

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

*«Προσέγγιση νιτρορρύπανσης στα πλαίσια των αποφάσεων της
ευρωπαϊκής ένωσης. Κατάρτιση περιβαλλοντικών δεικτών: η
περίπτωση της Κύπρου»*

Ιωάννα Φιλίππου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Σίσσυ Ευθυμιάδου

Ιούνιος, 2017

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

*Προσέγγιση νιτρορρύπανσης στα πλαίσια των αποφάσεων της ευρωπαϊκής ένωσης.
Κατάρτιση περιβαλλοντικών δεικτών: η περίπτωση της Κύπρου*

Ιωάννα Φιλίππου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Σίσσυ Ευθυμιάδου

Ιούνιος, 2017

Πίνακας περιεχομένων

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.....	1
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ.....	1
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	1
ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ	1
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	II
.....	ii
SUMMARY.....	IV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	VI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	VII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	VIII
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ.....	1
Εισαγωγή	1
1.1. Καταγραφή του προβλήματος.....	1
1.2. Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης – πρωτότυπα σημεία	2
1.3. Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών	3
1.4. Σκοποί και στόχοι	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	5
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	5
2.1. Εισαγωγή	5
2.2. Θεωρητικό Πλαίσιο	5
2.3. Ευρωπαϊκή πραγματικότητα	8
2.4. Κυπριακή πραγματικότητα-Ιστορική Αναδρομή	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	20
Μεθοδολογία.....	20

3.1.	Σκοπός – Στόχοι.....	20
3.2.	Περιοχή Εργασίας.....	20
3.3.	Ερευνητικά ερωτήματα.....	30
3.4.	Σχεδιασμός.....	35
3.5.	Διαδικασία.....	39
3.5.1.	Επιλογή/κατάρτιση δεικτών.....	39
3.5.2.	Μέθοδος συλλογής δεδομένων.....	42
3.5.3.	Μεθοδολογία υπολογισμού των δεικτών.....	43
3.5.4.	Μεθοδολογία Αξιολόγησης των δεικτών.....	45
3.5.5.	Στατιστική Επεξεργασία_Μεθοδολογία συσχέτισης των δεικτών.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ 51

Αποτελέσματα.....	51	
4.1.	Έννοιες και θέματα.....	51
4.2.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά κατηγορία.....	51
4.2.1.	Δείκτης 1: Αλλαγές στη γεωργική γη.....	51
4.2.2.	Δείκτης 2: Άρδευση: Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης.....	53
4.2.3.	Δείκτης 3: Λίπανση: Εκτίμηση Κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων.....	54
4.2.4.	Δείκτης 4: Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων.....	54
4.2.5.	Δείκτης 5: Χρήση Ανακυκλωμένου νερού: Συγκέντρωση αζώτου από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού: 55	
4.2.6.	Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων_ Νιτρορρύπανση.....	55
4.2.7.	Δείκτης 7: Ποιότητα Υδάτων_Δείκτης ευτροφισμού: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης α, mg/m3/ έτος.....	63
4.2.8.	Δείκτης 8: Στενότητα Υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση: Υπόγεια ύδατα: ποσοστό των γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση Νιτρικών που υπερβαίνει ή ενδέχεται να υπερβεί τα 50 mg NO ₃ /L/έτος.....	66
4.2.9.	Δείκτης 9: Ευπρόσβλητες Ζώνες Νιτρορρύπανσης: Έκταση EZN σε Km ² /4ετία.....	71
4.3.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αξιολόγησης επιλεγθέν δεικτών_ Ερευνητικά Ερωτήματα.....	71
4.3.1.	Αποτελέσματα αξιολόγησης κύριου ερευνητικού ερωτήματος.....	71
4.3.2.	Αποτελέσματα αξιολόγησης ερευνητικών ερωτημάτων διερεύνησης συσχετίσεων 1-10.....	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ 110

Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις.....	110	
5.1.	Συζήτηση.....	110
5.1.1.	Επιλογή Δεικτών_ Κριτηρίων Αξιολόγησης.....	110
5.1.2.	Διερεύνηση βασικού ερευνητικού ερωτήματος.....	111
5.1.3.	Διερεύνηση συσχετίσεων.....	112
5.1.3.1.	Συζήτηση 1 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	113
5.1.3.2.	Συζήτηση 2 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	114
5.1.3.3.	Συζήτηση 3 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	116
5.1.3.4.	Συζήτηση 4 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	116
5.1.3.5.	Συζήτηση 5 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	118
5.1.3.6.	Συζήτηση 6 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	118
5.1.3.7.	Συζήτηση 7 ^{ου} ερευνητικού ερωτήματος.....	119

5.1.3.8.	Συζήτηση 8 ^ο ερευνητικού ερωτήματος.....	119
5.1.3.9.	Συζήτηση 9 ^ο ερευνητικού ερωτήματος.....	121
5.1.3.10.	Συζήτηση 10 ^ο ερευνητικού ερωτήματος.....	122
5.2.	Περιορισμοί της μελέτης.....	123
5.3.	Συμπεράσματα.....	124
5.3.1.	Κινητήριες Δυνάμεις.....	124
5.3.2.	Πιέσεις.....	125
5.3.3.	Κατάσταση.....	126
5.3.4.	Επιπτώσεις.....	126
5.3.5.	Αντιδράσεις.....	127
5.4.	Εισηγήσεις.....	127

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	129
--------------------------	------------

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό δράττομαι της ευκαιρίας να εκφράσω τις θερμότερες μου ευχαριστίες σε όλους όσους συντέλεσαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής χωρίς τη συνεισφορά των οποίων αυτό δεν θα ήταν εφικτό.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπων καθηγήτρια μου Δρ. Σίσσυ Ευθυμιάδου για τη συνεχή και ταυτόχρονα διακριτική της καθοδήγηση που μου επέτρεψε να αποκαλώ τη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή προσωπική πνευματική εργασία, προσανατολίζοντας με παράλληλα και όποτε πραγματικά το χρειαζόμουν προς την ορθή κατεύθυνση. Θερμές ευχαριστίες στον αναπληρωτή καθηγητή Δρ. Ιωάννη Βογιατζάκη και τον λέκτορα Δρ. Αντώνη Ζορπά για το εξαιρετο μεταπτυχιακό πρόγραμμα που έχουν διαμορφώσει και την αρωγή που έχουν επιδείξει καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Επιπρόσθετα ευχαριστώ θερμά τη διεύθυνση του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων για την άδεια που μου παραχώρησε να αντλήσω δεδομένα από τις βάσεις δεδομένων του Τμήματος καθώς επίσης και τους υπεύθυνους των χημικών εργαστηρίων των βιολογικών σταθμών Λάρνακας, Λεμεσού, Αχέλειας και Παραλιμνίου-Αγίας Νάπας για την προθυμία τους και το πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν στα πλαίσια της συλλογής σχετικής γνώσης και δεδομένων.

Ολοκληρώνοντας θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην οικογένεια μου για την υπομονή που έδειξαν και την συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών και ιδιαίτερα στους άντρες της ζωής μου, το σύζυγο μου Χρίστο και τα παιδιά μου Σάββα και Μάριο η αγάπη των οποίων μου παρείχε τη δύναμη να συνεχίσω και να ολοκληρώσω την παρούσα προσπάθεια.

Περίληψη

Ο όρος νιτρορρύπανση αναφέρεται στη συσσώρευση αζωτούχων ενώσεων στα υδάτινα σώματα, με ανεπιθύμητες συνέπειες στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Η υπέρμετρη χρήση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων, οι εναποθέσεις νιτρικών ιόντων στα υδατικά σώματα από αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα, οι ατμοσφαιρικές ξηρές ή υγρές αποθέσεις N και ο αργός ρυθμός διάχυσης των προσροφημένων στο έδαφος νιτρικών αλάτων στους υπόγειους υδροφορείς δημιούργησαν ανησυχίες για τις πιθανές επιπτώσεις των πλεονασματικών συγκεντρώσεων αζωτούχων ενώσεων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Η επιβεβαίωση των διεθνών ανησυχιών από την επιστημονική κοινότητα όρισε το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης και υποκίνησε την λήψη προληπτικών ή/και διορθωτικών μέτρων από τα κέντρα λήψεων αποφάσεων. Το 1991, η Ε.Ε. στα πλαίσια της περιβαλλοντικής της πολιτικής, υιοθέτησε την οδηγία 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης θέτοντας τον ακρογωνιαίο λίθο της τρέχουσα ευρωπαϊκής πολιτικής περί των νιτρικών ιόντων στη γεωργία. Τα μέτρα που λήφθηκαν από την Κυπριακή Δημοκρατία για την αντιμετώπιση του φαινομένου καθοδηγούνται πλήρως από τις πρόνοιες της Οδηγίας και αφορούν τον καθορισμό Ευπρόσβλητων Ζωνών Νιτρορρύπανσης, την σύσταση και προώθηση Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής και την εκπόνηση κατάλληλων προγραμμάτων δράσης.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η ποσοτικοποίηση μέσα από την κατάρτιση/επιλογή κατάλληλων δεικτών του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Συγκεκριμένα αξιοποιεί διαχρονικά, ποσοτικά δεδομένα για να περιγράψει την κατάσταση από πλευράς νιτρορρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων του νότιου τμήματος του νησιού που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας και ταυτόχρονα μέσα από μια πολύ-μεθοδική προσέγγιση αξιολογεί τους δείκτες που επιλέχθηκαν βάση του εννοιολογικού μοντέλου Κινητήρια Δύναμη – Πίεση – Κατάσταση – Επίπτωση – Αντίδραση, (DPSIR), διερευνά τη συσχέτιση των μεταβλητών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των υδάτων με την υφιστάμενη κατάσταση των υδάτων αλλά και την αντίδραση του υδατοσυστήματος προς την αντίστοιχη κατάσταση με απώτερο σκοπό την αξιολόγηση της καταλληλότητας των δεικτών να επιτελέσουν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν.

Επιγραμματικά, οι δείκτες που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν τις κινητήριες δυνάμεις είναι οι αλλαγές στη γεωργική γη ανά είδος καλλιέργειας και μερίδιο αρδευσίμης γεωργικής γης ανά χρήση γης ενώ οι πιέσεις ποσοτικοποιούνται από τους δείκτες: εκτίμηση κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων, εκτίμηση αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου, συγκέντρωση αζώτου από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού. Την κατάσταση ποσοτικοποιεί η ποιότητα των υδάτων από πλευρά νιτρορρύπανσης όπως αυτή εκφράζεται από τη συγκέντρωση των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Τις επιπτώσεις ποσοτικοποιούν ο δείκτης ευτροφισμού: μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και στενότητα υπόγειων υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση, και τέλος την περιβαλλοντική πολιτική αντίδραση προς το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης ποσοτικοποιεί η μεταβολή στην έκταση των καθορισμένων ευπρόσβλητων ζωνών νιτρορρύπανσης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η κατάσταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από πλευράς νιτρορρύπανσης σημειώνει σταδιακή βελτίωση με τα υπόγεια ύδατα να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα έναντι των επιφανειακών. Ταυτόχρονα παρά την ανάδειξη στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μόνο μεταξύ της μεταβολής του ετήσιου ποσοστού καλλιεργησίμων λαχανικών με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των υδατορευμάτων και της μεταβολής της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης

χλωροφύλλης-α με την αντίστοιχη μεταβολή ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών δημιουργήθηκαν σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικά σημαντικές εξισώσεις απλής ή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με συντελεστές προσδιορισμού που κυμαίνονται από $R^2=0.71-1.00$. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν στατιστικά σημαντικά μοντέλα πρόβλεψης της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών από το σύνολο των υπό αξιολόγηση δεικτών κινητήριων δυνάμεων και πιέσεων εκτός από τη μεταβολή της συγκέντρωσης αζώτου από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού. Της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης ολικού αζώτου των υδατορευμάτων και της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων από τους δείκτες κινητήριων δυνάμεων: αλλαγές στη γεωργική γη ανά είδος καλλιέργειας, μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης ανά χρήση γεωργικής γης και πιέσεων: εκτίμηση αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου. Της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης ολικού αζώτου φραγμάτων/λιμνών από τη αντίστοιχη συγκέντρωση ολικού αζώτου υδατορευμάτων και της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α από τη μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού αζώτου των επιφανειακών υδάτων. Τα στατιστικά σημαντικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν επικυρώνουν την καταλληλότητα των επιλεγθέν δεικτών να επιτελούν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν πλην του δείκτη μέσης ετήσιας συγκέντρωσης αζώτου από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού. Τέλος τα αποτελέσματα της χωρικής ανάλυσης των δεικτών υποδεικνύουν την ανάγκη αναθεώρησης των καθορισμένων ευπρόσβλητων ζωνών νιτρορρύπανσης.

Ολοκληρώνοντας, η νιτρορρύπανση αποτελεί ένα διεθνές περιβαλλοντικό πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι περισσότερες κυβερνήσεις. Ολιστική αντιμετώπιση του απαιτεί την κατάρτιση ενός στοχευμένου και κατάλληλα προσαρμοσμένου στις υπάρχουσες συνθήκες προγράμματος παρακολούθησης/αξιολόγησης που να περιλαμβάνει αντιπροσωπευτικούς δείκτες και των τριών πτυχών του φαινομένου (περιβαλλοντική, οικονομική, κοινωνική). Η διαχρονική μελέτη των δεικτών πρέπει να παρέχει δυνατότητα σύγκρισης και εντοπισμού συσχετισμών, αλλαγών ή/και τάσεων. Η παρούσα ερευνητική μελέτη φιλοδοξεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στην προώθηση ενός ανάλογου προγράμματος παρακολούθησης που να αξιολογεί σφαιρικά τις περιβαλλοντικές πτυχές του φαινομένου και να μη περιορίζεται στην αποκλειστική παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Λέξεις Κλειδιά: Νιτρορρύπανση, Ευρωπαϊκή Ένωση, Κύπρος, επιφανειακά ύδατα, υπόγεια ύδατα, περιβαλλοντικοί δείκτες, DPSIR

Summary

Nitrate pollution refers to the accumulation of nitrate compounds in water bodies with undesired effects on the environment and the human body. The excessive use of nitrogenous fertilizers, nitrate discharges to the aquatic environment from municipal, industrial and agricultural wastes, wet and dry atmospheric nitrogen depositions and the slow diffusion of soil nitrate into groundwater raised concerns about the possible implications of nitrogen compounds surpluses to the environment and human health. After the concerns proved valid by the scientific community the term nitrate pollution was introduced and decision-making centers were called upon to take relative preventive or corrective measures. In 1991, Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources was introduced, in the sphere of European Union's environmental policy thus, setting the cornerstone of current European policy regarding nitrates from agriculture. The measures taken by Cyprus Government to tackle the phenomenon are fully guided by Nitrate Directive's provisions and consist of designating Nitrate Vulnerable Zones (NVZ), establishing and promoting a Code of Good Agricultural Practice and establishing and implementing appropriate action programs.

Scope of this masters dissertation is the quantification through the establishment and selection of appropriate environmental indicators, of the environmental impact of the measures taken by Cyprus Government concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. In particular it makes use of longitudinal, quantitative data to describe the state of surface and ground waters of the southern part of the island that is under the full control of Cyprus Government in regards to nitrate pollution. Simultaneously, through a multimethodical approach it evaluates the indicators selected based on Driving Force-Pressure-State-Impacts-Response (DPSIR) conceptual model, investigates the relationships between variables that potentially can cause nitrate pollution with the waters existing state and also the relationship of the aqua-systems response to the existing state. Ultimately the dissertation aims to evaluate if the established/selected indicators are fit-for-purpose.

In brief the indicators selected to quantify the driving forces of the phenomenon are total and crop-specific changes in agricultural land and total share of irrigated agricultural land share based on specific use. The pressures are quantified by the estimate of nitrogenous synthetic fertilizer consumption, livestock manures nitrogen estimate per animal species, total Nitrogen content from recycled water use. State is quantified by water quality in regards to nitrate pollution derived by nitrogen compound concentrations in both surface and ground waters. The indicators selected to quantify the phenomenon impacts on surface water (dams and lakes) are eutrophication indicator mean concentration of chlorophyll-a and on groundwater the scarcity of available groundwater resources for potable purposes. Finally the state's environmental political response is quantified by the area of designated NVZ.

According to the results, the state in regards to nitrate pollution of the under assessment surface and groundwater gradually improved with ground waters' facing a bigger problem than surface waters. Simultaneously and despite detecting statistically important correlations only between the annual percentage of vegetable cultivated land with the total-N average annual concentration in rivers, and between the average annual concentration of chlorophyll-a with the total-N average annual concentration in dams/lakes, statistically important simple or multi linear regression models were created in almost all investigations with correlation coefficients ranging between $R^2=0.71-1.00$. Specifically, statistically important simple or multi linear regression models were created to predict the changes in total-N average annual concentrations in dams/lakes based on all the driving forces and pressure indicators except total-N annual content from

recycled water use. Accordingly, statistically important simple or multi linear regression models were created to predict the changes in total-N average annual concentrations in rivers and nitrate average annual concentrations in ground waters based on driving forces indicators: crop-specific changes in agricultural land and share of irrigated agricultural land based on specific use and pressure indicator: livestock manures nitrogen estimate per animal species. A statistically important simple linear regression model was created to predict the changes in total-N average annual concentrations in dams/lakes based on total-N average annual concentrations in rivers. Finally, statistically important simple linear regression models were created to predict the changes in chlorophyll-a average annual concentration based on total-N average annual concentrations in surface waters (dams/lakes and rivers). The statistically important models that were created validate the under assessment indicators suitability to monitor nitrate pollution in waters except total-N annual content from recycled water use. In addition the spatial analysis' results of the selected indicators indicate the need to revise the designated NVZ.

In conclusion, nitrate pollution is an international environmental problem faced by most governments. A holistic approach of the phenomenon requires a target oriented and suitably adjusted in the existing conditions monitoring program that includes representative environmental, social and economical indicators that take a spherical approach to nitrate pollution. The longitudinal study of the indicators should be able to detect relationships, changes and/or tendencies. The present research aspires to become an important tool for the promotion of such a monitoring program that takes a spherical approach to the environmental evaluation of nitrate pollution and doesn't confine to simply monitoring the quality state of surface and ground waters in regards to nitrate pollution.

Keywords: Nitrate pollution, European Union, Cyprus, surface waters, underground waters, environmental indicators, DPSIR

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Παρεκκλίσεις που δόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι το τέλος του 2012 όπως αυτός προσαρμοστικέ από τις εκθέσεις της επιτροπής για την εφαρμογής οδηγία 91/676/ΕΕ συμπεριλαμβανομένου του βαθμού Αξιοποίησης (European Commission, 2010b, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011, European Commission, 2013a και Van der Straeten, et al., 2012)	14
Πίνακας 3.1: Φράγματα περιοχής μελέτης	27
Πίνακας 3.2: Εννοιολογικά μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση/επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών.....	40
Πίνακας 3.3: Συνοπτική περιγραφή δεικτών υπό αξιολόγηση	41
Πίνακας 3.4: Κριτήρια αξιολόγησης ευτροφικής κατάστασης επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λίμνων).....	47
Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά καλλιεργήσιμης γης/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	77
Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά αρδευσιμής γης/χρήση/έτος, εκτίμηση κατανάλωσης άζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος, άζωτο, N ανακυκλωμένου νερού/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	78
Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: άζωτο κτηνοτροφικών αποβλήτων/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	78
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα και χλωροφύλλης-α στα φράγματα/λίμνες με τις μέσες ετήσιες συγκεντρώσεων ολικού N επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λίμνων και υδατορευμάτων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	79
Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου Mann-Whitney U για επιφανειακά και υπόγεια ύδατα	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ5

Πίνακας 2.1: Παρεκκλίσεις που δόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι το τέλος του 2012 όπως αυτός προσαρμοστικέ από τις εκθέσεις της επιτροπής για την εφαρμογής οδηγία 91/676/ΕΕ συμπεριλαμβανομένου του βαθμού Αξιοποίησης (European Commission, 2010b, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011, European Commission, 2013a και Van der Straeten, et al., 2012)	14
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ..... 20

Πίνακας 3.1: Φράγματα περιοχής μελέτης (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017)	27
--	----

Πίνακας 3.2: Εννοιολογικά μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση/επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών.....	40
Πίνακας 3.3: Συνοπτική περιγραφή δεικτών υπό αξιολόγηση	41
Πίνακας 3.4: Κριτήρια αξιολόγησης ευτροφικής κατάστασης επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λίμνων).....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	51
Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά καλλιεργήσιμης γης/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	77
Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά αρδευσιμής γης/χρήση/έτος, εκτίμηση κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος, άζωτο, N ανακυκλωμένου νερού/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	78
Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: άζωτο κτηνοτροφικών αποβλήτων/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	78
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα και χλωροφύλλης-α στα φράγματα/λίμνες με τις μέσες ετήσιες συγκεντρώσεων ολικού N επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λίμνων και υδατορευμάτων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	110
Πίνακας 5.1.: Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου Mann-Whitney U για επιφανειακά και υπόγεια ύδατα	112
Κατάλογος Χαρτών	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	5
Χάρτης 2.1: Ευπρόσβλητες ζώνες Νιτρορρύπανσης εντός Ε.Ε. μέχρι το τέλος του 2012 (European Commission, 2013a)	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	20
Χάρτης 3.1: Γεωλογική θέση και τοπογραφία της Κύπρου (Zoumides, 2014 as seen in Zachariadis, 2016a)	21
Χάρτης 3.2: Γεωλογικός Χάρτης της Κύπρου (Cohen, et al., 2012)	22
Χάρτης 3.3: Κυριότερες Χρήσεις Γης Περιοχής Εργασίας από επεξεργασμένα με το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen raster δεδομένα (Copernicus Programme, Updated 2017)	23
Χάρτης 3.5: Συστήματα Υπόγειου Υδάτος της Κύπρου, (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017).....	29
Χάρτης 3.6: Σταθμοί Επεξεργασίας Λυμάτων, (Χατζηγεωργίου, Παναγιώτα;, 2017)	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	51
Χάρτης 4.4.: Αντιπαραβολή ευτροφικών επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) με τις εκάστοτε ισχύουσες EZN για τη χρονική περίοδο 2011-2014 από αριστερά προς δεξιά και πάνω προς τα κάτω.	65
Χάρτης 4.5.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λευκωσίας που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2016.	67
Χάρτης 4.7.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Πάφου που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2016.	69
Χάρτης 4.8.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λάρνακας που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2015.	70

Κατάλογος Εικόνων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	20
Εικόνα 3.1. Εντολή Analyze, Descriptive statistics, Explore του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.....	48
Εικόνα 3.2. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Legacy Dialogs, K Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.	48
Εικόνα 3.3. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.	49
Εικόνα 3.4. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Legacy Dialogs, 2 Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.	49
Εικόνα 3.5. Εντολή Correlate, Bivariate του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.	50
Εικόνα 3.6. Εντολή Regression, Linear του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	51
Εικόνα 4.1: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	72
Εικόνα 4.2: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.....	72
Εικόνα 4.3: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	72
Εικόνα 4.4: Αποτελέσματα μη αυτόματης επιβεβαίωσης της αποδοχής ή όχι της μηδενικής υπόθεσης μέσω του SPSS v.24. φραγμάτων/λιμνών, υδατορευμάτων και υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014 (πάνω προς κάτω).	73
Εικόνα 4.5: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	74
Εικόνα 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	75
Εικόνα 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	76

Εικόνα 4.25: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	97
Εικόνα 4.26: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	99
Εικόνα 4.27: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορευμάτων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	100
Εικόνα 4.28: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	101
Εικόνα 4.29: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	102
Εικόνα 4.30: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορευματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	102
Εικόνα 4.31: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	103
Εικόνα 4.32: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ολικού N επιφανειακών υδάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	104
Εικόνα 4.33: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ολικού N φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N υδατορευμάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	105
Εικόνα 4.34: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	106
Εικόνα 4.35: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N φραγμάτων/λιμνών όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	107
Εικόνα 4.36: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N υδατορευμάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.	108
Εικόνα 4.37: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.2.	109

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

0.1. Καταγραφή του προβλήματος

Ο όρος νιτρορύπανση αναφέρεται στη συσσώρευση αζωτούχων ενώσεων όπως νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνιακά ιόντα στα υδάτινα σώματα, με ανεπιθύμητες συνέπειες στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Οι αζωτούχες ενώσεις είναι ευρέως διαδεδομένες στη φύση. Αποτελούν πηγή αζώτου (N) για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς (Wang, et al., 2013) το οποίο συνιστά το σημαντικότερο στοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών (Crawford, 1995, Liu, et al., 2014, Robinson, et al., 1991) και βασικό συστατικό για τον σχηματισμό των αμινοξέων, δομικών συστατικών των πρωτεϊνών (Brewer, et al., 1978, Madhumath, et al., 2000, Popovici, et al., 2011).

Η ανάγκη για παραγωγή περισσότερου φαγητού κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και οι εξελίξεις στην επιστήμη και την τεχνολογία που ακολούθησαν, οδήγησαν στην υπέρμετρη χρήση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων (Green, 1989). Χαρακτηριστικά αναφέρετε ότι κατά το διάστημα 1960-1990 η χρήση συνθετικών λιπασμάτων στην Ε.Ε. ανήλθε από περίπου $1,12 \times 10^6$ τόνους στους $11,21 \times 10^6$ τόνους (Nimmo Smith, et al., 2007). Αυτό, σε συνδυασμό με τις εναποθέσεις νιτρικών στα υδατικά σώματα από αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα, τις ατμοσφαιρικές ξηρές ή υγρές αποθέσεις N (Koo & O'Connell, 2006), και του αργού ρυθμού διάχυσης των προσροφημένων στο έδαφος νιτρικών αλάτων στους υπόγειους υδροφορείς (Wang, et al., 2013), δημιούργησαν ανησυχίες για τις πιθανές επιπτώσεις των πλεονασματικών συγκεντρώσεων αζωτούχων αλάτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Οι επιστημονικές μελέτες που διενεργήθηκαν, επαλήθευσαν τις αρνητικές επιπτώσεις των αζωτούχων ενώσεων στην ανθρώπινη υγεία αλλά και στο περιβάλλον. Τα νιτρικά ανάγονται στον ανθρώπινο οργανισμό σε νιτρώδη, παρεμποδίζοντας την δεσμευτική ικανότητα οξυγόνου του αίματος και προκαλώντας το σύνδρομο της μεθαιμογλοβιναϊμίας (κυάνωση), ασθένεια ιδιαίτερα επικίνδυνη στα βρέφη (Ward, et al., 2005). Παράλληλα, ευνοούν τον ενδογενή σχηματισμό των N-Νιτρώδων Ενώσεων (V-Nitroso compounds, NOC), ενώσεις με επιβεβαιωμένη καρκινογόνα δράση στα ζώα και πιθανή καρκινογόνα δράση στον άνθρωπο (Loh, et al., 2011, Ward, et al., 2005). Τέλος, η παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων νιτρικών έχει διασυνδεθεί με αναπαραγωγικές διαταραχές όπως ενδομήτριος θάνατος, αποβολές και άλλες γενετικές ανωμαλίες (Manassaram, et al., 2006, Ward, et al., 2005).

Στα χερσαία και κυρίως στα υδατικά οικοσυστήματα, η ξηρή και υγρή απόθεση της αμμωνίας που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα από το έδαφος και τα φυτά λόγω πτητικότητας, προκαλεί φαινόμενα οξίνισης και ευτροφισμού, ενώ έμμεσα συνεισφέρει στο σχηματισμό οξειδίων του αζώτου που αποτελούν θερμοκηπικά αέρια (Cameron, et al., 2013). Η διάχυση νιτρικών αλάτων από το έδαφος και τα φυτά στα υπόγεια και επιφανειακά υδατικά στρώματα, υποβαθμίζει την γονιμότητα του εδάφους και παράλληλα ευνοεί ευτροφικά φαινόμενα όπως 'ξεσπάσματα' άλγερων (algae bloom) και απώλεια ψαριών (Cameron, et al., 2013, Smith & Schindler, 2009). Τέλος, η διαφυγή στην ατμόσφαιρα στοιχειακού αζώτου (N) και υποξειδίου του αζώτου (N_2O) συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή και την απώλεια του όζοντος (Cameron, et al., 2013, Hauglustaine, et al., 2014).

Το 1991, η Ε.Ε. ως απάντηση στις αυξανόμενες ανησυχίες της επιστημονικής κοινότητας και των εμπλεκόμενων μερών, υιοθέτησε την οδηγία 91/676/ΕΟΚ: για την προστασία των υδάτων από την νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Σκοπός της οδηγίας αποτελεί ο περιορισμός της ρύπανσης των υδάτινων σωμάτων από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και η πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης τους (Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008). Σύμφωνα με τις πρόνοιες της οδηγίας, τα Κράτη Μέλη ήταν υποχρεωμένα να ταυτοποιήσουν και να καθορίσουν ευάλωτες προς νιτρορρύπανση ζώνες, να καταρτίσουν και να εφαρμόσουν κώδικα/κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής και, να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν σχετικό/σχετικά πρόγραμμα/προγράμματα δράσης, βάση προκαθορισμένων χρονοδιαγραμμάτων (Grossman, 2000).

1.2. Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης – πρωτότυπα σημεία

Η νιτρορρύπανση απασχολεί την ευρωπαϊκή κοινότητα εδώ και δύο δεκαετίες. Αποτελεί δε, μέρος της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής νομοθεσίας από το Δεκέμβριο του 1991 όπου το Συμβούλιο της Ε.Ε. υιοθέτησε την οδηγία 91/676/ΕΟΚ με στόχο την προστασία των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Ο βαθμός συμμόρφωσης των κρατών μελών με τις πρόνοιες της οδηγίας ποικίλει, ανάμεσα τους και η Κυπριακή Δημοκρατία που αποτελεί μέλος της Ε.Ε. από τον Μάιο του 2004. Τα μέτρα που λήφθηκαν για την αντιμετώπιση του προβλήματος καθοδηγούνται πλήρως από τις πρόνοιες της Οδηγίας και αφορούν τον καθορισμό Ευπρόσβλητων Ζωνών Νιτρορρύπανσης (ΕΖΝ), την σύσταση και προώθηση Κώδικα/Κώδικών Ορθής Γεωργικής Πρακτικής και την εκπόνηση κατάλληλων προγραμμάτων δράσης.

Στα πλαίσια της αναζήτησης σχετικής γνώσης διαπιστώθηκε κενό όσον αφορά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων δράσης και κατ' επέκταση των μέτρων εξυγίανσης που λαμβάνονται (ΕΕ, 2012). Εντοπίστηκε μόνο ένας περιορισμένος αριθμός άρθρων που παρουσιάζουν τις προσεγγίσεις ορισμένων Κρατών Μελών (ΚΜ) σχετικά με τα προγράμματα παρακολούθησης που εφαρμόζονται για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων δράσης σε Κ.Μ. όπως οι Αυστρία, Τσεχία, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Σλοβακία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Βέλγιο (Schilling, et al., Eppinger, et al., Grant, et al., Jannot, et al., Wolter, et al., Daly & Torpey, Neuberg, Fraters, et al., Holubec, et al., Wirgen & Carlsson Ross, Noel, et al., Vandenberghe, et al., 2011 στα πλαίσια Εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε στο Άμστερνταμ τον Ιούνιο του 2009). Η παρούσα ερευνητική μελέτη φιλοδοξεί χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα, να αξιολογήσει τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των μέτρων που λήφθηκαν για την αντιμετώπιση της νιτρορρύπανσης γεωργικής προέλευσης από τη Κυπριακή Δημοκρατία εμπλουτίζοντας τη σχετική επιστημονική γνώση. Παράλληλα μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στην προώθηση ενός στοχευόμενου προγράμματος παρακολούθησης που να αξιολογεί σφαιρικά τις περιβαλλοντικές πτυχές του φαινομένου και να μη περιορίζεται στην αποκλειστική παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

1.3. Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

Στο σημείο αυτό παρατίθενται οι ορισμοί των κεντρικών εννοιών που διαπραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Περισσότερες διασαφηνίσεις επί των επιπρόσθετων όρων που αξιοποιήθηκαν δίδονται στις παραγράφους της μελέτης όπου αναφέρονται. Επισημαίνεται δε, ότι εφόσον υφίστανται, υιοθετήθηκαν οι νομικοί ορισμοί των εννοιών. Γίνεται κατάλληλη παραπομπή.

Επιφανειακά ύδατα: τα εσωτερικά ύδατα (εκτός των υπόγειων υδάτων) δηλαδή το σύνολο των στάσιμων και ρεόντων επιφανειακών υδάτων που βρίσκονται προς την πλευρά της ξηράς σε σχέση με τη γραμμή βάσης από την οποία μετράται το εύρος της αιγιαλίτιδας ζώνης καθώς και τα μεταβατικά ύδατα δηλαδή τα συστήματα επιφανειακών υδάτων πλησίον στομίων ποταμών που εν μέρει είναι αλμυρά λόγω της γειννίας τους με παράκτια ύδατα αλλά επηρεάζονται κυρίως από ρεύματα γλυκού νερού (Κυπριακή Δημοκρατία, 2004). Τυπικά στα επιφανειακά ύδατα εντάσσονται και τα παράκτια ύδατα και στη περίπτωση αξιολόγησης της χημικής τους κατάστασης και τα ύδατα εντός της αιγιαλίτιδας ζώνης αλλά αυτά δεν περιλαμβάνονται στην περιοχή εργασίας (Π.Ε.) της παρούσας ερευνητικής μελέτης.

Λίμνες: συστήματα στάσιμων εσωτερικών επιφανειακών υδάτων (Κυπριακή Δημοκρατία, 2004).

Φράγματα ή Υδατοφράκτες: κατασκευές που σχεδιάζονται και κατασκευάζονται στις κοίτες ποταμών, ρυακίων ή χειμάρρων με σκοπό την αναχαίτιση της φυσικής απορροής των υδάτων και τη δημιουργία τεχνητών ταμιευτήρων με σκοπό την αξιοποίησή τους για υδρευτικούς, αρδευτικούς ή/και βιομηχανικούς σκοπούς. Δύναται να χρησιμοποιηθούν και για ηλεκτροπαραγωγικούς σκοπούς κάτι όμως που δεν συμβαίνει στην Π.Ε. Παράλληλα η κατασκευή τους αποτελεί μέτρο ανάσχεσης πλημμύρων.

Υδατορεύματα: συστήματα ρεόντων εσωτερικών επιφανειακών υδάτων που περιλαμβάνουν ποταμούς, ρυάκια και χειμάρρους.

Υπόγεια ύδατα: το σύνολο των εσωτερικών υδάτων που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στη ζώνη κορεσμού και σε άμεση επαφή με το έδαφος ή το υπέδαφος (Κυπριακή Δημοκρατία, 2004).

Κοινοτικές Γεωτρήσεις: γεωτρήσεις οι οποίες κατασκευάζονται από τους αρμόδιους φορείς του Κράτους με στόχο την ελεγχόμενη απόληψη υπόγειων υδάτων, κυρίως για πόσιμους υδρευτικούς σκοπούς κοινοτήτων/δήμων. Σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν και για αρδευτικούς σκοπούς.

Αζωτούχα ένωση: κάθε ουσία που περιέχει άζωτο, εξαιρουμένου του αερίου μοριακού αζώτου (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).

Νιτρορρύπανση: άμεση ή έμμεση απόρριψη στο υδάτινο περιβάλλον αζωτούχων ενώσεων γεωργικής προέλευσης, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία, βλάβες στους ζωντανούς οργανισμούς και τα υδάτινα οικοσυστήματα ή ζημιές στις εγκαταστάσεις αναψυχής ή να παρακωλύονται άλλες θεμιτές χρήσεις των νερών (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).

Ευπρόσβλητη Ζώνη νιτρορρύπανσης: κάθε γνωστή περιοχή ξηράς, της οποίας τα νερά απορρέουν σε νερά που έχουν καθοριστεί από τον Υπουργό Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος ως νερά που υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορρύπανση, και η οποία περιοχή συμβάλλει στη νιτρορρύπανση (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).

Ευτροφισμός: ο εμπλουτισμός των νερών με αζωτούχες ενώσεις, με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της ανάπτυξης των φυκιών και των ανώτερων μορφών φυτικής ζωής, με συνακόλουθη ανεπιθύμητη διαταραχή

της ισορροπίας των οργανισμών που ζουν στα νερά και της ποιότητας των συγκεκριμένων νερών (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).

Κατάσταση Επιφανειακών Υδάτων: η συνολική έκφραση της κατάστασης ενός επιφανειακού υδατικού συστήματος, που καθορίζεται από τις χαμηλότερες τιμές της οικολογικής και της χημικής του κατάστασης (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).

Κατάσταση Υπόγειων Υδάτων: η συνολική έκφραση της κατάστασης υπόγειου υδατικού συστήματος που καθορίζεται από τις χαμηλότερες τιμές της ποσοτικής και της χημικής του κατάστασης (Κυπριακή Δημοκρατία, 2004).

0.4. Σκοποί και στόχοι

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής μελετάται ο τρόπος που επέλεξε η Κυπριακή Δημοκρατία να υλοποιήσει τη δέσμευση της απέναντι στην ΕΕ. όσον αφορά την εφαρμογή της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Ειδικότερα σκοπός της, αποτελεί η ποσοτικοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μέτρων δράσης που λήφθηκαν μέσα από την κατάρτιση/επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών που να επιτρέπουν παράλληλα και τη διαχρονική ποσοτική παρακολούθηση της νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της νήσου. Η κατάρτιση/επιλογή των δεικτών γίνεται βάση ενός κατάλληλα επιλεγμένου εννοιολογικού μοντέλου όπως το "Κινητήριες Δυνάμεις – Πιέσεις – Κατάσταση – Επιπτώσεις – Αντιδράσεις" (DPSIR) προσαρμοσμένο στο πρίσμα του φαινομένου της νιτρορρύπανσης.

Πέρα από τη αξιολόγηση των δεικτών με στόχο την ποσοτικοποίηση του φαινομένου της νιτρορρύπανσης, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή επιχειρεί να αξιολογήσει και την καταλληλότητα των δεικτών να επιτελέσουν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν/καταρτίστηκαν. Για το σκοπό αυτό ακολουθείται μια πολυμεθοδική προσέγγιση για να διερευνηθεί η συσχέτιση μια σειράς μεταβλητών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και αποτελούν μέρος των επιλεχθέν δεικτών με τη μεταβολή στις συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Σε δεύτερο επίπεδο διερευνάται η διασύνδεση της νιτρορρύπανσης επιφανειακών υδάτων με τους αντίστοιχους υπόγειους υδροφορείς καθώς και η διασύνδεση της νιτρορρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με την εμφάνιση φαινομένων ευτροφισμού σε επιφανειακά ύδατα λιμνών/φραγμάτων.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Εισαγωγή

Η νιτρορύπανση αποτελεί ένα διαχρονικό φαινόμενο παγκόσμιου ενδιαφέροντος. Μια σύντομη ανασκόπηση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, ανέδειξε ένα σημαντικό αριθμό επιστημονικών άρθρων που προσεγγίζουν το θέμα από διάφορες πτυχές. Υπάρχουν άρθρα τα οποία εστιάζονται στις επιπτώσεις των νιτρικών ιόντων και γενικά των αζωτούχων ενώσεων στην ανθρώπινη υγεία (π.χ. Manassaram, et al., 2006, Loh, et al., 2011, Shuvai & Gruener, 1972, Ward, et al., 2005) ενώ, με το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας να στρέφεται προς το περιβάλλον, ένας σημαντικός αριθμός άρθρων αναφέρετε στις επιπτώσεις των νιτρικών ιόντων στο περιβάλλον (π.χ. Cameron, et al., 2013, Fleseriu & Oroian, 2010, Green, 1989, Hauglustaine, et al., 2014, Smith & Schindler, 2009).

Η υιοθέτηση της οδηγίας 91/676/EK περί νιτρορύπανσης σηματοδότησε και μια στροφή του επιστημονικού ενδιαφέροντος προς τα προληπτικά ή/και διορθωτικά μέτρα που λαμβάνονται στα κέντρα λήψεων αποφάσεων. Το τελευταίο διάστημα δε, έχει δημοσιευθεί ένας περιορισμένος αριθμός μελετών περίπτωσης σχετικά με την εναρμόνιση των κρατών μελών με τις πρόνοιες της εν λόγω οδηγίας (Grossman, 2000, Howarth, 2011, Keessen, et al., 2011, Mihaiescu, et al., 2010, Nguyena, et al., 2014, Nimmo Smith, et al., 2007, Ortolano, et al., 2009, Papavasilopoulos, 2014, Qiaoling, et al., 2007) και ένας ακόμη πιο περιορισμένος αριθμός συνοπτικών μελετών (Brouwer & Hellegers, 1996, Frederiksen, 1995), ενώ δεν εντοπίστηκε ανάλογη μελέτη για την περίπτωση της Κύπρου.

2.2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Το 1991, η Ε.Ε. στα πλαίσια της περιβαλλοντικής της πολιτικής, υιοθετεί την οδηγία 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Η οδηγία αυτή αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο της τρέχουσα ευρωπαϊκής πολιτικής περί των νιτρικών ιόντων στη γεωργία (Frederiksen, 1995). Συνιστούσε δε, μέτρο αντιμετώπισης των προβλημάτων που δημιουργεί η υπέρμετρη και αλόγιστη χρήση οργανικών και συνθετικών λιπασμάτων κατά την εντατική παραγωγή τροφίμων. Σκοπός της αποτελούσε η μείωση της ρύπανσης των υδάτων που προκαλείται άμεσα ή έμμεσα από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και η αντίστοιχη πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης (Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008).

Τα Κράτη Μέλη (Κ.Μ.) καλούνταν βάση κυκλικού χρονοδιαγράμματος να εφαρμόσουν τις πρόνοιες της οδηγίας λαμβάνοντας αποτελεσματικά μέτρα δράσης (Διάγραμμα 2.1). Αρχικά καλούνταν να προσδιορίσουν τα ύδατα εντός της επικράτειας τους που υφίστανται ή δύναται να υποστούν ρύπανση αν δεν λαμβάνονταν αποτελεσματικά μέτρα δράσης, σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

1. κατά πόσον η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα των γλυκών επιφανειακών υδάτων, ειδικά εκείνων που χρησιμοποιούνται ή ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη πόσιμου ύδατος, ισοδυναμεί, υπερβαίνει ή δύναται να υπερβεί σε περίπτωση που δεν ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα, τα 50 mg NO₃⁻/L επιφανειακού ύδατος,

2. κατά πόσον η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα των υπόγειων υδάτων ισοδυναμεί, υπερβαίνει ή δύναται να υπερβεί σε περίπτωση που δεν ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα τα 50 mg NO₃/L υπόγειου ύδατος και
3. κατά πόσον λίμνες γλυκού νερού, άλλοι χώροι γλυκού νερού, εκβολές ποταμών, παράκτια και θαλάσσια ύδατα είναι ή θα μπορούσαν αν δεν ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα να γίνουν ευτροφικά στο προσεχές μέλλον.

Ακολούθως και εντός 2 ετών από την ημερομηνία κοινοποίησης της οδηγίας, δηλαδή τη 19^η Δεκεμβρίου 1991, τα Κ.Μ. καλούνταν να χαρακτηρίσουν ως ευπροσβλητές ζώνες νιτρορύπανσης (EZN) όλες τις γνώστες περιοχές ξηράς που βρίσκονται στο έδαφος τους και συμβάλλουν στη νιτρορύπανση απορρέοντας στα επιβαρυνόμενα ύδατα που επισημάνθηκαν βάση της προηγούμενης διαδικασίας. Κατά την αξιολόγηση θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη τόσο τα φυσικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των υδάτων και του εδάφους όσο και οι τρέχουσες γνώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά των αζωτούχων ενώσεων και των τεχνολογιών αντιμετώπισης του φαινομένου. Τα Κ.Μ. διατηρούσαν το δικαίωμα να χαρακτηρίσουν ως EZN ολόκληρη την επικράτεια τους ενώ όφειλαν να επαναξιολογούν τις εν λόγω περιοχές καθώς και την κατάσταση των υδάτων από πλευράς ευτροφισμού, και να κοινοποιούν τα ευρήματα τους στην ΕΕ κάνοντας τις απαραίτητες προσθήκες ή/και αφαιρέσεις, ανά τετραετία.

Για τη διευκόλυνση της όλης διαδικασίας η οδηγία απαιτούσε την εφαρμογή εντατικών μονοετών προγραμμάτων παρακολούθησης της συγκέντρωσης των νιτρικών στα ύδατα σύμφωνα με τα οποία, θα λαμβάνονταν μηνιαία δείγματα από αντιπροσωπευτικούς σταθμούς δειγματοληψίας τόσο των επιφανειακών/γλυκών υδάτων όσο και των υπόγειων υδροφορέων, με την συχνότητα δειγματοληψίας να αυξάνεται στις εποχές των πλημμυρών. Τα προγράμματα παρακολούθησης εφαρμόζονταν υποχρεωτικά πριν τον αρχικό προσδιορισμό των υδάτων που υφίστανται ή δύναται να υποστούν νιτρορύπανση και επαναλαμβάνονταν τουλάχιστον ανά τετραετία έκτος από εκείνους τους σταθμούς δειγματοληψίας όπου, η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων σε όλα τα προηγούμενα δείγματα ήταν κάτω από 25 mg NO₃/L ύδατος και δεν υπεισέρθετον οποιοσδήποτε νέος επιβαρυντικός παράγοντας, οπότεν το πρόγραμμα παρακολούθησης θα επαναλαμβάνονταν ανά οκταετία.

Πέρα από τον προσδιορισμό της έκτασης του προβλήματος, τα Κ.Μ. όφειλαν να εξασφαλίσουν ένα γενικό επίπεδο προστασίας όλων των υδάτων από τη ρύπανση μέσα από την εκπόνηση κώδικα ή κωδικών ορθής γεωργικής πρακτικής. Σύμφωνα με το παράρτημα II της οδηγίας, ο/οι κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής θα πρέπει να περιλάμβαναν κατά ελάχιστον κανόνες σχετικά με (Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008):

1. τις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες δεν ενδείκνυται η διασπορά λιπασμάτων στο έδαφος·
2. τη διασπορά λιπασμάτων σε επικλινή εδάφη·
3. τη διασπορά λιπασμάτων σε εδάφη κεκορεσμένα με νερό, πλημμυρισμένα, παγωμένα ή σκεπασμένα με χιόνι·
4. τις προϋποθέσεις διασποράς λιπασμάτων στο έδαφος κοντά σε υδάτινα ρεύματα·
5. τη χωρητικότητα και τον τρόπο κατασκευής των δοχείων αποθήκευσης της κόπρου, συμπεριλαμβανομένων μέτρων για πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων από την απορροή και τη διαρροή, στα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα, υγρών που περιέχουν κόπρο και λυμάτων από αποθηκευμένα φυτικά υλικά όπως π.χ. από ενσιρωμένη χορτονομή·
6. μεθόδους για τη διασπορά στο έδαφος τόσο χημικών λιπασμάτων όσο και κόπρου, συμπεριλαμβανομένης της αναλογίας και της ομοιομορφίας της διασποράς, που να διατηρούν τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων στο νερό σε αποδεκτό επίπεδο.
7. τη διαχείριση της χρήσης γης, συμπεριλαμβανομένης της χρησιμοποίησης συστημάτων αμειψισποράς και της αναλογίας της καλλιεργήσιμης επιφάνειας που διατίθεται σε πολυετείς καλλιέργειες αφενός και σε ετήσιες αροτριάιες καλλιέργειες αφετέρου·

8. τη διατήρηση μιας ελάχιστης φυτικής κάλυψης κατά τη διάρκεια βροχερών περιόδων, ώστε να απορροφά από το έδαφος άζωτο, το οποίο αλλιώς θα ρυπάνει το νερό με νιτρικά ιόντα·
9. την ενθάρρυνση της κατάρτισης σχεδίων λίπανσης ανά αγρόκτημα και την τήρηση αρχείων για τη χρήση των λιπασμάτων·
10. την πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων από την απορροή και την καθοδική κίνηση του ύδατος πέραν των ριζών των καλλιεργούμενων φυτών στα αρδευτικά συστήματα.

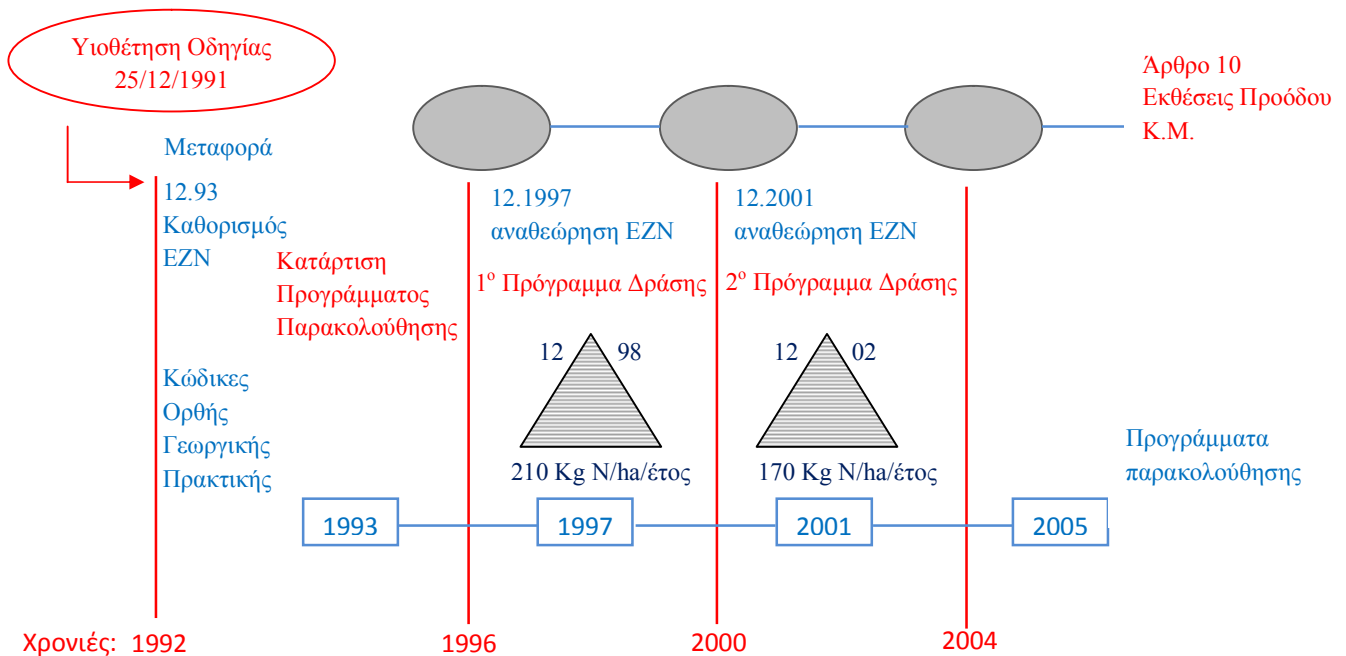
Η εφαρμογή του/των κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής από γεωργούς που δραστηριοποιούνται εντός των EZN θεωρείτο επιβεβλημένη ενώ στην υπόλοιπη επικράτεια της χώρας Κ.Μ. εθελοντική. Εντούτοις, η οδηγία συνιστούσε την καθολική εφαρμογή τους, υποδεικνύοντας την ανάγκη κατάρτισης προγράμματος προώθησης τους που θα περιλάμβανε και σχετική ενημέρωση/επιμόρφωση των γεωργών. Παράλληλα τα Κ.Μ. όφειλαν εντός διετίας από τον αρχικό χαρακτηρισμό των EZN να εκπονήσουν προγράμματα δράσης. Τα προγράμματα δράσης έπρεπε να είναι τετραετή και μπορούσαν να είναι κοινά για όλες τις EZN ενός ΚΜ ή να διαφοροποιούνται. Θα καταρτίζονταν λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις εν λόγω περιοχές και τα διαθέσιμα τεχνικά και επιστημονικά στοιχεία σχετικά με τις ροές αζώτου γεωργικής και άλλης προέλευσης. Σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙΙ της οδηγίας τα μέτρα που θα περιλαμβάνονταν στα προγράμματα δράσης έπρεπε να εξασφαλίζουν ότι, για κάθε γεωργική ή κτηνοτροφική μονάδα, η ποσότητα κόπρου που προστίθεται κάθε χρόνο στο έδαφος, είτε από ανθρώπους είτε από τα ίδια τα ζώα, δεν θα υπερέβαινε τα 170 Kg αζώτου ανά εκτάριο ενώ κατά ελάχιστον τα προγράμματα δράσης έπρεπε να περιλαμβάνουν κανόνες σχετικά με:

1. τις περιόδους κατά τις οποίες θα απαγορεύεται η διασπορά στο έδαφος ορισμένων τύπων λιπασμάτων·
2. τη χωρητικότητα των δοχείων αποθήκευσης κοπριάς·
3. τον περιορισμό της ποσότητας λιπάσματος που επιτρέπεται να διασπείρεται στο έδαφος, στα πλαίσια της ορθής γεωργικής πρακτικής·

Τα ΚΜ όφειλαν να εφαρμόζουν κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης για την αξιολόγηση των προγραμμάτων δράσης ενώ τα προγράμματα δράσης και γενικά τα μέτρα δράσης που θα λάμβανε ένα ΚΜ για την αντιμετώπιση του φαινομένου θα επανεξετάζονταν και θα αναθεωρούνταν ανά τετραετία. Τέλος όλες οι ενέργειες που θα λάμβανε ένα ΚΜ για την υλοποίηση των προνοιών της οδηγίας έπρεπε να κοινοποιούνταν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή εντός καθορισμένων χρονοδιαγραμμάτων, η οποία με τη σειρά της αναλάμβανε την έκδοση σχετικών συνοπτικών εκθέσεων προόδου, επίσης ανά τετραετία.

Συνοψίζοντας, υπό το πρίσμα της οδηγίας, ο ρόλος των Κ.Μ της Ε.Ε. στην αντιμετώπιση του φαινομένου της νιτρορύπανσης καθίστατο ουσιώδεις, εφόσον τα ΚΜ αναλάμβαναν σημαντικές αρμοδιότητες όπως η αξιολόγηση του μεγέθους του προβλήματος, ο καθορισμός ΕΖΝ, η κατάρτιση και εφαρμογή κατάλληλων προγραμμάτων δράσης και η εκπόνηση κώδικα/κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής μέσα από τη θέσπιση κατάλληλων νόμων, κανονισμών και διοικητικών διατάξεων (Grossman, 2000). Παράλληλα, προβλεπόταν πως για την επίτευξη των στόχων της οδηγίας θα απαιτούνταν ριζικές αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται σε ολόκληρη την ΕΕ, ιδιαίτερα σε χώρες με περιοχές εντατικής εκτροφείας ζώων όπως Βέλγιο, Δανία, Κάτω Χώρες, Γερμανία, Γαλλία και Ιταλία (Brouwer & Hellegers, 1996). Επιπρόσθετα αναμενόταν πως ο αντίκτυπος της οδηγίας στο γεωργοκτηνοτροφικό τομέα της ΕΕ θα παρουσίαζε χωρικές διακυμάνσεις λόγω της αντίστοιχης διακύμανσης στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων (από 40kg/ha σε χώρες όπως η Ισπανία και η Πορτογαλία μέχρι 340 Kg/ha στις Κάτω Χώρες) (Brouwer & Hellegers, 1996). Οι χωρικές αυτές διακυμάνσεις αναμενόταν πως θα εντεινόταν ακόμη περισσότερο λόγω της άμεσης συσχέτισης της οδηγίας με τα μέτρα που εκπονούνταν στα πλαίσια της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Brouwer & Hellegers, 1996, Grossman, 2000). Τέλος, η ισχυρή επικάλυψη των οικολογικών στόχων που τίθενται στις Οδηγίες 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης, 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και 2001/81/ΕΚ σχετικά με τα εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους

συμπεριλαμβανομένου της αμμωνίας, μπορεί να διευκολύνει ή/και να δυσχεράνει την επίτευξη των επιμέρους στόχων των οδηγιών με αποτέλεσμα να απαιτείται καλός συντονισμός των επιμέρους μέτρων δράσεως που λαμβάνονται από τα Κ.Μ. (Van Grinsven, et al., 2016).



Διάγραμμα 2.1: Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ όπως προσαρμόστηκε από European Commission, 2002

2.3. Ευρωπαϊκή πραγματικότητα

Όπως έχει αναφερθεί η οδηγία 91/676/ΕΟΚ τέθηκε σε εφαρμογή τη 19η Δεκεμβρίου 1991. Την περίοδο αυτή η ΕΕ αποτελείται από 12 ΚΜ, Βέλγιο, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Δανία, Πορτογαλία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Ιρλανδία και Ηνωμένο Βασίλειο και 3 υποψήφια ΚΜ, Αυστρία, Φιλανδία, Σουηδία. Η μέχρι τότε Κοινή Αγροτική Πολιτική προωθούσε μέσα από μέτρα όπως η διασφάλιση της αγοράς και η υποστήριξη των τιμών, τη μεγιστοποίηση της παραγωγής με επιζήμια για το περιβάλλον αποτελέσματα (Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008). Ειδικά για το φαινόμενο της νιτρορύπανσης, η εντατική παραγωγή τροφίμων συνεπαγόταν υπέρμετρη χρήση συνθετικών λιπασμάτων και η εντατική εκτροφεία ζώων προωθούσε τη συστέγαση υπεράριθμων ζώων σε μικρούς σχετικά χώρους με αποτέλεσμα σε ορισμένες περιοχές της ΕΕ να δημιουργηθούν υπέρογκοι σωροί κόπρων εντείνοντας τις πιέσεις στα υδροφόρα στρώματα (Doody, et al., 2013, Nimmo Smith, et al., 2007, Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008). Το 2004 προσχώρησαν στην ΕΕ οι Τσεχία, Εσθονία, Κύπρος, Λετονία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Μάλτα, Πολωνία, Σλοβενία, Σλοβακία, το 2007 οι Βουλγαρία, Ρουμανία και το 2013 η Κροατία. Σήμερα η ΕΕ αποτελείται από 28 ΚΜ και 4 υποψήφια ΚΜ (Αλβανία, Μαυροβούνιο, Πρώην Γιουγκοσλαβία, Σερβία) ενώ οι ενταξιακές διαδικασίες της Τουρκίας έχουν παγοποιηθεί και το Ηνωμένο Βασίλειο αναμένεται να αποχωρήσει. Όλα τα υποψήφια ΚΜ οφείλουν να εφαρμόσουν το Ευρωπαϊκό κεκτημένο, ανάμεσα τους και η Οδηγία 91/676/ΕΟΚ, πριν την επίσημη προσχώρησή τους εντός ΕΕ. Μέχρι το 1999 τα 15 αρχικά ΚΜ ολοκλήρωσαν τη μεταφορά της Οδηγίας στο εθνικό τους δίκαιο (European Commission, 2002).

Ακολούθως της μεταφοράς της Οδηγία στο εθνικό δίκαιο, το εκάστοτε ΚΜ όφειλε να εντοπίσει τις περιοχές της επικράτειας που υπόκεινται ή δύναται να υποστούν νιτρορύπανση. Η σωστή

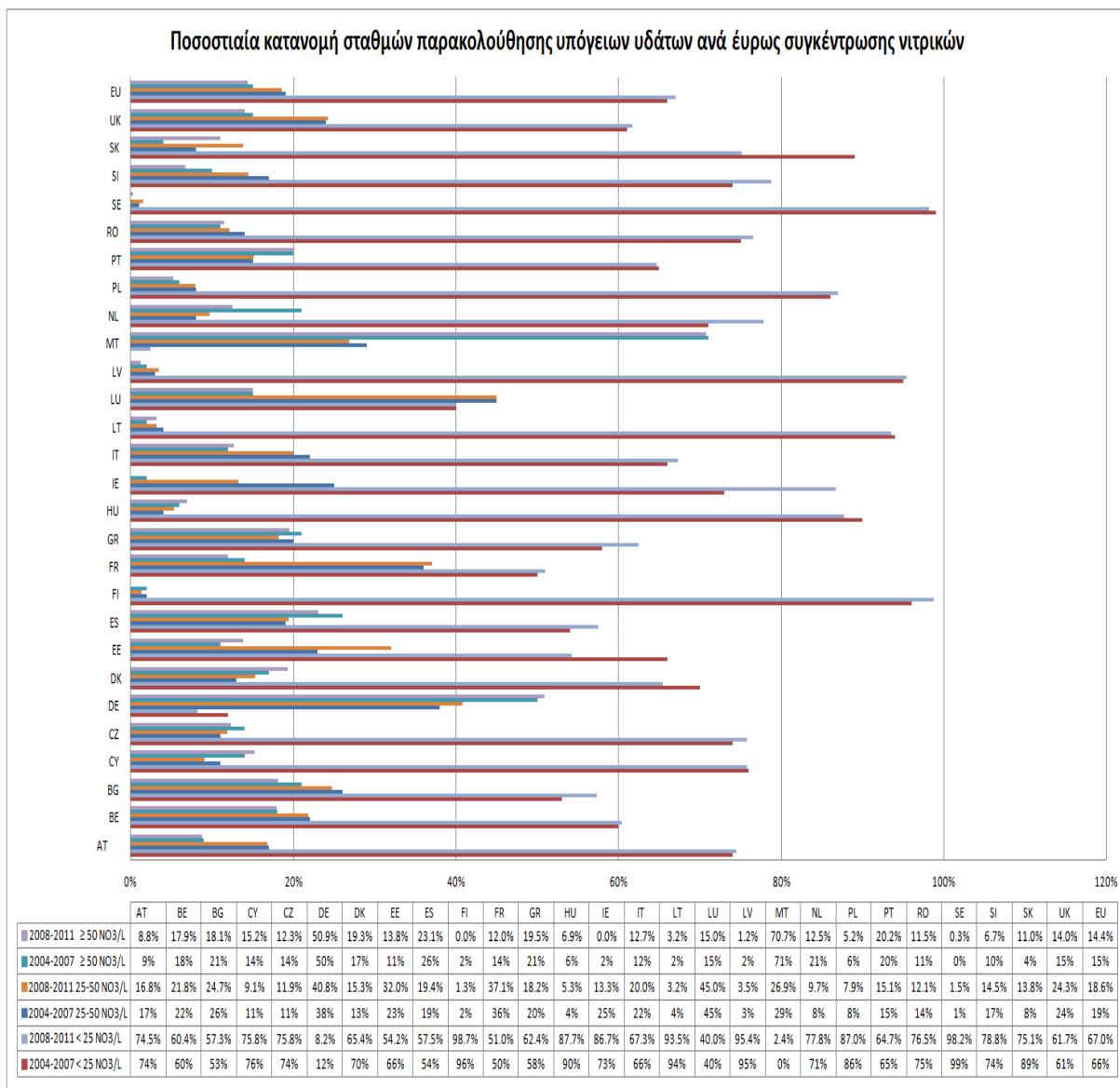
αξιολόγηση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων προϋπόθετε την κατάρτιση κατάλληλων δικτύων παρακολούθησης αντιπροσωπευτικών ολόκληρης της υπό αξιολόγησης περιοχής. Σύμφωνα με στοιχεία της τελευταίας έκθεσης προόδου της Επιτροπής για την υλοποίηση της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ (European Commission, 2013), μέχρι το τέλος του 2012 τέθηκαν σε λειτουργία 33493 σταθμοί παρακολούθησης της ποιοτικής κατάστασης των υπόγειων υδάτων (8 σταθμοί/1000 Km²) και 26639 σταθμοί παρακολούθησης της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων (6.9 σταθμοί/1000 Km²).

Η μεγαλύτερη πυκνότητα κατανομής σταθμών παρακολούθησης υπόγειων υδάτων απαντάται στη Μάλτα (129.7 σταθμοί/1000 Km²) που αντιμετωπίζει το μεγαλύτερο πρόβλημα νιτρορρύπανσης με το 70,7 % των σταθμών να καταγράφουν συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων > 50 mg NO₃/L, το 26.9% συγκεντρώσεις μεταξύ των 25-50 mg NO₃/L και μόνο το 2,4 % να καταγράφουν συγκεντρώσεις < 25 mg NO₃/L. Αντίστοιχα η μικρότερη πυκνότητα κατανομής σταθμών παρακολούθησης απαντάται στη Φιλανδία (0.3 σταθμοί/1000 Km²) που δεν αντιμετωπίζει κανένα πρόβλημα νιτρορρύπανσης και διαθέτει την καλύτερη κατάσταση υπόγειων υδάτων εντός Ε.Ε.. Πέρα από τη Μάλτα οι Γερμανία, Εσθονία, Κάτω Χώρες (Νοτιοανατολικά), Βέλγιο (Φλάνδρα), Ηνωμένο Βασίλειο (κεντρική Αγγλία), Γαλλία, Ιταλία (βόρεια), Ισπανία (βορειοανατολικά), Σλοβακία (νοτιοανατολικά), Ρουμανία (Νότια) και Κύπρος καταγράφουν περιοχές με υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων. Επιπρόσθετα αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων καταγράφονται και στους παράκτιους σταθμούς παρακολούθησης κατά μήκος της Μεσογείου (Διάγραμμα 2.2).

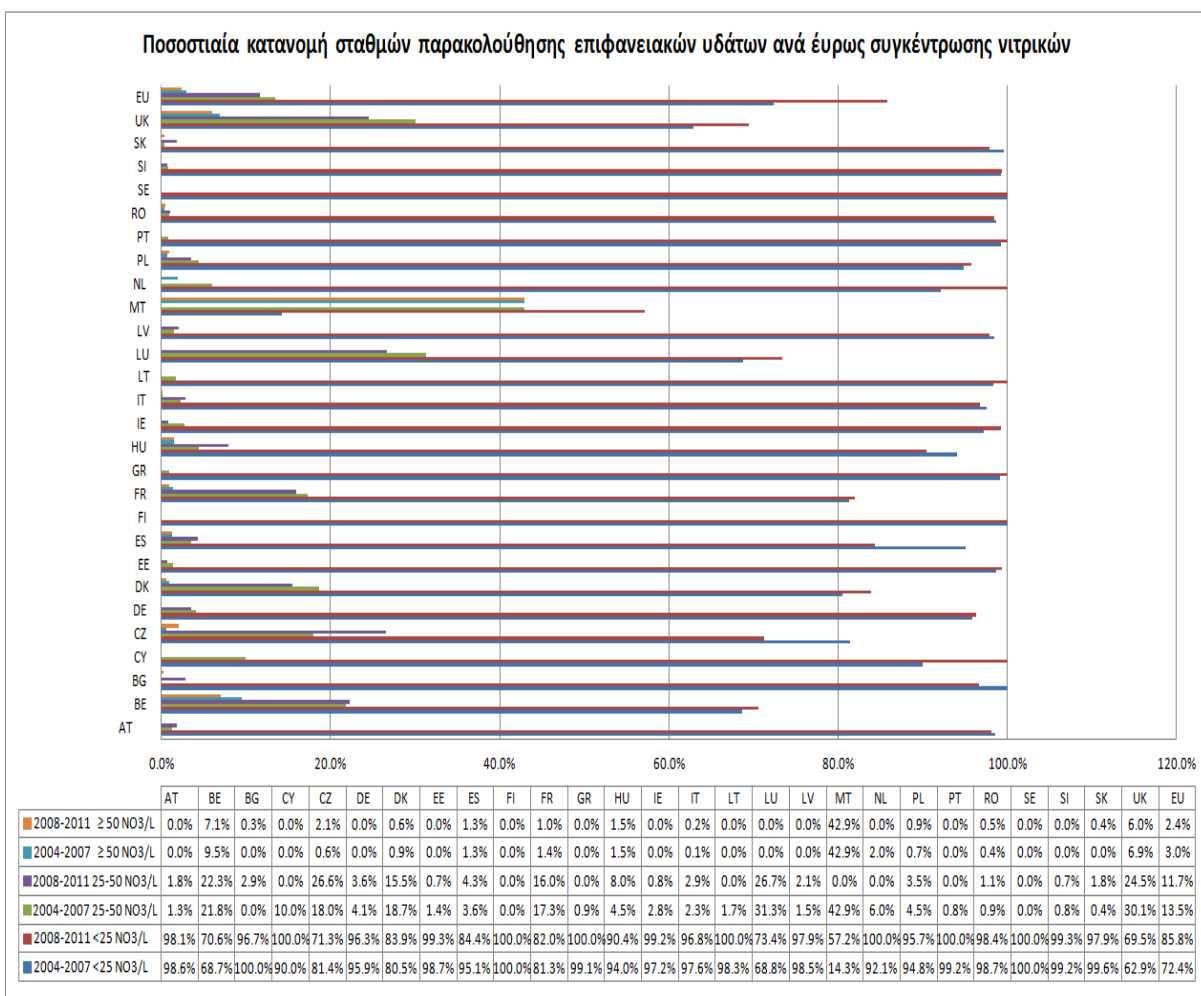
Η μεγαλύτερη πυκνότητα κατανομής σταθμών παρακολούθησης επιφανειακών υδάτων απαντάται στο Ηνωμένο Βασίλειο (30.6 σταθμοί/1000 Km²), το Κ.Μ. με το δεύτερο σε έκταση πρόβλημα νιτρορρύπανσης επιφανειακών υδάτων εντός της Ε.Ε. (6 % των σταθμών να καταγράφουν συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων >50 mg NO₃/L, 24,5% συγκεντρώσεις μεταξύ των 25-50 mg NO₃/L και 69,5 % συγκεντρώσεις <25 mg NO₃/L). Το μεγαλύτερο σε έκταση πρόβλημα νιτρορρύπανσης επιφανειακών υδάτων εντός της Ε.Ε. αντιμετωπίζει και πάλι η Μάλτα με 42.9% των σταθμών παρακολούθησης να καταγράφουν συγκεντρώσεις >50 mg NO₃/L και 57,1% συγκεντρώσεις <25 mg NO₃/L. Πέρα από το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Μάλτα αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων παρουσιάζουν οι Τσεχία, Βέλγιο, Ουγγαρία και Πολωνία. Οι Κύπρος, Φιλανδία, Ελλάδα, Λιθουανία, Κάτω Χώρες, Πορτογαλία και Σερβία δεν αντιμετωπίζουν αντίστοιχο πρόβλημα (Διαγράμματα 2.3).

Γενικά, τα υπόγεια ύδατα της Ε.Ε. φαίνεται να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα νιτρορρύπανσης σε σχέση με τα επιφανειακά ύδατα με μόνο το 67 % των σταθμών παρακολούθησης να καταγράφουν συγκεντρώσεις < 25 mg NO₃/L έναντι του 85.8% των σταθμών παρακολούθησης επιφανειακών υδάτων. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των προγραμμάτων παρακολούθησης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων της περιόδου 2004-2007 με της περιόδου 2008-2011 (διαγράμματα 2.2 και 2.3) διαπιστώνεται μια πολύ μικρή βελτίωση της ποιοτικής κατάστασης των υπόγειων υδάτων (67 % των σταθμών παρακολούθησης καταγράφουν συγκεντρώσεις < 25 mg NO₃/L την περίοδο 2008-2011 έναντι του 66% την περίοδο 2004-2007) έναντι μιας αισθητής βελτίωσης της ποιοτικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων (85,8 % των σταθμών παρακολούθησης καταγράφουν συγκεντρώσεις < 25 mg NO₃/L την περίοδο 2008-2011 έναντι του 72,4% την περίοδο 2004-2007). Σε επίπεδο Κ.Μ. υπάρχουν τάσεις όξυνσης του προβλήματος π.χ. στα υπόγεια ύδατα της Γερμανίας, Εσθονίας, Σλοβακίας και επιφανειακά ύδατα της Βουλγαρίας,

Τσεχίας, Ισπανίας, άμβλυνσης του προβλήματος π.χ. στα υπόγεια ύδατα της Βουλγαρίας, Ισπανίας, Ελλάδας και επιφανειακά ύδατα της Κύπρου, Μάλτας, Κάτω Χωρών ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις η κατάσταση παραμένει σταθερή π.χ. στα υπόγεια ύδατα της Κύπρου, Λιθουανίας, Λουξεμβούργου και επιφανειακά ύδατα της Φιλανδίας, Σουηδίας, Σλοβακίας.



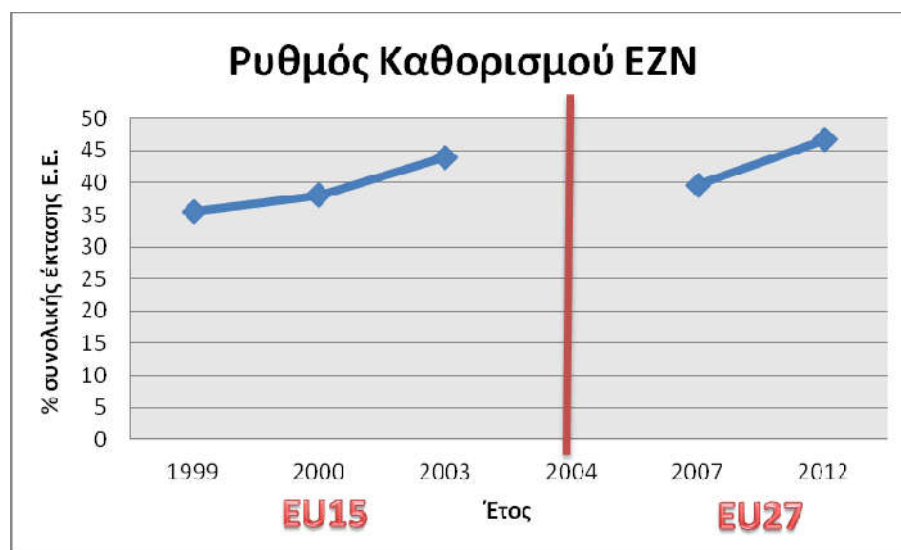
Διάγραμμα 2.2: Ποσοστιαία κατανομή σταθμών παρακολούθησης υπόγειων υδάτων ανά εύρος συγκέντρωσης νιτρικών όπως προσαρμόστηκε από στοιχεία της τελευταίας έκθεσης προόδου της Ε.Ε. για την εφαρμογή της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ.



Διάγραμμα 2.3: Ποσοστιαία κατανομή σταθμών παρακολούθησης επιφανειακών υδάτων ανά εύρος συγκέντρωσης νιτρικών όπως προσαρμόστηκε από στοιχεία της τελευταίας έκθεσης προόδου της Ε.Ε. για την εφαρμογή της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων παρακολούθησης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων οδηγούσε, όπως απαιτεί η Οδηγία, στο καθορισμό/επικαιροποίηση ΕΖΝ και τη κατάρτιση/επικαιροποίηση κατάλληλων προγραμμάτων δράσης ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα των μέτρων αντιμετώπισης μέσα από τη στοχευόμενη εφαρμογή τους. Ως ΕΖΝ χαρακτηρίζονται όλες οι περιοχές υπόγειων και επιφανειακών υδάτων που περιέχουν ή δύναται να περιέχουν συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων πέραν των 50 mg NO₃/L καθώς επίσης και όλες οι περιοχές που είναι ευτροφικές ή δύναται να καταστούν ευτροφικές στο εγγύς μέλλον (Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008). Όπως υποδηλώνουν τα δεδομένα από τις μέχρι στιγμής διαθέσιμες εκθέσεις προόδου της Επιτροπής για την υλοποίηση της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ, καθώς οι πληροφορίες από τα όλο και ενισχυόμενα προγράμματα παρακολούθησης συσσωρεύονταν, οι περιοχές εντός ΕΕ που χαρακτηρίζονταν ως ΕΖΝ αυξάνονταν (διάγραμμα 2.4). Μέχρι το 2012 το 46.69% (1952086,48 Km²) της συνολικής έκτασης της Ε.Ε. χαρακτηρίστηκε ως ΕΖΝ (Χάρτης 2.1, (European Commission, 2013). Σημειώνονται όμως έντονες διαφοροποιήσεις στη κατανομή των ΕΖΝ ανά ΚΜ, με ΚΜ όπως Ηνωμένο Βασίλειο, Εσθονία και Σλοβακία να χαρακτηρίζουν ως ΕΖΝ μόνο ένα ποσοστό αγροτικής γης και ΚΜ όπως Μάλτα, Γερμανία και

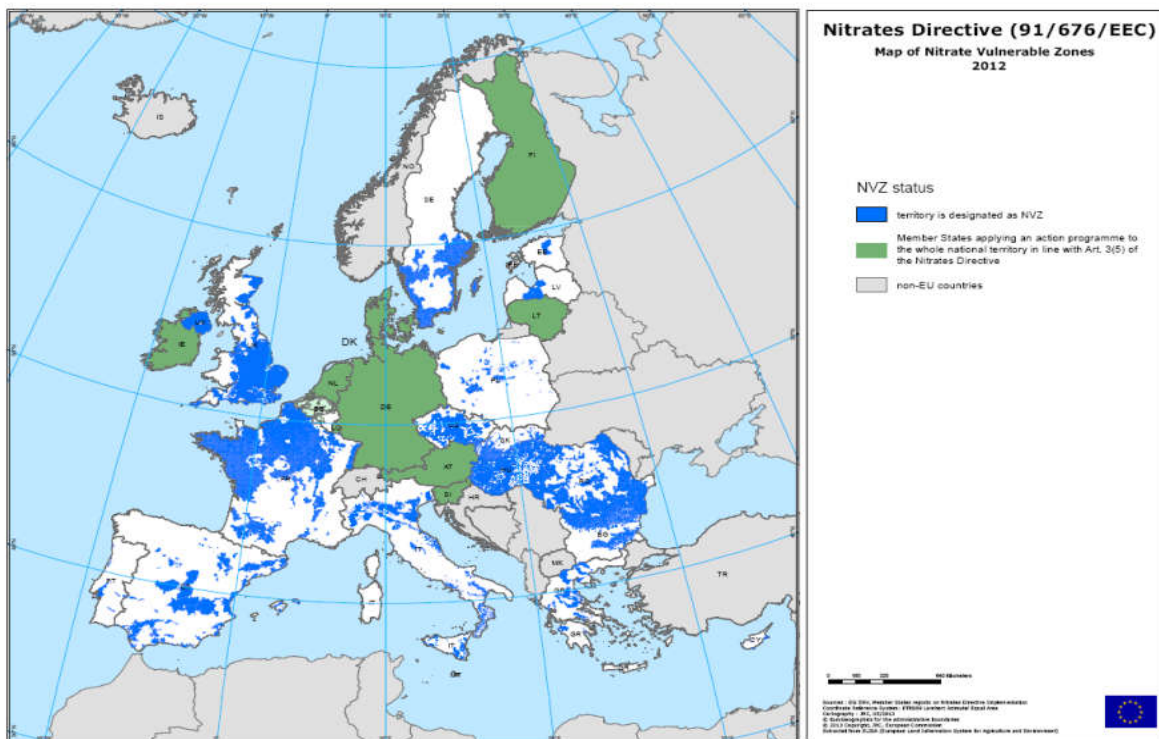
Ιρλανδία να υιοθετούν τη προσέγγιση ολόκληρης επικράτειας. Ενώ ορισμένες διαφοροποιήσεις αποδίδονται σε περιβαλλοντικές και αγροτικές διακυμάνσεις εντός των επικρατειών των χωρών ΚΜ άλλες επηρεάζονται από τη πολιτική προσέγγιση καθορισμού Ζωνών που επιλέγει να εφαρμόσει το εκάστοτε ΚΜ ανάλογα με τη διοικητική ερμηνεία που αποδίδει στην έννοια της τρωτής περιοχής και, καθώς η εφαρμογή προγραμμάτων δράσης είναι υποχρεωτική μόνο στις περιοχές που χαρακτηρίζονται ως ΕΖΝ, ο αντίκτυπος της Οδηγίας ποικίλει από χώρα σε χώρα (Frederiksen, 1995). Συνολικά από τα 27 Κ.Μ. οι Αυστρία, Δανία, Φιλανδία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Κάτω Χώρες και Σλοβενία επέλεξαν να χαρακτηρίσουν ως ΕΖΝ ολόκληρη την επικράτεια τους ενώ τα υπόλοιπα ΚΜ έχουν καθορίσει ως ΕΖΝ συγκεκριμένες περιοχές εντός της επικράτειας τους με αυτές να κυμαίνονται από 15% στη Σουηδία μέχρι 70% στο Βέλγιο (European Commission, 2013, Fraters, et al., 2011).



Διάγραμμα 3.4: Ρυθμός καθορισμού ΕΖΝ όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα των μέχρι στιγμής διαθέσιμων εκθέσεων προόδου της Επιτροπής για την υλοποίηση της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ (Ε.Ε., 1999-2013)

Όπως προνοεί η Οδηγία τα προγράμματα δράσης που εκπονούνται από τα ΚΜ για την αντιμετώπιση της νιτρορρύπανσης είναι δυναμικά και διαφοροποιούνται σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προγραμμάτων παρακολούθησης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως τα 23 από τα 27 ΚΜ που συμμετείχαν στην τελευταία έκθεση προόδου της Επιτροπής για την υλοποίηση της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ την περίοδο 2008-2011 εκτόνησαν νέα ή αναθεωρημένα προγράμματα δράσης με αυστηρότερα μέτρα εξυγίανσης σε σχέση με (European Commission, 2013):

- i. τις περιόδους εφαρμογής συνθετικών και οργανικών λιπασμάτων και κατ' επέκταση τη χωρητικότητα αποθήκευσης κόπρου,
- ii. την εφαρμογή συνθετικών και οργανικών λιπασμάτων σε μη ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, κεκλιμένα εδάφη και περιοχές κοντά σε επιφανειακά ύδατα.



Χάρτης 2.1: Ευπρόσβλητες ζώνες Νιτρορρύπανσης εντός Ε.Ε. μέχρι το τέλος του 2012 (*European Commission, 2013a*)

Παράλληλα, μια από τις βασικές πρόνοιες της Οδηγίας στα πλαίσια της εκπόνησης των προγραμμάτων δράσης ήταν το περιοριστικό όριο των 170 Kg N/ha/έτος για κάθε γεωργική ή κτηνοτροφική μονάδα, σε σχέση με τη ανθρωπογενής ή/και φυσικός προστιθέμενη ποσότητα κόπρου στο έδαφος. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναμένοντας πως το όριο που τέθηκε ήταν πολύ αυστηρό για ορισμένα είδη καλλιέργειας (Schröder, et al., 2007b) και κατανοώντας πως άλλα είδη ευνοούνται από μεγαλύτερες ποσότητες λίπανσης χωρίς προβληματική έκπλυση νιτρικών (Ondersteijn, et al., 2002, Schroder, et al., 2007a) συμπεριέλαβε στην οδηγία δικαιώματα παρέκκλισης (Van der Straeten, et al., 2012). Το δικαίωμα παρέκκλισης παρέχεται για τη διάρκεια εφαρμογής ορισμένου προγράμματος δράσης με απόφασή της Επιτροπής κατόπιν θετικής γνωμοδότησης της κανονιστικής επιτροπής για τη νιτρορρύπανση, με την προϋπόθεση πως το αίτημα βασίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια όπως καλλιέργειες με μακροχρόνιες περιόδους βλάστησης ή με μεγάλες ανάγκες αζώτου, υψηλές καθαρές βροχοπτώσεις και εδάφη με μεγάλη ικανότητα απονιτροποίησης και, νοούμενο πως το αιτούμενο Κ.Μ. αποδειξεί την επίτευξη των στόχων της οδηγίας με συμπληρωματικά μέτρα δράσης (European Commission, 2010). Βασικό προαπαιτούμενο ο καθορισμός ΕΖΝ και η εκπόνηση προγραμμάτων δράσης συμβατών με τις πρόνοιες της οδηγίας.

Ο Πίνακας 2.1 παρουσιάζει τις παρεκκλίσεις που δόθηκαν από την Επιτροπή μέχρι το τέλος του 2012 στα ενδιαφερόμενα Κ.Μ. καθώς και τον βαθμό αξιοποίησης τους, από τους επιλέξιμους γεωργοκτηνοτρόφους ανά χώρα/περιοχή σύμφωνα με στοιχεία της Voortgangsrapport mestbank, 2009 (as seen in Van der Straeten, et al., 2012). Παρά τα οικονομικά κέρδη που δύναται να επιφέρει η αξιοποίηση των παρεκκλίσεων από πλευράς μείωσης διαχειριστικού κόστους, το ενδιαφέρον αξιοποίησης τους από τους επιλέξιμους γεωργοκτηνοτρόφους ήταν ιδιαίτερα χαμηλό (Kruitwagen, et al., 2009, Van der Straeten, et al., 2012). Στην Αυστρία π.χ. ο βαθμός αξιοποίησης ήταν τόσο χαμηλός που η κυβέρνηση δεν επιδίωξε την ανανέωση της. Εξαιρέση αποτελούν η αμιγώς αγελαδοτροφικές περιοχές της Φλάνδρας στο Βέλγιο και οι

Κάτω Χώρες όπου ο βαθμός αξιοποίησης ανέρχεται στο 30%. Σε μελέτη των επιπτώσεων της εφαρμογής της παρέκκλισης που δόθηκε στις Κάτω Χώρες, οι (Kruitwagen, et al., 2009) συμπέραναν πως η επίτευξη του στόχου των 50 mg NO₃⁻/L στα ρηγά υπόγεια ύδατα δύναται να καθυστερήσει, ειδικά σε αμμώδης περιοχές (2025-2030). Γεγονός που επιβεβαιώνουν σε μετέπειτα μελέτη οι (Van Grinsven, et al., 2016).

Πίνακας 2.1: Παρεκκλίσεις που δόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι το τέλος του 2012 όπως αυτός προσαρμοστικό από τις εκθέσεις της επιτροπής για την εφαρμογή οδηγία 91/676/ΕΕ συμπεριλαμβανομένου του βαθμού Αξιοποίησης (European Commission, 2010b, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011, European Commission, 2013a και Van der Straeten, et al., 2012)

Α/Α	Χώρα/Περιοχή	Παρέκκλιση	Διάρκεια	Βαθμός αξιοποίησης
1	Αυστρία	230Kg N από κοπριά ζώων /ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 70% εναλλασσόμενες καλλιέργειες με μεγάλες ανάγκες αζώτου π.χ. γρασίδι, τεύτλα.	2006-2007	0,005%
2	Βέλγιο/ Φλάνδρα Βέλγιο/ Βαλονία	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής και επεξεργασμένη κοπριά/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με λειμώνες και αραβόσιτο και 200Kg N/ha από κοπριά ζώων βοσκής και επεξεργασμένη κοπριά ζώων/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με εναλλασσόμενη καλλιέργεια χειμερινού σιταριού, καλλιεργειών αλιευμάτων και τεύτλων. 230Kg N από κοπριά ζώων/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με λειμώνες και όχι πέραν των 115Kg N/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με άλλου τύπου καλλιέργειες.	2008-2014 2008-2011	30% Μη Διαθέσιμα Στοιχεία
3	Ιρλανδία	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 80% του καλλιεργήσιμου εδάφους λειμόνα.	2007-2013	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία
4	Γερμανία	230Kg N από κοπριά ζώων/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με μόνο χωράφια εντατικής καλλιέργειας λειμώνων που θερίζονται 4 φορές ετησίως ή συνδυάζουν βοσκή και θερισμό 3 φορές ετησίως.	2006-2012	0,24%
5	Δανία	230Kg N από κοπριά ζώων/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 70% εναλλασσόμενες καλλιέργειες με μεγάλες ανάγκες αζώτου π.χ. γρασίδι, τεύτλα.	2002-2016	3.9%

6	Κάτω Χώρες	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 70% του καλλιεργήσιμου εδάφους λειμώνα.	2005-2014	33%
7	Ηνωμένο Βασίλειο/Αγγλία, Σκωτία, Ουαλία	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 80% του καλλιεργήσιμου εδάφους λειμώνα.	2009-2012	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία
	Βόρεια Ιρλανδία	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής/ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 80% του καλλιεργήσιμου εδάφους λειμώνα.	2007-2012	2,8%
8	Ιταλία/ Λομβαρδία, Πεδεμόντιο, Βενέτο, Αιμίλια Ρομάνα	250Kg N από κοπριά ζώων βοσκής και επεξεργασμένη κοπριάς χοίρων /ha/έτος σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις με τουλάχιστο 70% καλλιέργειες με μεγάλες ανάγκες αζώτου και παρατεταμένες καλλιεργητικές περιόδους.	2011-2015	Μη Διαθέσιμα Στοιχεία

Τέλος, τα ΚΜ παρείχαν πολύ λίγες πληροφορίες για τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων δράσης και κατ' επέκταση των μέτρων εξυγίανσης που λαμβάνουν (European Commission, 2013). Υπάρχει όμως ένας περιορισμένος αριθμός άρθρων που παρουσιάζουν τις προσεγγίσεις ορισμένων ΚΜ σχετικά με τα προγράμματα παρακολούθησης που εφαρμόζονται για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων δράσης π.χ. Αυστρία, Τσεχία, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Κάτω Χώρες, Σλοβακία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Βελγίου (Schilling, et al., 2011, Eppinger, et al., 2011, Grant, et al., 2011, Jannot, et al., 2011, Wolter, et al., 2011, Daly & Torpey, 2011, Neuberg, 2011, Fraters, et al., 2011, Holubec, et al., 2011, Wirgen & Carlsson Ross, 2011, Noel, et al., 2011 και Vandenberghe, et al., 2011 στα πλαίσια Εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε στο Άμστερνταμ τον Ιούνιο του 2009). Γενικά εφαρμόζονται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις αξιολόγησης, η κλιμακωτή προσέγγιση (π.χ. Δανία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο) και η προσέγγιση παρεμβολής (π.χ. Αυστρία, Ιρλανδία, Γερμανία, Κάτω Χώρες και Βέλγιο):

- i. Κατά τη κλιμακωτή προσέγγιση, η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων των αλλαγών των γεωργικών πρακτικών στην έκπλυση των νιτρικών προς το περιβάλλον και γενικά της κατάστασης των υδάτων γίνεται μέσα από δεδομένα που λαμβάνονται από έρευνες σε πειραματικούς χώρους (αγροτεμάχια, οικόπεδα). Στην συνέχεια χρησιμοποιούνται μοντέλα διαδικασιών και δεδομένων αλλαγών γεωργικών πρακτικών σε εθνικό επίπεδο για να ανάγουν τα πειραματικά αποτελέσματα και να περιγράψουν την κατάσταση σε εθνικό επίπεδο.
- ii. Η προσέγγιση παρεμβολής, για την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων των αλλαγών των γεωργικών πρακτικών στην έκπλυση των νιτρικών προς το περιβάλλον και γενικά της κατάστασης των υδάτων χρησιμοποιεί αποτελέσματα που λαμβάνονται από πολλαπλά τυχαία δείγματα π.χ. φάρμες και στη συνέχεια με τη βοήθεια στατιστικών μοντέλων και αλλαγών γεωργικών πρακτικών που παρακολουθούνται σε εθνικό επίπεδο περιγράφεται η κατάσταση σε εθνικό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα των δύο αυτών διαφορετικών προσεγγίσεων αναμένεται να δημοσιοποιηθούν εντός της επόμενης έκθεσης προόδου της Επιτροπής, το 2018.

2.4. Κυπριακή πραγματικότητα-Ιστορική Αναδρομή

Η Κυπριακή Δημοκρατία αποτελεί μέλος της Ε.Ε. από την 1^η Μαΐου, 2004. Βασικό προαπαιτούμενο αποτέλεσε η ενσωμάτωση του κοινοτικού κεκτημένου στη Κυπριακή Νομοθεσία, ανάμεσα του και η οδηγία 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης με τις σχετικές τροποποιήσεις και αποφάσεις. Η πρώτη αναφορά στην οδηγία γίνεται στον Νόμο Περί Ελέγχου Ρύπανσης των Νερών 106(I)/2002 στα πλαίσια του οποίου η ευθύνη υλοποίησης/παρακολούθησης των προνοιών της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ ανατίθεται στον τότε Υπουργός Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, νυν Υπουργός Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος (CyLAW , 2016). Εκτοτε ο Υπουργός σε συνεργασία με το Υπουργικό Συμβούλιο εκδώσαν τους ακόλουθους σχετικούς κανονισμούς/διατάγματα, με στόχο την υλοποίηση των προνοιών της οδηγίας:

- Κανονισμός ΚΔΠ534/2002: οι περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών (Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης) κανονισμοί του 2002, σύμφωνα με τους οποίους το **υπουργικό συμβούλιο**, υιοθετώντας τις πρόνοιες της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ, α) ορίζει τις Ευπρόσβλητες Ζώνες (ΕΖ) και τις ευθύνες του υπουργού προς τον καθορισμό, επικαιροποίηση και κοινοποίηση του καταλόγου ΕΖ στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, β) προσδιορίζει τα κριτήρια καθορισμού νερών που υφίστανται νιτρορύπανση και νερών που δύναται να υποστούν νιτρορύπανση (επιφανειακών και υπόγειων νερών) γ) καθορίζει το περιεχόμενο του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, επισημαίνει την ανάγκη συμπερίληψης μέτρων επιμόρφωσης και ενημέρωσης των γεωργών σε ενδεχόμενο πρόγραμμα προώθησης της εφαρμογής του Κώδικα δ) θέτει χρονικά όρια στα προγράμματα δράσης που δύναται να εκπονηθούν δια την αντιμετώπιση της νιτρορύπανσης στις ΕΖ ενώ παράλληλα αναφέρεται στα κριτήρια/περιεχόμενο των μέτρων που ενδέχεται να ληφθούν στα πλαίσια των προγραμμάτων δράσης, ε) αναφέρεται στα προγράμματα δειγματοληψίας (συχνότητα, δειγματοληπτικοί σταθμοί) και τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν για των προσδιορισμών των αναγκαίων παραμέτρων και τέλος στ) καθορίζει το περιεχόμενο της έκθεσης του Υπουργού προς της Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002).
- Κανονισμός ΚΔΠ407/2002: υπουργικό **διάταγμα** του 2002 για τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής στα πλαίσια του οποίου δίδεται καθοδήγηση σε όλους τους εμπλεκόμενους γεωργοκτηνοτρόφους σχετικά με την ορθολογική χρήση λιπασμάτων (είδη, αποθήκευση, χρόνο και μέθοδοι εφαρμογής) και κτηνοτροφικών αποβλήτων (στερεά και υγρά), ενώ καθορίζονται οι περιβαλλοντικά αποδεκτές συνθήκες για την χρήση ανακυκλωμένου νερού από αστικά απόβλητα και λάσπης επεξεργασίας λυμάτων για γεωργικούς σκοπούς (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002b).
- Κανονισμός ΚΔΠ41/2004: υπουργικό **διάταγμα** του 2004 για το Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των ευπρόσβλητων περιοχών νερών λόγω νιτρορύπανση στα πλαίσια του οποίου ορίζονται μέτρα α) για την προστασία της περιοχής τροφοδοσίας του υπόγειου νερού που προορίζεται για ύδρευση (αναφορά στις ζώνες προστασίας των γεωτρήσεων ύδρευσης), β) για την ορθολογική χρήση φύλαξη και μεταφορά λιπασμάτων γ) την ολοκληρωμένη διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Παράλληλα αναφέρονται τα αρχεία που πρέπει να τηρούνται για σκοπούς ελέγχου και η συχνότητα και το είδος των χημικών αναλύσεων που πρέπει να πραγματοποιούνται για σκοπούς καθοδήγησης της λίπανσης. Τέλος γίνεται λεπτομερείς αναφορά στους κανόνες λίπανσης ανά καλλιέργεια (πατάτες, εσπεριδοειδή, σιτηρά, φυλλοβόλα, αμέλια, λαχανικά, υδροπονικές καλλιέργειες, μπανάνες και λοιπά) αλλά και στην επιμόρφωση όλων των εμπλεκόμενων. Παράλληλα με τροποποίηση της σχετικής νομοθεσίας 106(I)/2002, το 2005

καθορίζονται οι όροι συμμετοχής του κοινού στην εκπόνηση των προγραμμάτων δράσης για την αντιμετώπιση της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης στις ΕΖ καθώς και η ενημέρωση του, μετά τη λήψη της τελικής απόφασης (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2004a).

- Κανονισμός ΚΔΠ42/2004: περί Ελέγχου Ρύπανσης των νερών (ευπροσβλητες ζώνες λόγω νιτρορύπανσης και κατηγορίες νερών που υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορύπανση) **διάταγμα** (υπουργού) του 2004 με το οποίο οι περιοχές Κοκκινοχώρια, Κίτι-Περβόλια, Ακρωτήρι, Πάφος, Πόλης Χρυσοχούς και Καρκώτης καθορίζονται ως ΕΖ λόγω νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης ενώ οι υπόγειοι υδροφορείς που βρίσκονται εντός των πιο πάνω ΕΖ, οι ποταμοί Καρκώτης και Πόλης Χρυσοχούς και τα παράκτια ύδατα που συνορεύουν με τις ΕΖ καθορίζονται ως κατηγορίες νερών που υφίστανται ή δύναται να υποστούν νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Παράλληλα στο εν λόγω διάταγμα καθορίζεται η λίπανση των εποχιακών λαχανικών, και των λοιπών καλλιεργειών και η ανάγκη χρήσης Βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης κατά την αζωτούχα λίπανση της μπανάνας ενώ γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις υδροπονικές καλλιέργειες και την ανάγκη ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης των αποστραγγίσεων τους. Τέλος καθορίζεται ο τρόπος επιμόρφωσης/ενημέρωσης όλων των εμπλεκόμενων στη χρήση λιπασμάτων εντός των ΕΖ (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2004b).
- Κανονισμός ΚΔΠ867/2004: περί Ελέγχου Ρύπανσης των νερών (ευπροσβλητες ζώνες λόγω νιτρορύπανσης και κατηγορίες νερών που υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορύπανση) τροποποιητικό **διάταγμα** (υπουργού) του 2004 με το οποίο αφαιρείται από τις εν λόγω κατηγορίες ο ποταμός Πόλης Χρυσοχούς και τα παράκτια νερά (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2004)
- Κανονισμός ΚΔΠ263/2007: υπουργικό **διάταγμα** του 2007 για τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για Περιορισμό της Νιτρορύπανσης. Ο νέος κώδικας καταργεί τον αντίστοιχο κώδικα του 2002 (ΚΔΠ407/2002), επικαιροποιώντας τις πρόνοιες σχετικά με το Κώδικα Χρήσης Λιπασμάτων και το Κώδικα Χρήσης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων δίνοντας έμφαση στην προστασία των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Παράλληλα προωθεί τη χρήση ανακυκλωμένου νερού από αστικά απόβλητα και λάσπης επεξεργασίας λυμάτων για γεωργικούς σκοπούς επισημαίνοντας πως η εφαρμογή τους βάση των προνοιών του κώδικα συνεισφέρει σημαντικά στην απεξάρτηση της γεωργοκτηνοτροφίας από τις βροχοπτώσεις, τη προστασία του περιβάλλοντος από την ρύπανση και την διασφάλιση της δημόσιας υγείας (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2007).
- Κανονισμός ΚΔΠ185/2008: τροποποιητικό υπουργικό **διάταγμα** τα ου 2008 για το Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης με βάση το οποίο καταργείτε το προηγούμενο σχετικό διάταγμα του 2004 (ΚΔΠ41/2004). Το νέο πρόγραμμα δράσης δίνει σαφέστερες οδηγίες στους γεωργοκτηνοτρόφους που δραστηριοποιούνται στις ΕΖ σχετικά με την ορθολογική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων και λάσπης γενικά και ανά καλλιέργεια ειδικά. Παράλληλα ενσωματώνονται οι μέχρι τότε κανονισμοί περί προστασίας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων και ο Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής η τήρηση του οποίου τίθεται ως προϋπόθεση (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008a).
- Κανονισμός ΚΔΠ186/2008: περί Ελέγχου Ρύπανσης των νερών (ευπροσβλητες ζώνες λόγω νιτρορύπανσης και κατηγορίες νερών που υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορύπανση) **διάταγμα** (υπουργού) του 2008 σύμφωνα με το οποίο οι περιοχές Κοκκινοχώρια, Κίτι-Περβόλια, Ακρωτήρι, Πάφος και Πόλης Χρυσοχούς καθορίζονται ως ΕΖ λόγω νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης ενώ οι υπόγειοι υδροφορείς Κοκκινοχωρίων, Ακρωτηρίου, Πάφος (Πέγειας), Κιτίου και Πόλης Χρυσοχούς καθορίζονται ως κατηγορίες νερών που υφίστανται ή δύναται να υποστούν

νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Παράλληλα καταργεί το αντίστοιχο διάταγμα ΚΔΠ42/2004 (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008b).

- Κανονισμός ΚΔΠ41/2011: περί Ελέγχου Ρύπανσης των νερών (ευπροσβλητες ζώνες λόγω νιτρορύπανσης και κατηγορίες νερών που υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορύπανση) **διάταγμα** (υπουργού) του 2011 σύμφωνα με το οποίο η περιοχή Ορούντας εντάσσεται στις ΕΖ λόγω νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης και ο υδροφορέας που βρίσκεται εντός την ΕΖ εντάσσεται στις κατηγορίες νερών που υφίστανται ή δύναται να υποστούν νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2011).
- Κανονισμός ΚΔΠ300/2012: τροποποιητικό υπουργικό **διάταγμα** του 2012 για το Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης με βάση το οποίο καταργείτε το προηγούμενο σχετικό διάταγμα του 2008 (ΚΔΠ185/2008) ενώ η εφαρμογή του στις ΕΖ γίνεται υποχρεωτική. Σημαντικό στοιχείο του παρόν προγράμματος δράσης είναι η ανάθεση της ευθύνης εφαρμογής και παρακολούθησης των μέτρων του Προγράμματος Δράσης πέρα από το Τμήμα Γεωργίας και στο Τμήμα Περιβάλλοντος όσον αφορά τις αρμοδιότητες του στα πλαίσια της αδειοδότησης και επιθεώρηση κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων. Όλες οι πρόνοιες του δε, γίνονται ακόμη πιο σαφείς και λεπτομερείς (λίπανση, χρήση λάσπης, επιμόρφωση, χημικές αναλύσεις) (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2012).
- Κανονισμός ΚΔΠ258/2013: τροποποιητικό υπουργικό **διάταγμα** του 2013 για το Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης με βάση το οποίο αντικαθίσταται το προηγούμενο σχετικό διάταγμα του 2012 (ΚΔΠ300/2012). Ενώ διατηρείται η δομή του προηγούμενου προγράμματος οι βασικές πρόνοιες σχετικά με τη χρήση και αποθήκευση κτηνοτροφικών αποβλήτων γίνονται πιο σαφείς ταυτόχρονα όμως αίρεται η προθεσμία για εναρμόνιση των δεξαμενών αποθήκευσης υγρών και στερεών αποβλήτων με τις προτεινόμενες προδιαγραφές μέχρι τις 31.12.2017. Παράλληλα επικαιροποιούνται οι βοηθητικοί πίνακες του παραρτήματος Ι σχετικά με την συγκέντρωση Ν στα διάφορα είδη στερεών αποβλήτων και τη φαινόμενη πυκνότητα ξηρής και αποθηκευμένης κοπριάς (Υ.Γ.Α.Α.Π. , 2013).
- Κανονισμός ΚΔΠ281/2014: το εν ισχύ τροποποιητικό υπουργικό **διάταγμα** του 2014 για το Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης με βάση το οποίο καταργείται το προηγούμενο σχετικό διάταγμα του 2013 (ΚΔΠ258/2013) και αντικαθίσταται ο νόμος περί ολοκληρωμένης πρόληψης και ελέγχου ρύπανσης 2003-2009 με το νόμο περί βιομηχανικών εκπομπών του 2013 στα πλαίσια της χρήσης κτηνοτροφικών αποβλήτων- λάσπης. Ταυτόχρονα αίρεται η πρόνοια όπως η αποθήκευση στερεών αποβλήτων/κοπριάς να μη γειτνιάζει με κατοικημένες περιοχές και οι συστάσεις για την κατάλληλη περίοδο δειγματοληψιών φύλλων και εδάφους. Παράλληλα επικαιροποιούνται οι βοηθητικοί πίνακες των παραρτημάτων ΙΙ και ΙΙΙ σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων ανά είδος και τις ανάγκες καλλιεργειών σε άζωτο (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2014).

Η δέσμευση της κυβέρνησης για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης ανανεώθηκε πρόσφατα στα πλαίσια της εκπόνησης του Στρατηγικού Σχεδίου 2016-2018 του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος (Υ.Γ.Α.Α.Π., 2015). Συγκεκριμένα η υλοποίηση του Στόχου 2 του Τμήματος Γεωργίας για «διασφάλιση της αιφόρου διαχείρισης των φυσικών πόρων στον αγροτικών τομέα και προώθηση της κλιματικά έξυπνης γεωργίας» αποσκοπεί στην αντιμετώπιση του φαινομένου μέσα από την εκπόνηση κοινοτικών και εθνικών σχεδίων/προγραμμάτων με μέτρα προστασίας και διατήρησης των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος καθώς και την προώθηση μεθόδων διαχείρισης της παραγωγικής διαδικασίας που ωφελούν το περιβάλλον. Ο στόχος 3 του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων

για «διασφάλιση της ποιότητας και προστασίας των υδάτινων πόρων και του υδάτινου περιβάλλοντος» αντιμετωπίζει τη διαχείριση των υδάτων ολιστικά στοχεύοντας στην καθολική εφαρμογή των προνοιών των κοινοτικών και εθνικών νομοθεσιών περί διαχείρισης των υδάτινων πόρων ανάμεσα τους και η εφαρμογή της εθνικής νομοθεσίας για την προστασία των υδάτινων πόρων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης δίνει έμφαση στην καταγραφεί, παρακολούθηση και αξιολόγηση της κατάστασης των υπόγειων υδροφορέων σε σχέση με την οδηγία για τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης μέσα από την υλοποίηση του στόχου 2 για «ανάπτυξη γνώσης για τους υπόγειους υδατικούς πόρους και συμβολή στην αξιοποίηση, παρακολούθηση και προστασία τους» και τέλος το Τμήμα Περιβάλλοντος, προσπαθεί μέσω της βελτίωσης του συστήματος αδειοδότησης και επιθεωρήσεων που έχει θεσπίσει να υλοποιήσει το στόχο 2 για «Προστασία του περιβάλλοντος» έχοντας ως βασικές προτεραιότητες τον έλεγχο της ρύπανσης των υδάτων και του εδάφους αλλά και τη κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων.

Κεφάλαιο Τρίτο

Μεθοδολογία

3.1. Σκοπός – Στόχοι

Με τη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετάται κατά πόσο τα μέτρα που έχει λάβει η Κυπριακή Δημοκρατία στα πλαίσια της υλοποίησης της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης συνεισέφεραν θετικά στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα μέτρα αυτά αφορούν τον καθορισμό ΕΖΝ, την σύσταση και προώθηση Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής και την εκπόνηση κατάλληλων προγραμμάτων δράσης.

Ειδικότερα σκοπός της, αποτελεί η ποσοτικοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μέτρων μέσα από την κατάρτιση/επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών που να επιτρέπουν παράλληλα και τη διαχρονική ποσοτική παρακολούθηση της νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της Νήσου.

Πέρα από τη αξιολόγηση των δεικτών, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή επιχειρεί να αξιολογήσει και την καταλληλότητα των δεικτών να επιτελέσουν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν/καταρτίστηκαν. Για το σκοπό αυτό διερευνάται η συσχέτιση μια σειράς μεταβλητών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και αντιπροσωπεύονται από δείκτες με τη μεταβολή στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων που επίσης συνιστούν δείκτες.

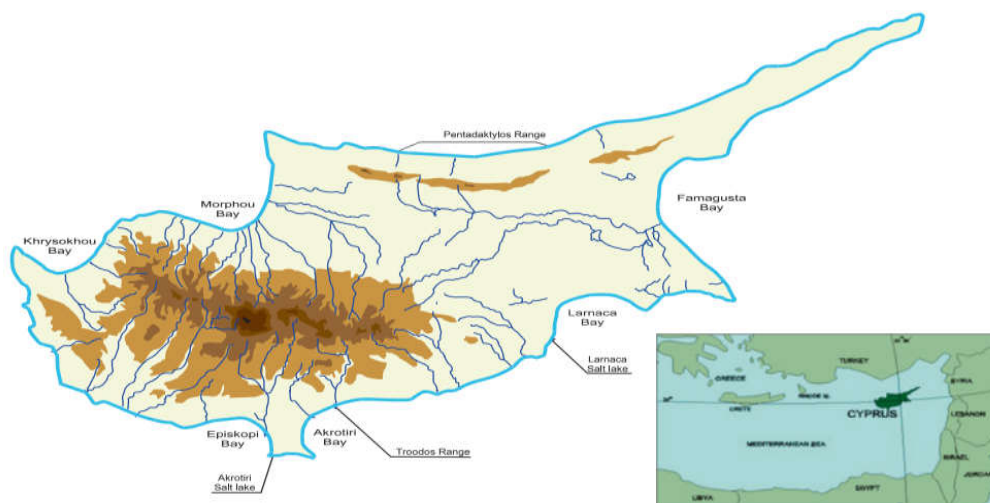
Τέλος, διερευνάται η διασύνδεση της νιτρορρύπανσης επιφανειακών υδάτων με τους αντίστοιχους υπόγειους υδροφορείς καθώς και η διασύνδεση της νιτρορρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με την εμφάνιση φαινόμενων ευτροφισμού σε επιφανειακά ύδατα λιμνών/φραγμάτων.

3.2. Περιοχή Εργασίας

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στο νότιο τμήμα της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας. Η Κύπρος αποτελεί το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου με συνολική έκταση 9251 Km². Βρίσκεται σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος 34-36 °N και ανατολικό γεωγραφικό μήκος 32-35 °E (χάρτης 3.1).

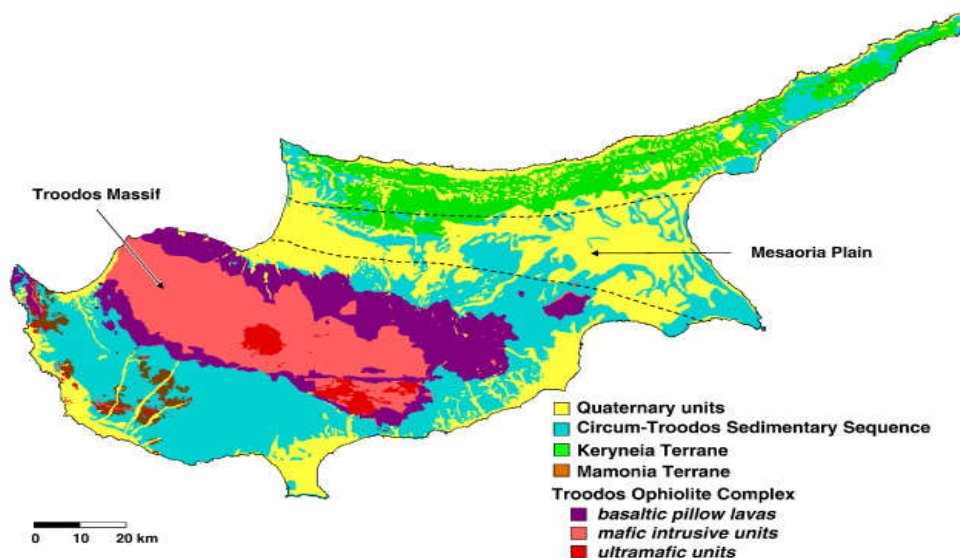
Κλιματολογικά, η Κύπρος, ως νησί της βόρειο-ανατολικής Μεσογείου χαρακτηρίζεται από έντονο μεσογειακό κλίμα με ζεστά ξηρά καλοκαίρια από τα μέσα Μαΐου μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου και σχετικά βροχερούς χειμώνες από Νοέμβρη μέχρι μέσα Μαρτίου (Philippou, 2015). Οι κλιματολογικές συνθήκες του νησιού επηρεάζονται άμεσα από τη μορφολογία του εδάφους η οποία χαρακτηρίζεται από τις οροσειρές Τροόδους, νότιο-κεντρικά του νησιού και Πενταδακτύλου, περιμετρικά της βόρειας ακτής, και τη κοιλάδα της Μεσαορίας που εκτίνεται μεταξύ των δύο οροσειρών και τις παραλιακές πεδιάδες. Τους μήνες Ιούλιο–Αύγουστο οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ των 29°C στη κεντρική πεδιάδα και 22 °C στις ψηλότερες κορυφές του Τροόδους και τον Ιανουάριο μεταξύ των 10°C στη κεντρική πεδιάδα και 3 °C στο Τρόδος (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Μετεωρολογίας, 2006-2017). Αντίστοιχα η μέση ετήσια βροχόπτωση τη τελευταία τριακονταετία ανέρχεται στα 462 mm (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Μετεωρολογίας, 2006-2017). Παρατηρήσεις από τις αρχές του εικοστού αιώνα υποδηλώνουν ανοδική τάση

της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας με ρυθμό 0,01°C/έτος τόσο στις αστικές όσο και τις αγροτικές περιοχές και πτωτικές τάσεις στην μέση ετήσια βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1mm/έτος (Zachariadis b, 2016). Παράλληλα, οι καθαροί κυρίως ουρανοί που καταγράφονται με τα μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας (300 μέρες ετησίως) διευκολύνουν την απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια της μέρας και μεγάλες απώλειες θερμότητας λόγω ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της νύκτας προκαλώντας μεγάλες εποχιακές και ημερήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ εσωτερικού και παράλιων περιοχών και την εκδήλωση ακραίων τοπικών καιρικών φαινομένων.



Χάρτης 3.1: Γεωλογική θέση και τοπογραφία της Κύπρου (Zoumides, 2014 as seen in Zachariadis, 2016a)

Γεωλογικά η Κύπρος διακρίνεται σε 5 διακριτές ζώνες: α) την ακολουθία Κερύνειας, β) την Ιζηματογενή ακολουθία Τροόδους, γ) τα μορφώματα Τεταρτογενής υπό-εποχή, δ) το Οφιόλιθο Τροόδους και ε) το Σύμπλεγμα Μαμμωνιών (Χάρτης 3.2). Η ακολουθία Κερύνειας βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του νησιού που δεν βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατία και κατ' επέκταση δεν εμπίπτει στο πεδίο εργασίας της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Ο Οφιόλιθος Τροόδους κυριαρχεί στο κεντρικό τμήμα του νησιού και συνιστά ένα πλήρες διαμορφωμένο φράγμα ωκεάνιου φλοιού αποτελούμενο από χημικά ιζήματα και βασικά, υπέρ-βασικά, πλουτωνικά, πυριγενή και ηφαιστειακά πετρώματα ύστερης Κρητιδικής περιόδου (Zissimos, et al., 2014, Camera, et al., 2017). Νοτιοδυτικά της Νήσου απαντάται το σύμπλεγμα Μαμμωνιών όπου κυριαρχούν αλλόχθονα εκρηξιγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωμένα πετρώματα προγενέστερης περιόδου_Μέσο Τριαδικής – Ανώτερης Κρητιδικής. Η ιζηματογενή ακολουθία Τροόδους απαντάται σε πλαγιές και πεδιάδες και αποτελείται από αυτόχθονα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα ανώτερης Κρητιδικής –Πλειστοκαίνου περιόδου. Τέλος, τα μορφώματα τεταρτογενής υπό-εποχής δημιουργήθηκαν από βαρυτικές, ποτάμιες αποθέσεις στο εσωτερικό της Νήσου και θαλάσσιες, αιολικές αποθέσεις στα παράλια (Cohen, et al., 2012, Camera, et al., 2017).



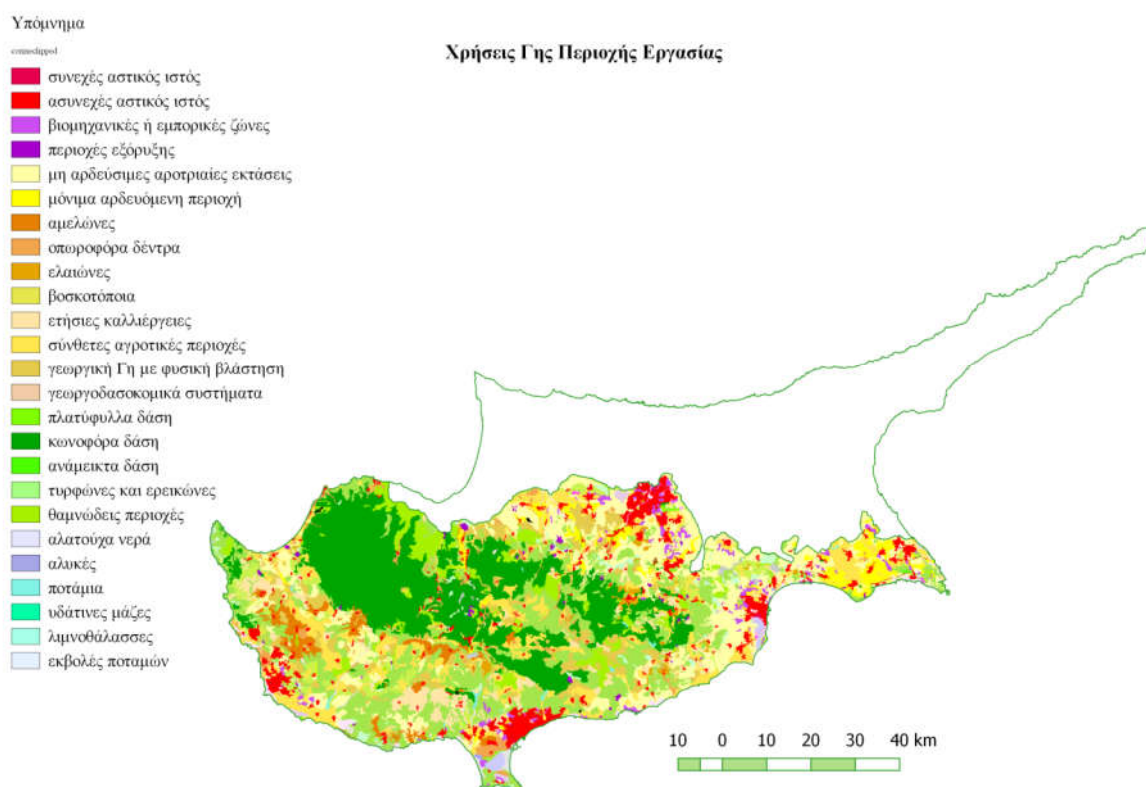
Χάρτης 3.2: Γεωλογικός Χάρτης της Κύπρου (Cohen, et al., 2012)

O Camera, (2017) ακολουθώντας την Παγκόσμια Βάση Αναφοράς για τους εδαφικούς πόρους του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών ενέταξε τα εδάφη της Κύπρου σε leptosols_λεπτά εδάφη με πολλά τραχιά φράγματα, regosols_εδαφή χωρίς σημαντικό προφίλ, solonchaks_εδαφή με υψηλή συγκέντρωση διαλυτών αλάτων, solonetz_εδαφή με υψηλή περιεκτικότητα ανταλλάξιμου νατρίου, vertisols_εδαφή με εναλλασσόμενες υγρές-ξηρές συνθήκες και συρρικνωμένους-διογκωμένους πηλούς, luvisols_εδαφή με διαπλεκτικές δομές πηλών υψηλής δραστηριότητας-αλκαλικών εδαφών, Fluvisols_στρωματοποιημένα ποταμολιμναία, θαλάσσια και λιμναία ιζήματα και cambisols_εδαφή με μέτρια ανάπτυξη (Camera, et al., 2017, IUSS Working Group WRB, Updated 2015).

O γεωχημικός άτλαντα της περιοχής εργασίας όπως αυτός συστάθηκε από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης κατόπιν ενός πολυετούς προγράμματος εντατικών δειγματοληψιών φυτικής γης (0-25 cm) και υπεδάφους (50-75cm), υποδεικνύει πως τα φυσικό-χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους συμπεριλαμβανομένου των υδατοδιαλυτών ιόντων Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- (αποτελέσματα επιφανειακών μόνο δειγμάτων) αντανακλούν τη τεκτόνο-στρωματογραφία που διαμορφώθηκε κατά το σχηματισμό της Νήσου και ανθρωπογενής επιρροές που περιορίζονται κυρίως στο επιφανειακό στρώμα (Cohen, et al., 2012, Zissimos, et al., 2014, Camera, et al., 2017). Στις κορυφογραμμές και κορυφές του Τροόδου το ημιαποσαθρωμένο μητρικό υλικό του ορίζοντα C υπόκειται του εμπλουτισμένου με κολλοειδή και θρεπτικά υλικά ορίζοντα B και 1m μίγματος οργανικής και πλούσιας σε σίδηρο ανόργανης ύλης (Zissimos, et al., 2014, Ren, et al., 2015). Η γεωχημεία του εδάφους στις παράκτιες περιοχές αντανακλά μεταγενέστερες δραστηριότητες σχηματισμού μανδύα ασύνδετου υλικού όπως η φυσική συσσώρευση ανθεκτικών βαρέων ορυκτών και ωκεάνιες αλληλεπιδράσεις (Cohen, et al., 2012, Ren, et al., 2015). Οι συγκεντρώσεις κύριων στοιχείων (π.χ. Ba, Cu, Cr, Ni), υδατοδιαλυτών ιόντων (π.χ. Cl^- , SO_4^{2-} , F^-) και ιχνοστοιχείων (π.χ. Ag, Bi, Hg, In) είναι ανάλογες των μητρικών πετρωμάτων ενώ οι απότομες εναλλαγές υψηλών-χαμηλών συγκεντρώσεων στοιχείων όπως το Ca και ο Fe επιτρέπουν τη γεωχημική οριοθέτηση της Νήσου (Cohen, et al., 2012, Zissimos, et al., 2014). Το επιφανειακό στρώμα του εδάφους στις αστικές, βιομηχανικές και αγροτικές περιοχές αντανακλά τις επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας παρουσιάζοντας αυξημένες συγκεντρώσεις μετάλλων όπως ο Pb στις αστικές και βιομηχανικές περιοχές και νιτρικών ιόντων στις αγροτικές περιοχές ενώ αντίστοιχα σε ακτίνα 2 Km από περιοχές όπου διεξάγονταν/διεξάγοντε εξορυκτικές δραστηριότητες καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις εμπορεύσιμων συναφών στοιχείων καθώς και SO_4^{2-} ιόντων (Cohen, et al., 2012, Zissimos, et al., 2014).

Ο **χάρτης 3.3** παρουσιάζει τις κυριότερες χρήσεις γης της περιοχής εργασίας. Συνοπτικά εντοπίζονται οι ακόλουθες κατηγορίες:

1. Δασικές Περιοχές: καλύπτουν τις περιοχές κεντρικά και βορειοδυτικά του Οφιόλιθου Τροόδους.
2. Θαμνώδεις και υποβαθμισμένες περιοχές αποτελούμενες κυρίως από φρυγανική βλάστηση και μακία: καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του ανατολικού Τροόδους και τη Νότια λαγόνα του βουνού μέχρι τα παράλια.
3. Αγροτικές περιοχές: απαντώνται κυρίως νοτιο-ανατολικά της Νήσου μεταξύ Κοκκινοχωρίων και παρυφών Τροόδους, δυτικά της Λεμεσού (Χερσόνησο Ακρωτηρίου), ανατολικά της Πάφου και νότια της Πόλης.
4. Αστικές περιοχές συμπεριλαμβανομένου βιομηχανικές, εμπορικές και οικιστικές περιοχές.
5. Περιοχές εξόρυξης: κυρίως τα ιστορικά ορυχεία χαλκού στις μαξιλαρροειδείς βασαλτικές λάβες δυτικά του Τροόδους.

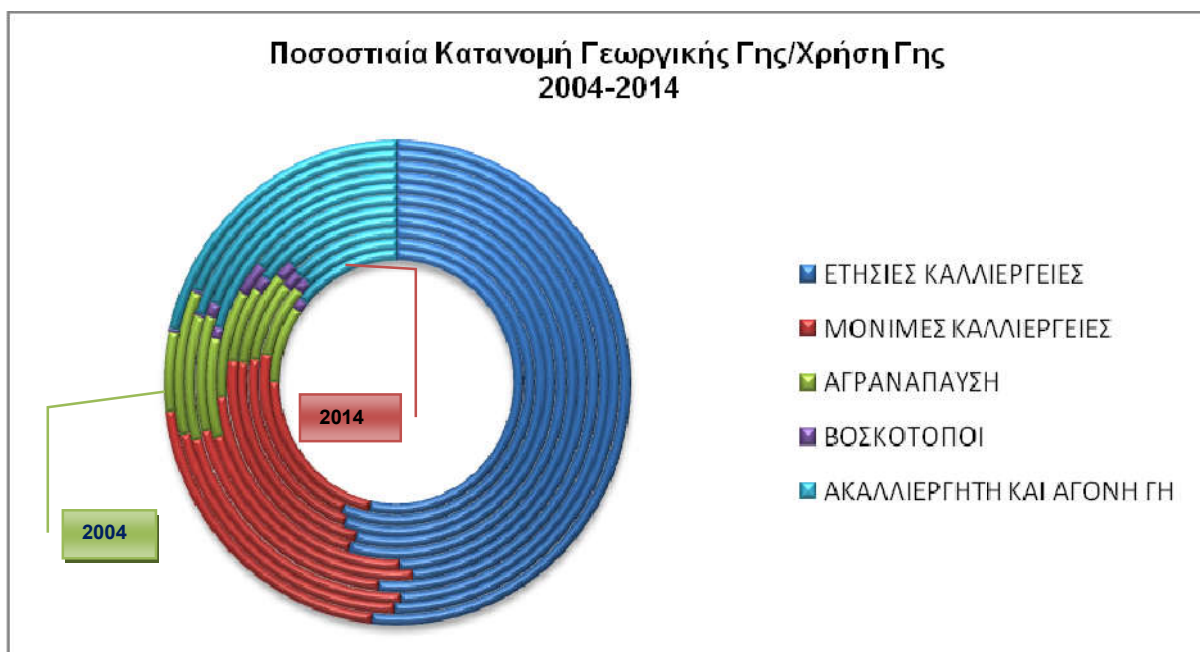


Χάρτης 3.3: Κυριότερες Χρήσεις Γης Περιοχής Εργασίας από επεξεργασμένα με το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen raster δεδομένα (Copernicus Programme, Updated 2017)

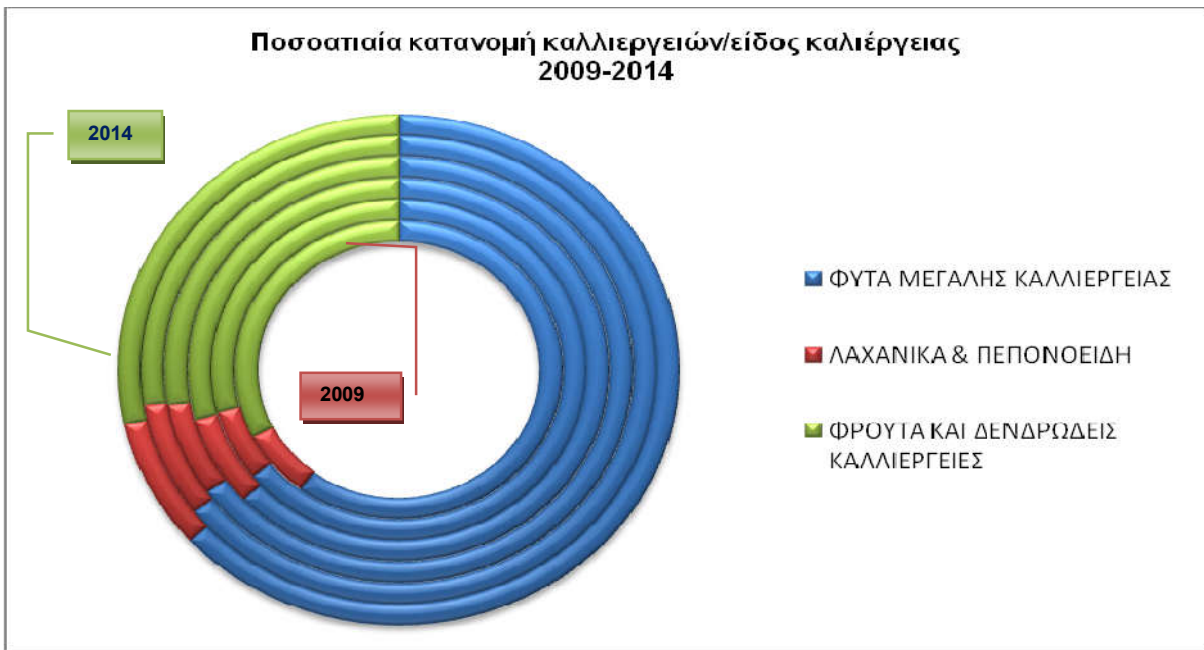
Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου (διάγραμμα 3.1) η γεωργική Γη εντός των αγροτικών περιοχών κυμαίνεται στα 120-200 χιλιάδες εκτάρια. Διαχρονικά, το μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτεται από μόνιμες και ετήσιες καλλιέργειες ενώ οι ακαλλιέργητες, άγονες εκτάσεις παρουσιάζουν σταδιακή μείωση (από 22% το 2004 σε 14% το 2014). Επιπρόσθετα σε ένα ποσοστό 5-10% ετησίως εφαρμόζεται η τεχνική της αγρανάπαυσης ενώ οι βοσκότοποι αποτελούν μόλις ένα μικρό μέρος της γεωργικής Γης (το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφεται το 2009_3%). Από την καλλιεργήσιμη Γη διαχρονικά το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά φυτά μεγάλης καλλιέργειας όπως σιτηρά, όσπρια, άχυρο, βιομηχανικά και κτηνοτροφικά φυτά, έπεται η καλλιέργεια φρούτων και δενδροειδή καλλιεργειών όπως σταφύλια,

εσπεριδοειδή, φρέσκα φρούτα, ξηρούς καρπούς, ελιές και χαρουπιές ενώ στις υπόλοιπες εκτάσεις καλλιεργούνται λαχανικά συμπεριλαμβανομένου πατατών και πεπονοειδών (διάγραμμα 3.2). Οι μεγαλύτερες εκτάσεις αρδευόμενης γεωργικής γης καλύπτονται από λαχανικά, ελιές και χαρουπιές ακολουθούν τα εσπεριδοειδή και φρούτα ενώ τα βιομηχανικά φυτά, τα οινοποιήσιμα αμπέλια και οι βοσκότοποι δεν αρδύονται (διάγραμμα 3.3).

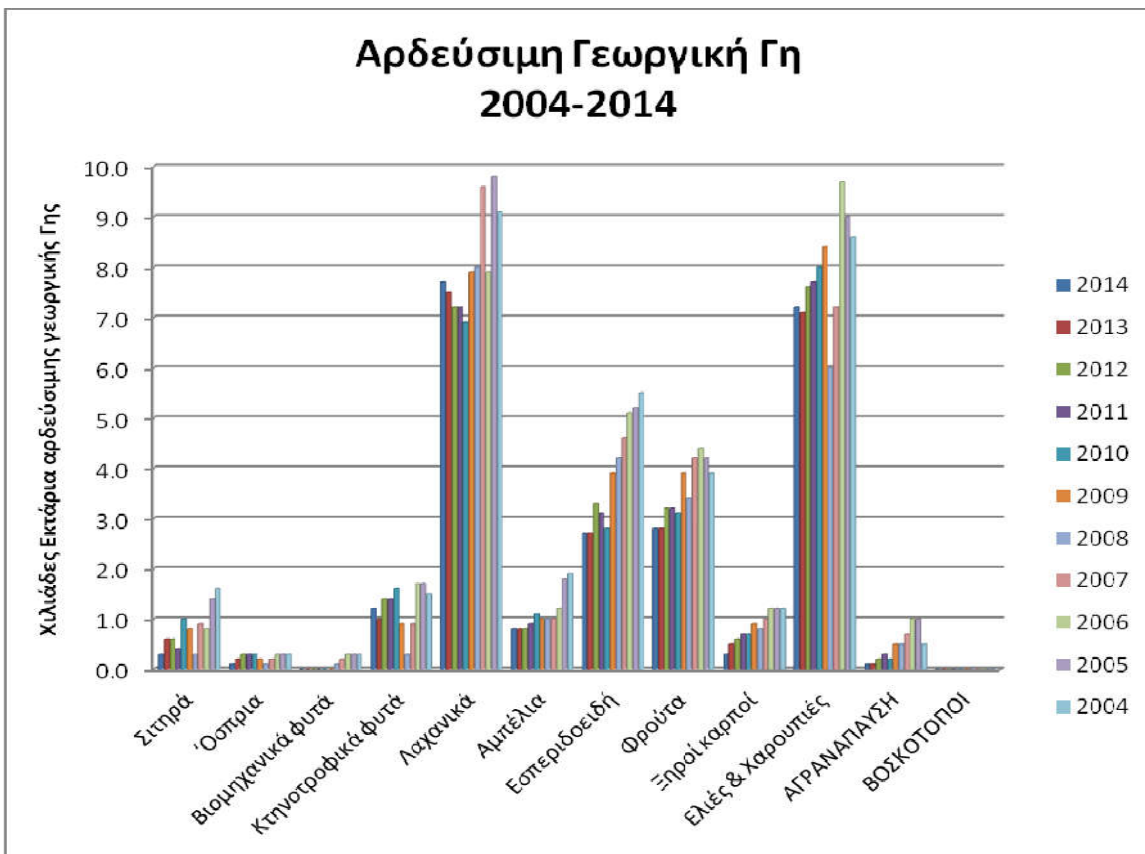
Σύμφωνα με το τελευταίο Πρόγραμμα δράσης για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης (Κυπριακή Δημοκρατία, 2014), τις μεγαλύτερες υδατικές και αζωτούχες ανάγκες απαιτούν οι αρδευόμενες καλλιέργειες μηδικής, λαχανικών (αγγουράκια, ντομάτες, φασόλια) συμπεριλαμβανομένου των πεπονοειδών (καρπούζι, πεπόνι), φρούτων (αβοκάντο, μπανάνες) και δενδρώδη καλλιεργειών (εσπεριδοειδή, φυλλοβόλα). Η αζωτούχα λίπανση των καλλιεργειών μπορεί να γίνει μέχρι 17 kgN/δεκάριο/έτος από κτηνοτροφικά απόβλητα και όπου είναι αναγκαίο να συμπληρώνεται με συνθετικά αζωτούχα λιπάσματα. Από τα κτηνοτροφικά απόβλητα, η στερεά κοπριά των πουλερικών περιέχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα N επί ξηρού και τον υψηλότερο συντελεστή ανοργανοποίησης, ακολουθούν οι κοπριές των χοίρων και τέλος οι κοπριές των αγελάδων, αιγοπροβάτων και αλόγων που είναι ισοδύναμες.



Διάγραμμα 3.1: Ποσοστιαία κατανομή Γεωργικής Γης ανά Χρήση Γης κατά την περίοδο 2004-2014 (εξωτερικό προς εσωτερικό κύκλο), όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου, 2016 (Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017)

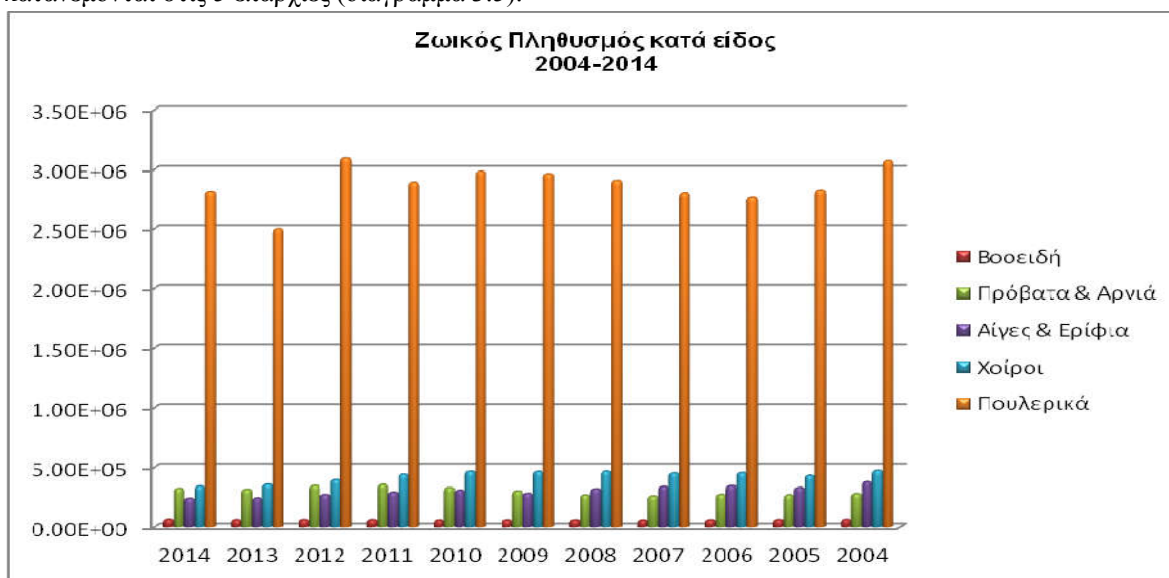


Διάγραμμα 3.2: Ποσοστιαία κατανομή καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας κατά την περίοδο 2009-2014 (εσωτερικός προς εξωτερικό κύκλο), όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου, 2016 (Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017)

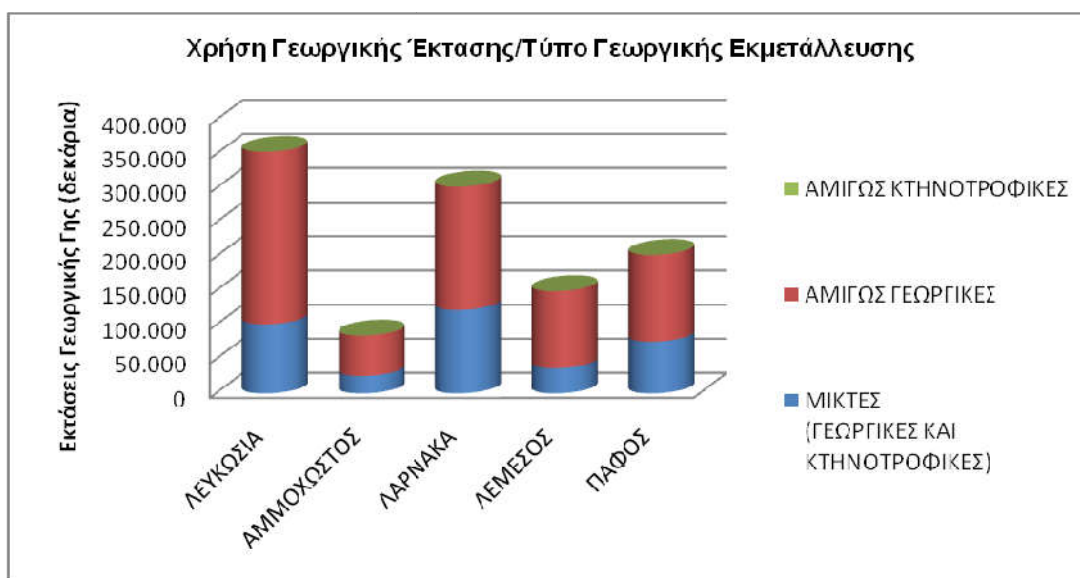


Διάγραμμα 3.3: Αρδεύσιμη γεωργική γη ανά είδος καλλιέργειας κατά την περίοδο 2004-2014, όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου, 2016 (Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017)

Κτηνοτροφικά, διαχρονικά στις περισσότερες κτηνοτροφικές μονάδες εκτρέφονται πουλερικά (κοτόπουλα, όρνιθες, πετεινοί, περδίκια, στρουθοκάμηλοι, χήνες, πάπιες, γαλοπούλες κ.α.). Μέχρι το 2010 ακολουθούσαν οι χοίροι και έπειτα οι αίγες/ερίφια και τα πρόβατα/αρνιά σταδιακά όμως σημειώθηκε μείωση του πληθυσμού των χοίρων και αιγών/ερίφιων ενώ τα πρόβατα/ αρνιά παρέμειναν στα ίδια επίπεδα με αποτέλεσμα το 2014 να πλησιάσουν τα επίπεδα των χοίρων. Οι εγκαταστάσεις με βοοειδή είναι περιορισμένες και διαχρονικά σταθερές (διάγραμμα 3.4). Γενικά, οι γεωργικές εγκαταστάσεις της περιοχής εργασίας είναι επί το πλείστον αμιγώς γεωργικές (67%) και οι περισσότερες συγκεντρώνονται στις επαρχίες Λάρνακας και Λευκωσίας ακολουθούν οι μικτές γεωργικές, κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις ενώ οι αμιγώς κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις αποτελούν μόλις το 0,002% των γεωργικών εγκαταστάσεων και κατανομούνται στις 5 επαρχίες (διάγραμμα 3.5).



Διάγραμμα 3.4: Ζωικός πληθυσμός ανά είδος κατά την περίοδο 2004-2014, όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου, 2016 (Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017)



Διάγραμμα 3.5: Χρήση γεωργικής γης ανά τύπο γεωργικής εκμετάλλευσης, όπως προσαρμόστηκε από δεδομένα της στατιστικής υπηρεσίας Κύπρου, 2014 (Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017)

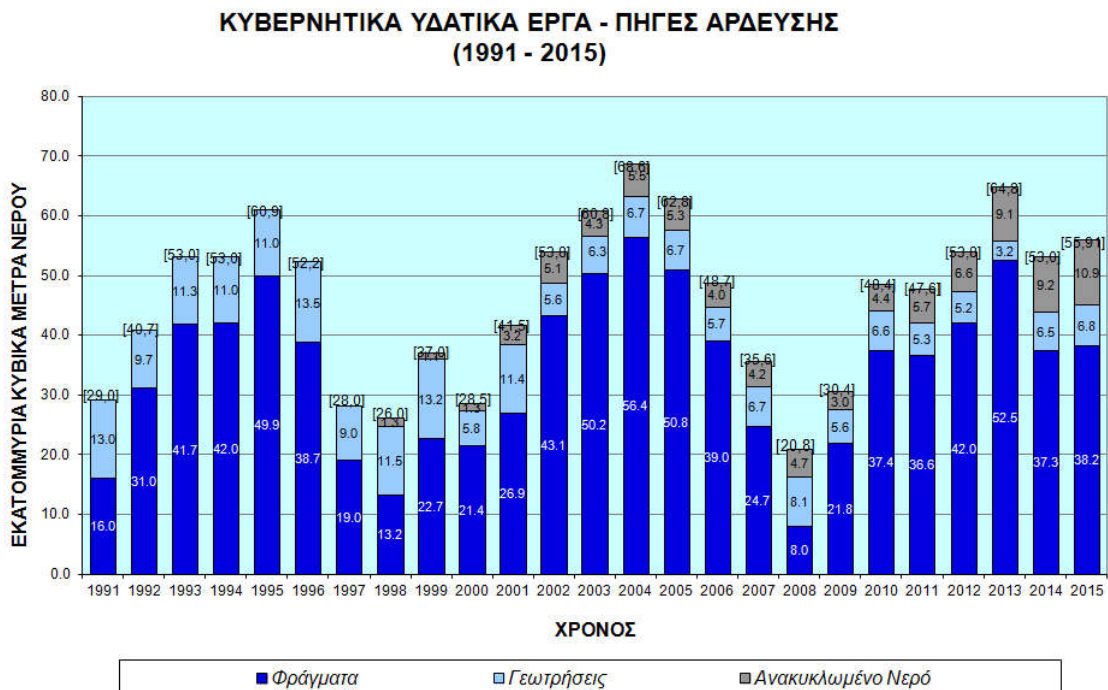
Οι υδατικές ανάγκες των αρδευόμενων καλλιεργειών καλύπτονται ως επί το πλείστον από επιφανειακά ύδατα μέσω των φραγμάτων που εντάσσονται στα αρδευτικά έργα Πάφου και Χρυσοχού και τα σχέδια Βασιλικού-Πεντάσχοιου, Ενιαίας Αγροτικής Ανάπτυξης Πιτσιλιάς και Νότιου Αγωγού (διάγραμμα 3.6, Philiprou, 2015). Μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί 108 φράγματα συνολικής χωρητικότητας 331 951 χιλιάδες m³ εκ των οποίων τα 56 θεωρούνται ως μεγάλοι υδατοφράκτες και εντάσσονται στο Παγκόσμιο Μητρώο Υδατοφράκτων, από αυτά, στην περιοχή μελέτης εντάσσονται 16 φράγματα με τα αντίστοιχα υδατορεύματα που τα τροφοδοτούν και οι φυσικές λίμνες Ορόκλινης και Παραλιμνίου (χάρτης 3.4., πίνακας 3.1). Συνολικά στην περιοχή εργασίας έχουν αναγνωριστεί 216 ποτάμια υδάτινα σώματα όλα όμως ανήκουν στην κατηγορία των ποταμών διαλείπουσας ροής δηλαδή παρουσιάζουν ασυνεχή ροή στη διάρκεια του χρόνου λόγω των ξηροθερμικών κλιματικών συνθηκών του νησιού και την ανθρώπινη εκμετάλλευσή (Καϊμακη, Παναγιώτα Στυλιανή;, 2009).

Πίνακας 3.1: Φράγματα περιοχής μελέτης (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017)

A/A	Όνομα	Έτος Κατασκευής	Ποταμός	Τύπος	Ύψος (m)	Χωρητικότητα (m ³)
1	Ασπρόκρεμμος	1982	Ξερός Ποταμός	Χωμάτινο	56	52 375 000
2	Κούρης	1988	Κούρη	Χωμάτινο	113	115 000 000
3	Πολεμίδα	1965	Γαρύλλης	Χωμάτινο	45	3 400 000
4	Γερμασόγειας	1968	Γερμασόγεια	Χωμάτινο	43	13 500 000
5	Ευρέτου	1986	Σταυρός της Ψώκας	Λιθόρριπτο	70	24 000 000
6	Καλαβασός	1885	Βασιλικός	Λιθόρριπτο	57	17 100 000
7	Διπόταμος	1985	Πεντάσχοιος	Λιθόρριπτο	60	15 500 000
8	Λεύκαρα	1973	Σερκάτης (Πεντάσχοιος)	Χωμάτινο/ Λιθόρριπτο	74	13 850 000
9	Κανναβιού	2005	Έξουσας	Χωμάτινο/ Λιθόρριπτο	75	18 000 000
10	Αρμίνου	1998	Διαρρίζος	Χωμάτινο/ Λιθόρριπτο	45	4 300 000
11	Μαυροκόλυμπος	1966	Σετράχος (Μαραθάσσας)	Χωμάτινο	40	363 000
12	Ξυλιάτος	1982	Λαγουδερά (Ελιά)	Λιθόρριπτο	42	1 430 000
13	Νέα Λύμπια	1977	Τρέμυθος	Βαρύτητας	12	220 000
14	Άχνα	1987	Εξωποτάμιο Φράγμα	Χωμάτινο	16	205 000
15	Πέρα Πέδι	1956	Κρύος (Κούρης)	Βαρύτητας	23	113 000
16	Παραλίμνι (Εμπλουτιστικό)	1963	/	Χωμάτινο	5	115 000

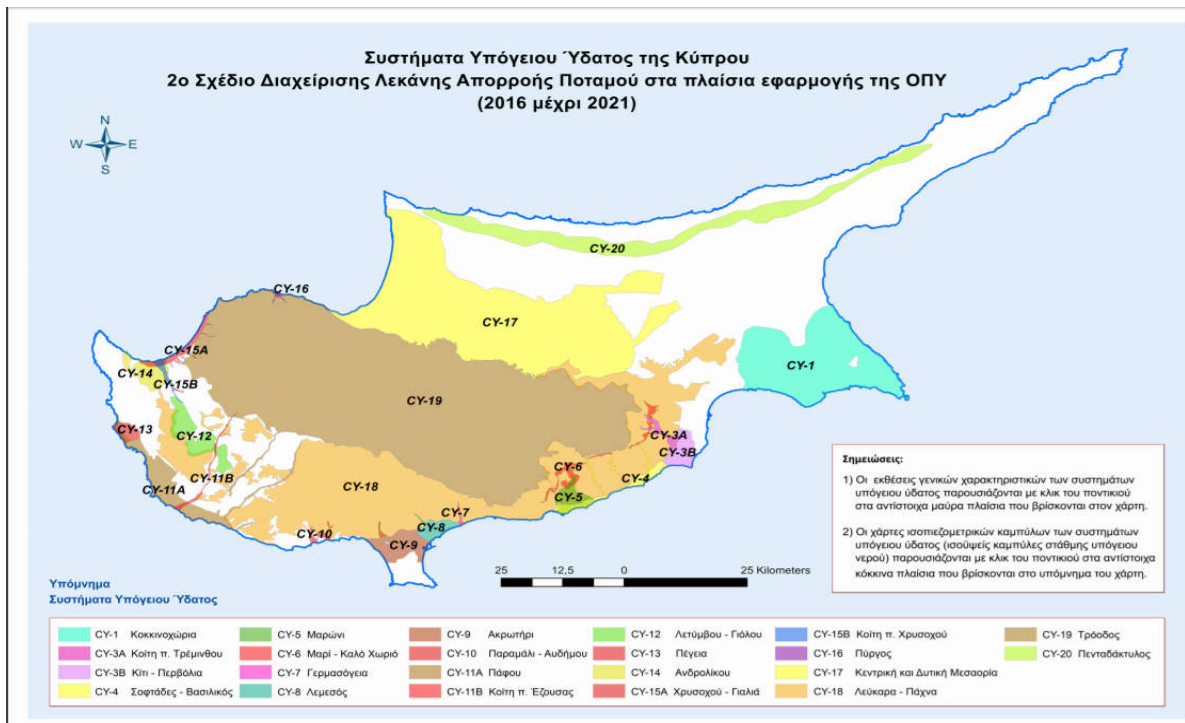


Χάρτης 3.4: Επιφανειακά ύδατα της περιοχής εργασίας από επεξεργασμένα με το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen raster δεδομένα google physical



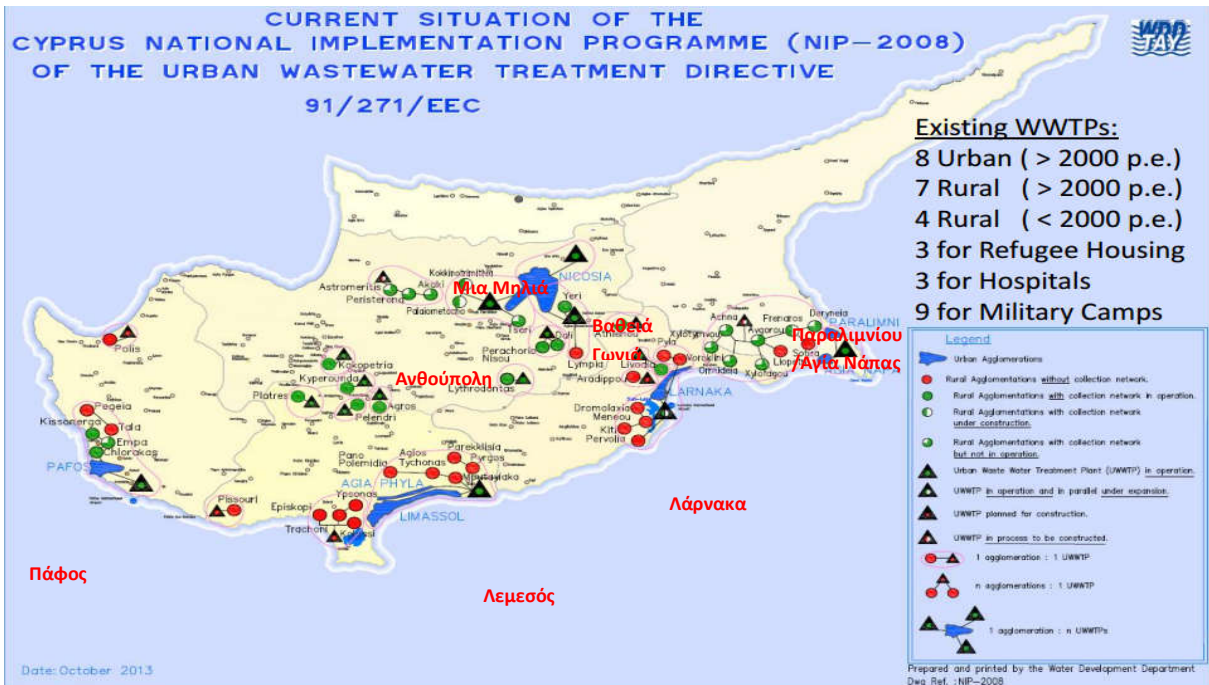
Διάγραμμα 3.6: Πηγές άρδευσης για την περίοδο 1991-2015, (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017)

Πέρα από τα επιφανειακά ύδατα σημαντική συνεισφορά στο αρδευτικό υδατικό ισοζύγιο έχουν και οι υπόγειοι υδροφορείς μέσω των γεωτρήσεων (διάγραμμα 3.6). Στα πλαίσια της εφαρμογής της Οδηγίας Πλαίσιο περί Υδάτων, 2000/60/ΕΚ και των αντίστοιχων εναρμονιστικών νόμων περί προστασίας και διαχείρισης των υδάτων, οι 66 υδροφορείς που υπάρχουν στην Κύπρο ομαδοποιήθηκαν με βάση τη λιθολογία, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά τις πιέσεις και τις χρήσεις του κάθε υδροφορέα σε 22 συστήματα υπόγειων υδάτων (χάρτης 3.5).



Χάρτης 3.5: Συστήματα Υπόγειου Ύδατος της Κύπρου, (Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017)

Τέλος, από το 1998 εντάχθηκε στο αρδευτικό υδατικό ισοζύγιο και το ανακυκλωμένο νερό (διάγραμμα 3.6). Το ανακυκλωμένο νερό είναι προϊόν τριτοβάθμιας επεξεργασίας αστικών λυμάτων με αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές και η χρήση του διαχρονικά αυξάνεται. Σήμερα στην περιοχή εργασίας λειτουργούν 9 σταθμοί επεξεργασίας λυμάτων (Ανθούπολης, Βαθεία Γωνιάς, Μια Μηλιάς, Λάρνακας, Μονής Λεμεσού, Πολεμιδιών, Επισκοπής, Πάφου και Παραλιμνίου-Αγίας Νάπας) συνολικής δυναμικότητας 65 ΕΚΜ/έτος (Χάρτης 3.6, Χατζηγεωργίου, Παναγιώτα;, 2017).



Χάρτης 3.6: Σταθμοί Επεξεργασίας Λυμάτων, (Χατζηγεωργίου, Παναγιώτα, 2017)

3.3. Ερευνητικά ερωτήματα

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα στο οποίο επιδιώκει να απαντήσει η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την αντιμετώπιση της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται μετά από ποσοτικοποίηση της περιβαλλοντικής πτυχής του φαινομένου με τη κατάρτιση/επιλογή σχετικών δεικτών.

Στατιστικά εκφράστηκε ως ακολούθως:

Κύριο Ερευνητικό ερώτημα:

Κύρια Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και υπόγεια ύδατα δεν διαφοροποιήθηκαν με τη πάροδο του χρόνου εφαρμογής των μέτρων»

$$H_0: \mu_{\text{έτο}\alpha}^{\text{Ni}} = \mu_{\text{έτο}\beta}^{\text{Ni}} = \mu_{\text{έτο}\gamma}^{\text{Ni}} = \dots = \mu_{\text{έτο}\eta}^{\text{Ni}}$$

Κύρια Εναλλακτική υπόθεση (H₁): «Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και υπόγεια ύδατα διαφοροποιούνται με τη πάροδο του χρόνου εφαρμογής των μέτρων»

$$H_1: \mu_{\text{έτο}\alpha}^{\text{Ni}} \neq \mu_{\text{έτο}\beta}^{\text{Ni}} \neq \mu_{\text{έτο}\gamma}^{\text{Ni}} \neq \dots \neq \mu_{\text{έτο}\eta}^{\text{Ni}}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

Σε δεύτερο επίπεδο τίθεται το ερώτημα κατά πόσο οι επιλεγθέν δείκτες είναι κατάλληλοι να επιτελέσουν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν. Η απάντηση επιδιώκεται να δοθεί μέσα από τη διερεύνηση της

συσχέτισης των μεταβλητών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορύπανση των υδάτων με την υφιστάμενη κατάσταση, και της συσχέτισης της αντίδρασης του υδατοσυστήματος προς την κατάσταση του.

Στατιστικά εκφράστηκαν με τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με την αντίστοιχη μεταβολή στο ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$H_0: r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNi} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή στο ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$1^η H_1: r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNi} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή στο ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$2^η H_1: -1 \leq r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNi} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

2^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με την αντίστοιχη μεταβολή των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας»

$$H_0: r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών\ ανά\ είδος\ καλλιέργειαςj}^{DNi} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας»

$$1^η H_1: r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών\ ανά\ είδος\ καλλιέργειαςj}^{DNi} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας»

$$2^η H_1: -1 \leq r_{D\%καλλιεργήσιμων\ εδαφών\ ανά\ είδος\ καλλιέργειαςj}^{DNi} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

Είδος καλλιέργειας: σιτηρά, όσπρια, βιομηχανικά και κτηνοτροφικά φυτά, λαχανικά, αμπέλια, εσπεριδοειδή, φρούτα, ξηροί καρποί, ελιές και χαρουπιές, βοσκότοποι

3^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με την αντίστοιχη μεταβολή των αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$H_0: r_{D\%αρδεύσιμων\ καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNI} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή των αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$1^η H_1: r_{D\%αρδεύσιμων\ καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNI} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή των αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών»

$$2^η H_1: -1 \leq r_{D\%αρδεύσιμων\ καλλιεργήσιμων\ εδαφών}^{DNI} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

4^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με την αντίστοιχη μεταβολή ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης»

$$H_0: r_{D\%αρδεύσιμων\ εδαφών\ ανά\ χρήση\ γης}^{DNI} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης»

$$1^η H_1: r_{D\%αρδεύσιμων\ εδαφών\ ανά\ χρήση\ γης}^{DNI} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την αντίστοιχη μεταβολή ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης»

$$2^η H_1: -1 \leq r_{D\%αρδεύσιμων\ εδαφών\ ανά\ χρήση\ γης}^{DNI} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα
Χρήση γης: ετήσιες καλλιέργειες, μόνιμες καλλιέργειες, αγροανάπαυση

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

5^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή στη συγκέντρωση N από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού»

$$H_0: r_{DN\ ανακυκλωμένου\ νερού}^{DNI} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή στη συγκέντρωση N από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού»

$$1^{\eta}H1: r_{DN}^{DNI \text{ ανακυκλωμένου νερού}} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή στη συγκέντρωση N από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού»

$$2^{\eta}H1: -1 \leq r_{DN}^{DNI \text{ ανακυκλωμένου νερού}} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

6^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H0): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή στη κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων»

$$H0: r_{D\text{κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων}}^{DNI} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή στη κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων»

$$1^{\eta}H1: r_{D\text{κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων}}^{DNI} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή στη κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων»

$$2^{\eta}H1: -1 \leq r_{D\text{κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων}}^{DNI} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO₃⁻ για υπόγεια ύδατα

7^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H0): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων»

$$H0: r_{DN\text{κτηνοτροφικών αποβλήτων}}^{DNI} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων»

$$1^{\eta}H1: r_{DN\text{κτηνοτροφικών αποβλήτων}}^{DNI} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H1): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων»

$$2^{\eta} H1: \quad -1 \leq r_{DN}^{DNi} \text{ κτηνοτροφικων αποβλήτων για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου N_i : ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO_3^- για υπόγεια ύδατα

8^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου»

$$H0: \quad r_{DN}^{DNi} \text{ κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου»

$$1^{\eta} H1: \quad r_{DN}^{DNi} \text{ κτηνοτρ οφικώναποβλήτων ανά είδος ζώου} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου»

$$2^{\eta} H1: \quad -1 \leq r_{DN}^{DNi} \text{ κτηνοτροφικων αποβλήτων ανά είδος ζώου} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου N_i : ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και NO_3^- για υπόγεια ύδατα

Είδος Ζώου: βοοειδή, πρόβατα & αρνιά, αίγες & ερίφια, χοίροι και πουλερικά

Τέλος τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στα πλαίσια της διερεύνησης της συσχέτισης της νιτρορρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και της νιτρορρύπανσης με τον τύπο των εδαφών που επικρατούν στις επιβαρημένων περιοχών είναι:

9^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων (ολικού N) στα επιφανειακά ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών εκφρασμένο ως ολικό N στα υπόγεια ύδατα»

$$H0: \quad r_{DN}^{DNi} \text{ υπόγειων υδάτων} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων (ολικού N) στα επιφανειακά ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών εκφρασμένο ως ολικό N στα υπόγεια ύδατα»

$$1^{\eta} H1: \quad r_{DN}^{DNi} \text{ υπόγειων υδάτων} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων (ολικού N) στα επιφανειακά ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών εκφρασμένο ως ολικό N στα υπόγεια ύδατα»

$$2^{\eta} H1: \quad -1 \leq r_{DN}^{DNi} \text{ υπόγειων υδάτων} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου N_i : ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα)

1^ο Ερευνητικό ερώτημα:

Μηδενική Υπόθεση (H₀): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν σχετίζεται με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α των επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών)

$$H_0: r_{D\chi\kappa\omega\rho\phi\upsilon\lambda\lambda\eta\varsigma-\alpha}^{DNi} = 0$$

1^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων (ολικού N) στα επιφανειακά ύδατα παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών εκφρασμένο ως ολικό N στα υπόγεια ύδατα»

$$1^{\eta}H_1: r_{D\chi\kappa\omega\rho\phi\upsilon\lambda\lambda\eta\varsigma-\alpha}^{DNi} \leq +1 \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

2^η Εναλλακτική Υπόθεση (H₁): «Η μεταβολή της μέση συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων (ολικού N) στα επιφανειακά ύδατα παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών εκφρασμένο ως ολικό N στα υπόγεια ύδατα»

$$2^{\eta}H_1: -1 \leq r_{D\chi\kappa\omega\rho\phi\upsilon\lambda\lambda\eta\varsigma-\alpha}^{DNi} \text{ για στάθμη εμπιστοσύνης 95\%}$$

Όπου Ni: ολικό άζωτο για επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και υπόγεια ύδατα

3.4. Σχεδιασμός

Την οριοθέτηση του προβλήματος και το καθορισμό της περιοχής εργασίας ακολούθησε ο σχεδιασμός της έρευνας. Με τον όρο "ερευνητικός σχεδιασμός" εννοούμε ένα σύνολο λογικών διαδικασιών που διεξάγονται με στόχο τη παροχή απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν (Clymer, 1962). Σύμφωνα με το Kothari (2004) κατά τη προετοιμασία του ερευνητικού σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- i. τα διαθέσιμα μέσα συλλογής δεδομένων,
- ii. η διαθεσιμότητα και οι ικανότητες του ερευνητή και του προσωπικού του (αν υφίσταται),
- iii. η αιτιολόγηση του τρόπου οργάνωσης των επιλεγθέν μέσων συλλογής πληροφοριών με τα αντίστοιχα κριτήρια επιλογής,
- iv. τα χρονικά περιθώρια διεξαγωγής της έρευνας και
- v. το κόστος της έρευνας π.χ. οι διαθέσιμη οικονομικοί πόροι

Η παρούσα ερευνητική εργασία αποτελεί ατομική μεταπτυχιακή διατριβή που εκπονείτε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος "Προστασίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος" του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου. Το θέμα που διαπραγματεύεται άπτεται του πραγματικού και όχι του ιδεατού κόσμου, κατά συνέπεια η επιστημονική έρευνα αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο για την απόκτηση σχετικής γνώσης (Eekels & Roozenburg, 1991). Το βασικό ερευνητικό ερώτημα που καλείται να απαντήσει είναι η ποσοτικοποίηση μέσα από την κατάρτιση/επιλογή κατάλληλων δεικτών του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Το είδος της έρευνας καθορίζεται από το ερευνητικό πρόβλημα (Clymer, 1962, Joyce, 1980, Kothari, 2011). Πρόκειται λοιπόν για μια περιγραφική, εφαρμοσμένη έρευνα που αξιοποιεί διαχρονικά, ποσοτικά δεδομένα για να περιγράψει την κατάσταση από πλευράς νιτρορρύπανσης των

επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της περιοχής εργασίας. Ταυτόχρονα εφαρμόζει απαγωγικές διαδικασίες μέσα από μια πολύμεθοδική προσέγγιση για να αξιολογήσει τους δείκτες, να διερευνήσει τη συσχέτιση μια σειράς μεταβλητών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της περιοχής εργασίας και παράλληλα να αξιολογήσει την καταλληλότητα των δεικτών να ποσοτικοποιούν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης.

Αναλυτικά, η ερευνά θα πραγματοποιηθεί σε δύο διαδοχικά στάδια:

Στάδιο 1: Διαχρονική καταγραφή της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης στην Π.Ε.

Φάση I_ Κατάρτιση/επιλογή των δεικτών: θα γίνει με γνώμονα τον περιβαλλοντικό άξονα του φαινομένου της νιτρορρύπανσης και πραγματοποιείται σε τρία διακριτά επίπεδα:

- i. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση με σκοπό την αναζήτηση σχετικής γνώσης και κατάλληλου εννοιολογικού μοντέλου βάση του οποίου θα αναπτυχθούν οι περιβαλλοντικοί δείκτες.
- ii. Επιλογή και προσαρμογή του επιλεγθέν εννοιολογικού μοντέλου στο φαινόμενο της νιτρορρύπανσης. Η επιλογή του μοντέλου θα γίνει με κριτήριο την ικανότητα του να καθοδηγεί και να διευκολύνει την επιλογή και οργάνωση των παραμέτρων (μεταβλητών) που θα προσδιορισθούν, ώστε να διασφαλίζεται η ικανότητα των δεικτών να επιτελούν το σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν (Ramos, et al., 2004, Marta, et al., 2016). Η εφαρμογή ενός κατάλληλου εννοιολογικού μοντέλου περιορίζει συνήθη προβλήματα στην διαδικασία επιλογής και αξιολόγησης των δεικτών όπως:
 - Υποκειμενικότητα του ερευνητή (Bossel, 1999).
 - Επιλογή δεικτών βάση διαθεσιμότητας στοιχείων έναντι σημαντικότητας (Malmqvist & Glaumann, 2006).
 - Επιλογή δεικτών αυξημένης αβεβαιότητας (περιορισμένης ακρίβειας και πιστότητας) που θέτουν υπό αμφισβήτηση τα εξαγόμενα συμπεράσματα (McDonald, et al., 2017) Συσσώρευση πολλαπλών δεδομένων που καθιστούν προβληματική την ανάλυση και οδηγούν στην εξαγωγή λάθος συμπερασμάτων (Meadows, 1998).
- iii. Επιλογή/κατάρτιση περιβαλλοντικών δεικτών. Η επιλογή των δεικτών θα γίνει με βάση το επιλεγθέν εννοιολογικό μοντέλο εφαρμόζοντας κριτήρια που αντλήθηκαν από αξιόπιστες βιβλιογραφικές πηγές όπως (European Union, last updated 2017, Meadows, 1998, Malmqvist & Glaumann, 2006, Ramos, et al., 2004, Marta, et al., 2016, Jaina & Tiwari, 2017 κλπ) και συνοψίζονται στα ακόλουθα:
 - σχετικότητα με το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης
 - περιγραφική εγκυρότητα της συνολικής έκτασης της υπό αξιολόγηση παραμέτρου,
 - αξιοπιστία μέσα από τον αντικειμενικό/αξιόπιστο προσδιορισμό των αναγκαίων ποσοτικών δεδομένων υπολογισμού,
 - ακρίβεια αντίστοιχη της επιθυμητής πιστότητας των ποσοτικών δεδομένων υπολογισμού (95% στάθμη εμπιστοσύνης για πειραματικά δεδομένα),
 - απλότητα, ευκολία στην ερμηνεία και ικανότητα εντοπισμού διαχρονικών τάσεων,
 - ευαισθησία στις περιβαλλοντικές μεταβολές
 - καλή θεωρητική, τεχνική και επιστημονική βάση
 - ύπαρξη ποσοτικών κριτηρίων για ευκολότερη αξιολόγηση της σημαντικότητας των παραμετρικών τιμών

Φάση II_ Συλλογή δεδομένων : η συλλογή δεδομένων θα πραγματοποιηθεί από δευτερογενής στατιστικές πηγές από υπάρχοντα στοιχεία που τηρούν δημόσιοι φορείς όπως οι Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και ιδιωτικοί φορείς όπως τα Συμβούλια

Αποχετεύσεως Λάρνακας, Λεμεσού, Πάφου και Παραλιμνίου. Τα στοιχεία ενδέχεται να πηγάζουν από απογραφικές έρευνες ή/και πειραματικές διαδικασίες. Τα απαραίτητα δεδομένα αναμένεται να αντληθούν μέσα από ευρέως διαθέσιμα στο κοινό δημοσιευμένα αρχεία, χάρτες, ποσοτικά και πειραματικά δεδομένα που θα ληφθούν μετά από τηλεφωνική, ηλεκτρονική αλληλογραφία ή/και επιτόπιες επισκέψεις στους αρμόδιους φορείς, με εξαίρεση τα δεδομένα από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων που θα συλλεχθούν κατ' ίδιαν απευθείας από τις βάσεις δεδομένων του Τμήματος μετά τη συγκατάθεση του Διευθυντή του Τμήματος κου. Α. Μανώλη.

Φάση III_ Υπολογισμός/εφαρμογή των δεικτών στην Π.Ε.: ο υπολογισμός /εφαρμογή των δεικτών θα πραγματοποιηθεί αξιοποιώντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στην προηγούμενη φάση της ερευνητικής διαδικασίας με τη βοήθεια επικουρικών μέσων όπως το πρόγραμμα Microsoft excel και το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis.

Το πρόγραμμα Microsoft excel για Windows αποτελεί ένα πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων που επιτρέπει στο χρήστη να καταχωρεί δεδομένα σε στήλες και γραμμές. Πρώτο-εκδόθηκε το 1985 από την εταιρεία Microsoft και σήμερα αποτελεί μέρος του λογισμικού πακέτου Microsoft Office. Εκ' τότε οι εκτεταμένες δυνατότητες που διαθέτει (αριθμητικοί υπολογισμοί, γραφικές/διαγραμματικές απεικονίσεις, δυνατότητες προγραμματισμού και συνεργασίας με άλλα προγράμματα), η ευκολία εισαγωγής δεδομένων και το φιλικό για το χρήστη περιβάλλον την έχουν καθιερώσει ως την κατ' εξοχήν υπολογιστική εφαρμογή (Dziak, 2015)

Το πρόγραμμα QGIS (παλαιότερα γνωστό ως Quantum GIS) για Windows, Mac OS X, Linux και UNIX αποτελεί ένα πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών που παρέχει δυνατότητες προβολής δεδομένων, επεξεργασίας και χωρικής ανάλυσης. Οι δυνατότητες αυτές διευρύνονται από την ικανότητα του να συνενώνεται με άλλα προγράμματα Γεωγραφικών Πληροφοριών όπως PostGIS, GRASS και MapServer και με άλλα πρόσθετα σε γλώσσα Python ή C++ που εκτελούν λειτουργίες όπως οι γεωκωδικοποίηση και γεωεπεξεργασία (Dile, et al., 2016). Σε συγκριτική μελέτη των Chen et al (2010) μεταξύ 31 προγραμμάτων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ανοικτού κώδικα, χρησιμοποιώντας κριτήρια όπως το μέγεθος αγοράς/δυναμικές πωλήσεις, το τεχνικό και οικονομικό δυναμικό, το QGIS κατατάχθηκε στην πρώτη τριάδα, η ευκολία δε στη χρήση του το καθιστά το πρόγραμμα επιλογής για έρευνες σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Διάφορες εκδόσεις των δύο προγραμμάτων έχουν χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα σε πλειάδα επιστημονικών ερευνών τα αποτελέσματα των οποίων έχουν γίνει αποδεκτά μετά από διαδικασία επιστημονικής αξιολόγησης από «ομότιμους αξιολογητές» (peer review). Πληροφοριακά αναφέρετε πως μια απλή αναζήτηση στις διεθνείς βάσεις δεδομένων με το εργαλείο «Ενοποιημένη Αναζήτηση Τεύκρος» του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου απέδωσε 345,758 επιστημονικά άρθρα που αναφέρονται/αξιοποιούν το πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων Microsoft excel και 4,557 επιστημονικά άρθρα που αναφέρονται/αξιοποιούν το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis. Για τους σκοπούς της παρούσας ερευνητικής εργασίας θα χρησιμοποιηθούν οι εκδόσεις των προγραμμάτων Microsoft excel-2007 και Qgis 2.14.12-Essen.

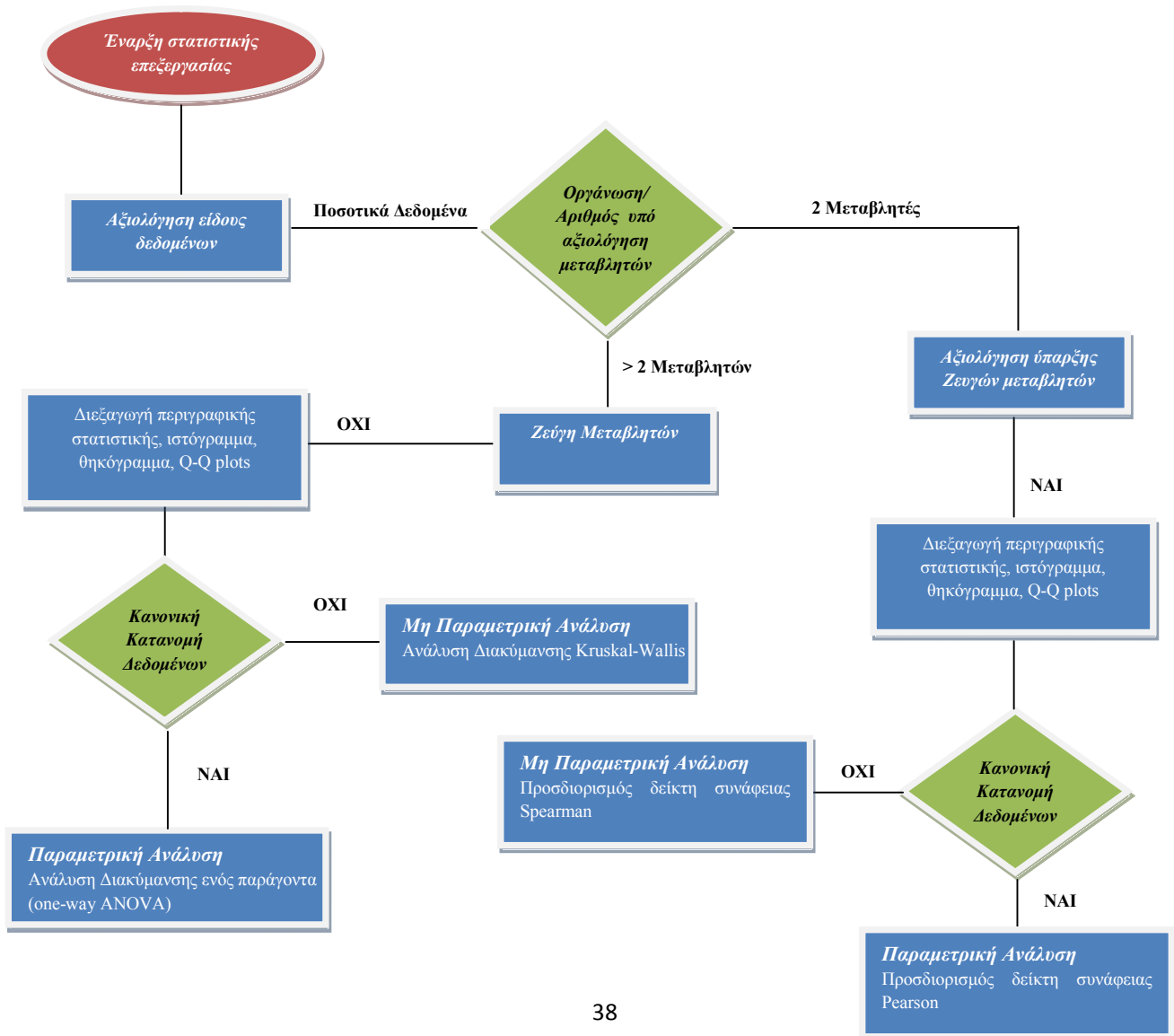
Στάδιο 2_ Αξιολόγηση δεικτών, Διερεύνηση συσχετίσεων και αξιολόγηση καταλληλότητας δεικτών

Φάση I_ Αξιολόγηση Δεικτών: η αξιολόγηση των δεικτών θα γίνει με γνώμονα το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης και ανάλογα με το δείκτη ενδέχεται να εφαρμοστούν μία ή περισσότερες μέθοδοι αξιολόγησης:

- i. Γραφική απεικόνιση: θα πραγματοποιηθεί στο σύνολο των δεικτών με τη βοήθεια του προγράμματος υπολογιστικών φύλλων Microsoft excel-2007 όπως αυτό παρουσιάστηκε πιο πάνω.

- ii. Βάση ποσοτικών κριτηρίων: θα πραγματοποιηθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό ευρέως αποδεκτών ποσοτικών κριτηρίων. Τα ευρήματα θα καθορίσουν και το πεδίο εφαρμογής.
- iii. Χωρική απεικόνιση: θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του προγράμματος ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis 2.14.12-Essen όπως αυτό παρουσιάστηκε πιο πάνω. Απαραίτητη προϋπόθεση η ύπαρξη χωρικών δεδομένων όπως συντεταγμένες των σημείων δειγματοληψίας των υπό αξιολόγηση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.
- iv. Στατιστική επεξεργασία: θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της απάντησης του βασικού ερευνητικού ερωτήματος «Οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά (φράγματα και υδατορεύματα) και υπόγεια ύδατα δεν διαφοροποιήθηκαν με τη πάροδο του χρόνου εφαρμογής των μέτρων» με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24 όπως αυτό παρουσιάζεται πιο κάτω και ακολουθώντας την πορεία του διαγράμματος 3.7..

Φάση II_ Διερεύνηση συσχετίσεων: θα διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των διαχρονικών μεταβολών των δεικτών που επιλέχθηκαν στο προηγούμενο στάδιο για να περιγράψουν τις παραμέτρους που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της περιοχής εργασίας με την αντίστοιχη μεταβολή των δεικτών που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την κατάσταση των υδάτων από πλευράς νιτρορρύπανσης αλλά και την αντίδραση του υδατοσυστήματος. Η διερεύνηση των συσχετίσεων θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια της στατιστικής μοντελοποίησης χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SPSS της εταιρείας IBM ακολουθώντας την πορεία του διαγράμματος 3.7.



Διάγραμμα 3.7: Διάγραμμα ροής Στατιστικής Μεθοδολογίας

Το πρόγραμμα S.P.S.S. για Windows της εταιρείας IBM αποτελεί ένα πρόγραμμα στατιστικής υποστήριξης με πολλαπλές δυνατότητες επεξεργασίας, παρουσίασης και στατιστικής παραμετρικής και μη παραμετρικής ανάλυσης δεδομένων συμπεριλαμβανομένου των περιγραφική στατιστική, ανάλυση 2 μεταβλητών, στατιστική πρόβλεψη και στατιστική ομαδοποιημένων δεδομένων. Δημιουργήθηκε το 1968 από τους Norman H. Nie, C. Hadlai (Tex) Hull και Dale H. Bent στο Πανεπιστήμιο Stanford με την ονομασία Statistical Package for the Social Sciences για τη στατιστική επεξεργασία πολλαπλών δεδομένων. Αποκτήθηκε από την εταιρεία IBM το 2009 και σήμερα αποτελεί ένα από τα πιο βασικά της προϊόντα. Η αξιοπιστία του στην στατιστική ανάλυση διαφαίνεται από την εκτεταμένη χρήση του σε επιστημονικές έρευνες τα αποτελέσματα των οποίων έχουν γίνει αποδεκτά μετά από διαδικασία επιστημονικής αξιολόγησης από «ομότιμους αξιολογητές» (peer review). Πληροφοριακά αναφέρετε πως μια απλή αναζήτηση στις διεθνείς βάσεις δεδομένων με το εργαλείο «Ενοποιημένη Αναζήτηση Τεύκρος» του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου απέδωσε 2,322,275 επιστημονικά άρθρα που αναφέρονται/αξιοποιούν το στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Επιπρόσθετα το 2015, οι Sebjan και Tominic επιβεβαίωσαν τη χρηστικότητα και χρησιμότητα του εν λόγω προγράμματος στην στατιστική διδασκαλία και την ακαδημαϊκή επιστημονική έρευνα διεξάγοντας αντίστοιχη εξειδικευμένη επιστημονική έρευνα. Για τους σκοπούς της παρούσας ερευνητικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v. 24 για Windows.

Φάση III_ Αξιολόγηση της καταλληλότητας των δεικτών για τον σκοπό που επιλέχθηκαν_ Γενίκευση αποτελεσμάτων: Η αξιολόγηση της καταλληλότητας των δεικτών να ποσοτικοποιούν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης θα γίνει αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων που πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη φάση. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων διασφαλίζεται από το γεγονός ότι η διερεύνηση της συσχέτισης των δεικτών θα γίνει συγκρίνοντας διαχρονικές μεταβολές των μέσων όρων δεικτών που προσδιορίζονται από επεξεργασία απογραφικών και πειραματικών δεδομένων. Περισσότερα στο Κεφάλαιο Πέντε_ Συζήτηση, Συμπεράσματα, Εισηγήσεις.

3.5. Διαδικασία

3.5.1. Επιλογή/κατάρτιση δεικτών

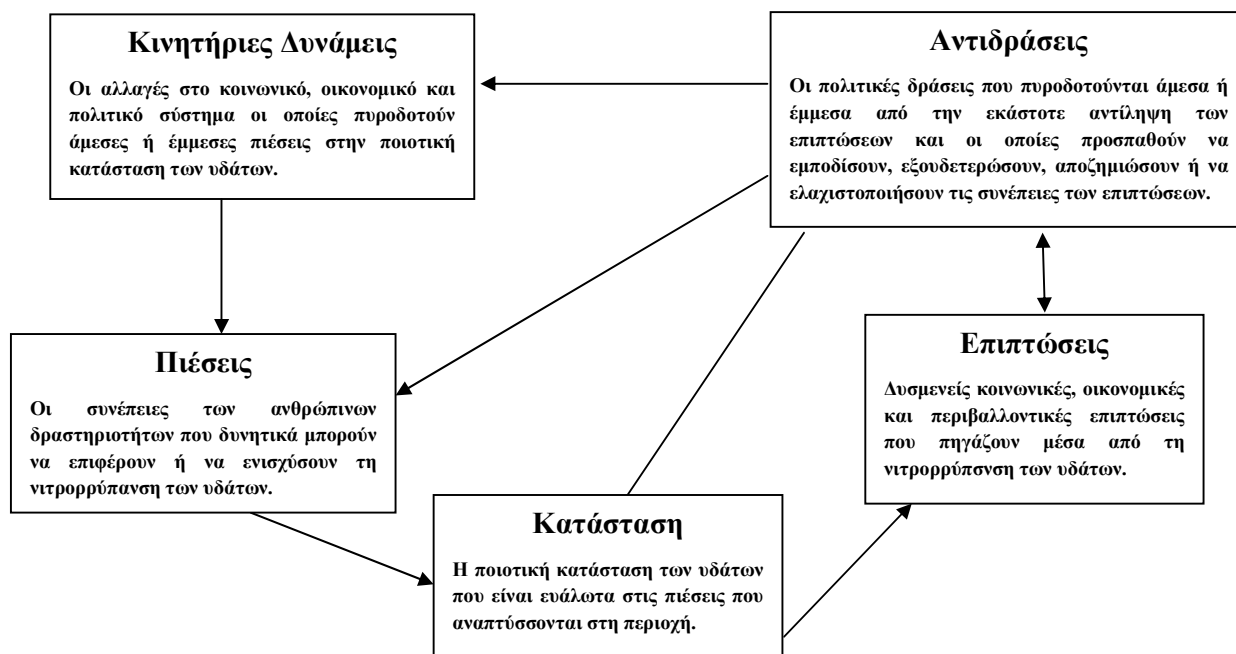
Όπως έχει ήδη αναφερθεί η κατάρτιση/επιλογή των δεικτών έγινε στα πλαίσια ενός εννοιολογικού μοντέλου που επιλέχθηκε με κριτήριο την ικανότητα του να καθοδηγεί και να διευκολύνει την επιλογή και οργάνωση των παραμέτρων (μεταβλητών) που θα προσδιορισθούν ώστε να διασφαλίζεται η ικανότητα τους να επιτελούν το σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν (Ramos, et al., 2004, Marta, et al., 2016).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε μια σειρά εννοιολογικών μοντέλων που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για την επιλογή /κατάρτιση περιβαλλοντικών δεικτών (πίνακας 3.2.). Για τους σκοπούς της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής επιλέχθηκε το εννοιολογικό μοντέλο: Κινητήρια Δύναμη – Πίεση – Κατάσταση –Επίπτωση – Αντίδραση, (Driving Force - Pressure – State – Impact – Response, DPSIR. Εξ' ορισμού το συγκεκριμένο μοντέλο διαχωρίζει το υπό διερεύνηση περιβαλλοντικό πρόβλημα σε 5 τμήματα, γενικά οι Κινητήριες Δυνάμεις (D) αντιπροσωπεύουν κοινωνικές, οικονομικές και γενικά ανθρώπινες δραστηριότητες και κλιματικές αλλαγές που προκαλούν βιολογικές, χημικές ή/και φυσικές Πιέσεις (P). Οι Πιέσεις επηρεάζουν την Κατάσταση (S) του υδροσυστήματος και οδηγούν σε μεταβολές. Οι μεταβολές της κατάστασης προκαλούν πολυδιάστατες Επιπτώσεις (I) με περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική πτυχή. Οι Αντιδράσεις (R) αντιπροσωπεύουν κοινωνικές και πολιτικές δράσεις που διενεργούνται με στόχο την επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος (Lalande, et al., 2014).

Το 1995, το μοντέλο DPSIR υιοθετήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος ως μια γενική, ενοποιητική πλατφόρμα για τη συλλογή, κατηγοριοποίηση και διάδοση περιβαλλοντικών πληροφοριών (Karageorgis & Kapsimalis, 2006, Ramos, et al., 2004) κατά συνέπεια αποτελεί το πλέον ενδεδειγμένο εννοιολογικό μοντέλο για το αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Παράλληλα έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε επιστημονικές έρευνες ανάλογου αντικειμένου και πεδίου εφαρμογής (π.χ. Karageorgis & Kapsimalis, 2006, Kagalou, et al., 2012, Bagordo, et al., 2016, Alexakis, et al., 2013, Spanò, et al., 2017). Το διάγραμμα 3.8. παρουσιάζει τη προσαρμογή που έγινε στο επιλεγθέν εννοιολογικό μοντέλο για τη μελέτη του φαινομένου της νιτρορρύπανσης.

Πίνακας 3.2: Εννοιολογικά μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση/επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών

Εννοιολογικό Μοντέλο	Δημιουργός/έτος	Παραδείγματα Βιβλιογραφικών Πηγών
STRESS (stress-response)	Friend & Rapport/1979	(Friend & Rapport, 1991) (Gabrielsen, P.; Bosch, P., 2003) (Ramos, et al., 2004)
FDES _ Framework for the Development of Environmental Statistics	UN/1984	(Bartelmus, 1994) (Ramos, et al., 2004)
PEP – Population Economy Process: stocks – processes – interactions	Hamilton, 1991	(Hodge, 1997) (Ramos, et al., 2004)
PSR _ pressure – state – response	OECD, 1993	(Huang, et al., 2011) (Hukkinen, 2003) (Hambling, et al., 2011)
EMAP _ Environmental Monitoring Assessment Program indicator framework: condition – stressor	U.S. EPA, 1994	(Whittier & Paulsen, 1992) (McDonald, 2000) (Ramos, et al., 2004)
FISD _ Framework for Indicators of Sustainable Development	UN_Department for Economic & Social Information & Policy Analysis, 1994	(Bartelmus, 1994) (Ramos, et al., 2004)
DPSIR _ Driving Forces-pressures-state-impacts-responses	RIVM, 1994 Υιοθετήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, 1995	(Huang, et al., 2011) (Karageorgis & Kapsimalis, 2006) (Kagalou, et al., 2012) (Bagordo, et al., 2016) (Alexakis, et al., 2013), (Lalande, et al., 2014)
PSR/E _ Pressure-State-Response-Effects	USEPA, 1995	(Jacson, Laura E; Kurtz, Janis C.; Fisher, Wiliam S., 2000) (Ramos, et al., 2007)
DSR _ Driving Force-State-Response	UN, 1996-2001	(OECD, 1999) (Hambling, et al., 2011)
PSIR _ Pressure-State-Impacts-Response		(Yang, et al., 2003) (Ramos, et al., 2004)
IWGSDI _ Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators	US Interagency Working Group on Sustainable Development, 1998	(Farrell & Hart, 1998) (Ramos, et al., 2004)



Διάγραμμα 3.8: Εννοιολογικό μοντέλο DPSIR ειδικά προσαρμοσμένο για να περιγράψει το φαινόμενο της νιτρορρύπανσης

Συνοψίζοντας, η επιλογή των δεικτών έγινε ακολουθώντας το εννοιολογικό μοντέλο DPSIR (διάγραμμα 3.8), βάση τα κριτήρια της παραγράφου 3.4 με γνώμονα τον άξονα μελέτης της μεταπτυχιακής διατριβής. Οι δείκτες που επιλέχθηκαν/καταρτίστηκαν συνοψίζονται στον πίνακα 3.3..

Πίνακας 3.3: Συνοπτική περιγραφή δεικτών υπό αξιολόγηση

Πεδίο	Υπό-πεδίο	Δείκτης	Συνοπτική Περιγραφή Δείκτη
Κινητήριες Δυνάμεις	Χρήση Γης	Αλλαγές στο γεωργική γη	Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης/έτος Μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας/έτος
		Άρδευση	Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης/σύνολο της αγροτικής γης/έτος Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης/αγροτική χρήση/έτος
Πιέσεις	Ανθρώπινη δραστηριότητα	Λίπανση	Εκτίμηση Κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος
		Κτηνοτροφικά απόβλητα	Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων συνολικά και ανά είδος/έτος
		Χρήση Ανακυκλωμένου νερού	Συγκέντρωση νιτρικών από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού/έτος

Κατάσταση	Φυσικοί πόροι	Ποιότητα των Υδάτων _ Νιτρορρύπανση	Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Ολικού Αζώτου ως N-total/έτος, mgN/L/έτος Υπόγειοι υδροφορείς: Μέση Συγκέντρωση Νιτρικών, mgNO ₃ -/L/έτος
Επιπτώσεις	Φυσικοί πόροι	Ποιότητα Υδάτων _δείκτης Ευτροφισμού Στενότητα Υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση	Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης α, mg/m ³ /έτος Υπόγεια ύδατα: ποσοστό των γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση Νιτρικών που υπερβαίνει ή ενδέχεται να υπερβεί τα 50mg/L/έτος
Αντιδράσεις	Δημόσια πολιτική	Ευπρόσβλητες Ζώνες Νιτρορρύπανσης	Έκταση EZN σε Km ² /4ετία

3.5.2. Μέθοδος συλλογής δεδομένων

Τον προσδιορισμό των δεικτών ακολούθησε η συλλογή και ταξινόμηση των απαραίτητων δεδομένων για τον μετέπειτα υπολογισμό τους. Η εξαγωγή ορθών συμπερασμάτων μπορεί να διασφαλιστεί μόνο μέσα από την αξιολόγηση διαχρονικών δεδομένων για αυτό χρησιμοποιήθηκαν δευτερογενή δεδομένα μέσα από πρωτογενή δεδομένα προηγούμενων ερευνών των Τμημάτων Αναπτύξεως Υδάτων, Γεωλογικής Επισκόπησης και Στατιστικής Υπηρεσίας Κύπρου, των Σταθμών Επεξεργασίας Λυμάτων Λάρνακας, Μονής, Αχέλεια και Παραλιμνίου-Αγίας Νάπας και της eurostat. Συγκεκριμένα:

Δείκτες ποσοτικοποίησης Κινητήριων Δυνάμεων (αλλαγές στη γεωργική γη, άρδευση): τα πρωτογενή δεδομένα προέρχονται από την έρευνα με τίτλο «Γεωργικές Στατιστικές περιόδου 1960-2014» της Στατιστικής Υπηρεσίας Κύπρου. Τελευταία ενημέρωση 02.06.2016.

Δείκτες ποσοτικοποίησης Πιέσεων (λίπανση, κτηνοτροφικά απόβλητα, χρήση ανακυκλωμένου νερού): τα πρωτογενή δεδομένα όσο αφορά τη ποσοτικοποίηση της λίπανσης συλλέχθηκαν από την eurostat μέσω της επιτροπής Fertilizers Europe και καλύπτουν τη περίοδο 2006-2014. Η ποσοτικοποίηση του δείκτη περί των κτηνοτροφικών αποβλήτων έγινε με τη χρήση δεδομένων από την έρευνα με τίτλο «Γεωργικές Στατιστικές περιόδου 1960-2014» της Στατιστικής Υπηρεσίας Κύπρου. Τέλος η ποσοτικοποίηση του δείκτη περί τη χρήση ανακυκλωμένου νερού έγινε μέσα από πρωτογενή δεδομένα των σταθμών επεξεργασίας λυμάτων Λάρνακας, Μονής, Αχέλειας και Παραλιμνίου-Αγίας Νάπας

Δείκτες ποσοτικοποίησης Κατάστασης/Επιπτώσεων (ποιότητα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων): τα πρωτογενή δεδομένα προέρχονται από δεδομένα του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της παρακολούθησης της εφαρμογής των οδηγιών 91/676/ΕΟΚ για τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης, 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και του νόμου Ν87(Ι)/2001 περί της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Καλύπτουν τη περίοδο 2007-01/2017.

Δείκτες ποσοτικοποίησης Αντιδράσεων (Δημόσια πολιτική): τα πρωτογενή δεδομένα εξάχθηκαν μέσα από σχετικούς χάρτες του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης.

3.5.3. Μεθοδολογία υπολογισμού των δεικτών

Δείκτης 1: Αλλαγές στη γεωργική γη: ο προσδιορισμός των αλλαγών στη γεωργική γη έγινε σε δύο επίπεδα. Αρχικά προσδιορίστηκε η αλλαγή στο σύνολο της καλλιεργήσιμης γης (υπό-δείκτης 1) και ακολούθησε ο προσδιορισμός των αλλαγών της καλλιεργήσιμης γης ως προς το είδος των καλλιεργειών (υπό-δείκτης 2). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν καλύπτουν τη περίοδο 1960-2014 αξιολογήθηκαν όμως τα δεδομένα της περιόδου 2004-2014 όπου εφαρμόζονταν μέτρα αντιμετώπισης της νιτρορρύπανσης.

Υπό-δείκτης 1: Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης: το ποσοστό καλλιεργήσιμης γης υπολογίστηκε από τα δεδομένα χρήσης γεωργικής γης που συλλέχθηκαν και τη συνολική έκταση της περιοχής εργασίας όπως αυτή υπολογίστηκε από το διανυσματικό επίπεδο της ΠΕ που δημιουργήθηκε με το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen. Ως υπόβαθρο ψηφιοποίησης χρησιμοποιήθηκε ο παγκόσμιος χάρτης Google Streets που παρέχεται από το πρόσθετο Openlayer Plugin. Διατηρήθηκε το σύστημα συντεταγμένων του μητρικού επιπέδου πληροφοριών WGS 84/Pseudo Mercado_EPSG:3857. Τα επιλεγθέν δεδομένα μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007 και υπολογίστηκε ο λόγος καλλιεργήσιμης γης /σύνολο της έκτασης της περιοχής εργασίας (εκφρασμένος ως ποσοστό) /έτος. Ακολούθησε γραφική απεικόνιση του δείκτη.

Υπό-δείκτης 2: Μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας: το μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας υπολογίστηκε σύμφωνα με τα δεδομένα χρήσης γεωργικής γης που συλλέχθηκαν. Τα επιλεγθέν δεδομένα μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007 και υπολογίστηκε ο λόγος γεωργικής γης ανά είδος καλλιέργειας/σύνολο της γεωργικής γης (εκφρασμένος ως ποσοστό)/έτος. Τα είδη καλλιέργειας που αξιολογήθηκαν είναι οι ετήσιες καλλιέργειες σιτηρών, οσπρίων, βιομηχανικών και κτηνοτροφικών φυτών και λαχανικών, οι μόνιμες καλλιέργειες αμπελιών, εσπεριδοειδών, φρούτων, ξηρών καρπών, ελιών και χαρουπιών και οι βοσκότοποι.

Δείκτης 2: Άρδευση: Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης: για να υπολογιστεί το μερίδιο της γεωργικής γης που αρδεύεται έγινε αντιπαραβολή των δεδομένων που συλλέχθηκαν σχετικά με τις χρήσεις γεωργικής γης με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σχετικά με τις χρήσεις αρδεύσιμης γεωργικής γης. Συλλέχθηκαν δεδομένα για την περίοδο 1960-2014, αξιολογήθηκαν όμως τα δεδομένα της περιόδου 2004-2014 στην οποία εφαρμόζονταν μέτρα αντιμετώπισης της νιτρορρύπανσης. Τα δεδομένα μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007 και υπολογίστηκε ο λόγος αρδεύσιμης γεωργικής γης/σύνολο της γεωργικής γης (εκφρασμένος ως ποσοστό) /έτος αρχικά για το σύνολο της αρδεύσιμης γεωργικής γης (υπό-δείκτης 1) και έπειτα για τις επί μέρους χρήσεις γης (υπό-δείκτης 2_ετήσιες και μόνιμες καλλιέργειες, αγρανάπαιση και βοσκότοποι).

Δείκτης 3: Αίπανση: Εκτίμηση Κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων: ο παρόν δείκτης αποτελεί τον άγρο-περιβαλλοντικό δείκτη 5 της Ε.Ε.. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν τη περίοδο 2006-2015 και παρέχουν αυτούσια την εκτιμώμενη κατανάλωση αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων για την περιοχή εργασίας. Τα δεδομένα μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007/έτος.

Δείκτης 4: Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων: η εκτίμηση του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων πραγματοποιήθηκε μέσα από επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν σχετικά με τις αλλαγές στο ζωικό πληθυσμό ανά είδος. Και σε αυτή τη περίπτωση αξιολογήθηκαν τα δεδομένα της περιόδου 2004-2014 στην οποία εφαρμόζονταν μέτρα αντιμετώπισης της νιτρορρύπανσης. Τα επιλεγθέν δεδομένα μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007. Αρχικά υπολογίστηκε ο μέσος όγκος των παραγόμενων αποβλήτων σε m^3 πολλαπλασιάζοντας τη μέση μάζα (Kg) των υπό αξιολόγηση ειδών με τον αντίστοιχο όγκο των παραγόμενων αποβλήτων (L/Kg) όπως αυτός ορίζεται στον ελληνικό κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής (Ελληνική Δημοκρατία, 2000). Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όγκος του συνόλου των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος σύμφωνα με την εξίσωση 3.1 και η αντίστοιχη

περιεκτικότητα του σε N σύμφωνα με την εξίσωση 3.2. Τα ζωικά είδη που αξιολογήθηκαν είναι τα βοοειδή, πρόβατα/αρνιά, αίγες/ερίφια, χοίροι και πουλερικά.

$$V_{\text{κτην. αποβλ./είδος}} (m^3) = Z.P./είδος * V_{\text{παραγ. αποβλήτων/είδος}} (m^3) \quad \text{Εξίσωση 3.1}$$

όπου: Z.P./είδος: Ζωικός Πληθυσμός ανά είδος

$V_{\text{παραγ. αποβλήτων/είδος}}$: Μέσος όγκος παραγόμενων αποβλήτων/είδος ζώου

$$N_{\text{κτην. Αποβλήτων/είδος}} (Kg) = V_{\text{κτην. αποβλ./είδος}} (m^3) * a (\%) * b (Kg/m^3) * N (\%) \quad \text{Εξίσωση 3.2}$$

όπου: $V_{\text{κτην. αποβλ./είδος}}$: μέσος όγκος παραγόμενων αποβλήτων σε m^3 /είδος

a %: το ποσοστό ξηρής κοπριάς ανά είδος ζώου

b: φαινόμενη πυκνότητα ξηρής κοπριάς (Kg/m^3)

N: η εκτιμώμενη συγκέντρωση N(%) επί ξηρού

Δείκτης 5: Χρήση Ανακυκλωμένου νερού: Συγκέντρωση νιτρικών από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού:

για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού χρησιμοποιήθηκε η μαθηματική εξίσωση 3.3.. Ο υπολογισμός έγινε μέσο excel-2007 όπου διαχωρίστηκαν τα δεδομένα ανά επαρχία διάθεσης ανακυκλωμένου νερού. Αρχικά υπολογίστηκε η μέση συγκέντρωση νιτρικών ως $Kg N/m^3$ και έπειτα το N από το ανακυκλωμένο νερό σε Kg.

$$N_{\text{ανακ. νερού}} (Kg) = C_N (KgN / m^3) \times V (m^3) \quad \text{Εξίσωση 3.3.}$$

όπου: C_N : η μέση συγκέντρωση νιτρικών ιόντων ως $Kg N/m^3$

V: ποσότητα ανακυκλωμένου νερού που διατέθηκε για αρδευτικούς σκοπούς, m^3

Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων Νιτρορρύπανση: ο εν λόγω δείκτης αποτελεί τον αγρό-περιβαλλοντικό δείκτη 27.1 της Ε.Ε.. Ορίζεται ως "τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα με συγκέντρωση νιτρικών ιόντων που υπερβαίνει τα 50 mg NO_3/L (ισοδύναμο με 11.3 mg N/L)" και προσδιορίζεται μέσα από τη παρακολούθηση (υφιστάμενη και μεταβολή) της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά (υπό-δείκτης 1) και υπόγεια ύδατα (υπό-δείκτης 2).

Υπό-Δείκτης 1: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Ολικού Αζώτου ως N-total/έτος,

mgN/L/έτος: για την αξιολόγηση της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων υπολογίστηκε η μέση συγκέντρωση ολικού αζώτου 543 δειγμάτων φραγμάτων/λίμνων και 1989 δειγμάτων ποταμών όπως αυτά εξάχθηκαν από τη βάση δεδομένων CYMOS του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων. Τα δείγματα λήφθηκαν από τα φράγματα Αχνα, Γερμασόγεια, Πολεμίδα, Κούρης, Ασπρόκρεμμος, Ευρέτου, Λεύκαρα, Διπόταμος, Καλαβασός, Κανναβιού, Αρμίνου, Μαυροκόλυμπος, Νέα Λύμπια, Πάνω Πλάτρες, Ξυλιάτος, τις λίμνες Ορόκλινης και Παραλιμνίου και τους ποταμούς Χρυσοχούς, Πλατανιά, Καργότης, Βασιλικός, Ξερός Κούρης, Άγιος Νικόλαος Ελιά, Ακάκι, Πεδιαίος, Γυαλιάς, Τρέμιθος, Μαρόνι, Χαποτάμι, Διαρίζος, Αγιά, Πύργος, Λιμνίτης, Συριάτης, Γερμασόγεια, Γαρούλλης, Λιμνάτης και Κρυός τη περίοδο 2007-2015. Τα αποτελέσματα μαζί με τα αντίστοιχα στοιχεία δειγματοληψίας (κωδικό σημείου δειγματοληψίας, τοποθεσία/συντεταγμένες φράγματος/λίμνης ή σταθμού παρακολούθησης ποταμού) καταχωρήθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007 και διαχωρίστηκαν ανά έτος.

Υπό-Δείκτης 2: Υπόγειοι υδροφορείς: Μέση Συγκέντρωση Νιτρικών, mgNO3-/L/έτος:

για την αξιολόγηση της ποιότητας των υπόγειων υδροφορέων υπολογίστηκε η μέση συγκέντρωση νιτρικών ιόντων 1196 δειγμάτων υπόγειων νερών (553 Επαρχία Λευκωσίας, 364 Επαρχία Λεμεσού, 112 Επαρχία Πάφου, 167 Επαρχία Λάρνακας) που προορίζονται για σκοπούς ύδρευσης όπως αυτά εξάχθηκαν από τη

βάση δεδομένων Sample Manager του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων. Τα δείγματα λήφθηκαν τη περίοδο 2010-2017. Τα αποτελέσματα διαχωρίστηκαν ανά επαρχία και έτος και καταχωρήθηκαν μαζί με τα στοιχεία δειγματοληψίας (κωδικό σημείου δειγματοληψίας, τοποθεσία/συντεταγμένες γεώτρησης) σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007. Ακολούθησε γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Δείκτης 7: Ποιότητα Υδάτων Δείκτης ευτροφισμού: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης α, mg/m³/έτος: για την αξιολόγηση της ευτροφικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα χλωροφύλλης-α 348 δειγμάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από τη βάση δεδομένων CYMOS του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων. Τα δείγματα λήφθηκαν από τα φράγματα Άχνα, Γερμασόγεια, Πολεμίδα, Κούρης, Ασπρόκρεμμος, Ευρέτου, Λεύκαρα, Διπόταμος, Καλαβασός, Κανναβιού, Αρμίνου, Μαυροκόλυμπος, Νέα Λύμπια, Πάνω Πλάτρες, Ξυλιάτος και τις λίμνες Ορόκλινης και Παραλμινίου τη περίοδο 2007-2015. Τα αποτελέσματα μαζί με τα αντίστοιχα στοιχεία δειγματοληψίας (κωδικό σημείου δειγματοληψίας, τοποθεσία/συντεταγμένες φράγματος/λίμνης) καταχωρήθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007 και διαχωρίστηκαν ανά έτος.

Δείκτης 8: Στενότητα Υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση: Υπόγεια ύδατα: ποσοστό των γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση Νιτρικών που υπερβαίνει ή ενδέχεται να υπερβεί τα 50 mg NO₃/L/έτος: ο δείκτης αποτελεί συνέχεια του δείκτη 6_υπό-δείκτη 2. Από την αξιολόγηση που έγινε στα πλαίσια του δείκτη 6.2. υπολογίστηκε το σύνολο των κοινοτικών γεωτρήσεων που αξιολογήθηκαν και το σύνολο των γεωτρήσεων που κατέγραψαν υπέρβαση στη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων ανά έτος. Έπειτα προσδιορίστηκε ο λόγος των κοινοτικών γεωτρήσεων που σημείωσαν υπέρβαση προς το σύνολο των κοινοτικών γεωτρήσεων και το αποτέλεσμα εκφράστηκε ως ποσοστό. Ταυτόχρονα σε ξεχωριστό υπολογιστικό φύλλο καταγράφηκαν τα αντίστοιχα αποτελέσματα των δειγμάτων που βρίσκονται μεταξύ 25-50 mg NO₃/L. Ακολούθησε γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Τέλος έγινε αντιπαραβολή των γεωτρήσεων που σημειώνουν υπέρβαση με τις EZN.

Δείκτης 9: Ευπρόσβλητες Ζώνες Νιτρορρύπανσης: Έκταση EZN σε Km²/4ετία: Η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen. Από το συνοπτικό διανυσματικό επίπεδο EZN που συλλέχθηκε από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης εξάχθηκαν τα επιμέρους διανυσματικά επίπεδα των EZN για τα έτη 2004, 2008 και 2011 όπου σημειώθηκαν διαφοροποιήσεις στις καθορισμένες ζώνες. Τα διανυσματικά επίπεδα που δημιουργήθηκαν είχαν την μορφή ακανόνιστων πολύγωνων ενώ διατηρήθηκε το σύστημα συντεταγμένων του μητρικού επιπέδου πληροφοριών WGS 84/UTMzone36N_EPSG:32636. Στον πίνακα ιδιοτήτων των διανυσματικών επιπέδων που δημιουργήθηκαν διατηρήθηκαν τα ονόματα των EZN, οι ημερομηνίες έναρξης και κατάργησης των περιοχών, η συνολική έκταση και η έκταση της περιοχής που οριοθετήθηκε σε Km² ενώ προστέθηκε μονοσήμαντος κωδικός για κάθε ζώνη. Οι έκταση των EZN μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο της excel-2007. Προσδιορίστηκε το συνολικό άθροισμα για κάθε χάρτη και υπολογίστηκε ο λόγος της έκτασης των EZN / συνολική έκταση της περιοχής εργασίας (εκφρασμένος ως ποσοστό) /περίοδο.

3.5.4. Μεθοδολογία Αξιολόγησης των δεικτών

Γραφική Απεικόνιση: οι χρονοσειρές που προέκυψαν από τον υπολογισμό/ταξινόμηση των αποτελεσμάτων όλων των δεικτών παραστάθηκαν γραφικά υπό μορφή διαγραμμάτων διασποράς με ανεξάρτητη μεταβλητή το χρόνο και εξαρτημένη τον εκάστοτε υπό αξιολόγηση δείκτη. Σε δείκτες με πολλαπλές συνιστώσες όπως οι 1.2: Αλλαγές στη γεωργική γη: Μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας, 2.2 Άρδευση: Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης ανά χρήση γης και 4: Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος καταρτίστηκε κοινό διάγραμμα διασποράς ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία αξιολόγησης. Στη περίπτωση που εφαρμόζονταν παράλληλα ποσοτικά κριτήρια, αυτά εντάσσονταν στο ανάλογο διάγραμμα διασποράς για ευκολότερο εντοπισμό των υπερβάσεων.

Βάση ποσοτικών κριτηρίων: ποσοτικά κριτήρια εφαρμόστηκαν υπό τη μορφή απλών ή σύνθετων συναρτήσεων IF της excel-2007 στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων Νιτρορρύπανση: Υπό-Δείκτης 1: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Ολικού Αζώτου ως N-total/έτος, mgN/L/έτος:** Η αξιολόγηση της ποιοτικής τους κατάστασης έγινε με κριτήριο «η μέση συγκέντρωση του ολικού αζώτου να μην υπερβαίνει τα 11.3 mg N/L».
- **Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων Νιτρορρύπανση: Υπό-Δείκτης 2: Υπόγειοι υδροφορείς: Μέση Συγκέντρωση Νιτρικών, mgNO₃-/L/έτος:** Η αξιολόγηση της ποιοτικής τους κατάστασης έγινε με κριτήριο «η μέση συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων να μην υπερβαίνει 50 mg NO₃/L».
- **Δείκτης 7: Ποιότητα Υδάτων Δείκτης ευτροφισμού: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης a, mg/m³/ έτος:** Η αξιολόγηση της ευτροφικής κατάστασης έγινε βάση του πίνακα 3.3.

Χωρική απεικόνιση: η χωρική απεικόνιση των αποτελεσμάτων έγινε κατά την αντιπαραβολή των υπερβάσεων που εντοπίστηκαν στα πλαίσια της εφαρμογής ποσοτικών κριτηρίων στους δείκτες 6, 7 και κατά επέκταση του δείκτη 8, με τις εκάστοτε ισχύουσες EZN. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Qgis έκδοση 2.14.12-Essen.

Συγκεκριμένα:

- **Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων Νιτρορρύπανση: Υπό-Δείκτης 1: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Ολικού Αζώτου ως N-total/έτος, mgN/L/έτος:** Τα επιφανειακά ύδατα, φράγματα/λίμνες και υδατορεύματα, που σημείωσαν υπερβάσεις ψηφιοποιήθηκαν υπό τη μορφή ακανόνιστου πολυγώνου και γραμμής αντίστοιχα σε νέο διανυσματικό αρχείο (shp_vector layer). Ως υπόβαθρο ψηφιοποίησης των επιφανειακών υδάτων χρησιμοποιήθηκε ο παγκόσμιος χάρτης OpenCycleMap Landscape που παρέχεται από το πρόσθετο Openlayer Plugin. Διατηρήθηκε το σύστημα συντεταγμένων του μητρικού επίπεδου πληροφοριών WGS 84/Pseudo Mercado_EPSG:3857. Έπειτα προστέθηκε το διανυσματικό επίπεδο ακανόνιστων πολύγωνων των EZN που βρίσκονταν σε ισχύ το έτος που σημειώθηκαν οι υπερβάσεις, όπως αυτό δημιουργήθηκε στα πλαίσια υπολογισμού του δείκτη 9, και εντοπίστηκαν οι EZN που γειτνιάζαν/αλληλεπιδρούσαν με τα υπερβαίνονταν επιφανειακά ύδατα. Καταρτίστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες.

Δείκτης 7: Ποιότητα Υδάτων Δείκτης ευτροφισμού: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης a, mg/m³/ έτος: Τα επιφανειακά ύδατα (φράγματα/λίμνες) που σημείωσαν υπερβάσεις ψηφιοποιήθηκαν υπό τη μορφή ακανόνιστου πολυγώνου σε ένα νέο ενιαίο διανυσματικό αρχείο (shp_vector layer). Ως υπόβαθρο ψηφιοποίησης των επιφανειακών υδάτων χρησιμοποιήθηκε ο παγκόσμιος χάρτης OpenCycleMap Landscape που παρέχεται από το πρόσθετο Openlayer Plugin. Διατηρήθηκε το σύστημα συντεταγμένων του μητρικού επίπεδου πληροφοριών WGS 84/Pseudo Mercado_EPSG:3857. Από το συνοπτικό διανυσματικό επίπεδο εξάχθηκαν τα επιμέρους διανυσματικά επίπεδα των φραγμάτων/λιμνών που σημείωσαν υπερβάσεις/έτος. Έπειτα προστέθηκαν τα διανυσματικά επίπεδα ακανόνιστων πολύγωνων των EZN, όπως αυτό δημιουργήθηκε στα πλαίσια υπολογισμού του δείκτη 9. Τέλος καταρτίστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες αντιπαραβάλλοντας τα διανυσματικά επίπεδα των φραγμάτων/λιμνών που σημείωσαν υπερβάσεις με τις ενίοτε γειτνιάζουσες/αλληλεπιδρούσες και ισχύουσες EZN.

Δείκτης 8: Στενότητα Υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση: Υπόγεια ύδατα: ποσοστό των γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση Νιτρικών που υπερβαίνει τα 50 mg NO₃/L/έτος: Η αξιολόγηση του τρέχον δείκτη έγινε ανά επαρχία, για το σκοπό αυτό εξάχθηκαν από το συνοπτικό

διανυσματικό επίπεδο *cyr_admn* που λήφθηκε από την GADM database, (2009) τα διανυσματικά επίπεδα των επαρχιών της ΠΕ που εντοπίστηκαν υπόγεια ύδατα με υπερβάσεις (Λευκωσία, Λεμεσό, Πάφο και Λάρνακα). Στη συνέχεια, τα υπόγεια ύδατα που σημείωσαν υπερβάσεις ανά επαρχία ψηφιοποιήθηκαν υπό τη μορφή σημείου σε αντίστοιχα διανυσματικά επίπεδα (*shp_vector* layer). Ως υπόβαθρο ψηφιοποίησης χρησιμοποιήθηκε ο παγκόσμιος χάρτης OpenCycleMap Landscape που παρέχεται από το πρόσθετο Openlayer Plugin. Ως σύστημα συντεταγμένων του έργου καθορίστηκε το προβολικό σύστημα WGS 84_EPSG:4326 που αποτελεί το σύστημα συντεταγμένων αναφοράς των παγκόσμιων συστημάτων εντοπισμού θέσης. Οι υπερβαίνοντες γεωτρήσεις εντοπίστηκαν βάση του γεωγραφικού τους πλάτους και μήκους, όπως αυτό εξάχθηκε από τις συντεταγμένες UTM(Universal Transverse Mercado) που συλλέχθηκαν, με τη βοήθεια του ανοικτού προγράμματος “UTM to Latitude and Longitude Converter” που παρέχεται από την ιστοσελίδα The Engineering ToolBox UTM to Latitude and Longitude Converter. Έπειτα προστέθηκαν τα διανυσματικά επίπεδα ακανόνιστων πολύγωνων των EZN, όπως αυτά δημιουργήθηκαν στα πλαίσια υπολογισμού του δείκτη 9. Τέλος καταρτίστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες αντιπαραβάλλοντας τα διανυσματικά επίπεδα των υπερβαίνοντων γεωτρήσεων με τις ενίοτε γειτνιάζουσες/αλληλεπιδρούσες και ισχύουσες EZN ανά επαρχία.

Πίνακας 3.4: Κριτήρια αξιολόγησης ευτροφικής κατάστασης επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών)

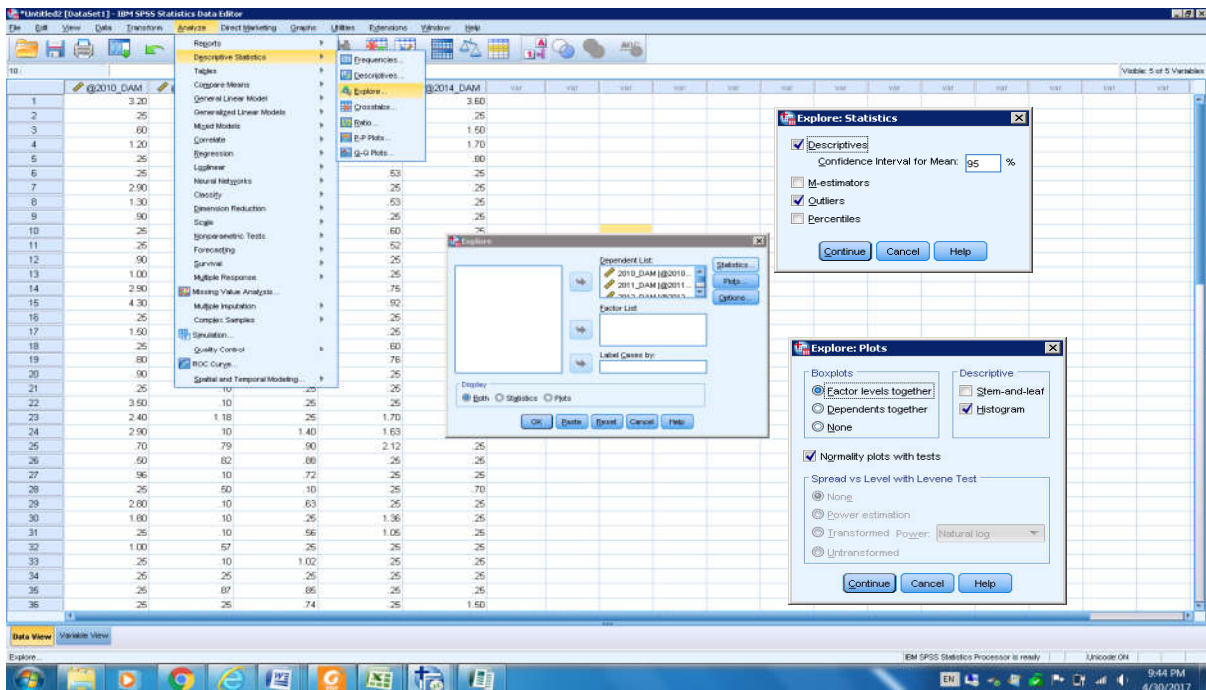
Επίπεδα ευτροφισμού	Χλωροφύλλη-α mg/L	Simboura et al (2005)
Ολιγοτροφικό	<0,1	Υψηλή Ποιότητα
Χαμηλό Μεσοτροφικό	0,1-0,4	Καλή Ποιότητα
Μεσοτροφικό	0,4-0,6	Μέτρια Ποιότητα
Υψηλό Μεσοτροφικό	0,6-2,21	Φτωχή Ποιότητα
Ευτροφικό	>2,21	Κακή Ποιότητα

3.5.5. Στατιστική Επεξεργασία_Μεθοδολογία συσχέτισης των δεικτών

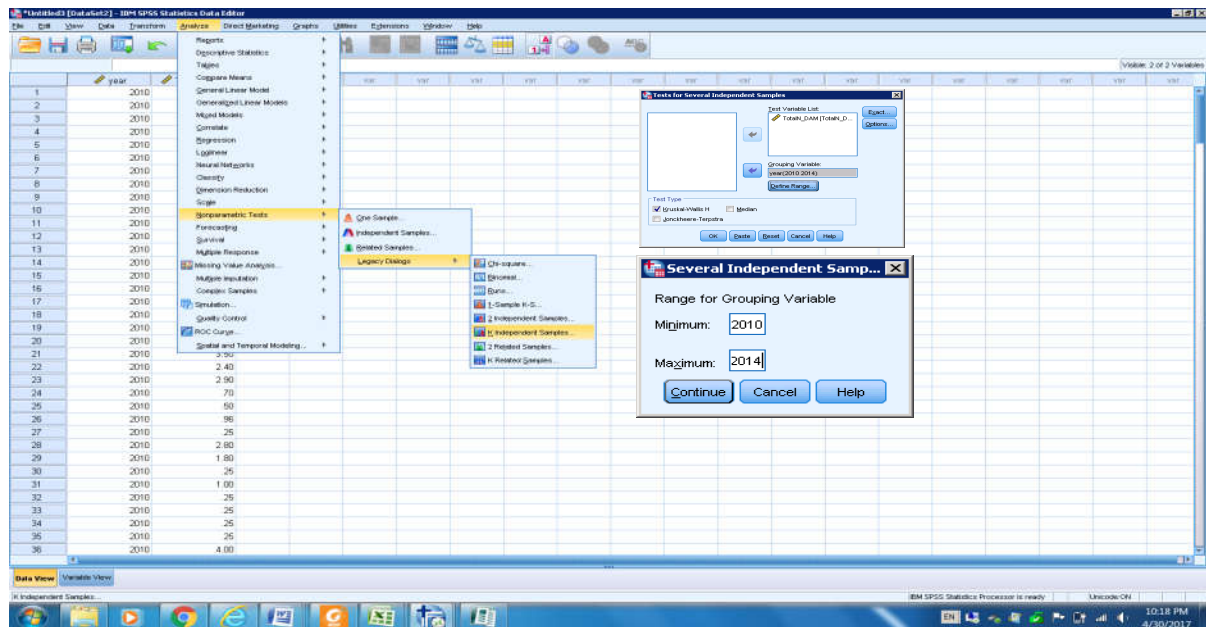
Η στατιστική επεξεργασία των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v. 24 για Windows της εταιρείας IBM.

Κύριο Ερευνητικό Ερώτημα: Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν οργανώθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα της excel-2007 ώστε να διευκολυνθεί η εισαγωγή τους στο SPSS. Διαχωρίστηκαν σε τρία υπολογιστικά φύλλα, ένα για κάθε τύπο ύδατος (επιφανειακά_φράγματα/λίμνες, επιφανειακά_υδατορεύματα και υπόγεια ύδατα). Ως μεταβλητές ορίστηκαν τα υπό αξιολόγηση έτη (2010-2014) ενώ οι συγκεντρώσεις των αζωτούχων ενώσεων (ολικό N για επιφανειακά ύδατα, NO₃⁻ για υπόγεια) αποτέλεσαν τα διανύσματα. Στη συνέχεια ακολουθώντας την πορεία που δίνεται στην εικόνα 3.1 εξάχθηκαν τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα (mean, stdev, skewness, kurtosis) δίνοντας παράλληλα το ιστόγραμμα, θηκόγραμμα, Q-Q Plots και πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικής κατανομής δεδομένων. Τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή οπότε εφαρμόστηκε το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis (αντί του τεστ One Way ANOVA για κανονικές κατανομές_ εικόνα 2). Κριτήριο αποδοχής της μηδενικής υπόθεσης αποτελεί το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας (sig) να είναι μεγαλύτερο από τη καθορισμένη P value (0.05 ή 5%_επίπεδο σημαντικότητας 95%), σε αντίθετη περίπτωση η μηδενική περίπτωση απορρίπτεται και ισχύει η εναλλακτική υπόθεση. Παράλληλα έγινε αυτόματη επιβεβαίωση της αποδοχής ή όχι της μηδενικής υπόθεσης μέσω του SPSS ακολουθώντας την πορεία της εικόνας 3.3. Τέλος, και αφού εντοπίστηκε

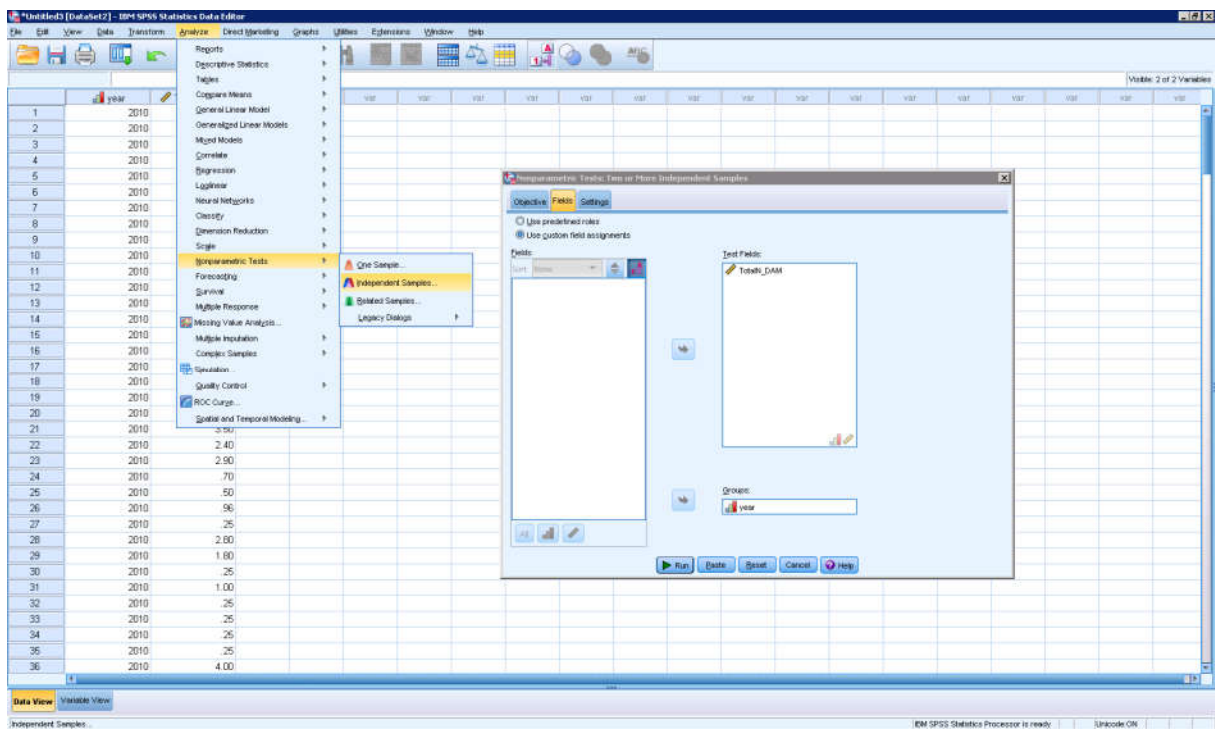
συνοπτική ανομοιότητα μεταξύ των μεταβλητών, μελετήθηκε η στατιστική ομοιότητα των διαδοχικών σειρών δεδομένων εφαρμόζοντας το τεστ Mann-Whitney U ακολουθώντας την πορεία της εικόνας 3.4..



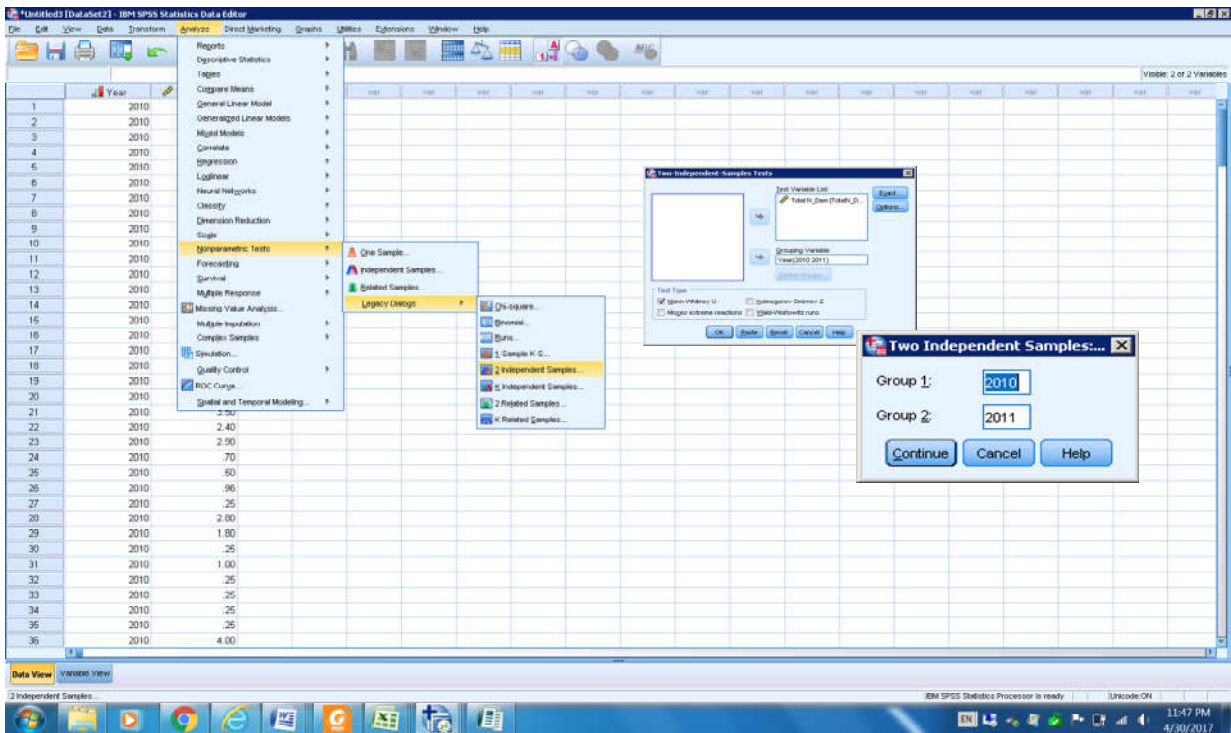
Εικόνα 3.1. Εντολή Analyze, Descriptive statistics, Explore του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.



Εικόνα 3.2. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Legacy Dialogs, K Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.

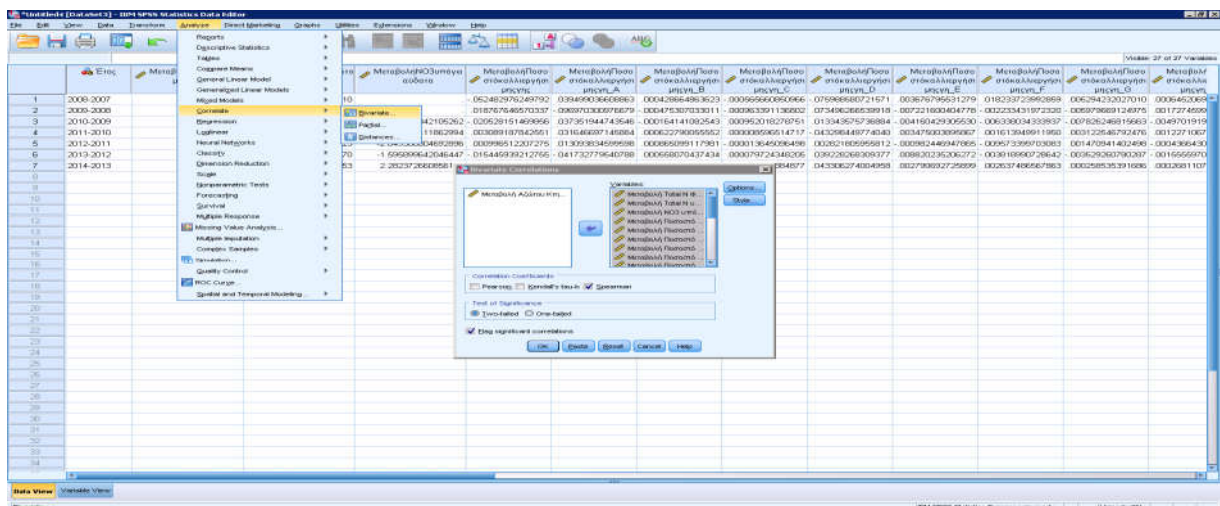


Εικόνα 3.3. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.

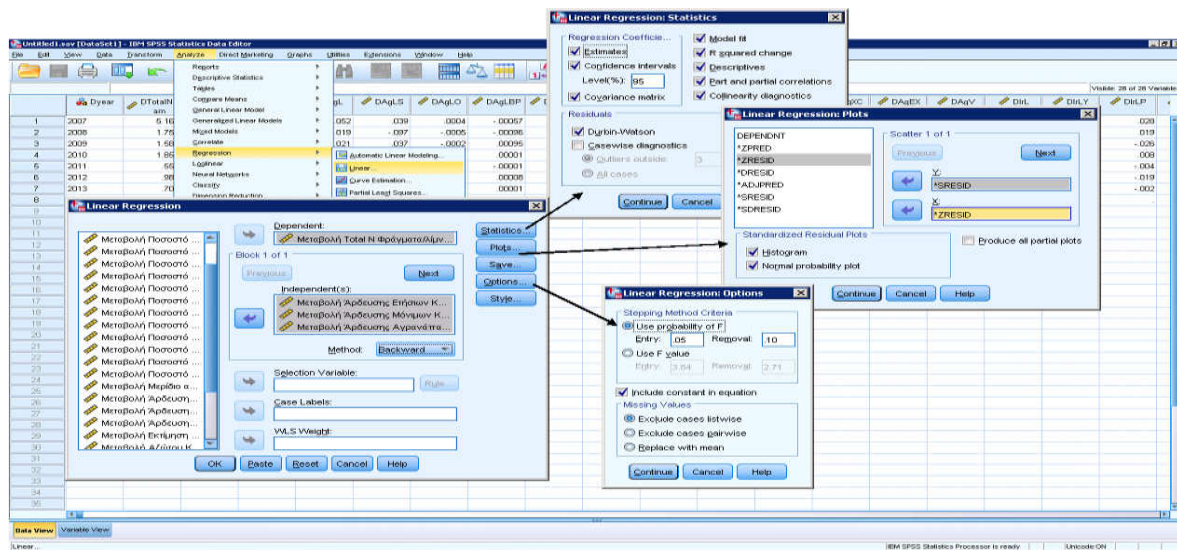


Εικόνα 3.4. Εντολή Analyze, Nonparametric Tests, Legacy Dialogs, 2 Independent Samples του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.

Ερευνητικά ερωτήματα 1-10: Τα δεδομένα που εξάχθηκαν στα πλαίσια υπολογισμού των δεικτών μεταφέρθηκαν σε ένα συνοπτικό υπολογιστικό φύλο excel-2007 ώστε να είναι εφικτή η μεταφορά τους στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24. Περιλάμβαναν τις μέσες τιμές ολικού N επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες, υδατορεύματα)/έτος, μέσες συγκεντρώσεις NO_3^- υπόγειων υδάτων/έτος, ποσοστά καλλιεργήσιμης γης/είδος/έτος, ποσοστά αρδύσιμης γης/χρήση/έτος, εκτίμηση κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος, άζωτο κτηνοτροφικών αποβλήτων/είδος/έτος, N ανακυκλωμένου νερού/έτος και μέσες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών /έτος για τη περίοδο 2007-2014. Στη συνέχεια ακολουθώντας την πορεία που δίνεται στην εικόνα 3.1 εξάχθηκαν τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα (mean, stdev, skewness, kurtosis) δίνοντας παράλληλα το ιστόγραμμα, θηκόγραμμα, Q-Q Plots και πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικής κατανομής δεδομένων. Οι πληθυσμοί των μεταβλητών αναφοράς (δείκτες κατάστασης) δεν ακολουθούν κανονική κατανομή συνεπώς για την αξιολόγηση της συσχέτισης των εκάστοτε υπό αξιολόγηση σειρών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman ακολουθώντας την πορεία της εικόνας 3.5. Ακολούθησε γραφική απεικόνιση των συσχετίσεων υπό μορφή συνοπτικών διαγραμμάτων διασποράς. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την διενέργεια απλής ή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ανάλογα με τον υπό αξιολόγηση δείκτη_ ανεξάρτητη μεταβλητή (εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.5. Εντολή Correlate, Bivariate του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.



Εικόνα 3.6. Εντολή Regression, Linear του στατιστικού προγράμματος SPSS v.24.

Κεφάλαιο Τέταρτο

Αποτελέσματα

4.1. Έννοιες και θέματα

Η περιοχή εργασίας εκτείνεται σε όλη την έκταση της νήσου Κύπρου που βρίσκεται υπό τον έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας. Η μεγάλη έκταση της, σε συνδυασμό με τη διαχρονική μελέτη των δεικτών που επιλέχθηκαν οδήγησε στη συλλογή ενός μεγάλου όγκου δεδομένων. Για την καλύτερη οργάνωση της εργασίας, τα δεδομένα και οι επιμέρους συνιστώσες που χρησιμοποιήθηκαν για τη, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, αξιολόγηση/υπολογισμό των δεικτών παρουσιάζονται υπό μορφή πινάκων στο Παράρτημα.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί γίνεται ανά δείκτη. Για κάθε δείκτη δίνονται σχετικές λεπτομέρειες καθώς και γραφικές και χωρικές απεικονίσεις ανάλογα με τη προτεινόμενη μεθοδολογία. Οι γραφικές απεικονίσεις βοηθούν στον εντοπισμό χρονικών ασυνεχειών και τάσεων και παράλληλα διευκολύνουν την αξιολόγηση των δεικτών βάση των προτεινόμενων, σύμφωνα με τη μεθοδολογία, κριτηρίων. Οι χωρικές απεικονίσεις διευκολύνουν τον εντοπισμό τοπολογικών σχέσεων και παράλληλα βοηθούν στην οργάνωση των μεγάλων ποσοτήτων χωρικών δεδομένων που συλλέχθηκαν. Επισημαίνεται δε πως για κάθε δείκτη αξιολογήθηκε η χρονική περίοδος και το μέρος της περιοχής εργασίας για τα οποία υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα. Οι σχετικές λεπτομέρειες αναφέρονται στις παραγράφους 3.5.2-3.5.3 της μεθοδολογίας.

Τέλος η αξιολόγηση της συσχέτισης των δεικτών παρουσιάζεται βάση των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν. Αρχικά παρουσιάζεται η αξιολόγηση κατανομής πληθυσμού των επί μέρους συνιστωσών των δεικτών και ακολουθεί η κατάλληλη στατιστική επεξεργασία. Οι λεπτομέρειες αναφέρονται στη παράγραφο 3.5.4. της μεθοδολογίας. Επισημαίνεται δε πως η διερεύνηση περιορίστηκε για τη χρονική περίοδο για την οποία υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα για το σύνολο των υπό αξιολόγηση δεικτών.

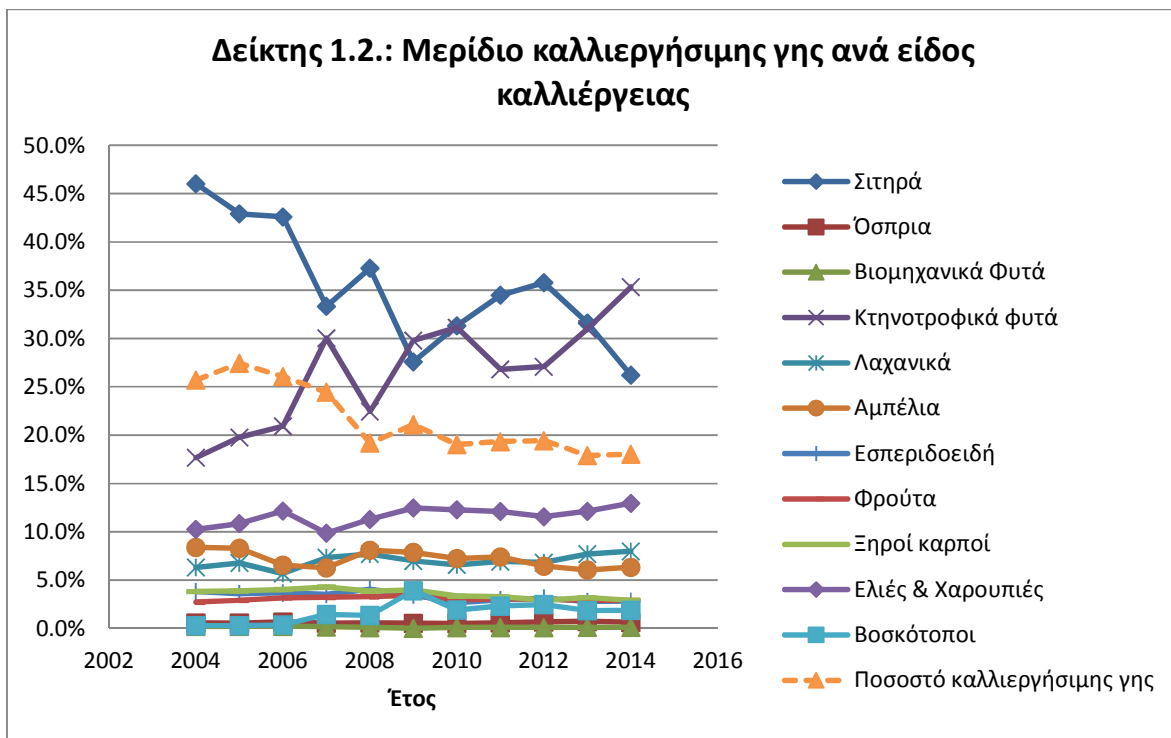
4.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά κατηγορία

4.2.1. Δείκτης 1: Αλλαγές στη γεωργική γη

Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία, ο παρόν δείκτης υπολογίστηκε σε δύο επίπεδα. Στο διάγραμμα 4.1. παρουσιάζετε η διαχρονική μεταβολή του υπό-δείκτη 1: ποσοστό καλλιεργήσιμης γης και στο διάγραμμα 4.2. παρουσιάζετε η διαχρονική μεταβολή του υπό-δείκτη 2: Μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας.



Διάγραμμα 4.1: Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης της περιοχής της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη περίοδο 2004-2014



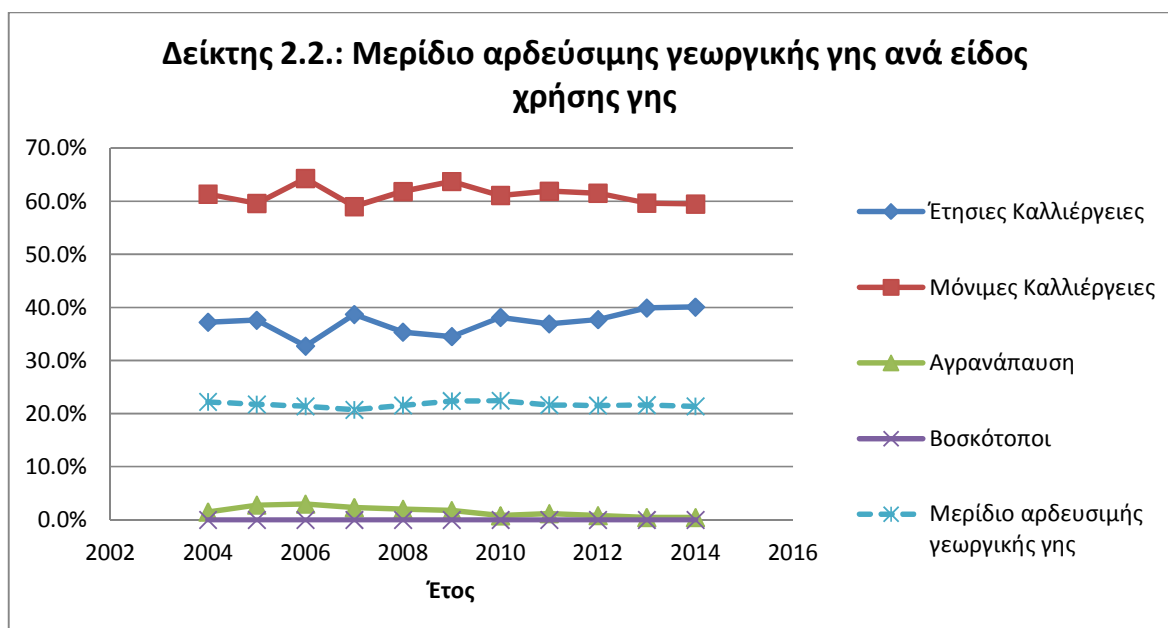
Διάγραμμα 4.2: Μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας της περιοχής της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη περίοδο 2004-2014

4.2.2. Δείκτης 2: Άρδευση: Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης

Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία και ο παρόν δείκτης υπολογίστηκε επίσης σε δύο επίπεδα. Στο διάγραμμα 4.3. παρουσιάζετε η διαχρονική μεταβολή του υπό-δείκτη 1: Μερίδιο αρδεύσιμης γης και στο διάγραμμα 4.4. παρουσιάζετε η διαχρονική μεταβολή του υπό-δείκτη 2: Μερίδιο αρδεύσιμης γης ανά χρήση γεωργικής γης.



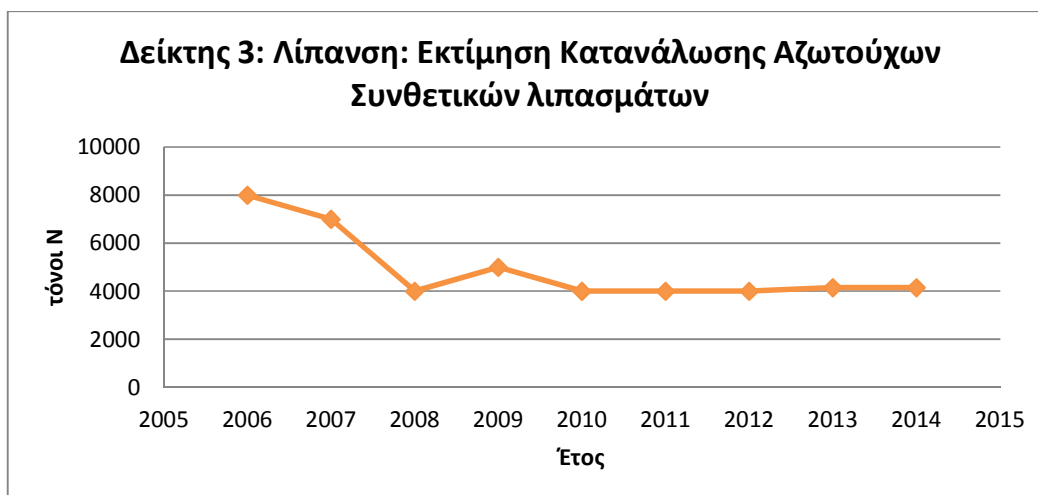
Διάγραμμα 4.3: Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης της περιοχής της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη περίοδο 2004-2014



Διάγραμμα 4.4: Μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης ανά χρήση γης της περιοχής της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη περίοδο 2004-2014

4.2.3. Δείκτης 3: Λίπανση: Εκτίμηση Κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων

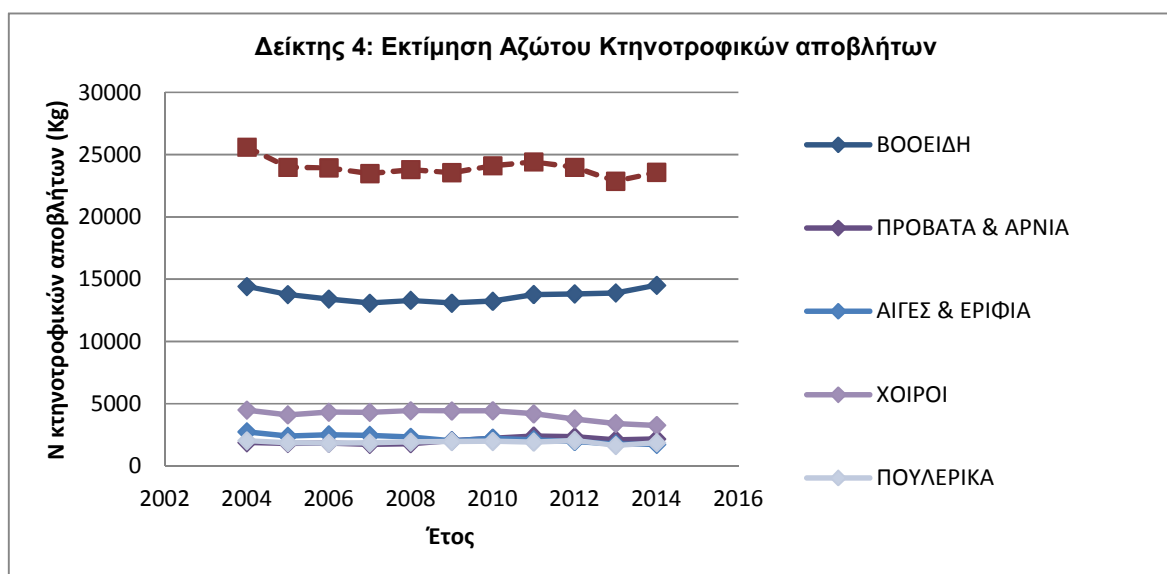
Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία, ο παρόν δείκτης παρέχεται αυτούσιος από τη eurostat. Στο διάγραμμα 4.5. παρουσιάζετε η διαχρονική μεταβολή του δείκτη.



Διάγραμμα 4.5: Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών Λιπασμάτων της περιοχής της Κύπρου που βρίσκεται υπό τον πλήρη έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας για τη περίοδο 2004-2014

4.2.4. Δείκτης 4: Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων

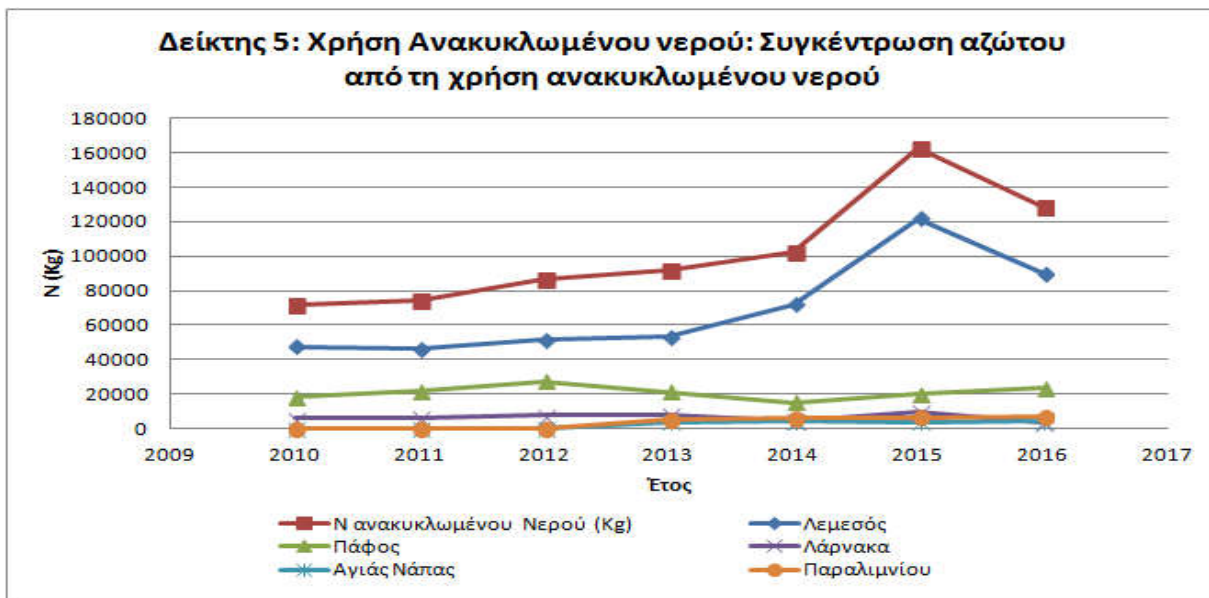
Η εκτίμηση του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων έγινε σε 5 κατηγορίες ζώων: βοοειδή, πρόβατα/αρνιά, αίγες/ερίφια, χοίροι και πουλερικά. Τα αποτελέσματα του δείκτη απεικονίζονται γραφικά στο διάγραμμα 4.6.



Διάγραμμα 4.6: Εκτίμηση αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων για τις κατηγορίες βοοειδή, πρόβατα & αρνιά, αίγες & ερίφια, χοίροι και πουλερικά της περιόδου 2004-2014.

4.2.5. Δείκτης 5: Χρήση Ανακυκλωμένου νερού: Συγκέντρωση αζώτου από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού:

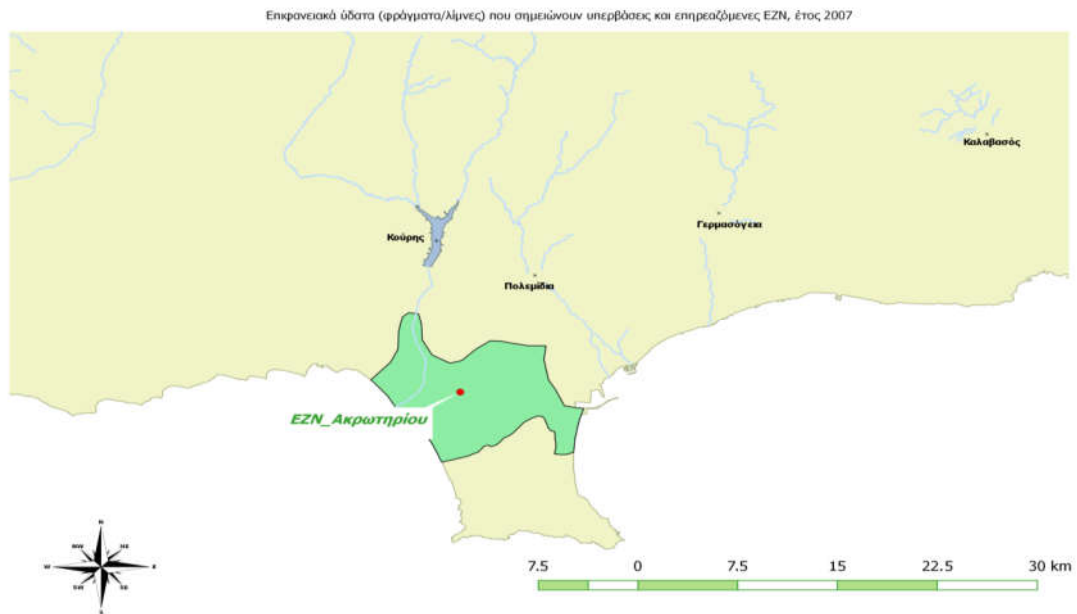
Ο προσδιορισμός της αζωτούχας συνεισφοράς από τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς έγινε στις 4 επαρχίες: Λάρνακα, Λεμεσό (Μονή), Πάφο (Αχέλεια) και Αμμόχωστο (Αγία Νάπα-Παραλιμνίου). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.7.



Διάγραμμα 4.7: Εκτίμηση αζώτου ανακυκλωμένου νερού της περιόδου 2010-2016.

4.2.6. Δείκτης 6: Ποιότητα των Υδάτων_ Νιτρορρύπανση

Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία, ο παρόν δείκτης προσδιορίστηκε μέσα από τη καταγραφή/αξιολόγηση της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού N στα επιφανειακά ύδατα (υπό-δείκτης 1) και της συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα (υπό-δείκτης 2). Στο διάγραμμα 4.8. παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του ολικού N/σημείο δειγματοληψίας για φράγματα/λίμνες και το διάγραμμα 4.9. η μεταβολή της συγκέντρωσης του ολικού N/σημείο δειγματοληψίας για τα υδατορεύματα. Στους χάρτες 4.1 και 4.2 αντιπαραβάλλονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του δείκτη 6 (υπό-δείκτης 1)_ Φράγματα/λίμνες και υδατορεύματα αντίστοιχα, με τις καθορισμένες EZN της υπό αξιολόγησης περιόδου. Τέλος στα διαγράμματα 4.10-13 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων/σημείο δειγματοληψίας για τα υπόγεια ύδατα.

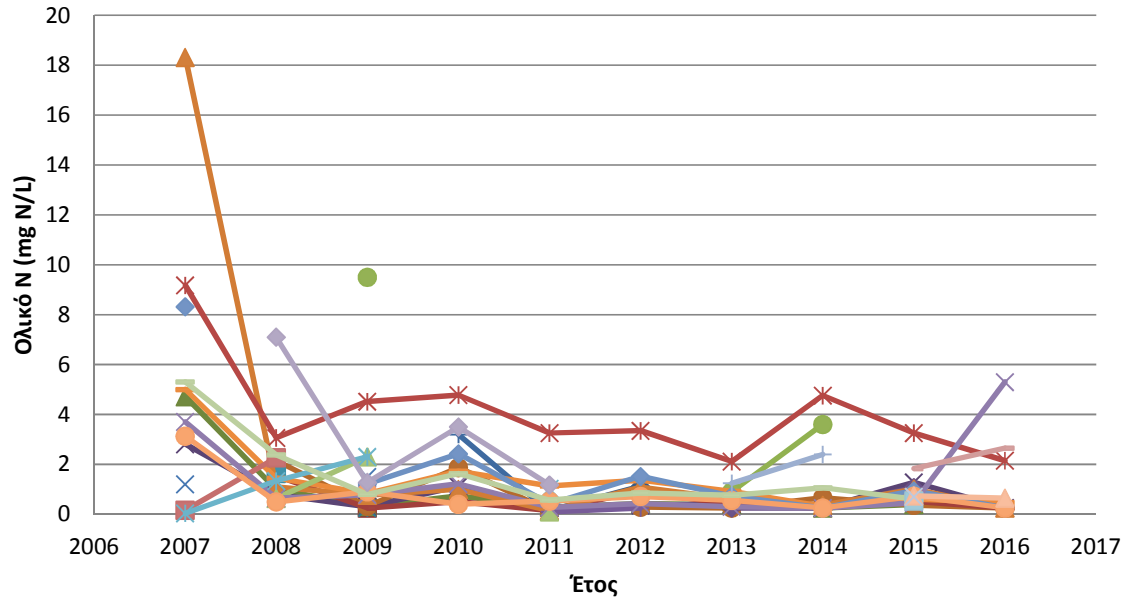


Χάρτης 4.1.: Αντιπαραβολή επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση ολικού N και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες ΕΖΝ.



Χάρτης 4.2.: Αντιπαραβολή επιφανειακών υδάτων (υδατορευμάτων) που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση ολικού N και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες ΕΖΝ. Αριστερά οι υπερβάσεις τις χρονικής περιόδου 2007-2014 και δεξιά τις χρονικής περιόδου 2015.

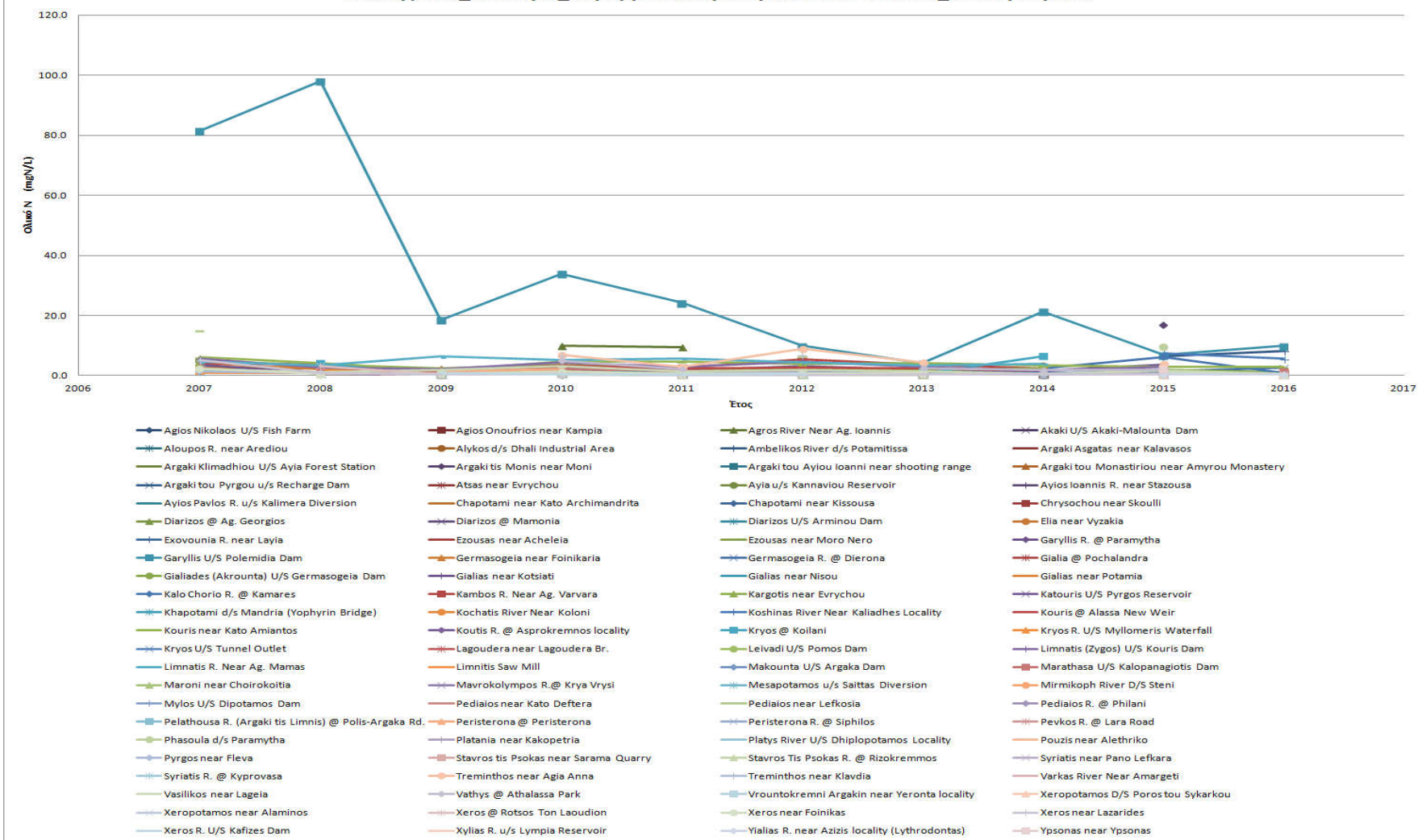
Δείκτης 6.1. _Ποιότητα_νιτρορρύπανση επιφανειακών υδάτων φράγματα/λίμνες



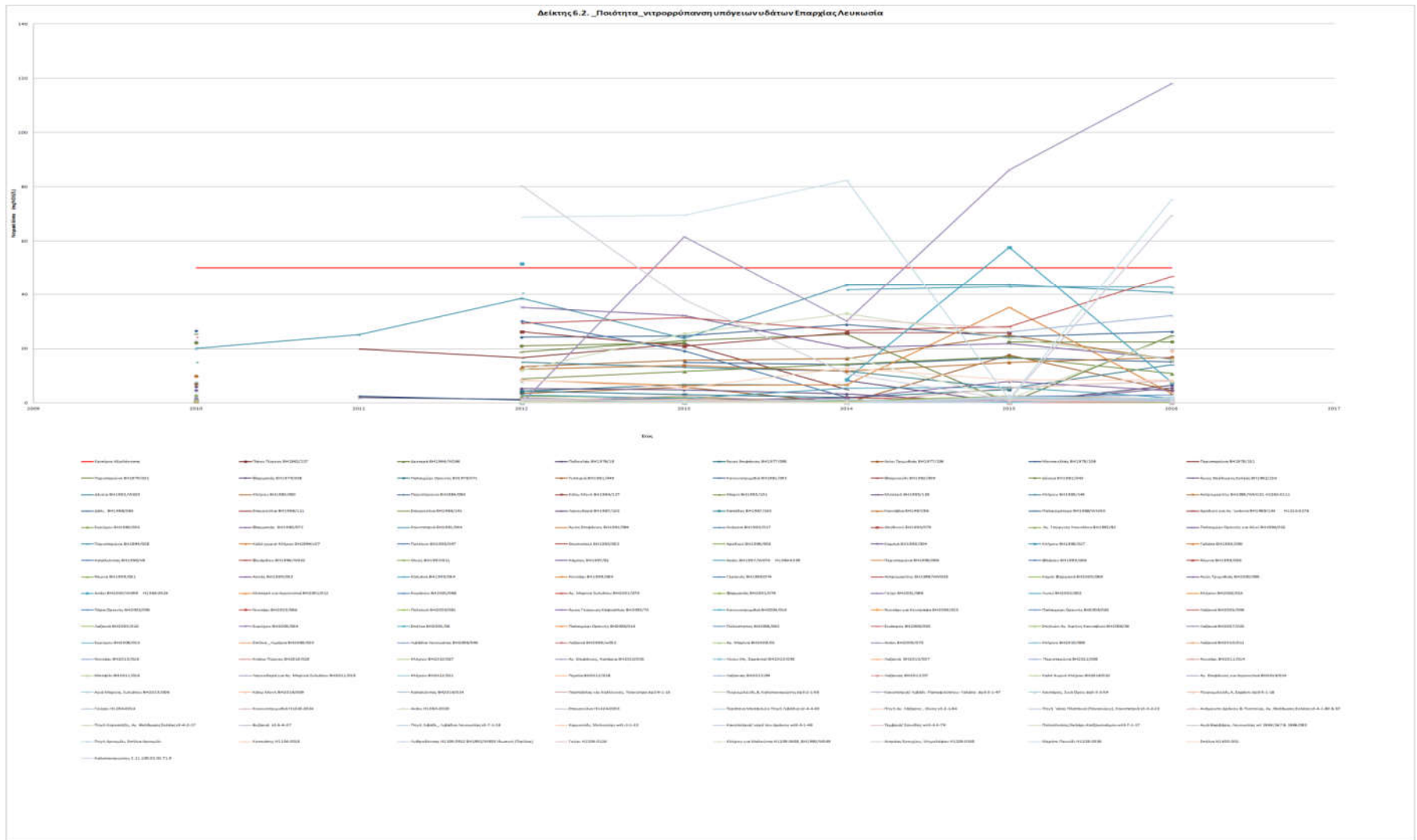
- ◆ Mavrokolympos Res. Deepest Lake Point
- ▲ Evretou Res. Deepest Lake Point
- ✦ Asprokremmos Res. Bank
- ✦ Arminou Res. Bank
- Pano Platres Res. Bank
- Kouris Res. Pumping Station
- ✦ Kouris Res. Bank
- Polemidia Res. Bank
- Germasogeia Res. Bank
- ◆ Kalavastos Res. Deepest Lake Point
- ▲ Lefkara Res. Bank
- ✦ Dipotamos Res. Bank
- ✦ New Lympia Res. Deepest Lake Part
- Achna Res. Deepest Lake Point
- Paralimni Lake on West shore
- ✦ Paralimni Lake near Vathys river mouth
- Evretou Res. Bank
- ✦ Asprokremmos Res. Deepest Lake Point
- Kannaviou Res. Deepest Lake Point
- Arminou Res. Deepest Lake Point
- ◆ Pano Platres Res. Deepest Lake Part
- ▲ Kouris Res. Deepest Lake
- ✦ Polemidia Res. Deepest Lake Point
- ✦ Xyliatos Res. Deepest Lake Point
- Germasogeia Res. Deepest Lake Point
- Kalavastos Res. Bank
- ✦ Lefkara Res. Deepest Lake Point
- Dipotamos Res. Deepest Lake Point
- Oroklini Lake @ weir
- ◆ Achna Res. Bank
- ▲ Paralimni Lake near shooting range

Διάγραμμα 4.8: Μεταβολή της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών για την περίοδο 2007-2016

Δείκτης 6.1. _Ποιότητα_υιτρορρύπανση επιφανειακών υδάτων_υδατορεύματα

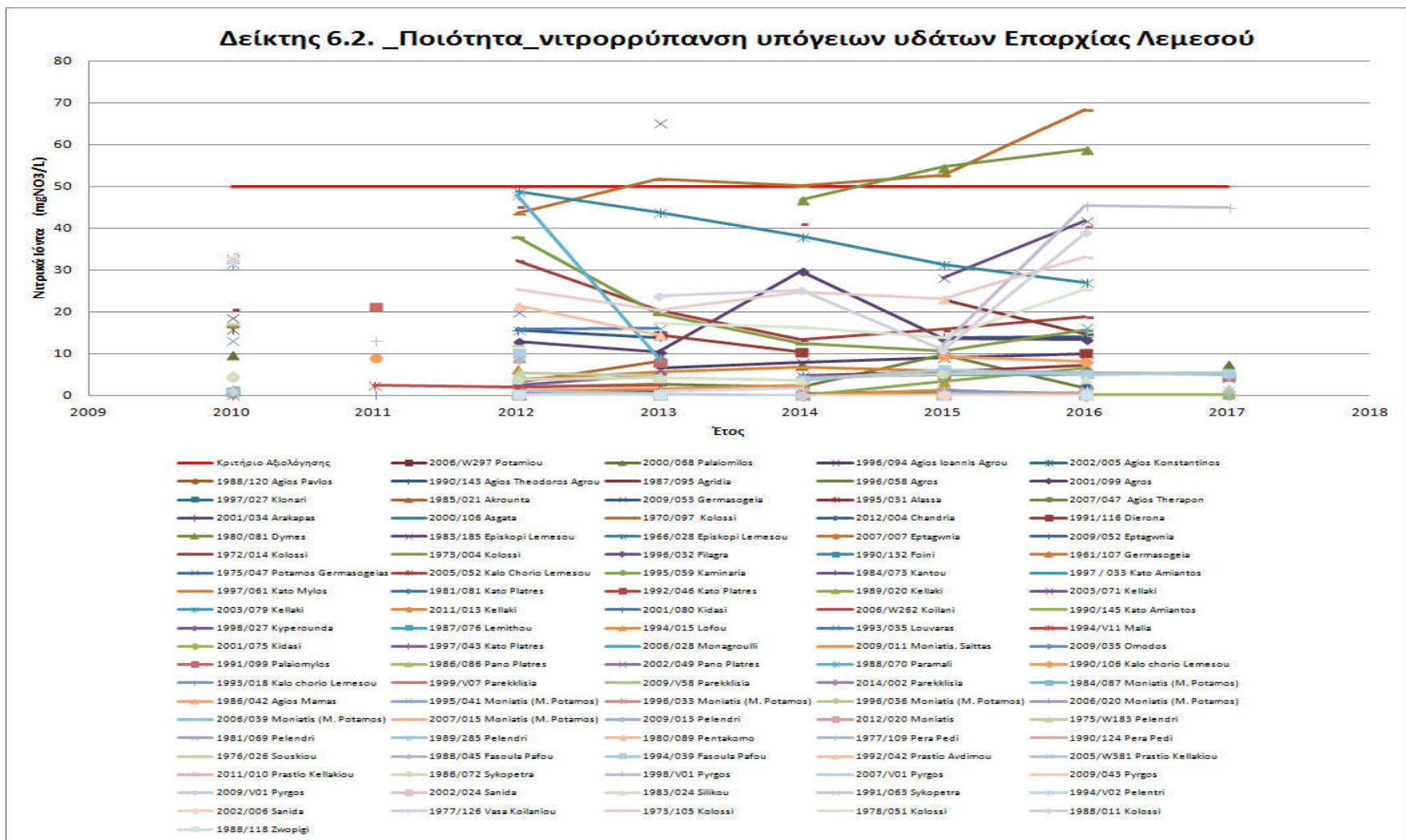


Διάγραμμα 4.9: Μεταβολή της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου των υδατορευμάτων για την περίοδο 2007-2016

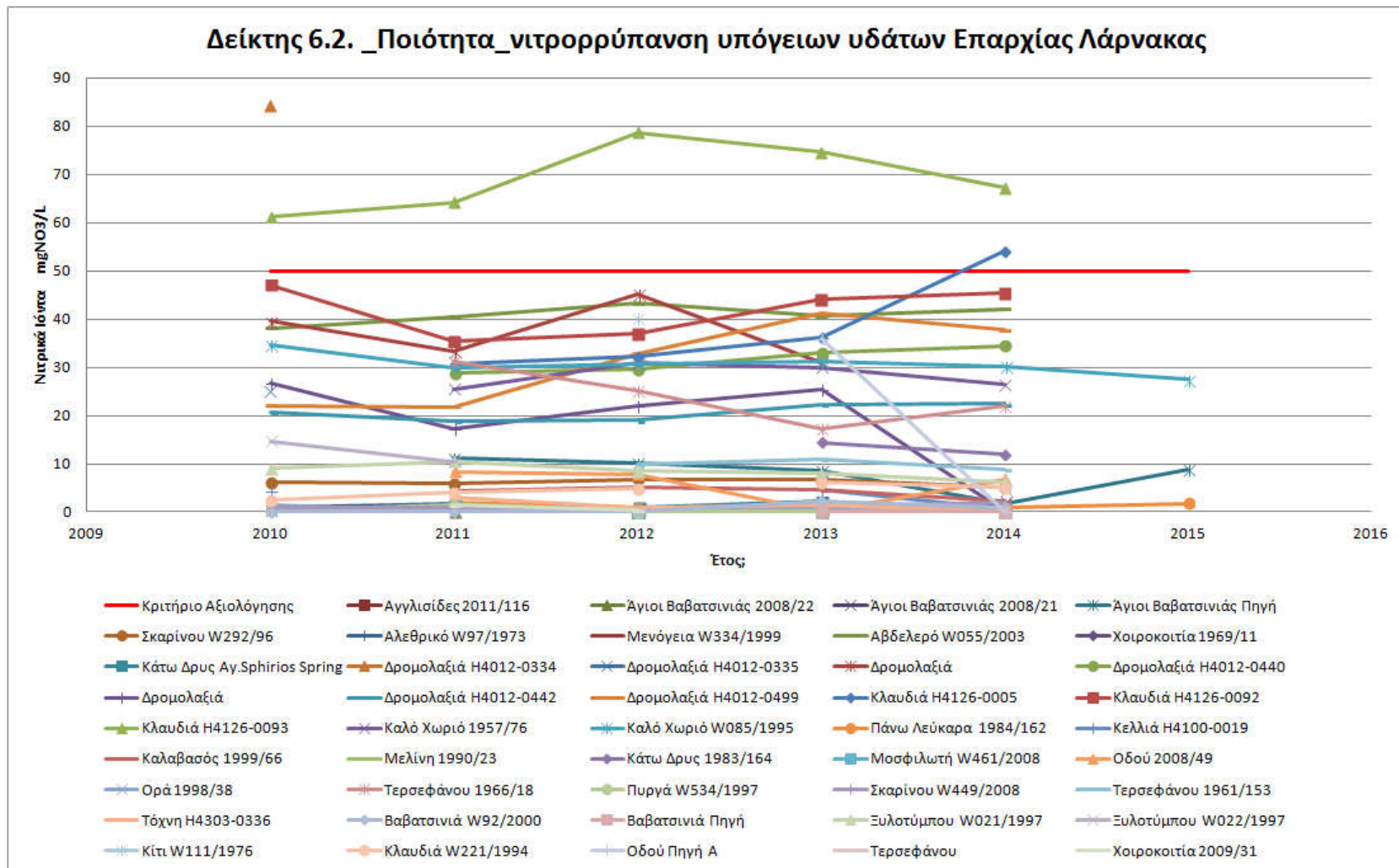


Διάγραμμα 4.10: Μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων της Επαρχίας Λευκωσίας για την περίοδο 2010-2016

Δείκτης 6.2. _Ποιότητα_ νιτρορρύπανση υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λεμεσού



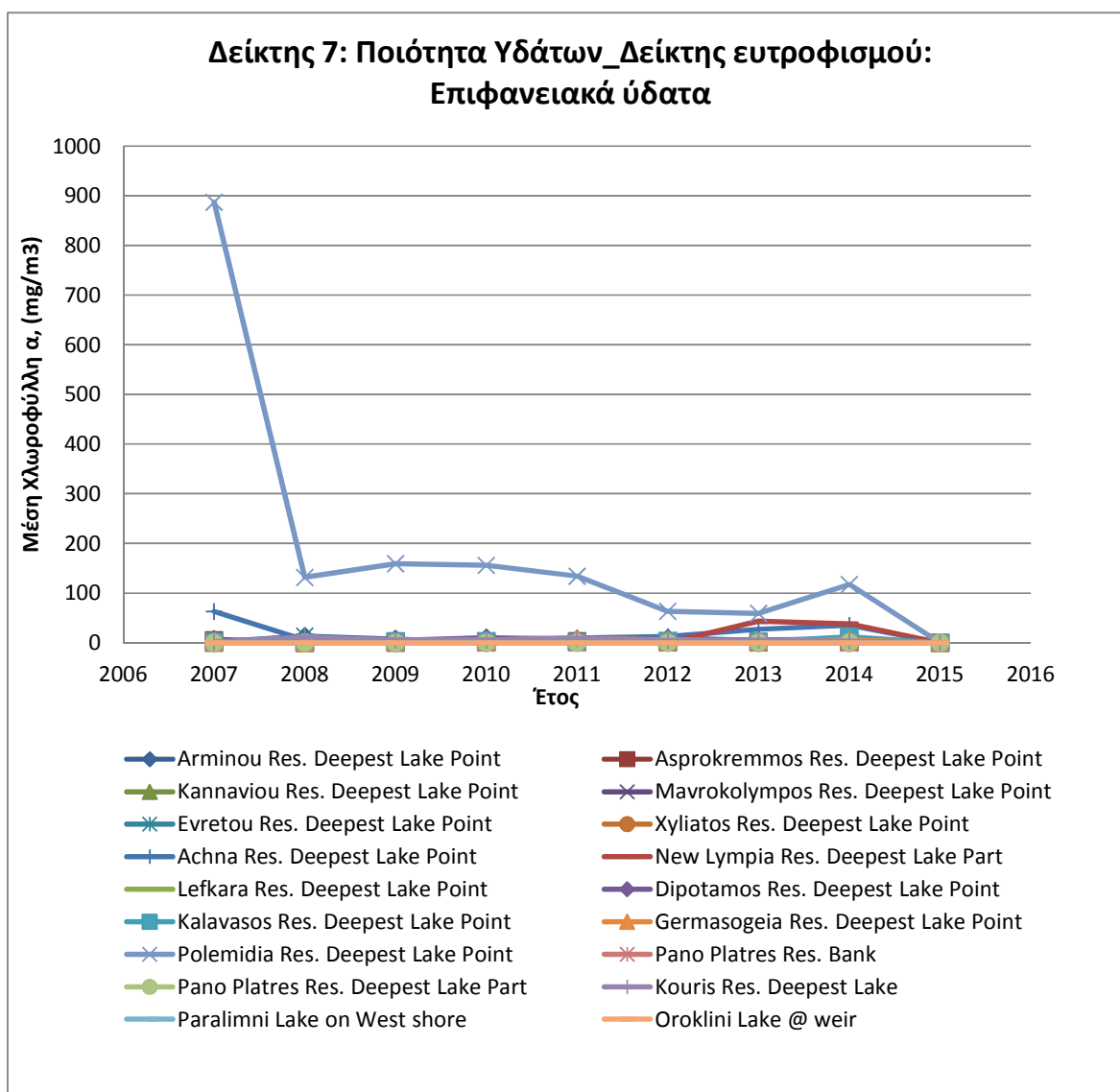
Διάγραμμα 4.11: Μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων της Επαρχίας Λεμεσού για την περίοδο 2010-2017



Διάγραμμα 4.13: Μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων της Επαρχίας Λάρνακας για την περίοδο 2010-2015

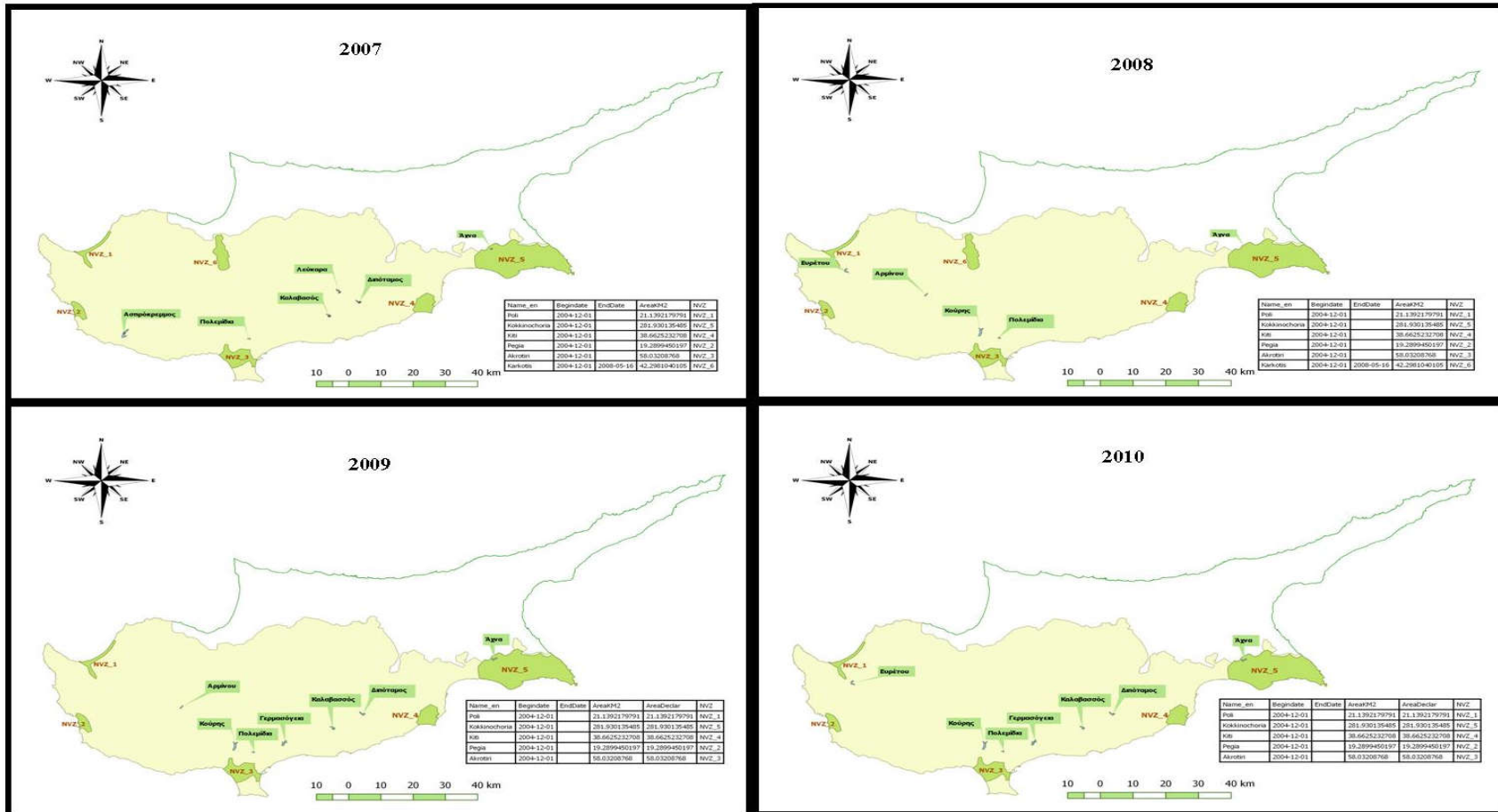
4.2.7. Δείκτης 7: Ποιότητα Υδάτων_Δείκτης ευτροφισμού: Επιφανειακά ύδατα: Μέση Συγκέντρωση Χλωροφύλλης α, mg/m³/ έτος

Η αξιολόγηση της ευτροφικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων έγινε μέσα από τη καταγραφή/αξιολόγηση της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης α στα επιφανειακά ύδατα φραγμάτων/λιμνών σύμφωνα με τα κριτήρια που παρατίθενται στον πίνακα 3.4 της μεθοδολογίας. Στο διάγραμμα 4.14. παρουσιάζεται η χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α για φράγματα/λίμνες. Στους χάρτες 4.3 – 4.4 αντιπαραβάλλονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του δείκτη 7 με τις εκάστοτε ισχύουσες EZN ανάλογα με την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.



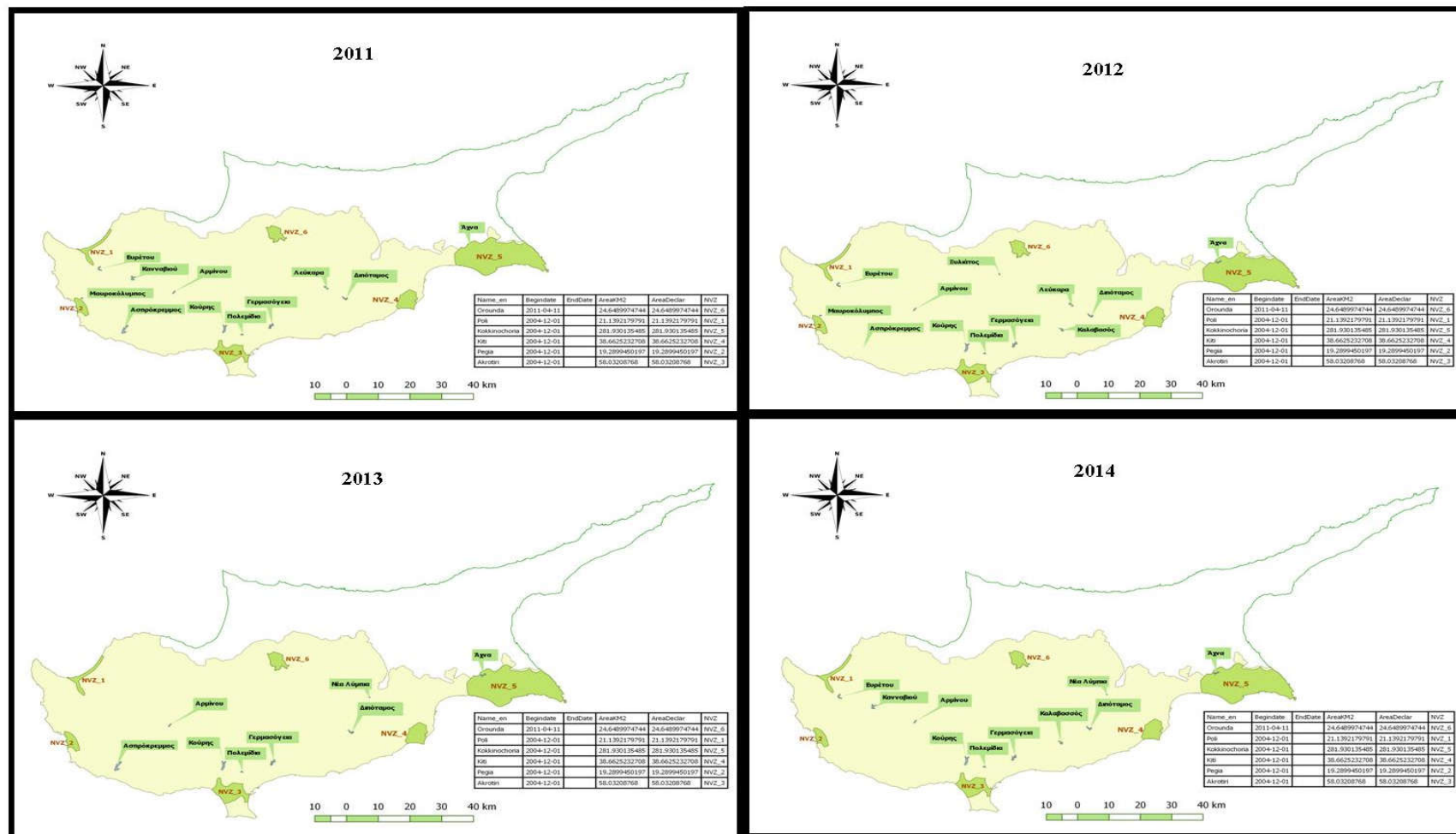
Διάγραμμα 4.14: Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α επιφανειακών υδάτων για την περίοδο 2007-2015

Ευτροφικά Επιφανειακά Ύδατα (φράγματα/λίμνες) ανά έτος με τις εκάστοτε καθορισμένες ΕΖΝ



Χάρτης 4.3.: Αντιπαραβολή ευτροφικών επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) με τις εκάστοτε ισχύουσες ΕΖΝ για τη χρονική περίοδο 2007-2010 από αριστερά προς δεξιά και πάνω προς τα κάτω.

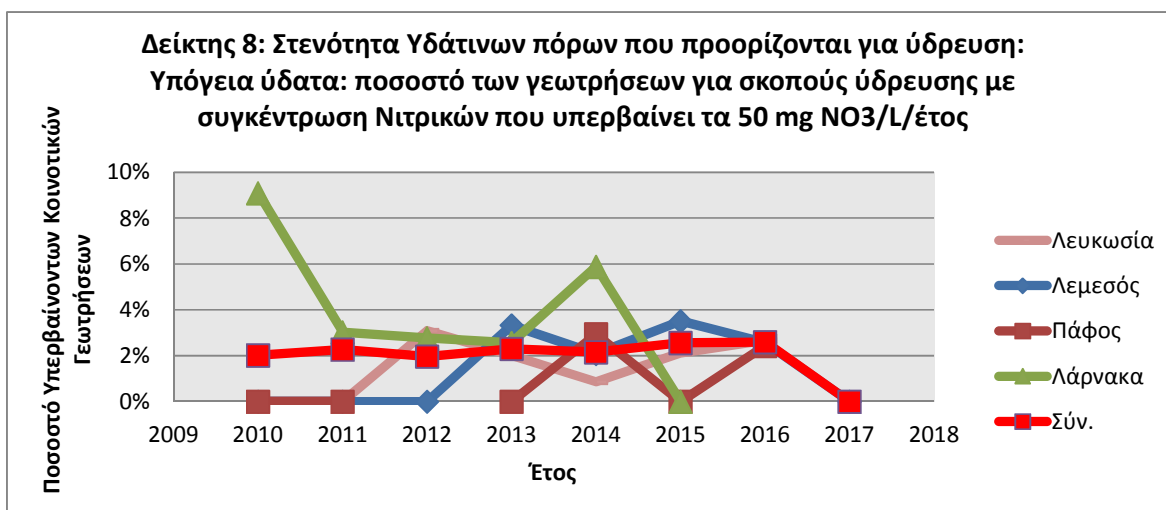
Ευτροφικά Επιφανειακά Ύδατα (φράγματα/λίμνες) ανά έτος με τις εκάστοτε καθορισμένες ΕΖΝ



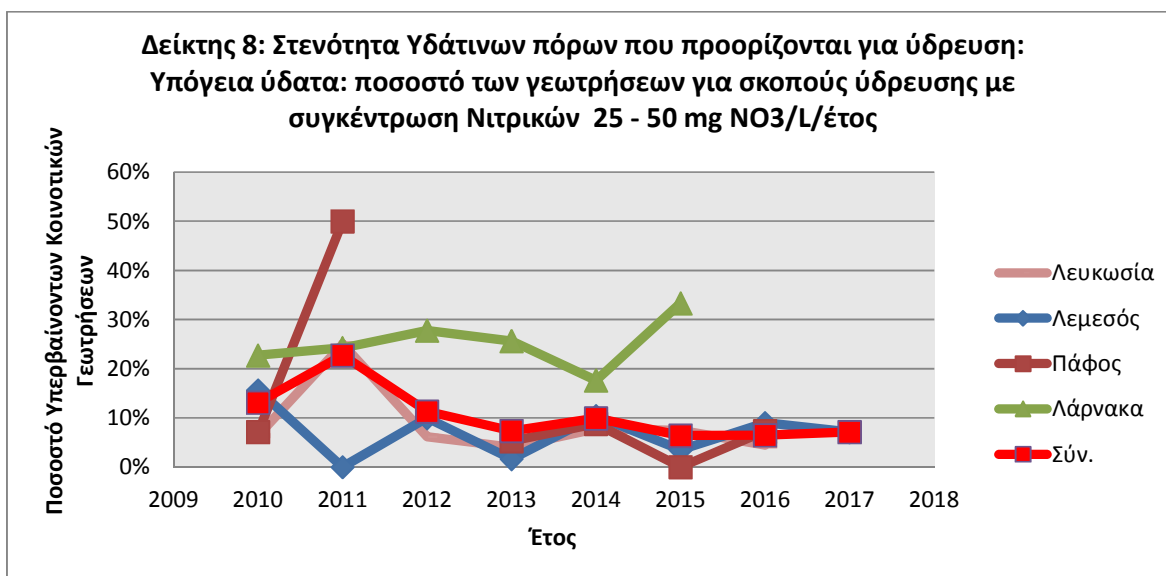
Χάρτης 4.4.: Αντιπαραβολή ευτροφικών επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) με τις εκάστοτε ισχύουσες ΕΖΝ για τη χρονική περίοδο 2011-2014 από αριστερά προς δεξιά και πάνω προς τα κάτω.

4.2.8. Δείκτης 8: Στενότητα Υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση: Υπόγεια ύδατα: ποσοστό των γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση Νιτρικών που υπερβαίνει ή ενδέχεται να υπερβεί τα 50 mg NO₃/L/έτος

Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία, για τον υπολογισμό του παρόντος δείκτη αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του δείκτη 6 (υπό-δείκτης 2). Η γραφική απεικόνιση του δείκτη για τις δύο περιπτώσεις (κριτήρια αξιολόγησης: 50 mg NO₃/L και 25-50 mg NO₃/L) δίνονται στα διαγράμματα 4.15 και 4.16 αντίστοιχα. Στους χάρτες 4.5-4.8 αντιπαραβάλλονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του δείκτη 6 (υπό-δείκτης 2) στις επαρχίες Λευκωσία, Λεμεσό, Πάφο και Λάρνακα αντίστοιχα με τις καθορισμένες EZN της υπό αξιολόγησης περιόδου.

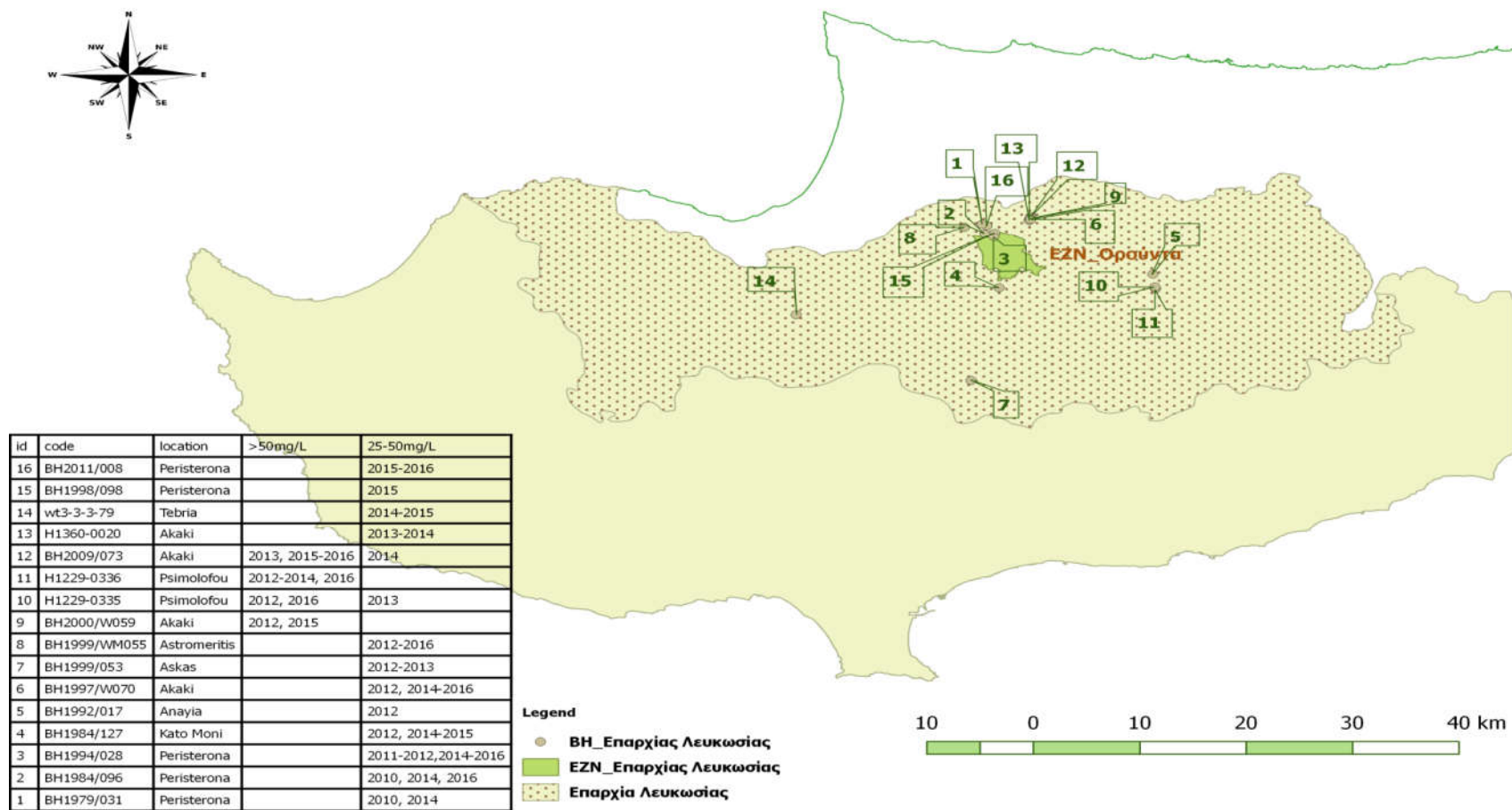


Διάγραμμα 4.15: Μεταβολή της ποσοστιαίας κατανομής των υπερβαιόντων κοινοτικών γεωτρήσεων την περίοδο 2010-2017

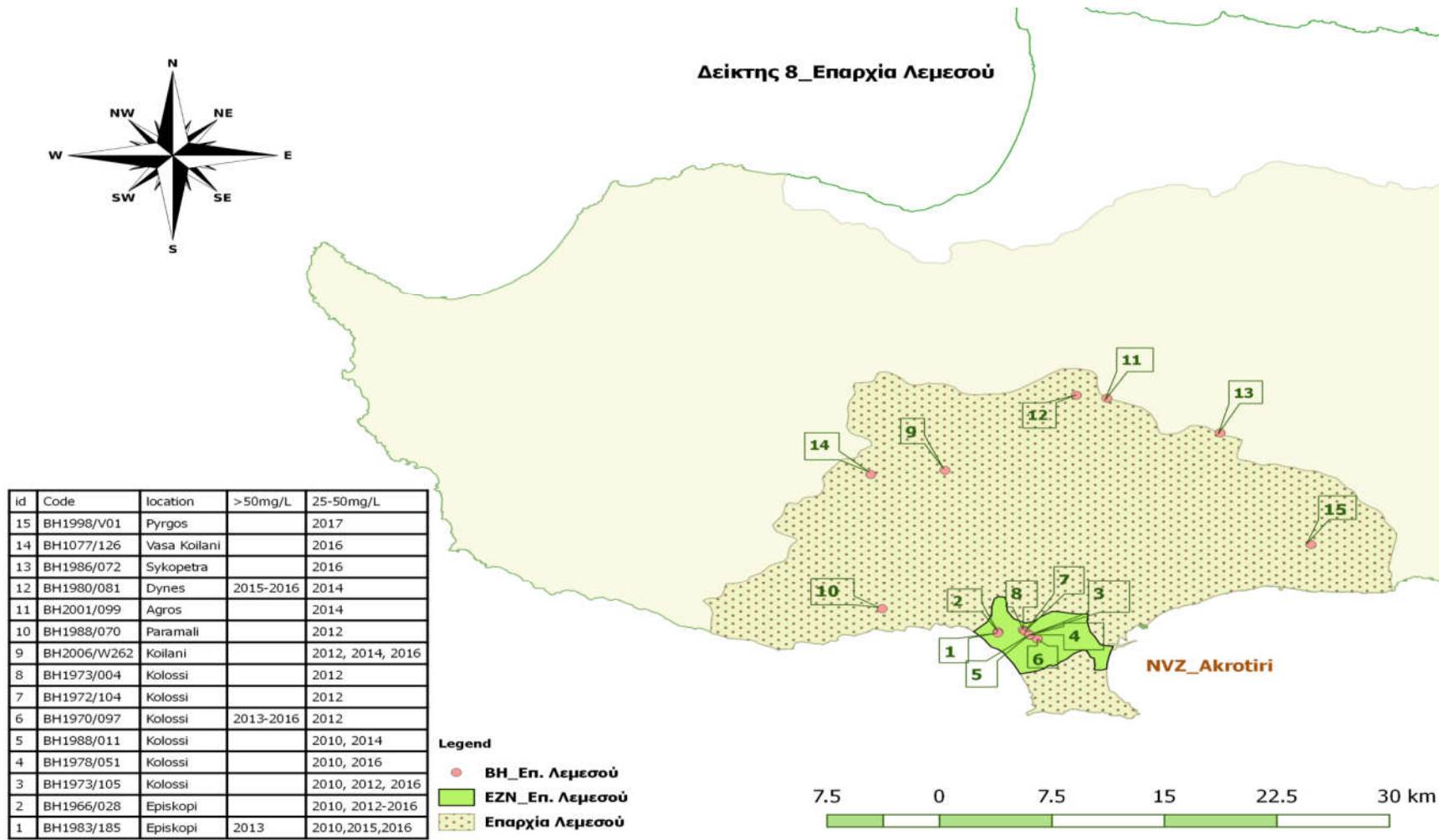


Διάγραμμα 4.16: Μεταβολή της ποσοστιαίας κατανομής των κοινοτικών γεωτρήσεων με συγκέντρωση νιτρικών 25-50 mg NO₃/L την περίοδο 2010-2017

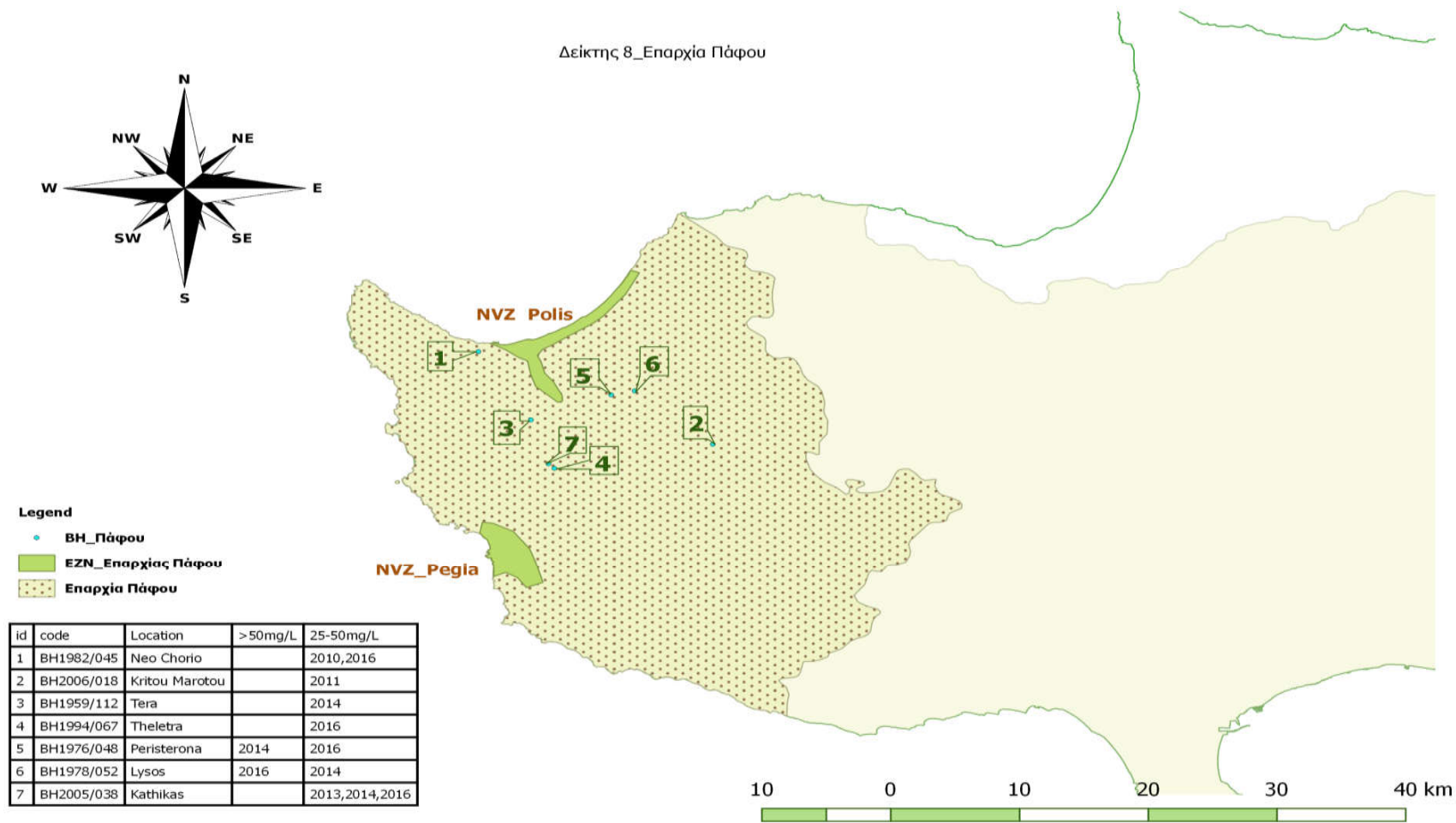
Δείκτης 8_Επαρχίας Λευκωσίας



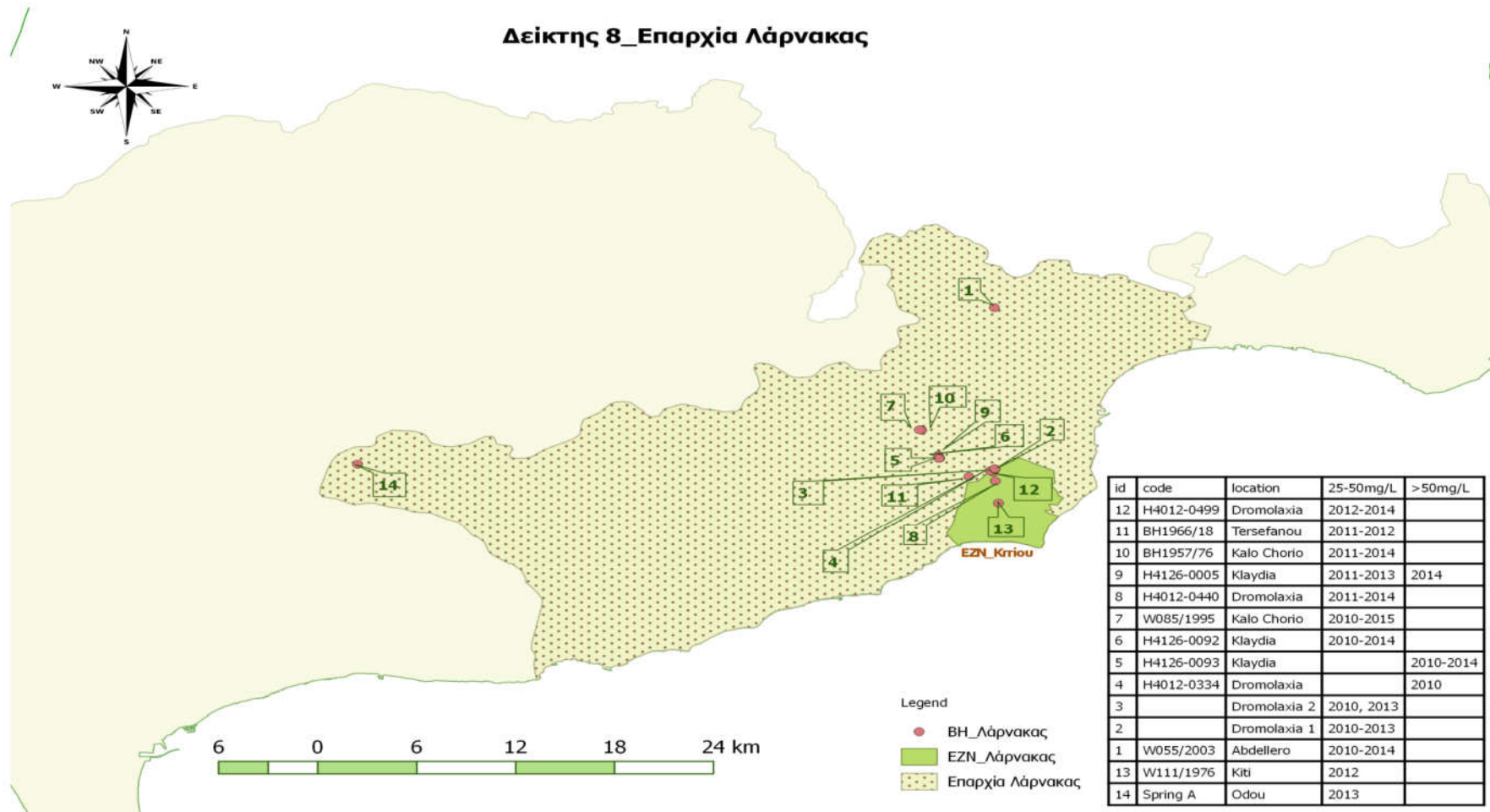
Χάρτης 4.5.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λευκωσίας που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2016.



Χάρτης 4.6.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λεμεσού που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2017.



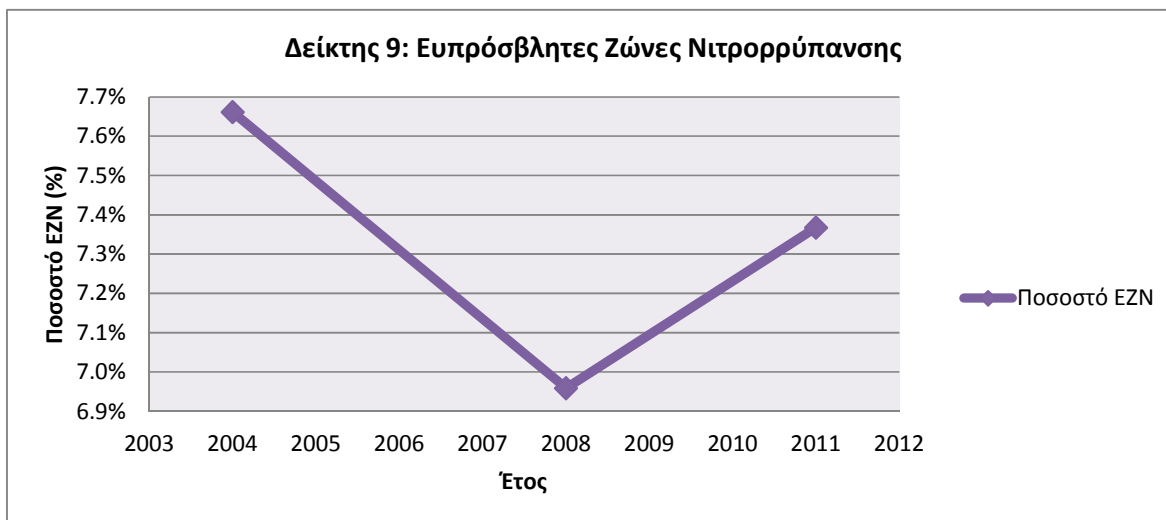
Χάρτης 4.7.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Πάφου που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες ΕΖΝ για τη χρονική περίοδο 2010-2016.



Χάρτης 4.8.: Αντιπαραβολή υπόγειων υδάτων Επαρχίας Λάρνακας που σημείωσαν υπερβάσεις στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων και επηρεαζόμενες/πλησιέστερες EZN για τη χρονική περίοδο 2010-2015.

4.2.9. Δείκτης 9: Ευπρόσβλητες Ζώνες Νιτρορρύπανσης: Έκταση EZN σε Km²/4ετία

Η γραφική απεικόνιση του δείκτη παρατίθεται στο διάγραμμα 4.17.



Διάγραμμα 4.17: Ποσοστιαία μεταβολή της έκτασης της Π.Ε. που χαρακτηρίστηκε διαχρονικά ως EZN.

4.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αξιολόγησης επιλεγθέν δεικτών_ Ερευνητικά Ερωτήματα

4.3.1. Αποτελέσματα αξιολόγησης κύριου ερευνητικού ερωτήματος

Για την αξιολόγηση του κύριου ερευνητικού ερωτήματος χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα του δείκτη 6, υπό-δείκτης 1_επιφανειακά ύδατα και υπό-δείκτης 2_υπόγεια ύδατα. Για τη διερεύνηση του παρόν ερευνητικού ερωτήματος αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα τις περιόδου 2010-2014 που αντιστοιχούν σε 293 δειγμάτων φραγμάτων/λιμνών, 1258 δειγμάτων υδατορευμάτων (1551 επιφανειακά ύδατα) και 582 δειγμάτων υπόγειων υδάτων. Στις εικόνες 4.1-4.3 δίνονται τα αποτελέσματα του το μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis για τις τρεις περιπτώσεις υδάτων και στην εικόνα 4.4 η αυτόματη επιβεβαίωση της αποδοχής ή όχι της μηδενικής υπόθεσης μέσω του SPSS v.24. Τέλος οι εικόνες 4.5-4.7 δίνουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα του ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/έτος Mann-Whitney.

Ranks			
Year		N	Mean Rank
TotalN	2010	58	195.38
	2011	60	93.94
	2012	60	171.43
	2013	61	143.11
	2014	54	131.24
	Total	293	

Test Statistics ^{a,b}	
	TotalN
Chi-Square	52.500
df	4
Asymp. Sig.	0.000

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.1: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

Ranks			
Year		N	Mean Rank
TotalN	2010	280	744.73
	2011	267	558.84
	2012	303	623.95
	2013	250	627.75
	2014	158	558.11
	Total	1258	

Test Statistics ^{a,b}	
	TotalN
Chi-Square	45.550
df	4
Asymp. Sig.	0.000

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.2: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

Ranks			
Year		N	Mean Rank
NO3	2010	95	301.66
	2011	42	353.17
	2012	138	277.43
	2013	166	266.24
	2014	141	309.80
	Total	582	

Test Statistics ^{a,b}	
	NO3
Chi-Square	12.378
df	4
Asymp. Sig.	0.015

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.3: Αποτελέσματα μη παραμετρικού τεστ Kruskal-Wallis υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TotalN is the same across categories of Year.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TotalN is the same across categories of Year.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of NO3 is the same across categories of Year.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.015	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

Εικόνα 4.4: Αποτελέσματα μη αυτόματης επιβεβαίωσης της αποδοχής ή όχι της μηδενικής υπόθεσης μέσω του SPSS v.24. φραγμάτων/λιμνών, υδατορευμάτων και υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014 (πάνω προς κάτω).

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2010	58	77.50	4495.00
	2011	60	42.10	2526.00
	Total	118		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	696.000
Wilcoxon W	2526.000
Z	-5.693
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2011	60	45.78	2746.50
	2012	60	75.23	4513.50
	Total	120		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	1382.000
Wilcoxon W	3273.000
Z	-2.399
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.016

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2012	60	68.47	4108.00
	2013	61	53.66	3273.00
	Total	121		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	1382.000
Wilcoxon W	3273.000
Z	-2.399
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.016

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2013	61	61.64	3760.00
	2014	54	53.89	2910.00
	Total	115		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	1425.000
Wilcoxon W	2910.000
Z	-1.414
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.157

a. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.5: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2010	280	310.43	86920.00
	2011	267	235.80	62958.00
	Total	547		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	27180.000
Wilcoxon W	62958.000
Z	-5.567
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2011	267	270.52	72229.00
	2012	303	298.70	90506.00
	Total	570		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	36451.000
Wilcoxon W	72229.000
Z	-2.054
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.040

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2012	303	276.35	83733.50
	2013	250	277.79	69447.50
	Total	553		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	37677.500
Wilcoxon W	83733.500
Z	-0.107
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.915

a. Grouping Variable: Year

Ranks				
Year		N	Mean Rank	Sum of Ranks
TotalN	2013	250	215.03	53756.50
	2014	158	187.84	29679.50
	Total	408		

Test Statistics^a

	TotalN
Mann-Whitney U	17118.500
Wilcoxon W	29679.500
Z	-2.341
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.019

a. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney επιφανειακών υδάτων (υδατορέυματα) για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

Year		Ranks		
NO3		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	2010	95	64.47	6125.00
	2011	42	79.24	3328.00
	Total	137		

Test Statistics ^a		NO3
Mann-Whitney U		1565.000
Wilcoxon W		6125.000
Z		-2.007
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.045

a. Grouping Variable: Year

Year		Ranks		
NO3		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	2011	42	107.56	4517.50
	2012	138	85.31	11772.50
	Total	180		

Test Statistics ^a		NO3
Mann-Whitney U		2181.500
Wilcoxon W		11772.500
Z		-2.423
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.015

a. Grouping Variable: Year

Year		Ranks		
NO3		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	2012	138	154.98	21387.00
	2013	166	150.44	24973.00
	Total	304		

Test Statistics ^a		NO3
Mann-Whitney U		11112.000
Wilcoxon W		24973.000
Z		-0.448
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.654

a. Grouping Variable: Year

Year		Ranks		
NO3		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	2013	166	143.97	23898.50
	2014	141	165.81	23379.50
	Total	307		

Test Statistics ^a		NO3
Mann-Whitney U		10037.500
Wilcoxon W		23898.500
Z		-2.149
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.032

a. Grouping Variable: Year

Εικόνα 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου στατιστικής ομοιότητας διαδοχικών σειρών δεδομένων/ετών Mann-Whitney υπόγειων υδάτων για τη περίοδο 2010-2014, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

4.3.2. Αποτελέσματα αξιολόγησης ερευνητικών ερωτημάτων διερεύνησης συσχετίσεων 1-10

Για την αξιολόγηση των ερευνητικών ερωτημάτων (ε.ε.) διερεύνησης συσχετίσεων 1-8 χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των δεικτών 1-5 κινητήριων δυνάμεων και πιέσεων (ανεξάρτητες μεταβλητές) με το δείκτη κατάστασης 6_υπό-δείκτης 1: επιφανειακά ύδατα (εξαρτημένη μεταβλητή) της περιόδου 2007-2014 και τα αποτελέσματα των δεικτών 1-5 κινητήριων δυνάμεων και πιέσεων (ανεξάρτητες μεταβλητές) με το δείκτη κατάστασης 6_υπό-δείκτης 2: υπόγεια ύδατα (εξαρτημένη μεταβλητή) της περιόδου 2010-2014. Η αξιολόγηση του ε.ε.-9 γίνεται με βάση τα αποτελέσματα της περιόδου 2010-2014 των δεικτών κατάστασης 6 με τις συνιστώσες του υπό-δείκτη 1 στη θέση των ανεξάρτητων μεταβλητών και τον υπό-δείκτη 2 στη θέση της εξαρτημένης μεταβλητής ενώ η αξιολόγηση του ε.ε.-10 γίνεται αντιπαραβάλλοντας τα αποτελέσματα των δεικτών κατάστασης 6_υπό-δείκτης 1: επιφανειακά ύδατα της περιόδου 2007-2014 και υπό-δείκτη 2: υπόγεια ύδατα της περιόδου 2010-2014 (ανεξάρτητες μεταβλητή) με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του δείκτη επιπτώσεων 7 (εξαρτημένη μεταβλητή). Στους πίνακες 4.1-4.4 δίνονται τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman και τέλος στις εικόνες 4.8-4.37 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απλής ή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης που διενεργήθηκε στα πλαίσια περαιτέρω διερεύνηση τις συσχέτισης των μεταβολών των δεικτών.

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά καλλιεργήσιμης γης/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

			Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Σπηλιά	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Όσπρια	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βιομηχανικά Φυτά	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Κτηνοτροφικά φυτά	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Λαχανικά	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Αμπέλα	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Εσπεριδοειδή	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Φρούτα	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ελιές &αμπρ. Χαρουπίες	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι
Spearman's rho	Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες	Correlation Coefficient	0,357	-0,095	-0,619	0,190	0,190	-0,667	0,144	0,333	0,381	0,667	-0,238	-0,419
		Sig. (2-tailed)	0,385	0,823	0,102	0,651	0,651	0,071	0,734	0,420	0,352	0,071	0,570	0,301
		N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Μεταβολή Total N υδατορεύματα		Correlation Coefficient	0,238	0,452	-0,190	0,429	-0,095	-0,833	0,024	0,357	0,143	0,310	-0,667	-0,647
		Sig. (2-tailed)	0,570	0,260	0,651	0,289	0,823	0,010	0,955	0,385	0,736	0,456	0,071	0,083
		N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα		Correlation Coefficient	0,500	0,100	-0,400	0,100	-0,300	0,200	0,600	0,600	0,700	-0,200	-0,100	0,616
		Sig. (2-tailed)	0,391	0,873	0,505	0,873	0,624	0,747	0,285	0,285	0,188	0,747	0,873	0,269
		N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: ποσοστά αρδευσιμής γης/χρήση/έτος, εκτίμηση κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος, άζωτο, N ανακυκλωμένου νερού/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

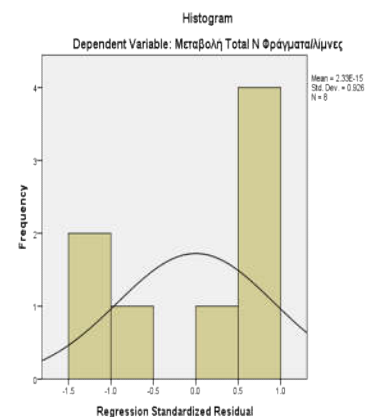
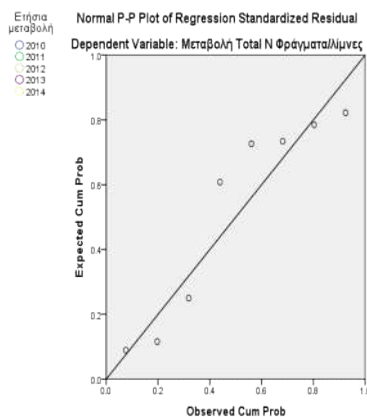
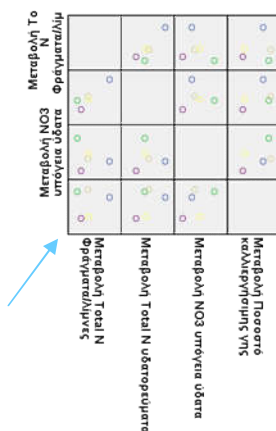
		Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης	Μεταβολή Άρδευση Ετήσιων Καλλιεργειών	Μεταβολή Άρδευση Μόνιμων Καλλιεργειών	Μεταβολή Άρδευση Αγρανάπαυσης	Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών Λιπασμάτων	N Ανακυκλωμένου νερού
Μεταβολή Total N Φράγματα/ λίμνες	Correlation Coefficient	-0,180	-0,024	-0,333	0,524	0,319	-0,100
	Sig. (2- tailed)	0,670	0,955	0,420	0,183	0,441	0,873
	N	8	8	8	8	8	5
Μεταβολή Total N υδατορεύματα	Correlation Coefficient	-0,503	0,143	-0,476	0,476	-0,140	-0,500
	Sig. (2- tailed)	0,204	0,736	0,233	0,233	0,740	0,391
	N	8	8	8	8	8	5
Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα	Correlation Coefficient	-0,200	-0,400	0,400	0,700	-0,289	0,000
	Sig. (2- tailed)	0,747	0,505	0,505	0,188	0,638	1,000
	N	5	5	5	5	5	5

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των δεικτών: άζωτο κτηνοτροφικών αποβλήτων/είδος/έτος προς επιφανειακά ύδατα (λίμνες/φράγματα), επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα), υπόγεια ύδατα, όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

			Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων	Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων Βοοειδών	Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων Πρόβατα & Αρνιά	Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων Αίγες & Ερίφια	Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων Χοίροι	Μεταβολή Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων Πουλερικά
Spearman's rho	Μεταβολή Total N Φράγματα/ λίμνες	Correlation Coefficient	-0,190	-0,683	-0,667	0,667	0,619	0,119
		Sig. (2- tailed)	0,651	0,062	0,071	0,071	0,102	0,779
		N	8	8	8	8	8	8
Μεταβολή Total N υδατορεύματα		Correlation Coefficient	0,143	-0,275	-0,333	0,690	0,405	0,071
		Sig. (2- tailed)	0,736	0,509	0,420	0,058	0,320	0,867
		N	8	8	8	8	8	8
Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα		Correlation Coefficient	0,600	0,000	0,700	0,000	0,000	0,200
		Sig. (2- tailed)	0,285	1,000	0,188	1,000	1,000	0,747
		N	5	5	5	5	5	5

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα προσδιορισμού παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman των μεταβολών των μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα και χλωροφύλλης-α στα φράγματα/λίμνες με τις μέσες ετήσιες συγκεντρώσεων ολικού N επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.

			Μέση ετήσια συκέντρωση TotalN φραγμάτων/λιμνών	Μέση ετήσια συκέντρωση TotalN υδατορευμάτων	Μέση ετήσια συκέντρωση Νιτρικών υπογείων υδάτων	Μέση ετήσια συκέντρωση χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών
Spearman's rho	Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες	Correlation Coefficient	1,000	0,690	-0,300	.738
		Sig. (2-tailed)		0,058	0,624	0,037
		N	8	8	5	8
	Μεταβολή Total N υδατορεύματα	Correlation Coefficient	0,690	1,000	0,000	0,524
		Sig. (2-tailed)	0,058		1,000	0,183
		N	8	8	5	8
Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα	Correlation Coefficient	-0,300	0,000	1,000	0,300	
	Sig. (2-tailed)	0,624	1,000		0,624	
	N	5	5	5	5	



Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.898 ^a	0,807	0,775	0,702427

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλιεργήσιμης γης
 b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

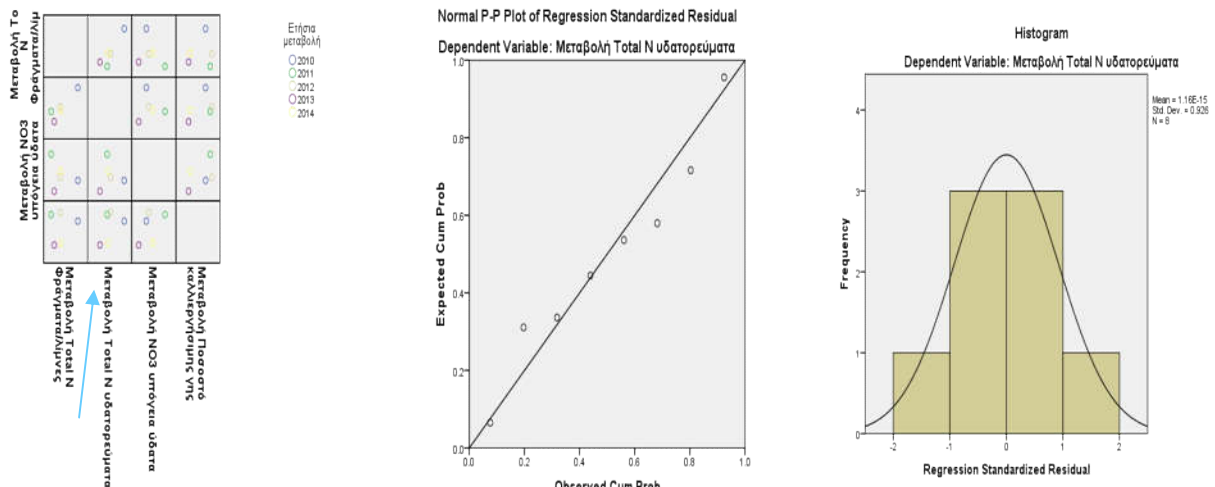
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12,368	1	12,368	25,066	.002 ^b
	Residual	2,960	6	0,493		
	Total	15,328	7			

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-10,779	2,504		-4,304	0,005
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης	0,631	0,126	0,898	5,007	0,002

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Εικόνα 4.8: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιεργήσιμης γης και μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.696 ^a	0,484	0,398	1,941304

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

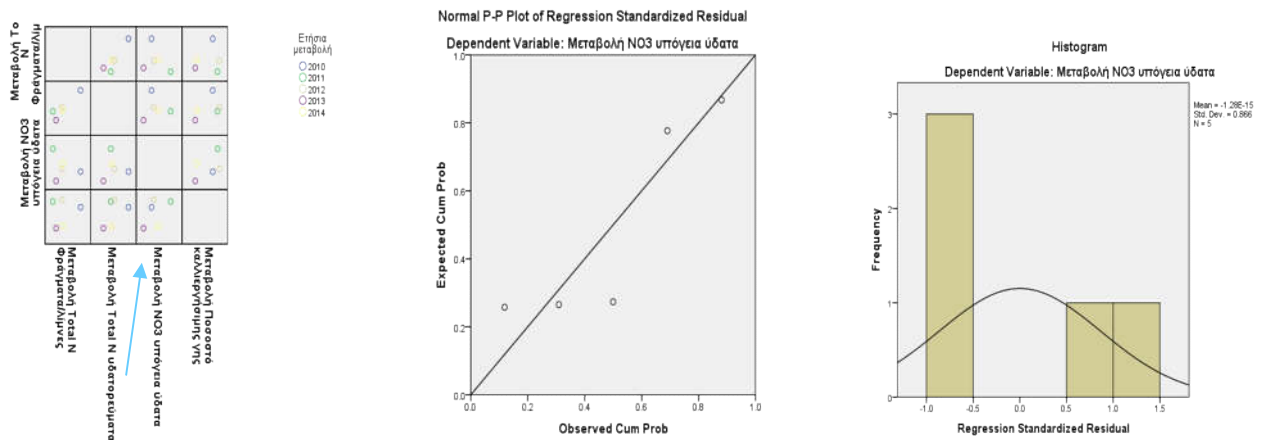
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	21,225	1	21,225	5,632	.055 ^b
	Residual	22,612	6	3,769		
	Total	43,837	7			

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-13,145	6,921		-1,899	0,106
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης	0,826	0,348	0,696	2,373	0,055

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

Εικόνα 4.9: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιεργήσιμης γης και μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.502 ^a	0,252	0,002	1,56337

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης
b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,467	1	2,467	1,009	.389 ^b
	Residual	7,332	3	2,444		
	Total	9,799	4			

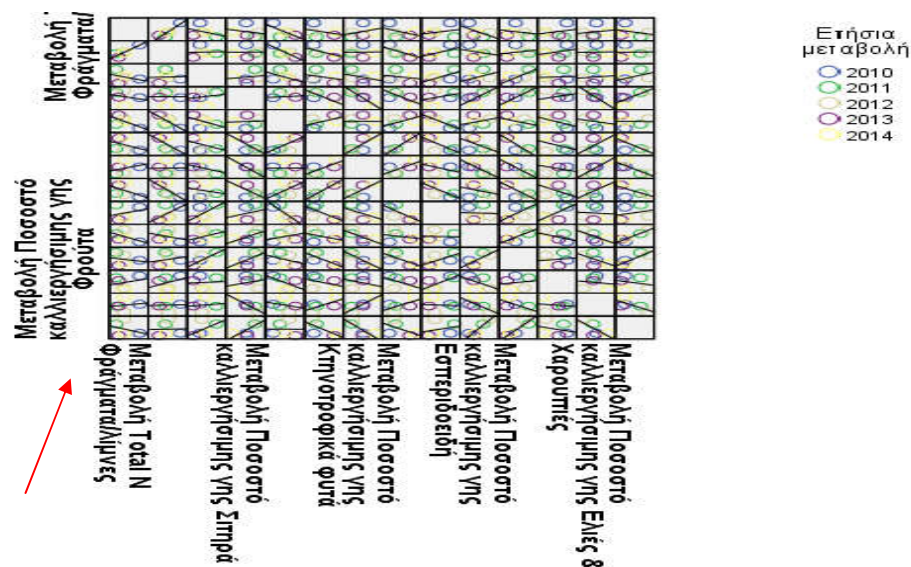
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-8,511	20,363		-0,418	0,704
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης	1,092	1,087	0,502	1,005	0,389

a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

Εικόνα 4.10: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιεργήσιμης γης και μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	1,000		

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Όσπρια, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Λαχανικά

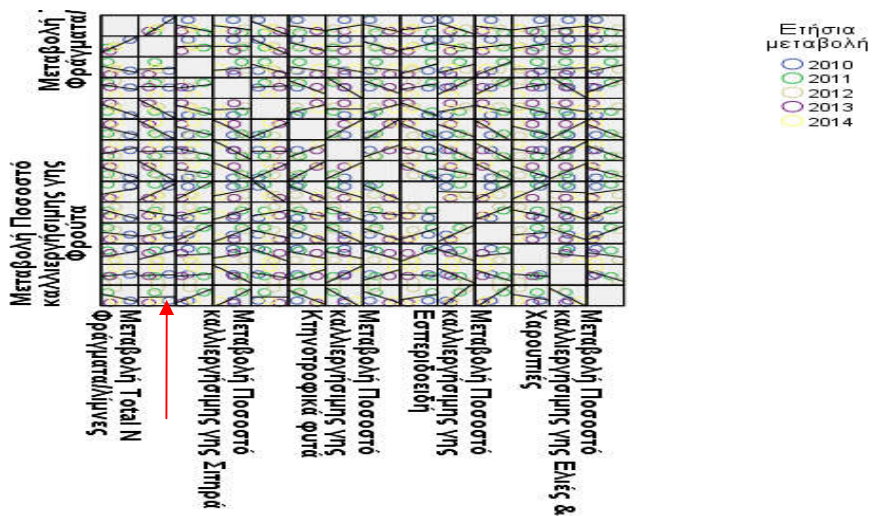
b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9,799	4	2,450		^b
	Residual	0,000	0			
	Total	9,799	4			

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-41,146	0,000			
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Όσπρια	-20,808	0,000	-1,047		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Λαχανικά	4,197	0,000	1,630		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί	6,118	0,000	0,759		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι	7,995	0,000	1,549		

a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

Εικόνα 4.11: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας και μεταβολής μέσης ολικής συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	1,000		

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Κτηνοτροφικά φυτά, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Όσπρια, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ελιές & Χαρουπιές, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Εσπεριδοειδή, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βιομηχανικά Φυτά

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

ANOVA ^a							
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	43,837	7	6,262			
	Residual	0,000	0				
	Total	43,837	7				

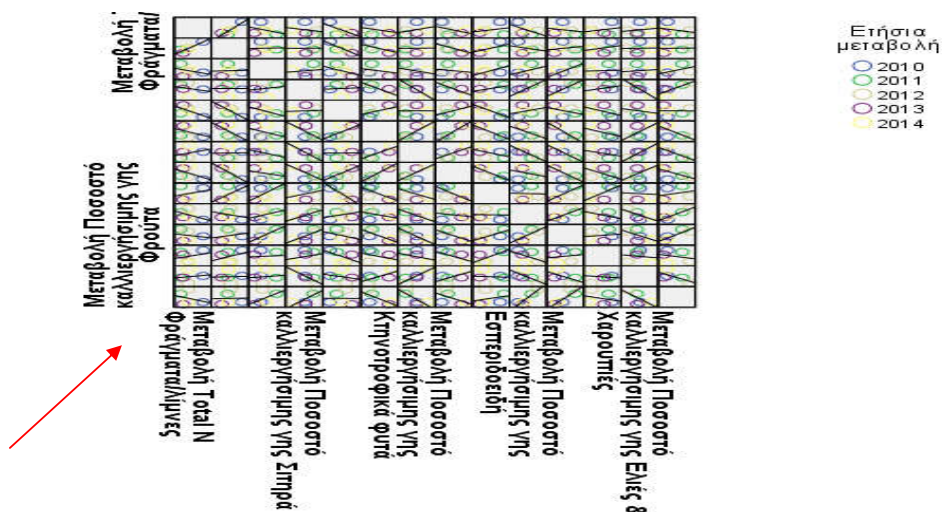
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Κτηνοτροφικά φυτά, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Όσπρια, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ελιές & Χαρουπιές, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Εσπεριδοειδή, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βιομηχανικά Φυτά

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	21,995	0,000			
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ώσπρια	-10,826	0,000	-0,308		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βιομηχανικά Φυτά	-8,145	0,000	-0,137		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Κτηνοτροφικά φυτά	0,193	0,000	0,294		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Εσπεριδοειδή	2,256	0,000	0,426		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί	-0,464	0,000	-0,094		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ελιές & Χαρουπιές	-1,652	0,000	-0,626		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι	-1,537	0,000	-0,498		

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

Εικόνα 4.12: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας και μεταβολής μέσης ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 ^a	1,000		

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βοσκότοποι, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ξηροί καρποί, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Κτηνοτροφικά φυτά, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ώσπρια, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Ελιές & Χαρουπιές, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Εσπεριδοειδή, Μεταβολή Ποσοστό καλλιεργήσιμης γης Βιομηχανικά Φυτά

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	15,328	7	2,190		.000 ^b
	Residual	0,000	0			
	Total	15,328	7			

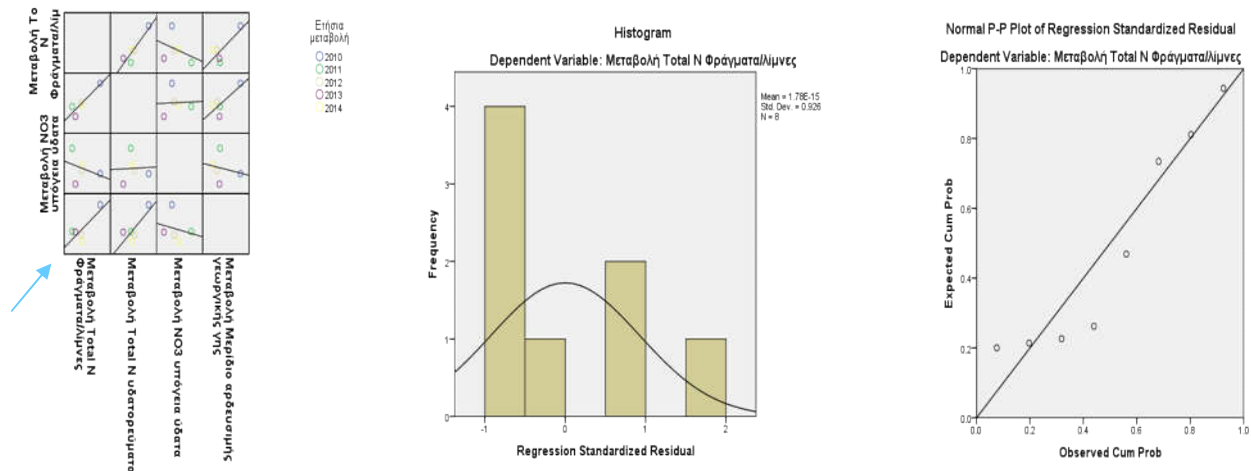
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Βοσκότοποι, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Ξηροί καρποί, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Κτηνοτροφικά φυτά, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Όσπρια, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Ελιές & Χαρουπιές, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Εσπεριδοειδή, Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Βιομηχανικά Φυτά

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20,326	0,000			
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Όσπρια	-6,955	0,000	-0,335		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Βιομηχανικά Φυτά	-14,343	0,000	-0,409		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Κτηνοτροφικά φυτά	0,252	0,000	0,647		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Εσπεριδοειδή	0,417	0,000	0,133		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Ξηροί καρποί	-0,147	0,000	-0,051		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Ελιές & Χαρουπιές	-1,705	0,000	-1,092		
	Μεταβολή Ποσοστό καλλιέργειας γης Βοσκότοποι	-0,548	0,000	-0,300		

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Εικόνα 4.13: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ποσοστού καλλιέργειας γης ανά είδος καλλιέργειας και μεταβολής ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (φραγμάτων/λίμνων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.506 ^a	0,256	0,132	1,378347

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,929	1	3,929	2,068	.200 ^b
	Residual	11,399	6	1,900		
	Total	15,328	7			

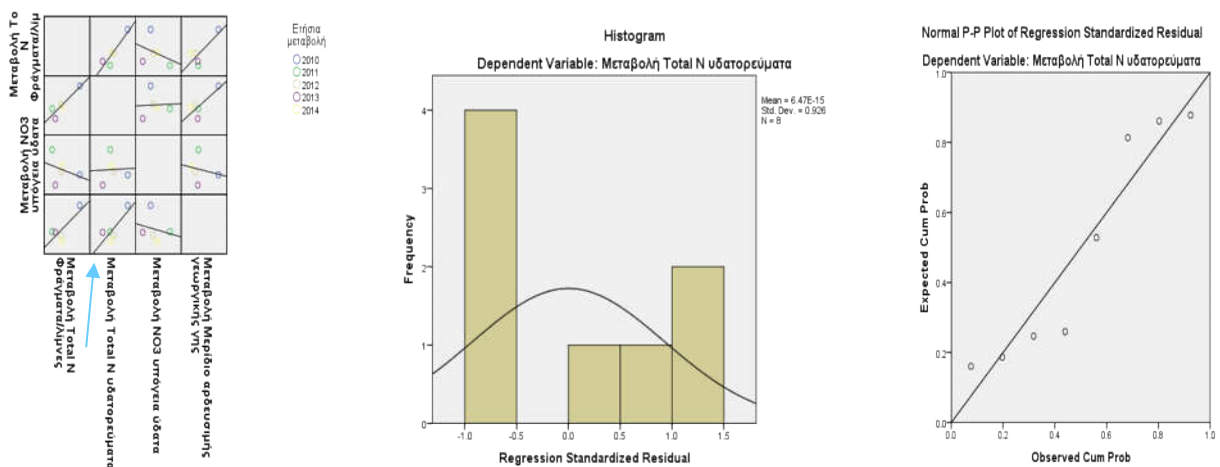
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	31,110	20,459		1,521	0,179
	Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης	-1,358	0,944	-0,506	-1,438	0,200

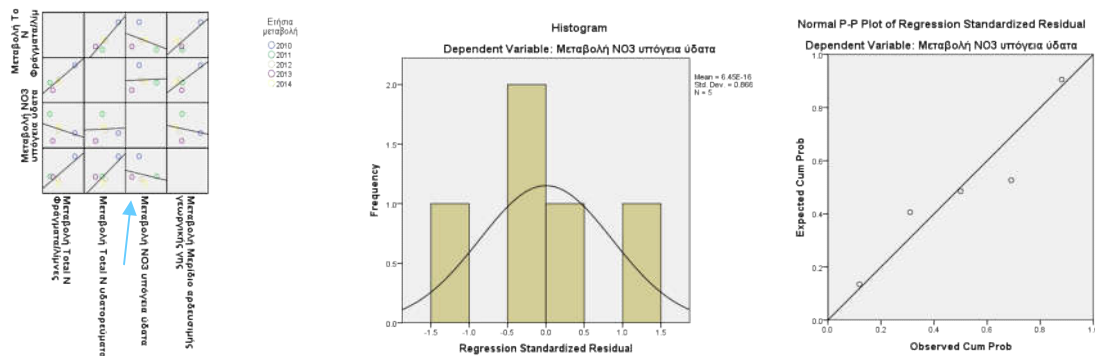
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Εικόνα 4.14: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης και μεταβολής μέσης ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (Φράγματα/λίμνες) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



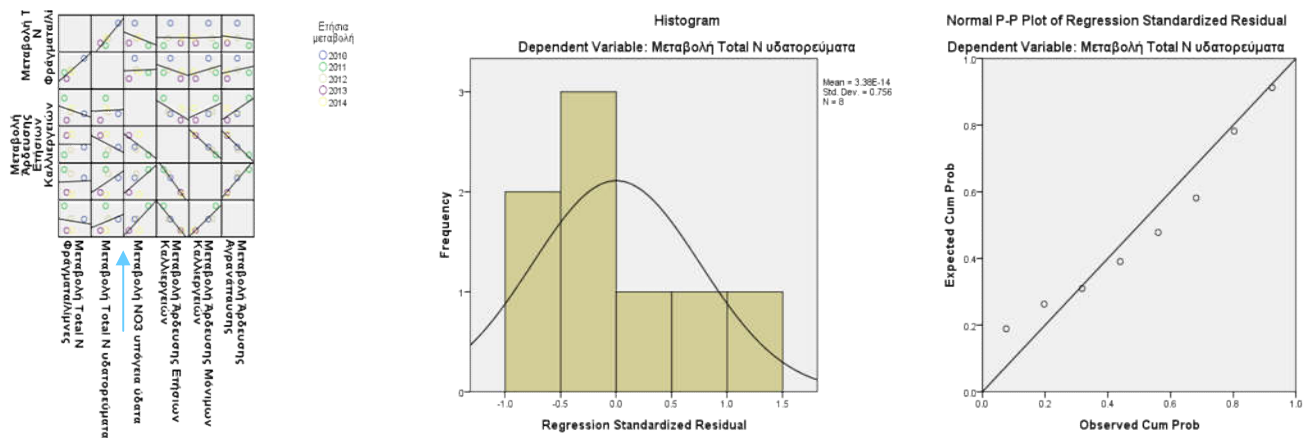
Model Summary ^b						
Model		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1		.611 ^a	0,373	0,269	2,140112	
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης						
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	16,357	1	16,357	3,571	.108 ^b
	Residual	27,480	6	4,580		
	Total	43,837	7			
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	63,213	31,766		1,990	0,094
	Μεταβολή Μερίδιο αρδευσιμής γεωργικής γης	-2,771	1,466	-0,611	-1,890	0,108
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα						

Εικόνα 4.15: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μεριδίου αρδευσιμής γεωργικής γης και μεταβολής μέσης ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b						
Model		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1		.944 ^a	0,891	0,809	0,647102	
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαυσης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργείων, Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργείων						
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13,653	3	4,551	10,868	,022 ^b
	Residual	1,675	4	0,419		
	Total	15,328	7			
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαυσης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργείων, Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργείων						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-111,151	92,196		-1,206	0,294
	Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργείων	1,420	0,899	1,933	1,580	0,189
	Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργείων	0,905	0,941	0,952	0,963	0,390
	Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαυσης	3,414	1,127	1,676	3,028	0,039
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						

Εικόνα 4.17: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών ανά χρήση γης και μεταβολή μέσης ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (φράγματα/λίμνες) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b					
Model		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1		.966 ^a	0,933	0,883	0,855976
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαυσης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργείων, Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργείων					
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα					

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	40,906	3	13,635	18,610	,008 ^b
	Residual	2,931	4	0,733		
	Total	43,837	7			

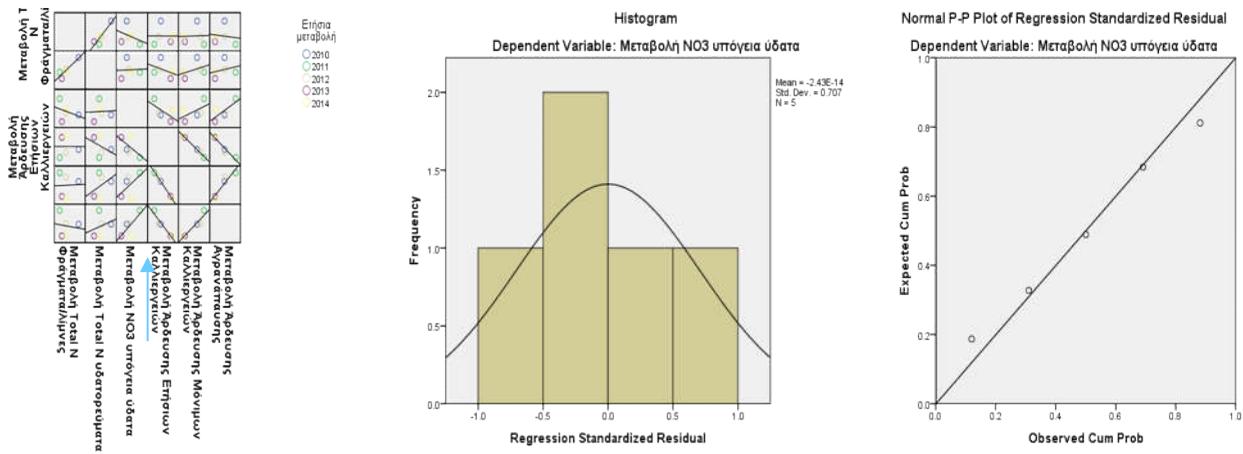
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαισης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργειών, Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργειών

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	249,975	121,955		2,050	0,110
	Μεταβολή Άρδευσης Ετήσιων Καλλιεργειών	-1,897	1,189	-1,526	-1,595	0,186
	Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργειών	-2,890	1,244	-1,796	-2,323	0,081
	Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαισης	0,815	1,491	0,237	0,546	0,614

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

Εικόνα 4.18: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών ανά χρήση γης και μεταβολή μέσης ολικής συγκέντρωσης N επιφανειακών (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	,879 ^a	0,772	0,545	1,05591	

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαισης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργειών

b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγειο ύδατος

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7,569	2	3,785	3,394	.228 ^b
	Residual	2,230	2	1,115		
	Total	9,799	4			

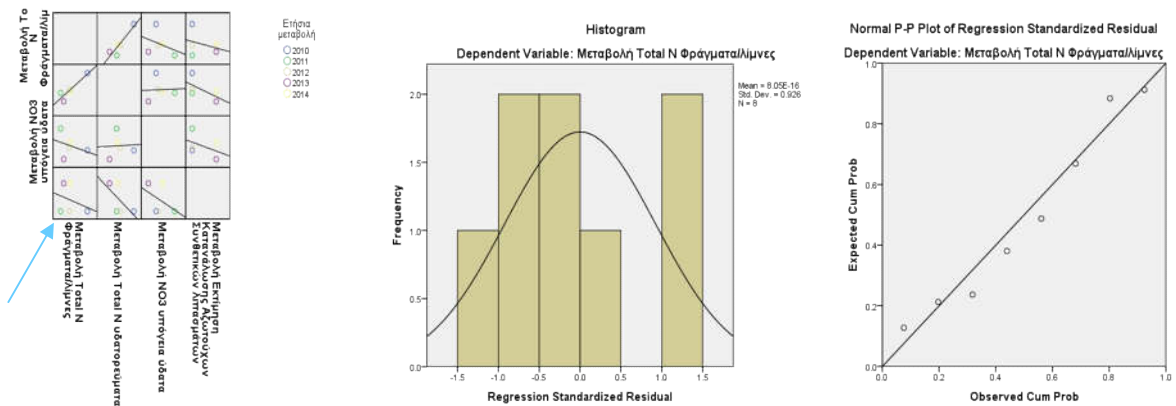
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαισης, Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργειών

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	122,598	84,525		1,450	0,284
	Μεταβολή Άρδευσης Μόνιμων Καλλιεργειών	-1,941	1,447	-1,340	-1,341	0,312
	Μεταβολή Άρδευσης Αγρανάπαισης	10,001	4,959	2,015	2,017	0,181

a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

Εικόνα 4.19: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής αρδεύσιμων καλλιεργήσιμων εδαφών ανά χρήση γης και μεταβολή μέσης ολικής συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.920 ^a	0.846	0.820	0.627409

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών Λιπασμάτων

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12.966	1	12.966	32.939	.001 ^b
	Residual	2.362	6	0.394		
	Total	15.328	7			

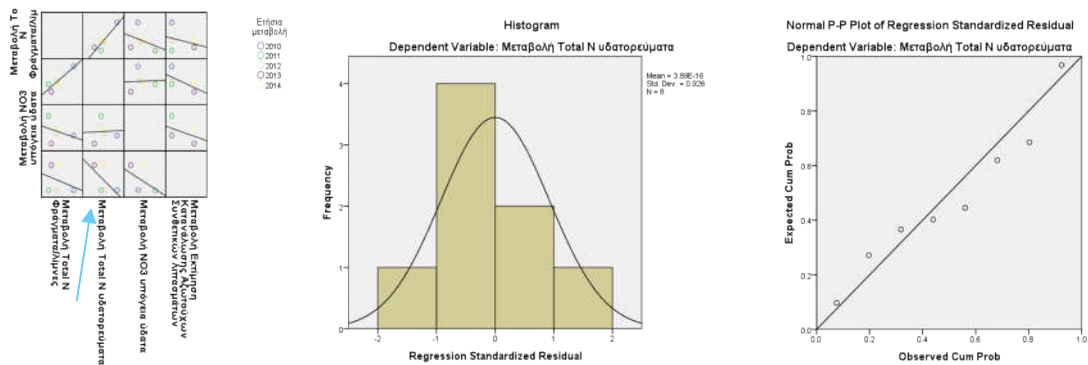
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.182	1.048		-3.990	0.007
	Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων	0.001	0.000	0.920	5.739	0.001

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Εικόνα 4.20: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.675 ^a	0.456	0.365	1.993975

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

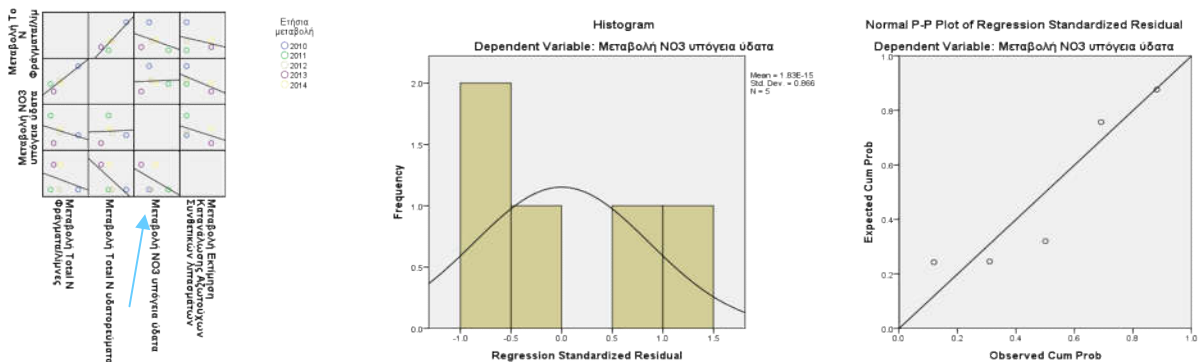
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19.981	1	19.981	5.026	.066 ^b
	Residual	23.856	6	3.976		
	Total	43.837	7			

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.099	3.331		-1.230	0.265
	Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων	0.002	0.001	0.675	2.242	0.066

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

Εικόνα 4.21: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.429 ^a	0.184	-0.088	1.63193

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων
b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.805	1	1.805	0.678	.471 ^b
	Residual	7.990	3	2.663		
	Total	9.794	4			

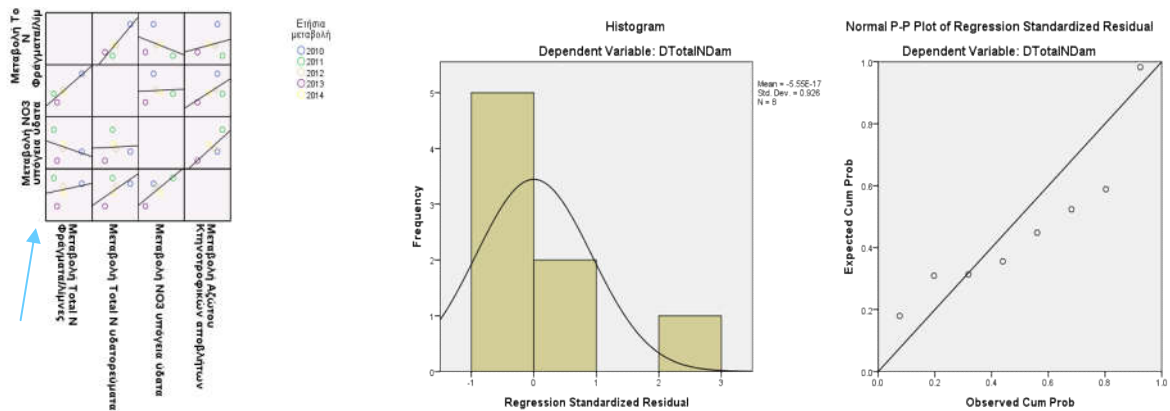
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	44.071	39.048		1.129	0.341
	Μεταβολή Εκτίμηση Κατανάλωσης Αζωτούχων Συνθετικών λιπασμάτων	-0.008	0.010	-0.429	-0.823	0.471

a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

Εικόνα 4.22: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.166 ^a	0.028	-0.134	1.57612

a. Predictors: (Constant), DNKW

b. Dependent Variable: DTotalINDam

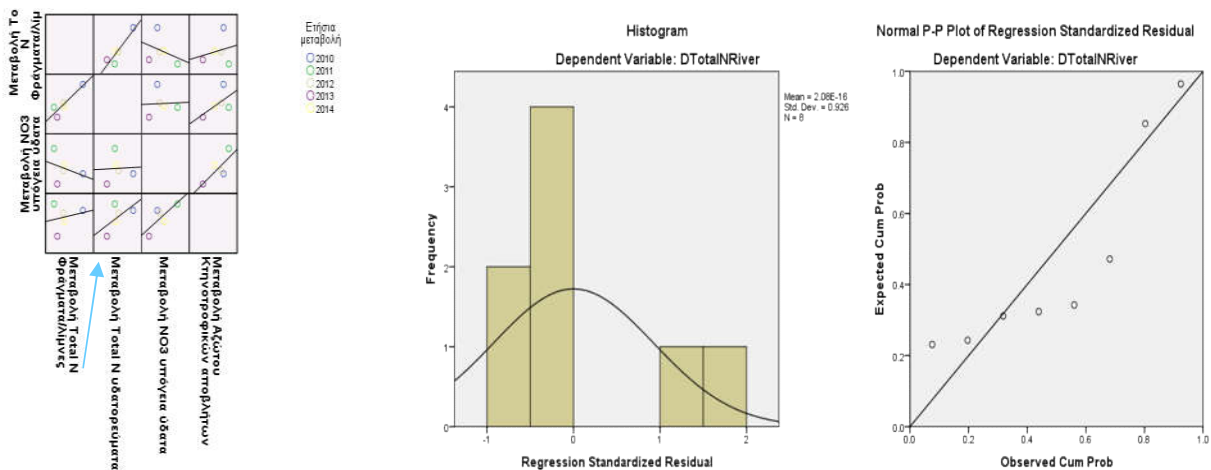
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0.423	1	0.423	0.170	.694 ^b
	Residual	14.905	6	2.484		
	Total	15.328	7			

a. Dependent Variable: DTotalNDam
b. Predictors: (Constant), DNKW

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	14.161	30.207		0.469	0.656
	DNKW	-0.001	0.001	-0.166	-0.413	0.694

a. Dependent Variable: DTotalNDam

Εικόνα 4.23: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λιμνών) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.034 ^a	0.001	-0.165	2.70144

a. Predictors: (Constant), DNKW
b. Dependent Variable: DTotalNRiver

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0.050	1	0.050	0.007	.937 ^b
	Residual	43.787	6	7.298		
	Total	43.837	7			

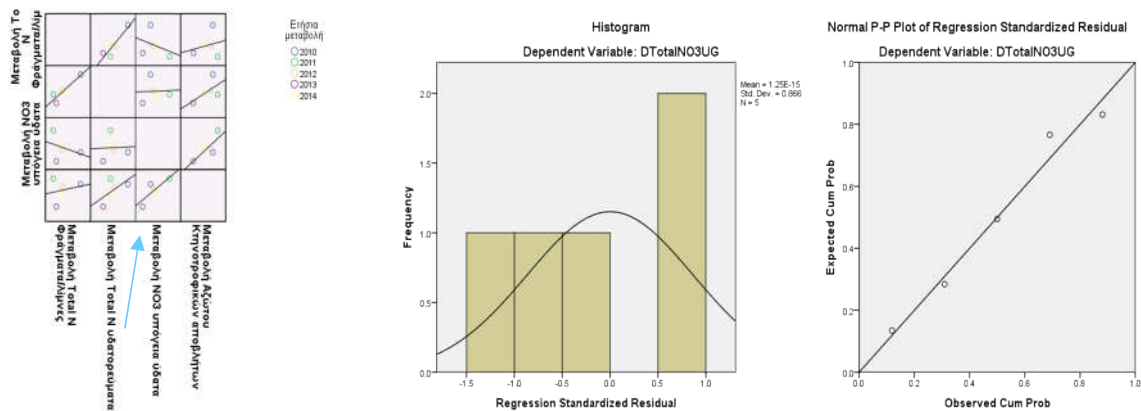
a. Dependent Variable: DTotalNRiver

b. Predictors: (Constant), DNKW

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.499	51.774		0.145	0.890
	DNKW	0.000	0.002	-0.034	-0.083	0.937

a. Dependent Variable: DTotalNRiver

Εικόνα 4.24: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.770 ^a	0.593	0.457	1.15361

a. Predictors: (Constant), DNKW

b. Dependent Variable: DTotalNO3UG

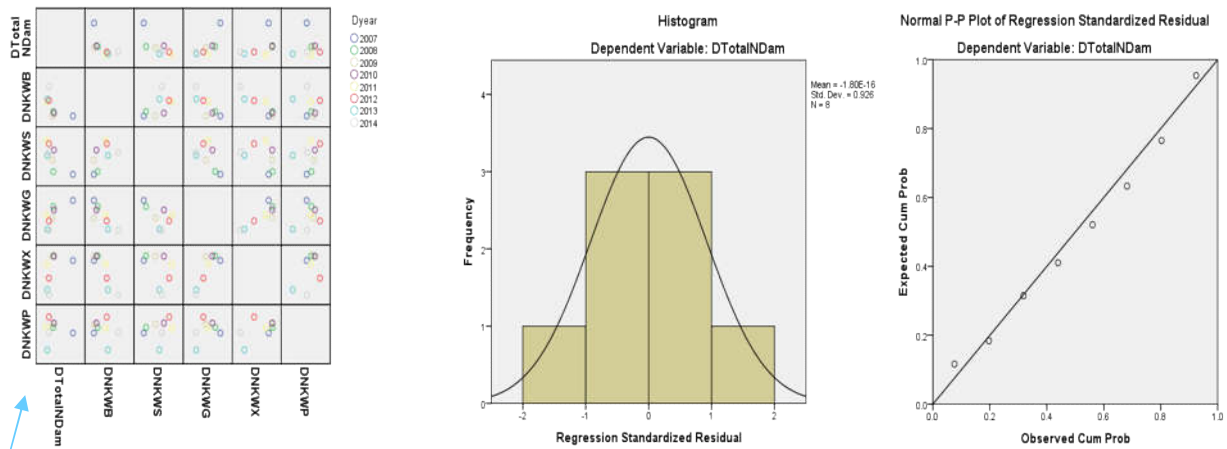
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.807	1	5.807	4.363	.128 ^b
	Residual	3.992	3	1.331		
	Total	9.799	4			

a. Dependent Variable: DTotalNO3UG
b. Predictors: (Constant), DNKW

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-36.251	23.074		-1.571	0.214
	DNKW	0.002	0.001	0.770	2.089	0.128

a. Dependent Variable: DTotalNO3UG

Εικόνα 4.25: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπογείων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



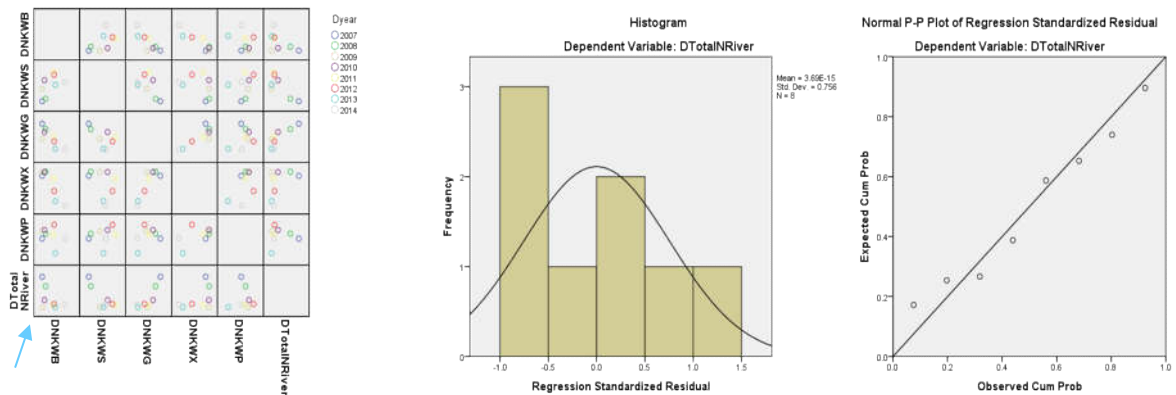
Model Summary ^f					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	.935 ^a	0.874	0.558	0.98419	
2	.930 ^b	0.865	0.684	0.83130	
3	.924 ^c	0.853	0.743	0.74944	
4	.848 ^d	0.718	0.606	0.92929	
5	.744 ^e	0.554	0.480	1.06735	
a. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX					
b. Predictors: (Constant), DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX					
c. Predictors: (Constant), DNKWB, DNKWG, DNKWX					
d. Predictors: (Constant), DNKWG, DNKWX					
e. Predictors: (Constant), DNKWG					
f. Dependent Variable: DTotalNDam					

ANOVA ^a							
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	13.391	5	2.678	2.765	.287 ^b	
	Residual	1.937	2	0.969			
	Total	15.328	7				
2	Regression	13.255	4	3.314	4.795	.114 ^c	
	Residual	2.073	3	0.691			
	Total	15.328	7				
3	Regression	13.081	3	4.360	7.763	.038 ^d	
	Residual	2.247	4	0.562			
	Total	15.328	7				
4	Regression	11.010	2	5.505	6.375	.042 ^e	
	Residual	4.318	5	0.864			
	Total	15.328	7				
5	Regression	8.493	1	8.493	7.455	.034 ^f	
	Residual	6.835	6	1.139			
	Total	15.328	7				
a. Dependent Variable: DTotalNDam							
b. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX							
c. Predictors: (Constant), DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX							
d. Predictors: (Constant), DNKWB, DNKWG, DNKWX							
e. Predictors: (Constant), DNKWG, DNKWX							
f. Predictors: (Constant), DNKWG							

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36.218	34.452		1.051	0.403
	DNKWB	-0.002	0.002	-0.780	-1.051	0.403
	DNKWS	-0.001	0.003	-0.210	-0.527	0.651
	DNKWG	0.007	0.003	1.137	1.995	0.184
	DNKWX	-0.004	0.003	-1.393	-1.569	0.257
	DNKWP	0.002	0.004	0.131	0.375	0.744
2	(Constant)	34.289	28.773		1.192	0.319
	DNKWB	-0.002	0.002	-0.716	-1.174	0.325
	DNKWS	-0.001	0.002	-0.158	-0.501	0.651
	DNKWG	0.007	0.003	1.155	2.411	0.095
	DNKWX	-0.004	0.002	-1.267	-1.826	0.165
3	(Constant)	39.916	23.881		1.671	0.170
	DNKWB	-0.003	0.001	-0.883	-1.920	0.127
	DNKWG	0.007	0.002	1.276	3.415	0.027
	DNKWX	-0.005	0.002	-1.465	-2.856	0.046
4	(Constant)	-5.700	3.050		-1.868	0.121
	DNKWB	0.008	0.003	1.408	3.092	0.027
	DNKWX	-0.002	0.001	-0.778	-1.707	0.148
5	(Constant)	-7.330	3.328		-2.203	0.070
	DNKWB	0.004	0.002	0.744	2.730	0.034

a. Dependent Variable: DTotInDam

Εικόνα 4.26: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^c				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.999 ^a	0.999	0.996	0.15549

a. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX

c. Dependent Variable: DTotInRiver

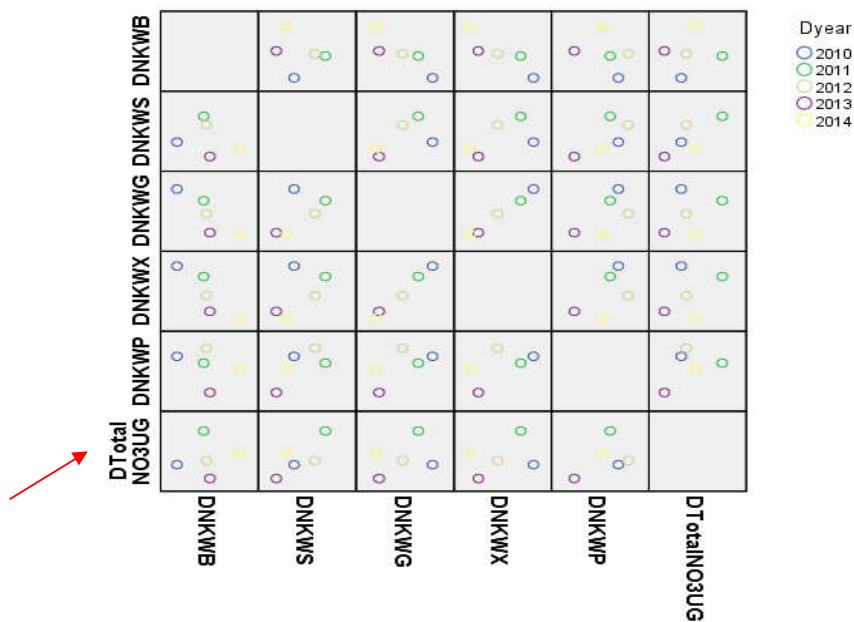
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	43.789	5	8.758	362.209	.003 ^b
	Residual	0.048	2	0.024		
	Total	43.837	7			

a. Dependent Variable: DTotalNRiver
b. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWS, DNKWB, DNKWG, DNKWX

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-13.766	5.443		-2.529	0.127
	DNKWB	0.001	0.000	0.181	2.606	0.121
	DNKWS	-0.005	0.000	-0.434	-11.649	0.007
	DNKWG	0.012	0.001	1.249	23.464	0.002
	DNKWX	-0.003	0.000	-0.622	-7.500	0.017
	DNKWP	0.001	0.001	0.047	1.451	0.284

a. Dependent Variable: DTotalNRiver

Εικόνα 4.27: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 ^a	1.000		

a. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWB, DNKWS, DNKWX
b. Dependent Variable: DTotalNO3UG

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9,799	4	2,450		
	Residual	0,000	0			
	Total	9,799	4			

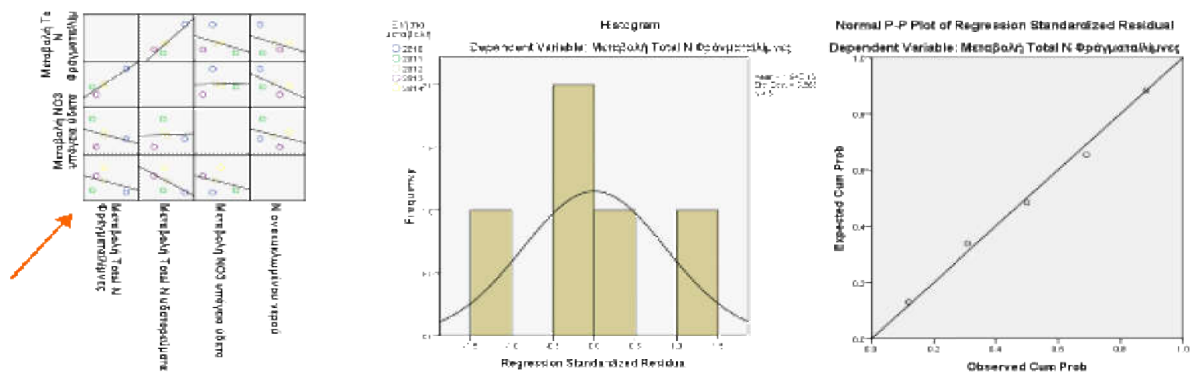
a. Dependent Variable: DTotalNO3UG

b. Predictors: (Constant), DNKWP, DNKWb, DNKWS, DNKWx

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-91,286	0,000			
	DNKWb	0,005	0,000	1,591		
	DNKWS	0,006	0,000	0,442		
	DNKWx	0,005	0,000	1,645		
	DNKWP	-0,003	0,000	-0,281		

a. Dependent Variable: DTotalNO3UG

Εικόνα 4.28: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με τη μεταβολή μέσης συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.336 ^a	0,113	-0,183	0,547587

a. Predictors: (Constant), N ανακυκλωμένου νερού

b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0,114	1	0,114	0,381	.581 ^b
	Residual	0,900	3	0,300		
	Total	1,014	4			

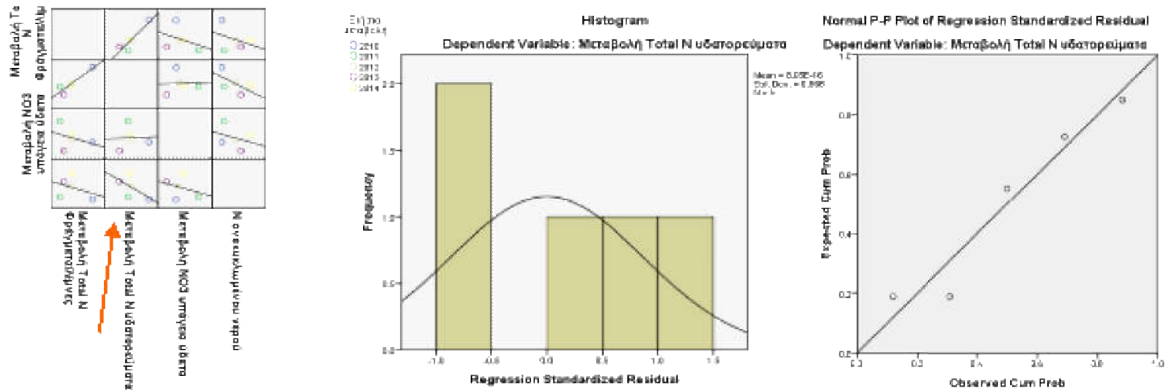
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

b. Predictors: (Constant), N ανακυκλωμένου νερού

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,175	1,890		1,151	0,333
	N ανακυκλωμένου νερού	-1,353E-05	0,000	-0,336	-0,617	0,581

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Εικόνα 4.29: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (φραγμάτων/λίμνων) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.584 ^a	0,342	0,122	0,537688

a. Predictors: (Constant), N ανακυκλωμένου νερού
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

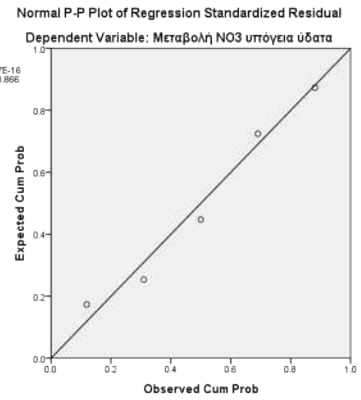
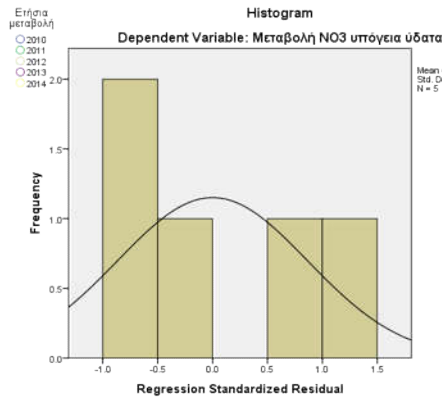
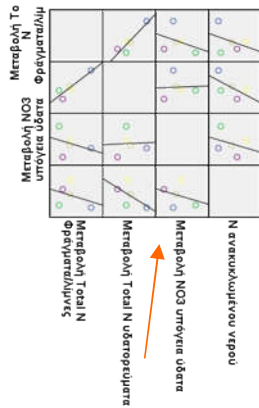
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0,450	1	0,450	1,556	.301 ^b
	Residual	0,867	3	0,289		
	Total	1,317	4			

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα
b. Predictors: (Constant), N ανακυκλωμένου νερού

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,318	1,856		2,326	0,102
	N ανακυκλωμένου νερού	-2,684E-05	0,000	-0,584	-1,248	0,301

a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N υδατορεύματα

Εικόνα 4.30: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής N ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου επιφανειακών υδάτων (υδατορεύματα) όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	.301 ^a	0,091	-0,213	1,72309	

a. Predictors: (Constant), Ν ανακυκλωμένου νερού
 b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

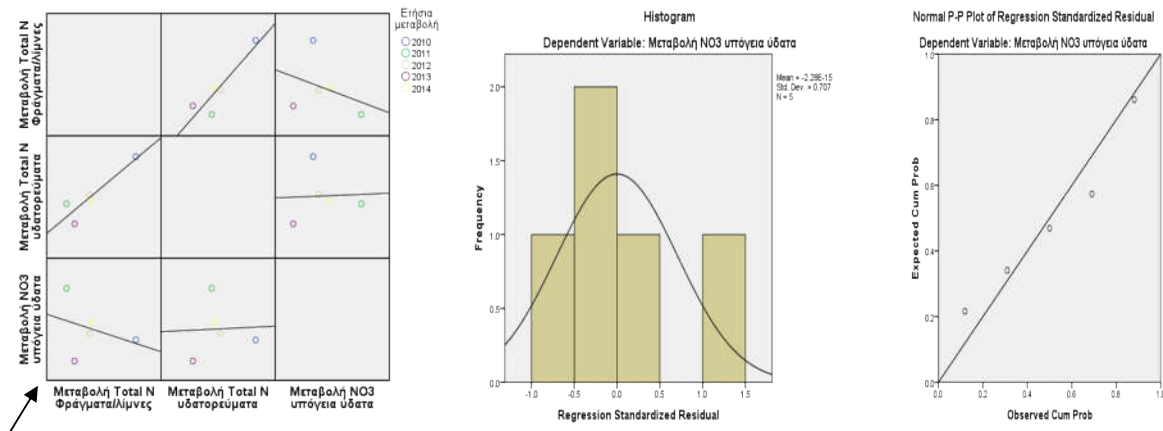
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0,887	1	0,887	0,299	.623 ^b
	Residual	8,907	3	2,969		
	Total	9,794	4			

a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα
 b. Predictors: (Constant), Ν ανακυκλωμένου νερού

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	15,157	5,948		2,548	0,084
	Ν ανακυκλωμένου νερού	-3,769E-05	0,000	-0,301	-0,547	0,623

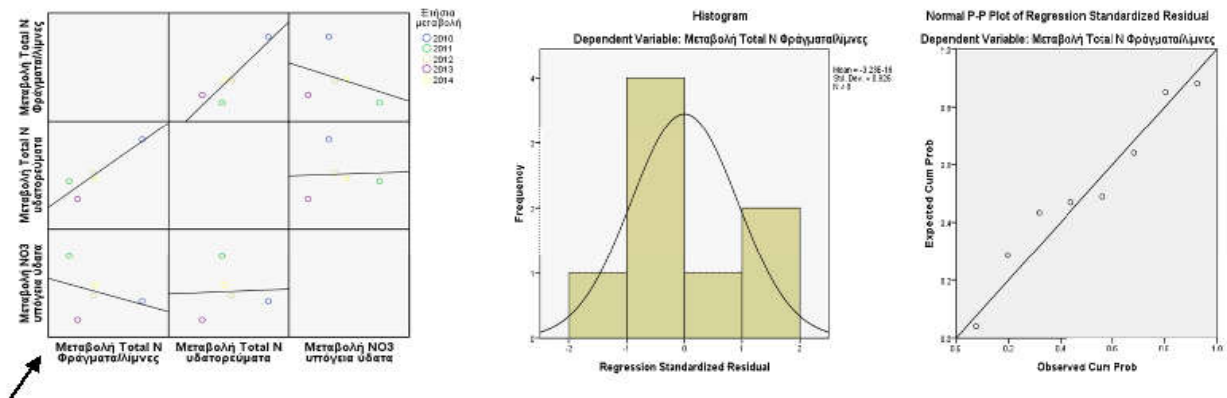
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα

Εικόνα 4.31: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής Ν ανακυκλωμένου νερού και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24.



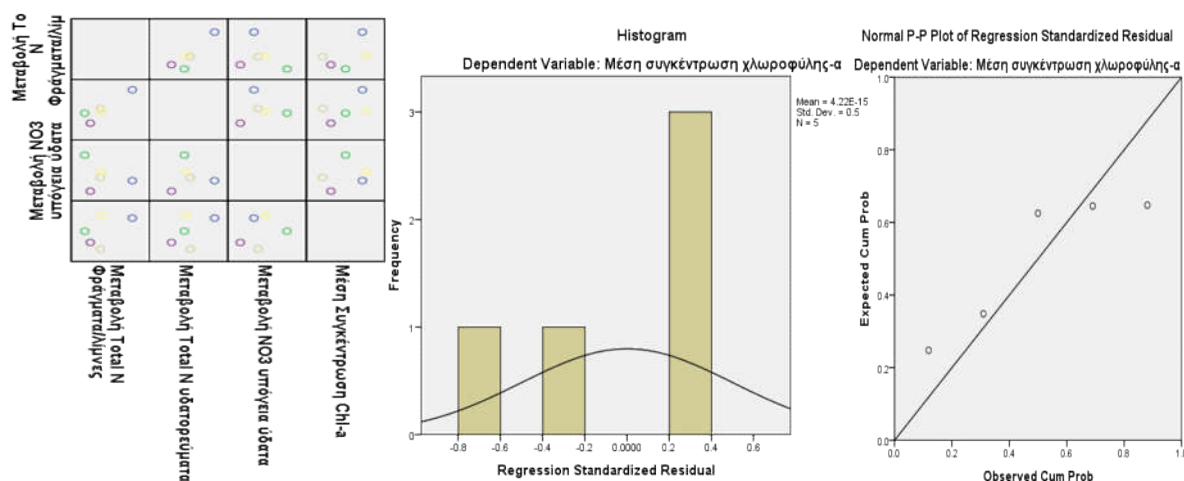
Model Summary ^b						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
1	.902 ^a	0.813	0.626	0.95685		
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορεύματα, Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
b. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.969	2	3.984	4.354	.187 ^b
	Residual	1.830	2	0.915		
	Total	9.799	4			
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορεύματα, Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.557	2.238		3.377	0.078
	Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες	-6.888	2.337	-2.216	-2.948	0.098
	Μεταβολή Total N υδατορεύματα	5.633	2.050	2.065	2.748	0.111
a. Dependent Variable: Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα						

Εικόνα 4.32: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ολικού N επιφανειακών υδάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24



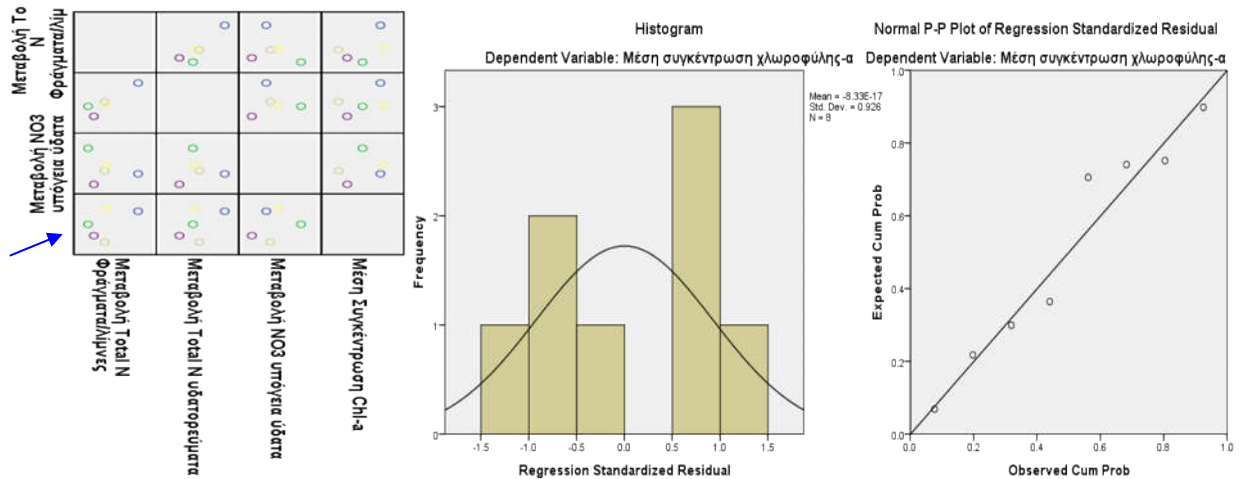
Model Summary ^b						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
1	.866 ^a	.751	.709	.798074		
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορευμάτα						
b. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11.506	1	11.506	18.066	.005 ^b
	Residual	3.822	6	0.637		
	Total	15.328	7			
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορευμάτα						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	0.058	0.478		0.121	0.907
	Μεταβολή Total N υδατορευμάτα	0.512	0.121	0.866	4.250	0.005
a. Dependent Variable: Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						

Εικόνα 4.33: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής ολικού N φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N υδατορευμάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24



Model Summary ^b						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
1	.980 ^a	0.960	0.839	1.6593		
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα, Μεταβολή Total N υδατορεύματα, Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
b. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλης-α						
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	65.535	3	21.845	7.934	.254 ^b
	Residual	2.753	1	2.753		
	Total	68.288	4			
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλης-α						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα, Μεταβολή Total N υδατορεύματα, Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-30.123	10.048		-2.998	0.205
	Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες	37.599	9.370	4.581	4.013	0.155
	Μεταβολή Total N υδατορεύματα	-27.094	7.770	-3.763	-3.487	0.178
	Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα	5.079	1.226	1.924	4.141	0.151
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλης-α						

Εικόνα 4.34: Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλης-α φραγμάτων/λιμνών όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24



Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.969 ^a	0.938	0.928	8.8077

a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες
 b. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α

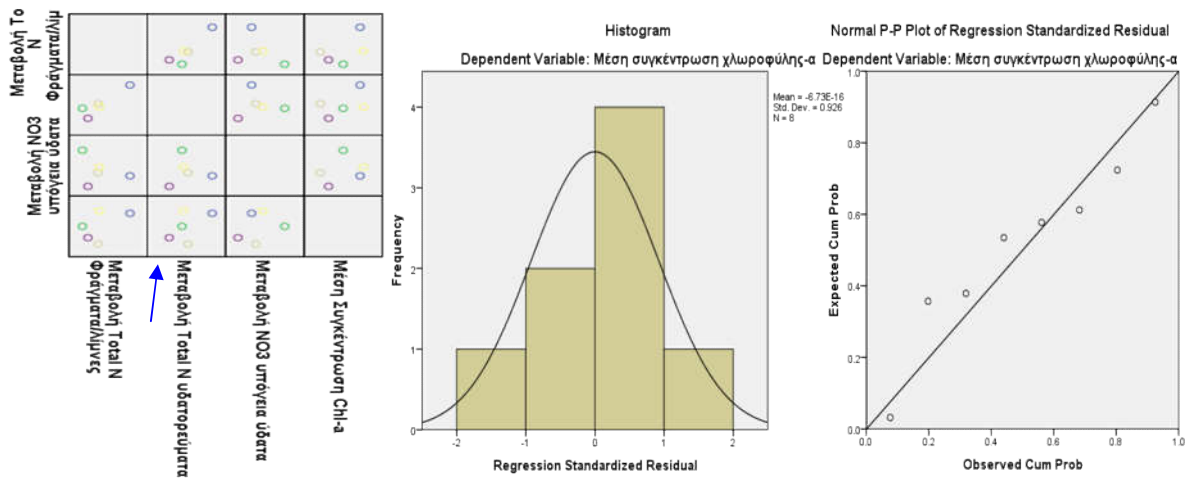
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7097.651	1	7097.651	91.494	.000 ^b
	Residual	465.449	6	77.575		
	Total	7563.100	7			

a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α
 b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-9.028	4.927		-1.832	0.117
	Μεταβολή Total N Φράγματα/λίμνες	21.519	2.250	0.969	9.565	0.000

a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α

Εικόνα 4.35: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγαμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N φραγαμάτων/λιμνών όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24

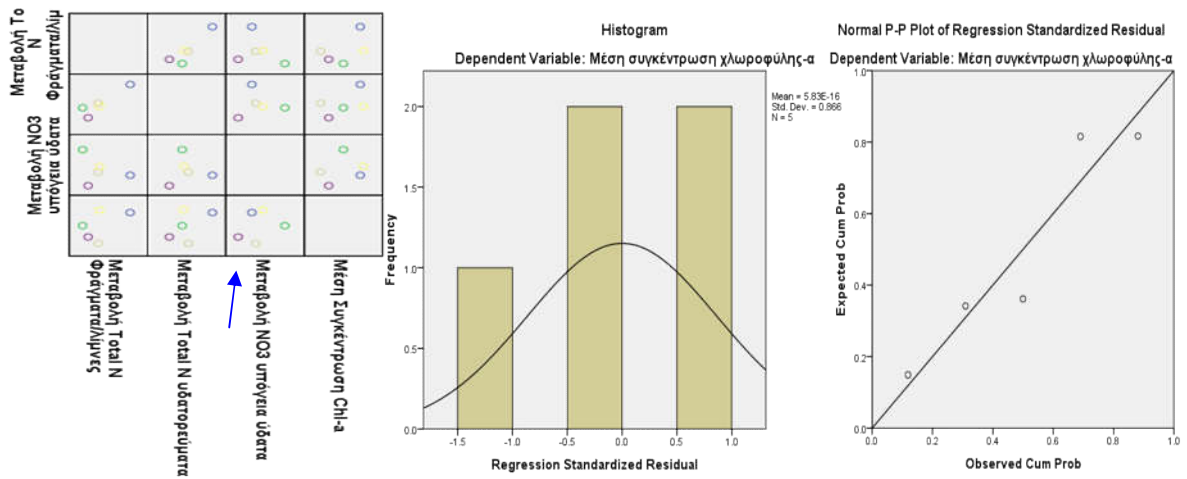


Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.847 ^a	.718	.671	18.8472
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορευμάτων				
b. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α				

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5431.798	1	5431.798	15.291	.008 ^b
	Residual	2131.302	6	355.217		
	Total	7563.100	7			
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή Total N υδατορευμάτων						

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-8.121	11.286		-0.720	0.499
	Μεταβολή Total N υδατορευμάτων	11.131	2.847	0.847	3.910	0.008
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α						

Εικόνα 4.36: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης ολικού N υδατορευμάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.24



Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	.263 ^a	0.069	-0.241	4.6029	
a. Predictors: (Constant), Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα					
b. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α					

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.729	1	4.729	0.223	.669 ^b
	Residual	63.559	3	21.186		
	Total	68.288	4			
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α						
b. Predictors: (Constant), Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα						

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.690	17.668		0.322	0.769
	Μεταβολή NO3 υπόγεια ύδατα	0.695	1.470	0.263	0.472	0.669
a. Dependent Variable: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α						

Εικόνα 4.37: Αποτελέσματα απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεταβολής μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α φραγμάτων/λιμνών και της μεταβολής μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων όπως αυτά εξάχθηκαν από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.2

Κεφάλαιο Πέμπτο

Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις

5.1. Συζήτηση

5.1.1. Επιλογή Δεικτών _ Κριτηρίων Αξιολόγησης

Η επιλογή των δεικτών έγινε βάση του εννοιολογικού μοντέλου Κινητήρια Δύναμη – Πίεση – Κατάσταση – Επίπτωση – Αντίδραση, DPSIR το οποίο κρίθηκε ως το πλέον ενδεδειγμένο λόγω της υιοθετήσεως του από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος το 1995 αλλά και την εκτεταμένη χρήση του σε επιστημονικές έρευνες ανάλογου αντικειμένου και πεδίου εφαρμογής (π.χ Karageorgis & Kapsimalis, 2006, Kagalou, et al., 2012, Bagordo, et al., 2016, Alexakis, et al., 2013, Spanò, et al., 2017).

Οι δείκτες ποσοτικοποίησης κινητήριων δυνάμεων και πιέσεων επιλέχθηκαν με άξονα τα μέτρα που έχει λάβει η Κυπριακή Δημοκρατία στα πλαίσια της υλοποίησης της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης τα οποία στοχεύουν τις εφαρμοζόμενες γεωργικές τεχνικές άρδευσης και λίπανσης με γνώμονα τις ανάγκες των επί μέρους ειδών καλλιέργειας (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008a, Υ.Γ.Α.Α.Π, 2012, Υ.Γ.Α.Α.Π., 2013, Υ.Γ.Α.Α.Π, 2014 κλπ). Παράλληλα για την ποσοτικοποίηση της νιτρορρύπανσης και κατ' επέκταση τη περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης των υδάτινων σωμάτων υιοθετήθηκε ο αγρό-περιβαλλοντικό δείκτης 27.1 της Ε.Ε. με τα αντίστοιχα ποσοτικά κριτήρια (European Union, last updated 2017).

Όσον αφορά τις επιπτώσεις του φαινομένου, επιλέχθηκαν δείκτες με γνώμονα τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο της νιτρορρύπανσης. Συγκεκριμένα ως δείκτης ευτροφισμού επιλέχθηκε η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α η οποία χρησιμοποιείται εκτεταμένα για την ποσοτικοποίηση της ευτροφικής κατάστασης των υδάτων σε ανάλογες μεθόδους αξιολόγησης όπως οι δείκτες τροφικής κατάστασης Trophic Index_TRIX, Trophic Water Quality Index_TWQI και EPA NCA Water quality Index (Ferreira, et al., 2011) ενώ για την ποσοτική αξιολόγηση του δείκτη υιοθετήθηκε λόγω συνάφειας με τη Π.Ε., η τροποποιημένη κλίμακα ευτροφισμού βασισμένη στην βιομάζα/συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α (σύμφωνα με τους Karydis 1999, Pagou et al. 2002) για 5-κλάσεις βιομάζας χλωροφύλλης των Simboura et al (2005) (Simboura, et al., 2005, Pavlidou, et al., 2015). Επιπρόσθετα λόγω τις περιορισμένης διαθεσιμότητας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και των πιέσεων που επιδέχονται οι υπόγειοι υδροφορείς της Π.Ε. (Philippou, 2015) κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία ενός δείκτη που να ποσοτικοποιεί την επίπτωση της νιτρορρύπανσης στην διαθεσιμότητα των υπόγειων υδάτινων πόρων που προορίζονται για ύδρευση.

Τέλος ο δείκτης ποσοτικοποίησης των αντιδράσεων της πολιτείας στο φαινόμενο της νιτρορρύπανσης εξάχθηκε και πάλι μέσα από τα μέτρα που έχει λάβει η Κυπριακή Δημοκρατία στα πλαίσια της υλοποίησης της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης και αφορά τον καθορισμό EZN (Υ.Γ.Α.Α.Π, 2004b, Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008b, Υ.Γ.Α.Α.Π., 2011).

5.1.2. Διερεύνηση βασικού ερευνητικού ερωτήματος

Τα αποτελέσματα διερεύνησης του βασικού ερευνητικού ερωτήματος το οποίο μελετά τη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με τη πάροδο του χρόνου, εξάχθηκαν από την αξιολόγηση 293 δειγμάτων φραγμάτων/λίμνων, 1258 δειγμάτων υδατορευμάτων (συνολικά 1551 δείγματα επιφανειακών υδάτων) και 582 δειγμάτων υπόγειων υδάτων που λήφθηκαν τη περίοδο 2010-2014. Ο μεγάλος όγκος των δεδομένων και το γεγονός ότι προέρχονται από πειραματικές διαδικασίες κατόπιν ενός συστηματικού προγράμματος δειγματοληψιών και βάση πρότυπων μεθόδων ανάλυσης, διασφαλίζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και την εγκυρότητα των συμπερασμάτων (Ruusmann & Maran, 2013, Temel, et al., 2016).

Σε δεύτερο επίπεδο η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων στηρίζεται στην κατάλληλη επιλογή στατιστικής μεθόδου ανάλυσης (Protzman & Carlson, 2008). Η αξιολόγηση των περιγραφικών στατιστικών, ιστογραμμάτων, θηκογραμμάτων και τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων κατανομής Shapiro-Wilks και Kolmogorov-Smirnov των πληθυσμών για τις τρεις κατηγορίες υδάτων υποδεικνύουν πως σε όλες τις περιπτώσεις δεν πληρούνται τα κριτήρια κανονικής κατανομής και δεν μπορεί να εφαρμοστεί η παραμετρική στατιστική μέθοδος ανάλυσης διασποράς ενός παράγοντα (One Way ANOVA) αντί αυτής εφαρμόστηκε η αντίστοιχη μη-παραμετρική στατιστική μέθοδος Kruskal-Wallis.

Δεν επιλέχθηκε να γίνει αφαίρεση των ακραίων και εξαιρετικά ακραίων τιμών γιατί οι υπό αξιολόγηση δείκτες αντιπροσωπεύουν την κατάσταση του υδροσυστήματος και οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε αυξημένες συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων άρα ποιοτικές υπερβάσεις των ποσοτικών κριτηρίων που τέθηκαν. Επιπρόσθετα, τα υπό αξιολόγηση δεδομένα αποτελούν αποτελέσματα αναλυτικών προσδιορισμών. Στην αναλυτική χημεία οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι χαρακτηρίζονται από όρια ανίχνευσης (LOD) και ποσοτικοποίησης (LOQ) που σύμφωνα με την Φαρμακοποιία Ηνωμένων Πολιτειών αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη συγκέντρωση ενός αναλύτη που μπορεί να ανιχνευθεί αλλά όχι απαραίτητα να ποσοτικοποιηθεί υπό τις δηλούμενες πειραματικές συνθήκες και την ελάχιστη συγκέντρωση αναλύτη σε ένα δείγμα που μπορεί να προσδιοριστεί με ένα αποδεκτό επίπεδο ακρίβειας και πιστότητας υπό τις δηλούμενες πειραματικές συνθήκες, αντίστοιχα (Sengull, 2016). Σε περίπτωση που η προσδιορισθείσα συγκέντρωση του αναλύτη εμπίπτει εντός των πιο πάνω ορίων τότε η ορθή εργαστηριακή πρακτική απαιτεί όπως το αποτέλεσμα εκφραστεί βάση LOD ή LOQ. Οι αρνητικές συγκεντρώσεις δεν έχουν καμιά φυσική σημασία. Όσον αφορά τα υπό αξιολόγηση δεδομένα, η πρακτική αυτή οδήγησε στη μεγάλη συσσώρευση δεδομένων σε χαμηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων και τη δημιουργία θετικής ασυμμετρίας κατανομής.

Τα αποτελέσματα του μη-παραμετρικού ελέγχου Kruskal-Wallis οδήγησαν και στις τρεις περιπτώσεις στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης και την αποδοχή της εναλλακτικής:

- Επιφανειακά ύδατα (φράγματα/λίμνες): $H: \chi^2(4)=52.5, p<0.001$, στάθμη εμπιστοσύνης 99.9% μέσο κατάταξης 2010-2014: 195, 94, 171, 143 και 131 αντίστοιχα
- Επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα): $H: \chi^2(4)=45.6, p<0.001$, στάθμη εμπιστοσύνης 99.9% μέσο κατάταξης 2010-2014: 745, 559, 624, 627 και 558 αντίστοιχα
- Υπόγεια ύδατα: $H: \chi^2(4)=12.4, p=0.015<0.05$, στάθμη εμπιστοσύνης 95% μέσο κατάταξης 2010-2014: 302, 353, 277, 266 και 310 αντίστοιχα

Υπάρχει δηλαδή συνοπτική ανομοιότητα μεταξύ της μέσης συγκέντρωσης αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της ΠΕ από έτος σε έτος. Ο στατιστικός έλεγχος Kruskal-Wallis αδυνατεί να προσδιορίσει τις λεπτομέρειες της διαφοροποίησης, για το σκοπό αυτό, εφαρμόζεται ο μη-παραμετρικός στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U για δύο ανεξάρτητους πληθυσμούς. Ο πίνακας 5.1 δίνει τα συνοπτικά αποτελέσματα:

Πίνακας 5.1.: Αποτελέσματα στατιστικού ελέγχου Mann-Whitney U για επιφανειακά και υπόγεια ύδατα

Συγκρινόμενα Έτη	Φράγματα/λίμνες	Υδατορεύματα	Υπόγεια Ύδατα
2010-2011	U=696(z= -5.7), p<0.001 $r = z/\sqrt{N} = -0.52$ Μέσο Κατάταξης: 77.5, 42.1	U=27180(z= -5.6), p<0.001 $r = z/\sqrt{N} = -0.24$ Μέσο Κατάταξης: 310, 236	U=1565(z= -2.01), p=0.045<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.17$ Μέσο Κατάταξης: 64.5, 79.2
2011-2012	U=1382(z= -2.4), p=0.016<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.22$ Μέσο Κατάταξης: 45.8, 75.2	U=36451(z= -2.05), p=0.04<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.10$ Μέσο Κατάταξης: 270, 299	U=2182(z= -2.4), p=0.015<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.18$ Μέσο Κατάταξης: 108, 85.3
2012-2013	U=1382(z= -2.4), p=0.016<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.22$ Μέσο Κατάταξης: 68.5, 53.7	U=37678(z= -0.11), p=0.92>0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.0045$ Μέσο Κατάταξης: 276, 278	U=11112(z= -0.45), p=0.65>0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.02$ Μέσο Κατάταξης: 155, 150
2013-2014	U=1425(z= -1.4), p=0.157>0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.13$ Μέσο Κατάταξης: 61.7, 53.9	U=17118(z= -2.3), p=0.02<0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.12$ Μέσο Κατάταξης: 215, 188	U=10038(z= -2.1), p=0.03>0.05 $r = z/\sqrt{N} = -0.12$ Μέσο Κατάταξης: 144, 166

Τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου Mann-Whitney U για τα επιφανειακά ύδατα (φράγματα/λίμνες) οδηγούν στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης για τα έτη 2010-2011, 2011-2012 και 2012-2013 και στην αποδοχή της για τα έτη 2013-2014. Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τα επιφανειακά ύδατα (υδατορεύματα) και τα υπόγεια ύδατα οδηγούν στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης για τα έτη 2010-2011, 2011-2012, 2013-2014 και αποδοχή για τα έτη 2012-2013. Παράλληλα, τα αρνητικά z_scores που εμφανίζονται σε όλες τις περιπτώσεις υποδεικνύουν σταδιακή μετατόπιση του μέσου κατάταξης σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων συνεπώς βελτίωση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων.

5.1.3. Διερεύνηση συσχετίσεων

Τα αποτελέσματα διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ των διαχρονικών μεταβολών παραμέτρων που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της ΠΕ όπως αυτές ορίστηκαν στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή με τις αντίστοιχες μεταβολές των μέσων συγκεντρώσεων αζωτούχων ενώσεων που αποτελούν μέτρο της νιτρορρύπανσης (Commission of the European Communities, 1997, Fleseriu & Oroian, 2010) εξάχθηκαν από την αντιπαραβολή μέσων πληθυσμών που προέρχονται από απογραφικά αγροτικά δεδομένα και μέσων πληθυσμών που προέρχονται από την αξιολόγηση πολλαπλών πειραματικών δεδομένων. Η αξιοπιστία των υπό αξιολόγηση πειραματικών δεδομένων και των εφαρμοζόμενων πειραματικών και στατιστικών μεθόδων συζητήθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Η αξιοπιστία των απογραφικών δεδομένων συνίσταται στο γεγονός ότι τα αποτελούν τα πλέον κατανοητά και επαληθευμένα πραγματικά δεδομένα του αγροτικού τομέα (Powers, 1911, Kerr & Cihlar, 2003). Για τα επιφανειακά ύδατα η αξιολόγηση πραγματοποιείται για τη περίοδο 2007-2014 και για τα υπόγεια ύδατα τη περίοδο 2010-2014.

Όπως έχει αναφερθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων στηρίζεται και στην κατάλληλη επιλογή στατιστικής μεθόδου ανάλυσης (Protzman & Carlson, 2008). Τα περιγραφικά στατιστικά των πληθυσμών για τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων κατανομής Shapiro-Wilks και

Kolmogorov-Smirnov, η οπτική αξιολόγηση των Q-Q Plots, ιστογραμμάτων και θηκογραμμάτων, υποδεικνύουν μη κανονικές κατανομές πληθυσμών των υπό αξιολόγηση εξαρτημένων μεταβλητών συνεπώς δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις προσδιορισμού συντελεστή συσχέτισης Pearson και αντί αυτού προσδιορίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης για μη παραμετρικές μεταβλητές του Spearman.

Αντίστοιχη επαγωγική διαδικασία πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των υπό αξιολόγηση μεταβλητών. Ακόμη όμως και σε περιπτώσεις δεικτών όπου οι κατανομές των πληθυσμών πληρούν τις προϋποθέσεις προσδιορισμού συντελεστή Pearson όπως π.χ. ποσοστό καλλιεργήσιμης γης σιτηρών, μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης, Ν κτηνοτροφικών αποβλήτων αιγών/εριφίων, προσδιορίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman λόγω του αντικειμένου της παρούσας εργασίας το οποίο μελετά τη συσχέτιση με τις μεταβολές των συγκεντρώσεων αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, των οποίων οι κατανομές δεν πληρούν τις αντίστοιχες προϋποθέσεις.

5.1.3.1. Συζήτηση 1^{ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 1^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman ανέδειξαν μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του ποσοστού των καλλιεργήσιμων ειδών και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού Ν επιφανειακών υδάτων ($r_s=0.36$, $df=6$, $p=0.385>0.05$ για φράγματα/λίμνες και $r_s=0.242$, $df=6$, $p=0.57>0.05$ για υδατορεύματα) και μια μη σημαντική θετική μέτρια συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του ποσοστού των καλλιεργήσιμων ειδών και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων ($r_s=0.50$, $df=3$, $p=0.>0.05$).

Σε δεύτερο επίπεδο, δημιουργήθηκε μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης ($F(1,6)=25,066$, $p=0.002<0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,898$ για την πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών από τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών (εξίσωση 5.1, εικόνα 4.22). Αντίστοιχη προσπάθεια δημιουργίας μαθηματικών μοντέλων για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου υδατορευμάτων και μέσης συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων υπόγειων υδάτων από τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών εξισώσεων παλινδρόμησης ($F(1,6)=5.632$, $p=0.055>0.05$ και $F(1,3)=1.009$ $p=0.389>0.05$ αντίστοιχα, εικόνα 4.23-4.24).

$$DT_{TotalNDL} = -10,779 + 0,631 * DA_{gL} \quad \text{εξίσωση 5.1}$$

όπου: $DT_{TotalNDL}$: Μέση συγκέντρωση ολικού Ν φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

DA_{gL} : Ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων εδαφών, %

Το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η μεταβολή στο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων εδαφών εξηγεί το 89,8% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου φραγμάτων/λιμνών. Σε περίπτωση που το ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών μηδενισθεί η μέση συγκέντρωση ολικού Ν των φραγμάτων/λιμνών επίσης θα μειωθεί στο -10.8 mgN/L. Στην ουσία δεν μπορούν να υπάρξουν αρνητικές συγκεντρώσεις ολικού Ν άρα αυτό που υποδεικνύει το μοντέλο είναι ότι η εν λόγω συγκέντρωση ενδέχεται να μηδενισθεί πιθανώς λόγω της διάχυσης του Ν στους υπόγειους υδροφορείς, της διαφυγής στην ατμόσφαιρα ή τις δέσμευσης τους από άλλους φυτικούς οργανισμούς. Αύξηση του ποσοστού καλλιεργήσιμων εδαφών κατά 1% εκτιμάται ότι θα προκαλέσει αύξηση της μέσης συγκέντρωσης ολικού Ν κατά 0.63 mgN/L/έτος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του αντίστοιχου δείκτη ($\Delta 1.1$) το μέσο DA_{gL} για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχεται στο 19.8% (πίνακας 4.27.)

κατ' επέκταση η μέση συνεισφορά του συνολικού ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών στο ολικό N φραγμάτων/λιμνών ισοδυναμεί με 1,7 mgN/L.

5.1.3.2. Συζήτηση 2^ο ερευνητικού ερωτήματος

Το 2^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N φραγμάτων/λιμνών (πίνακας 4.36) ανέδειξαν μια μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων ξηρών καρπών ($r_s = 0.67$, $df=6$, $p=0.071 > 0.05$), μη σημαντική ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων οσπρίων και λαχανικών ($r_s = -0.62$, $df=6$, $p=0.102 > 0.05$ και $r_s = -0.67$, $df=6$, $p=0.071 > 0.05$ αντίστοιχα), μια μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των βοσκοτόπων ($r_s = -0.42$, $df=6$, $p=0.301 > 0.05$), μια μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων ελιών/χαρουπιών ($r_s = -0.24$, $df=6$, $p=0.570 > 0.05$), μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων φρούτων και εσπεριδοειδών ($r_s = 0.38$, $df=6$, $p=0.352 > 0.05$ και $r_s = 0.33$, $df=6$, $p=0.420 > 0.05$) μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων βιομηχανικών και κτηνοτροφικών φυτών και αμπελιών ($r_s = 0.19$, $df=6$, $p=0.651 > 0.05$, βιομηχανικά και κτηνοτροφικά φυτά, $r_s = 0.14$, $df=6$, $p=0.734 > 0.05$, αμπέλια) και τέλος μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων σιτηρών ($r_s = -0.1$, $df=6$, $p=0.823 > 0.05$).

Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων (πίνακας 4.36) ανέδειξαν μια σημαντική πολύ ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων λαχανικών ($r_s = -0.83$, $df=6$, $p=0.010 < 0.05$), μη σημαντική ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των βοσκοτόπων και καλλιεργήσιμων ελιών/χαρουπιών ($r_s = -0.65$, $df=6$, $p=0.083 < 0.05$ και $r_s = -0.67$, $df=6$, $p=0.071 < 0.05$ αντίστοιχα), μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων σιτηρών και βιομηχανικών φυτών ($r_s = 0.45$, $df=6$, $p=0.26 > 0.05$ και $r_s = 0.43$, $df=6$, $p=0.289 > 0.05$ αντίστοιχα), μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εσπεριδοειδών και ξηρών καρπών ($r_s = 0.36$, $df=6$, $p=0.385 > 0.05$ και $r_s = 0.31$, $df=6$, $p=0.456 > 0.05$ αντίστοιχα), μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων οσπρίων και κτηνοτροφικών φυτών ($r_s = -0.19$, $df=6$, $p=0.651 > 0.05$ και $r_s = -0.1$, $df=6$, $p=0.823 > 0.05$) και τέλος μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων αμπελιών και φρούτων ($r_s = 0.024$, $df=6$, $p=0.955 > 0.05$, $r_s = 0.14$, $df=6$, $p=0.736 > 0.05$ αντίστοιχα).

Τέλος, τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων (πίνακας 4.36) ανέδειξαν μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των βοσκοτόπων και καλλιεργήσιμων φρούτων, αμπελιών και εσπεριδοειδών ($r_s = 0.62$, $df=3$, $p=0.269 > 0.05$, βοσκοτόποι, $r_s = 0.70$, $df=3$, $p=0.188 > 0.05$, φρούτων και $r_s = 0.6$, $df=3$, $p=0.285 > 0.05$, αμπέλια, εσπεριδοειδή), μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων οσπρίων ($r_s = -0.4$, $df=3$, $p=0.505 > 0.05$), μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων κτηνοτροφικών φυτών και ξηρών καρπών ($r_s = -0.3$, $df=3$, $p=0.624 > 0.05$ και $r_s = -0.2$, $df=3$, $p=0.747 > 0.05$).

αντίστοιχα), μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων λαχανικών ($r_s = 0.2$, $df=3$, $p=0.747>0.05$), μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων σιτηρών και βιομηχανικών φυτών ($r_s = 0.1$, $df=3$, $p=0.873>0.05$ και στις δύο περιπτώσεις) και τέλος μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων ελιών/χαρουπιών ($r_s = -0.1$, $df=3$, $p=0.873>0.05$).

Σε δεύτερο επίπεδο, δημιουργήθηκαν πολύ σημαντικές εξισώσεις παλινδρόμησης για τη πρόβλεψη των μεταβολών των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργήσιμων εδαφών ανά είδος καλλιέργειας με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=1.000$ (εικόνες 4.25-4.27_ εξισώσεις 5.2-5.4):

$$DTotalNDL = 20.326 - 6.955 * DAgLO - 14.343 * DAgLIP + 0.252 * DAgLVP + 0.417 * DAgLE - 0.147 * DAgLHN - 1.705 * DAgLEX - 0.548 * DAgLB$$

εξίσωση 5.2.

$$DTotalNR = 21.995 - 10.826 * DAgLO - 8.145 * DAgLIP + 0.193 * DAgLVP + 2.256 * DAgLE - 0.464 * DAgLHN - 1.652 * DAgLEX - 1.537 * DAgLB$$

εξίσωση 5.3

$$DNO3U = -41.146 - 20.808 * DAgLO + 4.197 * DAgLV + 6.118 * DAgLHN + 7.995 * DAgLB$$

εξίσωση 5.4

όπου: DTotalNDL: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

DTotalNR: Μέση συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων, mgN/L

DNO3U: Μέση συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων, mgNO₃/L

DAgLO: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων οσπρίων, %

DAgLIP: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων βιομηχανικών φυτών, %

DAgLVP: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων κτηνοτροφικών φυτών, %

DAgLE: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων εσπεριδοειδών, %

DAgLHN: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων ξηρών καρπών, %

DAgLEX: Μέσο ετήσιο ποσοστό καλλιεργήσιμων ελιών/χαρουπιών, %

DAgLB: Μέσο ετήσιο ποσοστό βοσκοτόπων, %

DAgLV: Μέσο ετήσιο ποσοστό λαχανικών, %

Σε περιπτώσεις όπως τις πιο πάνω όπου τα μαθηματικά μοντέλα είναι ικανά να προβλέψουν το 100% της υπό αξιολόγησης μεταβλητότητας (στην προκειμένη περίπτωση τις μεταβλητότητας των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων), η σημαντικότητα του μοντέλου είναι αυταπόδεικτη και δεν απαιτούνται περαιτέρω έλεγχοι (Landau & Everitt, 2003).

Τα μαθηματικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν υποδεικνύουν πως η μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των επιφανειακών υδάτων δύναται να προβλεφθεί πλήρως από την αθροιστική μεταβολή του ποσοστού βοσκοτόπων και καλλιεργήσιμων εδαφών οσπρίων, βιομηχανικών και κτηνοτροφικών φυτών, εσπεριδοειδών, ξηρών καρπών και ελιών/χαρουπιών. Συγκεκριμένα η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης 5.2. υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το αντίστοιχο ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση ολικού N των φραγμάτων/λιμνών θα ανέρχεται στα 20 mgN/L ενώ 1% αύξηση των συνεισφερόντων ανεξάρτητων μεταβλητών εκτιμάται ότι θα προκαλέσει μείωση της αντίστοιχης μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών κατά 23mgN/L. Παράλληλα η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης 5.3 υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το αντίστοιχο ποσοστό καλλιεργήσιμων εδαφών μηδενισθεί η μέση συγκέντρωση ολικού N

των υδατορευμάτων θα ανέρχεται στα 22 mgN/L ενώ 1% αύξηση των συνεισφερόντων μεταβλητών εκτιμάται ότι θα προκαλέσει μείωση της συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων κατά 20mgN/L.

Αντίστοιχα, η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης 5.4 υποδηλώνει πως η αθροιστική μεταβολή του ποσοστού των βοσκοτόπων και των καλλιεργήσιμων εδαφών οσπρίων, λαχανικών και ξηρών καρπών εξηγεί το σύνολο της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων. Ως έχει, το μοντέλο υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το αντίστοιχο ποσοστό των καλλιεργήσιμων εδαφών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση νιτρικών των υπόγειων υδάτων επίσης θα μηδενισθεί (-41 mgNO₃/L) ενώ 1% αύξηση των τεσσάρων συνεισφερόντων μεταβλητών εκτιμάται ότι θα προκαλέσει μείωση της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων κατά 2.5 mgNO₃/L.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη 1.2. (Δ1.2) τα μέσα DAglO, DAglIP, DAglVP, DAglE, DAglEX, DAglHN, DAglB και DAglV για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχονται σε 0.6%, 0.1%, 29.2%, 3.2%, 11.8%, 3.5%, 2.1% και 7.3% αντίστοιχα (πίνακας 4.27). Συνεπώς η συνεισφορά τους στο ολικό N φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων εκτιμάται ότι ισοδυναμεί με 1.1mgN/L και 3.2mgN/L αντίστοιχα ενώ η συνεισφορά τους στη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα ισοδυναμεί με 15.2mgNO₃/L.

5.1.3.3. Συζήτηση ^{3ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 3^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman ανέδειξαν μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = -0.18$, $df=6$, $p=0.670 > 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων ($r_s = -0.50$, $df=6$, $p=0.204 > 0.05$) και μια μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων ($r_s = -0.20$, $df=3$, $p=0.747 > 0.05$).

Το χαμηλό ποσοστό συνάφειας μεταξύ των υπό αξιολόγηση δεικτών δεν επέτρεψε τη δημιουργία σημαντικών μαθηματικών μοντέλων για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από τη μεταβολή του συνολικού μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης ($F(1,6)=3.929$, $p=0.200 > 0.05$, φράγματα/λίμνες, $F(1,6)=3.571$, $p=0.108 > 0.05$, υδατορευματα, $F(1,3)=0.140$, $p=0.733 > 0.05$, υπόγεια ύδατα) (εικόνες 4.27-4.29).

5.1.3.4. Συζήτηση ^{4ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 4^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών (πίνακας 4.37) ανέδειξαν μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού αρδεύσιμων ετήσιων καλλιεργειών ($r_s = -0.024$, $df=6$, $p=0.955 > 0.05$), μια μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων μόνιμων καλλιεργειών ($r_s = -0.33$, $df=6$, $p=0.420 > 0.05$) και μια μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού καλλιεργήσιμων εδαφών σε αγρανάπαυση ($r_s = 0.524$, $df=6$, $p=0.183 > 0.05$).

Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων (πίνακας 4.37) ανέδειξαν μια μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων μόνιμων καλλιεργειών ($r_s = -0.48$, $df=6$, $p=0.233 < 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των καλλιεργειών σε αγρανάπαυση ($r_s = 0.48$, $df=6$, $p=0.233 > 0.05$) και μια μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων ετήσιων καλλιεργειών ($r_s = 0.14$ $df=6$, $p=0.736 > 0.05$).

Τέλος, τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων των μεταβολών του ποσοστού αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων (πίνακας 4.37) ανέδειξαν μια μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή των καλλιεργειών σε αγρανάπαυση ($r_s = 0.7$ $df=3$, $p=0.188 > 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων ετήσιων καλλιεργειών ($r_s = -0.4$, $df=3$, $p=0.505 > 0.05$) και μια μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων μόνιμων καλλιεργειών ($r_s = 0.4$, $df=3$, $p=0.505 > 0.05$).

Παρά το μέτριο ποσοστό συνάφειας μεταξύ των υπό αξιολόγηση δεικτών δημιουργήθηκαν σημαντικά μαθηματικά μοντέλα για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των επιφανειακών υδάτων από τη μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων εδαφών ανά χρήση γης (εικόνες 4.30-4.31). Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης ($F(3,4)=10.868$, $p=0.022 < 0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,944$ για την πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών (εξίσωση 5.5) και μια αντίστοιχη σημαντική εξίσωση ($F(3,4)=18.610$, $p=0.008 < 0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,966$ για την πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των υδατορευμάτων (εξίσωση 5.6). Η προσπάθεια δημιουργίας ενός αντίστοιχου μοντέλου για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων δεν οδήγησε στη δημιουργία μιας σημαντικής εξίσωσης παλινδρόμησης ($F(2,2)=3.394$, $p=0.228 > 0.05$) (εικόνα 4.32).

$$DTotalNDL = -111.151 + 1.420 * DirLY + 0.950 * DirLP + 3.414 * DirLR \quad \text{εξίσωση 5.5}$$

$$DTotalNR = 249.975 - 1.897 * DirLY - 2.890 * DirLP + 0.815 * DirLR \quad \text{εξίσωση 5.6}$$

όπου: DTotalNDL: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

DTotalNR: Μέση συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων, mgN/L

DirLY: Ετήσιο ποσοστό αρδεύσιμων ετήσιων καλλιεργειών, %

DirLP: Ετήσιο ποσοστό αρδεύσιμων μόνιμων καλλιεργειών, %

DirLR: Ετήσιο ποσοστό αρδεύσιμων καλλιεργειών σε αγρανάπαυση, %

Τα μαθηματικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν υποδεικνύουν πως το 94.4% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών και το 96.6% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων εκτιμάται από την αθροιστική μεταβολή του ποσοστού των αρδεύσιμων καλλιεργειών σε αγρανάπαυση και των αρδεύσιμων ετήσιων και μόνιμων καλλιεργειών. Συγκεκριμένα η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης 5.5 υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το αντίστοιχο ποσοστό των αρδεύσιμων καλλιεργειών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση ολικού N των φραγμάτων/λιμνών επίσης θα μηδενισθεί (-111 mgN/L). Ταυτόχρονα 1% αύξηση των επί μέρους συνεισφερόντων μεταβλητών εκτιμάται ότι προκαλεί αύξηση της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών κατά 5.8mgN/L. Παράλληλα η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης 5.6 υποδεικνύει πως στη περίπτωση που το αντίστοιχο ποσοστό των αρδεύσιμων καλλιεργειών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση ολικού N των υδατορευμάτων θα ανέρχεται σε 250 mgN/L ενώ 1% αύξηση των επί μέρους συνεισφερόντων μεταβλητών εκτιμάται ότι θα μειώσει τη μέση συγκέντρωση ολικού N των υδατορευμάτων κατά 4mgN/L/έτος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη 2.2. (Δ2.2) τα μέσα DlrLY, DlrLP και DlrLR για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχονται στα 37.7%, 61.0% και 1.2% αντίστοιχα (πίνακας 4.27). Συνεπώς η συνεισφορά τους στο ολικό N φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων εκτιμάται ότι ισοδυναμεί με 4,4mgN/L και 3.2mgN/L αντίστοιχα.

5.1.3.5. Συζήτηση 5^ο ερευνητικού ερωτήματος

Το 5^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του N του ανακυκλωμένου νερού με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman ανέδειξαν μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του N του ανακυκλωμένου νερού και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = -0.1$, $df=3$, $p=0.873 > 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του μεριδίου N ανακυκλωμένου νερού και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων ($r_s = -0.50$, $df=3$, $p=0.391 > 0.05$) και μηδενική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του N ανακυκλωμένου νερού και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων ($r_s = 0.00$, $df=3$, $p=1.00 > 0.05$) (πίνακας 4.37).

Το χαμηλό ποσοστό συνάφειας μεταξύ των υπό αξιολόγηση δεικτών δεν επέτρεψε τη δημιουργία σημαντικών μαθηματικών μοντέλων για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από τη μεταβολή του συνολικού μεριδίου αρδεύσιμης γεωργικής γης ($F(1,3)=0.381$, $p=0.581 > 0.05$, φράγματα/λίμνες, $F(1,3)=1.556$, $p=0.301 > 0.05$, υδατορεύματα, $F(1,3)=0.299$, $p=0.623 > 0.05$, υπόγεια ύδατα) (εικόνες 4.42-4.44).

5.1.3.6. Συζήτηση 6^ο ερευνητικού ερωτήματος

Το 6^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman ανέδειξαν μια μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = 0.381$, $df=6$, $p=0.581 > 0.05$), μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων ($r_s = -0.14$, $df=6$, $p=0.740 > 0.05$) και μια αντίστοιχη μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων ($r_s = -0.29$, $df=3$, $p=0.638 > 0.05$) (πίνακας 4.38).

Σε δεύτερο επίπεδο, δημιουργήθηκε μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης ($F(1,6)=32,939$, $p=0.001 < 0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,846$ για την πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών από τη μεταβολή της εκτίμησης κατανάλωσης των αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων (εξίσωση 5.7) (εικόνα 4.33). Η προσπάθεια δημιουργίας αντίστοιχων μοντέλων για τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των υδατορευμάτων και της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών εξισώσεων παλινδρόμησης ($F(1,6)=5,026$, $p=0.066 > 0.05$ και $F(1,3)=0,673$, $p=0.472 > 0.05$ αντίστοιχα) (εικόνα 4.34-4.35).

$$DT_{TotalNDL} = -4.182 + 0,001 * DCNF \quad \text{εξίσωση 5.7}$$

όπου: DT_{TotalNDL}: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

DCNF: εκτίμηση της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων, τόνοι N

Το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η μεταβολή της εκτίμησης της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων εξηγεί το 84,6% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου φραγμάτων/λιμνών. Σε περίπτωση που η εκτίμηση κατανάλωσης N συνθετικών λιπασμάτων μηδενισθεί η μέση συγκέντρωση ολικού N των φραγμάτων/λιμνών εκτιμάται ότι θα ανέρχεται στο -4,18 mgN/L. Όπως έχει αναφερθεί, αρνητικές συγκεντρώσεις δεν έχουν φυσική σημασία συνεπώς το μοντέλο υποδεικνύει πως και η συγκέντρωση του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών θα μηδενιστεί. Αύξηση της κατανάλωσης N συνθετικών λιπασμάτων κατά 1000 τόνους εκτιμάται ότι θα αυξήσει τη συγκέντρωση του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών κατά 1 mgN/L. Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα του δείκτη 3 ($\Delta 3$) η μέση DCNF για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχονται στους 4538.75 τόνους N (πίνακας 4.27). Συνεπώς η συνεισφορά τους στο ολικό N φραγμάτων/λιμνών εκτιμάται ότι ισοδυναμεί με 0.36mgN/L αντίστοιχα.

5.1.3.7. Συζήτηση 7^{ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 7^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman ανέδειξαν μια μη σημαντική πολύ ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = -0.19$, $df=6$, $p=0.651 > 0.05$), μια μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων ($r_s = -0.14$, $df=6$, $p=0.736 > 0.05$) και μια μη σημαντική σχετικά ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της μεταβολής του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων και τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών υπόγειων υδάτων ($r_s = 0.600$, $df=3$, $p=0.285 > 0.05$) (πίνακας 4.38).

Η προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων απλής γραμμικής παλινδρόμησης που να επιτρέπουν τη πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών εξισώσεων παλινδρόμησης ($F(1,6)=0,17$, $p=0.694 > 0.05$ για φράγματα/λίμνες, $F(1,6)=0,07$, $p=0.937 > 0.05$ για υδατορεύματα και $F(1,3)=4,363$ $p=0.128 > 0.05$ αντίστοιχα για υπόγεια ύδατα) (εικόνες 4.36-4.38).

5.1.3.8. Συζήτηση 8^{ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 8^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής του αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με την αντίστοιχη μεταβολή των συγκεντρώσεων των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων της διαχρονικής μεταβολής του αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των φραγμάτων/λιμνών (πίνακας 4.38) ανέδειξαν μη σημαντική ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων βοοειδών και προβάτων/αρνιών ($r_s = -0.68$, $df=6$, $p=0.062 > 0.05$ και $r_s = -0.67$, $df=6$, $p=0.071 > 0.05$ αντίστοιχα), μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων αιγών/εριφιών και χοίρων ($r_s = 0.67$, $df=6$, $p=0.071 > 0.05$ και $r_s = 0.62$, $df=6$, $p=0.102 > 0.05$ αντίστοιχα) και μια μη σημαντική πολύ ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων πουλερικών ($r_s = 0.119$, $df=3$, $p=0.779 > 0.05$).

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων της διαχρονικής μεταβολής του αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων (πίνακας 4.38) ανέδειξαν μια μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων αιγών/εριφιών

($r_s = 0.69$, $df=6$, $p=0.058 < 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των χοίρων ($r_s = 0.40$, $df=6$, $p=0.320 > 0.05$), μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων βοοειδών και προβάτων/αρνιών ($r_s = -0.28$, $df=6$, $p=0.509 > 0.05$ και $r_s = -0.33$, $df=6$, $p=0.420 > 0.05$ αντίστοιχα) και μια μη σημαντική πολύ ασθενής θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των πουλερικών ($r_s = 0.0716$, $df=6$, $p=0.867 > 0.05$).

Τέλος, τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων της διαχρονικής μεταβολής του αζώτου κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος ζώου με την αντίστοιχη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων (πίνακας 4.38) ανέδειξαν μια μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των προβάτων/αρνιών ($r_s = 0.70$, $df=3$, $p=0.188 > 0.05$), μια μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των πουλερικών ($r_s = 0.20$, $df=3$, $p=0.747 > 0.05$) και μηδενική συσχέτιση με τη μεταβολή του αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των βοοειδών, αιγών/εριφίων και χοίρων ($r_s = 0$, $df=3$, $p=1.00 > 0.05$).

Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης ($F(3,4)=4,360$, $p=0.0038 < 0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,853$ για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών (εξίσωση 5.8), μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης ($F(5,2)=362,209$, $p=0.0003 < 0.05$) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,999$ για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των υδατορευμάτων (εξίσωση 5.9) και μια ιδανική εξίσωση παλινδρόμησης με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=1,000$ για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων (εξίσωση 5.10) (εικόνες 4.39-4.41).

$$DT_{TotalNDL} = +39,916 - 0,003 * DNKWB + 0,007 * DNKWG - 0,005 * DNKWX \quad \text{εξίσωση 5.8}$$

$$DT_{TotalNR} = -13,766 + 0,001 * DKNWB - 0,005 * DNKWS + 0,012 * DNKWG + 0,001 * DNKWP \quad \text{εξίσωση 5.9}$$

$$DNO3U = -91,286 + 0,005 * DKNWB + 0,006 * DNKWS + 0,005 * DNKWX - 0,003 * DNKWP \quad \text{εξίσωση 5.10}$$

όπου: $DT_{TotalNDL}$: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

$DT_{TotalNR}$: Μέση συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων, mgN/L

$DNO3U$: Μέση συγκέντρωση νιτρικών υπόγειων υδάτων, mgNO₃/L

$DNKWB$: N κτηνοτροφικών αποβλήτων Βοοειδών, KgN

$DNKWS$: N κτηνοτροφικών αποβλήτων Προβάτων/Αρνιών, KgN

$DNKWG$: N κτηνοτροφικών αποβλήτων Αιγών/Εριφίων, KgN

$DNKWX$: N κτηνοτροφικών αποβλήτων Χοίρων, KgN

$DNKWP$: N κτηνοτροφικών αποβλήτων Πουλερικών, KgN

Στην περίπτωση των φραγμάτων/λιμνών το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η αθροιστική μεταβολή αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων των βοοειδών, αιγών/εριφίων και χοίρων εξηγεί το 85,3% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου. Από την αξιολόγηση της σημαντικότητας των επί μέρους μεταβλητών προκύπτει πως η μεταβολή του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων βοοειδών δεν είναι σημαντική, αφαίρεση της όμως από την εξίσωσή παλινδρόμησης περιορίζει την ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου. Ως έχει, το μοντέλο υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το παραγόμενο N των κτηνοτροφικών αποβλήτων των επιμέρους συνιστωσών μηδενισθεί, η μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N των φραγμάτων/λιμνών θα ανέρχεται στα 40 mgN/L ενώ ισόποση αύξηση των τριών μεταβλητών κατά 1000 KgN εκτιμάται ότι θα μειώσει τη συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών κατά 1 mgN/L.

Στη περίπτωση των υδατορευμάτων το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η αθροιστική μεταβολή αζώτου των κτηνοτροφικών αποβλήτων βοοειδών, προβάτων/αρνιών, αιγών/εριφίων και πουλερικών εξηγεί το 99,9%

της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου. Και σε αυτή τη περίπτωση από την αξιολόγηση της σημαντικότητας των επί μέρους μεταβλητών προκύπτει πως οι μεταβολές του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων βοοειδών και πουλερικών δεν είναι σημαντικές, η αφαίρεση τους όμως από την εξίσωση παλινδρόμησης περιορίζει την ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου. Ως έχει, το μοντέλο υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το N των κτηνοτροφικών αποβλήτων των επιμέρους συνιστωσών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση ολικού N των υδατορευμάτων επίσης θα μηδενισθεί (-14 mgN/L) ενώ ισόποση αύξηση των τεσσάρων μεταβλητών κατά 1000 KgN εκτιμάται ότι θα αυξήσει τη μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων κατά 9 mgN/L.

Τέλος, στη περίπτωση των υπόγειων υδάτων το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η αθροιστική μεταβολή του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων των βοοειδών, προβάτων/αρνιών, χοίρων και πουλερικών εξηγεί το σύνολο της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων. Η σημαντικότητα του μοντέλου είναι αυταπόδεικτη και δεν διενεργούνται περεταίρω έλεγχοι. Ως έχει, το μοντέλο υποδεικνύει πως σε περίπτωση που το N των κτηνοτροφικών αποβλήτων των επί μέρους συνιστωσών μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση νιτρικών των υπόγειων υδάτων επίσης θα μηδενισθεί (-91 mgNO₃/L) ενώ ισόποση αύξηση των τεσσάρων μεταβλητών κατά 1000 KgN εκτιμάται ότι θα αυξήσει τη μέση ετήσια συγκέντρωση νιτρικών των υπόγειων υδάτων κατά 13 mgNO₃/L.

Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα του δείκτη 4 (Δ4) το μέσο DNKWB, DNKWS, DNKWG, DNKWX και DNKWP για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχονται στα 13596KgN, 2108KgN, 2084KgN, 4039KgN και 1907KgN αντίστοιχα (πίνακας 4.27). Συνεπώς η συνεισφορά τους στη μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων και στην μέση ετήσια συγκέντρωση νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων την υπό αξιολόγηση περίοδο εκτιμάται στα -6,5mgN/L συνεπώς μηδενική συνεισφορά, 16,2mgN/L και 3,8mgNO₃/L αντίστοιχα.

5.1.3.9. Συζήτηση 9^{ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 9^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού N επιφανειακών υδάτων με την αντίστοιχη μέση συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα υπόγεια ύδατα

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε ανέδειξαν μια μη σημαντική ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των μέσων συγκεντρώσεων ολικού N των φραγμάτων/λιμνών και των νιτρικών των υπόγειων υδάτων ($r_s = -0.30$, $df=3$, $p=0.624 > 0.05$) και αντίστοιχα καμία συσχέτιση μεταξύ των μέσων συγκεντρώσεων ολικού N των υδατορευμάτων και των νιτρικών των υπόγειων υδάτων ($r_s = 0$, $df=3$, $p=1.00 > 0.05$). Παράλληλα εντοπίστηκε μια σχετικά μη σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της μέσης συγκέντρωσης ολικού N φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων ($r_s = 0.690$, $df=6$, $p=0.058 > 0.05$) (πίνακας 4.39).

Λόγο της χαμηλής συνάφειας η προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης που να προβλέπουν τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων βάση της αντίστοιχης μεταβολής του ολικού N των επιφανειακών υδάτων δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών εξισώσεων παλινδρόμησης ($F(2,2)=4.354$, $p=0.187 > 0.05$ για φράγματα/λίμνες και $F(1,3)=0.364$, $p=0.589 > 0.05$ για υδατορεύματα) (εικόνα 4.45). Η οπτική αξιολόγηση όμως του scatter plot που δημιουργήθηκε ανέδειξε γραμμική συσχέτιση μεταξύ τη μεταβολή της συγκέντρωσης ολικού N φραγμάτων/λιμνών και υδατορευμάτων έτσι δημιουργήθηκε μια σημαντική εξίσωση παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης ολικού αζώτου των φραγμάτων/λιμνών βάση της αντίστοιχης μεταβολής των υδατορευμάτων ($F(1,6)=18.066$, $p=0.005 < 0.05$, εξίσωση 5.11) με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,751$ (εικόνα 4.46).

$$DTotalNDL = 0.058 + 0,512 * DTotalNR$$

εξίσωση 5.11

όπου: DTotalNDL: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L

DTotalNR: Μέση συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων, mgN/L

Το προσδιορισθέν μοντέλο υποδηλώνει ότι η μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης του ολικού N των υδατορευμάτων εξηγεί το 75.1% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών. Παράλληλα υποδεικνύει πως σε περίπτωση που η μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N των υδατορευμάτων μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών θα ανέρχεται σε 0.058mgN/L, αύξηση της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των υδατορευμάτων κατά 1mgN/L αυξάνει τη μέση συγκέντρωση του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών κατά 0.51mgN/L. Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα του δείκτη 6.1 υδατορεύματα (Δ6.1) η μέση DTotalNR για τη περίοδο 2007-2014 ανέρχονται στα 3,2mgN/L (πίνακας 4.27). Συνεπώς η συνεισφορά του στο ολικό N φραγμάτων/λιμνών εκτιμάται στα 1.7mgN/L.

5.1.3.10. Συζήτηση 10^{ου} ερευνητικού ερωτήματος

Το 10^ο ερευνητικό ερώτημα μελετά τη σχέση μεταξύ της διαχρονικής μεταβολής της μέσης συγκέντρωσης των αζωτούχων ενώσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με την αντίστοιχη μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α στα φράγματα/λίμνες.

Τα αποτελέσματα του συντελεστή συσχέτισης Spearman που πραγματοποιήθηκε ανέδειξαν μια σημαντική ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μέσων συγκεντρώσεων ολικού N των φραγμάτων/λιμνών και της αντίστοιχης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α ($r_s = 0.738$, $df=6$, $p=0.037 < 0.05$), μια μη σημαντική μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ των μέσων συγκεντρώσεων ολικού N των υδατορευμάτων και της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = 0.524$, $df=6$, $p=0.183 > 0.05$) και μια μη σημαντική ασθενή θετική συσχέτιση μεταξύ της μέσης συγκέντρωσης νιτρικών των υπόγειων υδάτων και της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α των φραγμάτων/λιμνών ($r_s = 0.300$, $df=3$, $p=0.624 > 0.05$).

Σε δεύτερο επίπεδο η προσπάθεια για δημιουργία μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης που να προβλέπει τη μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α βάση και των τριών μεταβλητών δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών εξισώσεων παλινδρόμησης παρά τον υψηλό δείκτη προσδιορισμού ($F(3,1)=7.934$, $p=0.254 > 0.05$, $R^2=0.960$) (εικόνα 4.47). Αντί αυτού δημιουργήθηκαν σημαντικές εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της εν λόγω μεταβολής από τη μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης ολικού N των επιφανειακών υδάτων (φράγματα/λίμνες και υδατορεύματα) ($F(1,6)=91,494$, $p < 0,001$ και $F(1,6)=15,291$, $p=0,008 < 0,01$) με συντελεστές προσδιορισμού $R^2=0,938$ (εξίσωση 5.12) και $R^2=0,718$ (εξίσωση 5.13) αντίστοιχα (εικόνα 4.48-4.49). Παράλληλη προσπάθεια δημιουργίας αντίστοιχου μοντέλου από τη μέση συγκέντρωση νιτρικών ιόντων των υπόγειων υδάτων δεν οδήγησε στη δημιουργία σημαντικής εξίσωσης παλινδρόμησης ($F(1,6)=0.223$, $p=0.669 > 0.5$) (εικόνα 4.50).

$$DChl - a = -9.028 + 21.519 * DTotalNDL \quad \text{εξίσωση 5.12}$$

$$DChl - a = -8.121 + 11.131 * DTotalNR \quad \text{εξίσωση 5.13}$$

όπου: DTotalNDL: Μέση συγκέντρωση ολικού N φραγμάτων/λιμνών, mgN/L/έτος

DTotalNR: Μέση συγκέντρωση ολικού N υδατορευμάτων, mgN/L/έτος

DChl-a: Μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α, mgchl-a/m³/ έτος

Το προσδιορισθέν μοντέλο βάση την εξίσωση 5.12 υποδηλώνει ότι η μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης του ολικού N των φραγμάτων/λιμνών εξηγεί το 93,8% της αντίστοιχης μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α. Παράλληλα υποδεικνύει πως σε περίπτωση που η μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N των φραγμάτων/λιμνών μηδενισθεί, η μέση ετήσια συγκέντρωση χλωροφύλλης-α επίσης θα μηδενισθεί (-9mgchl-a/m³), αύξηση της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης ολικού N φραγμάτων/λιμνών κατά 1mgN/L αυξάνει την αντίστοιχη συγκέντρωση χλωροφύλλης-α κατά 21,5 mgchl-a/m³.

Τέλος, το προσδιορισθέν μοντέλο βάσει την εξίσωση 5.13 υποδηλώνει ότι η μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης του ολικού N των υδατορευμάτων εξηγεί το 71,8% της μεταβλητότητας της μέσης συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α των φραγμάτων/λίμνων. Παράλληλα υποδεικνύει πως σε περίπτωση που η μέση ετήσια συγκέντρωση ολικού N των υδατορευμάτων μηδενισθεί, η μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α στα φράγματα/λίμνες επίσης θα μηδενισθεί (-8 mgchl-a/m³), ενώ αύξηση της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης ολικού N υδατορευμάτων κατά 1mgN/L αυξάνει την αντίστοιχη συγκέντρωση χλωροφύλλης-α κατά 11mgchl-a/m³.

5.2. Περιορισμοί της μελέτης

Ο βασικός περιοριστικός παράγοντας που προέκυψε στα πλαίσια προσδιορισμού των δεικτών ήταν η έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων για το σύνολο της υπό αξιολόγηση περιόδου. Ιδανικά η υπό αξιολόγηση περίοδος θα έπρεπε να εκτείνεται από το 2004, έτος έναρξης της εφαρμογής των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης, μέχρι σήμερα, αντί αυτού οι δείκτες αξιολογήθηκαν βάσει των διαθέσιμων χρονοσειρών που μπόρεσαν να δημιουργηθούν.

Επιπρόσθετα στα πλαίσια του προσδιορισμού του Δ4: Εκτίμηση Αζώτου Κτηνοτροφικών αποβλήτων λόγω έλλειψης δεδομένων αλλά και για τη διευκόλυνση/απλούστευση των προσδιορισμών έγιναν οι ακόλουθες παραδοχές:

- Ως μέση μάζα βοοειδών ορίστηκε η μέση μάζα των αγελάδων της φυλής Holstein η οποία επικρατεί στην Π.Ε. (600Kg θηλυκά, 1000Kg αρσενικά)
- Ως μέση μάζα προβάτων & αρνιών ορίστηκε η μέση μάζα των προβάτων Χίου η οποία επικρατεί στην Π.Ε. (45Kg θηλυκά, 85Kg αρσενικά)
- Ως μέση μάζα αιγών & εριφίων ορίστηκε η μέση μάζα των αιγών Δαμασκίου η οποία επικρατεί στην Π.Ε. (65Kg θηλυκά, 75Kg αρσενικά)
- Ως μέση μάζα χοίρων ορίστηκε η μέση μάζα των χοίρων πάχυνσης όπως αυτή ορίζεται στην ετήσια επισκόπηση του κλάδου χοιροτροφίας του Τμήματος Γεωργίας
- Ως μέση μάζα πουλερικών ορίστηκε η μέση μάζα των κοτόπουλων σφαγής όπως αυτή ορίζεται στην ετήσια επισκόπηση του κλάδου πτηνοτροφίας του Τμήματος Γεωργίας
- Ως όγκος παραγόμενου αποβλήτου αιγών και εριφίων ορίστηκε ο όγκος των παραγόμενων αποβλήτων των προβάτων, λόγω συνάφειας και έλλειψης ακριβών δεδομένων
- το ποσοστό ξηρής κοπριάς των πουλερικών ορίστηκε βάσει της περιεκτικότητας σε υγρασία όπως αυτή ορίζεται στην ετήσια επισκόπηση του κλάδου πτηνοτροφίας του Τμήματος Γεωργίας

Ταυτόχρονα, κατά τον προσδιορισμό του Δ5:N ανακυκλωμένου νερού, λόγω έλλειψης ποιοτικών δεδομένων για το σύνολο των διαθέσιμων ποσοτικών δεδομένων και κατόπιν διαβεβαιώσεων από τους Υπεύθυνους χημικούς των βιολογικών σταθμών Πάφου, Αγίας Νάπας-Παραλιμνίου και Λάρνακας για την σταθερότητα της ποιότητας του παραγόμενου ανακυκλωμένου νερού έγιναν οι ακόλουθες παραδοχές:

- Ως μέση συγκέντρωση ολικού N του ανακυκλωμένου νερού του βιολογικού σταθμού Λάρνακας για τη περίοδο 2010-2014 χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των ετών 2015-2016.

- Ως μέση συγκέντρωση ολικού Ν του ανακυκλωμένου νερού των βιολογικών σταθμών Αγίας Νάπας και Παραλιμνίου για τα έτη 2010-2016 χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχες μέσες τιμές όπως αυτές δόθηκαν από των υπεύθυνο χημικό των βιολογικών σταθμών.
- Ως μέση συγκέντρωση ολικού Ν του ανακυκλωμένου νερού του βιολογικού σταθμού Πάφου για τη περίοδο 2010-2011 χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των ετών 2012-2016.

Τέλος, ο βασικός περιοριστικός παράγοντας που προέκυψε στα πλαίσια της διερεύνησης των συσχετίσεων ήταν και πάλι η έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων για το σύνολο της υπό αξιολόγησης περιόδου των δεικτών που περιόρισε αισθητά τη δημιουργία ζευγών τιμών και κατ' επέκταση δυσκόλεψε την ανίχνευση λιγότερο ισχυρών σχέσεων/διαφορών μεταξύ των υπό αξιολόγηση μεταβλητών.

5.3. Συμπεράσματα

Η υλοποίηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής πραγματοποιήθηκε σε δύο διακριτά στάδια. Σε πρώτο στάδιο καταρτίστηκαν, προσδιορίστηκαν και αξιολογήθηκαν ποσοτικά, γραφικά και χωρικά, περιβαλλοντικοί δείκτες με βάση το εννοιολογικό μοντέλο DPSIR και στόχο την ποσοτικοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των μέτρων που έλαβε η Κυπριακή Δημοκρατία στα πλαίσια της υλοποίησης της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης, ενώ σε δεύτερο στάδιο αξιολογήθηκε ο συνολικός αντίκτυπος των μέτρων μέσα από τη μελέτη της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων αζωτούχων ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα και ακολούθησε διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ των επιλεχθέν δεικτών με στόχο την αξιολόγηση της καταλληλότητας τους να επιτελέσουν τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκαν.

5.3.1. Κινητήριες Δυνάμεις

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την περιβαλλοντική πτυχή των κινητήριων δυνάμεων της νιτρορρύπανσης συνοψίζονται στους: Δ1.1:ποσοστό καλλιεργήσιμης γης/έτος, Δ1.2:μερίδιο καλλιεργήσιμης γης ανά είδος καλλιέργειας, Δ2.1:μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής προς σύνολο αγροτικής γης/έτος και Δ2.2:μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης/αγροτική χρήση/έτος. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν ανέδειξε ποσοτικά κριτήρια βέλτιστων ποσοτώσεων για τους επιλεχθέν δείκτες που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως όρια προειδοποίησης για την εμφάνιση του φαινομένου, συνεπώς δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική αξιολόγηση.

Η γραφική αξιολόγηση του Δ1.1. ανέδειξε μια σταδιακή σχετικά μικρή μείωση των καλλιεργήσιμων εδαφών από 25% το 2004 στο 20% το 2014. Η ποσοτικοποίηση της αζωτούχας συνεισφοράς του Δ1.1 στα επιφανειακά ύδατα (φράγματα/λίμνες) μπορεί να γίνει μέσα από την εξίσωση απλής παλινδρόμησης που αναπτύχθηκε στο δεύτερο στάδιο. Οι αντίστοιχες εξισώσεις που αφορούν τα υδατορευμάτα και υπόγεια ύδατα δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Συνεπώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης η παρακολούθηση του δείκτη Δ1.1 θεωρείται σημαντική μόνο για τη παρακολούθηση της νιτρορρύπανσης των φραγμάτων/λιμνών. Η γραφική αξιολόγηση του Δ1.2. ανέδειξε ως κυρίαρχα καλλιεργήσιμα είδη τα σιτηρά και κτηνοτροφικά φυτά και σε δεύτερο επίπεδο τις ελιές/χαρουπιές. Τα ποσοστά των λοιπών καλλιεργειών (όσπρια, βιομηχανικά φυτά, λαχανικά, αμπέλια, εσπεριδοειδή, φρούτα, ξηροί καρποί) κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Διαπιστώνετε δε σταδιακή μείωση των καλλιεργειών σιτηρών και τάση αντικατάστασης τους από την καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών, τα ποσοστά των οποίων παρουσιάζουν ανάλογη αύξηση. Η ποσοτικοποίηση της αζωτούχας συνεισφοράς του Δ1.2. στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα μπορεί να γίνει μέσα από τις εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης που αναπτύχθηκαν στο δεύτερο στάδιο της παρούσας μελέτης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μοντέλων η νιτρορρύπανση των επιφανειακών υδάτων μπορεί να ελεγχθεί μέσα από τη παρακολούθηση των καλλιεργειών οσπρίων, κτηνοτροφικών και βιομηχανικών

φυτών, εσπεριδοειδών, ξηρών καρπών, ελιών/χαρουπιών και βοσκότοπων και αντίστοιχα των υπόγειων υδάτων μέσα από τη παρακολούθηση των καλλιεργειών οσπρίων, ξηρών καρπών, λαχανικών και βοσκότοπων. Η παρακολούθηση του Δ1.2 θεωρείται σημαντική για τη παρακολούθηση της νιτρορρύπανσης των επιφανειακά και υπόγειων υδάτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γραφικής αξιολόγησης του Δ2.1 το μερίδιο αρδεύσιμης γεωργικής γης κυμαίνεται μεταξύ 21-22% χωρίς να παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις. Συνεπώς η προσπάθεια ποσοτικοποίησης της αζωτούχας συνεισφοράς του στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα καθώς και η διερεύνηση της συσχέτισης του με τη νιτρορρύπανση των υπό αξιολόγηση υδάτων δεν οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά ευρήματα κατ' επέκταση η παρακολούθηση του δύναται να μην είναι σημαντική. Η γραφική αξιολόγηση του δείκτη Δ2.2 ανέδειξε ως κυρίαρχες αρδεύσιμες καλλιέργειες τις μόνιμες καλλιέργειες ακολουθούμενες από τις ετήσιες καλλιέργειες χωρίς τα ποσοστά τους να παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις. Εν' αντιθέσει όμως του Δ2.1 η ποσοτικοποίηση της αζωτούχας συνεισφοράς του Δ2.2 στα επιφανειακά ύδατα μπορεί να γίνει μέσα από εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης. Τα αποτελέσματα τους υποδεικνύουν πως η νιτρορρύπανση των επιφανειακών υδάτων μπορεί να ελεγχθεί από τη παρακολούθηση των ποσοστών αρδεύσιμων μόνιμων και ετήσιων καλλιεργειών και καλλιεργήσιμων εδαφών σε αγρανάπαυση. Η αντίστοιχη εξίσωση που αφορά τα υπόγεια ύδατα δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Συνεπώς η παρακολούθηση του Δ2.2 θεωρείται σημαντική μόνο για τη παρακολούθηση της νιτρορρύπανσης των επιφανειακών υδάτων.

5.3.2. Πιέσεις

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την περιβαλλοντική πτυχή των πιέσεων της νιτρορρύπανσης συνοψίζονται στους: Δ3:εκτίμηση κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων/έτος, Δ4.1: συνολική εκτίμηση N κτηνοτροφικών αποβλήτων/έτος, Δ4.2: εκτίμηση N κτηνοτροφικών αποβλήτων/ είδος/ έτος, και Δ5:συγκέντρωση ολικού N από τη χρήση ανακυκλωμένου νερού. Και σε αυτή τη περίπτωση η βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν ανέδειξε ποσοτικά κριτήρια βέλτιστων ποσοτήτων για τους επιλεχθέν δείκτες που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως όρια προειδοποίησης για την εμφάνιση του φαινομένου.

Η γραφική αξιολόγηση του Δ3 ανέδειξε μια απότομη μείωση της κατανάλωσης αζωτούχων συνθετικών λιπασμάτων από το 2006 στο 2008 ακολουθούμενη από σχετική σταθεροποίηση τη περίοδο 2010-2014. Η ποσοτικοποίηση της πίεσης που ασκεί ο Δ3 στα επιφανειακά ύδατα φραγμάτων/λιμνών δύναται να πραγματοποιηθεί μέσα από την εξίσωση απλής γραμμικής παλινδρόμησης που δημιουργήθηκε στο δεύτερο στάδιο. Οι αντίστοιχες εξισώσεις που αφορούν τα υδατορευμάτα και υπόγεια ύδατα δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Συνεπώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης η παρακολούθηση του δείκτη Δ3 θεωρείται σημαντική μόνο για τη παρακολούθηση της νιτρορρύπανσης των φραγμάτων/λιμνών.

Η γραφική αξιολόγηση του Δ4.1 ανέδειξε μια σταδιακή σχετικά μικρή μείωση του N των κτηνοτροφικών αποβλήτων από τους 25τόνουςN το 2004 στους 23τόνουςN το 2014. Η προσπάθεια ποσοτικοποίησης της πίεσης που ασκεί ο δείκτης στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα καθώς και η διερεύνηση της συσχέτισης του με τη νιτρορρύπανση των υπό αξιολόγηση υδάτων δεν οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά ευρήματα κατ' επέκταση η παρακολούθηση του δύναται να μην είναι σημαντική. Η γραφική αξιολόγηση του δείκτη Δ4.2 δεν ανέδειξε έντονες διαχρονικές διακυμάνσεις, ανέδειξε όμως ως είδος με μεγαλύτερη συνεισφορά N στα κτηνοτροφικά απόβλητα τα βοοειδή, οι επιμέρους συνεισφορές των λοιπών ειδών (πρόβατα/αρνιά, αίγες/ερίφια, χοίροι, πουλερικά) είναι παραπλήσιες και ανέρχονται στο 1/3 περίπου της αντίστοιχης συνεισφοράς των βοοειδών. Εν' αντιθέσει όμως του Δ4.1 η ποσοτικοποίηση των πιέσεων που ασκεί ο Δ4.2 στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα μπορεί να γίνει μέσα από εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως τη μεγαλύτερη σχετική πίεση στα φράγματα/λίμνες ασκούν οι

αίγες/ερίφια στα υδατορεύματα τα βοοειδή, αίγες/ερίφια και πουλερικά και στα υπόγεια ύδατα τα βοοειδή, πρόβατα/αρνιά και χοίροι. Συνεπώς η νιτρορρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων μπορεί να ελεγχθεί από τη παρακολούθηση των εν λόγω ειδών και κατ' επέκταση η παρακολούθηση του Δ4.2 θεωρείται σημαντική για τη παρακολούθηση της νιτρορρύπανσης των επιφανειακά και υπόγειων υδάτων.

Η γραφική αξιολόγηση του Δ5 ανέδειξε μια σταδιακή αύξηση του N ανακυκλωμένου νερού κατά τη περίοδο 2010-2014, απότομη αύξηση το 2015 και σταδιακή μείωση το 2016. Η συνολική μεταβολή του Δ5 ακολουθεί τη μεταβολή του N ανακυκλωμένου νερού του βιολογικού σταθμού Μονής (Λεμεσού). Οι επιμέρους συνεισφορές από τους λοιπούς βιολογικούς σταθμούς κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Η προσπάθεια ποσοτικοποίησης της πίεσης που ασκεί ο δείκτης στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα καθώς και η διερεύνηση της συσχέτισης του με τη νιτρορρύπανση των υπό αξιολόγηση υδάτων δεν οδήγησε σε στατιστικά σημαντικά ευρήματα κατ' επέκταση η παρακολούθηση του δύναται να μην είναι σημαντική.

5.3.3. Κατάσταση

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την κατάσταση των υπό αξιολόγηση υδάτων από πλευρά νιτρορρύπανσης συνοψίζονται για τα επιφανειακά ύδατα στον Δ6.1:μέση συγκέντρωση ολικού αζώτου/έτος και για τα υπόγεια ύδατα στον Δ6.2:μέση συγκέντρωση νιτρικών/έτος. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε τα 11,3mgN/L και τα 50mgNO₃/L ως ποσοτικά κριτήρια εμφάνισης νιτρορρύπανσης στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ποσοτικής και γραφικής αξιολόγησης του Δ6.1 τα επιφανειακά ύδατα τις Π.Ε. δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο πρόβλημα νιτρορρύπανσης. Η χωρική αξιολόγηση τοποθετεί το φράγμα του Κούρη που αποτελεί τη μοναδική περίπτωση φράγματος που σημείωσε αντίστοιχη υπέρβαση σε απόσταση 5Km από την πλησιέστερη καθορισμένη EZN (Ακρωτηρίου), το Γαρύλλη που αποτελεί το μοναδικό ποταμό που παρουσιάζει διαχρονική υπέρβαση σε απόσταση περίπου 7Km και το Αργάκι της Μονής που αποτελεί τον δεύτερο υπερβαίνονταν ποταμό σε απόσταση 23Km περίπου από τη πλησιέστερη EZN. Η ποσοτική και γραφική αξιολόγηση του Δ6.2 ανέδειξε πως τα υπόγεια ύδατα της Π.Ε. αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα νιτρορρύπανσης από τα αντίστοιχα επιφανειακά ύδατα. Τέλος από τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας αναδεικνύεται μια σταδιακή μικρή βελτίωση της ποιοτικής κατάστασης από πλευράς νιτρορρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων υποδηλώνοντας πως τα μέτρα που λήφθηκαν από την Κυπριακή Δημοκρατία για την αντιμετώπιση του φαινομένου της νιτρορρύπανσης γεωργική προέλευσης είναι προς τη σωστή κατεύθυνση.

5.3.4. Επιπτώσεις

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την περιβαλλοντική πτυχή των επιπτώσεων της νιτρορρύπανσης συνοψίζονται στον Δ7:μέση συγκέντρωση χλωροφύλλης-α ως δείκτης ευτροφισμού επιφανειακών υδάτων και στους Δ8.1:ποσοστό γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση νιτρικών πέραν των 50mgNO₃/L και Δ8.2:ποσοστό γεωτρήσεων για σκοπούς ύδρευσης με συγκέντρωση νιτρικών πέραν των 25mgNO₃/L για τους υπόγειους υδροφορείς.

Η ποσοτική αξιολόγηση του Δ7 ανάδειξε διαχρονικό πρόβλημα ευτροφισμού των επιφανειακών υδάτων της Π.Ε. με το σύνολο των υπό αξιολόγηση φραγμάτων/λιμνών για την περίοδο 2007-2013 να εντάσσονται στις κατηγορίες κακής ποιότητας/ευτροφικά ή φτωχής ποιότητας/Υψηλά Μεσοτροφικά. Η πρώτη ένδειξη βελτίωσης εμφανίστηκε το 2014 με την ένταξη του φράγματος Πλατρών στην κατηγορία των Υψηλής Ποιότητας/Ολιγοτροφικά ενώ το 2015 υπήρξε δραματική βελτίωση της ποιότητας των υδάτων με το σύνολο των φραγμάτων/λιμνών να εντάσσεται στην κατηγορία Υψηλής Ποιότητας/Ολιγοτροφικά. Από τη γραφική

αξιολόγηση του Δ7 ιστορικά το μεγαλύτερο πρόβλημα αντιμετώπιζε το φράγμα των Πολεμιδιών ακολουθούμενο από τα φράγματα Νέων Λυμπίων και Άχνας. Η χωρική αξιολόγηση υποδεικνύει πως μόνο το φράγμα Άχνας εντάσσεται μέσα σε καθορισμένη EZN (EZN_Παραλιμνίου). Τέλος είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση της εν λόγω επίπτωσης από τις συγκεντρώσεις ολικού N επιφανειακών υδάτων μέσα από τις εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης που καταρτίστηκαν στο 2^ο στάδιο της παρούσας μελέτης.

Η γραφική αξιολόγηση του Δ8.1 υποδεικνύει πως διαχρονικά σ' ένα σταθερό συνολικό ποσοστό γύρω στο 2% γεωτρήσεων που προορίζονται για σκοπούς ύδρευσης, η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων υπερβαίνει τα 50mg/L ενώ σε επίπεδο επαρχίας σημειώνεται διακύμανση του εν λόγω ποσοστού. Τη μεγαλύτερη στενότητα διαθέσιμων υπόγειων υδατικών πόρων φαίνεται να αντιμετωπίζει η Επαρχία Λάρνακας. Τα ποσοστά των υπόλοιπων επαρχιών κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Η χωρική αξιολόγηση του Δ8.1 στην Επαρχία Λευκωσία τοποθετεί τις υπερβαίνοντες γεωτρήσεις σε ακτίνα 5-10 Km από την καθορισμένη EZN_Ορούντας, στην Επ. Λεμεσού τα 2/3 βρίσκονται εντός της καθορισμένης EZN_Ακρωτηρίου, στην Επ. Πάφου σε ακτίνα 5Km από την καθορισμένη EZN_Πόλυς και στην Επ. Λάρνακας 1 εντός και 2 σε ακτίνα 3 Km από τη EZN_Κιτίου. Η γραφική αξιολόγηση του δείκτη Δ8.2 υποδεικνύει πως διαχρονικά σ' ένα σταθερό συνολικό ποσοστό γύρω στο 10% γεωτρήσεων που προορίζονται για σκοπούς ύδρευσης, η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων κυμαίνεται μεταξύ των 25-50mg/L. Το 2011 το εν λόγω ποσοστό διπλασιάστηκε αλλά μετά επανήλθε στα αρχικά επίπεδα. Και σε αυτή τη περίπτωση η επαρχία με το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η Λάρνακα. Από τη χωρική αξιολόγηση του Δ8.2, στην επ. Λευκωσίας 9 στις 16 υπερβαίνοντες γεωτρήσεις βρίσκονται εντός ή σε ακτίνα 5Km από την EZN_Ορούντας, στην επ. Λεμεσού το 50% βρίσκεται εντός της EZN_Ακρωτηρίου και το 50% περιμετρικά της επαρχίας, στην επ. Πάφου οι υπερβαίνοντες γεωτρήσεις βρίσκονται σε ακτίνα 5Km από την EZN_Πόλυς και στην επ. Λάρνακας εκτείνονται σε ακτίνα 6 Km από την EZN_Κιτίου ακολουθώντας την πορεία του ποταμού Τρέμυθου.

5.3.5. Αντιδράσεις

Ο δείκτης που επιλέχθηκε για να ποσοτικοποιήσει τη περιβαλλοντική πτυχή των αντιδράσεων στο φαινόμενο της νιτρορρύπανσης αποτελεί το Δ9:έκταση EZN σε Km²/4ετία. Η διαχρονικές διακυμάνσεις που παρατηρούνται από τη γραφική αξιολόγηση του Δ9 αναδεικνύουν τη μεταβλητότητα του φαινομένου της νιτρορρύπανσης στη Π.Ε..

Γενικά τα χωρικά αποτελέσματα των δεικτών κατάστασης και επίπτωσης υποδεικνύουν την ανάγκη αναθεώρησης των ορίων των EZN.

5.4. Εισηγήσεις

Ολοκληρώνοντας, η νιτρορρύπανση αποτελεί ένα διεθνές περιβαλλοντικό πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι περισσότερες κυβερνήσεις. Ολιστική αντιμετώπιση του απαιτεί την κατάρτιση ενός στοχευμένου και κατάλληλα προσαρμοσμένου στις υπάρχουσες συνθήκες προγράμματος παρακολούθησης που να περιλαμβάνει αντιπροσωπευτικούς δείκτες η διαχρονική μελέτη των οποίων να παρέχει δυνατότητα σύγκρισης και εντοπισμού συσχετισμών, αλλαγών ή/και τάσεων. Επιπρόσθετα θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογεί και τις τρεις πτυχές της αειφορίας δηλαδή την κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική διάσταση του φαινομένου. Λόγω των χρονικών περιορισμών, η παρούσα μελέτη περιορίστηκε στην αξιολόγηση της περιβαλλοντικής πτυχής του φαινομένου, συνεπώς προτείνεται όπως:

- Συνεχιστεί η έρευνα για την κατάρτιση/επιλογή δεικτών που να ποσοτικοποιούν την οικονομική και κοινωνική πτυχή του φαινομένου της νιτρορρύπανσης.

- Συλλεχθούν περαιτέρω δεδομένα ιδιαίτερα σε σχέση με τα υπόγεια ύδατα, για την ενίσχυση του υπό αξιολόγηση πληθυσμού και την επικύρωση των μέχρι στιγμής ευρημάτων.
- Αξιολογηθεί ως δείκτης αντιδράσεις η ποσότητα ανακυκλωμένου νερού που αξιοποιείται από τους γεωργούς για αρδευτικούς σκοπούς δεδομένου της προώθησης του από κυβερνητικούς φορείς ως εναλλακτική πηγή κάλυψης των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών αλλά και τρόπου ενίσχυσης της υφιστάμενης παραγωγής.
- Κοινοποιηθούν τα μέχρι στιγμής ευρήματα στους αρμόδιους φορείς για τη λήψη περαιτέρω μέτρων δράσεων.
- Προωθηθεί η δημιουργία ηλεκτρονικής πλατφόρμας που να διευκολύνει τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων προσδιορισμού των δεικτών και παράλληλα να παρέχει πρόσβαση σε ενδιαφερόμενους στα στατιστικά σημαντικά μοντέλα πρόβλεψης που αναπτύχθηκαν. Ταυτόχρονα μέσα από τη πλατφόρμα θα προωθείται η ανταλλαγή σχετικής γνώσης μεταξύ των ενδιαφερόμενων μελών.

Βιβλιογραφία

- Alexakis, D., Kagalou, I. & Tsakiris, G., 2013. Assessment of pressures and impacts on surface water bodies of the Mediterranean. Case study: Pamvotis Lake, Greece. *Environ Earth Sci* , Τόμος 70, p. 687–698.
- Anon., n.d. [Ηλεκτρονικό].
- Bagordo, F. και συν., 2016. Using the DPSIR framework to identify factors influencing the quality of groundwater in Greci `a Salentina (Puglia, Italy). *Rend. Fis. Acc. Lincei*, Τόμος 27, p. 113–125.
- Bartelmus, P., 1994. *Towards a Framework for Indicators of Sustainable Development*, New York: United Nations Department of Economics and Social Information and Policy Analysis.
- Bossel, H., 1999. *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications, A Report to the Balaton Group*, Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.
- Brewer, M. F., Halvorson, J. D. & Clark, H. E., 1978. Nitrogen retention of young men who consumed selected patterns of essential amino acids at a constant nitrogen intake¹. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Τόμος 31, pp. 786-793.
- Brouwer, F. & Hellegers, P., 1996. THE NITRATE DIRECTIVE AND FARMING PRACTICE IN THE EUROPEAN UNION. *European Environment*, Τόμος 6, pp. 204-209.
- Camera, C. και συν., 2017. A high resolution map of soil types and physical properties for Cyprus: A digital soil mapping optimization. *Geoderma* , Τόμος 285 , p. 35–49.
- Cameron, K., Di, H. & Moir, J., 2013. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology*, Τόμος 162, p. 145–173.
- Chen, D., Shams, S., Carmona-Moreno, C. & Leone, A., 2010. Assessment of open source GIS software for water resources management in developing countries. *Journal of Hydro-environment Research*, Τόμος 4, pp. 253-264.
- Clymer, T., 1962. Research Design in the Language Arts. *Elementary English*,, 39(4), pp. 349-354.
- Cohen, D. R., Rutherford, N. F., Morisseau, E. & Zissimos, A. M., 2012. Geochemical patterns in the soils of Cyprus. *Science of the Total Environment* , Τόμος 420 , p. 250–262.
- Commission of the European Communities, 1997. *The Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the Protection of Waters against Pollution caused by Nitrates from Agricultural Sources*, Brussels: European Union.
- Copernicus Programme, Updated 2017. *Copernicus Europe's eyes on earth*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view> [Πρόσβαση 22 02 2017].
- Crawford, N. M., 1995. Nitrate: Nutrient and Signal for Plant Growth. *The Plant Cell, American Society of Plant Physiologists*, Τόμος 7, pp. 859-868.

CyLAW , 2016. *Ο Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμος του 2002 106(Ι)/2002 Ενοποιητικό Κείμενο.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.cylaw.org/nomoi/arith/2002_1_106.pdf
[Πρόσβαση 16 02 2017].

Daly, D. & Torpey, P., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by the Republic of Ireland*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Dile, Y. T. και συν., 2016. Introducing a new open source GIS user interface for the SWAT model. *Environmental Modelling & Software*, Τόμος 85, pp. 129-138.

Doody, D., Bailey, J. & Watson, C., 2013. Evaluating the evidence-base for the Nitrate Directive regulations controlling the storage of manure in field heaps. *Environmental Science and Policy*, Τόμος 29, pp. 137-146.

Dziak, M., 2015. *Microsoft Excel*. s.l.:Salem Press Encyclopedia of Science:Research Starters, EBSCOhost.

Eekels, J. & Roozenburg, N., 1991. A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design: their similarities and differences.. *Design Studies*,, 12(), p.p.(4), pp. 197-203..

Eppinger, R., Van Hoof, K. & Ducheyne, S., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Belgium, the Flemish region*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

European Commission, 2002. *REPORT FROM THE COMMISSION Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources Synthesis from year 2000 Member States reports*, Brussels: Official Journal of the European Union.

European Commission, 2010b. *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT On implementation of Council Directive 91/676/EEC based on Member annex*, Brussels: Official Journal of the European Union.

European Commission, 2010. *REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN ON implementation of Council Directive 91/676/EEC based on Member State reports for the period 2004-2007*, Brussels: Official Journal of the European Union .

European Commission, 2013a. *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Accompanying the document REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT*, Brussels: Official Journal of the European Union.

European Commission, 2013. *REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on the implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports* , Brussels: Official Journal of the European Union.

European Union, last updated 2017. *Eurostat Statistics Explained*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicators
[Πρόσβαση 25 04 2017].

Farrell, A. & Hart, M., 1998. What Does Sustainability Really Mean?: The Search for Useful Indicators. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 40(9), pp. 4-31.

- Ferreira, J. G. και συν., 2011. Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 93 (2011) 117e131, Τόμος 93, pp. 117-131.
- Fleseriu, A. & Oroian, I., 2010. Water Pollution with Nitrates from Agricultural Sources. *ProEnvironment*, Τόμος 3, pp. 110 - 112.
- Fraters, B., Zwart, M., Boumans, L. & Reijs, J., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by the Netherlands*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.
- Frederiksen, B. S., 1995. National Responses to the EC Nitrate Policy. *Journal of Environmental Planning and Management*, 38(2), pp. 253-264.
- Friend, A. M. & Rapport, D. J., 1991. Evolution of macro-information systems for sustainable development. *Ecological Economics*, Τόμος 3, pp. 59-76.
- Gabrielsen, P. ; Bosch, P. ;, 2003. *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting* , Copenhagen: European Environment Agency, EEA internal working paper .
- GADM database, 2009. *Global Administrative Areas Boundaries without limits*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.gadm.org/download> [Πρόσβαση 15 03 2017].
- Ghasemi, A. & Zahediasl, S., 2012. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *Int J Endocrinol Metab*, 10(2), pp. 486-489.
- Grant, R., Thorling, L. & Hossy, H., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Denmark*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM 2011.
- Green, B. H., 1989. Agricultural Impacts On The Rural Environment. *Journal of Applied Ecology*, Τόμος 26, pp. 793-802.
- Grossman, M. R., 2000. Nitrates from Agriculture in Europe: The EC Nitrates Directive and its implementation in England.. *Environmental Affairs*, Τόμος 27, pp. 567-629.
- Hambling, T., Weinstein, P. & Slaney, D., 2011. A Review of Frameworks for Developing Environmental Health Indicators for Climate Change and Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Τόμος 8, pp. 1-22.
- Hauglustaine, D. A., Balkanski, Y. & Schulz, M., 2014. A global model simulation of present and future nitrate aerosols and their direct radiative forcing of climate. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, Τόμος 14, p. 6863–6949.
- Hodge, T., 1997. TOWARD A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ASSESSING PROGRESS TOWARD SUSTAINABILITY. *Social Indicators Research* , Τόμος 40, p. 5–98.
- Holubec, M. και συν., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by the Slovak Republic*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Howarth, W., 2011. Analysis DiffuseWater Pollution and Diffuse Environmental Laws Tackling DiffuseWater Pollution in England, Report by the Comptroller and Auditor General, HC 186, Session 2010^2011,6 July 2010. *Journal of Environmental Law* , 23(1), pp. 129-141.

Huang, H.-F., Kuo, J. & Lo, S.-L., 2011. Review of PSR framework and development of a DPSIR model to assess greenhouse effect in Taiwan. *Environ Monit Assess*, Τόμος 177, p. 623–635.

Hukkinen, J., 2003. Sustainability indicators for anticipating the fickleness of human–environmental interaction. *Clean Techn Environ Policy* , Τόμος 5, p. 200–208.

IUSS Working Group WRB, Updated 2015. *World reference base for soil resources 2014_International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, Rome: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS_ World Soil Resources Reports No. 106.

Jacson, Laura E; Kurtz, Janis C.; Fisher, Wiliam S., 2000. *Evaluation Guidelines for Ecological indicators*, Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Research Triangle Park, NC.

Jaina, D. & Tiwari, G., 2017. Sustainable mobility indicators for Indian cities: Selection methodology and application. *Ecological Indicators* , Τόμος 79 , p. 310–322.

Jannot, P., Maquere, V. & Gozler, C., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by France*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Joyce, L., 1980. Developments in evaluation research. *Journal of Occupational Behaviour*, Τόμος 1, pp. 181-190.

Kagalou, I., Leonardos, I., Anastasiadou, C. & Neofytou, C., 2012. The DPSIR Approach for an Integrated River Management Framework. A Preliminary Application on a Mediterranean Site (Kalamas River -NW Greece). *Water Resour Manage*, Τόμος 26, p. 1677–1692.

Karageorgis, A. P. & Kapsimalis, V., 2006. Impact of 100-Year Human Interventions on the Deltaic Coastal Zone of the Inner Thermaikos Gulf (Greece): A DPSIR Framework Analysis. *Environmental Management*, 38(2), p. 304–315.

Keessen, A. και συν., 2011. Te Need for Flexibility and Differentiation in the Protection of Vulnerable Areas in EU Environmental Law: Te Implementation of the Nitrates Directive in the Netherlands. *JEEPL*, 8(2), pp. 141-164.

Kerr, J. T. & Cihlar, J., 2003. Land use and cover with intensity of agriculture for Canada from satellite and census dat. *Global Ecology & Biogeography* , Τόμος 12, pp. 61-172.

Koo, B. & O’Connell, P., 2006. An integrated modelling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 1. Framework and methodology. *Science of the Total Environment*, Τόμος 359, p. 1–16.

Kothari, R., 2011. Chapter 1 Research Methodology: an introduction . Στο: *Research Methodology: Methods and Techniques*. New Delhi: New Age International Publishers, pp. 1-23.

Kruitwagen, S., Reudink, M. & Faber, A., 2009. Pragmatics of Policy: The Compliance of Dutch Environmental Policy Instruments to European Union Standards. *Environmental Management*, 43(4), p. 673–681.

- Lalande, N., Cernesson, F., Decherf, A. & Tournoud, M.-G., 2014. Implementing the DPSIR framework to link water quality of rivers to land use: methodological issues and preliminary field test. *International Journal of River Basin Management*, Τόμος 12, p. 201–217.
- Landau, S. & Everitt, B., 2003. Chapter 4: Multiple Linear Regression. Στο: *A Handbook on Statistical Analyses Using SPSS*. London: Chapman & Hall/CRC Press LLC, p. Chapter 4.
- Liu, C.-W., Sung, Y., Chen, B.-C. & Lai, H.-Y., 2014. Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Τόμος 11, pp. 4427-4440.
- Loh, Y. H. και συν., 2011. A/-nitroso compounds and cancer incidence: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk Study. *Am J Clin Nutr, American Society for Nutrition*, Τόμος 93, pp. 1053-61.
- Madhumath, R., Sharma, M., Juneja, R. & Jacob, S., 2000. Calculated nitrogen balance in hemodialysis patients: Influence of protein intake. *Kidney International*, Τόμος 58, pp. 336-345.
- Malmqvist, T. & Glaumann, M., 2006. Selecting problem-related environmental indicators for housing management. *Building Research & Information*, 34(4), p. 321–333.
- Manassaram, D. M., Backer, L. C. & Moll, D. M., 2006. A Review of Nitrates in Drinking Water: Maternal Exposure and Adverse Reproductive and Developmental Outcomes. *Environmental Health Perspectives*, 114(3), pp. 320-327.
- Marta, K., Sylwia, B. & Andrzej, M., 2016. Selecting agri-environmental indicators for monitoring and assessment of environmental management in the example of landscape parks in Poland. *Ecological Indicators*, Τόμος 71, p. 377–387.
- McDonald, G. και συν., 2017. An indicator-based adaptive management framework and its development for data-limited fisheries in Belize. *Marine Policy*, Τόμος 76, p. 28–37.
- McDonald, M. E., 2000. EMAP OVERVIEW: OBJECTIVES, APPROACHES, AND ACHIEVEMENTS. *Environmental Monitoring and Assessment*, Τόμος 64, p. 3–8.
- Meadows, D., 1998. *Indicators and Information Systems for Sustainable Development_A Report to the Balaton Group*, Quebec: The Sustainable Institute.
- Mihaiescu, T., Mihaiescu, R. & Odagiu, A., 2010. Difficulties in the Nitrates Directive Implementation in Romania. *ProEnvironment*, Τόμος 3, pp. 424 - 428.
- Neuberg, C., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Luxembourg*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.
- Nguyena, T. P. L., Seddaiu, G. & Roggero, P. P., 2014. Hybrid knowledge for understanding complex agri-environmental issues: nitrate pollution in Italy. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(2), p. 164–182.
- Nimmo Smith, R. J., Glegg, G. A., Parkinson, R. & Richards, J. P., 2007. Evaluating the Implementation of the Nitrates Directive in Denmark and England using an Actor-Orientated Approach. *European Environment*, Τόμος 17, p. 124–144.

- Noel, S. και συν., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by the United Kingdom*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.
- OECD, 1999. *Environmental Indicators for Agriculture Volume 1 Concepts and Frameworks*, Paris: OECD, Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Ondersteijn, C. και συν., 2002. The Dutch Mineral Accounting System and the European Nitrate Directive: implications for N and P management and farm performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Τόμος 92, pp. 283-296.
- Ortolano, L., Baumont, S. & Puz, G., 2009. Implementing Programmes to Reduce Nitrate Pollution from Agriculture in Brittany, France. *International Journal of Water Resources Development*, 25(4), pp. 641-656.
- Papavasiliopoulos, E. N., 2014. Water resources management in Greece: current status and challenges ahead. *International Journal of Environmental Studies*, 71(3), pp. 301-314.
- Pavlidou, A. και συν., 2015. Methods of eutrophication assessment in the context of the water framework directive: Examples from the Eastern Mediterranean coastal areas. *Continental Shelf Research*, Τόμος 108, p. 156–168.
- Philippou, J., 2015. Quality considerations from integrating desalinated water into existing water infrastructure. *Desalination and Water Treatment*, 55(13), pp. 3519-3526.
- POPOVICI, C. και συν., 2011. METHODS OF EXPRESSION OF FEED'S PROTEIN NUTRITIONAL VALUE. *LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE*, XIII (2)(I), pp. 263-270.
- Powers, L. G., 1911. Degree of Accuracy in Census Statistics of Agriculture. *Publications of the American Statistical Association*, 12(93), pp. 460-465.
- Protsman, L. & Carlson, M., 2008. Graphic Organizers Can Facilitate Selection of Statistical Tests: Part 2—Correlation and Regression Analysis. *Journal of Physical Therapy Education*, 22(2), pp. 36-41.
- Qiaoling, C., Zhang, Y. & Hallikainen, M., 2007. Water quality monitoring using remote sensing in support of the EU water framework directive (WFD): A case study in the Gulf of Finland.. *Environ Monit Assess*, Τόμος 124, p. 157–66.
- Ramos, T. B., Alves, I., Subtil, R. & de Melo, J. J., 2007. Environmental performance policy indicators for the public sector: The case of the defence sector. *ournal of Environmental Management*, Τόμος 82, p. 410–432.
- Ramos, T. B., Caeiro, S. & de Melo, J. J., 2004. Environmental indicator frameworks to design and assess environmental monitoring programs. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 22(1), p. 47–62.
- Ren, L. και συν., 2015. Reflections of the geological characteristics of Cyprus in soil rare earth element patterns. *Applied Geochemistry*, Τόμος 56, p. 80–93.
- ROBINSON, D., LINEHAN, D. J. & CAUL, S., 1991. What limits nitrate uptake from soil?. *Plant, Cell and Environment*, Τόμος 14, pp. 77-85.

Rosendorf, P., Klír, J., Hrabánková, A. & Prchalová, H., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by the Czech Republic*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Ruusmann, V. & Maran, U., 2013. From data point timelines to a well curated data set, data mining of experimental data and chemical structure data from scientific articles, problems and possible solutions. *J Comput Aided Mol Des*, Τόμος 27, p. 583–603.

Schilling, C., Loishandl-Weisz, H. & Hochedlinger, G., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Austria*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM Report.

Schroder, J. και συν., 2007a. Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *Europ. J. Agronomy*, Τόμος 27, p. 102–114.

Schröder, J. J., Uenk, D. & Hilhorst, G. J., 2007b. Long-term nitrogen fertilizer replacement value of cattle manures applied to cut grassland. *Plant Soil*, Τόμος 299, p. 83–99.

Šebjan, U. & Tominc, P., 2015. Impact of support of teacher and compatibility with needs of study on usefulness of SPSS by students. *Computers in Human Behavior*, Τόμος 53, p. 354–365.

Sengull, U., 2016. Comparing determination methods of detection and quantification limits for aflatoxin analysis in hazelnut. *Journal off food and drug analysisi*, Τόμος 24, pp. 56-62.

Shuvai, H. I. & Gruener, N., 1972. Epidemiological and Toxicological Aspects of Nitrates and Nitrites in the Environment. *AJPH AUGUST*, 62(8), pp. 1045-1051.

Simboura, N., Panayotidis, P. & Papathanassiou, E., 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: The case of Saronikos Gulf. *Ecological Indicators*, Τόμος 5, p. 253–266.

Smith, V. H. & Schindler, D. W., 2009. Eutrophication science: where do we go from here?. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(4), pp. 201-207.

Spanò, M., Gentile, F., Davies, C. & Laforteza, R., 2017. The DPSIR framework in support of green infrastructure planning: A case study in Southern Italy. *Land Use Policy*, Τόμος 61, p. 242–250.

Temel, G. O., Erdoğan, S., Selvi, H. & Kaya, I. E., 2016 . Investigation of Coefficient of Individual Agreement in Terms of Sample Size, Random and Monotone Missing Ratio, and Number of Repeated Measures. *EDUCATIONAL SCIENCES: THEORY & PRACTICE*, 16(4), pp. 1381-1395.

The Engineering ToolBox UTM to Latitude and Longitude Converter, unknown. *The Engineering ToolBox*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: http://www.engineeringtoolbox.com/utm-latitude-longitude-d_1370.html [Πρόσβαση 15 04 2017].

Van der Straeten, B. και συν., 2012. The effect of EU derogation strategies on the compliance costs of the nitrate directive. *Science of the Total Environment*, Τόμος 421-422, p. 94–101.

Van Grinsven, H. J., Tiktak, A. & Rougoor, C. W., 2016. Evaluation of the Dutch implementation of the nitrates directive, the water framework directive and the national emission ceilings directive. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Τόμος 78, p. 69–84.

Vandenbergh, C. και συν., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Belgium, the Walloon region*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Wang, L. και συν., 2013. The nitrate time bomb: a numerical way to investigate nitrate storage and lag time in the unsaturated zone. *Environ Geochem Health*, Τόμος 35, p. 667–681.

Ward, M. H. και συν., 2005. Workgroup Report: Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings and Research Needs. *Environmental Health Perspectives*, 113(11), pp. 1607-1614.

Whittier, T. R. & Paulsen, S. G., 1992. The surface waters component of the Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP): an overview. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, Τόμος 1, pp. 119-- 126.

Wirgen, E. & Carlsson Ross, C., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Sweden*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Wolter, R., Ostenburg, B. & Tetzlaff, B., 2011. *Developments in monitoring the effectiveness of the EU Nitrates Directive Action Programmes: Approach by Germany*, Amsterdam: National Institute for Public Health and the Environment_RIVM report.

Yang, L. και συν., 2003. DEVELOPING ENVIRONMENTAL HEALTH INDICATORS AS POLICY TOOLS FOR ENDEMIC FLUOROSIS MANAGEMENT IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. *Environmental Geochemistry and Health*, Τόμος 25, p. 281–295.

Zachariadis b, T., 2016. Chapter 2_Facts and Projections on Climate Change. Στο: T. Zachariadis, επιμ. *Climate Change in Cyprus*. Berlin: SpringerBriefs in Environmental Science, pp. 1-23.

Zachariadis, T., 2016. Chapter 1_Introduction. Στο: T. Zachariadis, επιμ. *Climate Change in Cyprus*. Berlin: SpringerBriefs in Environmental Science, pp. 1-3.

Zissimos, A. M. και συν., 2014. Distribution of water-soluble inorganic ions in the soils of Cyprus. *Journal of Geochemical Exploration*, Τόμος 146, p. 1–8.

Ελληνική Δημοκρατία, 2000. Αριθ. Πρωτ. 85167/820 Απόφαση Υφυπουργού Γεωργίας, Αθήνα: Υπουργείο Γεωργίας Γενική Διεύθυνση Γεωργικών Εφαρμιγών & Έρευνας Διεύθυνση Χωροταξίας & Προστασίας Περιβάλλοντος.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011. ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ σχετικά με την έγκριση παρέκκλισης, την οποία ζήτησε η Ιταλία για τις περιφέρειες Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte και Veneto κατ' εφαρμογή της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ, Βρυξέλες: Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Καϊμακη, Παναγιώτα Στυλιανή;, 2009. Παροχή Συμβουλευτικών Υπηρεσιών για Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων των Προγραμμάτων Παρακολούθησης για τα Επιφανειακά Ύδατα στα Πλαίσια του Άρθρου 8 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, Λευκωσία: ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε.

Κυπριακή Δημοκρατία, Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας, 2003 - 2017. *Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας*. [Ηλεκτρονικό] Available at: http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/agriculture_51main_gr/agriculture_51main_gr?OpenForm&ub=5&sel=1

[Πρόσβαση 15 09 2016].

Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2003 - 2017 . *Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων*. [Ηλεκτρονικό] Available at: http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/statistics_gr/statistics_gr?OpenDocument

[Πρόσβαση 5 03 2017].

Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Μετεωρολογίας, 2006-2017. *Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος Τμήμα Μετεωρολογίας*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: http://www.moa.gov.cy/moa/MS/MS.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument

[Πρόσβαση 21 02 2017].

Κυπριακή Δημοκρατία, 2004. *Ο Περί Προστασίας και Διαχείρισης των Υδάτων Νόμος Ν13(Ι)/2004*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας.

Κυπριακή Δημοκρατία, 2014. *Κ.Δ.Π. 281/2014 Οι Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμοι 2002-2013, διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2008. *ΟΔΗΓΙΑΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 12ης Δεκεμβρίου 1991 για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης, 91/676/ΕΟΚ*, Ευρωπαϊκή Ένωση: Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε..

Υ.Γ.Α.Α.Π. , 2013. *ΚΔΠ258/2013: Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος 2002-2009 διάταγμα βάση του άρθρου 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002b. *ΚΔΠ407/2002: Ο περί ελέγχου ρύπανση των νερών νόμος διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(ε)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2002. *Κ.Δ.Π.534/2002: Ο Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμος του 2002 Κανονισμοί με βάση το άρθρο 7(4)* , Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2004a. *ΚΔΠ41/2004: Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2004. *ΚΔΠ867/2004: Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος του 2002 διάταγμα βάση του άρθρου 7(2)(β)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2011. *ΚΔΠ41/2011: Οι περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμοι 2002-2009 Διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(α) και (β)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2013. *Ο Περί ελέγχου τη ρύπανσης των νερών νόμος του 2002-2009 διάταγμα βάση του αρθρου 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π., 2015. *Στρατηγικό Σχέδιο 2016-2018*, Λευκωσία: Υπουργείο Γεωργίας Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος.

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2004b. ΚΔΠ42/2004: *Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος Ν106(Ι)/2002 διάταγμα βάση το άρθρο 7(2)(α) και (β)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας .

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2007. ΚΔΠ263/2007: *Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμοι του 2002 διάταγμα βάση του άρθρου 7(2)(ε)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008a. ΚΔΠ185/2008: *Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος 2002-2008 διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2008b. ΚΔΠ186/2008: *Οι περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμοι 2002-2007 διάταγμα με βάση το άρθρο 7(2)(α) και (β)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2012. ΚΔΠ300/2012: *Ο περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος 2002-2009 διάταγμα βάση του άρθρου 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Υ.Γ.Α.Α.Π, 2014. ΚΔΠ281/2014: *Ο Περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμος του 2002-2013 διάταγμα βάση το άρθρο 7(2)(γ)*, Λευκωσία: Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.

Χατζηγεωργίου, Παναγιώτα;, 2017. *Κυπριακή Δημοκρατία, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/C395562658B8882DC22580DC002FB594?OpenDocument> [Πρόσβαση 5 03 2017].