

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).

Στο θεματικό πεδίο περιλαμβάνονται, τουλάχιστον, συμβουλές που αφορούν:

- α) στην ορθολογική χρήση του νερού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις συμπεριλαμβανομένης της σύνταξης σχεδίου διαχείρισης νερού για τις ανάγκες της γεωργικής εκμετάλλευσης,
- β) στην προστασία και ορθή διαχείριση υδάτων συμπεριλαμβανομένης και της ορθολογικής χρήσης λιπασμάτων,
- γ) στην ορθολογική διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (κοπριάς) με στόχο την μείωση της ρύπανσης των υδάτων.

1. Διδακτική υποενότητα I: 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, Ε. Τζιρίτης² και Β. Καββαδίας (Συντονιστής)

¹ Γεωπόνος – Εδαφολόγος, ΔΣ Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρείας

² Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων, Θεσσαλονίκης (Θέρμη)⁴ Ινστιτούτο Εδαφολογικών Πόρων, Τμήμα Εδαφολογίας Αθηνών, Λυκόβρυση, Αττική

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

Συγγραφική ομάδα

Χρ. Νούλας¹, Θ. Χατζηστάθης², Μ. Ιατρού², 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 III: Ορθολογική διαχείριση των ζωικών αποβλήτων (κοπριάς) με στόχο την μείωση της ρύπανσης των υδάτων.

Συγγραφική ομάδα

Μ. Καρατζιά¹ Π. Κούγιας², 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 I: 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: 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 της χρήσης των λιπασμάτων για τη 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 νιτρορύπανσης	
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 III: 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, λαμβάνοντας υπόψη ότι η τιμή του νερού 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 γεωργούς 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 της χρήσης των λιπασμάτων και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνει μια γεωργική εκμετάλλευση για την τήρηση των εθνικών και των διεθνών ορίων ως προς τη συγκέντρωση νιτρικών και φωσφορικών αλάτων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.
- Να παρουσιαστούν οι βασικές κατευθύνσεις για τη διαχείριση και αποθήκευση των λιπασμάτων για την αποτροπή του κινδύνου διαρροής και τη διατήρηση της αρχικής τους ποιότητας 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, με βάση το είδος των ζώων που εκτρέφονται σε κάθε 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 παρέχουν συμβουλές στους γεωργούς με σκοπό να βελτιώσουν τη συντήρηση της υπάρχουσας υποδομής ή την κατασκευή νέας και επιπλέον 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 καταναλωθέντα 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 χρήση των λιπασμάτων (ποσότητα, τρόπος, τύπος, δόσεις, αρδευτικό σύστημα, περιεκτικότητα ΝΟ₃

στο αρδευτικό νερό, υπολειμματικό άζωτο εδάφους, εδαφολογικά χαρακτηριστικά, κλιματολογικές συνθήκες, τύπος καλλιέργειας).

- Τους τρόπους διαχείρισης-αποθήκευσης-χρήσης λιπασμάτων-κοπριάς και τη διαχείριση των μέσων εφαρμογής λιπασμάτων, τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματά τους, τα χαρακτηριστικά της χρησιμοποιούμενης 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.

Εισαγωγή

Η διαχείριση των φυσικών πόρων αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα ζητήματα του 21ου αιώνα, καθώς η ανθρώπινη δραστηριότητα και η κλιματική αλλαγή έχουν επιφέρει σοβαρές πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον. Τα βασικά στοιχεία της ζωής στον πλανήτη μας, το νερό και το έδαφος, αντιμετωπίζουν προκλήσεις

που επηρεάζουν όχι μόνο τα οικοσυστήματα αλλά και την ανθρώπινη κοινωνία, την οικονομία και την παγκόσμια υγεία. Η ανάγκη για τη διασφάλιση της βιώσιμης χρήσης αυτών των πόρων είναι επιτακτική, ειδικά στο πλαίσιο της αυξανόμενης απειλής που προκαλεί η κλιματική αλλαγή.

Η προστασία του νερού και του εδάφους αποτελεί τη βάση για την αντιμετώπιση της επισιτιστικής ασφάλειας, της δημόσιας υγείας, της περιβαλλοντικής αειφορίας και της οικονομικής ανάπτυξης. Το νερό είναι ένας περιορισμένος πόρος, κρίσιμος για την επιβίωση όλων των ζωντανών οργανισμών και απαραίτητος για την παραγωγή τροφίμων, τη βιομηχανία και την ενέργεια. Η κατάχρηση ή η απώλεια του πόρου αυτού οδηγεί σε σοβαρές επιπτώσεις, όπως η λειψυδρία και η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, με μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ανθρώπινη ευημερία (Gomiero, 2016).

Από την άλλη, το έδαφος αποτελεί βασικό στοιχείο της γεωργικής παραγωγής και υποστηρίζει τη ζωή σε ολόκληρο τον πλανήτη μέσω των διατροφικών αλυσίδων και της ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων. Ωστόσο, το έδαφος απειλείται από διάφορους παράγοντες, όπως η διάβρωση, η ερημοποίηση και η ρύπανση, που συνδέονται άμεσα με τη μη βιώσιμη χρήση των γαιών και την κλιματική αλλαγή (Smith et al., 2016).

Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει τα ήδη υπάρχοντα προβλήματα με τις μεταβολές στη θερμοκρασία και τα υδρολογικά μοτίβα, προκαλώντας φαινόμενα όπως ξηρασίες, πλημμύρες και την επιτάχυνση της απώλειας γόνιμου εδάφους. Σε συνδυασμό με την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και την αστικοποίηση, η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε αυξανόμενες προκλήσεις για τη διαχείριση του νερού και του εδάφους (Mondal and Palit, 2022).

Η διαχείριση των φυσικών πόρων, ειδικά του νερού και του εδάφους, απαιτεί μια συνολική προσέγγιση που περιλαμβάνει πολιτικές, νέες τεχνολογίες και κοινωνικές δράσεις. Η διεθνής συνεργασία και η εμπλοκή όλων των εμπλεκόμενων μερών — κυβερνήσεων, τοπικών κοινοτήτων και των μεμονωμένων παραγωγών— είναι απαραίτητη για την επιτυχία αυτών των προσπαθειών. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με τη νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική που τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιανουαρίου του 2023 (Στρατηγικό Σχέδιο της ΚΑΠ 2023-2027) και τις οδηγίες 2000/60/ΕΚ και 2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, καθορίζει με λεπτομέρειες τις δράσεις που πρέπει να αναληφθούν για τη διατήρηση των φυσικών πόρων. Οι κατευθυντήριες αυτές γραμμές προβάλλουν ένα συνδυασμό τεχνολογικών λύσεων με τη διατήρηση των παραδοσιακών μεθόδων βιώσιμης χρήσης των

φυσικών πόρων, που μπορούν να συμβάλουν στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος.

Η παρ. 3 του άρθρου 11 της οδηγίας πλαίσιο για τα νερά καθορίζει σαφείς κατευθυντήριες γραμμές για την προστασία και διαχείριση των υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με επίκεντρο την προστασία των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Κάθε κράτος μέλος καλείται να εφαρμόσει αναγκαία μέτρα για την αποτροπή της υποβάθμισης της κατάστασης των επιφανειακών υδάτων και να διασφαλίσει την αποκατάστασή τους. Παράλληλα, η οδηγία θέτει προθεσμία 15 ετών για την επίτευξη αυτών των στόχων, παρέχοντας τη δυνατότητα παράτασης αν οι επιβεβλημένες βελτιώσεις αποδειχθούν τεχνικά δύσκολες ή ιδιαίτερα δαπανηρές.

Η προστασία των υπόγειων υδάτων συνιστά επίσης ουσιώδες μέρος της οδηγίας, όπου τα κράτη μέλη οφείλουν να αποτρέπουν τη ρύπανση, να διατηρούν την ισορροπία άντλησης και ανατροφοδότησης και να περιορίζουν τις αυξητικές τάσεις των συγκεντρώσεων των ρύπων, που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι προβλεπόμενες ενέργειες αποσκοπούν στη σταδιακή μείωση της ρύπανσης και στη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης προστασίας των υπόγειων υδάτων. Στις προστατευόμενες περιοχές η οδηγία επιβάλλει την τήρηση όλων των πρότυπων προστασίας και των στόχων έως το 2025, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά από ειδικές νομοθεσίες.

Η εφαρμογή αυτών των στόχων σε συγκεκριμένα υδατικά συστήματα ενδέχεται να απαιτεί μια ευελιξία ως προς τις προθεσμίες, ιδίως σε περιπτώσεις τεχνικών δυσκολιών ή οικονομικών περιορισμών και πάντοτε με στόχο να διασφαλίζεται ότι δεν θα σημειωθεί περαιτέρω υποβάθμιση του συστήματος. Παράλληλα, η οδηγία αναγνωρίζει ότι σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών ή ανωτέρας βίας, όπως ακραίες πλημμύρες και ξηρασίες, οι επιπτώσεις που προκαλούνται στα υδατικά συστήματα δεν αποτελούν παραβάσεις της νομοθεσίας, με την προϋπόθεση ότι τα κράτη μέλη θα καταβάλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την αποτροπή περαιτέρω ζημιών και θα εφαρμόσουν μέτρα αποκατάστασης το συντομότερο δυνατό.

Η συνεργασία και η διαφάνεια στις διαδικασίες αποτελούν πυλώνες της οδηγίας, καθώς απαιτείται τα κράτη μέλη να καταρτίζουν και να αναθεωρούν ανά εξαετία σχέδια διαχείρισης για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού. Αυτά τα σχέδια περιλαμβάνουν αναλυτικές προβλέψεις για τα μέτρα που θα ληφθούν και τις αιτιολογίες για οποιαδήποτε παρέκκλιση ή παράταση των στόχων. Η οδηγία στοχεύει στη συνολική διαχείριση των υδάτων, συνδέοντας την προστασία τους με την επίτευξη μιας ισχυρής και βιώσιμης περιβαλλοντικής πολιτικής σε όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. Παράλληλα, η οδηγία απαιτεί τα κράτη

να εξασφαλίζουν ότι οι εφαρμοζόμενες δράσεις δεν θα επηρεάσουν αρνητικά τη συμμόρφωση με άλλες περιβαλλοντικές νομοθεσίες της Ε.Ε. και ότι δεν θα υπονομεύσουν την επίτευξη των στόχων της οδηγίας σε άλλα υδατικά συστήματα.

Με αυτόν τον τρόπο, η οδηγία υποστηρίζει την ολοκληρωμένη προστασία και αποδοτική διαχείριση των υδάτινων πόρων, διασφαλίζοντας τόσο την ποιότητα όσο και την ποσότητά τους, με γνώμονα τις ανάγκες της ανθρώπινης δραστηριότητας και τη βιωσιμότητα των φυσικών οικοσυστημάτων.

Στη συνέχεια του κειμένου θα αναλύσουμε διεξοδικά τις συγκεκριμένες δράσεις που απαιτούνται για την προστασία του νερού και του εδάφους καθώς και τον ρόλο της κλιματικής αλλαγής στη διαχείριση αυτών των πόρων.

Στις παρακάτω διδακτικές υποενότητες παρατίθενται οι βασικές αρχές της χρήσης του νερού, των λιπασμάτων και των ζωικών αποβλήτων. Οι βασικές αυτές αρχές της χρήσης αυτών των πόρων συνδέονται με τις απαιτήσεις της αιρεσιμότητας, σύμφωνα με την αριθ. 1313/178948/09.06.2023 (Β' 3777) απόφαση για την εφαρμογή του καθεστώτος της Αιρεσιμότητας σε εκτέλεση του Καν. (ΕΕ) 2021/2115 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Η αιρεσιμότητα αναφέρεται σε ένα σύνολο κανονιστικών απαιτήσεων και προτύπων καλής γεωργικής και περιβαλλοντικής κατάστασης που οι γεωργοί πρέπει να τηρούν προκειμένου να λαμβάνουν αγροτικές ενισχύσεις. Περιλαμβάνει υποχρεώσεις που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος, την ασφάλεια τροφίμων, την καλή διαβίωση των ζώων και τη δημόσια υγεία.

Αρμόδια αρχή της αιρεσιμότητας ορίζεται ο ΟΠΕΚΕΠΕ καθώς επίσης υπό την ευθύνη του συγκεκριμένου οργανισμού διενεργούνται και οι επιτόπιοι έλεγχοι κάθε έτος επί δείγματος γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Στα πλαίσια της αιρεσιμότητας λοιπόν διενεργούνται έλεγχοι αιφνιδιαστικά ή με προειδοποίηση, ανάλογα με την περίπτωση, για να διασφαλιστεί η τήρηση των απαιτήσεων της αιρεσιμότητας. Οι γεωργοί οφείλουν να συνεργάζονται με τους ελεγκτές, προσκομίζοντας όλα τα απαραίτητα έγγραφα και παραστατικά. Σε περιπτώσεις μη συμμόρφωσης, επιβάλλονται κυρώσεις ανάλογα με τον βαθμό σοβαρότητας, την πρόθεση και την επανάληψη της παράβασης. Οι κυρώσεις κυμαίνονται από μείωση του ποσοστού ενισχύσεων έως και πλήρη αποκλεισμό από τα προγράμματα στήριξης.

1. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ I: Ορθολογική χρήση του νερού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

1.1 Ορθές πρακτικές για τη προστασία των υδάτων

1.1.1 Βασικές αρχές χρήσης του νερού στην αγροτική παραγωγή

Η γεωργία καταναλώνει μεγάλες ποσότητες νερού, πολύ περισσότερες από άλλους τομείς της οικονομίας, κυρίως στη διαδικασία της παραγωγής τροφίμων. Παράλληλα, η γεωργία επηρεάζει την ποιότητα του νερού, κάτι που μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητά του. Η παγκόσμια κατανάλωση νερού για τη γεωργία ανέρχεται σε 7.130 km³ ετησίως. Αυτή η ποσότητα περιλαμβάνει το νερό που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, την εξάτμιση από το έδαφος και τις επιφάνειες νερού, όπως τα αρδευτικά κανάλια καθώς και τις απώλειες από τη στράγγιση και τις διαρροές στα αρδευτικά συστήματα.

Η εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης νερού στη γεωργία είναι αβέβαιη, καθώς εξαρτάται από τον πληθυσμό και τις διατροφικές ανάγκες του. Παραδοσιακά, η γεωργία βασιζόταν στη συνεχή παροχή νερού μέσω ταμιευτήρων και άντλησης από επιφανειακά και υπόγεια νερά. Ωστόσο, αυτή η πρακτική δεν είναι πλέον βιώσιμη, καθώς προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα γλυκού νερού. Για να διασφαλιστεί η βιώσιμη χρήση του νερού, πρέπει να εφαρμοστούν νέες τεχνολογίες και στρατηγικές διαχείρισης στον γεωργικό τομέα.

Στην Ελλάδα παρατηρείται έντονη εποχική ανισοκατανομή των υδατικών πόρων. Οι βροχοπτώσεις και τα φαινόμενα απορροής σημειώνονται κυρίως τον χειμώνα, με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες νερού να χάνονται στη θάλασσα. Το καλοκαίρι, η ζήτηση για αρδευτικό νερό είναι υψηλή λόγω της αυξημένης ανάγκης των καλλιεργειών, ενώ η ανομβρία και λόγω της κλιματικής αλλαγής είναι συνεχώς εντεινόμενη.

Στο μέλλον, η χρήση νερού στη γεωργία θα καθορίζεται από κανόνες που θα προστατεύουν το περιβάλλον και θα εξασφαλίζουν τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Αυτό θα γίνει με βάση τα νομικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης και διεθνών πρωτοκόλλων, όπως η Συνθήκη του Παρισιού (2016). Στην Ελλάδα, η διαχείριση των υδάτων γίνεται μέσω των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής (ΣΔΛΑΠ), τα οποία έχουν καταρτιστεί για τα 14 υδατικά διαμερίσματα της χώρας.

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, γνωστή ως Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά (ΟΠΥ), τέθηκε σε ισχύ το 2000. Αυτή η Οδηγία προωθεί την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού

και στοχεύει στην καλή κατάσταση των υδατικών πόρων. Συνδυάζει ποιοτικούς, οικολογικούς και ποσοτικούς στόχους για την προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων. Επιπλέον, αναγνωρίζει τη σημασία της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτων σε ευρεία κλίμακα, συμπεριλαμβάνοντας τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες), τα υπόγεια ύδατα καθώς και τα παράκτια ύδατα.

Το 2006, εκδόθηκε μια νέα οδηγία (2006/118/ΕΚ), η οποία εστιάζει στην προστασία των υπόγειων υδάτων από ρύπανση και υποβάθμιση. Αυτή η οδηγία επιβάλλει μέτρα για τον έλεγχο της παρουσίας επικίνδυνων ουσιών όπως τα νιτρικά άλατα, βαρέα μέταλλα και φυτοφάρμακα. Τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα να καθορίσουν ανώτερα αποδεκτά επίπεδα για αυτούς τους ρύπους και να συνεργάζονται σε περιπτώσεις κοινών υδάτινων πόρων για την αποτελεσματική διαχείρισή τους.

Η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της ΕΕ, που ισχύει από την 1η Ιανουαρίου 2023, ενισχύει τη βιώσιμη διαχείριση του νερού και προωθεί την περιβαλλοντική αειφορία. Η ΚΑΠ δίνει προτεραιότητα στη βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού μέσα από την εφαρμογή νέων τεχνολογιών, όπως ψηφιακά συστήματα άρδευσης και αισθητήρες που υπολογίζουν τις ανάγκες των καλλιεργειών με ακρίβεια.

Επιπλέον, η νέα ΚΑΠ υποστηρίζει την προσαρμογή των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με έμφαση στη διατήρηση των υδάτινων πόρων και την προστασία της γης από την ερημοποίηση. Επίσης, στοχεύει στη μείωση της ρύπανσης από φυτοφάρμακα και λιπάσματα, με έμφαση στην αποτροπή της νιτρορύπανσης. Τα κράτη μέλη της ΕΕ είναι υποχρεωμένα να εφαρμόζουν συστήματα τιμολόγησης και κοστολόγησης των υπηρεσιών ύδατος που προωθούν την αποδοτική χρήση του νερού και να λαμβάνουν υπόψη τα εδαφικά χαρακτηριστικά των περιοχών, τις κλιματολογικές συνθήκες και τις ανάγκες των καλλιεργειών για τον προσδιορισμό της ποσότητας του νερού που χρειάζεται κάθε καλλιέργεια.

Η σωστή άρδευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι ανάγκες της καλλιέργειας, ο τύπος του εδάφους, τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιείται. Είναι επίσης σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι κλιματικές συνθήκες, όπως οι βροχοπτώσεις και η εξάτμιση του νερού από τα φυτά και το έδαφος.

Για να υπολογιστεί η ακριβής ποσότητα νερού που χρειάζεται μια καλλιέργεια, πρέπει να γίνονται αναλύσεις εδάφους και να λαμβάνονται υπόψη όλες οι περιβαλλοντικές και γεωλογικές συνθήκες της περιοχής. Η δόση της άρδευσης υπολογίζεται σε κυβικά μέτρα ανά στρέμμα και η χρήση του νερού πρέπει να

είναι σύμφωνη με τα πρότυπα Καλής Γεωργικής και Περιβαλλοντικής Κατάστασης (ΚΓΠΚ), ώστε να μειώνονται οι απώλειες θρεπτικών ουσιών και η ρύπανση των υπόγειων υδάτων.

Για τον σωστό υπολογισμό της δόσης άρδευσης, είναι απαραίτητη η γνώση των παρακάτω παραγόντων:

- 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, ιδίως ως προς την αλατότητα
- Οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων
- Οι κλιματικές συνθήκες (π.χ. βροχοπτώσεις, εξατμισοδιαπνοή)

Αυτοί οι παράγοντες παίζουν κρίσιμο ρόλο στη βιώσιμη και αποδοτική χρήση του νερού στη γεωργία, διασφαλίζοντας ότι χρησιμοποιείται με τρόπο που ελαχιστοποιεί τις απώλειες.

Τέλος, σύμφωνα με το στρατηγικό σχέδιο της νέας ΚΑΠ η ανάγκη για καλύτερη διαχείριση του νερού στη γεωργία θα οδηγήσει σε επενδύσεις σε σύγχρονες υποδομές, όπως ταμιευτήρες, λιμνοδεξαμενές και αρδευτικά δίκτυα υψηλής αποδοτικότητας. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν τη μείωση απωλειών, τη χρήση ανακυκλωμένου νερού και τη δημιουργία τεχνητών ταμιευτήρων, υπό αυστηρούς περιβαλλοντικούς όρους.

Για περισσότερες πληροφορίες: Επενδύσεις ΣΣΚΑΠ 2023-2027
<https://www.agrotikianaptixi.gr/parembaseis-sskap-pa/agrotiki-anaptyxi/>

1.1.2 Χρήση του αρδευτικού νερού και Διαχειριστικά Σχέδια Λεκανών Απορροής

Η αποτελεσματική και λογική χρήση του αρδευτικού νερού είναι βασική για την εξοικονόμηση και τη διατήρηση των υδάτινων πόρων. Η αποδοτικότητα της άρδευσης εξαρτάται από το ποσοστό του νερού που τελικά φτάνει στο χωράφι σε σχέση με αυτό που παρέχεται αρχικά, αλλά και από τα συστήματα άρδευσης

που χρησιμοποιούνται (Evans and Sadler, 2008). Στην Ευρώπη, η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων μεταφοράς νερού μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση έως και 25% του νερού. Για να επιτευχθεί αυτή η βελτίωση, είναι σημαντικό να συνοδεύονται τα βελτιωμένα συστήματα άρδευσης με συμβουλές και καθοδήγηση προς τους γεωργούς, που προκύπτουν είτε από λογισμικά συμβουλευτικής για άρδευση είτε από συμβούλους γεωπόνους.

Στην Ελλάδα, η γεωργία καταναλώνει το 86% του συνολικού διαθέσιμου νερού, με το 96% αυτού να χρησιμοποιείται για άρδευση. Ωστόσο, το 55% του αρδευτικού νερού χάνεται λόγω διαρροών, εξάτμισης και κακής συντήρησης των δικτύων. Παρατηρείται αύξηση στις αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, με τις πεδινές περιοχές να καλύπτουν το 71% του συνόλου των αρδευόμενων εκτάσεων (Τζώρτζη, 2009).

Οι δημόσιες υποδομές για άρδευση στην Ελλάδα αντλούν νερό από ποταμούς και πηγές (42%), τεχνητές λίμνες (25%), γεωτρήσεις και φρέατα (24%), φυσικές λίμνες (5%) και στραγγιστικές τάφρους (4%). Στην ιδιωτική άρδευση, το 82% του νερού προέρχεται από γεωτρήσεις, με τις υπόλοιπες πηγές να περιλαμβάνουν ποταμούς, πηγές, τεχνητές λίμνες και τάφρους (Karamanos et al., 2004).

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στις εγγειοβελτιωτικές υποδομές στην Ελλάδα γίνεται από 452 φορείς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διοίκηση, τη λειτουργία και τη συντήρηση των αρδευτικών δικτύων. Οι φορείς αυτοί περιλαμβάνουν 10 Γενικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ), 412 Τοπικούς ΟΕΒ καθώς και ειδικούς και προσωρινούς οργανισμούς (Υπουργείο Γεωργίας, 2003).

Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) καταρτίζει μελέτες και εκτελεί έργα εγγειοβελτιωτικών υποδομών, με στόχο την αποθήκευση επιφανειακών υδάτων και τη βελτίωση των ήδη υπαρχουσών υποδομών. Αυτά τα έργα στοχεύουν:

- Στην επάρκεια των υδάτινων πόρων με κατασκευή λιμνοδεξαμενών, φραγμάτων και δικτύων.
- Στην ποσοτική και ποιοτική διασφάλιση των υπόγειων υδάτων με εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων.
- Στον εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων.
- Στη χρήση βελτιωμένων μεθόδων άρδευσης, όπως τεχνητή βροχή και στάγδην άρδευση.

Η νέα ΚΑΠ 2023 δίνει έμφαση σε επενδύσεις που αυξάνουν την αποδοτικότητα του νερού και εστιάζει στη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως συστήματα ψηφιακής παρακολούθησης και αυτοματοποίησης της άρδευσης. Η ενίσχυση της υποδομής θα χρηματοδοτείται, υπό την προϋπόθεση ότι οι επενδύσεις θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση νερού.

Το νομικό πλαίσιο για τη διαχείριση των υδάτων στην Ελλάδα θεσπίστηκε με το νόμο 3199/2003, ο οποίος εναρμόνισε την Οδηγία 2000/60/ΕΚ της ΕΕ. Σύμφωνα με αυτό το πλαίσιο, δημιουργήθηκε η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, η οποία καθορίζει την πολιτική για τη διαχείριση των υδάτων, παρακολουθεί την εφαρμογή της και εγκρίνει τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης των υδάτινων πόρων της χώρας. Η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων μετονομάστηκε σε Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), και αναλαμβάνει την παρακολούθηση και συντονισμό των προγραμμάτων αυτών.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ακόμα προβλήματα στη διαχείριση του αρδευτικού νερού, κυρίως λόγω της έλλειψης σαφών όρων χρήσης και τιμολόγησης του νερού από τους ΤΟΕΒ (Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων). Συχνά, οι γεωργοί δεν ελέγχουν τη χρήση νερού με αποτέλεσμα την υπερκατανάλωση, χωρίς να επιβάλλονται κυρώσεις. Επιπλέον, οι ΤΟΕΒ δεν έχουν πάντα τη συμβατική υποχρέωση να εξυπηρετούν σωστά τους γεωργούς, κάτι που δημιουργεί προβλήματα.

Η Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά (ΟΠΥ) στοχεύει στην αποδοτική και βιώσιμη χρήση του νερού μέσω κατάλληλων πολιτικών τιμολόγησης. Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει τα μέτρα αυτά με την απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (135275/2017), η οποία εγκρίνει τους γενικούς κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος.

Η νέα ΚΑΠ 2023 προβλέπει τη σταδιακή ένταξη του περιβαλλοντικού κόστους στα τιμολόγια νερού, ενώ παράλληλα θα χρηματοδοτούνται έργα που αποκαθιστούν τα υδάτινα σώματα και προστατεύουν τους υδατικούς πόρους.

Το περιβαλλοντικό τέλος, που θα επιβληθεί σταδιακά, θα υπολογίζεται βάσει του κόστους των μέτρων που προτείνονται στα ΣΔΛΑΠ. Τα έσοδα από το τέλος αυτό θα χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση έργων αποκατάστασης των υδάτινων πόρων.

Επιπλέον, σύμφωνα με το σχέδιο της παρέμβασης Π3-73-1.1 του Στρατηγικού σχεδίου της Νέας ΚΑΠ ενθαρρύνονται έργα υποδομών εγγείων βελτιώσεων, με κύριο στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση του νερού στη γεωργία και την προσαρμογή της στις κλιματικές συνθήκες. Δίνοντας έμφαση στη συγκράτηση χειμερινών απορροών, την αναβάθμιση αρδευτικών δικτύων και

τη μείωση των απωλειών νερού, η παρέμβαση ενισχύει τη βιώσιμη διαχείριση υδάτινων πόρων, η οποία είναι κρίσιμη για την γεωργική παραγωγή της χώρας.

Οι ειδικοί στόχοι της παρέμβασης περιλαμβάνουν επενδύσεις για την προστασία των υδατικών πόρων και την προστασία επιβαρυμένων υδατικών συστημάτων, την αναβάθμιση του εξοπλισμού και την ενσωμάτωση εναλλακτικών πηγών, όπως ανακυκλωμένα ύδατα.

Η παρέμβαση προβλέπει υποδομές συγκράτησης νερού (ταμιευτήρες, φράγματα), εκσυγχρονισμό υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων, χρήση ανακυκλωμένων υδάτων και ανάπτυξη τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας. Τα έργα θα εφαρμοστούν βάσει αυστηρών περιβαλλοντικών κριτηρίων, δίνοντας προτεραιότητα σε περιοχές με έντονες επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή, ενώ τα δημόσια κονδύλια καλύπτουν το 100% του κόστους για τις εν λόγω υποδομές.

Η παροχή επιχορηγήσεων συνοδεύεται από συγκεκριμένα κριτήρια, όπως η επιτυχία υψηλής εξοικονόμησης νερού (έως 20% για νέα έργα) και η περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η ενίσχυση της γεωργικής παραγωγικότητας και η αποφυγή μεγάλων απωλειών νερού εντάσσονται στα ευρύτερα σχέδια της Εθνικής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, προσδίδοντας ευρύτερη περιβαλλοντική και κοινωνική αξία στις αγροτικές περιοχές της Ελλάδας. Επιπλέον, για την εφαρμογή της παρέμβασης Π3-73-1.1, οι δικαιούχοι, όπως δημόσιοι φορείς, οφείλουν να διασφαλίζουν τη συμβατότητα των έργων με το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού (ΣΔΛΑΠ) και την εθνική νομοθεσία, ενώ για κάθε νέο έργο απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση.

Γενικές αρχές που βασίζεται το Στρατηγικό Σχέδιο της νέας ΚΑΠ για τη διαχείριση του νερού - Νέα ΚΑΠ 2023 – Βελτίωση και Εξοικονόμηση Νερού

Όπως προαναφέρθηκε, η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) 2023-2027 δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην αποδοτική χρήση του νερού. Προωθούνται επενδύσεις σε σύγχρονες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες και τα συστήματα αυτοματισμού, που βοηθούν τους γεωργούς να προσδιορίσουν με ακρίβεια τις ανάγκες των καλλιεργειών τους σε νερό και να περιορίσουν τις απώλειες. Αυτή η στρατηγική έχει στόχο τη μείωση της υπεράρδευσης και της σπατάλης νερού, προάγοντας τη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων.

Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών στοχεύει στη μείωση των ποσοτήτων νερού που χρησιμοποιούνται στις αγροτικές εκμεταλλεύσεις, χωρίς να επηρεάζεται η παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Τα προγράμματα αυτά προσφέρουν

οικονομική στήριξη στους γεωργούς για την υιοθέτηση αυτών των μεθόδων, βοηθώντας τους να αυξήσουν την αποδοτικότητα των συστημάτων άρδευσης.

Στο πλαίσιο της προσπάθειας ενίσχυσης της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή προτείνονται νέα μέτρα, όπως η υιοθέτηση συστημάτων άρδευσης υψηλής απόδοσης, η επεξεργασία και χρήση ανακυκλωμένου νερού καθώς και η βελτιστοποίηση των υφιστάμενων υποδομών. Επιπλέον, έργα όπως η δημιουργία τεχνητών ταμιευτήρων και η συντήρηση δικτύων αποστράγγισης μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασία.

Έτσι λοιπόν, στις επενδύσεις σχετικά με τις υποδομές δίνεται προτεραιότητα σε υποδομές που μειώνουν την εξάρτηση από χημικά και προάγουν την αποδοτική χρήση νερού και ενέργειας. Οι επενδύσεις αξιολογούνται βάσει της περιβαλλοντικής τους επίπτωσης, της ωριμότητας σχεδιασμού και της συμπληρωματικότητάς τους με υφιστάμενες υποδομές. Αυτός ο στρατηγικός σχεδιασμός για τις επενδύσεις αναμένεται να ενισχύσει τις προσπάθειες για την βελτίωση και την εξοικονόμηση του νερού.

Για περισσότερες πληροφορίες ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

<https://www.agrotikianaptixi.gr/parembaseis-sskap-pa/agrotiki-anaptyxi/>

Κανονιστικό Πλαίσιο

Η διαχείριση του νερού στις καλλιέργειες ρυθμίζεται από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ. Η Οδηγία αυτή ορίζει ότι οι καλλιέργειες πρέπει να χρησιμοποιούν το νερό με βιώσιμο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των υδατικών πόρων της περιοχής. Για να το πετύχουν αυτό, οι γεωργοί πρέπει να ακολουθούν ειδικές οδηγίες για τη σωστή κατανομή και χρήση του νερού, ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και τα χαρακτηριστικά του εδάφους.

A. Υπολογισμός των Αναγκών των Καλλιεργειών σε Νερό

Η σωστή εκτίμηση της ποσότητας νερού που χρειάζονται οι καλλιέργειες βασίζεται σε παράγοντες, όπως το είδος της καλλιέργειας, η μορφολογία του εδάφους και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Ο υπολογισμός των αναγκών σε νερό στηρίζεται σε επιστημονικά δεδομένα, τα οποία παρέχονται από μετεωρολογικούς και υδρολογικούς σταθμούς που παρακολουθούν τις καιρικές συνθήκες και την κατάσταση των υδάτινων πόρων.

Για την καταγραφή των υδρομετεωρολογικών δεδομένων, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) διαχειρίζεται ένα εκτεταμένο δίκτυο μετεωρολογικών και υδρομετρικών σταθμών σε όλη την Ελλάδα. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει περισσότερους από 200 μετεωρολογικούς σταθμούς

και δεκάδες υδρομετρικούς σταθμούς, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση του εδάφους και των υδάτων, οι οποίες διατίθενται σε γεωργούς και ερευνητές.

Β. Εδαφολογικά Δεδομένα

Το ΥΠΑΑΤ έχει επίσης δημιουργήσει μια εδαφολογική βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει αναλυτικούς χάρτες των εδαφών της Ελλάδας, βοηθώντας τους γεωργούς να κατανοήσουν τις ιδιότητες του εδάφους τους και να διαχειριστούν καλύτερα τις καλλιέργειές τους. Οι καλλιεργητές μπορούν να βρουν πληροφορίες για το είδος και τη γονιμότητα του εδάφους στην περιοχή τους καθώς και για τις κατάλληλες μεθόδους άρδευσης.

Γ. Ισοζύγιο αρδευτικού νερού - Δείκτες ορθολογικής διαχείρισης

Η σωστή διαχείριση του αρδευτικού νερού αποτελεί μια από τις βασικές προτεραιότητες για την προστασία των υδάτινων πόρων. Το ισοζύγιο νερού αναφέρεται στη διαφορά ανάμεσα στο νερό που χρειάζεται μια καλλιέργεια και στο νερό που πραγματικά παρέχεται μέσω της άρδευσης (Sun et al., 2006). Ένα από τα βασικά κίνητρα για τη βελτίωση αυτής της διαδικασίας είναι η εφαρμογή μιας κατάλληλης πολιτικής τιμολόγησης του αρδευτικού νερού, όπως ορίζει και η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (ΟΠΥ).

Η πολιτική αυτή στοχεύει στη βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού, μέσω της κοστολόγησης και της ανάκτησης του κόστους των υπηρεσιών ύδατος. Η Ελλάδα έχει ήδη υιοθετήσει τη σχετική νομοθεσία, με την αρ. 135275/2017 απόφαση, που καθορίζει τους γενικούς κανόνες για την τιμολόγηση του αρδευτικού νερού. Οι κανόνες αυτοί τροποποιήθηκαν με την απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΣΔΥΥ/1029/3/2019, η οποία ενσωματώνει τα κριτήρια ανάκτησης κόστους και εφαρμόζει μια βιώσιμη τιμολογιακή πολιτική για τις διάφορες χρήσεις του νερού.

Δ. Μετρήσεις και Υδρομετρητές

Κάθε βελτιωμένη διαδικασία διαχείρισης του νερού βασίζεται στη μέτρηση της κατανάλωσης. Η εγκατάσταση υδρομετρητών αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχία του εγχειρήματος αυτού, καθώς επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση της χρήσης του νερού από τους γεωργούς.

Η νέα ΚΑΠ 2023-2027 δίνει ακόμα μεγαλύτερη έμφαση στη μέτρηση της κατανάλωσης νερού και προωθεί την ενσωμάτωση τεχνολογιών που βοηθούν τους γεωργούς να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται καλύτερα τις αρδευτικές τους ανάγκες.

1.1.3 Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα Ύδατα

Από τις αρχές του 2000, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε μια νέα πολιτική για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, με κύριο εργαλείο την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα Ύδατα. Ένα σημαντικό βήμα για την εφαρμογή της Οδηγίας στη χώρα είναι η εκπόνηση των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών για τα 14 Υδατικά Διαμερίσματα (ΥΔ) της Ελλάδας (βλ. Εικόνα 1).

Σε κάθε Σχέδιο Σχέδια Διαχείρισης για τις Λεκάνες Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση των υδατικών συστημάτων, καθορίζονται συγκεκριμένοι στόχοι για τη διατήρηση ή τη βελτίωσή τους και προσδιορίζονται τα απαραίτητα μέτρα για την επίτευξη αυτών των στόχων. Τα Σχέδια Διαχείρισης αναθεωρούνται και επικαιροποιούνται ανά εξαετία. Ο πρώτος κύκλος διαχείρισης (2009-2015) περιλάμβανε τα πρώτα εγκεκριμένα Σχέδια για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα, ενώ ο δεύτερος κύκλος διαχείρισης (2016-2021) καλύφθηκε από την 1η Αναθεώρηση των Σχεδίων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Τα γεωχωρικά δεδομένα των Σχεδίων Διαχείρισης διατίθενται μέσω ειδικής γεωπύλης που έχει αναπτυχθεί από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων για τον σκοπό αυτό.

Τα βασικά μέτρα, όπως περιγράφονται στο άρθρο 11 της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ, περιλαμβάνουν τις κύριες δράσεις που πρέπει να λάβει κάθε κράτος μέλος για τη διασφάλιση της προστασίας και διαχείρισης των υδατικών πόρων. Αυτά τα μέτρα είναι:

1. Εφαρμογή κοινοτικής νομοθεσίας για την προστασία των υδάτων

Συμπεριλαμβάνει τα μέτρα που προβλέπονται από υπάρχουσες ευρωπαϊκές οδηγίες και κανονισμούς, όπως η νομοθεσία για την ποιότητα των υδάτων, η προστασία των υπόγειων υδάτων και η ρύθμιση των απορρίψεων ρύπων.

2. Μέτρα για τη βιώσιμη χρήση των υδάτων

Σκοπός είναι η προώθηση της αποδοτικής και υπεύθυνης χρήσης του νερού, ώστε να αποτραπεί η απειλή στους στόχους ποιότητας και ποσότητας των υδάτων, όπως αυτοί καθορίζονται στο άρθρο 4 της Οδηγίας.

3. Μέτρα για τη διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού

Αυτά τα μέτρα εξασφαλίζουν τη διατήρηση υψηλής ποιότητας του νερού για να μειωθεί η ανάγκη εκτεταμένης επεξεργασίας καθαρισμού πριν από τη χρήση του ως πόσιμο νερό. Περιλαμβάνονται ειδικά μέτρα για την προστασία των πηγών ύδρευσης.

4. Έλεγχοι άντλησης και κατακράτησης νερού

Κάθε κράτος μέλος πρέπει να ελέγχει τις αντλήσεις γλυκών επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, διασφαλίζοντας ότι αυτές δεν επηρεάζουν αρνητικά την κατάσταση των υδάτων. Απαιτείται προηγούμενη άδεια για μεγάλες αντλήσεις και κατακρατήσεις, ενώ οι έλεγχοι αυτοί αναθεωρούνται και προσαρμόζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

5. Έλεγχοι για την ανατροφοδότηση των υπόγειων υδάτων

Τα κράτη μέλη πρέπει να ρυθμίζουν τη χρήση επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων για την τεχνητή ανατροφοδότηση των υπόγειων συστημάτων. Οι δραστηριότητες αυτές υπόκεινται σε ελέγχους και άδειες, ώστε να μην υποβαθμίζεται η ποιότητα των υπόγειων υδάτων.

6. Ρυθμίσεις για σημειακές πηγές ρύπανσης

Περιλαμβάνονται μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης από σημειακές πηγές, όπως βιομηχανικές ή άλλες απορρίψεις που μπορούν να επιβαρύνουν τα υδάτινα συστήματα. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν απαγορεύσεις ή περιορισμούς και προηγούμενη κανονιστική άδεια.

7. Έλεγχοι για διάχυτες πηγές ρύπανσης

Αφορούν μέτρα για την αποτροπή της ρύπανσης από διάχυτες πηγές (όπως γεωργικά απόβλητα ή απορροές) που είναι ικανές να ρυπάνουν τα υδατικά συστήματα. Οι έλεγχοι αυτοί περιλαμβάνουν κανονισμούς, άδειες ή καταχωρήσεις με βάση γενικούς δεσμευτικούς κανόνες.

8. Μέτρα για τη διατήρηση της υδρομορφολογικής κατάστασης των υδάτων

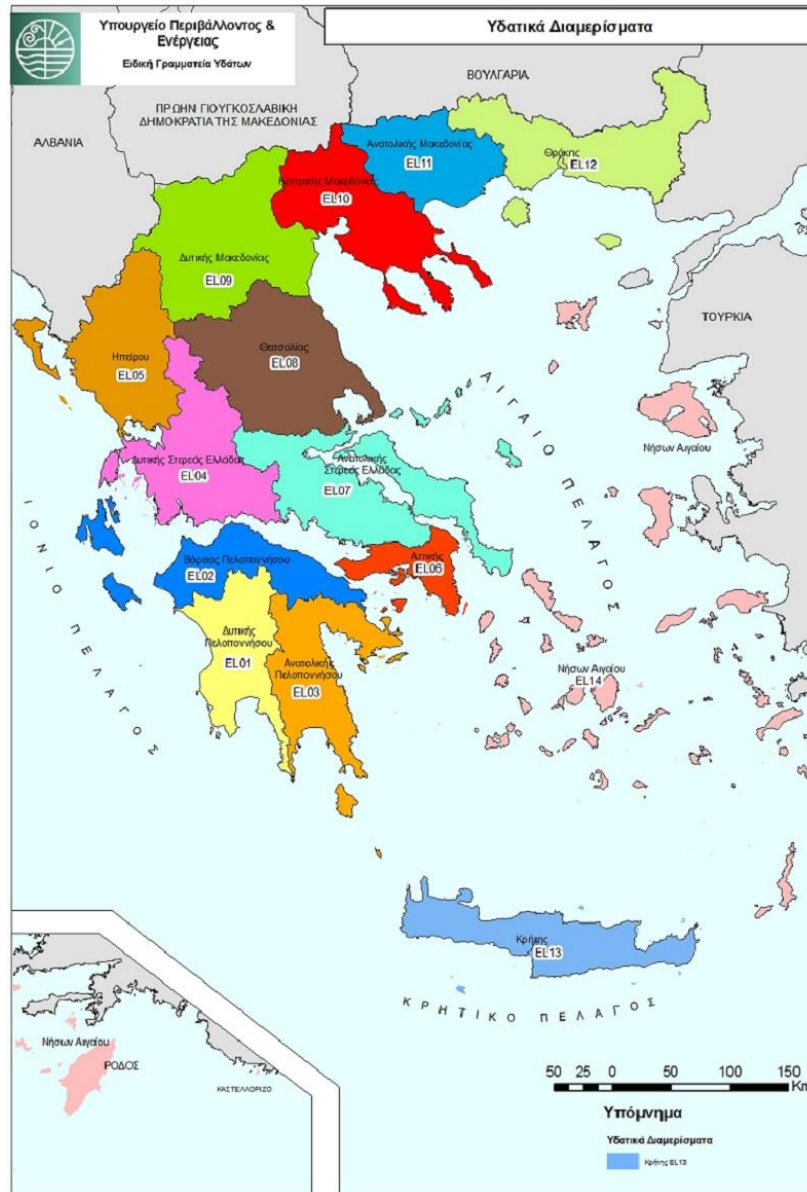
Περιλαμβάνει μέτρα για να εξασφαλιστεί ότι οι υδρομορφολογικές συνθήκες των υδάτινων σωμάτων συμβαδίζουν με την επιδιωκόμενη οικολογική κατάσταση ή το καλό οικολογικό δυναμικό για τεχνητά ή ιδιαίτεως τροποποιημένα υδατικά συστήματα.

9. Απαγόρευση άμεσων απορρίψεων ρύπων στα υπόγεια ύδατα

Αποτρέπει την απορροή επιβλαβών ουσιών στα υπόγεια ύδατα, ενώ υπάρχουν εξαιρέσεις για συγκεκριμένες περιπτώσεις (όπως η επανέγχυση υδάτων από γεωθερμικές χρήσεις ή απορρίψεις για επιστημονικούς σκοπούς).

10. Πρόληψη και διαχείριση κινδύνων από ατυχήματα

Περιλαμβάνει μέτρα για την πρόληψη διαρροών ρύπων από τεχνικές εγκαταστάσεις καθώς και για την ανίχνευση και αντιμετώπιση επεισοδίων ρύπανσης λόγω ατυχημάτων, όπως πλημμύρες ή πυρκαγιές.



Εικόνα 1. Χάρτης με τα υδατικά διαμερίσματα της χώρας.

Υπόδειγμα σχεδίου διαχείρισης υδατικών πόρων της παράκτιας περιοχής Ροδόπης από το έργο MEDSAL του Ινστιτούτο Εδαφοδατικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Το προτεινόμενο σχέδιο διαχείρισης υδατικών πόρων για την παράκτια περιοχή της Ροδόπης στοχεύει στην ισορροπία μεταξύ της γεωργικής δραστηριότητας και της προστασίας των φυσικών πόρων. Σήμερα, η περιοχή χαρακτηρίζεται

από έντονη αγροτική χρήση, καλύπτοντας πάνω από το 90% των υδατικών πόρων, με κύριες πιέσεις από τη γεωργία και την αστικοποίηση. Σημαντικά ζητήματα, όπως η πτώση της στάθμης των υδάτων, η υποβάθμιση της ποιότητας, η υπεράντληση και ο αυξανόμενος κίνδυνος υποβάθμισης των εδαφών λόγω αλατότητας, υποδεικνύουν την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση διαχείρισης. Οι προτεραιότητες περιλαμβάνουν τη διατήρηση της παραγωγής, τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων (όπως το νερό και το έδαφος), την ασφάλεια των υδατικών πόρων και τη βιωσιμότητα της αγροτικής παραγωγής μέσω της μείωσης του κόστους ενέργειας και των αγροχημικών.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής θα ξεκινήσει με την ανάπτυξη ενός δικτύου παρακολούθησης της στάθμης και της ποιότητας των υδάτων. Το δίκτυο θα αποτελείται από αποκλειστικές γεωτρήσεις παρακολούθησης, συστηματικές δειγματοληψίες και επιτόπιες μετρήσεις ποιότητας του νερού, ενώ θα εγκατασταθούν και υδρόμετρα στα υδροληπτικά έργα. Η συστηματική λειτουργία ενός τηλεμετρικού δικτύου παρακολούθησης, που θα μεταδίδει δεδομένα πραγματικού χρόνου για τη διακύμανση της αλατότητας και άλλων κρίσιμων δεικτών, θα επιτρέψει την άμεση αντίδραση σε συνθήκες υπερβολικής αλατότητας, αλλά και τη συνολική εποπτεία της περιοχής. Παράλληλα, θα εφαρμοστεί αναλυτική χαρτογράφηση των ζωνών αλατότητας, ενώ θα επικαιροποιηθούν οι προδιαγραφές των γεωτρήσεων και αντλήσεων για περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων από την υφαλμύρωση.

Για τη βελτιστοποίηση της άρδευσης, θα αναπτυχθεί ένα πιλοτικό πρόγραμμα προγραμματισμένης άρδευσης βασισμένο σε κλιματικά δεδομένα. Οι καλλιέργειες θα λαμβάνουν νερό σε ώρες χαμηλής εξάτμισης και τα συστήματα άρδευσης θα βελτιστοποιηθούν, με τη μετάβαση σε αποδοτικότερα συστήματα, όπως η άρδευση με σταγόνες. Η συντήρηση και αναβάθμιση των υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων θα εξασφαλίσει τη σωστή λειτουργία τους και θα μειώσει τις απώλειες νερού, ενώ θα πραγματοποιηθεί και μέτρηση της κατανάλωσης για τον ακριβή προσδιορισμό των αναγκών κάθε καλλιέργειας.

Η αναδιάρθρωση της αγροτικής παραγωγής αποτελεί μια ακόμη βασική δράση για την περιοχή. Θα εκπονηθούν χάρτες καταλληλότητας χρήσεων γης και θα γίνει αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, δίνοντας προτεραιότητα σε ξηρικές καλλιέργειες ή καλλιέργειες με χαμηλή ανάγκη σε νερό και υψηλή ανθεκτικότητα σε άλατα. Στην παράκτια ζώνη, θα διερευνηθούν εναλλακτικές λύσεις ανάπτυξης, όπως η ενίσχυση του αγροτουρισμού και η δημιουργία φυσικών οικοτόπων για τη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Ταυτόχρονα, θα ληφθούν μέτρα για την ενεργειακή αυτοδυναμία, ενώ η μείωση της ισχύος των αντλήσεων και η προώθηση

βιολογικής γεωργίας θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση κόστους και την ενίσχυση των τοπικών γεωργών.

Μέσα από την ενίσχυση των υφιστάμενων υδατικών πόρων, η περιοχή θα μπορέσει να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις της υπαλμύρωσης. Το φράγμα Ιάσμου και οι πόροι του ποταμού Κομφάτου θα αξιοποιηθούν μέσω ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου, ώστε να μειωθούν οι ανάγκες αντλήσεων. Επίσης, θα εξεταστεί η δυνατότητα τεχνητού εμπλουτισμού των υπογείων υδάτων από χειμερινές απορροές, με στόχο τη συγκράτηση της διείσδυσης αλάτων στις παράκτιες ζώνες, ενώ θα προωθηθεί και η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για άρδευση μικρών εκτάσεων.

Ένας κρίσιμος άξονας του σχεδίου διαχείρισης είναι η ενημέρωση και η στήριξη των τοπικών παραγωγών και του κοινού. Προγράμματα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για τους κινδύνους της υπαλμύρωσης και της ερημοποίησης καθώς και για τις μεθόδους προστασίας των υδατικών πόρων, θα αναπτυχθούν σε όλα τα επίπεδα της κοινότητας, από τα σχολεία έως τους επαγγελματίες. Παράλληλα, η κατάρτιση των νέων γεωργών και των συμβούλων γεωργικής παραγωγής σε θέματα διαχείρισης υδατικών πόρων και προστασίας από την υπαλμύρωση θα είναι καθοριστική για τη βιωσιμότητα της περιοχής.

Τέλος, θα αναπτυχθεί ένα σύστημα δικτύωσης και διάχυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ώστε να επιτυγχάνεται ενημέρωση για την κατάσταση των υδατικών πόρων και να προβάλλονται οι εξελίξεις και οι λύσεις που εφαρμόζονται. Με την εφαρμογή του προτεινόμενου σχεδίου, η παράκτια Ροδόπη θα μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά τους υδατικούς της πόρους, διασφαλίζοντας την αειφορία της γεωργικής παραγωγής και την προστασία του περιβάλλοντος.

1.2.1. Ερημοποίηση και Πλημμύρες

Ερημοποίηση

Η **ερημοποίηση** αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα για πολλές αγροτικές περιοχές που χαρακτηρίζονται από ξηρές ή ημίξηρες κλιματικές συνθήκες. Η ερημοποίηση δεν αναφέρεται μόνο στη δημιουργία ερήμων, αλλά κυρίως στην υποβάθμιση των εδαφών και των φυσικών πόρων, όπως η απώλεια γονιμότητας και η μείωση της βιοποικιλότητας. Οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στην ερημοποίηση είναι οι βιοφυσικοί παράγοντες, όπως η κλιματική αλλαγή και η διάβρωση του εδάφους, αλλά και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες, όπως η αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων (Hulme and Kelly, 1993; Mainguet and da Silva, 1998).

Οι περιοχές του πλανήτη δεν επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από την ερημοποίηση, καθώς τα αίτια που προκαλούν αυτό το φαινόμενο ποικίλλουν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, καθιστώντας δύσκολο να τα εξετάσουμε ως μεμονωμένες αιτίες. Οι παράγοντες αυτοί δεν είναι στατικοί, αλλά εξελίσσονται είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά, επηρεάζοντας το σύστημα συνολικά. Έτσι, η συνεχής παρακολούθηση της ερημοποίησης είναι απαραίτητη για την καταγραφή των αλλαγών και την αξιολόγηση της υποβάθμισης των φυσικών πόρων στις περιοχές που πλήττονται από το φαινόμενο.

Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία, που θα επιτρέπει τη συστηματική παρακολούθηση των παραγόντων που προκαλούν την ερημοποίηση. Η μεθοδολογία αυτή θα πρέπει να αντιμετωπίζει τους παράγοντες ως μια διαδικασία όπου κάθε παράμετρος έχει τη δική της σημασία στη διαμόρφωση του φαινομένου. Η διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται απαιτεί τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), για την αποτελεσματική καταγραφή, ανάλυση και αποθήκευση πληροφοριών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ένα ευρύ πολιτικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης, το οποίο περιλαμβάνει διάφορες νομοθεσίες και πολιτικές. Ορισμένες από τις βασικότερες πολιτικές αφορούν:

- Την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ), τους αγροπεριβαλλοντικούς κανονισμούς και τα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης, όπως το LEADER.
- Την Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά και την προστασία των υδροβιότοπων του NATURA.
- Τις πολιτικές προστασίας της βιοποικιλότητας, όπως η Ευρωπαϊκή Σύμβαση για το Τοπίο, και τις Οδηγίες για τα πουλιά και τα ενδιαίτηματα, που συνδέονται με το δίκτυο NATURA.
- Τις περιβαλλοντικές πολιτικές, όπως η Οδηγία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και η Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στην Ελλάδα η γεωργία καταναλώνει το 86% του συνολικού διαθέσιμου νερού, με το 96% αυτού να χρησιμοποιείται για άρδευση. Ωστόσο, το 55% του αρδευτικού νερού χάνεται λόγω διαρροών, εξάτμισης και κακής συντήρησης των δικτύων. Μεγάλο πρόβλημα που συμβάλει στις απώλειες του διαθέσιμου νερού για τη γεωργία είναι η υπεράρδευση. Η υπεράρδευση όχι μόνο σπαταλά νερό, αλλά δημιουργεί και σοβαρά προβλήματα, όπως περιορισμό της διαθεσιμότητας νερού για άλλους

παραγωγούς, υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους, ανάπτυξη ασθενειών, απώλεια θρεπτικών στοιχείων, ρύπανση υπόγειων υδροφορέων και αύξηση του κόστους παραγωγής (Nair, 2019).

Σύμφωνα με μελέτες, παρατηρείται πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα στις αγροτικές περιοχές λόγω της υπερβολικής χρήσης νερού από γεωτρήσεις. Έρευνα του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) έδειξε ότι από τα 236 υπόγεια υδροφόρα συστήματα της χώρας, τα 110 βρίσκονται σε κίνδυνο. Σοβαρό πρόβλημα υφαλμύρινσης καταγράφεται σε περιοχές όπως το Δέλτα Πηνειού, η πεδιάδα Άργους και η Ανατολική Κρήτη.

Η ανάπτυξη μεθοδολογιών για την ανάλυση των δεδομένων και τη δημιουργία δεικτών κινδύνου ερημοποίησης μέσω GIS επιτρέπει τη σύνθεση θεματικών χαρτών. Αυτοί οι χάρτες αποτυπώνουν τον κίνδυνο ερημοποίησης μιας περιοχής και προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες συνθήκες της κάθε περιοχής, προσφέροντας μια αξιόπιστη εικόνα της κατάστασης (Sommer et al., 2011).

Επίσης, σύμφωνα με το πρότυπο Καλής Περιβαλλοντικής και Γεωργικής Κατάστασης (ΚΠΓΚ) 5 «Διαχείριση της κατεργασίας του εδάφους για τη μείωση του κινδύνου υποβάθμισης και διάβρωσης του εδάφους, λαμβάνοντας, μεταξύ άλλων, την κλίση του εδάφους», από τον κανονισμό (ΕΕ) 2021/2115 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για το καθεστώς της Αιρεσιμότητας οι γεωργοί υποχρεούνται να εφαρμόζουν τα εξής:

1. Σε αγροτεμάχια αρόσιμων καλλιεργειών με κλίση πάνω από 6% και έως 12% να οργώνουν τα αγροτεμάχια κατά τις ισοϋψείς ή διαγώνια.
2. Σε αγροτεμάχια αρόσιμων καλλιεργειών με κλίση πάνω από 12% να αφήνουν κάθετα στην κλίση ακαλλιέργητες ζώνες ανάσχεσης πλάτους 5 μέτρων σε απόσταση 40 μέτρων μεταξύ τους. Οι υποχρεώσεις αυτές είναι δυνατόν να εφαρμόζονται συλλογικά, φτάνει τα αγροτεμάχια να εφάπτονται. Μπορούν δε να καλύπτονται εν όλω ή εν μέρει από ήδη υπάρχουσες αναβαθμίδες, αναχώματα και νησίδες φυσικής βλάστησης/άγριας ζωής.
3. Σε αγροτεμάχια αρόσιμων καλλιεργειών με κλίση μεγαλύτερη του 15% απαγορεύεται η άρωση από τη 01/11 εκάστου έτους έως και τις 15/03 του επόμενου έτους.
4. Η άρδευση δεν επιτρέπεται να γίνεται με τη μέθοδο της κατάκλυσης.
5. Να μην καταστρέφουν τις ξερολιθιές, τα αναχώματα και τα φυσικά πρηνή στα όρια των αγροτεμαχίων.

Σύμφωνα με τη νέα ΚΑΠ στα πλαίσια του στρατηγικού σχεδίου 2033-2027 προτείνονται παρεμβάσεις σχετικά με τη διάβρωση και την ερημοποίηση. Οι παρεμβάσεις αυτές αποσκοπούν στη μείωση της διάβρωσης και στη συγκράτηση του εδαφικού νερού και θρεπτικών συστατικών μέσω της κατασκευής νέων αναβαθμίδων. Προτεραιότητα δίνεται σε περιοχές με κλίση άνω του 15%, οι οποίες χαρακτηρίζονται υψηλού κινδύνου για πλημμύρες και διάβρωση, σύμφωνα με τα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας. Οι αναβαθμίδες, ως στοιχεία του αγροτικού τοπίου, προστατεύουν από τη διάβρωση, διατηρούν το εδαφικό νερό και θρεπτικά συστατικά, και παρέχουν ενδιαίτημα για την άγρια ζωή. Η χρηματοδότηση αφορά την κατασκευή νέων αναβαθμίδων, ειδικά σε περιοχές όπου οι υφιστάμενες έχουν υποστεί ζημιές ή εξαφανιστεί.

Δικαιούχοι είναι κάτοχοι γεωργικών εκτάσεων όπου οι ξηρολιθοδομές αποτελούν τεκμηριωμένα στοιχεία του τοπίου. Επιπλέον, επιλέξιμες είναι οι γεωργικές εκτάσεις με κλίση άνω του 15%, υπό την προϋπόθεση ότι η κατασκευή εξυπηρετεί την αντιμετώπιση της διάβρωσης.

Η χρηματοδότηση περιλαμβάνει δαπάνες για την έκδοση αδειών, τη σύνταξη τοπογραφικών σχεδίων, και την κατασκευή αναβαθμίδων με κόστος έως 50€/m². Οι εργασίες πρέπει να συμβαδίζουν με τις παραδοσιακές τεχνικές της περιοχής και να εστιάζουν στη χρήση τοπικών υλικών.

Για περισσότερες πληροφορίες:

Π3-73-3.3 «Μη παραγωγικές επενδύσεις για την προστασία από τη διάβρωση, για τη συγκράτηση του εδαφικού νερού και θρεπτικών συστατικών, μέσω κατασκευής νέων αναβαθμίδων»

<https://www.agrotikianaptixi.gr/parembaseis-sskap-pa/agrotiki-anaptyxi/>

Πλημμύρες

Οι πλημμύρες είναι ένα φυσικό φαινόμενο που επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η αυξημένη οικιστική ανάπτυξη σε πλημμυρικές περιοχές και η αλλοίωση της φυσικής ικανότητας του εδάφους να απορροφά νερό. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (ΟΠΥ) επιβάλλει τη δημιουργία σχεδίων διαχείρισης για τις λεκάνες απορροής ποταμών, τα οποία περιλαμβάνουν μέτρα για την πρόληψη και αντιμετώπιση των πλημμυρών.

Η πρόληψη και ο περιορισμός των πλημμυρών απαιτούν ένα συντονισμένο σχέδιο δράσης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2004 έθεσε τις βάσεις για τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, με στόχο την προστασία των ανθρώπων και των περιουσιακών στοιχείων. Αν και η μείωση των πλημμυρικών

φαινομένων δεν αποτελεί κεντρικό στόχο της ΟΠΥ, οι στρατηγικές διαχείρισης των υδάτων συμβάλλουν έμμεσα στη μείωση των επιπτώσεων των πλημμυρών.

Η νέα ΚΑΠ 2023 δίνει έμφαση στη βελτίωση της προστασίας από πλημμύρες, μέσω της ενσωμάτωσης φυσικών μεθόδων, όπως η διαχείριση των εδαφών και η αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων, που συμβάλλουν στην απορρόφηση των υδάτων και στη μείωση των κινδύνων πλημμύρας.

Με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών, οι γεωργοί μπορούν να προστατεύσουν τα εδάφη και τους υδάτινους πόρους από τις συνέπειες τόσο της ερημοποίησης όσο και των πλημμυρών, συμβάλλοντας στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της γεωργίας.

1.3 Προτάσεις για την ορθολογική Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για την προστασία και τη βιώσιμη ανάπτυξη της γεωργίας, ιδιαίτερα υπό το πρίσμα της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ). Οι παρακάτω προτάσεις αποσκοπούν στη βελτίωση της διαχείρισης του νερού, συνδυάζοντας καινοτόμες τεχνολογίες με την εκσυγχρονισμένη νομοθεσία και τις κατευθυντήριες γραμμές της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά:

- 1. Μελέτη βελτίωσης σχεδιασμού εγγειοβελτιωτικών έργων.**
- 2. Χρήση τεχνολογιών δορυφορικής τηλεπισκόπησης και GIS:** Αυτές οι τεχνολογίες διευκολύνουν τον προσδιορισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών και των συντελεστών φυτοκαλλιέργειας (Κc) σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού.
- 3. Δημιουργία βάσης γεωχωρικών δεδομένων:** Τα δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνουν υδρολογικές και εδαφολογικές πληροφορίες, όπως την ταξινόμηση των γεωργικών εδαφών σε υψηλής παραγωγικότητας και ζώνες με προβλήματα αλατότητας ή οξύτητας.
- 4. Εκσυγχρονισμός του νομικού πλαισίου για τον προσδιορισμό των υδατικών αναγκών:** Πρέπει να γίνει αναθεώρηση των προδιαγραφών για τις γεωργοτεχνικές μελέτες, τις περιβαλλοντικές μελέτες και τις εδαφολογικές αναλύσεις, ώστε να είναι συμβατές με τις απαιτήσεις της νέας ΚΑΠ.
- 5. Αξιολόγηση των αναγκών για εγγειοβελτιωτικά έργα:** Θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στις περιοχές με υψηλή γεωργική δραστηριότητα, βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων χωρικής και χρονικής προτεραιότητας.

6. Αξιολόγηση της επιλεξιμότητας των επενδύσεων σε έργα εγγείων βελτιώσεων: Οι επενδύσεις αυτές πρέπει να πληρούν τα κριτήρια του άρθρου 46 του Ν. 4456/2017, ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα και η οικονομική απόδοση.

7. Εγκατάσταση υδρομετρητών και συστημάτων ηλεκτρονικής υδροληψίας: Μέσω της νέας ΚΑΠ και του ΠΑΑ, θα υποστηριχθεί η εγκατάσταση συστημάτων που επιτρέπουν την παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού με ηλεκτρονικές κάρτες, όπως συμβαίνει ήδη στην περιοχή Βελβεντού/Σερβίων.

8. Δημιουργία online συστήματος για τον προσδιορισμό των υδατικών αναγκών: Το σύστημα θα παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις ανάγκες των καλλιεργειών, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές εδαφολογικές και μετεωρολογικές συνθήκες.

9. Κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης: Θα πρέπει να αναπτυχθούν προγράμματα που θα επιτρέπουν την άμεση ενημέρωση των αγροτών σχετικά με τις ανάγκες άρδευσης.

10. Δημιουργία βάσης δεδομένων για την ποιότητα και ποσότητα των υδάτων: Αυτή η βάση θα περιέχει πληροφορίες σχετικά με τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα και θα χρησιμοποιείται για τη μελέτη και τον σχεδιασμό δράσεων για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού.

11. Διαχείριση ορεινών υδάτων: Η διαχείριση των ορεινών υδάτων πρέπει να περιλαμβάνει μέτρα για τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα και τον περιορισμό των πλημμυρών, μέσω πιλοτικών έργων, όπως η κατασκευή μικροφραγμάτων και λιμνοδεξαμενών.

12. Εκσυγχρονισμός του δικτύου μετεωρολογικών σταθμών: Η ενίσχυση και επέκταση του δικτύου μετεωρολογικών σταθμών του ΥΠΑΑΤ θα προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για την άρδευση, τη φυτοπροστασία και τον σχεδιασμό γεωργικών προγραμμάτων.

13. Πιλοτικές εφαρμογές γεωπληροφορικής στην άρδευση: Η γεωπληροφορική μπορεί να προσφέρει σημαντικά εργαλεία για τη βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης και την εφαρμογή καινοτόμων λύσεων στη διαχείριση του νερού.

Με την ενσωμάτωση των νέων αυτών μέτρων και την υποστήριξη της νέας ΚΑΠ, διασφαλίζεται η βιωσιμότητα και η βελτίωση της αποδοτικότητας των υδατικών πόρων στη γεωργία.

2. Διδακτική υποενότητα II: 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 χρήσης των λιπασμάτων για την μείωση των απωλειών αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία

Η σωστή διαχείριση των λιπασμάτων αποτελεί τη βάση για τη μείωση της ρύπανσης των υδάτων από τη γεωργία και την προστασία του περιβάλλοντος, σύμφωνα με τα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο μέλλον, η χρήση των λιπασμάτων θα καθορίζεται τόσο από τη συμπεριφορά τους στο περιβάλλον (τον τύπο του λιπάσματος) όσο και από τις κατευθυντήριες γραμμές που θέτει η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ). Στα σχέδια λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες, όπως το ιστορικό χρήσης λιπασμάτων στον αγρό, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τα κλιματολογικά δεδομένα και οι στόχοι παραγωγής (Olfs et al., 2005).

Για την ορθή εφαρμογή των λιπασμάτων είναι απαραίτητο η συμβουλευτική λίπανση να βασίζεται στις ανάγκες της καλλιέργειας και στα θρεπτικά στοιχεία που υπάρχουν ήδη στο έδαφος. Ο υπολογισμός των ποσοτήτων πρέπει να γίνεται με βάση αναλύσεις εδάφους και να συμπληρώνεται όπου απαιτείται με τη φυλλοδιαγνωστική (Römheld, 2012). Η ποσότητα και ο τύπος των λιπασμάτων πρέπει να προσαρμόζονται για να καλύπτουν τις θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας, ενώ παράλληλα να μειώνεται η πιθανότητα έκπλυσης προς τον υδροφόρο ορίζοντα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή των κανόνων και των πρακτικών για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης των υδάτων που προκαλείται άμεσα ή έμμεσα από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης αλλά και από φωσφορικά άλατα, όπως αναφέρονται στο άρθρο 4 «Ύδατα» της αριθ. 1313/178948/09.06.2023 (Β' 3777) απόφασης για την εφαρμογή του καθεστώτος της Αιρεσιμότητας σε εκτέλεση του Καν. (ΕΕ) 2021/2115 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και άλλους Κανονισμούς. Οι ορθές πρακτικές πρέπει να εφαρμόζονται σε όλο το φάσμα της γεωργικής δραστηριότητας, ενώ σε περιοχές με ειδικά καθεστώτα προστασίας απαιτούνται ακόμη πιο εξειδικευμένες προσεγγίσεις. Για το σωστό σχεδιασμό και εφαρμογή των λιπασμάτων είναι απαραίτητη η γνώση των εξής παραγόντων:

- *Οι θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας*

- *Ο τύπος και η δομή του εδάφους*
- *Τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά*
- *Η κλίση και η στράγγιση του εδάφους*
- *Το σύστημα άρδευσης*
- *Η συγκέντρωση νιτρικών στα νερά άρδευσης*
- *Η περιεκτικότητα των αρδευτικών νερών σε θρεπτικά στοιχεία*
- *Οι κλιματολογικές συνθήκες, όπως η βροχόπτωση και η εξατμισοδιαπνοή*

Με τη νέα ΚΑΠ, προωθούνται επιπλέον **βιώσιμες γεωργικές πρακτικές**, που επιτρέπουν τη βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης λιπασμάτων, μειώνοντας τις απώλειες και προστατεύοντας τα υδατικά συστήματα. **Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών** για την παρακολούθηση της χρήσης των λιπασμάτων και τη βέλτιστη διαχείριση των καλλιεργειών αποτελεί κεντρικό σημείο της νέας στρατηγικής, υποστηρίζοντας τους γεωργούς να υιοθετήσουν πιο αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους.

Οι νέες τεχνολογίες που προωθεί η νέα ΚΑΠ

Η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) 2023-2027 προωθεί την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση της χρήσης λιπασμάτων, με στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη βελτίωση της αποδοτικότητας στη γεωργία. Οι κύριες νέες τεχνολογίες που προτείνονται είναι:

1. **Γεωργία ακριβείας:** Περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων, drones και συστημάτων GPS για την ακριβή παρακολούθηση των αναγκών των καλλιεργειών σε θρεπτικά στοιχεία. Έτσι, η εφαρμογή των λιπασμάτων γίνεται μόνο όταν και όπου είναι απαραίτητο, μειώνοντας την υπερχρήση και τις απώλειες.
2. **Ψηφιακή χαρτογράφηση:** Με τη χρήση δορυφορικών εικόνων και δεδομένων από αισθητήρες, οι γεωργοί μπορούν να δημιουργούν χάρτες θρεπτικών στοιχείων για το έδαφος, προσδιορίζοντας περιοχές με διαφορετικές ανάγκες σε λίπασμα.
3. **Εφαρμογή λιπασμάτων με μεταβλητό ρυθμό (Variable Rate Application):** Χρησιμοποιώντας συστήματα γεωργίας ακριβείας, αυτή η

τεχνολογία επιτρέπει την εφαρμογή λιπασμάτων με βάση τις ανάγκες κάθε περιοχής του αγρού, αποφεύγοντας την υπερβολική χρήση.

4. **Συστήματα αυτοματισμού:** Οι έξυπνες μηχανές και τα ρομπότ μπορούν να ελέγχουν την εφαρμογή των λιπασμάτων, μειώνοντας τη σπατάλη και εξασφαλίζοντας πιο ομοιόμορφη και αποδοτική κατανομή.
5. **Διαχείριση μεγάλων δεδομένων (Big Data):** Η χρήση δεδομένων από διαφορετικές πηγές, όπως κλιματικά δεδομένα και δεδομένα από το έδαφος, επιτρέπει την ακριβή πρόβλεψη των αναγκών λίπανσης, βοηθώντας τους γεωργούς να προσαρμόσουν τις στρατηγικές τους.
6. **Συστήματα προειδοποίησης και λήψης αποφάσεων (Decision Support Systems):** Λογισμικό που παρέχει συμβουλές στους γεωργούς σχετικά με τη βέλτιστη στιγμή και την ποσότητα λιπασμάτων που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.

Αυτές οι τεχνολογίες έχουν ως στόχο να αυξήσουν την αποδοτικότητα της χρήσης των λιπασμάτων, να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και να συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων της νέας ΚΑΠ για πιο βιώσιμη και κλιματικά ουδέτερη γεωργία.

2.1.2 Ρύπανση και προστασία των υδάτων από τις γεωργικές πρακτικές

Η γεωργία αποτελεί σημαντική πηγή ρύπανσης των υδάτων, ειδικά από νιτρικά και φωσφορικά άλατα, τα οποία προέρχονται από την υπερβολική χρήση λιπασμάτων. Είναι ως εκ τούτου αναγκαία η ορθολογική χρήση των θρεπτικών ουσιών, με στόχο τη μείωση της ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Κάθε γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να ακολουθεί τις εθνικές και ευρωπαϊκές οδηγίες για τη συγκράτηση αυτών των ρύπων σε αποδεκτά όρια. Οι νέες πρακτικές και τεχνολογίες που προτείνονται από την νέα ΚΑΠ δίνουν έμφαση στην εφαρμογή των λιπασμάτων με ακρίβεια και στην χρήση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών.

Για την προστασία των υδάτων, ο τύπος και η ποσότητα των λιπασμάτων πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά. Η μέθοδος και ο χρόνος εφαρμογής τους παίζουν κρίσιμο ρόλο στην αποφυγή της έκπλυσης και της επιφανειακής απορροής των θρεπτικών στοιχείων, τα οποία μπορεί να καταλήξουν σε ποτάμια, λίμνες και υπόγεια ύδατα (Chien et al., 2009). Η νέα ΚΑΠ προωθεί επίσης τη χρήση φυτοκάλυψης μετά τη συγκομιδή για τη συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων, όπως και την ανάπτυξη ζωνών ασφαλείας κοντά σε υδάτινους πόρους, αποτρέποντας έτσι τη ρύπανση.

Οι γεωργοί ενθαρρύνονται να μην υπερβάλουν στην άρδευση, καθώς η υπερβολική ποσότητα νερού μπορεί να προκαλέσει την έκπλυση αζώτου από το έδαφος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο νιτρορύπανσης. Ειδικότερα, η νέα ΚΑΠ προωθεί τη χρήση συστημάτων γεωργίας ακριβείας που μειώνουν τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων, ενώ παράλληλα προστατεύουν το περιβάλλον και βελτιώνουν την αποδοτικότητα της καλλιέργειας. Η άρδευση πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να μην ξεπερνά τη χωρητικότητα του εδάφους για νερό, γιατί κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε έκπλυση αζώτου (Quemada et al, 2013). Ο ρυθμός με τον οποίο τα οργανικά λιπάσματα και η οργανική ουσία του εδάφους μετατρέπονται σε ανόργανες ουσίες καθώς και η εφαρμογή των λιπασμάτων, πρέπει να υπολογίζονται σωστά χρονικά, ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα να απομακρυνθούν πλεονάζοντα θρεπτικά συστατικά.

Συνιστάται η χρήση φυτοκάλυψης αμέσως μετά τη συγκομιδή, προκειμένου να αποτραπούν οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων, όπως η έκπλυση νιτρικών, που μπορεί να οδηγήσει σε νιτρορύπανση (Lapierre et al., 2022). Η φυτοκάλυψη βοηθά στη συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων από τα λιπάσματα, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Ένα χειμερινό σιτηρό, όπως το κριθάρι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυτοκάλυψη και να ενσωματωθεί στο έδαφος την άνοιξη.

Επιπλέον, η χρήση ζωνών ασφαλείας γύρω από υδάτινους όγκους συνιστάται για τη μείωση του κινδύνου ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων από νιτρικά. Αυτές οι ζώνες θα πρέπει να είναι περιοχές ακαλλιέργειας κοντά στις όχθες ποταμών, λιμνών, αρδευτικών ή αποστραγγιστικών καναλιών, όπου απαγορεύεται η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων (Muscutt et al., 1993). Συγκεκριμένα, η εφαρμογή λιπασμάτων πρέπει να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 5 μέτρων από ποτάμια και λίμνες και 0,5 μέτρων από κανάλια, πηγάδια ή γεωτρήσεις.

Για τις εκμεταλλεύσεις εντός περιοχών που έχουν καθοριστεί ως Ζώνες Ευπρόσβλητες από τη Νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης, οι γεωργοί οφείλουν να τηρούν συγκεκριμένες υποχρεώσεις. Συγκεκριμένα, πρέπει να διατηρούν ημερολόγιο καταγραφής της λίπανσης, συνοδευόμενο από τα αντίστοιχα παραστατικά προμήθειας λιπασμάτων, καταγράφοντας ημερολογιακά και ανά αγροτεμάχιο το είδος και τις ποσότητες που εφαρμόστηκαν. Το ημερολόγιο και τα παραστατικά πρέπει να φυλάσσονται για τουλάχιστον πέντε χρόνια και να επιδεικνύονται κατά τη διάρκεια οποιουδήποτε ελέγχου. Η εφαρμογή του αρδευτικού νερού πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπο που ελαχιστοποιεί τις απώλειες από βαθιά διήθηση και επιφανειακή απορροή, ενώ προτείνεται η χρήση συστημάτων εξοικονόμησης, όπως η στάγδην άρδευση. Σε εδάφη με κλίση άνω του 8%, η στάγδην άρδευση είναι

υποχρεωτική, εκτός αν τα εδάφη είναι διαμορφωμένα σε αναβαθμίδες. Εάν για τις καλλιέργειες έχουν τεθεί όρια χρήσης νερού από το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών, οι γεωργοί πρέπει να τηρούν αυτά τα όρια. Τέλος, στις δενδρώδεις καλλιέργειες η λίπανση πρέπει να γίνεται σε τουλάχιστον δύο δόσεις, ενώ στις ετήσιες καλλιέργειες σε τρεις, με εξαίρεση τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε μία δόση λόγω της σταδιακής απόδοσης του αζώτου στα φυτά.

Επίσης, σύμφωνα με το πρότυπο Καλής Γεωργικής και Περιβαλλοντικής Κατάστασης (ΚΓΠΚ) 4 «Δημιουργία ζωνών ανάσχεσης κατά μήκος υδατορεμάτων», για το καθεστώς της Αιρεσιμότητας σχετικά με τη χρήση των λιπασμάτων ορίζονται τα εξής:

1. Απαγορεύεται η απομάκρυνση της παρόχθιας φυσικής βλάστησης.
2. Σε αγροτεμάχια με κλίση εδάφους μεγαλύτερη του 8%, οι γεωργοί απαγορεύεται να εφαρμόζουν λιπάσματα σε μια ζώνη ελάχιστου πλάτους έξι (6) μέτρων κατά μήκος των παραπάνω επιφανειακών υδάτινων σωμάτων.
3. Απαγορεύεται η απευθείας απόρριψη αζωτούχων λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων, σε επιφανειακά και υπόγεια νερά. Επιπλέον, τα κτηνοτροφικά απόβλητα απαγορεύεται να διατίθενται στους εδαφικούς αποδέκτες σε ανεπεξέργαστη μορφή (αχώνευτα).
4. Οι γεωργοί απαγορεύεται να προβαίνουν σε εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων σε παγωμένες ή καλυμμένες με χιόνια επιφάνειες, καθώς και σε εδάφη κορεσμένα με νερό, που δε στραγγίζουν επαρκώς, ή είναι πλημμυρισμένα. Επίσης απαγορεύεται να προβαίνουν σε εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων όταν υπάρχει πρόβλεψη βροχόπτωσης το αμέσως επόμενο διήμερο ή όταν πνέει ισχυρός άνεμος.
5. Οι γεωργοί απαγορεύεται να εφοδιάζουν το έδαφος των γεωργικών εκτάσεων (καλλιεργούμενων και μη) μέσα σε χρονική περίοδο 12 μηνών με συνολική ποσότητα αζώτου από κτηνοτροφικά απόβλητα πάνω από 250 κιλά ανά εκτάριο. Το όριο αυτό ισχύει αθροιστικά για την εφαρμογή επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων και για την απόθεση αποβλήτων από τα ίδια τα ζώα που πιθανόν να βόσκουν στις εκτάσεις αυτές.
6. Η εφαρμογή των υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων μέσω συστήματος άρδευσης απαγορεύεται να γίνεται με τη μέθοδο του καταιονισμού (τεχνητής βροχής).
7. Απαγορεύεται η βασική λίπανση με αζωτούχα λιπάσματα και κτηνοτροφικά απόβλητα να υπερβαίνει το 25% της συνολικής απαιτούμενης για όλη την καλλιεργητική περίοδο λίπανσης. Εάν

χρησιμοποιούνται αζωτούχα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης νιτρικών μορφών (ή ελεγχόμενης αποδέσμευσης/με ενσωματωμένους παρεμποδιστές νιτροποίησης ή ουρεάσης) το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέρχεται στο 40%. Διευκρινίζεται ότι στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται τα αμμωνιακά λιπάσματα ή η ουρία.

8. Οι γεωργοί οφείλουν να τηρούν τους όρους εφαρμογής των λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών προϊόντων όπως αναγράφονται στις ετικέτες των σκευασμάτων ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση των υδάτων.
9. Οι γεωργοί οφείλουν να πραγματοποιούν την έκπλυση των ψεκαστικών μηχανημάτων σε απόσταση μεγαλύτερη των 30 μέτρων από γεώτρηση, τάφρο ή υδατοσυλλογή.
10. Οι γεωργοί οφείλουν να καθαρίζουν τη βλάστηση εντός των στοιχείων των αρδευτικών και στραγγιστικών δικτύων για τη διασφάλιση της αναγκαίας παροχετευτικότητας, με μηχανικά και όχι με χημικά μέσα. Επιτρέπεται κατ' εξαίρεση η χρήση των εγκεκριμένων για το σκοπό αυτό χημικών σκευασμάτων, εφόσον αναγράφεται στην ετικέτα τους.
11. Οι γεωργοί οφείλουν να ενσωματώνουν τα υπολείμματα της καλλιέργειας. Έτσι λοιπόν απαγορεύεται η καύση των υπολειμμάτων και εναλλακτικά η διαχείριση των υπολειμμάτων μπορεί να γίνεται με βόσκηση. Εξαίρεση υπάρχει σε περίπτωση της καύσης της καλαμιάς για λόγους φυτοπροστασίας μετά από άδεια από την αρμοδια ΔΑΟΚ. Στην εξαίρεση αυτή όμως δεν περιλαμβάνονται οι περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο NATURA.

Αποθήκευση και διαχείριση των λιπασμάτων

Η σωστή αποθήκευση και διαχείριση των λιπασμάτων είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή ρύπανσης των υδάτων. Τα λιπάσματα πρέπει να φυλάσσονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους που πληρούν τις προδιαγραφές ασφαλείας και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Είναι σημαντικό να μην αποθηκεύονται σάκοι λιπασμάτων κοντά σε υδάτινους πόρους και να αποφεύγονται διαρροές κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση. Η νέα ΚΑΠ ενθαρρύνει τη χρήση λιπασμάτων με βελτιωμένη περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία και χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, όπως και την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών για τη διαχείριση της κοπριάς.

Πιο συγκεκριμένα 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 ενωσιακό δίκαιο και τους Κ.Ο.Γ.Π. και τα πρότυπα Καλής Γεωργικής και Περιβαλλοντικής Κατάστασης (ΚΓΠΚ)
2. Κατά τη συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση να λαμβάνονται μέτρα (ειδικά στα υγρής μορφής 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 δυσεξόντωτων 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 νέα ΚΑΠ προωθεί την εφαρμογή λιπασμάτων με τη χρήση τεχνολογιών που μειώνουν τις απώλειες και αυξάνουν την αποδοτικότητα. Οι γεωργοί ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν εξοπλισμό ακριβείας για την εφαρμογή λιπασμάτων, όπως λιπασματοδιανομείς και ψεκαστικά μηχανήματα, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιομορφία στην εφαρμογή και να μειώνονται οι κίνδυνοι υπερβολικής λίπανσης και ρύπανσης των υδάτων.

Επιπλέον, υποστηρίζει τη χρήση συστημάτων υδρολίπανσης με εγκατάσταση φίλτρων και βαλβίδων αντεπιστροφής, ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση των υδάτων από λιπάσματα. Με την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών και την αυστηρή τήρηση των προδιαγραφών, οι γεωργικές πρακτικές μπορούν να γίνουν πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα:

- **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 υδρολίπανσης 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

Οι γεωργοί των οποίων οι εκμεταλλεύσεις βρίσκονται σε περιοχές που είναι ευπρόσβλητες από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης υποχρεούνται να τηρούν συγκεκριμένους κανόνες, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ, η οποία ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με την ΚΥΑ 16190/1335/1997 (Β' 519/25-6-1997). Σκοπός είναι η προστασία των υδάτων από τις αρνητικές συνέπειες της νιτρορύπανσης που προκαλείται από τις γεωργικές δραστηριότητες. Οι ζώνες αυτές, που προσδιορίζονται με την ΚΥΑ 19652/1906/1999 (Β' 1575/05-08-1999), περιλαμβάνουν ειδικές δεσμεύσεις και δράσεις που προβλέπονται στα "Προγράμματα Δράσης" για την κάθε περιοχή.

Στην Ελλάδα, οι ζώνες που καθορίστηκαν ως ευάλωτες σε νιτρορύπανση περιλαμβάνουν το Θεσσαλικό Πεδίο, το Κωπαιδικό Πεδίο, το Αργολικό Πεδίο και τη Λεκάνη του Πηνειού Ηλείας. Με την πάροδο του χρόνου, οι περιοχές αυτές επεκτάθηκαν με την ΚΥΑ 20419/2522/18-9-2001, που συμπεριέλαβε τη Λεκάνη του Στρυμόνα, τον Κάμπο Θεσσαλονίκης-Πέλλας-Ημαθίας και την Πεδιάδα Άρτας-Πρέβεζας. Το 2008, με την ΚΥΑ 24838/1400/Ε103 (1132 Β/6-6-2008), προσδιορίστηκαν τα όρια των τεσσάρων ζωνών που θεσμοθετήθηκαν το 2001. Το 2010, με την ΚΥΑ 106253/08.11.10 (1843 Β), συμπεριλήφθηκε και η λεκάνη του ποταμού Ασωπού Βοιωτίας.

Οι περιοχές ευπρόσβλητες από νιτρορύπανση συνεχώς επανεξετάζονται και επικαιροποιούνται, ώστε να καλύπτουν νέες περιοχές που εμφανίζουν υψηλά επίπεδα νιτρικών στα ύδατα, όπως έγινε με την ΚΥΑ 190126/17.04.2013 (983 Β/23.04.2013), όπου προσδιορίστηκαν νέες ευπρόσβλητες ζώνες.

2.1.3.2. Γενικά μέτρα κατά της Νιτρορύπανσης

Για τη μείωση της περιεκτικότητας των υδάτων σε νιτρικά κάτω από το όριο των 50 ppm, όπως ορίζεται στο Στρατηγικό Σχεδιασμό της ΚΑΠ 2023-2027 και στην Οδηγία 676/91/ΕΕ, οι υποχρεώσεις που απορρέουν από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ της ΕΕ για τα ύδατα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Ενδεικτικά, τα βασικά μέτρα περιλαμβάνουν:

- Την εφαρμογή ενός ορθολογικού σχεδίου διαχείρισης των υδατικών πόρων, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες κάθε περιοχής.
- Τη σταδιακή αντικατάσταση των γεωτρήσεων με αυτές που αντλούν νερό από καρστικά υδροφόρα συστήματα (υπόγεια συστήματα νερού που σχηματίζονται σε περιοχές που υπάρχει ασβεστόλιθος και αποτελούν πηγή πόσιμου νερού που αποθηκεύεται σε υπόγειες

κοιλότητες, σπήλαια ή κανάλια), όπου το βάθος εξόρυξης δεν είναι απαγορευτικό λόγω κόστους. Αυτό θα περιορίσει την κίνηση των ρύπων από τον επιφανειακό στον βαθύτερο υδροφόρο ορίζοντα.

- Την ανάπτυξη δεικτών που θα προβλέπουν τον κίνδυνο έκπλυσης νιτρικών αλάτων από τις γεωργικές δραστηριότητες, ώστε να προλαμβάνεται η ρύπανση των υπόγειων υδάτων.

Επίσης, πρέπει να γίνεται ακριβής καταγραφή της αντλούμενης ποσότητας νερού και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του από όλες τις γεωτρήσεις. Αυτά τα δεδομένα θα χρησιμεύσουν για την κατάλληλη διαχείριση του αρδευτικού νερού, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την καλλιέργεια.

2.1.3.3. Ειδικά μέτρα κατά της Νιτρορύπανσης

Για την περαιτέρω αντιμετώπιση της νιτρορύπανσης, το ΣΣ-ΚΑΠ 2023-2027 προβλέπει την επέκταση των μέτρων και σε άλλες περιοχές καθώς και συγκεκριμένες δράσεις για την ευαισθητοποίηση των γεωργών. Κατά τη διάρκεια των ελέγχων, οι ποσότητες αζώτου που εφαρμόζονται πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με τον τύπο του εδάφους: σε ελαφρά εδάφη αφαιρούνται 2 κιλά αζώτου ανά στρέμμα, σε εδάφη μεσαίας σύστασης 3 κιλά και σε βαριά εδάφη 4 κιλά. Η εφαρμογή αυτών των μέτρων αναμένεται να οδηγήσει σε:

- Σταδιακή μείωση της ρύπανσης των υδάτων από νιτρικά
- Δημιουργία ενός διαχειριστικού σχεδίου που θα βοηθήσει στη συνολική αντιμετώπιση του προβλήματος
- Ευαισθητοποίηση των γεωργών για τη βελτίωση των γεωργικών πρακτικών

Επιπλέον, συνιστάται η διαδοχική καλλιέργεια ψυχανθών το φθινόπωρο σε επικλινείς εκτάσεις, ώστε να ενισχυθεί η εδαφική γονιμότητα και να μειωθούν οι ανάγκες σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Προτείνεται επίσης η εισαγωγή του κτηνοτροφικού ρεβιθιού στα συστήματα αμειψισποράς, ειδικά σε λιγότερο γόνιμα εδάφη, όπου οι ιδιότητές του μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της δομής του εδάφους και στη μείωση της ρύπανσης.

2.1.3.4. Βασικές κατηγορίες λιπασμάτων “νέας τεχνολογίας”

Οι σύγχρονες τεχνολογίες λιπασμάτων παρέχουν λύσεις για τη μείωση της νιτρορύπανσης, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα της λίπανσης και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

α) Παρεμποδιστές νιτροποίησης Η χρήση των παρεμποδιστών νιτροποίησης περιορίζει την έκπλυση των νιτρικών στον υδροφόρο ορίζοντα, επιβραδύνοντας τη διαδικασία της νιτροποίησης. Με τη χρήση αυτών των λιπασμάτων, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση αζώτου έως και 20%. Παράλληλα, μειώνονται οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, όπως η μείωση της αεριοποίησης και της τοξικότητας κατά το φύτρωμα, το υψηλό κόστος αγοράς και η ακαταλληλότητα χρήσης σε όξινα εδάφη αποτελούν περιοριστικοί παράγοντες για την ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής.

β) Λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης Τα λιπάσματα βραδείας απελευθέρωσης, όπως η ουρία με επικάλυψη θείου ή άλλων υλικών, απελευθερώνουν το άζωτο σταδιακά, εξασφαλίζοντας παρατεταμένη παροχή θρεπτικών στοιχείων. Η χρήση τους μειώνει την έκπλυση και βελτιώνει την αποδοτικότητα της λίπανσης, αλλά το υψηλό κόστος καθιστά τη χρήση τους περιορισμένη σε καλλιέργειες υψηλής αξίας.

γ) Λιπάσματα RCF (Release Controlled Fertilizer) Τα λιπάσματα αυτά συνδυάζουν ανόργανα και οργανικά θρεπτικά στοιχεία, τα οποία απελευθερώνονται αργά, ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών. Η ιδιότητά τους να απελευθερώνουν φώσφορο και άζωτο σταδιακά μειώνει τις απώλειες μέσω έκπλυσης (άζωτο) ή αδρανοποίησης (φώσφορος) και τις εκπομπές αμμωνίας στην ατμόσφαιρα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε καλλιέργειες υψηλής αξίας, όπου το υψηλό κόστος αγοράς αντισταθμίζεται από την αξία του παραγόμενου προϊόντος.

Οικολογικά προγράμματα (Ecoschemes)

Με τη νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) να έχει πιο «πράσινο» πρόσημο, η εφαρμογή της εστιάζει στην υιοθέτηση νέων και περισσότερων φιλοπεριβαλλοντικών καλλιεργητικών δεσμεύσεων και γεωργικών πρακτικών. Τα Οικολογικά Προγράμματα (ecoschemes) είναι νέα, καινοτόμα προγράμματα

της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) που στηρίζουν τους γεωργούς και συμβάλλουν στον στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος. Ως είδος ενίσχυσης τα Οικολογικά Προγράμματα εφαρμόζονται, ως αποσυνδεδεμένες άμεσες ενισχύσεις, σε αντικατάσταση της πρακτικής του «πρασινίσματος» της προηγούμενης ΚΑΠ και οι γεωργοί καλούνται εθελοντικά να λάβουν μέρος σε αυτά. Εισήχθησαν με τον Καν. (ΕΕ) 2021/2115 (άρθρο 31) ενώ η σημασία που τους αποδίδει πλέον η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) διαφαίνεται από το γεγονός ότι τουλάχιστον το 25% των κονδυλίων της νέας ΚΑΠ δεσμεύεται για κάθε ημερολογιακό έτος από το 2023 έως το 2027 για Οικολογικά Προγράμματα (άρθρο 97 Καν. (ΕΕ) 2021/2115) (Ράγκος, 2023).

Στα πλαίσια λοιπόν των οικολογικών προγραμμάτων οι γεωργοί θα πρέπει να κάνουν αποκλειστική χρήση των λιπασμάτων με παρεμποδιστή/αναστολέα. Η πληροφορία ότι πρόκειται για λίπασμα με παρεμποδιστή/αναστολέα πρέπει να αναγράφεται στην ετικέτα του προϊόντος και στα φορολογικά παραστατικά αγοράς ή προσκομίζεται βεβαίωση του προμηθευτή.

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

Η χορήγηση ανόργανων λιπασμάτων αποτελεί βασικό παράγοντα για τη βελτίωση των γεωργικών αποδόσεων και την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του παγκόσμιου πληθυσμού. Μέσω της χρήσης τους, η γεωργική παραγωγή κατάφερε να ενισχύσει τις αποδόσεις των καλλιεργειών, προσφέροντας προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας, πλούσια σε βιταμίνες, αντιοξειδωτικά, μέταλλα και άλλα ωφέλιμα συστατικά. **Ωστόσο, η αυξανόμενη χρήση λιπασμάτων χωρίς τη σωστή επιστημονική καθοδήγηση** οδήγησε πολλές φορές σε υπερδοσολογία, γεγονός που συνέβαλε στη ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, κυρίως λόγω της έκπλυσης των νιτρικών (Ahmed et al., 2020).

Αυτή η κατάχρηση έχει προκαλέσει ανησυχίες και καχυποψία στο κοινό σχετικά με τη χρήση ανόργανων λιπασμάτων, ενισχύοντας την τάση για αποφυγή της χρήσης τους και προώθηση οργανικών λιπασμάτων αμφιβόλου αποτελεσματικότητας. Στο πλαίσιο μιας σύγχρονης και βιώσιμης γεωργίας, η χρήση των λιπασμάτων πρέπει να στηρίζεται σε επιστημονικά δεδομένα, λαμβάνοντας υπόψη τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών.

Ορθολογική Χρήση Λιπασμάτων

Η ορθολογική λίπανση περιλαμβάνει την εφαρμογή των κατάλληλων ποσοτήτων λιπασμάτων βάσει αναλύσεων εδάφους και φυλλοδιαγνωστικής (Olfs et al., 2005). Στόχος είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης των

καλλιεργειών χωρίς να προκαλείται περιβαλλοντική υποβάθμιση. Ο προσδιορισμός των σωστών δόσεων βασίζεται σε μια σειρά παραμέτρων, όπως:

- Η ανάλυση του εδάφους για τη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.
- Ο τύπος της καλλιέργειας και οι ανάγκες της σε θρεπτικά στοιχεία.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και οι αρδευτικές πρακτικές.

Οι σύγχρονες πρακτικές που ενσωματώνουν την τεχνολογία στην εκτίμηση των θρεπτικών αναγκών των καλλιεργειών, με χρήση δεδομένων από αναλύσεις και λογισμικά εργαλεία επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό των θρεπτικών εισροών και εκροών. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η αποφυγή υπερβολικών δόσεων και αποτρέπεται η έκπλυση των λιπασμάτων στον υδροφόρο ορίζοντα.

Εκτίμηση του Ισοζυγίου Θρεπτικών Στοιχείων

Για τον προσδιορισμό της σωστής ποσότητας λιπασμάτων, απαιτείται η εκτίμηση του ισοζυγίου θρεπτικών στοιχείων, δηλαδή των εισροών και των εκροών θρεπτικών ουσιών στο έδαφος (Öborn et al., 2003). Αυτή η εκτίμηση βασίζεται:

1. Στην **ανοργανοποίηση** της οργανικής ουσίας στο έδαφος, που προσφέρει θρεπτικά στοιχεία για την καλλιέργεια.
2. Στις **απώλειες** θρεπτικών στοιχείων λόγω έκπλυσης, απονιτροποίησης και απομάκρυνσης μέσω της συγκομιδής των προϊόντων.

Μετά την εκτίμηση των απωλειών, προστίθενται οι κατάλληλες μονάδες θρεπτικών στοιχείων (μέσω λιπασμάτων), έτσι ώστε να ισοροπήσει το ισοζύγιο. Η νέα ΚΑΠ προτείνει τη χρήση ευφυούς γεωργίας για τη βελτιστοποίηση της λίπανσης, με τη βοήθεια ψηφιακών εργαλείων και τεχνολογίας. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα και μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την υπερβολική χρήση λιπασμάτων.

Η Βελτίωση της Αποδοτικότητας με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών

Η ενσωμάτωση **νέων τεχνολογιών στη γεωργία**, όπως τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης και οι παρεμποδιστές νιτροποίησης, που αναφέρθηκαν και παραπάνω, μειώνουν τις απώλειες των θρεπτικών στοιχείων προς το περιβάλλον. Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης απελευθερώνουν

σταδιακά τα θρεπτικά στοιχεία, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα έκπλυσης προς τους υδροφόρους ορίζοντες και συμβάλλοντας στη μείωση της ρύπανσης.

Παράλληλα, η **χρήση παρεμποδιστών νιτροποίησης** μπορεί να περιορίσει την έκπλυση νιτρικών και την απώλεια αζώτου. Αυτά τα λιπάσματα επιβραδύνουν τη μετατροπή του αζώτου σε νιτρικά, καθυστερώντας την αποδέσμευση του αζώτου και μειώνοντας τον κίνδυνο ρύπανσης των υδάτων.

Η χρήση ανόργανων λιπασμάτων παραμένει κρίσιμη για την ενίσχυση της αγροτικής παραγωγής και την κάλυψη των παγκόσμιων διατροφικών αναγκών. Με τη σωστή χρήση των λιπασμάτων, μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της αειφορίας, διασφαλίζοντας τόσο την αύξηση της παραγωγής όσο και την προστασία των υδάτινων πόρων από τη ρύπανση.

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

Ο προσδιορισμός των αναγκών σε λίπασμα των καλλιεργειών είναι ένα βασικό βήμα για τη σωστή διαχείριση των εδαφικών πόρων και την εξασφάλιση της αειφορίας στη γεωργία. Με την ακριβή και βιώσιμη χρήση των λιπασμάτων, με μεθόδους βασισμένες στην εδαφοανάλυση και τη φυλλοδιαγνωστική, επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή απόδοση των καλλιεργειών με ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος.

2.3.1 Εδαφοανάλυση και ανάγκες λίπανσης

Η εδαφοανάλυση αποτελεί τον πιο αξιόπιστο τρόπο για τον προσδιορισμό της γονιμότητας του εδάφους και των αναγκών λίπανσης πριν την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας, ειδικά στις πολυετείς καλλιέργειες όπως οι δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι. Μέσω της ανάλυσης του εδάφους, οι γεωργοί μπορούν να αναγνωρίσουν όχι μόνο την παρουσία θρεπτικών στοιχείων, αλλά και τυχόν προβλήματα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών, όπως η αλατότητα, η χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία ή η παρουσία βαρέων μετάλλων.

Η ανάλυση εδάφους είναι αναπόσπαστο μέρος της βιώσιμης διαχείρισης των καλλιεργειών, καθώς επιτρέπει την αποφυγή της υπερλίπανσης, η οποία είναι μία από τις κύριες αιτίες ρύπανσης των υδάτων από νιτρικά. Με βάση τα αποτελέσματα της εδαφοανάλυσης, οι γεωργοί μπορούν να καθορίσουν τις ποσότητες και τον τύπο των λιπασμάτων που θα χρειαστεί να εφαρμόσουν στις καλλιέργειές τους, αποφεύγοντας την περιττή χρήση τους.

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, η λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος εδάφους είναι κρίσιμη. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις δενδρώδεις καλλιέργειες, όπου το εκτεταμένο ριζικό σύστημα κάνει δύσκολη την ακριβή αντιπροσώπευση των θρεπτικών αναγκών. Η ανάλυση βοηθά στον εντοπισμό στοιχείων που μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα, όπως υψηλή αλατότητα ή τοξικότητα από στοιχεία όπως το χλώριο (Cl) και το βόριο (B), τα οποία είναι επιβλαβή για πολλές καλλιέργειες. Στους Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3 δίνονται πληροφορίες σχετικές με την αντοχή των οπωροφόρων δένδρων στα άλατα, στο Cl και στο B.

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

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

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

Εκτίμηση των Αναγκών σε Λίπασμα της Καλλιέργειας

Η εκτίμηση των αναγκών σε λίπασμα της καλλιέργειας με βάση την εδαφοανάλυση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων και τη σύγκριση με τις κρίσιμες τιμές που δίνονται από τη βιβλιογραφία. Για παράδειγμα, η συγκέντρωση φωσφόρου (P) κάτω από 15 ppm (μέθοδος Olsen) δείχνει την ανάγκη λίπανσης φωσφόρου, ενώ συγκέντρωση καλίου (K) κάτω από 100 ppm (μέθοδος οξικού αμμωνίου) δείχνει ανάγκη καλιούχου λίπανσης.

Η εδαφοανάλυση προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τις ανάγκες των καλλιεργειών, αλλά η σωστή ερμηνεία των δεδομένων απαιτεί εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία. Η λάθος ερμηνεία μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες πρακτικές λίπανσης, όπως υπερλίπανση, που αυξάνουν τον κίνδυνο ρύπανσης των υδάτων και μειώνουν την αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων.

Παράγοντες που Επηρεάζουν τις Ανάγκες σε Λίπασμα των Καλλιεργειών

Στην εκτίμηση των αναγκών σε λίπασμα των καλλιεργειών λαμβάνονται υπόψη διάφοροι παράγοντες, όπως:

1. Τα αποτελέσματα της εδαφοανάλυσης
2. Οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων λόγω συγκομιδής, έκπλυσης, αεριοποίησης και απονιτροποίησης
3. Η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, η οποία εξαρτάται από τη γονιμότητα του εδάφους και τις αγρονομικές συνθήκες

Βέλτιστες Πρακτικές για τη Λίπανση των Καλλιεργειών

Για τη σωστή εφαρμογή των λιπασμάτων, πρέπει να τηρούνται τα εξής:

- **Δειγματοληψία εδάφους με σωστή μεθοδολογία**, ώστε να εξασφαλιστεί η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος
- **Χρήση κατάλληλων εργαστηριακών μεθόδων** για την ανάλυση του εδάφους
- Συσχέτιση των δεδομένων της εδαφοανάλυσης **με τις πραγματικές ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία**
- **Αποφυγή υπερβολικών δόσεων λιπασμάτων**, ειδικά σε περιοχές όπου υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των υδάτων

Η εδαφοανάλυση συνδυάζεται με τη **φυλλοδιαγνωστική**, η οποία παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση θρέψης των φυτών και μπορεί να ενισχύσει την ακρίβεια των προτάσεων λίπανσης.

Ο προσδιορισμός των αναγκών σε λίπανση των καλλιεργειών μέσω της εδαφοανάλυσης και της φυλλοδιαγνωστικής είναι κρίσιμος για τη βιώσιμη γεωργία. Με τη χρήση σύγχρονων εργαλείων, οι γεωργοί μπορούν να εξασφαλίσουν καλύτερα αποτελέσματα και να διατηρήσουν τη γονιμότητα των εδαφών μακροπρόθεσμα.

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

Η απώλεια θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος είναι μια σημαντική πρόκληση στη γεωργία, καθώς μπορεί να επηρεάσει τόσο την αποδοτικότητα των καλλιεργειών όσο και το περιβάλλον. Η σωστή κατανόηση των διαδικασιών που οδηγούν στις απώλειες θρεπτικών στοιχείων είναι κρίσιμη για την εφαρμογή ορθών γεωργικών πρακτικών.

α) Έκπλυση

Η έκπλυση είναι μία από τις κυριότερες αιτίες απώλειας θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα του αζώτου (N) και συμβαίνει κυρίως σε ελαφρά-αμμώδη εδάφη, τα οποία είναι λιγότερο ικανά να συγκρατήσουν το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία (Cameron et al., 2013). Σε συνθήκες υψηλών βροχοπτώσεων, η έκπλυση του αζώτου μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει το 50%, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζονται νιτρικά λιπάσματα (NO_3^-), τα οποία είναι πιο ευαίσθητα στην έκπλυση. Γι' αυτό, κατά τη χειμερινή λίπανση προτιμάται η χρήση αμμωνιακών μορφών αζώτου που είναι λιγότερο επιρρεπή στην έκπλυση.

β) Εξαέρωση

Η εξαέρωση του αζώτου, κυρίως με τη μορφή αμμωνίας (NH_3), είναι μία ακόμα πηγή απωλειών και σχετίζεται με την αλκαλικότητα του εδάφους και την περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) (Li et al., 2022). Τα ελληνικά εδάφη, τα οποία έχουν υψηλό pH και περιέχουν CaCO_3 , είναι επιρρεπή σε αυτή τη μορφή απώλειας, η οποία μειώνει την αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων.

γ) Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση αυξάνεται σε αναερόβιες συνθήκες, που προκύπτουν κυρίως σε αργιλώδη εδάφη με κακή στράγγιση. Υπό αυτές τις συνθήκες, τα βακτήρια που απονιτροποιούν μετατρέπουν το νιτρικό άζωτο (NO_3^-) σε αέρια μορφή, οδηγώντας σε σημαντικές απώλειες αζώτου.

δ) Δέσμευση θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Ορισμένα θρεπτικά στοιχεία, όπως το κάλιο (K) και τα αμμωνιακά (NH_4^+), μπορεί να δεσμεύονται προσωρινά στα κolloειδή του εδάφους, ιδιαίτερα σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο. Η δέσμευση αυτή μπορεί να τα προστατεύει από την έκπλυση, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις η δέσμευση είναι τόσο ισχυρή που τα στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα για τα φυτά. Αυτός είναι και ο λόγος που τα βαριά, αργιλώδη εδάφη απαιτούν συχνά μεγαλύτερες δόσεις καλιούχων λιπασμάτων.

ε) Απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων λόγω συγκομιδής

Η απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος κατά τη συγκομιδή των προϊόντων είναι αναπόφευκτη και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον προσδιορισμό των λιπαντικών αναγκών. Τα θρεπτικά στοιχεία που απομακρύνονται με τη συγκομιδή πρέπει να αναπληρώνονται μέσω της λίπανσης για να διατηρηθεί η γονιμότητα του εδάφους και η παραγωγικότητα της καλλιέργειας.

Οι εκροές θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος είναι αποτέλεσμα σύνθετων φυσικών και χημικών διαδικασιών, όπως η έκπλυση, η εξαέρωση, η απονιτροποίηση και η δέσμευση. Αυτές οι διαδικασίες επηρεάζονται από παράγοντες όπως η σύσταση του εδάφους, οι κλιματολογικές συνθήκες και οι γεωργικές πρακτικές. Με τη χρήση τέτοιων μεθόδων, οι γεωργοί μπορούν να επιτύχουν υψηλότερες αποδόσεις με λιγότερη χρήση πόρων, προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον.

2.3.3 Εισροές οφειλόμενες σε νιτροποίηση και αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων

Η εισροή θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος μέσω των φυσικών διεργασιών, όπως η νιτροποίηση και η αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη θρέψη των καλλιεργειών. Η κατανόηση αυτών των διεργασιών είναι απαραίτητη, ώστε να μειωθούν οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων και να βελτιωθεί η απόδοση των καλλιεργειών.

α) Νιτροποίηση

Η νιτροποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία τα οργανικά στοιχεία που υπάρχουν στο έδαφος, όπως το οργανικό άζωτο, μετατρέπονται σε νιτρικά (NO_3^-) μέσω της δράσης μικροοργανισμών. Αυτή η διεργασία εμπλουτίζει το εδαφικό διάλυμα με νιτρικά, τα οποία είναι διαθέσιμα για απορρόφηση από τις ρίζες των φυτών, παρέχοντας ένα σημαντικό μέρος της θρεπτικής τους ανάγκης σε άζωτο.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είναι καθοριστική για τη διαδικασία αυτή. Η σωστή εκτίμηση της οργανικής ουσίας, μέσω αναλύσεων του εδάφους, βοηθά στην ακριβέστερη πρόβλεψη των αναγκών των καλλιεργειών σε άζωτο. Η συστηματική χρήση της εδαφοανάλυσης για την ακριβή εκτίμηση της οργανικής ουσίας και του διαθέσιμου αζώτου στο έδαφος, έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή υπερβολικής λίπανσης, που οδηγεί σε απώλειες και ρύπανση των υπογείων υδάτων.

β) Απελευθέρωση-αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων

Πολλά θρεπτικά στοιχεία, όπως ο φώσφορος (P), το κάλιο (K) και τα αμμωνιακά (NH_4^+), δεσμεύονται στο έδαφος λόγω υψηλών ποσοστών αργίλου και του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3). Οι δεσμευμένες μορφές αυτών των στοιχείων αποδεσμεύονται σταδιακά και γίνονται διαθέσιμες για τα φυτά. Αυτός ο μηχανισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών σε θρεπτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής

περιόδου. Η εδαφολογική ανάλυση επιτρέπει την εκτίμηση της διαθεσιμότητας αυτών των στοιχείων και άρα είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για τον ακριβή προσδιορισμό των θρεπτικών αναγκών των φυτών.

Η αποδέσμευση των θρεπτικών στοιχείων μπορεί να επηρεαστεί από τις εδαφικές συνθήκες και τις κλιματικές αλλαγές. Η ορθή διαχείριση των εδαφικών συνθηκών εξασφαλίζει ότι τα θρεπτικά στοιχεία θα είναι διαθέσιμα όταν τα φυτά τα χρειάζονται περισσότερο. Αυτή η διαχείριση περιλαμβάνει τη βελτίωση της εδαφικής δομής και τη χρήση οργανικών υλικών που προάγουν την αποδέσμευση των θρεπτικών στοιχείων.

γ) Φυλλοδιαγνωστική

Η φυλλοδιαγνωστική, σε συνδυασμό με την εδαφοανάλυση, αποτελεί το πιο αξιόπιστο εργαλείο για την αναγνώριση των θρεπτικών προβλημάτων των καλλιεργειών. Μέσω της ανάλυσης των φύλλων, μπορεί να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων και να εκτιμηθεί η επάρκεια ή η ανεπάρκεια τους. Με τη χρήση της φυλλοδιαγνωστικής για τον προσδιορισμό των θρεπτικών αναγκών σε πραγματικό χρόνο, μειώνεται η περιττή χρήση λιπασμάτων και βελτιώνεται η απόδοση των καλλιεργειών.

Οι κρίσιμες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, όπως αυτές προσδιορίζονται από τη βιβλιογραφία, παρέχουν σημαντικές ενδείξεις για το πότε ένα θρεπτικό στοιχείο βρίσκεται σε έλλειψη ή περίσσεια. Όταν η συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου είναι κάτω από το κρίσιμο επίπεδο, οι αποδόσεις της καλλιέργειας μειώνονται. Έτσι, η φυλλοδιαγνωστική επιτρέπει τον εντοπισμό των τροφοπενιών και άρα την αποφυγή της μείωσης των αποδόσεων με τη χρήση των κατάλληλων λιπασμάτων.

Για παράδειγμα, η συγκέντρωση αζώτου (N) στα φύλλα της ελιάς πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1,6% και 1,8% ξηράς ουσίας. Εάν η συγκέντρωση είναι κάτω από 1,6%, τότε απαιτείται αύξηση της δοσολογίας αζώτου, ενώ αν είναι πάνω από 1,8%, η περίσσεια μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα, όπως υπερβολική βλάστηση εις βάρος της καρποφορίας και ρύπανση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα με νιτρικά.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Φυλλοδιαγνωστικής

Η φυλλοδιαγνωστική έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς μπορεί να βοηθήσει στη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της λίπανσης και στη βελτιστοποίηση της θρέψης των καλλιεργειών. Επίσης, παρέχει γρήγορη και αξιόπιστη πληροφόρηση για το εάν ένα πρόβλημα είναι θρεπτικό ή όχι, επιτρέποντας στον γεωργό να πάρει έγκαιρες αποφάσεις για τη λίπανση ή

αντίθετα να κάνει ελέγχους στην καλλιέργειά του που σχετίζονται με φυτοπροστατευτικά προβλήματα. Ωστόσο, η φυλλοδιαγνωστική παρουσιάζει και μειονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι μπορεί να διαπιστώσει την ανεπάρκεια ή την περίσσεια θρεπτικών στοιχείων, χωρίς να εξηγεί τα αίτια.

Συνιστάται στους παραγωγούς να χρησιμοποιούν τη φυλλοδιαγνωστική σε συνδυασμό με την εδαφολογική ανάλυση, για να έχουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των θρεπτικών αναγκών των καλλιεργειών τους και να προσαρμόζουν τις εφαρμογές λίπανσης ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες των φυτών και τις συνθήκες του εδάφους.

Συμπερασματικά, η διαχείριση των εισροών, όπως η νιτροποίηση και η αποδέσμευση θρεπτικών στοιχείων, είναι θεμελιώδης για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και την αποδοτική θρέψη των καλλιεργειών. Η εδαφοανάλυση και η φυλλοδιαγνωστική παρέχουν αξιόπιστα δεδομένα για την εκτίμηση των θρεπτικών αναγκών και των ελλείψεων στις καλλιέργειες. Οι αναλύσεις, ο προσδιορισμός των ισοζυγίων εισροών-εκροών θρεπτικών στοιχείων και η συμβουλευτική λίπανση των καλλιεργειών πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένα εργαστήρια και μόνο καθώς και από υψηλά εξειδικευμένο/καταρτισμένο προσωπικό.

Η νέα ΚΑΠ τονίζει τη σημασία της ενσωμάτωσης αυτών των τεχνικών στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας, για να διασφαλιστεί η βιώσιμη χρήση των πόρων και η αποφυγή περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η νιτρορύπανση και η υποβάθμιση του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, η παρέμβαση Π3-73-2.1 του Στρατηγικού Σχεδίου της νέας ΚΑΠ που αφορά τα «Σχέδια Βελτίωσης Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων» στην Ελλάδα με σκοπό την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού τομέα επικεντρώνεται σε επενδύσεις που προάγουν τον εκσυγχρονισμό και την αποδοτικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, μέσω της χρήσης νέων τεχνολογιών, εξοπλισμού αιχμής και συστημάτων γεωργίας ακριβείας.

Η δράση αυτή εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο και στοχεύει στη μείωση του κόστους παραγωγής, τη βελτίωση της προστιθέμενης αξίας των γεωργικών προϊόντων και την αύξηση της παραγωγικότητας, ιδίως στους κλάδους με φθίνουσα πορεία, όπως είναι η αιγοπροβατοτροφία και τα κηπευτικά. Η χρηματοδότηση μπορεί να λάβει τη μορφή επιχορήγησης ή χρηματοδοτικών εργαλείων, με ενίσχυση που κυμαίνεται από 50% έως 60%, ανάλογα με τη φύση και τη γεωγραφική περιοχή της επένδυσης, ενώ για νέους αγρότες και ειδικές περιφέρειες υπάρχει επιπλέον προσαύξηση 10%.

Οι επιλέξιμες δαπάνες περιλαμβάνουν τον εκσυγχρονισμό υποδομών (κτίρια, θερμοκήπια), αγορά εξοπλισμού (όπως τρακτέρ και μηχανήματα γεωργίας

ακριβείας), καθώς και συστήματα αυτοματοποίησης και ψηφιοποίησης. Ειδικά για τη βελτίωση των αρδευτικών συστημάτων, απαιτείται εγκατάσταση υδρομετρητών και συμμόρφωση με τα πρότυπα διαχείρισης υδάτινων πόρων.

Επιλέξιμοι δικαιούχοι είναι γεωργοί, νομικά πρόσωπα με αγροτική δραστηριότητα και συνεταιρισμοί, οι οποίοι πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια επιλεξιμότητας, όπως να είναι ασφαλιστικά και φορολογικά ενήμεροι. Κριτήρια επιλογής περιλαμβάνουν την οικονομική βιωσιμότητα, την αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών και την ωριμότητα των σχεδίων, ενώ δίνεται έμφαση σε προϊόντα με σήματα ποιότητας και σε συνεργατικά σχήματα.

Τέλος, οι μη επιλέξιμες δαπάνες αφορούν κυρίως συντηρήσεις, λειτουργικές δαπάνες και κάθε επένδυση που δεν συνδέεται άμεσα με την παραγωγική ικανότητα της γεωργικής εκμετάλλευσης. Η παρέμβαση στηρίζει τη βιωσιμότητα και τον εκσυγχρονισμό της γεωργίας στην Ελλάδα, με στόχο την ενίσχυση της παραγωγικής δυναμικότητας και την καλύτερη ανταπόκριση στις απαιτήσεις της αγοράς.

Για περισσότερες πληροφορίες ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ <https://www.agrotikianaptixi.gr/parembaseis-skap-pa/agrotiki-anaptyxi/>

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).

Διδακτική υποενότητα III: 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 γεωργό και ο περαιτέρω χειρισμός ή επεξεργασία τους είναι οικονομικά ασύμφορα, 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 διατροφής 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 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, σαλμονελώσεις 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 φουσαλιδώδους 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. Ακολουθώντας, 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 κόπρου 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 κόπρου 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 κόπρου 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 αερόβιας επεξεργασίας είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο και βασίζονται στη διαδικασία της αερόβιας 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 κόπρο εμφανίζονται βακτηρίδια που ξεκινούν τον διαχωρισμό και μειώνουν την οσμή. 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 κόπρου εισάγεται ατμοσφαιρικός αέρας με τη βοήθεια συστήματος αερισμού σε μορφή φυσαλίδων. Είναι μία εξώθερμη αερόβια επεξεργασία υγρής φάσης κόπρου, που πραγματοποιείται μέσα σε αντιδραστήρες. Τελικά, οι οργανικές ενώσεις κόπρου οξειδώνονται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό, νιτρικές, θειικές και φωσφορικές ενώσεις. Η δεσμευμένη ενέργεια απελευθερώνεται με την οξείδωσή, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία 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 δυσσομία 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 ευρέος φάσματος μικροοργανισμών, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Τα βασικά προϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι, εκτός του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου, το άζωτο, το υδρογόνο, η αμμωνία και το υδρόθειο. Το τελικό προϊόν της 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 χωμάτων αναερόβιων δεξαμενών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η απλότητα και η οικονομικότητά του, ενώ είναι ένα σύστημα που ταιριάζει κατεξοχήν σε ζωικά απόβλητα μεγάλου οργανικού φορτίου. Το σύστημα των ανοικτών χωμάτων 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 που εξαρτάται από τη φύση της 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 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 του 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 γλυκερόλης με λιπαρά οξέα και αποτελούν το κύριο συστατικό των ζωικών λιπών. Κατά την αντίδραση μετεστεροποίησης ο τριεστέρας της γλυκερόλης αντιδρά με την αλκοόλη, παράγοντας ένα μείγμα εστέρων και αλκοόλης με λιπαρά οξέα και τριεστέρα και γλυκερόλη ή γλυκερίνη. Η διαδικασία της 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 πλήθους μικροοργανισμών, σε θερμό, υγρό και αεριζόμενο περιβάλλον. Τα οργανικά υλικά που συγκεντρώνονται τεμαχισμένα σε κατάλληλα διαμορφωμένους σωρούς, περιέχουν τους απαραίτητους πληθυσμούς μικροοργανισμών για την έναρξη της 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 της κομποστοποίησης ολοκληρώνεται σε δύο στάδια. Αρχικά η διαδικασία της βιοσταθεροποίησης ή βιοαποδόμησης έχει διάρκεια 2-8 εβδομάδων. Αυτή περιλαμβάνει τις 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 διασπών το οργανικό υλικό της 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 της 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 γκριζομαύρο, λεπτόκοκκη υφή και χαρακτηριστική μυρωδιά χώματος. 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.

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 αγωγή λίπανσης. Παράλληλα μελετήσαμε τη 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 οι πρώτες ύλες των ζωικών αποβλήτων ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ, και το κόμποστ που προέρχεται από τα απόβλητα χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό. Οι επιπτώσεις αυτές γίνονται περισσότερο κατανοητές μέσα από την μελέτη των μεθόδων παράθεσης και ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων μηρυκαστικών και μονογαστρικών ζώων.

Παράρτημα – Σχετική Νομοθεσία

Αριθμός και Τίτλος	Περιγραφή	Σύνδεσμος / ΦΕΚ

Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά 60/2000/ΕΚ	Οδηγία της ΕΕ που θεσπίζει το πλαίσιο για την προστασία και διαχείριση των υδάτων	https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en
ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3199/2003	Προστασία και διαχείριση των υδάτων. Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ	ΦΕΚ 280/Α/9-12-2003
ΠΔ 51/2007	Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ	ΦΕΚ 54/Α/8-3-2007
Υ.Α. οικ. 190126/2013	Τροποποίηση του άρθρου 2 της ΚΥΑ 19652/1906/1999 για τον προσδιορισμό υδάτων με νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης και κατάλογο ευπρόσβλητων ζωνών	ΦΕΚ 983/Β`/23.4.2013

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Ahmed, M., Rauf, M., Akhtar, M., et al. (2020). Hazards of nitrogen fertilizers and ways to reduce nitrate accumulation in crop plants. Environmental Science

and Pollution Research, 27, 17661–17670. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08236-y>

Alexandridis, Th., Cherif, I., Chemin, Y., Silleos, G., Stavrinos, E., and Zalidis, G. (2009). Integrated Methodology for Estimating Water Use in Mediterranean Agricultural Areas. Remote Sensing, 1, 445-465. <https://doi.org/10.3390/rs1030445>

Cameron, K.C., Di, H.J., and Moir, J.L. (2013). Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. Annals of Applied Biology, 162, 145-173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>

Chien, S. H., Prochnow, L. I., & Cantarella, H. (2009). Recent Developments of Fertilizer Production and Use to Improve Nutrient Efficiency and Minimize Environmental Impacts. Advances in Agronomy, 102, 267–322. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(09\)01008-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(09)01008-6)

Evans, R. G., & Sadler, E. J. (2008). Methods and technologies to improve efficiency of water use. Water Resources Research, 44, W00E04. <https://doi.org/10.1029/2007WR006200>

ExternE: Externalities of Energy. (2005). Methodology 2005 Update. European Commission, Directorate-General for Research, Sustainable Energy Systems.

Gomiero, T. (2016). Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge. Sustainability, 8(281). <https://doi.org/10.3390/su8030281>

Hulme, M., & Kelly, M. (1993). Exploring the links between desertification and climate change. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 35(6), 4–45. <https://doi.org/10.1080/00139157.1993.9929106>

Karyotis, Th., & Panagopoulos, A. (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., Panagopoulos, A., Danalatos, N., Pateras, D., Panoras, A., & 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, 4, 73-78.

Karyotis, Th., Panagopoulos, A., Pateras, D., Panoras, A., Danalatos, N., Angelakis, C., & Kosmas, C. (2001). Agricultural policy and measures for

mitigation of nitrates in groundwaters of Central Greece. Beyond Nutrient Balances Workshop Proceedings, Addis Ababa, Ethiopia, 87-90.

Katsilouli, Ir., Karyotis, Th., Georgiou, Th., Mitsimponas, Th., Panagopoulos, A., Panoras, A., Pateras, D., Haroulis, A., Argyropoulos, G., & Toullos, M. (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, & J. Roker. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. pp. 447-448. ISBN: 9076998434.

Lapierre, J., Machado, P. V. F., Debruyne, Z., Brown, S. E., Jordan, S., Berg, A., et al. (2022). Cover crop mixtures: A powerful strategy to reduce post-harvest surplus of soil nitrate and leaching. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 325, 107750. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107750>

Li, T., Wang, Z., Wang, C., Huang, J., Feng, Y., Shen, W., Zhou, M., & Yang, L. (2022). Ammonia volatilization mitigation in crop farming: A review of fertilizer amendment technologies and mechanisms. *Chemosphere*, 303, 134944. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134944>

Manguet, M., & da Silva, G. G. (1998). Desertification and drylands development: what can be done? *Land Degradation & Development*, 9(5), 375–382. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(199809/10\)9:5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(199809/10)9:5)

Mondal, S., & Palit, D. (2022). Challenges in natural resource management for ecological sustainability. In: M. K. Jhariya, R. S. Meena, A. Banerjee, & S. N. Meena (Eds.), *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability* (pp. 29–59). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822976-7.00004-1>

Mitsimponas, Th., Karyotis, Th., Zagouroglou, N., & Beltsios, S. (2000). Seasonal variation of nitrates and ammonium in ground waters and estuaries of Central Greece: Role of agriculture. *European Society for Soil Conservation Third International Congress, Valencia, Spain*, 253.

Muscutt, A. D., Harris, G. L., Bailey, S. W., & Davies, D. B. (1993). Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 45(1), 59–77. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(93\)90059-X](https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90059-X)

Nair, K.P. (2019). How to manage water use for sustainable agriculture? In: *Intelligent Soil Management for Sustainable Agriculture*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15530-8_18

Olfs, H.-W., Blankenau, K., Brentrup, F., Jasper, J., Link, A., & Lammel, J. (2005). Soil- and plant-based nitrogen-fertilizer recommendations in arable farming. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168, 414-431. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520526>

Öborn, I., Edwards, A. C., Witter, E., Oenema, O., Ivarsson, K., Withers, P. J. A., et al. (2003). Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy*, 20(1), 211–225. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00080-7)

Quemada, M., Baranski, M., Nobel-de Lange, M. N. J., Vallejo, A., & Cooper, J. M. (2013). Meta-analysis of strategies to control nitrate leaching in irrigated agricultural systems and their effects on crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 174, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.018>

Römheld, V. (2012). Diagnosis of deficiency and toxicity of nutrients. In: Marschner's *Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.), (pp. 299–312). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00011-X>

Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P. C., Clark, J. M., Adhya, T., Rumpel, C., et al. (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology*, 22, 1008–1028. <https://doi.org/10.1111/gcb.13068>

Sommer, S., Zucca, C., Grainger, A., Cherlet, M., Zougmore, R., Sokona, Y., Hill, J., et al. (2011). Application of indicator systems for monitoring and assessment of desertification from national to global scales. *Land Degradation and Development*, 22(2), 184–197. <https://doi.org/10.1002/ldr.1084>

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.

Stavrinos, E. (2013). MYWATER - Merging Hydrologic Models and EO Data for Reliable Information on Water. MyWater Training Course, Lisbon, 9 - 12 / 12 / 2013.

Stavrinos, E., Alexandridis, Th., Panagopoulos, A., & Zalidis, G. (2011). Using water accounting indicators and geoinformation to characterize irrigation networks in Tyrnavos sub-basin (Greece). *International Conference of Soil Sustainability*, Sofia.

Sun, H.-Y., Liu, C.-M., Zhang, X.-Y., Shen, Y.-J., & Zhang, Y.-Q. (2006). Effects of irrigation on water balance, yield and WUE of winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 85(1), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.04.008>

Taiganides, P. E. (1978). *Animal Waste*. WHO, Copenhagen, Denmark.

van Andel, S. J., Stavrinou, E., van der Zwan, R. E., & Alexandridis, T. K. (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 the 15th Soil Science Conference, Patras, Greece*.

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 νιτρορύπανσης 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 νιτρορύπανσης στα υπόγεια νερά περιοχών των Δ. Νίκαιας και Κραννώνος Ν. Λαρίσης και εφαρμογή μέτρων για την προσασία 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
- Ράγκος, Α., Συμβουλές για προγράμματα για το κλίμα, το περιβάλλον και την καλή διαβίωση των ζώων «Οικολογικά προγράμματα (ecoschemes)». Οικολογικά Προγράμματα (Eco schemes).
- 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 1195B/14-9-2001.
- Σχέδιο Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα ΦΕΚ 1894/B/2006.
- Σχέδιο Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης των ευαίσθητων περιοχών της λεκάνης Θεσσαλονίκης-Πέλλας-Ημαθίας ΦΕΚ 530/B/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

- ΣΣΚΑΠ 2023-2027 Επενδύσεις
<https://www.agrotikianaptixi.gr/parembaseis-sskap-pa/agrotiki-anaptyxi/>
- 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

- Agrocaptal:
<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 αναρτημένα 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, 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/>