



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. <u>522</u>
Ημερομηνία <u>8-7-2016</u>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή Μελέτη

Θέμα:

«Επιθεώρηση Αρδευτικών Δικτύων και Κοστολόγηση νερού
στην υδρολογική λεκάνη του Ποταμού Στρυμόνα»

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή: Γρηγορίου Απόστολος

Εξεταστική Επιτροπή

Χαλκίδης Ηρακλής, Λέκτορας Π.Θ., Επιβλέπων

Μ. Σακελαρίου-Μακραντωνάκη, Καθηγήτρια Π.Θ., Μέλος

Βλόντζος Γεώργιος, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ., Μέλος

Ευχαριστίες!!!

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Χαλκίδη Η., επιβλέποντα καθηγητή μου και λέκτορα του εργαστηρίου της γεωργικής υδραυλικής, για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε με την ανάθεση της παρούσας εργασίας και την αφιέρωση πολύτιμου χρόνου ώστε να ολοκληρωθεί.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη και την κατανόηση τους.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 16339/1
Ημερ. Εισ.: 12/06/2017
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδιωτικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2016
ΓΡΗ

Περίληψη

Η πτυχιακή διατριβή με τίτλο «Επιθεώρηση Αρδευτικών Δικτύων και Κοστολόγηση νερού άρδευσης στην Υδρολογική λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα» έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση της διαχείρισης των αρδευτικών δικτύων της πεδιάδας των Σερρών και της κοστολόγησης του αρδευτικού νερού από τους αρμόδιους φορείς. Σκοπός είναι να επισημανθούν οι λανθασμένες πρακτικές και να αναδειχθούν πρακτικές ορθολογικής χρήσης του αρδευτικού νερού. Αρχικά παρουσιάζεται η γεωγραφική θέση της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνα καθώς και η σημαντική συμβολή των παραποτάμων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή μελέτης. Επίσης παρατίθεται μια ιστορική αναδρομή των έργων από την πρώτη προσπάθεια εκμετάλευσης του 11^{ου} υδατικού διαμερίσματος (Υ.Δ.) έως και τις τελευταίες προσπάθειες βελτίωσης και επανακατασκευής κάποιων επι μέρους τμημάτων. Επιπρόσθετα παρατίθενται δεδομένα τα οποία αφορούν την υφιστάμενη κατάσταση των εγγειοβελτιωτικών έργων του φράγματος της λίμνης Κερκίνης. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις έννοιες της επιθεώρησης των αρδευτικών έργων, στις πρακτικές ορθής διαχείρισης του αρδευτικού νερού και στην αξιολόγηση των πρακτικών χρήσεων του νερού, στα διάφορα συστήματα άρδευσης. Στο τελευταίο μέρος της εργασίας παρουσιάζονται τα δεδομένα που σχετίζονται με το κόστος χρήσης του αρδευτικού νερού από τους παραγωγούς αλλά και οι δαπάνες για τη συντήρηση και λειτουργία των αρδευτικών τους δικτύων που πραγματοποιούνται από το Γενικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων (Γ.Ο.Ε.Β.) και από τους Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.) της περιοχής των Σερρών. Οι δαπάνες αυτές αναλύονται ανα κατηγορία και αφορούν την σύγκριση μεταξύ των ετών 2006 και 2015. Τέλος γίνεται λόγος για το αγοραίο κόστος, το κόστος συντήρησης και την ανάκτησή τους μέσω της κοστολόγησης του νερού άρδευσης, με την χρήση της τιμολόγησης βάση της κατανάλωσης του νερού και την τελική τιμή σε ευρώ/m³.

Ευχαριστίες

Περίληψη

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή

2. Στοιχεία για τη διαχείριση του νερού άρδευσης

2.1 Ανάγκη διαχείρισης του νερού

2.2 Κοστολόγηση του νερού

2.3 Σύντομη περιγραφή του 11^{ου} Υδατικού διαμερείσματος

2.4 Τα εγχειβελτιωτικά έργα του νομού Σερρών

2.4.1 Τα κρατικά εγχειβελτιωτικά έργα

2.4.2 Κατασκευή έργων από την Monks & Ulen

2.4.3 Κατασκευαστικά έργα από τις υπηρεσίες ΕΤΥΕΜ, ΥΣΣΕΜ, ΥΠΕΜ

2.4.4 Κατασκευαστικά έργα από την ΥΕΒ

2.4.5 Κατασκευαστικά Έργα από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων (μετά το '58)

3. Επιθεώρηση Αρδευτικών Δικτύων

3.1 Επιθεώρηση των Αρδεύσεων

3.2 Αποτελεσματικότητα της άρδευσης

3.3 Τρόποι έκφρασης αποτελεσματικότητας της άρδευσης

3.4 Ομοιομορφία κατανομής νερού

3.5 Εκτίμηση Ομοιομορφίας στα συστήματα άρδευσης

3.6 Προτάσεις βελτίωσης

4. Οικονομικά δεδομένα που αφορούν τη χρήση του αρδευτικού νερού στη λεκάνη του Στρυμόνα

4.1 Κοστολόγηση Αρδευτικού Νερού

4.2 Χρηματοοικονομικό κόστος

4.2.1 Οργανωτική δομή διαχείρισης αρδευτικού νερού

5. Αποτελέσματα – Συζήτηση

6. Σχολιασμός αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα

Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγή

Το νερό είναι ένας ανανεώσιμος αλλά περιορισμένος πόρος. Τα αποθέματα γλυκού νερού ανανεώνονται μέσω του υδρολογικού κύκλου, ωστόσο η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη και η κατανομή του στον χώρο και τον χρόνο άνιση. Περαιτέρω περιορισμό στη διαθεσιμότητα του νερού δημιουργεί και η ρύπανσή του από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (αστικές, βιομηχανικές, γεωργικές).

Το νερό δεν είναι εμπόρευμα, όμως δεν αποτελεί και δημόσιο αγαθό, στο οποίο η πρόσβαση μπορεί να είναι ανεξέλεγκτη. Απαιτεί συνετή διαχείριση, με στόχο την ικανοποίηση των πολλών και συχνά αντικρουόμενων χρήσεών του. Για την επίτευξη μιας συνετής διαχείρισης είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που δεν αντιμετωπίζει τις εκάστοτε χρήσεις αποσπασματικά, αλλά σε αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Μια προσέγγιση που επί πλέον λαμβάνει σοβαρά υπόψη, όχι μόνο τις ανθρώπινες απαιτήσεις σε νερό, αλλά και τις απαιτήσεις των οικοσυστημάτων (Νικόλαος Παπαδάκης κ.α., 2007).

Η αύξηση των πιέσεων στο υδατικό περιβάλλον καθιστά αναγκαία την εφαρμογή βιώσιμων πολιτικών ανάπτυξης και διαχείρισης των υδατικών πόρων. Αυτό θα πραγματοποιηθεί, μέσω του σχεδιασμού, της υλοποίησης και της βέλτιστης λειτουργίας των έργων υποδομής και των παρεμβάσεων διαχείρισης τόσο της προσφοράς όσο και της ζήτησης, για παράδειγμα μέσω μέτρων εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης του νερού.

Μια ορθολογική πολιτική ανάπτυξης οφείλει επίσης να λαμβάνει υπ όψη της και τη διαχείριση ακραίων φαινομένων και κρίσεων. Τέτοια φαινόμενα αποτελούν τα προβλήματα λειψυδρίας και πλημμυρών αλλά και πιο μακροπρόθεσμοι περιβαλλοντικοί στόχοι, όπως η σε βάθος χρόνου προστασία των νερών και των συσχετιζόμενων με αυτά οικοσυστημάτων, η βελτίωση της ποιότητας και της οικολογικής τους κατάστασης και βέβαια η σταδιακή μείωση απορριπτόμενων ρυπαντικών ουσιών και η προοδευτική εξάλειψη τοξικών αποβλήτων. Ειδικότερα για την Ελλάδα αξίζει να σημειωθεί ότι η χώρα μας είναι μία σχετικά ευνοημένη υδρολογικά χώρα της Μεσογείου, αν και η αναντιστοιχία της χρονικής και κυρίως χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων με τις χρονικές και χωρικές κατανομές της ζήτησης έχουν δημιουργήσει στο παρελθόν και εξακολουθούν να δημιουργούν προβλήματα έλλειψης νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους ανομβρίας (Δουλγέρης κ.α., 2012).

Ευρύτερα αποδεκτή είναι επίσης η διαπίστωση ότι, λόγω ευκολίας, η εκμετάλλευση των υπογείων νερών γίνεται με εντονότερο ρυθμό σε σύγκριση με την εκμετάλλευση των επιφανειακών νερών καθώς στη δεύτερη περίπτωση είναι αναγκαίες σοβαρές και συχνά μακροχρόνιες επενδύσεις.

Αν και ο βαθμός ανάπτυξης των έργων αξιοποίησης των επιφανειακών νερών στη χώρα μας είναι σχετικά περιορισμένος και υπάρχουν πρόσθετες δυνατότητες, θα πρέπει ωστόσο να γίνει κατανοητό ότι η γενικότερη τάση μείωσης των προς εκμετάλλευση πόρων είτε λόγω κλιματικών αλλαγών ή/και λόγω της εντεινόμενης ρύπανσης των νερών σε συνδυασμό με τις υιοθετημένες και από τη χώρα μας αυστηρότερες Ευρωπαϊκές απαιτήσεις ως προς την προστασία των

υδρόβιων οικοσυστημάτων, επιβάλλουν περιορισμούς και καθιστούν δαπανηρότερα τα αναπτυξιακά αυτά έργα. Κατά συνέπεια, είναι επιτακτική η ανάγκη να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στη διαχείριση της ζήτησης και να μην θεωρούνται πλέον ως δεδομένες οι παραδοσιακές καταναλώσεις, οι παραδοσιακές απώλειες, η αδιαφορία ως προς τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης καθώς και η παραδοσιακή μέθοδος κοστολόγησης και τιμολόγησης του νερού (Ιωάννης Μυλόπουλος κ.α., 2008). Οι άξονες της ορθολογικής διαχείρισης του νερού στη γεωργία περιλαμβάνουν τη γνώση του υδατικού πόρου (ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά και δυναμικότητα ανανέωσης), τα αναγκαία έργα (χωροχρονικός σχεδιασμός και ιεράρχηση υλοποίησης) και το πλαίσιο χρήσης του υδατικού πόρου (οδηγίες, κανονισμοί λειτουργίας, Νομοθεσία). Με την εφαρμογή ορθών γεωργικών πρακτικών και με υποστηρικτικές λύσεις πολιτικής, μπορούμε να επιτύχουμε σημαντικά οφέλη αποδοτικής χρήσης των υδάτων στη γεωργία, γεγονός που θα σήμαινε την ύπαρξη περισσότερου νερού για άλλες χρήσεις (Μιγκίριος, 2012).

2. Στοιχεία για τη διαχείριση του νερού άρδευσης

2.1 Ανάγκη της διαχείρισης του νερού

Η ταχεία και σχεδόν ανεξέλεγκτη αύξηση του πληθυσμού έχει ως αποτέλεσμα μια συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση νερού στον τομέα της γεωργίας, των βιομηχανικών χρήσεων και των εγχώριων υπηρεσιών. Αυτό έχει δραματικές επιπτώσεις στο διαθέσιμο νερό και ταυτόχρονα έχει θέσει τις βασικές υποδομές υπό σοβαρή πίεση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, να προκύψουν σημαντικές ελλείψεις, όπως ασυνέχεια των υπηρεσιών και διακοπή στη διανομή και την παράδοση. Τις περισσότερες φορές αυτή η κατάσταση οδηγεί στη μόλυνση του πόσιμου νερού ή τουλάχιστον επηρεάζει την ποιότητα του. Έρευνα έχει δείξει ότι οι υδάτινοι πόροι στη Βόρεια Ελλάδα είναι πολύ παραπάνω από την τρέχουσα, τη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη ανάγκη των τοπικών κοινοτήτων της, παρά το γεγονός ότι μόνο το 79% των δήμων που αντιστοιχούν στο 61% του πληθυσμού της περιοχής είναι εφοδιασμένο με αδιάκοπη ροή του νερού. Αυτό οφείλεται στις απερίσκεπτες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση των υδάτων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, μαζί με την έλλειψη και την κακή ποιότητα των υποδομών όσον αφορά τις δεξαμενές νερού και τα δίκτυα ύδρευσης. Υπάρχει λοιπόν μια επιτακτική ανάγκη για δράσεις εκ των προτέρων για να ληφθούν μέτρα και ολοκληρωμένες στρατηγικές που θα εξασφαλίσουν τόσο την επάρκεια του νερού όσο και την προστασία της δημόσιας υγείας (Παπαδάκης, Βεράνης και Αρβανιτιδής, 2006).

Η διαχείριση αυτή πρέπει να είναι ευέλικτη, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι συνεχείς αλλαγές στη διαθεσιμότητα και τη ζήτηση για νερό. Αυτό απαιτεί την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων, όπου όλοι οι σχετικοί παράγοντες πρέπει να εξεταστούν κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Μια τέτοια ολιστική προσέγγιση απαιτεί προσφορά αλλά και διαχείριση της ζήτησης, διαχείριση της ποιότητας του

νερού αλλά και ενσωμάτωση των εναλλακτικών υδάτινων πόρων μεταξύ άλλων. Εναλλακτικοί υδάτινοι πόροι περιλαμβάνουν την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού, καθώς και την ανάκτηση των αποβλήτων. Η συμμετοχή του κοινού είναι επίσης εξαιρετικά σημαντική και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν γίνεται προσπάθεια για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτων. Προκειμένου να περιοριστούν οι ανάγκες για αρδευτικό νερό, χωρίς να μειωθεί το βέλτιστο επιθυμητό αποτέλεσμα, πρέπει να ληφθούν μέτρα που αφορούν τόσο την παροχή όσο και την κατανάλωση. Στο πρόβλημα της εξοικονόμησης αρδευτικού νερού και στην εν γένει εξοικονόμηση υδατικών πόρων, λύσεις μπορούν να δώσουν οι ακόλουθες διαδικασίες. Η βελτίωση των υπαρχουσών υποδομών και η ανάπτυξη νέων, για την αποτελεσματικότερη αποθήκευση των υδάτων των προερχομένων από τη χειμερινή απορροή, η βελτίωση του τρόπου μεταφοράς του νερού και των μεθόδων άρδευσης, ώστε να εξασφαλίζεται η ελάχιστη δυνατή απώλεια, η τροφοδότηση ή εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μέσω επιφανειακής διήθησης ή απευθείας μέσω γεωτρήσεων, η αξιοποίηση μη πόσιμου νερού ανακτηθέντος από απόβλητα ή λύματα δηλαδή η διαχείριση των υγρών αποβλήτων, αστικών λυμάτων ή λυμάτων μεγάλων ξενοδοχειακών μονάδων αλλά και των βιομηχανικών. Εφόσον δεν περιέχουν τοξικές ουσίες ή βαρέα μέταλλα, έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό, με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας. Εκλογίκευση της χρήσης του διαθέσιμου νερού με την προσαρμογή των καλλιεργειών στο διαθέσιμο υδατικό δυναμικό, π.χ. η καλλιέργεια λιγότερο υδροβόρων φυτών όπως το βαμβάκι. Η βελτίωση των τεχνικών αναπαραγωγής. Με τους τρόπους αυτούς, μπορούν να εξοικονομηθούν μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες προστίθενται στο διαθέσιμο νερό ενώ θα μειωθεί αφενός τόσο η κατανάλωση νερού αφετέρου θα αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του αρδευόμενου νερού

Η ανακύκλωση του νερού γίνεται όλο και περισσότερο μια σημαντική πρακτική διαχείρισης τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαχείριση των λυμάτων των αστικών περιοχών αναγνωρίζεται πλέον ως πηγή υδάτινων πόρων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, ιδιαίτερα σε περιοχές που πλήττονται από έλλειψη νερού. Η πιο κοινή χρήση για τα περισσότερα ανακτημένα λύματα είναι για μη πόσιμους σκοπούς, όπως η γεωργική και η αστική άρδευση. Άλλες χρήσεις είναι, η βιομηχανική (ψύξη, κ.λπ.), η περιβαλλοντική ενίσχυση (υγρότοποι, καταφύγια άγριας ζωής, παραποτάμια οικοτόπων, αστικές λίμνες), η πυρόσβεση και ο έλεγχος της σκόνης. Όλες αυτές οι χρήσεις απαιτούν διαχείριση της εκροής, έτσι ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις ποιότητας για την προβλεπόμενη χρήση. Η επάρκεια υποδομής, όπως οι δεξαμενές αποθήκευσης και τα κανάλια, οι αγωγοί και τα διπλά συστήματα διανομής είναι επίσης αναγκαία ώστε τα διαφορετικής ποιότητας ύδατα να μπορούν να μεταφερθούν σε διαφορετικούς προορισμούς. Η αισθητική και η δημόσια αποδοχή αποτελούν σημαντικές πτυχές της επαναχρησιμοποίησης του νερού, ιδίως όταν η δημόσια υγεία επηρεάζεται άμεσα. Για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων, ειδικά για σκοπούς γεωργικής άρδευσης, έχουν αναπτυχθεί υποδομές σε πολλές χώρες της μεσογειακής λεκάνης. Στο Ισραήλ, για παράδειγμα, εκτιμάται ότι μέχρι το έτος 2040 τα επεξεργασμένα λύματα θα γίνουν η κύρια πηγή νερού για άρδευση, παρέχοντας το 70 % του συνολικού αρδευτικού νερού

που θα χρησιμοποιηθεί στην χώρα. Επιπλέον, πρακτικές σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης και σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού, επηρεάζουν θετικά το υδατικό ισοζύγιο και συνεπώς την εξοικονόμηση νερού. Απαραίτητη θεωρείται και η λήψη μέτρων για τη βελτίωση της εκπαίδευσης των αγροτών σε θέματα που αφορούν την ορθή εγκατάσταση και χρήση των σύγχρονων συστημάτων άρδευσης, αλλά και η συνεχής ενημέρωσή τους για την ορθή διαχείριση της καλλιέργειας (χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, καλλιεργειών που απαιτούν μικρότερες ποσότητες νερού) που εξασφαλίζει τόσο την εξοικονόμηση νερού όσο και την βέλτιστη ποιότητα και ποσότητα των παραγομένων προϊόντων.

Στην Ελλάδα, τα δυσμενή καιρικά φαινόμενα μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τόσο την καλλιέργεια όσο και την παραγωγή των γεωργικών προϊόντων. Η έλλειψη νερού συχνά συμβαίνει εξαιτίας των χρονικών και περιφερειακών διακυμάνσεων των βροχοπτώσεων, της αυξημένης ζήτησης νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τη δυσκολία της μεταφοράς νερού, λόγω του ορεινού εδάφους. Επιπλέον, σε πολλές νοτιοανατολικές περιοχές υπάρχει μεγάλη πίεση για γλυκό νερό λόγω της υψηλής ζήτησης του νερού για τον τουρισμό και την άρδευση. Στην Ελλάδα περισσότερο από 83 % των επεξεργασμένων λυμάτων παράγονται σε περιοχές με ελλιπή ισορροπία του νερού. Ως εκ τούτου, η επαναχρησιμοποίηση του νερού σε αυτούς τους τομείς θα μπορούσε να ικανοποιήσει την υπάρχουσα ανάγκη για νερό. Ωστόσο, η επαναχρησιμοποίηση των αστικών λυμάτων δεν είναι συχνό φαινόμενο στην Ελλάδα παρόλο που η άμεση διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων σε ποτάμια, λίμνες ή στη θάλασσα είναι γενικώς μια συχνή πρακτική. Έτσι, θα πρέπει να σχηματιστεί μια οργανωμένη προσπάθεια η οποία θα αποσκοπεί στην προώθηση της επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στην Ελλάδα. Μέχρι αυτό το σημείο, πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα με στόχο είτε τον καθορισμό κριτηρίων ή κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με τη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων ή τη διερεύνηση της δυνατότητας παραγωγής αναγεννημένων λυμάτων, καθώς και τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής αυτών των υδάτων. Ωστόσο, για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων δεν έχει υπάρξει μια κοινή πρακτική διαχείρισης στη χώρα, καθώς ούτε οι κατάλληλες κατευθυντήριες γραμμές ούτε οι κανονισμοί που αφορούν την επαναχρησιμοποίηση του νερού δεν έχουν ακόμη εγκριθεί (Μπακόπουλος, Πολύζος και Κυργόλος, 2009).

Πολλοί ερευνητές, έχουν κατά καιρούς ασχοληθεί με τη σωστή διαχείριση των υδατικών πόρων. Ο Les Levidowa et al. (2014) αναπτύσσουν καινοτόμες τεχνικές άρδευσης για την επάρκεια νερού.

Από τις πρώτες μελέτες που αφορούν τη διαχείριση των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα, ήταν αυτή που πραγματοποιήθηκε από τους κυρίους Ηρακλή Χαλκίδη και Δημήτρη Παπαδήμο το 2008. Μέσα από την έρευνά τους καταγράφηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα που αφορούσαν τις εισροές και τη χρήση του νερού άρδευσης στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα, καθώς και τη διαχείριση των υδάτινων πόρων για τη βελτίωση και την ορθολογική διαχείριση της χρήσης των αρδευτικών συστημάτων της περιοχής.

Ο Χαράλαμπος Δουλγέρης κ.α. (2011), παρουσιάζουν μια προσέγγιση μέσω του οικοσυστήματος στη διαχείριση υδάτινων πόρων χρησιμοποιώντας το σύστημα μοντέλων MIKE 11 στο Στρυμόνα και στη λίμνη Κερκίνη.

Ο Francisco Pedrera, et al. (2010) ασχολήθηκαν με τη μελέτη της χρήσης των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στην αρδευόμενη γεωργία, και την αναθεώρηση ορισμένων πρακτικών στην Ισπανία και την Ελλάδα.

Ο Κερκίδης κ.α. (1996) παρουσίασαν μια μελέτη η οποία αφορούσε το εκτιμώμενο υδατικό ισοζύγιο σε όλη την Ελλάδα.

Ο Γιάννης Μυλόπουλος και η Ελπίδα Κολοκυθά (2008) κάνουν αναφορά στην ολοκληρωμένη διαχείριση του νερού στους κοινούς υδάτινους πόρους και στο βαθμό που υλοποιούνται οι οδηγίες της ΕΕ στην Ελλάδα.

Ο J.S. Pachpute (2010) αναπτύσσει ένα πακέτο πρακτικών διαχείρισης των υδάτινων πόρων για την αιεφόρο ανάπτυξη και τη βελτίωση της παραγωγής των καλλιεργειών λαχανικών στη μελέτη του για τη σπανιότητα του νερού στην Υπο-Σαχάρια Αφρική.

2.2 Κοστολόγηση του νερού

Η ανάγκη για οικονομική ανάλυση για το σχεδιασμό και την εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών διαχείρισης των υδατικών πόρων, είναι καλά τεκμηριωμένη στην οικονομική βιβλιογραφία. Η ανάγκη αυτή υπογραμμίζεται στην πρόσφατη οδηγία πλαισίου για τα ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2000/60 / ΕΚ), και είναι συναφής με τους στόχους του Euro-limpacs, ένα έργο χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ, η οποία, μεταξύ άλλων, έχει ως στόχο να παρέχει υποστήριξη στο σύστημα για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της μελλοντικής παγκόσμιας αλλαγής στα οικοσυστήματα γλυκού νερού της Ευρώπης (Ekin Birol et al, 2006).

Αν και οι υδάτινοι πόροι είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία της κάθε οικονομίας, εξακολουθούν να εξαντλούνται και να υποβαθμίζονται σε μη βιώσιμους ρυθμούς. Αυτό ισχύει τόσο για τις ανεπτυγμένες όσο και για τις αναπτυσσόμενες χώρες, και λόγω της φύσης της οικονομικής ανάπτυξης και της πορείας ανάπτυξης που έχει επιλεγεί μέχρι στιγμής, η οποία έχει ήδη αντικαταστήσει τους περιβαλλοντικούς πόρους (όπως το νερό) για άλλες μορφές οικονομικών πόρων όπως το κεφάλαιο και η εργασία για την παραγωγή των αγαθών και υπηρεσιών, που θεωρείται ότι είναι πιο παραγωγικοί και θα δώσουν υψηλότερες αποδόσεις (Swanson και Johnston, 1999). Αυτή η διαδρομή έχει επιλεγεί επειδή η αξία των περιβαλλοντικών πόρων συχνά παραβλέπεται στις αποφάσεις της ανάπτυξης. Η οικονομική αποτελεσματικότητα συμβαίνει στο σημείο όπου το καθαρό κοινωνικό όφελος (δηλαδή, τα οφέλη μείον το κόστος) της οικονομικής δραστηριότητας μεγιστοποιείται, ή ισοδυναμεί, όταν τα οριακά οφέλη είναι ίσα με το οριακό κόστος. Για να εφαρμοστεί η πιο αποτελεσματική κοινωνική και οικονομική πολιτική που εμποδίζει την υπερβολική υποβάθμιση και εξάντληση των περιβαλλοντικών πόρων, είναι αναγκαίο να καθιερωθεί η πλήρης αξία τους, και να ενσωματωθεί σε ιδιωτικές και δημόσιες διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Ένα ευρέως αποδεκτό και συχνά χρησιμοποιούμενο πλαίσιο για τη λήψη αποφάσεων είναι το Cost Benefit Analysis

(CBA) . Το Cost Benefit Analysis είναι ένα εργαλείο ανάλυσης που βασίζεται στη θεωρία κοινωνικής πρόνοιας, το οποίο διεξάγεται από την άθροιση των συνολικών δαπανών και των οφελών ενός έργου ή μιας τακτικής στο χώρο και το χρόνο (Hanley και Spash , 1995). Ένα έργο ή μια τακτική αποτελούν μια καλή διαβίωση και βελτίωση μόνο εάν τα οφέλη μετά την αφαίρεση των εξόδων είναι θετικά. Διαφορετικές επιλογές διαχείρισης θα αποφέρουν διαφορετικά καθαρά οφέλη και η επιλογή με τα υψηλότερα καθαρά οφέλη είναι η προτιμώμενη.

Η ΕΕ, κατανοώντας την ανάγκη για αειφόρο διαχείριση των υδάτινων πόρων, δημιούργησε ένα πλαίσιο κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων βάσει της οδηγίας-πλαίσιο για τα ύδατα (2000/60 / ΕΚ). Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την αειφόρο διαχείριση των υδάτων είναι η κατανόηση της πραγματικής αξίας τους. Η σωστή τιμολόγηση του νερού βοηθά στη βελτίωση των υπηρεσιών για την παροχή νερού και επίσης συμβάλλει στη διατήρηση της. Ο Κώστας Βυθάς κ.α. (2013), μελέτησαν και παρουσίασαν τις μεθόδους υπολογισμού του κόστους του περιβάλλοντος και των πόρων, την εφαρμογή τους σε μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης (υδατικά διαμερίσματα της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, Ελλάδα) και τα συμπεράσματα που απορρέουν από τις εκτιμήσεις. Επιπλέον, η τιμολόγηση της χρήσης του νερού είναι απαραίτητη, διότι η χρήση του νερού απαιτεί ενέργειες που έχουν άμεσο οικονομικό κόστος, καθώς και «εξωτερικές» δαπάνες για την κοινωνία, όπως κόστος για το περιβάλλον και τους πόρους. Οι τιμές σε ένα «δικαιολογημένο» μοντέλο τιμολόγησης θα πρέπει να αντανακλούν την ανάκτηση του πλήρους κόστους με στόχο τη μεγιστοποίηση της κοινωνικής ευημερίας, την πρόληψη της εκμετάλλευσης των πόρων και την εξασφάλιση της πρόσβασης στο νερό για τα κοινωνικά ευάλωτα μέλη της κοινωνίας.

Ως περιβαλλοντικό κόστος ορίζεται η αποτίμηση σε νομισματικές μονάδες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τις πηγές νερού και των συναφών οικοσυστημάτων, που προκαλούνται από διάφορες κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες. Το ζήτημα της οικονομικής αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων δεν έχει άμεση και σαφή προσέγγιση και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο διαφορετικές μεθοδολογίες εκτίμησης συνοδευόμενες από τους αντίστοιχους περιορισμούς έχουν προταθεί (Μπίθας, 2011). Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθούν τα αποτελέσματα μελετών με σημείωση και αναφορά στη συνάφεια της οικονομικής αποτίμησης των περιβαλλοντικών πιέσεων υπο ορισμένες συνθήκες η οποία είναι συχνά αμφισβητήσιμη. Παρ' όλα αυτά, η νομισματοποίηση εξακολουθεί να είναι χρήσιμη και αποσκοπεί στην αποδοχή του εξωτερικού κόστους το οποίο προέρχεται από ενέργειες κοινωνικοοικονομικών διεργασιών. (Μπίθας, 2011 και Bromley, 1998).

Ο Niels Riegels et al. στο άρθρο με τίτλο «Η εκτίμηση του κόστους των πόρων της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της οικολογικής κατάστασης της ΕΕ σε κλίμακα λεκάνης απορροής ποταμού», ασχολήθηκε με την κοστολόγηση του αρδευτικού νερού το 2010.

Έχει πραγματοποιηθεί επίσης μια έρευνα από τον Ekin Birol et al. (2006), με τίτλο «Χρησιμοποιώντας τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης για την ενημέρωση των υδάτινων πόρων διαχείρισης η οποία αφορά τη μελέτη και την κριτική αξιολόγηση των διαθέσιμων τεχνικών και των εφαρμογών τους.

2.3 Σύντομη περιγραφή του 11^{ου} Υδατικού Διαμερίσματος

Η απορροή του ποταμού Στρυμόνα εντοπίζεται στη Βαλκανική χερσόνησο και καταλαμβάνει συνολική έκταση 16,747 km². Το συνολικό μήκος του ποταμού υπολογίζεται στα 390 km με πηγή το βουνό Βιτόσα, βόρεια της Βουλγαρίας. Η διασυνοριακή απορροή μοιράζεται μεταξύ των χωρών, της Βουλγαρίας (50,6% 8,473Km²), της Ελλάδας (35,8% 5,990 Km²), της Π.Γ.Δ.Μ. (9,8% 1641 Km²) και της Σερβίας (3,8% 643 Km²), (Πυροβέτσης και Παπαστεργίου, 1992). Έπειτα από μία πορεία 25 km περίπου στον Ελλαδικό χώρο, ο ποταμός Στρυμόνας απορρέει στην τεχνητή λίμνη της Κερκίνης από τη βορειοανατολική της πλευρά. Η ροή του ποταμού συνεχίζει κατάντη της λίμνης Κερκίνης για 77 km αποστραγγίζοντας τον νομό Σερρών με κατάληξη την εκβολή του στο Στρυμονικό κόλπο. Για την αποτροπή των πλημμύρων εξαιτίας της υπερχειλίσης του ποταμού Στρυμόνα, το 1932 έγινε η πρώτη κατασκευή του φράγματος και της λίμνης Κερκίνης, με ανακατασκευή του έργου το 1982 χρησιμοποιώντας εξελιγμένη-βελτιωμένη τεχνολογία πάνω στα εγγειοβελτιωτικά έργα. Εκτιμάται πώς η λίμνη Κερκίνη καλύπτει τις απαιτήσεις άρδευσης της περιοχής με ποσό 466*10⁶m³/έτος. Οι απαιτήσεις νερού της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνα υπολογίζονται στα 1150*10⁶m³/έτος κατά προσέγγιση, και το ποσοστό του νερού προς εκμετάλλευση της άρδευσης των αγροτεμαχίων της περιοχής αντιπροσωπεύει το 79% (Χαλκίδης και Παπαδήμος, 2007) και (Δουλγέρης, 2008). Στο κομμάτι απορροής του ποταμού όπου βρίσκεται στην περιοχή της Βουλγαρίας υπάρχουν μερικές δεξαμενές για να εξυπηρετούν τις απαιτήσεις άρδευσης. Στην Ελλάδα, η λίμνη Κερκίνη και ο ποταμός Στρυμόνας αποτελούν την κύρια πηγή τροφοδοσίας των αρδευόμενων γεωργικών εκτάσεων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στον κάμπο των Σερρών οι γεωργικές δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα στα κατώτερα επίπεδα της λεκάνης απορροής και η έκταση που καλύπτει η γεωργική γη είναι περίπου 100,000 ha. Τόσο η άρδευση όσο και η αποστράγγιση της περιοχής διεξάγεται κυρίως μέσω ενός πυκνού αρδευτικού δικτύου αποτελούμενο από αρδευτικές διώρυγες και στραγγιστικούς τάφρους. Ωστόσο η απόδοση του αρδευτικού δικτύου κυμαίνεται σε ποσοστά 45%-55% (Χαλκίδης και Παπαδήμος, 2007)

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Στρυμόνα αποτελείται από άλλους επιφανειακούς υδάτινους πόρους οι οποίοι κατέχουν σημαντική θέση στην αποστράγγιση της λεκάνης. Σε συνθήκες έντονων βροχοπτώσεων παρατηρούνται ακόμα χείμμαροι και υδατορεύματα τα οποία τροφοδοτούν τα κύρια ύδατα για την αποστράγγιση της υδρολογικής λεκάνης. Τα κύρια υδατικά σώματα του 11^{ου} Υδατικού Διαμερίσματος περιλαμβάνουν τον ποταμό Στρυμόνα με τον κύριο παραπόταμό του, τον ποταμό Αγγίτη, καθώς και τη λίμνη Κερκίνη. Τα υπόλοιπα υδατορεύματα του 11^{ου} Υδατικού Διαμερίσματος είναι πολύ μικρότερης δυναμικότητας, με μικρότερα ποσά παροχής νερού και αφορούν τα ρεύματα που αποστραγγίζουν την κλειστή λεκάνη Οχυρού καθώς και τις παράκτιες περιοχές ενδιάμεσα της εκβολής του Στρυμόνα και της Καβάλας. Η προσφορά του επιφανειακού νερού στο υδατικό διαμέρισμα, ανέρχεται

με μέση τιμή σε 3.730 hm³, εκ των οποίων το 40,6% (1.514 hm³) προέρχεται από πόρους του ίδιου διαμερίσματος, ενώ το υπόλοιπο 59,4% (2.216hm³) προέρχεται από την εισροή νερού από τη Βουλγαρία μέσω του ποταμού Στρυμόνα. Η προσφορά νερού από τους ίδιους πόρους του διαμερίσματος κατανέμεται κατά ποσά παροχής των υδατικών πόρων στην λεκάνη με 576 hm³ στην άμεση λεκάνη απορροής του ποταμού Στρυμόνα, με 757hm³ στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αγγίτη και σε ένα μικρότερο ποσό παροχής των 182hm³ στην λεκάνη απορροής Μαρμαρά και λοιπών παράκτιων περιοχών.

Για τη συνολική έκταση του διαμερίσματος (χωρίς τις εισροές από Βουλγαρία), η εκτίμηση του θεωρητικού υδατικού δυναμικού σύμφωνα με το Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΜΠ, 2008) υπολογίζεται σε 2.195 hm³ /έτος. Το θεωρητικό υδατικό δυναμικό υπολογίστηκε για τη λεκάνη απορροής με μετρήσεις από του κύριους υδατικούς πόρους τόσο από το παραπόταμο (στον Αγγίτη), όσο και με κατάλληλες αναγωγές και υδατικά ισοζύγια. Αν προστεθούν και οι εισροές από τη Βουλγαρία (2.613 hm³/έτος), τότε προκύπτει υδατικό δυναμικό 4.808 hm³/έτος.

Οι κύριοι ποταμοί του Υδατικού Διαμερίσματος είναι ο ποταμός Στρυμόνας και ο ποταμός Αγγίτης. Όπως προαναφέρθηκε ο ποταμός Στρυμόνας αποτελεί τον διασυνοριακό ποταμό του Υδατικού Διαμερίσματος τα νερά του οποίου μοιράζονται η Βουλγαρία και η Ελλάδα. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής που καταλαμβάνει στον ελλαδικό χώρο καλύπτει μια έκταση 5,989 km². Ο ποταμός Στρυμόνας επί ελληνικού εδάφους, έχει δύο κλάδους: (α) τον κύριο κλάδο όπου προέρχεται από τη Βουλγαρία και (β) τον παραπόταμό του Αγγίτη. Μετά την είσοδό του στο ελληνικό έδαφος συναντά τον ποταμό Αγγίτη, ο οποίος δέχεται και τα νερά της στραγγιστικής τάφρου των Τεναγών των Φιλίππων. Ο ποταμός καταλήγει να εκβάλει στο Στρυμονικό κόλπο. Τα χαρακτηριστικά των ποταμών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα όπου παρουσιάζονται οι λεκάνες απορροής τους στον ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 2.1: Κύριοι ποταμοί Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας

Κωδικός Λεκάνης	Ονομασία Ποταμού	ΜΗΚΟΣ (Κm)	Έκταση υπολεκάνης απορροής (km ²)
Gr06	ΣΤΡΥΜΟΝΑΣ	106,3	3,755
Gr06	ΑΓΓΙΤΗΣ	32,7	2,234
ΥΔ11	ΣΥΝΟΛΟ ΥΔ11	139,0	5,989

Οι λίμνες που περιλαμβάνονται στο υπο μελέτη Υδατικό Διαμέρισμα (ΥΔ) είναι δύο, αμφότερες τεχνητές: η λίμνη Κερκίνη και η λίμνη Λευκογειών. Οι λίμνες κατασκευάστηκαν αρχικά για την αποφυγή πλημμύρων εξαιτίας της υπερχειλίσης του ποταμού Στρυμόνα και χρησιμοποιούνται κυρίως για την άρδευση μέσω αρδευτικών δικτύων των γεωργικών εκτάσεων της περιοχής. Ωστόσο η λίμνη Κερκίνη έχει

εξελιχθεί σε σπουδαίο και διεθνούς εμβέλειας υδροβιότοπο, προστατευμένο από διεθνές συμβάσεις. Τα χαρακτηριστικά των λιμνών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (2.2).

Πίνακας 2.2: Λίμνες Υδατικό Διαμέρισμα ανατολικής Μακεδονίας

Κωδικός Λεκάνης	Όνομασία λίμνης	Έκταση (Km ²)	Σχετιζόμενος ποταμός ή παραπόταμος
Gr06	Κερκίνη	46,1	Στρυμόνας
6ΥΔ11	ΣΥΝΟΛΟ ΥΔ11	47,2	

Τα τελευταία χρόνια η ήπιας μορφής τουριστική ανάπτυξη της περιοχής και η κατασκευή υδροηλεκτρικής μονάδας παραγωγής ενέργειας πρόσθεσαν δυο επιπλέον σημαντικές λειτουργίες των υδατικών πόρων της λεκάνης. Με την ολοκλήρωση και των τελευταίων έργων που κατασκευάστηκαν το 1982, τα αποτελέσματα της μελέτης που αφορούν στοιχεία της Λίμνης Κερκίνης παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3 (Κολοκυθά κ.α., 2008).

Πίνακας 2.3: Στοιχεία της λίμνης Κερκίνης (2008)

Στοιχεία της λίμνης Κερκίνης	Στάθμη (m)	Όγκος (hm ³)
Κατώτερη χειμερινή στάθμη	32	102,21
Ανώτερη στάθμη άρδευσης	35,70	343,59
Κατώτερη στάθμη άρδευσης	31,70	86,67

Πηγή : Κολοκυθά κ.α. , 2008

2.4 Τα Εγγειοβελτιωτικά έργα στην πεδιάδα των Σερρών

2.4.1 Τα κρατικά εγγειοβελτιωτικά έργα

Την πρώτη προσπάθεια για την κατασκευή των εγγειοβελτιωτικών και αποστραγγιστικών έργων, έκανε ο Τουρκο-Σερραίος γαιοκτήμονας Χατζή-Ταχίρ Μπέη, με σκοπό τη μέγιστη δυνατή εκμετάλευση της πεδιάδας των Σερρών, (Πέννας ,1976). Το σχέδιο που υπογράφηκε μεταξύ αυτού και της Πύλης το 1884, προέβλεπε την αποξήρανση της λίμνης Αχινού και εγκιβωτισμό του Στρυμόνα, ώστε να γίνει πλωτός από τις εκβολές μέχρι το Ρούπελ. Το σχέδιο ματαιώθηκε μετά το θάνατο του Χατζή-Ταχίρ. Οι υποπρόξενοι Αθανάσιος Χατζηδήμος και Βιτάλης προσπάθησαν να εξαγοράσουν το «προνόμιο» από τους κληρονόμους του Μπέη, χωρίς επιτυχία. Το 1910, η Πύλη ανέθεσε στο Γάλλο μηχανικό M.Gordard να συντάξει προκαταρκτική μελέτη για τα εγγειοβελτιωτικά έργα στην πεδιάδα των Σερρών, οι Βαλκανικοί πόλεμοι ματαίωσαν όμως και αυτό το σχέδιο (Yager 1979). Στη συνέχεια, το ελληνικό κράτος ανέθεσε, μετά τον 1^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, το 1919, την εκπόνηση τοπογραφικών διαγραμμάτων και υδρολογικής μελέτης στον Οίκο Sir John Jackson. Το σχέδιο και πάλι όμως δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί εξαιτίας του οικονομικού και πολιτικού χάους που επικρατούσε στη χώρα. Οι κυριότερες αιτίες που ώθησαν το ελληνικό κράτος στην κατασκευή των μεγάλων εγγειοβελτιωτικών έργων της πεδιάδας, ήταν το προσφυγικό και η ελονοσία. Απο τους περίπου 85.000

προσφυγές που εγκαταστάθηκαν στον νομό Σερρών, μετά τη Μικρασιατική καταστροφή, το 1/5 απεβίωσε εξαιτίας της ελονοσίας μέσα στη διετία 1923-24 (Yager, 1979).

2.4.2 Κατασκευή έργων από την Monks-Ulen

Για την κατασκευή των εγγειοβελτιωτικών έργων των πεδιάδων των νομών Σερρών και Δράμας το ελληνικό δημόσιο υπέγραψε σύμβαση στις 20-10-1928, με την Αμερικάνικη, Νεοϋρκέζικη, τεχνική εταιρεία John Monks & Sons-Ulen & Company. Τα κυριότερα έργα μελέτης και κατασκευής της εταιρείας ήταν:

- I. Εκτροπή του Στρυμόνα από την έξοδο Ρούπελ μέχρι τη λίμνη Κερκίνη, έργο μήκους 15 km και εγκιβωτισμός του εντός αναχωμάτων. Ο στόχος του έργου ήταν να φτάσει η παροχή ίση με 3,000 m³/s.
- II. Κατασκευή της τεχνητής λίμνης Κερκίνης στη γεωγραφική θέση του έλους «Μπουτκόβου», με κατασκευή αναχώματος και θυροφράγματος με παροχή ίση με 1,200 m³/s. Ο σκοπός της τεχνητής λίμνης Κερκίνης ήταν τριπλός:
 1. Ανάσχεση πλημμύρων
 2. Άρδευση 350,000 στρεμμάτων
 3. Στράγγιση φερτών υλών από το Στρυμόνα
- III. Αποξήρανση της λίμνης Αχινού καθώς και των γύρω ελών.
- IV. Ρύθμιση της κοίτης του ποταμού κατάντη του θυροφράγματος, για 1,200 m³/s μέχρι τη συμβολή του με τον Αγγίτη και δυνατότητα παροχής ίση με 1,660 m³/s στη συνέχεια.
- V. Ρύθμιση και εγκιβωτισμό των κυριοτέρων χειμάρρων και κατασκευή πλήρους δικτύου τάφρων για αποστράγγιση ολόκληρης της πεδιάδας
- VI. Κατασκευή τριών υδροληψιών και των κύριων διωρύγων, καθώς και την κατασκευή 5 αρδευτικών δικτύων σε όλη την γεωγραφική περιοχή της λεκάνης απορροής, για την άρδευση 456,000 στρεμμάτων. Το πρώτο δίκτυο, Ηράκλειας θα έπαιρνε νερό απευθείας από το Στρυμόνα, ενώ τα υπόλοιπα (συνολικής έκτασης 350,000 στρεμμάτων) θα τροφοδοτούνταν από τη λίμνη Κερκίνη.

Τα παραπάνω έργα μελέτης ολοκληρώθηκαν επιτυχώς από την Monks-Ulen, εκτός από τη ρύθμιση της νέας κοίτης του ποταμού Στρυμόνα διαμέσου της πλέον αποστραγγισμένης λίμνης Αχινού, με ανυπέβλητα τεχνικά προβλήματα εξαιτίας της αστάθειας του υπεδάφους της περιοχής.

2.4.3 Κατασκευαστικά έργα από τις υπηρεσίες ETYEM, YΣΣEM, YΠEM

Μετά την ολοκλήρωση των έργων και τη λήξη του συμβολαίου με την Monks-Ulen Company το 1936, η ευθύνη για τη συμπλήρωση, συντήρηση και τη λειτουργία των έργων πέρασε στο Ειδικό Ταμείο Υδραυλικών Έργων Μακεδονίας (ETYEM). Το έργο που επιτέλεσε ήταν άριστο εξαιτίας του έμπειρου προσωπικού και των μηχανικών εξοπλισμών που είχαν παραμείνει από την παραπάνω κατασκευαστική

εταιρεία. Λόγω όμως της ξενικής κατοχής το 1941, το ΕΤΥΕΜ εκδιώχθηκε από τις πεδιάδες των Σερρών και της Δράμας, ο μηχανικός εξοπλισμός ληλατήθηκε και το προσωπικό συγκεντρώθηκε στη Θεσσαλονίκη. Μέσα στο επόμενο έτος, το ΕΤΥΕΜ καταργείται, η ίδρυση της Υπηρεσίας Συμπληρώσεως και Συντηρήσεως Υδραυλικών Έργων Μακεδονίας (ΥΣΣΥΕΜ), υπαγόμενη στο Υπουργείο Δημοσίων Έργων και παράλληλα η ίδρυση της Υπηρεσίας Παραγωγικών Έργων Μακεδονίας (ΥΠΕΜ) υπαγόμενη στο Υπουργείο Γεωργίας, σηματοδοτούν την έναρξη του σχεδίου Μάρσαλ το έτος 1948. Το σχέδιο αφορούσε την αποκατάσταση των ζημιών που είχαν υποστεί τα έργα κατά την διάρκεια της κατοχής και του εμφυλίου. Η ΥΠΕΜ “τελειοποίησε” κατά το έτος 1952 το ΙΙ Αρδευτικό Δίκτυο, υδροδοτούμενο από τη λίμνη Κερκίνη με διώρυγες εξολοκλήρου χωμάτινες, με σκοπό τη δημιουργία αρδευσιμής έκτασης 140,000 στρεμμάτων στην καρδιά της πεδιάδας. Ταυτόχρονα ξεκίνησε η ορυζοκαλλιέργεια σε αυτό το δίκτυο, η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Στο Δίκτυο Ι-Ηράκλειας, έκτασης 100,000 στρεμμάτων οι κύριες χωμάτινες διώρυγες που υπήρχαν, όπως και το δίκτυο τάφρων, εξυπηρετούσαν συνεχώς τη στράγγιση των εδαφών κατά τη χειμερινή περίοδο και την άρδευση κατά το θέρος. Από το 1955 έως το 1970 έγιναν πολλές εσωτερικές μεταρρυθμίσεις μεταξύ των αρμόδιων υπηρεσιών για τη λειτουργία των έργων. Η ΥΣΣΥΕΜ μετονομάστηκε στην Ειδική Υπηρεσία Υδραυλικών Έργων Μακεδονίας (ΕΥΥΕΜ), ενώ ο εξοπλισμός μεταφέρεται στον Κρατικό Οργανισμό Μηχανημάτων Δημοσίων Έργων (ΚΟΜΔΕ), αργότερα όμως καταργήθηκε και αυτός ο οργανισμός και ο εξοπλισμός εκποιήθηκε. Στα τέλη του 1970 η ΕΥΥΕΜ αντικαταστάθηκε από την 1^η Υπηρεσία Ελέγχου Κατασκευών Έργων (ΥΕΚΕ) και 8 χρόνια αργότερα μετονομάστηκε σε 1^η Δ/ση Ελέγχου Κατασκευών Έργων (1^η ΔΕΚΕ), υπαγόμενη στη Δ/ση Υδραυλικών Έργων της τότε 14^{ης} Περιφερειακής Υπηρεσίας Δημοσίων έργων. Τις επόμενες δύο δεκαετίες, το 60^ο και το 70^ο οι υπηρεσίες ασχολήθηκαν κυρίως με τη συντήρηση και συμπλήρωση των αντιπλημμυρικών έργων. Επίσης κατασκεύασαν το Κεντρικό τμήμα του V Αρδευτικού Δικτύου, με παροχή από τον ποταμό Αγγίτη. Με την κατάργηση του ΥΠΕΜ με βάση το ΝΔ 3881/1958, ιδρύθηκε η Υπηρεσία Έγγειων Βελτιώσεων (ΥΕΒ) του Υπουργείου Γεωργίας αναλαμβάνοντας έτσι όλες τις αρμοδιότητες της ΥΠΕΜ, πλην αυτών που αφορούσαν τις δασικές εκτάσεις, για τις οποίες ήταν πλέον αρμόδια η Υπηρεσία Εδαφοτεχνικών Έργων Μακεδονίας (ΥΔΕΜ), όπου το 1966 συγχωνεύτηκε με τα κατά τόπους δασαρχεία. Επίσης, με το ίδιο ΝΔ θεσμοθετήθηκαν οι Οργανισμοί Έγγειων Βελτιώσεων (Αβραμόπουλου, και Δαούλα, 1987).

2.4.4 Κατασκευαστικά έργα από την ΥΕΒ

Στις αρχές της δεκαετίας του '60 η ΥΕΒ Σερρών κατασκεύασε το Δίκτυο Ι-Ηράκλειας, με επενδυμένες διώρυγες. Αποτέλεσμα ήταν να περιοριστεί η έκταση σε 60,000 στρέμματα, που κάλυπτε τμήμα μόνο του ομώνυμου Ι δικτύου της Monks-Ulen. Οι κατασκευές με επενδυμένο σύστημα διώρυγας συνεχίστηκαν και στα τμήματα του ΙΙ- Αρδευτικού Δικτύου (Πεπονιάς-Βισαλτότοπου), σε έκταση που έφτανε τα 18,000 στρέμματα, όπως και αργότερα στο Ανατολικό τμήμα του V Δικτύου (Αγγίτης), έκτασης 10,000 στρεμμάτων, μαζί με την κατασκευή πολλών

μικρών δικτύων των ΟΤΑ. Από τα πιο πρόσφατα κατασκευαστικά έργα συμπεριλαμβάνονται, το αρδευτικό δίκτυο Κερδυλίων (3,500 στρέμματα), το δίκτυο άρδευσης Αλιστράτης (4,000 στρέμματα), το αρδευτικό δίκτυο Σκουτάρεως (18,000 στρέμματα, τμήμα του ΙΙ-Αρδευτικού Δικτύου) και το έργο υδροδότησης από τον ποταμό Στρυμόνα έκτασης 20,000 στρεμμάτων του V αρδευτικού δικτύου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μόνο το αρδευτικό δίκτυο Κερδυλίων και μια σειρά από άλλα μικρά δίκτυα είναι υπόγεια σωληνωτά δίκτυα τεχνητής βροχής, ενώ τα υπόλοιπα δίκτυα είναι κατασκευασμένα με ανοιχτές διώρυγες επιφανειακής άρδευσης. Η συμβολή της ΥΕΒ και των άλλων ομοειδών αλλά και προηγούμενων υπηρεσιών (ΥΠΕΜ,ΟΕΒ) ήταν πολύτιμη, καθώς η λειτουργία των έργων που κατασκευάστηκαν εξαιτίας των εν λόγω υπηρεσιών τροφοδότησαν με νερό άρδευσης το 75% (560,000 στρέμματα) από το σύνολο των αρδευόμενων εκτάσεων του νομού Σερρών (750,000 στρέμματα). Επίσης, η ΥΕΒ βοήθησε συνδρομητικά στην ανάπτυξη της ιδιωτικής πρωτοβουλίας, με χορήγηση αδειών χρήσης νερού και ανόρυξης γεωτρήσεων, έλεγχο και έγκριση μελετών ατομικών αρδευτικών έργων, με προγράμματα αγροτικού εξηλεκτρισμού, συνδρομή για το “υδραυλικό” μέρος των επιδοτούμενων από την Ευρωπαϊκή Ένωση “σχεδίων βελτίωσης” και με άλλες σημαντικές συμβολές στην εκμηχάνιση της γεωργίας.

Τέλος γίνεται αναφορά από το Υπουργείο Γεωργίας η σύνταξη προμελέτης κύριων έργων του ΙΙ Αρδευτικού Δικτύου, ενώ έχει συνταχθεί και η εκτέλεση της οριστικής μελέτης για έκταση 100,000 στρεμμάτων. Οριστικές μελέτες έχουν συνταχθεί για δύο δίκτυα έκτασης 30,000 στρεμμάτων της περιοχής Φυλλίδης (Αλτήγος, 1962).

2.4.5 Κατασκευαστικά Έργα από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων (μετά το 1958)

Το “Τελικό Σχέδιο Αναπτύξεως Πεδιάδας Σερρών” εκπονείται τη δεκαετία του 1960, από το τεχνικό γραφείο “Ν. Αλτηγός”, για λογαριασμό του Υπουργείου Δημοσίων Έργων. Το σχέδιο προέβλεπε την εκτέλεση των παρακάτω κύριων έργων:

- Επιπλέον αύξηση της χωρητικότητας του ταμιευτήρα της τεχνητής λίμνης Κερκίνης σε $500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, με ανύψωση του Ανατολικού αναχώματος σε υψόμετρο στέψης +39 m και κατασκευή νέου αναχώματος (Δυτικά), καθώς και νέου ρουφράχτη, παράπλευρα του ποταμού Στρυμόνα. Το σημείο ανώτατης στάθμης πλημμύρων ορίστηκε σε υψόμετρο +37 m και ως ανώτατη στάθμη άρδευσης το υψόμετρο +36 m. Όλες οι κατασκευές ήταν προβλεπόμενες για μελλοντική ανύψωση των αναχωμάτων, μέχρι υψόμετρο +42 m με σκοπό την μελλοντική αύξηση των ορίων της στάθμης στο + 39m και +37 m αντίστοιχα. Το έργο ολοκληρώθηκε το 1970, η χωρητικότητα όμως περιορίστηκε σε $448 \cdot 10^6$ για στάθμη στα +37 m.
- Προσδιορισμό και διευθέτηση της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα στα ανάντη της λίμνης, μετά την πρώτη κατασκευή από την Monks-Ulen, που είχε καταστραφεί, με σκοπό τη δυνατότητα παροχής $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Σύνταξη μελέτης, το 1960 για διάνοιξη νέας εκτροπής του ποταμού Στρυμόνα, για τη δημιουργία διακλάδωσης της κύριας ως άνω κοίτης.

παρακάμπτοντας τη λίμνη Κερκίνη. Η λειτουργία της θα ήταν συμπληρωματική ως προς την κύρια κοίτη, με τη βοήθεια ρυθμιστικού θυροφράγματος. Μέχρι σήμερα δεν έχει ολοκληρωθεί το έργο.

- Επιθεώρηση και διευθέτηση της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα, κατάντη της λίμνης και για 75 km, μέχρι τις εκβολές. Το έργο δεν έχει κατασκευαστεί.
- Εκτροπή των κύριων χειμάρρων της πεδιάδας. Διευθετήθηκαν μόνο οι χειμάρροι που διέσχιζαν τα ήδη υπάρχοντα αρδευτικά έργα. Το έργο ολοκληρώθηκε τη δεκαετία του 1970.
- Επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων σε 920,000 στρέμματα από τα 230,000 στρέμματα (το 1960), καλύπτοντας έτσι όλη την πεδιάδα. Κατασκευάστηκαν μόνο 3 αρδευτικά δίκτυα τη δεκαετία του 1970, και κάλυψαν το 20% του στόχου που είχε τεθεί. Πρόκειται για τα δίκτυα τεχνητής βροχής, Σιδηροκάστρου, Νιγρίτας και Δημητρίσιου, συνολικής αρδεύσιμης έκτασης 185,000 στρέμμάτων. Στο σχεδιασμό ενσωματώθηκαν “αυτούσια” τα ήδη εγκατεστημένα αρδευτικά δίκτυα I και II της Monks-Ulen. Από την άλλη μεριά κάποια δίκτυα, όπως αυτά στο δίκτυο V-Αγγίτη και το δίκτυο Μεγαλοχωρίου-Χρυσοχωράφων ή “Δίκτυο Δυτικής Διώρυγας” ξεχάστηκαν από τους αρμόδιους φορείς και αγνοήθηκαν εντελώς.
- Τη δεκαετία του 1990-2000 κατασκευάστηκαν 3 έργα:
 - i. Επέκταση της διώρυγας 5K στην περιοχή της Μαυροθάλασσας,
 - ii. Κατασκευή μικρού τμήματος της διώρυγας 3K και έπειτα κατασκευή και συνέχιση της διώρυγας 1K,
 - iii. Αρδευτικό Δίκτυο Κερκίνης-Λιβαδιάς.

Τέλος, Το ΥΠΕΧΩΔΕ συνέταξε μελέτη για την ανύψωση των αναχωμάτων της τεχνητής λίμνης Κερκίνης, με τη βοήθεια του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στο οποίο ανατέθηκε η εκπόνηση μελέτης των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων, την αντοχή των αναχωμάτων καθώς και από την κατασκευή των υπολειπόμενων αντιπλημμυρικών αι αρδευτικών έργων της πεδιάδας. (Αλτήγος, 1962)

3. Επιθεώρηση Αρδευτικών Δικτύων

3.1 Επιθεώρηση των Αρδεύσεων

Η επιθεώρηση των συστημάτων άρδευσης εφαρμόζεται με σκοπό τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης του νερού. Βασικές παράμετροι εκτίμησης της αποτελεσματικότητας αποτελούν η γνώση των αναγκών των φυτών σε νερό, η ποσότητα νερού που αποθηκεύεται στο έδαφος και η ποσότητα νερού που περνά από το αρδευτικό δίκτυο. Τα βασικά βήματα που ακολουθούνται για τη συλλογή δεδομένων στην επιθεώρηση ενός αρδευτικού δικτύου είναι τα εξής (Hunter, 1998) και (Τσιρογιάννης, 2008):

- Συγκέντρωση λεπτομερειακών πληροφοριών σχετικά με το έργο και το σύστημα άρδευσης
- Προετοιμασία επιθεώρησης
- Επιθεώρηση (με δοχεία συλλογής, αισθητήρες υγρασίας, μέτρηση πιέσεων) η οποία επαναλαμβάνεται ύστερα από μερικές ημέρες
- Σύνταξη αναφοράς σχετικά με την ομοιομορφία και το πρόγραμμα άρδευσης. Συστάσεις βελτίωσης

Σύμφωνα με το Irrigation Management ETCP Project μετά την επιθεώρηση των αρδεύσεων, το νερό που θα χρησιμοποιείται θα είναι 40 – 60 % λιγότερο, απ' αυτό που χρησιμοποιούνταν πριν γίνει η επιθεώρηση των αρδεύσεων.

Πολλές εταιρείες και Πανεπιστήμια ανά τον κόσμο που ασχολούνται με την επιθεώρηση των αρδεύσεων, έχουν σχεδιάσει κάποιες κατευθυντήριες γραμμές. Ο σκοπός τους είναι να βοηθήσουν τους επιθεωρητές, στην αξιολόγηση των αρδευτικών δικτύων, καθώς επίσης και να διευκολύνουν τους επιτόπιους υπολογισμούς (Τσιφογιάννης 2008) και (Myriounis et al., 2015).

Πριν την επιθεώρηση των αρδευτικών δικτύων, γίνεται ένας έλεγχος της τοποθεσίας και έλεγχος του συστήματος άρδευσης για την τήρηση ή μη, όλων των απαιτήσεων της νομοθεσίας. Ακολουθεί η επιθεώρηση, η ανάλυση των δεδομένων και τέλος συντάσσεται τεχνική έκθεση, η οποία περιλαμβάνει προτάσεις για βελτίωση, οι οποίες ταξινομούνται με σειρά προτεραιότητας και κοστολογούνται (Τσιφογιάννης 2008) και (Myriounis et al., 2015).

Η επιθεώρηση των αρδεύσεων εφαρμόζεται σε χώρες όπως τον Καναδά, τις Η.Π.Α. και την Αυστραλία. Στη χώρα μας αλλά και στην Ευρώπη γενικότερα, βρίσκεται ακόμα σε πιλοτικό στάδιο στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος (IRMA – Irrigation Management) και η εφαρμογή της είναι ακόμα περιορισμένη.

3.2 Αποτελεσματικότητα της άρδευσης

Η αποτελεσματικότητα της άρδευσης (Irrigation Efficiency) αποτελεί το μέτρο της ποσότητας του αρδευτικού νερού που χρησιμοποιείται ωφέλιμα από τα φυτά για τη φυσιολογική αύξηση και ανάπτυξη τους. Η αποτελεσματικότητα προκύπτει από εκτιμήσεις και μετρήσεις των χαρακτηριστικών του αρδευτικού συστήματος όπως επίσης και από τις πρακτικές διαχείρισης που ακολουθούνται (Irrigation Work Group 2005).

Η μεγαλύτερη πρόκληση στην επιθεώρηση του δικτύου άρδευσης ενός έργου, αποτελεί η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας, καθώς δεν υπάρχει μία κοινή αποδεκτή προσέγγιση του υπολογισμού της. Η γνώση της εκτίμησης της αποτελεσματικότητας του αρδευτικού δικτύου, μπορεί να οδηγήσει στο σχεδιασμό συστημάτων που θα εξοικονομούν νερό, ένα γεγονός σημαντικό καθώς οι απώλειες του νερού των αρδευτικών δικτύων στη γεωργία είναι πολύ μεγάλες.

3.3 Τρόποι έκφρασης αποτελεσματικότητας της άρδευσης

Μια απλή έκφραση της αποτελεσματικότητας είναι ο λόγος της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται από τα ίδια τα φυτά για την κάλυψη των αναγκών τους, ως προς την ποσότητα του νερού που εφαρμόζεται (City of Fairfield).

$$E_{use} = 100 \times W_u / W_d \quad (1) \text{ όπου:}$$

E_{use} η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού,

W_u το νερό που χρησιμοποιείται ωφέλιμα και

W_d το νερό που μεταφέρεται στην περιοχή που αρδεύεται.

Η ωφέλιμη χρήση έχει πολλές έννοιες π.χ. χρήση από τα φυτά ώστε να επιτελούν τον επιζητούμενο σκοπό (ανάπτυξη, εμφάνιση, κάλυψη αναγκών), απομάκρυνση αλάτων, προστασία από παγετό. Σε αντίθεση με τη μη ωφέλιμη χρήση που είναι εξάτμιση κατά την εφαρμογή, απορροή και στράγγιση κάτω από το ενεργό ριζόστρωμα (Dukes, Theory Irrigation Efficiency).

Σύμφωνα με τους Smajstrla et al. (1991) και Τσιρογιάννη (2008), υπάρχουν τρεις βασικές εκφράσεις της αποτελεσματικότητας της άρδευσης:

$$E_c = 100 \times W_d / W_i \quad (2)$$

$$E_a = 100 \times W_s / W_d \quad (3)$$

$$E_s = 100 \times W_p / W_{rs} \quad (4)$$

όπου: E_c η αποτελεσματικότητα μεταφοράς νερού, E_a η αποτελεσματικότητα εφαρμογής νερού, E_s η αποτελεσματικότητα αποθήκευσης νερού, W_d ο όγκος νερού που μεταφέρεται στην περιοχή που αρδεύεται, W_i ο όγκος νερού που εισάγεται στο σύστημα διανομής, W_s ο όγκος νερού που αποθηκεύεται στο ριζόστρωμα μετά την άρδευση, W_p ο όγκος νερού που αντλείται από την ταμιευτήρα και W_{rs} ο όγκος νερού που απαιτείται για την κάλυψη του ελλείμματος νερού στο ριζόστρωμα.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον εντοπίζεται στη μελέτη της αποτελεσματικότητας εφαρμογής καθώς η αποτελεσματικότητα αποθήκευσης δεν έχει γενικευμένο ενδιαφέρον για την περίπτωση που εξετάζεται και η αποτελεσματικότητα μεταφοράς σε ένα σύγχρονο δίκτυο υπό πίεση που έχει σχεδιαστεί και εγκατασταθεί σωστά και συντηρείται δε συστηματικά, μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ίση με 100% (Εξίσωση 5).

Η συνολική αποτελεσματικότητα και η τελική αποτελεσματικότητα της άρδευσης ορίζονται ως:

$$E_o = E_c \times E_a \times E_s \quad (5)$$

όπου: E_o η συνολική αποτελεσματικότητα (Dukes, Theory Irrigation Efficiency).

Στις γεωργικές εφαρμογές για τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας αρδευτικών δικτύων χρησιμοποιούνται οι δείκτες WUE και IWUE, η σύνδεση των δύο αυτών δεικτών έχει να κάνει με την παραγωγικότητα των φυτών. Σύμφωνα με τον Howell (2002) η WUE (Water Use Efficiency σε kg m^{-3}) εκφράζεται ως η παραγωγή (Y σε g m^{-2}) ανά μονάδα εξατμισοδιαπνοής (ET σε mm). Η IWUE (Irrigation Water Use Efficiency σε kg m^{-3}) ορίζεται ίση με $(Y - Y_d) / \text{IRR}$ όπου Y_d η παραγωγή από τμήματα που δεν αρδεύονται (σε g m^{-2}) και IRR η εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού (mm).

Σύμφωνα με άλλους η IWUE υπολογίζεται αν διαιρέσουμε την παραγωγή με την ποσότητα του νερού άρδευσης ενώ η WUE αν την διαιρέσουμε με τη συνολική ποσότητα νερού που εφαρμόζεται (άρδευση και βροχόπτωση).

Σε κάθε περίπτωση η έννοια της αποτελεσματικότητας δεν πρέπει να εγκλωβίζεται στην αρχική έκφραση «άμεσα ωφέλιμη χρήση / συνολική ποσότητα νερού που εισέρχεται στο σύστημα» καθώς εάν υπάρχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης νερού που σε πρώτο επίπεδο έχει «χαθεί» πρέπει να λαμβάνεται και αυτό υπόψη. Στην περίπτωση αυτή αυξάνει η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής. Για την αποφυγή παρανόησης του όρου αλλά και για την καλύτερη κατανόηση της έννοιας της έκφρασης της αποτελεσματικότητας του νερού, θα χρησιμοποιήσουμε ένα παράδειγμα για την άρδευση φυτών 1000 λίτρα με 50% αποτελεσματικότητα και τα 500 λίτρα που «χάθηκαν» μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα νέο κύκλο άρδευσης με την ίδια αποτελεσματικότητα η συνολική αποτελεσματικότητα αυξάνει στο 75% και εάν αυτό συνεχιστεί θα τείνει στο 100% (Seckler, 1996). Στο πλαίσιο αυτό σε ορισμένες μελέτες υπολογίζεται και η τελική αποτελεσματικότητα σύμφωνα με τη σχέση:

$$E_e = E_o + FR \times (1 - E_o) \quad (6)$$

όπου: E_e η τελική αποτελεσματικότητα και FR είναι το ποσοστό που ανακυκλώνεται (Dukes, Theory Irrigation Efficiency).

3.4 Ομοιομορφία κατανομής νερού

Η ομοιομορφία κατανομής νερού θεωρείται σημαντικός όρος στη διατήρηση της αποτελεσματικότητας της άρδευσης σε υψηλά ποσοστά. Η ομοιόμορφη κατανομή του νερού στην περιοχή άρδευσης, ελαττώνει τις απώλειες μέσω στράγγισης ή επιφανειακής απορροής στα τμήματα της περιοχής που δέχονται περισσότερο από το απαιτούμενο νερό (Seckler 1996). Οι δύο αυτοί όροι, της ομοιομορφίας κατανομής του νερού και της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής του δεν πρέπει να ταυτίζονται, με τον πρώτο να δίνει μια αίσθηση της πιθανής αποτελεσματικότητας του συστήματος σε περίπτωση που γίνεται καλή διαχείριση (Burt et al. 1997, Τσιρογιάννης 2008).

3.5 Εκτίμηση Ομοιομορφίας στα συστήματα άρδευσης

Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα άρδευσης που εφαρμόζεται οδηγεί σε σημαντικές απώλειες. Η βελτίωση του σχεδιασμού του συστήματος άρδευσης επιτρέπει στους αγρότες την εξοικονόμηση νερού, την αποφυγή μεγάλων απωλειών λόγω διήθησης και μείωση της υπόγειας ρύπανσης των υδάτων. Σε γενικές γραμμές δεν υπάρχει οργανωμένη συμβουλευτική υποστήριξη για άρδευση στους αγρότες. Η ενημέρωση παρέχεται κυρίως από αντιπροσώπους τεχνικών εταιρειών, οι οποίοι εκπροσωπούν συγκεκριμένα συμφέροντα και οι προτάσεις τους δεν οδηγούν πάντα σε μια βέλτιστη λύση. Η βελτίωση των συστημάτων άρδευσης επιτυγχάνεται με προσεχτικό σχεδιασμό της άρδευσης με βάση τις συνθήκες κάθε περιοχής (κλίμα, έδαφος) και τις ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Με εφαρμογή του κατάλληλου σχεδιασμού της άρδευσης (πότε και με πόσο νερό), που θα βασίζεται στις εδαφοκλιματικές συνθήκες και το είδος της καλλιέργειας από τους ειδικούς των Οργανισμών άρδευσης.

Ο μεγάλος βαθμός ομοιομορφίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε συστήματα που χρησιμοποιούνται για υδρολίπανση επειδή και η εφαρμογή των λιπασμάτων θα ακολουθήσει την ομοιομορφία με την οποία εφαρμόζεται το νερό. Υπάρχουν πολλές δημοσιευμένες έρευνες για την προσέγγιση της εκτίμησης ομοιομορφίας των διαφορετικών συστημάτων άρδευσης είτε πρόκειται για συστήματα καταιονισμού είτε για συστήματα στάγδην άρδευσης. Λόγω του ότι το θέμα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν αναπτυχθεί τυποποιημένες οδηγίες από διάφορους οργανισμούς για εκτίμηση της αποτελεσματικότητας (ASAE, 1997; Mobile Irrigation Lab). Κάποιες από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- *Στα συστήματα Καταιονισμού*
Όσο αφορά τα συστήματα καταιονισμού δύο είναι οι κύριες μέθοδοι για την μέτρηση της ομοιομορφίας:
 1. η ομοιομορφία κατανομής – (Distribution Uniformity – DU) και
 2. ο συντελεστής ομοιομορφίας του Christiansen (CU).

Για την εκτίμηση της ομοιομορφίας σε πειράματα με χρήση δοχείων συγκέντρωσης νερού (catch cans) χρησιμοποιούνται δείκτες ομοιομορφίας του κατώτερου τετάρτου (Low Quarter irrigation Distribution Uniformity - DU_{lq}) (Burt et al., 1997) και ο δείκτης ομοιομορφίας του κατώτερου μισού (Low Half irrigation Distribution Uniformity - DU_{lh}). Οι δείκτες αυτοί εκφράζονται σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$DU_{lq} = \frac{Low_Quarter_Average_Depth}{Overall_Average_Depth} \times 100 \quad (7)$$

$$DU_{lh} = \frac{Low_Half_Average_Depth}{Overall_Average_Depth} \times 100 \quad (8)$$

Σημειώνεται ότι $DU_{lh} = 0,386 + 0,614 \times DU_{lq}$

Ο δείκτης ομοιομορφίας εκτιμά την ομοιομορφία της άρδευσης σε σχέση με τη μέση τιμή και προκύπτει από την εξής η σχέση του Christiansen (1942):

$$CU = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (9)$$

όπου: V_i είναι ο όγκος στο δοχείο συλλογής i και \bar{V} ο μέσος όγκος του νερού που έχει συλλεχθεί στα δοχεία.

- *Συστήματα στάδην άρδευσης*

Στην περίπτωση των δημόσιων δικτύων το νερό εφαρμόζεται μέσω της επιφανειακής άρδευσης, τεχνητής βροχής και στάδην άρδευσης σε αναλογίες 37%, 53% και 10% αντίστοιχα. Παρατηρούμε ότι υπάρχει τάση μείωσης της επιφανειακής άρδευσης, με ταυτόχρονη αύξηση των μεθόδων άρδευσης της τεχνητής βροχής και της στάδην άρδευσης (APC, 2000). Στα ιδιωτικά δίκτυα επιλέγεται η επιφανειακή άρδευση, η τεχνητή βροχή και η στάδην άρδευση σε ποσοστά 7%, 49% και 44% αντίστοιχα.

Η ομοιομορφία ενστάλαξης (Emission Uniformity - EU) αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση της απόδοσης των συστημάτων στάδην άρδευσης. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της τόσο περισσότερο ομοιόμορφη η κατανομή του νερού. Μεταξύ 80-95% θεωρείται άριστη (AMWUA, 2000). Τυπικά υπολογίζεται με τον τύπο της ομοιομορφίας του μικρότερου τετάρτου που αναφέρθηκε στην **Εξίσωση 7** (Keller and Karmeli, 1974) και (Soccol, 2002).

Αν και αρχικά είχε προταθεί για το σύστημα άρδευσης με καταιονισμό η στατιστική ομοιομορφία (Statistical Uniformity – SU) βρήκε περισσότερες εφαρμογές για τα συστήματα στάδην άρδευσης. Σύμφωνα με την ASAE (1999) η στατιστική ομοιομορφία εκφράζεται με τη σχέση:

$$U_s = 100 \times (1 - V_q) \quad (10)$$

όπου: U_s ο στατιστικός συντελεστής ομοιομορφίας και V_q ο κατασκευαστικός συντελεστής μεταβλητότητας (δίνεται από τον κατασκευαστή). Ανάλογα με την τιμή της U_s η ομοιομορφία χαρακτηρίζεται ως:

- (100-95%),
- καλή (90-85%),
- αποδεκτή (80-75%),
- χαμηλή (70-65%),
- απαράδεκτη (<60%) (ASAE, 1999).

Ο συντελεστής μεταβλητότητας σε αυτό τον υπολογισμό αναφέρεται στο ύψος νερού που εφαρμόζεται και χρησιμοποιείται με την υπόθεση ότι οι παροχή των σταλακτήρων ακολουθεί κανονική κατανομή. Σε περίπτωση φραγμένων εκτοξευτήρων το πρότυπο της ASAE χρησιμοποιεί στη θέση του V_q ένα κατάλληλο συντελεστή που λαμβάνει υπόψη το φαινόμενο και προκύπτει από τη σχέση:

$$V_{qp} = \left[\frac{1}{(1-C)} \times (V_{qs}^2 + 1) - 1 \right]^{1/2} \quad (11)$$

όπου: V_{qp} ο συντελεστής μεταβλητότητας για την εκροή των σταλακτήρων, C το ποσοστό των σταλακτήρων που είναι τελείως φραγμένοι, V_{qs} ο συντελεστής μεταβλητότητας των συνθηκών της περιοχής.

Η σχέση αυτή (**Εξίσωση 10**) εκφράζεται -για αγροτικές κυρίως εφαρμογές συστημάτων στάγδην άρδευσης- και ως (ASAE, 1983):

$$C_u = 1 - \frac{\overline{\Delta q}}{q} \quad (12)$$

όπου: C_u ο συντελεστής ομοιομορφίας, \overline{q} η μέση παροχή των σταλακτήρων και $\overline{\Delta q}$ η μέση απόλυτη απόκλιση από την μέση παροχή των σταλακτήρων.

Σημειώνεται ότι για την παραπάνω εξίσωση (**Εξίσωση 12**) Ο Bralts et al. (1987) ανέπτυξαν έναν αντίστοιχο δείκτη για τη στάγδην άρδευση: $SU = \left(1 - \frac{S_q}{q} \right) \times 100$

όπου S_q η τυπική απόκλιση της παροχής των σταλακτήρων και q η μέση παροχή των σταλακτήρων. Συμπληρωματικός θεωρείται ο Συντελεστής Ολικής Μεταβλητότητας (Coefficient of Global Variation – CGV) που ορίζεται από τις παροχές .

3.6 Προτάσεις βελτίωσης

Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί ανα τον κόσμο με σκοπό την καταγραφή της ομοιομορφίας και της αποτελεσματικότητας της άρδευσης, οι οποίες καταλήγουν ότι συνηθισμένη τακτική της υπεράρδευσης με κύριο χαρακτηριστικό των αρδευτικών συστημάτων η χαμηλή αποτελεσματικότητα. (Baum et.al,2002, Irrigation Work Group, 2005). Επίσης παρατηρήθηκε η άμμεση συσχέτιση της ομοιομορφίας κατανομής σε σχέση με την γωνία και την κλίση εκτόξευσης σε σχέση με το έδαφος. (Soaros et.al,1991). Μεγάλη συμβολή στην αύξηση της αποτελεσματικότητας εφαρμογής, στα συστήματα άρδευσης, υπο την έννοια της εξοικονόμησης του νερού εμφανίζεται σε έργα με εγκαταστάσεις εξελιγμένων προγραμματισμών. Αντίστοιχη μελέτη αφορά τους την επίδραση πίεσης και μήκους-διαμέτρου του μακαρονιού στην ομοιομορφία εξόδου μικρο- εκτοξευτήρων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο όγκος νερού που φθάνει στα φυτά επηρεάζεται σημαντικά από όλους τους υπό μελέτη παράγοντες με σημαντικότερη τη μεταβολή λόγω της πίεσης (M.N. Nimah, et al)

4. Οικονομικά δεδομένα που αφορούν τη χρήση του αρδευτικού νερού στη λεκάνη του Στρυμόνα

4.1 Κοστολόγηση Αρδευτικού Νερού

Για την ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης η τιμολόγηση θα έπρεπε να βασίζεται κατά κύριο λόγο στους ακόλουθους τρεις παράγοντες: την κατανάλωση, τον τρόπο άρδευσης και την ποιότητα του νερού. Δυστυχώς, σήμερα η τιμολόγηση του νερού άρδευσης γίνεται κυρίως ανταποδοτικά σύμφωνα με τα έξοδα συντήρησης και λειτουργίας των ΤΟΕΒ και ΓΟΕΒ, λαμβάνοντας υπόψη κάποιες διαφοροποιήσεις σε υδροβόρες και μη καλλιέργειες. Συνεπώς δεν παρέχεται κίνητρο για εξοικονόμηση νερού, σε αντίθεση με την τιμολόγηση κατά όγκο του καταναλισκόμενου νερού ή την κατανάλωση ενέργειας για τις αντλήσεις.

Οι Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων είναι νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου που διέπονται από το νόμο 3881/58 και των κατ' εξουσιοδότηση κανονιστικών πράξεων αυτού. Οι οικονομικοί πόροι των οργανισμών προέρχονται από τις ανταποδοτικές εισφορές των μελών τους, τα οποία είναι ιδιοκτήτες αγροτεμαχίων και όχι από κρατικές επιδοτήσεις. Ένα μεγάλο μέρος των εκτάσεων (37,5% το 1999) αρδεύεται από ιδιωτικές γεωτρήσεις. Το γεγονός αυτό καθιστά προβληματική την εκτίμηση του όγκου των ετήσιων απολήψεων από υπόγειους υδροφορείς. Το περιβαλλοντικό κόστος που προκαλείται από τη συχνή υπερεκμετάλλευση δεν εκτιμάται και οι μηχανισμοί χρέωσης των απολήψεων και επιβολής προστίμων για υπερκατανάλωση είναι από ανεπαρκείς έως ανύπαρκτοι.

4.2 Χρηματοοικονομικό κόστος

Για τον υπολογισμό του χρηματοοικονομικού λαμβάνεται υπόψιν το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Το συνολικό κόστος κατασκευής για κάθε λιμνοδεξαμενή φαίνεται στον πίνακα 4.1. Η αναγωγή της συνολικής επένδυσης σε ετήσια βάση, πραγματοποιείται με τη βοήθεια του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους (Ντάναση, 2012), σύμφωνα με τη σχέση (1):

$$E.I.K. = E_0 x \frac{\varepsilon x(1 + \varepsilon)^v}{(1 + \varepsilon)^v - 1} \quad (1)$$

όπου Ε.Ι.Κ. το ετήσιο κόστος επένδυσης, E_0 το κόστος της επένδυσης, ε το επιτόκιο προεξόφλησης ανά περίοδο και v η εκτιμώμενη διάρκεια σε έτη.

4.2.1 Οργανωτική δομή διαχείρισης αρδευτικού νερού

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στα συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα στην Ελλάδα πραγματοποιείται από 452 φορείς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διοίκηση, τη λειτουργία καθώς και συντήρηση των δικτύων αυτών. Από αυτούς τους φορείς, 10 είναι Γενικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ), 412 Τοπικοί ΟΕΒ, 2 Ειδικό Οργανισμοί (Αυτόνομος Οργανισμός Στυμφαλίας Ασωπού Κορινθίας και

Οργανισμός Κωπαΐδας), 22 Προσωρινές Διοικούσες Επιτροπές και 6 Τοπικές Επιτροπές Άρδευσης (Υπουργείο Γεωργίας, 2003).

Βάσει του νόμου 3199/2003 συστήθηκαν η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, το Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων, η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, η Διεύθυνση Υδάτων και το Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων σε κάθε Περιφέρεια. Τόσο το Εθνικό όσο και τα Περιφερειακά Συμβούλια Υδάτων είναι όργανα δημόσιας διαβούλευσης. Η Εθνική Επιτροπή Υδάτων χαράσσει την πολιτική για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, παρακολουθεί και ελέγχει την εφαρμογή της και εγκρίνει, μετά από εισήγηση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και γνώμη του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων, τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας. Η Εθνική Επιτροπή Υδάτων υποβάλλει στη Βουλή και στο Συμβούλιο Υδάτων ετήσια έκθεση σχετικά με την κατάσταση του υδατινού περιβάλλοντος της χώρας, την εφαρμογή της νομοθεσίας για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, καθώς και για τη συμβατότητα με το κοινοτικό κεκτημένο. Σήμερα, η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων (ΚΥΥ) έχει μετονομαστεί σε Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) και ανήκει στο ΥΠΕΚΑ, καταρτίζει τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας και παρακολουθεί και συντονίζει την εφαρμογή τους. Τα προγράμματα, πριν την έγκρισή τους εισάγονται για διαβούλευση στο Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων. Η ΕΓΥ καταρτίζει επίσης την ετήσια έκθεση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων, εισηγείται τους γενικούς κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης των υδάτων, παρακολουθεί την τήρησή τους, παρακολουθεί σε εθνικό επίπεδο την ποιότητα και ποσότητα των υδάτων σε συνεργασία με τις Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών και μεριμνά για την ανάπτυξη και λειτουργία εθνικού δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας των υδάτων. Επίσης, η ΕΓΥ διαχειρίζεται βάση υδρολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων σε εθνικό δίκτυο και μεριμνά για τη διαρκή ενημέρωσή της κ.ά.

Αυτό το διαχειριστικό μοντέλο παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα και ελλείψεις. Πιο συγκεκριμένα, μείζον πρόβλημα δημιουργείται από το γεγονός ότι οι όροι πώλησης του αρδευτικού νερού από τους ΤΟΕΒ στους αγρότες και η χρήση του από τους τελευταίους δεν υπόκεινται σε όρους συμβατικά καθορισμένους, με συνέπεια ο κάθε αγρότης να έχει τη δυνατότητα να καταναλώνει υπερβολικές ποσότητες νερού και να επεμβαίνει στο δίκτυο (αφαιρώντας ρυθμιστές πίεσης, περιοριστές παροχής κλπ) χωρίς καμία κύρωση. Αλλά και αντίστροφα, οι ΤΟΕΒ δεν έχουν καμία συμβατική υποχρέωση απέναντι στους καταναλωτές με αποτέλεσμα να είναι επιτρεπτή κάθε αμέλεια. Επιπλέον, οι αγρότες δεν δεσμεύονταν, μέχρι πριν από λίγα χρόνια, να εξοφλούν τις οικονομικές τους υποχρεώσεις προς τους ΤΟΕΒ, με αποτέλεσμα οι ΤΟΕΒ να αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα οικονομικής φύσης. Έτσι αρκετές φορές το κράτος επιβαρύνθηκε με τα λειτουργικά έξοδα των ΤΟΕΒ, δημιουργώντας την εσφαλμένη αντίληψη στους αγρότες ότι μπορούν να αρδεύουν χωρίς κόστος (Υπουργείο Γεωργίας, 2003).

Ένα άλλο ζήτημα είναι ότι, καθώς τα μέλη των ΤΟΕΒ συχνά δε διαθέτουν την κατάλληλη τεχνογνωσία για να αξιολογήσουν την ανάγκη εργασιών συντήρησης στα έργα άρδευσης, δεν τα συνυπολογίζουν στις αντίστοιχες δαπάνες στον προϋπολογισμό τους, παρά τις παροτρύνσεις των ΓΟΕΒ, οι οποίοι όμως δεν έχουν δικαίωμα να επιβληθούν στους ΤΟΕΒ, με αποτέλεσμα να μην εφαρμόζεται τελικά μια σωστή πολιτική συντήρησης των έργων (Αλεξοπούλου & Χρησταντώνη, 2009).

Τέλος, η στάση των αγροτών είναι αδιάφορη για τις τοπικές και γενικές συνελεύσεις, αδιαφορία που παρατηρείται και στα γενικά συμβούλια των ΟΕΒ, καθώς δεν έχουν οικονομικό όφελος από τη συμμετοχή τους σε αυτά (Καραντούνιας & Δέρκας, 2000).

Είναι, λοιπόν, προφανές ότι το σημερινό μοντέλο διαχείρισης των εγγειοβελτιωτικών έργων με τους ΟΕΒ, παρόλη την αναμφισβήτητη ιστορική συμβολή του, δεν ανταποκρίνεται πλέον στις σημερινές ανάγκες και παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα στη λειτουργία του.

Πίνακας 4.1 .Άρδευτικά δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ στη λεκάνη του Ποταμού Στρυμόνα, χρεώσεις ανά στρέμμα και αντίστοιχες εξυπηρετούμενες εκτάσεις

Άρδευτικό δίκτυο	Κατηγοριοποίηση εισφορών	Στρεμματική επιβάρυνση (€/στρέμμα)	Έκταση (στρ.)	Εισφορές/κατηγορία χρέωσης (€)
Τραγίλου-Αηδονοχωρίου	Ενιαία εισφορά υδροληψίας εντός δικτύου	17,50	1,448.5	25,348.75
	Βασική εισφορά υδροληψίας εκτός δικτύου	13,00	1,979.0	25,727.00
	Άρδευτική εισφορά υδροληψίας εκτός δικτύου	17,50	159.5	2,791.25
	Προσαυξημένη εισφορά από τροποποιημένο δίκτυο κλειστών βανών	24,00	685,5	1,058.40
Ευκαρπίας-Κερδυλίων	Ενιαία εισφορά υδροληψία εντός δικτύου	16,80	2,415.0	40,572.00
	Βασική εισφορά υδροληψία εκτός δικτύου	12,90	3,924.0	50,619.00
	Άρδευτική εισφορά υδροληψίας εκτός δικτύου	12,90	455.5	5,875.95
	Μειωμένη εισφορά για τα πλημμυρισμένα αγρ.	2,40	441.0	1,058.40
Αχινού-Μαυρού/σσης	Ενιαία εισφορά υδροληψίας εντός δικτύου	9,00	18,259.0	164,331.00
	Άρδευτική εισφορά υδροληψίας εκτός δικτύου	6,90	218.0	1,504.20
	Μειωμένη εισφορά (πάνω από	4,00	655.5	2,622.00

	200m) από την Τάφρο			
Σερρών	Ενιαία εισφορά υδροληψίας εντός δικτύου	11,70	2,055.0	24,043.50
	Βασική εισφορά υδροληψίας εκτός δικτύου	7,20	5,284.0	38,044.80
	Μειωμένη εισφορά για υδροληψία από την Μπέλιτσα	5,00	111.0	555.00
Λιθοτόπου-Χειμάρρου	Ενιαία εισφορά υδροληψίας εντός δικτύου	10,00	259.5	2,595.00
Ιβήρων	Ενιαία εισφορά υδροληψίας εντός δικτύου	4,00	1,096.0	4,384.00

ΤΟΕΒ Ψυχικού- Πεθελινού

Ο ΤΟΕΒ Ψυχικού ιδρύθηκε το 2004 και οι εκτάσεις όπου εξυπηρετεί προέρχονται από αυτές του ΓΟΕΒ. Για το τρέχων έτος 2015 οι εισφορές που επιβλήθηκαν στους παραγωγούς ήταν 8€/στρ. για έκταση 33,000 στρεμμάτων όπου αρδεύονται απευθείας από το κανάλι. 20€/στρέμμα ήταν οι εισφορές για 10,000 στρέμματα με άρδευση από βάνες/γεωτρήσεις με δικαίωμα ποτίσματος 4 φορές, καθώς για κάθε επιπλέον πότισμα η χρέωση είναι 5€. Για τις εξυπηρετούμενες εκτάσεις όπου δεν απαιτείται άρδευση (χειμερινά σιτηρά) η πάγια χρέωση ανέρχεται στα 3,5€/στρέμμα. Από τα παραπάνω στοιχεία η ετήσια εισφορά στον ΤΟΕΒ από τους παραγωγούς ανέρχεται στο ποσό των 464,000€. (ΤΟΕΒ Ψυχικού- Πεθελινού, 2015)

ΤΟΕΒ Ηράκλειας- 1^ο Αρδευτικό Δίκτυο

Ο ΤΟΕΒ Ηράκλειας διαχειρίζεται το 1^ο αρδευτικό δίκτυο Σερρών και έχει ενιαία χρέωση για όλες τις εξυπηρετούμενες καλλιέργειες με το ποσό των 17€/στρέμμα. Η συνολική έκταση που εξυπηρετήθηκε από τον ΤΟΕΒ Ηράκλειας για το έτος 2014 ήταν 62,000 στρέμματα και οι εισφορές που προέρχονται από τους παραγωγούς ανέρχονται στο ποσό των 1,054,000€ (ΤΟΕΒ Ηράκλειας- 1^ο Αρδευτικό Δίκτυο, 2015).

ΤΟΕΒ Προβατά

Ο ΤΟΕΒ Προβατά διαχειρίζεται το 2^ο αρδευτικό δίκτυο Σερρών. Το Διοικητικό Συμβούλιο για την αντιμετώπιση των δαπανών του προϋπολογισμού επιβάλλει, σύμφωνα με το 28,29 και 35 του Καταστατικού του Οργανισμού, μείωση 10% επί της εισφοράς, η οποία θα ισχύσει μέχρι 31 Ιουλίου 2015. Οι χρεώσεις που επιβάλλονται στους παραγωγούς αφορούν συνολική έκταση 129,000 στρεμμάτων. Η χρέωση για τις ορυζοκαλλιέργειες αφορούν εκτάσεις 31,000 στρεμμάτων και επιβάλλεται η χρέωση των 15€/στρέμμα. Η εισφορά από το δίκτυο καναλέτων- τιμμενταυλακών ανέρχεται σε 9€/στρέμμα για 31,000 στρέμματα. Για την άρδευση των εκτάσεων από το χωμάτινο δίκτυο, έκτασης 67.235 στρέμματος η εισφορά που επιβλήθηκε στους

παραγωγούς ανέρχεται στο ποσό των 8,5€/στρέμμα, ενώ για τις εκτάσεις που θα μείνουν ακαλλιέργητες, 665 στρέμματα η εισφορά ανέρχεται στα 5€/στρέμμα. Ο ΤΟΕΒ Προβατά υπολογίζει στα ετήσια έσοδα, πρόστιμα που θα επιβαρυνθούν μέλη του Οργανισμού για αυθαίρετες επεμβάσεις μέσα στο δίκτυο και για αυθαίρετη ορυζοκαλλιέργεια, υπολογίζονται στα 2,000€, όπως και εισφορές που επιβάλλει ο Οργανισμός σε βιομηχανίες που λειτουργούν στο δίκτυο και ανέρχονται στο ποσό των 2,000€. Το σύνολο των εισφορών του ΤΟΕΒ Προβατά από τους παραγωγούς ανέρχεται για το τρέχον έτος 2015 στα 1,318,822.5€ (ΤΟΕΒ Προβατά,2015).

ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου

Ο ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου ανήκει στο 3^ο αρδευτικό δίκτυο του νομού Σερρών. Οι εκτάσεις που ανήκουν στο Παλιό Δίκτυο υπολογίζονται στα 2.408 στρέμματα από τα οποία στα 560 στρέμματα επιβάλλεται χρέωση των 18,5€/στρέμμα για την άρδευση του μέσω χωμάτινων καναλιών, ενώ για τα υπόλοιπα 1848 στρέμματα η χρέωση είναι 5€/στρέμμα για το λόγο ότι θεωρούνται ξηρικά και δεν αρδεύονται. Για τις εκτάσεις που ανήκουν στο Νέο Δίκτυο, η παροχή νερού γίνεται μέσω δικτύου με χρήση αντλιοστασίων και είναι 19€/στρέμμα για έκταση που υπολογίζεται στα 68.000 στρέμματα. Το συνολικό ποσό εισφορών από τους αγρότες για τον Οργανισμό ανέρχεται στα 1,311,630€ (ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου,2015).

ΤΟΕΒ Νιγρίτας

Ο ΤΟΕΒ Νιγρίτας για το έτος 2015 εξυπηρέτησε για άρδευση 67,400 στρέμματα. Για τη γενική εισφορά η χρέωση των αγροτεμαχίων εντός των δικτύων υδροδότησης Α9-Α13 ήταν 14€/στρέμμα για την παροχή 64,200 στρεμμάτων. Η χρέωση για τα 2.000 στρέμματα που βρίσκονται εκτός του δικτύου 5Κ ήταν 5€/στρέμμα, ενώ για τις εκτάσεις εκτός του δικτύου υδροληψίας δηλαδή περίπου 1,000 στρέμματα η χρέωση ήταν 25€/στρέμμα. Εισφορές για τον Οργανισμό προέρχονται και από το Αντλιοστάσιο Αχινού για έκταση 200 στρεμμάτων με χρέωση 10€/στρέμμα. Το σύνολο του προϋπολογισμού ανέρχεται στα 935,800€ (ΤΟΕΒ Νιγρίτας, 2015).

ΤΟΕΒ Νεοχωρίου- Μονόβρυσης- Ν.Σκοπού

Ο παραπάνω Οργανισμός εδρεύει στο Νεοχώρι και εξυπηρετεί τις ανάγκες και των περιοχών της Μονόβρυσης και του Ν. Σκοπού.καλύπτοντας έτσι έκταση 4.500 στρεμμάτων. Η πάγια εισφορά σε αγρούς που δεν θα αρδευτούν ανέρχεται στα 9€/στρέμμα και καλύπτει έκταση ίση με 1,400 στρέμματα. Για έκταση 450 στρεμμάτων για άρδευση με άντληση η πάγια εισφορά είναι 14€/στρέμμα, ενώ για άρδευση με κατάκλιση (σιφώνια) η χρέωση είναι 15€/στρέμμα για έκταση 1.600 στρέμματα. Τέλος τα κηπευτικά και η συγκαλλιέργειες χρεώνονται με 22€/στρέμμα για έκταση 650 στρεμμάτων. Το σύνολο των εισφορών ανέρχεται στα 57,200€ (ΤΟΕΒ Νεοχωρίου- Μονόβρυσης- Ν.Σκοπού,2015).

ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού

Οι εισφορές του ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού λαμβάνονται μέσω της πάγιας χρέωσης των στρεμμάτων με τιμή χρέωσης 24€/στρέμμα και για τα 10.000 στρέμματα που εξυπηρετούν την άρδευση τους από τον Οργανισμό. Τα στρέμματα όπου βρίσκονται εκτός του δικτύου έχουν διαφορετική χρέωση με 22€/στρέμμα για μια έκταση των 1.000 στρεμμάτων. Το σύνολο των εισφορών του ΤΟΕΒ Ν. Σκοπού υπολογίζεται στα 426,000.0€ (ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού,2015).

ΤΟΕΒ Φυλλίδος

Η γενική εισφορά του ΤΟΕΒ Φυλλίδος εξυπηρετεί συνολική έκταση 40.000 στρέμματα μέσω επιφανειακής άρδευσης από χωμάτινα και τσιμεντένια αυλάκια. Για τις εκτάσεις εντός του δικτύου η χρέωση είναι 9€/στρέμμα για συνολική έκταση 36.450 στρέμματα, ενώ η χρέωση για τα 450 στρέμματα ανέρχεται στα 20€/στρέμμα. Το συνολικό ποσό της εισφοράς ανέρχεται στα 337,050 (ΤΟΕΒ Φυλλίδος,2015).

ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη

Ο ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη υπάγεται στον ΓΟΕΒ Σερρών και εξυπηρετεί συνολικά 5,000 στρέμματα. Με 25€/στρέμμα χρεώνονται οι παραγωγοί που καλύπτουν από το δίκτυο ελεύθερης ροής, τις ανάγκες σε νερό άρδευσης και η έκταση υπολογίζεται στα 1.000 στρέμματα. Για τις εκτάσεις που αρδεύονται από μικρά αντλητικά συγκροτήματα η χρέωση είναι 15€/στρέμμα, ενώ οι εκτάσεις όπου δεν ανήκουν στο δίκτυο άρδευσης είτε δεν αρδεύονται (έκτασης 3.500 στρεμμάτων) έχουν πάγια χρέωση 7€/στρέμμα. Το σύνολο της εισφοράς για τον Οργανισμό ανέρχεται στα 57,000€ (ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη,2015).

ΤΟΕΒ Δημητρίσιου

Ο ΤΟΕΒ Δημητρίσιου εξυπηρετεί συνολική έκταση 48,350 στρεμμάτων και η άρδευση γίνεται με κατάκλιση είτε επιφανειακά. Υπάρχει μια γενική πάγια χρέωση, για έκταση 37,000 στρεμμάτων για τους παραγωγούς η οποία ανέρχεται στα 18€/στρέμμα. Για τα στρέμματα που προεξοφλούνται με προκαταβολή για το έτος η χρέωση είναι 16€ για έκταση 10,000 στρεμμάτων, ενώ για άρδευση από την υδροληψία η χρέωση είναι 22€ για εξυπηρετούμενη έκταση 1,350 στρεμμάτων. Το σύνολο της εισφοράς για τον Οργανισμό ανέρχεται στις 858,900€. (ΤΟΕΒ Δημητρίσιου, 2015)

ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας

Ο ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας εδρεύει στην Ηράκλεια και εξυπηρετεί συνολική έκταση 50,000 στρεμμάτων από τα οποία αρδεύονται μόνο τα 14,000 ενώ υπάρχει μέση ενιαία εισφορά για τη συνολική έκταση 4€. Για τις εκτάσεις που αρδεύονται με ελεύθερη ροή επιβαρύνονται με 6€ ,ενώ για άρδευση με αντλία η επιβάρυνση είναι 2€. Το σύνολο εισφοράς από τους παραγωγούς είναι 236,000.00€ (ΤΟΕΒ Δυτικής Διώρυγας, 2015).

Πίνακας 4.2. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου των αρδευτικών δικτύων
ΓΟΕΒ, ΤΟΕΒ Ψυχικού – Πεθελινού και ΤΟΕΒ Πετριτσίου.

Φορέας Διοίκησης: ΓΟΕΒ Σερρών- ΤΟΕΒ Ψυχικού- Πεθελινού			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	81,090.5		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	68,190		
Κατηγορία χρέωσης	74,640	10.48€	782,227.2€
Μέση ενιαία χρέωση			
Συνολικό Κόστος			782,227.2€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			79,1
Κόστος €/m ³			0.0099€/m³

Πίνακας 4.3. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου
Ηράκλειας.

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Ηράκλειας-1 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	62.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	62.000		
Κατηγορία χρέωσης	62.000	17€	1.054.000,00€
Μέση ενιαία χρέωση			
Συνολικό Κόστος			1.054.000,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			54.69
Κόστος €/m ³			0.0192€/m³

Πίνακας 4.4. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου
Δυτικής διώρυγας

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Ηράκλειας- Δυτικής διώρυγας			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	50.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	16.000		
Κατηγορία χρέωσης	50.000	4€	200.000,00
Μέση ενιαία χρέωση			
Άρδευση με ελεύθερη ροή	3.000	6€	18.000,00
Άρδευση με αντλία	13.000	2€	26.000,00
Συνολικό Κόστος			244.000,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			46.76
Κόστος €/m ³			0.0052€/m³

Πίνακας 4.5. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου
Προβατά.

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Προβατά			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	129.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	129.000		
Κατηγορία χρέωσης			
Ορυζοκαλλιέργειες	31.000	15€	465.000,00€
Μέση ενιαία χρέωση	98.000	7.5€	735.000,00€
Συνολικό Κόστος			1.200.000,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			216.1
Κόστος €/m ³			0.0055€/m³

Πίνακας 4.6. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου Σιδηροκάστρου

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	70.968		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	69.120		
Κατηγορία χρέωσης			
Ξηρικά Παλιού δικτύου	560	18.5€	10.390,00€
Λοιπές καλλιέργειες	1.848	5€	9.240,00€
Νέο δίκτυο	68.000	19€	1.292.000,00€
Συνολικό Κόστος			1.311.630,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			47.36
Κόστος €/m ³			0.0276€/m³

Πίνακας 4.7. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου του ΤΟΕΒ Νεοχωρίου.

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Μονόβρυσης- Νεοχωρίου			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	4.500		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	3.100		
Κατηγορία χρέωσης			
Άρδευση - άντληση	450	14€	6.300,00€
Άρδευση – κατάκλιση	1.600	15€	24.000,00€
Κηπευτικά	650	22€	14.300,00€
Μη αρδευόμενα	1.400	9€	12.600,00€
Συνολικό Κόστος			57.200,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			19.48
Κόστος €/m ³			0.0029€/m³

Πίνακας 4.8. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου Νιγρίτας.

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Νιγρίτας			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	67.400		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	67.400		
Κατηγορία χρέωσης			
Εντός Δικτύου Νιγρίτας	64.200	14€	898.800,00€
Εκτός Δικτύου 5Κ	2.000	5€	10.000,00€
Εκτός Δικτύου υδροληψίας	1.000	25€	25.000,00€
Δίκτυο Αχινού	200	10€	2.000,00€
Συνολικό Κόστος			935.800,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			43
Κόστος €/m ³			0.0217€/m³

Πίνακας 4.9. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου του ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Ν.Σκοπου			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	11,000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	11,000		
Κατηγορία χρέωσης			
Μέση ενιαία χρέωση			
Εντός Δικτύου	10,000	24€	240,000€
Εκτός Δικτύου	1,000	22€	22,000€
Συνολικό Κόστος			262,000€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			9.58
Κόστος €/m ³			0.027€/m³

Πίνακας 4.10. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου του ΤΟΕΒ Αγίου Ιωάννη.

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	5.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	5.000		
Κατηγορία χρέωσης			
Δίκτυο ελεύθερης ροής	1.000	25€	25.000,00€
Εκτός Δικτύου	3.500	7€	24.500,00€
Λοιπά	500	15€	7.500,00€
Συνολικό Κόστος			57.000,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10^6m^3)			1.75
Κόστος €/m ³			0.0325€/m³

Πίνακας 4.11. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου του ΤΟΕΒ Φυλλίδας

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Φυλλίδας			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	40.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	36.900		
Κατηγορία χρέωσης			
Μέση ενιαία χρέωση	40.000	11€	258.500,00€
Εντός Δικτύου	16.000	9€	144.000,00€
Εκτός Δικτύου	400	20€	8.000,00€
Συνολικό Κόστος			410.500,00€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10^6m^3)			28.86
Κόστος €/m ³			0.0142€/m³

Πίνακας 4.12. Κόστος χρήσης νερού ανά μονάδα όγκου του αρδευτικού δικτύου του ΤΟΕΒ Δημητρίσιου

Φορέας Διοίκησης: ΤΟΕΒ Δημητρίσιου			
	Έκταση	Κόστος(€/στρ)	Κόστος
Συνολική εξυπηρετούμενη έκταση	45.000		
Συνολική αρδευόμενη έκταση	45.000		
Κατηγορία χρέωσης			
Γενική εισφορά	37.000	18€	666.000,0€
Από υδροληψία	1.350	22€	29.700,0€
Προκαταβολές	10.200	16€	163.200,0€
Συνολικό Κόστος			858.900,0€
Συνολικός ετήσιος όγκος νερού (10 ⁶ m ³)			32
Κόστος €/m ³			0.0268€/m³

Στοιχεία τα οποία αφορούν τις δαπάνες για τη διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση των αρδευτικών δικτύων στη λεκάνη του Στρυμόνα ελήφθησαν από τους Οργανισμούς Γ.Ο.Ε.Β. Σερρών και των επιμέρους Τ.Ο.Ε.Β. και αφορούν το τρέχον έτος 2015.

Οι δαπάνες κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως:

1. Διοικητικές δαπάνες, που αφορούν το κόστος του Οργανισμού για τη μισθοδοσία των υπαλλήλων, τις αποζημιώσεις των Δ.Σ. και μετακινήσεις σε οδοιπορικά, γενικά έξοδα, παρακράτηση από Δ.Ο.Υ., τόκους δανείου και απρόβλεπτα.
2. Συντήρηση έργων και Αντλιοστασίων. Σε αυτή την κατηγορία εμπεριέχονται δαπάνες χωματουργικών εργασιών, εργασίες αφαίρεσης υδροχαρών φυτών από τις διώρυγες και τις τάφρους, επισκευές οδικής οδοποιίας, συντήρησης δικτύων και αντλιοστασίων, επισκευές ρωγμών των επενδυμένων διώρυγων, καυσίμων και λιπαντικών, μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών υλικών, διαφόρων απρόβλεπτων εξόδων.
3. Λειτουργία έργων, αφορούν κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Δ.Ε.Η.), αποδοχές υδρονομέων, καύσιμα και συντήρηση οχημάτων για τη μετακίνηση των πρακτικών μηχανικών και απρόβλεπτα έξοδα

4. Εισφορές προς Γ.Ο.Ε.Β. Ο Γ.Ο.Ε.Β. που είναι αρμόδιες για τη συντήρηση και λειτουργία των έργων Α' και Β' τάξεως (κεντρικές διώρυγες, μεγάλα τεχνικά έργα), όπως και ορισμένων αντλιοστασίων. Επίσης έχει συγκροτήσει συνεργείο για την αποκατάσταση των βλαβών στα δίκτυα. Για το λόγο αυτό λαμβάνεται από τους Τ.Ο.Ε.Β. ετήσια εισφορά, ανάλογα με την εξυπηρετούμενη αρδευόμενη έκταση κάθε Τ.Ο.Ε.Β.
5. Λοιπές δαπάνες. Σε αυτή την κατηγορία αναφέρονται οι δαπάνες των Οργανισμών για αποζημιώσεις των παραγωγών, τόκοι και προμήθειες τραπεζών.
6. Εξόφληση υποχρεώσεων, που αφορούν τις δαπάνες αγοράς του κάθε Οργανισμού, μηχανών, εργαλείων, επίπλων κ.α.

Στον πίνακα 4.12 που ακολουθεί αναγράφονται τα ποσά σε € ανά κατηγορία δαπάνης για τον Γ.Ο.Ε.Β. και τους Τ.Ο.Ε.Β. Στον παρακάτω πίνακα (4.12) παρουσιάζεται η συνολική έκταση που καταλαμβάνει το κάθε αρδευτικό δίκτυο, η συνολική δαπάνη για τη διαχείριση, συντήρηση και λειτουργία ο συνολικός όγκος νερού και τέλος με βάση τα δυο τελευταία εκτιμάται η δαπάνη ανα κυβικό μέτρο.

Πίνακας 4.12. Κατανομή δαπανών Οργανισμών Έγγειων Βελτιώσεων για το έτος 2015

Αρδευτικό Δίκτυο	Φορέας Διοίκησης	Συνολική Έκταση	Διοικητικές δαπάνες	Σ/σεως έργων - αντλιοστασίων	Λ/γείας έργων- Αντλιοστασίων	Εισφορές Γ.Ο.Ε.Β.	Λοιπές δαπάνες	Εξόφληση υποχρεώ.	Σύνολο δαπανών
ΓΟΕΒ πεδιάδας Σερρών	ΓΟΕΒ Σερρών	39.446	173.277,28	72.321,39	212.792,92	.	45.646,43		504.038,00
1 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	62.000	190.000,00	534.000,00	405.000,00	30.000,0	432.000,0	9.000	1.600.000,00
2 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Προβατά	129.000	297.000,0	654.000,00	495.000,00	32.474,1	106.000,0		3.402.600,00
3 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου	70.968	116.660,44	237.787,82	1.274.951,83	17.222,0	27.394,0		1.674.014,00
4 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Νιγρίτας	64.200	151.203,00	267.500,00	683.500,00	22.097,1	62.200,0		1.186.500,00
5 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Φυλλίδας	40.000	74.000,00	110.000,00	169.500,00	5.500,0	33.500,0		401.500,0,00
Αρδευτικό Δίκτυο Δυτικής Διόρυγας	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	50.000	144.000,00	95.000,00	99.000,00	11.423,2	50.576,0		400.000,00
Αρδευτικό Δίκτυο Δημητρίτσιου	ΤΟΕΒ Δημητρίτσιου	48.350	126.280,00	85.177,00	544.000,00	15.000,0	25.000,0		770.457,00
Αρδευτικό Δίκτυο Ψυικού Πεθαλινού	ΤΟΕΒ Ψυικού	43.000	39.000,00	63.000,00	107.000,00	5.120,0	20.7992,2	169.080,8	404.000,00
Αρδευτικό Δίκτυο Ν. Σκοπού	ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού	11.000	12.000,00	80.000,00	102.000,00	3.000,0	35.056,08	67.943,92	300.000,00
Αρδευτικό Δίκτυο Νεοχωρίου-Ν. Σκοπού	ΤΟΕΒ Νεοχωρίου	2.000	17.600,00	15.700,00	4.200,00	717,00,0	1.553,46	1.924,54	73.700,00
Αρδευτικό Δίκτυο Αγ. Ιωάννη	ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη	5.000							

Πίνακας 4.13 α' και 4.13 β' πραγματοποιείται η σύγκριση δαπανών του Γ.Ο.Ε.Β και των Τ.Ο.Ε.Β. μεταξύ των ετών 2006 και 2015. Από αυτή τη σύγκριση όσον αφορά την συνολική εξυπηρετούμενη έκταση, εκτασεις που εξυπηρετούνται παρατηρούνται ορισμένες διακυμάνσεις με την μεγαλύτερη να εμφανίζεται στα δίκτυα Γ.Ο.Ε.Β. Σερρών με μείωση περίπου 12.500 στρέμματα. Επίσης ο Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά μειώθηκε κατά 12.000 στρέμματα. Ενώ στα υπολοιπα δίκτυα οι διακυμάνσεις ήταν μικρότερες. Συνολικά για όλα τα δίκτυα η διακύμανση μεταξύ των ετών 2006 και 2015 είναι μικρές με μόλις μία αύξηση 25.000 στρεμμμάτων. Στις διοικητικές δαπάνες παρατηρούνται τεράστιες διαφορές μεταξύ 2006 και 2015 για κάθε φορέα. Η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρείται πάλι για το Γ.Ο.Ε.Β. Σερρών που είναι 290.000 ευρώ, για το Τ.Ο.Ε.Β. Σιδηροκαστρου που είναι περίπου 100.000 ευρώ και με πολύ μικρότερες διακυμάνσεις για τα υπόλοιπα δίκτυα. Ενώ συνολικά για όλους τους φορείς το κόστος μειώθηκε κατά 450.000 ευρώ περίπου. Αντίστοιχα στην κατηγορία έργων συντήρησης αντλιοστασίων, η μεγαλύτερη διακύμανση παρατηρείται στο Τ.Ο.Ε.Β. Ηράκλειας με μία αύξηση περίπου 170.000 ευρώ, ενώ η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στον Τ.Ο.Ε.Β. Δημητρίσιου περίπου 200.000 ευρώ. Συνολικά όμως αυτή η δαπάνη μεταξύ αυτών των τιμών δεν είναι αξιόλογη. Στην κατηγορία λειτουργία έργων αντλιοστασίων παρατηρούνται μεγάλες αυξήσεις για το έτος 2015 όμως δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα διότι για το έτος 2015 συνυπολογίζονται μεγάλα ποσά δαπανών κατανάλωσης ρεύματος, οι οποίες δεν εξοφλήθηκαν τα προηγούμενα έτη. Όσον αφορά τις εφορές στον Γ.Ο.Ε.Β. παρατηρείται συνολικά μια μεγάλη μείωση της τάξεως των 435.000 που οφείλεται στην ανάληψη έργων συντηρήσεων απο τους Τ.Ο.Ε.Β., οπότε οι δαπάνες αυτές χρεώθηκαν απευθείας στους Τ.Ο.Ε.Β. και όχι στο τελικό δαπανών του Γ.Ο.Ε.Β. Στην κατηγορία των λοιπών δαπανών υπάρχουν τεράστιες διακυμάνσεις μεταξύ των ετών 2006 και 2015. Για τον Τ.Ο.Ε.Β. Ηράκλειας η λοιπές δαπάνες αυξήθηκαν κατά 420.000 από μόλις 11.000 ευρώ ενώ για τον ΤΟΕΒ Ψυχικού-Πεθελινού αυξήθηκαν σε 230.000 από σχεδόν μηδαμινά έξοδα. Και σε αυτήν την κατηγορία δαπανών δεν μπορούν να διεξαχθούν συμπεράσματα διότι έχουν καταχωρηθεί μη εισπραχθέντες λογαριασμοί καλλιεργητών προηγούμενων ετών, καθώς και δαπάνες για τις οποίες δεν γνωρίζουμε τον λόγο που έχουν γίνει. Παρατηρόντας τις συνολικές δαπάνες για τα έτη 2006 και 2015, υπολογίζεται μια αύξηση της τάξεως των 3.000.000 ευρώ, όμως η αύξηση των δαπανών στην κατηγορία λειτουργίας έργων αντλιοστασίων είναι περίπου 2.000000 τα οποία οφείλονται σε παλαιότερες χρεώσεις. Συνεπώς η πραγματική διαφορά μεταξύ των ετών 2006 και 2015 ανέρχεται στο ποσό του 1.000.000 και ποσοτικά περίπου 14%.

Πίνακας 4.13 α' Σύγκριση εξόδων οργανισμών Γ.Ο.Ε.Β. και Τ.Ο.Ε.Β για τα έτη 2006 και 2015

Αρδευτικό Δίκτυο	Φορέας Διοίκησης	Συνολική έκταση		Διοικητικές δαπάνες		Σ/σεως έργων -αντλιοστασίων		Λ/γείας έργων-Αντλιοστασίων	
		2006	2015	2006	2015	2006	2015	2006	2015
ΓΟΕΒ πεδιάδας Σερρών	ΓΟΕΒ Σερρών	51.911	39.446	461.004,00	173.277,28	62.075	72.321,39	458.601,00	212.792,92
1 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	60.381	62.000	261.382,00	190.000,00	362.199	534.000,00	212.337,00	405.000,00
2 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Προβατά	141.711	129.000	320.068,00	297.000,00	741.903	654.000,00	82.265,00	495.000,00
3 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου	70.950	70.968	213.940,00	116.660,44	221.199	237.787,82	329.963,00	1.274.951,83
4 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Νιγρίτας	71.738	64.200	171.800,00	151.203,00	250.800	267.500,00	275.200,00	683.500,00
5 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Φυλλίδας	38.362	40.000	54.648,00	74.000	134.880	110.000,00	171.788,00	169.500,00
Αρδ/κό Δίκτυο Δυτικής Διώρυγας	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	49.470	50.000	99.971,00	144.000	39.654	95.000,00	52.443,00	99.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Δημητρίτσιου	ΤΟΕΒ Δημητρίτσιου	48.901	48.350	158.742,00	126.280	280.549	85.177,00	199.313,00	544.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Ψυχικού	ΤΟΕΒ Ψυχικού	33.900	43.000	28.094,00	39.000	78.100	63.000,00	61.580,00	107.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Ν. Σκοπού	ΤΟΕΒ Ν. Σκοπού	15.240	11.000	9.029,00	12.000	70.900	80.000,00	70.970,00	102.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Νεοχωρίου	ΤΟΕΒ Νεοχωρίου	3.900	2.000	18.184,00	17.600	4.900	15.700,00	4.900,00	4.200,00
Αρδ/κό δίκτυο Αγ. Ιωάννη	ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη	5.000	5.000		15.000				
Σύνολο		593.470	566.979	1.160.449,0	1.358.035,72	2.249.165,0	3.607.200,72	1.921.366,0	4.098.959,75

Πίνακας 4.13 β' Σύγκριση εξόδων οργανισμών Γ.Ο.Ε.Β. και Τ.Ο.Ε.Β για τα έτη 2006 και 2015

		Εισφορές Γ.Ο.Ε.Β.		Λοιπές δαπάνες		Σύνολο δαπανών	
		2006	2015	2006	2015	2006	2015
Αρδευτικό Δίκτυο	Φορέας Διοίκησης						
ΓΟΕΒ πεδιάδας Σερρών	ΓΟΕΒ Σερρών	-	-	18.904,00	45.646,43	1.000.584,00	504.038,00
1 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	34.864,00	30.000,00	11.382,00	432.000,00	882.164,00	1.600.000,00
2 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Προβατά	56.000,00	32.474,10	165.749,00	106.000,00	1.365.985,00	3.402.600,00
3 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου	153.431,00	17.222,00	117.900,00	27.394,00	1.088.840,00	1.674.014,00
4 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Νιγρίτας	188.688,00	22.097,10	112.700,00	62.200,00	999.188,00	1.186.500,00
5 ^ο Αρδ/κό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Φυλλίδας	10.792,00	5.500,00	17.312,00	33.500,00	389.420,00	401.500,00,00
Αρδ/κό Δίκτυο Δυτικής Διώρυγας	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	11.800,00	11.423,20	6.184,00	50.576,00	210.052,00	400.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Δημητρίσιου	ΤΟΕΒ Δημητρίσιου	99.891,00	15.000	60.034,00	25.000,00	798.529,00	770.457,00
Αρδ/κό Δίκτυο Ψυικού	ΤΟΕΒ Ψυικού	16.760,00	5.120,00	750,00	207.992,20,00	185.000,00	404.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Ν. Σκοπού	ΤΟΕΒ Ν. Σκοπού	3.368,00	3.000,00	9.900,00	35.056,08,00	125.800,00	300.000,00
Αρδ/κό Δίκτυο Νεοχωρίου	ΤΟΕΒ Νεοχωρίου	600,00	717,00	520,00	1.553,46,00	46.000,00	73.700,00
Αρδ/κό δίκτυο Αγ. Ιωάννη	ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη	34.864,00	30.000,00	18.904,00	45.646.43,00	1.000.584,00	504.038,00
Σύνολο		576.194,00	141.836,40	718.030,00	443.272,00	709356,80	7.536.840,00

5. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Όπως φαίνεται στον πίνακα 4.10 στο αρδευτικό δίκτυο, Τ.Ο.Ε.Β. Αγ. Ιωάννη παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο κόστος σε νερό άρδευσης ανα στρέμμα προς τους παραγωγούς για άρδευση με ελεύθερη ροή, ταυτόχρονα στον ίδιο φορέα σημειώθηκε η χαμηλότερη παροχή σε κυβικά ανα στρέμμα του νερού που καταναλώθηκε προς την εξυπηρετούμενη έκταση. Αντιθέτως στον πίνακα 4.4. στο αρδευτικό δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. Ηράκλειας – Δυτικής διώρυγας σημειώνεται η μικρότερη τιμή της πάγιας εισφοράς ανα στρεμματικη καλλιεργούμενη έκταση. Από τα στοιχεία του πίνακα 4.5, είναι φανερό πως στο αρδευτικό δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά η χρέωση των καλλιεργητών ανα στρέμμα είναι χαμηλές. Διαφορές υπάρχουν μεταξύ του δικτύου με τις χωμάτινες διώρυγες και αυτών που αρδεύονται από το δίκτυο καναλέτων και τσιμενταυλάκων. για εκμετάλευση από το χωμάτινο δίκτυο και για παροχή νερού προς άρδευση απο το Δίκτυο καναλέτων- τσιμενταυλακών, οι τιμές των εισφορών από τους παραγωγούς ήταν χαμηλές και η κατανάλωση του αρδευτικού νερού στο δίκτυο ήταν η μεγαλύτερη ανα στρέμμα. συγκριτικά με την παροχή των εξυπηρετούμενων εκτάσεων των υπόλοιπων δικτύων. Σε όλα τα υπολοιπά δίτυα υπάρχουν ενδιάμεσες τιμές στις στρεμματικές .

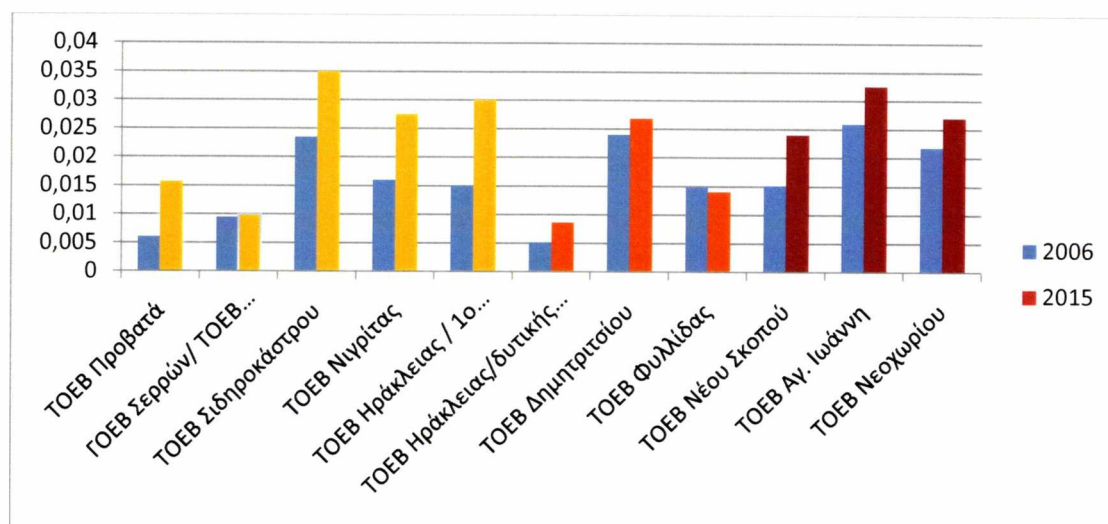
Από τη διερεύνηση της κοστολόγησης του νερού άρδευσης στην υδρολογική λεκάνη του Στρυμόνα, υπολογίζεται το κόστος του νερού κατά όγκο σε €/m³ σε κάθε αρδευτικό δίκτυο. Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται συνολικά και για κάθε αρδευτικό δίκτυο, ο φορέας διαχείρισής του, η συνολική εξυπηρετούμενη έκταση, οι συνολικές ετήσιες δαπάνες του φορέα, ο όγκος του νερού που διοχετεύτηκε και τελικά το κόστος του νερού, κατά όγκο για το έτος 2015

Πίνακας 5.1 Κόστος διαχείρισης ανά μονάδα όγκου αρδευτικού νερού για το έτος 2015

Η επιβάρυνση των παραγωγών για την εκάστοτε χρονιά καθορίζεται από τη

Αρδευτικό δίκτυο	Φορέας Διοίκησης	Συνολική έκταση (στρ)	Σύνολο Δαπανών (€)	Όγκος νερού (10 ⁶ m ³)	Κόστος διαχείρισης (€/m ³)
Γ.Ο.Ε.Β. πεδιάδας Σερρών	ΓΟΕΒ Σερρών	39.446	504.038,0	79.1	0.01
Αρδευτικό Δίκτυο Ψυχικού Πεθαλινού	ΤΟΕΒ Ψυχικού	43.000	234.919,2		
1 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	62.000	1.600.000,0	54.69	0.03
2 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Προβατά	129.000	3.402.600,0	216.1	0.0157
3 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου	70.968	1.674.014,0	47.36	0.0353
4 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Νιγρίτας	64.200	1.186.500,0	43	0.0275
5 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Φυλλίδας	40.000	401.500,0	28.86	0.014
Αρδευτικό Δίκτυο Δυτικής Διώρυγας	ΤΟΕΒ Ηράκλειας	50.000	400.000,0	46.36	0.0086
Αρδευτικό Δίκτυο Δημητρίσιου	ΤΟΕΒ Δημητρίσιου	48.350	770.457,0	32	0.0268
Αρδευτικό Δίκτυο Νεοχωρίου-	ΤΟΕΒ Νεοχωρίου	3.100	73.000,0	19.48	0.027
Αρδευτικό Δίκτυο Ν.Σκοπού	ΤΟΕΒ Νέου Σκοπού	11.000	300.000,0	9.84	0.024
Αρδευτικό Δίκτυο Αγ. Ιωάννη	ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη	5.000		1.75	0.0325

συνολική αρδευόμενη έκταση, η κατανάλωση του αρδευτικού νερού και τον τρόπο άρδευσης. Συγκριτικά από το έτος 2006 έως το έτος 015 σημειώνεται γενική αύξηση για την τιμή ανα κυβικό μέτρο νερού άρδευσης. (Χαλκίδης, 2008). Στο διάγραμμα 5.1 παρουσιάζονται οι διαφορές αναμεσα στην κοστολόγηση του νερού για κάθε οργανισμό, κατά φθίνουσα σειρά εξυπηρετούμενης έκτασης.



Διάγραμμα 5.1. Κόστος ανα κυβικό μέτρο νερού άρδευσης ανα Οργανισμό για τα έτη 2006 και 2015.

Οόπως παρατηρήθηκε από τους πίνακες των δεδομένων με την κατανάλωση του νερού ανα δίκτυο φαίνεται καθαρά ότι στις περιοχές με μεγάλη σπατάλη νερού αναλογικά η τιμή ανα κυβικό μέτρο νερού είναι μικρή. Αντίθετα στα δίκτυα με μικρή κατανάλωση νερού το κόστος ανα κυβικό νερού φαίνεται πολύ υψηλό. Οι διαφορές μεταξύ των τιμών προσδίδουν που παρατηρούνται στα επιμέρους τμήματα των δικτύων της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για τη μελέτη της μεθόδου για την κοστολόγηση του νερού άρδευσης των εξυπηρετούμενων εκτάσεων, όσο και στην ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού. Για την ανάλυση του διαγράμματος 5.1 πραγματοποιήθηκαν ομαδοποιήσεις των δικτύων, σε μεγάλης έκτασης δίκτυα με μεγάλη κατανάλωση, μεγάλης έκτασης δίκτυα με μέση κατανάλωση και μικρής έκτασης δίκτυα με μεγάλη κατανάλωση

. Αναλυτικότερα με την κοστολόγηση του νερού, το κόστος στο δίκτυο του Γ.Ο.Ε.Β. ανά στρέμμα θα σημειώνει αύξηση 28,4% για τις αρδευόμενες εκτάσεις, ενώ η ίδια τιμή αύξησης θα σημειωνότανε επίσης και στο δίκτυο του Ψυχικού Πεθελινού. Για το δίκτυο του 1ου Αρδευτικού Δικτύου στην Ηράκλεια, η αύξηση παρατηρήθηκε στο 60,24%, όπως και στο δίκτυο Δυτικής διώρυγας του Γ.Ο.Ε.Β. Ηράκλειας η τιμή για τις αρδευόμενες εκτάσεις αυξήθηκε κατά 33,4% ενώ για τις μη αρδευόμενες η ποσοστιαία αυξήση ήταν 13,36%. Στο δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά η αύξηση για τις ορυζοκαλλιέργειες σημειώθηκε στο 27,98% ενώ για τις λοιπές καλλιέργειες ήταν 14%,

όπου η διαφορά των τιμών βασίζεται στην αυξημένη κατανάλωση νερού για τις ορυζοκαλλιέργειες. Στο δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Σιδηροκάστρου σημειώθηκε ποσοστιαία αύξηση 82,11%, η οποία, οφείλεται στην παλαιωμένη υποδομή του δικτύου, στις βλάβες και στην έλλειψη επιθεωρήσεων του δικτύου. Ποσοστιαία η αύξηση για το δίκτυο της Νιγρίτας σημειώνεται στο 58,79% παρόλο που το δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Νιγρίτας θεωρείται από τα πιο σύγχρονα, με υπόγεια συστήματα άρδευσης. Για την περιοχή των εκτάσεων που εξυπηρετούν οι Τ.Ο.Ε.Β. Ν. Σκοπού, Μονοχωρίου και Μονόβρυσης σημειώθηκε αύξηση 8,45%. Η αύξηση που σημειώνεται παρατηρείται ότι είναι μικρή εξαιτίας της μικρής διαφοράς που σημειώθηκε μεταξύ της κατανάλωσης του νερού και της εξυπηρετούμενης έκτασης. Στον Τ.Ο.Ε.Β. Φυλλίδας σημειώθηκε αύξηση 56,32%, στον Τ.Ο.Ε.Β. Δημητρίσιου 79,12% ενώ στον Τ.Ο.Ε.Β. του Αγ. Ιωάννη η αύξηση ξεπερνάει το 100% φτάνοντας στο 120%. Συμπερασματικά φαίνεται ότι με την κοστολόγηση ανα κυβικό μέτρο νερού στα δίκτυα σημειώνονται πολύ μεγάλες ποσοστιαίες αυξήσεις. Στην πραγματικότητα όμως αυτές οι αυξήσεις θα επέφεραν άμεσα την μείωση της κατανάλωσης του νερού από τους παραγωγούς με κατασυνέπεια την μείωση του κόστους για τον παραγωγό ανα στρέμμα σε τέτοιο επίπεδο που θα ήταν συμφέρουσα για την καλλιέργεια. Άρα οι παραγωγοί θα οδηγόντουσαν πραγματικά συμφέρουσες καλλιέργειες, και φυσικά σε ορθολογικότερη χρήση του νερού. Πιθανότατα αυτό να οδηγούσε και σε πολύ χαμηλότερες τιμές ανα στρέμμα, χωρίς να μπορεί αυτό να υπολογιστεί αυτην την στιγμή. Έτσι θα πηγαίναμε στον νόμο της αγοράς κόστος- οφέλους.

Η βασική μεθοδολογία κοστολόγησης του αρδευτικού νερού στα δίκτυα της υδρολογικής λεκάνης του Στρυμόνα είναι η κάλυψη των εξόδων που παρουσιάζουν ο Γ.Ο.Ε.Β και Τ.Ο.Ε.Β. των δικτύων. Τα έξοδα αυτά αφορούν το διοικητικό κόστος, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των δικτύων καθώς και λοιπές δαπάνες που μπορεί να προκύψουν για τους οργανισμούς. Η κατανομή αυτών των εξόδων στους παραγωγούς γίνεται ανα στρέμμα και όχι με βάση την κατανάλωση του νερού που θα παρουσιάσει ο καθένας. Επίσης για κάθε Τ.Ο.Ε.Β. αυτή η κατανομή είναι εντελώς διαφορετική όπως φαίνεται στους πίνακες 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 4.10 και 4.12. Αυτή η ανισοροπία δεν επιτρέπει την δίκαιη κατανομή σε κοστολόγηση για τους παραγωγούς, γιαυτό και θα επιχειρηθεί μια ενιαία κοστολόγηση με βάση την κοστολόγηση ανα κυβικό χρήση νερού άρδευσης. Αυτό που πρέπει να δώσουμε στο νερό για την ορθολογική χρήση του στην άρδευση είναι υψηλή αξία για να εκτιμάται η χρήση του από τους οργανισμούς και τους παραγωγούς ανάλογα. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε η υψηλότερη τιμή σε ευρώ ανα κυβικό που παρατηρήθηκε από τους οργανισμούς που έγιναν αναγωγές στον ακόλουθο πίνακα 5.2 ανά στρέμμα στα υπόλοιπα δίκτυα. Έτσι φαίνεται το πραγματικό κόστος ανα κυβικό μέτρο νερού άρδευσης και όχι ανα στρέμμα. Με αυτή την μέθοδο υπολογίστηκε του κόστους χρέωσης ανα κυβικό για κάθε δίκτυο ξεχωριστά και έγινε σύγκριση με τις τιμές που διαμορφώθηκαν με χρέωση ανα στρέμμα. Στον πίνακα 5.2 παρατίθενται τα αποτελέσματα των οικονομικών δεδομένων των Οργανισμών για την κοστολόγηση του νερού άρδευσης λαμβάνοντας υπόψη την υψηλότερη τιμή του κόστους διαχείρισης, βάση της κατανάλωση νερού από τον Πίνακα 5.1. Επίσης

παρουσιάζονται οι νέες τιμές με αναγωγή σε ευρώ ανα κυβικό μέτρο και ευρώ ανα στέμμα που διαμορφώθηκαν με την αναγωγή.

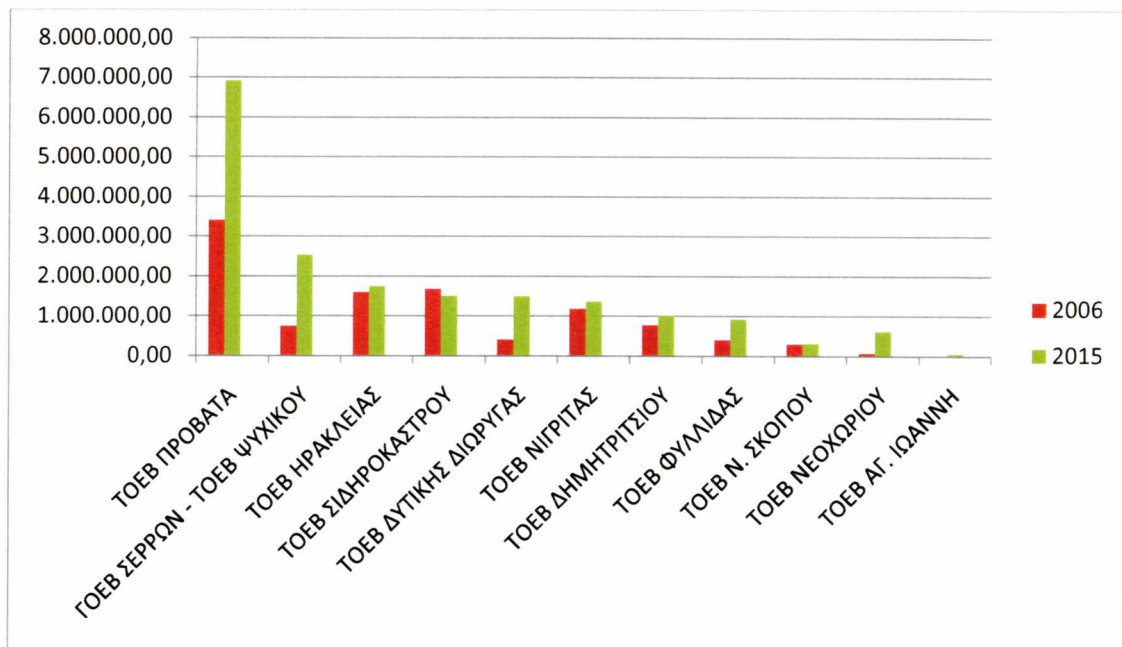
Πίνακας 5.2 Υπολογισμός κόστος εισφοράς ανα στρέμμα όταν η χρέωση γίνει με την υψηλότερη τιμή ανα κυβικό που εφαρμόζεται για το έτος 2015 σε ένα από τα δίκτυα της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα

Φορέας Διοίκησης	Συνολική αρδευόμενη έκταση (στρ)	Πάγιο κόστος χρέωσης (€/m ³)	Όγκος αρδευτικού νερού (10 ⁶ m ³)	Σύνολο εσόδων (€)	Τελικό Κόστος (€/στρ)
ΓΟΕΒ Σερρών – ΤΟΕΒ Ψυχικού – Πεθελινού	68.190	0.032	79.1	2.531.120,0	37.1
ΤΟΕΒ Ηράκλειας	62.000		54.69	1.750.080,0	28.22
ΤΟΕΒ Δυτικής διώρυγας	16.000		46.76	1.496.320,0	93.52
ΤΟΕΒ Προβατά	129.000		216.1	6.915.200,0	53.60
ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου	69.120		47.36	1.515.520,0	21.92
ΤΟΕΒ Νιγρίτας	67.400		43	1.376.000,0	20.41
ΤΟΕΒ Μονοχωρίου-Νεοχωρίου	4.500		19.48	623.00,0	138.52
ΤΟΕΒ Ν.Σκοπού	11.000		9.84	314.000,0	28.54
ΤΟΕΒ Φυλλίδας	40.000		28.86	923.000,0	23.075
ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη	5.000		1.75	56.000	11.2
ΤΟΕΒ Δημητρισίου	45.000		32	1.024.000,0	22.75

Από τον πίνακα 5.2 προκύπτει το κόστος που θα επιβαρύνονταν οι παραγωγοί σε €/στρέμμα στην περίπτωση όπου η χρέωση γινόταν με βάση την κατανάλωση σε νερό άρδευσης ανα κυβικό μέτρο. Η τιμή που δόθηκε σε ευρώ ανα στρέμμα ήταν αυτή του δικτύου Αγ. Ιωάννη που εμφάνιση την υψηλότερη αξία για αυτό το πολύτιμο αγαθό που είναι το νερό. Από τον πίνακα 5.2 προκύπτει πλέον ότι θα υπήρχε μια άυξηση στην χρέωση ευρώ ανα στρέμμα της τάξεως από 12,8% έως 120% στα εν λόγω δίκτυα. Η αύξηση της αξίας ενός προϊόντος και ιδιαίτερα αυτού του αγαθού που λέγεται νερό, αυξάνει κατακόρυφα την σημασία του στο κόστος παραγωγής και διαχείρισης του. Αυτός είναι ο ορθολογικός τρόπος χρέωσης για την κατανάλωση νερού ο οποίος βασίζεται στην ποσότητα κατανάλωσης.

Οι τιμές που προκύπτουν από τον ετήσιο προϋπολογισμό των Οργανισμών παρουσιάζονται (διάγραμμα 2) για τα έτη 2006 (Χαλκίδης, 2008) και 2015. Στο διάγραμμα αυτό δίνονται και οι διαφορές του συνολικού κόστους λειτουργίας για τον κάθε οργανισμό ξεχωριστά.

Στα διαγράμματα 5.2 και 5.3 συγκρίνονται οι υφιστάμενες τιμές με τις αναγόμενες τιμές σε ευρώ ανα κυβικό. που θα υπήρχαν, δεδομένου της ενιαίας χρέωσης για το νερό άρδευσης που θα σημειωνόταν από την υψηλότερη τιμή του πίνακα 5.1.

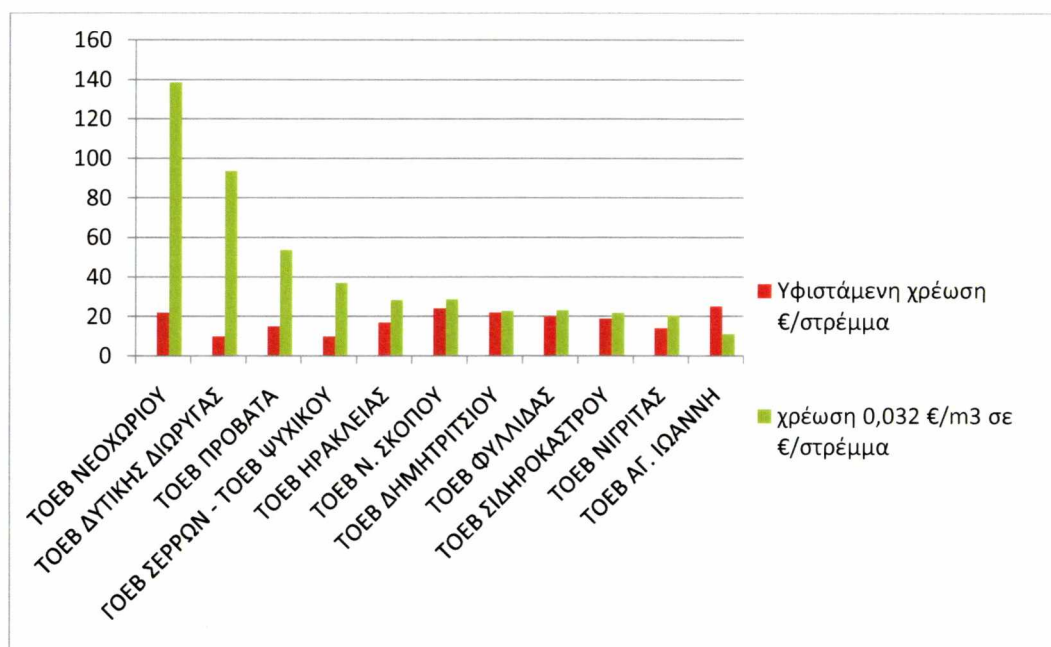


Διάγραμμα 5.2. Σύγκριση του συνολικού κόστους των δικτύων μετά την αναγωγή σε χρέωση ευρώ ανα κυβικό νερού κατανάλωσης.

Στο διάγραμμα 5.2, παρουσιάζονται των ετήσιων συνολικών εξόδων των ετήσιων προϋπολογισμών των υπηρεσιών Γ.Ο.Ε.Β. και Τ.Ο.Ε.Β. που ανήκουν στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα θα σημειώνονταν αύξηση στους ετήσιους προϋπολογισμούς όλων των οργανισμών, εκτός του Τ.Ο.Ε.Β. Σιδηροκάστρου, εάν η πίστωση του νερού άρδευσης ήταν για όλους τους φορείς ανα κυβικό νερού άρδευσης, με τιμή 0,032 ευρώ ανα κυβικό μέτρο. Στο 2^ο αρδευτικό δίκτυο, το οποίο διαχειρίζεται από τον Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά εμφανίζεται αύξηση του συνολικού κόστους εισφορών σε ποσοστό 120% συναρτίση του υφιστάμενου συνολικό κόστος λειτουργίας για το τρέχον έτος 2015. Αυτό σημαίνει ότι στο δίκτυο αυτό προσδίδεται η χαμηλότερη αξία του πολυτιμότερου αγαθού που είναι το νερό. Γιαυτό άλλωστε στον πίνακα 5.1 ο Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά σημειώνει την υψηλότερη κατανάλωση σε νερό. Βέβαια στην πραγματικότητα η καλλιέργεια ρυζιού είναι αυτή που αυξάνει κατακόρυφα την κατανάλωση νερού, αλλά ίσως αυτή η παραγωγή να είναι ασύμφορη αν κοστολογήσουμε το νερό με την πραγματική του αξία. Για το δίκτυο του Γ.Ο.Ε.Β Σερρών και Τ.Ο.Ε.Β. Ψυχικού- Πεθελινού η αύξηση που σημειώνεται οφείλεται στην παλαίωση των κατασκευαστικών έργων του δικτύου, διότι είναι από τα πρώτα έργα που κατασκευάστηκαν, χωρίς να έχουν ολοκληρωθεί. Συμφωνα με το διαγραμμα 5.1 στα μικρα και μεσης κατηγοριας δίκτυα τα οποια έχουν ήδη υψηλες τιμες για την καταναλώση σε νερο δεν προκύπτουν μεγαλες αυξήσης του συνολικού κόστους. Η μείωση που παρατηρείται στον Τ.Ο.Ε.Β. Σιδηροκάστρου οφείλεται στο γεγονός ότι

παρότι η χρέωση του αρδευτικού νερού δεν σημειώνει την μεγαλύτερη τιμή, οι εισφορές που δέχεται προέρχονται από άλλους παράγοντες όπως είναι οι προεξοφλήσεις από τους παραγωγούς, τα πρόστιμα που επιβάλλει για παράνομη εκμετάλευση από το δίκτυο και τα χαμηλά λειτουργικά εξόδα του οργανισμού.

Στο διάγραμμα 5.3 γίνεται σύγκριση μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης για την χρέωση όπου δέχονται οι παραγωγοί, ανάλογα με το αρδευτικό δίκτυο που ανήκουν τα αγροτεμάχια τους και των αναγόμενων τιμών σε περίπτωση αλλαγής της πίστωσης του αρδευτικού νερού σε 0,032 ευρώ ανα κυβικό μέτρο. καθώς και των αλλαγών που θα σημειωνόταν στην χρέωση ανα στρέμμα, που θα έπρεπε να χρεώσουν οι οργανισμοί με την νέα κοστολόγηση. Τα αποτελέσματα του διαγράμματος 3 εξήλθαν από τα δεδομένα από τους πίνακες 4.7 και 5.1.



Διάγραμμα 5.3. Σύγκριση κόστους χρέωσης με πάγια χρέωση στο νερό άρδευσης

Οι τιμές στις χρεώσεις των στρεμματών, παρουσιάζουν αύξηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το 2^ο αρδευτικό δίκτυο, για το δίκτυο Δυτικής διώρυγας και του δικτύου Νεοχωρίου. Για το αρδευτικό δίκτυο Αγ. Ιωάννη, σημειώνεται μείωση. Για τον λόγο αυτό με την ορθολογική διαχείριση του νερού και την κοστολόγηση του, οι εισφορές προς κάλυψη των αναγκών λειτουργίας του δικτύου, είναι απαραίτητη η αύξηση της χρέωσης των εξυπηρετούμενων εκτάσεων. Ομοίως με το διάγραμμα 5.2 και στο διάγραμμα 5.3 παρατηρείται σημαντική αύξηση της στρεμματικής χρέωσης στα περισσότερα αρδευτικά δίκτυα. Παρόμοιες συνθήκες παρατηρούνται για τα δίκτυα Τ.Ο.Ε.Β. Ηράκλειας Δυτικής διώρυγας και Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά. Τα λειτουργικά έξοδα στον ΤΟΕΒ Δυτικής διώρυγας είναι μειωμένα σε σχέση με τον όγκο του νερού που διαχειρίζονται. Αντίθετα στο δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Αγ. Ιωάννη η μείωση που παρατηρείται οφείλεται στην διαχείριση μικρής ποσότητας νερού ενώ τα λειτουργικά έξοδα είναι παρα πολλά. Αυτή είναι μία περίπτωση πως η ορθολογική διαχείριση μπορεί να επιφέρει μείωση της στην επιβάρυνση της στρεμματικής χρέωσης των παραγωγών.

Η παγκόσμια τάση για την ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης και κυρίως των μεγάλων αρδευτικών δικτύων, επιβάλει την λεγόμενη «επιθεώρηση των αρδευτικών δικτύων». Με εφαρμογή της επιθεώρησης των αρδευτικών δικτύων γίνεται χρήση μεθόδων εντοπισμού και αξιολόγησης των απωλειών τους, εκτιμάται η ποσότητα του νερού που χάνεται και συνεπώς η ποσοστιαία απώλεια του δικτύου. Στην αρχική έκθεση της επιθεώρησης, εκτός από την αξιολόγηση του ποσοστού των απωλειών θα πρέπει να γίνεται και η κοστολόγηση των επιδιορθώσεων που απαιτούνται σε συνάρτηση με την εξοικονόμηση που θα επιτευχθεί, με στόχο την αξιολόγηση κόστους – οφέλους.

Για να δώσουμε ένα μέτρο για την αξιολόγηση της εφαρμογής της επιθεώρησης των αρδευτικών δικτύων, θα υπολογίσουμε το όφελος που θα έχουμε από την μείωση της κατανάλωσης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα κατά 1% του όγκου νερού που καταναλώνεται, όταν η τιμή του κυβικού μέτρου νερού άρδευσης 0,032. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται στον πίνακα 5.3. Έτσι η εξυπηρέτηση θα γίνονταν καλύτερα και αποτελεσματικότερα για τις αρδευόμενες εκτάσεις. Επίσης θα υπήρχε αύξηση της απόδοσης της άρδευσης, με αποτέλεσμα την αύξηση της στρεμματικής απόδοσης από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Στον πίνακα 5.3 παρατίθενται τα αριθμητικά αποτελέσματα που θα προέκυπταν με μείωση της κατανάλωσης κατά 1% του νερού άρδευσης ανα Οργανισμό, με σκοπό, αρχικά τη μείωση της κατανάλωσης του νερού, καθώς και το ποσό των χρημάτων που εξοικονομούνται με σκοπό την επιθεώρηση των ήδη παλαιωμένων αρδευτικών έργων.

Πίνακας 5.3 Κόστος μείωσης απωλειών 1% της κατανάλωσης αρδευτικού νερού

Αρδευτικό δίκτυο	Φορέας διοίκησης	Κόστος διαχείρισης (€/m ³)	Μείωση απωλειών 1% σε όγκο (10 ⁴ m ³)	Σύνολο εξοικονόμησης (€)
Γ.Ο.Ε.Β. πεδιάδας Σερρών	ΓΟΕΒ Σερρών	0.032		25.312
Αρδευτικό Δίκτυο Ψυχικού Πεθαλινού	ΤΟΕΒ Ψυχικού		79.1	
1 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Ηράκλειας		54.69	17.500,80
2 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Προβατά		216.1	69.152
3 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Σιδηροκάστρου		47.36	15.155,2
4 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Νιγρίτας	0.032	43	13.760
5 ^ο Αρδευτικό Δίκτυο Σερρών	ΤΟΕΒ Φυλλίδας		28.86	9.235,20
Αρδευτικό Δίκτυο Δυτικής Διώρυγας	ΤΟΕΒ Ηράκλειας		46.76	14.963,20
Αρδευτικό Δίκτυο Δημητρισίου	ΤΟΕΒ Δημητρισίου		32	10.240
Αρδευτικό Δίκτυο Νεοχωρίου-Ν. Σκοπού	ΤΟΕΒ Νεοχωρίου		19.48	6.233,6
Αρδευτικό Δίκτυο Νέου Σκοπού	ΤΟΕΒ Ν. Σκοπού		9.84	31.488
Αρδευτικό Δίκτυο Αγ. Ιωάννη	ΤΟΕΒ Αγ. Ιωάννη		1.75	5.600

Άρα από τον πίνακα 5.3 γίνεται φανερό ότι η επιθεώρηση του αρδευτικού δικτύου μαζί με το κόστος των έργων βελτίωσης, θα είναι συμφέρουσα όταν κάθε ποσοστιαία μονάδα μείωσης της κατανάλωσης νερού κοστολογηθεί λιγότερο από το σύνολο εξοικονόμησης που φαίνεται στο πίνακα 5.3.

Σύμφωνα με τα παραπάνω κατηγοριοποιήσαμε τα αρδευτικά δίκτυα ως εξής. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν τα δίκτυα με τις μεγαλύτερες στρεμματικές εκτάσεις από 70.968 έως 129.000 στρέμματα, σημειώνοντας και την μεγαλύτερη κατανάλωση αρδευτικού νερού. Όπως φαίνεται την μικρότερη τιμή σε ευρώ ανα κυβικό νερού, σημειώνεται για τα δύο έτη μελέτης (2006, 2015) , από τα δίκτυα του Τ.Ο.Ε.Β. Προβατά και Γ.Ο.Ε.Β. Σερρών – Τ.Ο.Ε.Β. Ψυχικού/ Πεθελινού. Η άρδευση πραγματοποιείται μέσω των δικτύων καναλέτων- τσιμενταυλάκων, όπου εμφανίζουν μειωμένες απώλειες λόγω διηθήσεων. Τα δίκτυα αυτά είναι τα πρώτα δίτυα που ολοκληρώθηκαν κατασκευαστικά. Παρότι σημειώνεται μεγάλη κατανάλωση νερού, η διαχείριση γίνεται με τρόπο ο οποίος δεν επιβαρύνει σημαντικά το κόστος χρέωσης στους παραγωγούς σύμφωνα με το διάγραμμα 5.1. Ενδιαφέρων παρουσιάζουν οι εγκαταστάσεις του δικτύου Νιγρίτας. Παρά το γεγονός και σύμφωνα με

πληροφόρηση από τον ίδιο τον ΤΟΕΒ Νιγρίτας ότι η εφαρμογή της άρδευσης γίνεται με συστήματα υπόγειας και στάγδην άρδευσης, εντούτις παρατηρείται μεγάλη κατανάλωση νερού για αυτό το αρδευτικό δίκτυο. Η τιμή του αρδευτικού νερού αυξήθηκε από το 2006 έως το 2015 για όλα τα δίκτυα της πρώτης ομάδας, με εξαίρεση το δίκτυο Γ.Ο.Ε.Β. Σερρών- Τ.Ο.Ε.Β. Ψυχικού/ Πεθελινού το οποίο παρέμεινε στην ίδια τιμή με ελάχιστη αύξηση. Στην δεύτερη ομάδα ανήκουν τα δίκτυα με στρεμματική εξυπηρετούμενη έκταση από 40,000 έως 50,000 στρέμματα. Τα αίτια της μεταβολής στην τιμή του αρδευτικού νερού είναι η υφιστάμενη κατάσταση των έργων και ο διαφορετικός τρόπος άρδευσης που χρησιμοποιείται σε κάθε δίκτυο. Έτσι καθιστά τα δίκτυα αυτά, σε μια μέση κατηγορία για την κοστολόγηση του νερού, σχετικά με τις εκτάσεις που εξυπηρετούνται από αυτά τα δίκτυα. Η αύξηση της τιμής για το 2015 ήταν μικρότερη συγκριτικά με την πρώτη ομάδα με την τιμή στο δικτύο Τ.Ο.Ε.Β. Φυλλίδας να σημειώνει μείωση. Τέλος στην τρίτη κατηγορία ανήκουν τα δίκτυα τα οποία εξυπηρετούν την μικρότερη έκταση από 3,100 έως 11,000 στρέμματα αλλά σημειώνουν μεγάλη κατανάλωση σε αρδευτικό νερό. Για τα δίκτυα αυτά απαιτείται άμεση πρόληψη μείωσης της κατανάλωσης νερού. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που παρατηρείται πέραν του μεγέθους των δικτύων, είναι η χρήση ωρολόγιου προγράμματος ανα τμήματα του αρδευτικού δικτύου. Η ύπαρξη δικτύων με ωρολόγιο πρόγραμμα και κοστολόγηση ανα στρέμμα του νερού οδηγεί πολλούς παραγωγούς στο να αφήνουν ανοικτό το αρδευτικό τους δίκτυο όλες τις ώρες λειτουργίας του, χωρίς να γνωρίζουν τις απαιτούμενες ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό άρδευσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις πολύ εύκολα εάν χρεωθεί το νερό ανα κυβικό και όχι ανα στρέμμα ο ίδιος ο παραγωγός θα υπολογίσει το κόστος άρδευσης και θα μειώσει την κατανάλωση του νερού. Οπότε αυτομάτως γίνεται εξοικονόμηση νερού χωρίς να διμαρτύρονται οι παραγωγοί για μειωμένες παροχές και επίσης θα μπουν στην διαδικασία μιας ορθολογικότερης άρδευσης της παραγωγής τους. .

Τέλος, στη σύγκριση των τιμών μεταξύ των ετών 2006 και 2015 παρατηρείται μια γενική αύξηση για το 2015 της τάξεως του 14%. Παρά το γεγονός της μείωσης των διοικητικών δαπάνων κατά 25% εξαιτίας κυρίως της μείωσης του προσωπικού η συνολικές δαπάνες αυξήθηκαν κατά 14%, όταν η αύξηση της εξυπηρετούμενης έκτασης ήταν μόλις 4,7%. Μία πιθανή εξήγηση που θα μπορούσαμε να σκεφτούμε για αυτό το παράδοξο της αύξησης αυτής των δαπανών, είναι η αύξηση του κόστους συντήρησης και λειτουργίας των αντλιοστασίων. Σίγουρα το κόστος της κιλοβατώρας του ρεύματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας Ένας άλλος παράγοντας που θα μπορούσε κανείς να υποθέσει είναι ότι το μειωμένο προσωπικό έχει ως συνέπεια την ελλιπή παρακολούθηση της σωστής λειτουργίας των δικτύων με συνέπεια την αργή ανταπόκριση σε βλαβές του δικτύου με αποτέλεσμα την δημιουργία μεγαλύτερων βλαβών με μεγαλύτερο κόστος αποκατάστασης. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει επειτά και από προσωπική συζήτηση με τους υπεύθυνους των Γ.Ο.Ε.Β. και Τ.Ο.Ε.Β. της υδρολογικής λεκάνης του Στρυμόνα

Η ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού μπορεί να μειώσει ακόμα περισσότερο την κατανάλωση του αρδευτικού νερού, με διπλό όφελος για το περιβάλλον αλλά και για την τσέπη του παραγωγού. Η έλλειψη τεχνογνωσίας στην αποτελεσματικότητα των αρδέσεων από τους παραγωγούς αλλά και από το προσωπικό των Τ.Ο.Ε.Β. αποτελούν ακόμα ένα αίτιο που καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη ορθολογικής διαχείρισης των δικτύων.

Πιστεύεται ότι η εφαρμογή απλών τεχνικών θα μπορούσε να δώσει λύσεις στα προβλήματα των αρδευτικών δικτύων της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα. Όσον αφορά την κατηγορία των μεγάλων αρδευτικών δικτύων εκεί παρατηρείται η πολύ μεγάλη κατανάλωση νερού με τη χρήση παλιών μεθόδων άρδευσης, όπως στην περίπτωση της κατάκλισης, οπότε και δίνεται μικρή αξία (κόστος ανα κυβικό νερού) σε ένα τόσο πολύτιμο αγαθό, το νερό. Σε αυτά τα δίκτυα εάν εφαρμοστεί η κοστολόγηση ανα κυβικό χρήσης νερού αυτομάτως οι παραγωγοί θα πρόσεχαν το πόσα κυβικά νερού που θα χρησιμοποιούσαν ανα στρέμμα και ανα καλλιέργεια. Επίσης θα φρόντιζαν να εφαρμόζουν εξελιγμένες τεχνικές άρδευσης που μειώνουν τις απώλειες εφαρμογής στο χωράφι τους. Έτσι θα επιτυγχάνοταν τεράστια οικονομία στην κατανάλωση του νερού. Επίσης ο όγκος του νερού που θα έπρεπε να διαχειριστούν οι εν λόγω Τ.Ο.Ε.Β. θα ήταν πολύ μικρότερος και κατά συνέπεια η διαχείριση του μικρότερου όγκου νερού θα είχε και μικρότερο κόστος. Κατά αυτόν τον τρόπο και θα ήταν πιο δίκαιο το κόστος που θα επιβαρύνονταν ο κάθε παραγωγός, όσο θα καταναλώνει τόσο θα πληρώνει, και το κόστος διαχείρισης που θα επομηζόταν οι παραγωγοί θα ήταν μικρότερο, αλλά και η αξία που θα δίνανε σε αυτόν τον πολύτιμο πόρο θα ήταν πλύ μεγαλύτερη. Καθώς, φυσικά και το οφέλος στο περιβάλλον θα ήταν ανεκτίμητο. Στα μεσαίας κατηγορίας δίκτυα υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις κοστολόγησης νερού ανα στρέμμα, οπότε παρατηρείται πολύ μεγάλη διαφοροποίηση κόστους νερού για την ίδια καλλιέργεια, οπότε και διαφοροποιημένο στρεμματικό κέρδος για την ίδια καλλιέργεια, που είναι άδικο για τον παραγωγό. Ομοίως παρατηρείται μειωμένη και παλι η αξία του πολύτιμου αγαθού που λέγεται νερό. Συνεπώς η λύση της κοστολόγησης ανα κυβικό και εδώ θα εξάλειφε τις αδικίες. Για της μικρής κατηγορίας δίκτυα παρατηρείται μεγάλο διοικητικό κόστος αναλογικά με τα στρέμματα που εξυπηρετούν, οπότε η αξία του νερού ανα κυβικό είναι αυξημένη αλλά όχι εξαιτίας της μικρής κατανάλωσης του που θα ήταν το ωφέλιμο για το περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση η μεγάλη οικονομία θα επιτυγχανόταν εάν διοικητικά αυτά τα μικρά δίκτυα περνούσαν σε άλλους μεγαλύτερους Τ.Ο.Ε.Β. και φυσικά εάν η κοστολόγηση γινόταν ανα κυβικό κατανάλωσης. Συνολικά για όλους τους Τ.Ο.Ε.Β. και τον Γ.Ο.Ε.Β. μαζί της υδρολογικής λεκάνης συγκρίνοντας το κόστος για το 2006 και 2015 μπορούν να προκύψουν τα εξής συμπεράσματα. Το συνολικό κόστος λειτουργίας που αυξήθηκε παρά την μείωση του διοικητικού κόστους και όλων των άλλων προβλημάτων ανωτέρω, θα μπορούσε να λυθεί με την εισαγωγή της νέας τάσης που επικρατεί ανα τον κόσμο της επιθεώρησης των αρδευτικών δικτύων από ανεξάρτητες επιστημονικές ομάδες εξιδικευμένων γεωπόνων στον έλεγχο και την διαχείριση των αρδευτικών δικτύων. Μια τέτοια εξιδικευμένη ομάδα γεωπόνων που θα μπορούσε να καταρτίζει

ετήσιες επιθεωρήσεις των αρδευτικών δικτύων, μπορεί να αξιολογεί και να κοστολογεί τα προβλήματα των αρδευτικών δικτύων με μια πάγια χρέωση ανα έτος και χωρίς να επιβαρύνει τον προϋπολογισμό των Τ.Ο.Ε.Β. και Γ.Ο.Ε.Β. με ετήσιες μισθοδοσίες δημοσίων υπαλλήλων με μειωμένη τεχνογνωσία και αποδοτικότητα. Φυσικά και σε αυτήν την περίπτωση η κοστολόγηση ανα κυβικό νερού κατανάλωσης των αρδευτικών δικτύων θα βοηθούσε πάρα πολύ στην αξιολόγηση του κόστους των επιθεωρήσεων εργασίας σε σχέση με τα αποτελέσματα που θα επιφέρουν αυτές στην εξοικονόμηση του νερού. Κατά αυτόν τον τρόπο κοστολόγησης του νερού άρδευσης, γίνεται έτσι και η αξιολόγηση του κατά πόσο η διαχείριση που ακολουθείται από τους Τ.Ο.Ε.Β. και Γ.Ο.Ε.Β. είναι ορθολογική.

6. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Συμπεράσματα

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο πλαίσιο της μελέτης, εξετάστηκαν οι μέθοδοι κοστολόγησης του αρδευτικού νερού και έγινε αποτίμηση του απαραίτητου κόστους για την επιθεώρηση των δικτύων και την βελτίωση των κατασκευαστικών έργων. Στόχος της μελέτης ήταν η σύγκριση ανάμεσα στον υφιστάμενο τρόπο κοστολόγησης του νερού άρδευσης από τις αρμόδιες υπηρεσίες και ενός μοντέλου ορθολογικής κοστολόγησης με βάση την ποσοτική κατανάλωση του αρδευόμενου νερού. Παρατηρούμε ότι με την ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης το κόστος αυξάνεται για την ίδια κατανάλωση σε όλα τα δίκτυα ανεξαρτήτως μεγέθους και κατανάλωσης του νερού. Ωστόσο συμπεραίνεται ότι η μέθοδος κοστολόγησης με την διαχείρισης του αρδευτικού νερού μπορεί να επιτύχει μείωση του κόστους και παράλληλα μείωση της κατανάλωσης του νερού. Η έλλειψη έμπειρου και εξειδικευμένου προσωπικού, η απουσία κατάλληλων τεχνολογικών μέσων ,η απουσία τεχνογνωσίας και οι μειωμένες δαπάνες από τους υπεύθυνους κρατικούς φορείς, οδηγούν σε αναποτελεσματικές επιθεωρήσεις των εγγειοβελτιωτικών έργων , σε μη αποδοτική λειτουργία των αρδευτικών δικτύων και κατα συνέπεια σε μη ορθολογική χρήση του αρδευτικού νερού και φυσικά στην αύξηση του κόστους χρήσης από τους παραγωγούς. Μετά από εκτενή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει ένας απόλυτα αποδεκτός τρόπος υπολογισμού κόστους του περιβάλλοντος και των πόρων .

Συνολικά από την διεξαγωγή αυτής της διατριβής προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Αρχικά διαπιστώθηκε η μεθοδολογία με την οποία σήμερα κοστολογείται το νερό άρδευσης στα αρδευτικά δίκτυα της υδρολογικής λεκάνης του Στρυμόνα. Οι διάφορες μεθοδολογίες που ακολουθούνται είναι, η χρέωση ανα στρέμμα για αρδευόμενες εκτάσεις μια πάγια τιμή ανα έτος. Η χρέωση ανα στρέμμα σε μη αρδευόμενες εκτάσεις. Η χρέωση ανα στρέμμα σε αγροτεμάχια που βρίσκονται εκτός του κυρίου δικτύου άρδευσης, αντίστοιχα αγροτεμάχια που βρίσκονται εντός του

δικτύου. Επίσης αγροτεμάχια τα οποία καλλιεργούνται με σιτηρά τα οποία επιδέχονται ορισμένων αρδεύσεων και σε λοιπές καλλιέργειες οι οποίες αρδεύονται κανονικά. Επίσης διαφορά μεταξύ των χρεώσεων φαίνεται να επιδέχονται αγροτεμάχια που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το κεντρικό δίκτυο άρδευσης, και αγροτεμάχια που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το αρδευτικό δίκτυο. Τέλος αγροτεμάχια που αρδεύονται με πρόχειρα αρδευτικά δίκτυα.

Τα μεγάλα δίκτυα έχουν μεγάλες σπατάλες κατά την εφαρμογή και μεταφορά του νερού άρδευσης, αλλά αναλογικά το λειτουργικό κόστος είναι μικρό. Και δίνεται μικρή αξία στο πολύτιμο αγαθό που λέγεται νερό. Στα μικρά αρδευτικά δίκτυα παρατηρείται ότι το λειτουργικό κόστος επιβαρύνει δυσανάλογα το κόστος αναστρέμμα άρδευσης. Εντοπίστηκε το παράδοξο στο δίκτυο της Νιγρίτας, που παρότι των μεθόδων στην εφαρμογή της άρδευσης με συστήματα υπόγειας και στάγδην άρδευσης, εντούτις παρατηρείται μεγάλη κατανάλωση νερού για αυτό το αρδευτικό δίκτυο με αποτέλεσμα να γίνεται λάθος διαχείριση. Αρα είναι ξεκάθαρο το διαχειριστικό πρόβλημα που υπάρχει. Γίνεται φανερό ότι η κοστολόγηση του νερού ανα κυβικό θα οδηγούσε τους παραγωγούς στην εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων άρδευσης με μειωμένες απώλειες. Και μειωμένο όγκο νερού διαχείρισης αρα και μειωμένο κόστος διαχείρισης από τους παραγωγούς.

Τέλος, με την εφαρμογή της επιθεώρησης των δικτύων υπάρχει δυνατότητα μείωσης του διοικητικού κόστους, συγχώνευσεις οργανισμών σε μεγαλύτερους πιο οικονομικούς, αλλά και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα εξαιτίας της άμεσης καταγραφής και κοστολόγησης των απαιτούμενων έργων συντήρησης και κατασκευής των αρδευτικών δικτύων.

Οπότε σαν τελικό συμπέρασμα για την επίλυση των περισσότερων προβλημάτων των αρδευτικών δικτύων στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα είναι η συγχώνευση των οργανισμών διαχείρισης των αρδευτικών δικτύων, η κοστολόγηση του νερού ανα κυβικό χρήσης και η εφαρμογή της επιθεώρησης των δικτύων.

Βιβλιογραφία- Αναφορές

Ajay Singh «Groundwater resources management through the applications of simulation modeling: A review» *Science of the Total Environment* 499 (2014) 414–423, 2014

Baum M. C. , Dukes M. D., Miller G. L., 2003. Residential Irrigation Uniformity and Efficiency in Florida. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Paper number FL03-100, 2003 Special Meeting Papers.

Baum M.C., M. D. Dukes, G. L. Miller, 2002. Residential Irrigation Uniformity and Efficiency in Florida. ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress (Special Meeting Papers). Center for Irrigation Technology. SPACE Pro <http://cati.csufresno.edu/cit/software/> . City of Fairfield, City Manager's Office Water Efficient Landscaping, <http://www.ci.fairfield.ca.us>

Burt, C.M.; Clemmens, A.J.; Strelkoff, K.H. 1997. Irrigation Performance Measurements: Efficiency and Uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, 123(6), 423-

C.A. Tsatsarelis «Energy inputs and outputs for soft winter wheat production in Greece» *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 43 (1993) 109-118, 1992

C.A. Tsatsarelis, D.S. Koundouras «Agriculture Ecosystems & Environment Energetics of baled alfalfa hay production in northern Greece» *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49 (1994) 123-130, 1994

Charalampos Doulgeris, Pantazis Georgiou, Dimitris Papadimos, Dimitris Papamichail « Ecosystem approach to water resources management using the MIKE 11 modeling system in the Strymonas River and Lake Kerkini» *Journal of Environmental Management* 94 (2012) 132e143, 2011

Dukes M.D., Miller G.L., Haley M.B., 2005. Residential Irrigation Efficiency Assessment Monitoring Final Report. Agricultural and Biological Engineering Department Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida.

Ekin Birol , Katia Karousakis , Phoebe Koundouri « Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application» *Science of the Total Environment* 365 (2006) 105–122, 2006

Francisco Pedrero, Ioannis Kalavrouziotis, Juan José Alarcóna, Prodromos Koukoulakis, Takashi Asano « Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture—Review of some practices in Spain and Greece» *Agricultural Water Management* 97 (2010) 1233–1241, 2010

Haman, D.; Clark, G.; Smajstrla, A. 1989. Irrigation of Lawns and Gardens. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Life Sciences, Circa 825. Gainesville, Florida: University of Florida.

Howell, T., 2002. New Ideas for Improving Irrigation Water Use Efficiency. Report in the framework of the Research Project: IRRIGATION METHODS, TECHNOLOGY AND MANAGEMENT FOR INCREASED WATER USE EFFICIENCY. Irrigation Work Group, 2005. Draft Findings, Recommendations and Proposed Actions From Work Group Two: Irrigation.

HUNT J B, McDEVITT W AND HUNT G (1998). Water Efficiency Manual for Commercial, Industrial and Institutional Facilities. A joint publication of the Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance and Division of Water Resources of the North Carolina Department of Environment and Natural Resources, and the Land-of-Sky Regional Council - WRATT Program, August 1998

Irrigation Association. 2002. Turf and Landscape Irrigation Best Management Practices. Irrigation Association Water Management Committee . Falls Church, Virginia.

J.E. Femkndez , F. Moreno, J.M. Murillo, J.A. Cayuela, E. Femhdez-Boy, F. Cabrera « Water use and yield of maize with two levels of nitrogen fertilization in SW Spain» *Agricultural Water Management* 29 (1996) 215-233, 1995

J.S. Pachpute «A package of water management practices for sustainable growth and improved production of vegetable crop in labour and water scarce Sub-Saharan Africa» *Agricultural Water Management* 97 (2010) 1251–1258, 2010

Ioannis K. Konstantinou , Dimitra G. Hela , Triantafyllos A. Albanis «The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. Part I. Review on occurrence and levels» *Environmental Pollution* 141 (2006) 555e570, 2005

Karamanos, A., Aggelides, S., Londra, P., Irrigation systems performance in Greece, *Options Mediterraneennes*, Ser. B, 52:99 – 110, 2004

Kostas Bithas, Antonios Kollimenakis, Georgios Maroulis, Zafeiria Stylianidou « The water framework directive in Greece. Estimating the environmental and resource cost in the water districts of Western and Central Macedonia: methods, results and proposals for water pricing» *Procedia Economics and Finance* 8 (2014) 73 – 82, 2013

Les Levidowa, Daniele Zaccaria, Rodrigo Maia, Eduardo Vivas, Mladen Todorovic, Alessandra Scardigno «Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices» *Agricultural Water Management* 146 (2014) 84–94, 2014

Loukas, A., Mylopoulos, N., and Vasiliades, L., 2007. *A Modelling System for the Evaluation of Water Resources Management Strategies in Thessaly, Greece*. *Water Resources Management*, 21, 1673 – 1702

Myriounis, Ch., Tsirogiannis, I.L., Malamos, N., Barouchas, P., Babilis, D.I., and Chalkidis, I., 2015. Agricultural and Urban Green Infrastructure Irrigation Systems Auditing – A case study for the Region of Epirus. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 300 – 309

Niels Riegels , Roar Jensen , Lisa Bensasson , Stella Banou , Flemming Møller , Peter Bauer-Gottwein « Estimating resource costs of compliance with EU WFD ecological status requirements at the river basin scale» *Journal of Hydrology* 396 (2011) 197–214, 2010

Nikolaos Papadakis, Nikolaos Veranis, Nikolaos D. Arvanitidis «Sustainable development of natural resources in Northern Greece, focusing on water supply reliability and public health protection» *Desalination* 213 (2007) 199–204, 2006

Papadopoulos, G.E., Salapas, K. C., *Agriculture and Reclamation Projects of Greece*, Ministry of Agriculture & Greek National Committee on Irrigation and Drainage, Athens, 1978

P. Kerkides a, * , H. Michalopoulou b, G. Papaioannou b, R. Pollatou «Water balance estimates over Greece», *Agricultural Water Management* 32 (1996) 85-104, 1996

S. Bakopoulou

□, S. Polyzos, A.

pay for using recycled water for irrigation in Thessaly region, Greece» Department of Planning and Regional Development, University of Thessaly, Pedion Areos, 38334, Volos, Greece 2009

Shaw, D. A. and D. R. Pittenger. 2004. Performance of landscape ornamentals given irrigation treatments based on reference evapotranspiration. *Proc. 4th International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*.

Smajstrla, A.G., B.J. Boman, G.A. Clark, D.Z. Haman, D.S. Harrison, F.T. Izuno, D.J. Pitts, and F.S. Zazueta. 1991. Efficiencies of Florida agricultural irrigation systems. *Bulletin 247*, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL.

Smajstrla A.G., Boman B.J., Haman D.Z., Pitts D.J., and Zazueta F.S., 2002. Field Evaluation of Microirrigation Water Application Uniformity. *Agricultural and Biological Engineering Department*, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences

UEC, 2000. *Water Supply Plan – Planning Document Meeting and Managing Future Water Demands (2000–2025)*

Yannis A. Mylopoulos *, Elpida G. Kolokytha « Integrated water management in shared water resources: The EU Water Framework Directive implementation in Greece» *Physics and Chemistry of the Earth* 33 (2008) 347–353, 2008

Αλεξοπούλου, Α., Χρησταντώνη, Μ., Νερό και γεωργία, Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», ΔΠΜΣ «Επιστήμη και τεχνολογία Υδατικών Πόρων», ΕΜΠ, Αθήνα, 2009

Αντ. Ψιλοβίκου και συνεργατών: Έρευνα του Προβλήματος της Πρόσχωσης της Λίμνης Κερκίνης και της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα και Προτάσεις Αντιμετώπισης αυτού, Θεσσαλονίκη 1992

Γκεντσιδής Β., 2003, Διαχείριση Υδάτων Ποταμού Στρυμόνα και Λίμνης Κερκίνης για την αρδευτική περίοδο 2003, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Σερρών – Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων. Σέρρες.

Δέρκας, Ν., Λόντρα, Π., Καραμάνος, Α., Προτάσεις βελτίωσης της διαχείρισης του αρδευτικού νερού στα πλαίσια της Οδηγίας 2000/60, *Πρακτικά 5ου Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής*, σελ. 328 – 336, Λάρισα, 2007

Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος – ΑΠΘ, 2010. Υποστήριξη των Δράσεων της Δ/σης Υδάτων ΠΚΜ για την Υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Έκθεση Επιχειρησιακής Παρακολούθησης των Ποτάμιων Συστημάτων στο Ελληνικό Τμήμα της Διασυνοριακής Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Στρυμόνα.

Καραντούνιας Γ., Δρέκας Ν., *Προβλήματα λειτουργίας και διαχείρισης αρδευτικών δικτύων στην Ελλάδα – Μελέτη δύο αντιπροσωπευτικών περιπτώσεων*, Αθήνα, 2000

Κολοκυθά Ε., Ντότα Α., Αντωνόπουλος Ζ. και Μυλόπουλος Γ., 2008. Η συμβολή της τεχνητής λίμνης Κερκίνης στην αειφορική ανάπτυξη της λεκάνης απορροής του Στρυμόνα. *Τεχνικά Χρονικά*, Ιαν-Φεβ. ΤΕΕ.

Κράλλης Θεοδόσιος, Διοικητικά και Οικονομικά στοιχεία Ο.Ε.Β. Ν. Σερρών έτους 2005. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Σερρών – Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων. Σέρρες.

Κράλλης Θεοδόσιος, Διοικητικά και Οικονομικά στοιχεία Ο.Ε.Β. Ν. Σερρών έτους 2006. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Σερρών – Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων. Σέρρες.

Κων. Άγαμ. Κωνσταντινίδη : Τα εγγειοβελτιωτικά Έργα στην Πεδιάδα Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 1989

Μήσιος Μ. 1996, Ισοζύγιο εισροών-εκροών ταμιευτήρα Κερκίνης για την αρδευτική περίοδο 1996, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Σερρών – Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων. Σέρρες.

- Μιγκίρος, Π., Ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων στη γεωργία με χρήση νέων τεχνολογιών, *Εσπερίδα ΤΕΕ «Το υδατικό αποτύπωμα: ένα εργαλείο για την ορθολογική διαχείριση του νερού»*, Αθήνα, 2012
- Ντάναση, Κ., 2012. Κοστολόγηση του αρδευτικού νερού στην περιοχή Μεσσαρά του Νομού Ηρακλείου Κρήτης, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
- Ντάνος, Δ., Παπαδόπουλος, Φ., Σουπύλας, Α., Κουτρούμπας, Σ., Παπαδόπουλος, Α., Μεταξά, Ε., Παρισόπουλος, Γ., Ζδράγκας, Α., Φιλίππου, Ν., Αναστασιάδης, Ε., Άρδευση ρυζιού με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, *Γεωργική Έρευνα*, 2001
- Ν. Αβραμόπουλου – Ε. Δαούλα: Οριστική Μελέτη (Εφαρμογής) Έργων Συμπληρωματικής Υδροδότησης Κύριας Διώρυγας 2Κ κ.λ.π. – Δεύτερη Τμηματική Μελέτη Γεωργικού Μέρους: Γεωργοτεχνικά Στοιχεία Πεδιάδας Σερρών , Αθήνα, Ιανουάριος 1987
- Ν. Αλτηγού: Προμελέτη Πεδιάδας Σερρών- Υδρολογία, Αθήνα 1962
- Ν. Αλτηγός : Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Δικτύου Σιδηροκάστρου πεδιάδας Σερρών, Αθήνα 1967
- ΠΚΜ/Δνση Υδάτων, 2010. Παρακολούθηση Επιφανειακών & Υπόγειων Υδάτων Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας / Υπόγεια Ύδατα Πεδιάδας Σερρών
- Χρήστου Μερτζιάνη, Μελέτη πλημμυρικών κυμάτων στον ποταμό Στρυμόνα, μεταπτυχιακή διατριβή, Θεσσαλονίκη 1994



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000134365