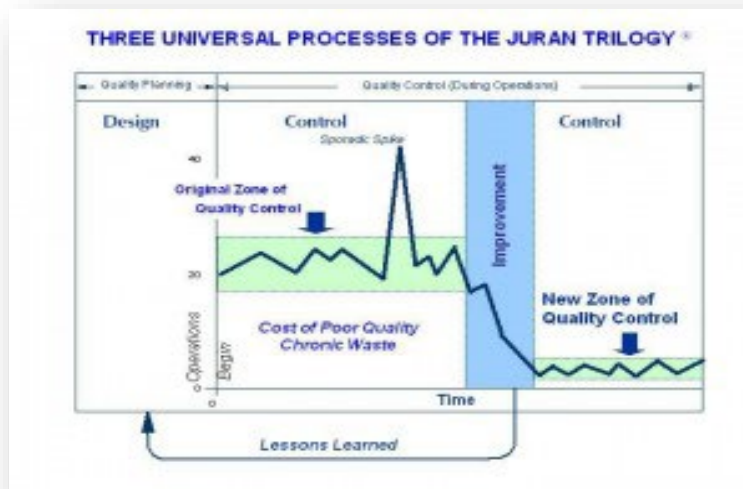
## 5. The Juran Trilogy

Το Juran Trilogy γνωστό και ως Quality Trilogy αποτελείται από τρεις διαδικασίες που μαζί συνθέτουν το συνολικό ταξίδι διαχείρισης ποιότητας. Τα τρία αυτά στοιχεία είναι:

**Ποιοτικός σχεδιασμός:** ουσιαστικά στο στάδιο του σχεδιασμού της οργανισμός κατανοεί της ανάγκες του πελάτη-στόχου του, καθορίζει τα χαρακτηριστικά και της προδιαγραφές του προϊόντος ή της υπηρεσίας και επινοεί της διαδικασίες που θα ανταποκρίνονται σε αυτές της ανάγκες.

**Ποιοτικός έλεγχος:** ο συνεχής ποιοτικός έλεγχος περιλαμβάνει περιοδικούς ελέγχους, επιθεωρήσεις και μετρήσεις παρακολούθησης με σκοπό να διασφαλιστεί ότι η διαδικασία ελέγχεται και πληροί της προδιαγραφές.

**Βελτίωση ποιότητας:** ενώ οι οργανισμοί μπορεί να αναμένουν να επιτύχουν σταδιακές βελτιώσεις με καθημερινά μέσα, η πρωτοποριακή βελτίωση της ποιότητας περιλαμβάνει τον εντοπισμό περιοχών όπου μπορούν να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες. Της, περιλαμβάνει την οργανωμένη δημιουργία ενεργητικών αλλαγών προκειμένου να επιτευχθεί μετρήσιμη βελτιωμένη απόδοση (Juran., 2023)



Εικόνα 2: Η τριλογία του Juran

<https://business901.com/blog1/does-the-juran-trilogy-pdca>

# Κεφάλαιο 2

## Σύστημα Ποιότητας

### 2.1 ISO 17025:2017

Στα ελληνικά το ISO μεταφράζεται ως Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ο οποίος είναι μια ενοποίηση κρατικών φορέων τυποποίησης. Στα τέλη του έτους 1999 ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης και η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC), εξέδωσαν το διεθνές πρότυπο ISO/IEC 17025, το οποίο ενσωματώνει τις απαραίτητες απαιτήσεις για τα εργαστήρια δοκιμών ή/και βαθμονόμησης προκειμένου να αποδείξουν την τεχνική επάρκεια και την εγκυρότητα των δεδομένων και των αποτελεσμάτων που παράγουν. Το πρότυπο αυτό αντικατέστησε τα προηγούμενα πρότυπα EN 45001 και ISO/IEC Guide 25 τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί από τα εργαστήρια. Έτσι σε Ελλάδα και Κύπρο τα εργαστήρια χρησιμοποιούν αυτό το πρότυπο προκειμένου να αποδείξουν την τεχνική και την αξιοπιστία της (Vlachos et al., 2002).

### 2.2 Γενικές απαιτήσεις

Αμεροληψία: Το εργαστήριο οφείλει να δεσμευτεί γι' αυτή. Πρέπει να μένει μακριά από εμπορικές, οικονομικές ή τις πιέσεις που μπορεί να υπονομεύσουν την αμεροληψία του. Οι απειλές για την αμεροληψία μπορεί να προέρχονται από του ιδιοκτήτες της εταιρίας, τη

διοίκηση, τους κοινούς πόρους, τα οικονομικά, τις συμβάσεις, το μάρκετινγκ και την πληρωμή προμήθειας πώλησης ή άλλου κινήτρου σύστασης νέου πελάτη.

Εμπιστευτικότητα: το εργαστήριο δεσμεύεται νομικά πως θα διαχειρίζεται τις πληροφορίες και τα δεδομένα που λαμβάνει ή προκύπτουν με πλήρη εμπιστευτικότητα. Σε περίπτωση που χρειαστεί να δημοσιευτεί κάποια από αυτές θα ενημερωθεί ο πελάτης και θα λάβει την αντίστοιχη έγκριση. Εκτός από το εργαστήριο ως γενικό σύνολο, κάθε άτομο από το προσωπικό είτε αφορά μέλη του είτε εξωτερικούς φορείς είναι υποχρεωμένοι να διατηρούν εμπιστευτικό χαρακτήρα.

## 2.3 Απαιτήσεις Δομής

Αρχικά το εργαστήριο πρέπει να είναι νομικό πρόσωπο ή να ανήκει σε τμήμα νομικού προσώπου το οποίο θα έχει την ευθύνη για τις εργαστηριακές δραστηριότητες. Αφού θα έχει ένα πεδίο αναλύσεων που θα ανταποκρίνεται στο συγκεκριμένο πρότυπο (ISO 17025) οφείλει να το παρουσιάσει. Εκτός από αυτά χρειάζεται να παρουσιάσει τη διοικητική δομή, τη θέση του αν υπάρχει σε κάποιο μητρικό οργανισμό, το τεχνικό προσωπικό και το προσωπικό υπηρεσιών υποστήριξης της. Είναι αναγκαίο να παρουσιάσει το οργανόγραμμα και να προσδιορίσει τα καθήκοντα, τις αρμοδιότητες και τις σχέσεις του κάθε μέλους του. Επίσης, το εργαστήριο πρέπει να διαθέτει προσωπικό το οποίο εκτός από τις κανονικές αρμοδιότητες του θα έχει και την υπευθυνότητα και τους πόρους για την εκτέλεση καθηκόντων που αφορούν:

- Την υλοποίηση, τη βελτίωση και συντήρηση του συστήματος διαχείρισης (ΣΔ)
- Τις αποκλίσεις από το ΣΔ ή από τις εργαστηριακές δραστηριότητες
- Τη δημιουργία αναφορών προς τη διοίκηση του εργαστηρίου που αφορούν τις επιδόσεις του ΣΔ και κάθε ανάγκη βελτίωσης
- Τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των εργαστηριακών δραστηριοτήτων

Η διοίκηση πρέπει να διασφαλίζει ότι υπάρχει επικοινωνία η οποία αφορά την αποτελεσματικότητα του ΣΔ και τη σημαντικότητα τις ικανοποίησης των αναγκών και των απαιτήσεων των πελατών. Ακόμα, πρέπει να διασφαλίζει την ορθότητα του ΣΔ όταν αυτό υφίσταται αλλαγές.

## 2.4 Απαιτήσεις σε πόρους

Οι πόροι του εργαστήριου είναι το προσωπικό, οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός, τα συστήματα και οι υπηρεσίες υποστήριξης τα οποία είναι απαραίτητα για να διεξάγονται οι εργαστηριακές δοκιμές.

## 2.5 Προσωπικό

Οι εργαζόμενοι εντός του εργαστηρίου αλλά και οι εξωτερικοί συνεργάτες, οι οποίοι μπορεί να επηρεάζουν την εργασία, οφείλουν να εργάζονται αμερόληπτα, χωρίς να επηρεάζονται από τους παράγοντες, πάντα βάσει του συστήματος διαχείρισης της εταιρίας. Γίνονται σαφή τα προσόντα και απαιτήσεις της εταιρίας της τον εργαζόμενο, προτού γίνει η πρόσληψή του. Δηλαδή, να τεκμηριώνει τις τεχνικές δεξιότητες, τις τεχνικές γνώσεις, την εμπειρία σε παρόμοια θέση, την εκπαίδευση/μόρφωση, την κατάρτιση και τα προσόντα. Αφού αξιολογήσει το προσωπικό με τα πιο πάνω κριτήρια, διασφαλίζει ότι όντως έχει την επαγγελματική επάρκεια να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Για να γίνει αυτή η αξιολόγηση το εργαστήριο διαθέτει αρχείο για:

- Αποσαφηνίσει των αρμοδιοτήτων του προσωπικού
- Επιλογή αυτού
- Εποπτεία των εργαζομένων
- Εξουσιοδότηση του προσωπικού
- Επίβλεψη της επαγγελματικής της επάρκειας

Επιπρόσθετα το προσωπικό του εργαστηρίου πρέπει να είναι εξουσιοδοτημένο για διάφορες εργασίες όπως είναι η ανάπτυξη, η επαλήθευση, η τροποποίηση και η επικύρωση των μεθόδων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η ερμηνεία αυτών ανήκουν στις εργασίες που χρειάζεται να εκτελεί το προσωπικό. Τέλος, το προσωπικό κάνει ανασκόπηση, αναφορά και έγκριση αποτελεσμάτων.

## 2.6 Περιβάλλον εργασίας

Οι εργαστηριακές εγκαταστάσεις πρέπει να είναι κατάλληλες και ιδανικές για το είδος των αναλύσεων που γίνονται ούτως ώστε να μην επηρεάζονται τα αποτελέσματα. Για παράδειγμα σε μικροβιολογικό εργαστήριο μπορεί να γίνει επιμόλυνση από μικρόβια και σκόνη. Επίσης, οι ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές μπορούν να προκαλέσουν αστάθεια στη ζυγαριά και έτσι να αλλάξει το τελικό αποτέλεσμα. Η υγρασία, η σκόνη, η δόνηση και η ηλεκτρική παροχή είναι πολλοί από άλλοι παράγοντες. Λόγω της μεγάλης σημασίας των απαιτήσεων για τις περιβαλλοντικές συνθήκες που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση των εργαστηριακών αναλύσεων πρέπει να τεκμηριώνονται. Το εργαστήριο οφείλει να διατηρεί αρχείο στο οποίο θα καταγράφει καθημερινά, τις θερμοκρασίες από τα δωμάτια, τα ψυγεία και τους καταψύκτες.

## 2.7 Εξοπλισμός

Όπως είναι λογικό όλα τα εργαστήρια διαθέτουν εργαστηριακό εξοπλισμό ο οποίος διαθέτει:

- Όργανα μέτρησης
- Υπολογιστές, λογισμικά
- Προϊόντα μέτρησης
- Υλικά αναφοράς
- Πρότυπες ουσίες
- Αναλώσιμα (διαλύτες, στερεές ουσίες, υαλικά κ.λπ.)
- Βοηθητικές συσκευές (πιπέτες, ζυγοί)

Τα παραπάνω βρίσκονται σε αρχεία τα οποία διαθέτει το εργαστήριο και αναγράφουν τις οδηγίες χειρισμού (για μηχανήματα), οδηγίες φύλαξης και ημερομηνίες παραλαβής και λήξης (αναλώσιμα). Οι βοηθητικές συσκευές χρειάζεται να διακριβώνονται από ανάλογη εταιρία και να γίνεται ετησίως.

## 2.8 Επιλογή και επικύρωση μεθόδου

Για κάθε εργαστηριακή δραστηριότητα υπάρχει κατάλληλη μέθοδος η οποία αναπτύσσεται και υπολογίζονται διάφοροι παράμετροι όπως είναι η αβεβαιότητα της. Πρέπει να εφαρμόζεται η τελευταία έκδοση της μεθόδου όπου είναι εφικτό. Το εργαστήριο οφείλει να επιβεβαιώσει πως οι δραστηριότητες που εκτελούνται είναι σωστές. Οι μη τυποποιημένες και οι μέθοδοι που αναπτύσσονται στο εργαστήριο πρέπει να επικυρώνονται.

Για να γίνει η επικύρωση εκτελείται μια ή συνδυασμός των ακόλουθων ενεργειών:

- Τακτική εκτίμηση παραγόντων από τους οποίους επηρεάζεται το αποτέλεσμα
- Υπολογισμός της απόκλισης και της αβεβαιότητας με χρήση πρότυπων ουσιών
- Τροποποίηση παραμέτρων που επηρεάζουν την ανάλυση, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία, για έλεγχο της σταθερότητας της
- Σύγκριση με διεργαστηριακά δείγματα

## 2.9 Διορθωτικές ενέργειες

Σε περίπτωση όπου παρουσιάζονται μη συμμορφώσεις το εργαστήριο οφείλει να ενεργήσει έτσι ώστε να τις διορθώσει. Επίσης, πρέπει να είναι σε θέση που θα αντιμετωπίσει τις συνέπειες αυτών. Για αυτές τις μη συμμορφώσεις πρέπει να υπάρχει αρχείο στο οποίο θα αναγράφεται η φύση της, η αιτία για οποιαδήποτε ενέργεια και τα αποτελέσματα των διορθωτικών ενεργειών (ΕΛΟΤ., 2017).

# Κεφάλαιο 3

## Εργαστήριο Αναλύσεων Τροφίμων

### 3.1 Veltia Labs for Life

Η Veltia Labs for Life (πρώην Agrolab RDS) είναι μια ελληνική εταιρία με εργαστήρια σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Βόλο (Envirolab IKE). Εκτός από την Ελλάδα, υπάρχουν θυγατρικά εργαστήρια σε Λευκωσία (Κύπρος), Σόφια (Βουλγαρία) και Αττάλεια (Τουρκία). Το όνομά της προέρχεται από την ελληνική λέξη βελτίωση και είναι ταυτόσημο με την φιλοσοφία της εταιρίας. Είναι μέλος του γερμανικού ομίλου εργαστηρίων Tentamus - Labs for life.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως η Veltia είναι ίσως ο μεγαλύτερος πάροχος ολοκληρωμένων εργαστηριακών και συμβουλευτικών υπηρεσιών στη νοτιοανατολική Ευρώπη. Οι κυριότεροι άξονες απασχόλησης της είναι ο αγροτικός τομέας, η βιομηχανία τροφίμων και ζωοτροφών, καθώς και ο τομέας του περιβάλλοντος. Εκτός από τις βασικές εργαστηριακές αναλύσεις η Veltia διαθέτει τμήμα μελετών αγρού που έχει ως στόχο την έγκριση νέων φυτοπροστατευτικών προϊόντων, τμήμα σήμανσης και νομοθεσίας τροφίμων (Veltia Labs for Life-a Tentamus Company., 2023).

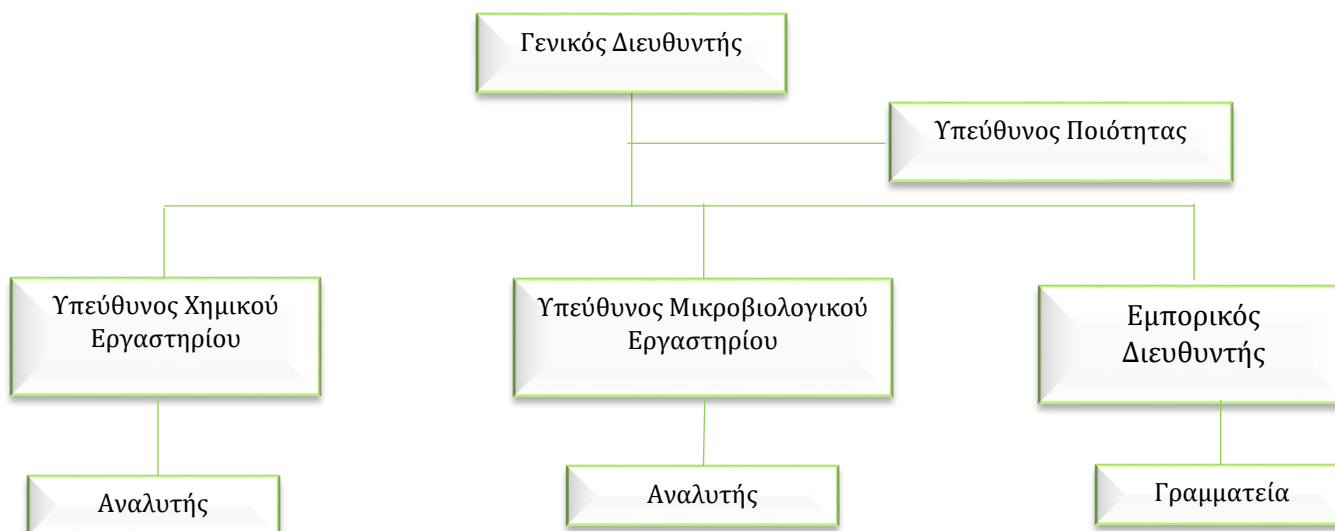




Εικόνα 3: Λογότυπο Veltia

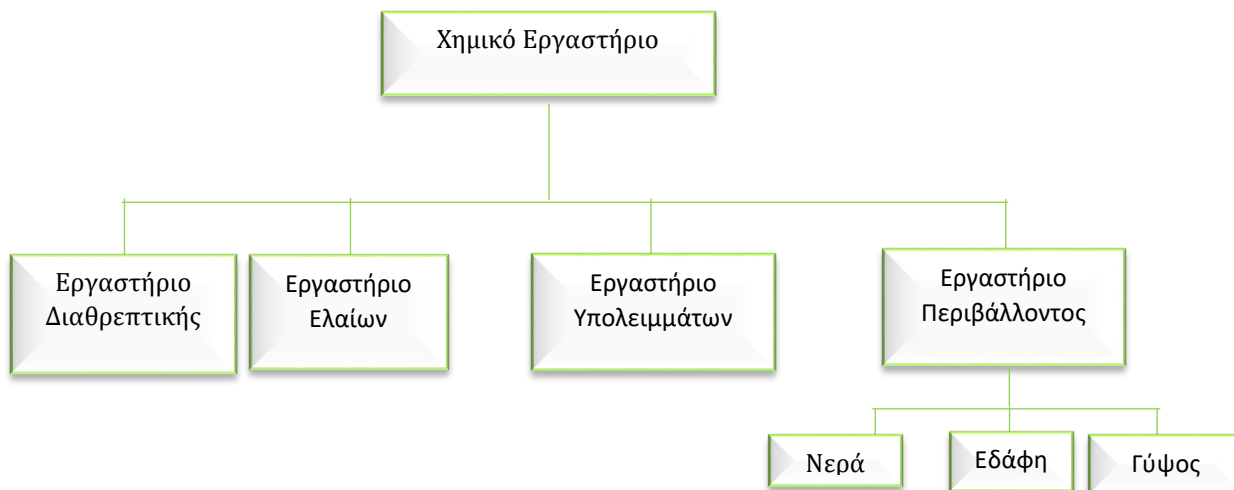
<https://www.veltialabs.gr/>

Η Veltia Labs for Life Cyprus είναι μια ιδιωτική εταιρία η οποία δημιουργήθηκε το 2018 και είναι η εξέλιξη της Agrolab RDS, η οποία πρωτοεμφανίστηκε το έτος 2011. Ανήκει και αυτή στον γερμανικό όμιλο Tentamus με τη συμμετοχή του ελληνικού «Ομίλου Αγροτεχνολογίας Ευθυμιάδη». Η εταιρία “LATOUROS Investments Ltd” είναι ο δεύτερος μέτοχος της κυπριακής εταιρίας. Το εργαστήριο απαρτίζεται από τον διευθύνων σύμβουλο, τον υπεύθυνο ποιότητας, τον τεχνικό εργαστήριο στο χημικό εργαστήριο και αντίστοιχα στο μικροβιολογικό εργαστήριο, τον εμπορικό διευθυντή, τον αναλυτή, τον δειγματολήπτη και τον υπεύθυνο υποδοχής. Ακολουθεί το γενικό οργανόγραμμα καθώς και τα οργανογράμματα των 2 εργαστηρίων της Veltia Cyprus.



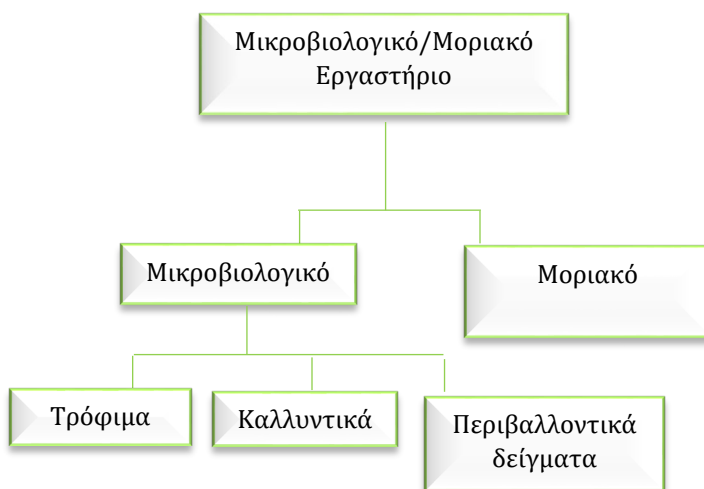
Διάγραμμα 1: Οργανόγραμμα

<https://www.veltialabs.gr/>



Διάγραμμα 2: οργανόγραμμα χημικού εργαστηρίου

<https://www.veltialabs.cy/>



Διάγραμμα 3: Οργανόγραμμα μικροβιολογικού εργαστηρίου

<https://www.veltialabs.cy/>

## 3.2 Ανάλυση Οργανογράμματος

Διευθύνων Σύμβουλος: είναι επικεφαλής όλων των εργαστηρίων και υπεύθυνος για τη συνολική παρακολούθηση και την ομαλή εφαρμογή της πολιτικής ποιότητας. Επίσης, έχει τη συνολική ευθύνη για τον σχεδιασμό, τη λήψη αποφάσεων, την ασφάλεια των πόρων και τη διοικητική λειτουργία του εργαστηρίου. Σε περίπτωση απουσίας του, τα καθήκοντα αναλαμβάνει ο υπεύθυνος όπως έχει οριστεί από τον ίδιο.

Υπεύθυνος ποιότητας: έχει άμεση επαφή με τον διευθύνων σύμβουλο για τη διασφάλιση της ποιότητας και τη λειτουργία των εργαστηριακών θεμάτων σύμφωνα με το πρότυπο διαπίστευσης EN ISO/IEC 17025. Έχει πρόσβαση σε πόρους και είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση και τον έλεγχο εφαρμογής και της αποτελεσματικότητας του συστήματος ποιότητας, επιδεικνύοντας γνώσεις για τη διασφάλιση της ποιότητας.

Εμπορικός διευθυντής: έχει και αυτός άμεση επαφή με τον διευθύνων σύμβουλο για θέματα που αφορούν την ανάπτυξη και την εφαρμογή της εμπορικής πολιτικής της εταιρίας. Επίσης, ελέγχει και συντονίζει τους δειγματολήπτες. Επιβλέπει τα άτομα που χειρίζονται τις εντολές. Εκτός, από τον διευθύνων σύμβουλο, άμεση επαφή έχει και με τον υπεύθυνο ποιότητας για την ορθή εφαρμογή του συστήματος από την εμπορική διεύθυνση. Σε συνεργασία με τους τεχνικούς διευθυντές (Χημικό, Μικροβιολογικό), προτείνει στη διεύθυνση την ανάπτυξη νέων μεθόδων. Συμμετέχει στο συμβούλιο ποιότητας.

Τεχνικός Διευθυντής: έχει την ευθύνη για την εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης ποιότητας σύμφωνα με το εγχειρίδιο ποιότητας και τις τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας. Είναι υπεύθυνος για την τεχνική λειτουργία του εργαστηρίου καθώς διαθέτει ιδιαίτερη γνώση και εμπειρία, διενεργεί και δοκιμές.

Αναλυτής: είναι άτομο ανώτατης εκπαίδευσης σε παρεμφερές κλάδο όπως για παράδειγμα χημεία, βιολογία, μικροβιολογία, φυσικής ή κάτι παρόμοιο. Εξυπηρετεί και διεξάγει αναλύσεις που εκτελούνται στο εργαστήριο.

Δειγματολήπτης: ανήκει στο προσωπικό του εργαστηρίου και έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα έτσι ώστε να γίνεται σωστά η δειγματοληψία των δειγμάτων που θα αναλυθούν στο εργαστήριο.

Υπεύθυνος υποδοχής: υποστηρίζει τα διοικητικά και λογιστικά τμήματα του εργαστηρίου, όπως για παράδειγμα οι προμήθειες, η καταβολή μισθών κλπ. Επιπρόσθετα, ασχολείται με την ικανοποίηση των πελατών και το μάρκετινγκ. Γενικά ασχολείται με γραμματειακή δουλεία που αφορά το εργαστήριο.

### **3.3 Υπηρεσίες εργαστηρίου**

Η εταιρία προσφέρει εργαστηριακές και συμβουλευτικές υπηρεσίες που αφορούν χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις σε τρόφιμα και ζωοτροφές, σε φρούτα και λαχανικά, σε ελαία και ελιές, σε νερά και απόβλητα, σε έδαφος και φυτικούς ιστούς και σε δομικά, οικοδομικά υλικά. Η συνεχής ανάπτυξη αλλά και η αξιοπιστία είναι άρρητα δεμένες με την εταιρία, δίνοντας έτσι ποιοτικά αποτελέσματα και ανταγωνιστικές τιμές καλύπτοντας πλήρως τις ανάγκες των πελατών της και της αγοράς. Η εταιρία δεσμεύεται να συνεχίσει να δίνει αξία στους εργαζομένους της, τους μετόχους καθώς και στην κοινωνία. Η ποιότητα ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, η καινοτομία ως μοχλός ανάπτυξης, η εξυπηρέτηση του πελάτη ως προτεραιότητα και η διατήρηση της φήμης ως οδηγός είναι οι θεμελιώδεις αξίες της εταιρίας.

### **3.4 Εργαστηριακές αναλύσεις**

Οι εργαστηριακές αναλύσεις και υπηρεσίες που προσφέρει το εργαστήριο είναι οι εξής: Τρόφιμα και ζωοτροφές: βασικό μέλημα της εταιρίας είναι η παροχή ασφαλών προϊόντων διατροφής. Με άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό η Veltia Cyprus προσφέρει υψίστης ποιότητας αναλύσεις αλλά και αξιόπιστες. Οι εργαστηριακές αναλύσεις που προσφέρει είναι: διατροφική αξία, μέταλλα και βαρέα μέταλλα, συντηρητικά, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, αλλεργιογόνα τροφίμων, μικροβιολογικές παράμετροι, μοριακές αναλύσεις, δοκιμές GMO, μυκοτοξίνες, φουμονισίνες, αντιβιοτικά, βιταμίνες και διοξίνες. Ακόμη, προσφέρει υπηρεσίες όπως είναι ο μακροσκοπικός έλεγχος, έλεγχος ετικέτας και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, δειγματοληψία, νομοθετική υποστήριξη και οργανοληπτικές δοκιμές.

Φρούτα και Λαχανικά: οι αναλύσεις σε φρούτα και λαχανικά παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην υγεία όσο και στην ασφάλεια των καταναλωτών. Εκτός από την υγρασία και την ξηρή ουσία, πραγματοποιούνται αναλύσεις όπως είναι διθειοκαρβαμιδικά παρασιτοκτόνα, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, επιμολυντές, νιτρικά άλατα, ολικό άζωτο, βαρέα μέταλλα, περιεκτικότητα χυμού σε φρούτα και ανίχνευση του ιού SARS-CoV-2 στην επιφάνεια σκληρών φρούτων. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται είναι ο μακροσκοπικός έλεγχος, ο έλεγχος ετικέτας, η αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων, οι υπηρεσίες δειγματοληψίας, η νομοθετική υποστήριξη και οι οργανοληπτικές δοκιμές.

Ελαιόλαδο και ελιές: το εργαστήριο είναι αναγνωρισμένο από το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιόλαδου (IOC), προσφέροντας και σε αυτόν τον τομέα αναλύσεις υψηλής ποιότητας. Το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιόλαδου είναι ο μοναδικός διεθνής οργανισμός στον κόσμο, στον τομέα του ελαιόλαδου και των επιτραπέζιων ελιών, υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών. Το πακέτο αναλύσεων που προσφέρει είναι: αναλύσεις ποιοτικού ελέγχου (π.χ οξύτητα, υπεροξείδια, δείκτες K), διατροφική αξία σε λάδι, προφίλ λιπαρών οξέων, στερόλες και αλειφατικές ενώσεις, πλαστικοποιητές σε λάδι, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAHs), BTEX σε βρώσιμα λάδια, προσδιορισμός ξένων ελαίων, ολικές φαινόλες και οργανοληπτικές δοκιμές σε ελαιόλαδο.

Νερά και απόβλητα: ο παγκόσμιος διαλύτης ο οποίος είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ζωής. Η Veltia Cyprus προσφέρει αναλύσεις σε πόσιμο νερό σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΕΕ) 98/83, (ΕΕ) 2015/1787. Εκτός από τα πόσιμα νερά αναλύσεις γίνονται σε θαλασσινά νερά, επιφανειακά ύδατα και σε υγρά απόβλητα. Με αυτές τις κατηγορίες το εργαστήριο καλύπτει όλες τις ανάγκες σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα. Οι αναλύσεις που πραγματοποιούνται είναι: μικροβιολογικές παράμετροι, φυσικοχημικές αναλύσεις, βαρέα μέταλλα, φαινόλες, υπολείμματα ελαίων σε νερά, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, πτητικές ουσίες, PAHs, αλογοαιθάνια και τριαλομεθάνια, ραδιενέργεια (α,β, τρίτιο, ισότοπα ουρανίου), BTEX, υδρογονάνθρακες – ορυκτά έλαια και ανίχνευση SARS-CoV-2 σε λύματα.

Έδαφος και φυτικού ιστοί: η Veltia Cyprus έχει συνεργαστεί τόσο με τον ιδιωτικό όσο και με τον δημόσιο τομέα σε αυτό το είδος αναλύσεων αναπτύσσοντας και εξελίσσοντας

διάφορες μεθόδους. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η εταιρία παρέχει και συμβουλευτικές υπηρεσίες. Στην προκειμένη περίπτωση παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες στη λίπανση του εδάφους βάση των αποτελεσμάτων και των αναγκών που έχει το κάθε είδος καλλιέργειας. Γι' αυτό τον λόγο ο πελάτης χρειάζεται να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την καλλιέργεια του, όπως για παράδειγμα την ηλικία, την ποικιλία κλπ. Σημαντικό ρόλο στην πορεία της ανάλυσης και των αποτελεσμάτων της, παίζει η δειγματοληψία του εδάφους και η συλλογή των φυτικών ιστών. Στη σελίδα της εταιρίας υπάρχουν λεπτομέρειες για τη δειγματοληψία. Οι αναλύσεις που γίνονται είναι οι φυσικοχημικές παράμετροι, συμβουλευτική λίπανσης, βαρέα μέταλλα, οργανική ουσία, δομή ουσίας και υπολείμματα φυτοφαρμάκων στο έδαφος.

Δομικά και Οικοδομικά Υλικά: το εργαστήριο ειδικεύεται σε ένα μεγάλο φάσμα χημικών δομικών υλικών που σχετίζονται με τα δομικά και οικοδομικά υλικά. Τα υλικά που βρίσκονται στο φάσμα είναι: τα αδρανή, το τσιμέντο, τα τούβλα, ο γύψος, το σκυρόδεμα και ο δομικός ασβέστης.

### 3.5 Πεδίο διαπίστευσης

Η εταιρία Veltia Labs for Life έχει ως προτεραιότητα την παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας. Το εργαστήριο είναι διαπιστευμένο κατά ISO 17025:2017 από τον Κυπριακό Οργανισμό Πιστοποίησης CYS-CYSAB, σε ένα πολύ εκτεταμένο πεδίο εργαστηριακών μεθόδων και υποστρωμάτων. Πιο κάτω φαίνεται ο πίνακας με τις χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις που βρίσκονται στο πεδίο διαπίστευσης του εργαστηρίου.

Προϊόντα	Είδος ανάλυσης
Ελαιόλαδο	Οξύτητα
Λίπη και Έλαια	Δείκτες Κ/ΔΚ, Υπεροξειδία
Τρόφιμα και Ζωικά λίπη	Περιεκτικότητα σε λίπος
	Τέφρα
	Υδρογονάνθρακες
	Ενέργεια

<b>Τρόφιμα</b>	Ποσοστό υγρασίας
	Κορεσμένα λιπαρά
	Ολικό Άζωτο (Πρωτεΐνη)
	Ολικά Θειώδη
	Σορβικό και Βενζοϊκό οξύ
	Αλάτι ως χλωριούχο νάτριο (NaCl)
	Κυτταρίνη
	Προσδιορισμός Προπιονικού οξέος
	Προσδιορισμός μετάλλων (As, Cd, Cr, Co, Sn, Hg, Ni, Pb, Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn)
	Προσδιορισμός Σακχάρων
	Προσδιορισμός Διαιτητικών ινών
<b>Τρόφιμα και ελαιόλαδο</b>	Προσδιορισμός ελεύθερων λιπαρών οξέων
<b>Κρέας και προϊόντα κρέατος</b>	Προσδιορισμός Υδροξυπρολίνης (Κολλαγόνο)
	Προσδιορισμός NO <sub>3</sub> και NO <sub>2</sub>
<b>Φρούτα, Λαχανικά, Κρέας και προϊόντα κρέατος, Ψάρι και προϊόντα ψαριού</b>	Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων (As, Cd, Pb, Hg)
<b>Φρούτα, Λαχανικά και τα προϊόντα τους</b>	Προσδιορισμός NO <sub>3</sub>
<b>Γάλα και Γαλακτοκομικά</b>	Υγρασία, Τέφρα, Πρωτεΐνη και Λίπος
<b>Φρούτα και Λαχανικά</b>	Προσδιορισμός Διθειοκαρβαμιδικών ( Mancozeb, Maneb, Propined, Thiram, Methiram, Zineb, Ziram)
<b>Υπολείμματα Φυτοφαρμάκων</b>	2,5-Hydroxy thiabendazole, Acetamiprid, Albendazole, Ametoctradin, Ametryn, Ametoctradin, Ametryn, Amicarbazone, Amidosulfuron, Ancymidol, Anilofos, Aspon, Atrazin, Atrazin- desethyl, Atrazine- desisopropyl, Azaconazole, Azamethiphos, Azoxystrobin, BAC 12, BAC 14, BAC- C18, Benazolin – ethyl ester, Benodanil, Benoxacor, Bensulfuron Methyl, Benthiavalicarb – isopropyl, Benzovindiflupyr, Bixafen, Boscalid, Bromacil, Bromfeninfos, Bromuconazole, BTS 44595, BTS 44596, Bupirimate, Butralin, Buturon, Cadusafos, Cambendazole, Carbendazim, Carbofuran, Carbofuran 3-keto, Carbofuran-3-hydroxy, Carfentrazone Ethyl, Chlorantraniliprole, Chlorfenviphos, Chlorfluaron, Chloridazon,

Chlorobenzuron, Chloroxuron, Chlorpropham, Chloropyriphos Ethyl, Chlorsulfuron, Chlorthion, Chlortoluron, Clethodim, Clofentezine, Clomazone, Cloquintocet- mexyl, Clothianidin, Coumaphos, Crimidine, Crufomate, Cyantraniliprole, Cyanazine, Cyazofamid, Cycloate, Cycluron, Cyflufenamid, Cyflumetofen, Cyprazin, Cyroconazole, Cyprodinil, Cythioate, DDAC- C8, DDAC- C10, DDAC -C12, DEET, Demeton -S-Methyl, Demeton- S- Methyl sulfone, Desmedipham, Desmethyl- formamido-primicarb, Desmetryn, Diazinon, Dichlorobenzamide, Diclosulam, Dicrotophos, Difenoconazole, Difenoxuron, Diflubenzuron, Diflufenican, Dimefoz, Dimefuron, DMSA, Dimethachlor, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimethylvinphos, Dimoxystrobin, Diniconazol, Dinotefuran, Diphenamid, Dipropetryn, Disulfoton, Disulfoton-Sulfone, Disulfoton- Sulfoxide, Dithiopyr, Diuron, DMPF, Dodine, Edifenphos, Epoxiconazole, Etaconazole, Ethiofencarb- Sulfone, Ethiprole, Ethofumesate, Ethoprophos, Etobenzanid, Etofenprox, Etoxazole, Etrimfos, Famphur, Fenamidone, Fenamiphos sulfone, Fenamiphow sulfoxide, Fenazaquin, Fenbuconazole, Fenchloropfohw Oxon, Fenclorazol ethyl, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoxycarb, Fempicoxamid, Fenpropidin, Fenpyrazamine, Fenpyroximate, Fensulfothion, Fensulfothion Oxon, Fensulfothion oxon sulfone, Fenthion, Fenthion oxon, Fenthion sulfoxide, Fenuron, Flonicamid, Fluazifo butyl, Fluazuron, Flufenacet, Flufenoxuron, Fluometuron, Fluopicolide, Fluopyram, Fluoxastrobin, Flupyradifyrron, Fluquinconazole, Fluridone, Flurochloridone, Fluroxypyr, Fluroxypyr-1-methylheptylester, Flurprimidole, Flutramone, Flusilazole, Fluthiacet- methyl, Flutonil, Flutriafol,



Fluxapyroxad, Fonofos, Forchlorfenuron,  
Fosthiazate, Furalaxyl, Furathiocarb, Furmecycloz,  
Griseofulvin, Halauxifen, Heptenophos,  
Hexaconazole, Hexazinone, Hexythiazox, Imazalil,  
Imazamethabenz Methyl, Imazethapyr,  
Imibenconazole, Imidacloprid, Inabenfide,  
Indaziflam, Indoxacarb, Iodofenphos, Iprovalicarb,  
Isazofos, Isofenphos Methyl, Isofentamid,  
Isopropalin, Isoproturon, Isopyrazam, Ioxaben,  
Isoxathion, Karanjin, Lenacil, Linuron, Malaaxon,  
Mandipropamid, Matrine, Mecarbam, Mefenacet,  
Mefentrifluconazole, Melfuidide, Mepanoyrim  
Mephospholan, Mepronil, Metalaxyl-M, Metamitron,  
Metcomazole, Methabenzthiazuron,  
Methamidophos, Methiocarb sulfoxide, Methiocarb  
sulfone, Methoprotryne, Methoxyfenozide,  
Metobromuron, Metolachlor, Metoxuron,  
Metafenone, Metrafenone, Mtribuzin, Metsulfuron  
methyl, Molinate, Monocrotophos, Monolinuron,  
Monuron, Myclobutanil, Napthalene acetamide,  
Napropamide, Nitepyram, Norflurazon, N-  
Phenylurea, Nuarimol, Ofurace, Omethoate, Oxamyl  
oxime, Oxathiapiprolin, Oxfendazole, Oxycarboxin,  
Paclobutrazole, Paraoxon, Paraoxon Methyl,  
Penconazole, Pencycuron, Penflufen, Penoxsulam,  
Penthiopyrad, Pentoxamid, Phorate- sulfoxide,  
Phosalone, Phosmet- Oxon, Picolinafen,  
Picoxystrobin, Piperonyl Butoxide, Piperophos,  
Pirimicarb, Pirimiphos, Ethyl, Pirimiphos Methyl,  
Pretilachlor, Prochloraz, Profenofos, Profoxydim,  
Promecarb, Prometryn, Propachlor, Propamocarb,  
Propazine, Propiconazole, Propyzamide,  
Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron,  
Prothioconazole, Pyraclostrobin, Pyraflufen Ethyl,  
Pyrazophos, Pyributicarb, Pyridaben,  
Pyridaphenthion, Pyrifluquinazon, Pyrimethanil,

	Pyrimidifen, Pyriinbac methyl, Pyriofenone, Pyriproxyfen, Pyroquiolon, Quinalphos, Quinoxyfen, Quizalofop Ethyl, Rabenzazole, Rotenone, Sedaxane, Siduron, Silthiofam, Simazine, Simetryn, Spinasad, Spinosyn A,D, Spriodiclofen, Spirotetramate, Spiroxamine, Sulfotep, Tebuconazole, Tebufenpyrad, Tebupirimphos, Tebuthiuron, Temephos, Terbacil, Tetrachlorvimphos, Tetraconazole, Tetraethylpyrophosphate, TFNG, Thiabenzazole, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiazafurion, Thiazopyr, Thiadiazuron, Thiometon sulfone,sulfoxide, Thiophanet methyl, ethyl, Tolfenpyrad, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Tribufos, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizol, Triflumuron, Triticonazole, Uniconazole, Valifenalate, Vamidothion, Vamidothion sulfone, Vefadex, Vernolate, Warfarin, Zoxamide
Πόσιμα και επιφανειακά νερά, νερά πισίνας και απόβλητα	Αλκαλικότητα, Αμμωνία, Χλωριούχα, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα, pH, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> , Ολική Σκληρότητα, Μέταλλα (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Ba, P, Sr, Sn, B, Ti, Hg, As, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, V, Be, Se, Sb, Mo, Tl), Ολικά Διαλυμένα Στερεά, Ολικά Στερεά, Ολικός Φώσφορος, Ολικό Άζωτο, Ολικός οργανικός άνθρακας, Ελεύθερο και ολικό χλώριο,
Πλαστικά	Ολική μετανάστευση
Ζωοτροφές	Υγρασία, Λίπος, Πρωτεΐνη, Τέφρα, Κυτταρίνη
Έδαφος	Ανθρακικό Ασβέστιο (CaCO <sub>3</sub> )
Γύψος	Ποσοστό γύψου

Πίνακας 1: Πεδίο Διαπίστευσης Χημικών αναλύσεων

<https://www.veltialabs.cy/wp-content/uploads/sites/155/2022/09/VELTIA-CY.pdf>

## Μικροβιολογικές Αναλύσεις

Προϊόντα	Είδος ανάλυσης
Ζωοτροφές	Bacillus cereus, Enterobacteriaceae, Coliform, Escherichia Coli, Listeria monocytogenes, staphylococcus, Total Viable Count at 30°C, Listeria mynocytoenes, Salmonella spp, Detection of spp, Enumeration of Campylobacter spp, Detection of potentially enteropathogenic, Vibrio parahaemolyticus, Vibrio cholerae and Vibrio vulnificus, Enumeration of sulfite-reducing bacteria/Clostridia growing under anaerobic conditions, Enumeration of Mesophilic lactic acid bacteria – Colony – count technique at 30C
Περιβαλλοντικά δείγματα και περιττώματα ζώων	Salmonella spp
Τρόφιμα	Yeast and Molds
Εσωτερικός αέρας	Total Viable Count, Yeast and Molds, Sampling
Επιφάνειες	Horizontal methods for surface sampling of food chain
Επιτραπέζια νερά, επιφανειακά νερά, νερά πισίνας, θαλασσινό νερό και απόβλητα νερά	Clostridium perfringens, Coliforms, Culturable Microorganisms, Escherichia Coli, Legionella, Faecal Coliform, Intestinal Enterococci, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Detection of Salmonella spp
Επιτραπέζια νερά, επιφανειακά νερά, νερά πισίνας, θαλασσινό νερό	Escherichia Coli, Total Coliforms
Καλλυντικά	Detection of Escherichia Coli, Detection of Pseudomonas aeruginosa, Detection of Staphylococcus aureus, Detection of Candida albicans, Enumeration of Yeast and Mould, Enumeration of aerobic mesophilic bacteria, Detection of specified and nonspecified microorganisms
Πρώτες ύλες τροφίμων και κατεργασμένων προϊόντων	Detection and quantification of Almond protein, Gluten/Gliadin protein, Hazelnut protein, Peanut protein, Total Milk Protein

Πίνακας 2: Πεδίο Διαπίστευσης Μικροβιολογικών αναλύσεων  
<https://www.veltialabs.cy/wp-content/uploads/sites/155/2022/09/VELTIA-CY.pdf>

## 3.6 Όμιλος Tentamus

Ο όμιλος Tentamus ιδρύθηκε το 2011 στη Γερμανία και είναι ένας παγκόσμιος όμιλος προϊόντων και ασφάλειας, με παρουσία στην Ευρώπη, την Αμερική και την Κίνα. Στον όμιλο ανήκουν 900 εργαστήρια διεθνώς, σε 21 διαφορετικές χώρες με 4000 καταρτισμένους επιστήμονες. Έτσι, σήμερα, προσφέρει ένα παγκόσμιο δίκτυο εξειδικευμένων εργαστηρίων, τα οποία είναι όλα εξοπλισμένα για να εξασφαλίζουν την ποιότητα και την ασφάλεια των προϊόντων που δοκιμάζονται. Για να το διατηρήσει αυτό, η Tentamus δραστηριοποιείται σε κέντρα τεχνογνωσίας ειδικά για το προϊόν και τον κλάδο, ενοποιώντας τις δεξιότητες και την τεχνογνωσία στον κλάδο, έτσι επιτρέπει στην εταιρεία να παρέχει στους πελάτες τις υπηρεσίες προσανατολισμένες στον πελάτη μέσω του παγκοσμίου δικτύου της.

### 3.6.1 Το όραμα

Το όραμα της δεν είναι λιγότερο από το να γίνει η πιο αναγνωρισμένη εταιρία στον κόσμο όσο αφορά την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων. Επίσης, ο όμιλος έχει ως στόχο να γίνει και ο πιο γνωστός διεθνής παροχέας εργαστηριακών υπηρεσιών, υποστηρίζοντας παράλληλα τους πελάτες του σε τοπικό επίπεδο. Η κινητήριος δύναμη του ομίλου, για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η αντιμετώπιση των πελατών της.

### 3.6.2 Η αποστολή

Σκοπός του ομίλου είναι η προσφορά επιτόπιων υπηρεσιών στους πελάτες, έτσι ώστε να μπορούν να επαληθεύουν την ασφάλεια και την ποιότητα των προϊόντων τους το συντομότερο δυνατό. Κάθε ένα από τα εργαστήρια του ομίλου είναι πρωτοπόρα στον τομέα του. Ενσωμάτωσε στα εργαστήρια ένα παγκόσμιο δίκτυο με σκοπό να ανταποκριθούν στις συνεχείς και σύνθετες απαιτήσεις των πελατών της.

### 3.6.3 Οι αξίες

Το μέγεθος της έρευνας, η χρήση των επιστημονικών μεθόδων και του εργαστηριακού εξοπλισμού δίνουν τη δυνατότητα στον όμιλο να κάνει αυτό που κάνει καλύτερα: Εξασφαλίζει την ποιότητα και την ασφάλεια των προϊόντων και των υπηρεσιών του. Επιπρόσθετα, δημιουργεί ένα ισχυρό δεσμό μεταξύ της διαχείρισης και της εμπειρογνωμοσύνης. Ο όμιλος Tentamus μοιάζει με μια παγκόσμια οικογένεια η οποία χαρακτηρίζεται από τη δυσκολία, την εξειδίκευση, και την ποικιλομορφία. Σημαντικό είναι το γεγονός πως υπάρχει εμπιστοσύνη και διαφάνεια εντός της ομάδας αυτής αλλά και προς του εταίρους και τους πελάτες της. Το μεγαλύτερο τους πλεονέκτημα είναι η εξυπηρέτηση των πελατών και των εργαζομένων τους (Tentamus., 2023).



Εικόνα 4: Λογότυπο Tentamus

<https://www.tentamus.com/>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## Ερευνητικό μέρος

### 4.1 Εισαγωγή

Το ερευνητικό μέρος βασίζεται σε 3 βασικούς πυλώνες οι οποίοι είναι:

- Η παρακολούθηση αποτελεσμάτων αναλύσεων ενός πελάτη.
- Η παρακολούθηση αποτελεσμάτων διεργασηριακών δειγμάτων.
- Και η επικύρωση μιας μεθόδου.

Είναι η πρώτη απόπειρα στατιστικής ανάλυσης στο εργαστήριο Veltia. Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι η χρήση στατιστικών εργαλείων για την παρακολούθηση αποτελεσμάτων σε εργαστήριο αναλύσεων τροφίμων. Αυτό θα βοηθήσει μελλοντικά για σύγκριση αποτελεσμάτων σε παρόμοια δείγματα σε όλες τις αναλύσεις, αποτρέποντας λάθη και βελτιστοποιώντας ακόμη περισσότερο την αξιοπιστία στους πελάτες της εταιρίας.

Η μελέτη του ερευνητικού μέρους ξεκίνησε με την παρακολούθηση αποτελεσμάτων ενός συγκεκριμένου πελάτη του εργαστηρίου Veltia Labs for life Cyprus. Το εργαστήριο διαθέτει μια μεγάλη λίστα από πελάτες εντός και εκτός της χώρας. Τα είδη των αναλύσεων, καθώς και τα υποστρώματα των δειγμάτων που γίνονται στο εργαστήριο είναι πολλά. Μεταξύ τροφίμων, νερών και χρωμάτων επιλέχθηκε κάποιος πελάτης ο οποίος ασχολείται με αστικά λύματα και διαθέτει βιολογικό σταθμό για καθαρισμό και επαναχρησιμοποίηση του νερού. Η επιλογή του πελάτη έγινε λόγω της σημαντικότητας της χρήσης βιολογικού σταθμού σε βιομηχανίες και εργοστάσια. Η παρακολούθηση των αποτελεσμάτων είναι αρκετά ενδιαφέρον αφού ξεκινώντας από την οργανική λάσπη που είναι ένα εντελώς ανεπεξέργαστο προϊόν, καταλήγει σε ένα επεξεργασμένο νερό το οποίο μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ξανά από τον ίδιο τον πελάτη. Επίσης, η στατιστική ανάλυση θα βοηθήσει να γίνει πιο κατανοητή η διαφορά στα αποτελέσματα των αναλύσεων περνώντας από το ένα στάδιο επεξεργασίας στο άλλο. Η διαδικασία του βιολογικού σταθμού είναι πολύ σημαντική για το περιβάλλον γιατί έτσι μειώνεται η σπατάλη του νερού καθώς και η ρύπανση του. Επιπρόσθετα, εξίσου σημαντική είναι και η συμβολή του, στην ανθρώπινη υγεία καθώς πολλές βλαβερές ουσίες και τοξικά βαρέα μέταλλα αποβάλλονται, έτσι η ρύπανση του περιβάλλοντος και ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία μειώνονται.

Η συλλογή πρωτογενών δεδομένων ξεκίνησε στις αρχές Δεκεμβρίου και ολοκληρώθηκε τέλη Φεβρουαρίου. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων θα παρουσιαστούν σε μορφή πινάκων και θα γίνει χρήση γραφικών παραστάσεων, υπολογισμός τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής για την ερμηνεία τους. Αυτή η μελέτη αποτελεί το πρώτο κομμάτι του ερευνητικού μέρους.

Ο δεύτερος πυλώνας του ερευνητικού μέρους είναι η καταγραφή και σύγκριση αποτελεσμάτων σε διεργαστηριακά δείγματα. Κάθε εργαστήριο το οποίο έχει διαπίστευση σε αναλυτικές μεθόδους βάση του ISO 17025, είναι υποχρεωμένο να συμμετέχει στις δοκιμές αυτές. Υπάρχουν κάποια διεθνή εργαστήρια αναφοράς τα οποία μπορεί οποιοδήποτε εργαστήριο να πληρώνει συνδρομή και να συμμετέχει στις δοκιμές. Σε αυτό το κομμάτι θα γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων με άλλα εργαστήρια που έχουν λάβει μέρος. Θα γίνει υπολογισμός μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης καθώς και σχολιασμός της απόκλισης των τιμών από την z-score τιμή των δειγμάτων (The Faras., 2023).

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος θα μελετηθεί η διαδικασία επικύρωσης μεθόδου και συγκεκριμένα της μεθόδου προσδιορισμού τοξινών σε διάφορα υποστρώματα. Επιπρόσθετα, θα παρουσιαστούν χάρτες ελέγχου από εμβολιασμένα δείγματα (spiked samples) όπου θα συμπληρώνονται τα αποτελέσματα από τα δείγματα αυτά. Όπου υπάρχουν νομοθετικά όρια θα παρουσιασθούν οι αντίστοιχες σχετικές νομοθεσίες.

## 4.2 Μεθοδολογικό πλαίσιο έρευνας

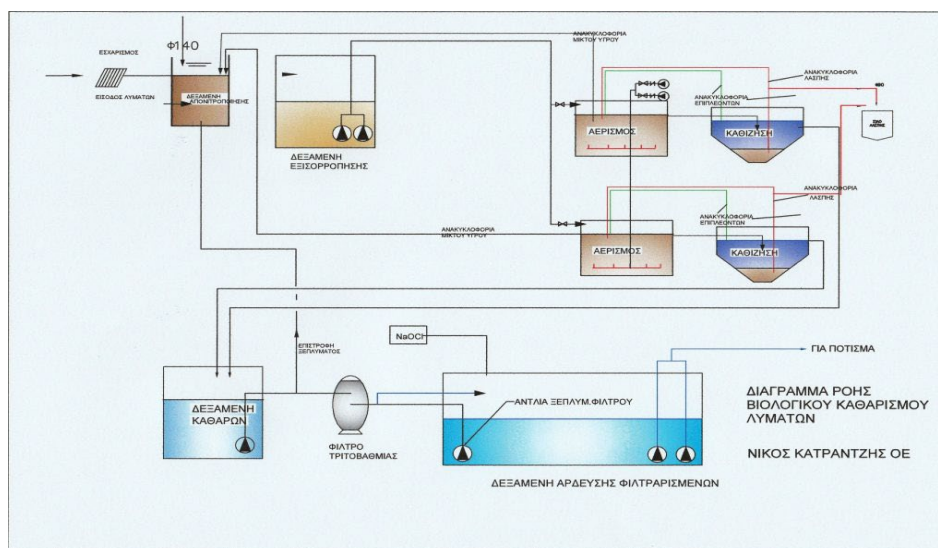
Η θεματολογία της παρούσας διπλωματικής εργασίας πηγάζει από τη σημαντικότητα των χημικών αναλύσεων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Εξίσου σημαντική, στην επιλογή του θέματος ήταν η συμβολή της στατιστικής ανάλυσης σε ένα τέτοιου είδους εργαστήριο, το οποίο μπορεί να την χρησιμοποιήσει σε πολύ βασικές λειτουργίες του.

Η μελέτη του ερευνητικού μέρους ξεκίνησε αρχές Δεκεμβρίου και ολοκληρώθηκε κατά τις τελευταίες μέρες του Φεβρουαρίου. Η συλλογή πρωτογενών δεδομένων καθώς και η καταγραφή τους γινόταν παράλληλα στο εργαστήριο Veltia, στη Λευκωσία. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η επιλογή των 3 ερευνητικών πυλώνων, δηλαδή τα αποτελέσματα πελάτη, τα δείγματα επάρκειας και η επικύρωση της μεθόδου, έγιναν λόγω της σπουδαιότητας τους στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Τα 2 πρώτα σχετίζονται με απόβλητα νερά στα οποία θα παρουσιαστούν αποτελέσματα και το τελευταίο μέρος αφορά τις τοξίνες σε τρόφιμα και ζωοτροφές (Dabrowski & Sikorski., 2004).

Ο πελάτης που επιλέχθηκε ασχολείται με αστικά λύματα και πιο συγκεκριμένα, επεξεργασία λυμάτων σε βιολογικό σταθμό. Η επιλογή αυτού, έγινε λόγω της μεγάλης οικολογικής καταστροφής που βιώνει ο πλανήτης τα τελευταία χρόνια. Είναι ευρέως γνωστό πως το υδάτινο περιβάλλον, το οποίο αποτελεί το 70% της γης, ρυπαίνεται σε μεγάλο βαθμό κυρίως από τον ανθρώπινο παράγοντα. Ο ευτροφισμός είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης παγκοσμίως. Η ρύπανση των υδάτων από θρεπτικά συστατικά, είναι αποτέλεσμα της αύξησης του πληθυσμού, της παραγωγής τροφίμων και της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Η αύξηση του πληθυσμού και η παραγωγή τροφίμων έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στο τοπίο, με τη σειρά τους, αυξάνοντας τις απορρίψεις λυμάτων και την απορροή από τη γεωργία και τις κατοικήσιμες εκτάσεις. Εκτός από αυτά, ο ευτροφισμός προκύπτει και από τις μεγάλες αυξήσεις στη χρήση χημικών λιπασμάτων. Τόσο το άζωτο (N) όσο και ο φώσφορος (P) προκαλούν ανησυχία στον ευτροφισμό. Το άζωτο έχει λάβει μεγαλύτερη προσοχή διότι η παγκόσμια εφαρμογή αζώτου από συνθετικά λιπάσματα είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των φωσφορικών λιπασμάτων (Glibert et al., 2005).



Σκοπός της επεξεργασίας των λυμάτων είναι η απομάκρυνση των ρύπων που μπορούν να βλάψουν το υδάτινο περιβάλλον, εάν απορριφθούν σε αυτό. Λόγω των επιβλαβών επιπτώσεων των χαμηλών συγκεντρώσεων διαλυόμενου οξυγόνου στη υδρόβια ζωή, οι μηχανισμοί επεξεργασίας λυμάτων επικεντρώθηκαν ιστορικά στην απομάκρυνση των ρύπων που θα εξάντλησαν το διαλυόμενο οξυγόνο στα ύδατα υποδοχής. Οι περισσότεροι ρύποι που απαιτούν οξυγόνο είναι οργανικές ουσίες και το αμμωνιακό άζωτο που είναι το πιο σημαντικό ανόργανο. Για αυτό τον λόγο, τα πρώτα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων σχεδιάστηκαν για την αφαίρεση της οργανικής ύλης και μερικές για την οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό άζωτο. Καθώς η εκβιομηχάνιση και η αύξηση του πληθυσμού συνεχίστηκαν, ένα άλλο πρόβλημα αναγνωρίστηκε και αυτό δεν είναι άλλο από τον ευτροφισμό που αναφέρθηκε πιο πάνω.



Εικόνα 5: Βιολογική επεξεργασία νερού

<https://katrantzis.gr/service/viologikoi-katharismoi-limaton-apovliton/>

Στον συγκεκριμένο πελάτη έγιναν αναλύσεις σε 4 είδη λυμάτων, τα οποία κατηγοριοποιεί ως εξής:

1. Κατηγορία Δ (οργανική λάσπη)
2. Κατηγορία Γ (πρωτοβάθμια επεξεργασία)
3. Κατηγορία Β (δευτεροβάθμια επεξεργασία)

#### 4. Κατηγορία Α (τριτοβάθμια επεξεργασία)

Στο πειραματικό μέρος το εργαστήριο ασχολήθηκε με τις εξής αναλύσεις:

- pH
- Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)
- Λίπη και Έλαια (FOG)
- Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)
- Ολικό άζωτο (TN), άζωτο ως νιτρικά (N-NO<sub>3</sub>), άζωτο ως αμμωνία (N-NH<sub>4</sub>)
- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
- Ολικός Φώσφορος (TP)
- Χλώριο (Cl)

Οι πρώτες 2 αναλύσεις γίνονται με την εμβάπτιση ενός ειδικού ηλεκτροδίου στο υγρό δείγμα. Στην ανάλυση για προσδιορισμό λιπών και ελαίων γίνεται εκχύλιση τους από το νερό. Η διαδικασία αυτή γίνεται με ένα ειδικό σκεύος το οποίο ονομάζεται εκχυλιστική χοάνη. Σε αυτήν μπαίνει ποσότητα από το δείγμα μαζί με ένα οργανικό διαλύτη (εξάνιο), έτσι σχηματίζονται 2 στοιβάδες, ανακατεύεται και συλλέγεται 3 φορές η πάνω στοιβάδα σε προ ζυγισμένο σκεύος. Το ολικό άζωτο μετριέται σε μια ειδική συσκευή φωτόμετρο. Η ανάλυση για τα νιτρικά ανιόντα γίνεται με την χρήση φασματοφωτόμετρου (UV-vis). Προστίθεται ποσότητα δείγματος σε ογκομετρικές φιάλες καθώς και 1 ml από υδροχλωρικό οξύ και μετριέται στο μηχάνημα. Από την απορρόφηση υπολογίζεται η συγκέντρωση. Στα αμμωνιακά κατιόντα ακολουθείται παρόμοια διαδικασία στο ίδιο μηχάνημα. Προστίθεται ποσότητα δείγματος σε ογκομετρικές φιάλες μαζί με διάλυμα φαινόλης, διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου και διάλυμα Sodium nitroprusside. Το δείγμα παίρνει χρώμα ανάλογα με την συγκέντρωση του ξεκινώντας από κίτρινο (δεν έχει) σε πράσινο έως σκούρο μπλε. Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο γίνεται σε φιαλίδια τα οποία έχουν ένα συγκεκριμένο διάλυμα στο οποίο προστίθεται ποσότητα δείγματος και μπαίνει σε συσκευή στους 150°C για 2 ώρες. Μετά το πέρας των 2 ωρών μετριέται σε φωτόμετρο. Το δείγμα για το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, μπαίνει σε ειδική συσκευή όπου θα τοποθετηθεί το δείγμα με αντιδραστήρια και μετριέται η πίεση για 5 μέρες, που θα παράγεται από τους

μικροοργανισμούς. Ο ολικός φώσφορος γίνεται σε μπουκαλάκια όπου μπαίνει αντιδραστήριο και τοποθετείται σε κλίβανο στους 120°C για 30 λεπτά. Στη συνέχεια γίνεται ρύθμιση του pH 3-10 και προστίθεται δείκτης ο οποίος θα δώσει μπλε χρώμα. Όσο πιο σκούρο είναι τόσο μεγαλύτερη ποσότητα φωσφόρου θα έχει το δείγμα. Τα δείγματα μετρώνται στο φασματοφωτόμετρο (UV-vis). Τέλος, η ανάλυση για τα χλώρια είναι τιτλοδότηση με νιτρικό άργυρο για τιτλοδότη και διχρωμικό κάλιο ως δείκτη της ανάλυσης. Παράλληλα με τις αναλύσεις στο εργαστήριο, γινόταν η συλλογή των αποτελεσμάτων και η επεξεργασία τους στην excel.

Τα δείγματα επάρκειας είναι εξωτερικός έλεγχος για κάθε διαπιστευμένο εργαστήριο. Αυτά τα δείγματα είναι προϋπόθεση για την απόκτηση διαπίστευσης για τις εργαστηριακές αναλύσεις. Συγκεκριμένα, ένα διεθνές εργαστήριο αναφοράς στέλνει σε κάθε εργαστήριο, το οποίο πληρώνει συνδρομή, δείγμα στο οποίο ζητάει συγκεκριμένες αναλύσεις. Τα αποτελέσματα καταθέτονται σε συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα από όλα τα εργαστήρια. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το δείγμα που αποστέλνεται να αναφέρονται σε πολλές παραμέτρους, ωστόσο το εργαστήριο μπορεί να καταθέσει αποτελέσματα για μερικές από αυτές. Το εργαστήριο Veltia έχει διαπίστευση σε πολλές αναλύσεις σε τομείς όπως τρόφιμα, νερά και εδάφη. Κάθε χρόνο το εργαστήριο λαμβάνει αρκετά δείγματα επάρκειας για όλες τις αναλύσεις σε διαφορετικά υποστρώματα κάθε φορά. Το δείγμα επάρκειας που επιλέχθηκε είναι απόβλητο νερό και οι αναλύσεις που έγιναν είναι ίδιες με αυτές που έγιναν στο βιολογικό σταθμό του πελάτη. Λίγες μέρες μετά αφού τελείωσαν οι αναλύσεις και κατατέθηκαν τα αποτελέσματα το εργαστήριο αναφοράς ανακοινώνει τα αποτελέσματα. Το κάθε εργαστήριο ξεχωριστά μπορεί να δει τα αποτελέσματα του με τον κωδικό που του δίνεται και να συγκρίνει τα δικά του με τα αντίστοιχα άλλων εργαστηρίων που έχουν λάβει μέρος. Οπότε στην παρούσα εργασία θα παρθούν τα αποτελέσματα του εργαστηρίου Veltia και θα γίνει σύγκριση με 19 τυχαία εργαστήρια και θα γίνει υπολογισμός μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης για τη σύγκρισή τους. Οι παράμετροι και η αληθής τιμή που δίνονται στα δείγματα αυτά, θα εξηγηθούν πιο κάτω.

Ο αέρας, το νερό, το έδαφος και τα τρόφιμα είναι στοιχεία τα οποία αναπόφευκτα σχετίζονται με το ανθρώπινο περιβάλλον. Καθένα από αυτά τα στοιχεία έχει την ικανότητα να επηρεάζει την ποιότητα της ζωής καθώς καθένα από αυτά μπορεί να είναι και μολυσμένο.

Τα τρόφιμα δεν αποτελούν απλά την κύρια πηγή θρεπτικών συστατικών, αλλά μπορεί ακόμη να περιέχουν φυσικές χημικές ουσίες όπως για παράδειγμα οι τοξίνες. Τα τρόφιμα μπορεί να μολυνθούν άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση μόλυνση εμφανίζεται όταν μια τοξική ουσία υπάρχει στις πρώτες ύλες τροφίμων, ενώ έμμεσες προσμίξεις εισέρχονται στα τρόφιμα κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση το χειρισμό ή την προετοιμασία. Οι έμμεσοι μολυντές περιλαμβάνουν ουσίες που γίνονται τοξικές και επιβλαβείς για τους ανθρώπους, λόγω πρακτικών επεξεργασίας τροφίμων. Η έμμεση μόλυνση είναι συνήθως αποτέλεσμα άγνοιας, έλλειψης εκπαίδευσης των χειριστών τροφίμων, ανεπαρκούς χώρου, κακού σχεδιασμού εγκαταστάσεων ή ακατάλληλων πρακτικών χειρισμού. Σε αντίθεση με τη δημοφιλή πεποίθηση, η εφαρμογή χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα τα φυτοφάρμακα για την παραγωγή τροφίμων δεν είναι τόσο επιβλαβής όσο φαίνεται να δείχνουν οι αστικοί μύθοι και οι φήμες (Dabrowski & Sikorski., 2004).

Η διαδικασία της επικύρωσης ξεκινάει με την ανεύρεση αρχικά μιας επίσημης μεθόδου προσδιορισμού τοξινών σε τρόφιμα. Το εργαστήριο έχει επιλέξει την μέθοδο *Journal of Chromatography A*, 1143 (2007), 48-64. Στη συνέχεια γίνεται ανασκόπηση νομοθετικών ορίων έτσι ώστε να αποφασιστούν τα όρια ποσοτικοποίησης. Στο πειραματικό κομμάτι το εργαστήριο επιλέγει το πιο κατάλληλο όργανο βάσει της μεθόδου, το οποίο στην προκειμένη περίπτωση είναι Υγρή Χρωματογραφία Υπέρ Ψηλής Απόδοσης συζευγμένη με διαδοχική Φασματομετρία Μαζών (UPLC- MS/MS). Η διαδικασία που γίνεται στο εργαστήριο είναι η εξής:

- Ζυγίζεται σε κωνική φιάλη ποσότητα δείγματος.
- Γίνεται εμβολιασμός του δείγματος με πρότυπο διάλυμα.
- Προστίθεται διαλύτης ακετονιτρίλιο : νερό (80:20).
- Γίνεται ανάδευση για 2 ώρες.
- Με το πέρασμα των 2 ωρών προστίθεται ποσότητα ακετονιτρίλιου και αναδεύεται για ακόμα 5 λεπτά.
- Διηθείται το δείγμα μέσω του πτυχωτού ηθμού σε καθαρή κωνική φιάλη.
- Το διήθημα περνάει μέσα από ειδικές στήλες οι οποίες κατακρατούν «ακαθαρσίες» του δείγματος.

- Σε δοκιμαστικό σωλήνα συλλέγεται μερική ποσότητα από το προηγούμενο βήμα και συμπυκνώνεται σε ειδική συσκευή η οποία ονομάζεται συμπυκνωτής αζώτου.
- Γίνεται επαναδιάλυση με διαλύτη μεθανόλη : νερό.
- Φιλτράρεται το δείγμα σε φιαλίδιο.
- Ετοιμάζονται κινητές φάσεις και σειρά από διαφορετικές συγκεντρώσεις πρότυπου διαλύματος των τοξινών που αναλύονται.
- Ετοιμάζεται η ακολουθία των δειγμάτων στο μηχάνημα και ξεκινάει.

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων από το μηχάνημα γίνεται σε ειδικά προγράμματα στον υπολογιστή (TraceFinder) και μεταφέρονται σε excel τα οποία θα παρουσιαστούν πιο κάτω.

# Κεφάλαιο 5

## Πειραματικό μέρος

### 5.1 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Πελάτη

Η συλλογή δεδομένων αφορά κάποιο συγκεκριμένο πελάτη και οι δοκιμές γίνονται στο εργαστήριο. Οι αναλύσεις έγιναν σε υπόστρωμα νερό και συγκεκριμένα απόβλητο από βιολογικό σταθμό.

Κατηγορίες	Βαθμός Επεξεργασίας
A	Τριτοβάθμια
B	Δευτεροβάθμια
Γ	Πρωτοβάθμια
Δ	Ανεπεξέργαστη οργανική λάσπη

Πίνακας 3: Κατηγορίες αποβλήτων

Οι κατηγορίες της επεξεργασίας θα αναλυθούν πιο κάτω. Οι αναλύσεις που γίνονται στα απόβλητα είναι οι εξής: pH, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC), Υπόλειμμα χλωρίου, Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD), ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), ολικό άζωτο (TN), ολικός φώσφορος (TP), χλώριο (Cl), λίπη και έλαια (FOG), άζωτο ως αμμωνία (NH<sub>4</sub>-N) και άζωτο ως νιτρικά (NO<sub>3</sub>-N). Οι αναλύσεις αυτές γίνονται σε

λύματα Α,Β,Γ και Δ κατηγορίες. Οι κατηγορίες των λυμάτων χωρίζονται ανάλογα με την επεξεργασία που γίνεται. Οι κατηγορίες είναι:

- Προ- επεξεργασία: σε πρώτο στάδιο γίνεται αφαίρεση μεγάλων σωματιδίων όπως είναι οι πέτρες, τα χαλίκια, τα ξύλα, τα πλαστικά, η άμμος, τα λίπη και έλαια. Δηλαδή, η πρώτη επαφή των λυμάτων στον βιολογικό σταθμό γίνεται με λιποπαγίδες, αμμοσυλλέκτη και σχάρες διαμέτρου 1-25mm.
- Πρωτοβάθμια επεξεργασία (Κατηγορία Γ): σε αυτό το στάδιο γίνεται η αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών η οποία γίνεται με φυσικές ή χημικές μεθόδους. Για παράδειγμα η δεξαμενή καθίζησης είναι μια φυσική μέθοδος στην οποία καθιζάνουν πολλά από τα στερεά. Επιπρόσθετα, στο στάδιο αυτό μειώνεται κατά το 20% το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BAO/BOD) πριν από το απόρριψη των στερεών ενώ μετά την απόρριψη μπορεί να μειωθεί μέχρι και 25-50%.
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία (Κατηγορία Β): σε αυτό το στάδιο γίνεται βιολογική επεξεργασία των λυμάτων όπως για παράδειγμα την ενεργή ιλύς.
- Τριτοβάθμια επεξεργασία (Κατηγορία Α): στο τελευταίο στάδιο τα λύματα από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία περνούν μέσω φίλτρων τα οποία περιέχουν διάφορα στρώματα άμμων για την κατακράτηση των μικρότερων αιωρούμενων σωματιδίων. Εδώ το ΒΑΟ μειώνεται ακόμα περισσότερο. Επίσης, εδώ γίνεται κα χλωρίωση για μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών (ΤΑΥ 2015).

Στην κατηγορία των αποβλήτων από βιολογικό σταθμό δεν υπάρχουν επίσημα όρια νομοθεσίας. Ο συγκεκριμένος πελάτης έχει θέσει τα δικά του όρια στο εργαστήριο και θα παρουσιαστούν στην συνέχεια σε μορφή πινάκων. Συγκεκριμένα έχει θέσει κάποια όρια σε ορισμένες αναλύσεις στην κατηγορία Δ (οργανική λάσπη) και στις κατηγορίες Α και Β (τριτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία). Με τα όρια αυτά γίνεται πιο εύκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων, καθώς και η παρακολούθηση τους σε σχέση με αυτά.

Ο πίνακας που ακολουθεί αφορά τα όρια του πελάτη για την κατηγορία Δ:

Παράμετρος	Όριο
Ποσοστό ξηράς ουσίας, %w/w	-
Ποσοστό Οργανικής Ύλης, %w/w	-
pH	-
Ολικό Άζωτο (TN), % w/w επί ξηρού	-
Ολικός Φώσφορος, % w/w επί ξηρού	-
Κάδμιο (Cd), mg/kg ξηράς ουσίας	10
Χαλκός (Cu), mg/kg ξηράς ουσίας	1000
Νικέλιο (Ni), mg/kg ξηράς ουσίας	300
Μόλυβδος (Pb), mg/kg ξηράς ουσίας	750
Ψευδάργυρος (Zn), mg/kg ξηράς ουσίας	2500
Υδράργυρος (Hg), mg/kg ξηράς ουσίας	10
Χρώμιο (Cr), mg/kg ξηράς ουσίας	1000
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) $\mu$ S/cm	3500

Πίνακας 4: Παράμετροι και όρια αναλύσεων

\*Η μετατροπή από mg/kg σε ποσοστό % γίνεται ως εξής: (mg/kg)/10000=%

## 5.2 Αποτελέσματα πειραμάτων κατηγορίας Δ

Ο πίνακας που ακολουθεί αφορά τα αποτελέσματα της κατηγορίας Δ για 14 εβδομάδες, δηλαδή από αρχές Δεκεμβρίου μέχρι τέλος Φεβρουαρίου

A/A	Ημερομηνία	pH	EC $\mu$ S/cm	TN % w/w επί ξηρού	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Cr mg/kg	TP % w/w επί ξηρού
1	02/12/22	6,2	3225	3,1	0,5	178,4	21,6	7,5	395	0,5	16,8	0,4
2	08/12/22	8,3	1434	1,1	0,7	231	27,7	12	731	0,4	26,4	0,8
3	15/12/22	7,3	1136	1,6	0,4	145	19,2	5,9	366	0,2	19,5	1,3
4	21/12/22	6,9	1086	2,3	0,4	142	29,8	7,7	301	0,5	23,7	0,9
5	28/12/22	7,9	1365	3,5	0,8	245	45,8	18,2	567	0,5	46,5	1,8
6	04/01/23	7,1	1184	6,5	0,82	244	36,6	12,5	607	0,5	37,1	2,98
7	11/01/23	6,8	1205	4,4	<2	234	31,7	13	576	0,66	31,7	2,6
8	18/01/23	6,5	1013	7,1	0,6	160	19	6,9	260	0,2	14	2,7

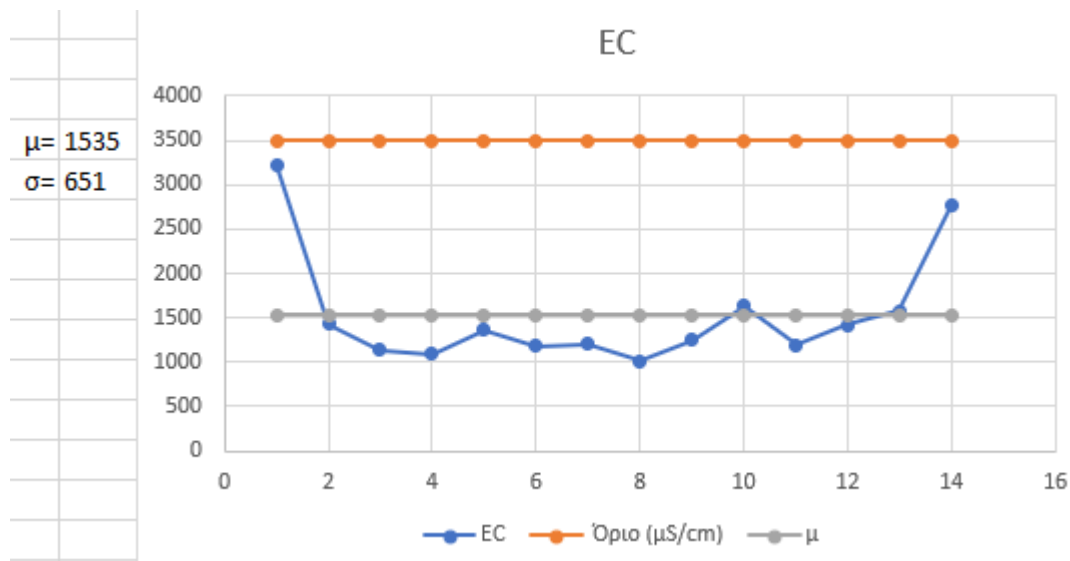


9	25/01/23	6,8	1250	3,5	0,4	145	20,3	8,7	348	0,8	23,8	1,6
10	02/02/23	6,8	1637	7,4	0,6	123,5	32,2	7,0	299	0,3	24,1	2,8
11	08/02/23	6,8	1193	5,3	0,5	177	38,1	10,7	481	1,2	37,3	1,7
12	15/02/23	6,6	1420	2,2	0,8	155	23,5	8,8	365	0,5	22,6	2,6
13	22/02/23	6,5	1580	6,1	0,5	218	32,3	15,9	664	1,3	36,7	2,1
14	28/02/23	5,8	2768	5,4	0,6	148	42,4	7,6	323	0,4	20	3,7

Πίνακας 5: Αποτελέσματα κατηγορίας Δ

### 5.2.1 Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων

Στην παρούσα παράγραφο θα παρουσιαστούν οι γραφικές παραστάσεις από τα αποτελέσματα των αναλύσεων της κατηγορίας Δ.

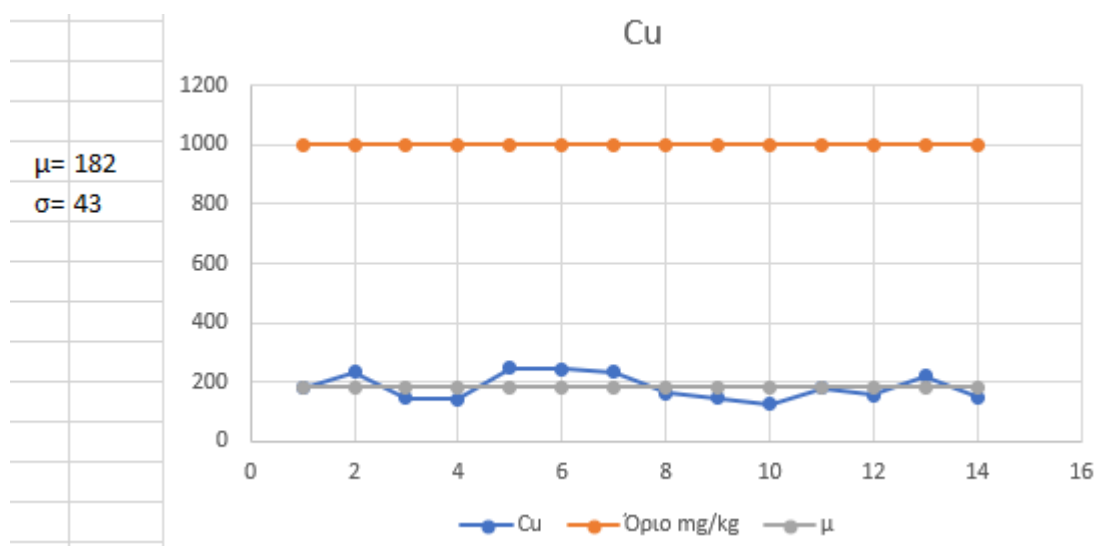


Διάγραμμα 4: Ηλεκτρική αγωγιμότητα κατηγορίας Δ

Η γραφική παράσταση αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) που είναι το μέτρο της συγκέντρωσης των ιονίσιμων διαλυμάτων που υπάρχουν στο δείγμα. (ISO., 1985). Όσο πιο ανεπεξέργαστο είναι το απόβλητο τόσο πιο μεγάλο θα είναι το μέτρο της ( μS/cm), λόγω των αυξημένων σωματιδίων που υπάρχουν στο δείγμα. Επίσης, καμιά τιμή δεν ξεπερνά το

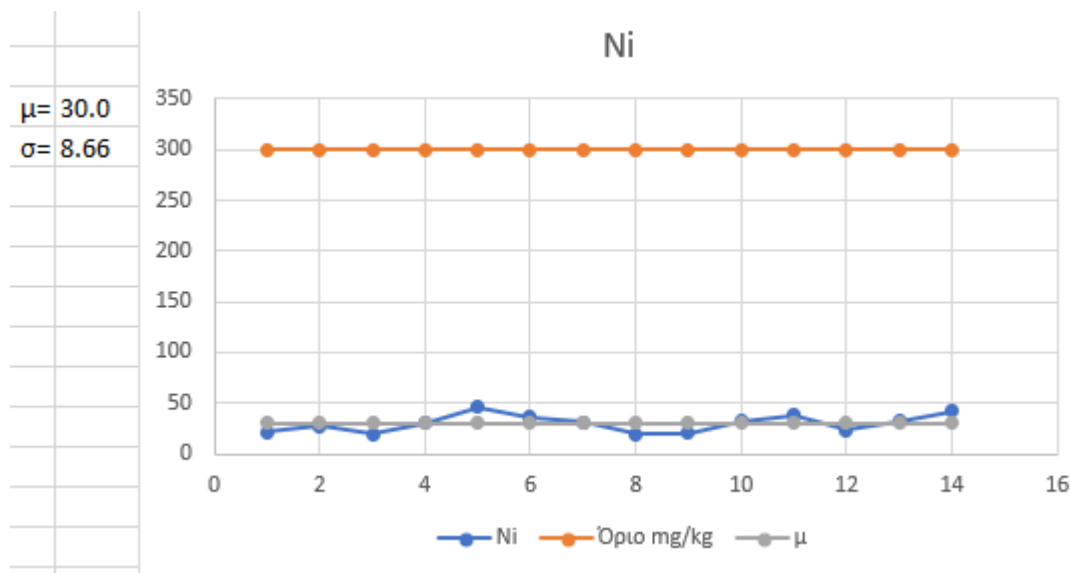
ανώτατο όριο που έχει ορίσει ο πελάτης. Η μέση τιμή των 14 μετρήσεων είναι  $\mu=1535$  και η τυπική απόκλιση, η οποία είναι το μέτρο της διασποράς, είναι  $\sigma=651$ . Η τιμή της τυπικής απόκλισης είναι σχετικά μεγάλη και αυτό φαίνεται από τη διασπορά των τιμών οι οποίες έχουν αρκετή διαφορά.

Η ρύπανση από βαρέα μέταλλα είναι ένα διεθνές πρόβλημα, αν και η σοβαρότητα καθώς και τα επίπεδα της διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Το υπερβολικό επίπεδο βαρέων μετάλλων εκτίθενται στο περιβάλλον, όπως για παράδειγμα από βιομηχανικά απόβλητα και λιπάσματα προκαλεί σοβαρή ανησυχία στη φύση, καθώς είναι μη βιοαποικοδομίσιμα και συσσωρεύονται σε υψηλά επίπεδα. Τουλάχιστον 20 μέταλλα ταξινομούνται ως τοξικά με το 50% αυτών να εκπέμπονται στο περιβάλλον θέτοντας σε μεγάλο κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Τα κοινά βαρέα μέταλλα όπως Cd, Pb, Co, Zn, Ni, Cr κλπ, είναι φυτοτοξικά τόσο σε χαμηλή όσο και σε υψηλή συγκέντρωση. (Signh.D et al) Η μέθοδος προσδιορισμού ιχνοστοιχείων μετάλλων και μεταλλοειδών σε υπόστρωμα νερό (επιφανειακά, υπόγεια, απόβλητα κλπ.) γίνεται μέσω επαγωγικά συζευγμένης φασματομετρίας μάζας πλάσματος (ICP MS) (Standard Methods., 2023).



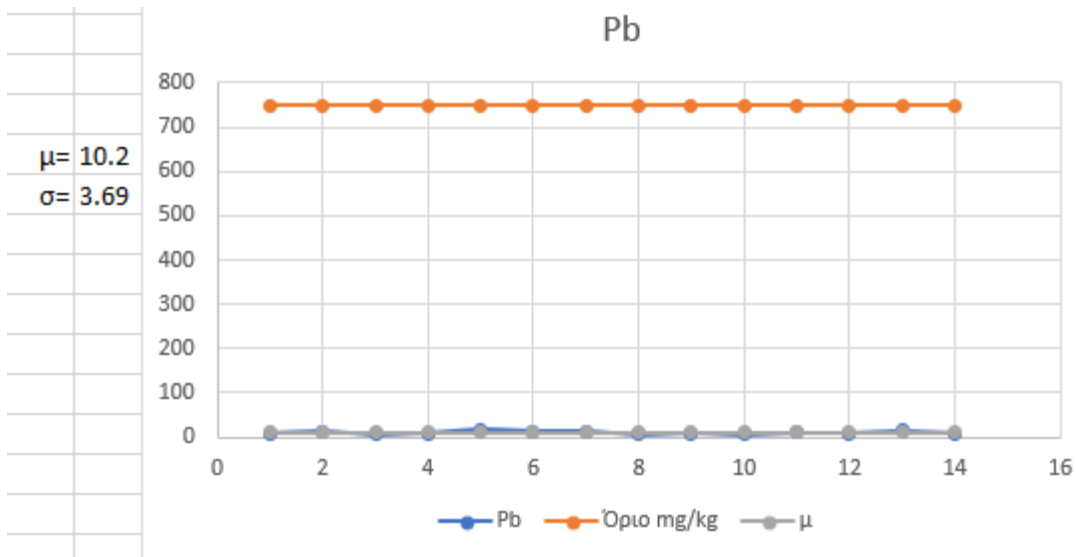
Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση χαλκού κατηγορίας Δ

Σε αυτή τη γραφική απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις του μετάλλου Χαλκού (Cu) το οποίο αποτελεί ένα από τα βαρέα μέταλλα. Η τυπική απόκλιση ( $\sigma=43$ ) είναι μικρή και αυτό φαίνεται στη μικρή διασπορά των τιμών. Οι τιμές των συγκεντρώσεων είναι πολύ μικρότερες από το ανώτατο όριο (1000 mg/kg).



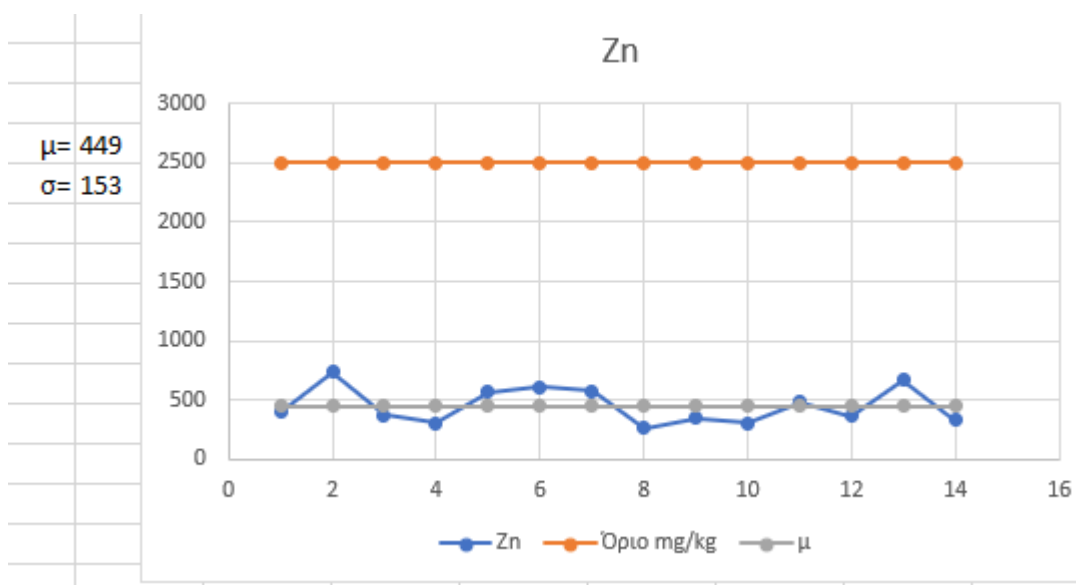
Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση νικελίου κατηγορίας Δ

Η πιο πάνω γραφική αφορά τις συγκεντρώσεις του λύματος της κατηγορίας Δ, σε νικέλιο (ανήκει στα βαρέα μέταλλα). Η μορφή της είναι παρόμοια με την αντίστοιχη γραφική του χαλκού (Cu). Η διασπορά των τιμών εδώ είναι ακόμα πιο μικρή αφού η τυπική απόκλιση είναι ακόμα πιο μικρή ( $\sigma=8,66$ ) από την αντίστοιχη του χαλκού ( $\sigma=43$ ).



Διάγραμμα 7: Συγκέντρωση μόλυβδου κατηγορίας Δ

Στην παρούσα γραφική παρατηρείται πολύ μικρή διασπορά των τιμών καθώς το μέτρο της είναι πολύ μικρό ( $\sigma=3,69$ ). Επίσης, δεν παρατηρείται καμιά τιμή κοντά στο ανώτατο όριο.



Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση ψευδαργύρου κατηγορίας Δ

Οι τιμές των συγκεντρώσεων του ψευδαργύρου (Zn) έχουν εμφανή διασπορά ( $\sigma=153$ ) η οποία κυμαίνεται εκατέρωθεν της τιμής 449 mg/kg η οποία είναι η μέση τιμή αυτών. Ούτε σε αυτή την γραφική παρατηρείται τιμή κοντά από αυτή του ανώτατου ορίου (2500 mg/kg).

### 5.3 Αποτελέσματα κατηγορίας Γ

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιαστούν τα πειραματικά αποτελέσματα από την πρωτοβάθμια επεξεργασία, δηλαδή την κατηγορία Γ.

Ο πίνακας που ακολουθεί αφορά τα αποτελέσματα της κατηγορίας Γ για 14 εβδομάδες, δηλαδή από αρχές Δεκεμβρίου μέχρι τέλος Φεβρουαρίου

A/A	Ημερομηνία	pH	EC μS/cm	BOD mg/l	COD mg/l	TSS mg/l	TN mg/l	Cl mg/l	FOG mg/l	NH4-N mg/l	TP mg/l
1	02/12/22	7,4	1516	539	669	377	66,5	443	22,6	35,5	11,2
2	08/12/22	7,6	1521	504	635	200	77,6	241	8	45,2	6,9
3	15/12/22	7,6	1469	163	213	215	61,3	267	18,4	41,8	8,7
4	21/12/22	7,7	1492	141	182	210	58,5	251	15,2	34	7,2
5	28/12/22	7,7	1346	214	268	235	46,7	213	16,8	37,6	4,2
6	04/01/23	7,8	1498	279	358	307	45,2	193	8,4	38,7	6,0
7	11/01/23	7,8	1415	250	319	218	67	188	12,4	50,4	6,9
8	18/01/23	7,5	1637	501	645	200	64,8	154	13,6	43,3	10,2
9	25/01/23	7,2	1644	438	554	159	61,8	198,5	14,8	53,4	8,5
10	02/02/23	7,8	2944	760	986	475	69,9	161,3	59,2	58,8	6,3
11	08/02/23	8,5	1944	610	820	250	81,1	170,2	60	71,7	15,8
12	15/02/23	7,4	1605	541	688	240	82	171,9	16,8	48,9	8,2
13	22/02/23	7,5	1791	560	710	287	76	244,6	8,4	61,1	7,1
14	28/02/23	7,5	1864	670	849	190	91	273	9,2	62,5	8,5

Πίνακας 6: Αποτελέσματα κατηγορίας Γ

Σε αυτή την κατηγορία δεν έχει ορίσει ο πελάτης κάποια όρια. Τα αποτελέσματα πάρθηκαν για διευκόλυνση της έρευνας. Δηλαδή, παρατηρώντας τα αποτελέσματα από όλες τις κατηγορίες γίνεται κατανοητή η χρήση του βιολογικού σταθμού, η μείωση των τοξικών και βλαβερών ουσιών.

## 5.4 Όρια αναλύσεων κατηγορίας A&B

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα όρια που έχει θέσει ο πελάτης για την δευτεροβάθμια (B) και τριτοβάθμια (A) επεξεργασία.

Ο ακόλουθος πίνακας αφορά τα όρια του πελάτη στις κατηγορίες A και B:

Παράμετρος	Όριο
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD) (mg/l)	10
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD) (mg/l)	70
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS) (mg/l)	10
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	2500
Ολικό Άζωτο (TN) (mg/l)	15
Ολικός Φώσφορος (TP) (mg/l)	10
Χλωριούχα (Cl) (mg/l)	250
Λίπη και Έλαια (FOG) (mg/l)	5
Ψευδάργυρος (Zn) (μg/l)	1000
Χαλκός (Cu) (μg/l)	100
Μόλυβδος (Pb) (μg/l)	10
Κάδμιο (Cd) (μg/l)	5
Υδράργυρος (Hg) (μg/l)	1
Χρώμιο (Cr) (μg/l)	100
Νικέλιο (Ni) (μg/l)	200
Βόριο (B) (μg/l)	1
pH	6.5-8.5
N-Νιτρικά (N-NO <sub>3</sub> ) (mg/l)	11.29
Νιτρώδη (N-NO <sub>2</sub> ) (mg/l)	-
Θειικά (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	250
Αμμωνιακό Άζωτο (N-NH <sub>4</sub> ) (mg/l)	0.39
Αρσενικό (As) (μg/l)	10
Free Chlorine (mg/l)	1

Πίνακας 7: όρια κατηγοριών A&B

## 5.5 Αποτελέσματα αναλύσεων κατηγορίας A&B

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από τις εργαστηριακές αναλύσεις των κατηγοριών A&B.

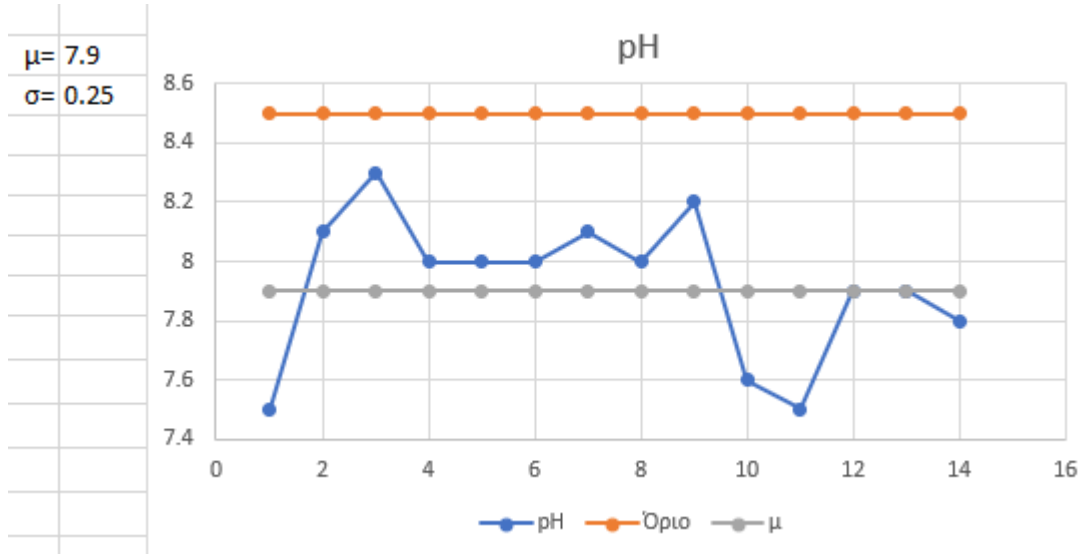
Ο πίνακας που ακολουθεί αφορά τα αποτελέσματα της κατηγορίας A και B για 14 εβδομάδες, δηλαδή από αρχές Δεκεμβρίου μέχρι τέλος Φεβρουαρίου.

	Ημερομηνία	pH	EC μS/cm	Υπ. Χλωρίου mg/l	BOD(mg/l)	COD (mg/l)	Cu (mg/l)	TN (mg/l)	Cl (mg/l)	FOG (mg/l)	NH4-N (mg/l)	NO3-N (mg/l)	TP (mg/l)
1	02/12/22	7,5	1255	0,5	3	<15	45,6	9,4	248	<0,15	<0,09	4,3	0,6
2	08/12/22	8,1	1313	1,72	4	<15	8,3	6,1	205	<0,15	<0,09	1,5	0,6
3	15/12/22	8,3	1175	1,37	4	<15	7,9	8,6	216	2,6	<0,09	3,1	2,74
4	21/12/22	8	1151	1,95	4	<15	8,0	12,2	223	<0,15	<0,09	8,0	0,75
5	28/12/22	8	1229	1,72	5	<15	0	11,3	218	0,8	<0,09	7,9	1,95
6	04/01/23	8	1096	2,84	6	<15	0	9,2	220	<0,15	<0,09	5,5	2,1
7	11/01/23	8,1	1238	0,72	6	<15	15,3	10,7	206	1,2	<0,09	7,0	3
8	18/01/23	8	1225	2,38	5	<15	26,3	7,2	211	<0,15	<0,09	5,0	4,5
9	25/01/23	8,2	1212	2,66	5	<15	18,0	8,6	203	<0,15	<0,09	6,3	4,3
10	02/02/23	7,6	1523	3,0	7	<15	10	10,2	237	<0,15	<0,09	7,2	4,9
11	08/02/23	7,5	1407	0,6	5	<15	9,2	10,9	236	0,8	<0,09	8,3	3,6
12	15/02/23	7,9	1327	3,0	6	<15	25,6	8,0	194	0,6	<0,09	5,3	5
13	22/02/23	7,9	1456	3,0	6	<15	6,2	10,6	209	<0,15	<0,09	8,9	4,2
14	28/02/23	7,9	1193	2,9	5	<15	40	7,1	194	0,4	<0,09	4,6	3,2

Πίνακας 8: Αποτελέσματα κατηγοριών A&B

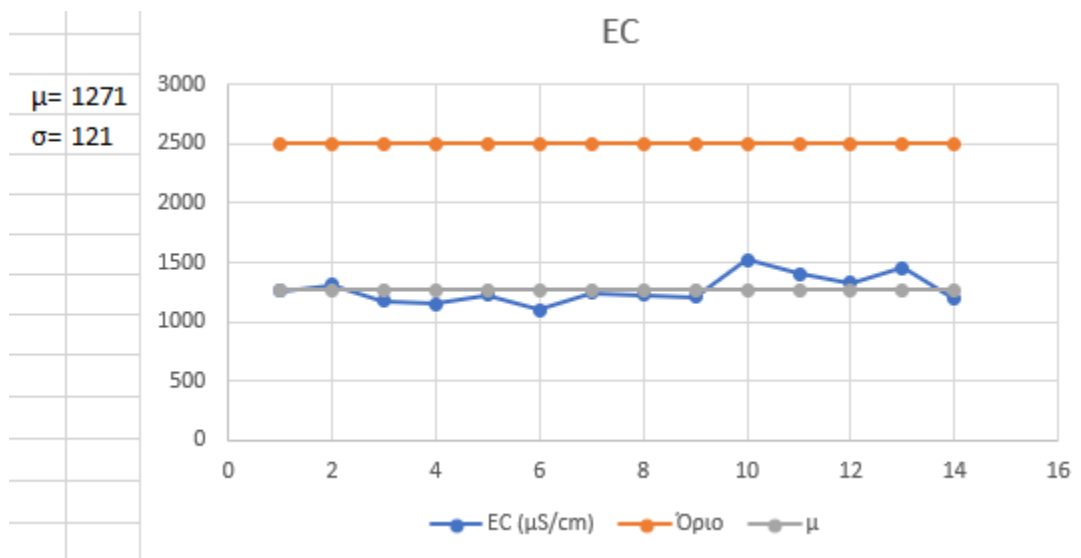
## 5.6 Διαγράμματα αποτελεσμάτων κατηγορίας A&B

Πιο κάτω ακολουθούν τα διαγράμματα από τα αποτελέσματα των αναλύσεων των πιο πάνω κατηγοριών.



Διάγραμμα 9: τιμές pH κατηγορίας A&B

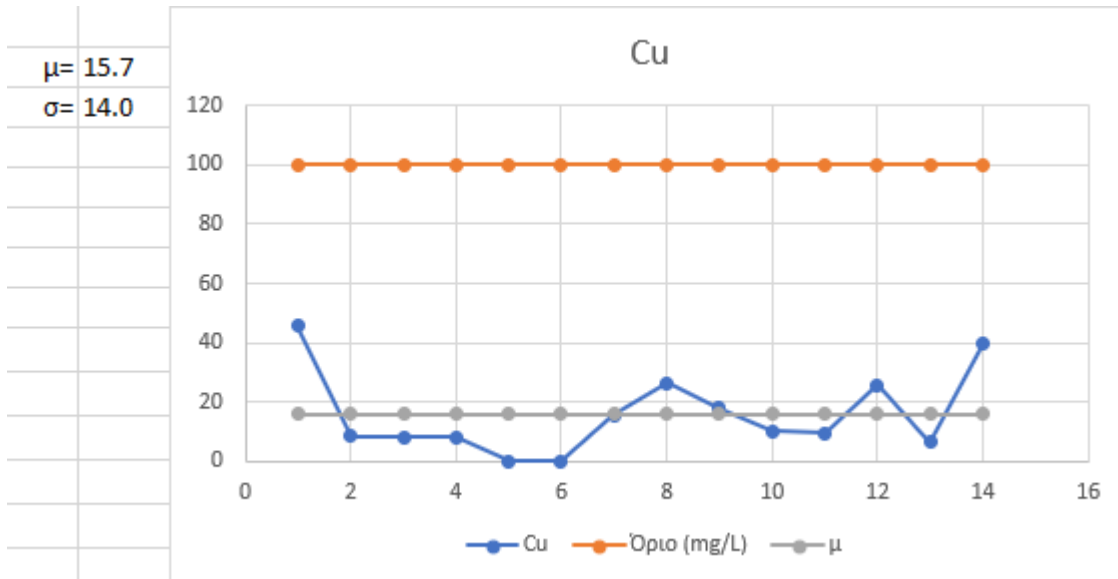
Σε αυτή την γραφική παρατηρείται μια μικρή διασπορά ( $\sigma=0,25$ ) μεταξύ των 2-4 και 10-12 μετρήσεων. Επιπρόσθετα, οι τιμές είναι αρκετά κοντά στο ανώτατο όριο (8,5), με την μέτρηση στις 15/12/2023, δηλαδή την τρίτη τιμή να είναι πολύ κοντά (8,3). Οι μετρήσεις έχουν μια ακανόνιστη πορεία γύρω από τη μέση τιμή ( $\mu=7,9$ ).



Διάγραμμα 10: τιμές EC κατηγορίας A&B

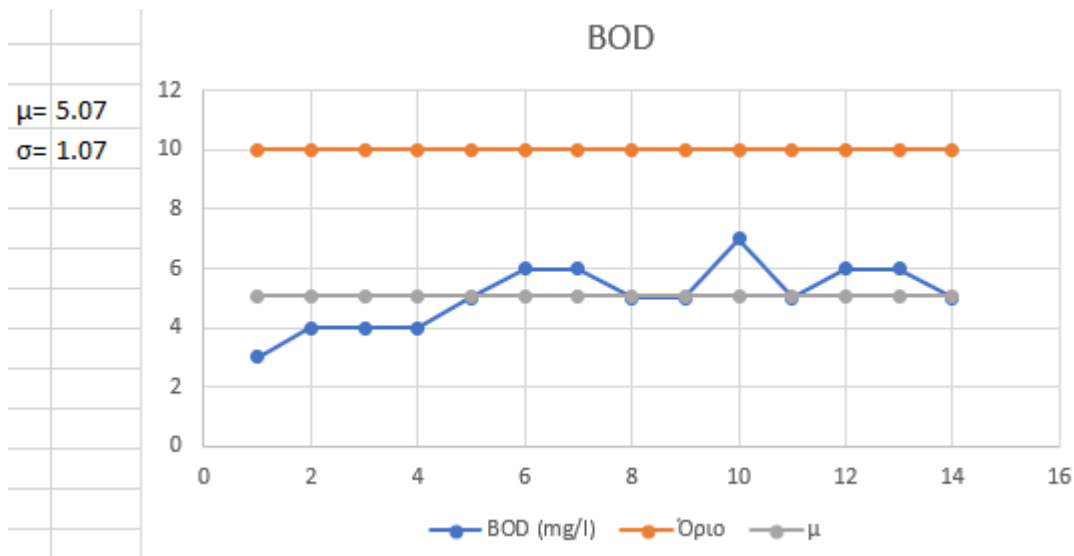


Προχωρώντας, στην επόμενη γραφική όπου αναπαρίσταται η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), παρατηρώντας μια ομαλή διάταξη των τιμών με ελαφρώς μικρή άνοδο μεταξύ των μετρήσεων 10-14. Ακόμα, όλες οι τιμές κυμαίνονται πολύ κοντά στη μέση τιμή ( $\mu=1271$ ).



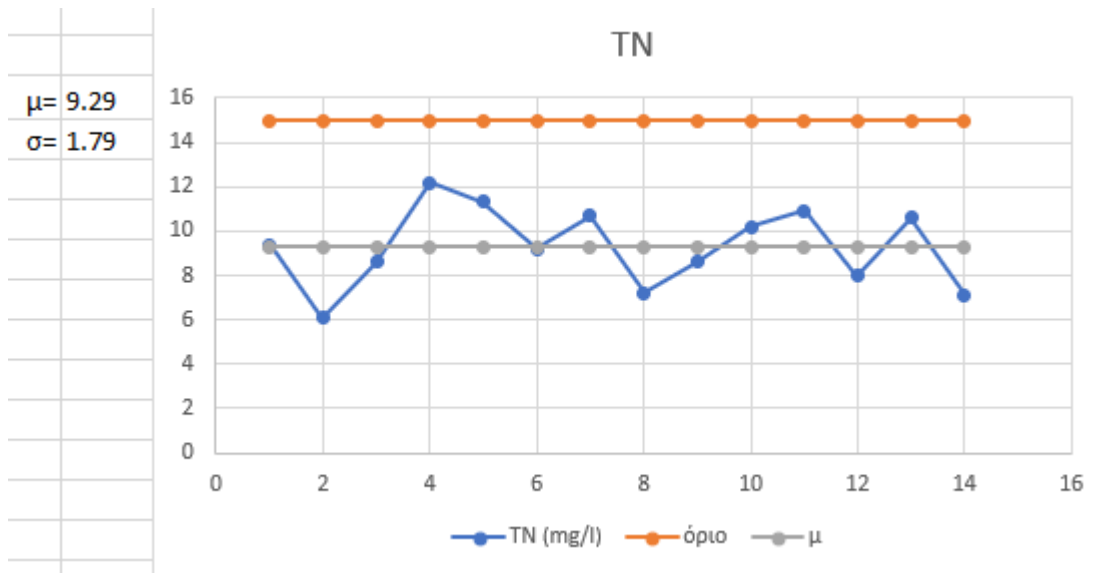
Διάγραμμα 11: συγκέντρωση χαλκού κατηγορίας A&B

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο χαλκός είναι ένα από τα βαρέα μέταλλα τα οποία είναι πολύ τοξικά και βλαβερά για το περιβάλλον αλλά και την ανθρώπινη υγεία. Σε αυτές τις κατηγορίες (A και B), παρατηρείται διασπορά των τιμών γύρω από τη μέση τιμή και ταυτόχρονα δεν παρατηρείται καμία τιμή κοντά στο ανώτερο επιτρεπτό όριο του πελάτη.



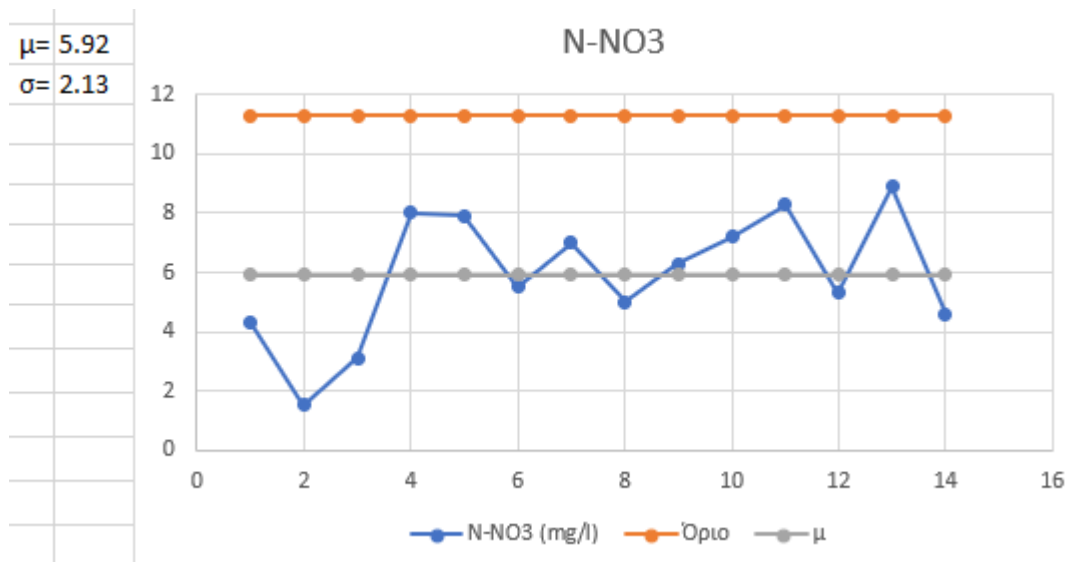
Διάγραμμα 12: συγκέντρωση BOD κατηγορίας A&B

Στην πιο πάνω γραφική η οποία αφορά το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BAO/BOD), παρατηρείται διασπορά ( $\sigma=1,07$ ) των τιμών έχοντας μια ανοδική τάση. Όλες οι τιμές είναι πιο κάτω από το ανώτατο όριο (10) και σχετικά κοντά στη μέση τιμή ( $\mu=5,07$ ).



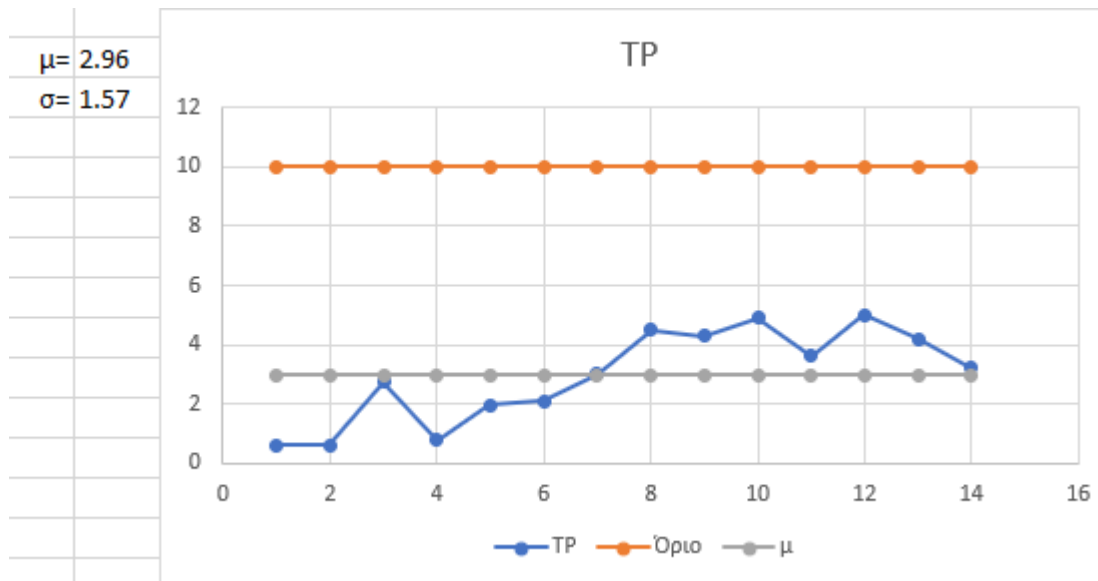
Διάγραμμα 13: συγκέντρωση ολικού αζώτου κατηγορίας A&B

Εδώ παρατηρείται εύκολα η διασπορά ( $\sigma=1,79$ ) των τιμών οι οποίες έχουν και ανοδική και καθοδική τάση γύρω από τη μέση τιμή ( $\mu=9,29$ ). Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει καμία τιμή η οποία ξεπερνά το ανώτατο όριο (15) που έχει θέσει ο πελάτης.



Διάγραμμα 14: συγκέντρωση αζώτου ως νιτρικά κατηγορίας A&B

Στην πιο πάνω γραφική παράσταση, αναπαρίσταται η συγκέντρωση αζώτου (N) εκφρασμένο ως νιτρικά ιόντα (NO<sub>3</sub>), όπου παρατηρείται μεγάλη απόκλιση των τιμών ( $\sigma=2,13$ ). Μολονότι οι τιμές έχουν αρκετή απόκλιση, δεν ξεφεύγει καμία από το ανώτατο όριο που έχει θέσει ο πελάτης (11).



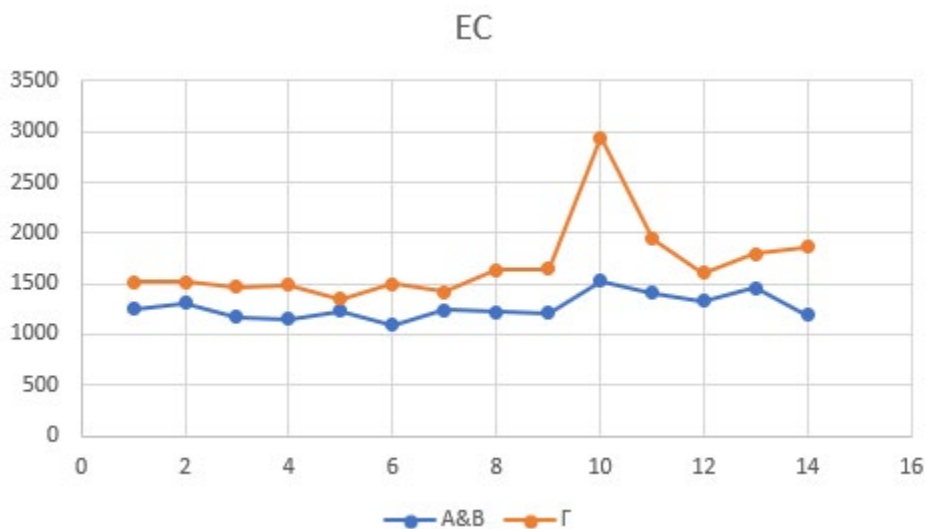
Διάγραμμα 15: συγκέντρωση ολικού φωσφόρου κατηγορίας A&B

Στην τελευταία γραφική παράσταση, στην οποία αναπαρίσταται η συγκέντρωση του ολικού φώσφορου (Total Phosphorus, TP), παρατηρείται μεγάλη διασπορά των τιμών ( $\sigma=1,57$ ), έχοντας ανοδική τάση. Οι τιμές είναι κοντά στη μέση τιμή ( $\mu=2,96$ ). Επιπρόσθετα, παρατηρείται άνοδος των τιμών παρόλα αυτά καμιά τιμή δεν ξεπερνά το ανώτατο όριο (10).

## 5.7 Παρατηρήσεις αποτελεσμάτων πελάτη

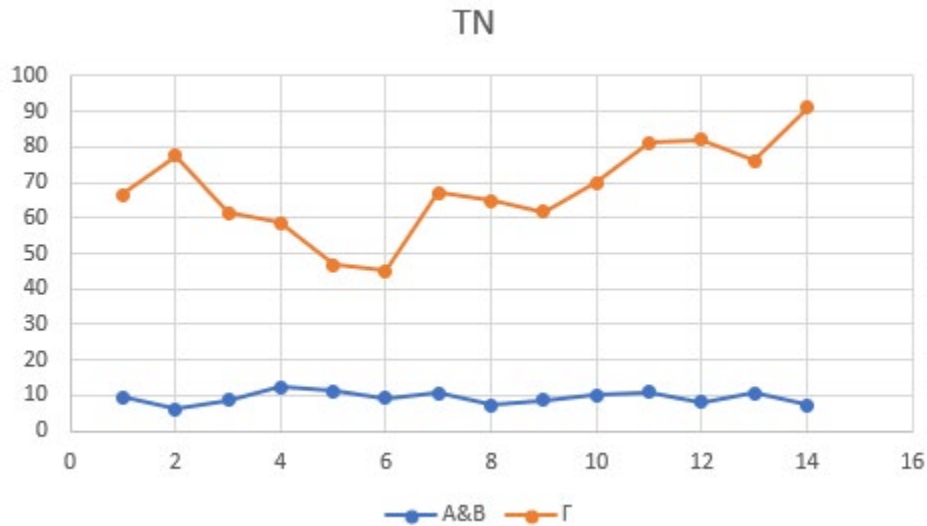
Παρόλο που ο πελάτης δεν έχει θέσει όρια για τα απόβλητα κατηγορίας Γ (πρωτοβάθμια επεξεργασία), τα αποτελέσματα τους θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα των κατηγοριών Α και Β (τριτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία αντίστοιχα). Η σύγκριση των κατηγοριών αυτών γίνεται διότι τα απόβλητα αυτά βρίσκονται στην ίδια φυσική

κατάσταση (υγρά), εν αντιθέσει με τα αντίστοιχα της κατηγορίας Δ τα οποία είναι στερεά (λάσπη) . Επίσης, θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τους σε γραφικές παραστάσεις, καθώς θα γίνει σχετικός σχολιασμός. Με τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων θα γίνει ξεκάθαρη η μείωση των επιβλαβών ουσιών και η παρακολούθηση τους από το ένα στάδιο επεξεργασίας στο άλλο. Παράλληλα, θα βοηθήσει στην σύγκριση αποτελεσμάτων και σε άλλους πελάτες μελλοντικά.



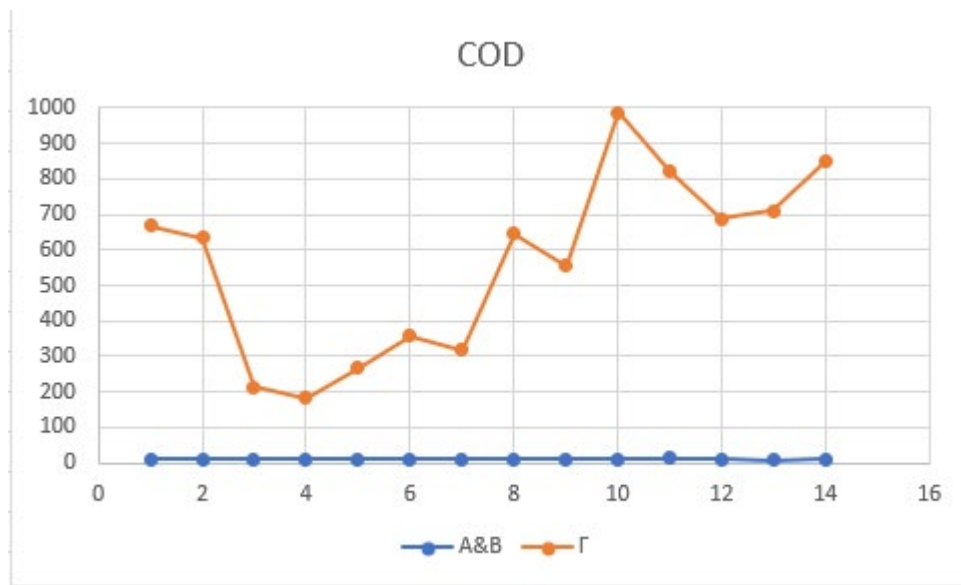
Διάγραμμα 16: σύγκριση EC κατηγοριών A&B με Γ

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), αυξάνεται με την αύξηση των σωματιδίων και των στερεών που βρίσκονται στο δείγμα. Εδώ, φαίνεται η μείωση αυτών από την πτώση των μετρήσεων της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις κατηγορίες A&B.



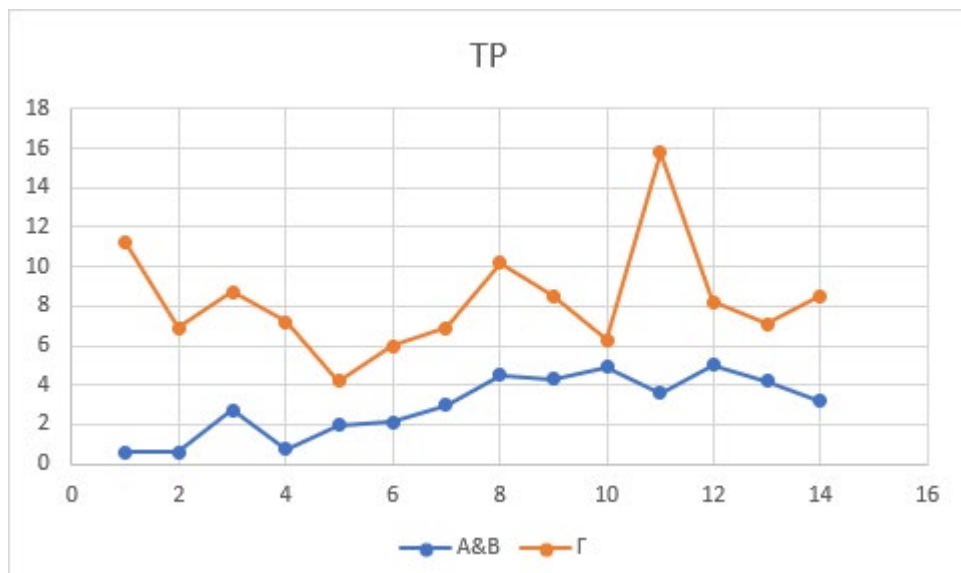
Διάγραμμα 17: σύγκριση TN κατηγοριών A&B με Γ

Στην γραφική παράσταση του ολικού αζώτου (TN), παρατηρείται εντονότερα η διαφορά στις συγκεντρώσεις του. Στη κατηγορία Γ, το απόβλητο δεν έχει υποστεί σημαντική επεξεργασία έτσι ώστε να μειωθούν οι μικροοργανισμοί του και συνεπώς το άζωτο του. Στη συνέχεια αφού έχει γίνει η επεξεργασία (κατηγορία Α και Β), ο αριθμός της συγκέντρωσης έχει υπό δεκαπλασιαστεί.



Διάγραμμα 18: σύγκριση COD κατηγοριών A&B με Γ

Η πιο πάνω γραφική παράσταση αφορά το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο τι οποίο στο μη επεξεργασμένο δείγμα οι μετρήσεις φτάνουν σχεδόν στα 1000 mg/L, ενώ στα επεξεργασμένα οι τιμές είναι μικρότερες από 15 mg/L.



Διάγραμμα 19: σύγκριση TP κατηγοριών A&B με Γ

Η γραφική αυτή αφορά τις συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου. Οι διαφορές δεν είναι πολύ μεγάλες, παρόλα αυτά όμως οι συγκεντρώσεις στα επεξεργασμένα απόβλητα δεν ξεπερνούν τα 5 mg/L.

## 5.8 Δείγματα επάρκειας

Η δοκιμή επάρκειας (Proficiency Test, PT) περιλαμβάνει ένα διεργαστηριακό σύστημα για την τακτική δοκιμή ακρίβειας που μπορούν να επιτύχουν τα συμμετέχοντα εργαστήρια. Τα εργαστήρια αναφοράς, δηλαδή οι διοργανωτές, διανέμουν τμήματα ομοιογενούς υλικού σε κάθε συμμετέχον εργαστήριο, το οποίο αναλύει το υλικό υπό συγκεκριμένες συνθήκες και παρουσιάζει το αποτέλεσμα στους διοργανωτές. Αφού συλλέξουν όλα τα αποτελέσματα τα παρουσιάζουν συνήθως με μορφή βαθμολογίας που σχετίζονται με την ακρίβεια του αποτελέσματος. Η διαφορά μεταξύ διαπίστευσης και των δοκιμών επάρκειας είναι ότι οι δοκιμές αυτές αποτελούν προϋπόθεση την οποία θέτουν οι οργανισμοί πιστοποίησης στα

εργαστήρια ανάλυσης. Αυτή είναι μια από τις πολλές προϋποθέσεις που θέτουν οι οργανισμοί διαπίστευσης. Τα υλικά που αποστέλλονται είναι συνήθως τα υλικά που αναλύονται από τα εργαστήρια έτσι ώστε τα αποτελέσματα του προγράμματος να αντιπροσωπεύουν την ικανότητα τους όταν εργάζονται υπό κανονικές συνθήκες.

### **5.8.1 Σκοπός των δοκιμών επάρκειας**

Στόχος των δοκιμών αυτών είναι να βοηθήσουν τα αναλυτικά εργαστήρια να ανιχνεύσουν και να διορθώσουν τυχόν ανακρίβεια στα αποτελέσματα τους. Με άλλα λόγια οι δοκιμές γίνονται για να υποβοηθήσουν τα εργαστήρια να τροποποιήσουν τις διαδικασίες τους, εάν χρειαστεί. Η ανακρίβεια μπορεί να προκύψει από σφάλματα στις μετρήσεις. Τα σφάλματα αυτά προκύπτουν λόγω αναπόφευκτης διακύμανσης της φυσικής ή της χημικής διαδικασίας που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση της μέτρησης. Η μέτρηση της χημικής συγκέντρωσης απαιτεί πολύ πιο περίπλοκες διαδικασίες από τις τυπικές φυσικές μετρήσεις, όπως για παράδειγμα το μήκος ή ο χρόνος. Η ακρίβεια των μετρήσεων μειώνεται όταν χαμηλώνουν και οι μονάδες μέτρησης. Για παράδειγμα, η ακρίβεια στη μέτρηση μήκους ενός αντικειμένου είναι πολύ μεγαλύτερη από την μέτρηση συγκεντρώσεων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων ή τοξινών, οι οποίες είναι πολύ χαμηλές.

Η αξιολόγηση των δοκιμών επάρκειας σε μεμονωμένα εργαστήρια, γίνεται με την μετατροπή του αποτελέσματος σε “z-score” τιμή. Αυτή η βαθμολογία αντιπροσωπεύει 2 διαφορετικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο είναι η πραγματική ακρίβεια που επιτεύχθηκε, δηλαδή η διαφορά μεταξύ του αποτελέσματος και της αποδεκτής πραγματικής αξίας. Δεύτερον, η κρίση του διοργανωτή του συστήματος σχετικά με τον βαθμό ακρίβειας που είναι κατάλληλος για τον σκοπό τον οποίο προορίζεται.

Η ερμηνεία του z-score γίνεται σε στατιστική βάση το οποίο και απαιτεί εξειδικευμένη γνώση. Όμως, υπάρχει μια σύντομη ερμηνεία.

- Μια βαθμολογία μηδέν σημαίνει ένα τέλειο αποτέλεσμα. Όμως αυτό θα συμβεί αρκετά σπάνια ακόμη και σε απόλυτα ικανά εργαστήρια.

- Τα εργαστήρια που συμμορφώνονται με το κριτήριο καταλληλότητας του προγράμματος PT για το επιδιωκόμενο σκοπό συνήθως παράγουν βαθμολογίες μεταξύ +2 και -2. Θα μπορούσαν να περιμένουν να παράγουν μια τιμή κάπως έξω από το εύρος περιστασιακά τυχαία, περίπου μια φορά στις 20, οπότε ένα μεμονωμένο περιστατικό αυτού του είδους δεν είναι μεγάλης σημασίας. Τα σύμβολα (+ και -) της βαθμολογίας υποδεικνύουν θετικό ή αρνητικό σφάλμα αντίστοιχα.
- Μια βαθμολογία εκτός του εύρους από -3 έως +3 θα ήταν πολύ ασυνήθιστη για ένα εργαστήριο που λειτουργεί σύμφωνα με το δεδομένο κριτήριο καταλληλότητας για τον επιδιωκόμενο σκοπό και λαμβάνεται ως ένδειξη ότι η αιτία του συμβάντος πρέπει να διερευνηθεί και να διορθωθεί.

## 5.9 Περιορισμοί των δοκιμών απόδοσης

Οι δοκιμές ικανότητας πρέπει να διεξάγονται στο πλαίσιο ενός πλήρους συστήματος για την κατάλληλη ποιότητα σε κάθε εργαστήριο. Δεν μπορεί και δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του συνήθους εσωτερικού ποιοτικού ελέγχου. Δεν είναι ένα μέσο εκπαίδευσης μεμονωμένων αναλυτών, ούτε (για το συμμετέχον εργαστήριο) ένας τρόπος επικύρωσης αναλυτικών μεθόδων. Επίσης, ο έλεγχος επίδοσης παρέχει στο συμμετέχον εργαστήριο μόνο μια ένδειξη των προβλημάτων εάν υπάρχουν. Δεν παρέχει διαγνωστικά για να βοηθήσει στην επίλυση του προβλήματος. Σημαντικό είναι να τονιστεί πως η επιτυχία σε μια δοκιμή επάρκειας για μια συγκεκριμένη ουσία δε δείχνει ότι ένα εργαστήριο είναι εξίσου ικανό για τον προσδιορισμό μιας άλλης άσχετης ουσίας (Thompson., 2005)

Το δείγμα που αποστέλνεται στα εργαστήρια αφορά είδη αναλύσεων και υποστρώματα. Δηλαδή, μπορεί να είναι υπόστρωμα επιφανειακό νερό και να υπάρχουν αρκετές αναλύσεις που μπορεί το κάθε εργαστήριο να παραδώσει αποτελέσματα. Εννοείται πως κανένα από τα εργαστήρια που λαμβάνουν μέρος δεν είναι υποχρεωμένο να παραδώσει αποτελέσματα για όλες τις παραμέτρους που δίνονται. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία θα παρουσιαστούν αποτελέσματα μερικών επιτυχημένων για το εργαστήριο Veltia, από δοκιμές επάρκειας και θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα άλλων εργαστηρίων. Για ευκολία



της ανάλυσης των αποτελεσμάτων θα γίνει τυχαία επιλογή από άλλα εργαστήρια και θα είναι στο σύνολο 20 αποτελέσματα. Αυτό θα γίνει, διότι για κάθε παράμετρο υπάρχουν πάρα πολλά αποτελέσματα πράγμα που θα κάνει δύσκολη τη σύγκριση. Έτσι, θα χρησιμοποιηθούν μερικά από αυτά και θα γίνει ο υπολογισμός μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης για αυτά. Το πρώτο διεργαστηριακό δείγμα είναι απόβλητο νερό και θα παρουσιαστούν μερικές από τις παραμέτρους.

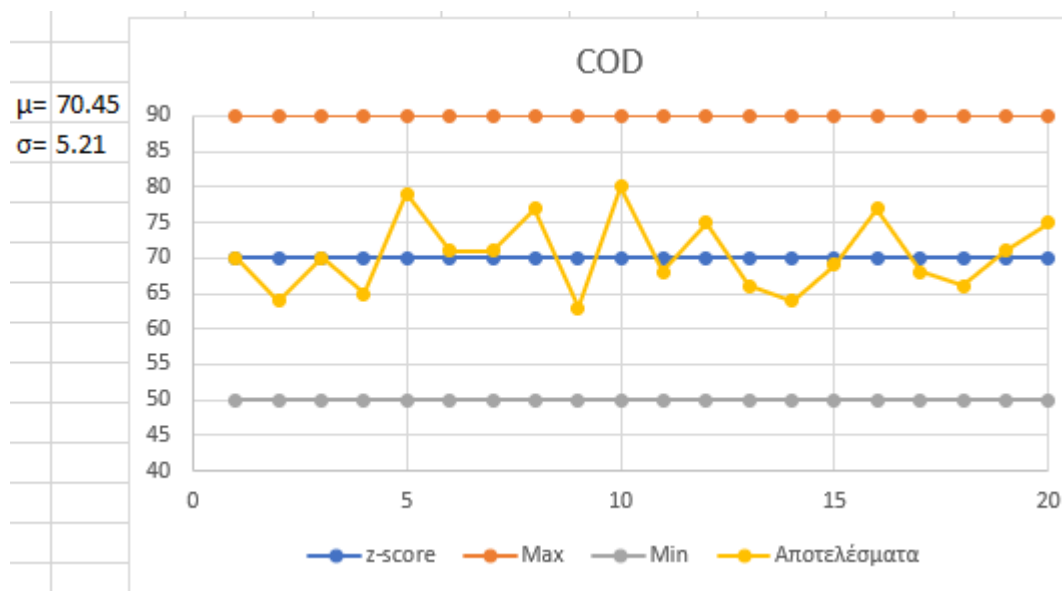
Ο πιο κάτω πίνακας θα παρουσιάσει αποτελέσματα, z-score τιμή, ελάχιστη και μέγιστη τιμή όπως δίνεται από την εταιρία.

z-score	Max	Min
70	90	50

A/A	Ανάλυση COD (mg/L)
Veltia	70
2	64
3	70
4	65
5	79
6	71
7	71
8	77
9	63
10	80
11	68
12	75
13	66
14	64
15	69
16	77
17	68
18	66
19	71

20	75
----	----

Πίνακας 9: αποτελέσματα COD σε PT



Διάγραμμα 20: αποτελέσματα COD σε PT

Οι μετρήσεις αυτές αφορούν την ανάλυση του Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD), και όπως φαίνεται οι τιμές των 20 εργαστηρίων κυμαίνονται αρκετά κοντά στη z-score τιμή του εργαστηρίου αναφοράς. Επίσης, η μέση τιμή ( $\mu=70,45$ ) είναι πολύ κοντά στην αντίστοιχη z-score.

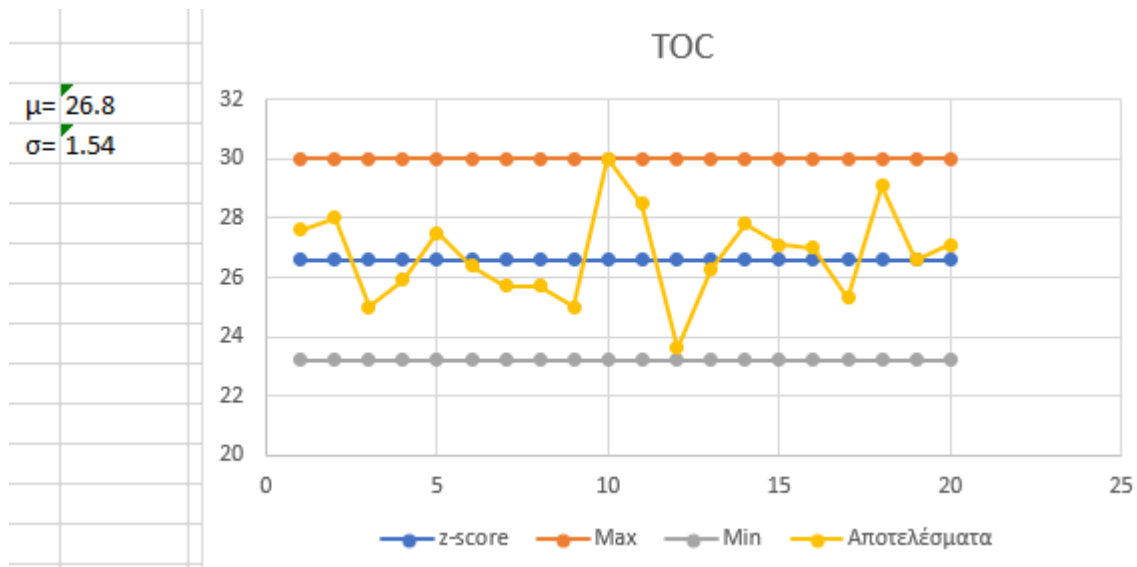
Στη συνέχεια παρατίθεται η γραφική παράσταση του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC).

z-score	Max	Min
26.6	30	23.2

A/A	Ανάλυση TOC (mg/L)
Veltia	27.6
2	28.0
3	25.0

4	25.9
5	27.5
6	26.4
7	25.7
8	25.7
9	25.0
10	30.0
11	28.5
12	23.6
13	26.3
14	27.8
15	27.1
16	27.0
17	25.3
18	29.1
19	26.6
20	27.1

Πίνακας 10: αποτελέσματα TOC σε ΡΤ



Διάγραμμα 21: αποτελέσματα TOC σε PT

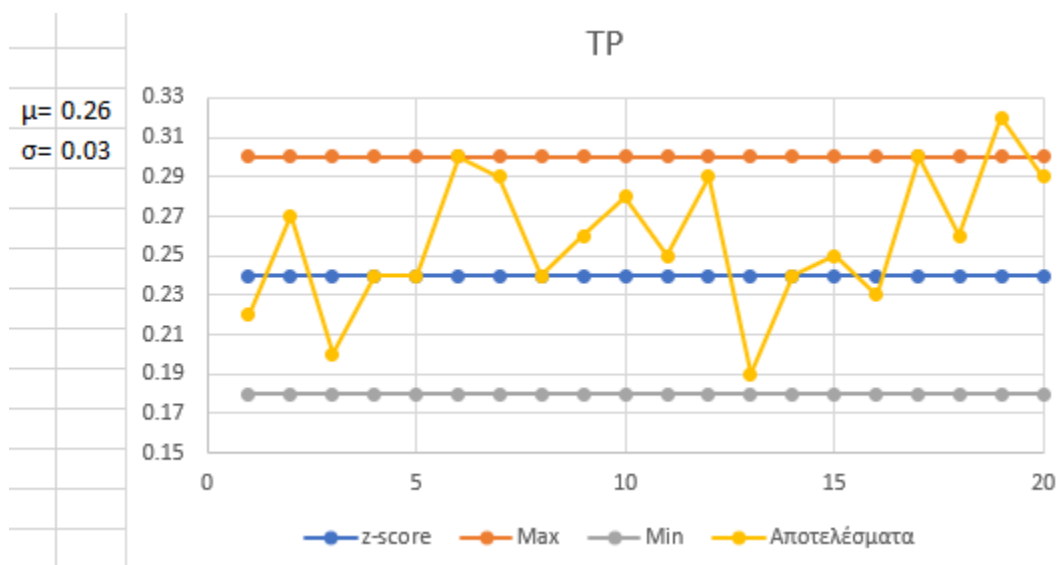
Η γραφική αυτή αφορά τη συγκέντρωση του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC). Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ των άνω (30) και κάτω (23,2) ορίων. Το αποτέλεσμα του εργαστηρίου Veltia (27,6) είναι πολύ κοντά στη z-score τιμή. Η διασπορά των τιμών ( $\sigma=1,54$ ) είναι σχετικά μεγάλη.

z-score	Max	Min
0.24	0.30	0.18

A/A	Ανάλυση TP (mg/L)
Veltia	0.22
2	0.27
3	0.20
4	0.24
5	0.24
6	0.30
7	0.29
8	0.24

9	0.26
10	0.28
11	0.25
12	0.29
13	0.19
14	0.24
15	0.25
16	0.23
17	0.30
18	0.26
19	0.32
20	0.29

Πίνακας 11: αποτελέσματα TP σε PT



Διάγραμμα 22: αποτελέσματα TP σε PT

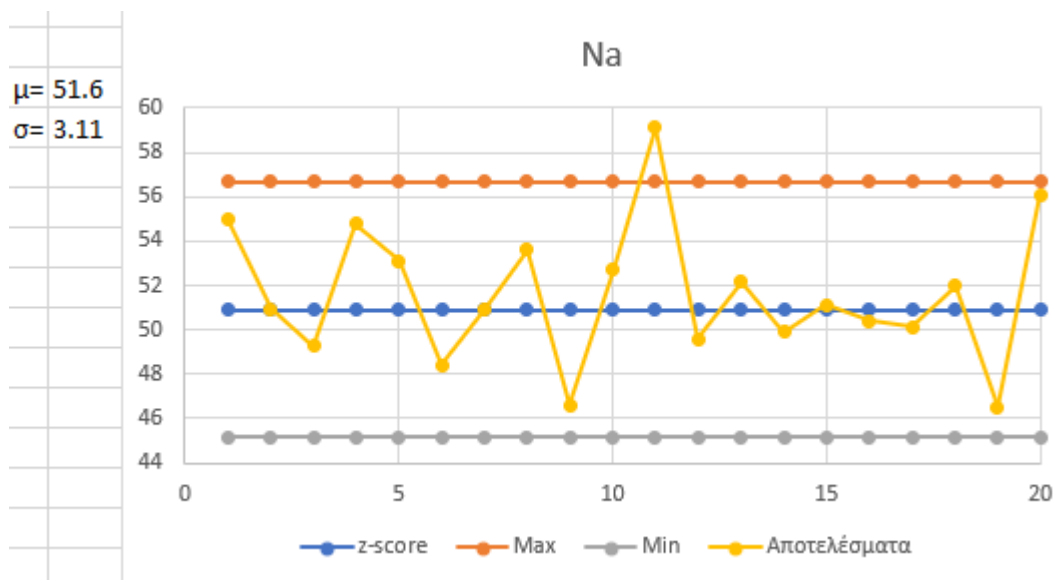
Η γραφική παράσταση αφορά την συγκέντρωση του ολικού φώσφορου. Το αποτέλεσμα του εργαστηρίου Veltia (0,22 mg/L) είναι 0,02 μικρότερο από τη z-score τιμή (0,24). Οι τιμές των υπόλοιπων εργαστηρίων διασπείρονται με κάποιες από αυτές να είναι κοντά στο

ανώτατο όριο (0,30) ακόμα και να το ξεπερνούν και άλλες να πλησιάζουν το κατώτατο όριο (0,18).

z-score	Max	Min
50.90	56.66	45.14

A/A	Ανάλυση Na (mg/L)
Veltia	55.0
2	50.94
3	49.28
4	54.80
5	53.10
6	48.40
7	50.94
8	53.60
9	46.61
10	52.68
11	59.10
12	49.60
13	52.15
14	49.90
15	51.10
16	50.40
17	50.13
18	52.00
19	46.53
20	56.11

Πίνακας 12: αποτελέσματα Na σε ΡΤ



Διάγραμμα 23: αποτελέσματα Na σε PT

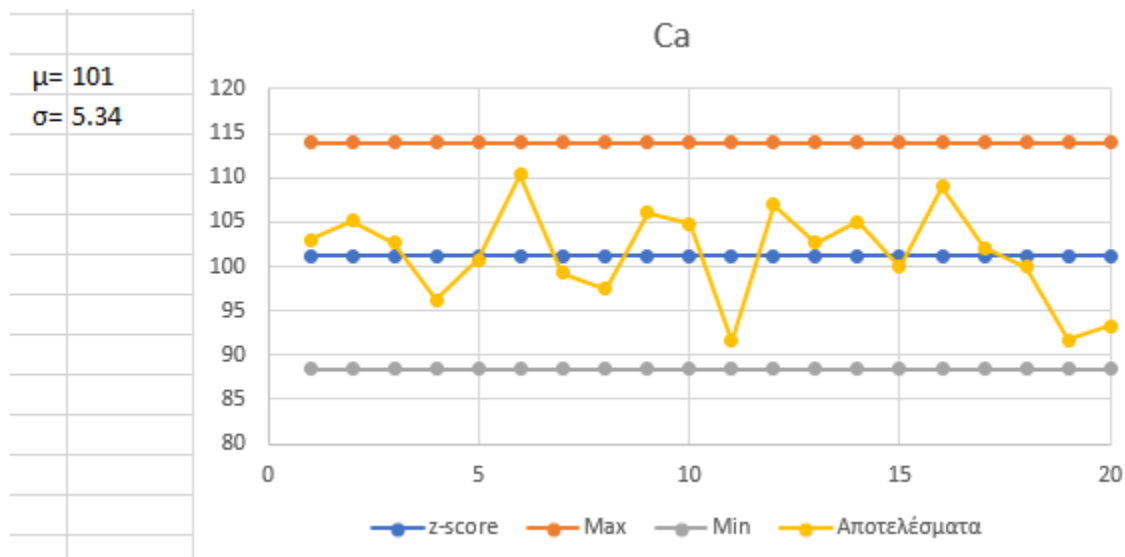
Εδώ παρατίθεται η γραφική παράσταση της συγκέντρωσης του μετάλλου νατρίου ( Na). Το αποτέλεσμα της Veltia είναι 55,0 mg/L, δηλαδή 4,1 μεγαλύτερο από την z-score τιμή. Τα αποτελέσματα διασπείρονται ( $\sigma=3,11$ ) μεταξύ των τιμών 45,14 (κάτω όριο) και 56,66 (άνω όριο) με ένα εργαστήριο να ξεπερνά το ανώτατο όριο. Επίσης, η μέση τιμή των τιμών ( $\mu=51,6$ ) είναι κοντά στη z-score τιμή (50,90).

z-score	Max	Min
101.21	113.99	88.43

A/A	Ανάλυση Ca (mg/L)
Veltia	103
2	105.10
3	102.6
4	96.2
5	100.78
6	110.30

7	99.25
8	97.5
9	106
10	104.81
11	91.57
12	107
13	102.6
14	105
15	100
16	109
17	102.14
18	100
19	91.72
20	93.28

Πίνακας 13: αποτελέσματα Ca σε PT



Διάγραμμα 24: αποτελέσματα Ca σε PT

Η πιο πάνω γραφική παράσταση αφορά τις συγκεντρώσεις του μετάλλου ασβεστίου (Ca). Εδώ παρατηρείται μια διασπορά των τιμών ( $\sigma=5,34$ ) μεταξύ των τιμών 88,43 mg/L (κάτω όριο) και 113,99 mg/L (άνω όριο). Επίσης, καμιά τιμή δεν ξεπερνά τα όρια. Υπάρχουν

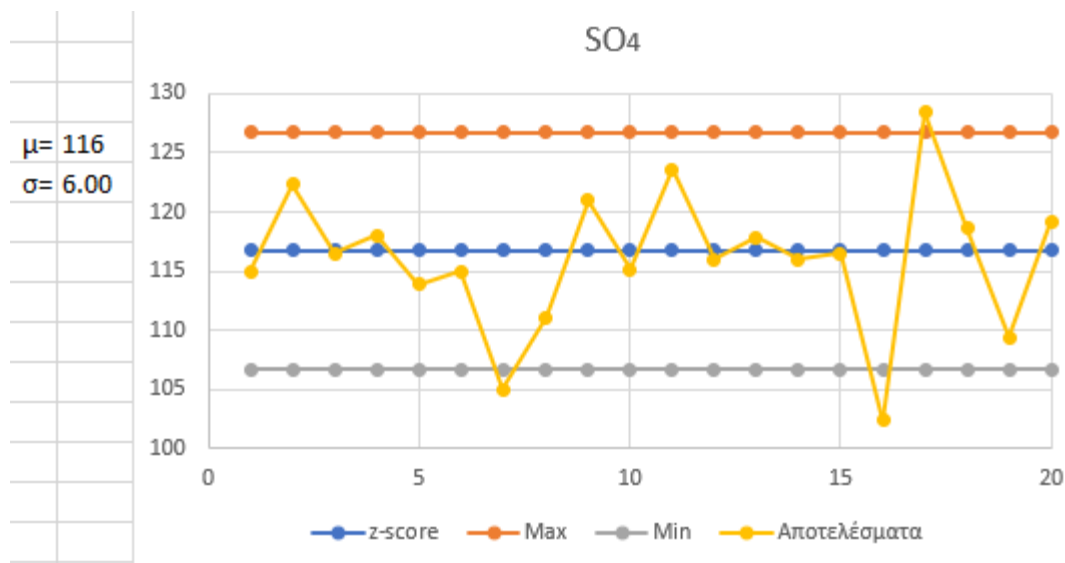


αρκετές τιμές σχετικά κοντά στην επιθυμητή τιμή (101.21 mg/L). Η τιμή του εργαστηρίου Veltia (103 mg/L) είναι πολύ κοντά στη z-score τιμή (101.21 mg/L).

z-score	Max	Min
116.7	126.7	106.7

A/A	Ανάλυση SO <sub>4</sub> (mg/L)
Veltia	115
2	122.3
3	116.5
4	118
5	113.9
6	115
7	105
8	111.1
9	121.0
10	115.1
11	123.6
12	116.0
13	117.8
14	116
15	116.5
16	102.3
17	128.4
18	118.6
19	109.4
20	119.2

Πίνακας 14: αποτελέσματα SO<sub>4</sub> σε ΡΤ



Διάγραμμα 25: αποτελέσματα SO<sub>4</sub> σε PT

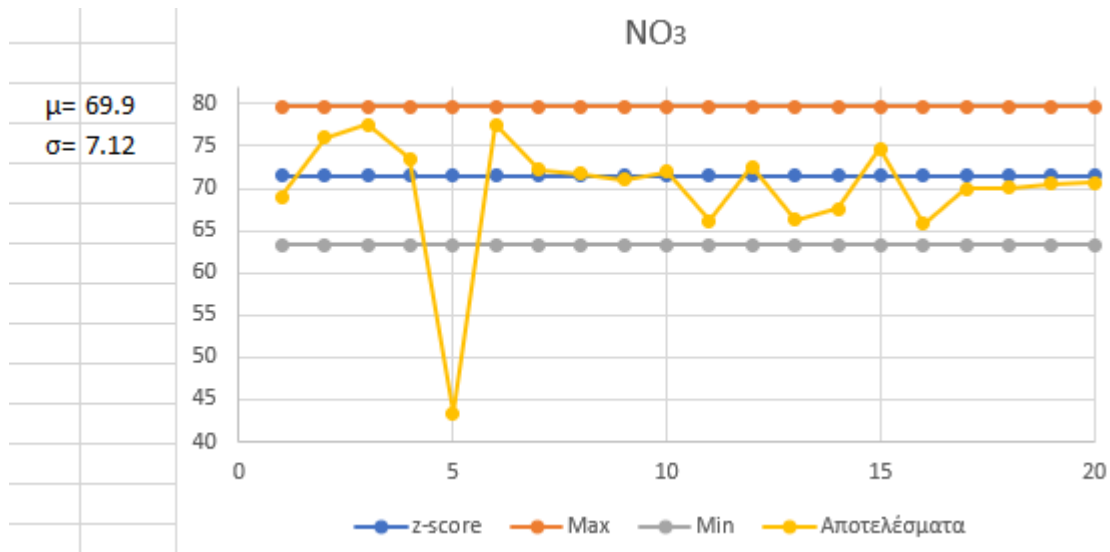
Η πιο πάνω γραφική παράσταση αφορά τις συγκεντρώσεις από τα 20 εργαστήρια, για τα θειικά ανιόντα (SO<sub>4</sub>). Όπως φαίνεται η πρώτη τιμή η οποία ανήκει στο αποτέλεσμα της Veltia (115 mg/L) βρίσκεται πολύ κοντά στο z-score (116.7 mg/L). Οι υπόλοιπες μετρήσεις έχουν διασπορά μεταξύ των τιμών 106,7 (κατώτατο όριο) και 126,7 (ανώτατο όριο) με κάποιες από αυτές να βρίσκονται εκτός αυτών των ορίων.

z-score	Max	Min
71.5	79.7	63.3

A/A	Ανάλυση NO <sub>3</sub> (mg/L)
Veltia	69.0
2	76.0
3	77.5
4	73.5
5	43.4
6	77.6
7	72.2

8	71.7
9	71.0
10	72.0
11	66.2
12	72.6
13	66.3
14	67.6
15	74.7
16	65.8
17	69.9
18	70.1
19	70.5
20	70.7

Πίνακας 15: αποτελέσματα NO<sub>3</sub> σε PT



Διάγραμμα 26: αποτελέσματα NO<sub>3</sub> σε PT

Σε αυτόν τον πίνακα αναπαρίσταται οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ανιόντων (NO<sub>3</sub>). Αν εξαιρεθεί η πέμπτη σε σειρά τιμή η οποία είναι πολύ χαμηλότερη από τη z-score τιμή, οι υπόλοιπες κυμαίνονται από 63.3 mg/L (κατώτατο όριο) έως το 79.9 (ανώτατο όριο). Επίσης, το αποτέλεσμα της Veltia είναι λίγο μικρότερο (1,5 mg/L) από το z-score).

## 5.10 Επικύρωση της μεθόδου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και στο θεωρητικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το εργαστήριο Veltia έχει ένα ευρύ πεδίο διαπίστευσης σε αναλύσεις που αφορούν διάφορα υποστρώματα σε χημικό και μικροβιολογικό εργαστήριο. Για να γίνουν αυτές οι διαπιστεύσεις, η εταιρία περνάει από επιθεωρήσεις του δημόσιου φορέα ΚΟΠΠ (Κυπριακός Οργανισμός Προώθησης Ποιότητας) όπου παρουσιάζει αποτελέσματα από τα πειράματα επικύρωσης και επιτυχημένα διεργαστηριακά δείγματα. Ο λόγος που γίνεται αυτή η διαδικασία είναι η τεκμηρίωση της αξιοπιστίας της εταιρίας στις προσφερόμενες υπηρεσίες της. Επίσης, είναι σημαντική γιατί αξιολογείται ταυτόχρονα και το προσωπικό αλλά και οι υποδομές. Η σημαντικότητα της διαπίστευσης είναι εθνικής σημασίας αφού με αυτή γίνεται ελεύθερη η διακίνηση προϊόντων εντός και εκτός της χώρας και έτσι γίνεται εργαλείο της Ενωμένης Ευρωπαϊκής αγοράς. Επιπρόσθετα, ο κάθε τοπικός παραγωγός μπορεί να εξάγει τα προϊόντα του με το πιστοποιητικό ελέγχου από ένα διαπιστευμένο εργαστήριο χωρίς να υπάρξει περαιτέρω έλεγχος στη χώρα εισαγωγής των προϊόντων, πιστοποιώντας την ποιοτική επάρκεια της (Κυπριακός Οργανισμός Προώθησης Ποιότητας, ΚΟΠΠ., 2013-2023)



Εικόνα 6: Κυπριακός Οργανισμός Προώθησης Ποιότητας

[http://www.meci.gov.cy/meci/cys/cys.nsf/index\\_gr/index\\_gr?OpenDocument](http://www.meci.gov.cy/meci/cys/cys.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument)

Η επικύρωση (validation) της μεθόδου είναι στην ουσία η διαδικασία καθορισμού μιας αναλυτικής απαίτησης και επιβεβαίωσης ότι η υπό εξέταση μέθοδος έχει δυνατότητες συμβατές με αυτό που απαιτεί η εφαρμογή. Η αξιολόγηση της απόδοσης της μεθόδου είναι απαραίτητη. Επιπρόσθετα, η κρίση της καταλληλότητας της μεθόδου είναι σημαντική. Η επικύρωση και η ανάπτυξη της μεθόδου είναι πολύ στενά συνδεδεμένες. Δηλαδή, πολλά από

τα χαρακτηριστικά απόδοσης της μεθόδου που σχετίζονται με την επικύρωση της μεθόδου αξιολογούνται συνήθως, τουλάχιστον κατά προσέγγιση, ως μέρος της ανάπτυξης της μεθόδου.

Κάθε εργαστήριο μπορεί υιοθετήσει μια επικυρωμένη διαδικασία, η οποία για παράδειγμα δημοσιεύθηκε ως πρότυπο, ή να αγοράσει ένα πλήρες σύστημα μέτρησης που θα χρησιμοποιηθεί για μια συγκεκριμένη εφαρμογή από έναν εμπορικό κατασκευαστή. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις, έχουν πραγματοποιηθεί βασικές εργασίες επικυρώσης. Παρόλο αυτά το εργαστήριο οφείλει να επιβεβαιώσει την ικανότητα του να εφαρμόσει τη μέθοδο. Όλη η διαδικασία αυτή ονομάζεται επαλήθευση. Αυτό επιτυγχάνεται με πειραματική εργασία για να αποδειχθεί ότι η μέθοδος δουλεύει στο συγκεκριμένο εργαστήριο. Ωστόσο, ο φόρτος εργασίας είναι πιθανό να είναι πολύ μικρότερος σε σχέση με την επικύρωση μιας μεθόδου που έχει αναπτυχθεί εσωτερικά.

Ο πιο κάτω πίνακας είναι μια επισκόπηση των παραμέτρων που αξιολογούνται στην επικύρωση της μεθόδου (Ψύλλου., 2009).

<b>Χαρακτηριστικά</b>
Επιλεκτικότητα
Όριο ανίχνευσης ( Limit Of Detection LOD ), Όριο ποσοτικού προσδιορισμού ( Limit of Quantification LOQ )
Περιοχή Ισχύος
Αναλυτική Ευαισθησία
Αλήθεια <ul style="list-style-type: none"> <li>• Προκατάληψη, ανάκαμψη</li> </ul>
Ακρίβεια <ul style="list-style-type: none"> <li>• Επαναληψιμότητα, ενδιάμεση ακρίβεια και αναπαραγωγιμότητα</li> </ul>
Αβεβαιότητα μετρήσεων
Ανθεκτικότητα (Στιβαρότητα)
Σημείωση: η αβεβαιότητα της μέτρησης δεν αποτελεί χαρακτηριστικό επίδοσης μιας συγκεκριμένης διαδικασίας μέτρησης, αλλά ιδιότητα των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται με τη διαδικασία αυτή.

Πίνακας 16: Χαρακτηριστικά μεθόδου

## 5.11 Χάρτες ελέγχου

Όπως είναι λογικό, σε αυτές τις παραγωγικές διαδικασίες υπάρχουν διαφορές σε πολλά και διάφορα μέρη, τα οποία είναι σημαντικά για την παραγωγή. Πολλές φορές οι διαφορές αυτές μπορούν να χαρακτηρίσουν ένα προϊόν ακατάλληλο. Γι' αυτό τον λόγο είναι ωφέλιμο για την συνέχιση της ποιότητας μιας εταιρίας να κάνει χρήση αυτών των χαρτών ελέγχου έτσι ώστε να παρακολουθεί την πορεία της.

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των χαρτών ελέγχου:

- Η κεντρική γραμμή που καθορίζει το επιθυμητό αποτέλεσμα για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ποιότητας που μελετάται.
- Μια γραμμή που είναι το ανώτατο όριο ελέγχου, η οποία είναι η ανώτατη αποδεκτή τιμή. Μια τιμή μεγαλύτερη από αυτήν δεν γίνεται αποδεκτή και το προϊόν κρίνεται ελαττωματικό.
- Αντίστοιχα υπάρχει μια γραμμή η οποία είναι το κατώτατο όριο ελέγχου, δηλαδή η κατώτατη αποδεκτή τιμή. Κάποια τιμή κάτω από αυτή κρίνεται και πάλι μη αποδεκτή και το προϊόν χαρακτηρίζεται ελαττωματικό.

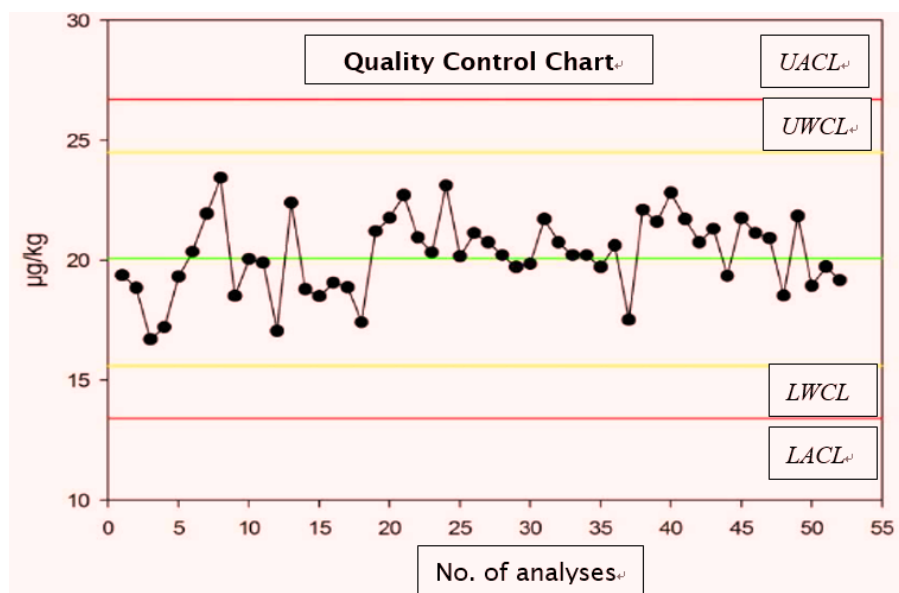
(Δερβιτσιώτης., 2005)

Η χρήση των διαγραμμάτων αυτών γίνεται για την παρακολούθηση των προτύπων εργαστηριακού ελέγχου όταν πραγματοποιούνται επαναληπτικές μετρήσεις ως μέρος της τυποποιημένης διαδικασίας λειτουργίας. Η διαδικασία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όγκο, μήκος, χρόνο ή της βαθμονομήσεις όταν πραγματοποιούνται επαναληπτικές μετρήσεις. Για τη δημιουργία χάρτη ελέγχου χρειάζονται 12 μετρήσεις της προτύπου ελέγχου, σε διαφορετικές μέρες και διαφορετικούς αναλυτές. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται βαθμονόμηση και είναι αποτέλεσμα επαναληπτικών μετρήσεων της ορίζεται από τον SOP( Standard Operating Procedure = Τυποποιημένη Μέθοδος Εργασίας). Οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν σε διαδοχικές ημέρες αλλά σε καμία περίπτωση την ίδια μέρα. Για να γίνει υπολογισμός της αβεβαιότητας χρειάζονται 25-30 μετρήσεις.

### 5.11.1 Κατασκευή Διαγράμματος ελέγχου

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω υπάρχει μια κεντρική γραμμή  $\bar{x}$  η οποία είναι ο μέσος όρος ή η μέση τιμή των μετρήσεων. Επίσης, υπάρχει το κατώτερο όριο προειδοποίησης (LWL = Lower Warning Limit)  $\bar{x}-2s$  και το κατώτερο όριο ελέγχου (ή δράσης) (LCL= Lower control limit)  $\bar{x}-3s$ . Αντίστοιχα, υπάρχει το ανώτερο όριο προειδοποίησης (UWL= Upper Warning Limit)  $\bar{x}+2s$  και το ανώτερο όριο ελέγχου (ή δράσης)  $\bar{x}+3s$  (SOP., 17-2019).

Ο χάρτης ελέγχου έχει αυτή τη μορφή:



Εικόνα 7: Χάρτης ελέγχου

<https://consultglp.com/2018/03/17/control-chart-methods-part-i/>

Ανάλυση δεδομένων μέτρησης

- Υπολογισμός τυπικής απόκλισης ( $\sigma$ ) για κάθε σύνολο μετρήσεων. Ακολούθως υπολογίζεται ομαδοποιημένη τυπική απόκλιση για τη διαδικασία της μέτρησης. Σε κάθε περίπτωση όπου οι δοκιμές έχουν τον ίδιο αριθμό επαναλήψεων, κάθε δοκιμή θα έχει τον ίδιο αριθμό βαθμών ελευθερίας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσος όρος των τυπικών αποκλίσεων. Η χρήση τυπικής απόκλισης των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων είναι προτιμότερη από τη χρήση διαγραμμάτων εύρους.

- Υπολογισμός μέσης τιμής ( $\mu$ ) η οποία είναι ο μέσος όρος των τιμών.
- Υπολογισμός ανάκτησης (Recovery), η οποία είναι η διαίρεση της πρακτικής τιμής δια την θεωρητική τιμή και το αποτέλεσμα πολλαπλασιασμένο επί 100 για να γίνει σε ποσοστό (%).
- Υπολογισμός αβεβαιότητας μέτρησης: όταν το εργαστήριο υπολογίζει την αβεβαιότητα της μεθόδου λαμβάνει υπόψη όλα τα στοιχεία συμβολής τα οποία είναι σημαντικά. Επίσης, είναι απαραίτητο να υπολογίσει την αβεβαιότητα που θα προκύψει από τον ήδη διακριβωμένο εξοπλισμό του (ISO 17025:2017).

## 5.12 Διασφάλιση εγκυρότητας αποτελεσμάτων

Για να επιτευχθεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων των μεθόδων, το εργαστήριο χρειάζεται να εφαρμόζει σύστημα παρακολούθησης των αποτελεσμάτων. Γι' αυτόν τον λόγο γίνεται καταχώρηση των αποτελεσμάτων σε αρχείο για να γίνεται εύκολα ο εντοπισμός των τάσεων που μπορεί να προκύψουν. Η στατιστική ανάλυση θα βοηθήσει στην παρακολούθηση αυτή όπως θα δούμε και πιο κάτω με τις καμπύλες αναφοράς και τον χάρτη ελέγχου. Η χρήση των πιο κάτω είναι απαραίτητη:

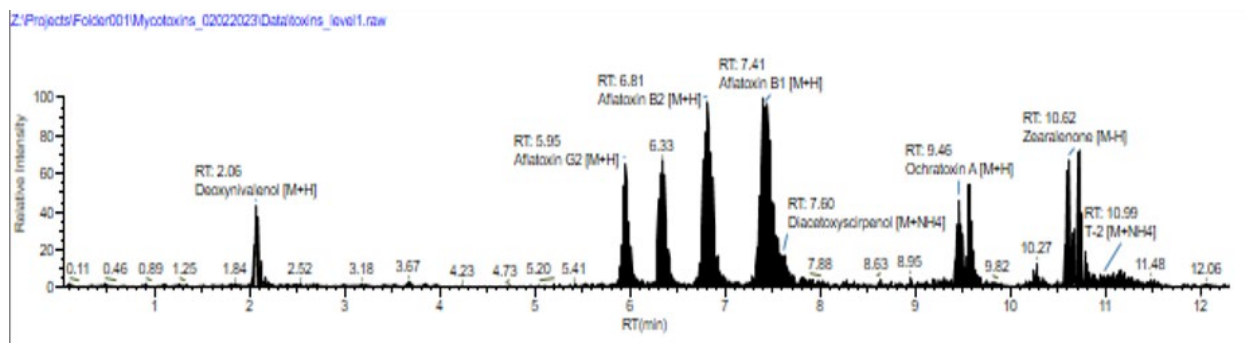
- ✓ Χρήση υλικών αναφοράς ή υλικών ελέγχου ποιότητας
- ✓ Χρήση διακριβωμένων εναλλακτικών οργάνων
- ✓ Λειτουργικό έλεγχο του εξοπλισμού μέτρησης και δοκιμών
- ✓ Χρήση πρότυπων ουσιών ελέγχου και χρήση διαγραμμάτων ελέγχου
- ✓ Ενδιάμεσο έλεγχο στον εξοπλισμό της μέτρησης
- ✓ Επαναληπτικές δοκιμές ή διακριβώσεις με εφαρμογή των ίδιων ή διαφορετικών μεθόδων
- ✓ Επανάληψη της δοκιμής
- ✓ Συσχέτιση αποτελεσμάτων για διαφορετικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου
- ✓ Ανασκόπηση των αναφερόμενων αποτελεσμάτων
- ✓ Διεργαστηριακές συγκρίσεις
- ✓ Δοκιμή τυφλού δείγματος (ISO 17025:2017).



Η επικύρωση των τοξινών έγινε σε 4 υποστρώματα, σε αλεύρι, αποξηραμένα φρούτα, ξηρούς καρπούς και ζωοτροφή. Το μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε είναι Υγρή Χρωματογραφία Υπέρ Ψηλής Απόδοσης συζευγμένη με διαδοχική Φασματομετρία Μαζών (UPLC- MS/MS). Οι τοξίνες που ανιχνεύονται είναι οι εξής:

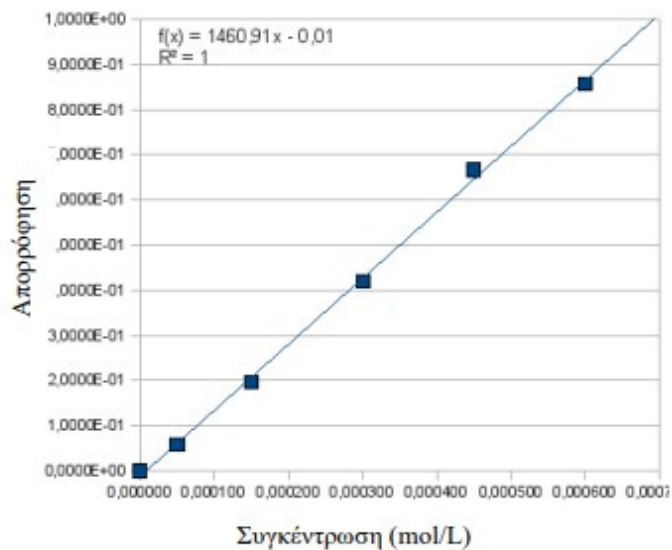
- Aflatoxin B1
- Aflatoxin B2
- Aflatoxin G1
- Aflatoxin G2
- Ochratoxin, (OTA)
- Deoxynivalenol, (DON)
- T-2
- HT-2
- Zearalenone, (ZON)
- Diacetoxyscirpenol, (DAS)

Το φάσμα που καταγράφεται από το μηχάνημα είναι το εξής:



Εικόνα 8: Φάσμα κορυφών

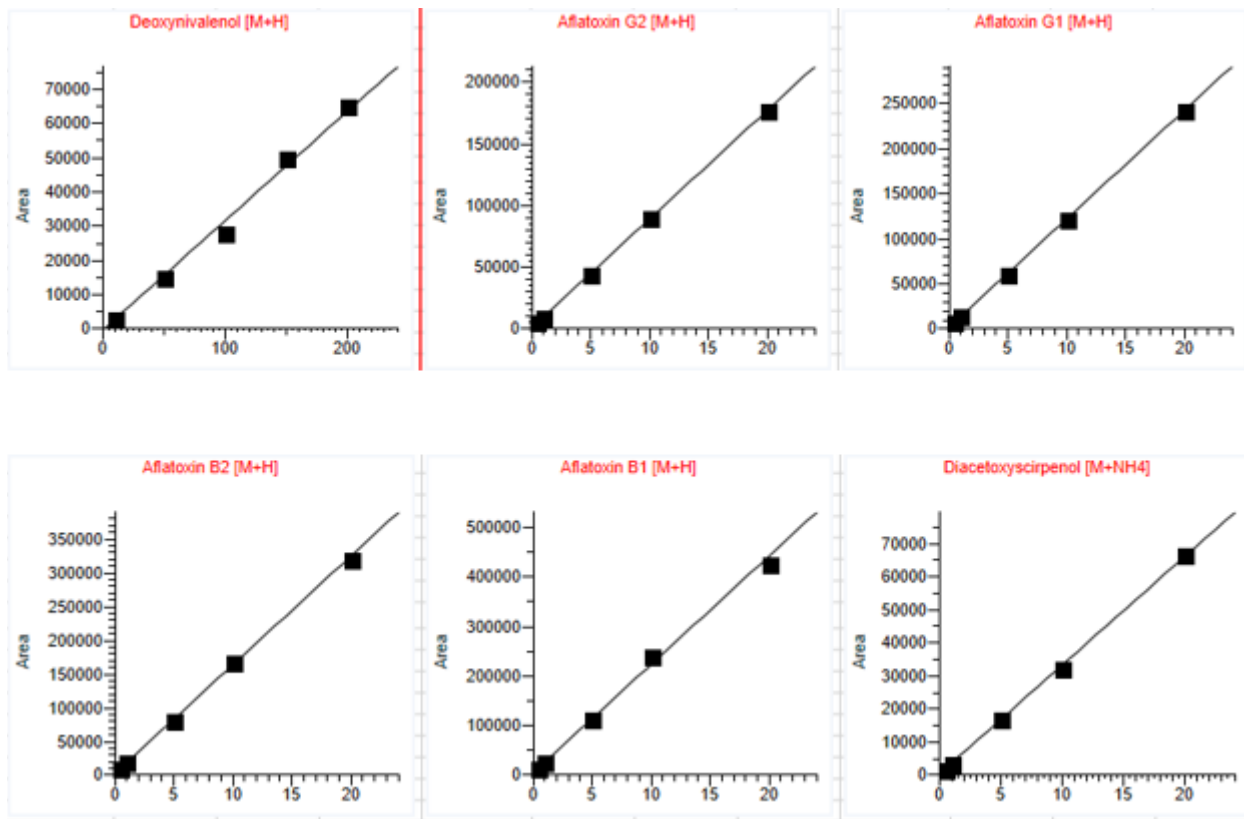
Αρχικά παρασκευάζονται διάφορες συγκεντρώσεις ενός προτύπου όπου περιέχονται οι πιο πάνω τοξίνες και στη συνέχεια περνιούνται στο μηχάνημα. Έτσι δημιουργείται μια καμπύλη αναφοράς, η οποία είναι η γραφική παράσταση της απορρόφησης συναρτήσει της συγκέντρωσης, δίνοντας μια ευθεία γραμμή. Η καμπύλη αναφοράς έχει αυτή τη μορφή:



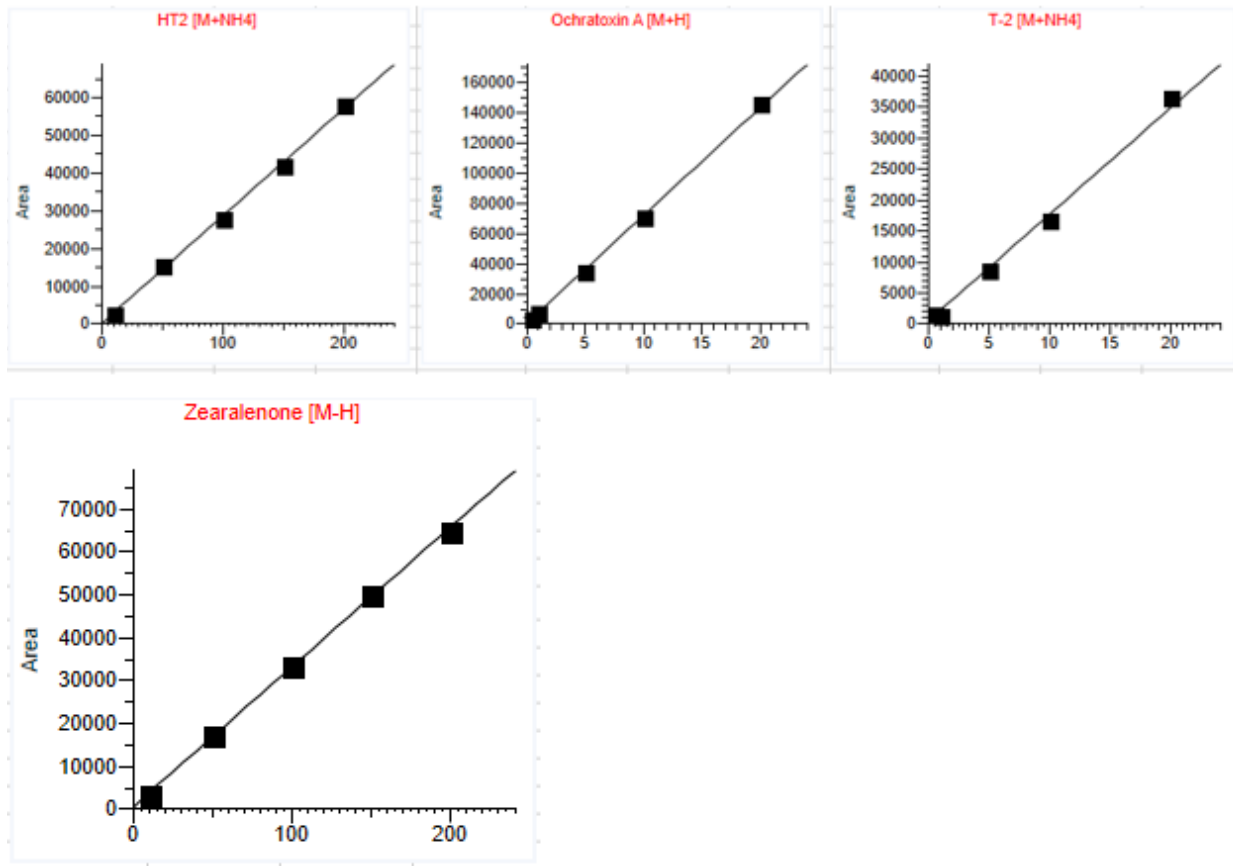
Εικόνα 9: Καμπύλη αναφοράς

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/BISC108/%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1.pdf>

Οι καμπύλες αναφοράς για την κάθε μια ουσία φαίνονται στις εικόνες πιο κάτω:



Εικόνα 10: Καμπύλες αναφοράς τοξινών B1,B2,G1,G2,DON,DAS



Εικόνα 11: Καμπύλες αναφοράς τοξινών HT-2, T-2, Ochra, ZON

Με αυτόν τον τρόπο γίνεται η ταυτοποίηση των ουσιών από το μηχάνημα και έτσι μπορεί να αρχίσει η πειραματική διαδικασία. Στο πειραματικό μέρος αναλύθηκαν διάφορα υποστρώματα όπως ένα αλεύρι, αποξηραμένα σύκα, φιστίκια αιγίνης (ξηροί καρποί) και 3 είδη από ζωοτροφές όπου προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις, εάν υπήρχαν, της κάθε τοξίνης. Στη συνέχεια έγινε εμβολιασμός στα δείγματα με τις τοξίνες στο χαμηλότερο επίπεδο της καμπύλης και στο πενταπλάσιο αυτού. Τα επίπεδα αναφοράς για την κάθε τοξίνη είναι:

ΟΥΣΙΑ	1 <sup>ο</sup> Επίπεδο - Όριο Αναφοράς	2 <sup>ο</sup> Επίπεδο
Aflatoxin B1	0.5ppb	2.5ppb
Aflatoxin B2	0.5ppb	2.5ppb
Aflatoxin G1	0.5ppb	2.5ppb

Aflatoxin G2	0.5ppb	2.5ppb
Ωχρατοξίνης A (OTA)	1.0ppb	5.0ppb
Diacetoxyscirpelnol (DAS)	1.0ppb	5.0ppb
T-2 Toxin	1.0ppb	5.0ppb
Zearalenone (ZON)	20.0ppb	100.0ppb
Deoxynivalenol (DON)	20.0ppb	100.0ppb
HT-2 Toxin	20.0ppb	100.0ppb

\*ppb= µg/kg, ppm=mg/kg

Πίνακας 17: Επίπεδα αναφοράς τοξινών

Από τα πειραματικά αποτελέσματα, υπολογίστηκαν τα πιο κάτω:

1. Πιστότητα (Επαναληψιμότητα, Ενδοεργαστηριακή Αναπαραγωγιμότητα)
2. Ορθότητα (Ανάκτηση, Διεργαστηριακά προγράμματα)
3. Όριο ανίχνευσης (LOD)
4. Όριο ποσοτικοποίησης (LOQ)
5. Γραμμικότητα
6. Σχετική Τυπική Απόκλιση (RSDr, RSDR)
7. Διευρυμένη αβεβαιότητα (U)

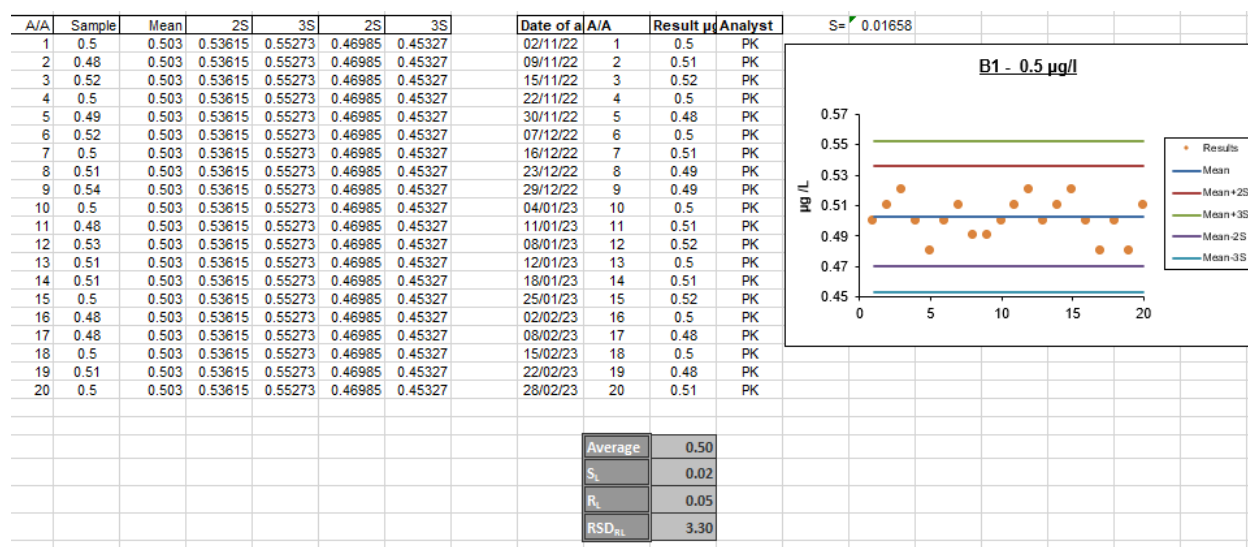
Τα κριτήρια αξιολόγησης τους είναι:

1. Ανάκτηση πειραματικών δεδομένων: 70 – 120 %
2. Σχετική τυπική απόκλιση:  $\geq 20\%$
3. Γραμμικότητα καμπύλης:  $R^2 \geq 0.95$
4. Η κάθε ουσία που αναλύεται θα πρέπει να αποτελείται από ένα μητρικό ιόν και τουλάχιστον 2 θυγατρικά και η αναλογία ιόντων να μην παρουσιάζει απόκλιση μεγαλύτερη από 30% από αυτήν του μέσου όρου της ουσίας στα πρότυπα διαλύματα βαθμονόμησης.
5. Επιτυχής συμμετοχή σε διεργαστηριακά σχήματα

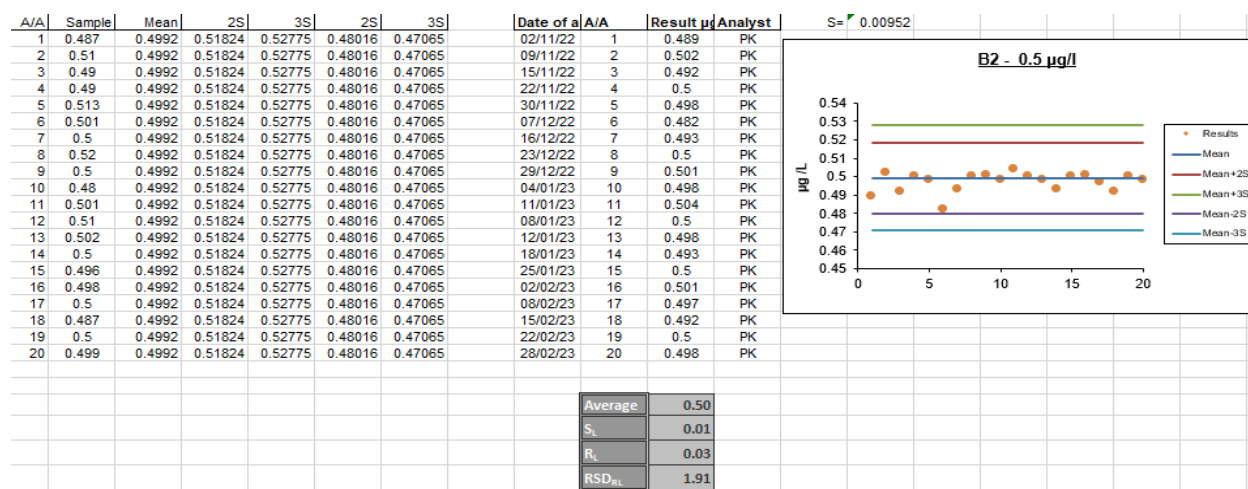
Για τις επικυρώσεις έγιναν 12 διαφορετικές μετρήσεις σε διαφορετικές μέρες για κάθε επίπεδο. Δηλαδή, έγινε εμβολισμός ενός δείγματος από αποξηραμένα φρούτα στα επίπεδα που αναφέρονται στον πιο πάνω πίνακα και μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις τους. Στη

συνέχεια για τον έλεγχο της μεθόδου έγιναν 20 μετρήσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή χαρτών ελέγχου στους οποίους συμπληρώθηκαν άλλες 20 μετρήσεις εμβολιασμένων δειγμάτων ελέγχοντας έτσι τη μέθοδο. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι πίνακες με τις μετρήσεις, τους υπολογισμούς των άνω και κάτω ορίων (+, - 2s, +, - 3s) η κεντρική γραμμή και 20 κανονικές μετρήσεις ενός εμβολιασμένου δείγματος, σε χάρτες ελέγχου.

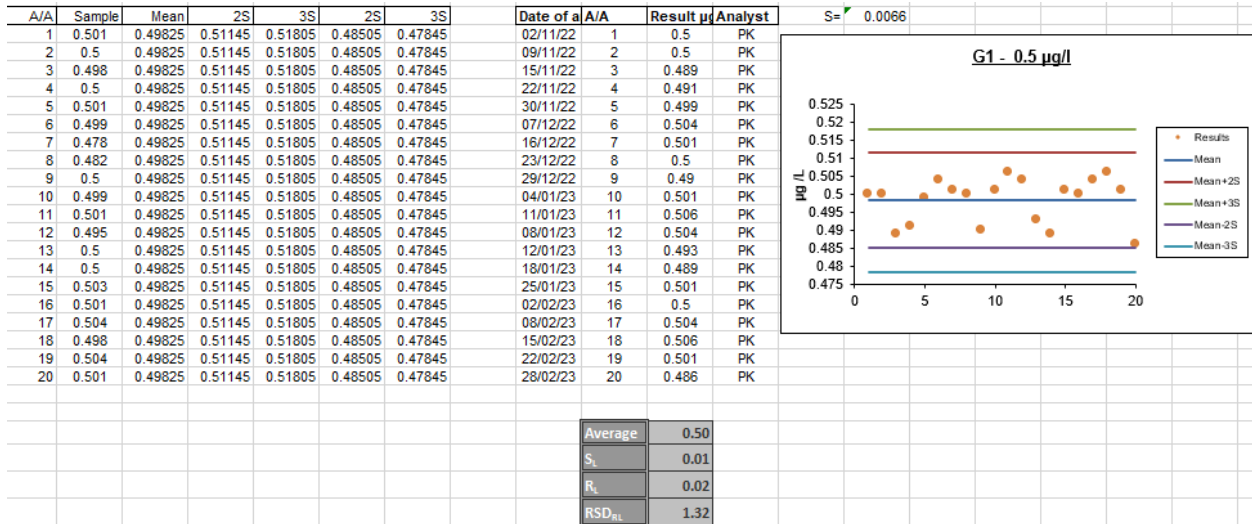
Παρακάτω παρουσιάζονται οι χάρτες ελέγχου του 1<sup>ου</sup> επιπέδου των τοξινών και τα αποτελέσματα από εμβολιασμένο δείγμα.



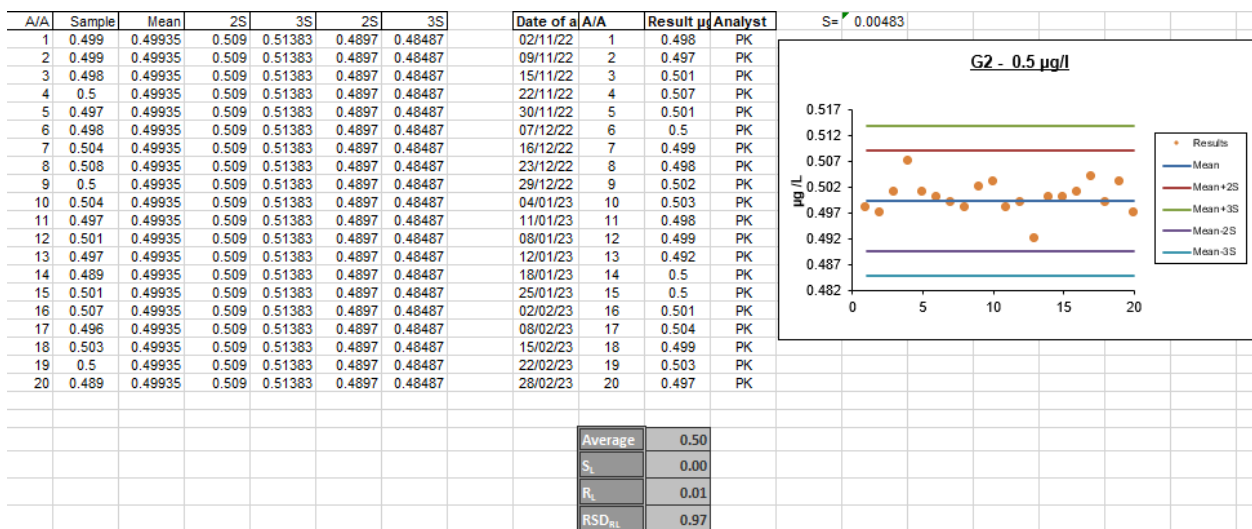
Εικόνα 12: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B1 1<sup>ο</sup> επίπεδο



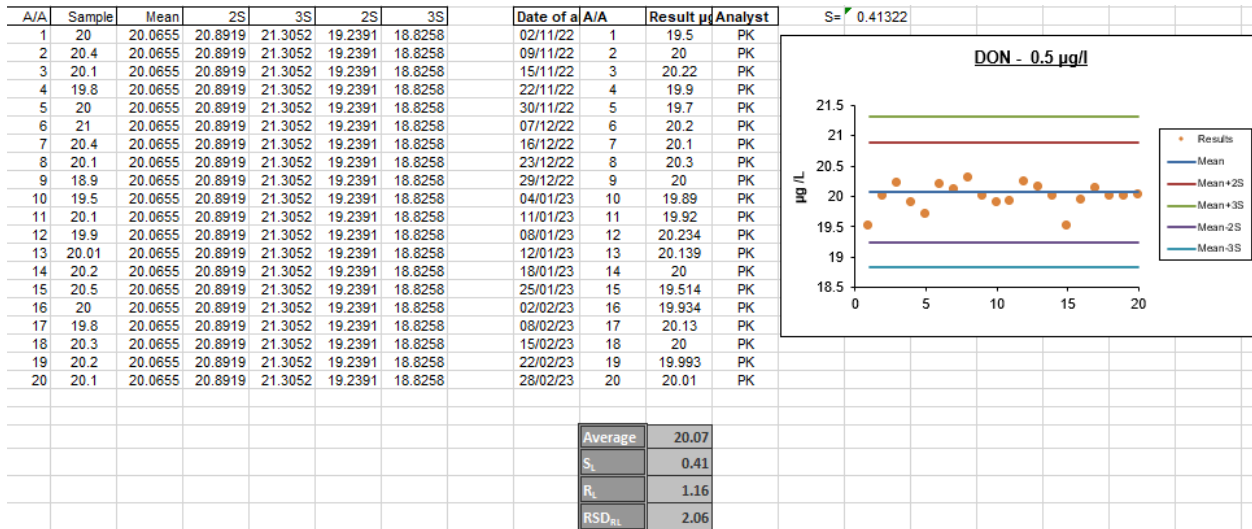
Εικόνα 13: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B2 1<sup>ο</sup> επίπεδο



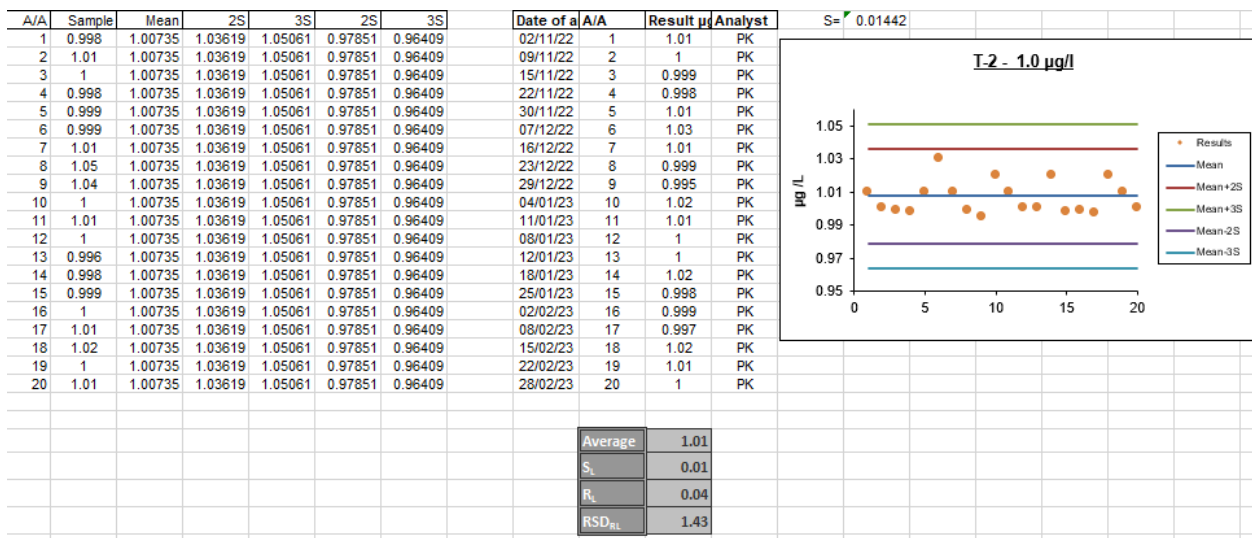
Εικόνα 14: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G1 1<sup>ο</sup> επίπεδο



Εικόνα 15: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G2 1<sup>ο</sup> επίπεδο

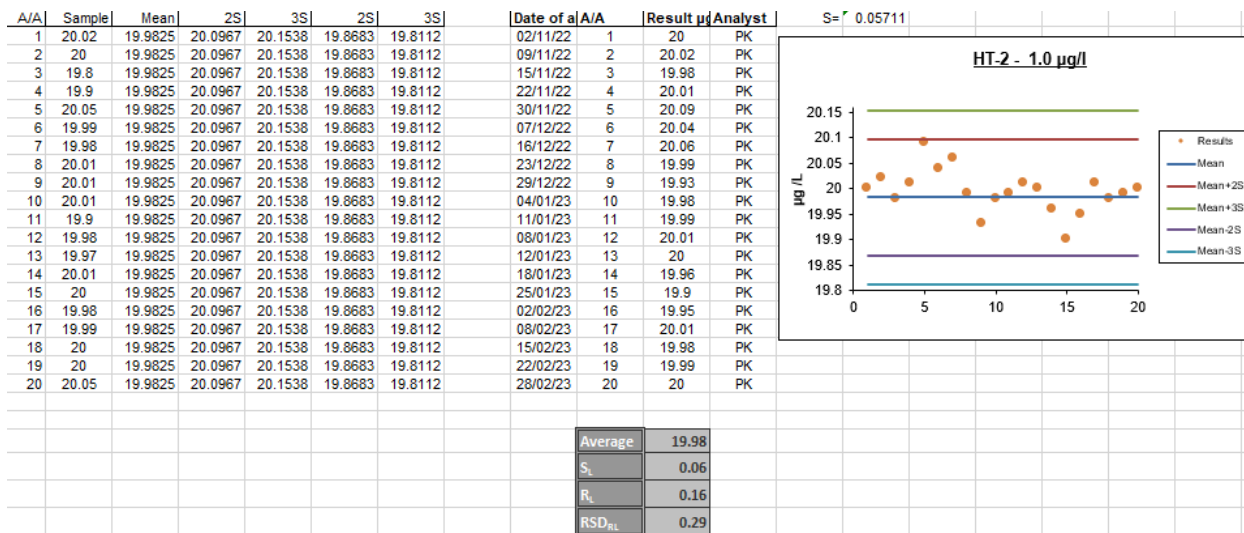


Εικόνα 16: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DON 1<sup>ο</sup> επίπεδο

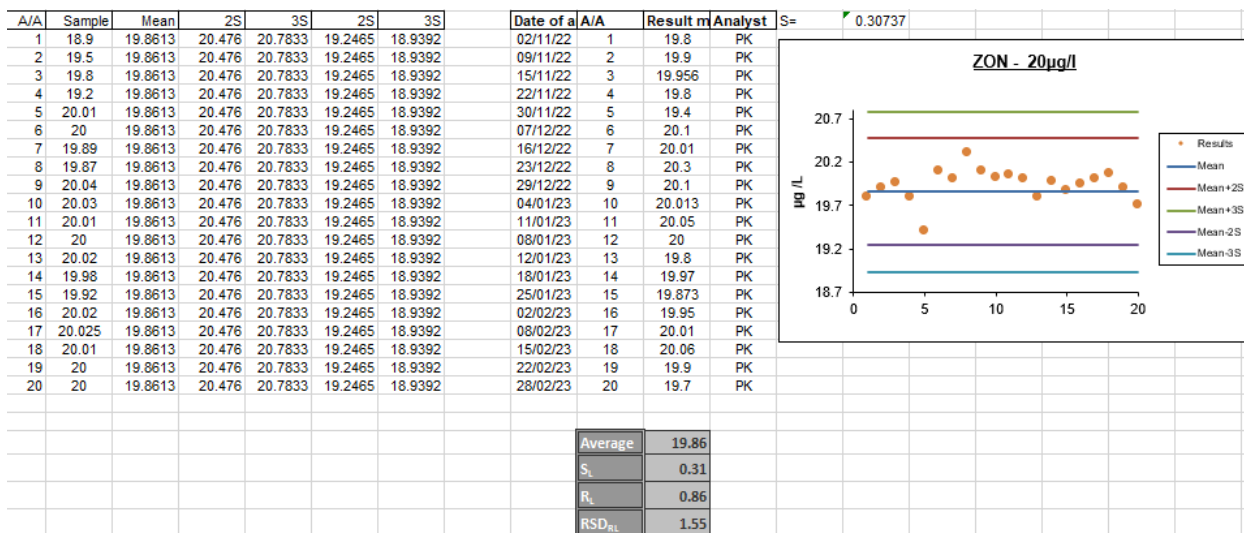


Εικόνα 17: Χάρτης ελέγχου τοξίνης T2 1<sup>ο</sup> επίπεδο

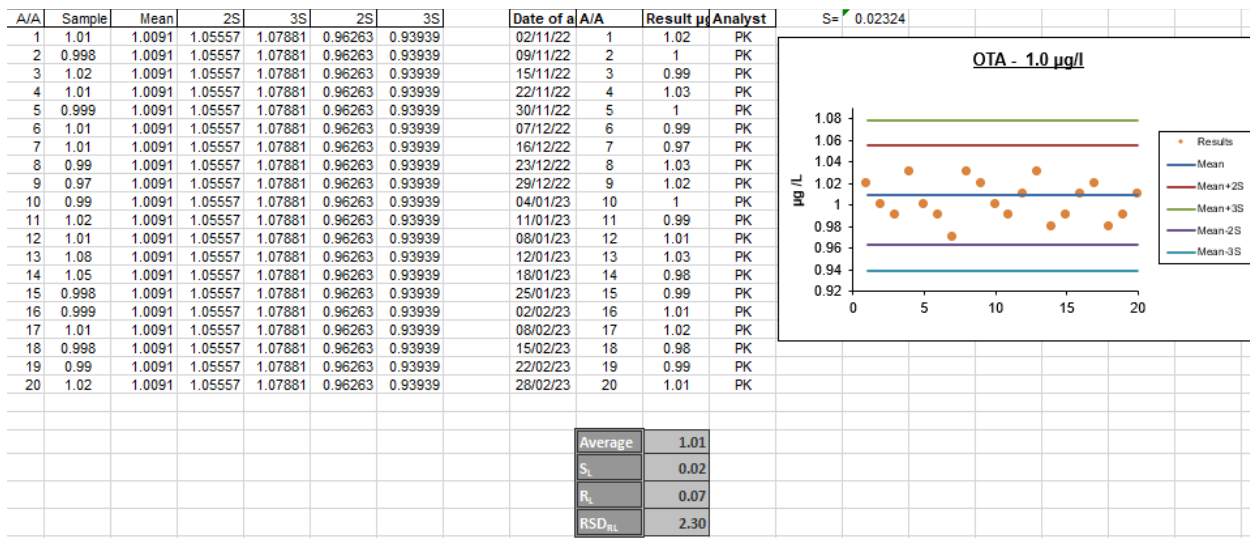




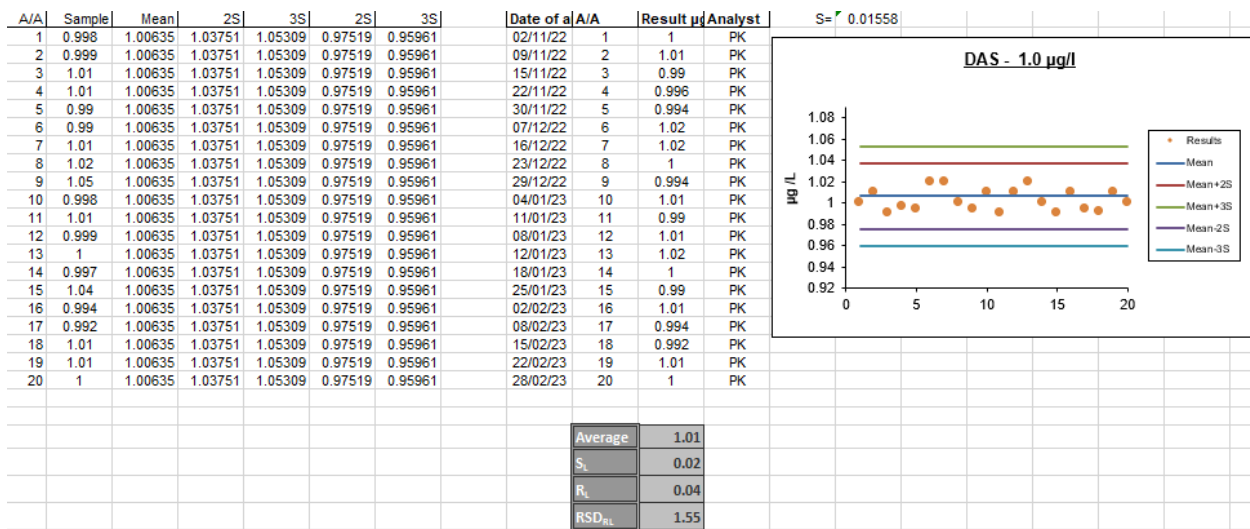
Εικόνα 18: Χάρτης ελέγχου τοξίνης HT-2 1<sup>ο</sup> επίπεδο



Εικόνα 19: Χάρτης ελέγχου τοξίνης ZON 1<sup>ο</sup> επίπεδο

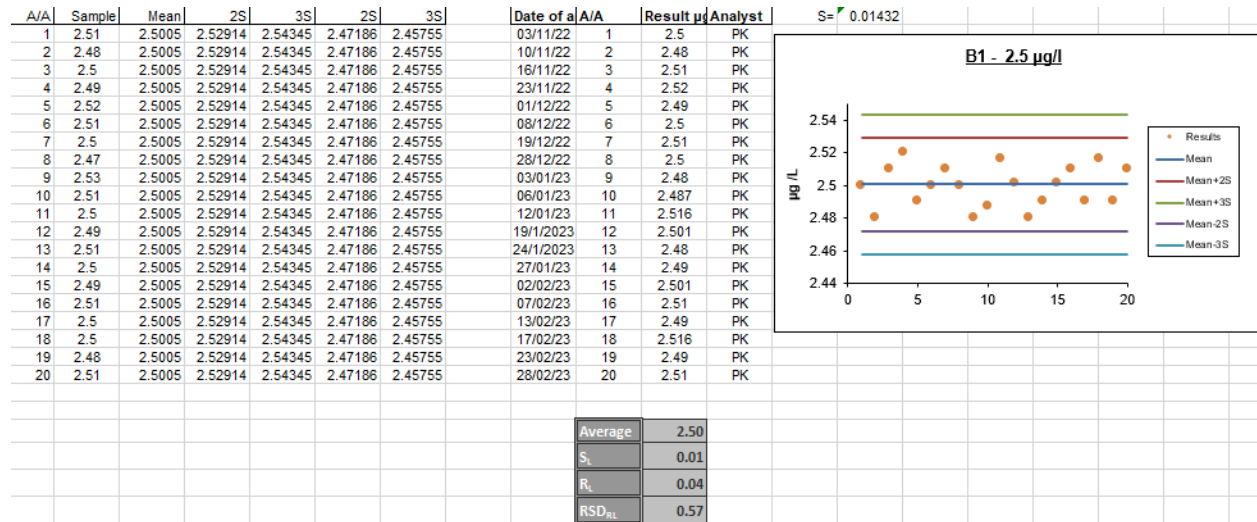


Εικόνα 20: Χάρτης ελέγχου τοξίνης OTA 1<sup>ο</sup> επίπεδο

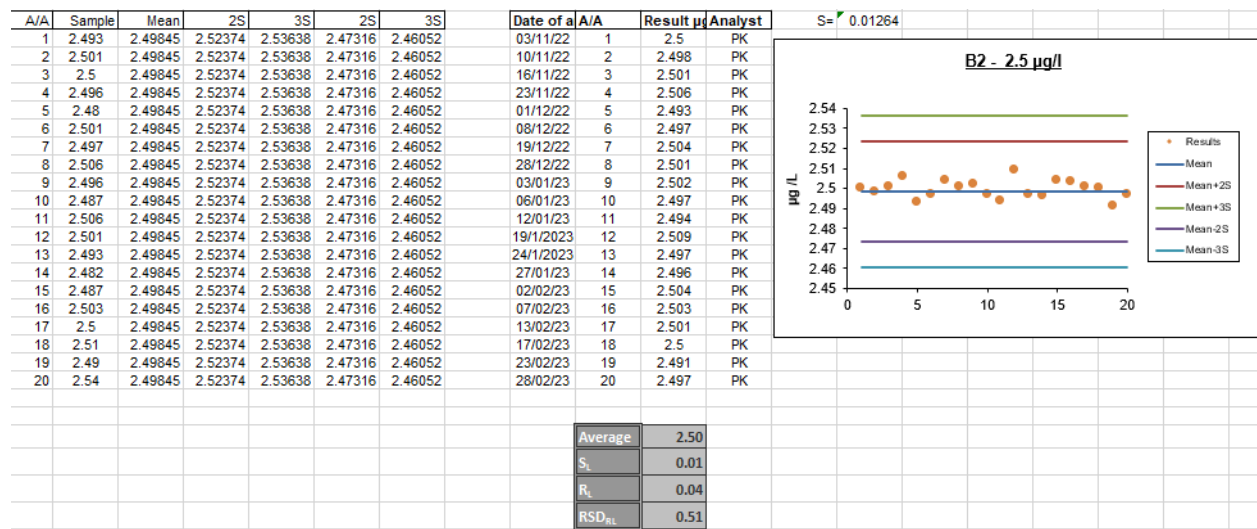


Εικόνα 21: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DAS 1<sup>ο</sup> επίπεδο

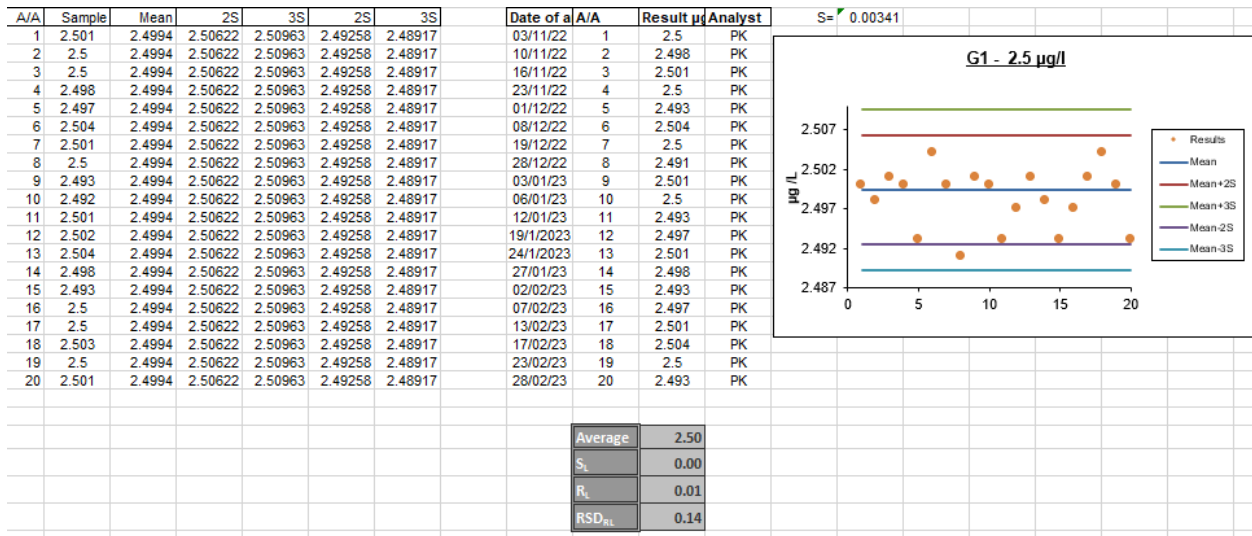
Παρακάτω παρατίθενται οι χάρτες ελέγχου για το 2<sup>ο</sup> επίπεδο καθώς και οι συγκεντρώσεις των εμβολιασμένων δειγμάτων.



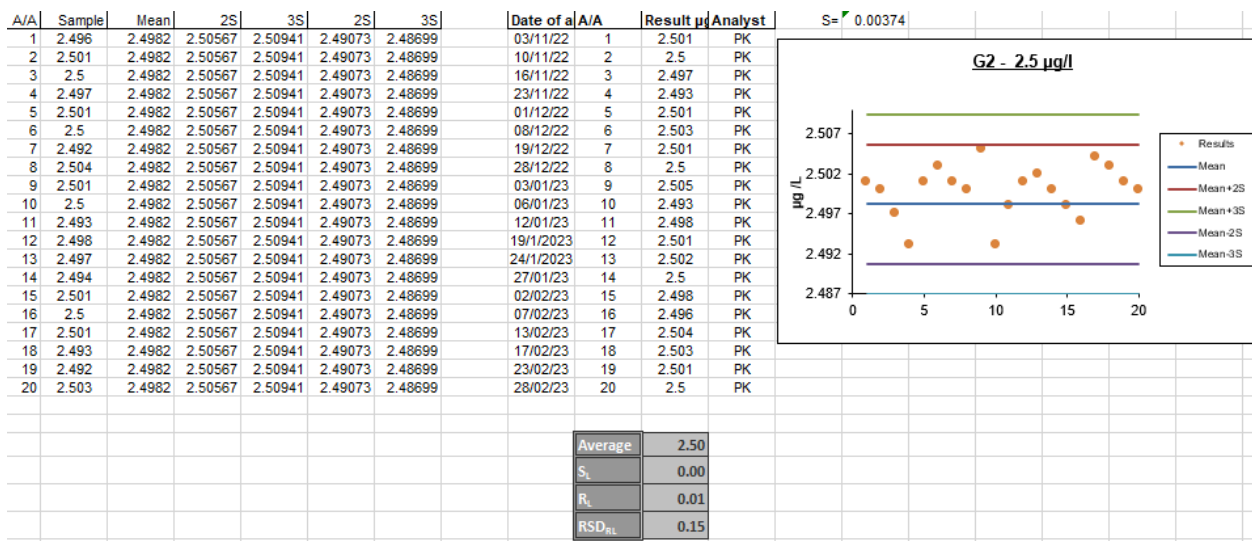
Εικόνα 22: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B1 2<sup>ο</sup> επίπεδο



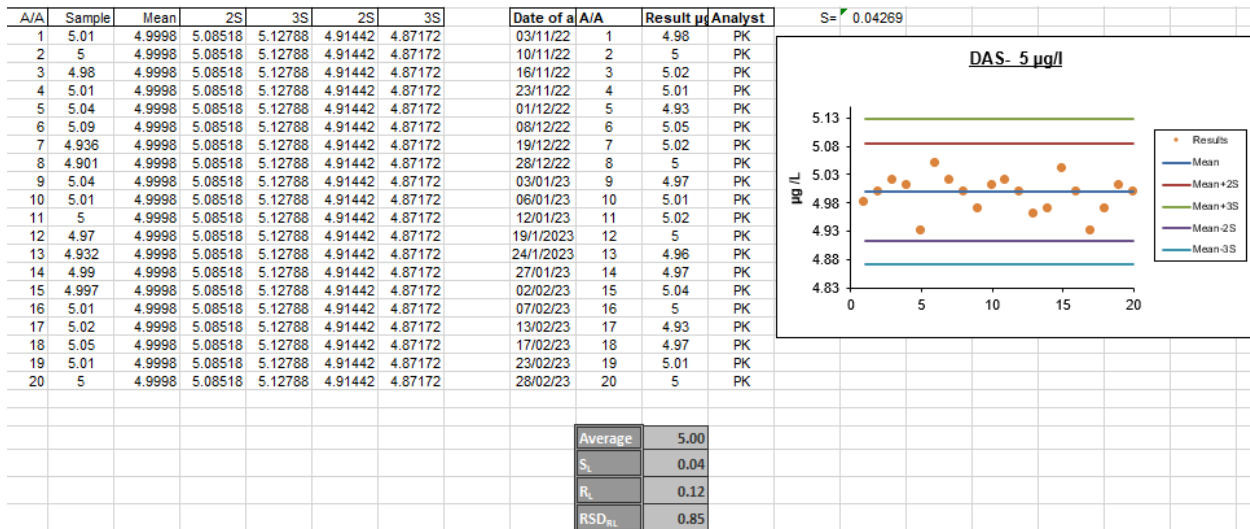
Εικόνα 23: Χάρτης ελέγχου τοξίνης B2 2<sup>ο</sup> επίπεδο



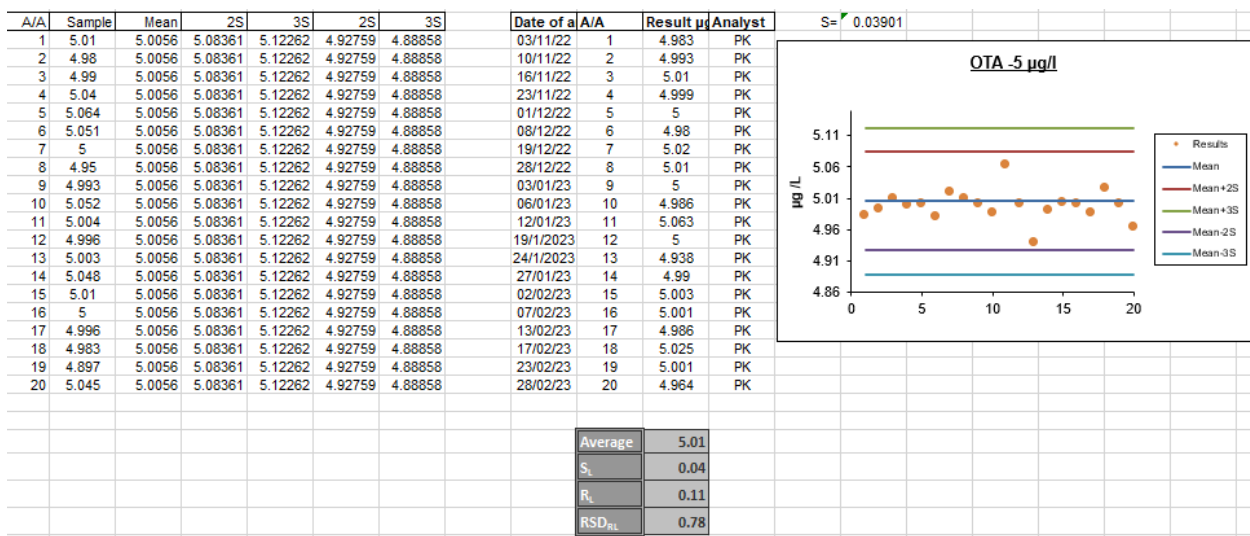
Εικόνα 24: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G1 2<sup>ο</sup> επίπεδο



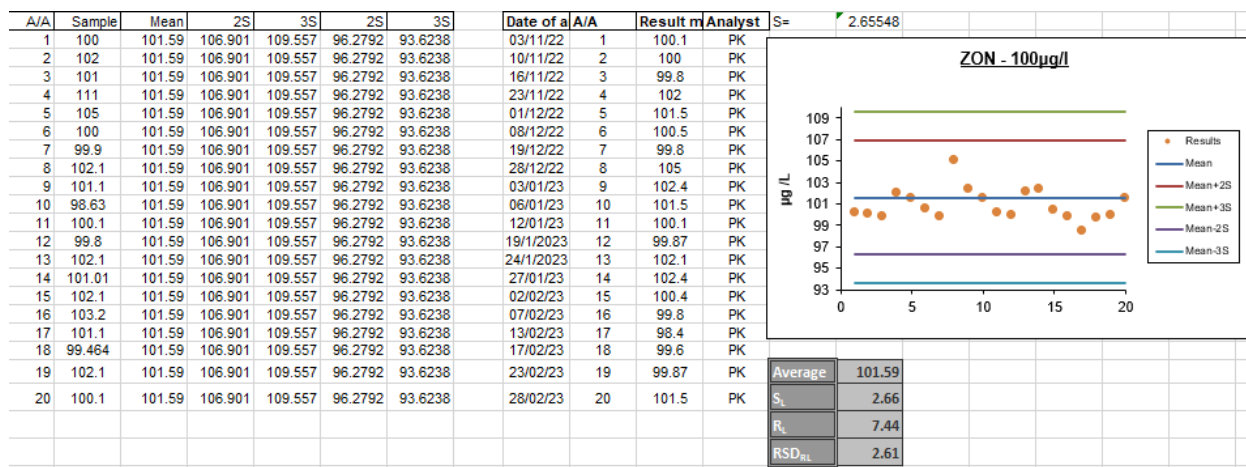
Εικόνα 25: Χάρτης ελέγχου τοξίνης G2 2<sup>ο</sup> επίπεδο



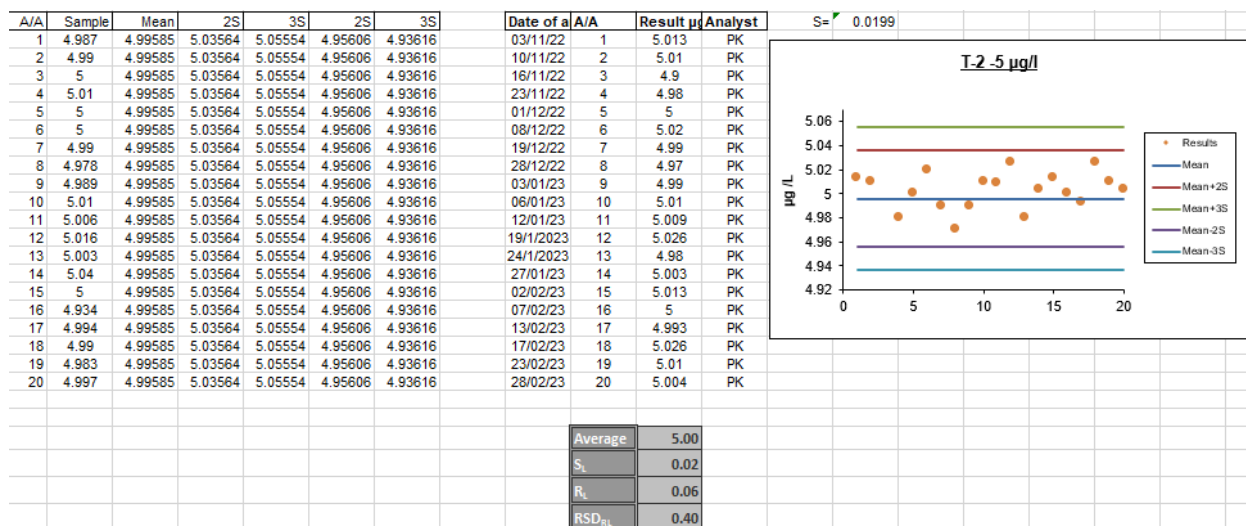
Εικόνα 26: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DAS 2<sup>ο</sup> επίπεδο



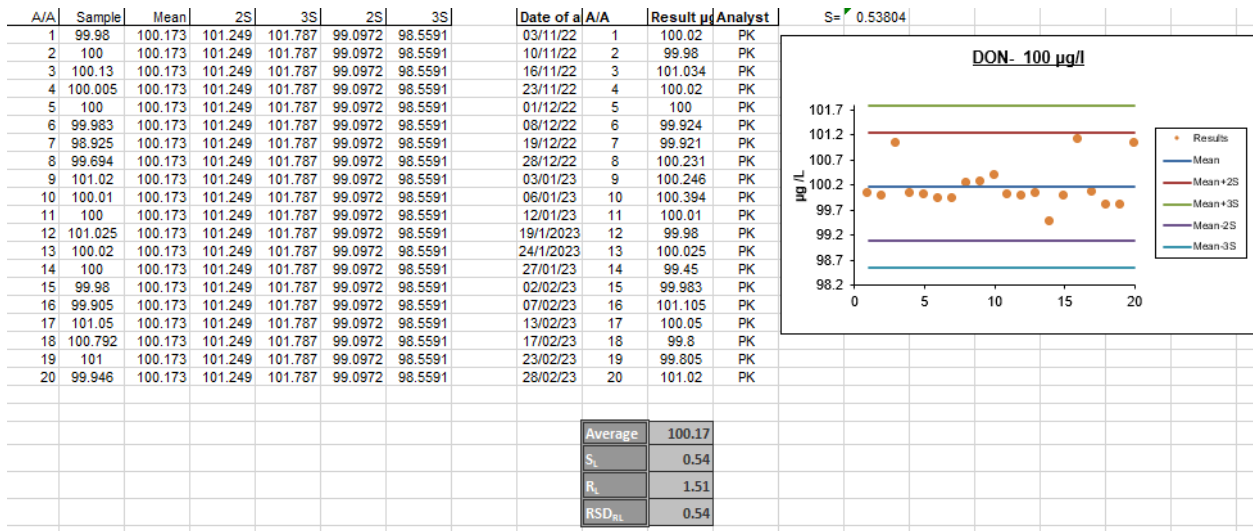
Εικόνα 27: Χάρτης ελέγχου τοξίνης OTA 2<sup>ο</sup> επίπεδο



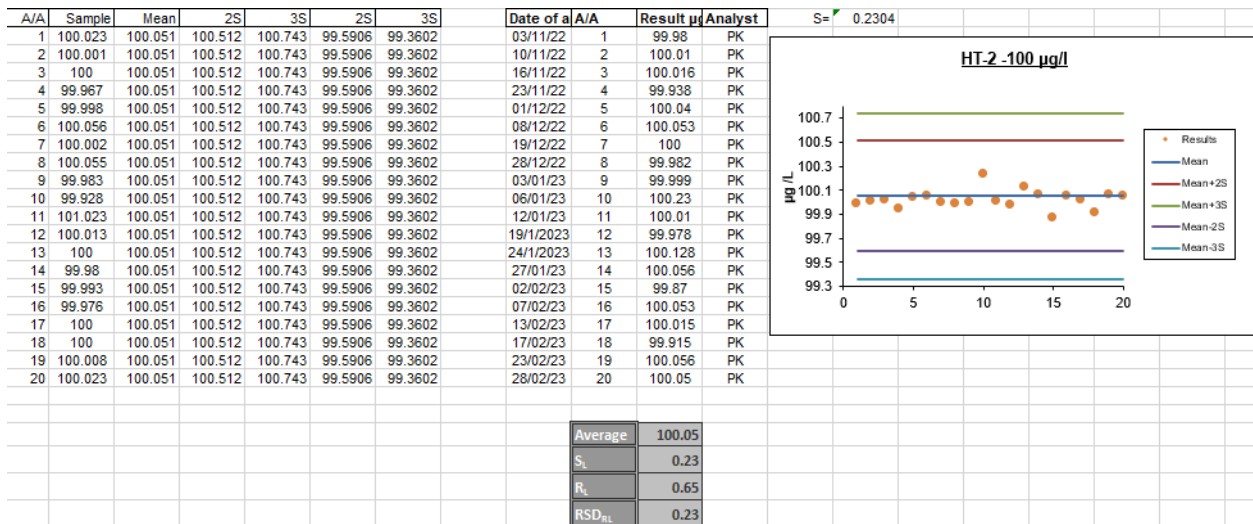
Εικόνα 28: Χάρτης ελέγχου τοξίνης ZON 2<sup>ο</sup> επίπεδο



Εικόνα 29: Χάρτης ελέγχου τοξίνης T-2 2<sup>ο</sup> επίπεδο



Εικόνα 30: Χάρτης ελέγχου τοξίνης DON 2<sup>ο</sup> επίπεδο



Εικόνα 31: Χάρτης ελέγχου τοξίνης HT-2 2<sup>ο</sup> επίπεδο

## 5.13 Νομοθετικά όρια

Στα πλαίσια της επικύρωσης έγινε σχετική έρευνα ανεύρεσης νομοθετικών ορίων για κάθε υπόστρωμα στις αντίστοιχες τοξίνες. Τα νομοθετικά όρια προβάλλονται στον πιο κάτω πίνακα:

Τρόφιμα	Μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα (μg/Kg)	
<b>Αφλατοξίνες</b>	B1	Άθροισμα των αφλατοξινών B1, B2, G1 και G2
Αράπικα φιστίκια που υφίστανται κατεργασία διαλογής ή άλλη φυσική κατεργασία πριν από την κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τη χρήση ως συστατικά σε τρόφιμα	8,0	15,0
Καρποί με κέλυφος που υφίστανται κατεργασία διαλογής ή άλλη φυσική κατεργασία πριν από την κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τη χρήση ως συστατικά σε τρόφιμα	5,0	10,0
Αράπικα φιστίκια και ξηροί καρποί με κέλυφος και μεταποιημένα προϊόντα τους, που προορίζονται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο ή για χρήση ως συστατικά σε τρόφιμα	2,0	4,0
Ξηρά φρούτα που υφίστανται κατεργασία διαλογής ή άλλη φυσική κατεργασία πριν από την κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τη χρήση ως συστατικά σε τρόφιμα	5,0	10,0
Ξηρά φρούτα και μεταποιημένα προϊόντα τους που προορίζονται	2,0	4,0



για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο ή για χρήση ως συστατικά σε τρόφιμα		
Όλα τα δημητριακά και όλα τα προϊόντα που παράγονται από δημητριακά, συμπεριλαμβανομένων των μεταποιημένων προϊόντων με βάση τα δημητριακά	2,0	4,0
Αραβόσιτος που υφίσταται κατεργασία διαλογής ή άλλη φυσική κατεργασία πριν από την κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τη χρήση ως συστατικό σε τρόφιμα	5,0	10,0
<b>Ωχρατοξίνη</b>		
Μη μεταποιημένα δημητριακά		5,0
Όλα τα προϊόντα που παράγονται από μη μεταποιημένα δημητριακά, συμπεριλαμβανομένων των μεταποιημένων προϊόντων με βάση τα δημητριακά και των δημητριακών που προορίζονται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο		3,0
Σταφίδες		10,0
Φρυγμένοι κόκκοι καφέ και φρυγμένος και αλεσμένος καφές		5,0
Μεταποιημένα τρόφιμα με βάση τα δημητριακά και παιδικές τροφές για βρέφη και μικρά παιδιά		0,50
<b>Ζεαραλενόνη (ZON)</b>		
Μη μεταποιημένα δημητριακά, εκτός του αραβοσίτου		100

Μη μεταποιημένος αραβόσιτος, εξαιρουμένου του μη μεταποιημένου αραβόσιτου που προορίζεται προς επεξεργασία με υγρή άλεση	350
Δημητριακά που προορίζονται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο, άλευρα δημητριακών, πίτουρα και φύτρα ως τελικό προϊόν που διατίθεται στην αγορά για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο, εξαιρουμένων των τροφίμων	75
Ραφινρισμένο αραβοσιτέλαιο	400
Ψωμί, τσουρέκια, μπισκότα, σνακ δημητριακών και δημητριακά για πρωινό, εξαιρουμένων των σνακ αραβοσίτου και των δημητριακών για πρωινό με βάση τον αραβόσιτο	50
Αραβόσιτος που προορίζεται για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο, σνακ αραβοσίτου και δημητριακά για πρωινό με βάση τον αραβόσιτο	100
Μεταποιημένα τρόφιμα με βάση τα δημητριακά και παιδικές τροφές για βρέφη και μικρά παιδιά	20

Πίνακας 18: Νομοθετικά όρια τοξινών

\*Τα νομοθετικά όρια είναι βασισμένα στους κανονισμούς: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1058/2012 της επιτροπής της 12ης Νοεμβρίου 2012, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1126/2007 της επιτροπής της 28ης Σεπτεμβρίου 2007, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1881/2006 της επιτροπής της 19ης Δεκεμβρίου 2006.

# Κεφάλαιο 6

## Συμπεράσματα-προτάσεις

### 6.1 Συμπεράσματα

Ο στατιστικός έλεγχος είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς. Στην παρούσα εργασία φάνηκε πολύ χρήσιμος γιατί διευκόλυσε την επεξεργασία και την σύγκριση των αποτελεσμάτων. Επίσης, βοήθησε στην επικύρωση μιας νέας μεθόδου.

Στο πρώτο κομμάτι του ερευνητικού χρησιμοποιήθηκαν πίνακες, γραφικές παραστάσεις και υπολογισμοί τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής. Με αυτό τον τρόπο το εργαστήριο είχε τη δυνατότητα να παρακολουθεί τα αποτελέσματα ενός πελάτη και ανά πάσα στιγμή να εντοπίσει τυχόν λάθος είτε του πελάτη είτε δικό του. Η διαδικασία αυτή είναι πολύ σημαντική για κάθε αναλυτικό εργαστήριο γιατί με την αποφυγή λαθών, βελτιστοποιείται και η αξιοπιστία και η εμπιστοσύνη προς τον πελάτη.

Ο στατιστικός έλεγχος στις δοκιμές επάρκειας είναι χρήσιμος γιατί το εργαστήριο έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει τα αποτελέσματα του με άλλα εργαστήρια. Έτσι, σε καταστάσεις όπου η τιμή αποκλίνει πολύ από την βέλτιστη τιμή μπορεί το εργαστήριο να συγκρίνει τα δικά του αποτελέσματα με άλλα εργαστήρια που είχαν παρόμοια αστοχία. Ακόμα, σε αυτές τις περιπτώσεις όπου τα αποτελέσματα αποκλίνουν πολύ από τις βέλτιστες τιμές μπορεί το εργαστήριο να τα παρακολουθήσει και να ψάξει τρόπους βελτιστοποίησης τους. Επιπρόσθετα, είναι πιο εύκολη η εύρεση συστηματικών λαθών ή πιθανού λάθους στην εργαστηριακή μέθοδο.

Η επικύρωση μιας νέας μεθόδου είναι αδύνατον να επιτευχθεί χωρίς τη βοήθεια στατιστικών εργαλείων. Αυτό συμβαίνει γιατί χωρίς να γίνουν χάρτες ελέγχου δηλαδή να

γίνει υπολογισμός μέσης τιμής, τυπικής απόκλισης, αβεβαιότητας και διευρυμένης αβεβαιότητας δε μπορεί το εργαστήριο να παρουσιάσει αποτελέσματα. Όλοι αυτοί αλλά και πολλοί άλλοι υπολογισμοί είναι κομμάτι του στατιστικού ελέγχου, όποτε καταλαβαίνει κανείς πόσο σημαντικός είναι και πως είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την ποιότητα. Οι χάρτες ελέγχου είναι πολύ βασικό στοιχείο της επικύρωσης και ως εκ τούτου ο στατιστικός έλεγχος.

Μετά από την πρώτη απόπειρα συλλογής αποτελεσμάτων και την χρήση στατιστικών εργαλείων σε πελάτη του εργαστηρίου εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

1. Γίνεται πιο εύκολη η σύγκριση αποτελεσμάτων του ίδιου δείγματος σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.
2. Γίνεται παρακολούθηση των αποτελεσμάτων και σύγκριση με παρόμοια δείγματα διαφορετικών πελατών.
3. Το εργαστήριο γίνεται πιο παραγωγικό κερδίζοντας χρόνο στην επεξεργασία αποτελεσμάτων αφού με τους πίνακες για σύγκριση θα γίνεται πολύ πιο γρήγορα.
4. Αποφεύγονται τα λάθη.

Όσον αφορά τις δοκιμές επάρκειας λαμβάνονται τα συμπεράσματα πως με την συλλογή των αποτελεσμάτων και την σύγκριση τους γίνεται πιο εύκολος ο εντοπισμός συστηματικών λαθών. Καθώς με πιθανές αστοχίες θα μπορεί το εκάστοτε εργαστήριο να παρακολουθεί τα αποτελέσματα του και να ψάχνει τους λόγους αυτής. Επίσης, το εργαστήριο παρατήρησε πως τα αποτελέσματα των δειγμάτων δίνονταν με περισσότερη σιγουριά και σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό γιατί με τους πίνακες μπορούσε πιο εύκολα ο αναλυτής ή ο προϊστάμενος να συγκρίνει τα αποτελέσματα, έτσι η δουλεία γίνεται πιο αυτοματοποιημένη και με περισσότερη αυτοπεποίθηση.

Κλείνοντας με τα αποτελέσματα από την επικύρωση της μεθόδου, το βασικότερο συμπέρασμα που βγήκε από την διπλωματική εργασία, είναι πως χωρίς στατιστικό έλεγχο είναι αδύνατον να γίνει επικύρωση. Τα στατιστικά εργαλεία βοήθησαν πολύ στην επικύρωση αφού όλα γίνονται βάση μιας ακολουθίας και με την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή η επεξεργασία γίνεται πολύ γρήγορα. Εννοείται πως η εκμάθηση των

εργαλείων αυτών και η χρήση τους έχει κάνει την επεξεργασία των αποτελεσμάτων πολύ πιο σύντομη πράγμα που βοηθάει πολύ τα εργαστήρια, αφού πολλές φορές ο χρόνος από ένα επερχόμενο έλεγχο για διαπίστευση, είναι πολύ περιορισμένος.

## **6.2 Προτάσεις- προτάσεις μελλοντικής έρευνας**

Μετά το πέρας της διπλωματικής εργασίας προτείνεται η χρήση των στατιστικών εργαλείων και σε άλλους πελάτες ούτως ώστε να αποφεύγονται λάθη. Επιπρόσθετα, θα βοηθήσει στην παρακολούθηση των αποτελεσμάτων και θα εξετάζεται η επαναληψιμότητα αυτών. Η χρήση και σε άλλους τομείς της εταιρίας θα φαινόταν χρήσιμη όπως για παράδειγμα την πληρωμή των πελατών.

# Βιβλιογραφία

## Ξένη Βιβλιογραφία

- Dabrowski, W., Sikorski, Z. (2004) *Toxins In Food*. Poland.
- Deming, W. Edward. (1986) *Out Of The Crisis*, MIT
- Drummond, H. (1992) *The quality movement: what total quality management is really all about*. London, Kogan Page
- Dudin, M. et al (2017) *The Deming Cycle (PDCA) Concept as a Tool for the Transition to the Innovative Path of the Continuous Quality Improvement in Production Processes of the Agro-Industrial Sector*.
- Glibert, P. et al (2005) *The Role Of Eutrophication In The Global Proliferation Of Harmful Algal Blooms*. USA
- ISO. (1985) *Water Quality – Determination Of Electrical Conductivity*
- Johnson, C. (2002) *The Benefits Of PDCA*
- Juran (2023) <https://www.juran.com/about-us/dr-jurans-history/>
- Liker, J. and Franz, J. (2011) *The Toyota way to continuous improvement: linking strategy and operational excellence to achieve superior performance*. New York, McGraw-Hill.
- Logothetis, N. (1992) *Managing for total quality: from Deming to Taguchi and SPC*. New York, Prentice Hall
- SOP. 17-2019.
- Standard Methos (2023) <https://www.standardmethods.org/doi/abs/10.2105/smww.2882.048>
- Tentamus (2023) <https://www.tentamus.com/>
- The Fapas (2023) <https://fapas.com/shop/search?producttypes=1>
- Thompson, M. (2005) *What Is Proficiency Test?*
- Veltia Labs cy (2023) <https://www.veltialabs.cy/>

- Veltia Labs gr (2023) <https://www.veltialabs.gr/>
- Vlachos, N et al (2002) *Is ISO/IEC 17025 Accreditation a Benefit or Hindrance to Testing Laboratories? The Greek Experience*. Thessaloniki, Greece.
- Witzel, M. (2014) *Management from the masters*. London, Bloomsbury
- Workplace (2017) <http://www.wp1.ca/our-methods/the-deming-cycle/>

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δερβιτσιώτης, Κ. (2005) *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας*. (400-417)
- Δερβιτσιώτης, Κ. (2005) *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας* (19-37)
- ΕΛΟΤ., 2017 <https://elot.gr/>
- Κέφης, Δ. (2014) *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας Θεωρία Και Πρότυπα* (39-57)
- Κέφης, Δ. (2014) *Διοίκηση Ολικής Ποιότητας Θεωρία Και Πρότυπα* (57-70)
- ΤΑΥ (2017)  
<http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/4948BD41256C7D38C2258235003BDC19?OpenDocument>
- Ψύλλου-Παπαδή, Α. (2009) *Επικύρωση Και Αξιολόγηση Αναλυτικών Μεθόδων Προσδιορισμού Υπολειμμάτων Φυτοπροστατευτικών Ουσιών Νέας Γενιάς Σε Γεωργικά Προϊόντα Με Χρήση Αέριας Χρωματογραφίας*. Βόλος.

## Βιβλιογραφία Διαγραμμάτων

- <https://www.veltialabs.gr/>
- <https://www.veltialabs.cy/>

## Βιβλιογραφία Εικόνων

- <http://www.wp1.ca/our-methods/the-deming-cycle/>
- <https://business901.com/blog1/does-the-juran-trilogy-pdca>
- <https://www.veltialabs.gr/>

- <https://www.tentamus.com/>
- <https://katrantzis.gr/service/viologikoi-katharismoι-limaton-apovlitoη/>
- [http://www.meci.gov.cy/meci/cys/cys.nsf/index\\_gr/index\\_gr?OpenDocument](http://www.meci.gov.cy/meci/cys/cys.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument)
- <https://consultglp.com/2018/03/17/control-chart-methods-part-i/>
- <https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/BISC108/%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1.pdf>

## Βιβλιογραφία Πινάκων

- <https://www.veltialabs.cy/wp-content/uploads/sites/155/2022/09/VELTIA-CY.pdf>