

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ "ΔΗΜΗΤΡΑ"

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης
Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

ΟΝΟΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Ορθολογική χρήση νερού, λιπασμάτων και ζωικών αποβλήτων

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ II:

Συμβουλές που παρέχονται για την εκπλήρωση των απαιτήσεων, όπως έχουν καθοριστεί από τα κράτη μέλη, για την εφαρμογή της παραγράφου 3 του άρθρου 11 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (οδηγία πλαίσιο για τα νερά)

1. Διδακτική υποενότητα II(α): Ορθολογική χρήση του νερού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις συμπεριλαμβανομένης της σύνταξης σχεδίου διαχείρισης νερού για τις ανάγκες της γεωργικής εκμετάλλευσης

Συγγραφική ομάδα

Ε.Σταυρινός¹, Β. Ασχονίτης², και Β. Καββαδίας (Συντονιστής)³

¹ Γεωπόνος – Εδαφολόγος, ΔΣ Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρείας

² Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων, Σίνδος, Θεσσαλονίκη

³ Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων, Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών, Λυκόβρυση, Αττική

2. Διδακτική υποενότητα II(β): Προστασία και ορθή διαχείριση υδάτων συμπεριλαμβανομένης και της ορθολογικής χρήσης λιπασμάτων,

Συγγραφική ομάδα

Χρ. Νούλας¹, Θ. Χατζηστάθης², Σ. Ευθυμιάδου³, Θ. Σωτηρόπουλος⁴ και Β. Καββαδίας (Συντονιστής)³

¹ Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών (Ι.Β.Κ.Φ), Τμήμα Εδαφολογικών Πόρων, Θεοφράστου 1, Λάρισα

² Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων Θεσσαλονίκης (Θέρμη)

³ Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων, Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών, Λυκόβρυση, Αττική

⁴ Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων Νάουσας

3. Διδακτική υποενότητα II(γ): Ορθολογική διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (κοπριάς) με στόχο την μείωση της ρύπανσης των υδάτων.

Συγγραφική ομάδα

Μ. Καρατζιά ¹ Π. Κούγιας¹, Θ. Χατζηστάθης² Σ. Ευθυμιάδου³, και Β.
Καββαδίας (Συντονιστής) ³

¹ *Ινστιτούτο Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής, Παραλίμνη, Γιαννιτσά*

² *Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων Θεσσαλονίκης (Θέρμη)*

³ *Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών,
Λυκόβρυση, Αττική*

Περιεχόμενα

ELECT II	
Σκοπός της Διδακτικής Ενότητας	
Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	
Έννοιες Κλειδιά	
1. Διδακτική υποενότητα II(α): Ορθολογική χρήση του νερού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις συμπεριλαμβανομένης της σύνταξης σχεδίου διαχείρισης νερού για τις ανάγκες της γεωργικής εκμετάλλευσης	
1.1 Ορθές πρακτικές προστασίας των υδάτων	
1.1.1 Βασικές αρχές χρήσης του νερού στην αγροτική παραγωγή	
1.1.2 Χρήση του αρδευτικού νερού και Διαχειριστικά Σχέδια Λεκανών Απορροής	
1.1.3 Π.Α.Α.- εξοικονόμηση, αποδοτικότητα αρδευτικού νερού	
1.2 Ισοζύγιο αρδευτικού νερού - Δείκτες ορθολογικής διαχείρισης	
1.2.1 Ερημοποίηση - Πλημμύρες	
1.3 Προτάσεις ορθολογικής διαχείρισης του αρδευτικού νερού	
2. Διδακτική υποενότητα II(β): Προστασία και ορθή διαχείριση υδάτων συμπεριλαμβανομένης και της ορθολογικής χρήσης λιπασμάτων	
2.1 Ορθές πρακτικές για τη προστασία των υδάτων	
2.1.1 Βασικές αρχές λιπαντικής αγωγής για την μείωση των απωλειών αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία	
2.1.2 Ρύπανση και προστασία των υδάτων από τις γεωργικές πρακτικές	
2.1.3 Μέτρα κατά της νιτρορρύπανσης	
2.2. Σημασία της χορήγησης ανόργανων λιπασμάτων για τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και το πρόβλημα του προσδιορισμού της άριστης δόσης λιπασμάτων για τις καλλιέργειες	
2.3. Προσδιορισμός των λιπαντικών αναγκών των καλλιεργειών, βασιζόμενος στα αποτελέσματα της γονιμότητας των εδαφών και της φυλλοδιαγνωστικής	
3. Διδακτική υποενότητα II(γ): Ορθολογική διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (κοπριάς) με στόχο την μείωση της ρύπανσης των υδάτων.	
Εισαγωγικές παρατηρήσεις	
3.1 Ορισμός και κατηγορίες ζωικών αποβλήτων	
3.2 Απόβλητα ανά είδος κτηνοτροφικής μονάδας	
3.2.1 . Απόβλητα από εκτροφές μηρυκαστικών ζώων	
3.2.2 Απόβλητα από εκτροφές μονογαστρικών ζώων	
3.3. Περιβαλλοντικές επιδράσεις της διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων	
3.3.1 Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία	
3.3.2 Επιπτώσεις στο νερό, το έδαφος και την ατμόσφαιρα	
3.4 Συστήματα διαχείρισης ζωικών αποβλήτων	

3.4.1 Συστήματα αερόβιας επεξεργασίας	
3.4.2 Συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας	
3.4.3 Παραγωγή βιοαερίου και βιοντίζελ	
3.4.4 Κομποστοποίηση	
Σύνοψη	

Σκοπός της Διδακτικής Ενότητας

Οι κύριοι σκοποί της διδακτικής ενότητας είναι:

- Να παρουσιαστούν οι βασικές θεωρητικές αρχές ορθολογικής χρήσης του αρδευτικού νερού και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνει μια γεωργική εκμετάλλευση για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της Πολιτικής των υδάτων, με κύριο στόχο την εξασφάλιση της καλής ποιότητας των υδατικών πόρων, θεωρώντας ότι η τιμή του νερού θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών ύδατος, του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους των πόρων, για την πλήρη εφαρμογή της Αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) με τα γενικά και τα ειδικά μέτρα μειώνει σταδιακά τις επιδοτήσεις, προσανατολίζοντας τους αγρότες σε περισσότερο περιβαλλοντικές πρακτικές, όπως μείωση της έκπλυσης των νιτρικών και της ορθολογικής χρήση νερού. Είναι φανερό ότι κοινός στόχος των δύο Πολιτικών είναι η περιβαλλοντική προστασία και η ορθολογική χρήση του νερού.
- Να παρουσιαστούν οι βασικές θεωρητικές αρχές λιπαντικής αγωγής και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνει μια γεωργική εκμετάλλευση για την τήρηση των εθνικών ή των διεθνών ορίων ως προς τη συγκέντρωση νιτρικών ή φωσφορικών αλάτων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.
- Να παρουσιαστούν οι βασικές κατευθύνσεις για τη διαχείριση και αποθήκευση των λιπασμάτων για τη διασφάλιση από τον κίνδυνο διαρροής και τη διατήρηση της ποιότητάς τους και ορισμένα απαραίτητα μέτρα προστασίας και ασφάλειας των μέσων εφαρμογής λιπασμάτων.
- Να παρουσιαστούν τα γενικά και ειδικά μέτρα κατά της νιτρορύπανσης και οι βασικές κατηγορίες λιπασμάτων “νέας τεχνολογίας”. Επίσης γίνεται αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση στη χώρα (ευπρόσβλητες από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης ζώνες στην Ελλάδα) και το νομοθετικό πλαίσιο που τη διέπει.
- Να δοθεί ο ορισμός των ζωικών αποβλήτων, τα χαρακτηριστικά τους σε συνάρτηση με το προφίλ των ελληνικών κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και να παρουσιαστούν οι διάφορες κατηγορίες ζωικών αποβλήτων, ανάλογα με το είδος των εκτρεφόμενων ζώων ανά κτηνοτροφική μονάδα.
- Να αναλυθούν οι επιδράσεις της διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον και να παρατεθεί το περίγραμμα των συστημάτων διαχείρισής τους με χημικές, μηχανικές ή/και βιολογικές μεθόδους, ώστε να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο τους και να μετατραπούν σε υλικά κατάλληλα για διάθεση στον τελικό αποδέκτη.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι εκπαιδευόμενοι επιδιώκεται να κατανοήσουν:

- Μια σειρά μέτρων τα οποία αφορούν τη δημιουργία περιβαλλοντικής συνείδησης χρήσης του επιφανειακού και υπόγειου αρδευτικού νερού, με στόχο τη μείωση του αριθμού των παράνομων γεωτρήσεων και της υπεράντλησης καθώς και τη βελτίωση των πρακτικών άρδευσης.
- Την εφαρμογή κανόνων–προτύπων προδιαγραφών της βιώσιμης χρήσης και διαχείρισης νερού στη γεωργία με τη δημιουργία μιας αποτελεσματικής δομής λειτουργίας και συμβουλευτικής προς τους διαχειριστές των δικτύων άρδευσης.
- Τους τρόπους κοστολόγησης του αρδευτικού νερού, συμπεριλαμβανομένου του περιβαλλοντικού κόστους, ώστε να βελτιώσουν τη συντήρηση της υπάρχουσας υποδομής ή την κατασκευή νέας, και αφετέρου να υποχρεωθούν να χρησιμοποιήσουν αποδοτικά και λιγότερο υδροβόρα συστήματα άρδευσης για να μειώσουν την κατανάλωση και το αντίστοιχο κόστος παραγωγής.
- Τη σημασία της εφαρμογής της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ στην προστασία των εδαφικών και υδατικών πόρων, με τη χρέωση του νερού σύμφωνα με τον καταναλισκόμενο όγκο σε συνδυασμό με νέες τεχνολογίες, όπως η χρήση υδροληψιών με ηλεκτρονικές κάρτες, σύστημα το οποίο επιτυγχάνει μείωση της κατανάλωσης κατά ~20% σε σχέση με τις συμβατικές υδροληψίες.
- Την υφιστάμενη κατάσταση στη χώρα
 - Ενταγμένες ευαίσθητες περιοχές-χαρακτηρισμένες ζώνες.
 - Περιοχές που καλύπτονται από θεσμοθετημένα Σχέδια Δράσης (ΦΕΚ)
 - Περιοχές που έχουν αναγγελθεί ότι πρόκειται να ενταχθούν
- Τις παραμέτρους που καθορίζουν την ορθή λιπαντική αγωγή (ποσότητα, τρόπος, τύπος, δόσεις, αρδευτικό σύστημα, περιεκτικότητα NO_3 στο αρδευτικό νερό, υπολειμματικό άζωτο εδάφους, εδαφολογικά χαρακτηριστικά, κλιματολογικές συνθήκες, τύπος καλλιέργειας).
- Τους τρόπους διαχείρισης-αποθήκευσης-χρήσης λιπασμάτων-κοπριάς και τη διαχείρισης των μέσων εφαρμογής λιπασμάτων, τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματά τους, τα χαρακτηριστικά εφαρμοζόμενης κοπριάς.
- Τη διαδικασία δειγματοληψίας φύλλων (θέση, εποχή) για τη διενέργεια φυλλοδιαγνωστικής σε βασικές καλλιέργειες.
- Την έννοια των Ζωικών Αποβλήτων και τη διάκρισή τους σε διάφορες κατηγορίες ανά τύπο ζωικής προέλευσης, σύστημα διαχείρισης και κτηνοτροφικής μονάδας που τα παράγει, με στόχο την αξιολόγησή τους επιλέγοντας το καταλληλότερο κατά περίπτωση.
- Τις μεθόδους παράθεσης και ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων μηρυκαστικών και μονογαστρικών ζώων.

- Τις επιπτώσεις της ελλιπούς ή ακατάλληλης επεξεργασίας και διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία.

Έννοιες Κλειδιά

- Νομοθετικό πλαίσιο
- Σχέδια διαχείρισης υδατικών διαμερισμάτων
- Εδαφοϋδατικοί πόροι
- Υποβάθμιση εδαφών – υδάτων,
- Λεκάνες απορροής,
- Υπολογισμός ισοζυγίου αρδευτικού νερού, Βιώσιμη χρήση και δόση άρδευσης,
- Νιτρορρύπανση, Λιπάσματα, Φυλλοδιαγνωστική,
- Ζωικά απόβλητα, Φορτίο ρύπανσης κόπρου, Αέριοι, υγροί ή στερεής μορφής ρύποι,
- Συστήματα αερόβιας και αναερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων, Παραγωγή βιοαερίου και βιοντίζελ,
- Κομποστοποίηση.

1. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ II(α): Ορθολογική χρήση του νερού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις συμπεριλαμβανομένης της σύνταξης σχεδίου διαχείρισης νερού για τις ανάγκες της γεωργικής εκμετάλλευσης

1.1 Ορθές πρακτικές για τη προστασία των υδάτων

1.1.1 Βασικές αρχές χρήσης του νερού στην αγροτική παραγωγή

Η γεωργία έχει πολύ μεγάλο υδατικό αποτύπωμα σε σχέση με τους υπόλοιπους τομείς ανάπτυξης, κυρίως κατά τη φάση παραγωγής. Επηρεάζει, όμως, και την ποιότητα του νερού που με τη σειρά της μειώνει τη διαθεσιμότητά του. Η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση νερού στη γεωργία φτάνει τα 7.130 km³ και περιλαμβάνει την κατανάλωση νερού για την παραγωγή των αγροτικών αγαθών μέσω της διαπνοής, την εξάτμιση που λαμβάνει χώρα από το έδαφος και τις ανοικτές επιφάνειες νερού, όπως ορυζώνες, αρδευτικά κανάλια και δεξαμενές, τις απώλειες λόγω στράγγισης καθώς και τις πλευρικές απώλειες στα δίκτυα μεταφοράς λόγω παλαιότητας. Η προσπάθεια για πρόβλεψη της ζήτησης νερού στη γεωργία είναι αβέβαιη, καθώς εξαρτάται από τη ζήτηση για τροφή που με τη σειρά της εξαρτάται από τον αριθμό των ανθρώπων και των διατροφικών συνηθειών τους. Παραδοσιακά, η προσανατολισμένη στην προσφορά προσέγγιση εξασφαλίζει τη συνεχή προμήθεια νερού στη γεωργία, μέσω ταμιευτήρων, μεταφοράς νερού από λεκάνη σε λεκάνη και αυξημένης απόληψης από επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η πρακτική αυτή, όμως, δεν είναι πλέον βιώσιμη και επιτείνει τις αρνητικές επιπτώσεις της γεωργικής χρήσης νερού στα οικοσυστήματα γλυκού νερού. Μια σειρά από τεχνολογικά και διαχειριστικά μέτρα μπορούν να

βοηθήσουν στην βιώσιμη αποδοτικότητα της χρήσης νερού στο γεωργικό τομέα.

Η χρήση των υδάτων στην αγροτική παραγωγή στο μέλλον θα καθορίζεται από τις αρχές προστασίας του περιβάλλοντος (ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, ισοζύγιο νερού, ερημοποίηση κ.λ.π.), δηλαδή από την εφαρμογή των νομικών πλαισίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των διαφόρων Πρωτοκόλλων που είναι σε ισχύ για την προστασία του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο (Συνθήκη Παρισιού, 2017). Στα Σχέδια Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής (ΣΔΛΑΠ) που έχει καταρτίσει και η Ελλάδα (μέσω της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ)) για τα 14 Υδατικά Διαμερίσματά της, περιλαμβάνεται ειδικό κεφάλαιο με το πρόγραμμα των μέτρων που πρέπει να εφαρμοστούν για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων για τα νερά της χώρας.

Στη σελίδα: <http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/> βρίσκονται αναρτημένα τα εγκεκριμένα ΣΔΛΑΠ ανά Υδατικό Διαμέρισμα.

Η οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου τέθηκε σε ισχύ στις 22 Δεκεμβρίου 2000, για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων ή αλλιώς Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά (ΟΠΥ). Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ συνδυάζει ποιοτικούς, οικολογικούς και ποσοτικούς στόχους για την προστασία υδατινών οικοσυστημάτων και την καλή κατάσταση όλων των υδατικών πόρων και θέτει ως κεντρική ιδέα την ολοκληρωμένη διαχείριση τους στη γεωγραφική κλίμακα των Λεκανών Απορροής Ποταμών. Επιπλέον, επαναπροσδιορίζει την έννοια της Λεκάνης Απορροής, η οποία περιλαμβάνει τα εσωτερικά επιφανειακά (ποταμοί, λίμνες), τα υπόγεια ύδατα, τα μεταβατικά (δέλτα, εκβολές ποταμών) και τα παράκτια οικοσυστήματα. Για κάθε περιοχή Λεκάνης Απορροής Ποταμού καθορίζει, μια σειρά από απαραίτητες ενέργειες που θα πρέπει να υλοποιηθούν εντός των καθορισμένων προθεσμιών, Η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας στηρίζεται σε οικονομικές αρχές και εργαλεία καθώς και στην εφαρμογή ολοκληρωμένων προγραμμάτων μέτρων. Παράλληλα, αντιμετωπίζονται συνολικά όλες οι χρήσεις και υπηρεσίες νερού, συνυπολογίζοντας την αξία του νερού για το περιβάλλον, την υγεία, την ανθρώπινη κατανάλωση και την κατανάλωση σε παραγωγικούς τομείς.

Σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 11 της ΟΠΥ και την αρ. 135275/2017 (ΦΕΚ Β 1751) Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων της Ελλάδας, με την οποία εγκρίθηκαν οι γενικοί κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος, τα **βασικά μέτρα** είναι τα στοιχειώδη μέτρα που οφείλει να θεσπίσει το κάθε κράτος μέλος. Μεταξύ αυτών που αναλυτικά περιγράφονται στο κείμενο της ΟΠΥ, αναφέρονται και τα ακόλουθα:

- Ι. μέτρα που κρίνονται κατάλληλα για τους σκοπούς του άρθρου 9 (*Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος*) της ΟΠΥ,
- ΙΙ. μέτρα για την παραγωγή μιας αποτελεσματικής και βιώσιμης χρήσης ύδατος κ.α., τα οποία αφορούν και την αγροτική χρήση του νερού.

Στα σχέδια διαχείρισης των υδατικών πόρων λαμβάνεται υπόψη το ιστορικό άρδευσης των προηγούμενων καλλιεργειών, τα εδαφικά χαρακτηριστικά του

αγρού, τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, η ποικιλία και ο προσδοκώμενος στόχος παραγωγής. Η εφαρμογή των αρδεύσεων πρέπει να στηρίζεται στις απαιτήσεις της καλλιέργειας για συγκεκριμένο ύψος παραγωγής και της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος, αλλά και των απωλειών κυρίως του αζώτου μέσω έκπλυσης, επιφανειακής απορροής, απονιτροποίησης και αεριοποίησης της αμμωνίας.

Ο υπολογισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων του όγκου του νερού σε σχέση με τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία που απαιτείται για την καλλιέργεια πρέπει να γίνεται με βάση την ανάλυση εδάφους και να συνδυάζεται όπου είναι απαραίτητο με άλλα υδρογεωλογικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά σε επίπεδο λεκάνης απορροής κάθε υδατικού διαμερίσματος.

Η δόση άρδευσης εκφράζεται σε $m^3/στρέμμα = mm$ και συνυπολογίζεται με τα γεωργοτεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε γεωργικής εκμετάλλευσης, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της καλλιέργειας για θρεπτικά στοιχεία και να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα έκπλυσης προς τον υδροφόρο ορίζοντα και πάντα σύμφωνα με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Ο.Γ.Π.). Προκειμένου να υπολογιστεί η δόση άρδευσης για κάθε καλλιέργεια, είναι απαραίτητη η γνώση των παρακάτω:

- Οι ανάγκες της καλλιέργειας
- Ο τύπος του εδάφους
- Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά
- Η κλίση του εδάφους
- Η στράγγιση
- Το σύστημα άρδευσης
- Η ποιότητα των νερών άρδευσης ως προς την αλατότητα (αγωγιμότητα νερού, ποσοστό προσρόφησης νατρίου SAR)
- Η συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα νερά άρδευσης
- Οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων
- Το κλίμα (π.χ. βροχόπτωση, εξατμισοδιαπνοή)

1.1.2 Χρήση του αρδευτικού νερού και Διαχειριστικά Σχέδια Λεκανών Απορροής

Η επάρκεια και η ορθολογική χρήση του αρδευτικού νερού σχετίζεται με τη βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης και αναφέρεται αφενός ως το ποσοστό του νερού που τελικά φτάνει στο χωράφι σε σχέση με αυτό που παρέχεται αφετέρου με την αποδοτικότητα των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην αρδευόμενη περιοχή. Έχει υπολογιστεί ότι στην Ευρώπη η δυνατότητα εξοικονόμησης νερού από τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της μεταφοράς του μπορεί να φτάσει το 25%. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο η εγκατάσταση βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης να συνοδεύεται από συμβουλευτικές υπηρεσίες προς τους αγρότες. Η αγροτική χρήση νερού στην Ελλάδα κατέχει τη μερίδα του λέοντος και ανέρχεται σε ποσοστό 86% της συνολικής χρήσης. Από αυτό, το 96% χρησιμοποιείται για την άρδευση. Από το αρδευτικό νερό το 80% χάνεται σε απώλειες από τον υδρολογικό κύκλο κάθε περιοχής (Τζώρτζη, 2009).

Σημαντική αύξηση στο ποσοστό αρδευόμενης καλλιεργήσιμης έκτασης παρατηρείται ανεξάρτητα από το υψόμετρο της περιοχής, όμως τα τελευταία χρόνια φαίνεται να είναι πιο έντονη στις πεδινές περιοχές όπου προσεγγίζει ποσοστό 71% επί της συνολικής. Οι πηγές τροφοδοσίας των δημοσίων έργων είναι οι ποταμοί και οι πηγές (42%), οι τεχνητές λίμνες (25%), οι γεωτρήσεις και τα φρέατα (24%), οι φυσικές λίμνες (5%) και οι στραγγιστικές τάφροι (4%), με συνεχή τάση αύξησης των τεχνητών ταμιευτήρων. Οι πηγές τροφοδοσίας των ιδιωτικών έργων είναι οι γεωτρήσεις (82%), οι ποταμοί και οι πηγές (13%), οι τεχνητές λίμνες (2%) και οι στραγγιστικές τάφροι (3%) (Karamanos et al., 2004).

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στα συλλογικά εγγειοβελτιωτικά έργα στην Ελλάδα πραγματοποιείται από 452 φορείς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διοίκηση λειτουργία καθώς και συντήρηση των δικτύων αυτών. Από αυτούς τους φορείς, 10 είναι Γενικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ), 412 Τοπικοί ΟΕΒ, 2 Ειδικό Οργανισμοί (Αυτόνομος Οργανισμός Στυμφαλίας Ασωπού Κορινθίας και Οργανισμός Κωπαΐδας), 22 Προσωρινές Διοικούσες Επιτροπές και 6 Τοπικές Επιτροπές Άρδευσης (Υπουργείο Γεωργίας, 2003).

Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) για την αντιμετώπιση των αρδευτικών αναγκών της χώρας και την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων, εκπονεί μελέτες εγγειοβελτιωτικών έργων καθώς και την εκτέλεση τους, σε όλη την επικράτεια.

Τα έργα αυτά αφορούν κυρίως στην ταμίευση των επιφανειακών απορροών, αλλά και στην βελτίωση υφισταμένων εγγειοβελτιωτικών υποδομών και υλοποιούνται στα πλαίσια κοινοτικών και εθνικών πόρων έχοντας ως στόχο:

- την ποσοτική επάρκεια των υδατικών πόρων, με την ταμίευση του νερού (κατασκευή λιμνοδεξαμενών, φραγμάτων και δικτύων αξιοποίησής τους)
- την ποσοτική και ποιοτική διασφάλιση των υπόγειων υδάτων με τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων
- τον εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων
- τη χρήση βελτιωμένων μεθόδων άρδευσης (τεχνητή βροχή χαμηλότερων πιέσεων και παροχών, στάγδην άρδευση) σε νεότερα δίκτυα

Στη σελίδα του ΥΠΑΑΤ είναι αναρτημένο το μητρώο εγγειοβελτιωτικών έργων:

<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/eggeiesbeltioseis/sxedismowee/963-sxediasmoskaiparakegggeron>

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης της Ελλάδας (ΠΑΑ) 2014-2020, όλες οι σχετικές με την άρδευση επενδύσεις στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις απαιτείται να είναι πλήρως συμβατές με το **άρθρο 46 του Καν. 1305/2013** και τα **Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) της Οδηγίας 2000/60**.

Με το νόμο 3199/2003 που εναρμονίζει την Οδηγία 2000/60/ΕΚ συστήθηκαν η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, το Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων, η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, η Διεύθυνση Υδάτων και το Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων σε κάθε Περιφέρεια. Τόσο το Εθνικό όσο και τα Περιφερειακά Συμβούλια Υδάτων είναι όργανα δημόσιας διαβούλευσης. Η Εθνική Επιτροπή Υδάτων χαράσσει την πολιτική για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, παρακολουθεί και

ελέγχει την εφαρμογή της και εγκρίνει, μετά από εισήγηση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και γνώμη του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων, τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας. Η Εθνική Επιτροπή Υδάτων υποβάλλει στη Βουλή και στο Συμβούλιο Υδάτων ετήσια έκθεση σχετικά με την κατάσταση του υδάτινου περιβάλλοντος της χώρας, την εφαρμογή της νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, καθώς και για τη συμβατότητα με το κοινοτικό κεκτημένο. Σήμερα, η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων (ΚΥΥ) έχει μετονομαστεί σε Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) και ανήκει στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, καταρτίζει τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας και παρακολουθεί και συντονίζει την εφαρμογή τους. Τα προγράμματα, πριν την έγκρισή τους εισάγονται για διαβούλευση στο Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων. Η ΕΓΥ καταρτίζει επίσης την ετήσια έκθεση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων, εισηγείται τους γενικούς κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υδάτων, παρακολουθεί την τήρησή τους, παρακολουθεί σε εθνικό επίπεδο την ποιότητα και ποσότητα των υδάτων σε συνεργασία με τις Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών και μεριμνά για την ανάπτυξη και λειτουργία εθνικού δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας των υδάτων.

Με τα διαχειριστικά σχέδια των υδατικών διαμερισμάτων παρουσιάζονται σημαντικά προβλήματα και ελλείψεις.

Πιο συγκεκριμένα, πρόβλημα δημιουργείται από το γεγονός ότι οι όροι πώλησης του αρδευτικού νερού από τους ΤΟΕΒ στους αγρότες και η χρήση του από τους τελευταίους δεν υπόκεινται σε όρους συμβατικά καθορισμένους, με συνέπεια ο κάθε αγρότης να έχει τη δυνατότητα να καταναλώνει υπερβολικές ποσότητες νερού και να επεμβαίνει στο δίκτυο (αφαιρώντας ρυθμιστές πίεσης, περιοριστές παροχής κλπ) χωρίς καμία κύρωση. Αλλά και αντίστροφα, οι ΤΟΕΒ δεν έχουν καμία συμβατική υποχρέωση απέναντι στους καταναλωτές με αποτέλεσμα να είναι επιτρεπτή κάθε αμέλεια. Επιπλέον, οι αγρότες δεν δεσμεύονταν, μέχρι πριν από λίγα χρόνια, να εξοφλούν τις οικονομικές τους υποχρεώσεις προς τους ΤΟΕΒ, με αποτέλεσμα οι ΤΟΕΒ να αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα οικονομικής φύσης. Έτσι αρκετές φορές το κράτος επιβαρύνθηκε με τα λειτουργικά έξοδα των ΤΟΕΒ, δημιουργώντας την εσφαλμένη αντίληψη στους αγρότες ότι μπορούν να αρδεύουν χωρίς κόστος.

Μέτρα που κρίνονται κατάλληλα για τους σκοπούς του άρθρου 9 (Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος) της ΟΠΥ.

Το άρθρο 9 της ΟΠΥ στοχεύει στην αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείριση του νερού μέσω της εφαρμογής **κατάλληλων πολιτικών τιμολόγησης** που θα παρέχουν κίνητρα στους πολίτες για ορθολογική χρήση του νερού.

Στο πλαίσιο της εναρμόνισης της Ελλάδας με το άρθρο 9 της ΟΠΥ, έχει ήδη εκδοθεί η αρ. 135275/2017 (ΦΕΚ Β 1751) Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων της Ελλάδας καθώς και η τροποποίησή της με την ΥΠΕΝ/ΔΣΔΥΥ/1029/3/2019 (ΦΕΚ 49Β), με την οποία εγκρίθηκαν οι γενικοί

κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος, καθώς και η μέθοδος και οι διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του. Συγκεκριμένα, στην εν λόγω ΚΥΑ, ενσωματώνονται απαιτήσεις του άρθρου 9 της ΟΠΥ, σύμφωνα με τις οποίες στην κοστολόγηση του νερού για όλες τις χρήσεις, συνυπολογίζονται τρεις παράμετροι κόστους: το χρηματοοικονομικό κόστος (κατασκευή, διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση υποδομών αξιοποίησης ύδατος), το κόστος του πόρου και το περιβαλλοντικό κόστος.

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=AXAiNZ9853A%3d&tabid=248&language=el-GR>

Οι δύο τελευταίες παράμετροι κόστους αποτελούν το λεγόμενο κόστος για το περιβάλλον, το οποίο δεν είχε ληφθεί υπόψη στην υφιστάμενη τιμολογιακή πολιτική της χώρας μας. Η ανάκτηση των δύο αυτών παραμέτρων αποτελεί το νέο περιβαλλοντικό τέλος, το οποίο σύμφωνα με την ΚΥΑ, θα ενταχθεί σταδιακά στα τιμολόγια του νερού.

Τα έσοδα από το περιβαλλοντικό τέλος, θα αξιοποιούνται για τη χρηματοδότηση έργων αποκατάστασης των υδάτινων σωμάτων. Τέλος, σημειώνεται ότι έχει ληφθεί μέριμνα ώστε να συνιστάται στους παρόχους νερού (π.χ. Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων, ΟΤΑ κ.α.) να προσδιορίζουν τα τιμολόγια τους χωρίς να ανατρέπονται οι συνθήκες βιωσιμότητας των αγροτικών χρήσεων, ενώ με ειδικότερες αποφάσεις να μπορεί να προβλεφθεί και χαμηλότερη ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών νερού σε κάποιες αγροτικές περιοχές: α) για ευπαθείς (ευάλωτες ή ειδικές) ομάδες αγροτών και β) λόγω γεωμορφολογικών ιδιομορφιών ή ακραίων κλιματικών συνθηκών.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που έχει προταθεί στην εν λόγω ΚΥΑ αλλά και στα εγκεκριμένα ΣΔΛΑΠ, για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρου του νερού, λαμβάνεται υπόψη το κόστος (προϋπολογισμός) των βασικών μέτρων που προτείνονται στα ΣΔΛΑΠ. Στους κάτωθι πίνακες περιλαμβάνονται οι γενικές κατηγορίες μέτρων που προτείνονται ως βασικά μέτρα στα ΣΔΛΑΠ και συμβάλλουν στον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρου.

<http://www.agrotikianaptixi.gr/el/content/%CE%BA%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AE%CF%82%CE%BC%CE%AD%CF%84%CF%81%CF%89%CE%BD-%CF%80%CE%B1%CE%B12014-2020>

1.1.3 Π.Α.Α.- εξοικονόμηση, αποδοτικότητα αρδευτικού νερού

Τα Μέτρα του ΠΑΑ 2014-2020 που επιδοτούν επενδύσεις άρδευσης είναι: το 4.1.2 «Υλοποίηση επενδύσεων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ύδατος» και το 4.3.1 «Υποδομές εγγείων βελτιώσεων». Και τα δύο Μέτρα χρηματοδοτούν έργα που έχουν ως στόχευση την αύξηση της αποδοτικότητας του νερού στη γεωργία.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

1. Βαθμός περιβαλλοντικής επίπτωσης
2. Αρχή της οικονομικής ευστάθειας των έργων
3. Συμπληρωματικότητα των επενδύσεων με υφιστάμενες υποδομές άρδευσης
4. Βαθμός διοικητικής και τεχνικής ωριμότητας των έργων όπως απαιτείται για την άμεση εφαρμογή των επενδύσεων
5. Συμπληρωματικότητα με άλλα μέτρα του Προγράμματος και άλλα Ταμεία

Υπολογισμός αναγκών των καλλιεργειών σε νερό

Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων, με βάση το είδος της καλλιέργειας, το ανάγλυφο της περιοχής, τον τύπο του εδάφους και τις λοιπές συνθήκες της εκμετάλλευσης αποτελεί τη βάση της ορθολογικής διαχείρισης του αρδευτικού νερού. Η σωστή όμως εκτίμηση των αναγκών των φυτών σε νερό στηρίζεται κυρίως στην ύπαρξη υδρομετεωρολογικών και εδαφολογικών δεδομένων.

Σε ότι αφορά στα υδρομετεωρολογικά δεδομένα, το Τμήμα Γεωλογίας-Υδρολογίας, είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία και συντήρηση του δικτύου παρακολούθησης των μετεωρολογικών και υδρομετρικών δεδομένων του τομέα Εγγείων Βελτιώσεων του ΥΠΑΑΤ, που περιλαμβάνει 225 συμβατικούς μετεωρολογικούς σταθμούς, 45 υδρομετρικούς σταθμούς, 135 σημεία υδρομετρήσεων και 12 νέας τεχνολογίας αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς. Επίσης το εν λόγω Τμήμα κρατά αρχειακό υλικό για επιπλέον 300 περίπου σταθμούς που δεν λειτουργούν πλέον, σε χειρόγραφη μορφή (ή ηλεκτρονική για κάποιους νεότερους). Το σημαντικό στοιχείο των δεδομένων αυτών είναι οι μεγάλες χρονοσειρές και η διασπορά των σταθμών ανά την επικράτεια. Τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα σε όποιον ενδιαφέρεται. Σε ότι αφορά στα εδαφολογικά δεδομένα, σας γνωρίζουμε ότι το Υπουργείο έχει αναρτήσει εδαφολογικό χάρτη κλίμακας 1:30.000, στην ιστοσελίδα: <https://iris.gov.gr/SoilServices/>

Επίσης, το ΥΠΑΑΤ διαθέτει αρχείο εδαφολογικών μελετών που έχουν υλοποιηθεί στο πλαίσιο εκπόνησης μελετών κατασκευής συλλογικών εγγειοβελτιωτικών έργων.

Στο σημείο αυτό υπενθυμίζεται ότι ο υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό βασίζεται σε επιστημονικές μεθόδους, τις οποίες έχουν ενσωματώσει σε **εγκεκριμένες προδιαγραφές** εκπόνησης γεωργοοικονομικών-γεωργοτεχνικών μελετών για τα συλλογικά εγγειοβελτιωτικά έργα που κατασκευάζει το Υπουργείο αλλά και υπόλοιποι φορείς του Δημοσίου. Οι προδιαγραφές αυτές είναι επίσης ανηρτημένες στη σελίδα: <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/eggeiesbeltioseis/meletesee/1629-prodmeleton>

Τέλος επισημαίνεται ότι ισχύει και η ΚΥΑ 6631/1989 (ΦΕΚ Β' 428) «Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήσης νερού στην άρδευση», η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών χωρίς όμως να είναι περιοριστική, καθώς ήδη στα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) παρατίθενται νέες εκτιμήσεις αρδευτικών

αναγκών, ενώ προτείνεται και η αναθεώρηση της εν λόγω ΚΥΑ. Τα Σχέδια Διαχείρισης περιγράφονται αναλυτικά στο Άρθρο 13 και στο Παράρτημα VII της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, Προγράμματα Μέτρων για την προστασία και αποκατάσταση των υδάτων, σύμφωνα με το Άρθρο 11 και το Παράρτημα VI της Οδηγίας. Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης, καταρτίστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του ΠΔ 51/2007. Τα εγκεκριμένα Σχέδια περιλαμβάνουν όλες τις αναλυτικές πληροφορίες που απαιτούνται από το Άρθρο 13 και το Παράρτημα VII της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Επιπλέον, κατ'εφαρμογή του άρθρου 15(3) της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ, υλοποιείται ενδιάμεση έκθεση στην οποία περιγράφεται η πρόοδος που έχει σημειωθεί ως προς την εφαρμογή του προβλεπόμενου προγράμματος μέτρων. Η έκθεση προόδου εφαρμογής των προγραμμάτων μέτρων των ΣΔΛΑΠ των Υδατικών Διαμερισμάτων της Χώρας συντάσσεται από την ΕΓΥ στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της βάσει του ν. 3199/2003 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα και είναι διαθέσιμη στην παρακάτω διεύθυνση:

<http://wfdver.ypeka.gr/el/project/gr00-interim-progress-report-gr/>

Τα εγκεκριμένα ΣΔΛΑΠ της 1^{ης} Αναθεώρησης είναι αναρτημένα στη σελίδα:

<http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/>

Η 1η Αναθεώρηση των ΣΔΛΑΠ, καταρτίστηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ισχύοντος Θεσμικού Πλαισίου. Για το σκοπό αυτό, η ΕΓΥ, ανέπτυξε ειδικές μεθοδολογίες, ενώ πραγματοποιήθηκε και εκτενής διαβούλευση επί των παραδοτέων των αντίστοιχων μελετών.

Σύμφωνα με το ΠΑΑ 2014-2020 ο δείκτης **αποδοτικότητα της άρδευσης**= (πραγματική μείωση χρήσης του ύδατος)/(τυπική απόδοση καλλιεργειών_{μετά} – τυπική απόδοση καλλιεργειών_{πριν})

Το ΥΠΑΑΤ αφουγκραζόμενο τις ανάγκες εφαρμογής του νέου αυτού θεσμικού πλαισίου συνέταξε προδιαγραφές για την εκπόνηση ειδικών μελετών υπολογισμού της εξοικονόμησης του αρδευτικού νερού. Συγκεκριμένα, εκδόθηκε η με ΑΠ. 165/20277/8-2-2018 (ΦΕΚ 863 Β' 2018) Απόφαση ΥΠΑΑΤ με τίτλο «*Εξειδίκευση τεχνικών προδιαγραφών εκπόνησης μελετών υπολογισμού της δυνητικής εξοικονόμησης και της πραγματικής μείωσης χρήσης του ύδατος σε επενδύσεις βελτίωσης υφιστάμενων υποδομών άρδευσης, σύμφωνα με το εγκεκριμένο Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης της Ελλάδας 2014-2020*».

<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EL/COM-2018-257-F1-EL-MAINPART-1.PDF>

https://enrd.ec.europa.eu/enrd-thematic-work/greening-rural-economy/water-and-soilmanagement_en

1.2. Ισοζύγιο αρδευτικού νερού - Δείκτες ορθολογικής διαχείρισης

Ένα από τα βασικά κίνητρα για ορθολογική χρήση του νερού, σύμφωνα και με την ΟΠΥ, είναι η εφαρμογή κατάλληλης πολιτικής τιμολόγησης του αρδευτικού νερού. Όπως προαναφέρθηκε, έχει ήδη εκδοθεί η αρ. 135275/2017 (ΦΕΚ Β 1751) Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων και η τροποποιημένη ΥΠΕΝ/ΔΣΔΥΥ/1029/3/2019 (ΦΕΚ 49Β), με την οποία εγκρίθηκαν οι γενικοί κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος, καθώς και η μέθοδος και διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του.

Κάθε διαδικασία που αφορά στο νερό απαιτεί μέτρηση της κατανάλωσης, συνεπώς η εγκατάσταση υδρομετρητών αποτελεί βασική προϋπόθεση επίτευξης του όλου εγχειρήματος. Σημειώνεται ότι στα Σχετικά Μέτρα του ΠΑΑ 2014-2020, η αγορά υδρομετρητή αποτελεί επιλέξιμη δαπάνη.

1.2.1. Ερημοποίηση – Πλημμύρες

Λεπτομερή και συνοδευτικά έγγραφα διατίθενται στην ηλεκτρονική διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής :

<http://www.emwis.net/topics/WaterScarcity/foI083685>

Ερημοποίηση

Η ερημοποίηση είναι μια δυναμική διαδικασία η οποία παρατηρείται ενεργά σε περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται ως ξηρές, ημίξηρες και ύφυγρες. Τα αίτια της ερημοποίησης θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: τα βιοφυσικά και τα κοινωνικοοικονομικά αίτια. Το αποτέλεσμα της ερημοποίησης δεν έγκειται μόνο στην ακραία του εκδοχή, όπως είναι η δημιουργία νεκρών ερημικών εκτάσεων αλλά και στην υποβάθμιση των φυσικών πόρων, όπως είναι η υποβάθμιση του εδάφους ως προς τη δομή και τη γονιμότητά του, η ελάττωση της οργανικής ουσίας και της παραγόμενης φυτομάζας καθώς και η μείωση, ή αλλαγή της βιοποικιλότητας. Οι επιπτώσεις της ερημοποίησης όσον αφορά την υποβάθμιση ενός οικοσυστήματος, κυμαίνονται σε διάφορα επίπεδα, το πιο ακραίο από τα οποία είναι η μη αναστρέψιμη ζημιά στο έδαφος αλλά και στη βλάστηση μιας περιοχής.

<http://www.rala.is/rade/ralareport/yassoglou.pdf>

Οι διάφορες περιοχές στον κόσμο δεν επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από τη διαδικασία της ερημοποίησης, καθώς οι βασικοί λόγοι σύμφωνα με τους οποίους ενεργοποιείται ένα τέτοιο φαινόμενο, αφενός ποικίλουν και αφετέρου συνδυάζονται και αλληλεπιδρούν με τέτοιο τρόπο που δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ένα σύνολο μεμονωμένων αιτιών.

Οι παράγοντες επομένως που συντελούν στην ενεργοποίηση του φαινομένου δεν είναι στατικοί, αλλά έχουν τη δυνατότητα να εξελίσσονται και μεμονωμένα και σε αλληλεπίδραση, επηρεάζοντας συνολικά το σύστημα. Επομένως η συνεχής παρακολούθηση του φαινομένου της ερημοποίησης είναι απαραίτητη

για την καταγραφή των αλλαγών που παρατηρούνται με την πάροδο του χρόνου και τον έλεγχο του επιπέδου υποβάθμισης των φυσικών πόρων μιας περιοχής η οποία επηρεάζεται από την ερημοποίηση. Οι παραπάνω διαπιστώσεις δημιουργούν την ανάγκη εύρεσης μιας μεθοδολογίας η οποία να συνδυάζει τη συστηματική και ολοκληρωμένη παρακολούθηση των παραγόντων που συντελούν στην ενεργοποίηση του παραπάνω φαινομένου, καθώς και στη δυνατότητα να λαμβάνεται μια εικόνα η οποία θα αντιμετωπίζει τους παράγοντες μεταβλητές ως μια σύνθετη και αλληλεπιδρούμενη διαδικασία στην οποία, κάθε μεταβλητή, θα έχει και ένα συγκεκριμένο βάρος (σημαντικότητα) συμμετοχής στη διαδικασία της ερημοποίησης. Η ανάγκη συγκέντρωσης και διαχείρισης τόσο μεγάλου όγκου χωρικών και μη δεδομένων και πληροφοριών, έτσι ώστε, να καταγράφονται, να αναλύονται και να αποθηκεύονται οι νέες πληροφορίες, κάνει τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών επιτακτική.

Το πολιτικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ερημοποίηση περιλαμβάνει ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα νομοθεσιών, οι οποίες κατηγοριοποιούνται και επιμερίζονται σε διάφορες πολιτικές. Οι σημαντικότερες ίσως από αυτές περιγράφονται επιγραμματικά παρακάτω:

- Πολιτικές Αγροτικής Ανάπτυξης: Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ), αγροπεριβαλλοντικοί κανονισμοί, Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης (παράδειγμα: LEADER),
- Πολιτικές Υδάτινων Πόρων: Ευρωπαϊκή οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά, προστασία και διαχείριση των υδροβιότοπων του NATURA, Πολιτικές προστασίας της Βιοποικιλότητας: Ευρωπαϊκή Σύμβαση για το Τοπίο, Οδηγίες για τα πουλιά και τα Ενδιαιτήματα και το δίκτυο NATURA
- Οριζόντιες Περιβαλλοντικών Πολιτικών: Οδηγία εκτίμησης Περιβαλλοντικών επιπτώσεων,
- Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ) οδηγία για ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο ρύπανσης (IPPC).

Εκτιμάται ότι, από το νερό άρδευσης που εφαρμόζεται, μόνο το 55% χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια, ενώ 12% χάνεται κατά τη μεταφορά, το 8% κατά την εφαρμογή του στον αγρό και το 25% χάνεται λόγω **υπεράρδευσης**. Η υπεράρδευση μπορεί να προκαλέσει περιοδική έλλειψη νερού σε άλλους παραγωγούς, ασφυκτικές συνθήκες στο έδαφος για την καλλιέργεια, ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη ασθενειών, απώλεια θρεπτικών στοιχείων λόγω έκπλυσης ή βαθιάς διήθησης, ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου από αγροχημικά, μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητας και αύξηση του κόστους παραγωγής.

Από σχετικές μελέτες, που κατά καιρούς διενεργούνται στα σημαντικότερα υδροφόρα συστήματα της χώρας, έχει παρατηρηθεί σταδιακή πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, κυρίως σε αγροτικές περιοχές και σε περιοχές με αλόγιστη λειτουργία γεωτρήσεων και **υπεράντληση υδάτων**.

Σύμφωνα με έρευνα του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), από τα 236 υπόγεια υδροφόρα συστήματα της χώρας, τα 110

χαρακτηρίζονται πλέον ως απειλούμενα. Επίσης, έντονο πρόβλημα υφαλμύρισης παρατηρείται σε: Δέλτα Πηνειού, Αλμυρό, πεδιάδα Άργους, παράλια Κορινθίας, πεδιάδα Θεσσαλονίκης, ακτές Θράκης και Δυτικής Ελλάδας και Ανατολική Κρήτη.

Η ακολουθία μια συγκεκριμένης μεθοδολογίας, μετατροπής των πρωτογενών δεδομένων σε σημαντικούς δείκτες ερημοποίησης με τη μέθοδο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, είναι επίσης μια βασική στοχοθεσία η οποία με τη σειρά της επιτρέπει τη δημιουργία μιας σειράς θεματικών χαρτών. Ο τελικός θεματικός χάρτης που προκύπτει από την επεξεργασία των επιμέρους, είναι ο χάρτης ο οποίος απεικονίζει τον κίνδυνο ερημοποίησης της συγκεκριμένης περιοχής. Η δημιουργία του τελικού χάρτη κινδύνου ερημοποίησης της συγκεκριμένης περιοχής μελέτης δεν θα μπορούσε να ανταποκρίνεται αξιόπιστα στην πραγματικότητα, εάν δεν λάμβανε υπ'όψιν τις ιδιαιτερότητες και τις ξεχωριστές συνθήκες οι οποίες επικρατούν.

Πλημμύρες

Οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα τα οποία είναι αδύνατο να προληφθούν. Ωστόσο, ορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες (όπως η αύξηση των ανθρωπίνων οικισμών και περιουσιακών στοιχείων στις πλημμυρικές περιοχές καθώς και η μείωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους όσον αφορά την κατακράτηση υδάτων κατά τη χρήση γης) και η αλλαγή του κλίματος συμβάλλουν στην αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης φαινομένων πλημμύρας και των αρνητικών τους επιπτώσεων (ΟΠΥ).

Η ΟΠΥ επιβάλλει την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού, με στόχο την επίτευξη καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης, και συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων των συμβάντων πλημμύρας. Ωστόσο, η μείωση του κινδύνου πλημμύρας δεν είναι ένας από τους κύριους στόχους της εν λόγω οδηγίας, ούτε λαμβάνονται υπόψη μελλοντικές αλλαγές στους κινδύνους πλημμύρας, ως αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος. Η ανακοίνωση της Επιτροπής, της 12ης Ιουλίου 2004, προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών με τίτλο «Διαχείριση του κινδύνου πλημμυρών - Πλημμύρες: πρόληψη, προστασία και μετριασμός των επιπτώσεών τους» περιγράφει την ανάλυση και την προσέγγιση της Επιτροπής όσον αφορά τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας σε ευρωπαϊκό επίπεδο και επισημαίνει ότι η ανάληψη συντονισμένης δράσης θα μπορούσε να προσφέρει αξιοσημείωτη προστιθέμενη αξία και να βελτιώσει το συνολικό επίπεδο της προστασίας από τις πλημμύρες.

1.3 Προτάσεις για την ορθολογική Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Οι βασικές προτάσεις για την ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Μελέτη βελτίωσης σχεδιασμού εγγειοβελτιωτικών έργων.

2. Χρήση μεθόδων δορυφορικής τηλεπισκόπησης με GIS για τον προσδιορισμό συντελεστών φυτοκαλλιέργειας (Kc) σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού και των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών.
3. Δημιουργία συμβατής βάσης γεωχωρικών εδαφολογικών υδρολογικών δεδομένων, ταξινόμησης των γεωργικών εδαφών σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αλατούχων – νατριωμένων – όξινων εδαφών
4. Εκσυγχρονισμός νομικού πλαισίου προσδιορισμού υδατικών αναγκών καλλιεργειών – αναθεώρηση προδιαγραφών γεωργοτεχνικών μελετών, εδαφολογικών μελετών και μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
5. Κριτήρια αξιολόγησης της προτεραιότητας των αναγκών εγγειοβελτιωτικών έργων χωρικά και χρονικά ειδικότερα σε περιοχές της χώρας με έντονη γεωργική δραστηριότητα.
6. Αξιολόγηση επιλεξιμότητας επενδύσεων σε εγγειοβελτιωτικά έργα σύμφωνα με το άρθρο 46 Παράγραφος 3 του Νόμου 4456/2017 (Άρθρο 46. Ρυθμίσεις θεμάτων έργων και οργανισμών εγγείων βελτιώσεων)
7. Η μέτρηση του καταναλισκόμενου αρδευτικού νερού, μέσω της χρηματοδοτικής στήριξης από το ΠΑΑ και άλλες πηγές, της εγκατάστασης συστημάτων ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης σε όλα τα κλειστά αρδευτικά δίκτυα της χώρας, κατά τα πρότυπα του πρωτοπόρου, εν προκειμένω, φορέα διαχείρισης (ΤΟΕΒ) της περιοχής Βελβεντού/Σερβίων Ν. Κοζάνης.
8. Δημιουργία on-line συστήματος προσδιορισμού των υδατικών αναγκών καλλιεργειών ανά περιοχή της χώρας, συναρτήσει των τοπικών εδαφικών και μετεωρολογικών συνθηκών.
9. Κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης με άμεση διάχυση της πληροφορίας στους τελικούς χρήστες νερού.
9. Δημιουργία εύχρηστης βάσης δεδομένων ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της χώρας. Αξιοποίηση δεδομένων και αποτελεσμάτων για μελέτη και σχεδιασμό δράσεων. Μέτρα και παρεμβάσεις βελτίωσης της ποιότητας νερού ανά περιοχή.
10. Προτάσεις διαχείρισης ορεινών υδάτων για άρδευση, για τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, τον περιορισμό των πλημμυρών και της διάβρωσης των εδαφών. Πιλοτικές εφαρμογές (κατασκευές μικροφραγμάτων, ξύλινων φραγμάτων, λιμνοδεξαμενών, κ.λπ.) σε δασικές, γεωργικές και πυρόπληκτες περιοχές.
11. Καταγραφή, ενοποίηση, εκσυγχρονισμός και επέκταση του δικτύου μετεωρολογικών σταθμών του ΥΠΑΑΤ και χρήση δεδομένων για εφαρμογή στη γεωργία (αρδεύσεις, φυτοπροστασία, μελέτη κλίματος, πρόγραμμα αναδιάρθρωσης καλλιεργειών, κ.λπ.).
12. Γεωπληροφορική και πιλοτικές εφαρμογές στην άρδευση.

2. Διδακτική υποενότητα II (β): Προστασία και ορθή διαχείριση υδάτων συμπεριλαμβανομένης και της ορθολογικής χρήσης λιπασμάτων

2.1 Ορθές πρακτικές για τη προστασία των υδάτων

2.1.1 Βασικές αρχές λιπαντικής αγωγής για την μείωση των απωλειών αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία

Η λιπαντική αγωγή στο μέλλον θα καθορίζεται από την συμπεριφορά των λιπασμάτων στο περιβάλλον και την εφαρμογή των νομικών πλαισίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία του περιβάλλοντος. Στα σχέδια λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το ιστορικό λίπανσης του αγρού, τα εδαφικά χαρακτηριστικά του, τα κλιματολογικά δεδομένα, η ποικιλία και ο στόχος παραγωγής. Η εφαρμογή των λιπάνσεων πρέπει επίσης να στηρίζεται στις απαιτήσεις της καλλιέργειας για συγκεκριμένο ύψος παραγωγής και στα ισοζύγια των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος. Ο υπολογισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων που απαιτείται για την καλλιέργεια πρέπει να γίνεται με βάση την ανάλυση εδάφους και να συνδυάζεται όπου είναι απαραίτητο με τη φυλλοδιαγνωστική. Η ποσότητα και ο τύπος λιπάσματος να καθορίζονται ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της καλλιέργειας για θρεπτικά στοιχεία και να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα έκπλυσης προς τον υδροφόρο ορίζοντα. Πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη τα πρακτικά λίπανσης των κατά τόπους υπηρεσιών γεωργικών εφαρμογών του ΥΠΑΑΤ, σύμφωνα με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Ο.Γ.Π.). Οι Κ.Ο.Γ.Π στοχεύουν στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχει δημιουργήσει η εντατική γεωργική δραστηριότητα και τη συνέχιση των θετικών λειτουργιών αυτής. Οι πρακτικές αυτές αποσκοπούν:

- στην αειφορική διαχείριση των γεωργικών γαιών και των φυσικών πόρων
- στην προστασία και διαφύλαξη του αγροτικού τοπίου και των χαρακτηριστικών του
- στην προστασία της υγείας των αγροτών και των καταναλωτών.

Οι Κ.Ο.Γ.Π παρεμβαίνουν σε όλο το φάσμα της γεωργικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας, καθώς και σε ειδικές περιπτώσεις περιοχών ή ζωνών που εντάσσονται σε ειδικά καθεστώτα προστασίας.

Πρέπει τέλος να ακολουθούνται οι οδηγίες της ετικέτας του λιπάσματος, ενώ προκειμένου να γίνει ορθή πρόβλεψη της ποσότητας και του τύπου του λιπάσματος, είναι απαραίτητη η γνώση των παρακάτω:

- Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία
- Ο τύπος του εδάφους
- Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά
- Η κλίση του εδάφους
- Η στράγγιση
- Το σύστημα άρδευσης
- Η συγκέντρωση των νιτρικών στα νερά άρδευσης
- Η συγκέντρωση στοιχείων θρέψης στα νερά άρδευσης
- Απώλειες θρεπτικών στοιχείων
- Κλίμα (π.χ. βροχόπτωση, εξατμισοδιαπνοή)

2.1.2 Ρύπανση και προστασία των υδάτων από τις γεωργικές πρακτικές

Κάθε γεωργική εκμετάλλευση υποχρεούται να συμβάλλει στην τήρηση των εθνικών ή των διεθνών ορίων ως προς τη συγκέντρωση νιτρικών ή φωσφορικών αλάτων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Οι ποσότητες και οι τύποι των λιπασμάτων που θα επιλεγούν, καθώς και ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής τους δεν πρέπει να ευνοούν τις απώλειες μέσω της έκπλυσης και της επιφανειακής απορροής. Για να μειωθεί η έκπλυση νιτρικών προς τα υπόγεια νερά πρέπει να καταστρώνεται κατάλληλο σχέδιο λίπανσης και να έχουν ληφθεί υπόψη όλοι οι παράγοντες που ευνοούν την αύξηση των πλεοναζόντων ποσοτήτων των διαθέσιμων μορφών N.

Δεν πρέπει να εφαρμόζεται άρδευση πέραν της υδατοϊκανότητας του εδάφους, διότι διαφορετικά προκαλείται έκπλυση αζώτου. Ο ρυθμός μετατροπής των οργανικών λιπασμάτων και της οργανικής ουσίας του εδάφους σε ανόργανες ουσίες και η προσθήκη λιπασμάτων πρέπει να εκτιμηθούν σε σχέση με το χρόνο, ώστε η δυνατότητα των επιφανειακών νερών να απομακρύνουν τα πλεονάσματα των θρεπτικών συστατικών να είναι ελάχιστη.

Συνιστάται η χρήση φυτοκάλυψης αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας, ώστε να αποφευχθούν απώλειες (βαθεία διήθηση, απονιτροποίηση) λόγω έκπλυσης νιτρικών (νιτρορύπανση), αλλά κυρίως να συγκρατηθούν τα θρεπτικά στοιχεία από τη χρήση των λιπασμάτων και να χρησιμοποιηθούν την επόμενη περίοδο. Σαν φυτοκάλυψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα χειμερινό σιτηρό (π.χ. κριθάρι), το οποίο θα ενσωματωθεί την άνοιξη.

Επίσης συνιστάται η χρήση ζωνών ασφαλείας που θα συμβάλουν στην μείωση των κινδύνων ρύπανσης των επιφανειακών νερών με νιτρικά. Στόχος των ζωνών ασφαλείας είναι η εφαρμογή ακαλλιέργειας σε κοντινή απόσταση από τις όχθες υδάτινων όγκων και η πλήρης αποφυγή χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων κοντά στις όχθες υδάτινων όγκων, διωρύγων ή καναλιών άρδευσης ή στράγγισης. Συγκεκριμένα, δεν πρέπει να γίνεται εφαρμογή λιπασμάτων σε απόσταση < 5 m από όχθες ποταμών και λιμνών και 0,5 m από κανάλια άρδευσης, στράγγισης, πηγάδια, γεωτρήσεις.

Αποθήκευση των λιπασμάτων:

Η διαδικασία χειρισμού των λιπασμάτων συνίσταται στα ακόλουθα:

1. Τα λιπάσματα να αποθηκεύονται σε χώρους με κατάλληλες συνθήκες, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητά τους από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, να πληρούν τους όρους ασφαλείας καθώς και τους αγροτοπεριβαλλοντικούς όρους, σύμφωνα με τα ισχύοντα κάθε φορά στο εθνικό και κοινοτικό δίκαιο και τους Κ.Ο.Γ.Π.
2. Κατά τη συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση να λαμβάνονται μέτρα (ειδικά στα υγρή μορφή λιπάσματα) για τη διασφάλιση από τον κίνδυνο διαρροής.
3. Να μην τοποθετούνται σάκοι λιπασμάτων σε απόσταση μικρότερη από 5 μέτρα από υδάτινους όγκους ή υδατορέματα, γεωτρήσεις, πηγάδια.
4. Ειδικά για τα υγρά λιπάσματα πρέπει να συντηρούνται επιμελώς οι δεξαμενές, σωληνώσεις και βαλβίδες για την αποφυγή τυχόν διαρροών.

5. Να μην εγκαταλείπονται στον τόπο εφαρμογής ή σε άλλο πλην αυτού που ορίζεται, τα υλικά και μέσα συσκευασίας των λιπασμάτων.
6. Πρέπει τα λιπάσματα να μη φυλάσσονται σε χώρους όπου διαμένουν άνθρωποι, υπάρχουν τρόφιμα, ζώα και ζωοτροφές.
7. Πρέπει ο χώρος φύλαξης λιπασμάτων να σημαίνεται και να φέρει πυροσβεστήρα και η είσοδος-έξοδος στο χώρο φύλαξης να είναι απρόσκοπτη.
8. Πρέπει, τα λιπάσματα να μην τοποθετούνται απευθείας στο έδαφος (π.χ. πάνω σε παλέτες) ενώ συνιστάται, τα υγρά λιπάσματα να τοποθετούνται σε αδιάβροχα και στεγανά δοχεία.

Κοπριά και οργανική λίπανση:

Η κοπριά συνιστάται να είναι απαλλαγμένη από επικίνδυνα παθογόνα, έντομα εδάφους ή/και σπόρους δυσεξόντων ζιζανίων. Η προσθήκη της κοπριάς πρέπει να γίνεται μόνο εφόσον είναι χωνεμένη (τουλάχιστον ενός έτους) και συνιστάται να γίνεται ανάλυση για την εκτίμηση της περιεκτικότητάς της σε θρεπτικά συστατικά (ώστε να ρυθμίζεται ανάλογα και η λίπανση), βαρέα μέταλλα και άλλους ενδεχόμενους ρύπους.

Η προσθήκη της κοπριάς πρέπει να γίνεται με άμεση ενσωμάτωση στο έδαφος, ομοιόμορφα ώστε να εξασφαλίζεται η κανονική λίπανση των φυτών, και σε χρόνο που καθορίζεται από τον επιβλέποντα και σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία.

Συνιστάται να ενσωματώνεται νωρίς την άνοιξη με τη χρήση μηχανημάτων διασκορπισμού για τη στερεή κοπριά και η άμεση ενσωμάτωσή της στο έδαφος με δισκοσβάρνα, ή η έκχυσή της στο έδαφος για τη ρευστή κοπριά. Τέλος, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η συνεισφορά της σε θρεπτικά συστατικά ώστε να ρυθμίζεται ανάλογα και η λίπανση.

Η χρήση ανεπεξέργαστων λυμάτων ή υγρών αποβλήτων δεν επιτρέπεται ενώ η χρήση λάσπης από βιολογικούς σταθμούς επιτρέπεται μόνο στις περιπτώσεις που δεν ενέχει κίνδυνο μεταφοράς παθογόνων ή άλλων ουσιών επιβλαβών για την υγεία των ανθρώπων και των ζώων ή για το περιβάλλον. Η αποθήκευση/διατήρηση της κοπριάς πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μη δημιουργεί κίνδυνο για το περιβάλλον.

Διαχείριση μέσων εφαρμογής λιπασμάτων:

Η εφαρμογή των λιπασμάτων γίνεται με χρήση λιπασματοδιανομέων, ψεκαστικών μηχανημάτων και μέσω του δικτύου άρδευσης.

- Λιπασματοδιανομείς: Συνιστάται η επιλογή κατάλληλων λιπασματοδιανομέων που διατηρούνται σε καλή κατάσταση με συστηματική συντήρηση και έλεγχο (ρύθμιση) ομοιομορφίας εφαρμογής των λιπασμάτων, τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.
- Ψεκαστικά μηχανήματα: Η εφαρμογή της διαφυλλικής λίπανσης γίνεται με χρήση ψεκαστικών μηχανημάτων, όμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τον ψεκασμό φυτοπροστατευτικών ουσιών.
- Άρδευτικό δίκτυο: Κατά την εφαρμογή των υδατοδιαλυτών ή υγρών λιπασμάτων πρέπει να λαμβάνονται τα εξής απαραίτητα μέτρα προστασίας και ασφάλειας:

1. Εγκατάσταση κατάλληλων φίλτρων για αποφυγή εμφράγματος του δικτύου από αδιάλυτα σωματίδια του λιπάσματος, τυχόν ίζημα κ.λ.π.
2. Εγκατάσταση κατάλληλων βαλβίδων αντεπιστροφής που να αποκλείουν την ρύπανση της πηγής νερού από λίπασμα. Απαγορεύεται η εφαρμογή συστήματος υδrolίπανσης σε δίκτυα νερού που χρησιμοποιούνται και για ύδρευση.
3. Διοχέτευση καθαρού νερού (χωρίς λίπασμα) στο τέλος της άρδευσης για τον καθαρισμό του δικτύου.

2.1.3 Μέτρα κατά της νιτρορύπανσης,

2.1.3.1. Ευπρόσβλητες ζώνες στην Ελλάδα-Νομοθεσία

Παραγωγοί των οποίων οι εκμεταλλεύσεις βρίσκονται μέσα στις ευπρόσβλητες από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης ζώνες (βάσει της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ, «για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης» εναρμονίστηκε με την Εθνική Νομοθεσία με την ΚΥΑ 16190/1335/1997 (ΦΕΚ Β΄ 519/25-6-1997), πρέπει να εφαρμόζουν ένα σύνολο κανόνων και υποχρεώσεων με στόχο τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Στις ζώνες αυτές που προσδιορίζονται με την υπ' αριθ. 19652/1906/1999 (ΦΕΚ Β΄ 1575/05-08-1999) ΚΥΑ "Προσδιορισμός των νερών που υφίστανται νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης - κατάλογος ευπρόσβλητων ζωνών", τηρούνται ειδικές δεσμεύσεις, όπως αυτές καθορίζονται από τα αντίστοιχα "Προγράμματα Δράσης".

Ως ευπρόσβλητες από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης ζώνες καθορίζονται οι περιοχές του Θεσσαλικού Πεδίου, του Κωπαϊδικού Πεδίου, του Αργολικού Πεδίου και της Λεκάνης του Πηνειού Ηλείας. Το Σεπτέμβριο του 2001 έγινε επικαιροποίηση και συμπλήρωση του καταλόγου των ευπρόσβλητων ζωνών, με την ΚΥΑ 20419/2522/18-9-2001 (ΦΕΚ 1212Β/14-9-2001) συμπεριλαμβάνοντας και τις περιοχές της Λεκάνης του Στρυμόνα του Κάμπου Θεσσαλονίκης- Πέλλας- Ημαθίας και της Πεδιάδας Άρτας-Πρέβεζας. Τον Ιούνιο του 2008, με την ΚΥΑ 24838/1400/Ε103 (ΦΕΚ 1132Β/6-6-2008) προσδιορίστηκαν σε επίπεδο Δημοτικών Διαμερισμάτων, τα όρια των τεσσάρων ευπρόσβλητων ζωνών που θεσμοθετήθηκαν το 2001. Το Νοέμβριο του 2010 έγινε επικαιροποίηση και συμπλήρωση του καταλόγου των ευπρόσβλητων ζωνών, με την ΚΥΑ 106253/08.11.10 (ΦΕΚ 1843 Β), συμπεριλαμβάνοντας και τη λεκάνη απορροής του ποταμού Ασωπού Βοιωτίας.

Οι ελληνικές αρχές προσδιόρισαν επίσης με την ΚΥΑ 190126/17.04.2013 νέες ευπρόσβλητες σε νιτρορύπανση ζώνες, σε συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ για την προστασία των υδάτων από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης (ΦΕΚ 983 Β/23.04.2013)

2.1.3.2. Γενικά μέτρα κατά της Νιτρορύπανσης

Για τη διατήρηση της περιεκτικότητας των νερών σε νιτρικά σε χαμηλό επίπεδο (μικρότερο του 50 ppm) θα πρέπει: Στην πρώτη εφαρμογή του προγράμματος Π.Α.Α. "Μείωση της ρύπανσης νερού από γεωργική δραστηριότητα" να ακολουθούνται οι οδηγίες που αναφέρονται στην οδηγία 676/91/ΕΕΚ και να τηρούνται οι υποχρεώσεις όπως αυτές αναφέρονται στην οδηγία 2000/60/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω δράσεις:

- Εφαρμογή ορθολογικού σχεδίου διαχείρισης υδατικών πόρων.
- Σταδιακή αντικατάσταση και σφράγισμα υπαρχουσών γεωτρήσεων με γεωτρήσεις αποκλειστικής υδρομάστευσης του καρστικού συστήματος, τουλάχιστον στις περιοχές που το βάθος του δε συνεπάγεται απαγορευτικό κόστος άντλησης. Με τον τρόπο αυτό θα περιοριστεί η κίνηση των ρύπων από τον επιβαρυμένο επιφανειακό υδροφόρο στον βαθύτερο υπό πίεση ορίζοντα.
- Προσδιορισμός δεικτών κινδύνου έκπλυσης της περίσσειας νιτρικών αλάτων κατά την γεωργική πράξη και ρύπανσης υπογείων υδάτων.

Παράλληλα, θα πρέπει να γίνει επακριβής προσδιορισμός της αντλούμενης ποσότητας και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αρδευτικού νερού για όλες τις γεωτρήσεις. Οι προσδιορισμοί αυτοί θα αποτελέσουν τη βάση για την επιλογή του τρόπου και του ρυθμού εφαρμογής του αρδευτικού νερού σε κάθε τύπο εδάφους και καλλιέργειας.

2.1.3.3. Ειδικά μέτρα κατά της Νιτρορύπανσης

- Δυνατότητα επέκτασης εφαρμογής του παραπάνω Προγράμματος και σε άλλες περιοχές.
- Κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών ελέγχων των παραγωγών οι οποίοι είναι ενταγμένοι στο πρόγραμμα, θα πρέπει κατά τους υπολογισμούς να αφαιρούνται 2, 3 και 4 kg ανοργανοποιηθέντος Ν/στρέμμα σε ελαφρά, μέσης κοκκομετρικής σύστασης και βαριά εδάφη, αντίστοιχα. Η εφαρμογή του παραπάνω προγράμματος αναμένεται να έχει ευνοϊκές επιπτώσεις, όπως:
 - α) Συμβολή στην ευαισθητοποίηση των παραγωγών
 - β) Σταδιακή μείωση της ρύπανσης.
 - γ) Διαχειριστικό Σχέδιο και έρευνας για μια ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος.
- Διαδοχική καλλιέργεια φθινοπωρινών ψυχανθών σε επικλινείς εκτάσεις. Στις εκτάσεις που καλλιεργούνται με εαρινές καλλιέργειες παρεμβάλλεται φθινοπωρινή καλλιέργεια ξηρικών ψυχανθών μεταξύ δυο εαρινών καλλιεργειών και εφαρμόζεται στο 100% της ενταχθείσας έκτασης.
- Να διερευνηθεί η περίπτωση ενίσχυσης για την ένταξη του κτηνοτροφικού ρεβιθίου στα συστήματα αμειψισποράς, ειδικά στα λιγότερο γόνιμα εδάφη με ελαφρά κλίση. Είναι γνωστό ότι βελτιώνουν τις εδαφικές ιδιότητες, ενώ δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε νερό ή θρεπτικά στοιχεία.

2.1.3.4. Βασικές κατηγορίες λιπασμάτων “νέας τεχνολογίας”:

α) *Παρεμποδιστές νιτροποίησης.* (Η χρήση τους άρχισε πριν από μερικές δεκαετίες).

- Ο αργός ρυθμός νιτροποίησης παρεμποδίζει την έκπλυση των νιτρικών προς τους υδροφόρους ορίζοντες.
- Έχει αποδειχθεί ότι με την εφαρμογή τους μπορεί να εξοικονομηθεί λίπασμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20%.
- Μειώνεται η εκπομπή οξειδίων του αζώτου προς την ατμόσφαιρα.
- Πλεονεκτήματα: μείωση της έκπλυσης και της αεριοποίησης προς την ατμόσφαιρα, μείωση της τοξικότητας, υψηλός βαθμός ασφαλείας κατά το φύτευμα, κλπ.
- Μειονεκτήματα: υψηλό κόστος αγοράς, ακαταλληλότητα χρήσης σε όξινα εδάφη, ενώ όσα έχουν επικάλυψη από διάφορα πολυμερή αφήνουν στο χωράφι ανεπιθύμητα υπολείμματα.

β) *Λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης*

Έχει επικρατήσει η ουρία με επικάλυψη η οποία περιέχει θείο, ενώ υπάρχουν και άλλα λιπάσματα με επικάλυψη πολυουρεθάνης ή παραφίνης. Ο ρυθμός αποδέσμευσης του αζώτου αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ πειράματα έδειξαν ότι το 80% του αζώτου απελευθερώνεται σε 12-14 εβδομάδες.

- Έχουν το πλεονέκτημα ότι συμπεριφέρονται κατά τον ίδιο τρόπο σε pH εδαφών από 4.2 μέχρι 8.3.
- Επειδή το κόστος είναι υψηλό, ίσως αρχίσουν να χρησιμοποιούνται κάποια μίγματα στα οποία ένα ποσοστό του λιπάσματος είναι βραδείας απελευθέρωσης.
- Λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων για τη χώρα μας, μπορούν με κάποιες επιφυλάξεις να χρησιμοποιηθούν αυτά τα μίγματα (10-20% βραδείας αποδέσμευσης) στις παρακάτω περιπτώσεις, εφόσον το κόστος δεν είναι απαγορευτικό:
 - στις καλλιεργούμενες επικλινείς εκτάσεις
 - στις υγρότερες και ψυχρότερες περιοχές της χώρας
 - στις καλλιέργειες με μεγάλο καθαρό κέρδος ανά στρέμμα (π.χ. πρώιμα κηπευτικά).

γ) *Λιπάσματα RCF (Rhizosphere-Controlled Fertilizer)*

- Περιέχουν οργανομεταλλικά στοιχεία και συνήθως κυριαρχούν το άζωτο (N), ο φώσφορος (P) (δεσμευμένος οργανικά), το μαγνήσιο (Mg), ο σίδηρος (Fe) ή ο ψευδάργυρος (Zn).
- Έχουν μεγάλη διάρκεια δράσης επειδή τα θρεπτικά στοιχεία υπάρχουν σε δυο κλάσματα: 1) ένα υδατοδιαλυτό που μπορεί εύκολα και γρήγορα να προσληφθεί από το φυτό και 2) ένα αδιάλυτο στο νερό το οποίο όμως μπορεί να διαλυθεί από τη δράση των οξέων της ριζόσφαιρας που απελευθερώνονται από τα φυτά και τους μικροοργανισμούς.

- Έχουν την ικανότητα αργής απελευθέρωσης του φωσφόρου και του αζώτου
- Η εκπομπή αμμωνίας προς την ατμόσφαιρα είναι μικρή
- Έχουν χαμηλό ρυθμό έκπλυσης των νιτρικών
- Η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει με υδρολίπανση, εφόσον υπάρχει το αντίστοιχο σύστημα άρδευσης. Χρησιμοποιούνται και σε ξηρικές καλλιέργειες (σε δόσεις) και η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την εδαφική υγρασία, και τη θερμοκρασία, ενώ έχουν μεγαλύτερο κόστος.

2.2. Σημασία της χορήγησης ανόργανων λιπασμάτων και προσδιορισμός της άριστης δόσης για τις καλλιέργειες

Η λύση στο πρόβλημα του υποσιτισμού του παγκόσμιου πληθυσμού με την αύξηση των αποδόσεων, η παραγωγή ποιοτικών αγροτικών προϊόντων (υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες, αντιοξειδωτικά, μέταλλα και άλλα ωφέλιμα θρεπτικά στοιχεία για τον οργανισμό) επιτεύχθηκε με την χορήγηση ανόργανων λιπασμάτων. Παρ' όλες τις παραπάνω αδιαμφισβήτητες ευεργετικές επιδράσεις, συχνά ο τελείως εμπειρικός τρόπος χορήγησης λιπασμάτων οδήγησε σε κατάχρηση αυτών και ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Έτσι ενισχύθηκε η καχυποψία της κοινής γνώμης έναντι της χορήγησης λιπασμάτων και οδήγησε σε θεωρίες περί αποφυγής χρήσης τους και αντικατάστασής τους με άλλα, αμφιβόλου αποτελεσματικότητας, οργανικά λιπάσματα. Ουσιαστικά αυτό που απαιτείται στο πλαίσιο μιας σύγχρονης ολοκληρωμένης γεωργίας είναι η ορθολογική λίπανση των καλλιεργειών, βασιζόμενη σε σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα και αναλύσεις εδαφών και φυλλοδιαγνωστικής. Η εκτίμηση του ισοζυγίου των εισροών-εκροών θρεπτικών στοιχείων (μέσα από πολύπλοκες μαθηματικές εξισώσεις, με τη χρήση ειδικού λογισμικού), μπορεί να προκύψει αφ' ενός από την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας και την αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, αφετέρου από τις απώλειες (απομάκρυνση) αυτών λόγω έκπλυσης, απονιτροποίησης, συγκομιδής των καρπών κ.α. Μετά την εκτίμηση του παραπάνω ισοζυγίου προστίθενται οι απαιτούμενες μονάδες θρεπτικών στοιχείων ανά στρέμμα (με κατάλληλα λιπάσματα), ώστε να ισοσκελιστεί το ισοζύγιο εισροών-εκροών.

2.3. Προσδιορισμός των λιπαντικών αναγκών των καλλιεργειών, με βάση τα αποτελέσματα της γονιμότητας των εδαφών και της φυλλοδιαγνωστικής

2.3.1 Εδαφοανάλυση και λιπαντικές ανάγκες

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας και ιδιαίτερα την εγκατάσταση πολυετών καλλιεργειών, όπως είναι οι δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι συνιστάται η ανάλυση του εδάφους κατόπιν διενέργειας αντιπροσωπευτικής δειγματοληψίας.

Μεγαλύτερες δυσχέρειες στην αντιπροσωπευτικότητα μιας δειγματοληψίας εδάφους συνήθως παρατηρούνται στις δενδρώδεις καλλιέργειες, όπου λόγω

της έκτασης του ριζικού συστήματος σε μεγάλο βάθος συχνά δυσχεραίνεται η λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος και η καλή συσχέτιση με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα και την εμφάνιση τροφопενιών.

Η εδαφοανάλυση πριν από την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας δεν δίνει μόνο πληροφορίες για τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, αλλά ενημερώνει τον παραγωγό και για πιθανά προβλήματα αγωγιμότητας και αλατότητας για την υπό εγκατάσταση καλλιέργεια, τοξικότητας μετάλλων, χαμηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία κ.α. Για παράδειγμα, αν από μια εδαφολογική ανάλυση προκύψει υψηλή τιμή αγωγιμότητας του εκχυλίσματος κορεσμού, του C1 ή του B τότε τα περισσότερα δενδροκομικά είδη (κυρίως φυλλοβόλα οπωροφόρα) αναμένεται να παρουσιάσουν προβλήματα τοξικότητας μετά από χρονικό διάστημα από την εγκατάστασή τους. Αν προκύψει χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία σημαίνει ότι ο παραγωγός πρέπει να κάνει στο έδαφός του μια πλούσια εφαρμογή και καλή ενσωμάτωση οργανικής ουσίας. Στους Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3 δίνονται πληροφορίες σχετικές με την αντοχή των οπωροφόρων δένδρων στα άλατα, στο C1 και στο B.

Πίνακας 2.1. Αντοχή των οπωροφόρων στα άλατα (από Θεριός, 1996).

Πίνακας 2.2 Αντοχή των οπωροφόρων δένδρων στο χλώριο, όπως μετρείται σε υδροκαλλιέργεια (από Θεριός, 1996).

Πίνακας 2.3. Αντοχή των οπωροφόρων στο βόριο που περιέχεται στο νερό άρδευσης (από Θεριός, 1996).

Αναφορικά με την εκτίμηση των λιπαντικών αναγκών μιας καλλιέργειας βασισμένης στα αποτελέσματα της εδαφοανάλυσης, πρέπει να επισημανθεί ότι αυτές στηρίζονται όχι μόνο στον προσδιορισμό της διαθεσιμότητας (συγκέντρωσης) των θρεπτικών στοιχείων με την κατάλληλη εργαστηριακή μέθοδο, αλλά και στις κρίσιμες συγκεντρώσεις έλλειψης των θρεπτικών στοιχείων, όπως αυτές παρέχονται από τη βιβλιογραφία για τη συγκεκριμένη μέθοδο. Για παράδειγμα, η κρίσιμη συγκέντρωση εκχυλίσματος P κατά τη μέθοδο Olsen είναι 15 p.p.m., ενώ του εναλλακτικού K- κατά τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου- είναι 100 p.p.m. Οι συγκεκριμένες πληροφορίες (κρίσιμες συγκεντρώσεις) που παρέχονται από τη βιβλιογραφία, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που παρέχονται από την εδαφοανάλυση πρακτικά σημαίνουν ότι αν π.χ. ο εκχυλίσματος, κατά τη μέθοδο Olsen, P σε έναν αγρό είναι <15 p.p.m. και το εναλλακτικό K είναι <100 p.p.m. υπάρχει η ανάγκη φωσφορούχου και καλιούχου λίπανσης πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Αν η εδαφοανάλυση δείξει μια υπερβολικά χαμηλή τιμή για τη διαθεσιμότητα ενός θρεπτικού στοιχείου τότε μπορεί να υποτεθεί ότι τα φυτά θα παρουσιάσουν έλλειψη αυτού του στοιχείου.

Η ερμηνεία της εδαφοανάλυσης απαιτεί ειδικές γνώσεις, μεγάλη εμπειρία και βαθιά αντίληψη των παραγόντων που επηρεάζουν τη σχέση έδαφος-θρεπτικά

στοιχεία-πρόσληψη-ανάπτυξη των φυτών. Δυστυχώς, η εμπειρική προσέγγιση της ερμηνείας της ανάλυσης του εδάφους που επιχειρείται από πολλούς έχει οδηγήσει σε εσφαλμένο χειρισμό των εισροών λιπασμάτων στο έδαφος (υπερλιπάνσεις), με συνέπεια τόσο τη μείωση της αποτελεσματικότητάς τους, όσο και τη δυσπιστία και κριτική της κοινής γνώμης έναντι της χρήσης ανόργανων λιπασμάτων. Για τη διατύπωση συμβουλευτικής λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Τα αποτελέσματα της εδαφοανάλυσης
2. Η απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων λόγω συγκομιδής
3. Οι εκροές (απώλειες) λόγω έκπλυσης, αεριοποίησης της αμμωνίας, απονιτροποίησης, δέσμευσης στο έδαφος
4. Οι εισροές λόγω νιτροποίησης του οργανικού N, υπολειμματικού N και P, απελευθέρωσης P και K, υπολειμματικού εναλλακτικού K, υπολειμματικών ποσοτήτων ιχνοστοιχείων.

Επιπλέον των ανωτέρω, για τη διαμόρφωση πρότασης λίπανσης ή εφαρμογής κάποιου εδαφοβελτιωτικού, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- 1) Η δειγματοληψία εδάφους με μεθοδολογίες που διασφαλίζουν την αντιπροσωπευτικότητα των εδαφών που αναλύονται
- 2) Η επιλογή των κατάλληλων μεθοδολογιών ανάλυσης του εδάφους
- 3) Η συσχέτιση των ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων που προσδιορίζονται με τις επιλεγείσες δειγματοληψίες με τις ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που απορροφούνται από τα φυτά
- 4) Η βαθμολόγηση των τιμών που προσδιορίζονται με την εδαφοανάλυση με την έννοια της σχέσης αυτών με την απόδοση εμπορεύσιμων προϊόντων.

Τα ανωτέρω βήματα και ιδιαίτερα τα βήματα 3, 4 προϋποθέτουν την διεξαγωγή πολυετών βιολογικών πειραμάτων σε συνθήκες αγρού ή θερμοκηπίου. Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια σύντομη εικόνα-παρουσίαση για τους παράγοντες που ευνοούν τις εκροές και τις εισροές των θρεπτικών στοιχείων στο αγροοικοσύστημα.

2.3.2. Εκροές θρεπτικών στοιχείων οφειλόμενες σε έκπλυση, εξαέρωση, απονιτροποίηση, δέσμευση στο έδαφος και απομάκρυνση λόγω συγκομιδής

α) Έκπλυση

Η έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων οφείλεται στο ύψος των κατακρημνισμάτων και είναι υψηλότερη στα ελαφρά-αμμώδη εδάφη, απ' ό,τι στα βαριά (αργιλώδη εδάφη). Αναφέρεται ότι οι απώλειες του N λόγω έκπλυσης μπορεί να υπερβούν ακόμα και το 50% όταν το έδαφος είναι πολύ αμμώδες. Αυτός είναι και ο λόγος που κατά τη βασική (χειμερινή) λίπανση χορηγούμε αμμωνιακή μορφή N και όχι νιτρική (διότι τα NO_3^- λόγω των αρνητικά φορτισμένων κolloειδών της αργίλου και της υψηλής βροχόπτωσης εκπλύνονται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους).

β) Εξαέρωση

Σημαντικές ποσότητες του N που εφαρμόζεται στο έδαφος ή που εισρέει λόγω νιτροποίησης του οργανικού N χάνονται με εξαέρωση ως NH_3 . Οι

απώλειες αυτές οφείλονται στην επίδραση του pH και του CaCO_3 . Οι απώλειες λόγω εξαέρωσης περιορίζουν την αποτελεσματικότητα των χορηγούμενων N-ούχων λιπασμάτων στα ελληνικά εδάφη, η πλειοψηφία των οποίων έχει $\text{pH} > 7$ και υψηλή περιεκτικότητα σε CaCO_3 .

γ) Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση αυξάνεται υπό αναερόβιες συνθήκες στο έδαφος. Όσο πιο αργιλώδες είναι ένα έδαφος τόσο περισσότερο N συνήθως χάνεται με απονιτροποίηση, λόγω κακής στράγγισης και επικράτησης αναερόβιων συνθηκών. Αυτές οι εδαφικές συνθήκες ευνοούν τη δράση των απονιτροποιητικών μικροοργανισμών, άρα αυξάνουν τις απώλειες από απονιτροποίηση.

δ) Δέσμευση θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Η δέσμευση προσωρινά ορισμένων θρεπτικών, όπως π.χ. του K και του NH_4^+ , στα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή της αργίλου τα προστατεύει από την έκπλυση και μπορεί να τα καταστήσει διαθέσιμα για τα φυτά υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Στις περιπτώσεις όμως των εδαφών με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο το K ή το NH_4^+ μπορεί να δεσμεύονται ισχυρά και να μην είναι διαθέσιμα στα φυτά. Αυτός είναι και ο λόγος που τα βαριά εδάφη απαιτούν ισχυρές δόσεις καλιούχων λιπασμάτων. Εκτός από το K, άλλα θρεπτικά στοιχεία που μπορεί να δεσμεύονται στα ασβεστούχα εδάφη (που είναι πλούσια και σε CaCO_3) είναι ο P.

ε) Απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων λόγω συγκομιδής

Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνεται από το αγροοικοσύστημα λόγω της συγκομιδής των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων πρέπει να εκτιμάται σωστά στο πλαίσιο ενός ισοζυγίου εισροών-εκροών θρεπτικών στοιχείων.

2.3.3 Εισροές οφειλόμενες σε νιτροποίηση και αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων

α) Νιτροποίηση

Μετά την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας και τη νιτροποίηση που επακολουθεί, το εδαφικό διάλυμα εμπλουτίζεται με NO_3^- που συμβάλουν στη θρέψη των καλλιεργειών με N, μαζί με το χορηγούμενο με λιπάσματα N. Αυτός είναι και ο λόγος που η περιεκτικότητα ενός εδάφους σε οργανική ουσία πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκτίμηση των αναγκών των καλλιεργειών σε N.

β) Απελευθέρωση-αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι διάφορα θρεπτικά στοιχεία, όπως ο P, το K και το NH_4^+ δεσμεύονται στο έδαφος λόγω υψηλού ποσοστού της αργίλου, pH και CaCO_3 . Οι δεσμευμένες αυτές μορφές των θρεπτικών στοιχείων αποδεσμεύονται συνήθως το επόμενο έτος από την εφαρμογή τους και καθίστανται διαθέσιμες στα φυτά σταδιακά. Φαίνεται ότι η πηγή αυτή των θρεπτικών στοιχείων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις καλλιέργειες και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της εδαφοανάλυσης.

Η φυλλοδιαγνωστική είναι το μοναδικό αξιόπιστο εργαλείο για την αναγνώριση των θρεπτικών προβλημάτων των καλλιεργειών. Για το σκοπό αυτό, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων γίνεται σε σύγκριση με τις κρίσιμες συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Έτσι, όταν η συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου στα φύλλα μιας καλλιεργείας είναι χαμηλότερη από την κρίσιμη συγκέντρωσή του τότε θεωρείται ότι το εν λόγω στοιχείο βρίσκεται σε ανεπάρκεια και, συνεπώς, τα επίπεδά του πρέπει να ενισχυθούν με κατάλληλη λίπανση. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ως κριτική συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου σε έναν φυτικό ιστό ορίζεται εκείνη με την οποία επιτυγχάνεται το 90% της μέγιστης παραγωγής. Όταν οι συγκεντρώσεις ενός θρεπτικού στοιχείου βρίσκονται κάτω από την κριτική συγκέντρωση, τότε η παραγωγή μειώνεται σε επίπεδα <90% της μέγιστης. Για κάθε καλλιεργεία παρέχεται συνήθως από τη βιβλιογραφία ένα άριστο εύρος συγκεντρώσεων για κάθε θρεπτικό στοιχείο, εντός του οποίου η παραγωγή αντιστοιχεί στο 90% της μέγιστης, σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό. Έτσι για παράδειγμα αναφέρεται ότι το άριστο εύρος συγκεντρώσεων N στα φύλλα ελιάς κυμαίνεται από 1,6 έως 1,8% ξηράς ουσίας. Αυτό πρακτικά για τον παραγωγό σημαίνει ότι αν η συγκέντρωση του N στα φύλλα ελαιόδένδρων του κτήματός του είναι <1,6% ή >1,8% (που είναι η κατώτερη και ανώτερη κρίσιμη συγκέντρωση για το N, αντιστοίχως), τότε είναι πιθανόν να παρατηρηθεί έλλειψη ή περίσσεια του στοιχείου, αντιστοίχως. Στη δεύτερη περίπτωση, ως άνω κριτική συγκέντρωση (αυτή δηλ. του 1,8%) μπορεί να θεωρηθεί η συγκέντρωση αυτή πάνω από την οποία εφαρμογή του N δεν θα είναι επικερδής για την ελαιοκαλλιεργεία, ή μπορεί να είναι και επιζήμια (συμπτώματα περίσσειας/υπερεπάρκειας για τα ελαιόδενδρα, όπως βλαστομανία, έντονος ανταγωνισμός βλάστησης εις βάρος της καρποφορίας κ.α. ή/και επιβάρυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα με νιτρικά, ιδιαίτερα όταν τα καλλιεργούμενα εδάφη είναι ελαφρά/αμμώδη).

Στα πλεονεκτήματα της φυλλοδιαγνωστικής συγκαταλέγονται στο ότι αυτή μπορεί να βοηθήσει στη γενίκευση των αποτελεσμάτων λίπανσης και στη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων του πειράματος σε περιοχές με διαφορετικό τύπο εδάφους, καθώς και ότι μπορεί σχετικά γρήγορα και αξιόπιστα να δώσει μια εικόνα του εάν το πρόβλημα είναι ή όχι θρεπτικό. Επίσης, παρέχει χρήσιμες πληροφορίες στο σχεδιασμό των προγραμμάτων λίπανσης των καλλιεργειών. Στα μειονεκτήματα της φυλλοδιαγνωστικής συγκαταλέγονται ότι αυτή διαπιστώνει απλώς την έλλειψη ή περίσσεια θρεπτικών στοιχείων χωρίς να εξηγεί τα αίτια, ενώ πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και ότι η περιεκτικότητα των φύλλων σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία μεταβάλλεται ανάλογα με την ηλικία των φύλλων και την εποχή. Συνεπώς, η σωστή εποχή λήψης δειγμάτων φύλλων για αναλύσεις ανά καλλιεργεία, καθώς και η κατάλληλη ηλικία των φύλλων είναι ζωτικής σημασίας και πρέπει να λαμβάνεται πολύ σοβαρά υπόψη, και να μελετάται με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες που παρέχονται από τη βιβλιογραφία. Εκτός από την ηλικία του φυτικού ιστού (συνήθως φύλλου) και την εποχικότητα μεταβολής των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων, άλλοι

παράγοντες που επηρεάζουν την κριτική συγκέντρωση είναι το είδος του φυτικού ιστού που χρησιμοποιείται για ανάλυση (έλασμα, μίσχος) και οι κλιματολογικές συνθήκες (υγρασία εδάφους, θερμοκρασία και φως). Θα πρέπει ιδιαίτερος να επισημανθεί ότι η φυλλοδιαγνωστική επηρεάζεται περισσότερο από περιβαλλοντικούς παράγοντες, συγκριτικά με την ανάλυση του εδάφους, συνεπώς οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία και σύγκριση των αποτελεσμάτων φυλλοδιαγνωστικής μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών.

Στους Πίνακες 2.4, 2.5 και 2.6 δίνονται πληροφορίες σχετικά με το είδος του φυτικού ιστού που πρέπει να λαμβάνεται ανά καλλιέργεια, καθώς και την κατάλληλη εποχή λήψης του.

Πίνακας 2.4. Εποχή δειγματοληψίας και θέση από όπου λαμβάνονται τα φύλλα στις δενδρώδεις καλλιέργειες (από Θεριός, 1996, και από Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2001).

Πίνακας 2.5. Εποχή δειγματοληψίας και θέση από όπου λαμβάνονται τα φύλλα σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας (από Θεριός, 1996).

Πίνακας 2.6. Εποχή δειγματοληψίας και τμήμα του φυτού από όπου λαμβάνονται τα φύλλα σε λαχανοκομικά φυτά (τροποποιημένο από Θεριός, 1996, και από Τσαπικούνης, 1997).

Συμπερασματικά, πρέπει να ειπωθεί ότι οι παραγωγοί οφείλουν να μεριμνούν για εδαφοανάλυση των αγροτεμαχίων τους κάθε 4-5 χρόνια και για φυλλοδιαγνωστική σε ετήσια βάση, ώστε να διορθώνουν με τον κατάλληλο τρόπο (χορήγηση λιπασμάτων στο έδαφος ή/και διαφυλλικές λιπάνσεις) τις θρεπτικές ελλείψεις των καλλιεργειών τους. Οι αναλύσεις, ο προσδιορισμός των ισοζυγίων εισροών-εκροών θρεπτικών στοιχείων και η συμβουλευτική λίπανση των φυτών πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένα εργαστήρια και μόνο, καθώς και από υψηλά εξειδικευμένο/καταρτισμένο προσωπικό.

Διδακτική υποενότητα II(γ): Ορθολογική διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (κοπριάς) με στόχο την μείωση της ρύπανσης των υδάτων.

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Στην παρούσα υποενότητα θα αναπτυχθεί το αντικείμενο της ορθολογικής διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων. Αρχικά θα παρατεθούν ο ορισμός και οι διάφορες κατηγορίες ζωικών αποβλήτων. Ειδικότερα θα γίνει αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων αποβλήτων από εκτροφές μηρυκαστικών (αιγών, προβάτων και βοοειδών γαλακτοπαραγωγικής και κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης) και μονογαστρικών (πτηνών και χοίρων) αγροτικών ζώων. Ακολούθως θα αναλυθούν οι

επιπτώσεις της ελλιπούς ή ακατάλληλης επεξεργασίας των ζωικών αποβλήτων στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (νερό, έδαφος και ατμόσφαιρα). Τέλος, θα συζητηθούν τα συστήματα αερόβιας και αναερόβιας επεξεργασίας των αποβλήτων και η μεθοδολογία παραγωγής βιοερίου, βιοντίζελ και κόμποστ από αυτά.

3.1 Ορισμός και κατηγορίες ζωικών αποβλήτων

Τα κτηνοτροφικής προέλευσης υποπροϊόντα ή παράγωγα που δεν έχουν οικονομική αξία για τον παραγωγό και ο περαιτέρω χειρισμός ή επεξεργασία τους είναι οικονομικά ασύμφορη, καλούνται ζωικά απόβλητα. Τα ζωικά απόβλητα απομακρύνονται από την κτηνοτροφική επιχείρηση, σε στερεή ή υγρή μορφή (Γεωργακάκης, 2008). Η εντατικοποίηση της κτηνοτροφίας και η αύξηση του μεγέθους των εκτροφών στην Ελλάδα έχει οδηγήσει στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, τα οποία ποικίλουν σε σύσταση, μορφή και όγκο, ανάλογα με τις συνθήκες εκτροφής, τη διατροφή, το είδος και την ηλικία των εκτρεφόμενων ζώων. Τα ζωικά απόβλητα είναι κυρίως οργανικής προέλευσης και περιέχουν νερό, ούρα, κόπρο και υπολείμματα ζωοτροφών (Γεωργακάκης, 2008).

Η ελλιπής ή ακατάλληλη επεξεργασία των ζωικών αποβλήτων συνδέεται άμεσα με τη ρύπανση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων από νιτρικά και φωσφορικά ιόντα, τη δημιουργία οσμών, αερίων (αμμωνία, μεθάνιο, υδρόθειο και διοξείδιο του άνθρακα) και όξινης βροχής (Bowman, 2002) και την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου μέσω της μείωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος λόγω των εκλυόμενων οξειδίων του αζώτου (Τσιούνη, 2016). Τα ζωικά απόβλητα των βουστασίων, των ποιμνιοστασίων, των χοιροστασίων και των πτηνοτροφείων παρουσιάζουν μεγαλύτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον, λόγω του παραγόμενου όγκου που συνδέεται άμεσα με τη σημαντική εντατικοποίηση των παραπάνω εκτροφών.

3.2 Απόβλητα ανά είδος κτηνοτροφικής μονάδας

3.2.1 Απόβλητα από εκτροφές μηρυκαστικών ζώων

Τα απόβλητα των αιγών και των προβάτων είναι στερεής και υγρής μορφής και μικρού όγκου, κατά κανόνα, λόγω της μετακίνησης των ζώων για βόσκηση κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους. Το κύριο πρόβλημα είναι η διαχείριση της κόπρου που συσσωρεύεται στις σταβλικές εγκαταστάσεις κατά τους χειμερινούς μήνες και συνοδεύεται από αύξηση του όγκου των υγρών αποβλήτων εξαιτίας της βροχής (Γεωργακάκης, 2003). Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων των αιγών και των προβάτων είναι κυρίως το ολικό άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το μαγνήσιο και το οξείδιο του ασβεστίου (Τσελές, 2011). Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται η σύσταση των αποβλήτων των αιγών και των προβάτων.

Τα απόβλητα των βοοειδών γαλακτοπαραγωγικής και κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης είναι πυκνά, μεγάλου όγκου και σημαντικού οργανικού φορτίου και ποικίλουν ανάλογα με τη φυλή, την ηλικία και την παραγωγική κατεύθυνση των ζώων, όπως και με το σύστημα εκτροφής και τη διατροφή τους. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (2007), τα βοοειδή παράγουν το 57% της συνολικής

ποσότητας παραγόμενης κόπρου από ανθρωπογενείς πηγές, παγκοσμίως. Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων των βοοειδών είναι κυρίως το ολικό άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το μαγνήσιο και ο χαλκός (Τσελές, 2011). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η σύσταση των αποβλήτων των βοοειδών γαλακτοπαραγωγικής και κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης.

Πίνακας 3.1. Ποσοτικά χαρακτηριστικά αποβλήτων μηρυκαστικών αγροτικών ζώων

3.2.2 Απόβλητα από εκτροφές μονογαστρικών ζώων

Τα απόβλητα που παράγονται από τα πτηνοτροφεία ανήκουν στους αέριους, τους υγρούς ή τους στερεής μορφής ρύπους. Η αμμωνία αποτελεί τη σημαντικότερη εκπομπή με ρυπογόνο δράση. Όταν η υγρασία στην εκτροφή είναι υψηλή, το ουρικό οξύ που εκκρίνεται μαζί με τα κόπρανα των πτηνών, διασπάται σε ουρία. Στη συνέχεια η ουρία υδρολύεται άμεσα σε αμμωνία, με τη βοήθεια της ουρεάσης, ενός ενζύμου που βρίσκεται στα ζωικά απόβλητα. Τα υγρά απόβλητα είναι συνήθως προϊόν καθαρισμού των εγκαταστάσεων, καταιονισμών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κ.α. και αποτελούν αμελητέα ποσότητα που είτε καταλήγει μαζί με την κόπρος και ενσωματώνεται σε αυτή, είτε εξατμίζεται (Τσιούνη, 2016). Ο παραγόμενος μέσος ημερήσιος όγκος μικτών υγρών αποβλήτων (ούρα, κόπρος και υγρά καθαρισμού) υπολογίζεται κατά προσέγγιση σε 0,05-0,06 kg/ζώο για τα πτηνά κρεοπαραγωγής και σε 0,1-0,2 kg/ζώο για τα πτηνά αυγοπαραγωγής (Taiganides, 1978). Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων των πτηνών είναι κυρίως ο όγκος παραγόμενων αποβλήτων ημερησίως, η υγρασία, το βιοχημικά και χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD και COD, αντίστοιχα) και τα ολικά και πτητικά στερεά (Taiganides, 1978; Μαρτζόπουλος, 2003). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων των πτηνοτροφείων.

Στις χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις, η κύρια πηγή ρύπανσης είναι τα υγρά απόβλητα, λόγω του οργανικού και ανόργανου ρυπαντικού τους φορτίου. Τα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν τα ούρα, τα νερά καθαρισμού των εγκαταστάσεων και τα νερά της βροχής (Μαρτζόπουλος, 2003). Η οργανική ρύπανση δημιουργεί σηπτικές καταστάσεις και συντελεί στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και στην έκλυση δυσάρεστων οσμών, διαταράσσοντας τελικά το οικοσύστημα της περιοχής. Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων των χοίρων είναι κυρίως ο όγκος παραγόμενων αποβλήτων ημερησίως, το βιοχημικά και χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD και COD, αντίστοιχα) και τα ολικά και πτητικά στερεά (Taiganides, 1978; Μαρτζόπουλος, 2003). Στον Πίνακα 3.2. παρουσιάζονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων.

Πίνακας 3.2. Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αποβλήτων μονογαστρικών αγροτικών ζώων

3.3 Περιβαλλοντικές επιδράσεις της διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων

3.3.1 Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία

Η εκπομπή των διαφόρων ρύπων, μπορεί να προκαλέσει σύμφωνα με το Extern (Externalities of energy) (ExternE, 2005) στον άνθρωπο όσο και στο περιβάλλον σοβαρές επιπτώσεις και συγκεκριμένα δυσμενείς επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, την νοσηρότητα και τη θνησιμότητα. Η σκόνη και τα βαρέα μέταλλα αποτελούν επίσης σοβαρές απειλές. Μεγάλο ποσοστό των κτηνοτρόφων και των εργαζομένων σε εντατικές εκτροφές αντιμετωπίζουν αναπνευστικά προβλήματα που οφείλονται στη σκόνη που υπάρχει μέσα στις σταβλικές εγκαταστάσεις και προκαλεί χρόνια βρογχίτιδα, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, αλλεργικό άσθμα, αλλεργική ρινίτιδα κ.α. Επιπλέον, η χρόνια έκθεση σε υψηλότερα επίπεδα του κανονικού σε αμμωνία έχει εκτός από άμεσες επιδράσεις, όπως ο ερεθισμός της μύτης και του λαιμού, αύξηση της αρτηριακής πίεσης και καρδιακή ανακοπή. Επιπροσθέτως, η έκθεση σε υψηλά επίπεδα υδρόθειου προκαλεί συμπτώματα όπως ερεθισμός των ματιών, πονόλαιμος και βήχας. Η εισπνοή υδρόθειου σε μακροχρόνια βάση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα κόπωση, απώλεια όρεξης, κεφαλαλγίες και προβλήματα μνήμης. Οι φαινολικές ενώσεις που είναι προϊόντα της μικροβιακής διάσπασης της τυροσίνης και της φαινυλαλανίνης στον εντερικό σωλήνα των ζώων, ευθύνονται για ερεθισμό και ξηρότητα της μύτης και του λαιμού. Στον χώρο εργασίας, η αερομεταφερόμενη σκόνη περιέχει ενδοτοξίνες που μειώνουν την πνευμονική λειτουργία και προκαλούν δύσπνοια, αθραλγίες, και χρόνια πνευμονολογικά προβλήματα (Τσιούνη, 2016). Εκτός από τα άμεσα προβλήματα υγείας, που δημιουργούνται στις εγκαταστάσεις των εκτροφών, για τους κτηνοτρόφους και τους εργαζόμενους, όπως φυματίωση ζώων, σαλμονελλώσεις κ.α., τα ζωικά απόβλητα είναι φορείς μικροβίων, που μπορεί να μεταδοθούν στον άνθρωπο με μολυσμένο νερό ή τρόφιμα. Οι ασθένειες, που μεταδίδονται με την απόθεση των ζωικών αποβλήτων σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά, είναι πολλές όπως λεπτοσπείρωση, τουλαραιμία, ηπατίτιδα, χολέρα των χοίρων, αφθώδης πυρετός κτλ. Συμπληρωματικά της επεξεργασίας καθαρισμού των αποβλήτων, κυρίως για τη μεγαλύτερη ελάττωση του μικροβιακού φορτίου, εφαρμόζεται απολύμανση της τελικής απορροής, συνήθως με χλωρίωση, εφόσον κρίνεται απαραίτητη, λόγω της φύσης και των χρήσεων του τελικού αποδέκτη. Για την εκτίμηση του μικροβιακού φορτίου των αποβλήτων, χρησιμοποιείται γενικά ο δείκτης των κολοβακτηριοειδών και ειδικότερα για τη μόλυνση από περιττωματικές ουσίες τα κολοβακτηρίδια. Οι μικροβιολογικές παράμετροι, που προσδιορίζονται συνήθως, είναι ο ολικός αριθμός κολοβακτηριοειδών, τα κολοβακτηρίδια περιττωματικής προελεύσεως και οι εντερόκοκκοι. Γενικά τα μικρόβια των εντερικών νοσημάτων καταστρέφονται κατά τη διαδικασία της βιοχημικής επεξεργασίας των αποβλήτων. Ορισμένοι όμως εντεροϊοί επιζούν αυτής της επεξεργασίας, όπως ο ιός του αφθώδους πυρετού, της πολιομυελίτιδας ή της φυμαλιδώδους στοματίτιδας των χοίρων. Η κόπρος που έχει μολυνθεί με τον ιό της λοιμώδους ποδοδερματίτιδας, πρέπει να ταφεί ή να αφεθεί να χωνέψει για μακρό χρονικό διάστημα και να

μη διατεθεί τελικά σε βοσκότοπο ακόμη και μετά τη χώνευση. Γενικά θεωρείται, ότι τα μέτρα για τον έλεγχο του αφθώδους πυρετού επαρκούν για την προφύλαξη από κάθε άλλο μικρόβιο που προκαλεί ζωνόσους (Φραγκάκη, 2008).

3.3.2 Επιπτώσεις στο νερό, το έδαφος και την ατμόσφαιρα

Η ρύπανση των υδάτων προκαλείται κυρίως από την άμεση απορροή που ακολουθεί την απόθεση της κόπρου στο έδαφος, από την έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτή και από τυχόν διαρροές από τους χώρους αποθήκευσης της κόπρου, στο υποκείμενο έδαφος. Ο τρόπος διάθεσης και αποθήκευσης των ζωικών αποβλήτων αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα ρύπανσης, τόσο για τα επιφανειακά, όσο και για τα υπόγεια ύδατα. Η κύρια αιτία ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων είναι η οργανική ουσία. Με την είσοδο της οργανικής ουσίας στο νερό, ξεκινά η διαδικασία της αποδόμησης κατά την οποία οι σύνθετες οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στα λύματα, διασπώνται από τα βακτήρια σε απλούστερες οργανικές ουσίες και τελικά σε διοξείδιο του άνθρακα. Η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί άφθονο οξυγόνο, το οποίο υπάρχει σε διαλυμένη μορφή μέσα στο νερό και καταναλώνεται. Η οργανική ουσία επιβαρύνει αισθητικά τα επιφανειακά νερά, προσδίδοντας σε αυτά θολή εμφάνιση και δυσάρεστη οσμή. Η ποιότητα των υδάτων επηρεάζεται επίσης από το άζωτο και τον φώσφορο που περιέχονται στα ζωικά απόβλητα, σε οργανική, αμμωνιακή, νιτρική και νιτρώδη μορφή και οργανική και διαλυμένη μορφή, αντίστοιχα. Το άζωτο και ο φώσφορος ευθύνονται για το φαινόμενο του ευτροφισμού που εκδηλώνεται με υπερβολική ανάπτυξη φυκιών στον υδάτινο φορέα. Η αμμωνία θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους ρυπαντές των υδάτων και εισάγεται στα φυσικά υδατικά συστήματα μέσω των αζωτούχων ζωικών αποβλήτων. Στα ψάρια η αμμωνία δύναται να διαταράξει τις φυσιολογικές λειτουργίες των εσωτερικών οργάνων και τη μεταβολική λειτουργία του ήπατος και των νεφρών (Γεωργακάκη 1998; Τσιούνη, 2016).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ζωικών αποβλήτων στο έδαφος οφείλονται κατά κύριο λόγο στη διασπορά βακτηρίων και παθογόνων μικροοργανισμών, προερχόμενων από μη επεξεργασμένη κόπρη. Ακολούθως, δημιουργείται ανισορροπία θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, με προβλήματα στην ανάπτυξη των καλλιεργειών ως συνέπεια. Η διοχέτευση ζωικών αποβλήτων στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες που έχουν καταστρεπτικές επιπτώσεις στα φυτά. Η συνεχής διασπορά κόπρου στο έδαφος οδηγεί στη συσσώρευση μακροστοιχείων (N, P και K) και βαρέων μετάλλων (Cu και Zn), επιβαρύνοντας την υγεία των βόσκοντων ζώων (Μαρτζόπουλος, 2003; Τσιούνη, 2016).

Η κτηνοτροφική δραστηριότητα συντελεί σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς ο αέρας εντός των κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων περιέχει περισσότερες από εκατό αέριες ενώσεις που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μέσω του εξαερισμού. Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται κυρίως από οσμές και αέρια (μεθάνιο, οξείδιο αζώτου και αμμωνία) που προέρχονται από την αποσύνθεση και τη διάσπαση της κόπρου και των ούρων, από μικροβιακούς παράγοντες, σκόνη, ζωοτροφές και από τη

μυρωδιά των ίδιων των ζώων. Ο ελλιπής αερισμός των εγκαταστάσεων και η εναπόθεση υγρών αποβλήτων στο έδαφος εντείνουν το πρόβλημα. Στην αμμωνία που εκλύεται από τα ούρα και την κόπρω των ζώων αποδίδεται η οξίνιση του περιβάλλοντος και ο ευτροφισμός. Περίπου το 50% των εκπομπών της αμμωνίας προέρχονται από τον εξαερισμό των κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων και τα υγρά απόβλητα των εκτροφών και το υπόλοιπο 50% από τη διασπορά της κόπρω στο έδαφος. Οι εκπομπές αμμωνίας επηρεάζονται από τη συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στα υγρά λύματα, το pH και τη θερμοκρασία των λυμάτων και την ταχύτητα του αέρα. Το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου αποτελούν τα σημαντικότερα αέρια που εμπλέκονται στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, επηρεάζοντας το τροποσφαιρικό και το στρατοσφαιρικό στρώμα του όζοντος. Η πλειοψηφία των εκπομπών του μεθανίου από αγροτικά ζώα προέρχεται από την εντερική δραστηριότητα των μηρυκαστικών και την αποθήκευση και διαχείριση της κόπρω των μονογαστρικών ζώων (Μαρτζόπουλος, 2003; Κωτσόπουλος, 2005; Τσιούνη, 2016).

3.4 Συστήματα διαχείρισης ζωικών αποβλήτων

Τα ζωικά απόβλητα μπορούν να επεξεργαστούν με χημικές, μηχανικές ή/και βιολογικές μεθόδους. Αρχικά τα απόβλητα επιβάλλεται να απομακρυνθούν από τις σταβλικές εγκαταστάσεις και να συγκεντρωθούν σε κατάλληλους υποδοχείς, είτε μετά από προκαταρκτική επεξεργασία, είτε απευθείας, με σκοπό τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου και την μετατροπή σε υλικά κατάλληλα για διάθεση στον τελικό αποδέκτη (Μητσόπουλος, 2011). Οι χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο όταν θεωρηθεί απαραίτητη η μείωση της οσμής που εκλύεται από τα απόβλητα. Η καύση των αποβλήτων που περιέχουν πολύ μικρό ποσοστό υγρασίας (ξηρή ή στερεή κόπρος) είναι μια λιγότερο διαδεδομένη μέθοδος, που προσφέρει ωστόσο το πλεονέκτημα της απαλλαγής από τον όγκο των αποβλήτων. Μεταξύ των μηχανικών μεθόδων ο διαχωρισμός των αποβλήτων με ειδικό εξοπλισμό (διαχωριστές) σε υγρά και στερεά έχει το πλεονέκτημα της απόδοσης δύο υλικών εύκολων στη διαχείριση (ρευστή και στερεά κόπρος). Επιπλέον μία μείωση του BOD (Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο) και COD (Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο) έως και 40% έχει παρατηρηθεί με ορισμένες μεθόδους διαχωρισμού. Οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας (αερόβια, αναερόβια και βιολογικά φίλτρα) αποσκοπούν στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου των οργανικών αποβλήτων (BOD) όπως τα ζωικά (Μαρτζόπουλος, 2003).

3.4.1 Συστήματα αερόβιας επεξεργασίας

Τα συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας αποτελούν τα πιο συχνά εφαρμοζόμενα και βασίζονται στη διαδικασία όπως αερόβια χώνευσης. Η αερόβια χώνευση είναι μια βιολογική διαδικασία που πραγματοποιείται με την παρουσία οξυγόνου. Κάτω από αερόβιες συνθήκες τα βακτήρια έχουν τη δυνατότητα να καταναλώνουν με ταχύ ρυθμό την οργανική ύλη, μετατρέποντάς τη σε διοξείδιο του άνθρακα. Μετά την κατανάλωση όπως οργανικής ύλης τα βακτήρια πεθαίνουν και καταναλώνονται από άλλα βακτήρια. Στην αερόβια επεξεργασία χρησιμοποιούνται δεξαμενές ανοικτού

τύπου και κλειστού υπόγειου τύπου με χορήγηση αέρα. Στο σύστημα ανοικτών δεξαμενών χρησιμοποιούνται εξωτερικές ανοικτές δεξαμενές και η στερεοποίηση των ζωικών αποβλήτων γίνεται με προσθήκη οξυγόνου. Κατά την προσθήκη οξυγόνου στην κόπρo εμφανίζονται βακτηρίδια που ξεκινούν τον διαχωρισμό όπως και μειώνουν την οσμή όπως. Το παραπάνω σύστημα έχει πολύ χαμηλό κόστος εφαρμογής, με βασική προϋπόθεση τη διατήρηση των αποβλήτων για 4-6 μήνες στη δεξαμενή συγκέντρωσης, ώστε να διαμορφωθεί κατάλληλο μείγμα για τη διάθεσή του σε καλλιεργούμενες εκτάσεις ως ακίνδυνο εδαφοβελτιωτικό. Στην περίπτωση των κλειστών δεξαμενών, στη μάζα όπως κόπρου εισάγεται ατμοσφαιρικός αέρας με τη βοήθεια συστήματος αερισμού σε μορφή φυσαλίδων. Είναι μία εξώθερμη αερόβια επεξεργασία όπως υγρής φάσης όπως κόπρου, που πραγματοποιείται μέσα σε αντιδραστήρες. Τελικά, οι οργανικές ενώσεις όπως κόπρου οξειδώνονται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό, νιτρικές, θειικές και φωσφορικές ενώσεις. Η δεσμευμένη όπως οργανικές ενώσεις ενέργεια απελευθερώνεται με την οξείδωσή όπως, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία όπως κόπρου σε 36-45 °C. Κατά την αερόβια επεξεργασία όταν δεν εφαρμόζεται συνεχής ανάμιξη και αερισμός του μίγματος δεν επιτυγχάνεται μείωση των οσμών, με αποτέλεσμα να υπάρχει έντονη δυσοσμία στην ευρύτερη περιοχή (Μαρτζόπουλος, 2003; Μητσόπουλος, 2011).

3.4.2 Συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας

Κατά την αναερόβια επεξεργασία τα ζωικά απόβλητα οδηγούνται σε αεροστεγείς δεξαμενές, όπου διασπώνται σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο, υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Ως αναερόβια χώνευση ορίζεται η βιολογική διαδικασία κατά την οποία ο οργανικός άνθρακας μέσω διαδοχικών οξειδώσεων και αναγωγών μετατρέπεται στην πλέον οξειδωμένη (διοξείδιο του άνθρακα) και την πιο ανηγμένη (μεθάνιο) του μορφή, υπό την καταλυτική δράση όπως ευρέος φάσματος μικροοργανισμών, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Τα βασικά προϊόντα όπως διαδικασίας είναι, εκτός του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου, το άζωτο, το υδρογόνο, η αμμωνία και το υδρόθειο. Το τελικό προϊόν όπως διαδικασίας είναι άριστο εδαφοβελτιωτικό (Μητσόπουλος, 2011). Οι κυριότεροι τύποι αναερόβιων βιολογικών αντιδραστήρων που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία ζωικών αποβλήτων είναι ο αντιδραστήρας εφάπαξ πλήρωσης, ο συνεχούς ανάδευσης, ο αναερόβιας επαφής, ο αναερόβιου φίλτρου και ο αντιδραστήρας ανοδικής ροής των αποβλήτων μέσα από αναερόβια στρώση λάσπης. Δύο κύριοι τύποι αναερόβιας χώνευσης χρησιμοποιούνται, οι ανοικτές χωμάτινες αναερόβιες δεξαμενές και οι κλειστές αερόβιες δεξαμενές παραγωγής βιοαερίου. Το σύστημα των ανοικτών χωμάτινων αναερόβιων δεξαμενών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η απλότητα και η οικονομικότητά του, ενώ όπως είναι ένα σύστημα που ταιριάζει κατεξοχήν σε ζωικά απόβλητα μεγάλου οργανικού φορτίου. Το σύστημα των ανοικτών χωμάτινων δεξαμενών αποτελείται από μία ή δύο συνεχόμενες βαθιές δεξαμενές κατάλληλα κατασκευασμένες ώστε να ελαχιστοποιείται η διαρροή υγρών στο έδαφος. Τα συστήματα αναερόβιας χώνευσης ζωικών αποβλήτων οδηγούν στην

παραγωγή του βιοαερίου (Μαρτζόπουλος, 2003; Μητσόπουλος, 2011; Χαραλάμπους, 2014; Σαρρηγιάννης 2015 (i), Σαρρηγιάννης 2015 (ii)).

3.4.3 Παραγωγή βιοαερίου και βιοντίζελ

Το βιοαέριο είναι ένα προϊόν με όπως ενεργειακές όπως που εξαρτώνται από τη φύση όπως πηγής παραγωγής του. Η σύσταση του βιοαερίου εξαρτάται από το είδος του υποστρώματος που μεταβολίζεται και από ένα σύνολο περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν τη μικροβιακή δράση. Το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα είναι τα δύο κύρια συστατικά του βιοαερίου, αποτελώντας πάνω από το 90% του συνολικά παραγόμενου όγκου του αερίου. Σε ένα μίγμα ζωικών αποβλήτων η διαδικασία όπως αναερόβιας χώνευσης ολοκληρώνεται από ένα μικροβιακό σύστημα σε τρία κύρια στάδια (1^ο στάδιο: αερόβια φάση, 2^ο στάδιο: μεταβατικό) και λαμβάνει χώρα στα όρια μεταξύ στερεού οργανικού υλικού (απόβλητα) και νερού (σε ελεύθερη μορφή ή ως υγρασία). Το στερεό υπόστρωμα των αποβλήτων αποτελεί την τροφή όπως ετερογενούς μικροβιακού πληθυσμού που βρίσκεται στην υδατική φάση (στην υγρασία των αποβλήτων και στο ελεύθερο νερό) και ο οποίος μεταβολίζει τα διαλυμένα συστατικά των στερεών αποβλήτων τελικά σε αέρια προϊόντα (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο). Τα ζωικά απόβλητα είναι κομβικής σημασίας για την παραγωγή βιοαερίου, το οποίο είναι μια βιώσιμη, περιβαλλοντικά συμφέρουσα πηγή ενέργειας (Μαρτζόπουλος, 2003; Sorathiya, 2014; Τσιούνη, 2016; Ζαφείρης, 2016; Σταμάτη, 2017).

Το βιοντίζελ είναι καύσιμο φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Προέρχεται συνήθως από την επεξεργασία φυτών μεγάλης καλλιέργειας ή ζωικών λιπών και χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την τροφοδοσία οχημάτων ως υποκατάστατο του πετρελαίου κίνησης. Η μέθοδος παραγωγής βιοντίζελ είναι η μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων με κάποια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους. Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες όπως γλυκερόλης με λιπαρά οξέα και αποτελούν το κύριο συστατικό των ζωικών λιπών. Κατά την αντίδραση όπως μετεστεροποίησης ο τριεστέρας όπως γλυκερόλης αντιδρά με την αλκοόλη, παράγοντας ένα μείγμα εστέρων και αλκοόλης με λιπαρά οξέα και τριεστέρα και γλυκερόλη ή γλυκερίνη. Η διαδικασία όπως μετεστεροποίησης έχει ως συνέπεια τη σημαντική μεταβολή του ιξώδους του ελαίου. Τελικά, ο μεθυλεστέρας που παράγεται έχει ιξώδες παρόμοιο του ορυκτού πετρελαίου και είναι απόλυτα αναμίξιμος με το πετρέλαιο σε οποιαδήποτε αναλογία. Οι πρώτες ύλες των ζωικών αποβλήτων (απόβλητα σφαγείων και σφαγέντων ζώων, φτερά πτηνών) περιέχουν υψηλό ποσοστό τριγλυκεριδίων και λιπαρών οξέων και ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ (Sorathiya, 2014; Τσιούνη, 2016; Σταμάτη, 2017).

3.4.4 Κομποστοποίηση

Ως κομποστοποίηση ορίζεται η αποσύνθεση των διαφόρων οργανικών υλικών (φυτικά απορρίμματα, ζωικά απόβλητα κ.α.) από τη δράση όπως πλήθους μικροοργανισμών, σε θερμό, υγρό και αεριζόμενο περιβάλλον. Τα οργανικά υλικά που συγκεντρώνονται τεμαχισμένα σε κατάλληλα διαμορφωμένους σωρούς, περιέχουν όπως απαραίτητους πληθυσμούς μικροοργανισμών για την έναρξη όπως διαδικασίας αποσύνθεσης, που υπό φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος απαιτεί μεγάλα χρονικά διαστήματα. Στόχος είναι να

διατηρείται η παραγόμενη θερμότητα από τη διαδικασία, ώστε να επιταχυνθεί η αποσύνθεση. Οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στην κομποστοποίηση είναι κυρίως βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες, πρωτόζωα, αρθρόποδα και διάφορα έντομα. Η διαδικασία όπως κομποστοποίησης ολοκληρώνεται σε δύο στάδια. Αρχικά η διαδικασία όπως βιοσταθεροποίησης ή βιοαποδόμησης έχει διάρκεια 2-8 εβδομάδων. Αυτή περιλαμβάνει όπως όπως μικροβιολογικές δραστηριότητες για την αποδόμηση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών. Η κόπρος αρχικά διαμορφώνεται σε σωρούς και σε τακτά χρονικά διαστήματα αναδεύεται. Σε αυτή τη φάση οι μικροοργανισμοί δεσμεύουν οξυγόνο καθώς διασπούν το οργανικό υλικό όπως κόπρου και παράγουν θερμότητα, υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα. Ανάλογα με τη θερμοκρασία, την υγρασία και το επίπεδο οξυγόνου του σωρού ενδέχεται να εφαρμοστεί αναστροφή, αερισμός ή προσθήκη νερού. Η δεύτερη διαδικασία που οδηγεί στην ολοκλήρωση όπως μεθόδου είναι η ωρίμανση. Το παραγόμενο υλικό του προηγούμενου σταδίου αφήνεται να ωριμάσει για 4-12 εβδομάδες. Το σταθερό χουμικό προϊόν που προκύπτει ονομάζεται κόμποστ και είναι ασφαλές υγειονομικά. Το κόμποστ έχει το 40-80% του αρχικού όγκου των αποβλήτων. Τα κομποστοποιημένα ζωικά απόβλητα έχουν χρώμα σκούρο καφέ έως γκρίζο-μαύρο, λεπτόκοκκη υφή και χαρακτηριστική μυρωδιά χρώματος. Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από διάφορα ιχνοστοιχεία, όπως χαλκός, μόλυβδος, νικέλιο και ψευδάργυρος. Το κόμποστ χρησιμοποιείται συνήθως ως εδαφοβελτιωτικό και ως λίπασμα (μετά την ανάμιξή του με ανόργανα χημικά πρόσθετα) (Sorathiya, 2014; Σαρρηγιάννης, 2015; Τσιούνη, 2016).

Σύνοψη

Συνοψίζοντας από την διδακτική μας ενότητα μας μάθαμε τα εξής:

Η χρήση των υδάτων στην αγροτική παραγωγή καθορίζεται από τις αρχές προστασίας του περιβάλλοντος, δηλαδή από την εφαρμογή των νομικών πλαισίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των διαφόρων πρωτοκόλλων που είναι σε ισχύ για την προστασία του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ 2014-2020), τα μέτρα που επιδοτούν τις επενδύσεις άρδευσης έχουν ως στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας της άρδευσης στη γεωργία.

Η λιπαντική αγωγή των καλλιεργειών καθορίζεται από τη συμπεριφορά των λιπασμάτων στο περιβάλλον και την εφαρμογή των νομικών πλαισίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία του περιβάλλοντος. Κάθε γεωργική εκμετάλλευση υποχρεούται να συμβάλλει στην τήρηση των εθνικών ή των διεθνών ορίων ως προς τη συγκέντρωση νιτρικών ή φωσφορικών αλάτων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Επιπρόσθετα ο υπολογισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων του όγκου του νερού σε σχέση με τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία που απαιτείται για την καλλιέργεια θα πρέπει να γίνεται με βάση την ανάλυση εδάφους και την φυλλοδιαγνωστική και να συνδυάζεται όπου είναι απαραίτητο με άλλα υδρογεωλογικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά σε επίπεδο λεκάνης απορροής

Μελετήσαμε τους τρόπους διαχείρισης-αποθήκευσης-χρήσης λιπασμάτων-κοπριάς, την διαχείριση των μέσων εφαρμογής λιπασμάτων, τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματά τους, ενώ παράλληλα μελετήσαμε τις παραμέτρους που καθορίζουν την ορθή λιπαντική αγωγή. Παράλληλα μελετήσαμε την διαδικασία δειγματοληψίας φύλλων για τη διενέργεια φυλλοδιαγνωστικής σε βασικές καλλιέργειες.

Τα ζωικά απόβλητα είναι φορείς μικροβίων, που μπορεί να μεταδοθούν στον άνθρωπο με μολυσμένο νερό ή τρόφιμα. Για το λόγο αυτό η ελλιπής ή η ακατάλληλη επεξεργασία των ζωικών αποβλήτων έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία. Ωστόσο τις πρώτες ύλες των ζωικών αποβλήτων ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ, και το κόμποστ που προέρχεται τα απόβλητα χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό. Οι επιπτώσεις αυτές μας γίνονται περισσότερο κατανοητές μέσα από την μελέτη των μεθόδων παράθεσης και ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων μηρυκαστικών και μονογαστρικών ζώων.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Alexandridis, Th., Cherif, I., Chemin, Y., Silleos, G., Stavrinos, E., and Zalidis, G. Integrated Methodology for Estimating Water Use in Mediterranean Agricultural Areas. *Remote Sens.* 2009, 1, 445-465; doi:10.3390/rs1030445
- ExternE: *Externalities of Energy*, (2005), Methodology 2005 Update, Published by European Commission, Directorate-General for Research, Sustainable Energy Systems, Office of Publications for the European Communities, Luxembourg.
- Karyotis Th. and A. Panagopoulos. 2007. Groundwater pollution by nitrates in Greece: Policy Measures and Agricultural Practices according to the Nitrate Directive. (http://www.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=4948&tt=crpa_www&sp=optiman).
- Karyotis Th., A. Panagopoulos, N. Danalatos, D. Pateras, A. Panoras and C. Kosmas. 2001. "Agricultural Policy and measures for mitigation of nitrates in groundwaters of Central Greece". A workshop "Beyond nutrient balances", Adis Ababa, Αιθιοπία. Πρακτικά σελ. 87-90.
- Karyotis Th., Panagopoulos, A., Pateras, D., Panoras, A., Danalatos. N., Angelakis, C. Kosmas, C., 2002, The Greek Action Plan for the mitigation of nitrates in water resources of the vulnerable district of Thessaly. *Journal of Mediterranean Ecology*, Firma Effe Publisher, Reggio Emilia, v.4, pp.73-78

- Katsiloulis, Ir., Th. Karyotis, Th., Georgiou, Th. Mitsimponas, A. Panagopoulos, A. Panoras, D. Pateras, A. Haroulis, G. Argyropoulos and M. Toulis. 2004. Nitrates in soils and Water originated from Agricultural sources: A case study in Thessaly, Central Greece. In: Controlling nitrogen flows and losses. Edited by D. Hatch, D. Chadwick, S. Jarvis and J. Roker. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. ISBN 9076998434, pp.447-448.
- S.J. van Andel, E. Stavrinis, R.E. van der Zwan, T.K. Alexandridis. IRLA 2014. The Effects of Irrigation and Drainage on Rural and Urban Landscapes, Earth observation and DSS technical support tools for operational water management: User's feedback on MyWater project. Proceedings of 15th Soil Science Conference . Patras, Greece.
- Sorathiya, L.M., Fulsoundar, A.B., Tyagi, K.K., Patel, M.D., & Singh, R.R., (2014). "Eco-Friendly and Modern Methods of Livestock Waste Recycling for Enhancing Farm Profitability", *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(1), 50.
- Stavrinis E. MYWATER - MERGING HYDROLOGIC MODELS AND EODATA FOR RELIABLE INFORMATION ON WATER. Hellenic Ministry of Rural Development and Food, Directorate of Water Reclamation and Soil-Water Resources Planning Athens, Greece. MyWater Training Course, Lisbon 9 - 12 / 12 / 2013
- Stavrinis, E., Th. Alexandridis, A. Panagopoulos and G. Zalidis. 2011. Using water accounting indicators and geoinformation to characterise irrigation networks in tyrnavos sub-basin (greece). International Conference of Soil Sustainability. Sofia.
- Taiganides, P.E., (1978), *Animal Waste*, WHO, Copenhagen, Denmark.
- Mitsimponas Th., Th. Karyotis, N. Zagouroglou and S. Beltsios. 2000. Seasonal Variation of nitrates and ammonium in ground waters and estuaries of Central Greece: role of agriculture. Third International Congress, European Society for Soil Conservation. Valencia, Ισπανία. Abstract σελίδα 253, Πρακτικά του Συνεδρίου.

Ελληνόγλωσση

- Αγγελάκης Κ., Γιάσογλου Ν., Δαναλάτος Ν., Θεοχαρόπουλος Σ., Καρυώτης Θ., Κοσμάς Κ., Κούμας Δ., Λιάτου Α., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Πατέρας Δ., Ράπτης Σ., 1999. Σχέδιο Δράσης για τις ευαίσθητες περιοχές της Ελλάδας, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ – Περιοχή Κωπαΐδας. ΕΘΙΑΓΕ, 35 σ. συν παραρτήματα, Λάρισα.
- Αλεξίου Ι., Αργυρόπουλος Γ., Δημογιάννης Δ., Ζέρβα Γ., Ηλιάδης Κ., Καλφούντζος Δ., Καρυώτης Θ., Κωτσόπουλος Σ., Μητσιμπόνας Θ., Παναγόπουλος Α., Τούλιος Λ., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., 2001. Συμπληρωματικές περιβαλλοντικές δράσεις του Κανονισμού 2078/92 ΕΟΚ – Μελέτη φυσικών πόρων και παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών της Θεσσαλίας – Δίκτυο παρακολούθησης των υπόγειων υδροφορέων της Θεσσαλίας. ΕΘΙΑΓΕ, 84 σ., Λάρισα.

- Γεωργακάκης, Δ., (1998), *Επεξεργασία Και Διάθεση Αποβλήτων Κτηνοτροφικών Μονάδων Και Γεωργικών Βιομηχανιών*, Εκδόσεις Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Γεωργακάκης, Δ., (2003), *Διαχείριση Αποβλήτων*, Στερεά και Υγρά Γεωργικά Απόβλητα, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Γεωργακάκης, Δ., (2008), *Διαχείριση Αποβλήτων*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Γιάσογλου Ν., Δαναλάτος Ν., Ζυμής Α., Καρυώτης Θ., Κοσμάς Κ., Κούμας Δ., Λιάτου Α., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Πατέρας Δ., Ράπτης Σ., 2000. Σχέδιο Δράσης των ευαίσθητων περιοχών του Αργολικού Πεδίου, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ. ΕΘΙΑΓΕ, 36 σ., Λάρισα.
- Θεριός, Ι. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Δεδούση. Θεσσαλονίκη, 1996.
- Καρυώτης Θ., Αλεξίου Ι., Καλφούντζος Δ., Κατσιλούλη Ε., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Παπαδόπουλος Α., Παπαδόπουλος Φ., Πατέρας Δ., Σωτηρόπουλος Θ., 2004. Σχέδιο Δράσης για τις ευαίσθητες στη νιτρορύπανση πεδινών περιοχών των Νομών Πέλλας και Ημαθίας. ΕΘΙΑΓΕ, 89 σ. συν παραρτήματα, Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Γεωργίου Θ., Γιάσογλου Ν., Θεοχαρόπουλος Σ., Κατσιλούλη Ε., Κοσμάς Κ., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Πατέρας Δ., Τούλιος Μ., 2001. Ομαδοποίηση εδαφικών κλάσεων για τις ανάγκες του συνταχθέντος Σχεδίου Δράσης των ευαίσθητων περιοχών στη νιτρορύπανση: Αργολικού Πεδίου, Κωπαϊδικού Πεδίου, Περιοχής Πηνειού Ηλείας. ΕΘΙΑΓΕ, 40 σ., Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Γιάσογλου Ν., Δαναλάτος Ν., Καφίρας Χ., Κοσμάς Κ., Κούμας Δ., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Πατέρας Δ., Ράπτης Σ., 2000. Σχέδιο Δράσης των ευαίσθητων περιοχών της λεκάνης Πηνειού Ηλείας, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ. ΕΘΙΑΓΕ, 40 σ., Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Γιάσογλου Ν., Δαναλάτος Ν., Κοσμάς Κ., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Πατέρας Δ., 2002. Σχέδιο δράσης των ευαίσθητων στη νιτρορύπανση περιοχών του Νομού Σερρών, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ. ΕΘΙΑΓΕ, 64 σ. συν παραρτήματα, Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Γιάσογλου Ν., Κοσμάς Κ., Πατέρας Δ., Δαναλάτος Ν., Πανώρας Α., Αγγελάκης Κ., Παναγόπουλος Α., Κούμας Δ., Ράπτης Σ., 1999. Σχέδιο Δράσης των Ευαίσθητων Περιοχών της Θεσσαλίας, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ. ΕΘΙΑΓΕ, 47 σ. συν παραρτήματα, Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Μητσιμπόνας Θ., Παναγόπουλος Α., Πανώρας Α., Τζιουβαλέκας Μ., 2001. Συμπληρωματικές περιβαλλοντικές δράσεις του Κανονισμού 2078/92 ΕΟΚ – Μελέτη φυσικών πόρων και παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών της Θεσσαλίας – Επέκταση του δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδροφορέων της Θεσσαλίας. ΕΘΙΑΓΕ, 92 σ., Λάρισα.
- Καρυώτης Θ., Πατέρας Δ., Παναγόπουλος Α., Αργυρόπουλος Γ., Τούλιος Μ., Γεωργίου Θ., Κατσιλούλη Ε., 2001. Ομαδοποίηση εδαφικών κλάσεων για τις ανάγκες του συνταχθέντος Σχεδίου Δράσης νιτρορύπανσης της Θεσσαλίας. ΕΘΙΑΓΕ, 28 σ., Λάρισα.

- Κουκουλάκης, Π.Χ., Παπαδόπουλος, Α.Η. Η ερμηνεία της ανάλυσης του εδάφους. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. Αθήνα, 2001.
- Κουκουλάκης, Π.Χ., Παπαδόπουλος, Α.Η. Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. Αθήνα, 2003.
- Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, Σχέδιο Δράσης κατά της νιτρορρύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών της Θεσσαλίας ΦΕΚ 477 Β/6-4-2000.
- Κωτσόπουλος, Θ., (2005), *Αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης των Λυμάτων Χοιροστασίων με την Προσθήκη Ζεόλιθου για Παραγωγή Βιοαερίου στο Θερμόφιλο Εύρος*, Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Μαρτζόπουλος, Γ.Γ., (2003), *Εκμηχάνιση Κτηνοτροφικών Μονάδων και Διαχείριση Λυμάτων*, Διδακτικές Σημειώσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Μελέτη Προγράμματος "Επίπεδα νιτρορρύπανσης στα υπόγεια νερά περιοχών των Δ. Νίκαιας και Κραννώνας Ν. Λαρίσης και εφαρμογή μέτρων για την προστασία των εδαφικών πόρων". 2001. Εκτύπωση ΙΓΜΕ, Τμήμα Γεωχημείας και Περιβάλλοντος, σελίδες 52.
- Μητσόπουλος, Α., (2011), *Μέθοδοι Διαχείρισης Ζωικών Αποβλήτων - Αποτελεσματικότητα της Εφαρμογής των Μεθόδων στη Μείωση του Ρυπαντικού Φορτίου. Η Εφαρμογή και Αποτελεσματικότητα των Μεθόδων σε Μονάδες Αγελαδοτροφίας στην Περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας*, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου»
- Περγιαλιώτης, Π., Συλλογικά εγγειοβελτιωτικά έργα και περιβάλλον – Διαχρονική θεώρηση των εξελίξεων, Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Ημερίδα «Υδρογεωλογία και Περιβάλλον», Αθήνα, 2001
- Σταμάτη, Χ.Α., (2017), *Συγκριτική Αξιολόγηση Εναλλακτικών Μεθόδων Επεξεργασίας των Λυμάτων Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων: Η Περίπτωση του Βιοαερίου*, Μεταπτυχιακή Εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σταυρινός, Ε. 2010. Η Κοστολόγηση του Αρδευτικού Νερού ως Εργαλείο Διαχείρισης στα Εγγ/κά Έργα. Γ.Π.Α.19/11/2009.
- Σταυρινός, Ε., Θ. Αλεξανδρίδης, Γ. Γαλάνης, και Γ. Ζαλίδης. 2011. Εκτίμηση δεικτών λογιστικής ύδατος με δορυφορική τηλεπισκόπηση και GIS στην πεδιάδα Σερρών. 7ο Συνέδριο ΕΓΜΕ. Αθήνα.
- Σταυρινός, Ε.Α., Υδατικό αποτύπωμα και δείκτες λογιστικής αρδευτικού νερού, Εσπερίδα ΤΕΕ «Το υδατικό αποτύπωμα: ένα εργαλείο για την ορθολογική διαχείριση του νερού», Αθήνα, 2012 (διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://library.tee.gr/digital/m2583/m2583_stavrinos.pdf)

- Σχέδια Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών Κωπαϊδικού Πεδίου, Αργολικού και Πηνειού Ηλείας ΦΕΚ 1195Β/14-9-2001.
- Σχέδιο Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα ΦΕΚ 1894/Β/2006.
- Σχέδιο Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών της λεκάνης Θεσσαλονίκης-Πέλλας-Ημαθίας ΦΕΚ 530/Β/2006.
- Τζώρτη, Α., Η βιολογική γεωργία και η επίδρασή της στους υδατικούς πόρους, Μεταπτυχιακή εργασία, ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», σελ. 165, ΕΜΠ, Αθήνα, 2009
- Τσαπικούνης, Φ. Θρέψη-Λίπανση των φυτών. Μέρος Δ'. Λαχανικά-Βιομηχανικά Φυτά-Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα, 1997.
- Τσελές, Δ., Ευθυμιάδου, Α., Γκούλτα, Μ., (2011), *Βιολογική Γεωργία*, Επιστημονική Υποστήριξη Νέων Αγροτών, ΤΕΙ Πειραιά.
- Τσιούνη, Μ., (2016), *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Ζωικών Αποβλήτων*, Μεταπτυχιακή Εργασία, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Φραγκάκη, Γ., (2008), *Ενεργειακό Δυναμικό από τα Κτηνοτροφικά Απόβλητα στο Νομό Ηράκλειου*, ΤΕΙ Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Ηράκλειο.

Χρήσιμες Διευθύνσεις στο Διαδίκτυο

- Η οδηγία για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο ρύπανσης (96/61/ΕΚ). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0061&from=EL>
- Η οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (οδηγία πλαίσιο για τα νερά) <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=F1AF2ARLHmo%3D&tabid=248&language=el-GR>
- Ιστοσελίδα Ειδικής γραμματείας Υδάτων – νιτρορύπανση: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=250>
- Gaia Επιχειρείν: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Κοπριά_αγροτικών_ζώων
- Agrocapiat: <http://www.agrocapital.gr/Category/Kalliergies/Article/12078/i-synthesi-tis-koprias-kai-i-syneisfora-tis-stin-ayxisi-twn-apodosewn>
- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-9.pdf>
- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-101.pdf>
- <http://docplayer.gr/2079978-Diaheirisi-ktinotrofikon-apovliton-me-anaerovia-honeysi.html>
- <http://docplayer.gr/2743974-Hristos-zafeiris-m-sc.html>

- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-101.pdf>
- http://library.tee.gr/digital/m2583/m2583_stavrinos.pdf)
- Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών 1^{ης} Αναθεώρησης είναι ανηρτημένα στη σελίδα:
<http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/>
- Εγκεκριμένες προδιαγραφές εκπόνησης γεωργοοικονομικών – γεωργοτεχνικών μελετών για τα συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα που κατασκευάζει το Υπουργείο αλλά και υπόλοιποι φορείς του Δημοσίου.
<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer/2/eggeiesbeltioseis/meletesee/1629-prodmeleton>
- Σε ότι αφορά στα εδαφολογικά δεδομένα, σας γνωρίζουμε ότι το Υπουργείο έχει αναρτήσει εδαφολογικό χάρτη κλίμακας 1:30.000, στην ιστοσελίδα: <https://iris.gov.gr/SoilServices/>
- Στο πλαίσιο της εναρμόνισης της Ελλάδας με το άρθρο 9 της ΟΠΥ, έχει ήδη εκδοθεί η αρ. 135275/2017 (ΦΕΚ Β 1751) Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων της Ελλάδας, με την οποία εγκρίθηκαν οι γενικοί κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος, καθώς και η μέθοδος και διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του.
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=AXAiNZ9853A%3d&tabid=248&language=el-GR>
- Στη σελίδα: <http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/> βρίσκονται αναρτημένα τα εγκεκριμένα ΣΔΛΑΠ ανά Υδατικό Διαμέρισμα.
- Maria José Roxo Pedro Cortesão Casimiro Tiago Miguel Sousa Τι σημαίνει ; DesertLinks Project Framework 5 European Union Geografia e Planeamento Regional Faculdade de Ciências Sociais e Humanas Universidade Nova de Lisboa. *DesertLinks /desertlinks/index.htm Faculdade de Ciências Sociais e Humanas Framework 5 Maria José Roxo Pedro Cortesão Casimiro Tiago Sousa*
- www.mdpi.com/journal/remotesensing
- <http://www.emwis.net/topics/WaterScarcity/foI083685>
- <http://www.rala.is/rade/ralareport/yassoglou.pdf>
- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-9.pdf>
- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-101.pdf>
- <http://docplayer.gr/2079978-Diaheirisi-ktinotrofikon-apovlition-me-anaerovia-honeysi.html>
- <http://docplayer.gr/2743974-Hristos-zafeiris-m-sc.html>
- <http://www.enve-lab.eu/wp-content/uploads/2015/03/Environmental-engineering-lecture-101.pdf>
- EUROPEAN INNOVATION PARTNERSHIP (eip-agri) στη διεύθυνση: <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/>

