



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Προσομοίωση Συστημάτων & Σχεδιασμός Έργων Πολιτικού Μηχανικού»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΞΟΡΘΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ**

Αλεξίου Ελένη
Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Κανακούδης Βασίλειος

Βόλος, Ιούλιος 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος ειδίκευσης με τίτλο «Προσομοίωση Συστημάτων & Σχεδιασμός Έργων Πολιτικού Μηχανικού», εκπονήθηκε η παρούσα διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία με τίτλο «Εξορθολογισμός συνθηκών άρδευσης: Η περίπτωση του συλλογικού επιφανειακού δικτύου άρδευσης του Δήμου Καρδίτσας».

Στην παρούσα εργασία επιδιώκεται η αποτύπωση και η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης σχετικά με τη διαχείριση του νερού στη γεωργία που εφαρμόζεται στην αγροτική περιοχή, η οποία αρδεύεται από το συλλογικό επιφανειακό δίκτυο άρδευσης του Δήμου Καρδίτσας, και διερευνάται η δυνατότητα εξορθολογισμού της διαχείρισης του αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης.

Αρχικά, αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση της αρδευόμενης γεωργίας στην περιοχή μελέτης. Για το σκοπό αυτό γίνεται συλλογή όλων των απαραίτητων πληροφοριών – δεδομένων, όπως η σύνθεση των καλλιεργειών, οι αρδευόμενες εκτάσεις, η αποτύπωση του συλλογικού δικτύου, οι κλιματικές συνθήκες, η τεχνολογία των αρδεύσεων, η διαθεσιμότητα υδατικών πόρων κ.α. Ακολουθεί η εκτίμηση των καθαρών αναγκών των καλλιεργειών σε νερό με το δείκτη Near Irrigation Requirement (NIR), η εκτίμηση των πραγματικών αναγκών με το συνυπολογισμό των απωλειών λόγω του τρόπου μεταφοράς του νερού και των εφαρμοζόμενων μεθόδων άρδευσης, αλλά και η εκτίμηση των θεωρητικών αναγκών σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας και πραγματοποιείται η συγκριτική τους αξιολόγηση.

Στη συνέχεια, διατυπώνονται έξι εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης στην περιοχή μελέτης και εξετάζονται τα αποτελέσματά τους με γνώμονα την επίτευξη της ορθολογικότερης διαχείρισης και τη μείωση των απολήψεων από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους. Ακόμη, καταστρώνεται και διανέμεται ένα ερωτηματολόγιο στους χρήστες του αρδευτικού νερού της περιοχής μελέτης, με σκοπό να αποτυπώσει και να αξιολογήσει τις απόψεις τους σε θέματα διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης και να διερευνήσει το ρόλο τους στην αποτελεσματική εφαρμογή νέων διαχειριστικών πρακτικών αναφορικά με την άρδευση στην περιοχή μελέτης.

Στόχος είναι η εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων σ' ότι αφορά τις δυνατότητες βελτιστοποίησης των συνθηκών άρδευσης στην περιοχή μελέτης με σκοπό την όσο το δυνατόν πιο ορθολογική και αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου αρδευτικού νερού.

ABSTRACT

Within the frameworks of the postgraduate course entitled "Simulation and Design of Civil Engineering," the present essay was prepared entitled "Streamlining irrigation conditions: The case of the collective surface irrigation network of the Municipality of Karditsa."

The present essay seeks to record and assess the current situation regarding the agricultural water management applied in the rural area, which is irrigated by the collective surface irrigation network of the Municipality of Karditsa, and to inquire the possibility of rationalizing irrigation water management in the study area.

At first, the current situation of irrigated agriculture in the study area is being analyzed. For this purpose, all the necessary information - data, such as the crops composition, the irrigated land, the collective network schematic, the climatic conditions, the irrigation technology, the availability of water resources etc., is collected. In addition, the net crop water needs are estimated using the indicator Near Irrigation Requirement (NIR), the real crop water needs are assessed with the inclusion of losses due to the mode of water and applied irrigation methods, and the theoretical crop water needs are assessed according to the provisions of the applicable legislation and a comparative evaluation is being performed.

Then, six alternative management scenarios of irrigation conditions in the study area are formulated and their effects are examined in pursuit of rational management and reducing abstractions from available water resources. Also, a questionnaire is structured and distributed to irrigation water users of the study area in order to capture and evaluate their views on the irrigation conditions management and to investigate their role in the effective implementation of new management practices with respect to irrigation in the study area.

The aim is to result in important conclusions in terms of the possibilities of optimizing irrigation conditions in the study area with a view to the earliest possible rational and efficient use of the available irrigation water.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	3
1.1 Γενικά.....	3
1.2 Βιώσιμη διαχείριση υδατικών πόρων.....	5
1.3 Διαθεσιμότητα νερού	8
1.4 Χρήσεις και ζήτηση νερού	10
1.5 Η υδρολογική κατάσταση στην Ελλάδα	13
1.6 Διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα.....	15
1.7 Νομοθετικό πλαίσιο για τα ύδατα	18
1.7.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία	18
1.7.2 Εθνική Νομοθεσία	19
1.7.3 Η Οδηγία 2000/60 ΕΚ για την κοινοτική δράση στην πολιτική των υδάτων.....	19
1.7.3.1 Βασικές αρχές της Οδηγίας.....	20
1.7.3.2 Στόχοι της Οδηγίας.....	20
1.7.3.3 Ρυθμίσεις της Οδηγίας.....	21
1.7.3.4 Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής.....	22
1.7.3.5 Διαφοροποιήσεις της Οδηγίας ως προς τα προηγούμενα δεδομένα	23
1.7.3.6 Τα Σχέδια Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής.....	23
1.7.3.7 Προδιαγραφές για το νερό.....	24
1.7.3.8 Η Οδηγία και τα έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων	25
1.7.3.9 Η Οδηγία και η αγροτική πολιτική.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ	28
2.1 Γενικά.....	28
2.2 Εγγειοβελτιωτικά - αρδευτικά έργα	30
2.2.1 Διαχείριση των συλλογικών εγγειοβελτιωτικών έργων.....	31
2.2.2 Κυριότερα προβλήματα και δυνατότητες επίλυσης.....	32
2.3 Συστήματα άρδευσης	34
2.3.1 Επιφανειακή άρδευση	35
2.3.2 Υπόγεια άρδευση	39
2.3.3 Άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή	40
2.3.4 Τοπική άρδευση ή άρδευση με σταγόνες (στάγδην άρδευση).....	43
2.3.5 Κριτήρια εφαρμογής μεθόδων άρδευσης.....	46

2.3.6 Οικολογικές επιπτώσεις από τις μεθόδους άρδευσης.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	53
3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά	53
3.2 Γεωλογικά – υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά	53
3.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά.....	57
3.4 Κλιματικές συνθήκες.....	56
3.5 Πληθυσμιακά δεδομένα	60
3.6 Αναπτυξιακά δεδομένα	61
3.7 Χρήσεις γης	63
3.8 Υποδομές.....	64
3.8 Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων	67
3.9 Συνθήκες άρδευσης	70
3.9.1 Γενικά.....	70
3.9.2 Συνθήκες άρδευσης στην άμεση περιοχή μελέτης.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	74
4.1 Διάρθρωση και κατανομή καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης	74
4.2 Εκτίμηση και υπολογισμός μετεωρολογικών δεδομένων	77
4.2.1. Εκτίμηση και υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης	78
4.2.2 Εκτίμηση και υπολογισμός μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας	79
4.3 Αρδευτικές ανάγκες.....	81
4.3.1 Μεθοδολογία και υπολογισμοί πραγματικών αρδευτικών αναγκών	82
4.3.1.1 Υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών με τη μέθοδο Blaney – Criddle	82
4.3.1.2 Στάδια καλλιέργειας και φυτικοί συντελεστές kc	87
4.3.1.3 Ωφέλιμη (ενεργός) βροχόπτωση	89
4.3.1.4 Αποδοτικότητα Άρδευσης.....	91
4.3.2 Εκτίμηση θεωρητικών αναγκών σε αρδευτικό νερό.....	94
4.4 Διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης	97
4.5 Κατάρτιση ερωτηματολογίων	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	100
5.1 Εκτίμηση αρδευτικών αναγκών	100
5.2 Εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης.....	112
5.2.1 Σενάριο 1: Σενάριο μηδενικής παρέμβασης	112

5.2.2 Σενάριο 2: Σενάριο μείωσης της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενισμού της κατάκλυσης	113
5.2.3 Σενάριο 3: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης	113
5.2.4 Σενάριο 4: Σενάριο μείωσης της τεχνητής βροχής κατά 50%, μηδενισμού της κατάκλυσης και υπογειοποίησης 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς.....	113
5.2.5 Σενάριο 5: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης και υπογειοποίησης 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς.....	113
5.2.6 Σενάριο 6: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης και πλήρους υπογειοποίησης του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς.....	114
5.2.7 Συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων.....	117
5.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων	120
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	123
6.1 Γενικά.....	123
6.2 Ανασκόπηση - Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	123
6.3 Μέτρα ορθολογικής χρήσης αρδευτικού νερού	131
6.3.1 Γενικά.....	131
6.3.2 Προτεινόμενα μέτρα για την περιοχή μελέτης.....	133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	135
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	i
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	vi
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	xvii

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νερό αποτελεί απαραίτητο στοιχείο όχι μόνο για τη διατήρηση της ίδιας της ανθρώπινης ζωής, αλλά και για πολλές άλλες δραστηριότητες, όπως η αλιεία, η βιομηχανία και η γεωργία, ενώ παράλληλα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των οικοσυστημάτων.

Βέβαια, τα τελευταία χρόνια, η εξασφάλιση της φυσικής προσφοράς του νερού σε σύγκριση με τη ζήτησή του καθίσταται ολοένα και πιο δυσχερής, ειδικά όσον αφορά στον τομέα της γεωργίας, ο οποίος και αποτελεί μία από τις παραγωγικότερες δραστηριότητες, αλλά και τον κυριότερο χρήστη νερού στη χώρα μας. Κατά συνέπεια, για την εξασφάλιση της προστασίας και της βιωσιμότητας των πολύτιμων υδατικών πόρων, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί ο ρόλος του νερού στη γεωργία και οι βέλτιστες δυνατές πρακτικές προκειμένου η ορθολογική διαχείρισή του να αποτελέσει μονόδρομο.

Στα πλαίσια των προαναφερόμενων, αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι να γίνει καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και να εξεταστούν οι συνθήκες άρδευσης στην εξυπηρετούμενη, από το συλλογικό επιφανειακό δίκτυο άρδευσης του Δήμου Καρδίτσας, αγροτική περιοχή. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθούν οι βέλτιστες δυνατές πρακτικές και μέθοδοι για τη βελτίωση των συνθηκών άρδευσης στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης των διαθέσιμων υδατικών πόρων.

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η αγροτική περιοχή του Δήμου Καρδίτσας, όπου η λήψη διαχειριστικών μέτρων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς λόγω του ανεπτυγμένου γεωργικού τομέα και του εκτεταμένου συλλογικού επιφανειακού δικτύου άρδευσης, υφίσταται εντατική εκμετάλλευση και αλόγιστη χρήση των υδατικών πόρων στην περιοχή. Για το λόγο αυτό, απαιτείται ο άμεσος προγραμματισμός και η λήψη δραστικών μέτρων σ' ότι αφορά τον περιορισμό της υπερεκμετάλλευσης των υδάτων πρωτίστως στον τομέα της άρδευσης.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο της μεταπτυχιακής διατριβής, περιγράφεται η κατάσταση των υδατικών πόρων σήμερα και οι τρόποι διαχείρισής τους σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά και στην Ελλάδα, ενώ εξετάζεται το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τα ύδατα. Στο δεύτερο κεφάλαιο, εξετάζεται η σχέση της γεωργίας με το νερό, οι εγγειοβελτιωτικές υποδομές και τα προβλήματά τους, ενώ εξετάζονται αναλυτικά οι μέθοδοι άρδευσης, τα κριτήρια εφαρμογής τους, αλλά και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται όλα τα υδρολογικά, εδαφικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά, τα έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων, αλλά και οι συνθήκες άρδευσης που επικρατούν στην περιοχή μελέτης. Στο τέταρτο κεφάλαιο,

αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των υδρομετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης και τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών, θεωρητικών και πραγματικών, ενώ καταστρώνονται έξι εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης και ένα ερωτηματολόγιο για τους χρήστες του νερού. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στο τέταρτο κεφάλαιο, ενώ στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο, αναλύονται ορισμένα συμπεράσματα και παρατηρήσεις που προκύπτουν από την παρούσα εργασία, αναφορικά με τα διαχειριστικά σχέδια στην αγροτική περιοχή του Δήμου Καρδίτσας, σε σχέση πάντα με την ορθολογική διαχείριση των υδάτων.

Σ' αυτό το σημείο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της διπλωματικής εργασίας τον κ. Κανακούδη Βασίλειο, για την καθοδήγηση, τη βοήθεια, την άριστη συνεργασία και τη συμβολή του στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εκπροσώπους του Δήμου Καρδίτσας για την ουσιαστική συνεργασία και τη βοήθειά τους στα θέματα αγροτικής ανάπτυξης που άπτονται της αρμοδιότητάς τους, αλλά και όλους όσους συνέβαλαν με την παροχή πληροφοριών κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, την ηθική υποστήριξη και γενικώς την καθοιονδήποτε τρόπο βοήθειάς τους στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

1.1 Γενικά

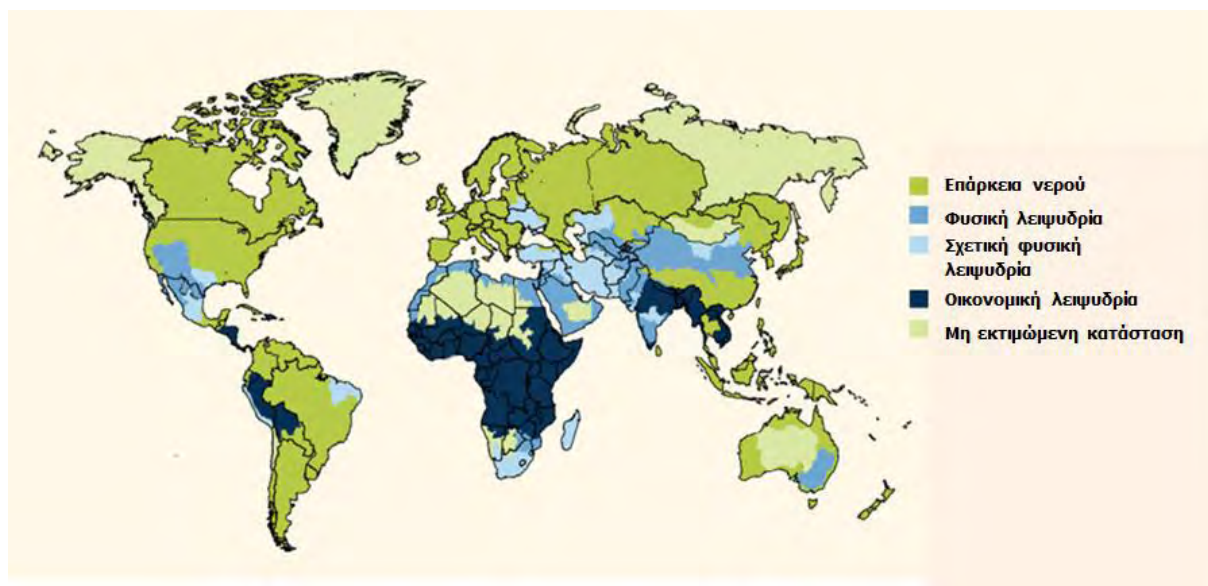
Το νερό αποτελεί αναμφίβολα το πολυτιμότερο αγαθό του πλανήτη και συμβάλλει αναπόσπαστα στην ύπαρξη της ίδιας της ζωής. Η αξία του νερού για τον άνθρωπο είναι πρωταρχικής σημασίας, καθώς εξασφαλίζει την ύπαρξή του (το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κατά 60% από νερό), την εξέλιξη και τη διαίωσή του. Η χρήση του νερού εξυπηρετεί σημαντικότερους σκοπούς και ανάγκες, οι οποίες θα μπορούσαν να ιεραρχηθούν ανάλογα με την πρωταρχικότητά τους. Η διατήρηση του ανθρώπου στη ζωή, η ανάπτυξη της γεωργίας, της αλιείας και της βιομηχανίας, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η διαχείριση του νερού για δίκτυα ύδρευσης και άρδευσης, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας καθώς και ο τουρισμός και η ψυχαγωγία αποτελούν σημαντικότερους λόγους για την αποτελεσματικότερη και πιο ορθολογική διαχείριση του αγαθού που ονομάζεται νερό.

Κι ενώ το νερό συναντάται στη γη σε μεγάλη αφθονία, εντούτοις παρατηρούνται σε διάφορες περιοχές έντονα φαινόμενα λειψυδρίας με εντάσεις μεταξύ κρατών για τη διεκδίκηση και χρήση υδατικών πόρων, ενώ το νερό χαρακτηρίζεται ως αγαθό σε ανεπάρκεια. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η κατανομή του, όσον αφορά το γλυκό νερό είναι μόλις το 2,6% της συνολικής ποσότητας του νερού στη γη.

Κατά τον τελευταίο αιώνα, η μονότονη αύξηση του πληθυσμού της γης είχε ως αποτέλεσμα τη ραγδαία αύξηση των αναγκών σε νερό για αρδευτικούς, βιομηχανικούς και υδρευτικούς σκοπούς. Η κατανάλωση του νερού έγινε πιο έντονη εξαιτίας της υπερσυγκέντρωσης πληθυσμού και δραστηριοτήτων σε ορισμένες περιοχές της γης. Το αποτέλεσμα ήταν η λειψυδρία να πλήττει ήδη όλες τις ηπείρους σχεδόν το ένα πέμπτο του παγκόσμιου πληθυσμού να ζει σε περιοχές με φυσική ανεπάρκεια νερού, ενώ σχεδόν το ένα τέταρτο του παγκόσμιου πληθυσμού αντιμετωπίζει την οικονομική έλλειψη νερού, καθώς σε πολλές χώρες δεν υφίσταται η κατάλληλη υποδομή για να αντλήσουν νερό από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους. Η λειψυδρία αποτελεί τόσο φυσικό όσο και ανθρωπογενές φαινόμενο, καθώς ενώ στον πλανήτη, υπάρχει αρκετό γλυκό νερό για επτά δισεκατομμύρια άνθρωπους, αυτό κατανέμεται άνισα και το μεγαλύτερο μέρος του είτε σπαταλάται αλόγιστα, είτε είναι μολυσμένο, είτε διαχειρίζεται με μη βιώσιμο τρόπο.

Εκτιμάται ότι μέχρι το έτος 2025, 2,9 με 3,3 δισεκατομμύρια άνθρωποι, δηλαδή ποσοστό που αντιστοιχεί σε 36-40% του παγκόσμιου πληθυσμού, θα ζει σε περιοχές όπου οι υδρολογικές λεκάνες θα βρίσκονται υπό πίεση, ενώ μέχρι το έτος 2055 υπό ανάλογες συνθήκες θα ζουν 5,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι (Κέντρο Κλιματικών Αλλαγών, 2013). Στο

ακόλουθο διάγραμμα (Σχήμα 1.1) απεικονίζεται η κατανομή τόσο της φυσικής όσο και της οικονομικής λειψυδρίας παγκοσμίως.



Σχήμα 1.1: Παγκόσμια φυσική και οικονομική λειψυδρία (Πηγή: ΟΗΕ, 2013)

Παράλληλα, τα κλιματικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας που παρατηρούνται στον πλανήτη εντείνουν τα προβλήματα διαθεσιμότητας του νερού. Η άνοδος της θερμοκρασίας, σαν αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου, η πρόοδος της ερημοποίησης σε πολλές περιοχές, σαν αποτέλεσμα είτε των κλιματικών αλλαγών είτε των ανθρώπινων παρεμβάσεων, περιορίζουν ακόμη περισσότερο τη διαθεσιμότητα του νερού, και παράλληλα εντείνουν κάθετα τη ζήτηση.

Η παρακολούθηση των δεδομένων τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει ότι υπάρχουν πολλά προβλήματα σε σχέση με το νερό, προβλήματα που παίρνουν διαφορετική μορφή ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή. Στον αναπτυσσόμενο κόσμο, η παροχή ασφαλούς πόσιμου νερού είναι ιδιαίτερα ελλιπής, αναγκάζοντας τους ανθρώπους να μετακινούνται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις για την εξασφάλιση μικρών αποθεμάτων, ενώ συχνά η χρήση ακατάλληλου νερού οδηγεί στη διασπορά ποικιλόμορφων ασθενειών. Στον ανεπτυγμένο κόσμο, έχουν κατασκευαστεί εδώ και αιώνες, στις περισσότερες περιπτώσεις, τουλάχιστον στα αστικά και ημιαστικά κέντρα, δίκτυα μεταφοράς και ασφαλούς παροχής νερού καλής ποιότητας. Στην περίπτωση αυτή, το πρόβλημα εντοπίζεται στα διαθέσιμα αποθέματα νερού απ' όπου αντλούν τα δίκτυα μεταφοράς.

Στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στις χώρες του νότου, η εξασφάλιση των υδατικών αποθεμάτων γίνεται σε βάρος οικοσυστημάτων και αποθεμάτων νερού που δεν

αναπληρώνονται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι εκτεταμένες εκτροπές ποταμών σε όλη τη νότια Ευρώπη και η υπεράντληση υπόγειων υδροφορέων σε παράκτια και νησιωτικά συστήματα, με αποτέλεσμα τις περισσότερες φορές την υφαλμύρωσή τους, αλλά και την πτώση της στάθμης πολλών λιμνών. Παράλληλα, η συνολική κατανάλωση και η κατανομή του νερού στις διάφορες χρήσεις είναι ολότελα ανορθολογική, με τη γεωργία και κυρίως την άρδευση να απορροφά περίπου το 75-80% των διαθέσιμων υδατικών πόρων, αφήνοντας ένα μικρό μόνο μέρος νερού για την κάλυψη των αναγκών για ύδρευση και για τη βιομηχανία με ποσοστά γύρω στο 11% και 9% αντίστοιχα.

Στις βόρειες ευρωπαϊκές χώρες, αντίθετα, το πρόβλημα εντοπίζεται περισσότερο στην ποιότητα και λιγότερο στην ποσότητα του νερού, με αιτία την εκτεταμένη ρύπανση από τις μη σημειακές πηγές (non-point sources) ρύπανσης, και ιδιαίτερα τη γεωργία και την κτηνοτροφία, η οποία καταλήγει στους υδάτινους αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια κλπ) και απειλεί να καταστήσει ακατάλληλο προς χρήση μεγάλο μέρος των αποθεμάτων νερού. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας ή της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όταν το νερό χαρακτηρίζεται ως ακατάλληλο δεν νοείται μόνο ως πόσιμο, αλλά και για πολλές άλλες χρήσεις όπως η κολύμβηση, η υδατοκαλλιέργεια, ή ακόμα και άρδευση.

Συνοψίζοντας, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός και οι προβλέψεις για το μέλλον, σύμφωνα και με τις προειδοποιήσεις της επιστήμης, κρίνονται δραματικές. Γενικά, σε παγκόσμια κλίμακα αναμένεται να ενταθούν φαινόμενα όπως οι πυρκαγιές που αφανίζουν δασικούς πνεύμονες της γης, όπως ο Αμαζόνιος, με αύξηση του κινδύνου για καταστροφικές πλημμύρες, καθώς τα δάση θα ελαττώνονται, ενώ η αραίωση του όζοντος θα φέρει ακόμη μεγαλύτερες ανατροπές στο οικοσύστημα με άμεσες επιπτώσεις όχι μόνο στην οικονομία, αλλά και στην ανθρώπινη ζωή. Ειδικότερα, στη νότια Ευρώπη και φυσικά και στην Ελλάδα αναμένονται φαινόμενα εκτεταμένης λειψυδρίας, καθώς οι χώρες αυτές θερμαίνονται με ρυθμό διπλάσιο από εκείνο των βόρειων ευρωπαϊκών χωρών.

1.2 Βιώσιμη διαχείριση υδατικών πόρων

Η ύπαρξη των διαφόρων περιβαλλοντικών προβλημάτων αποτέλεσε κίνητρο για την αναζήτηση εναλλακτικών, επιστημονικών, οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών προσανατολισμών στην κατεύθυνση της επίτευξης τόσο του στόχου της ανάπτυξης και της προόδου, όσο και της προστασίας του περιβάλλοντος και της διαχρονικής συντήρησης της ζωής. Η παραδοχή της βιώσιμης ανάπτυξης όπως ορίστηκε από την Παγκόσμια Διάσκεψη

στο Ρίο το 1992 και στην Ν. Υόρκη το 1997 προσπαθεί να διασφαλίσει την επίτευξη του διπλού οράματος, το οποίο θα οδηγήσει τον πλανήτη στην κατεύθυνση ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Τις δυσμενείς συνέπειες από την αλόγιστη χρήση του νερού έρχεται σήμερα να μετριάσει η έννοια της *βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης*, η αρχή της οποίας είναι ότι η προσπάθεια για κάλυψη των σημερινών αναγκών δεν υπονομεύει την αντίστοιχη προσπάθεια και των μελλοντικών γενιών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Η παραδοχή της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης, ως τρίτη, εναλλακτική εκδοχή για την Περιβαλλοντική Διαχείριση, έχει στόχο τη διαχρονική συντήρηση της ζωής στον πλανήτη, προσπαθώντας να συμβιβάσει τις δύο ακραίες θεωρίες για το μέλλον του κόσμου, την άκρατη «τεχνοκρατική» και την ακραία «οικολογική» από την άλλη.

Η διεθνής επιστημονική κοινότητα, αλλά και οι πολιτικές ηγεσίες των διαφόρων χωρών της γης έχουν οδηγηθεί σε μια μονοσήμαντη λύση του προβλήματος, τη *Διαχείριση των Υδατικών Πόρων*, που αποτελεί προϊόν της επιχειρησιακής έρευνας και των παραδοσιακών φορέων που ασχολούνται με το νερό και μπορεί να συνοψιστεί σαν ένα σύνολο δυναμικών δράσεων που αποσκοπούν στην κάλυψη των αναγκών σε νερό μιας περιοχής με το βέλτιστο επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι λοιπόν με τον όρο διαχείριση υδατικών πόρων εννοείται κάθε άμεση ή έμμεση ανθρώπινη επέμβαση στους υδατικούς πόρους ή και στις χρήσεις τους δηλαδή θεωρείται η φυσική και η κοινωνικοοικονομική διάστασή τους.

Ο κύριος στόχος της διαχείρισης των υδατικών πόρων είναι η αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και η ικανοποίηση των αναγκών σε νερό, επομένως η διαχείριση των υδατικών πόρων δεν περιορίζεται μόνο στην παραδοσιακή τεχνική που εκτιμά τη φυσική προσφορά του νερού με την εκπόνηση των υδατικών ισοζυγίων σε επίπεδο υδρολογικών λεκανών, αλλά ούτε και στο σχεδιασμό των υδραυλικών έργων για τη διευθέτηση και αξιοποίηση των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων.

Η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων θα επιτευχθεί, μόνο όταν η οικονομική ανάπτυξη θα στηρίζεται διαχρονικά στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων υδατικών αποθεμάτων, ενώ παράλληλα θα διασφαλίζεται η προστασία και η διατήρηση του μόνιμου υδατικού δυναμικού. Έτσι επιτυγχάνεται τόσο ο στόχος της διατήρησης της περιβαλλοντικής ακεραιότητας με την διαχρονική διατήρηση των μόνιμων αποθεμάτων, όσο και η οικονομική ανάπτυξη με την ικανοποίηση των αναγκών σε νερό.

Ο επαναπροσδιορισμός της υδατικής πολιτικής σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης προϋποθέτει την υιοθέτηση και υλοποίηση των τεσσάρων βασικών αρχών:

- την ενιαία και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντι-

κών και κοινωνικών παραμέτρων της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Επομένως αντικαθίσταται η αναποτελεσματική τομεακή διαχείριση του νερού από την ολιστική θεώρηση των περιβαλλοντικών συστημάτων. Όλες οι χρήσεις του νερού αντιμετωπίζονται ενιαία εντός των ορίων της υδρολογικής λεκάνης και δεν υφίσταται η αναχρονιστική διαφοροποίηση και ανεξάρτητη θεώρηση των ποσοτικών από τις ποιοτικές παραμέτρους.

- τη διαχείριση της ζήτησης αντί της ζημιογόνου περιβαλλοντικά αλλά και αδιέξοδης οικονομικά πολιτική της διαχείρισης της προσφοράς νερού. Η λογική της εγκατάλειψης των πηγών του νερού κάθε φορά που αυτές εξαντλούνται ή υποβαθμίζονται και η αναζήτηση διαρκώς νέων υδατικών πόρων αντικαθίσταται από την οικονομικά αποδοτικότερη και συγχρόνως περιβαλλοντικά φιλικότερη πολιτική της διαχείρισης της ζήτησης του νερού, η οποία όπως συνηθίζεται να λέγεται, αποτελεί την πιο φθηνή εναλλακτική λύση για την ικανοποίηση των υδατικών αναγκών.
- την οικονομική θεώρηση του νερού, και κοστολόγησή του σύμφωνα με την πλήρη αξία του, η οποία αντανακλά την αξία της πλέον πολύτιμης εναλλακτικής ή δυνητικής χρήσης του. Αδυναμία εφαρμογής αυτής της αρχής, το οποίο σημαίνει αντιμετώπιση του νερού είτε ως κοινωνικού αγαθού που πρέπει να παρέχεται δωρεάν, είτε ως χαμηλής αξίας ανανεώσιμου φυσικού πόρου, έχει οδηγήσει σε αναποτελεσματικότητα, καθώς και σε σπάταλη και περιβαλλοντικά καταστροφική διαχείριση του νερού.
- την αποκεντρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων με την ένταξη και συμμετοχή στην όλη διαδικασία των τελικών χρηστών του νερού, εκπροσώπων δηλαδή όλων των συναρμόδιων και άμεσα ενδιαφερόμενων τοπικών και κοινωνικών φορέων, καθώς και ανάμειξη και εμπλοκή και του ιδιωτικού τομέα. Το παραδοσιακό, συγκεντρωτικό, διαρθρωμένο σε τομείς ανάλογα με τη χρήση του νερού, διοικητικό σύστημα διαχείρισης, αντικαθίσταται από ένα σύγχρονο, αποκεντρωμένο και βασισμένο στη συμμετοχική προσέγγιση σύστημα. Η διαχείριση του νερού θα πρέπει να γίνεται στο κατώτατο δυνατό διοικητικό επίπεδο, σε άμεση συσχέτιση και με τη διαχείριση των χρήσεων γης.

Υπολογίζεται πως η ζήτηση σε νερό αυξάνεται 3 φορές πιο γρήγορα από ότι ο πληθυσμός της γης. Συγχρόνως η συνολική ποσότητα νερού που διαθέτει η κάθε χώρα παραμένει στο χρόνο περίπου σταθερή. Είναι λοιπόν φανερό το περιβαλλοντικό αλλά και οικονομικό αδιέξοδο της συνεχούς αναζήτησης νέων υδατικών αποθεμάτων προς αξιοποίηση. Οι υδατικοί πόροι είναι όμως ούτως ή άλλως πεπερασμένοι και αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν.

Όσον αφορά το κόστος εκμετάλλευσης κάθε νέου κυβικού μέτρου νερού, αυτό υπολογίζεται σήμερα από τη Διεθνή Τράπεζα, ότι θα στοιχίζει 3 φορές περισσότερο από ότι στο παρελθόν. Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και οι δραστηριότητες του ανθρώπου, εντείνουν την ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων νερών. Μεταξύ των πιο διαδεδομένων ρυπαντών είναι τα ανεπεξέργαστα ή μερικώς επεξεργασμένα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα, αλλά και τα αγροτικά κατάλοιπα (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα κλπ.).

Το πρόβλημα της ρύπανσης είναι ιδιαίτερο στις λίμνες και τους υπόγειους υδροφορείς όπου δεν είναι εύκολη η εκκαθάριση τους από τους ρυπαντές, και απαιτεί μεγάλα χρονικά διαστήματα. Οι υπόγειοι υδροφορείς απειλούνται και από υφαλμύρωση εξαιτίας των εντατικών αντλήσεων του γλυκού νερού, οπότε αρχίζει να συμβαίνει σταδιακή ροή θαλασσινού νερού προς τον υδροφόρα.

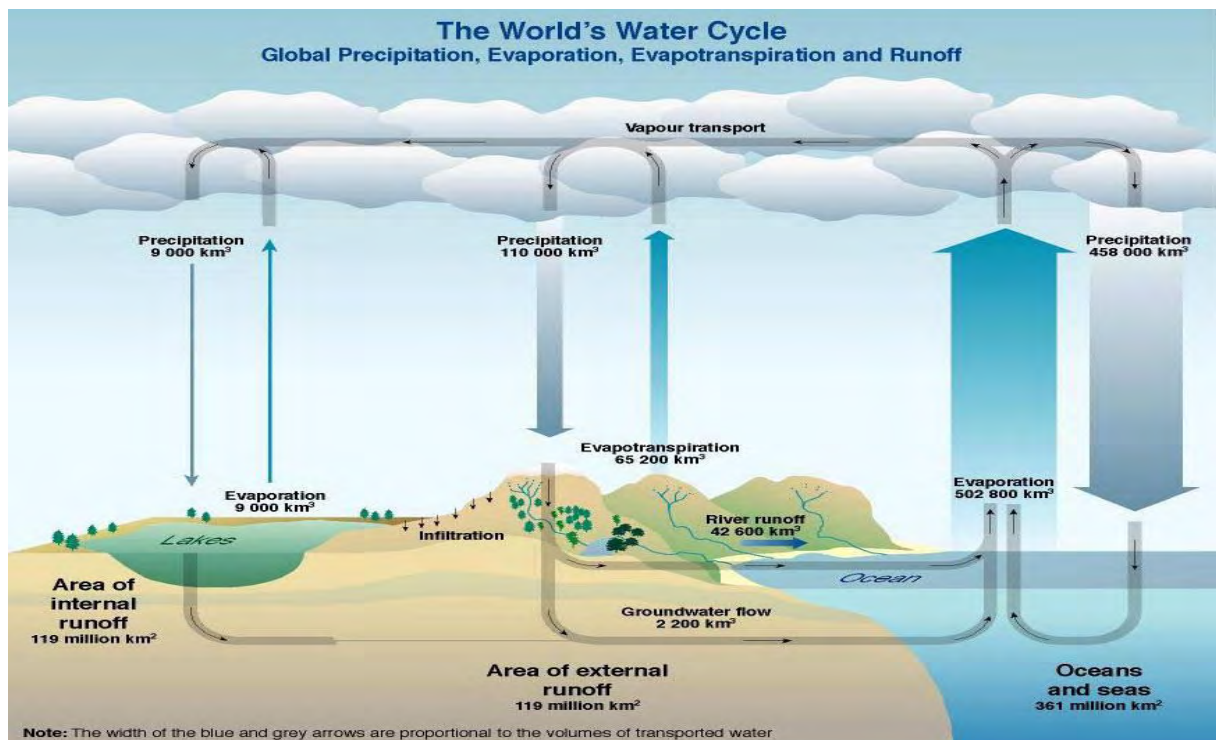
Πέρα από το πρόβλημα της ρύπανσης, η αύξηση του πληθυσμού συνεπάγεται την κατασκευή ολοένα μεγαλύτερων υδραυλικών έργων που μεταφέρουν νερό από απομακρυσμένους υδατικούς πόρους, αφού οι γειτονικοί προς την περιοχή έχουν εξαντληθεί και δεν επαρκούν πλέον. Η προσωρινή κάλυψη των αναγκών κατανάλωσης με την κατασκευή των νέων έργων, δημιουργεί τη ψευδαίσθηση της αφθονίας και προσελκύει νέο πληθυσμό " φαινόμενο γιγαντισμού" και περισσότερες δραστηριότητες, με αποτέλεσμα σε σύντομο χρονικό διάστημα να μην ικανοποιούνται και πάλι οι ανάγκες κατανάλωσης.

1.3 Διαθεσιμότητα νερού

Η διαθεσιμότητα νερού μιας περιοχής αντιστοιχεί στη διαθέσιμη, από τους υδατικούς πόρους της περιοχής, ποσότητα νερού, αλλά και από το ποιο ποσοστό αυτής της ποσότητας νερού δύναται να κατανεμηθεί στις διάφορες χρήσεις και εξαρτάται από την ποσότητα νερού που προέρχεται από επιφανειακές απορροές εξαιτίας των βροχοπτώσεων, την κατανομή των επιφανειακών απορροών σε συνάρτηση με τα επιφανειακά και υπόγεια χαρακτηριστικά της περιοχής, καθώς και τη χρήση που επιδέχονται.

Οι ανανεώσιμες ποσότητες νερού ρυθμίζονται από τον λεγόμενο υδρολογικό κύκλο (Σχήμα 1.2), δηλαδή ένα σύστημα συνεχούς κυκλοφορίας του νερού, το οποίο κινείται από την επιφάνεια της γης προς την ατμόσφαιρα λόγω της εξατμισοδιαπνοής, από την ατμόσφαιρα προς τη γη μέσω των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων και από τις περιοχές με μεγάλο τοπογραφικό υψόμετρο προς τη θάλασσα μέσω των επιφανειακών και υπόγειων υδροφορέων. Συνολικά, οι διάφορες ανεξάρτητες διεργασίες που περιλαμβάνει ο υδρολογικός κύκλος είναι η κατακρήμνιση, η εξάτμιση, η απορροή, η κατείδυση, η επαναφόρτωση του

υδροφορέα, τη συμπύκνωση των υδρατμών, η τήξη και η τήξη των πάγων. Παρ' όλο που το σύστημα αυτό ανακυκλώνει τεράστιες ποσότητες νερού κάθε χρόνο, το νερό που είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη κατανάλωση δεν αντιπροσωπεύει παρά ένα μικρό μόνο κλάσμα των ποσοτήτων αυτών. Τα ανανεώσιμα αποθέματα του νερού αποτελούν ένα μικρό μόνο τμήμα των συνολικών αποθεμάτων του γλυκού νερού και σ' αυτές θα πρέπει να περιορίζεται ο άνθρωπος για την κάλυψη των αναγκών του, διαφορετικά θα πρέπει να αντλήσει μόνιμα αποθέματα γλυκού νερού τα οποία χρειάστηκαν αιώνες για να σχηματιστούν. Οι διαθέσιμες ποσότητες νερού προέρχονται από τα επιφανειακά νερά και τα υπόγεια ύδατα.



Σχήμα 1.2: Ο υδρολογικός κύκλος του νερού (Πηγή: Unesco, 1999)

Το επιφανειακό νερό μπορεί να συγκρατηθεί με τη βοήθεια τεχνικών έργων συλλογής και αποθήκευσης του νερού σε υδροταμιευτήρες. Σε περιπτώσεις όπου έχουν αναπτυχθεί υδροαποθηκευτικά έργα, η διαθεσιμότητα των επιφανειακών υδατικών πόρων χαρακτηρίζεται από τη ρυθμισμένη παροχή τους, η οποία καλύπτει ορισμένες χρήσεις και η οποία θα μπορούσε να αναθεωρηθεί, στο βαθμό που αλλάζουν οι προτεραιότητες αυτών των χρήσεων. Σε περιπτώσεις όπου δεν υφίστανται υδροαποθηκευτικά έργα, ως διαθέσιμο μέγεθος πόρου εκτιμάται η μέση μηνιαία φυσική παροχή με τη μεγαλύτερη ζήτηση.

Αντίθετα, αναφορικά με τους υπόγειους υδροφορείς, το νερό προσεγγίζει μόνο περιοχές στις οποίες εξαιτίας της φύσης των γεωλογικών πετρωμάτων καθίσταται δυνατή η

διείσδυση και η αποθήκευσή του. Σε περιπτώσεις όπου τα υπόγεια νερά τροφοδοτούν, μέσω πηγών, την επιφανειακή απορροή των υδρολογικών λεκανών, η παροχή τους αποτελεί μέρος της παροχής των λεκανών αυτών. Σε περιπτώσεις δε όπου τα υπόγεια νερά εκβάλλουν απ' ευθείας στη θάλασσα, τότε αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν ως ανεξάρτητη ποσότητα νερού. Η διαθεσιμότητά τους εξαρτάται από τις τεχνικές δυνατότητες εκμετάλλευσης με ταυτόχρονη διατήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών.

Μέχρι σήμερα έχουν εξαντληθεί ή βρίσκονται ήδη σε στάδιο αξιοποίησης κατά τεκμήριο οι τεχνικά ευκολότερα και οικονομικά συμφερότερα αξιοποιήσιμοι υδατικοί πόροι. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος ανάπτυξης νέων υδατικών πόρων στο εξής θα είναι σημαντικά ακριβότερο σε πραγματικές τιμές με το παρελθόν. Εξάλλου, σ' αυτό έχει οδηγήσει η ληστρική εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού, η ανεξέλεγκτη ρύπανση και υποβάθμιση της ποιότητάς του, η απουσία σοβαρού σχεδίου στους τομείς εξοικονόμησης – ανακύκλωσης, καθώς κι η γενικότερη στρεβλή αντιμετώπιση του νερού ως δωρεάν και ανεξάντλητης πρώτης ύλης. Γενικά, η εκτεταμένη και υπερβολική χρήση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού, μπορεί να οδηγήσει μια περιοχή σε εξάντληση των υδατικών της αποθεμάτων, γεγονός που συνεπάγεται την υποβάθμιση τόσο των επιφανειακών όσο και των υπεδαφικών υδατικών συστημάτων.

1.4 Χρήσεις και ζήτηση νερού

Η ζήτηση νερού και οι ανάγκες των διαφόρων χρήσεων αποτελούν μεγέθη διακριτά, τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους. Η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την κάλυψη κάποιας συγκεκριμένης χρήσης αποτελεί θεωρητικό μέγεθος, το οποίο συνήθως διαφοροποιείται από τη ζήτηση νερού για την ίδια χρήση. Η ζήτηση αποτελεί ένα μέγεθος, το οποίο διαμορφώνεται στην πράξη από ποικίλα κριτήρια, όπως είναι τα πρότυπα ζωής και συμπεριφοράς. Η ζήτηση αναφέρεται σε ποσότητα νερού, το οποίο πληρεί συγκεκριμένες ποιοτικές προδιαγραφές, ανάλογα με το είδος της χρήσης (πόσιμο, αρδευτικό κλπ), ενώ αποτελεί χρονικά μεταβλητό μέγεθος (π.χ. ετήσια, εποχιακή ζήτηση). Οι χρήσεις νερού διακρίνονται σε καταναλωτικές ή μη (ΥΠΙΑΝ, 2003).

Ως καταναλωτικές θεωρούνται οι χρήσεις οι οποίες απαιτούν συγκεκριμένη ποσότητα νερού, η οποία εξέρχεται από το φυσικό υδατικό σύστημα και της οποίας μόνο ένα μέρος επιστρέφει άμεσα ή έμμεσα στο υδατικό σύστημα, με διαφοροποιημένη την ποιοτική του κατάσταση. Οι κατηγορίες των καταναλωτικών χρήσεων είναι η ύδρευση (με ετήσια κατανομή και αιχμή κατά τη θερινή περίοδο), η άρδευση (με εποχιακή κατανομή κατά τους μήνες Απρίλιο έως Σεπτέμβριο), η χρήση για κάλυψη των αναγκών της κτηνοτροφίας (με

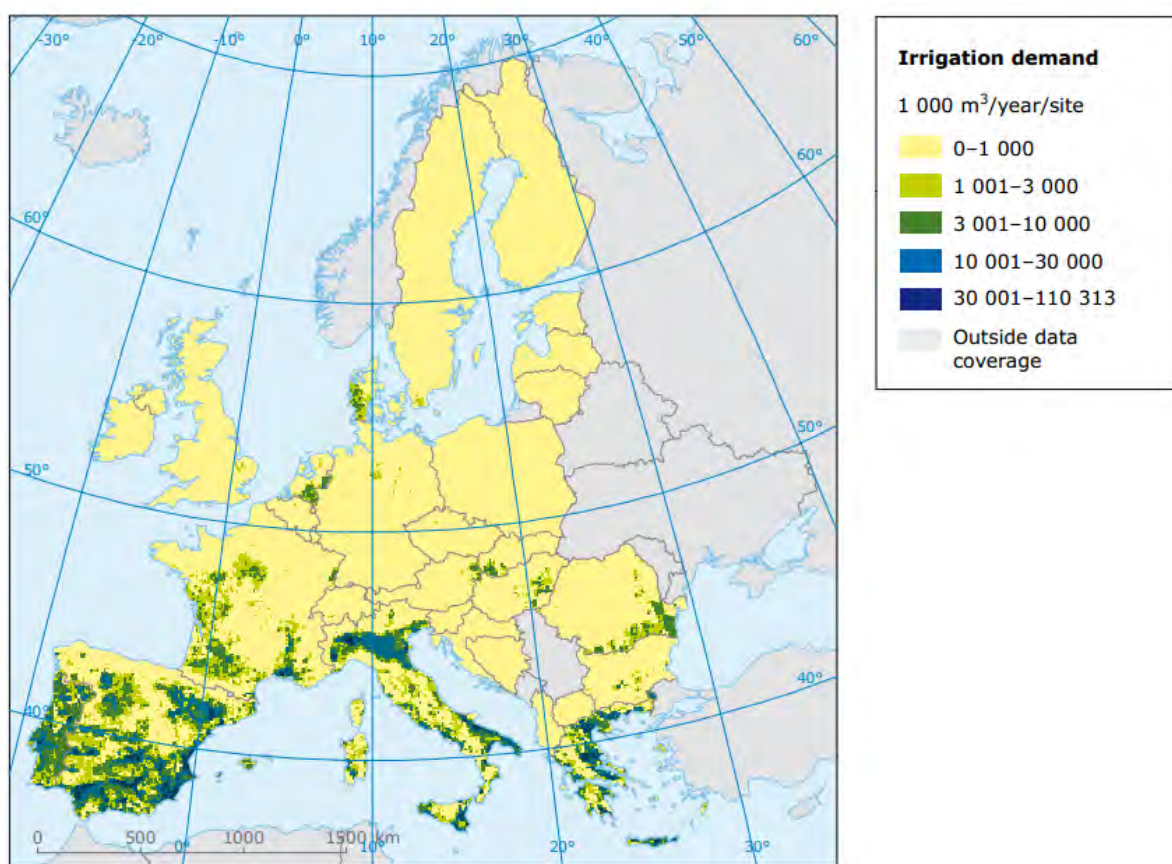
ετήσια κατανομή), η χρήση για κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας (με ετήσια κατανομή) και η χρήση για παραγωγή ενέργειας – λειτουργία των ΑΗΣ (με ετήσια κατανομή).

Ως μη καταναλωτικές θεωρούνται οι χρήσεις στις οποίες το νερό χρησιμοποιείται, χωρίς να μεταβάλλονται τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του και χωρίς να απομακρύνεται από το φυσικό υδατικό σύστημα. Οι ζητήσεις μη καταναλωτικού χαρακτήρα χαρακτηρίζονται ως δεσμεύσεις, των οποίων οι κύριες επιπτώσεις εμφανίζονται στην αναρρύθμιση των διαθέσιμων ποσοτήτων και στις ποιοτικές προδιαγραφές που απαιτούνται. Μη καταναλωτικές χρήσεις είναι η χρήση για την κάλυψη των αναγκών της ιχθυοκαλλιέργειας, η χρήση για παραγωγή ενέργειας - λειτουργία των ΥΗΣ, καθώς και η περιβαλλοντική χρήση, η οποία αναφέρεται στην παροχή που απαιτείται στα υδατορεύματα ή στους όγκους νερού σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, προκειμένου να μην υποβαθμιστεί η ποιότητα του νερού και το σχετικό οικοσύστημα. Η απαιτούμενη ποσότητα σχετίζεται και με τη δυνατότητα αυτοκαθαρισμού του υδατικού αποδέκτη. Στους σκοπούς που εξυπηρετεί περιλαμβάνεται η προστασία και η διατήρηση του υδατικού οικοσυστήματος, καθώς και η επίτευξη των ποιοτικών στόχων που έχουν τεθεί με βάση τις ισχύουσες διατάξεις για τις διάφορες χρήσεις.

Οι έννοιες της ζήτησης ανά κατηγορία χρήσης αναλύονται ακολούθως:

- *Ζήτηση νερού για ύδρευση και τουρισμό:* Οι υδρευτικές ανάγκες εκφράζονται ως ο όγκος νερού σε ημερήσια χρονική βάση και ανά κάτοικο. Γίνεται μάλιστα διάκριση μεταξύ του μόνιμου και του διερχόμενου πληθυσμού (τουρίστες). Οι υδρευτικές ανάγκες του μόνιμου πληθυσμού, υπολογίζονται σε κατανάλωση 200 λίτρων/κάτοικο/ημέρα, ενώ των τουριστών σε 300 λίτρων/άτομο/διανυκτέρευση. Οι διανυκτερεύσεις των τουριστών κατανέμονται στο πεντάμηνο Μαΐου-Σεπτεμβρίου (ΥΠΑΝ, 2003).
- *Ζήτηση νερού για άρδευση:* Ζήτηση νερού για άρδευση μιας περιοχής είναι η συνολική ποσότητα νερού, στη χρονική κλίμακα και χρονική περίοδο που επιλέγεται, η οποία εκφράζει την απαίτηση απόληψης νερού για την ικανοποίηση, εν όλω ή εν μέρει, των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών της υπό μελέτη περιοχής. Η περίπτωση της μερικής ικανοποίησης των αρδευτικών αναγκών αντιστοιχεί στην επιλογή συστηματικά ελλιπούς άρδευσης. Στο Σχήμα 1.3 δίνεται η μέση ζήτηση νερού για άρδευση στις ευρωπαϊκές χώρες.
- *Ζήτηση νερού για κτηνοτροφική χρήση:* Γενικά οι ζητήσεις για την κτηνοτροφία είναι μικρές και δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στη συνολική ζήτηση, αλλά οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες επηρεάζουν αποφασιστικά την ποιότητα των νερών λόγω των λυμάτων τους (ΥΠΑΝ, 2003).

- *Ζήτηση νερού για βιομηχανία:* Το ποσοστό πλήρωσης των βιομηχανικών περιοχών (ΒΠΠΕ) παραμένει αρκετά χαμηλό μέχρι σήμερα. Μόνον η κατανάλωση της ΒΠΠΕ Πάτρας έχει εξαντλήσει τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, ενώ στις περισσότερες ΒΠΠΕ η κατανάλωση κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, κυρίως λόγω περιορισμένης εγκατάστασης βιομηχανιών (ΥΠΑΝ, 2003) .
- *Ζήτηση νερού για παραγωγή ενέργειας:* Η χρήση του νερού για παραγωγή ενέργειας διακρίνεται σε δύο κατηγορίες (ΥΠΑΝ, 2003). Η πρώτη αφορά στις ποσότητες νερού που απαιτούνται για την ψύξη ορισμένων ΑΗΣ και είναι χρήση καταναλωτική, ενώ η δεύτερη αφορά στις ποσότητες νερού που δεσμεύονται για την λειτουργία των ΥΗΣ, είναι δηλαδή χρήση μη καταναλωτική.



Σχήμα 1.3: Μέση ζήτηση νερού για άρδευση ανά περιοχή (έκταση αναφοράς 10 x 10 χλμ.) στην Ε.Ε. (1.000 μ³/έτος/ε.α. κατά τα έτη 1995-2002) (Πηγή: Wriedt et al., 2008)

- *Ζήτηση νερού για ιχθυοκαλλιέργεια:* Αφορά στη δέσμευση νερού (μη καταναλωτική χρήση) που απαιτείται για την εξυπηρέτηση των αναγκών των ιχθυοτροφείων των εσωτερικών υδάτων. Η ποσότητα του νερού καθορίζεται από τον όγκο των αλιευμάτων

ανά ιχθυοτροφική μονάδα και από την απόσταση μεταξύ των μονάδων αυτών. Το νερό, μετά από την τελική χρήση του αποδίδεται, ποιοτικά υποβαθμισμένο, στο φυσικό περιβάλλον (ΥΠΙΑΝ, 2003).

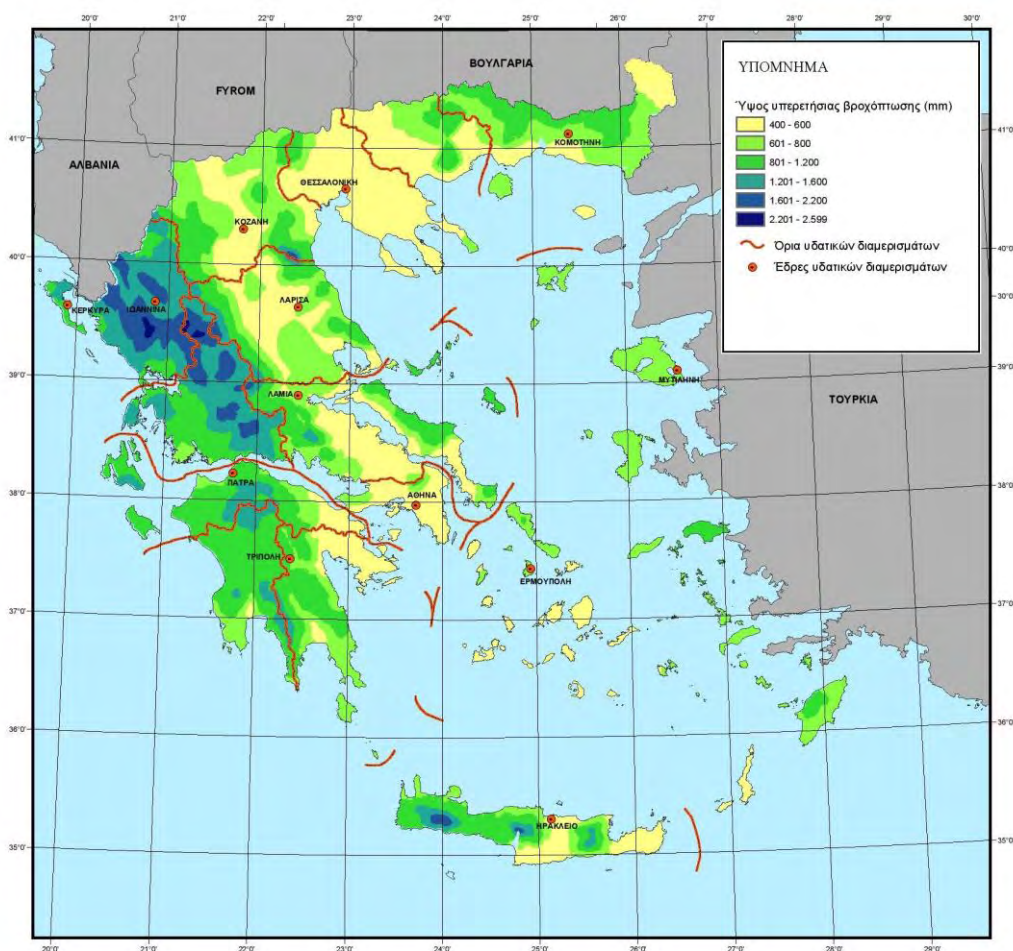
- *Ζήτηση νερού για περιβαλλοντική χρήση:* Ελάχιστη διατηρητέα παροχή θεωρείται η παροχή που πρέπει να εξασφαλίζεται κατάντη των έργων αξιοποίησης ενός υδατορέματος. Η ελάχιστη διατηρητέα παροχή δεν θα πρέπει απλώς να εξασφαλίζει την προστασία της δημόσιας υγείας, αλλά και το φυσικό χαρακτήρα του περιβάλλοντος και τη διατήρηση του κατά περίπτωση υδατικού οικοσυστήματος (ΥΠΙΑΝ, 2003). Συνήθως, η ελάχιστη διατηρητέα παροχή εκφράζεται ως ποσοστό μιας χαρακτηριστικής φυσικής παροχής του υδατορέματος. Τόσο η χαρακτηριστική παροχή (μέση υπερετήσια, μέση ελάχιστη θερινή, κλπ.), όσο και το ποσοστό της που αντιστοιχεί στην ελάχιστη διατηρητέα παροχή, εξαρτώνται από την επάρκεια νερού, την ελάχιστη φυσική παροχή, τις οικονομικές σκοπιμότητες, τη χρήση του υδατορέματος κλπ. Επομένως, μια ορθολογική εκτίμησή της θα πρέπει να γίνεται κατά περίπτωση αποδεκτή μετά από λεπτομερή διερεύνηση, που θα περιλαμβάνει και τη χρήση μαθηματικών προσομοιώσεων της αφομοιωτικής ικανότητας του αποδέκτη.

1.5 Η υδρολογική κατάσταση στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, ως χώρα της ανατολικής Μεσογείου, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη θάλασσα, γεγονός το οποίο έχει συμβάλει σε σημαντικό βαθμό μέσα από την πάροδο των χρόνων στη διαμόρφωση της ιστορίας της και της κοινωνικής, οικονομικής και πολιτιστικής φυσιογνωμίας της. Η ακτογραμμή της Ελλάδας καταλαμβάνει περίπου 16.000 χλμ., μεγάλο μέρος της οποίας αντιστοιχεί σε χιλιάδες κατοικημένες και μη νήσους και βραχονησίδες του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους. Η έντονη ποικιλομορφία του ανάγλυφου της χώρας προσδίδει ιδιαίτερη οικολογική αξία στις ακτές της, γεγονός το οποίο αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία στην περίπτωση των νήσων, λόγω και του αυτόνομου γεωγραφικού τους χαρακτήρα.

Από υδρολογικής άποψης, η Ελλάδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μετρίως ή ελαφρώς πλούσια. Ειδικότερα, η δυτική Ελλάδα δέχεται τις περισσότερες βροχοπτώσεις που ξεπερνούν ετησίως τα 1.000 mm, ενώ η ανατολική εμφανίζει ετήσιο βροχομετρικό ύψος μικρότερο των 1.000 mm (Σχήμα 1.4). Το 45% του συνόλου των κατακρημνίσεων λαμβάνει χώρα από το Δεκέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο. Στη βόρεια Ελλάδα ρέουν οι διασυνοριακοί ποταμοί Αξιός, Νέστος, Στρυμόνας και Έβρος που μεταφέρουν νερό από λεκάνες απορροής εκτός συνόρων και συνεισφέρουν στην ενδυνάμωση του υδατικού δυναμικού της περιοχής.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε., 2011), η αναλογία των ετήσιων ανανεώσιμων αποθεμάτων νερού ανά κάτοικο για την Ελλάδα, αντιστοιχεί σε 6.465 κ.μ./κάτοικο σήμερα. Το γεγονός αυτό καθιστά τη χώρα μας στις πλούσιες σε νερό χώρες. Σχεδόν άνυδρες, χαρακτηρίζονται οι χώρες, στις οποίες η αναλογία των ετήσιων αποθεμάτων νερού ανά κάτοικο κυμαίνεται μεταξύ 1.000 και 2.000 κ.μ./κάτοικο. Εφόσον η αναλογία αυτή πέσει κάτω των 1.000 κ.μ./κάτοικο, τότε οι χώρες αυτές χαρακτηρίζονται ως άνυδρες, γεγονός που σημαίνει πως η έλλειψη νερού είναι ο πλέον ανασταλτικός παράγοντας για τη συντήρηση της ζωής και την οικονομική τους ανάπτυξη.



Σχήμα 1.4: Υπερετήσια βροχόπτωση στην Ελλάδα (Πηγή: ΥΠΑΝ, 2003)

Στην Ελλάδα, το κλίμα, σε συνδυασμό με την πολυσχιδή γεωμορφολογική εικόνα της χώρας, την πολύμορφη γεωλογική δομή της και τον έντονο τεκτονισμό της, συντελούν στην χωροχρονική ανισοκατανομή των υδατικών πόρων. Έτσι, παρά το γεγονός ότι υπάρχει επάρκεια υδατικού δυναμικού, η χωρικά και χρονικά ανομοιόμορφη κατανομή αποθεμάτων και βροχοπτώσεων, σε συνδυασμό με τη μη ορθολογική χρήση του νερού, δημιουργούν

συχνά προβλήματα ανεπάρκειας αυτού του πολύτιμου πόρου σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Συγκεκριμένα, τα υδατικά διαμερίσματα με τους λιγότερους διαθέσιμους πόρους είναι η Ανατολική Πελοπόννησος, η Αττική, η Κεντρική Ελλάδα, η Εύβοια και τα νησιά του Αιγαίου, ενώ και ακολουθούν η Θεσσαλία, η Δυτική Μακεδονία και η Κρήτη.

Γενικά, η διαχείριση του νερού στην Ελλάδα εμφανίζει κυρίως προβλήματα ποσότητας παρά ποιότητας. Σε ορισμένες περιοχές, κυρίως αγροτικές, εμφανίζονται προβλήματα ρύπανσης (π.χ. από νιτρικά) και υποβάθμισης του υδροφορέα (π.χ. από υπεράντληση και υφαλμύρωση), τα οποία όμως είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά, καθώς δεν υφίσταται ικανοποιητικό δίκτυο παρακολούθησης για το σύνολο των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων.

1.6 Διαχείριση υδατικών πόρων στην Ελλάδα

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα μέχρι σήμερα επιμερίζεται σε μεγάλο αριθμό φορέων ανάλογα το πεδίο δικαιοδοσίας τους, δηλαδή ανάλογα με το είδος της χρήσης, όπως γεωργική, υδρευτική, βιομηχανική, ενεργειακή ή τουριστική. Σε αρκετές περιπτώσεις, υπάρχει έλλειψη δεδομένων σχετικά με τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, αλλά και την ακριβή κατανάλωση νερού ανά χρήση, γεγονός που οδηγεί σε σοβαρές αποκλίσεις. Βέβαια, για το σκοπό αυτό, έχουν υλοποιηθεί τα τελευταία χρόνια σημαντικές δράσεις (Εθνικό Δίκτυο Ποιότητας Νερών, Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΤΥΜΕΠ)), προκειμένου να είναι εφικτή η παρακολούθηση της ποιότητας και της ποσότητας των υδατικών αποθεμάτων.

Στην Ελλάδα, οι υδρολογικές συνθήκες και οι γεωμορφολογικές ανισότητες σε συνδυασμό με τη χρονική αντιστροφή της κατανομής της ζήτησης και της υπερσυγκέντρωσής της σε περιορισμένους χώρους με ανεπαρκείς υδατικούς πόρους δεν ευνοούν από οικονομοτεχνική άποψη την τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά εφικτή κάλυψη των αναγκών σε διάφορες χρήσεις του νερού. Συγκεκριμένα, στη δυτική περιοχή της χώρας, όπου το υδάτινο δυναμικό είναι σημαντικότερο, κατά τη θερινή περίοδο όπου αναπτύσσονται οι γεωργικές καλλιέργειες, υπάρχει κατά κανόνα μεγάλη έλλειψη νερού. Η κατάσταση αυτή εντείνεται από την έλλειψη σχεδιασμού και πρόβλεψης, την υποτίμηση των προβλημάτων ποιότητας και ποσότητας των υδατικών πόρων, αλλά και την καθυστέρηση εισαγωγής του περιβαλλοντικού παράγοντα στον αναπτυξιακό σχεδιασμό και στη διαδικασία της αγοράς.

Οι συνολικές απολήψεις στη χώρα ανέρχονται σε 9,5 δισ. κ.μ. και συσχετιζόμενες με τα διαθέσιμα ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα δίνουν μια ένταση χρήσης υδατικών πόρων ίση με 13,3% (ΟΟΣΑ, 2007). Η Ελλάδα συγκαταλέγεται στις πλουσιότερες χώρες σε νερό της

Μεσογείου, εντούτοις η ανισομερής κατανομή του πόρου και των χρήσεων, καθώς και η έλλειψη σωστής διαχείρισης δημιουργούν πολλά τοπικά προβλήματα.

Στην Ελλάδα, η γεωργία αποτελεί τον κύριο χρήστη νερού (85%). Το 96% του νερού της γεωργίας χρησιμοποιείται για άρδευση, παρουσιάζοντας όμως υψηλές απώλειες. Η γεωργία, ως κύριος χρήστης και δεδομένης της εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων, εντομοκτόνων, φυτοφαρμάκων και άλλων γεωργικών παρασκευασμάτων, συντελεί σε μεγάλο βαθμό, αφενός στην ελάττωση των αποθεμάτων νερού και την υποχώρηση των υπόγειων υδροφορέων και αφετέρου στην υποβάθμιση της ποιότητάς τους. Τη μεγαλύτερη ζήτηση νερού για αγροτική χρήση έχει η Θεσσαλία (25,1%), ενώ μόνο στην Αττική η οικιακή χρήση ξεπερνά την αγροτική.

Η πολυδιάσπαση και η ανταγωνιστικότητα των σχετικών με τους υδατικούς πόρους αρμοδιοτήτων, σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, η απουσία προσωπικού και υλικοτεχνικής υποδομής, η έλλειψη σχεδιασμού έχουν το προφανές αποτέλεσμα μιας περιστασιακής και μη ορθολογικής διαχείρισης. Κύριες συνέπειες αυτής της κατάστασης είναι η διαταραχή του υδατικού ισοζυγίου με ιδιαίτερα μεγάλες πτώσεις στάθμης στους υδροφορείς, η επέκταση του φαινομένου της υφαλμύρωσης των παρακτίων υδροφορέων και η ρύπανση των υπογείων και επιφανειακών νερών από λιπάσματα, βιομηχανικά και αστικά λύματα. Ο τομέας, πάντως, αυτός παρουσιάζει δομικές αδυναμίες και ελλείψεις υποδομών, τόσο σε εθνικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο υδρολογικών λεκανών ή υδατικών διαμερισμάτων, γεγονός που έχει επιπτώσεις αφ' ενός μεν στο περιβάλλον, αφ' ετέρου δε στους παραγωγικούς τομείς της οικονομίας (γεωργία, βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός κλπ.).

Γενικά, οι κύριοι λόγοι που προκαλούν προβλήματα στην ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα είναι:

- η χωρική κατανομή των υδατικών πόρων, οι οποίοι είναι «συγκεντρωμένοι» στο βόρειο και δυτικό τμήμα της Ελλάδας, ενώ οι μεγάλες ανάγκες εμφανίζονται κατά μήκος των ακτών και στις μεγάλες πεδιάδες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- το γεγονός ότι η Ελλάδα βιώνει έντονες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του χειμώνα και περιόδους με σχεδόν χωρίς βροχή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αυτό το πρότυπο παροχής νερού είναι ακριβώς το αντίθετο από αυτό της ζήτησης νερού.
- τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της χώρας που συμβάλλουν στο να "ξεπλένεται" ραγδαία στη θάλασσα το γλυκό νερό.
- το γεγονός ότι η βόρεια Ελλάδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις απορροές των ποταμών από γειτονικές χώρες στα βόρεια.

- η διευρυμένη ακτογραμμή (περίπου 15.000 χιλιόμετρα), σε συνδυασμό με τη λιθολογική σύνθεση του υπεδάφους, το οποίο ευνοεί το φαινόμενο της αλάτωσης στους παράκτιους υδροφορείς (που χρησιμοποιούνται στα όρια της εξάντλησης προκειμένου να ικανοποιήσουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις σε νερό).
- το γεγονός ότι πολλοί Έλληνες υποφέρουν από την έλλειψη επάρκειας υδατικών πόρων.
- η περιβαλλοντική (ποσοτική και ποιοτική) υποβάθμιση πολλών υδατικών πόρων (Κανακούδης Β., 2010).

Αναφορικά με το βαθμό αξιοποίησης των υδατικών πόρων, αυτός εξαρτάται από τα έργα υποδομής στον τομέα αυτό και κατά κανόνα από τα μεγάλης κλίμακας υδραυλικά έργα και κυρίως τα φράγματα και τους ταμιευτήρες, ο αριθμός των οποίων αποτελεί έναν αντιπροσωπευτικό τεχνολογικό δείκτη της υδατικής ανάπτυξης μιας χώρας. Σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων (ICOLD), ως μεγάλα φράγματα θεωρούνται τα φράγματα με ύψος, από τη θεμελίωση, 15.0 m και άνω ή όγκου ταμιευτήρα άνω των 3.0 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Ο αριθμός των μεγάλων φραγμάτων στην Ελλάδα ανέρχεται σε 151, ενώ τα φράγματα με ύψος μεγαλύτερο των 30 μέτρων είναι σήμερα 70 (ΤΕΕ, 2008), ενώ πριν λίγα μόνο χρόνια ήταν μόλις 46 (WCD, 2000).

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Υπουργείου Γεωργίας (2002), το σημαντικότερο ποσοστό (54,02%) του ωφέλιμου όγκου υδάτων των μεγάλων φραγμάτων της χώρας καταναλώνεται στο λεκανοπέδιο της Αττικής υπό μορφή αστικής και βιομηχανικής χρήσης. Ακολουθούν η Κεντρική Μακεδονία (18,97%) με αστική και αρδευτική χρήση νερού, η Θεσσαλία (17,18%) με κυρίως αρδευτική χρήση και οι υπόλοιπες περιοχές με μικρότερα ποσοστά.

Παρά τον πλούτο της φυσικής προσφοράς υδατικών πόρων στην Ελλάδα (αφού σε υπερετήσια κλίμακα το σύνολο του φυσικού ρυθμού ανανέωσης των υδατικών πόρων είναι σημαντικό πολλαπλάσιο των αναγκών σε νερό) δημιουργούνται προβλήματα από τη γεωγραφική ανομοιομορφία στην κατανομή των υδατικών πόρων, αλλά και από τη χρονική ανομοιομορφία τόσο στην περίοδο του έτους όσο και υπερετήσια. Έτσι, διάφορες περιοχές εμφανίζονται σήμερα ως ελλειμματικές. Η παρατηρούμενη σημαντική καθυστέρηση στην κατασκευή των αναγκαίων έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων οφείλεται κυρίως στα οικονομικά προβλήματα της χώρας. Σήμερα, που οι ανάγκες σε νερό έχουν αυξηθεί σημαντικά και που οι κακές πρακτικές του παρελθόντος έχουν πια οδηγήσει σε κρίσιμες καταστάσεις, ιδίως στην εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, η κατασκευή υδραυλικών αναπτυξιακών έργων αποτελεί επιτακτική λύση.

1.7 Νομοθετικό πλαίσιο για τα ύδατα

Για την εφαρμογή μιας ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων, παγκόσμια και τοπικά, είναι απαραίτητη μια ισχυρή διεθνής και εθνική νομοθεσία, παράλληλα με την ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης. Η διαχείριση των υδατικών πόρων θα πρέπει να καλύπτει το σύνολο των απαιτήσεων για την παροχή νερού αποδεκτής ποιότητας και ποσότητας, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των χρηστών, περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Για την προστασία και διαχείριση του υδατικού περιβάλλοντος υφίστανται, πάντως, μια σειρά από ρητές δεσμεύσεις και υποχρεώσεις της χώρας, οι οποίες απορρέουν από το κοινοτικό δίκαιο (π.χ. οδηγίες για το πόσιμο νερό, για τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης, για την παρακολούθηση των ακτών κολύμβησης, για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων και την απόρριψη επικίνδυνων ουσιών στους υδάτινους αποδέκτες, την οδηγία-πλαίσιο για τα νερά 2000/60/EK), αλλά και από άλλες διεθνείς συνθήκες (π.χ. συνθήκη MARPOL για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος) ή συμφωνίες διακρατικού χαρακτήρα, δεδομένου ότι η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ποτάμιων συστημάτων, τα μεγαλύτερα των οποίων πηγάζουν από γειτονικές χώρες.

1.7.1 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει συμπεριλάβει τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων, και την υψηλή ποιότητα των υπόγειων και επιφανειακών υδατικών πόρων, ανάμεσα στις προτεραιότητες για το περιβάλλον. Η υδατική πολιτική της Ε.Ε. είναι βασισμένη σε μια σειρά από Οδηγίες που εκδόθηκαν στη δεκαετία του '70 και έχουν αναθεωρηθεί από τότε σύμφωνα με τα νέα διαθέσιμα στοιχεία. Αυτές οι Οδηγίες αφορούν την προστασία των επιφανειακών υδάτων και των υπόγειων υδροφορέων (75/440/ΕΟΚ, 80/68/ΕΟΚ, 91/676/ΕΟΚ, 91/692/ΕΟΚ) με την πρόληψη ρύπανσης, και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης (76/160/ΕΟΚ, 90/656/ΕΟΚ, 91/692/ΕΟΚ). Η Οδηγία 98/83/ΕΚ καθορίζει τα ποιοτικά πρότυπα του γλυκού νερού και η Οδηγία 91/271/ΕΟΚ προβλέπει την εναρμόνιση των κανόνων για την επεξεργασία των υγρών απόβλητων εντός της Ε.Ε. Αυτή η νομοθετική προσπάθεια έχει καταλήξει με την υιοθέτηση της Οδηγίας-πλαισίου για το νερό (2000/60/ΕΚ), η οποία στοχεύει στην ολοκληρωμένη διαχείριση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων σε επίπεδο λεκανών απορροής, στον τακτικό έλεγχο της ποιότητας του νερού και σε μια δίκαιη πολιτική τιμολόγησης, η οποία απεικονίζει το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος του νερού.

1.7.2 Εθνική Νομοθεσία

Αν και οι προγενέστεροι, της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, νόμοι αποτέλεσαν ένα καθοριστικό σημείο για το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τα ύδατα, εντούτοις ορισμένες αδυναμίες του δημόσιων φορέων (έλλειψη στήριξης, προσωπικού, πιστώσεων κλπ.) δεν επέτρεψαν την πλήρη εφαρμογή τους, με αποτέλεσμα τη συνέχιση της αποσπασματικής και ευκαιριακής αντιμετώπισης του νερού. Παρά τη μερική εφαρμογή τους, και κυρίως του Νόμου 1739/1987, οι νόμοι αυτοί απέδωσαν μεγάλο παιδευτικό όφελος, γιατί δημιούργησαν τις δομές και τις εμπειρίες εκείνες, που είναι απαραίτητες για να συνειδητοποιήσουν οι χρήστες και όλοι οι εμπλεκόμενοι στο κύκλωμα του νερού την αναγκαιότητα ορθολογικής και προγραμματισμένης χρήσης του και αποτελεί τη βάση, στην οποία θα στηριχθεί η εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Η Ελλάδα ενσωμάτωσε την οδηγία-πλαίσιο στην ελληνική νομοθεσία με το νόμο 3199/2003. Η βασική επιδίωξη του Νόμου 3199/2003 είναι η ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων με τρόπο που να διασφαλίζει αφενός μεν τις κεφαλαιώδους σημασίας οικολογικές τους λειτουργίες αφετέρου δε την αειφόρο παροχή των ποικίλων αγαθών και υπηρεσιών τους στον άνθρωπο, αφού ληφθούν υπόψη οι ανάγκες και το όφελος του κοινωνικού συνόλου. Ο νόμος αυτός προέκυψε ύστερα από τη σύγκλιση της νέας οδηγίας-πλαίσιο και του προγενέστερο νομοθετικού πλαισίου αναφορικά με τα ύδατα στη χώρα. Επίσης, με το Προεδρικό Διάταγμα 51/2007 καθορίστηκαν τα μέτρα και οι διαδικασίες για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

1.7.3 Η Οδηγία 2000/60 ΕΚ για την κοινοτική δράση στην πολιτική των υδάτων

Η κοινοτική Οδηγία - Πλαίσιο για το Νερό αποτελεί μια συνολική και καινοτόμο προσπάθεια προστασίας και διαχείρισης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, η οποία ήρθε να αντικαταστήσει και να ενισχύσει τους υπάρχοντες κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το νερό, υποχρεώνοντας τις χώρες μέλη και τις υπό ένταξη χώρες να εφαρμόσουν αυτό που ονομάζεται "Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων". Η Οδηγία 2000/60, γνωστή ως «Οδηγία για το Νερό» (Water Frame Directive), ψηφίστηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρώπης την 23η Οκτωβρίου 2000 και δημοσιεύτηκε στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στις 22/12/2000 στο φύλλο 327. Η Οδηγία περιλαμβάνει 26 Άρθρα και 11 Παραρτήματα. Συνολικά υπάρχουν 40 προθεσμίες κατά τις οποίες πρέπει να παραδοθούν τα αποτελέσματα από τα μέτρα της Οδηγίας, ενώ το χρονοδιάγραμμα υλοποίησής της είναι από το 2002 έως το 2015.

Η νέα οδηγία αποτελεί το πιο βασικό θεσμικό εργαλείο που αποσκοπεί στη θεμιτή και βιώσιμη χρήση των νερών, δίνοντας το στίγμα της σύγχρονης τάσης που απαιτεί ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό και διαχείριση. Το πνεύμα της Οδηγίας είναι κυρίαρχα περιβαλλοντικό, με βασική αρχή τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων, μέχρι και τον τελικό χρήστη-καταναλωτή, στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Σύμφωνα με τη νέα οδηγία, ως «μονάδα» διαχείρισης των υδατικών πόρων θεωρείται η λεκάνη απορροής, όπου ως λεκάνη απορροής ποταμού ορίζεται η εδαφική έκταση για την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής μέσω διαδοχικών ρευμάτων, ποταμών και πιθανώς λιμνών και παροχετεύεται στη θάλασσα με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές ή δέλτα.

1.7.3.1 Βασικές αρχές της Οδηγίας

Οι βασικές αρχές της Οδηγίας είναι:

- Η αρχή της ευθύνης του ρυπαίνοντος (γνωστή ως «ο ρυπαίνων πληρώνει»), που σημαίνει ότι το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος βαρύνει το χρήστη του πόρου.
- Η αρχή της «αναλογικότητας», με βάση την οποία το σύνολο των εκπομπών των εγκαταστάσεων που δραστηριοποιούνται σε ένα χώρο δεν πρέπει να επιβαρύνουν τον αποδέκτη πέραν των προσδιορισμένων ορίων. Κατά συνέπεια, προκειμένου να επιτραπεί η λειτουργία μιας νέας εγκατάστασης θα πρέπει να μειωθούν αναλογικά οι επιβαρυντικές εκπομπές από τις ήδη λειτουργούσες.
- Η αρχή της πρόληψης, όπου η ενδεχόμενη αβεβαιότητα στις επιστημονικές προσεγγίσεις λειτουργεί υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος.

1.7.3.2 Στόχοι της Οδηγίας

Η Οδηγία σκοπεύει στη μακροπρόθεσμη αειφορική διαχείριση των υδάτων και των οικοσυστημάτων στην ΕΕ και δημιουργεί το πλαίσιο για τη διατήρηση και προστασία της ποσότητας και ποιότητας όλων των υδάτινων σωμάτων (επιφανειακών, μεταβατικών, υπόγειων και παράκτιων υδάτων μέχρι ένα μίλι από την ακτή), το οποίο:

- αποτρέπει την περαιτέρω υποβάθμιση, και προστατεύει και βελτιώνει την κατάσταση όλων των υδατικών πόρων
- προωθεί τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, μέσω της μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδατικών πόρων
- ενισχύει την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος με την εφαρμογή μέτρων για τη μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών και την εξάλειψη της απόρριψης τοξικών ρυπαντών με βάση κατάλογο προτεραιότητας

- διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων
- συμβάλλει στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων, πλημμυρών και ξηρασίας.

1.7.3.3 Ρυθμίσεις της Οδηγίας

Για την επίτευξη των προαναφερόμενων στόχων θεσπίστηκε μια σειρά ρυθμίσεων που επιχειρούν:

- να επιτύχουν τη διατήρηση ή την αποκατάσταση της καλής κατάστασης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων μέχρι το 2015
- να ενοποιήσουν και να συμπληρώσουν την προηγούμενη αποσπασματική ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα νερά
- να προσεγγίσουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο υδατικής περιφέρειας, η οποία νοείται αποτελούμενη από μία ή περισσότερες γειτονικές λεκάνες απορροής μαζί με τα συναφή υπόγεια και παράκτια ύδατα, ορίζοντας για την άσκησή της την αρμόδια αρχή
- να ασκήσουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων βάσει προγραμμάτων - σχεδίων διαχείρισης υδατικής περιφέρειας, τα οποία θα είχε καταρτίσει κάθε κράτος-μέλος μέχρι το 2009 και τα οποία θα περιλαμβάνουν τη γενική περιγραφή των χαρακτηριστικών της περιοχής, τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην ποσότητα και την ποιότητα των υδατικών πόρων, τις χρήσεις του ύδατος κλπ.
- να διασφαλίσουν ρεαλιστική τιμολόγηση όλων των υπηρεσιών, που σχετίζονται με τη χρήση του νερού μέχρι το 2010. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις συμμετοχικές δράσεις. Ειδικότερα τα κράτη-μέλη καλούνται να ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων κατά τα επιμέρους στάδια εφαρμογής της Οδηγίας, καθώς και κατά τη σύνταξη των προγραμμάτων διαχείρισης. Ακόμα, τα κράτη-μέλη θα πρέπει να ενημερώνουν και να συμβουλευούνται το κοινό, συμπεριλαμβανομένων και των χρηστών, για τα ακόλουθα θέματα: το χρονοδιάγραμμα και πρόγραμμα δράσεων για τη σύνταξη των σχεδίων διαχείρισης, το αργότερο ως το 2006
- την επισκόπηση των σημαντικών ζητημάτων διαχείρισης, το αργότερο ως το 2007
- την πρώτη προσέγγιση των σχεδίων διαχείρισης, το αργότερο ως το 2008.

Συμπερασματικά, η Οδηγία χαρακτηρίζεται από την ολοκληρωμένη προσέγγιση της προστασίας των υδατικών πόρων, με τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου και αποτελεσματικού θεσμικού - νομοθετικού πλαισίου και την ανάπτυξη του μακροπρόθεσμου σχεδιασμού, ενώ διαθέτει και αποκεντρωτικό χαρακτήρα, όσον αφορά τον τρόπο διαχείρισης και τη λήψη αποφάσεων (αποκέντρωση αρμοδιοτήτων και ενίσχυση των περιφερειακών δομών).

1.7.3.4 Χρονοδιάγραμμα εφαρμογής

Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των στόχων της Οδηγίας είναι δεσμευτικό για τα κράτη-μέλη και απαιτεί εγρήγορση και πολλές παράλληλες δράσεις. Αναλυτικότερα, στον ακόλουθο πίνακα δίνονται οι καταληκτικές ημερομηνίες των στόχων της Οδηγίας:

Πίνακας 1.1: Το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής της Οδηγίας 2000/60 ΕΚ (Πηγή: Ευρωπαϊκή Ένωση)

Χρονικός ορίζοντας	Υλοποίηση στόχων
2002	Υποβολή από την Επιτροπή πρότασης θέσπισης μέτρων κατά της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων
2003	Ολοκλήρωση της διαδικασίας εναρμόνισης της εθνικής νομοθεσίας των κρατών-μελών με την Οδηγία και προσδιορισμός των υδατικών περιφερειών, καθώς και των ορίων δικαιοδοσίας των αρχών διαχείρισης
2004	Διαβίβαση προς την Επιτροπή του καταλόγου με τις αρμόδιες αρχές των κρατών-μελών για κάθε υδατική περιφέρεια
2004	Ολοκλήρωση της ανάλυσης των πιέσεων και των επιπτώσεων επί των υδατικών σωμάτων και της οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων ύδατος
2004	Ολοκλήρωση των μητρώων προστατευόμενων περιοχών
2004	Επανεξέταση από την Επιτροπή του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας
2006	Ολοκλήρωση των προγραμμάτων παρακολούθησης της κατάστασης (ποσοτικής και ποιοτικής) των υδάτων
2006	Διαβουλεύσεις με το κοινό για τα σχέδια διαχείρισης υδατικής περιφέρειας σε εξέλιξη
2007	Κατάργηση των Οδηγιών 75/440/ΕΟΚ (επιφανειακά ύδατα) και 79/869/ΕΟΚ (μετρήσεις των επιφανειακών υδάτων) και της Απόφασης 77/795/ΕΟΚ (ανταλλαγή της πληροφορίας για τα επιφανειακά ύδατα)
2009	Λαμβάνοντας υπόψη τα προγράμματα παρακολούθησης, τις αναλύσεις των χαρακτηριστικών των υδατικών περιφερειών, τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων κλπ., γίνεται ο προσδιορισμός από τα κράτη-μέλη των μέτρων που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας, με οικονομικά αποτελεσματικό τρόπο
2009	Δημοσίευση των Προγραμμάτων Διαχείρισης Υδατικής Περιφέρειας, στα

	οποία περιλαμβάνεται και ο χαρακτηρισμός των ιδιαίτερος τροποποιημένων υδατικών σωμάτων
2010	Εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής για τις διάφορες χρήσεις των υδάτων με σκοπό τη βιωσιμότητα των υδατικών πόρων
2012	Τίθενται σε λειτουργία τα προγράμματα μέτρων
2012	Καθιέρωση ελέγχων ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων, με βάση τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές και τις βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές
2013	Κατάργηση των Οδηγιών 78/659/ΕΟΚ (ύδατα αλιείας), 79/923/ΕΟΚ (οστρακοκαλλιέργεια), 80/86/ΕΟΚ (υπόγεια ύδατα) και 76/464/ΕΟΚ (επικίνδυνες ουσίες)
2015	Πλήρης εφαρμογή των Προγραμμάτων Διαχείρισης και επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων (Τέλος 1 ^{ου} διαχειριστικού κύκλου) Επανεξέταση και επικαιροποίηση των σχεδίων (για το 2021 και το 2027)

1.7.3.5 Διαφοροποιήσεις της Οδηγίας ως προς τα προηγούμενα δεδομένα

Η νέα Οδηγία – πλαίσιο διαφέρει ως προς το προγενέστερο ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο, καθώς εισάγει τις ακόλουθες καινοτομίες:

- Δημιουργία νέων διοικητικών δομών σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, γεγονός που θα συντελέσει στην εξάλειψη της πολυδιάσπασης αρμοδιοτήτων.
- Ορισμός των λεκανών απορροής και καθορισμός των αρμόδιων για αυτές Περιφερειών.
- Ανάλυση από την Περιφέρεια σημαντικών αρμοδιοτήτων για την προστασία και τη διαχείριση των υδάτων.
- Διασφάλιση της συμμετοχής του κοινού στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.
- Προσδιορισμός των προδιαγραφών των Σχεδίων Διαχείρισης και των Προγραμμάτων Μέτρων κατά της ρύπανσης, τα οποία θα εκπονούνται από τις Περιφέρειες.
- Ορισμός των οικονομικών ρυθμίσεων του νερού και εισαγωγή των εννοιών του περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους στην κοστολόγηση και τιμολόγηση των χρήσεων και υπηρεσιών νερού.
- Πρόβλεψη για διοικητικές και ποινικές κυρώσεις.

1.7.3.6 Τα Σχέδια Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής

Τα σχέδια διαχείρισης θέτουν τους βασικούς στόχους της προστασίας των υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής, καθορίζουν με λεπτομέρεια τα μέτρα με τα οποία οι στόχοι αυτοί επιτυγχάνονται, καθώς και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησής τους. Περιλαμβάνουν αναλυτικές

αναφορές για την υφιστάμενη κατάσταση των οικοσυστημάτων, τη γεωμορφολογία και την υδρολογία της λεκάνης, εκτίμηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στους υδατικούς πόρους της λεκάνης, εκτίμηση των δυνατοτήτων που πηγάζουν από το υφιστάμενο νομοθετικό και διοικητικό πλαίσιο για την επίτευξη των στόχων της προστασίας, και εντοπισμό των ζητημάτων που χρήζουν ειδικών ρυθμίσεων για την επίτευξη των στόχων αυτών. Στα διαχειριστικά σχέδια συμπεριλαμβάνεται και ανάλυση κόστους - οφέλους για τα επιμέρους διαχειριστικά μέτρα, ώστε να μπορεί να γίνεται εκτίμηση της εφαρμοσιμότητάς τους. Στη διαμόρφωση των διαχειριστικών σχεδίων συνυπολογίζονται οι απόψεις και προτάσεις όλων των εμπλεκόμενων στη διαχείριση φορέων και κοινωνικών ομάδων, ώστε να επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός κοινωνικής αποδοχής. Η Οδηγία Πλαίσιο προβλέπει για το λόγο αυτό τη συμμετοχή των πολιτών στα διάφορα στάδια διαμόρφωσης του διαχειριστικού σχεδίου.

Σήμερα, αφού έχουν ολοκληρωθεί τα στάδια εκπόνησης, δημοσιοποίησης των σχεδίων και διαβουλεύσεων με τους ενδιαφερόμενους, τα σχέδια διαχείρισης πολλών υδατικών διαμερισμάτων έχουν εγκριθεί, ενώ κάποια άλλα βρίσκονται στη διαδικασία της έγκρισης.

1.7.3.7 Προδιαγραφές για το νερό

Σύμφωνα με τη νέα Οδηγία θεσπίζονται συγκεκριμένες προδιαγραφές τόσο για τα οικολογικά όσο και για τα χημικά χαρακτηριστικά των υδατικών πόρων.

Οι προδιαγραφές για τα οικολογικά χαρακτηριστικά διευκρινίζονται σε ειδικό παράρτημα της Οδηγίας και αφορούν την κατάσταση της βιοκοινότητας, τα υδρολογικά και τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού. Οι προδιαγραφές της οικολογικής κατάστασης διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, αφού συνυπολογίζονται οι ιδιαιτερότητες των εκάστοτε οικοσυστημάτων, υπάρχει όμως ως γενική αρχή η διασφάλιση της ελαχιστοποίησης των ανθρωπογενών επιπτώσεων στα υδατικά οικοσυστήματα. Θεσπίζεται ένα σύνολο κριτηρίων με βάση τα οποία καθορίζονται τα επιθυμητά επίπεδα οικολογικής κατάστασης, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή ερμηνεία και εφαρμογή τους από τις χώρες μέλη.

Για τις χημικές παραμέτρους του νερού, χρησιμοποιούνται οι υφιστάμενες ευρωπαϊκές προδιαγραφές, οι οποίες θα υπόκεινται σε τακτική αναθεώρηση ώστε να διασφαλίζεται η προστασία από επικίνδυνες τοξικές ουσίες. Η διερεύνηση της ποιότητας των νερών γίνεται με τη χρήση βιολογικών δεικτών που στηρίζονται στα βενθικά μακροασπόνδυλα. Όλο και περισσότερες χώρες αποδέχονται πλέον πως η εγκυρότητα των

αποτελεσμάτων με τη χρήση βιολογικών δεικτών είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι μόνο με τις χημικές αναλύσεις.

1.7.3.8 Η Οδηγία και τα έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων

Η Οδηγία για το νερό δεν αντίκειται στην κατασκευή νέων έργων, με τη βασική προϋπόθεση ότι πρόκειται να τηρηθούν οι αρχές της αειφορίας στην ανάπτυξη και να μετριαστούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα, αποσαφηνίζει ότι τα κράτη-μέλη δεν παραβιάζουν την Οδηγία στην περίπτωση νέων τροποποιήσεων των φυσικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών συστημάτων και νέων ανθρώπινων δραστηριοτήτων βιώσιμης ανάπτυξης, έστω και αν αυτές οδηγούν σε αδυναμία επίτευξης καλής κατάστασης των υπόγειων υδάτων, καλής οικολογικής κατάστασης ή καλού οικολογικού δυναμικού ή ακόμη και σε υποβάθμιση από την άριστη στην καλή κατάσταση του υδατικού συστήματος. Ωστόσο, η Οδηγία θέτει συγκεκριμένες προϋποθέσεις για να είναι αποδεκτές οι τροποποιήσεις αυτές και πιο συγκεκριμένα να λαμβάνονται όλα τα πρακτικώς εφικτά μέτρα για το μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων στην κατάσταση του υδατικού συστήματος, οι τροποποιήσεις ή οι μεταβολές να αιτιολογούνται και να εκτίθενται ειδικά στο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού, να υπαγορεύονται επιτακτικά από το δημόσιο συμφέρον και να υπάρχουν σοβαρά οφέλη για την υγεία των ανθρώπων, για τη διαφύλαξη της ασφάλειάς τους ή για τη βιώσιμη ανάπτυξη και να μη μπορούν, για τεχνικούς λόγους ή λόγω υπέρμετρου κόστους, να επιτευχθούν με άλλα μέσα που συνιστούν πολύ καλύτερη περιβαλλοντική επιλογή οι ευεργετικοί στόχοι τους οποίους εξυπηρετούν οι τροποποιήσεις ή μεταβολές των υδατικών συστημάτων.

1.7.3.9 Η Οδηγία και η αγροτική πολιτική

Η αγροτική πολιτική της χώρας καθορίζεται από την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της Ε.Ε., η οποία διακρίνεται σε δύο βασικούς πυλώνες: ο πρώτος περιλαμβάνει τα μέτρα ενίσχυσης της αγοράς και του εισοδήματος, δηλαδή τις άμεσες ενισχύσεις και επιδοτήσεις, ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει τα μέτρα αγροτικής ανάπτυξης. Η πρόσφατα αναθεωρημένη ΚΑΠ περιέχει βασικές αλλαγές, όπως η ενιαία ενίσχυση και η αποδέσμευση από την παραγωγή, η υποχρεωτική πολλαπλή συμμόρφωση και η διαφοροποίηση. Οι αλλαγές αυτές τονίζουν περισσότερο τη σύνδεση της ανάπτυξης της υπαίθρου με την περιβαλλοντική προστασία και μπορούν να φέρουν σημαντικά οφέλη στην προσπάθεια προστασίας των υδατικών πόρων.

Σύμφωνα με τη νέα ΚΑΠ, οι περισσότερες επιδοτήσεις στους παραγωγούς είναι πλέον αποδεδειγμένες από το είδος της καλλιέργειας και την παραγωγή. Συνεπώς, οι παραγωγοί καθίστανται αρκετά ευέλικτοι στο τι θα καλλιεργήσουν, ευελιξία που ευνοεί την ανάπτυξη καλλιεργειών που ήταν μεν περιβαλλοντικά φιλικές και λιγότερο υδροβόρες, αλλά δεν ευνοούνταν από τις ενισχύσεις. Η πολλαπλή συμμόρφωση, αναγκαία προϋπόθεση για την ενιαία ενίσχυση, απαιτεί από τους παραγωγούς να τηρούν προσδιορισμένα πρότυπα ή κανονιστικές απαιτήσεις διαχείρισης, τα οποία μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν και τη συμμόρφωση με την Οδηγία-Πλαίσιο για το Νερό, τις Οδηγίες για τους Οικότοπους και τα Πουλιά, την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση κ.α. Η πολιτική της διαφοροποίησης, η ανακατανομή δηλαδή των πόρων προς όφελος των μέτρων αγροτικής ανάπτυξης, μπορεί να αποτελέσει ένα επιπλέον ουσιαστικό βήμα προς την περαιτέρω ενίσχυση προγραμμάτων και δράσεων αγροτικής ανάπτυξης της ΚΑΠ, τα οποία περιλαμβάνουν μέτρα υποστήριξης των παραγωγών και της υπαίθρου. Συγκεκριμένα, τα αγροπεριβαλλοντικά μέτρα, μπορούν να συνεισφέρουν άμεσα στην εφαρμογή των αρχών της Οδηγίας-πλαίσιο για το Νερό και να συμβάλουν σημαντικά στην ορθή διαχείριση υδατικών πόρων και στον εκσυγχρονισμό της γεωργίας.

Η ενσωμάτωση της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτων στην αγροτική πολιτική της χώρας μπορεί να πραγματοποιηθεί με ποικίλους τρόπους και εύκολα εφαρμόσιμους. Ένα πιθανό εμπόδιο προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να αποτελέσουν οι αναμενόμενες αντιδράσεις που συνοδεύουν κάθε σημαντική αλλαγή. Ο συντονισμός σε τοπικό, εθνικό και διακρατικό επίπεδο είναι δυνατό να παρακάμψει αυτού του είδους τις δυσκολίες. Συγκεκριμένα απαιτείται η επίλυση των προβλημάτων αποσπασματικού σχεδιασμού και ελλειπών συντονισμού μεταξύ των υπηρεσιών που είναι αρμόδιες για θέματα αγροτικής ανάπτυξης και εκείνων που ασχολούνται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων, ενώ τα προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης θα πρέπει να προσαρμόζονται στο επίπεδο της περιοχής Λεκάνης Απορροής Ποταμού.

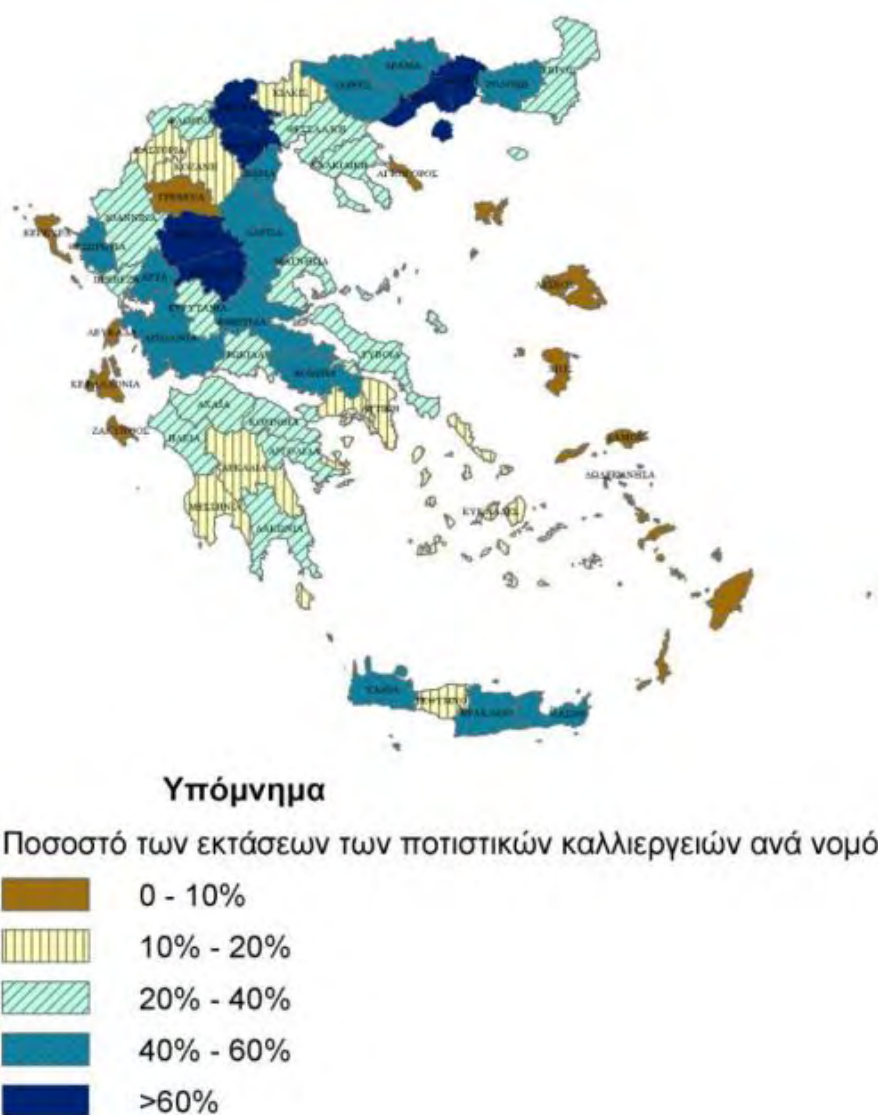
Αντίστοιχα, στα σχέδια διαχείρισης που προβλέπει η Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60 ΕΚ πρέπει να εξασφαλιστεί η συντονισμένη και επαρκής συμμετοχή του γεωργικού τομέα. Παράλληλα, θα πρέπει να γίνει σχεδιασμός και εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής ανάκτησης του κόστους νερού από τη γεωργική χρήση, και να εφαρμοστεί η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» στο γεωργικό τομέα, μετά από διαβούλευση με τους αγροτικούς φορείς. Η πολιτική επιλογή της επιδότησης κατά το μεταβατικό διάστημα 2006-2013 των ίδιων των αγροτών και όχι των αγροτικών προϊόντων πρόκειται να απαλλάξει προσωρινά τον αγροτικό

κόσμο από το άγχος της παραγωγής και να του επιτρέψει να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

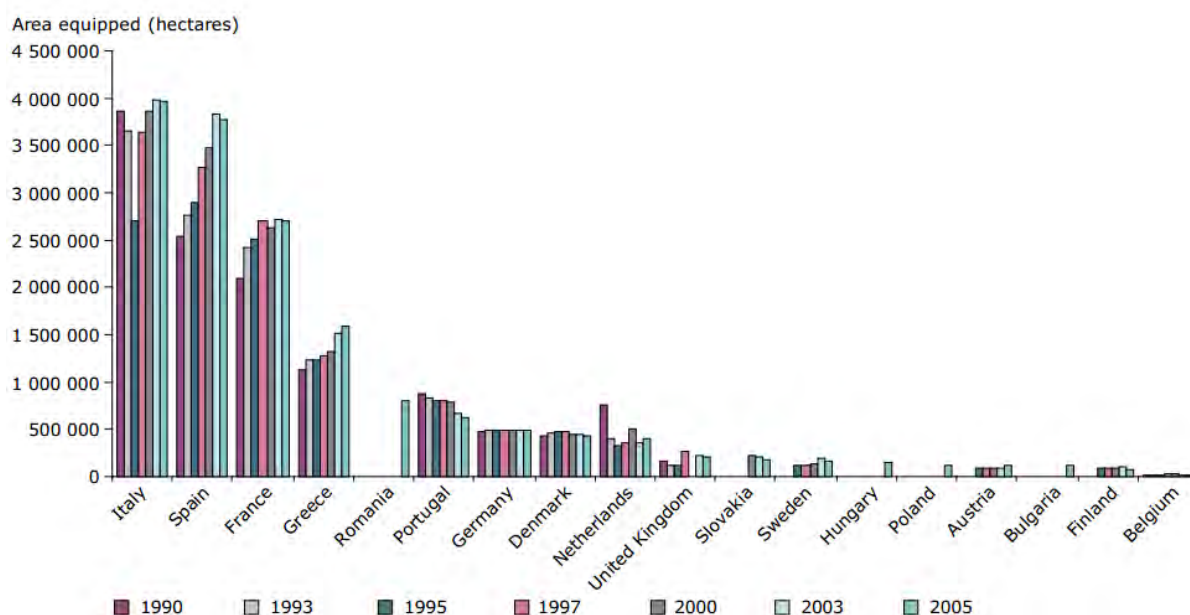
2.1 Γενικά

Η γεωργία αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραγωγικές δραστηριότητες της χώρας, με τις αγροτικές καλλιέργειες να αποτελούν τον κυριότερο καταναλωτή νερού στη χώρα (ποσοστό 85% στις καταναλωτικές χρήσεις). Η Ελλάδα, λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών της (σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και μέτρια επίπεδα ύψους βροχής) και του εξαιρετικά υψηλού ποσοστού αρδευόμενων εκτάσεων επί του συνόλου των εκτάσεών της, έχει αυξημένες αρδευτικές ανάγκες συγκριτικά με άλλες ευρωπαϊκές χώρες και ειδικότερα με βόρειες χώρες.



Σχήμα 2.1: Χάρτης ποτιστικών καλλιεργειών ανά νομό στην Ελλάδα (Πηγή: ΕΣΥΕ 2006, Μιγκίρος Γ., 2012)

Ο μέσος όρος των αρδευόμενων εκτάσεων δεν υπερβαίνει το 44% στο σύνολο των καλλιεργειών (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2009). Συγκεκριμένα, το ποσοστό των αρδευόμενων γεωργικών εκτάσεων στην Ελλάδα ανέρχεται στο 43% του συνόλου των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, δηλαδή 13.851.000 στρέμματα επί συνόλου 32.350.000 στρεμμάτων, ενώ περίπου το 53% των πεδινών εκτάσεων αρδεύεται, σύμφωνα και με το Σχήμα 2.1 (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2006). Συγκριτικά και με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, στην Ελλάδα παρατηρείται σταδιακή αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2: Μεταβολές στις αρδευόμενες εκτάσεις (σε εκτάρια) σε χώρες της Ε.Ε. (Πηγή: <http://www.eea.europa.eu>)

Οι ανάγκες της άρδευσης καλύπτονται σε ποσοστό 40% από υδραυλικά έργα και σε ποσοστό 60% από γεωτρήσεις, ενώ η φυσική προσφορά σε ανανεώσιμο ετησίως νερό είναι 70% από τα επιφανειακά ύδατα και 30% από τα υπόγεια. Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι η ανισορροπία μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης των αρδευόμενων εκτάσεων (2%/έτος ήτοι 240.000 στρέμματα/έτος) και των έργων αξιοποίησης επιφανειακών υδάτων (κύρια υδραυλικά έργα, λιγότερο του 1%/έτος, έναντι των αρδευόμενων εκτάσεων) γεγονός που προκαλεί την υπεράντληση των υπόγειων υδροφορέων με γεωτρήσεις. Το σημαντικότερο έλλειμμα σε νερό άρδευσης από υδραυλικά έργα προέκυψε την περίοδο 1980-2000, ρυθμός ανάπτυξης 0,8%/έτος. Από το 2000 και μετά οι ρυθμοί των έργων αυξάνονται συνεχώς (Μιγκίρος Γ., 2012).

Από τα συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα αρμοδιότητας του Υπουργείου Γεωργίας αρδεύεται έκταση 5.200.000 στρεμμάτων. Από αυτά, το 35–40% αρδεύεται με επιφανειακές μεθόδους, το 50–55% με συστήματα καταιονισμού και το 10% με στάγδην άρδευση και λοιπά συστήματα μικροαρδεύσεων. Το υπόλοιπο των αρδευόμενων εκτάσεων της χώρας αρδεύεται από ιδιωτικά αρδευτικά έργα (Υπουργείο Γεωργίας, 2002). Τα τελευταία χρόνια βέβαια παρατηρείται μια τάση αύξησης αναφορικά με τα ποσοστά του καταιονισμού και της στάγδην άρδευσης.

2.2 Εγχειοβελτιωτικά - αρδευτικά έργα

Τα εγχειοβελτιωτικά έργα έχουν σκοπό την εξασφάλιση και εξοικονόμηση νερού για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών, την ορθολογική διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων, τη μέριμνα για την ποιότητα των αρδευτικών νερών και την προστασία του εδάφους. Στόχος των εγχειοβελτιωτικών έργων είναι η αύξηση της προστιθέμενης αξίας των καλλιεργειών και τελικά η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της αγροτικής εκμετάλλευσης στην Ελλάδα μέσω των αρχών της αειφορικής γεωργίας.

Στην Ελλάδα, ο σχεδιασμός μεγάλων έργων εγγείων βελτιώσεων ξεκίνησε τη δεκαετία του 1930 (Μυλόπουλος Ι., 2007), κατά τη διάρκεια της οποίας κατασκευάστηκαν μεγάλα αρδευτικά και αποξηραντικά έργα, όπως της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης και της Κωπαΐδας, τα οποία επέτρεψαν την αύξηση της γεωργικής προσόδου στη χώρα. Παράλληλα, σχεδιάστηκαν μεγάλες διευθετήσεις ποταμού, όπως του Γαλλικού και του Αξιού ποταμού, που προστάτευσαν τις παραποτάμιες περιοχές από πλημμύρες και επέτρεψαν την αγροτική ανάπτυξη εκτεταμένων περιοχών, ενώ ξεκίνησε και ο σχεδιασμός πολλών μεγάλων φραγμάτων για την ορθολογική αξιοποίηση των υδατικών πόρων και την αντιμετώπιση της χωροχρονικής ανισοκατανομής τους στον ελλαδικό χώρο, όπως οι τεχνητές λίμνες Κερκίνης και Πλαστήρα που συνετέλεσαν στην αγροτική ανάπτυξη, αλλά και την περιβαλλοντική αναβάθμιση των εν λόγω περιοχών.

Σήμερα, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό αριθμό εκτεταμένων αρδευτικών δικτύων σε πεδινές εκτάσεις. Βέβαια, σε ορισμένες περιπτώσεις, υπάρχει έλλειψη αρδευτικών υποδομών και ενώ μπορεί να έχουν εκπονηθεί μελέτες ή να προχωρά η κατασκευή έργων με αργούς ρυθμούς. Η αρχική ένταση κατασκευής νέων εγχειοβελτιωτικών έργων υποχώρησε από τη δεκαετία του 1980 και μετά, ενώ τη δεκαετία του 1990 δόθηκε έμφαση σε μικρής κλίμακας έργα συλλογής νερού (λιμνοδεξαμενές).

Πηγές υδροδότησης των συλλογικών έργων είναι, σχεδόν αποκλειστικά, τα επιφανειακά νερά, ενώ για τα ιδιωτικά αρδευτικά έργα είναι κυρίως τα υπόγεια. Παράλληλα,

λειτουργεί και ένας σημαντικός αριθμός παράνομων αντλήσεων-γεωτρήσεων στα όρια δικαιοδοσίας των συλλογικών εγχειοβελτιωτικών έργων, αλλά και των ιδιωτικών έργων.

Δεδομένου ότι σήμερα ο περιβαλλοντικός παράγοντας είναι ιδιαίτερης σημασίας και οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι της κλιματικής αλλαγής, της ξηρασίας και της λειψυδρίας είναι ορατοί, ο σχεδιασμός των εγχειοβελτιωτικών έργων, σε μια χώρα όπου ο κύριος χρήστης υδατικών πόρων είναι η γεωργία, θα πρέπει να γίνεται με βάση την αρχή της εξισορρόπησης της ανάπτυξης με το περιβάλλον και την προστασία των υδατικών πόρων και των οικοσυστημάτων.

2.2.1 Διαχείριση των συλλογικών εγχειοβελτιωτικών έργων

Η διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των συλλογικών εγχειοβελτιωτικών έργων στην Ελλάδα ανήκει στην αρμοδιότητα 452 συνολικά φορέων και πιο συγκεκριμένα στην αρμοδιότητα 10 Γενικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ), 412 Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ), 2 Ειδικών Οργανισμών (Αυτόνομος Οργανισμός Στυμφαλίας Ασωπού Κορινθίας και Οργανισμός Κωπαΐδας), 22 Προσωρινών Διοικουσών Επιτροπών και 6 Τοπικών Επιτροπών Άρδευσης (Κουτσογιάννης Δ., Ευστρατιάδης Α., 2013).

Όλα τα φυσικά και νομικά πρόσωπα, τα οποία έχουν εμπράγματα δικαιώματα ή είναι ιδιοκτήτες ακινήτων τα οποία ωφελούνται από τη λειτουργία ενός συλλογικού έργου, γίνονται υποχρεωτικά μέλη του Τοπικού Οργανισμού Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ) υπό την αρμοδιότητα του οποίου βρίσκεται το συλλογικό έργο (β' τάξεως). Οι ΤΟΕΒ διοικούνται από τετραετούς θητείας αιρετά διοικητικά συμβούλια, εκλεγμένα από τις τοπικές συνελεύσεις των παραγωγών-μελών με ψηφοφορία, κατά την οποία η ψήφος κάθε μέλους είναι ανάλογη της ιδιοκτησίας που κατέχει εντός των ορίων του συλλογικού έργου.

Αντίθετα, οι Γενικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ) συστήνονται από το κράτος και έχουν την ευθύνη για τη διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση των έργων γενικότερης σημασίας (α' τάξεως), ενώ παρακολουθούν, συντονίζουν και καθοδηγούν τους ΤΟΕΒ που βρίσκονται στην περιοχή δικαιοδοσίας τους, εξασφαλίζοντας την ομαλή υδροδότηση και λειτουργία των τοπικών έργων β' τάξεως, τα οποία διοικούνται από τους ΤΟΕΒ. Οι ΟΕΒ διοικούνται από συμβούλια, τα οποία αποτελούνται από δύο αιρετά μέλη (αντιπροσώπους των παραγωγών) και πέντε υπαλλήλους δημόσιου και ιδιωτικού δικαίου και ελέγχονται και εποπτεύονται από το κράτος. Οι ΟΕΒ κάθε χρόνο, με βάση τις υφιστάμενες πηγές υδροδότησης, συντάσσουν πρόγραμμα καλλιέργειας και ανάλογα με τις προβλεπόμενες δαπάνες διοίκησης, λειτουργίας και συντήρησης των έργων, καταρτίζουν

ισοσκελισμένο ετήσιο προϋπολογισμό, συμπεριλαμβάνοντας και τυχόν άλλες δαπάνες (δάνεια, αποζημιώσεις κλπ.). Τις δαπάνες αυτές τις κατανέμουν αναλογικά στους ωφελούμενους από τα έργα και τις εισπράττουν σαν στρεμματικές εισφορές ή αρδευτικά τέλη ή αντίτιμο χρήσης νερού, με βάση τις ισχύουσες διατάξεις για την κατανομή.

Αντίστοιχα, οι Ειδικοί Οργανισμοί, οι οποίοι είναι Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου, διοικούνται από επταμελές διοικητικό συμβούλιο, εκ των οποίων τρία μέλη είναι αιρετά από τους παραγωγούς στην περιοχή δικαιοδοσίας των έργων. Οι Προσωρινές Διοικούσες Επιτροπές συστήνονται από παραγωγούς-μέλη των ΤΟΕΒ σε περίπτωση απροθυμίας εκλογής διοικητικού συμβουλίου και ασκούν τις αρμοδιότητες του διοικητικού συμβουλίου των ΤΟΕΒ. Οι Τοπικές Επιτροπές Άρδευσης (ΤΕΑ) είναι Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου και συγκροτούνται από δημοσίους υπαλλήλους και παραγωγούς για τη διοίκηση έργων με βάση τις διατάξεις του Ν.Δ. 608/48 (Υπουργείο Γεωργίας, 2002).

2.2.2 Κυριότερα προβλήματα και δυνατότητες επίλυσης

Η γεωργία, και πιο συγκεκριμένα η άρδευση, αποτελεί τον κύριο χρήστη νερού στην Ελλάδα με υψηλό ποσοστό κατανάλωσης νερού και το υψηλότερο σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό, αποτελεί δείκτη της αγροτικής φυσιογνωμίας στην Ελλάδα και καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξή της. Βέβαια, η άρδευση στην Ελλάδα διαφοροποιείται σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, καθώς διαμορφώνεται από ειδικούς φυσικούς και κλιματολογικούς παράγοντες, με ιδιαίτερα υψηλή εξατμοδιαπνοή και έλλειψη βροχοπτώσεων κατά τη θερινή περίοδο, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργειών να εμφανίζει μεγάλες ανάγκες σε νερό.

Για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών και κατ' επέκταση του συνόλου των υδροδοτικών αναγκών, η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση νερού αποτελεί μονόδρομο. Η εξοικονόμηση νερού στην άρδευση μπορεί να επιτευχθεί τόσο με αποδοτικότερες μεθόδους άρδευσης, όπως με τη χρήση της στάγδην άρδευσης σε αντικατάσταση της επιφανειακής άρδευσης, τη χρήση εναλλακτικών υδατικών πόρων, όπως με την επαναχρησιμοποίηση του νερού, όσο και με την επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών. Προκειμένου βέβαια να είναι αποτελεσματική η εξοικονόμηση νερού στην άρδευση, απαιτούνται οι κατάλληλες υποδομές (εγγειοβελτιωτικά έργα), η εφαρμογή στρατηγικής αγροτικής πολιτικής και η χρήση οικονομικών διαχειριστικών εργαλείων.

Οι φυσικές χρονικές διακυμάνσεις της διαθεσιμότητας υδατικών πόρων καθορίζουν και την επάρκεια αρδευτικού νερού, η οποία δεν είναι πάντα εφικτή, καθώς σε περιόδους ξηρασίας δεν είναι δυνατή η πλήρης κάλυψη των αρδευτικών αναγκών ακόμη και σε

περιπτώσεις όπου υφίστανται εγγειοβελτιωτικές υποδομές όπως ταμιευτήρες υπερετήσιας ρύθμισης της ροής. Οι συνέπειες της ξηρασίας σε περιοχές με καλλιεργήσιμες εκτάσεις όπου δεν υφίστανται ανάλογες υποδομές είναι δραματικότερες. Οι δράσεις για την αντιμετώπιση των συνεπειών μιας ξηρασίας θα έπρεπε να εστιάζουν πρωτίστως σε διαχειριστικά σχέδια επιμερισμού των ελλειμμάτων κατά τις περιόδους ξηρασίας, όπως με την αναστολή της άρδευσης των ετήσιων καλλιεργειών και τη διάθεση νερού στις πολυετείς δενδρώδεις καλλιέργειες κατά προτεραιότητα και τη διασφάλιση του αγροτικού πληθυσμού, όπως με σχετικές ασφαλίσεις και αποζημιώσεις για τις περιπτώσεις αυτές, καθώς η εναλλακτική λύση εξεύρεσης πρόσθετων ποσοτήτων νερού δεν είναι πάντα αποτελεσματική.

Επιπλέον, η διάθεση αγροτικού νερού μέσω συλλογικών δικτύων χωρίς την ανάλογη χρέωση, δημιουργεί σοβαρές αρνητικές συνέπειες, καθώς η μη καταμέτρηση και τιμολόγηση του νερού οδηγεί σε σπάταλη χρήση του. Προκειμένου να δοθεί κίνητρο για εξοικονόμηση νερού, θα έπρεπε να γίνεται συστηματική καταγραφή των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη και να επιμερίζεται αναλόγως το κόστος του νερού με αντισταθμιστικά οφέλη για τους φορείς διαχείρισης των εγγειοβελτιωτικών έργων (ΤΟΕΒ) και την ανταποδοτικότητα των εσόδων τους σε έργα εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης των υφιστάμενων συλλογικών δικτύων και εγγειοβελτιωτικών υποδομών.

Σε πολλές περιοχές, η εντατικοποίηση των γεωργικών δραστηριοτήτων και της άρδευσης εν γένει, συνέβαλε στην υποβάθμιση των υδροφορέων και πιο συγκεκριμένα σε ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση λόγω τόσο της υπερεκμετάλλευσης όσο και της ρύπανσής τους. Η υπεράντληση οδήγησε σε ταπείνωση της στάθμης των υδροφορέων, τη μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων, την επιβάρυνση του ενεργειακού και οικονομικού ισοζυγίου, αλλά και την πρόκληση φαινομένων, όπως η καθίζηση των εδαφών. Σε περιπτώσεις παράκτιων υδροφορέων, η υπεράντληση προκαλεί την εισχώρηση θαλασσινού νερού στην ξηρά (υφαλμύρωση), με αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση του υπόγειου νερού. Τέλος, και η εκτεταμένη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, ως μη σημειακή πηγή ρύπανσης που διεισδύει μέσω του εδάφους και οδηγείται στους υπόγειους υδροφορείς, έχει οδηγήσει σε ποιοτική υποβάθμιση του υπόγειου νερού. Η κρισιμότητα της κατάστασης των υπόγειων υδροφορέων απαιτεί τη λήψη μέτρων προστασίας από περαιτέρω υποβάθμιση και την εξυγίανσή τους και πιο συγκεκριμένα τη δραστική μείωση των αντλήσεων υπόγειου νερού, την υποκατάσταση των απολήψεων υπόγειου νερού με επιφανειακό και τον τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων. Προς την κατεύθυνση αυτή, θα πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα η κατασκευή έργων ταμίευσης επιφανειακού νερού, αλλά και η μείωση μεγάλου μέρους των αρδευόμενων εκτάσεων και η μετατροπή τους σε ξηρικές

καλλιέργειες. Ο περιορισμός της ρύπανσης μπορεί να επιτευχθεί και μέσω της επέκτασης της βιολογικής γεωργίας, γεγονός που θα συμβάλλει παράλληλα και στην αύξηση της διατροφικής αξίας των αγροτικών προϊόντων.

Η ενεργειακή εξάρτηση του αγροτικού τομέα από τη χρήση πετρελαίου για την παραγωγή λιπασμάτων, την κίνηση των αγροτικών μηχανημάτων, σε πολλές περιπτώσεις την άντληση νερού ή τη μεταφορά των αγροτικών προϊόντων, δημιουργεί επιβάρυνση στον ενεργειακό τομέα. Η λύση στο ενεργειακό πρόβλημα της γεωργίας θα μπορούσε να δοθεί μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι οι βιοενεργειακές καλλιέργειες, όπου με την παραγωγή βιοκαυσίμων, η γεωργία μπορεί να συμβάλλει στην παραγωγή ενέργειας, αλλά και η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ενέργειας.

Η ανάπτυξη των σύγχρονων τεχνολογιών και η ενίσχυση της έρευνας σε θέματα αγροτικής παραγωγής μπορεί να οδηγήσει στη βιωσιμότητα του αγροτικού τομέα και κύρια σημεία η αποδοτικότερη διαχείριση η βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του αρδευτικού νερού, καθώς και η ανάπτυξη βελτιωμένων ποικιλιών καλλιεργειών προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά είτε ως ξηρικές καλλιέργειες είτε ως καλλιέργειες παραγωγής βιοκαυσίμων. Παράλληλα, απαιτείται η διαμόρφωση ενός σύγχρονου μοντέλου οργάνωσης και διαχείρισης των θεμάτων του αγροτικού τομέα, το οποίο θα προσαρμόζεται σε νέες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις.

2.3 Συστήματα άρδευσης

Τα αρδευτικά έργα αποτελούν ένα σύνολο εγκαταστάσεων, συσκευών και οργάνων που έχει ως στόχο τη χορήγηση νερού στις καλλιέργειες. Ο σχεδιασμός των αρδευτικών έργων γίνεται με γνώμονα την ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργειών με τον πιο οικονομικό τρόπο, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τη θεώρηση ότι η αποδοτικότητα ενός αρδευτικού έργου είναι άμεσα εξαρτημένη από τις απώλειες του νερού που προκαλούνται (Λατινόπουλος Π., Κρεστενίτης Ι., 1998).

Ένα τυπικό αρδευτικό έργο αποτελείται από έργα εγκατάστασης, συλλογής (γεωτρήσεις, φράγματα υδροσυλλογής, έργα υδρομάστευσης πηγών ή συλλογής επιφανειακών νερών, λιμνοδεξαμενές ή και συνδυασμός αυτών) και αποθήκευσης (ταμιευτήρες για την κάλυψη εποχιακής ανισοκατανομής ή δεξαμενές εξισορρόπησης) του νερού, από ένα δίκτυο σωληνωτών αγωγών ή διωρύγων μεταφοράς και διανομής του αρδευτικού νερού, καθώς και ένα σύστημα άρδευσης ή ένα σύστημα εφαρμογής του νερού στο έδαφος (εγκαταστάσεις, κατασκευές και όργανα που χρησιμοποιούνται ανά αρδευτική μονάδα).

Τα συστήματα άρδευσης ονομάζονται και μέθοδοι άρδευσης. Κάθε σύστημα άρδευσης αποτελείται από ένα σύνολο εγκαταστάσεων, κατασκευών και οργάνων που χρησιμοποιούνται επιτόπου για την άρδευσης κάθε αρδευτικής μονάδας, όπου ως αρδευτική μονάδα λογίζεται η έκτασης γης για την άρδευση της οποίας υπάρχει μία μόνη και αποκλειστική υδροληψία (Λατινόπουλος Π., Κρεστενίτης Ι. 1998). Τα συστήματα άρδευσης εξελίχθηκαν κατά τη διάρκεια του χρόνου με βάση την εμπειρική θεώρηση και διαφοροποιούνται ανάλογα με τις εκάστοτε εδαφικές συνθήκες, την τοπογραφική διαμόρφωση της επιφάνειας του εδάφους, το είδος των καλλιεργειών και τη γεωργοτεχνική παράδοση των αγροτών. Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί σύγχρονες μέθοδοι έλεγχου της εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού και της ομοιόμορφης άρδευσης (εφαρμοσμένη γεωργία ή γεωργία ακριβείας).

Η κατηγοριοποίηση των συστημάτων ή μεθόδων άρδευσης γίνεται με βάση τον τρόπο εφαρμογής του νερού στην καλλιέργεια ως εξής:

- α. Επιφανειακή άρδευση
- β. Υπόγεια άρδευση
- γ. Άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή
- δ. Τοπική άρδευση ή άρδευση με σταγόνες.

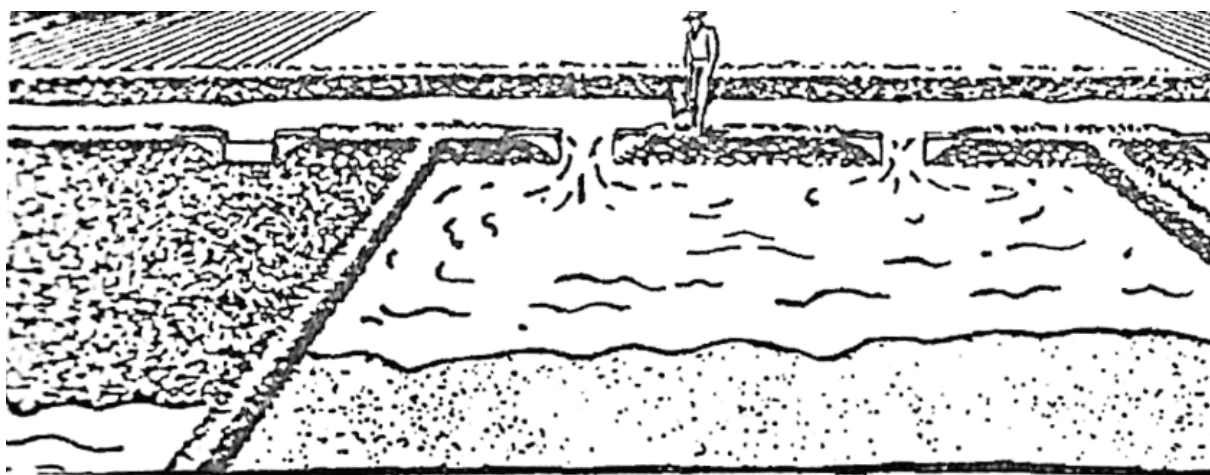
Από τα προαναφερόμενα συστήματα άρδευσης, η επιφανειακή άρδευση εφαρμόστηκε ιστορικά πρώτη και αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο εφαρμογής του αρδευτικού νερού. Η υπόγεια άρδευση, όπου το νερό μέσω τάφρων μεταφέρεται στις καλλιέργειες και με οριζόντια διήθηση στο ριζικό σύστημα των φυτών, τείνει να εξαφανιστεί εξαιτίας της υψηλής σπατάλης νερού. Οι άλλες δύο μέθοδοι εφαρμόζονται κατά κόρον τα τελευταία χρόνια. Γενικά, οι μέθοδοι άρδευσης, εκτός από τον έλεγχο του διοχετευόμενου νερού στην καλλιέργεια, καθορίζουν και τη χάραξη του δικτύου διανομής του νερού.

2.3.1 Επιφανειακή άρδευση

Η μέθοδος της επιφανειακής άρδευσης περιλαμβάνει την εφαρμογή του νερού στην καλλιέργεια διαμέσω ενός συστήματος ανοικτών αγωγών, το οποίο εξυπηρετεί τόσο τη μεταφορά όσο και τη διήθηση του νερού στο έδαφος. Οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης μπορούν να διακριθούν στην άρδευση με κατάκλυση, την άρδευση με αυλάκια και την άρδευση με λωρίδες.

α. Επιφανειακή άρδευση με κατάκλυση

Η μέθοδος αυτή, η οποία αποτελεί την απλούστερη και αρχαιότερη μέθοδο εφαρμογής του αρδευτικού νερού, διηθεί το νερό μέσα στο έδαφος κατά το χρόνο της παραμονής του πάνω σ' αυτό. Συγκεκριμένα, κατά την εφαρμογή της μεθόδου, η καλλιέργεια χωρίζεται με προσωρινά ή μόνιμα χωμάτινα αναχώματα σε μικρής έκτασης, σχεδόν οριζόντιες λεκάνες, στις οποίες παροχετεύεται νερό μέχρι να φτάσει σε βάθος ίσο με το ολικό βάθος άρδευσης, οπότε διακόπτεται η παροχή και το νερό αφήνεται να διηθηθεί στο έδαφος και εξαπλώνεται σε πολύ εκτεταμένες επιφάνειες (Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3: Άρδευση με κατάκλυση (Πηγή: Μυλόπουλος Ι., 2007)

Προκειμένου να είναι επιτυχής η εφαρμογή της μεθόδου, θα πρέπει η επιφάνεια του εδάφους να έχει σχεδόν μηδενική κλίση, οι διαστάσεις των λεκανών να είναι μικρές και το μέγεθός τους να διαμορφώνεται ανάλογα με τη διηθητικότητα του εδάφους, την κλίση της επιφάνειας του εδάφους και τη διαθέσιμη ποσότητα νερού. Ο ρυθμός εφαρμογής της αρδευτικής παροχής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιος του ρυθμού διήθησης του νερού στο έδαφος. Τα αναχώματα διαχωρισμού των λεκανών είναι είτε προσωρινά είτε μόνιμα. Τα προσωρινά αναχώματα κατασκευάζονται για μια άρδευση ή, το πολύ, για μια αρδευτική περίοδο. Μόνιμα αναχώματα κατασκευάζονται σε περιπτώσεις πολυετών καλλιεργειών και για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται χώμα από όλη την επιφάνεια της λεκάνης.

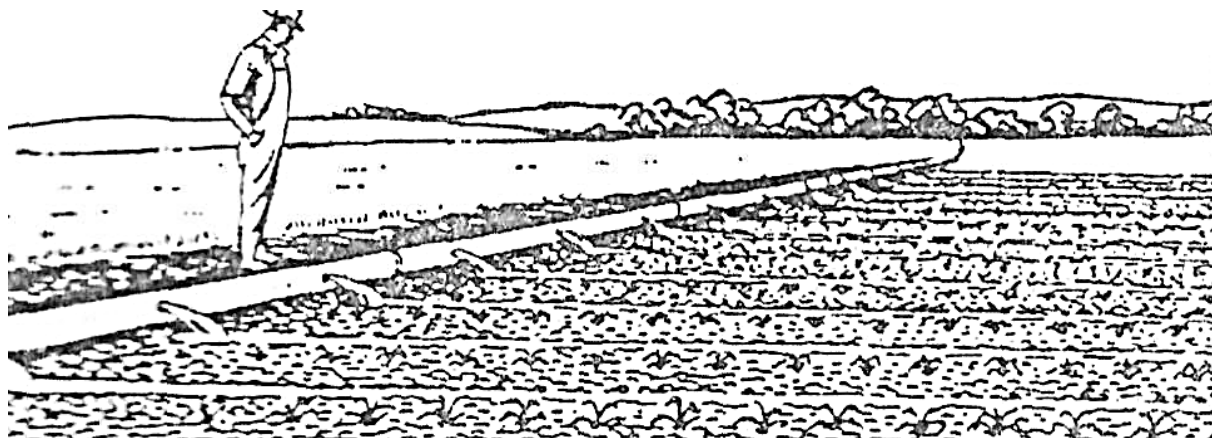
Η άρδευση με κατάκλυση έχει σήμερα περιορισμένη εφαρμογή, καθώς για την εφαρμογή της απαιτούνται μεγάλες ποσότητες αρδευτικού νερού, πολύπλοκο και δαπανηρό σύστημα διανομής του νερού και εντατική απασχόληση προσωπικού. Η εφαρμογή της γίνεται για την άρδευση ορυζώνων, οι οποίοι απαιτούν σχεδόν συνεχή κατάκλυση των εδαφών με

νερό, την άρδευση οπωρώνων, σε περιπτώσεις όπου το αρδευτικό νερό έχει αιωρούμενα κατάλληλα συστατικά και πραγματοποιείται υδρολίπανση ή υδραυλική επίχωση γαιών, καθώς και σε περιπτώσεις αναγκαιότητας εφαρμογής μεγάλων ποσοτήτων αρδευτικού νερού για την απόπλυση αλατούχων ή αλατουχοαλκαλιωμένων εδαφών.

Ειδικότερα, η ανεξέλεγκτη εφαρμογή του νερού έχει ως συνέπεια την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων νερού, κυρίως με βαθιά διήθηση, την ανομοιόμορφη κατανομή του νερού πάνω στην αρδευόμενη επιφάνεια, την παραμονή του νερού στο έδαφος πέρα από το ανεκτό για τα φυτά χρονικό όριο, αλλά και τη δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη υδροχαρών ζιζανίων.

β. Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια

Στη μέθοδο αυτή, που αποτελεί τον κύριο τρόπο άρδευσης των γραμμικών καλλιεργειών, το χωράφι διαμορφώνεται σε αυλάκια συνήθως με διεύθυνση προς τη μέγιστη κλίση, στο πάνω μέρος των οποίων παροχετεύεται το νερό με μικρή παροχή (Σχήμα 2.4). Με τον τρόπο αυτό, μέρος μόνο της επιφάνειας του χωραφιού σκεπάζεται με νερό. Η διήθηση του νερού από τα αυλάκια είναι κατακόρυφη και πλευρική. Η πλευρική διήθηση είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα γιατί, κυρίως με αυτή, εφοδιάζονται με νερό τα φυτά που καλλιεργούνται στις ράχες μεταξύ των αυλακών, ενώ επηρεάζει και την κατανομή των διαλυτών αλάτων και των λιπασμάτων που δεν δεσμεύονται από το έδαφος. Η κατανομή της υγρασίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους.



Σχήμα 2.4: Άρδευση με αυλάκια (Πηγή: Μυλόπουλος Ι., 2007)

Η παροχή που εφαρμόζεται στα αυλάκια είναι συνάρτηση των διαστάσεων και της διαθροικότητάς τους. Γενικά, η διάβρωση του εδάφους κατά την άρδευση με αυλάκια είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι με περιορισμένη διάχυση, γιατί στα αυλάκια το νερό βρίσκεται σε άμεση

επαφή με το έδαφος, ενώ στην περιορισμένη διάχυση η επιφάνεια του εδάφους προστατεύεται ήδη από την καλλιέργεια. Ο βαθμός διαβρώσεως εξαρτάται από το έδαφος και την ταχύτητα κινήσεως του νερού, καθώς τα αμμώδη εδάφη είναι πιο ευκολοδιάβρωτα από τα αργιλώδη. Η ταχύτητα του νερού εξαρτάται από την κλίση του εδάφους και την παροχή.

Στην αρχή της άρδευσης εφαρμόζεται μεγάλη παροχή για να φτάσει το νερό όσο γίνεται γρηγορότερα στο τέρμα, ενώ στη συνέχεια περιορίζεται έτσι που να καλύπτει μόνο τις ανάγκες διηθήσεως από την αρχή μέχρι το τέλος του αυλακιού. Γενικά, ο χρόνος που χρειάζεται για την άρδευση μιας συγκεκριμένης έκτασης ή για την εφαρμογή μιας ορισμένης ποσότητας νερού, είναι σημαντικά μεγαλύτερος κατά την άρδευση με αυλάκια παρά με περιορισμένη διάχυση ή κατάκλυση, γιατί στα αυλάκια η διήθηση του νερού στο έδαφος γίνεται από μέρος μόνο της επιφάνειας του, ενώ στις άλλες δύο από ολόκληρη.

Τα αυλάκια χρησιμοποιούνται για την άρδευση όλων των γραμμικών καλλιεργειών και τον οπωρώνων σε εδάφη με μικρή κλίση. Αυλάκια όμως μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σε επικλινή και τοπογραφικά ανομοιόμορφα χωράφια, όπου και ακολουθούν ισοκλινείς με μικρή κλίση, έχουν ακανόνιστη διεύθυνση και διαστάσεις που επιτρέπουν μεγάλη παροχή. Η διάταξη αυτή εφαρμόζεται κυρίως για την άρδευση οπωρώνων σε επικλινή εδάφη.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην κατανομή των αλάτων όταν τα χωράφια αρδεύονται με αυλάκια, καθώς λόγω του τρόπου με τον οποίο κινείται το νερό στο έδαφος, τα άλατα συγκεντρώνονται στο μεταξύ των αυλακών έδαφος και κοντά στην επιφάνεια της ράχης. Διαδοχικές αρδεύσεις με τα ίδια αυλάκια έχουν σαν συνέπεια την αύξηση της αλατότητας στο μεταξύ τους διάστημα, που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην καλλιέργεια σε περιοχές όπου η βροχόπτωση δεν επαρκεί για την έκπλυσή τους. Σε τέτοιες περιπτώσεις, πρέπει να αλλάζει διαδοχικά η θέση των αυλακών ή/και να εφαρμόζεται προάρδευση με περιορισμένη διάχυση ή καταιονισμό (Παπαζαφειρίου Ζ., 1998).

γ. Επιφανειακή άρδευση με λωρίδες ή άρδευση με περιορισμένη διάχυση

Στη μέθοδο της περιορισμένης διάχυσης, το χωράφι χωρίζεται σε λωρίδες με παράλληλα αναχώματα κατά τη φορά της μέγιστης κλίσης με την εγκάρσια κλίση να είναι συνήθως μηδενική. Το νερό παροχετεύεται στο πάνω άκρο των λωρίδων και κινείται μονοδιάστατα προς τα κάτω. Τα αναχώματα που χωρίζουν τις λωρίδες κατασκευάζονται είτε προσωρινά είτε μόνιμα. Στην πρώτη περίπτωση, το χωράφι χωρίζεται με πρόχειρα αναχώματα κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης που κατασκευάζονται με χώματα από δανειστικές τάφρους και από τις δύο πλευρές τους. Επειδή κατά την άρδευση το νερό μπαίνει μέσα στις τάφρους αυτές και κινείται γρήγορα προς τα κάτω, καταστρέφοντας την ομοιομορφία της άρδευσης, οι

τάφροι πρέπει να διακόπτονται κατά διαστήματα ώστε το νερό να διασκορπίζεται σε όλη τη λωρίδα. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται για την άρδευση οπωρώνων στους οποίους υπάρχει συγκαλλιέργεια και για την προάρδευση χωραφιών που σπέρνονται με γραμμικές καλλιέργειες, οι οποίες στη συνέχεια αρδεύονται με αυλάκια. Μόνιμα αναχώματα κατασκευάζονται σε χωράφια με πολυετείς καλλιέργειες και κυρίως μηδική.

Ανομοιομορφία στην κλίση κατά μήκος της λωρίδας συνεπάγεται μεγάλη ανομοιομορφία στην κατανομή του νερού. Η εγκάρσια κλίση των λωρίδων πρέπει να είναι μηδενική, όμως μια μικρή κατά πλάτος υψομετρική δε δημιουργεί σοβαρά προβλήματα ανομοιομορφίας στην κατανομή του νερού. Το σημαντικό στη μέθοδο αυτή είναι ο καθορισμός του μήκους και του πλάτους των λωρίδων, καθώς οι παράγοντες αυτοί συνεπάγονται καλή ομοιομορφία κατανομής του νερού. Το μήκος είναι συνάρτηση της κλίσης του εδάφους, της διηθητικότητας και της παροχής άρδευσης. Το πλάτος των λωρίδων διαμορφώνεται ανάλογα με την εγκάρσια και κατά μήκος κλίση, την παροχή άρδευσης και την καλλιέργεια. Ένας άλλος ρυθμιστικός παράγοντας του πλάτους των λωρίδων είναι η παροχή. Τέλος, και το είδος καλλιέργειας επηρεάζει έμμεσα το πλάτος, ανάλογα με το χώρο που χρειάζονται τα ειδικά κατά περίπτωση καλλιεργητικά μηχανήματα για την εκτέλεση των ελιγμών τους.

Για την αύξηση της απόδοσης της μεθόδου, θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατό η επιφανειακή απορροή και το λίμνασμα του νερού σε ορισμένες θέσεις της λωρίδας, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί με περιορισμό της παροχής μετά από κάποιο χρόνο κατά τη διάρκεια της άρδευσης ή/και με πλήρη διακοπή της πριν το νερό φτάσει στο κάτω άκρο της λωρίδας. Η επιφανειακή απορροή εμποδίζεται με την κατασκευή αναχώματος στο κάτω άκρο της λωρίδας. Το λίμνασμα του νερού στο κάτω μέρος περιορίζεται με διακοπή των παράλληλων αναχωμάτων πριν από το τέρμα της λωρίδας. Αυτό επιτρέπει το νερό να μετακινηθεί προς τις γειτονικές λωρίδες που ακόμη δεν έχουν αρδευτεί. Όταν έρθει η σειρά και αυτών να αρδευτούν, η παροχή διακόπτεται νωρίτερα από τον κανονικό χρόνο. (Παπαζαφειρίου Ζ., 1998).

2.3.2 Υπόγεια άρδευση

Η υπόγεια άρδευση ή υπάρδευση συνίσταται στην τεχνητή ρύθμιση της στάθμης του υπόγειου νερού (με προσθήκη νερού) σε κατάλληλο υψόμετρο ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη αναλογία νερού και αέρα μέσα στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών. Έτσι, η υπόγεια άρδευση μπορεί να θεωρηθεί ως το αντίστροφο της στράγγισης. Η εφαρμογή της υπόγειας άρδευσης είναι πολύ διαδεδομένη σε βροχερές περιοχές, καθώς συνδυάζεται άριστα με το

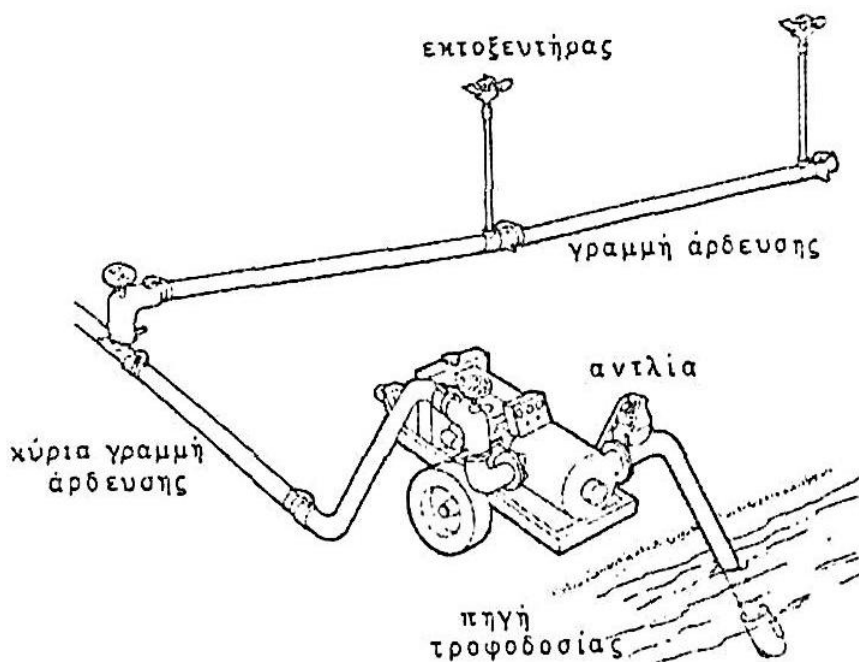
υπάρχον σύστημα στράγγισης των νερών της βροχής. Έτσι, κατά τις περιόδους ξηρασίας, όταν η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από τη βροχοπτώση, εμποδίζεται η ροή του νερού στις τάφρους στράγγισης και με αυτό τον τρόπο ρυθμίζεται το ύψος της υπόγειας στάθμης, για τον εφοδιασμό των καλλιεργειών με νερό. Το σύστημα αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στην Ολλανδία όπου το κλίμα, η τοπογραφία και τα αξιοποιηθέντα από τη θάλασσα εδάφη (Polders) απαίτησαν την κατασκευή στραγγιστικών τάφρων. Συνήθως, τα Polders της Ολλανδίας είναι 2-5 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Κάθε κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών (μόνιμη απειλή για τα Polders) κατά τη διάρκεια της υπόρρευσης, όπου έχουμε ανοδική κίνηση του νερού, αντισταθμίζεται από την προς τα κάτω κίνηση του νερού κατά την βροχερή περίοδο. Η υπόγεια άρδευση γίνεται είτε με υπόγειες σωληνώσεις είτε με διάτρητες σωληνώσεις από τις οποίες το νερό διαβρέχει το έδαφος με βαρύτητα, τριχοειδή ανύψωση και διάχυση.

Η υπόγεια άρδευση είναι αποτελεσματική σε ξηρά εδάφη με μικρή υδατοϊκανότητα και υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα, καθώς η εξάτμιση νερού είναι ελάχιστη και η ανάπτυξη των καλλιεργειών είναι καλή. Επίσης, οι απαιτήσεις σε εργατικά χέρια για την εφαρμογή της είναι πολύ μικρές. Επίσης, κατά την εφαρμογή της, η ανάπτυξη αγριόχορτων είναι ελάχιστη και δεν απαιτούνται ισοπεδώσεις, αυλακώσεις κ.λπ. Βέβαια, με την υπόγεια άρδευση ενός χωραφιού, επηρεάζονται και τα γειτονικά κτήματα. Η ποιότητα του νερού πρέπει να είναι καλή για να αποφευχθούν προβλήματα αλάτωσης των εδαφών, χρειάζεται εντατικότερη στράγγιση και απόπλυση των εδαφών για τον έλεγχο της περιεκτικότητας των σε άλατα, ενώ η βλάστηση των σπόρων δεν είναι ομοιόμορφη εάν ο έλεγχος της υπόγειας στάθμης είναι ακανόνιστος (Θεοχάρης Μ., 2000).

2.3.3 Άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή

Η μέθοδος εφαρμογής του νερού σε όλη την επιφάνεια του αγρού υπό τύπο ψεκασμού, δηλαδή κατά τρόπο που προσομοιάζει με τις φυσικές βροχοπτώσεις, ονομάζεται άρδευση με καταιονισμό (Σχήμα 2.5). Ο καταιονισμός αποτελεί τον φυσικότερο τρόπο εφαρμογής του νερού στο χωράφι, καθώς μιμούμενος τη φυσική βροχή, με τους εκτοξευτήρες και την κατάλληλη διάταξη τους, επιδιώκεται η ομοιόμορφη διαβροχή του χωραφιού με νερό, το οποίο διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα υπό ακόρεστες συνθήκες ροής. Ο καταιονισμός προσαρμόζεται για άρδευση όλων των εμπορεύσιμων καλλιεργειών, κάτω από μεγάλη ποικιλία εδαφικών συνθηκών. Η μέθοδος συνιστάται όταν η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι σχετικά μικρή και όταν το έδαφος είναι πολύ διαπερατό, ανομοιόμορφο, αβαθές, με υψηλή υπόγεια στάθμη, μεγάλη κλίση και ανώμαλη τοπογραφία.

Η άρδευση με καταιονισμό, παρόλο ότι θεωρείται σήμερα μία σύγχρονη μέθοδος άρδευσης, είναι γνωστή από παλαιότερα χρόνια. Τα παλαιότερα συγκροτήματα άρδευσης με καταιονισμό αποτελούνταν, κατά το πλείστον, από μόνιμες σωληνώσεις σιδήρου ή χυτοσιδήρου και γενικά από βαριά υλικά, τα οποία καθιστούσαν ασύμφορη την επέκταση της μεθόδου για την άρδευση των συνήθων καλλιεργειών. Η κατά τα τελευταία χρόνια ανάπτυξη των περιστροφικών εκτοξευτήρων και των ελαφρών πλαστικών σωλήνων, συντέλεσε στη χρησιμοποίηση της μεθόδου σε μεγάλη κλίμακα.



Σχήμα 2.5: Σύστημα άρδευσης με τεχνητή βροχή (Πηγή: Μυλόπουλος Ι., 2007)

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου άρδευσης με καταιονισμό είναι:

- α. Δυνατότητα εφαρμογής των αρδεύσεων σε εδάφη που δεν προσφέρονται για επιφανειακή άρδευση, όπως εδάφη με κλίση μεγαλύτερη του 4-5%, πολύ ελαφρά εδάφη με μεγάλη διηθητικότητα και γενικά εδάφη με μήκη διαδρομής του νερού κάτω των 100 μέτρων.
- β. Άμεση αξιοποίηση της επένδυσης χρημάτων, καθώς τα δίκτυα καταιονισμού κατασκευάζονται ταχύτατα από προκατασκευασμένα υλικά κατασκευής.
- γ. Οικονομία αρδευτικού νερού, καθώς ο καταιονισμός έχει βαθμό αποδόσεως άρδευσης 85-90%, ενώ οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης 50-70%.
- δ. Δεν καταστρέφεται καλλιεργήσιμη έκταση, καθώς γίνεται προσωρινή εκσκαφή για την τοποθέτηση των υπόγειων αγωγών, η οποία αποκαθίσταται αμέσως μετά τη δοκιμαστική λειτουργία του αγωγού.

ε. Δεν απαιτείται συστηματοποίηση των γαιών, αφού δεν απαιτείται λεπτομερής ισοπέδωση των γαιών, όπως στις μεθόδους επιφανειακής άρδευσης, η οποία αφενός είναι δαπανηρή, αφ' ετέρου απαιτεί πολύ χρόνο, ιδίως για τα δίκτυα συλλογικής άρδευσης.

στ. Αξιοποίηση μικρών και διεσπαρμένων παροχών, επειδή το νερό διοχετεύεται με κλειστούς αγωγούς και οι απώλειες μεταφοράς μηδενίζονται.

ζ. Χορήγηση του νερού υπό φυσική μορφή, το οποίο κατά τη διαδρομή του μέχρι τις καλλιέργειες θερμαίνεται και προσλαμβάνει άζωτο και οξυγόνο τα οποία συμπαρασύρει στο έδαφος, ενώ ξεπλένει τα φύλλα των φυτών από τη σκόνη, τα επιβλαβή έντομα και τα δηλητηριώδη αμμωνιακά άλατα της αποσύνθεσης.

η. Δεν καταστρέφεται η δομή του εδάφους, όπως με την υπεράρδευση κατά τις επιφανειακές μεθόδους. Με τη χρήση μικρών εκτοξευτήρων, ρυθμίζεται η άρδευση ανάλογα με τη διηθητικότητα του εδάφους και αποφεύγεται η δημιουργία μονοκοκκικής δομής του εδάφους και το φράξιμο των πόρων.

θ. Αποφεύγονται εστίες ζιζανίων, καθώς υπάρχει η δυνατότητα άρδευσης και των νεαρών φυτών, έτσι με την ταχεία ανάπτυξή τους και την κάλυψη του εδάφους από τα φυτά, σκιάζεται το έδαφος και εμποδίζεται η ανάπτυξη ζιζανίων.

ι. Ελάττωση των εργατικών άρδευσης, καθώς στα σύγχρονα δίκτυα, η παρακολούθηση της άρδευσης είναι περιττή και η εργατική δαπάνη τείνει να μηδενιστεί.

ια. Ελάττωση των καλλιεργητικών δαπανών, καθώς η άρδευση συνδυάζεται με τη λίπανση και την καταπολέμηση ασθενειών με ελαχιστοποίηση του κόστους καλλιεργητικών δαπανών.

ιβ. Προστασία από τον παγετό, καθώς εκτοξεύοντας την ώρα του παγετού νερό στα φυτά, εκμεταλλευόμαστε τη θερμοχωρητικότητα και τη θερμότητα πήξης του νερού.

ιγ. Καλύτερη διανομή του νερού με ελεύθερη ζήτηση, σε αντίθεση με τις επιφανειακές μεθόδους όπου απαιτούνται μεγάλες παροχές, άρα μεγαλύτερες διαστάσεις έργου και δυσχερέστερος έλεγχος του νερού.

ιδ. Ευκολία χρήσης του δικτύου σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα σε αντίθεση με τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης.

Έναντι των παραπάνω πλεονεκτημάτων, η άρδευση με καταιονισμό παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία πολλές φορές περιορίζουν την εφαρμογή της. Τα σπουδαιότερα μειονεκτήματα είναι:

α. Μεγάλη δαπάνη για την αρχική εγκατάσταση. Αν και το κόστος κατασκευής των δικτύων καταιονισμού είναι υψηλό, η μαζική παραγωγή εξαρτημάτων καταιονισμού, έχει ως αποτέλεσμα την πτώση των τιμών τους. Παράλληλα, για αποφυγή απωλειών νερού κατά τη μεταφορά, τα επιφανειακά δίκτυα κατασκευάζονται επενδεδυμένα, γεγονός που αυξάνει το

αρχικό κόστος, ιδιαίτερα όταν για τα επιφανειακά δίκτυα είναι απαραίτητη η συστηματοποίηση.

β. *Αυξημένα έξοδα λειτουργίας*. Με εξαίρεση μεμονωμένες περιπτώσεις όπου η πηγή υδροδότησης βρίσκεται αρκετά υψηλά, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη πίεση λειτουργίας του συστήματος, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις απαιτείται δαπάνη λειτουργίας αντλητικού συγκροτήματος για την εξασφάλιση της υπόψη πίεσης στο δίκτυο.

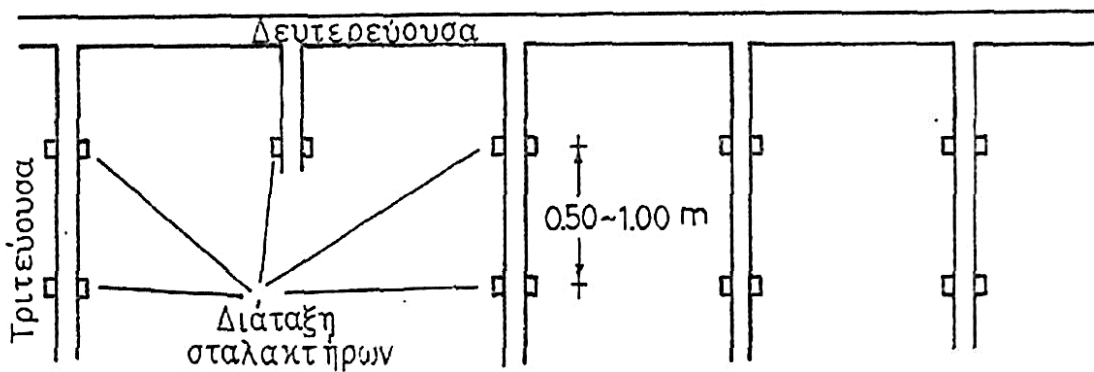
γ. *Ανομοιόμορφη κατανομή της βροχής λόγω του ανέμου*, καθώς ο άνεμος συμπαρασύρει τα σταγονίδια της βροχής και προκαλεί ανομοιόμορφη άρδευση. Για ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 2,8 m/sec εμφανίζονται συνθήκες ανομοιόμορφης διασποράς του νερού, ενώ για ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 4,5 m/sec, ή όταν ο αέρας είναι πολύ ξηρός και υπόκειται σε εντατική ηλιακή ακτινοβολία, δεν ενδείκνυται η άρδευση με καταιονισμό.

δ. *Μηχανικές βλάβες συσκευών ή εξαρτημάτων δικτύου*. Στα δίκτυα καταιονισμού είναι αναγκαία η τοποθέτηση διαφόρων συσκευών και εξαρτημάτων για την σωστή λειτουργία τους, όπως αντλιών, δικλείδων, αεροεξαγωγών, ρυθμιστών πίεσεως και παροχής, βαλβίδων (αντιπληγματικών ή αντεπιστροφής), φίλτρων, εκτοξευτήρων. Η μη κανονική λειτουργία τους επιδρά δυσμενώς στη λειτουργία του δικτύου και συχνά αναστέλλει την άρδευση.

ε. *Ποιότητα αρδευτικού νερού*. Είναι αδύνατη η χρήση νερού υψηλής αλατότητας γιατί προκαλούνται εγκαύματα στα φύλλα των φυτών. Επίσης, η χρήση νερού με μεγάλη ποσότητα φερτών υλών προκαλεί αποφράξεις των φίλτρων και γρήγορη φθορά των εκτοξευτήρων (Θεοχάρης Μ., 2000).

2.3.4 Τοπική άρδευση ή άρδευση με σταγόνες (στάγδην άρδευση)

Η άρδευση με σταγόνες είναι η μέθοδος κατά την οποία το νερό εφαρμόζεται σε επιλεγμένες θέσεις του αγρού με τη μορφή σταγόνων. Στην άρδευση με σταγόνες, στην οποία συμπεριλαμβάνεται και η άρδευση με μικροεκτοξευτήρες (σπρέϊ), το νερό χορηγείται στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και όχι σε ολόκληρη την έκταση του αγρού, όπως συνήθως συμβαίνει στην άρδευση με την τεχνητή βροχή ή τις επιφανειακές μεθόδους, και για το λόγο αυτό αναφέρεται ως τοπική άρδευση. Βασικά εξαρτήματα της μεθόδου είναι οι διανεμητές (σταλακτήρες ή μικροεκτοξευτήρες), μέσω των οποίων το νερό εφαρμόζεται στο έδαφος (Σχήμα 2.6).



Σχήμα 2.6: Διάταξη δικτύου άρδευσης με σταγόνες (Πηγή: Μυλόπουλος Ι., 2007)

Στη μέθοδο άρδευσης με «σταγόνες ή στάγδην άρδευση», το νερό εφαρμόζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την ανάπτυξη του υγρασία, η οποία παρέχεται στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών με τη βοήθεια ειδικών σταλακτήρων, που είναι τοποθετημένοι σε κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις πάνω σε επιφανειακούς σωλήνες από πολυαιθυλένιο τοποθετημένους κατά μήκος των γραμμών φύτευσης των φυτών ή των δένδρων.

Η γρήγορη διάδοση της μεθόδου τα τελευταία χρόνια, αναμφίβολα οφείλεται στα σοβαρά αγρονομικά πλεονεκτήματά της. Έτσι, συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους άρδευσης, τα πλεονεκτήματα της άρδευσης με σταγόνες είναι:

- α. *Οικονομία νερού.* Οφείλεται στις μικρές απώλειες νερού κατά την εφαρμογή μέσω του δικτύου των κλειστών σωληνώσεων και στον περιορισμένο βρεχόμενο όγκο και στην περιορισμένη βρεχόμενη επιφάνεια του εδάφους.
- β. *Οικονομία εργατικών.* Τα δίκτυα των σωληνώσεων είναι μόνιμα και συνήθως συνδυάζονται με συστήματα αυτοματισμών.
- γ. *Μείωση των ζιζανίων λόγω της περιορισμένης βρεχόμενης επιφάνειας του αγρού.*
- δ. *Εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών κατά τη διάρκεια της άρδευσης.*
- ε. *Δυνατότητα εφαρμογής σε εδάφη μεγάλης διηθητικότητας και μεγάλων κλίσεων, χωρίς προηγούμενη ισοπέδωση.*
- στ. *Καλύτερη ομοιομορφία κατά την εφαρμογή του νερού ακόμα και στα όρια του αγροτεμαχίου.*
- ζ. *Καλύτερος έλεγχος των ποσοτήτων νερού που εφαρμόζουμε, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται συστήματα αυτοματισμών.*
- η. *Αξιοποίηση μικρών παροχών.* Σχετίζεται με την οικονομία νερού και τη δυνατότητα

αξιοποίησης του δικτύου και κατά τη διάρκεια της νύχτας.

θ. *Εύκολη και αποτελεσματική λίπανση* αφού μέσω του αρδευτικού νερού τα λιπάσματα εφαρμόζονται στις ποσότητες που επιθυμούμε κατ' ευθείαν στο ριζόστρωμα.

ι. *Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από τον άνεμο* όταν το νερό εφαρμόζεται μέσω σταλακτήρων.

κ. *Χαμηλό κόστος λειτουργίας*. Τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες λειτουργούν συνήθως σε χαμηλές πιέσεις που απαιτούν μικρότερη κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα άρδευσης με τεχνητή βροχή.

λ. *Έλεγχος ορισμένων ασθενειών και εντόμων* επειδή κατά την άρδευση δεν υπάρχει διαβροχή του φυλλώματος των καλλιεργειών.

μ. *Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης και απόδοσης των φυτών*, επειδή οι αρδεύσεις είναι συχνές και έτσι το εδαφικό νερό στην περιοχή του ριζοστρώματος βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα.

ν. *Δυνατότητα αξιοποίησης αλατούχων νερών*. Οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει διαβροχή του φυλλώματος των καλλιεργειών και του ότι οι συχνές αρδεύσεις δημιουργούν συνθήκες υψηλής υδατοπεριεκτικότητας του εδάφους.

Αντίστοιχα, τα μειονεκτήματα της άρδευσης με σταγόνες έναντι των άλλων μεθόδων άρδευσης είναι:

α. *Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης*. Οφείλεται στο ότι οι εγκαταστάσεις είναι μόνιμες και απαιτούν συνήθως πολλούς αυτοματισμούς και άλλα εξαρτήματα (π.χ. φίλτρα, βαλβίδες, βάνες).

β. *Φραξίματα*. Τα φραξίματα των διανεμητών αποτελούν πολύ μεγάλο πρόβλημα κατά τη χρήση τέτοιων συστημάτων και απαιτούν την εγκατάσταση ειδικών συσκευών (π.χ. φίλτρων). Αιτίες των φραξιμάτων μπορεί να είναι φυσικές, χημικές ή και βιολογικές.

γ. *Μηχανικές ζημιές* από απρόσεκτη χρήση μηχανημάτων ή από διάφορα ζώα και πτηνά.

δ. *Αδυναμία προστασίας από τους παγετούς* επειδή το νερό εφαρμόζεται κάτω από την κόμη των δένδρων.

ε. *Συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος* παρατηρείται από τη χρήση αλατούχων νερών στα όρια μεταξύ βρεχόμενου και μη εδάφους και απαιτείται έκπλυση του εδάφους όταν οι βροχοπτώσεις δεν είναι επαρκείς.

στ. *Υψηλό επίπεδο γνώσεων* σχετικά με τη συντήρηση και λειτουργία του δικτύου (Θεοχάρης Μ., 1988).

2.3.5 Κριτήρια εφαρμογής μεθόδων άρδευσης

Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος άρδευσης σχετίζεται με την ορθολογική διαχείριση του νερού και την επίτευξη του βέλτιστου οικονομικού αποτελέσματος της γεωργικής εκμετάλλευσης. Οι διάφορες παράμετροι που θα πρέπει να συνεκτιμώνται κατά την επιλογή ενός συστήματος άρδευσης είναι το κλίμα, το έδαφος, το είδος φυτού και ο τρόπος καλλιέργειας, η διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα του αρδευτικού νερού, το διαθέσιμο εργατικό και τεχνικό δυναμικό, αλλά και το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των έργων.

Τα φυτά, για να αναπτυχθούν φυσιολογικά, έχουν ανάγκη από ορισμένη ποσότητα νερού ανεξάρτητα από το σύστημα άρδευσης που θα εφαρμοστεί. Επομένως, σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να περιορίζονται οι ανάγκες των φυτών σε νερό, αλλά να περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατόν οι αναπόφευκτες απώλειες νερού (εξάτμιση, βαθιά διήθηση κ.λπ.) με την επιλογή του βέλτιστου και οικονομικότερου τρόπου μεταφοράς και διανομής του νερού. Οι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή αυτή, περιγράφονται ακολούθως:

- **Κλίμα:** Ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του συστήματος άρδευσης έχουν ο άνεμος και η θερμοκρασία του αέρα. Σε περιοχές με συχνούς και δυνατούς, η εφαρμογή της άρδευσης με τεχνητή βροχή (ή μικροεκτοξευτήρες) είναι προβληματική, γιατί δεν μπορεί να επιτευχθεί ομοιόμορφη άρδευση, ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν αυξημένες απώλειες νερού λόγω μεταφοράς των σταγόνων της βροχής εκτός της αρδευόμενης έκτασης. Επίσης, η επικράτηση γενικά υψηλών θερμοκρασιών κάνει προβληματική την εφαρμογή του καταιονισμού, γιατί μεγάλες ποσότητες νερού χάνονται λόγω της έντονης εξάτμισης του νερού. Ακόμη, όταν για μια περιοχή η θερμοκρασία εγκατάστασης του συστήματος καταιονισμού δεν είναι απαγορευτική, δε συνιστάται η λειτουργία του δικτύου τις μεσημβρινές ώρες. Έτσι, στις παραπάνω περιπτώσεις ενδείκνυται η επιφανειακή άρδευση, χωρίς να αποκλείεται και η άρδευση με σταγόνες, ή παραλλαγές του συστήματος καταιονισμού, ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες της καλλιέργειας (μικροεκτοξευτήρες κ.α.). Σε περιοχές με έντονα προβλήματα λειψυδρίας, πρέπει να προτιμώνται καλλιέργειες ανθεκτικές στην έλλειψη νερού και να εφαρμόζονται μέθοδοι άρδευσης με μικρές απώλειες (π.χ. σταγόνες), ενώ σε περιοχές που πλήττονται από παγετούς, η άρδευση με τεχνητή βροχή αποτελεί μέθοδο αντιπαγετικής προστασίας.
- **Έδαφος:** Όταν οι κλίσεις του εδάφους και η διηθητικότητα του είναι μεγάλες θα πρέπει να αποφεύγονται οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης, καθώς οι ισοπεδώσεις που απαιτούνται μπορεί να αποκαλύψουν άγονα εδάφη. Αν η υπόγεια στάθμη του νερού

βρίσκεται ψηλά, με την εφαρμογή της επιφανειακής άρδευσης, υπάρχει κίνδυνος περαιτέρω ανύψωσής της στο βάθος του ριζοστρώματος λόγω των αυξημένων ποσοτήτων νερού που απαιτείται. Οι παραπάνω περιορισμοί υπαγορεύουν την εφαρμογή άλλης μεθόδου άρδευσης (σταγόνες, τεχνητή βροχή). Εάν η προς άρδευση περιοχή παρουσιάζει μεγάλες κλίσεις, τότε αποκλείεται η επιφανειακή άρδευση, ενώ αποκλείεται και στην περίπτωση εδαφών με μεγάλη διηθητικότητα (π.χ. αμμώδη εδάφη με μεγάλη διηθητικότητα), γιατί τα μήκη των αυλακιών πρέπει να είναι μικρά και η πυκνότητα τους μεγάλη, γεγονός που καθιστά ασύμφορη την εφαρμογή της μεθόδου. Τέλος, στις περιπτώσεις εφαρμογής μεγάλων αρδευτικών δόσεων, η επιφανειακή άρδευση προσφέρεται καλύτερα.

- Είδος φυτού και τρόπος καλλιέργειας: Οι ορυζώνες είναι η μοναδική καλλιέργεια που ποτίζεται αποκλειστικά με κατάκλυση. Σε ορισμένες καλλιέργειες, η διαβροχή των φυλλωμάτων δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης ασθενειών και η τεχνητή βροχή πρέπει να αποφεύγεται, ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται και σε περιπτώσεις που το αρδευτικό νερό περιέχει άλατα και η καλλιέργεια είναι ευαίσθητη σ' αυτά. Η άρδευση λειμώνων και μηδικής μπορεί να γίνει σε λωρίδες αλλά και με τεχνητή βροχή, ενώ στις γραμμικές καλλιέργειες μπορούν να εφαρμοσθούν γενικά όλες οι μέθοδοι. Στην περίπτωση του καλαμποκιού, η εφαρμογή της τεχνητής βροχής παρουσιάζει προβλήματα λόγω του ύψους της καλλιέργειας και εναλλακτικά χρησιμοποιούνται συνήθως αυτοκινούμενοι αρδευτές (καρούλι - κανόνι). Οι ευνοϊκές συνθήκες εδαφικής υγρασίας που επιτυγχάνονται από την εφαρμογή της άρδευσης με σταγόνες συντελεί σε αυξημένες αποδόσεις και έχει οδηγήσει στην επικράτηση της μεθόδου στις θερμοκηπιακές και γενικά τις δυναμικές καλλιέργειες (π.χ. οπωρώνες). Ορισμένες καλλιέργειες που το φύλλωμα τους δεν πρέπει να βρέχεται κατά την άρδευση, γιατί είναι ευαίσθητες σε φυτοασθένειες, επιβάλλουν την επιφανειακή άρδευση (π.χ. το αμπέλι και ορισμένα από τα κηπευτικά (μαρούλι, ντομάτα κ.λπ.)). Εντατικές κηπευτικές καλλιέργειες (λαχανικά κ.α.) καλλιεργούμενες σε σειρές, αρδεύονται με τη μέθοδο των αυλακιών. Επίσης η άρδευση λιβαδιών, βοσκών, μηδικής, τριφυλλίου και άλλων συγγενών φυτών, που συχνά καλλιεργούνται κατά λωρίδες, γίνεται κατά κανόνα με το σύστημα επιφανειακής άρδευσης με λωρίδες, χωρίς να αποκλείεται και η τεχνητή βροχή με εκτοξευτήρες υψηλής πίεσεως (κανόνια κ.λπ.). Φυτείες καπνού και τεύτλων προσφέρονται για επιφανειακή άρδευση. Το καλαμπόκι, όταν καλλιεργείται σε βαριά, αλλά και σε συνήθη εδάφη, προσφέρεται καλύτερα για επιφανειακή άρδευση, γιατί η άρδευση με τεχνητή βροχή παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες στη μετακίνηση των γραμμών άρδευσης από

θέση σε θέση, ιδίως όταν τα φυτά αποκτούν μεγάλο ύψος. Τελευταία, η δημιουργία υβριδίων καλαμποκιού υψηλής απόδοσης, δικαιολογεί την πρόσθετη δαπάνη για εγκαταστάσεις πτερύγων άρδευσης στην ίδια θέση σε όλη τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Έτσι, με τη χρησιμοποίηση από την αρχή υπερυψωμένων εκτοξευτήρων πάνω σε ειδικά στελέχη, κατάλληλα προσαρμοσμένα και στερεωμένα, τείνει να εκλείψει το σοβαρό πρόβλημα της μετακίνησης των πτερύγων άρδευσης των υβριδίων αυτών, των οποίων το ύψος φθάνει συχνά και μερικές φορές ξεπερνάει τα 2,50 μέτρα. Τα οπωροφόρα μπορούν να αρδευούνται με όλα τα συστήματα άρδευσης εκτός εάν άλλοι προσδιοριστικοί παράγοντες επιβάλλουν το ένα ή το άλλο σύστημα. Στην περίπτωση εφαρμογής επιφανειακής άρδευσης, η μέθοδος κατά λεκάνη είναι η επικρατέστερη, ενώ στην περίπτωση καταιονισμού, η άρδευση μπορεί να γίνεται κάτω ή πάνω από την κόμη των δένδρων. Η άρδευση με σταγόνες είναι δυνατή σε όλα τα οπωροφόρα, αρκεί μόνο το νερό να είναι καλής ποιότητας, γιατί αν περιέχει άλατα και δεν προβλεφθεί ικανοποιητική απόπλυση, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών. Σε καλλιέργειες σε θερμοκήπια μπορούν να εφαρμοσθούν επίσης όλα τα συστήματα, αλλά τελευταία φαίνεται να κερδίζει έδαφος η αυτοματοποιημένη άρδευση με σταγόνες.

- Διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα του αρδευτικού νερού: Η επιφανειακή άρδευση ενδείκνυται όταν οι διαθέσιμες ποσότητες νερού είναι μεγάλες. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να προτιμάται η άρδευση με τεχνητή βροχή ή σταγόνες. Για πολύ μικρές παροχές, η άρδευση με σταγόνες επιτυγχάνει την καλύτερη αξιοποίησή τους λόγω των μικρότερων απωλειών και της δυνατότητας άρδευσης κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η ποιότητα του αρδευτικού νερού είναι επίσης καθοριστική στην επιλογή της μεθόδου άρδευσης, καθώς αν το νερό περιέχει άλατα, η άρδευση με σταγόνες μπορεί να εφαρμοστεί εφόσον εξασφαλιστεί αποτελεσματική έκπλυση των εδαφών. Με τις άλλες μεθόδους άρδευσης (επιφανειακή, τεχνητή βροχή) και ειδικά με την άρδευση με λεκάνες μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματική έκπλυση των αλάτων από το έδαφος. Στην περίπτωση που η εφαρμογή της άρδευσης με τεχνητή βροχή προκαλεί διαβροχή των φυλλωμάτων καλλιέργειας που είναι ευαίσθητη στα άλατα η χρήση αλατούχου νερού καθιστά απαγορευτική την εφαρμογή της μεθόδου. Τέλος, η παρουσία αλάτων και φερτών υλικών στο αρδευτικό νερό μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα ιδιαίτερα στα συστήματα άρδευσης με σταγόνες λόγω έμφραξης των σταλακτήρων. Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη (πηγές μικρών παροχών), το σύστημα καταιονισμού είναι το καλύτερο, γιατί επιτρέπει την καλύτερη εφαρμογή του νερού στο χωράφι. Όταν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι πολύ μικρή, τότε ενδείκνυται η

άρδευση με σταγόνες. επιφανειακή άρδευση λόγω των αυξημένων απωλειών νερού από βαθιά διήθηση απαιτεί μεγαλύτερες παροχές, και από αυτή την άποψη, δε διαθέτει την προσαρμοστικότητα των άλλων συστημάτων άρδευσης. Εκτός από τη διαθέσιμη ποσότητα, σημαντικό ρόλο στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος άρδευσης παίζει και η ποιότητα του. Όταν το νερό είναι κρύο και οι καλλιέργειες παρουσιάζουν σχετική ευπάθεια σ' αυτό, ή όταν το νερό περιέχει άλατα και προκαλεί εγκαύματα στο φύλλωμα των καλλιεργειών, τότε πρέπει να αποφεύγεται το σύστημα καταιονισμού και να εφαρμόζεται η επιφανειακή άρδευση. Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα, συνιστάται η προθέρμανση του νερού σε υπαίθριες δεξαμενές, για να αποκτήσει κατάλληλη θερμοκρασία, η οποία κυμαίνεται γύρω στους 25°C. Ως προς την επιλογή του συστήματος άρδευσης με αλατούχο νερό, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι η μέθοδος άρδευσης με λεκάνες είναι η πιο καλή, γιατί επιτρέπει καλή απόπλυση. Σε δεύτερη σειρά τοποθετείται η άρδευση κατά λωρίδες, ενώ ο καταιονισμός δίνει επίσης καλά αποτελέσματα, αλλά σε καλλιέργειες των οποίων το φύλλωμα είναι ανθεκτικό στα άλατα. Η ανεπαρκής άρδευση λόγω του κινδύνου συγκέντρωσης των αλάτων στη ζώνη του ριζικού συστήματος των φυτών, πρέπει να αποκλείεται τελείως. Άρδευση με σταγόνες στην προκειμένη περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή, γιατί, συνήθως με το σύστημα αυτό, επειδή κατά κανόνα δεν γίνεται συστηματική απόπλυση, όταν οι βροχοπτώσεις στην περιοχή του έργου δεν είναι αρκετές για την απομάκρυνση των αλάτων, υπάρχει κίνδυνος σοβαρής αλάτωσης του εδάφους. Η εξυγίανση του απαιτεί την προσαγωγή μεγάλων ποσοτήτων νερού, που σημαίνει στην ουσία νέο αρδευτικό δίκτυο. Πάντως, γενικός κανόνας στη χρήση αλατούχων νερών είναι η ενδεδειγμένη σε κάθε περίπτωση απόπλυση των εδαφών για την αποφυγή αλάτωσης τους. Επίσης τα αλατούχα νερά, προκαλούν σοβαρά προβλήματα εμφράξεων στους σταλακτήρες του συστήματος άρδευσης με σταγόνες λόγω καθίζησης των διαλυμένων αλάτων στην έξοδο του νερού. Το πρόβλημα αυτό είναι μικρότερο στα ακροφύσια των εκτοξευτήρων του συστήματος καταιονισμού.

- Διαθέσιμο εργατικό και τεχνικό δυναμικό: ύπαρξη επαρκούς ακόμη και ανειδίκευτου εργατικού δυναμικού ευνοεί τις παραδοσιακές μεθόδους επιφανειακής άρδευσης. Άρδευση με τεχνητή βροχή και σταγόνες απαιτεί αρκετά ειδικευμένους εργάτες, τεχνίτες και αγρότες λόγω της πληθώρας και πολυπλοκότητας των μηχανών, μηχανισμών και αυτοματισμών που συνεπάγεται η εφαρμογή και η συντήρησή τους. Από πλευράς απασχόλησης, η εκμηχάνιση και αυτοματοποίηση των παραπάνω μεθόδων αναπόφευκτα οδηγεί σε μικρότερες απαιτήσεις εργατικών χεριών. Για το λόγο αυτό οι μέθοδοι αυτές

προτιμώνται όταν υπάρχουν ελλείψεις εργατικού δυναμικού. Η έλλειψη εργατικού δυναμικού σε μια περιοχή ευνοεί την εφαρμογή των συστημάτων καταιονισμού και άρδευσης με σταγόνες. Με το πρώτο σύστημα ο αγρότης καλείται να επέμβει μόνο για τη μετακίνηση της γραμμής άρδευσης εφόσον το δίκτυο είναι συλλογικό. Στο χρονικό διάστημα παραμονής της γραμμής στην ίδια θέση, μπορεί να επιδίδεται σε άλλες γεωργικές εργασίες. Στις περιπτώσεις μάλιστα μόνιμου δικτύου καταιονισμού, η απασχόληση του γεωργού περιορίζεται στο να θέσει σε λειτουργία το δίκτυο και μετά το τέλος της άρδευσης να τη διακόψει. Με το σύστημα της άρδευσης με σταγόνες η απασχόληση του αγρότη περιορίζεται μόνο στην εκκίνηση και το σταμάτημα του συστήματος, ενώ μετά από κάθε άρδευση πρέπει να καθαρίζει τα φίλτρα από τις κάθε είδους στέρεες φερτές ύλες, που κατακρατούνται σ' αυτά. Βέβαια μια γενικότερη εποπτεία και έλεγχος της καλής λειτουργίας των σταλακτιών πρέπει να γίνεται συστηματικά. Αντίθετα η ύπαρξη διαθέσιμου εργατικού δυναμικού ευνοεί την επιφανειακή άρδευση η οποία είναι κατά κανόνα οικονομικότερη. Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκλογή του συστήματος άρδευσης, είναι και το διαθέσιμο τεχνικό δυναμικό. Ανεπτυγμένο τεχνικό δυναμικό ευνοεί την εγκατάσταση δικτύων καταιονισμού ή άρδευσης με σταγόνες, γιατί είναι δυνατή η επί τόπου επισκευή διαφόρων βλαβών που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη λειτουργία του δικτύου σε διάφορες ευαίσθητες εγκαταστάσεις του. Αντίθετα, η έλλειψη ανεπτυγμένου τεχνικού δυναμικού ευνοεί το παραδοσιακό σύστημα της επιφανειακής άρδευσης, για το οποίο υπάρχει πατροπαράδοτη εμπειρία και αυτό δεν πρέπει να παραληφθεί στη διαδικασία της επιλογής του συστήματος.

- Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των έργων: Το κόστος της εγκατάστασης ήταν παλαιότερα καθοριστικό στη επιλογή της μεθόδου άρδευσης. Η άρδευση με επιφανειακές μεθόδους έχει το μικρότερο κόστος εγκατάστασης. Το κόστος όμως λειτουργίας, αν συμπεριλάβουμε και το κόστος του απασχολούμενου προσωπικού, είναι αρκετά υψηλό και αυξάνει καθώς το εργατικό δυναμικό που ασχολείται με τον αγροτικό τομέα μειώνεται. Στην άρδευση με σταγόνες και τεχνητή βροχή το κόστος της εγκατάστασης (ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός) είναι υψηλό που αυξάνεται από τη χρήση επιπρόσθετων αυτοματισμών. Η ύπαρξη ηλεκτρικού δικτύου στην περιοχή ευνοεί την εγκατάσταση των συστημάτων αυτών από πλευράς κόστους συντήρησης και λειτουργίας. Γενικά το κόστος λειτουργίας συστημάτων με σταγόνες είναι χαμηλότερο αυτών της τεχνητής βροχής λόγω της χαμηλότερης πίεσης λειτουργίας των δικτύων. Παρότι το κόστος των σύγχρονων συστημάτων άρδευσης με τεχνητή βροχή και ιδιαίτερα

με σταγόνες είναι αρκετά υψηλό εντούτοις δεν είναι πάντοτε καθοριστικό στην επιλογή της μεθόδου άρδευσης. Καθοριστικοί παράγοντες μπορεί να θεωρηθούν ιδιαίτερα η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών και μάλιστα των δυναμικών (π.χ. οπωροκηπευτικά) και οι απαιτήσεις για μείωση του χρόνου ενασχόλησης με την αρδευτική πρακτική. Για τα σημερινά δεδομένα, μπορεί κανείς να πει ότι σε περιπτώσεις που και τα τρία συστήματα που είδαμε (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός, άρδευση με σταγόνες) είναι δυνατόν να εφαρμοστούν, το μικρότερο κόστος έχει η επιφανειακή άρδευση, ακολουθεί ο καταιονισμός και τελευταία έρχεται η άρδευση με σταγόνες. Πολύ συχνά όμως η έλλειψη εργατικών χεριών, η βελτίωση της ποιότητας της εργασίας και το αναμενόμενο υψηλό εισόδημα, ανατρέπουν την παραπάνω σειρά. Έτσι π.χ. ενώ ένας οπωρώνας θα μπορούσε να αρδευτεί με τη μέθοδο επιφανειακής άρδευσης ή με καταιονισμό, λόγω ελλείψεως εργατικών χεριών, αρδεύεται με το σύστημα των σταγόνων, αν και το κόστος εγκατάστασης του είναι πολύ μεγαλύτερο. Επίσης σε ένα θερμοκήπιο, που αποφέρει υψηλό εισόδημα, το κόστος του συστήματος με σταγόνες, αν και μεγαλύτερο απ' ότι στα άλλα συστήματα, δεν απασχολεί τον παραγωγό, γιατί σχετικά με το εισόδημα, είναι πολύ μικρό.

- Επίπεδο ανάπτυξης των αγροτών: Όπως και στην περίπτωση του τεχνικού δυναμικού έτσι και εδώ η ύπαρξη ανεπτυγμένου αγροτικού δυναμικού ευνοεί την εφαρμογή των νεώτερων συστημάτων άρδευσης. Όταν το επίπεδο των αγροτών είναι ανεπτυγμένο, οι αγρότες πείθονται και συνεργάζονται εύκολα δημιουργώντας έτσι ευνοϊκές οικονομικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, που σε ατομική βάση θα ήταν αντιοικονομικά (π.χ. συλλογικά δίκτυα καταιονισμού). Προσπάθειες που έγιναν σε υπανάπτυκτες χώρες να εγκαταστήσουν σύγχρονα και αυτοματοποιημένα συστήματα άρδευσης, απέτυχαν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό, με συνέπεια οι χώρες αυτές να βρεθούν στη δυσάρεστη θέση να πληρώνουν δάνεια για έργα, που δεν τους απέδωσαν τα αναμενόμενα οφέλη. Στην περίπτωση αυτή επιβάλλεται η εκπαίδευση του ιθαγενούς στοιχείου σε όλα τα επίπεδα και σε ικανοποιητικό αριθμό, για να αναλάβουν τη διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των νέων συστημάτων άρδευσης. Παράλληλα πρέπει να προβλέπεται η ανάπτυξη του τεχνικού δυναμικού στις περιοχές των έργων για τις απαραίτητες επισκευές ή αντικαταστάσεις φθαρμένου υλικού (Θεοχάρης Μ., 2000).

2.3.6 Οικολογικές επιπτώσεις από τις μεθόδους άρδευσης

Η εφαρμογή των αρδεύσεων είναι συνυφασμένη με πλήθος παρεμβάσεων στο φυσικό περιβάλλον που είναι αποτέλεσμα της εκμηχάνισης της γεωργίας. Η ανάπτυξη της

αρδευόμενης γεωργίας που σχετίζεται με την αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις σε αγαθά πρώτης ανάγκης (τροφή, ένδυση) σχετίζεται και με την αποξήρανση ελών και λιμνών και την καταστροφή υδροβιοτόπων και άλλων φυσικών οικοσυστημάτων. Στις αλλοιώσεις του περιβάλλοντος πρέπει να προστεθούν και η κατασκευή των διαφόρων έργων υποδομής (π.χ. αγροτικοί δρόμοι) και των αρδευτικών και στραγγιστικών δικτύων. Για την άρδευση των καλλιεργειών απαιτούνται τεράστιες ποσότητες νερού που, όταν δεν μπορούν να εξασφαλιστούν από τους διαθέσιμους στην περιοχή υδατικούς πόρους, πρέπει να μεταφερθούν από αλλού και απαιτείται η κατασκευή επιπρόσθετων έργων (φράγματα, διώρυγες μεταφοράς). Πολλά από τα παραπάνω έργα (τεχνητές λίμνες φραγμάτων, αρδευτικές διώρυγες, στραγγιστικές τάφροι) αποτελούν ένα τροποποιημένο οικοσύστημα για πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας.

Περισσότερο συνυφασμένη με τις αρδεύσεις είναι η αλλαγή του μικροκλίματος μιας περιοχής από την εξάτμιση των τεραστίων ποσοτήτων νερού και η δραματική, πολλές φορές, μείωση των υδατικών πόρων από την υπερεκμετάλλευσή τους. Αποτελέσματα της υπερεκμετάλλευσής είναι η υπερβολική μείωση των αποθεμάτων νερού λιμνών και της παροχής φυσικών υδατορευμάτων την αρδευτική περίοδο, η πτώση του υδροφόρου ορίζοντα, η εισαγωγή αλμυρού νερού στους παράκτιους υδροφορείς και η χειροτέρευση της ποιότητας του αρδευτικού νερού με συνέπεια την αλάτωση των εδαφών και τη μείωση της γεωργικής παραγωγής. Αποτέλεσμα της υπεράντλησης των υπόγειων νερών είναι και η καθίζηση των εδαφών και πρόκληση ζημιών σε διάφορες κατασκευές (δρόμους, σπίτια) όταν οι τοπικές συνθήκες επιτρέπουν τη συμπίεσή τους.

Παρά τα όποια αρνητικά αποτελέσματα των αρδεύσεων στο περιβάλλον, η αρδευόμενη γεωργία έχει εξασφαλίσει υπερεπάρκεια αγαθών ακόμα και σε περιοχές που παλαιότερα λιμοκτονούσαν. Σήμερα, οι τάσεις για καλύτερης ποιότητας ανθρώπινο περιβάλλον συνδυάζουν την παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντων (λογική χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων) με τη βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της ποσότητας των υδατικών πόρων.

Τεράστιες προσπάθειες καταβάλλονται προς την κατεύθυνση αυτή τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο για την εξασφάλιση της ισορροπίας - χρυσής τομής ανάμεσα στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Η περιοχή μελέτης χωροθετείται διοικητικά εντός των ορίων του καλλικρατικού Δήμου Καρδίτσας, ο οποίος βρίσκεται εντός του Νομού Καρδίτσας και πιο συγκεκριμένα στο νοτιοδυτικό τμήμα του γεωγραφικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας. Ο Νομός καταλαμβάνει έκταση 2.636 τ.χλμ. και εκτείνεται σε δύο υδατικά διαμερίσματα, της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και της Θεσσαλίας.

Το δυτικό τμήμα του νομού, που είναι ορεινό, ανήκει στη λεκάνη απορροής του Αχελώου ποταμού, με λίγες αρδευτικές εκτάσεις και ιδιαίτερα σημαντικό υδατικό πλούτο, αφού εκεί βρίσκεται και ο ταμιευτήρας Ν. Πλαστήρα. Το ανατολικό τμήμα του νομού ανήκει στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού, και αποτελεί κομμάτι του Θεσσαλικού κάμπου, με σημαντικές αρδευτικές εκτάσεις. Γενικά, ο έλεγχος των απορροών του Νομού Καρδίτσας γίνεται στη θέση Αλή Εφέντη στον Πηνειό ποταμό. Στο νοτιοανατολικό τμήμα έχει κατασκευαστεί ο ταμιευτήρας Σμοκόβου, που προβλέπεται να εξυπηρετεί μελλοντικά μια αρδευτική περιοχή 252.000 στρεμμάτων (Ευστρατιάδης κ.α., 2006).

Το ανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Νομός Καρδίτσας) παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματά του στο δυτικό και ειδικότερα στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού, ενώ το υπόλοιπο της έκτασης του νομού διαθέτει πεδινό χαρακτήρα. Ο ορεινός όγκος, ο ημιορεινός και ο πεδινός καταλαμβάνουν το 42% (1.111 km²), το 9% (230 km²) και 49% (1.326 km²) αντίστοιχα.

Συνοψίζοντας, το ανάγλυφο στην ευρύτερη περιοχή μελέτης ποικίλει από ομαλό με πολύ μικρές κλίσεις στις πεδινές εκτάσεις έως ανώμαλο με σχετικά μεγάλες κλίσεις πρανών στις ημιορεινές και ορεινές εκτάσεις.

3.2 Γεωλογικά – υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης ανήκει στις ακόλουθες γεωτεκτονικές ζώνες και ενότητες:

- Ζώνη της Πίνδου, που αναπτύσσεται στα δυτικά όρια της πεδιάδας προς την οροσειρά της Πίνδου και αποτελείται από λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους σε εναλλαγές με σχιστοκερατόλιθους και φλύσχη.
- Υποπελαγονική Ζώνη, που συναντάται στην κεντρική Θεσσαλία, με κύριο χαρακτηριστικό την εκτεταμένη ανάπτυξη των οφιολιθικών υπερβασικών πετρωμάτων, του φλύσχη και των σχιστοκερατόλιθων.

- Πελαγονική Ζώνη, που συναντάται στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης περιοχής και συνίσταται από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και μάρμαρα, καθώς επίσης και από γνεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες.

Στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλικής Πεδιάδας αναπτύσσονται τα μολασσικά ιζήματα της μεσοελληνικής αύλακας, που στη συγκεκριμένη θέση αποτελούνται κυρίως από μεγάλο πάχους συνεκτικά κροκαλοπαγή. Το πεδινό τμήμα του διαμερίσματος, όπως επίσης και οι λόφοι που παρεμβάλλονται μεταξύ δυτικής και ανατολικής Θεσσαλίας, καλύπτονται από σύγχρονα τεταρτογενή και νεογενή ιζήματα.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της άμεσης περιοχής μελέτης ανήκει στην επαφή μεταξύ της Υποπελαγονικής ζώνης και της ζώνης Ολονού-Πίνδου, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.1. Πιο συγκεκριμένα, επικρατεί η άποψη ότι οι δυο ζώνες αντιπροσωπεύουν μια παλιά ωκεάνια περιοχή με ιζήματα αβυσσικά-πελαγικά και η Υποπελαγονική αποτελούσε το χώρο της κατωφέρειας της πελαγονικής προς τον ωκεανό. Έτσι, στην περιοχή έχουμε την πλήρη ανάπτυξη της οφειολιθικής ακολουθίας και τα ασβεστολιθικά (νηριτικά ή πελαγικά) ιζήματα, ενώ πάνω σ' αυτά επικάθεται ο φλύσχης που είναι και το τελευταίο ίζημα της αλπικής ορογένεσης που έπληξε τον ελληνικό χώρο.

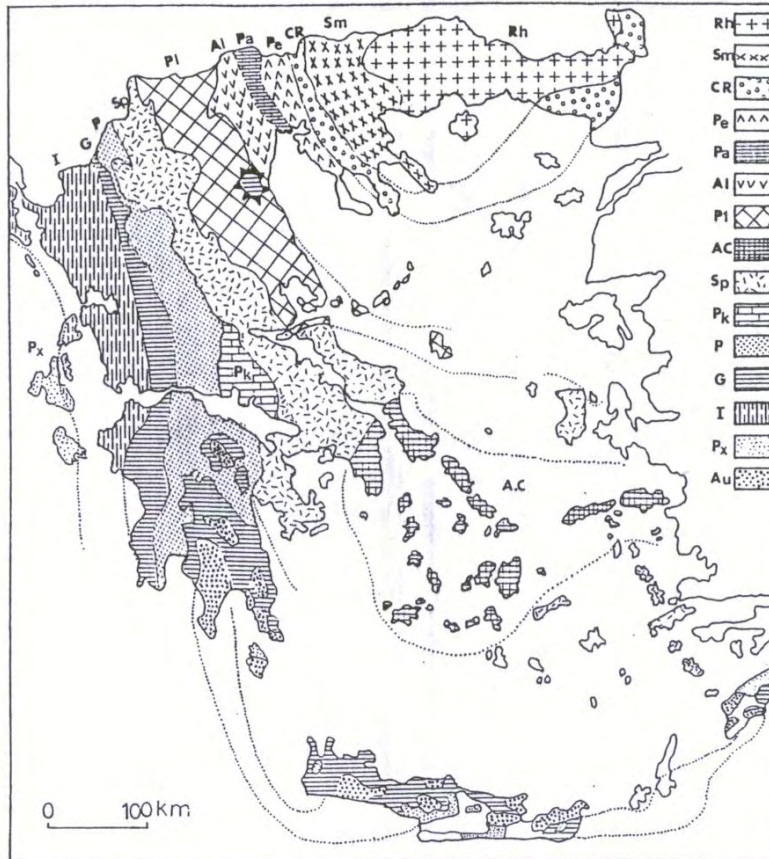
Η λεκάνη της περιοχής μελέτης καλύπτεται κατά κανόνα από αλλουβιακές αποθέσεις τεταρτογενούς ηλικίας. Οι αποθέσεις αυτές, κυρίως ποταμοχειμάρρειας προέλευσης, συνίστανται από εναλλαγές κροκάλων, αργίλου, άμμου και χαλικιών ποικίλου πάχους που εναλλάσσονται με λεπτομερέστερα υλικά (αργίλους, πηλούς, λεπτόκοκκη άμμο).

Η λεκάνη αυτή κατά το παρελθόν (Πλειστόκαινος περίοδος) καλυπτόταν από λίμνες και έλη γι' αυτό και συναντώνται στην περιοχή τύρφη, λιγνίτης και φυσικό αέριο. Τα νεώτερα ιζήματα, αποτέλεσμα της αποστράγγισης της περιοχής, συνίστανται από εναλλαγή αργίλων, μαργών, ιλύος και λεπτομεσόκοκκης άμμου - χαλικών. Το πάχος των ιζημάτων αυτών συνήθως υπερβαίνει τα 200 μ. Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής αποτελείται από σύστημα αργιλικών σχιστολίθων και μαργαϊκών ασβεστολίθων.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, έχουν προσδιοριστεί τρεις τύποι εδαφοσειρών:

- εδαφοσειρά αλλουβιακών εδαφών με υπέδαφος βαρείας έως μέσης βαρείας σύστασης αποτελούμενη από αμμώδεις και αμμοαργιλώδεις πηλούς που είναι βραδέως έως λίαν βραδέως διαπερατοί.
- εδαφοσειρά αλλουβιακών εδαφών με υπέδαφος μέσης σύστασης, αποτελούμενη από αμμώδεις και ιλυώδεις πηλούς και πηλούς που είναι μέτρια διαπερατοί.

- εδαφοσειρά κολλουβιακών εδαφών με υπέδαφος βαρείας έως μέσης σύστασης, αποτελούμενη από αργίλους, αμμώδεις αργίλους, αργιλώδεις και αμμοαργιλώδεις πηλούς και πηλούς που είναι βραδέως έως μέτρια διαπερατοί.



Rh	:	Μάζα της Ροδόπης
Sm	:	Σερβομακεδονική μάζα
CR	:	Περιοδοπική ζώνη
Pe	:	Ζώνη Παιωνίας (Ζώνη Αξιού)
Pa	:	Ζώνη Πάικου (Ζώνη Αξιού)
Al	:	Ζώνη Αλμωπίας (Ζώνη Αξιού)
Pl	:	Πελαγονική Ζώνη
Ac	:	Αττικο-κυκλαδική Ζώνη
Sp	:	Υποπελαγονική Ζώνη
Pk	:	Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας
P	:	Ζώνη Πίνδου
G	:	Ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως
I	:	Ιόνιος Ζώνη
Px	:	Ζώνη Παξών ή Προαπούλια
Au	:	Ενότητα “Ταλέα Όρη-Πλακώδεις ασβεστόλιθοι”

Σχήμα 3.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών (Πηγή: *Mountrakis et al*, 1983)

Η βαρεία έως μέση σύσταση των εδαφών, σε συνδυασμό με τη βραδεία διαπερατότητα και την ύπαρξη στρώματος μάργας σε μικρό βάθος (0,5 - 1,5 μ.) δεν συνεπάγονται ευμενείς συνθήκες στράγγισης με αποτέλεσμα την πρόσκαιρη κατάκλιση.

Το σύνολο των εδαφών είναι επίπεδο με ελαφρές κλίσεις και παρουσιάζουν έλλειψη ασβεστίου, ενώ τα επίπεδα οργανικής ουσίας είναι χαμηλά. Η αντίδραση των εδαφών αυτών είναι ελαφρά όξινη έως ισχυρά αλκαλική. Έχουν επίσης εντοπιστεί, σε σχετικά περιορισμένο βαθμό, παθογενή εδάφη (αλατούχα και στους βαθύτερους ορίζοντες αλκαλιωμένα εδάφη). Γενικά, η δομή των εδαφών δε θεωρείται ως ικανοποιητική. Τα περισσότερα πάντως εδάφη θεωρούνται κατάλληλα για μεγάλο αριθμό καλλιεργειών με άρδευση κατά τη ξηρή περίοδο.

Λόγω των μικρών κλίσεων που συναντώνται στην περιοχή (της τάξης 0,3%), δεν παρατηρούνται φαινόμενα διάβρωσης παρά μόνο πολύ μικρής κλίμακας διαβρώσεις στις κοίτες των ποταμών κατά τους χειμερινούς μήνες και όταν έχουμε αυξημένη παροχή και άρα μεταφορική ικανότητα ύδατος σε στερεά υλικά.

Η κίνηση του νερού μέσω των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών, επιτυγχάνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους στους εδαφικούς σχηματισμούς και μέσω του δευτερογενούς ενεργού πορώδους στους βραχώδεις σχηματισμούς. Η υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών, εξαρτάται κυρίως από την λιθολογική τους σύσταση και τον τεκτονισμό τους, καθώς και από το βαθμό αποσάθρωσης και καρστικοποίησης (για τους ανθρακικούς σχηματισμούς).

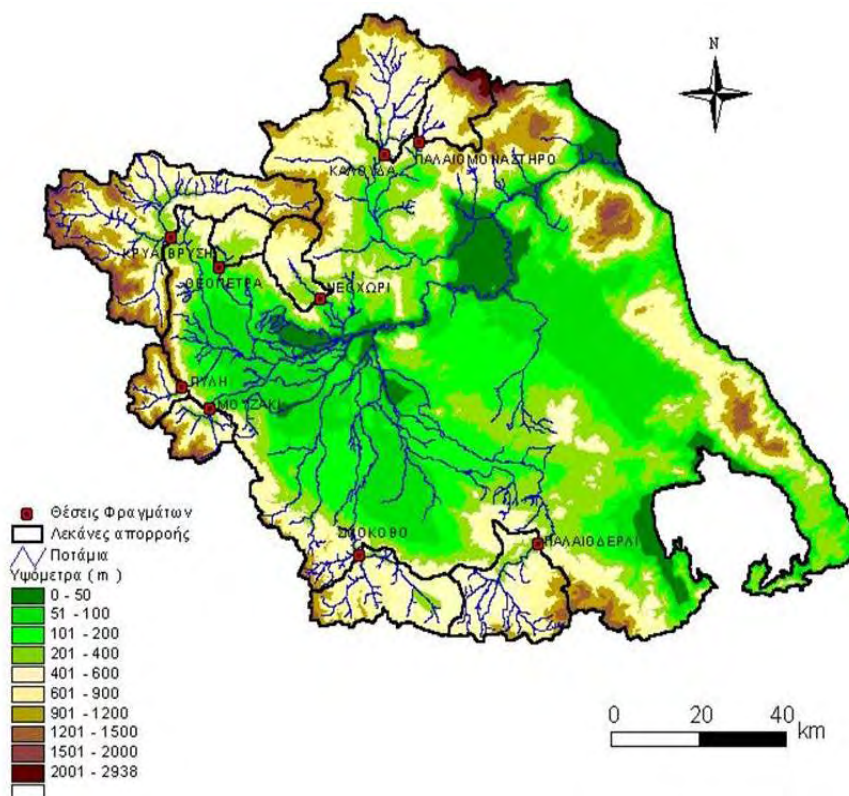
Αποτέλεσμα της λιθολογικής ετερογένειας είναι η ανάπτυξη στην περιοχή πλούσιων τόσο υπό πίεση όσο και ελεύθερων υδροφόρων οριζόντων. Η ύπαρξη των αργιλικών επιστρώσεων, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία επιμέρους υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, οι οποίοι βρίσκονται σε υδραυλική διασύνδεση μεταξύ τους, ενώ η αδιαπερατότητά τους από το νερό έχει σαν αποτέλεσμα ο ρυθμός τροφοδότησης των υπογείων υδροφόρων στρωμάτων με απευθείας διήθηση των βρόχινων νερών να είναι αρκετά μικρός. Η κύρια τροφοδοσία των υδροφόρων γίνεται από τα νερά που προέρχονται από τους ορεινούς όγκους της δυτικής και νοτιοδυτικής πλευράς που περιβάλλουν την περιοχή, από τις πλευρικές ροές των γειτονικών καρστικών συστημάτων και από τις κοίτες των υδατορεμάτων που διασχίζουν την περιοχή.

Γενικά, στην περιοχή μελέτης η δομή των εδαφών, το είδος της βλάστησης και το μήκος των ρεμάτων είναι παράγοντες που επιδρούν ανασταλτικά στη δημιουργία χειμμαρικών φαινομένων. Ο κίνδυνος πλημμυρών είναι μικρός και οφείλεται είτε σε ακραία καιρικά φαινόμενα είτε σε προσωρινά αναχώματα που κατασκευάζουν οι κάτοικοι της περιοχής στους ποταμούς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες για τη συλλογή νερού προς

άρδευση και στη συνέχεια δεν καταστρέφονται με αποτέλεσμα κατά τους χειμερινούς μήνες να παρατηρούνται πλημμυρικά φαινόμενα.

3.3 Υδρολογικά χαρακτηριστικά

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης βρίσκεται εντός των φυσικών ορίων του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας, το οποίο αποτελεί ένα από τα δεκατέσσερα (14) Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας. Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας εκτείνεται στο μεγαλύτερο τμήμα του εντός της Περιφέρειας Θεσσαλίας, ενώ περιλαμβάνει μικρό μέρος της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, και ελάχιστο μέρος των Περιφερειών Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει το Νομό Λάρισας, σχεδόν στο σύνολό του, πολύ μεγάλο μέρος των Νομών Μαγνησίας, Τρικάλων και Καρδίτσας, καθώς και μικρά τμήματα των Νομών Πιερίας, Γρεβενών και Φθιώτιδας. Η συνολική έκταση του διαμερίσματος είναι 13.377 τ.χλμ.



Σχήμα 3.2: Υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας: γεωμορφολογία, κύριο υδρογραφικό δίκτυο και θέσεις κυριότερων ταμιευτήρων (Πηγή: <http://itia.ntua.gr>)

Το διαμέρισμα παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματά του περιμετρικά και τα πεδινά στις κεντρικές περιοχές. Το Θεσσαλικό Πεδίο που αποτελεί το

μεγαλύτερο τμήμα του υδατικού διαμερίσματος, είναι τεκτονικό βύθισμα που περιβάλλεται από τις οροσειρές Ολύμπου-Καμβουνίων στα βόρεια, Πίνδου στα δυτικά, Όθρυος στα νότια και Πηλίου-Όσσας στα ανατολικά.

Στο διαμέρισμα συναντάται η μεγαλύτερη πεδινή περιοχή της χώρας, η οποία διαθέτει ανεπαρκείς υδατικούς πόρους, ενώ συγκεντρώνει όλα τα είδη υδατικών καταναλώσεων, δηλαδή ύδρευση, άρδευση και βιομηχανική χρήση. Αναφορικά με τον αναπτυξιακό χαρακτήρα της περιοχής, η κατανομή της απασχόλησης και του ΑΕΠ στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα είναι 32.4%, 7.6%, 50% και 33.5%, 26.1%, 40.3% αντίστοιχα. Δεδομένου ότι ο πρωτογενής τομέας και πιο συγκεκριμένα η γεωργία αποτελούν την κυρίαρχη απασχόληση των κατοίκων του διαμερίσματος, η άρδευση και οι ανάγκες που προκύπτουν από αυτή αποκτούν πρωταγωνιστικό ρόλο τόσο από οικονομική όσο και από κοινωνικοπολιτική άποψη.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας περιλαμβάνει δύο κύριες υδρολογικές λεκάνες: τη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού και τη λεκάνη απορροής των ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου. Η κυριότερη υδρολογική λεκάνη είναι αυτή του ποταμού Πηνειού με έκταση 9.500 τ.χλμ. περίπου. Στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Πηνειού, εντάσσεται από διαχειριστική σκοπιά και η υπολεκάνη του ποταμού Ταυρωπού (Μέγδοβα), έκτασης 161 τ.χλμ., ανάντη του φράγματος Ν. Πλαστήρα, καθώς σχεδόν το σύνολο των υδατικών της πόρων εκτρέπονται προς την πλευρά της Θεσσαλίας. Βέβαια, η υπολεκάνη Ταυρωπού ανήκει υδρολογικά στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Αχελώου.

Κυριότεροι παραπόταμοι του ποταμού Πηνειού είναι προς τα νότια της υδρολογικής λεκάνης ο Ενιπέας, ο Φαρσαλιώτης, ο Σοφαδίτης και ο Καλέντζης, προς τα δυτικά - νοτιοδυτικά ο Πλιούρης (ή Πάμισος), ο Πορταϊκός και το Μουργκάνι, και στο βόρειο μέρος ο Ληθαίος, ο Νεοχωρίτης και ο Τιταρήσιος.

Στην περιοχή μελέτης, το υδρογραφικό δίκτυο είναι πυκνό και αποτελείται κυρίως από αποστραγγιστικά κανάλια των αγρών, τα οποία τοποθετούνται κάθετα και παράλληλα προς τους κύριους ποταμούς της περιοχής, οι οποίοι εμφανίζουν μορφές μαιάνδρων όπου έχουν κατασκευαστεί αναχώματα για την αποφυγή πλημμυρών κατά τους χειμερινούς μήνες.

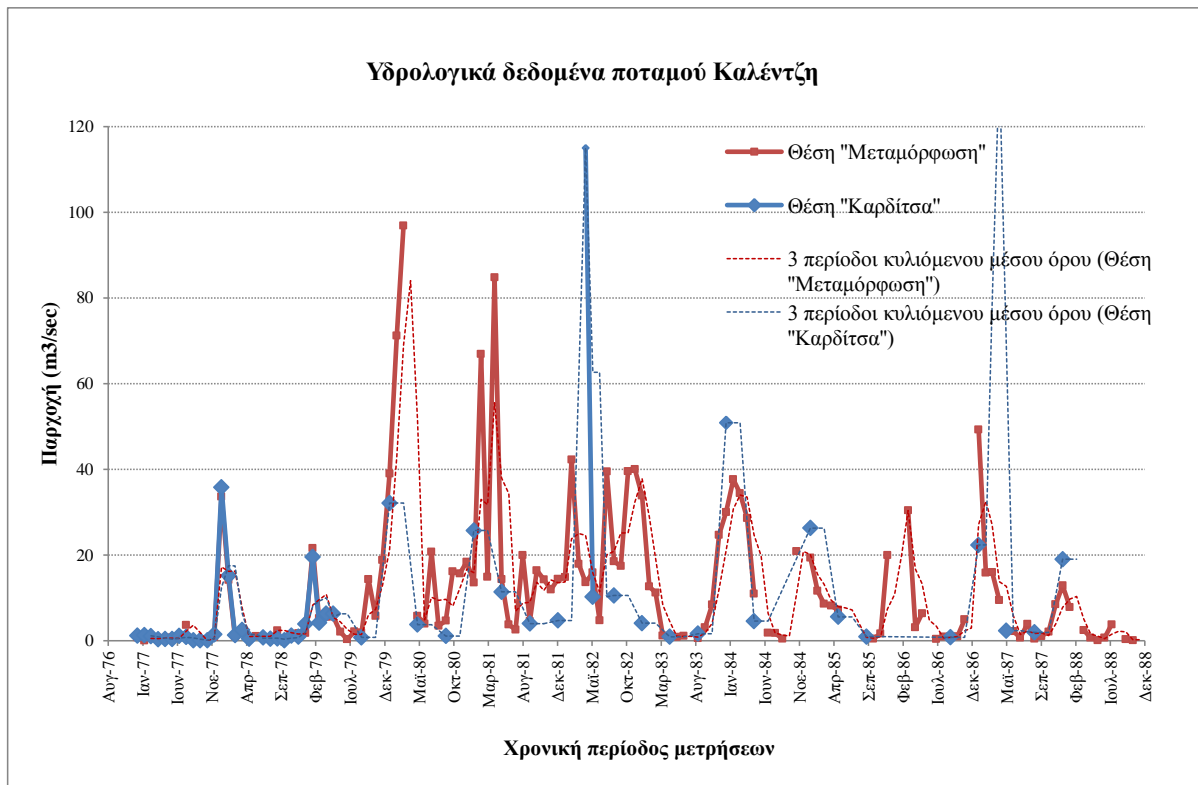
Οι σημαντικότεροι ποταμοί που διασχίζουν το δήμο και έχουν μόνιμη ροή είναι ο Καράμπαλης και ο Καλέντζης, ο οποίος εκβάλλει στον ποταμό Ενιπέα, ενώ μικρότερης σημασίας είναι οι παραπόταμοι του Παλιούρη που διασχίζουν το δυτικό τμήμα. Ο ποταμός Καλέντζης δέχεται τα νερά του Λείψιμου και Ιταλικού και είναι εγκιβωτισμένος και διευθετημένος με εκατέρωθεν αναχώματα έως την εκβολή του.

Ο ποταμός Ρογόζινος είναι διευθετημένος και εγκιβωτισμένος με αριστερό ανάχωμα από την εκβολή του στον ποταμό Σοφαδίτη έως 5 χλμ. ανάντη. Ο ποταμός Λείψιμος κατέρχεται από νότο προς βορά με κοίτη εγκιβωτισμένη με δεξιό ανάχωμα και σε όλη του τη διαδρομή έχει κλίσεις που δεν ξεπερνούν το 0,3% και σε ορισμένα σημεία παρουσιάζει αρνητικές κλίσεις. Το ρέμα Βουλγάρες είναι εγκιβωτισμένο με αναχώματα έως την συμβολή του με τον Ρογόζινο ποταμό. Παροδικής ροής είναι όλοι οι εγκάρσιοι και παράλληλοι τάφροι προς τους παραπάνω ποταμούς με ροή μη μόνιμη ακόμη και τους χειμερινούς μήνες.

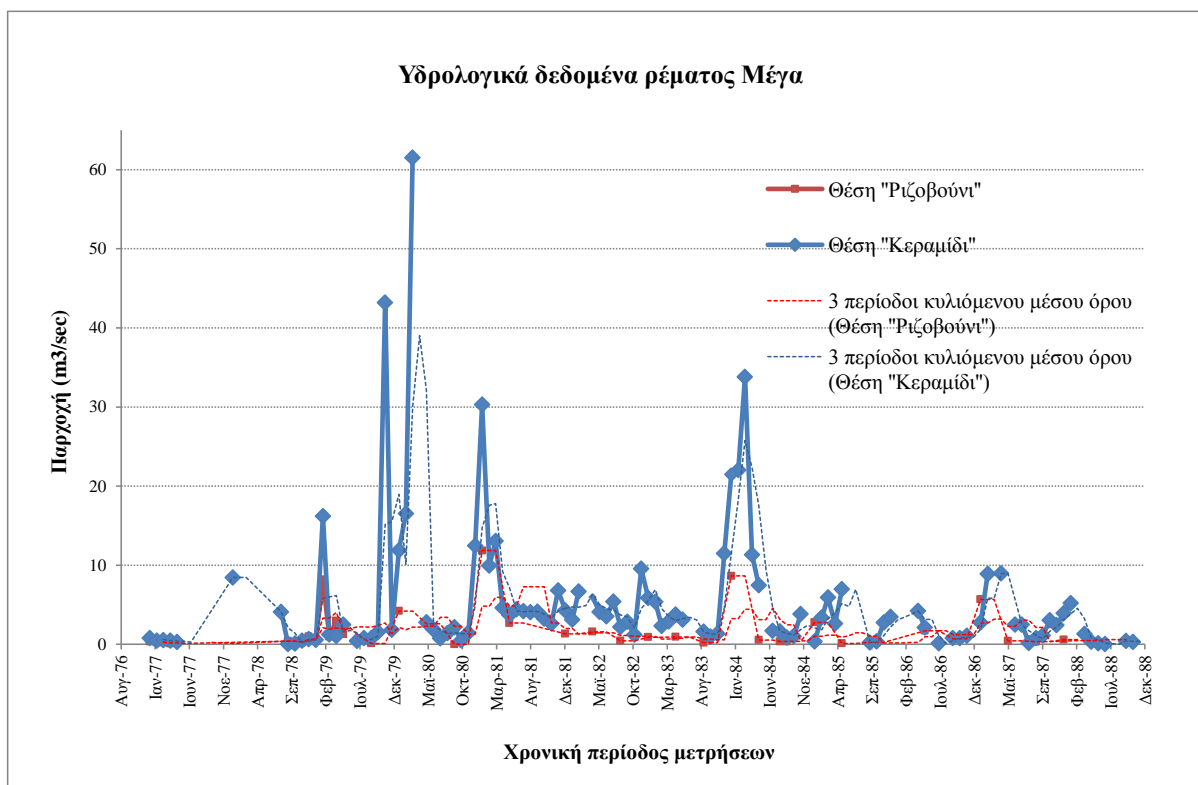
Ο κύριος αποδέκτης των υδάτων όλης της ευρύτερης περιοχής είναι ο Πηνειός ποταμός. Η υπολεκάνη του Ενιπέα δέχεται τα νερά των υπολεκανών του Φαρσαλίτη, Ιτόλη, Ταμπάκου και των υπολεκανών του Σοφαδίτη και του Καλέντζη. Στην υπολεκάνη του Σοφαδίτη, ο ποταμός Σοφαδίτης εκβάλλει στον ποταμό Φαρσαλίτη, αφού προηγουμένως δέχεται τα νερά του ποταμού Ρογόζινο, ενώ στην υπολεκάνη του Καλέντζη, ο Καλέντζης εκβάλλει στον ποταμό Ενιπέα και δέχεται τα ύδατα του Λείψιμου και του Ιταλικού ποταμού και συμβάλλει με τον Καράμπαλη πριν την εκβολή του στον Ενιπέα.

Οι κύριοι υδατικοί πόροι της περιοχής προέρχονται από τα επιφανειακά ύδατα της περιοχής (ποτάμια), καθώς και από τις γεωτρήσεις που υπάρχουν στην περιοχή. Επίσης, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ένα τμήμα της περιοχής δέχεται νερά από την τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα. Η κύρια χρήση των υδάτων είναι για γεωργία και η δευτερεύουσα για βιομηχανίες, βιοτεχνίες και οικιακή χρήση.

Τα διαθέσιμα υδρολογικά δεδομένα για τους ποταμούς και τα ρέματα της περιοχής μελέτης προέρχονται από το αρχείο της πρώην Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων Ν.Α. Καρδίτσας, αλλά και τη Διεύθυνση Υδάτων Θεσσαλίας, με βάση επιτόπιες μετρήσεις που πραγματοποιούνταν κατά τα υδρολογικά έτη 1977-1988. Για την άμεση περιοχή μελέτης, οι πραγματοποιούμενες μετρήσεις αφορούν τον ποταμό Καλέντζη και το συλλεκτήρα Μέγα. Στα ακόλουθα διαγράμματα (Σχήματα 3.3 και 3.4) δίνονται οι μηνιαίες μετρήσεις των παροχών του ποταμού Καλέντζη στις θέσεις «Μεταμόρφωση» και «Καρδίτσα» και του ρέματος Μέγα στις θέσεις «Ριζοβούνι» και «Κεραμίδι», καθώς και ο μέσος όρος των τιμών των παροχών με βήμα τριετίας.



Σχήμα 3.3: Υδρολογικά δεδομένα ποταμού Καλέντζη για τα έτη 1977-1988

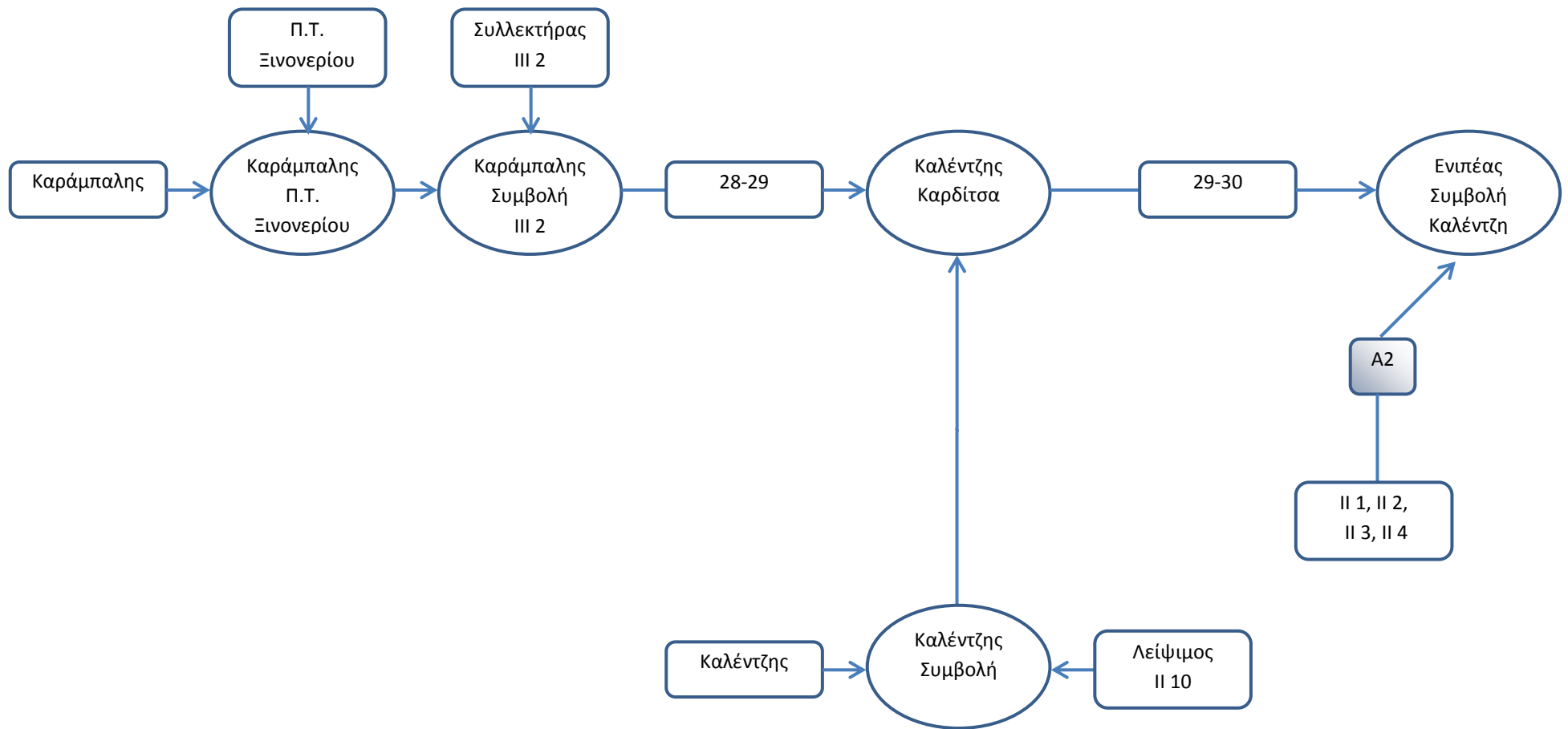


Σχήμα 3.4: Υδρολογικά δεδομένα συλλεκτήρα Μέγα για τα έτη 1977-1988

Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται τα στοιχεία που αφορούν τον ποταμό Καλέντζη και τους παραποτάμους του και πιο συγκεκριμένα οι υδρολογικές υπολεκάνες και τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 3.1: Υπολεκάνες ποταμού Καλέντζη (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998)

A/A	Κωδικός αναφοράς	Ονομασία	Έκταση (τ.χλμ.)
1	1130	Καράμπαλης	116,70
2	1131	Περιφερειακή Τάφρος Ξινονερίου	19,80
3	1132	Συλλεκτήρας III 2	69,60
4	1133	Καλέντζης	130,10
5	1134	Λείμιμος II 10	62,60



Σχήμα 3.5: Διάταξη των υπολεκανών απορροής του ποταμού Καλέντζη (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998)

3.4 Κλιματικές συνθήκες

Το κλίμα του Νομού Καρδίτσας γενικά χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό με δύο παραλλαγές, ορεινού και πεδινού, ανάλογα με την διαμόρφωση του εδάφους. Κατά τη χειμερινή περίοδο, επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και μεγάλη υγρασία, ενώ κατά τη θερινή περίοδο βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Στις ορεινές περιοχές παρατηρούνται μικρότερες θερμοκρασίες και περισσότερες βροχοπτώσεις. Η επίδραση της θάλασσας δε φτάνει στην περιοχή, επομένως το καλοκαίρι είναι εξαιρετικά θερμό στα πεδινά, όπου η θερμοκρασία υπερβαίνει συχνά τους 40° C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 έως 17 °C.

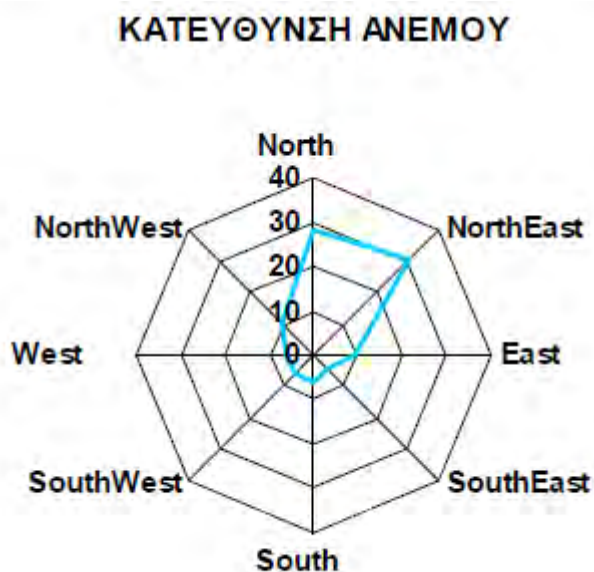
Χαρακτηριστικό του κλίματος του Νομού Καρδίτσας είναι η μεγάλη διακύμανση του ύψους και του αριθμού των ημερών βροχής από έτος σε έτος. Γενικά, οι βροχοπτώσεις στο νομό διαρκούν σχεδόν όλο το χρόνο με μέγιστες τιμές τους μήνες Οκτώβριο μέχρι και Μάρτιο (στους οποίους αντιστοιχεί το 70-75% του συνολικού ύψους βροχόπτωσης) και ελάχιστες τιμές τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, κατά τους οποίους αντιστοιχεί μόνο το 20–25% του συνολικού ύψους βροχόπτωσης, ενώ παράλληλα στο ίδιο χρονικό διάστημα εμφανίζονται και οι υψηλότερες τιμές εξάτμισης. Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ανέρχεται σε 757,9 mm. Συχνές είναι και οι χιονοπτώσεις, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές του νομού. Σε ορεινές περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, το χιόνι καλύπτει την περιοχή 4-5 μήνες το χρόνο.

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας, κινούνται σε υψηλά επίπεδα όλο το χρόνο, κατατάσσοντας την περιοχή στις υγρότερες της Ελλάδας, γεγονός που δικαιολογείται και από το ότι η περιοχή βρίσκεται κοντά στην τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα. Κατά τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζονται υψηλότερες τιμές, ενώ το καλοκαίρι είναι σχετικά χαμηλότερες.

Η θερμοκρασία αέρα σε μέσες μηνιαίες τιμές κυμαίνεται από 5°C περίπου τον Ιανουάριο έως 27°C τον Ιούλιο. Η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας που αναμένεται να σημειωθεί κατά τη διάρκεια της τυπικής ημέρας κυμαίνεται από 23,5°C τον Ιανουάριο έως 49°C τον Ιούλιο, ενώ για τους μήνες αυτούς οι αντίστοιχες ελάχιστες τιμές είναι - 15°C και 9°C. Οι τιμές αυτές έχουν έντονη διασπορά και κατατάσσουν την περιοχή της Καρδίτσας σε μια από τις περιοχές της Ελλάδας με έντονη μεταβολή κλίματος, με ψυχρούς χειμώνες και πολύ θερμά καλοκαίρια.

Οι μεγαλύτερες τιμές της ταχύτητας του ανέμου παρατηρούνται τους καλοκαιρινούς μήνες, με μέγιστη τιμή ίση με 1,7 m/s, ενώ τους υπόλοιπους μήνες η ταχύτητα του ανέμου κυμαίνεται στα 1,0 – 1,4 m/s, με τις μικρότερες τιμές να προκύπτουν κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους. Οι κύριοι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι Νότιοι και Νοτιοανατολικοί κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Οι διευθύνσεις των επικρατούντων

ανέμων είναι πολύπλοκοι, εξαιτίας κυρίως του πολυσχιδούς ανάγλυφου. Ακολούθως δίνεται το ανεμόγραμμα της περιοχής (Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6: Διαγραμματική απεικόνιση της κατεύθυνσης του ανέμου για τη διάρκεια της τυπικής ημέρας του έτους στην περιοχή της Καρδίτσας (Πηγή: Ε.Μ.Υ.)

Συμπερασματικά, το κλίμα του νομού Καρδίτσας είναι χαρακτηριστικό του Μεσογειακού κλίματος γενικά και ειδικότερα των ξηρών κλιμάτων.

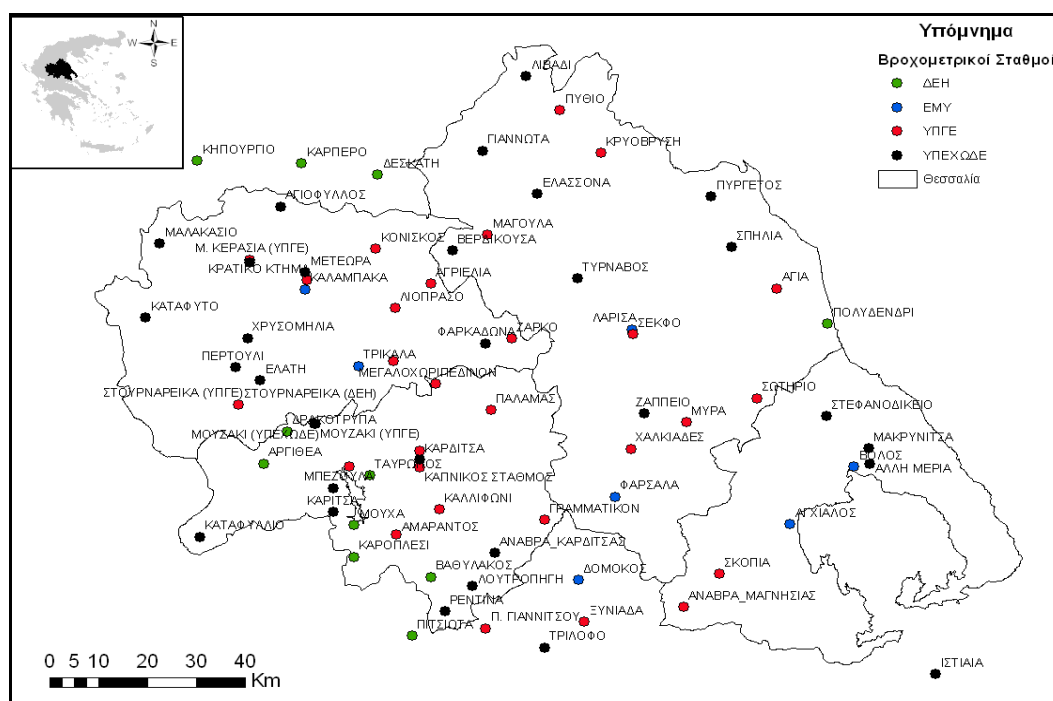
Για τον υπολογισμό της βροχόπτωσης στην περιοχή του Δήμου Καρδίτσας αξιοποιήθηκαν οι μετρήσεις συνολικά έντεκα (11) βροχομετρικών σταθμών. Τα βροχομετρικά δεδομένα που λήφθηκαν αφορούσαν μηνιαίες υδατοπτώσεις. Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται οι σταθμοί υετόπτωσης με τις κυριότερες γενικές πληροφορίες τους.

Πίνακας 3.2: Σταθμοί υετόπτωσης στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

A/A	Όνομα σταθμού	Υψόμετρο (μ)	Νομός
1	Αγκιάλος	15	Μαγνησίας
2	Ανάβρα	208	Καρδίτσας
3	Βόλος	3	Μαγνησίας
4	Δομοκός	615	Φθιώτιδας
5	Καρδίτσα	103	Καρδίτσας
6	Καροπλέσι	910	Καρδίτσας
7	Λάρισα	73	Λάρισας

8	Μύρα	320	Λάρισας
9	Μούχα	750	Καρδίτσας
10	Στεφανοβίκειο	80	Μαγνησίας
11	ΥΗΣ Πλαστήρα	801	Καρδίτσας

Οι υδρομετεωρολογικοί σταθμοί βρίσκονται τόσο εντός της λεκάνης απορροής της περιοχής μελέτης όσο και εκτός αυτής, προκειμένου να γίνει ακριβέστερη και πιο ολοκληρωμένη χωρική κάλυψη της περιοχής μελέτης. Οι θέσεις των σταθμών που αξιοποιήθηκαν, καθώς και το σύνολο των βροχομετρικών σταθμών για το υδρολογικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας απεικονίζονται στο Σχήμα 3.7.

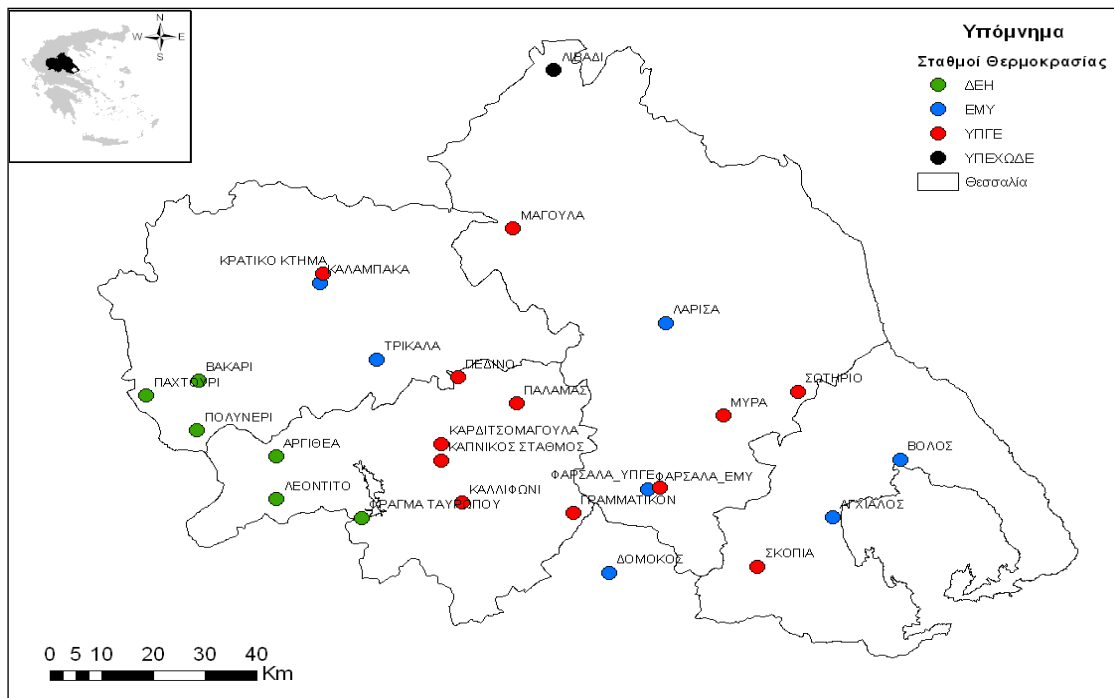


Σχήμα 3.7: Βροχομετρικοί σταθμοί Θεσσαλίας (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ)

Για την εκτίμηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας από είκοσι έξι (26) σταθμούς, για το σύνολο των υδρολογικών ετών που υπήρχαν δεδομένα των σταθμών αυτών. Οι σταθμοί δεν βρίσκονται μόνο στους τέσσερις νομούς της Θεσσαλίας αλλά και στους γειτονικούς νομούς ώστε το σύνολο των σταθμών να καλύπτουν χωρικά την περιοχή της Θεσσαλίας. Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι σταθμοί μέτρησης θερμοκρασίας με τις κυριότερες γενικές πληροφορίες τους, και στο Σχήμα 3.8 παρουσιάζονται οι θέσεις των σταθμών αυτών.

Πίνακας 3.3: Σταθμοί θερμοκρασίας στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

A/A	Όνομα σταθμού	Υψόμετρο (μ)	Νομός
1	Αγχίαλος	15	Μαγνησίας
2	Αργιθέα	980	Καρδίτσας
3	Βακάρι	1150	Τρικάλων
4	Βόλος	3	Μαγνησίας
5	Γραμματικόν	95	Καρδίτσας
6	Δομοκός	615	Φθιώτιδας
7	Καλαμπάκα	222	Τρικάλων
8	Καλλιφώνι	100	Καρδίτσας
9	Καπνικός Σταθμός	110	Καρδίτσας
10	Καρδιτσομαγούλα	95	Καρδίτσας
11	Καλαμπάκα	532	Τρικάλων
12	Λάρισα	73	Λάρισας
13	Λεοντίτο	950	Καρδίτσας
14	Λιβάδι	1183	Λάρισας
15	Μαγούλα	180	Λάρισας
16	Μύρα	320	Λάρισας
17	Παλαμάς	95	Καρδίτσας
18	Παχτούρι	950	Τρικάλων
19	Πεδινόν	95	Καρδίτσας
20	Πολυνέρι	730	Τρικάλων
21	Σκοπιά	580	Μαγνησίας
22	Σωτήριο	51	Λάρισας
23	Φράγμα Ταυρωπού	850	Καρδίτσας
24	Τρίκαλα	149	Τρικάλων
25	Φάρσαλα	148	Λάρισας
26	Φάρσαλα	434	Λάρισας



Σχήμα 3.8: Θέσεις σταθμών θερμοκρασίας Θεσσαλίας (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ)

3.5 Πληθυσμιακά δεδομένα

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται εντός των ορίων του Δήμου Καρδίτσας του Νομού Καρδίτσας, στο νοτιοδυτικό τμήμα της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Ο Νομός Καρδίτσας ή Περιφερειακή Ενότητα Καρδίτσας, έχει ως έδρα την Καρδίτσα, αποτελείται από τους Δήμους Καρδίτσας, Αργιθέας, Λίμνης Πλαστήρα, Μουζακίου, Παλαμά και Σοφάδων, όπως αυτοί συστάθηκαν μετά την εφαρμογή του Προγράμματος Καλλικράτης. Πιο συγκεκριμένα, ο Δήμος Καρδίτσας, με έδρα την Καρδίτσα, προήλθε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων Δήμων Καρδίτσας, Κάμπου, Ιτάμου, Καλλιφώνου και Μητρόπολης του Νομού Καρδίτσας.

Ο πληθυσμός της Περιφερειακής Ενότητας Καρδίτσας σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ανέρχεται σε 142.201 κατοίκους, ενώ του νέου Δήμου Καρδίτσας σε 61.935 κατοίκους. Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο πληθυσμός του νομού Καρδίτσας αυξήθηκε κατά 18,24 % σύμφωνα εντός της δεκαετίας 2001 – 2011, ενώ ο πληθυσμός του νέου Δήμου Καρδίτσας αυξήθηκε κατά 12,22 %.

Στον πίνακα 3.4 παρουσιάζεται ο πληθυσμός των Δήμων του Νομού Καρδίτσας σύμφωνα με την απογραφή του 2001 και την απογραφή του 2011.

Πίνακας 3.4: Κατανομή πληθυσμού Νομού Καρδίτσας (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2011)

Α/Α	Δήμος	Δημοτική Ενότητα	Πληθυσμός	
			Απογραφή 2001	Απογραφή 2011
1	Καρδίτσας	Ιτάμου	3.354	4.805
		Καρδίτσας	41.411	43.545
		Καλλιφωνίου	2.818	3.559
		Κάμπου	5.360	5.309
		Μητρόπολης	2.246	4.717
		Σύνολο Δήμου	55.189	61.935
2	Αργιθέας	Αργιθέας	1.067	3.061
		Ανατολ. Αργιθέας	449	2.036
		Αχελώου	972	1.610
		Σύνολο Δήμου	2.488	6.707
3	Λίμνης Πλαστήρα	Πλαστήρα	2.365	4.590
		Νεβρόπολης Αγράφων	1.657	4.323
		Σύνολο Δήμου	4.022	8.913
4	Μουζακίου	Μουζακίου	9.187	12.041
		Ιθώμης	2.773	3.625
		Παμίσου	4.447	4.749
		Σύνολο Δήμου	16.407	20.415
5	Παλαμά	Παλαμά	9.644	10.602
		Σελλάνων	4.987	5.214
		Φύλλου	3.869	3.651
		Σύνολο Δήμου	18.500	19.467
6	Σοφάδων	Σοφάδων	12.377	14.497
		Άρνης	3.164	3.134
		Μενελαΐδας	2.012	2.794
		Ρεντίνης	484	583
		Ταμασίου	3.722	3.756
		Σύνολο Δήμου	21.759	24.764
		Σύνολο Νομού	120.265	142.201

3.6 Αναπτυξιακά δεδομένα

Η ανάπτυξη του Νομού Καρδίτσας βασίζεται κυρίως στην αγροτική οικονομία, η οποία αποτελεί την οικονομική βάση ολόκληρης της περιοχής μελέτης. Ο νομός συγκεντρώνει ποσοστό 1.2% του πληθυσμού της χώρας και 0.9% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος. Περίπου ο μισός οικονομικά ενεργός πληθυσμός απασχολείται στη γεωργία, ενώ το συγκεκριμένο ποσοστό είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό της Περιφέρειας

Θεσσαλίας.

Το οικονομικό κέντρο του νομού, η πόλη της Καρδίτσας, έχει μικρό ποσοστό απασχολούμενων στον αγροτικό τομέα. Σημαντικό ποσοστό στην απασχόληση και στην τοπική οικονομία διαδραματίζουν ο χώρος των υπηρεσιών, κατασκευών, εμπορίου και τουρισμού. Ο κλάδος των μεταποιητικών επιχειρήσεων αποτελεί το κύριο αντικείμενο δραστηριότητας των επιχειρήσεων του δευτερογενούς τομέα. Στον κλάδο των μεταποιητικών επιχειρήσεων εργάζεται το 9.7% των απασχολούμενων του Δήμου Καρδίτσας, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στο Νομό Καρδίτσας φθάνει το 6.35% και στην Περιφέρεια Θεσσαλίας το 13.28%.

Στις κατασκευές εργάζεται το 9.52% των απασχολούμενων του Δήμου Καρδίτσας, το 8.12% στο Νομό Καρδίτσας και το 8.72% της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Μεγαλύτερα ποσοστά εμφανίζει η απασχόληση στην κατηγορία «Εμπόριο, Επισκευές, Ξενοδοχεία, Εστιατόρια» στο Δήμο Καρδίτσας (24.64%), στο Νομό (13.37%) και στην Περιφέρεια (16.29%).

Στην κατηγορία «Μεταφορές, αποθηκεύσεις και επικοινωνίες» εντάσσεται το 7.30% των απασχολούμενων της περιοχής μελέτης, το 3.80% στο Νομό Καρδίτσας και το 5.22% της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Το ποσοστό του αριθμού των εργαζομένων που ασχολείται με άλλες υπηρεσίες πέραν των προαναφερθέντων (στρατιωτικοί, δημόσιοι υπάλληλοι, εκπαιδευτικοί κ.λπ.) είναι μεγαλύτερο στο Δήμο Καρδίτσας (40.10%) σε σχέση με το Νομό Καρδίτσας (18.87%) και στο σύνολο της Περιφέρειας Θεσσαλίας (21.81%).

Η ανεργία στο Νομό Καρδίτσας ανέρχεται σε ποσοστό 33.46% για τους άνδρες (2301 άτομα) και σε ποσοστό 66.54% για τις γυναίκες (4575 άτομα). Ιδιαίτερα μεγάλα ποσοστά ανεργίας παρουσιάζονται στις κατηγορίες ατόμων 20-45 χρόνων, καθώς και στην κατηγορία των ανειδίκευτων εργατών - εργατοτεχνιτών και υπαλλήλων γραφείου.

Οι κάτοικοι της άμεσης περιοχής μελέτης ασχολούνται κυρίως με τη γεωργία και έως πολύ πρόσφατα μόνο με τη βαμβακοκαλλιέργεια. Η δυσμενής εξέλιξη όμως, που παρουσιάζει η πορεία της βαμβακοκαλλιέργειας ώθησε κάποιους αγρότες προς την πολυκαλλιέργεια. Οι εκμεταλλεύσεις στην περιοχή διακρίνονται σε μικτές (γεωργο-κτηνοτροφικές), γεωργικές και κτηνοτροφικές.

Όλοι οι κλάδοι της κτηνοτροφίας (αγελαδοτροφία – βοοτροφία, αιγο-προβατοτροφία, χοιροτροφία, ορνιθοτροφία, κονικλοτροφία) στην περιοχή παρουσιάζουν πτωτικές τάσεις τόσο σε επίπεδο εκμεταλλεύσεων όσο και σε επίπεδο αριθμού κεφαλών, με εξαίρεση τον αριθμό των κυψελών, οι οποίες παρουσιάζουν αύξηση. Τα κτηνοτροφικά προϊόντα που

παράγονται στην περιοχή είναι γάλα και κρέας, τα οποία προωθούνται σε μεταποιητικές μονάδες εκτός της περιοχής μελέτης, στο εσωτερικό ή μη του νομού. Το γάλα, σε πολλές περιπτώσεις μεταποιείται από τους ίδιους τους παραγωγούς σε τυρί για να καλύψει ανάγκες του νοικοκυριού του (ιδιοκατανάλωση), αλλά και για διάθεση φίλους και γνωστούς κατόπιν παραγγελιών.

Τα γεωργικά προϊόντα που καλλιεργούνται κυρίως στην περιοχή είναι βιομηχανικά φυτά και σιτηρά. Οι κύριες καλλιέργειες είναι το ποτιστικό βαμβάκι, τα σιτηρά (με κύριες καλλιέργειες το σκληρό σιτάρι και το καλαμπόκι) και η μηδική. Τα γεωργικά προϊόντα παράγονται και προωθούνται στην αγορά. Στο τοπικό διαμέρισμα της Μέλισσας υπήρξε προσπάθεια για παραγωγή πιστοποιημένων προϊόντων ολοκληρωμένης διαχείρισης της γεωργικής παραγωγής.

3.7 Χρήσεις γης

Στην περιοχή μελέτης το υψηλότερο ποσοστό των εκτάσεων καταλαμβάνεται από καλλιεργούμενες και υπό αγρανάπαυση γαίες, βοσκοτόπους, νερά, δάση, οικισμούς και λοιπές χρήσεις. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι το υψηλό ποσοστό που καταλαμβάνουν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις και αγραναπαύσεις, γεγονός που σχετίζεται και με τη γεωργική δραστηριότητα που αναπτύσσουν οι κάτοικοι της περιοχής στον εύφορο κάμπο της Καρδίτσας.

Το μεγαλύτερο τμήμα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων στην περιοχή μελέτης, καλλιεργείται με βαμβάκι και έπειτα ακολουθούν το καλαμπόκι, ο καπνός, τα σιτηρά. Η γεωργική γη της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, μιας και στο μεγαλύτερο κομμάτι της έχει υλοποιηθεί αναδάσμος και κατά συνέπεια υπάρχει αρδευτικό και στραγγιστικό δίκτυο, καθώς επίσης ιδιωτικές, δημοτικές και κρατικές γεωτρήσεις.

Οι βοσκότοποι καλύπτουν μια μεγάλη έκταση, είναι κυρίως δημοτικοί (με λίγους ιδιωτικούς βοσκότοπους) και βρίσκονται ως επί το πλείστον στα όρια των οικισμών. Στην ουσία οι βοσκότοποι αποτελούν μια ζώνη, η οποία χωρίζει τους οικισμούς από τα καλλιεργούμενα χωράφια. Οι βοσκότοποι αυτοί δεν είναι οργανωμένοι και χρησιμοποιούνται από τους κτηνοτρόφους της περιοχής ελεύθερα, χωρίς απόδοση εισφοράς.

Τα νερά καλύπτουν επίσης μεγάλη έκταση και αποτελούνται από έλη, λίμνες και ποτάμια. Μετά τα εκτεταμένα αποστραγγιστικά έργα και τις αποξηράνσεις των φυσικών βαλτοτόπων, δεν υπάρχουν πλέον μόνιμες υδατοσυλλογές. Δημιουργούνται μόνο μικρές

συλλογές σε σημεία, όπου η διαμόρφωση του εδάφους ευνοεί τη συγκέντρωση του νερού. Οι παραπάνω υδατοσυλλογές είναι πρόσκαιρες και εξαφανίζονται με το τέλος των χειμερινών και εαρινών βροχοπτώσεων. Λιμναίες λεκάνες δεν υπάρχουν στην άμεση περιοχή μελέτης. Οι ποταμοί της περιοχής είναι τυπικοί του κάτω ρου (κατάνη ποταμών), στον οποίο περιλαμβάνονται τα χαμηλότερα τμήματα των ποταμών, τα κανάλια και οι τάφροι.

Στα διοικητικά όρια της περιοχής μελέτης, οι παραλίμνιες περιοχές του Δήμου Καρδίτσας εντάσσονται στην Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου, η οποία θεσπίστηκε επίσημα το 1998 (ΦΕΚ 885Δ/98), ενώ δεν περιλαμβάνεται κάποια άλλη περιοχή ιδιαίτερων ρυθμίσεων, όπως βιομηχανική περιοχή κλπ.

Όσον αφορά αναγνωρισμένους παραδοσιακούς και ιστορικούς οικισμούς, ο μόνος οικισμός που είναι χαρακτηρισμένος ως «ιστορικός – διατηρητέος» οικισμός είναι ο Άγιος Γεώργιος (ΦΕΚ 45B/3-2-1983) της Δ.Ε. Μητρόπολης.

Ωστόσο, αρχαιολογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν αρκετοί οικισμοί λόγω των αρχαιολογικών ευρημάτων που έχουν ανακαλυφθεί στην ευρύτερη περιοχή. Συγκεκριμένα, στη Δημοτική Ενότητα Ιτάμου συναντώνται αρκετοί αρχαιολογικοί χώροι, οι οποίοι έχουν οριοθετηθεί με τη με αριθμ. ΥΑ ΥΠΠΟ/ΓΔΑΠΚ/ΑΡΧ/Α1/Φ43/75811/3954/19-8-2009 (ΦΕΚ 434/ΑΑΠ/9-9-2009).

Τέλος, σημειώνεται ότι στην περιοχή μελέτης αναπτύσσεται ένα εκτεταμένο δίκτυο αρδευτικών και αποστραγγιστικών καναλιών.

3.8 Υποδομές

Πολλά από τα έργα υποδομής της περιοχής μελέτης δημιουργήθηκαν με χρηματοδοτήσεις από τα κοινοτικά πλαίσια στήριξης, καθώς και από τα Επιχειρησιακά προγράμματα της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

Οδικό δίκτυο: Το οδικό δίκτυο του Δήμου Καρδίτσας αποτελείται από διανομαρχιακούς, αγροτικούς και επαρχιακούς δρόμους ασφαλτοστρωμένους και μη και περιβάλλεται από οδικούς άξονες που θεωρούνται σε μέτρια κατάσταση. Οι περισσότερες διανομαρχιακές οδοί διέρχονται μέσα από οικισμούς και διασταυρώνονται με πολλές κάθετες αγροτικές και επαρχιακές οδούς. Τα τελευταία χρόνια, στην ευρύτερη περιοχή, πραγματοποιούνται έργα και δράσεις που έχουν ως κύριο στόχο την άρση της οδικής απομόνωσης, την ενίσχυση όλων των παραγωγικών τομέων και την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών δραστηριότητας. Ειδικότερα, είτε έχουν υλοποιηθεί είτε αναμένονται να υλοποιηθούν έργα οδοποιίας που αφορούν τη σύνδεση Μουζακίου – Άρτας, Καρδίτσας – Καρπενησιού, Σοφάδων – Ν. Μοναστηρίου, Δέλτα – Παράκαμψης Συκεώνας – Ορίων

Νομού, Δέλτα – Παλαμά – Ορίων Νομού και Καρδίτσας – Τρικάλων. Στις άμεσες περιοχές επέμβασης διέρχονται κυρίως αγροτικές και επαρχιακές οδοί.

Δίκτυα Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας: Ο Δήμος Καρδίτσας καλύπτεται επαρκώς από εναέρια δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Ο Δήμος καλύπτεται ενεργειακά από το σταθμό παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργεί στο Δημοτικό Διαμέρισμα της Μητρόπολης, ο οποίος συνδέεται με τον υδροηλεκτρικό σταθμό Ν. Πλαστήρα. Ο υδροηλεκτρικός σταθμός Ν. Πλαστήρα λειτουργεί στο νομό από το 1960 με τρεις μονάδες συνολικής μεικτής/καθαρής ισχύος 129,9 MW. Ο σταθμός εκμεταλλεύεται την υδατόπτωση του φράγματος/τεχνητής λίμνης Πλαστήρα. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης ηλεκτροδοτείται σχεδόν το σύνολο των κατοικιών.

Αναφορικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), ο νομός διαθέτει σημαντικές δυνατότητες ανάπτυξης ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων, αλλά και από την καύση βιομάζας και ήδη έχουν χωροθετηθεί τόσο στην άμεση όσο και στην ευρύτερη περιοχή αντίστοιχες δραστηριότητες. Όσον αφορά όμως την ηλιακή ενέργεια, μόνο ένα μικρό ποσοστό κατοικιών χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών σε ενέργεια.

Επιπλέον, η ευρύτερη περιοχή μελέτης καλύπτεται επαρκώς από εναέρια τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, με ψηφιακές τηλεπικοινωνιακές συνδέσεις, ενώ υπάρχουν επίσης αρκετές Διοικητικές Υπηρεσίες όπως ΔΕΗ, ΟΤΕ, ΕΛΤΑ, ΙΚΑ, ΔΟΥ, Νοσοκομείο, Κέντρα Υγείας, Περιφερειακές Υπηρεσίες, Κέντρα Εξυπηρέτησης Πολιτών (ΚΕΠ). Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης λειτουργούν Αγροτικά Ιατρεία, καθώς και το Πρόγραμμα «Βοήθεια στο σπίτι».

Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις συγκοινωνίες, η πόλη της Καρδίτσας αποτελεί το πλησιέστερο εμπορικό κέντρο της περιοχής μελέτης για την κάλυψη των καταναλωτικών αναγκών και για πολλές κοινωνικές εξυπηρετήσεις. Η σύνδεση των Δημοτικών Διαμερισμάτων με την Καρδίτσα πραγματοποιείται με το Αστικό ΚΤΕΛ Καρδίτσας με συχνά δρομολόγια που καλύπτουν τις ανάγκες των κατοίκων. Τέλος, από την περιοχή διέρχεται σιδηροδρομική γραμμή με κεντρικό σταθμό στην πόλη της Καρδίτσας, ενώνοντας σιδηροδρομικά την περιοχή μελέτης με τον όμορο νομό Τρικάλων, αλλά και τη βόρεια και νότια Ελλάδα.

Δίκτυο ύδρευσης: Η ύδρευση των οικισμών στην ευρύτερη περιοχή μελέτης γίνεται μέσω οργανωμένων – ανεξάρτητων δικτύων ύδρευσης, τα οποία σε μεγάλο βαθμό έχουν εκσυγχρονιστεί ή κατά περιπτώσεις αντικατασταθεί με νέα τα οποία είναι κατασκευασμένα

με υλικά φιλικά προς το περιβάλλον. Βέβαια, στην άμεση περιοχή μελέτης ένα μεγάλο μέρος του δικτύου αποτελείται ακόμη από αμιαντοσωλήνες.

Κάθε οικισμός έχει το δικό του δίκτυο ύδρευσης που καλύπτει περίπου το σύνολο των κατοικιών. Στο Καλλίθηρο η υδροληψία γίνεται με άντληση υπόγειων νερών μέσω γεωτρήσεων. Στον οικισμό Ραχούλας ένα μέρος της υδροληψίας γίνεται από γεωτρήσεις και το υπόλοιπο από φυσικές πηγές. Σε όλους τους οικισμούς, η υδροληψία γίνεται αποκλειστικά από πηγές, ενώ σε κανένα δε γίνεται διύλιση του πόσιμου νερού. Σε όλους τους καταναλωτές έχουν τοποθετηθεί υδρομετρητές. Κάθε οικισμός αντιμετωπίζει τις ανάγκες του με πηγές, δεξαμενές και υπόγειο δίκτυο. Συγκεκριμένα μόνο το Καλλίθηρο έχει γεώτρηση, ενώ η Καστανιά, η Μούχα και το Καταφύγι υδρεύονται από τη Λίμνη Πλαστήρα. Όλοι οι υπόλοιποι οικισμοί υδρεύονται από τις πολυάριθμες πηγές της περιοχής με φυσική ροή του νερού. Γενικότερα οι οικισμοί δεν έχουν πρόβλημα με πόσιμο νερό. Υπάρχει επίσης και ο Σύνδεσμος ύδρευσης ανάμεσα στο Καταφύγιο και στο Λαμπερό (Δ.Ε. Πλαστήρα).

Ένα πρόβλημα που ανακύπτει ιδιαίτερα κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι η δυσάρεστη οσμή που παρουσιάζει το πόσιμο νερό στην περιοχή της Καρδίτσας και με σκοπό τη λύση του προβλήματος αυτού έχουν ειδή δρομολογηθεί έργα από τη Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Καρδίτσας (ΔΕΥΑΚ). Μελέτες ωστόσο έχουν δείξει ότι η ποιότητα του νερού είναι καλή.

Δίκτυο αποχέτευσης: Η πόλη της Καρδίτσας διαθέτει βιολογικό καθαρισμό, ο οποίος λειτουργεί από το 1989 και ο οποίος έχει τη δυνατότητα, μετά και την υλοποίηση της επέκτασής του, να επεξεργαστεί λύματα που αντιστοιχούν σε πληθυσμό 50.000 κατοίκων και μικρή ποσότητα βοθρολυμάτων. Από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων εξυπηρετούνται η πόλη της Καρδίτσας και ο οικισμός Καρδιτισομάγουλας. Στο νομό λειτουργούν και άλλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, σε οικισμούς εκτός των ορίων του Δήμου Καρδίτσας.

Στις τοπικές κοινότητες της Δημοτικής Ενότητας Ιτάμου δεν υφίσταται αποχετευτικό δίκτυο, εκτός από τον οικισμό του Σαραντάπορου, όπου έχει κατασκευαστεί το δίκτυο ακαθάρτων και υπάρχει μελέτη για τον βιολογικό καθαρισμό. Οι οικισμοί σήμερα εξυπηρετούνται με απορροφητικούς βόθρους, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους είναι απορροφητικοί κατά οικία.

Απορρίμματα: Ο νομός Καρδίτσας δε διαθέτει ΧΥΤΑ (Χώρου Υγιεινομικής Ταφής Απορριμμάτων). Η ευρύτερη περιοχή εξυπηρετείται από το ΧΥΤΑ Τρικάλων, ο οποίος κατασκευάστηκε με στόχο να εξυπηρετήσει τις ανάγκες ολόκληρης της Δυτικής Θεσσαλίας. Τα απορρίμματα μεταφέρονται μέσω των σταθμών μεταφόρτωσης απορριμμάτων (ΣΜΑ) στο

χώρο διάθεσης (ΧΥΤΑ). Ειδικότερα, ο πλησιέστερος ΣΜΑ βρίσκεται στην Τοπική Κοινότητα Μέλισσας, ενώ όσον αφορά την πόλη της Καρδίτσας ο ΣΜΑ βρίσκεται στα όρια της πόλης. Η αποκομιδή των απορριμμάτων γίνεται με τη χρήση ενός απορριμματοφόρου, με οργανωμένο τρόπο, τρεις φορές την εβδομάδα από κάθε οικισμό. Οι περισσότερες ανεξέλεγκτες χωματερές που προϋπήρχαν στην περιοχή, έχουν πλέον αποκατασταθεί σε ικανοποιητικό βαθμό.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια λειτουργεί στην πόλη της Καρδίτσας Δίκτυο Ανακύκλωσης Υλικών, καθώς επίσης και Κέντρο Ανακύκλωσης Υλικών στην Τ.Κ. Αρτεσιανού του Δήμου Καρδίτσας, στο οποίο συγκεντρώνονται απορρίμματα προς ανακύκλωση από ολόκληρη την περιοχή της Δυτικής Θεσσαλίας.

Αντιπλημμυρικά έργα: Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης έχουν κατασκευαστεί αντιπλημμυρικά έργα σε ποταμούς όπως ο Καλέντζης, ο Λείψιμος, ο Καράμπαλης, το Μέγα κ.α. που έχουν ως στόχο την αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων που συμβαίνουν περιοδικά στην περιοχή της Καρδίτσας και για ικανό χρονικό διάστημα σε εκτάσεις από 40.000 έως 100.000 στρέμματα. Τα έργα περιλαμβάνουν εκσκαφές, εκβαθύνσεις και διαμορφώσεις κοιτών, ανυψώσεις υφιστάμενων αναχωμάτων, κατασκευή αποστραγγιστικών τάφρων, καθαιρέσεις αρδευτικών προσωρινών αναχωμάτων και γεφυρών που εμποδίζουν τη ροή ποταμών, κατασκευή νέων φραγμάτων, αλλά και αύξηση της παροχρητευτικότητας του αντλιοστασίου που στραγγίζει τα νερά της κλειστής λεκάνης μεταξύ των ποταμών Ενιπέα και Φαρσαλίτη.

3.8 Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων

Από έργα αξιοποίησης των επιφανειακών νερών, μέχρι σήμερα έχει κατασκευαστεί ο ταμιευτήρας Ν. Πλαστήρα, με τον οποίο εκτρέπονται τα νερά του ποταμού Ταυρωπού (παραπόταμου του Αχελώου) από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας προς το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, για άρδευση, ύδρευση αλλά και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, έχει κατασκευαστεί ο ταμιευτήρας Σμοκόβου στο Νομό Καρδίτσας, αλλά εκκρεμεί η ολοκλήρωση των αρδευτικών δικτύων της περιοχής που πρόκειται να αρδευτεί.

Ο ταμιευτήρας του φράγματος Σμοκόβου στη θέση «Παλιοσταλός» Λουτροπηγής, μετά τη συμβολή των ρεμάτων Ονόχωνου και Ρεντινιώτικου, εξυπηρετεί το πρόγραμμα αξιοποίησης της Θεσσαλικής πεδιάδας και προβλέπεται να εξυπηρετήσει έως και 250.000 στρέμματα αρδευόμενων εκτάσεων στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας, την ύδρευση οικισμών, καθώς και τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, μέσω της κατάργησης των αρδευτικών γεωτρήσεων μετά την έναρξη λειτουργίας του έργου. Οι

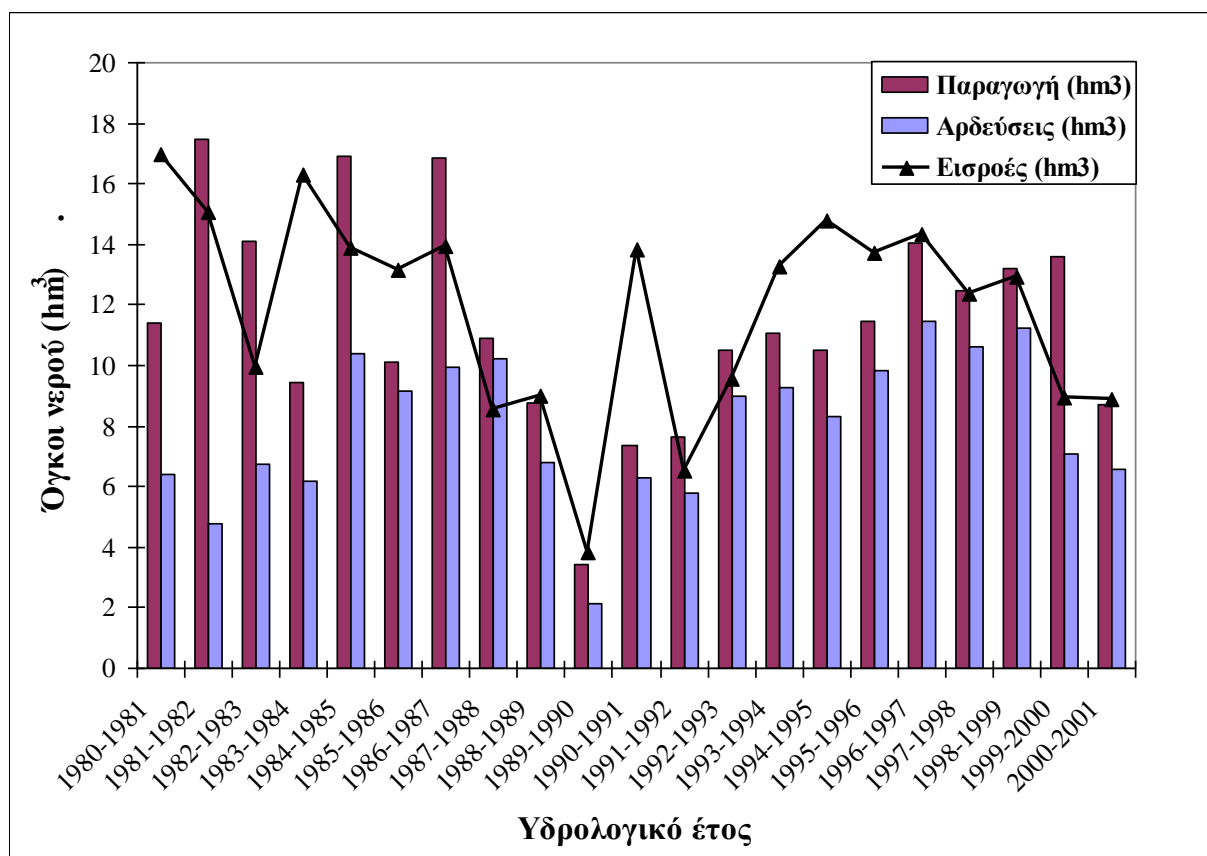
εργασίες κατασκευής του φράγματος και των συναφών έργων (σήραγγα εκτροπής, σήραγγες προσπέλασης και αποστράγγισης, εκχειλιστής και εκκενωτής πυθμένα) ολοκληρώθηκαν το 1996, ενώ η πλήρωση του ταμιευτήρα ξεκίνησε το 2002 και ολοκληρώθηκε σε διάστημα μερικών μόνο μηνών. Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα είναι στα +375.0 m, ενώ η κατώτερη (στάθμη υδροληψίας) στα +352.0 m και η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα ανέρχεται σε 145.8 hm³. Η έκταση της λίμνης στη ανώτατη στάθμη ανέρχεται σε 8.4 km².

Η σήραγγα εκτροπής του φράγματος λειτουργεί ως εκκενωτής πυθμένα, εξυπηρετώντας ταυτόχρονα τις απαιτήσεις διατήρησης οικολογικής παροχής στον Σοφαδίτη. Από τον πύργο υδροληψίας, που βρίσκεται λίγο κατάντη του αναχώματος Κτιμένης, ξεκινά μια σήραγγα μήκους 4.120 m, που καταλήγει πάνω από το χωριό Λεοντάρι. Η σήραγγα έχει διάμετρο 3 m και μέγιστη παροχή λειτουργίας 25 m³/s. Στην έξοδό της έχει κατασκευαστεί έργο καταστροφής ενέργειας και ΥΗΣ εγκατεστημένης ισχύος 9 MW περίπου, τον οποίο εκμεταλλεύεται η ΔΕΗ. Μετά τη διέλευσή του από τον υδροηλεκτρικό σταθμό, το νερό κατευθύνεται σε χαλύβδινο προσαγωγό αγωγό διαμέτρου Φ2.000 mm, μέσω του οποίου διανέμεται στο αρδευτικό δίκτυο. Δεδομένου ότι η παραγωγή ενέργειας είναι πλήρως εξαρτώμενη από την εξυπηρέτηση των κατάντη αρδευτικών απολήψεων, δεν υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας από τον σταθμό.

Ο ταμιευτήρας Ταυρωπού (λίμνη Πλαστήρα), λειτουργεί από το 1960 και έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 300 hm³. Ο ταμιευτήρας Ν. Πλαστήρα σχεδιάστηκε αρχικά ως έργο ενεργειακού σκοπού, στη συνέχεια ωστόσο εξυπηρέτησε και άλλες χρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του ταμιευτήρα Ν. Πλαστήρα, εκτρέπονται τα νερά του ποταμού Ταυρωπού (παραπόταμου του Αχελώου) από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας προς το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας για άρδευση, ύδρευση, αλλά και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η μέση ετήσια παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει πτώση (220 GWh μέχρι το 1986-87, 136 GWh μετά το 1986-87), ενώ αυξάνει ο ρυθμός των απολήψεων για καταναλωτικές χρήσεις. Το σύνολο των καταναλωτικών αναγκών εκτιμάται σε 160 hm³, το οποίο επιμερίζεται σε 145 hm³ για άρδευση και 15 hm³ για ύδρευση (ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντική, 1995). Μέσω των εκροών του ταμιευτήρα, αρδεύονται κατά προσέγγιση 130.000 στρέμματα στο Νομό Καρδίτσας και 85.000 στρέμματα στο Νομό Λάρισας (ΤΟΕΒ Πηνειού).

Στο Σχήμα 3.9 απεικονίζονται οι ετήσιες χρονοσειρές ολικής και αρδευτικής απόληψης, οι οποίες τείνουν να ταυτιστούν, όπου διαπιστώνεται ότι οι απολήψεις είναι άμεσα εξαρτώμενες από τις υδρολογικές συνθήκες, οι οποίοι ρυθμίζουν τις εισροές στον

ταμιευτήρα. Συγκεκριμένα, κατά την περίοδο 1989-1990, όπου λόγω της ξηρασίας οι εισροές ήταν εξαιρετικά περιορισμένες, οι απολήψεις ήταν πολύ μικρές. Επομένως, η δυνατότητα μακροπρόθεσμου προγραμματισμού της γεωργικής παραγωγής δεν είναι εφικτή, καθώς η δυνατότητα υπερετήσιας ρύθμισης των αποθεμάτων του ταμιευτήρα είναι περιορισμένη.



Σχήμα 3.9: Εξέλιξη της απόληψης νερού για παραγωγή ενέργειας και για άρδευση του ΥΗΣ Πλαστήρα (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006)

Η υδροδότηση από τον ταμιευτήρα Ταυρωπού γίνεται μέσω του Υδροηλεκτρικού Σταθμού Ν. Πλαστήρα και η ρύθμιση των παροχών σε αναρρυθμιστική δεξαμενή 600.000 m³, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο +188.10 m και η οποία λειτουργεί από το 1965. Πιο συγκεκριμένα, τα νερά που προέρχονται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα διοχετεύονται, μέσω της αναρρυθμιστικής δεξαμενής, τόσο στις εκτάσεις του δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού όσο και στις εκτάσεις εκτός του δικτύου (περιοχή δικαιοδοσίας του Δήμου Καρδίτσας), ενώ κάποιες ποσότητες προορίζονται για την άρδευση εκτάσεων άλλων Δήμων.

Στην περιοχή του Νομού Καρδίτσας, ένα από τα σημαντικότερα εγχειοβελτιωτικά - αρδευτικά έργα, το οποίο βρίσκεται στη δικαιοδοσία του Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού, είναι το αρδευτικό έργο Ταυρωπού, η κατασκευή του οποίου χρονολογείται από το 1965 και το οποίο

επεκτάθηκε με την πάροδο των ετών. Το δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού τροφοδοτείται από την αναρρυθμιστική δεξαμενή του ΥΗΣ Πλαστήρα μέσω επενδεδυμένης διώρυγας προσαγωγής και αποτελείται από κεντρικές και πρωτεύουσες διώρυγες τραπεζοειδούς διατομής, δευτερεύουσες ορθογωνικής διατομής και τριτεύουσες στα δυτικά μικρές ορθογωνικές και στα ανατολικά ελλειψοειδούς διατομής (καναλέττα). Η λειτουργία του δικτύου είναι εύρυθμη, απαιτεί όμως υψηλές δαπάνες συντήρησης, ενώ εκτιμάται ότι το δίκτυο παρουσιάζει σημαντικές απώλειες νερού.

Άλλα σημαντικά αρδευτικά έργα στο Νομό Καρδίτσας, τα οποία βρίσκονται στη δικαιοδοσία του Τ.Ο.Ε.Β. Μοσχάτου – Μεσενικόλα – Μορφοβουνίου, είναι το αρδευτικό έργο Μοσχάτου - Ξυνονερίου - Ρούσου, με το οποίο γίνεται η άρδευση 6.000 στρεμμάτων, με υπόγειο σωληνωτό δίκτυο υπό πίεση και με υδροληψία από τον ταμιευτήρα Ταυρωπού και το αρδευτικό έργο Μεσενικόλα - Μορφοβουνίου, το οποίο υδροδοτείται από τον ταμιευτήρα Ταυρωπού και αρδεύει με υπό πίεση σωληνωτό δίκτυο 3.200 στρεμμάτων.

Αναφορικά με την άρδευση από υπόγεια ύδατα, οι γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν στα πλαίσια του Προγράμματος Αναπτύξεως Υπογείων Υδάτων Θεσσαλίας (ΠΑΥΥΘ) από την Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων (1972-1981) ή από άλλους φορείς (Δήμοι), αρδεύουν συνολικά έκταση 120.000 στρεμμάτων, ενώ οι ιδιωτικές γεωτρήσεις, οι οποίες ανέρχονται σε 7000-8000 σε αριθμό, αρδεύουν 350.000 στρέμματα καλλιεργήσιμων εκτάσεων.

3.9 Συνθήκες άρδευσης

3.9.1 Γενικά

Στο Νομό Καρδίτσας, ο οποίος αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο καταναλωτή αρδευτικού νερού στη Θεσσαλία, σημαντικό ποσοστό των αρδευθεισών εκτάσεων καλύπτει ο ταμιευτήρας Ν. Πλαστήρα, ο οποίος αρδεύει το σύνολο του Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού και μέσω των υπόλοιπων εκροών που διοχετεύονται σε διάφορα ρέματα της περιοχής (π.χ. Καλέντζης, Καραμπάλης, κ.α.), αρδεύει και άλλες εκτάσεις μέσω χρήσης μικρών αντλητικών διατάξεων.

Το ποσοστό άρδευσης του Ν. Καρδίτσας (δηλαδή το ποσοστό των αρδευθεισών εκτάσεων προς τις αρδεύσιμες) ανέρχεται σε 78% περίπου, ποσοστό που κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Στο Νομό Καρδίτσας, από τα 168.390 στρέμματα που αρδεύτηκαν, τα 108.390 στρέμματα αρδεύτηκαν με το σύστημα του καταιονισμού, τα 40.000 στρέμματα με στάγδην άρδευση και τα υπόλοιπα 20.000 στρέμματα με επιφανειακή άρδευση. Τα τελευταία αφορούν κυρίως στον Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού που αρδεύεται απευθείας από την τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα. Από την τεχνητή λίμνη Ν. Πλαστήρα αρδεύεται επίσης και ο Τ.Ο.Ε.Β.

ΜΟΣΧΑΤΟΥ – Μεσενικόλα – Μορφοβουνίου. Οι υπόλοιποι Τ.Ο.Ε.Β. αρδεύονται κυρίως από τους υπόγειους υδροφορείς.

Στο Νομό Καρδίτσας έχουν ιδρυθεί και λειτουργούν συνολικά οκτώ (8) Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.), οι οποίοι παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.5: Τ.Ο.Ε.Β. του Νομού Καρδίτσας (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ 2004, ΦΕΚ 3542Β’/2012)

Α/Α	ΤΟΕΒ	Αρδεύσιμη έκταση (στρ.)		
		Με βαρύτητα	Με άντληση	Σύνολο
1	ΤΑΥΡΩΠΟΥ	114.300		114.300
2	ΘΕΣΣΑΛΙΩΤΙΔΟΣ		50.000	50.000
3	ΣΕΛΛΑΝΩΝ		30.000	30.000
4	ΤΙΤΑΝΙΟΥ		10.000	10.000
5	ΓΕΛΑΝΘΗΣ		4.000	4.000
6	ΛΑΖΑΡΙΝΑΣ		6.000	6.000
7	ΜΟΣΧΑΤΟΥ - ΜΕΣΣΕΝΙΚΑ - ΜΟΡΦΟΒΟΥΝΙΟΥ		3000	3.000
8	ΑΓΝΑΝΤΕΡΟΥ		19.800	19.800
		114.300	122.800	237.100

3.9.2 Συνθήκες άρδευσης στην άμεση περιοχή μελέτης

Στην περιοχή του Δήμου Καρδίτσας, η άρδευση πραγματοποιείται είτε με άντληση από υπόγεια ύδατα (ιδιωτικές και δημόσιες γεωτρήσεις) είτε με απόληψη από επιφανειακά ύδατα (ποταμούς, τεχνητούς συλλεκτήρες κ.α.). Οι δημοτικές υδροληψίες, που ανήκουν στη δικαιοδοσία του Δήμου Καρδίτσας, βρίσκονται εκτός των ορίων δικαιοδοσίας των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ).

Αναφορικά με την άρδευση από επιφανειακά ύδατα στο Δήμο Καρδίτσας, το αρδευτικό νερό προέρχεται από τον ταμιευτήρα Ταυρωπού (λίμνη Πλαστήρα), του οποίου η λειτουργία χρονολογείται από το 1960 και έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 300 hm³. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του ταμιευτήρα Πλαστήρα, εκτρέπονται τα νερά του ποταμού Ταυρωπού (παραπόταμου του Αχελώου) από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας προς το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας για άρδευση, ύδρευση, αλλά και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Το σύνολο των καταναλωτικών αναγκών εκτιμάται σε 160 hm³, το οποίο επιμερίζεται σε 145 hm³ για άρδευση και 15 hm³ για ύδρευση (ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντική, 1995). Μέσω των εκροών του ταμιευτήρα, αρδεύονται κατά προσέγγιση

130.000 στρέμματα στο νομό Καρδίτσας και 85.000 στρέμματα στο νομό Λάρισας (ΤΟΕΒ Πηνειού).

Η υδροδότηση από τον ταμιευτήρα Ταυρωπού γίνεται μέσω του Υδροηλεκτρικού Σταθμού Πλαστήρα και η ρύθμιση των παροχών σε αναρρυθμιστική δεξαμενή 600.000 m³, η οποία βρίσκεται σε υψόμετρο +188.10 m και λειτουργεί από το 1965. Πιο συγκεκριμένα, τα νερά που προέρχονται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα διοχετεύονται, μέσω της αναρρυθμιστικής δεξαμενής, τόσο στις εκτάσεις του δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού όσο και στις εκτάσεις εκτός του δικτύου (περιοχή δικαιοδοσίας του Δήμου Καρδίτσας), ενώ κάποιες ποσότητες προορίζονται για την άρδευση εκτάσεων άλλων Δήμων.

Ειδικότερα, από το κύριο σημείο υδροληψίας της αναρρυθμιστικής δεξαμενής και μέσω επενδεδυμένης διώρυγας, διοχετεύεται ποσότητα νερού στην κύρια διώρυγα του έργου Ταυρωπού (για την άρδευση των εκτάσεων του Τ.Ο.Ε.Β. Ταυρωπού), ενώ η υπόλοιπη ποσότητα νερού που αποθηκεύεται στην αναρρυθμιστική δεξαμενή διοχετεύεται από τον υπερχειλιστή, μέσω επενδεδυμένης διώρυγας, προς ένα πυκνό δίκτυο αποτελούμενο από διάφορα ρέματα και ποταμούς, αλλά και τεχνητούς συλλεκτήρες της περιοχής.

Το δίκτυο ρεμάτων, ποταμών και τεχνητών συλλεκτήρων, το οποίο σχηματίζεται εντός της περιοχής δικαιοδοσίας του Δήμου Καρδίτσας, περιλαμβάνει το ρέμα Γαβράς, τους ποταμούς Καράμπαλη, Καλέντζη, Λείψιμο (II 2), καθώς και τους συλλεκτήρες Ιταλικό (II 1) και Μέγα (III 1). Το δίκτυο αυτό τροφοδοτείται, πέραν των ποσοτήτων νερού που προέρχονται από νερά του ταμιευτήρα Ταυρωπού, από νερά που συγκεντρώνονται στις λεκάνες απορροής των ποταμών και των υδατορευμάτων, καθώς και από υπόγεια νερά.

Από το δίκτυο που σχηματίζεται και με τη βοήθεια πρόχειρων φραγμάτων, αλλά και μόνιμων κατασκευών από σκυρόδεμα με θυροφράγματα ("φράγματα" - ρουφράκτες εκτροπής), το νερό παροχετεύεται στις δευτερεύουσες τάφρους, απ' όπου με άντληση χρησιμοποιείται για άρδευση. Τα φράγματα αυτά λειτουργούν, ανάλογα με το υδρολογικό έτος και το καθεστώς των ανάντη αρδεύσεων, σε τμήμα της αρδευτικής περιόδου που τελειώνει συνήθως από το τέλος Ιουνίου έως το τέλος Ιουλίου. Βέβαια ορισμένα κατάντη φράγματα βρίσκονται υπό ευνοϊκότερο καθεστώς, αφού γίνεται, σε ορισμένες περιπτώσεις, τροφοδοσία, μετά την εξάντληση των επιφανειακών απορροών, και με υπόγεια νερά (γεωτρήσεις). Τα φράγματα αυτά λειτουργούν κατά την κρίσιμη αρδευτική περίοδο, κυρίως με νερά του ταμιευτήρα Ταυρωπού (Μέγας, Καράμπαλης, Καλέντζης, Ιταλικός). Όλα τα φράγματα είναι φράγματα εκτροπής και μόνο αποθηκεύουν - αναρρυθμίζουν μικρό όγκο στην κύρια κοίτη των ποταμών και τάφρων ώστε να είναι δυνατή και η άντληση στις παρακείμενες ανάντη εκτάσεις.

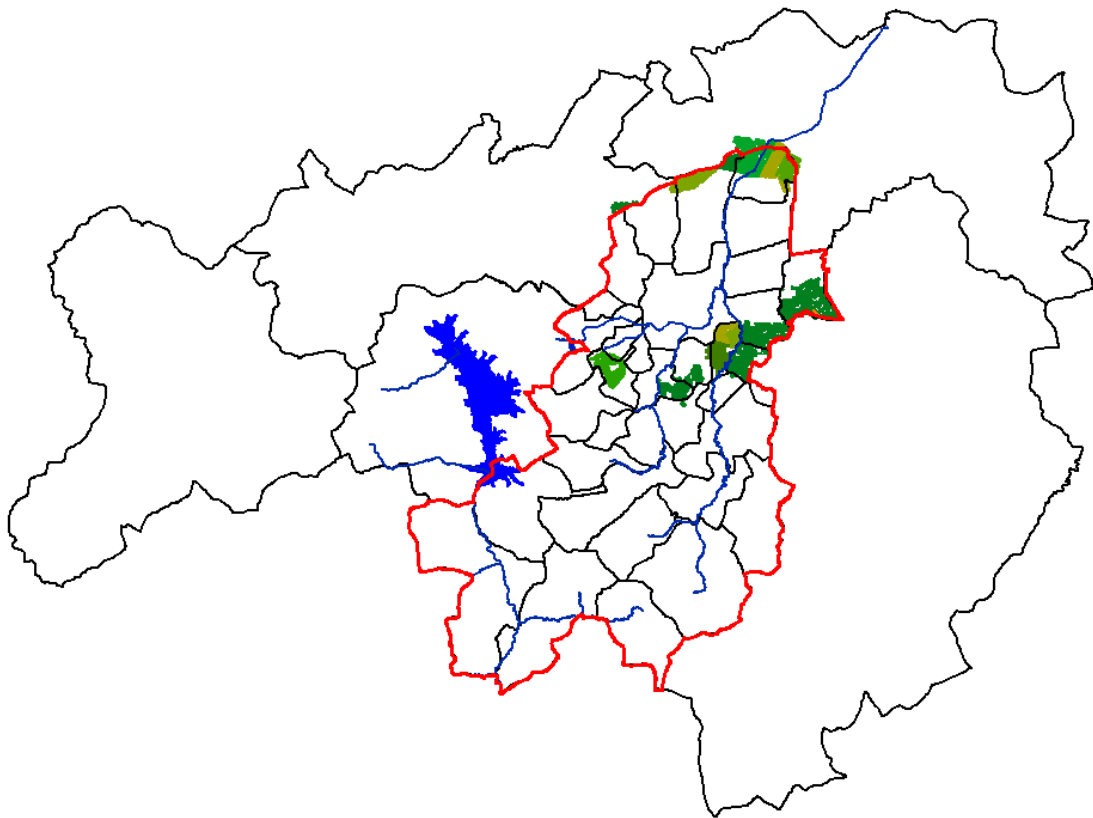
Αναφορικά με το καθεστώς άρδευσης, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό αρδευόμενων εκτάσεων, το οποίο καλύπτεται από τον ταμιευτήρα Πλαστήρα. Ένα μέρος της παροχής αυτής διοχετεύεται προκειμένου να αρδεύσει εκτάσεις του Δήμου Καρδίτσας μέσω εκροών σε διάφορα ρέματα της περιοχής (π.χ. Καλέντζης, Καραμπάλης, κ.α.) με τη χρήση μικρών αντλητικών διατάξεων. Το υπόλοιπο της παροχής διατίθεται στον ΤΟΕΒ Ταυρωπού. Οι υπόλοιπες εκτάσεις του Δήμου Καρδίτσας αρδεύονται με δημόσιες ή ιδιωτικές γεωτρήσεις. Σε ορισμένες περιοχές υφίσταται και υπόγειο σωληνωτό δίκτυο υπό πίεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Διάρθρωση και κατανομή καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης

Για την περιοχή μελέτης, όπου οι αγροτικές καλλιέργειες βρίσκονται εντός των ορίων του συλλογικού αρδευτικού δικτύου του Δήμου Καρδίτσας και εκτός των ορίων των δικτύων των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων του Νομού Καρδίτσας, δημιουργήθηκε ένα μητρώο καλλιεργειών με την καταγραφή και αποτύπωση των αγροτικών εκτάσεων της περιοχής μελέτης.

Στο μητρώο που δημιουργήθηκε, καταγράφηκαν οι εκτάσεις, το είδος της καλλιέργειας και η πηγή υδροληψίας για τις αρδευόμενες καλλιέργειες. Το μητρώο που δημιουργήθηκε αντιστοιχεί στο έτος 2013 και αναφέρεται σε συνολική έκταση 29.882,69 στρεμμάτων (Σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1: Αγροτικές εκτάσεις που αρδεύονται από το συλλογικό επιφανειακό δίκτυο άρδευσης στο Δήμο Καρδίτσας

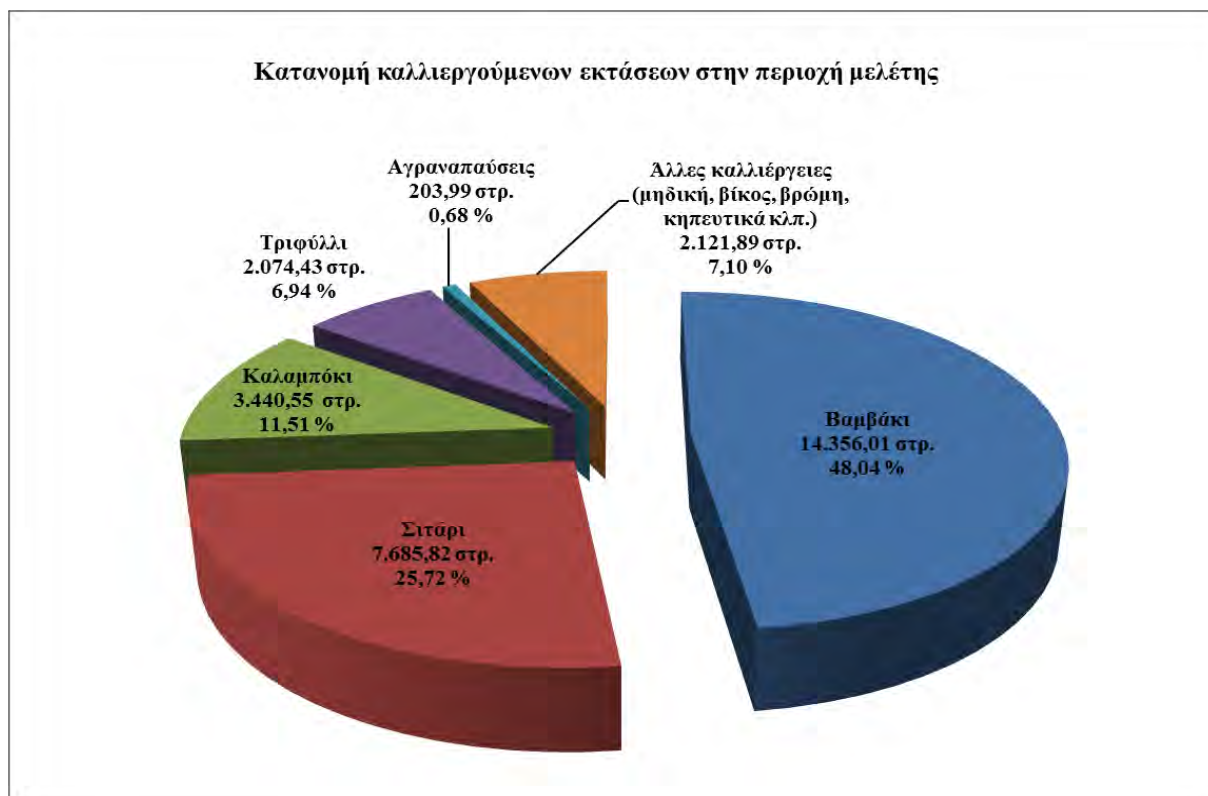
Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, η διάρθρωση των αγροτικών καλλιεργειών που αρδεύονται από επιφανειακά ύδατα μέσω του συλλογικού αρδευτικού

δικτύου του Δήμου Καρδίτσας, δίνεται στο Σχήμα 4.2. Σημειώνεται ότι στο μητρώο δεν συμπεριλαμβάνονται οι μη αρδευόμενες αγροτικές εκτάσεις καθώς δεν συμμετέχουν στην απολήψιμη ποσότητα αρδευτικού νερού.

Πίνακας 4.1: Στοιχεία καλλιεργούμενων ειδών στην περιοχή μελέτης

A/A	Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρέμματα)	Έκταση (%)
1	Βαμβάκι	14.356,01	48,04
2	Σιτάρι	7.685,82	25,72
3	Καλαμπόκι	3.440,55	11,51
4	Τριφύλλι	2.074,43	6,94
5	Μηδική	354,01	1,18
6	Βίκος	157,46	0,53
7	Βρώμη	53,44	0,18
8	Αμπέλια	9,46	0,03
9	Κηπευτικά	238,47	0,80
10	Ηλιάνθος	53,93	0,18
11	Γρασίδι	993,50	3,32
12	Ακτινίδια	2,49	0,01
13	Οπωροφόρα	12,95	0,04
14	Όσπρια	17,99	0,06
15	Ζαχαρότευτλα	43,76	0,15
16	Πιπεριές	151,69	0,51
17	Καρυδιές	32,76	0,11
18	Αγροναπαύσεις	203,99	0,68
	Σύνολο:	29.882,69	100,00

Όπως γίνεται φανερό, το μεγαλύτερο ποσοστό των αρδευόμενων εκτάσεων καταλαμβάνει η καλλιέργεια βαμβακιού, ενώ ακολουθεί το σιτάρι, το καλαμπόκι και το τριφύλλι και σε μικρά ποσοστά τα γρασίδια, η μηδική, οι πιπεριές, οι καρυδιές και άλλες καλλιέργειες όπως τα κηπευτικά, ο βίκος, η βρώμη, ο ηλιάνθος, τα αμπέλια, τα ζαχαρότευτλα, τα όσπρια, τα οπωροφόρα και τα ακτινίδια. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή μελέτης, η καλλιέργεια βαμβακιού καταλαμβάνει το 48,04% της καλλιεργούμενης έκτασης, ενώ ακολουθεί το σιτάρι με ποσοστό 25,72%, το καλαμπόκι με ποσοστό 11,51%, το τριφύλλι με 6,94% και οι υπόλοιπες καλλιέργειες με πολύ μικρά ποσοστά συμμετοχής (συνολικά ποσοστό 7,10%), ενώ οι αγροναπαύσεις καταλαμβάνουν μόλις το 0,68% της καλλιεργούμενης έκτασης.

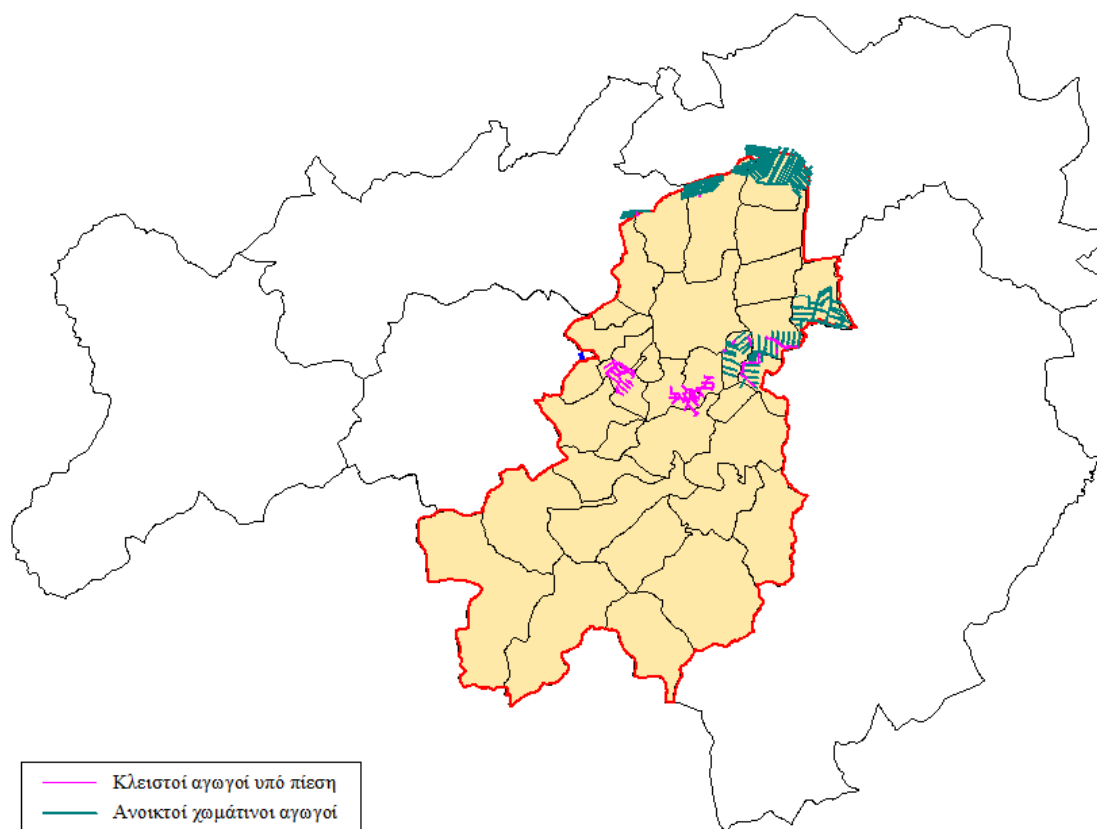


Σχήμα 4.2: Κατανομή καλλιεργούμενων ειδών στις εκτάσεις που αρδεύονται από επιφανειακά ύδατα στο Δήμο Καρδίτσας

Το συλλογικό δίκτυο άρδευσης (Σχήμα 4.3) τροφοδοτείται από επιφανειακά ύδατα μέσω δεκατεσσάρων (14) υδροληψιών, αναρρυθμιστικών θυροφραγμάτων και αντλιοστασίων. Η μεταφορά του νερού από τα σημεία υδροληψίας στις καλλιέργειες γίνεται κυρίως μέσω επιφανειακού δικτύου και σε ορισμένες μόνο εκτάσεις (Τ.Κ. Ξινονερίου και Τ.Κ. Ρούσσου) υφίσταται δίκτυο με επιφανειακούς κλειστούς αγωγούς υπό πίεση, ενώ υπόγειοι αγωγοί υπό πίεση υφίστανται αποκλειστικά για τη μεταφορά του νερού από τα σημεία υδροληψίας στο δίκτυο διανομής (Πίνακας 4.2). Το επιφανειακό δίκτυο αποτελείται από χωμάτινης κατασκευής ανοικτές τάφρους, τραπεζοειδείς διατομής, που μπορούν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες νερού (αρδευτικά κανάλια). Τα προβλήματα των τάφρων αυτών είναι η απαίτηση συνεχούς συντήρησής τους, λόγω της βλάστησης που εμφανίζεται, των απωλειών από τη διήθηση και την εξατμισοδιαπνοή από τις τάφρους λόγω της μεγάλης ελεύθερης επιφάνειας.

Πίνακας 4.2: Στοιχεία συλλογικού αρδευτικού δικτύου στην περιοχή μελέτης

A/A	Τοπική Κοινότητα	Επιφανειακός ανοικτός αγωγός (μ)	Κλειστός αγωγός (υπό πίεση) (μ)
1	ΞΙΝΟΝΕΡΙ	0	15.862
2	ΡΟΥΣΣΟ	0	17.700
3	ΑΡΤΕΣΙΑΝΟ	3.880	240
4	ΚΑΡΔΙΤΣΟΜΑΓΟΥΛΑ	26.515	220
5	ΜΕΛΙΣΣΑ	11.720	1.020
6	ΠΤΕΛΟΠΟΥΛΑ	8.090	5.460
7	ΣΤΑΥΡΟΣ	11.670	3.310
8	ΜΑΚΡΥΧΩΡΙ	57.160	0
9	ΑΓΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	25.580	220
	Σύνολο	144.615	44.032



Σχήμα 4.3: Συλλογικό επιφανειακό δίκτυο άρδευσης του Δήμου Καρδίτσας

4.2 Εκτίμηση και υπολογισμός μετεωρολογικών δεδομένων

Από τους διαθέσιμους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς με κοινή περίοδο δεδομένων από τον Οκτώβριο του έτους 1960 έως το Σεπτέμβριο του έτους 1993, υπολογίστηκε η μέση επιφανειακή υετόπτωση, η μέση επιφανειακή θερμοκρασία και η εξατμισοδιαπνοή.

4.2.1. Εκτίμηση και υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης

Η μέση επιφανειακή βροχόπτωση στην περιοχή μελέτης εκτιμήθηκε με την υψομετρική μέθοδο ή αλλιώς μέθοδο της βροχοβαθμίδας. Η μέθοδος της βροχοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι το ύψος βροχής αυξάνει με την αύξηση του υψομέτρου και χρησιμοποιεί τη βροχοβαθμίδα που είναι ο όρος που περιγράφει την αύξηση του ετήσιου βροχομετρικού ύψους ανά 100 μέτρα αύξηση του υψομέτρου. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μία απλή γραμμική σχέση της μορφής $P=aY+\beta$, η οποία συσχετίζει τα υψόμετρα των σταθμών με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κάθε σταθμού και εφόσον υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $r>0,70$), η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του ύψους βροχής σε οποιοδήποτε υψόμετρο (Παπαμιχαήλ, 2001).

Για την εκτίμηση της μέσης βροχόπτωσης της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα νετόπτωσης από το σταθμό Καρδίτσας, ο οποίος επιλέχθηκε ως σταθμός βάσης για την περιοχή του Δήμου Καρδίτσας. Από την εξέταση των μέσων όρων των ετήσιων βροχοπτώσεων των βροχομετρικών σταθμών, προέκυψε η σχέση μεταβολής της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης με το υψόμετρο ως εξής:

$$y = 0,9224x + 409,74 \text{ και } R^2 = 0,7734 \quad (4.1)$$

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, για κάθε αύξηση του υψομέτρου κατά 100 μέτρα, το ετήσιο ύψος βροχής αυξάνεται κατά 92,24 mm. Στο Σχήμα 4.4 δίνεται η γραφική απεικόνιση της κατανομής της βροχόπτωσης.

Η εκτίμηση των μηνιαίων υψών βροχόπτωσης που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της περιοχής μελέτης για κάθε έτος, γίνεται με τις σχέσεις:

$$P_k = P_{T(k)} - \frac{\Delta * 92,24}{100} \quad (4.2)$$

και

$$P_i^k = \frac{P_k * P_{T(i)}^k}{P_{T(k)}} \quad (4.3)$$

όπου :

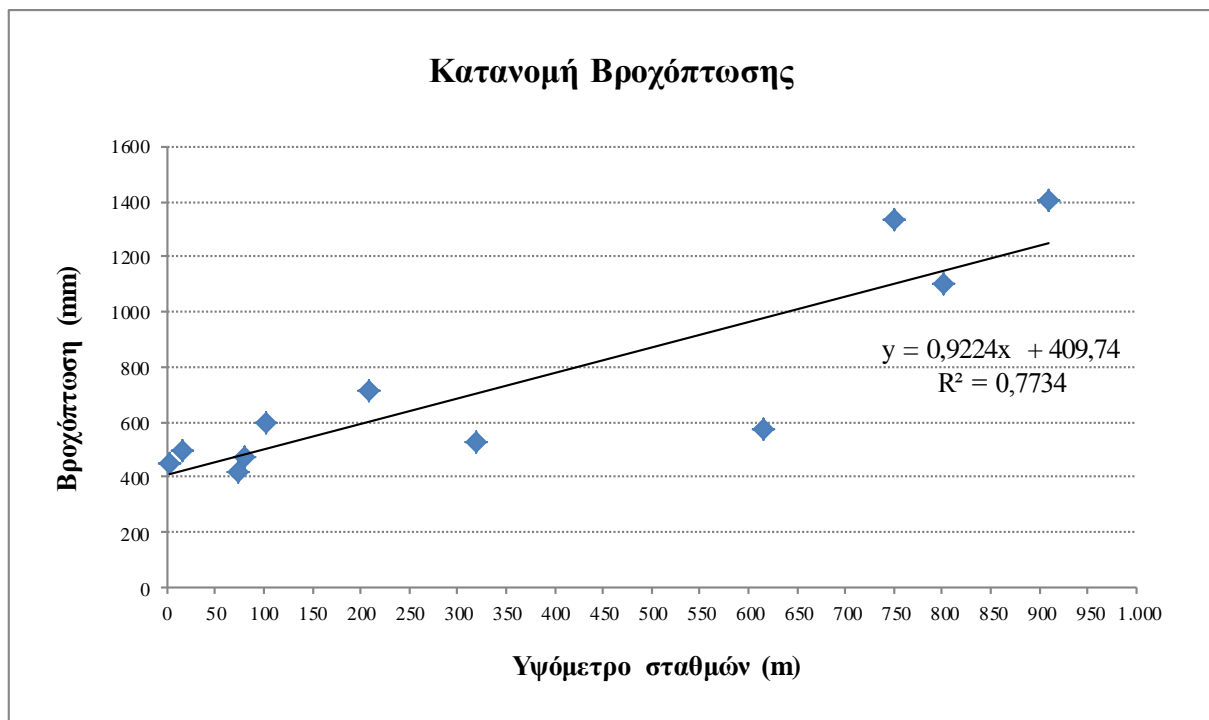
$P_{T(k)}$ = το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης που προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους μηνιαίων υψών βροχόπτωσης από τη σχέση, κατά το έτος k σε mm,

P_k = το ετήσιο ύψος της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης, κατά το έτος k σε mm,

P_i^k = το μηνιαίο ύψος επιφανειακής βροχόπτωσης, κατά το μήνα i και το έτος k, στην περιοχή μελέτης σε mm,

$P_{T(i)}^k$ = το μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης, κατά το μήνα i και το έτος k και

Δ = η διαφορά ανάμεσα στο υψόμετρο του σταθμού βάσης και το μέσο υψόμετρο στην περιοχή μελέτης.



Σχήμα 4.4: Συσχέτιση μέσης συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης με τα υψόμετρα των 11 μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή μελέτης (δεδομένα 33 ετών: 10/1960-09/1993)

Η βροχοβαθμίδα υπολογίστηκε ίση με 92,24, ενώ το μέσο υψόμετρο για τις επιμέρους περιοχές μελέτης του Δήμου Καρδίτσας ανέρχεται σε 120 m.

4.2.2 Εκτίμηση και υπολογισμός μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας

Η μέση επιφανειακή θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης εκτιμήθηκε με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας. Η μέθοδος της θερμοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου και χρησιμοποιεί την ετήσια θερμοβαθμίδα που περιγράφει την μείωση της ετήσιας θερμοκρασίας ανά 100 m αύξηση του υψομέτρου.

Για την εκτίμηση της μέσης θερμοκρασίας της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Καπνικού Σταθμού Ελέγχου Καρδίτσας, ο οποίος επιλέχθηκε ως σταθμός βάσης.

Από την εξέταση των μέσων όρων των ετήσιων θερμοκρασιών των βροχομετρικών σταθμών, προέκυψε η σχέση μεταβολής της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας με το υψόμετρο ως εξής:

$$y = -0,0046x + 16,664 \text{ και } R^2 = 0,8921 \quad (4.4)$$

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, για κάθε αύξηση του υψόμετρου κατά 100 m, η ετήσια θερμοκρασία μειώνεται κατά -0,46 °C. Στο Σχήμα 4.5 δίνεται η γραφική απεικόνιση της κατανομής της βροχόπτωσης.

Η εκτίμηση των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της περιοχής μελέτης, για κάθε υδρολογικό έτος, γίνεται με τις σχέσεις:

$$T_k = T_{T(k)} - \frac{\Delta * 0,46}{100} \quad (4.5)$$

και

$$T_i^k = \frac{T_k * T_{T(i)}^k}{T_{T(k)}} \quad (4.6)$$

όπου:

$T_{T(k)}$ = μέση ετήσια θερμοκρασία στον Καπνικό Σταθμό Ελέγχου Καρδίτσας, κατά το έτος k, σε °C,

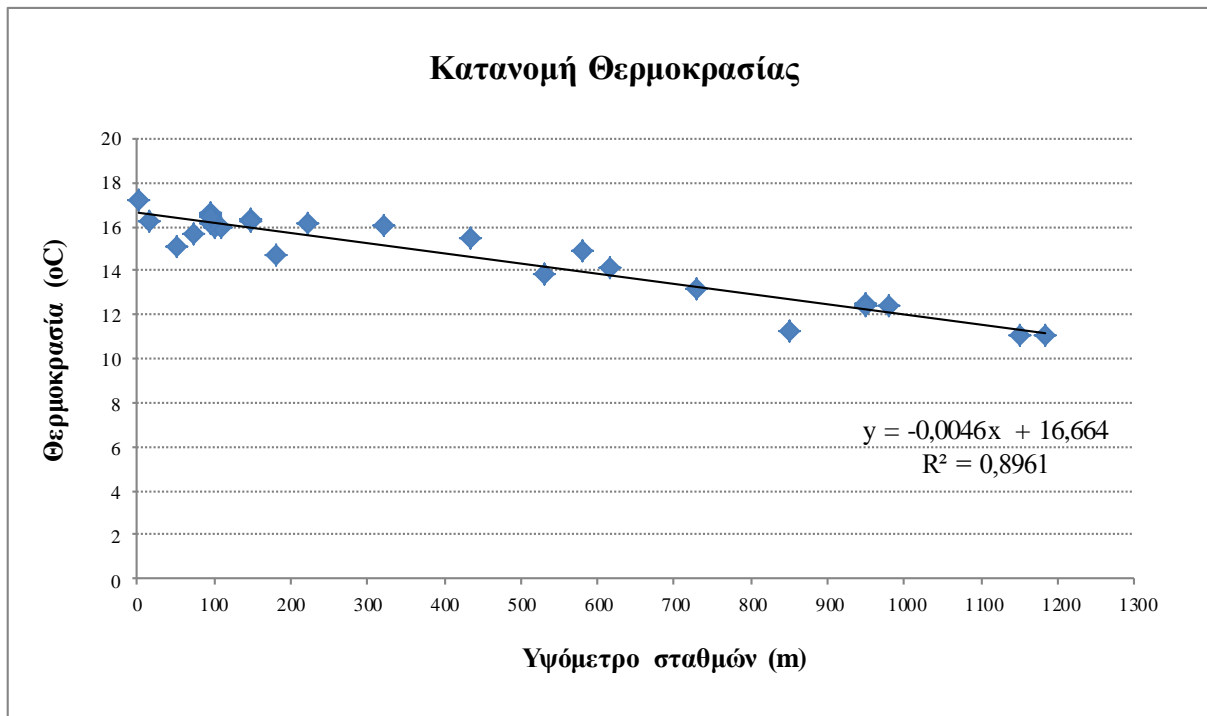
T_k = μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης, κατά το έτος k, σε °C,

T_i^k = μέση μηνιαία θερμοκρασία, κατά το μήνα i και κατά το έτος k, στην περιοχή μελέτης, σε °C,

$T_{T(i)}^k$ = μέση μηνιαία θερμοκρασία, κατά το μήνα i και κατά το έτος k, στον Καπνικό Σταθμό Ελέγχου Καρδίτσας, σε °C,

Δ = η διαφορά ανάμεσα στο υψόμετρο του σταθμού βάσης και το μέσο υψόμετρο στην περιοχή μελέτης.

Η θερμοβαθμίδα υπολογίστηκε ίση με 0,46.



Σχήμα 4.5: Συσχέτιση μέσης ετήσιας θερμοκρασίας με τα υψόμετρα των 26 μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή μελέτης (δεδομένα 33 ετών: 10/1960-09/1993)

Σημειώνεται ότι για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών χρησιμοποιήθηκαν τα γεωγραφικά πλάτη της περιοχής μελέτης στο ελληνικό σύστημα συντεταγμένων.

4.3 Αρδευτικές ανάγκες

Για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό ο αντικειμενικός σκοπός είναι να υπολογισθεί το απαραίτητο νερό για τον εφοδιασμό των καλλιεργειών, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή ανάπτυξη και βελτιστοποίηση της απόδοσής τους σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Με τον όρο «ανάγκες σε αρδευτικό νερό» εννοούμε το ύψος νερού που απαιτείται να χορηγηθεί στις καλλιέργειες, με άρδευση, επιπλέον του νερού που συνεισφέρεται με άλλους τρόπους (π.χ. βροχόπτωση) για την κανονική τους ανάπτυξη. Σύμφωνα με το γενικό αυτό ορισμό, στις ανάγκες περιλαμβάνονται: η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από τις καλλιέργειες (διαπνοή και σχηματισμός ιστών), η ποσότητα που εξατμίζεται από το έδαφος ή τα υγρά μέρη του φυτού, οι απώλειες κατά την εφαρμογή, η ποσότητα που απαιτείται για την έκπλυση των αλάτων καθώς και για άλλες λειτουργίες, όπως η αντιπαγετική προστασία (Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Ζ., 1997).

Η εκτίμηση του όγκου του αρδευτικού νερού (σε m^3) που χρησιμοποιήθηκε κατά την αρδευτική περίοδο του 2013 στην περιοχή μελέτης γίνεται με βάση τα στοιχεία των καλλιεργούμενων εκτάσεων και τον υπολογισμό των θεωρητικών και των πραγματικών αναγκών τους σε νερό. Η αρδευτική περίοδος θεωρείται ότι διαρκεί πέντε (5) μήνες, με έναρξη την 15^η Απριλίου και λήξη τη 15^η Σεπτεμβρίου.

4.3.1 Μεθοδολογία και υπολογισμοί πραγματικών αρδευτικών αναγκών

Η απόδοση μιας καλλιέργειας κατά κύριο λόγο επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα του νερού στα στάδια της βλαστικής περιόδου. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ως παράδειγμα ότι περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού στο βαμβάκι κατά την περίοδο της βλάστησης, συνεπάγεται την πρόωμη ανθοφορία. Μια σωστή διαχείριση του διαθέσιμου αρδευτικού νερού είναι ο εφοδιασμός της καλλιέργειας με νερό, όταν αυτή το χρειάζεται και αυτό επιτυγχάνεται με σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων (Γεωργίου Π., 2004). Η βροχόπτωση στη χώρα μας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών όλων των καλλιεργειών σε νερό, προκειμένου να επιτευχθούν μεγάλες αποδόσεις. Η άρδευση στον κατάλληλο χρόνο, στις απαιτούμενες ποσότητες και με την ενδεδειγμένη μέθοδο, αποτελεί την πιο αποδοτική καλλιεργητική επέμβαση για τις αγροτικές καλλιέργειες. Γενικά, οι αγροτικές υδατικές ανάγκες εξαρτώνται από το είδος των καλλιεργειών, τον τρόπο άρδευσης και τον τρόπο μεταφοράς του νερού στις αρδευόμενες εκτάσεις.

4.3.1.1 Υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών με τη μέθοδο Blaney – Criddle

Στην υδρολογία, ο όρος εξάτμιση (evaporation E) χρησιμοποιείται για να περιγράψει, τόσο φαινομενολογικά, όσο και ποσοτικά, τη μετατροπή του νερού από την υγρή στην αέρια φάση (Κουτσογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ., 1999). Ο φυσικός ρυθμός εξάτμισης καθορίζεται από τρεις θεμελιώδεις παράγοντες: (α) τη φυσική διαθεσιμότητα (παρουσία) του νερού σε υγρή φάση, (β) τη διαθεσιμότητα ενέργειας στην επιφάνεια του νερού για την πραγματοποίηση της εξάτμισης και (γ) την ευκολία με την οποία με την οποία διαχέονται οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα.

Η μετατροπή του νερού σε υδρατμούς που πραγματοποιείται στους πόρους της χλωρίδας, και ιδίως των φυλλωμάτων των φυτών, είναι γνωστή ως διαπνοή (transpiration T). Το νερό των φυτών απορροφάται από το έδαφος μέσω των ριζών και του αγγειακού συστήματος οδηγείται στους πόρους των φυλλωμάτων, γνωστούς ως στόματα, απ' όπου

διαπνέεται. Η βασική διαφορά της διαπνοής από την εξάτμιση από υδάτινες επιφάνειες ή υγρό έδαφος, έγκειται στο γεγονός ότι τα κύτταρα των φυτών ελέγχουν το ρυθμό της διαπνοής, μέσω της ρύθμισης των ανοιγμάτων των στομάτων.

Με τον όρο υδατοκατανάλωση (water consumption) των καλλιεργειών εννοούμε την ολική ποσότητα που χρησιμοποιείται για τη διαπνοή των φυτών, την εξάτμιση από τις επιφάνειες φυτών και εδάφους, καθώς και την ποσότητα που χρειάζεται για κατασκευή των ιστών και του κορμού. Σε μια κανονική περίοδο αναπτύξεως, η ποσότητα που παραμένει στο φυτό για τη δόμηση του είναι λιγότερο από το 1% της συνολικής ποσότητας που καταναλώθηκε στην εξάτμιση και τη διαπνοή (Τσακίρης Γ., 2004).

Το σύνολο των πραγματικών απωλειών νερού από την εξάτμιση εδαφών και από τη διαπνοή της χλωρίδας αποδίδεται μαζικά με τον όρο εξατμισοδιαπνοή (ή διεθνώς *evapotranspiration* ET). Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι η εξατμισοδιαπνοή από εδαφικές επιφάνειες, φυτοκαλυμμένες ή όχι, εξαρτάται από την διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος (και κατά συνέπεια και στους ιστούς των φυτών), ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με την εξάτμιση από υδάτινες επιφάνειες (π.χ. λίμνες, όπου προφανώς η διαθεσιμότητα νερού είναι δεδομένη και δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα).

Το είδος των φυτών που απαρτίζουν τις διάφορες καλλιέργειες διαφέρουν μεταξύ τους σε ότι αφορά τη βλαστική τους περίοδο, το βάθος και την πυκνότητα του ριζικού συστήματος, την πυκνότητα, την έκταση και την ανακλαστικότητα του φυλλώματος και τον τρόπο που καλλιεργούνται. Οι διαφορές αυτές συνεπάγονται αντίστοιχες διαφοροποιήσεις της εξατμισοδιαπνοής από καλλιέργεια σε καλλιέργεια. Για την πραγματοποίηση του φαινομένου της εξάτμισης απαιτείται η κατανάλωση ηλιακής ενέργειας. Το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής είναι συνάρτηση της κινητικότητας των υδρατμών που, κατά κύριο λόγο, διαμορφώνεται από την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

Με βάση τα προαναφερόμενα, ότι η εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας διαμορφώνεται:

- από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμά της και
- από τους κλιματικούς παράγοντες, κυριότεροι από τους οποίους είναι η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία, η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Ζ., 1997).

Η ποσότητα νερού που απαιτείται για τη φυσιολογική ανάπτυξη και τη βέλτιστη απόδοση μιας καλλιέργειας εκφράζεται με τον όρο «ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας» και αντιπροσωπεύεται από την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (ETc), η οποία αντιστοιχεί στο

νερό που καταναλώνεται σε μια καλλιέργεια, η οποία είναι ελεύθερη από κάθε είδους φυτικές ασθένειες, αναπτύσσεται σε μεγάλα χωράφια, χωρίς περιορισμούς στη διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων, και στην οποία επιτυγχάνεται το μέγιστο της απόδοσης κάτω από τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσεται. Κατά τον ορισμό αυτό, η ET_c είναι ισοδύναμη με τη μέγιστη εξατμισοδιαπνοή (ET_{max}). Το νερό που καταναλώνεται από μια καλλιέργεια κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι (πλήρης ή μερική διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας, προσβολή ή όχι από ασθένειες, γονιμότητα του χωραφιού κ.α.) αναφέρεται ως πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET_a), το άνω όριο της οποίας είναι η μέγιστη εξατμισοδιαπνοή ET_{max} .

Ως δυναμική ή δυναμική εξατμοδιαπνοή (ET_p) ορίζεται η ποσότητα του νερού που μπορεί να μεταφερθεί προς την ατμόσφαιρα, όταν η επιφάνεια της γης έχει τη δυνατότητα να καλύψει σε νερό τις ατμοσφαιρικές απαιτήσεις. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι πάντα μικρότερη ή το πολύ ίση με τη δυναμική εξατμοδιαπνοή. Η μείωση της εξατμισοδιαπνοής από δυναμική σε πραγματική εξαρτάται από την υπάρχουσα ποσότητα νερού στη ζώνη του ριζοστρώματος (βαθμός διαθεσιμότητας του εδαφικού νερού), τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες της καλλιέργειας, την ικανότητα της ατμόσφαιρας για εξατμισοδιαπνοή και τα όποια εμπόδια στη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής. Όταν το διαθέσιμο νερό του εδάφους είναι επαρκές έτσι ώστε να ικανοποιούνται πλήρως οι ανάγκες της καλλιέργειας, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή γίνεται ίση με τη δυναμική. Στην περίπτωση ανεπάρκειας νερού στο έδαφος, οι ανάγκες της καλλιέργειας δεν καλύπτονται και οι τιμές της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής είναι μικρότερες από αυτές της μέγιστης.

Η επίδραση των κλιματικών συνθηκών στην εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας εκφράζεται από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ή βασική εξατμισοδιαπνοή (ET_r), η οποία ορίζεται ως η εξατμισοδιαπνοή από μία καλλιέργεια «αναφοράς» που αναπτύσσεται δυναμικά κάτω από συνθήκες πλήρους επάρκειας νερού. Η εξατμισοδιαπνοή κάθε άλλης καλλιέργειας διαφέρει από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς σαν συνέπεια των διαφορών που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά της, μορφολογικά και φυσιολογικά, από αυτά της καλλιέργειας βάσης.

Η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (ET_r) προκύπτει από πολλαπλασιασμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (ET_p) με τον φυτικό συντελεστή k_c σύμφωνα με τη σχέση:

$$ET_p = k_c \cdot ET_r \quad (4.7)$$

Επιπλέον, η διαφοροποίηση της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας (E_{Tc}) από την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (E_{Tr}) εκφράζεται με το φυτικό συντελεστή k_c , έτσι που να διαμορφώνεται η βασική σχέση:

$$E_{Tc} = k_c \cdot E_{Tr} \quad (4.8)$$

Ο υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής γίνεται με διαδικασίες που βασίζονται σε μετρήσιμες κλιματικές παραμέτρους. Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό και το είδος των κλιματικών παραμέτρων που χρησιμοποιούν και τον τρόπο διασύνδεσής τους (Παπαζαφειρίου Ζ., 1998).

Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής σε περιοχές όπου πρόκειται για πρώτη φορά να κατασκευαστούν αρδευτικά έργα, αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον καθορισμό της έκτασης που μπορεί να αρδευτεί από μία δεδομένη πηγή νερού, όπως και για τον υπολογισμό της παροχής των κάθε τάξεως αγωγών μεταφοράς και εφαρμογής του νερού των έργων αυτών. Το ίδιο ισχύει και για την κατάστρωση προγραμμάτων αρδεύσεως σε περιοχές που ήδη λειτουργούν αρδευτικά δίκτυα. Στις περιοχές αυτές, κατά κανόνα, η διαθεσιμότητα κλιματικών στοιχείων είναι περιορισμένη σε αριθμό, ποιότητα και χρονική διάρκεια. Για τις περιπτώσεις αυτές έχουν διερευνηθεί κατά καιρούς εμπειρικές μέθοδοι που συσχετίζουν την εξατμισοδιαπνοή με μία ή περισσότερες κλιματικές παραμέτρους των οποίων υπάρχουν διαθέσιμες παρατηρήσεις. Σκοπός τους είναι η εκτίμηση της μηνιαίας και εποχιακής εξατμισοδιαπνοής των πιο διαδεδομένων καλλιεργειών (Θεοχάρης Μ., 1997).

Η εμπειρική μέθοδος που επιλέχθηκε για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών είναι η μέθοδος των Blaney-Criddle, λόγω των περιορισμένων μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, βροχόπτωση) που υπάρχουν για την περιοχή μελέτης και των καλών αποτελεσμάτων που δίνει η μέθοδος με λίγα δεδομένα. Άλλες μέθοδοι που θα μπορούσαν να δώσουν μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων, δεν μπορούν να εφαρμοστούν λόγω έλλειψης δεδομένων όπως η ένταση και η διεύθυνση των ανέμων, ενώ σύμφωνα με διάφορες μελέτες η μέθοδος που επιλέχθηκε δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Κουτσογιάννης Δ., 2002, Loukas et al, 2004).

Η εφαρμογή της μεθόδου των Blaney-Criddle για την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τόσο σε παγκόσμια κλίμακα όσο και στην Ελλάδα. Η μέθοδος διατυπώνεται από μια εμπειρική σχέση, η οποία υπολογίζει την εποχιακή εξατμισοδιαπνοή, από το φύτρωμα μέχρι τη συγκομιδή των καλλιεργειών, σαν συνάρτηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του αέρα (T) κατά την περίοδο αυτή, ενός

παράγοντα (p) που εκφράζει τη διάρκεια της ημέρας κάθε μήνα σαν ποσοστό της αντίστοιχης ετήσιας διάρκειας και ενός φυτικού συντελεστή (K) που είναι χαρακτηριστικός κάθε καλλιέργειας.

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι μόνη η μηνιαία θερμοκρασία του αέρα δεν είναι ασφαλής δείκτης για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής (ET). Παρατηρήθηκε ότι αν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία πολλαπλασιαστεί με τον παράγοντα p , το γινόμενο αυτό ακολουθεί σχεδόν πιστά την κατανομή της καθαρής ακτινοβολίας και εξηγεί τη σχετική επιτυχία της μεθόδου (Θεοχάρης Μ., 1997).

Αναλυτικά, για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας με τη μέθοδο Blaney–Criddle απαιτείται μόνο η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το γεωγραφικό πλάτος της λεκάνης. Κατά τη μέθοδο αυτή η μηνιαία κατανάλωση των φυτών σε νερό (εξατμισοδιαπνοή) εκφράζεται μαθηματικά από τη σχέση:

$$U = Kc \cdot f \quad (4.9)$$

όπου :

Kc : εμπειρικός συντελεστής κατανάλωσης νερού, που εξαρτάται από το είδος των φυτών και τη βλαστική τους περίοδο και

f : μηνιαίος παράγοντας κατανάλωσης νερού. Ο τύπος της μεθόδου που δίνει την τιμή f , δηλαδή την αναγκαία κατανάλωση της καλλιέργειας αναφοράς είναι ο εξής:

$$f = (0.46T + 8.13) \cdot p \quad (4.10)$$

όπου:

T η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$

p το μέσο μηνιαίο ποσοστό ωρών ημέρας (βάσει του γεωγραφικού πλάτους). Το p υπολογίζεται όταν οι τιμές του Πίνακα 4.3 πολλαπλασιαστούν με τον αριθμό των ημερών του κάθε μήνα. Δίνεται ως συνάρτηση του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής.

Για τους υπολογισμούς, χρησιμοποιήθηκε το βόρειο γεωγραφικό πλάτος που αντιστοιχεί στο σημείο όπου βρίσκεται ο μετεωρολογικός σταθμός της Καρδίτσας και ισούται με $39^{\circ}37'$. Με βάση την τιμή αυτή του βόρειου γεωγραφικού πλάτους, προσδιορίστηκαν οι τιμές του συντελεστή p (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3: Μηνιαίο ποσοστό διάρκειας των ωρών ημέρας σε εκατοστά του συνόλου των ωρών ημέρας του έτους για γεωγραφικά βόρειου ημισφαιρίου – Συντελεστής P (Πηγή: Θεοχάρης Μ., 1997)

Γεωγρ. Πλάτος	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
34	7,10	6,91	8,36	8,80	9,71	9,70	9,88	9,33	8,36	7,90	7,02	6,92	100
35	7,05	6,88	8,35	8,82	9,76	9,77	0,93	9,37	8,36	7,88	6,97	6,86	100
36	6,99	6,86	8,35	8,85	9,81	9,83	9,99	9,40	8,36	7,85	6,92	6,79	100
37	6,93	6,83	8,34	8,87	9,87	9,89	10,05	9,44	8,37	7,82	6,87	6,72	100
38	6,78	6,79	8,34	8,90	9,92	9,95	10,10	9,47	8,38	7,80	6,82	6,66	100
39	6,82	6,76	8,33	8,93	9,97	10,02	10,16	9,51	8,38	7,77	6,77	6,48	100
40	6,76	6,72	8,33	8,95	10,02	10,08	10,22	9,54	8,38	7,75	6,72	6,52	100
41	6,69	6,69	8,32	8,98	10,08	10,15	10,29	9,56	8,39	7,73	6,67	6,45	100
42	6,62	6,65	8,31	8,00	10,14	10,21	10,35	9,62	8,40	7,70	6,62	6,38	100

Για τον υπολογισμό των μηνιαίων αναγκών της κάθε καλλιέργειας ξεχωριστά πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τιμή της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς με τον συντελεστή K_c .

$$ET_o = (0.46T + 8.13) * p * K_c \quad (4.11)$$

Τα στοιχεία για τις τιμές των K_c προέρχονται από την οδηγία FAO 24 (Allen et al., 1998) η οποία είναι η πιο πρόσφατη, και από τις τιμές που έχουν οριστεί από το Υπουργείο Γεωργίας με βάση την οδηγία. Στις περιπτώσεις στις οποίες δεν υπήρχαν τιμές για K_c ανοιγμένες στους μήνες, υπολογίστηκαν αυτές με βάση την αρχή και το τέλος των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, την διάρκεια τους και τις τιμές K_{in} , K_{mid} και K_{end} οι οποίες υπήρχαν για κάθε καλλιέργεια.

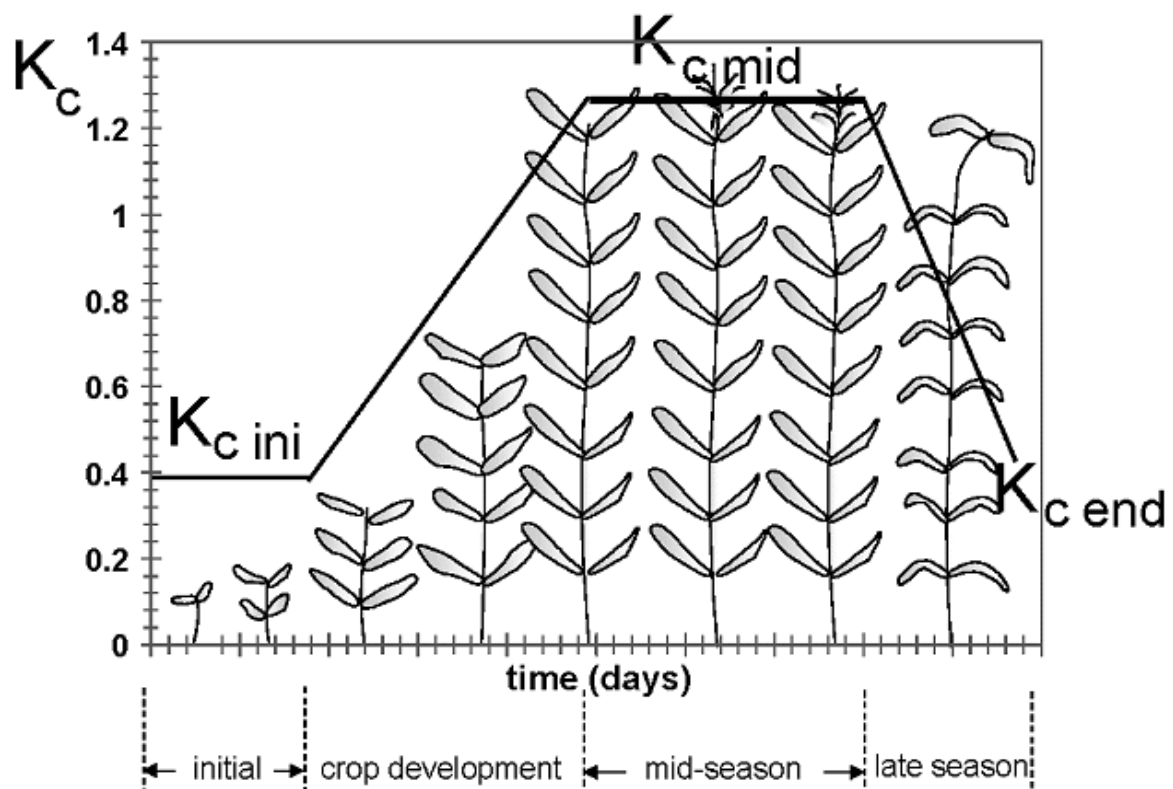
4.3.1.2 Στάδια καλλιέργειας και φυτικοί συντελεστές k_c

Η βλαστική περίοδος μιας καλλιέργειας αναφέρεται στην περίοδο από την σπορά έως τη συγκομιδή της καλλιέργειας και για μόνιμες καλλιέργειες, όπως οπωρώνες στην περίοδο από την ανάπτυξη του φυλλώματος έως τη συγκομιδή, κατά την οποία οι καλλιέργειες απαιτούν για την σωστή ανάπτυξη τους νερό.

Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, οι φυτικοί συντελεστές δεν παραμένουν σταθεροί, προσδιορίζονται πειραματικά και αντιπροσωπεύουν τις επιπτώσεις της μεταβολής της φυλλικής επιφάνειας, του ύψους των φυτών, του ποσοστού κάλυψης του εδάφους, της

αντίστασης του φυλλώματος στη διακίνηση υδρατμών και θερμότητας και της ανακλαστικότητας του φυλλώματος. Οι φυτικοί συντελεστές συνδέουν την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς με τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας. Επιπλέον, το ποσοστό κάλυψης του εδάφους των ετήσιων καλλιεργειών μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και η τιμή των φυτικών συντελεστών.

Ο φυτικός συντελεστής (K_c) είναι ένας εμπειρικός εποχιακός συντελεστής που μας δίνει τη σχέση μεταξύ των αναγκών της καλλιέργειας αναφοράς και των άλλων καλλιεργειών, όπου με τον όρο καλλιέργεια αναφοράς εννοείται μια μηδική καλλιέργεια με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά με βάση την οποία υπολογίζουμε τις ανάγκες όλων των υπόλοιπων καλλιεργειών. Στην καλλιέργεια αναφοράς, ο φυτικός συντελεστής είναι ίσος με την τιμή 1 και η τιμή του είναι διαφορετική για κάθε καλλιέργεια και ανάλογη με την βλαστική περίοδο στην οποία βρίσκεται αυτή (Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6: Εξέλιξη του συντελεστή βλάστησης (K_c) της καλλιέργειας (Πηγή: Allen et al., 1998)

Για τη διευκόλυνση του προσδιορισμού των τιμών των φυτικών συντελεστών, η βλαστική περίοδος διακρίνεται σε τέσσερα στάδια ανάπτυξης:

- Αρχικό στάδιο (initial- k_c_{ini}): Το στάδιο αυτό αρχίζει από τη σπορά ή φύτευση της καλλιέργειας και φτάνει μέχρι την οριστική εγκατάστασή της. Στο διάστημα αυτό ο φυτικός συντελεστής K_c παραμένει σταθερός.
- Ταχείας ανάπτυξης ή κύριας βλάστησης (crop development): Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από την έντονη ανάπτυξη των φυτών, ξεκινάει με το τέλος του αρχικού και τελειώνει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους από την καλλιέργεια, δηλαδή όταν το ποσοστό φυτοκάλυψης υπερβαίνει το 70% . Το K_c παρουσιάζει μια συνεχή αύξηση.
- Στάδιο μέσης περιόδου (mid season- k_c_{mid}): Το στάδιο αυτό ξεκινάει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους, όπως ορίστηκε στο προηγούμενο στάδιο, και περιλαμβάνει την περίοδο της ανθοφορίας και του σχηματισμού των καρπών με την τιμή του K_c να παραμένει σταθερή.
- Τελικό στάδιο ή στάδιο ωρίμανσης (late season- k_c_{end}): Σε αυτό το στάδιο συντελείται η ωρίμανση των καρπών και τερματίζεται με την συγκομιδή. Στις διαδικασίες αυτές οι καλλιέργειες έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις σε νερό. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου παρατηρείται μια συνεχή πτώση του K_c .

4.3.1.3 Ωφέλιμη (ενεργός) βροχόπτωση

Ένα ποσοστό της ζήτησης των καλλιεργειών ικανοποιείται από τη βροχόπτωση που υπάρχει, το σύνολο της οποίας, όμως, δε μπορεί να θεωρηθεί πως καταλήγει στο φυτό αφού υπάρχουν απώλειες από την εξατμισοδιαπνοή, την απορροή και τη βαθιά διήθηση. Η ποσότητα της βροχόπτωσης που είναι εκμεταλλεύσιμη ονομάζεται ενεργός ή ωφέλιμη βροχόπτωση.

Γνωρίζοντας τις απαιτήσεις για κάθε μήνα του έτους υπολογίζουμε με βάση την ενεργό βροχόπτωση ποιες από τις ανάγκες μας μπορούν να ικανοποιηθούν από αυτήν και ποιες από πότισμα. Συνήθως τους χειμερινούς μήνες και κατά δευτερευόντως τους μήνες της άνοιξης και του φθινοπώρου, η βροχή ικανοποιεί ένα μεγάλο μέρος εάν όχι το σύνολο των απαιτήσεων. Το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός της ωφέλιμης υετόπτωσης P_{eff} , δηλαδή το ύψος του υετού μετά από την αφαίρεση των απωλειών που έχουμε από επιφανειακή απορροή και βαθιά διήθηση κάτω από το ριζόστρωμα.

Η P_{eff} υπολογίζεται με βάση το μηνιαίο ύψος της υετόπτωσης με τους παρακάτω τύπους της USDA Soil Conservation Service (USDA, 1970 & Dastane, 1974).

$$\text{για } P < 250\text{mm}, \quad P_{eff} = \frac{P_k * (125 - 0.2 * P)}{125} \quad (4.12)$$

και

$$\text{για } P > 250\text{mm}, \quad P_{eff} = 125 + \frac{1}{10} P \quad (4.13)$$

όπου P η μηνιαία υετόπτωση

Επιλέγεται η ωφέλιμη υετόπτωση P_{eff} με όριο τα 250 mm μηνιαίας υετόπτωσης, αφού για τόσο υψηλή μηνιαία βροχόπτωση οι απώλειες είναι μεγαλύτερες.

Ο υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών έγινε με το δείκτη (NIR) Near Irrigation Requirement (USDA, 1970). Η τιμή NIR (net irrigation requirement) είναι οι επιπλέον ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών που εκφράζεται σε ύψος νερού σε mm/m^2 και υπολογίζεται σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{για } NIR = ET_o - P_{eff} > 0, \quad NIR = ET_o - P \quad (4.14)$$

και

$$\text{για } NIR = ET_o - P < 0, \quad NIR = 0 \quad (4.15)$$

όπου ET_o είναι η αναγκαία κατανάλωση και P_{eff} η ωφέλιμη (χρήσιμη) βροχόπτωση.

Οι τελικές μηνιαίες ανάγκες της κάθε καλλιέργειας σε νερό εκφράζονται από την τιμή Q σε m^3 .

$$Q = \frac{NIR * E}{1000} \quad (4.16)$$

όπου NIR η ανάγκη σε νερό σε mm/m^2 και E το συνολικό εμβαδόν της κάθε καλλιέργειας.

Οι συνολικές ανάγκες σε νερό μηνιαίως για την περιοχή μελέτης εκφράζεται σαν άθροισμα των επιμέρους αναγκών των καλλιεργειών και είναι

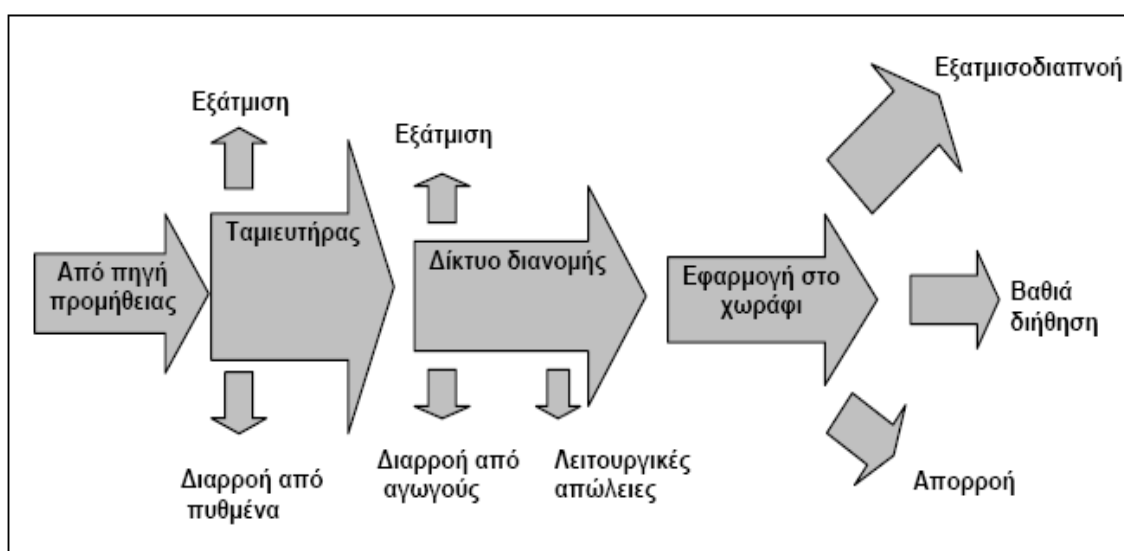
$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x \quad (4.17)$$

με Q_{1-x} η απαίτηση των επιμέρους καλλιεργειών.

4.3.1.4 Αποδοτικότητα Άρδευσης

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό δεν προσδιορίζουν την τελική αναγκαία ποσότητα από την πηγή απόληψης, διότι δεν συνυπολογίζονται οι απώλειες στη μεταφορά και εφαρμογή, όπως αυτές φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4.7). Ο όρος αποδοτικότητα της άρδευσης εισάγει ορισμένους συντελεστές απόδοσης με τους οποίους προσδιορίζεται και υπολογίζεται η προσαύξηση του απαιτούμενου νερού για τους διάφορους τρόπους μεταφοράς και άρδευσης ώστε η τελική ποσότητα νερού που φτάνει στον αποδέκτη να είναι αυτή που υπολογίστηκε παραπάνω.

Η μεταφορά του νερού από τα σημεία υδροληψίας στις καλλιέργειες γίνεται κυρίως μέσω επιφανειακού ανοικτού δικτύου (76,66% του δικτύου) και σε ορισμένες μόνο εκτάσεις υφίσταται δίκτυο με κλειστούς αγωγούς υπό πίεση, αλλά για τη διανομή του νερού σε ορισμένες θέσεις (23,34% του δικτύου).



Σχήμα 4.7: Διάγραμμα απωλειών αρδευτικού νερού από διάφορες αιτιολογίες κατά τη μεταφορά και τη διανομή από την πηγή ως το χωράφι (Πηγή: ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 2011)

Η αποδοτικότητα του δικτύου μεταφοράς εξαρτάται από τον τρόπο μεταφοράς και από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται με τις τιμές της αποδοτικότητας να αναφέρονται στον Πίνακα 4.4. Η αποδοτικότητα στη μεταφορά του αρδευτικού νερού ισοδυναμεί με την ποσότητα του νερού που αντιστοιχεί στην υδροληψία του αγρότη προς την ποσότητα νερού που παρέχεται στα έργα κεφαλής.

Πίνακας 4.4: Συντελεστές απόδοσης τρόπων μεταφοράς (Πηγή: Παπαζαφειρίου Ζ., 1999)

Τύπος δικτύου	Συντήρηση & λειτουργία	Αποδοτικότητα διανομής, Ed
Επιφανειακό	Πολύ καλή μέχρι άριστη	0,6 - 0,75
	Ικανοποιητική	0,5 - 0,6
	Ελλιπής	0,35 - 0,5
	Κακή	0,2 - 0,35
Υπό πίεση	Ικανοποιητική μέχρι άριστη	0,8 - 0,95

Η απόδοση του συστήματος μεταφοράς E_m υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$E_{\mu,\mu} = M_\varepsilon * E_{deπιφ} + M_\pi * E_{d\upsilonπο} \quad (4.18)$$

όπου $E_{\mu,\mu}$ η μέση απόδοση των συστημάτων μεταφοράς,

M το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί σε κάθε τρόπο μεταφοράς και

E οι αντίστοιχοι συντελεστές απόδοσης.

Για τα ποσοστά άρδευσης, λήφθηκαν δεδομένα που αφορούσαν τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους άρδευσης στο Νομό Καρδίτσας (ΕΣΥΕ, 2004), σύμφωνα με τον Πίνακα 4.5. Οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στη περιοχή μελέτης είναι η στάγδην άρδευση, η άρδευση με κατάκλιση και η άρδευση με καταιονισμό. Ακολουθως, δίνεται και ο συντελεστής απόδοσης για κάθε μέθοδο άρδευσης (Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.5: Χαρακτηριστικά ποσοστά στη χρήση των τρόπων άρδευσης στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Καρδίτσας (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2004)

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %
1	Στάγδην άρδευση	0,24
2	Καταιονισμός	0,64
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0,12

Πίνακας 4.6: Συντελεστές απόδοσης των τρόπων άρδευσης (Πηγή: Παπαζαφειρίου Ζ., 1999)

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Συντελεστής απόδοσης
1	Κατάκλυση (λεκάνες)	0,6-0,8
2	Περιορισμένη διάχυση (λωρίδες)	0,6-0,75
3	Αυλάκια	0,5-0,75
4	Καταιονισμός	
	i.Κλασσικό σύστημα	0,6-0,8
	ii.Αυτοκινούμενος εκτοξευτήρας Υψηλής πίεσης (καρούλι)	0,55-0,75
	iii.Αυτοκινούμενη γραμμή άρδευσης	0,75-0,9
	iv.Περιστρεφόμενο σύστημα (Pivot)	0,75-0,9
5	Στάγδην άρδευση	0,8-0,95

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε για τους τρόπους άρδευσης και με τη βοήθεια του παρακάτω τύπου υπολογίστηκαν οι συντελεστές απωλειών άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν τελικά.

$$E_{\mu.a.} = A_{\sigma} * E_{\sigma} + A_{\kappa} * E_{\kappa} + A_{\varepsilon} * E_{\varepsilon} \quad (4.19)$$

όπου: $E_{\mu.a.}$ είναι η μέση απόδοση των συστημάτων άρδευσης, A το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί σε κάθε τρόπο άρδευσης και E οι αντίστοιχοι συντελεστές απόδοσης. Οι επιλεγθέντες συντελεστές τρόπων άρδευσης δίνονται στον Πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Επιλεγθέντες συντελεστές τρόπων άρδευσης

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Συντελεστής απόδοσης
1	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0,65
2	Καταιονισμός	0,80
3	Στάγδην άρδευση	0,90

Με βάση τα ποσοστά που αντιστοιχούν σε κάθε τρόπο μεταφοράς και ποτίσματος και τους αντίστοιχους συντελεστές απόδοσης (Παπαζαφειρίου, 1999) υπολογίστηκε η

προσαύξηση και τελικά η απαιτούμενη ποσότητα του νερού για την κάθε λεκάνη για το κάθε έτος.

Έχοντας επιλέξει τους συντελεστές απόδοσης για την μεταφορά και το πότισμα που θα εφαρμόζονται στην περιοχή μελέτης υπολογίστηκε ο τελικός συνδυαστικός συντελεστής προσαύξησης. Πολλαπλασιάζοντας τον με την απαιτούμενη ποσότητα του καθαρού νερού που πρέπει να φτάσει στην καλλιέργεια βρίσκουμε την ποσότητα που πρέπει να απολείγουμε από τις πηγές τροφοδοσίας μας.

Ο τελικός συντελεστής προσαύξησης υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$E_{\tau} = \frac{1}{E_{\mu.\mu} * E_{\mu.\alpha}} \quad (4.20)$$

4.3.2 Εκτίμηση θεωρητικών αναγκών σε αρδευτικό νερό

Ο υπολογισμός των θεωρητικών αναγκών των καλλιεργειών σε νερό γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ Φ16/6631/2-6-1989 (ΦΕΚ 428/Β/1989), με βάση την οποία προσδιορίζονται τα κατώτατα και ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση. Σύμφωνα με την ΚΥΑ, η οποία βασίζεται στη μέθοδο των Blaney–Criddle, οι κατηγορίες καλλιεργειών ορίζονται με βάση ένα φυτικό συντελεστή Κ και πιο συγκεκριμένα αναφέρονται σε οκτώ (8) κατηγορίες φυτικού συντελεστή, εκτός των ξηρικών καλλιεργειών (Πίνακας 4.8), ενώ τα όρια για τη χρήση αρδευτικού νερού έχουν οριστεί ανά κατηγορία καλλιεργειών και ανά υδατικό διαμέρισμα (σε m³/στρέμμα/μήνα) για κάθε δεδομένο μήνα της αρδευτικής περιόδου από τον Απρίλιο έως το Σεπτέμβριο (Πίνακας 4.9). Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4.8: Κατηγορίες καλλιεργειών ανά φυτικό συντελεστή Κ (Πηγή: ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ Β 428))

Κατηγορία I	Κατηγορία II	Κατηγορία III	Κατηγορία IV
K = 0,55	K = 0,60	K = 0,65	K = 0,70
Εσπεριδοειδή	Καπνά ανατ. τύπου	Οπωροφόρα	Καπνά δυτ. τύπου
Ελιές	Σανός	Ακρόδρυα	Κηπευτικά
Αμπέλια		Όσπρια	Μποστανικά
		Βαμβάκι	Πατάτες
		Φράουλες	Ζαχαρότευτλα
		Άνη	Ηλιάνθος

		Αβοκάντο	Αραχίδα
Κατηγορία V	Κατηγορία VI	Κατηγορία VII	Κατηγορία VIII
K = 0,75	K = 0,80	K = 0,85	K = 1,20
Σιτηρά	Τριφύλλι	Μηδική	Ρύζι
Καλαμπόκι	Τεχν. λειμώνες		
Σόργο	Ακτινίδιο		
Γρασίδια			
Λεύκες			

Πίνακας 4.9: Όρια εφαρμογής αρδευτικού νερού ανά m³/στρέμμα/μήνα για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (Πηγή: ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ Β 428))

Κατηγορία	Όρια τιμών	Μήνας					
		Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
I	Min	55	71	91	104	96	66
	Max	66	88	110	124	115	82
	M.O.	60,5	79,5	100,5	114	105,5	74
II	Min	60	78	99	114	105	72
	Max	72	96	120	135	126	90
	M.O.	66	87	109,5	124,5	115,5	81
III	Min	65	85	107	123	114	78
	Max	78	104	130	146	136	98
	M.O.	71,5	94,5	118,5	134,5	125	88
IV	Min	70	91	115	133	122	84
	Max	84	112	140	157	147	105
	M.O.	77	101,5	127,5	145	134,5	94,5
V	Min	75	97	124	142	131	90
	Max	90	120	150	169	157	112
	M.O.	82,5	108,5	137	155,5	144	101
VI	Min	80	104	132	152	140	96
	Max	96	128	160	180	168	120
	M.O.	88	116	146	166	154	108
VII	Min	85	110	140	161	149	102
	Max	102	136	170	191	178	127
	M.O.	93,5	123	155	176	163,5	114,5
VIII	Min	120	156	198	228	210	144
	Max	144	192	240	270	252	180
	M.O.	132	174	219	249	231	162

Η εφαρμογή των παραπάνω ορίων εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια της άρδευσης, όπου υπολογίζεται το ποσοστό της χρονικής διάρκειας του μήνα κατά την οποία αρδεύεται η καλλιέργεια, το βαθμό απόδοσης της μεθόδου άρδευσης (με σταγόνες ή μικροεκτοξευτές β.α.

0,90, με τεχνητή βροχή β.α. 0,85 και με επιφανειακές μεθόδους β.α. 0,75), αλλά και τις απώλειες κατά τη μεταφορά του αρδευτικού νερού. Για την περίπτωση συλλογικών δικτύων, οι απώλειες κατά τη μεταφορά καθορίζονται στο μέγιστο και συγκεκριμένα για μεταφορά με κλειστό αγωγό σε 5% και με ανοικτό αγωγό σε 10%. Οι συντελεστές βαθμού απόδοσης και απωλειών μεταφοράς λαμβάνονται από κοινού, σύμφωνα με τους Πίνακες 4.10 και 4.11. Στην περιοχή μελέτης, το μεγαλύτερο ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων αρδεύεται με τη μέθοδο της τεχνητής βροχής (καταιονισμός) και μικρότερο ποσοστό με στάγδην άρδευση και επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση).

Για τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών λαμβάνονται οι μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των ορίων εφαρμογής αρδευτικού νερού.

Πίνακας 4.10: Χαρακτηριστικά ποσοστά στη χρήση των τρόπων άρδευσης στην περιοχή μελέτης και επιλεχθέντες συντελεστές τρόπων άρδευσης για μεταφορά με ανοικτό αγωγό (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2004 και ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ Β 428))

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Βαθμός απόδοσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης
1	Στάγδην άρδευση	0,90	0,24	0,8100*
2	Καταιονισμός	0,85	0,64	0,7650
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0,75	0,12	0,6750

**(με γραμμική παρεμβολή)*

Πίνακας 4.11: Χαρακτηριστικά ποσοστά στη χρήση των τρόπων άρδευσης στην περιοχή μελέτης και επιλεχθέντες συντελεστές τρόπων άρδευσης για μεταφορά με κλειστό αγωγό (Πηγή: ΕΣΥΕ, 2004 και ΚΥΑ Φ.16/6631/2.6.1989 (ΦΕΚ Β 428))

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Βαθμός απόδοσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης
1	Στάγδην άρδευση	0,90	0,24	0,8550
2	Καταιονισμός	0,85	0,64	0,8075
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0,75	0,12	0,7125

Για τον εξορθολογισμό της διαχείρισης του διαθέσιμου αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης όπου γίνεται απόληψη επιφανειακών υδάτων, γίνεται η συγκριτική αξιολόγηση των αρδευτικών αναγκών, πραγματικών και θεωρητικών, όπως προέκυψαν από τους σχετικούς υπολογισμούς και εξετάζεται η αντιπροσωπευτικότητά τους.

4.4 Διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης

Δεδομένου ότι, σύμφωνα με στοιχεία της Δ/σης Αγροτικής Οικονομίας Π.Ε. Καρδίτσας, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην περιοχή μελέτης δεν αυξήθηκαν, αλλά ούτε μειώθηκαν σε χρονική διάρκεια μιας δεκαετίας, δεν εξετάζεται η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών της περιοχής μελέτης, αλλά εξετάζεται η λήψη διαχειριστικών μέτρων και η επίδρασή τους στις συνολικά απαιτούμενες ποσότητες νερού για άρδευση.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, καταστρώνονται έξι (6) εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης ως εξής:

- Το πρώτο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 1) είναι το σενάριο μηδενικής παρέμβασης (BaU - Business as Usual). Κατά το σενάριο αυτό, εξετάζονται οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών σύμφωνα με τις πραγματικές καταναλώσεις αρδευτικού νερού και τα υφιστάμενα μέσα άρδευσης και τρόπους μεταφοράς του νερού, χωρίς καμία παρέμβαση.
- Το δεύτερο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 2) είναι το σενάριο κινήτρων και μέτρων για την εξοικονόμηση νερού. Περιλαμβάνει κυρίως τεχνικά μέτρα, αλλά και ρυθμιστικές παρεμβάσεις, επιμορφωτικές πρωτοβουλίες, εκστρατείες ενημέρωσης και παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών. Συγκεκριμένα, το σενάριο αυτό αναφέρεται σε αλλαγή των μεθόδων άρδευσης και ειδικότερα στη μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και τη μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών στάγδην άρδευσης. Το σενάριο αυτό εστιάζει στην πλευρά της διαχείρισης της ζήτησης.
- Το τρίτο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 3) αποτελεί το βέλτιστο σενάριο κινήτρων και μέτρων για την εξοικονόμηση νερού και αναφέρεται σε αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης.
- Το τέταρτο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 4) είναι το σενάριο κατά το οποίο γίνεται συνδυασμός των κινήτρων και μέτρων για την εξοικονόμηση νερού με παρεμβάσεις, που αφορούν και αλλαγές στον τρόπο μεταφοράς του νερού. Συγκεκριμένα, το σενάριο αυτό αναφέρεται σε αλλαγή των μεθόδων άρδευσης και ειδικότερα στη μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και τη μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών

στάγδην άρδευσης, ενώ αναφέρεται και σε υπογειοποίηση του ανοικτού δικτύου μεταφοράς του νερού κατά 50%.

- Το πέμπτο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 5) αναφέρεται σε αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και σε υπογειοποίηση του ανοικτού δικτύου μεταφοράς του νερού κατά 50%.
- Το έκτο εναλλακτικό σενάριο (Σενάριο 6) περιλαμβάνει την πλήρη επέμβαση τόσο στις μεθόδους άρδευσης όσο και στον τρόπο μεταφοράς του νερού. Συγκεκριμένα, αναφέρεται σε αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και σε πλήρη υπογειοποίηση του ανοικτού δικτύου μεταφοράς του νερού.

4.5 Κατάρτιση ερωτηματολογίων

Αναφορικά με τις ρυθμιστικές παρεμβάσεις στον τομέα της άρδευσης που σχετίζονται με το ρόλο των αγροτών στη διαμόρφωση ενός ορθολογικού διαχειριστικού πλαισίου για το νερό, κρίνεται απαραίτητο να αποτυπωθεί και να διερευνηθεί η σχέση των αγροτών της περιοχής μελέτης με το φυσικό περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους (νερό και έδαφος). Ως καταλληλότερη μέθοδος για την συλλογή των παραπάνω στοιχείων, επιλέχθηκε η κατάρτιση ερωτηματολογίων που απευθύνονταν στους αγρότες οι οποίοι ασχολούνται με τη γεωργία ως κύρια ασχολία.

Το ερωτηματολόγιο που μοιράστηκε περιείχε δεκαπέντε (15) ερωτήσεις. Το πρώτο σκέλος των ερωτήσεων αφορά θέματα σχετικά με τις καλλιέργειες με τις οποίες ασχολούνται. Περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με τα είδη των καλλιεργειών που εφαρμόζουν, τη συχνότητα και τους τρόπους άρδευσης των καλλιεργειών, καθώς και τις εκτάσεις που βρίσκονται σε αγρανάπαυση.

Το δεύτερο σκέλος του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν την επάρκεια αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης, την ικανοποιητική λειτουργία του συλλογικού αρδευτικού δικτύου, τον τρόπο επιβολής των τελών άρδευσης, αλλά και ερωτήσεις που αφορούν στην ευαισθητοποίηση των ερωτηθέντων για το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο πραγματεύεται τις ανησυχίες των αγροτών σχετικά με τους λόγους έλλειψης νερού άρδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο, τα μέτρα εξοικονόμησης του νερού άρδευσης τα οποία είναι διατεθειμένοι να εφαρμόσουν, τη θέλησή τους να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα που να αφορούν τις βέλτιστες γεωργικές πρακτικές και την εξοικονόμηση νερού άρδευσης, τη συμμετοχή τους σε προγράμματα

μείωσης της νιτρορύπανσης, καθώς και τις πηγές ενημέρωσή σας σχετικά με θέματα που αφορούν τον αγροτικό τομέα και την άρδευση.

Η διανομή των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε μετά το πέρας της αρδευτικής περιόδου του έτους 2013, στα Τοπικά Διαμερίσματα του Δήμου Καρδίτσας όπου υφίσταται και λειτουργεί το δημοτικό συλλογικό αρδευτικό δίκτυο από επιφανειακά ύδατα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εκτίμηση αρδευτικών αναγκών

Στο Κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε και αναλύεται στο Κεφάλαιο 4 για την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών που εφαρμόζονται στην περιοχή μελέτης, την αξιολόγηση των προτεινόμενων εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης, αλλά και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν κατά τη διανομή των ερωτηματολογίων στους χρήστες της περιοχής μελέτης.

Αναλυτικότερα, υπολογίστηκαν και δίνονται ακολούθως οι τιμές του συντελεστή p που χρησιμοποιήθηκε με βάση το γεωγραφικό πλάτος του υδρομετεωρολογικού σταθμού αναφοράς (Πίνακας 5.1), καθώς και οι μηνιαίες τιμές του φυτικού συντελεστή K_c που λήφθηκαν για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών (Πίνακας 5.2). Για τον υπολογισμό των μηνιαίων αναγκών των καλλιεργειών σε νερό, χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίοι φυτικοί συντελεστές και όχι οι τιμές του εποχιακού φυτικού συντελεστή κάθε καλλιέργειας, καθώς ανάλογα με το στάδιο της ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται μια καλλιέργεια, το ριζικό της σύστημα και το υπέργειο τμήμα της αναπτύσσονται με διαφορετικό τρόπο και επομένως η χρήση των μηνιαίων φυτικών συντελεστών k_c κρίθηκε πιο αντιπροσωπευτική.

Πίνακας 5.1: Συντελεστής p βάσει του γεωγραφικού πλάτους για το Δήμο Καρδίτσας

Μήνας	p (ώρες/μήνα)
Ιανουάριος	6,80
Φεβρουάριος	6,75
Μάρτιος	8,33
Απρίλιος	8,94
Μάιος	9,99
Ιούνιος	10,04
Ιούλιος	10,18
Αύγουστος	9,52
Σεπτέμβριος	8,38
Οκτώβριος	7,76
Νοέμβριος	6,75
Δεκέμβριος	6,49

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν υπήρχαν τιμές για K_c ανοιγμένες στους μήνες, αυτές υπολογίστηκαν με βάση την αρχή και το τέλος των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, τη διάρκειά τους και τις τιμές K_{in} , K_{mid} και K_{end} οι οποίες υπήρχαν για κάθε καλλιέργεια. Όπως

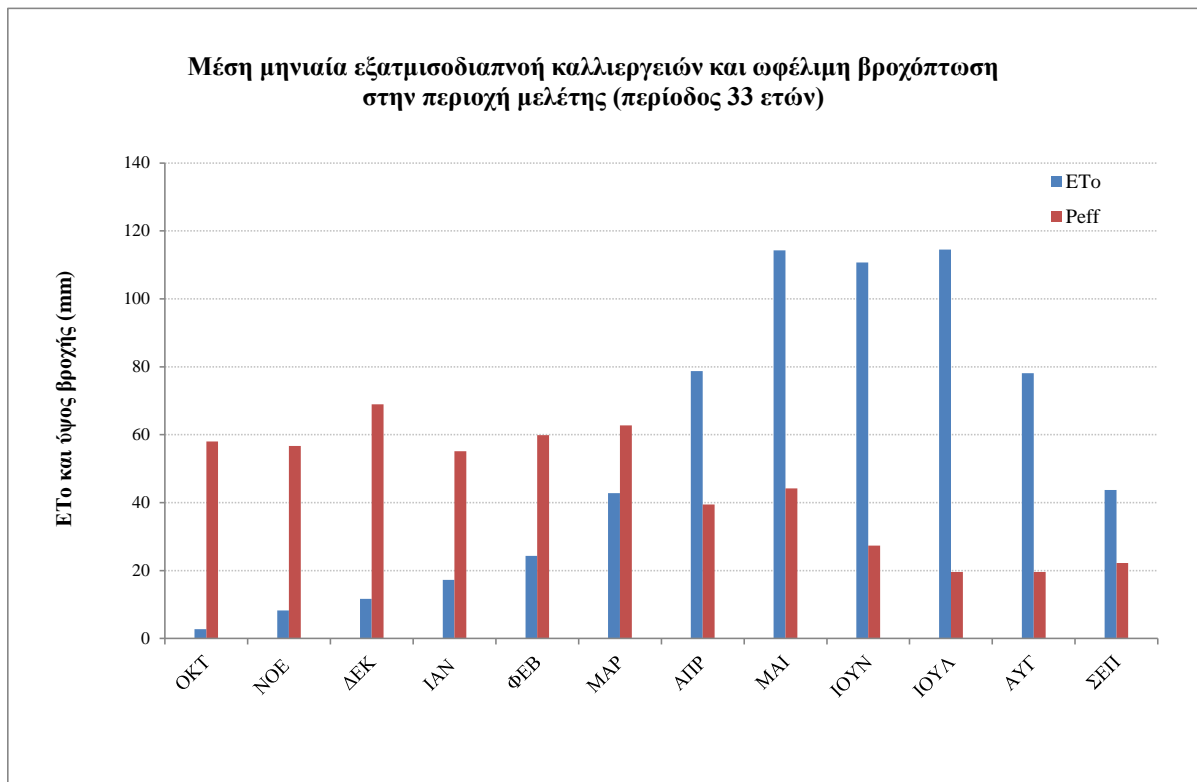
φαίνεται από τον Πίνακα 5.2, για τις περισσότερες καλλιέργειες, η αρδευτική περίοδος κυμαίνεται από το μήνα Απρίλιο μέχρι το μήνα Σεπτέμβριο.

Πίνακας 5.2: Μηνιαίοι φυτικοί συντελεστές K_c αρδευόμενων καλλιεργειών

kc/days	βαμβάκι	σιτάρι	καλαμπόκι	τριφύλλι	μηδική	βίκος	βρώμη	αμπέλια
οκτ	0,18	0	0	0	0	0	0	0
νοε	0	0,31	0	0,31	0	0,31	0,31	0
δεκ	0	0,48	0	0,48	0	0,48	0,48	0
ιαν	0	0,71	0	0,71	0	0,71	0,71	0
φεβ	0	0,93	0	0,93	0	0,93	0,93	0
μαρ	0	1,12	0	1,12	0	1,12	1,12	0
απρ	0	1,13	0,058	1,13	1,05	1,13	1,13	0
μαϊ	0,3	0,68	0,37	0,68	1,14	0,68	0,68	0,4
ιουν	0,45	0	0,66	0	1,18	0	0	0,45
ιουλ	0,75	0	0,85	0	1,2	0	0	0,6
αυγ	0,9	0	0,85	0	1,18	0	0	0,6
σεπ	0,83	0	0,33	0	1,15	0	0	0,45
κηπευτικά	ηλίανθος	γρασίδια	ακτινίδια	οπωροφόρα	όσπρια	ζαχαροτ.	πιπεριές	καρυδιές
0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
0	0	0,01	0,31	0	0,31	0	0	0
0	0	0,01	0,48	0	0,48	0	0	0
0	0	0,01	0,71	0	0,71	0	0	0
0	0	0,01	0,93	0	0,93	0	0	0
0	0	0,16	1,12	0	1,12	0	0	0
0,34	0,35	0,45	1,13	0	1,13	0,36	0,34	0
0,66	0,46	0,65	0,68	0,6	0,68	0,64	0,66	0,45
0,85	1,15	0,75	0	0,7	0	0,85	0,85	0,65
0,5	1,15	0,78	0	1	0	0,85	0,5	0,8
0	0,67	0,74	0	0,85	0	0,27	0	0,65
0	0	0,55	0	0,8	0	0	0	0,6

Με τη βοήθεια των φυτικών συντελεστών και για περίοδο δεδομένων από τον Οκτώβριο του έτους 1960 έως το Σεπτέμβριο του έτους 1993, οπότε και υπήρχαν διαθέσιμα υδρομετεωρολογικά δεδομένα, πραγματοποιήθηκαν οι απαιτούμενοι υπολογισμοί, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε. Πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο Οκτώβριος 1960 - Σεπτέμβριος 1993, υπολογίστηκαν αναλυτικά για κάθε καλλιέργεια οι μηνιαίες τιμές της εξατμισοδιαπνοής ET_0 , οι μηνιαίες τιμές της ωφέλιμης νετόπτωσης P_{eff} , οι μηνιαίες τιμές του δείκτη (NIR), οι μηνιαίες ανάγκες σε νερό $Q_{μην}$ και τελικά οι συνολικές ετήσιες ανάγκες σε νερό $Q_{ετ}$. Από τον υπολογισμό των συνολικών ετήσιων αναγκών, προέκυψε για κάθε καλλιέργεια η μέση συνολική ετήσια ανάγκη σε νερό $Q_{ετ}^{μέση}$, η μέγιστη συνολική ετήσια

ανάγκη σε νερό $Q_{ET}^{μέγιστη}$ και η ελάχιστη συνολική ετήσια ανάγκη σε νερό $Q_{ET}^{ελάχιστη}$. Στο Σχήμα 5.1 δίνεται η μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή ET_o και η μέση μηνιαία ωφέλιμη υετόπτωση P_{eff} για χρονική περίοδο 33 ετών για το σύνολο των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης.



Σχήμα 5.1: Μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών ET_o και μέση μηνιαία ωφέλιμη υετόπτωση P_{eff} για χρονική περίοδο 33 ετών

Οι μέγιστες τιμές της μέσης μηνιαίας εξατμισοδιαπνοής ET_o των καλλιεργειών παρατηρείται κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο, όπου και παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές του φυτικού συντελεστή K_c για πολλές αρδευόμενες καλλιέργειες. Αντίστοιχα, οι μέγιστες τιμές της μέσης μηνιαίας ωφέλιμης υετόπτωσης P_{eff} παρατηρούνται κατά τους χειμερινούς μήνες, οπότε και αυξάνεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση.

Στους πίνακες που ακολουθούν, δίνονται οι μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των υπολογιζόμενων πραγματικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών, όπως αυτές προέκυψαν από τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας και τα υδρολογικά δεδομένα της περιόδου Οκτώβριος 1960 - Σεπτέμβριος 1993. Οι πραγματικές αρδευτικές ανάγκες προέκυψαν μετά από συνυπολογισμό και των απωλειών λόγω των εφαρμοζόμενων μεθόδων άρδευσης, αλλά και του τρόπου μεταφοράς του νερού. Ειδικότερα, οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών

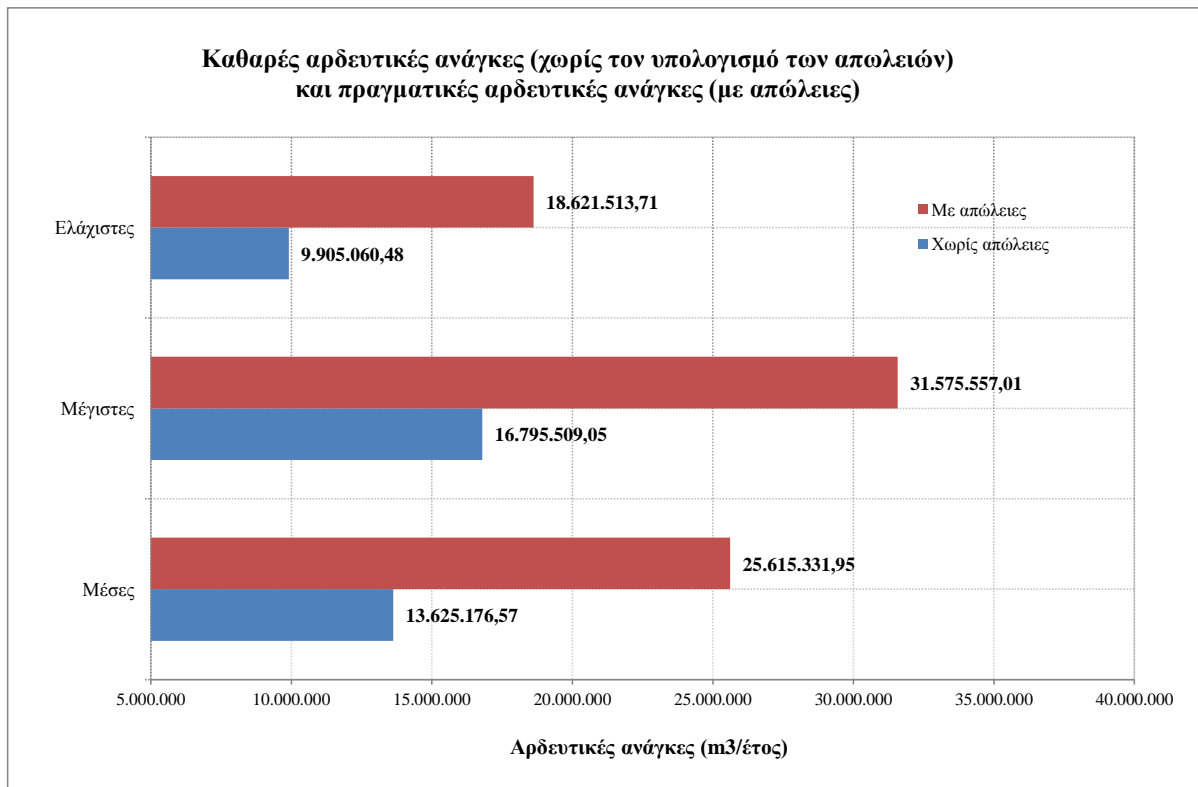
πολλαπλασιάστηκαν με τον τελικό συντελεστή E_t , ο οποίος υπολογίστηκε ίσος με 1,88 (Πίνακας 5.7). Αναλυτικά, στον Πίνακα 5.3 δίνονται οι καθαρές πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες ανά είδος καλλιέργειας χωρίς τον συνυπολογισμό των απωλειών και οι πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες ανά είδος καλλιέργειας με τον συνυπολογισμό των απωλειών, ενώ στο Σχήμα 5.2 δίνεται το σύνολό τους για κάθε κατηγορία αρδευτικών αναγκών. Αντίστοιχα, στον Πίνακα 5.4 δίνεται η καθαρή πραγματική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα ανά είδος καλλιέργειας χωρίς τον συνυπολογισμό των απωλειών και η πραγματική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα ανά είδος καλλιέργειας με τον συνυπολογισμό των απωλειών, ενώ στο Σχήμα 5.3 δίνεται η μέση πραγματική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα για κάθε κατηγορία αρδευτικών αναγκών. Επιπλέον, στα Σχήματα 5.4 και 5.5 δίνονται αναλυτικά ανά είδος καλλιέργειας οι πραγματικές μέσες, μέγιστες και ελάχιστες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες και καταναλώσεις νερού ανά στρέμμα αντίστοιχα.

Πίνακας 5.3: Πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες ανά είδος καλλιέργειας χωρίς και με τον συνυπολογισμό των απωλειών

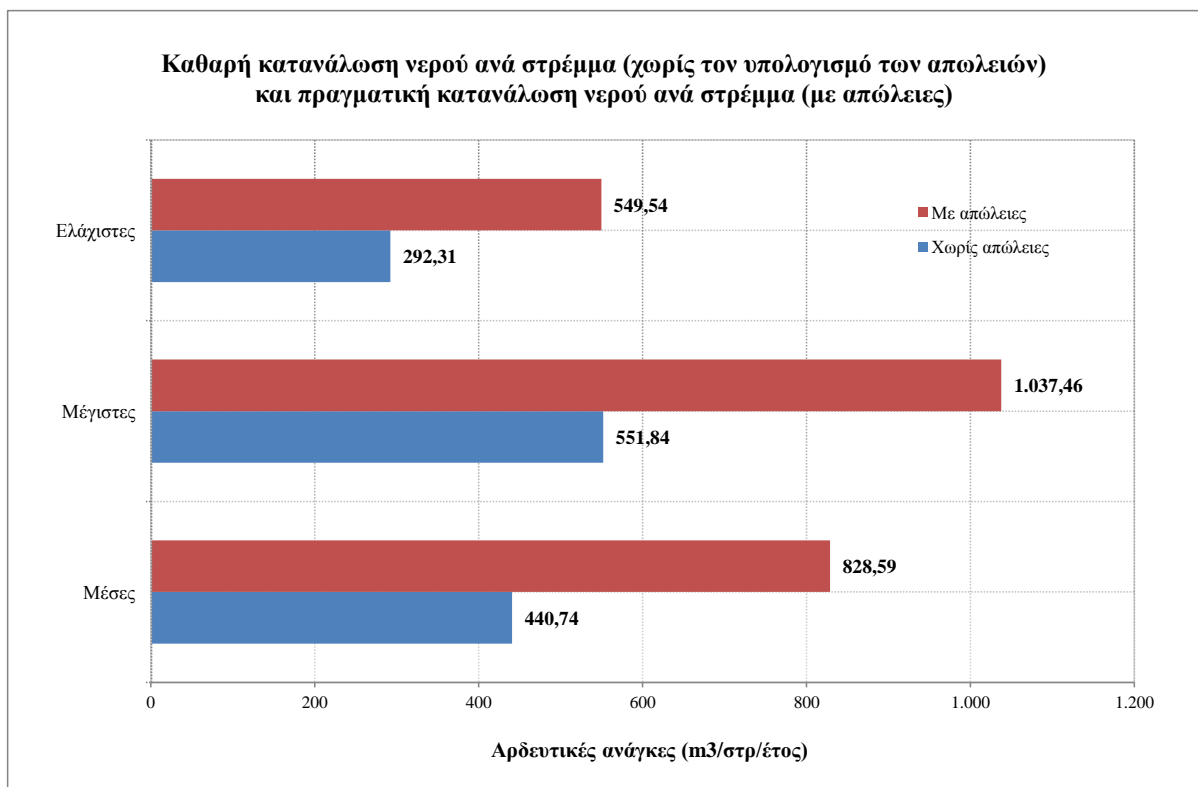
Α/Α	Είδος καλλιέργειας	Ετήσιες αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /έτος)					
		Μέσες		Μέγιστες		Ελάχιστες	
		Με απώλειες	Χωρίς απώλειες	Με απώλειες	Χωρίς απώλειες	Με απώλειες	Χωρίς απώλειες
1	Βαμβάκι	12.999.751,77	6.914.761,58	15.316.700,53	8.147.181,13	10.081.944,11	5.362.736,23
2	Σιτάρι	6.234.854,93	3.316.412,20	8.328.402,19	4.430.001,17	4.338.709,36	2.307.824,13
3	Καλαμπόκι	3.024.169,11	1.608.600,59	3.596.356,12	1.912.955,38	2.033.458,88	1.081.627,06
4	Τριφύλλι	1.109.681,93	590.256,35	1.639.370,89	872.005,79	493.097,28	262.285,79
5	Μηδική	704.917,60	374.956,17	790.827,51	420.652,93	605.379,35	322.010,29
6	Βίκος	84.229,21	44.802,77	124.434,69	66.188,66	37.428,02	19.908,52
7	Βρώμη	28.587,45	15.206,09	42.233,21	22.464,47	12.703,09	6.756,96
8	Αμπέλια	6.158,34	3.275,72	7.742,85	4.118,54	3.691,51	1.963,57
9	Κηπευτικά	142.460,37	75.776,79	180.489,17	96.004,88	85.540,83	45.500,44
10	Ηλίανθος	60.016,36	31.923,60	69.599,90	37.021,22	44.870,08	23.867,07
11	Γρασίδι	1.040.523,09	553.469,73	1.253.747,26	666.886,84	774.700,69	412.074,84
12	Ακτινίδια	1.331,99	708,50	1.967,79	1.046,70	591,88	314,83
13	Οπωροφόρα	14.833,98	7.890,42	17.339,69	9.223,24	10.356,85	5.508,96
14	Όσπρια	9.620,80	5.117,45	14.213,14	7.560,18	4.275,09	2.273,98
15	Ζαχαρότευτλα	34.939,23	18.584,70	42.849,95	22.792,52	21.562,50	11.469,41
16	Πιπεριές	90.614,84	48.199,38	114.803,83	61.065,87	54.410,00	28.941,49
17	Καρυδιές	28.640,94	15.234,54	34.478,29	18.339,52	18.794,19	9.996,91
	Σύνολο:	25.615.331,95	13.625.176,57	31.575.557,01	16.795.509,05	18.621.513,71	9.905.060,48

Πίνακας 5.4: Πραγματική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα ανά είδος καλλιέργειας χωρίς και με τον συνυπολογισμό των απωλειών

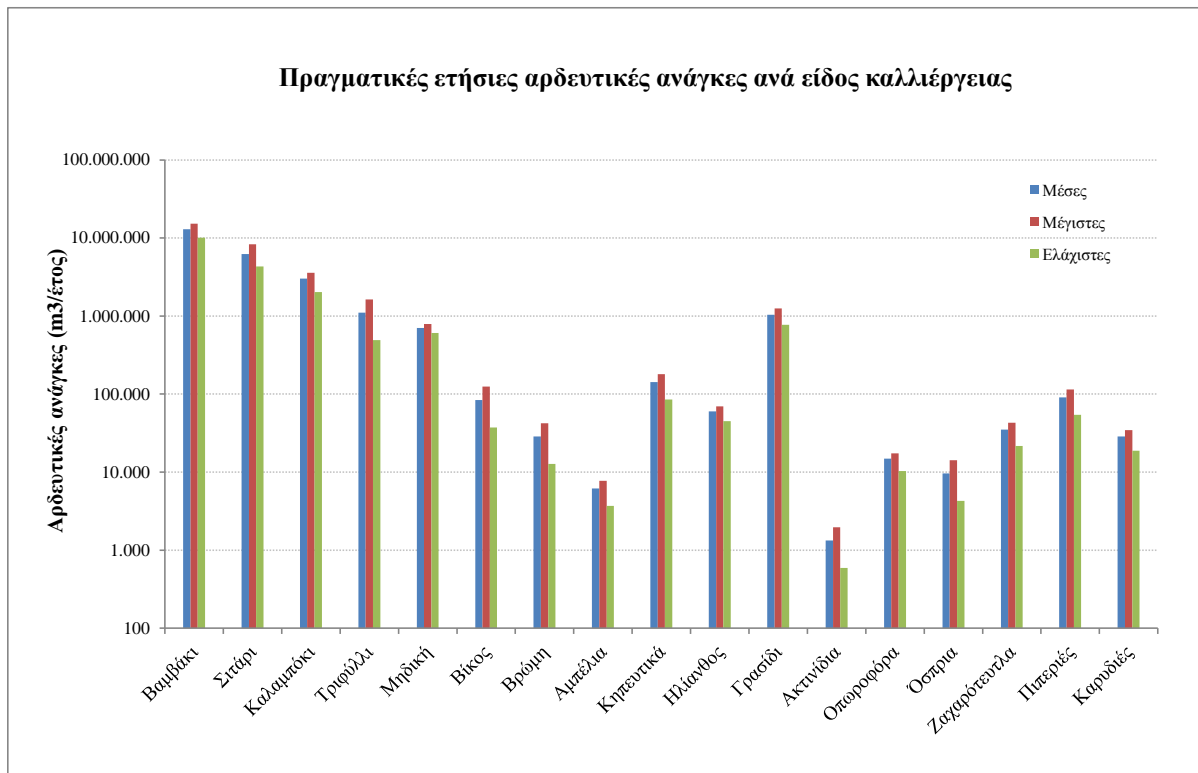
Α/Α	Είδος καλλιέργειας	Ετήσιες αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /στρ/έτος)					
		Μέσες		Μέγιστες		Ελάχιστες	
		Με απώλειες	Χωρίς απώλειες	Με απώλειες	Χωρίς απώλειες	Με απώλειες	Χωρίς απώλειες
1	Βαμβάκι	905,53	481,66	1.066,92	567,51	702,28	373,55
2	Σιτάρι	811,22	431,50	1.083,61	576,39	564,51	300,27
3	Καλαμπόκι	878,98	467,54	1.045,29	556,00	591,03	314,38
4	Τριφύλλι	534,93	284,54	790,28	420,36	237,70	126,44
5	Μηδική	1.991,25	1.059,18	2.233,93	1.188,26	1.710,08	909,62
6	Βίκος	534,93	284,54	790,28	420,36	237,70	126,44
7	Βρώμη	534,93	284,54	790,28	420,36	237,70	126,44
8	Αμπέλια	650,92	346,23	818,40	435,32	390,18	207,54
9	Κηπευτικά	597,39	317,76	756,86	402,58	358,70	190,80
10	Ηλίανθος	1.112,84	591,93	1.290,54	686,46	831,99	442,55
11	Γρασίδι	1.047,33	557,09	1.261,95	671,25	779,77	414,77
12	Ακτινίδια	534,93	284,54	790,28	420,36	237,70	126,44
13	Οπωροφόρα	1.145,84	609,49	1.339,39	712,44	800,00	425,53
14	Όσπρια	534,93	284,54	790,28	420,36	237,70	126,44
15	Ζαχαρότευτλα	798,47	424,72	979,25	520,88	492,77	262,11
16	Πιπεριές	597,39	317,76	756,86	402,58	358,70	190,80
17	Καρυδιές	874,27	465,03	1.052,45	559,81	573,69	305,16
	Μέσος όρος:	828,59	440,74	1.037,46	551,84	549,54	292,31



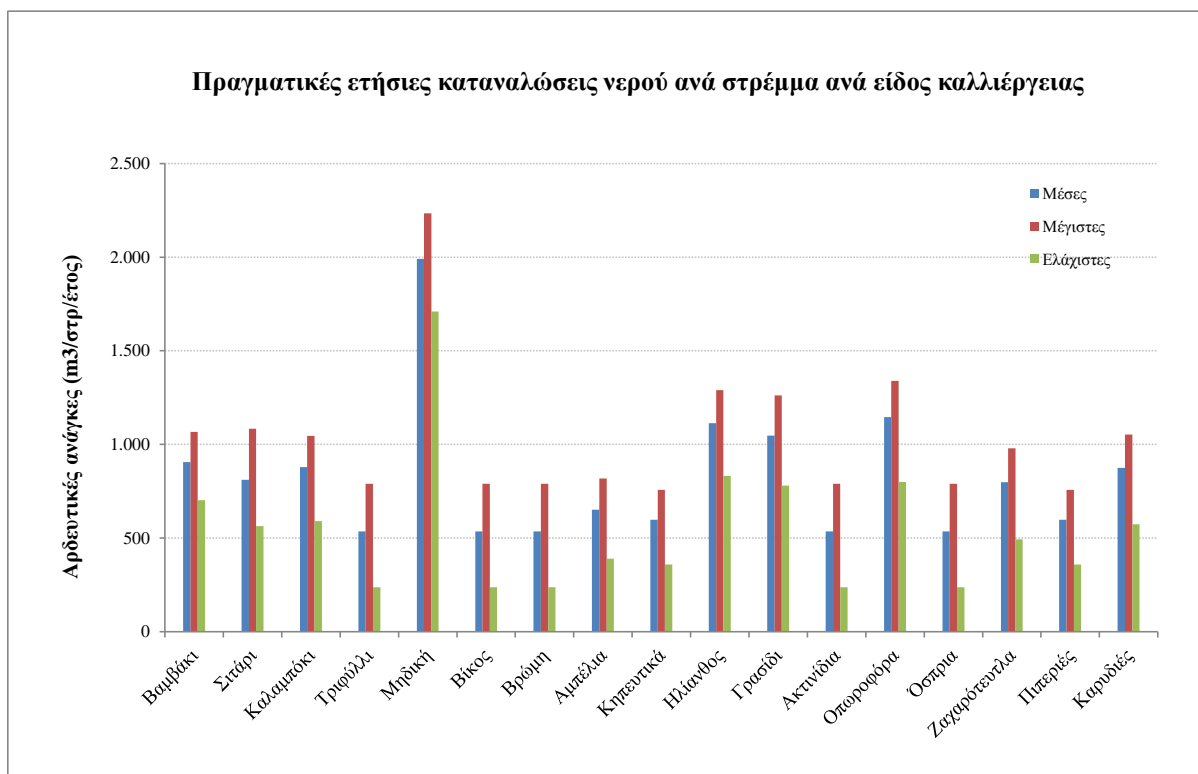
Σχήμα 5.2: Συνολικές πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες στην περιοχή μελέτης χωρίς και με τον συνυπολογισμό των απωλειών



Σχήμα 5.3: Μέση πραγματική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα στην περιοχή μελέτης χωρίς και με τον συνυπολογισμό των απωλειών



Σχήμα 5.4: Πραγματικές μέσες, μέγιστες και ελάχιστες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες ανά είδος καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης με τον συνυπολογισμό των απωλειών

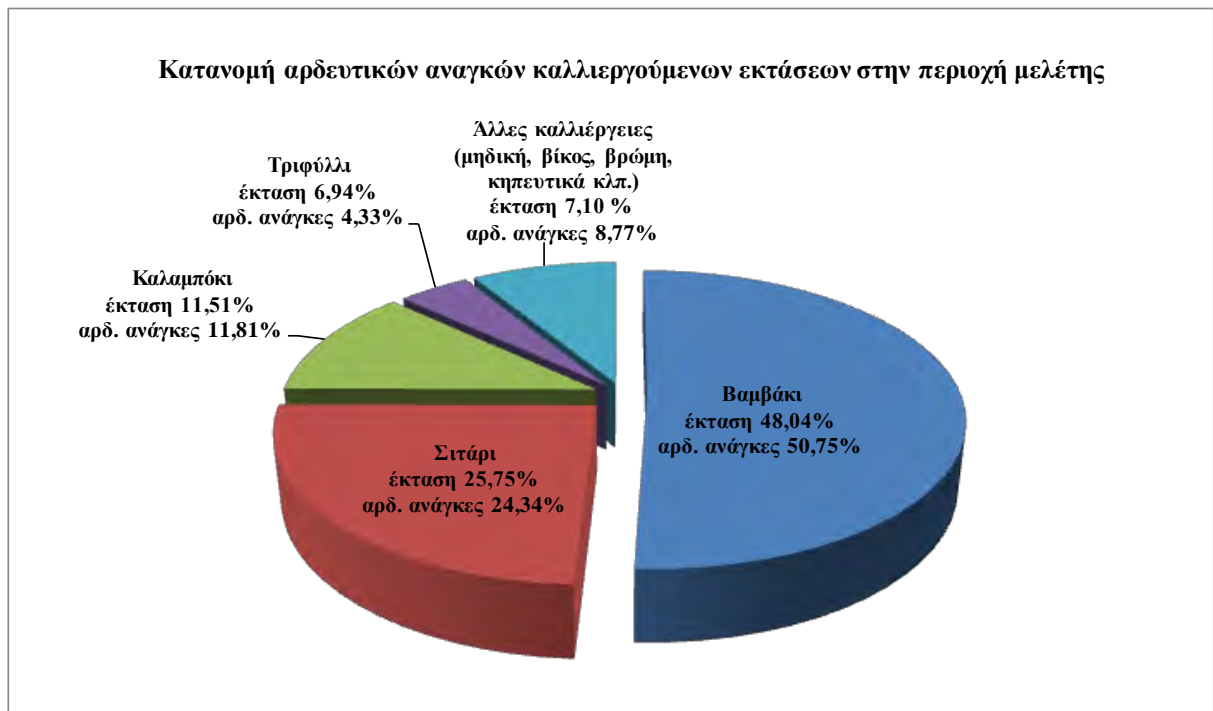


Σχήμα 5.5: Πραγματικές μέσες, μέγιστες και ελάχιστες ετήσιες καταναλώσεις νερού ανά στρέμμα ανά είδος καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης με τον συνυπολογισμό των απωλειών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3 και το Σχήμα 5.2, το σύνολο των μέσων πραγματικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών για τις καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 25.615.331,95 κ.μ./έτος, ενώ αντίστοιχα οι μέγιστες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες ανέρχονται σε 31.575.557,01 κ.μ./έτος και οι ελάχιστες σε 18.621.513,71 κ.μ./έτος. Οι πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται αυξημένες κατά 88% σε σχέση με τις καθαρές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες λόγω των απωλειών, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης, η μέση πραγματική κατανάλωση νερού αντιστοιχεί σε 828,59 κ.μ./στρ/έτος, η μέγιστη σε 1.037,46 κ.μ./στρ/έτος, ενώ η ελάχιστη σε 549,54 κ.μ./στρ/έτος.

Επιπλέον, σύμφωνα με το Σχήμα 5.4, οι μεγαλύτερες καταναλώσεις αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης αντιστοιχούν στην καλλιέργεια του βαμβακιού, ενώ ακολουθούν το σιτάρι, το καλαμπόκι, το τριφύλλι και τα γρασίδια. Ειδικότερα, το βαμβάκι, το οποίο αποτελεί και την κυρίαρχη καλλιέργεια (48,04 % της συνολικής έκτασης), απαιτεί το 50,75% του αρδευτικού νερού, ενώ ακολουθεί η καλλιέργεια του σιταριού (25,75% της συνολικής έκτασης), η οποία απαιτεί το 24,34% του αρδευτικού νερού, η καλλιέργεια του καλαμποκιού (11,51% της συνολικής έκτασης), η οποία απαιτεί το 11,81% του αρδευτικού νερού, η καλλιέργεια του τριφυλλιού (6,94% της συνολικής έκτασης), η οποία απαιτεί το 4,33% του αρδευτικού νερού και με ποσοστό 8,77% των υδατικών απαιτήσεων ακολουθεί το σύνολο των άλλων καλλιεργειών (μηδική, βίκος, βρώμη, κηπευτικά κ.α. – 7,10% της συνολικής έκτασης), σύμφωνα και με το Σχήμα 5.6.

Βέβαια, σύμφωνα με το Σχήμα 5.5, οι περισσότερο υδροβόρες καλλιέργειες αντιστοιχούν στην καλλιέργεια της μηδικής με μέση πραγματική κατανάλωση ίση με 1.991,25 κ.μ./στρ/έτος, των οπωροφόρων με 1.145,84 κ.μ./στρ/έτος, του ηλίανθου με 1.112,84 κ.μ./στρ/έτος, των γρασιδιών με 1.047,33 κ.μ./στρ/έτος, ενώ ακολουθούν η καλλιέργεια του βαμβακιού με 905,53 κ.μ./στρ/έτος, του σιταριού με 811,22 κ.μ./στρ/έτος, των καρυδιών με 874,27 κ.μ./στρ/έτος και του καλαμποκιού με 878,98 κ.μ./στρ/έτος. Οι λιγότερο υδροβόρες καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης είναι το τριφύλλι, η βρώμη, ο βίκος, τα όσπρια, οι πιπεριές και τα ακτινίδια με μέση κατανάλωση 534,93 κ.μ./στρ/έτος.



Σχήμα 5.6: Ποσοστιαία κατανομή πραγματικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών με τον συνυπολογισμό των απωλειών ανά είδος καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των θεωρητικών ετήσιων αναγκών των καλλιεργειών σε νερό σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ Φ16/6631/2-6-1989 (ΦΕΚ 428/Β/1989), με βάση την οποία προσδιορίζονται τα κατώτατα και ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση. Οι υπολογιζόμενες θεωρητικές ανάγκες των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης δίνονται στον Πίνακα 5.5.

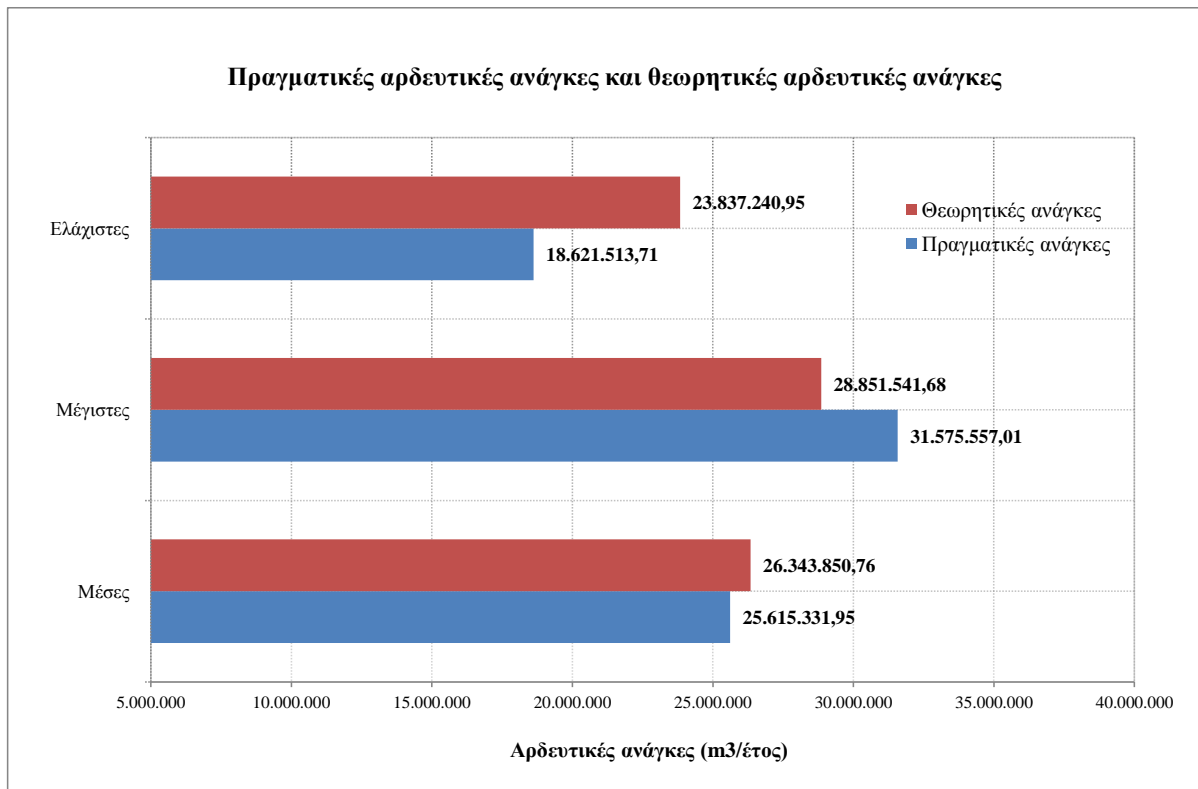
Για την ακριβέστερη αποτύπωση των απαιτήσεων των αναγκών των καλλιεργειών και τον εξορθολογισμό της διαχείρισης του διαθέσιμου αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης, γίνεται η συγκριτική αξιολόγηση των αρδευτικών αναγκών, πραγματικών και θεωρητικών, όπως προέκυψαν από τους σχετικούς υπολογισμούς και εξετάζεται η αντιπροσωπευτικότητά τους. Στον Πίνακα 5.6 παρατίθενται οι μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των ετήσιων αρδευτικών αναγκών, όπως προέκυψαν από τις δύο μεθόδους και πραγματοποιείται η σύγκρισή τους (Σχήμα 5.6).

Πίνακας 5.5: Ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες ανά είδος καλλιέργειας στην περιοχή μελέτης

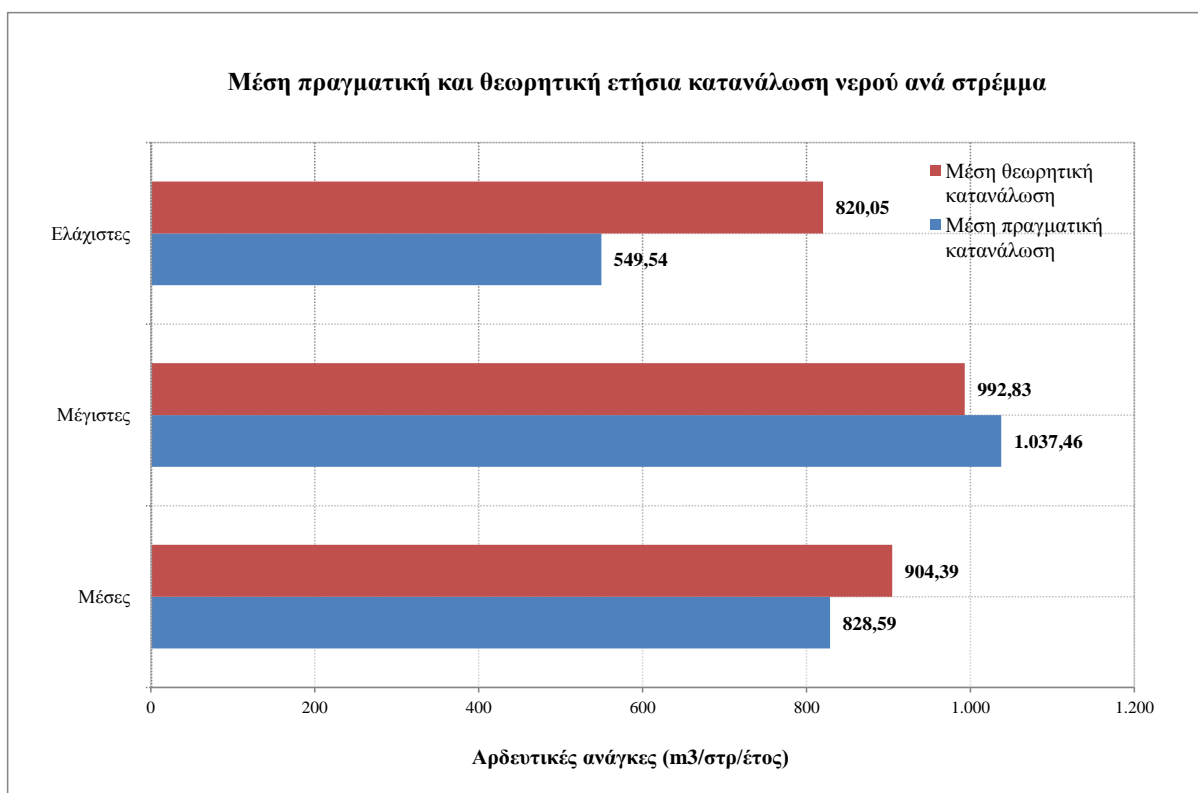
Α/Α	Είδος καλλιέργειας	Θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /έτος)		
		Μέσες	Μέγιστες	Ελάχιστες
1	Βαμβάκι	11.745.329,74	12.860.392,70	10.630.266,79
2	Σιτάρι	7.248.265,86	7.939.761,37	6.556.770,35
3	Καλαμπόκι	3.244.677,00	3.554.224,08	2.935.129,91
4	Τριφύλλι	2.089.255,85	2.287.976,85	1.890.534,86
5	Μηδική	378.305,99	414.280,58	342.331,41
6	Βίκος	158.582,72	173.666,42	143.499,02
7	Βρώμη	50.398,59	55.206,70	45.590,49
8	Αμπέλια	6.540,22	7.164,85	5.915,60
9	Κηπευτικά	209.923,28	229.989,47	189.857,08
10	Ηλιάνθος	47.474,64	52.012,66	42.936,62
11	Γρασίδι	936.939,87	1.026.325,35	847.554,39
12	Ακτινίδια	2.507,80	2.746,33	2.269,27
13	Οπωροφόρα	10.365,48	11.597,28	9.586,19
14	Όσπρια	14.400,06	16.111,31	13.317,44
15	Ζαχαρότευτλα	38.519,50	42.201,51	34.837,49
16	Πιπεριές	133.526,00	146.289,52	120.762,49
17	Καρυδιές	28.838,13	31.594,72	26.081,54
Σύνολο:		26.343.850,76	28.851.541,68	23.837.240,95

Πίνακας 5.6: Ετήσιες πραγματικές και θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες

Κατηγορία	Αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /έτος)	
	Πραγματικές	Θεωρητικές
Μέσες	25.615.331,95	26.343.850,76
Μέγιστες	31.575.557,01	28.851.541,68
Ελάχιστες	18.621.513,71	23.837.240,95



Σχήμα 5.7: Ετήσιες πραγματικές και θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες στην περιοχή μελέτης



Σχήμα 5.8: Μέση πραγματική και μέση θεωρητική ετήσια κατανάλωση νερού ανά στρέμμα στην περιοχή μελέτης

Το σύνολο των μέσων θεωρητικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών για τις καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 26.343.850,76 κ.μ./έτος, ενώ αντίστοιχα οι μέγιστες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες ανέρχονται σε 28.851.541,68 κ.μ./έτος και οι ελάχιστες σε 23.837.240,95 κ.μ./έτος, δηλαδή οι μέγιστες και ελάχιστες θεωρητικές ανάγκες διαφέρουν από τις μέσες κατά 10% περίπου. Αντίστοιχα, για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης, η μέση πραγματική θεωρητική κατανάλωση αντιστοιχεί 904,39 κ.μ./στρ/έτος, η μέγιστη σε 992,83 κ.μ./στρ/έτος και η ελάχιστη σε 820,05 κ.μ./στρ/έτος. Επίσης, όπως γίνεται φανερό και από το Σχήμα 5.7 και το Σχήμα 5.8, οι μέσες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται προσαυξημένες μόλις κατά 2,8% συγκριτικά με τις μέσες πραγματικές, οι μέγιστες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες είναι μειωμένες κατά 8,6% συγκριτικά με τις μέγιστες πραγματικές, ενώ οι ελάχιστες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται προσαυξημένες κατά 28% συγκριτικά με τις ελάχιστες πραγματικές.

5.2 Εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης

Προκειμένου να εξεταστούν οι τρόποι διαχείρισης του αρδευτικού νερού που χρησιμοποιείται στο συλλογικό επιφανειακό αρδευτικό δίκτυο του Δήμου Καρδίτσας, καταστρώθηκαν έξι (6) εναλλακτικά σενάρια, τα οποία πραγματεύονται τις διαχειριστικές μεθόδους άρδευσης. Σκοπός της μεθοδολογίας αυτής είναι η ελαχιστοποίηση των καταναλώσεων από τις υφιστάμενες καλλιέργειες, αλλά και ο εντοπισμός των βέλτιστων πρακτικών προς την κατεύθυνση αυτή.

5.2.1 Σενάριο 1: Σενάριο μηδενικής παρέμβασης

Στο Σενάριο 1 (σενάριο μηδενικής παρέμβασης) εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών σύμφωνα με τις πραγματικές καταναλώσεις αρδευτικού νερού και τα υφιστάμενα μέσα άρδευσης και τρόπους μεταφοράς του νερού, χωρίς καμία παρέμβαση. Στην πραγματικότητα, το Σενάριο 1 αφορά τον υπολογισμό των ετήσιων αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης με τα υφιστάμενα μέσα και τις συνθήκες άρδευσης. Τα αποτελέσματα του Σεναρίου αποτελούν τις πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών και δίνονται στον Πίνακα 5.7. Κατά το Σενάριο 1, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,88$ (Πίνακας 5.7).

5.2.2 Σενάριο 2: Σενάριο μείωσης της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενισμού της κατάκλυσης

Στο Σενάριο 2 εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών μετά από αλλαγή των μεθόδων άρδευσης και ειδικότερα εφαρμόζοντας μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών στάγδην άρδευσης. Κατά το Σενάριο 2, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,75$ (Πίνακας 5.8).

5.2.3 Σενάριο 3: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης

Στο Σενάριο 3 εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών μετά από αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης. Κατά το Σενάριο 3, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,69$ (Πίνακας 5.9).

5.2.4 Σενάριο 4: Σενάριο μείωσης της τεχνητής βροχής κατά 50%, μηδενισμού της κατάκλυσης και υπογειοποίησης 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς

Στο Σενάριο 4 εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών μετά από εφαρμογή συνδυασμού κινήτρων και μέτρων για την εξοικονόμηση νερού με παρεμβάσεις, που αφορούν και αλλαγές στον τρόπο μεταφοράς του νερού, δηλαδή μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών στάγδην άρδευσης, ενώ παράλληλα γίνεται υπογειοποίηση κατά 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού. Κατά το Σενάριο 4, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,47$ (Πίνακας 5.10).

5.2.5 Σενάριο 5: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης και υπογειοποίησης 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς

Στο Σενάριο 5 εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών μετά από αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και υπογειοποίηση κατά 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού. Κατά το Σενάριο 5, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο

πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,42$ (Πίνακας 5.11).

5.2.6 Σενάριο 6: Σενάριο πλήρους εφαρμογής στάγδην άρδευσης και πλήρους υπογειοποίησης του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς

Στο Σενάριο 6 εξετάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών μετά από αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και πλήρη υπογειοποίηση του ανοικτού επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού. Κατά το Σενάριο 6, ο τελικός συντελεστής προσαύξησης με τον οποίο πολλαπλασιάστηκαν οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών προκειμένου να συνυπολογιστούν και οι απώλειες, υπολογίστηκε ίσος με $E_t = 1,23$ (Πίνακας 5.12).

Πίνακας 5.7: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 1 (υφιστάμενη κατάσταση – πραγματικές αρδευτικές ανάγκες)

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	24	0,9	76,66%	23,34%	0,60	0,85	0,66	0,81	1,88
2	Καταιονισμός	64	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	12	0,65							

Πίνακας 5.8: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 2

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	68	0,9	76,66%	23,34%	0,60	0,85	0,66	0,87	1,75
2	Καταιονισμός	32	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0	0,65							

Πίνακας 5.9: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 3

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	100	0,9	76,66%	23,34%	0,60	0,85	0,66	0,90	1,69
2	Καταιονισμός	0	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0	0,65							

Πίνακας 5.10: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 4

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	68	0,9	38,33%	61,67%	0,60	0,90	0,79	0,87	1,47
2	Καταιονισμός	32	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0	0,65							

Πίνακας 5.11: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 5

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	100	0,9	38,33%	61,67%	0,60	0,90	0,79	0,90	1,42
2	Καταιονισμός	0	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0	0,65							

Πίνακας 5.12: Υπολογισμός τελικού συντελεστή προσαύξησης E_t για τον συνυπολογισμό των απωλειών με το Σενάριο 6

A/A	Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό επί συνόλου %	Συντελεστής απόδοσης	Μεπιφ	Μυπο	Εδεπιφ	Εδυπο	Εμ.μ.	Εμ.α.	Συντελεστής προσαύξησης E_t
1	Στάγδην άρδευση	100	0,9	0%	100%	0,60	0,90	0,90	0,90	1,23
2	Καταιονισμός	0	0,8							
3	Επιφανειακή άρδευση (κατάκλυση)	0	0,65							

5.2.7 Συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων

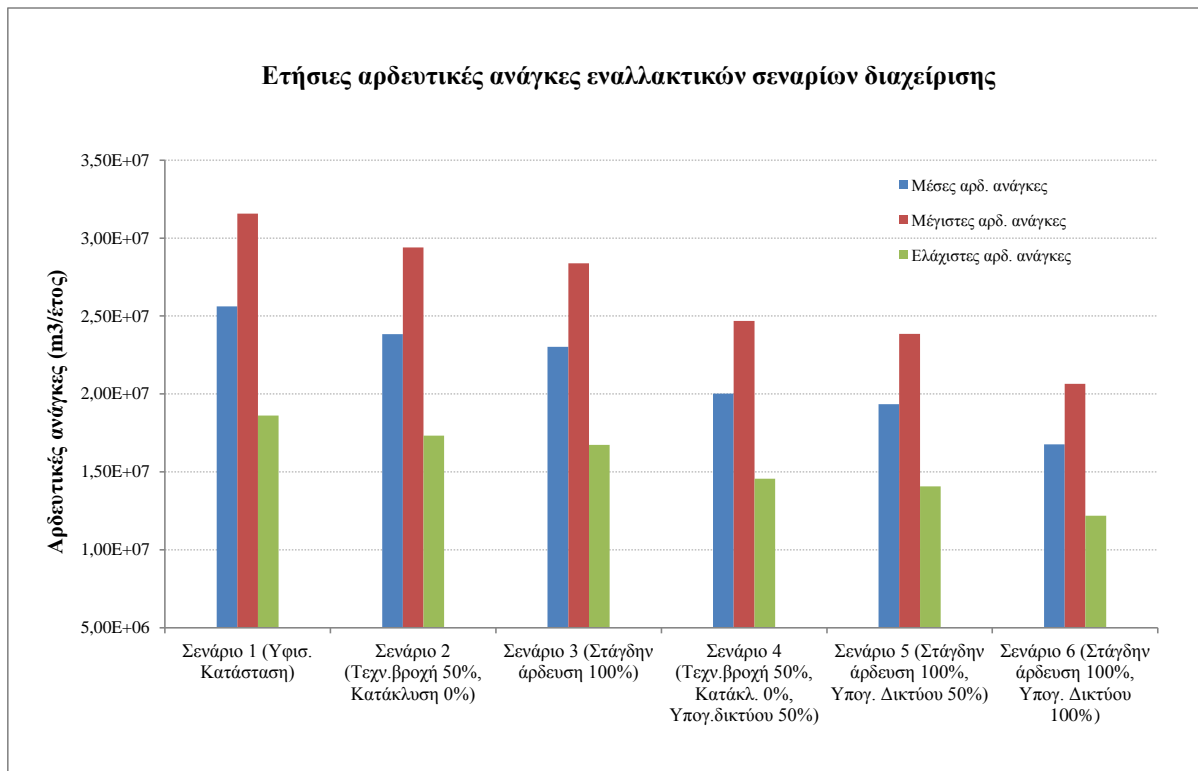
Μετά τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών που προέκυψαν για κάθε εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης, ακολούθησε η συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των έξι εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης στην περιοχή μελέτης. Στον Πίνακα 5.13 και το Σχήμα 5.9 παρατίθενται οι υπολογιζόμενες ετήσιες μέσες, μέγιστες και ελάχιστες αρδευτικές ανάγκες ανά εναλλακτικό σενάριο, ενώ στον Πίνακα 5.14 και το Σχήμα 5.10 οι υπολογιζόμενες ετήσιες μέσες, μέγιστες και ελάχιστες αρδευτικές καταναλώσεις ανά στρέμμα ανά εναλλακτικό σενάριο για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης.

Πίνακας 5.13: Σύγκριση ετήσιων αρδευτικών αναγκών των εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης στην περιοχή μελέτης

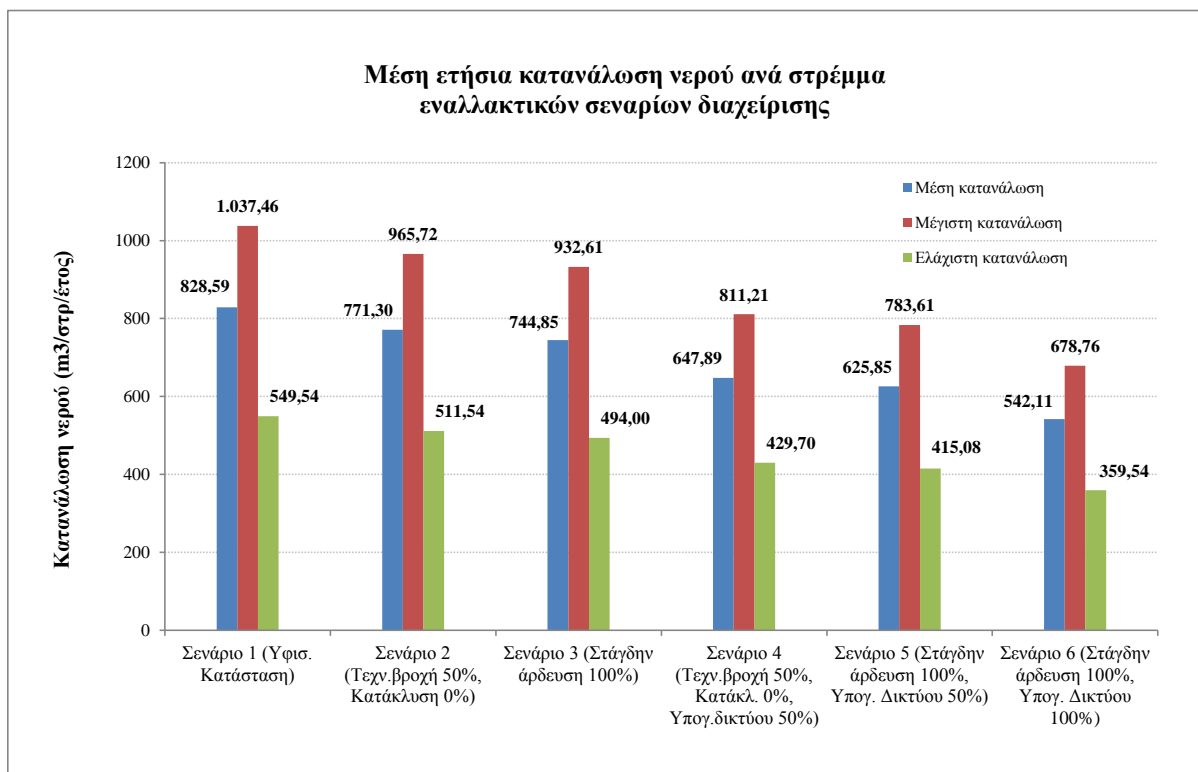
Κατηγορία	Ετήσιες αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /έτος)		
	Σενάριο 1 (Υφ. Κατάσταση)	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Μέσες	25.615.331,95	23.844.059,00	23.026.548,40
Μέγιστες	31.575.557,01	29.392.140,83	28.384.410,29
Ελάχιστες	18.621.513,71	17.333.855,85	16.739.552,22
Κατηγορία	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Μέσες	20.029.009,56	19.347.750,73	16.758.967,18
Μέγιστες	24.689.398,30	23.849.622,85	20.658.476,13
Ελάχιστες	14.560.438,91	14.065.185,89	12.183.224,40

Πίνακας 5.14: Σύγκριση μέσων ετήσιων καταναλώσεων νερού ανά στρέμμα εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης στην περιοχή μελέτης

Κατηγορία	Ετήσιες αρδευτικές ανάγκες (μ ³ /στρ/έτος)		
	Σενάριο 1 (Υφ. Κατάσταση)	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Μέσες	828,59	771,30	744,85
Μέγιστες	1.037,46	965,72	932,61
Ελάχιστες	549,54	511,54	494,00
Κατηγορία	Σενάριο 4	Σενάριο 5	Σενάριο 6
Μέσες	647,89	625,85	542,11
Μέγιστες	811,21	783,61	678,76
Ελάχιστες	429,70	415,08	359,54



Σχήμα 5.9: Ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης στην περιοχή μελέτης



Σχήμα 5.10: Ετήσια αρδευτική κατανάλωση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, δίνονται οι χαρακτηριστικές τιμές των αρδευτικών αναγκών και καταναλώσεων για κάθε εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης ως εξής:

- Σενάριο 1:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 25.615.331,95 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 828,59 κ.μ./στρ/έτος
- Σενάριο 2:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 23.844.059,00 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 771,30 κ.μ./στρ/έτος
- Σενάριο 3:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 23.026.548,40 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 744,85 κ.μ./στρ/έτος
- Σενάριο 4:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 20.029.009,56 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 647,89 κ.μ./στρ/έτος
- Σενάριο 5:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 19.347.750,73 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 625,85 κ.μ./στρ/έτος
- Σενάριο 6:
 - Μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες καλλιεργειών: 16.758.967,18 κ.μ./έτος
 - Μέση ετήσια κατανάλωση μιας μέσης καλλιέργειας: 542,11 κ.μ./στρ/έτος

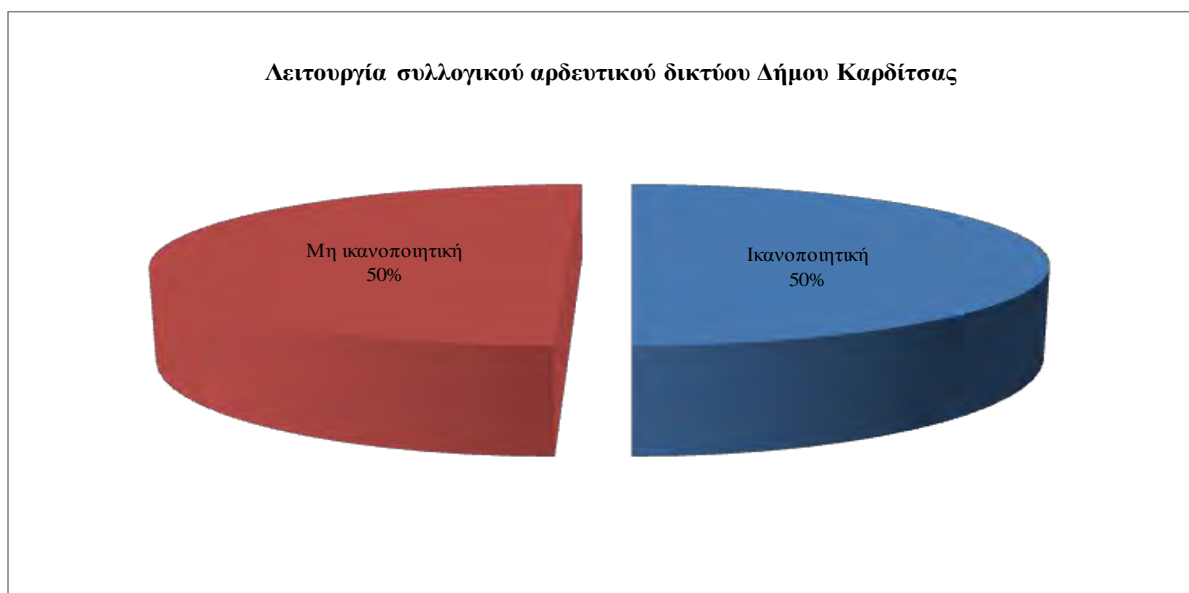
Όπως προέκυψε από την εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών για κάθε εναλλακτικό σενάριο διαχείρισης, οι ετήσιες συνολικές αρδευτικές ανάγκες δύναται να μειωθούν από 6,91% έως και 34,57% ανάλογα με τη λήψη διαχειριστικών μέτρων. Ειδικότερα, με την εφαρμογή του Σεναρίου 6, δηλαδή μετά από αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και πλήρη υπογειοποίηση του ανοικτού επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού, οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης δύναται να μειωθούν στο μέγιστο, δηλαδή κατά 34,57%.

5.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων

Μετά την ολοκλήρωση του σταδίου διανομής των ερωτηματολογίων στους αγρότες της περιοχής μελέτης, ακολούθησε η καταγραφή και η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν. Αναφορικά με το πρώτο σκέλος του ερωτηματολογίου, το οποίο αναφέρεται σε θέματα σχετικά με τις καλλιέργειες, αλλά και τη συχνότητα και τους τρόπους άρδευσης των καλλιεργειών, το σύνολο των αγροτών που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο εφαρμόζει καλλιέργειες βαμβακιού, σιταριού και καλαμποκιού, με αποτέλεσμα να μην προκύψουν επαρκή δεδομένα για τα υπόλοιπα είδη καλλιεργειών, αλλά και το αρδευτικό νερό που καταναλώνεται σ' αυτές.

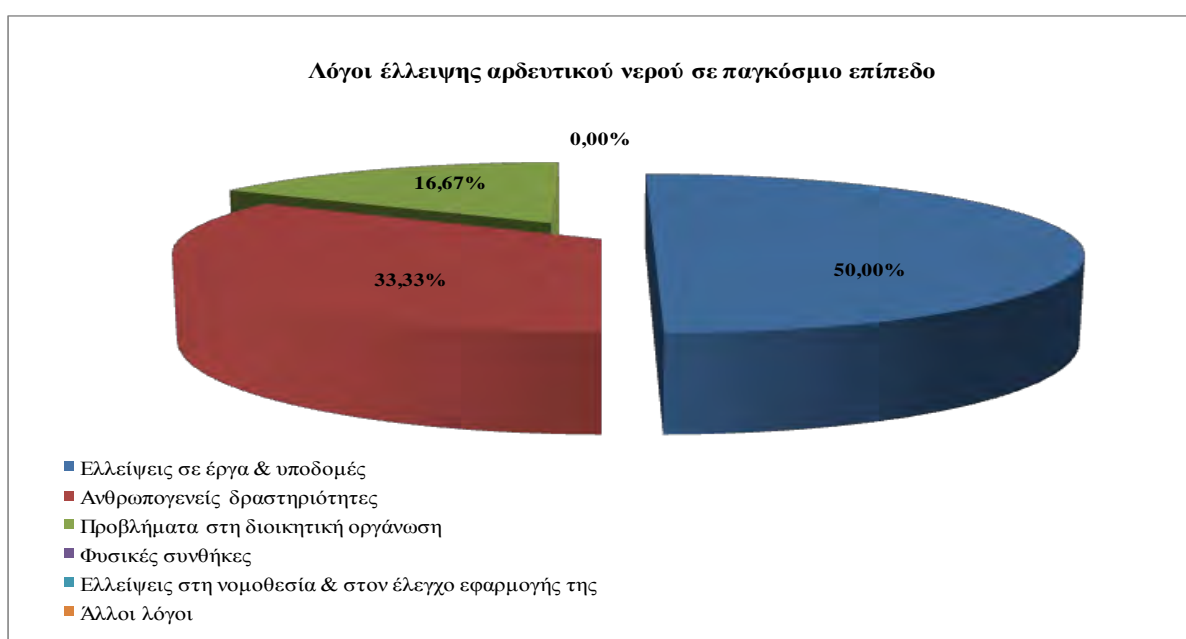
Για το δεύτερο σκέλος του ερωτηματολογίου, το οποίο αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν την επάρκεια αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης, την ικανοποιητική λειτουργία του συλλογικού αρδευτικού δικτύου, τον τρόπο επιβολής των τελών άρδευσης, αλλά και ερωτήσεις που αφορούν στην ευαισθητοποίηση των ερωτηθέντων για το περιβάλλον καταγράφηκαν και παρατίθενται ακολούθως τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

Ειδικότερα, στο Σχήμα 5.11 καταγράφονται οι απόψεις των αγροτών σχετικά με την ικανοποιητική λειτουργία του δημοτικού δικτύου άρδευσης από επιφανειακά ύδατα. Το 50% των αγροτών θεωρεί ικανοποιητική τη λειτουργία του δικτύου, ενώ το υπόλοιπο 50% μη ικανοποιητική, γεγονός που αποδίδουν σε διαχειριστικά προβλήματα.



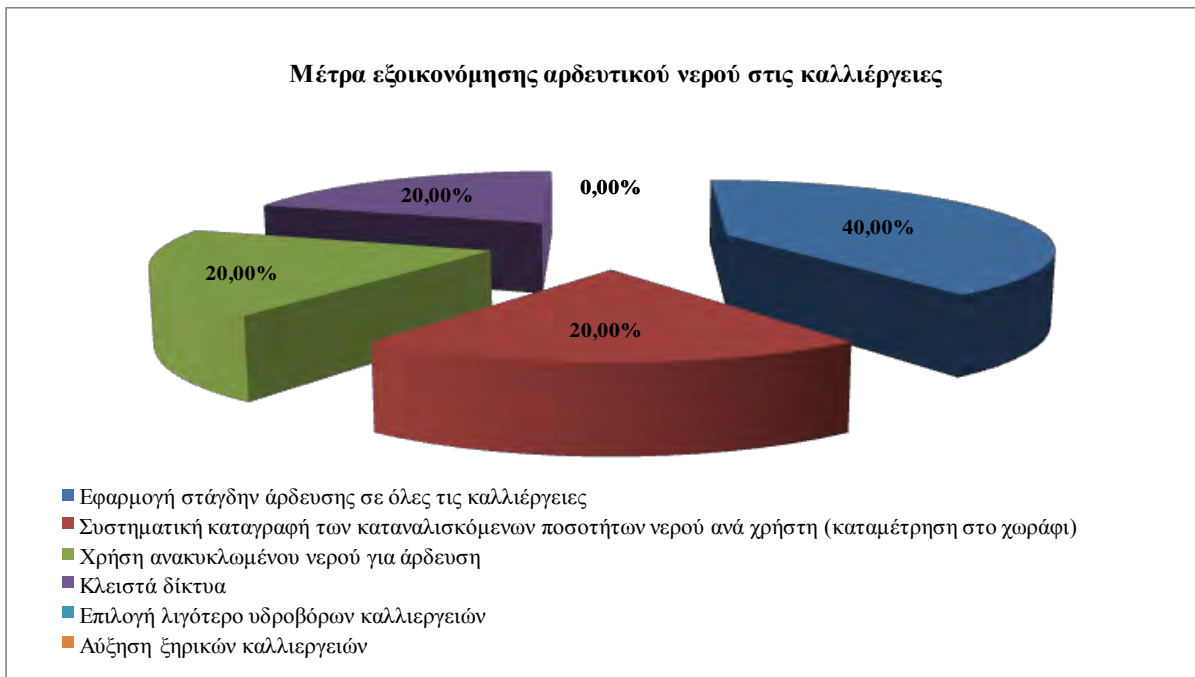
Σχήμα 5.11: Αποτελεσματικότητα λειτουργίας του δημοτικού δικτύου άρδευσης από επιφανειακά ύδατα του Δήμου Καρδίτσας

Σχετικά με την επάρκεια του νερού που διατίθεται από το δημοτικό δίκτυο άρδευσης, το σύνολο των αγροτών συμφώνησε πως οι διατιθέμενες ποσότητες νερού από το δίκτυο επαρκούν για την άρδευση των καλλιεργειών τους. Σχετικά με τους λόγους στους οποίους, κατά την άποψή τους, οφείλεται η έλλειψη νερού άρδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο, το γεγονός αυτό αποδόθηκε στις ελλείψεις σε έργα και υποδομές (50%), σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (33,33%), αλλά και σε προβλήματα που αφορούν τη διοικητική οργάνωση των αρμόδιων υπηρεσιών (16,67%), ενώ δεν καταγράφηκαν απόψεις που να αποδίδουν την έλλειψη νερού άρδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο σε φυσικές συνθήκες, ελλείψεις στη νομοθεσία και τον έλεγχο εφαρμογής τους ή άλλους λόγους (Σχήμα 5.12).



Σχήμα 5.12: Λόγοι έλλειψης αρδευτικού νερού σε παγκόσμιο επίπεδο

Αναφορικά με τα απαιτούμενα μέτρα για την εξοικονόμηση του νερού άρδευσης στις καλλιέργειες, θεωρήθηκε ότι το πιο αποδοτικό μέτρο εξοικονόμησης νερού είναι η εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε όλες τις καλλιέργειες (40%), ενώ επίσης θεωρούν ως αποδοτικά μέτρα τη συστηματική καταγραφή των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη - καταμέτρηση στο χωράφι (20%), τη χρήση ανακυκλωμένου νερού για άρδευση (20%), αλλά και τη χρήση κλειστών δικτύων άρδευσης (20%). Σημειώνεται ότι οι ερωτηθέντες δεν προτείνουν την επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών ή την αύξηση των ξηρικών καλλιεργειών ως μέτρα εξοικονόμησης νερού στην άρδευση (Σχήμα 5.13).



Σχήμα 5.13: Μέτρα για την εξοικονόμηση του νερού άρδευσης στις καλλιέργειες

Ακόμη, σχετικά με τη διάθεσή τους να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα που να αφορούν τις βέλτιστες γεωργικές πρακτικές και την εξοικονόμηση νερού άρδευσης, το σύνολο των ερωτηθέντων ήταν θετικό σ' αυτή την προοπτική. Τέλος, όσον αφορά τη συμμετοχή των ερωτηθέντων σε προγράμματα μείωσης της νιτρορύπανσης, από τις καλλιέργειες που διαθέτουν οι ερωτηθέντες, το 57,86% αυτών είναι ενταγμένο σε πρόγραμμα μείωσης της νιτρορύπανσης (Σχήμα 5.14).



Σχήμα 5.14: Συμμετοχή σε προγράμματα μείωσης της νιτρορύπανσης σε καλλιέργειες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Γενικά

Η αναγκαιότητα βελτίωσης και εκσυγχρονισμού επέκτασης των αρδεύσεων, προκειμένου να καταστεί βιώσιμος ο τομέας γεωργίας, είναι πλέον επιτακτική. Δεδομένου ότι η γεωργία αποτελεί τον κύριο χρήστη υδατικών πόρων στη χώρα μας, αλλά και ότι οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι βρίσκονται σε καθεστώς υποβάθμισης με την ανάπτυξη νέων πηγών νερού να είναι εξαιρετικά δύσκολη, ιδιαίτερα από τους υπόγειους υδροφορείς, και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η γεωργία αποτελεί ανταγωνιστό χρήστη ως προς τους άλλους χρήστες (ύδρευση και βιομηχανία), η ορθολογική διαχείριση και η αποτελεσματικότερη χρήση του αρδευτικού νερού αποτελούν μονόδρομο για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό. Παρά το γεγονός ότι όσον αφορά τη διαχείριση των υδατικών πόρων έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος τα τελευταία χρόνια, εντούτοις υπάρχουν ακόμη ζητήματα στα οποία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

6.2 Ανασκόπηση - Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των συνθηκών άρδευσης στην πεδινή περιοχή του Δήμου Καρδίτσας, η οποία αρδεύεται από το συλλογικό επιφανειακό δημοτικό δίκτυο άρδευσης και ειδικότερα η εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης, αλλά και η διερεύνηση των δυνατοτήτων τροποποίησης των συνθηκών άρδευσης προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης νερού και της ορθολογικής χρήσης των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Παράλληλα, εξετάστηκαν οι απόψεις των χρηστών του αρδευτικού νερού και η στάση τους απέναντι σε θέματα ορθολογικής χρήσης του νερού.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα στάδια:

- Καταγραφή της διάρθρωσης και της κατανομής των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης
- Καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων από τους διαθέσιμους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς
- Εκτίμηση και υπολογισμός της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης με την υψομετρική μέθοδο ή μέθοδο της βροχοβαθμίδας
- Εκτίμηση και υπολογισμός της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας
- Υπολογισμός των φυτικών συντελεστών κc ανά στάδια για κάθε καλλιέργεια
- Υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών με τη μέθοδο Blaney–Criddle

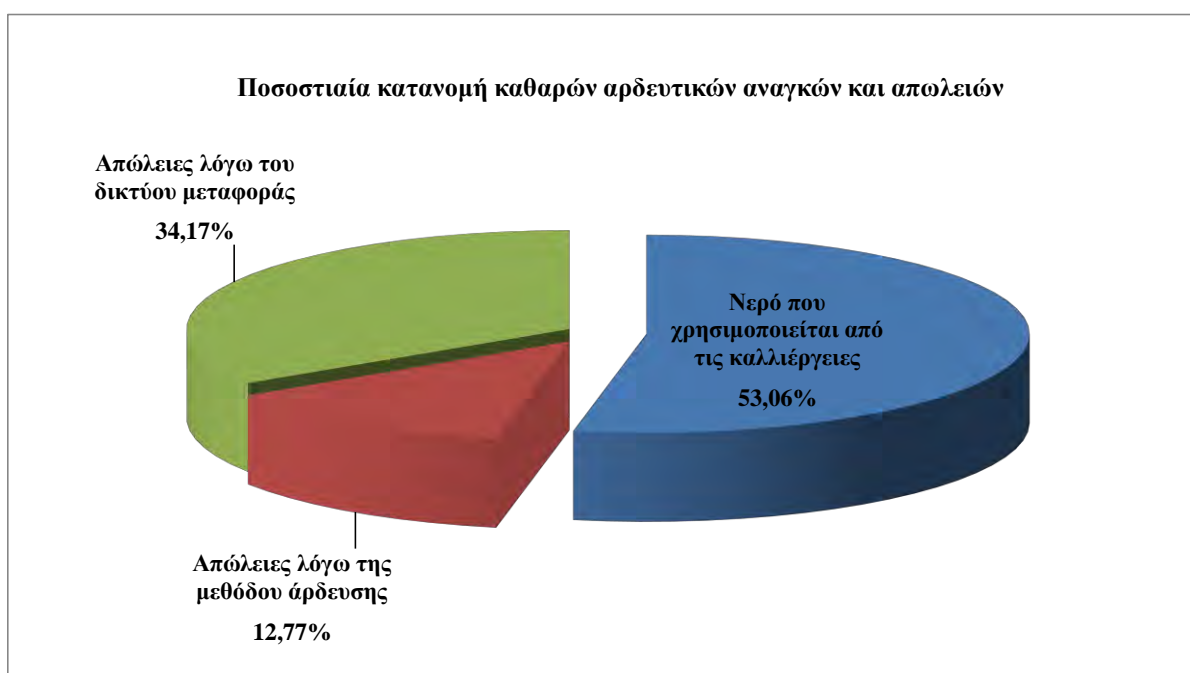
- Υπολογισμός της ωφέλιμης (ενεργού) βροχόπτωσης
- Υπολογισμός των καθαρών ετήσιων αναγκών των καλλιεργειών με το δείκτη (NIR) Near Irrigation Requirement
- Εκτίμηση της αποδοτικότητας της άρδευσης
- Υπολογισμός των πραγματικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών
- Υπολογισμός των θεωρητικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών
- Κατάστρωση έξι (6) εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης των συνθηκών άρδευσης και υπολογισμός των ετήσιων αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών για κάθε σενάριο
- Διανομή ερωτηματολογίων σε χρήστες αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης και καταγραφή αποτελεσμάτων.

Οι πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών εκτιμήθηκαν αρχικά χωρίς τον υπολογισμό των απωλειών (καθαρές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες) και στη συνέχεια με τον συνυπολογισμό των απωλειών τόσο λόγω των εφαρμοζόμενων μεθόδων άρδευσης όσο και του δικτύου διανομής. Το σύνολο των μέσων πραγματικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών για τις καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 25.615.331,95 κ.μ./έτος, ενώ για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης, η μέση πραγματική κατανάλωση νερού αντιστοιχεί σε 828,59 κ.μ./στρ/έτος.

Το βαμβάκι, το οποίο αποτελεί και την κυρίαρχη καλλιέργεια (48,04 % της συνολικής έκτασης), απαιτεί το 50,75% του αρδευτικού νερού, ενώ ακολουθεί η καλλιέργεια του σιταριού (25,75% της συνολικής έκτασης), η οποία απαιτεί το 24,34% του αρδευτικού νερού και η καλλιέργεια του καλαμποκιού (11,51% της συνολικής έκτασης), η οποία απαιτεί το 11,81% του αρδευτικού νερού. Βέβαια, οι περισσότεροι υδροβόρες καλλιέργειες αντιστοιχούν στην καλλιέργεια της μηδικής με μέση πραγματική κατανάλωση ίση με 1.991,25 κ.μ./στρ/έτος και των οπωροφόρων με 1.145,84 κ.μ./στρ/έτος, ενώ η καλλιέργεια του βαμβακιού απαιτεί 905,53 κ.μ./στρ/έτος, του σιταριού 811,22 κ.μ./στρ/έτος και του καλαμποκιού με 878,98 κ.μ./στρ/έτος. Οι λιγότεροι υδροβόρες καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης είναι το τριφύλλι, η βρώμη, ο βίκος, τα όσπρια, οι πιπεριές και τα ακτινίδια με μέση κατανάλωση 534,93 κ.μ./στρ/έτος.

Για το σύνολο των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης, προέκυψε ότι πέραν των καθαρών αρδευτικών αναγκών, απαιτείται η διάθεση σημαντικής ποσότητας αρδευτικού νερού στις καλλιέργειες, καθώς οι απώλειες λόγω των εφαρμοζόμενων μεθόδων άρδευσης, αλλά κυρίως λόγω του δικτύου μεταφοράς νερού προς τις καλλιέργειες είναι υψηλές (Σχήμα 6.1). Συγκεκριμένα, οι πραγματικές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται αυξημένες κατά 88% σε σχέση με τις καθαρές ετήσιες αρδευτικές ανάγκες λόγω των απωλειών.

Παρατηρείται επίσης ότι για ορισμένες καλλιέργειες, όπως αυτή του σιταριού, του τριφυλλιού, του βίκου και της βρώμης, των οποίων οι μέσες ετήσιες αρδευτικές ανάγκες είναι σχετικά μικρές συγκριτικά με το μέσο όρο των ετήσιων αρδευτικών αναγκών όλων των καλλιεργειών, οι μέγιστες ετήσιες αρδευτικές τους ανάγκες εμφανίζονται ιδιαίτερα αυξημένες, γεγονός που σημαίνει ότι οι καλλιέργειες αυτές μπορούν να μετατραπούν σε ιδιαίτερα υδροβόρες, και ειδικότερα η καλλιέργεια του σιταριού, στην περίπτωση ενός ιδιαίτερα ξηρού υδρολογικού έτους.



Σχήμα 6.1: Ποσοστιαία κατανομή καθαρών ετήσιων αρδευτικών αναγκών και απωλειών

Ειδικότερα, οι απώλειες λόγω του δικτύου μεταφοράς νερού ανέρχονται σε ποσοστό 34,17%, γεγονός που οφείλεται κυρίως στο εκτεταμένο επιφανειακό ανοικτό δίκτυο από χωμάτινης κατασκευής ανοικτές μη επενδεδυμένες τάφρους, οι οποίες εμφανίζουν σημαντικές απώλειες από τη διήθηση και την εξατμισοδιαπνοή λόγω της μεγάλης ελεύθερης τους επιφάνειας, καθώς επίσης λόγω υπερχειλίσης όταν υπάρχει υπερπλήρωση ή και λόγω των μεγάλων διαδρομών μεταφοράς του νερού. Οι απώλειες που αφορούν στο επιφανειακό κλειστό δίκτυο οφείλονται είτε σε διαρροές είτε στη μη βέλτιστη λειτουργία του δικτύου αναφορικά με τη ζήτηση των παροχών. Αντίστοιχα, οι απώλειες λόγω των εφαρμοζόμενων μεθόδων άρδευσης (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός και στάγδην άρδευση) ανέρχονται σε ποσοστό 12,77% επί του συνόλου των αρδευτικών αναγκών. Οι απώλειες αυτές εντοπίζονται κυρίως στο γεγονός ότι στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιούνται στο 12% των

καλλιεργείων επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης (κατάκλυση), ο συντελεστής απόδοσης των οποίων είναι μόλις 65%, ενώ αντίστοιχα στο 64% των καλλιεργείων χρησιμοποιείται η μέθοδος της τεχνητής βροχής με συντελεστή απόδοσης 80% έναντι της στάγδην άρδευσης, η οποία έχει συντελεστή απόδοσης 90%.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των θεωρητικών αναγκών των καλλιεργείων σε νερό γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ Φ16/6631/2-6-1989 (ΦΕΚ 428/Β/1989). Το σύνολο των μέσων θεωρητικών ετήσιων αρδευτικών αναγκών για τις καλλιέργειες στην περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 26.343.850,76 κ.μ./έτος, ενώ αντίστοιχα για μια μέση καλλιέργεια στην περιοχή μελέτης, η μέση πραγματική θεωρητική κατανάλωση αντιστοιχεί 904,39 κ.μ./στρ/έτος.

Από τη σύγκριση των αρδευτικών αναγκών, πραγματικών και θεωρητικών, προέκυψε ότι οι μέσες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται προσαυξημένες μόλις κατά 2,8% συγκριτικά με τις μέσες πραγματικές, οι μέγιστες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες είναι μειωμένες κατά 8,6% συγκριτικά με τις μέγιστες πραγματικές, ενώ οι ελάχιστες ετήσιες θεωρητικές αρδευτικές ανάγκες εμφανίζονται προσαυξημένες κατά 28% συγκριτικά με τις ελάχιστες πραγματικές. Η διαφοροποίηση αυτή μεταξύ πραγματικών και θεωρητικών αρδευτικών αναγκών μπορεί να αποδοθεί στα ακόλουθα:

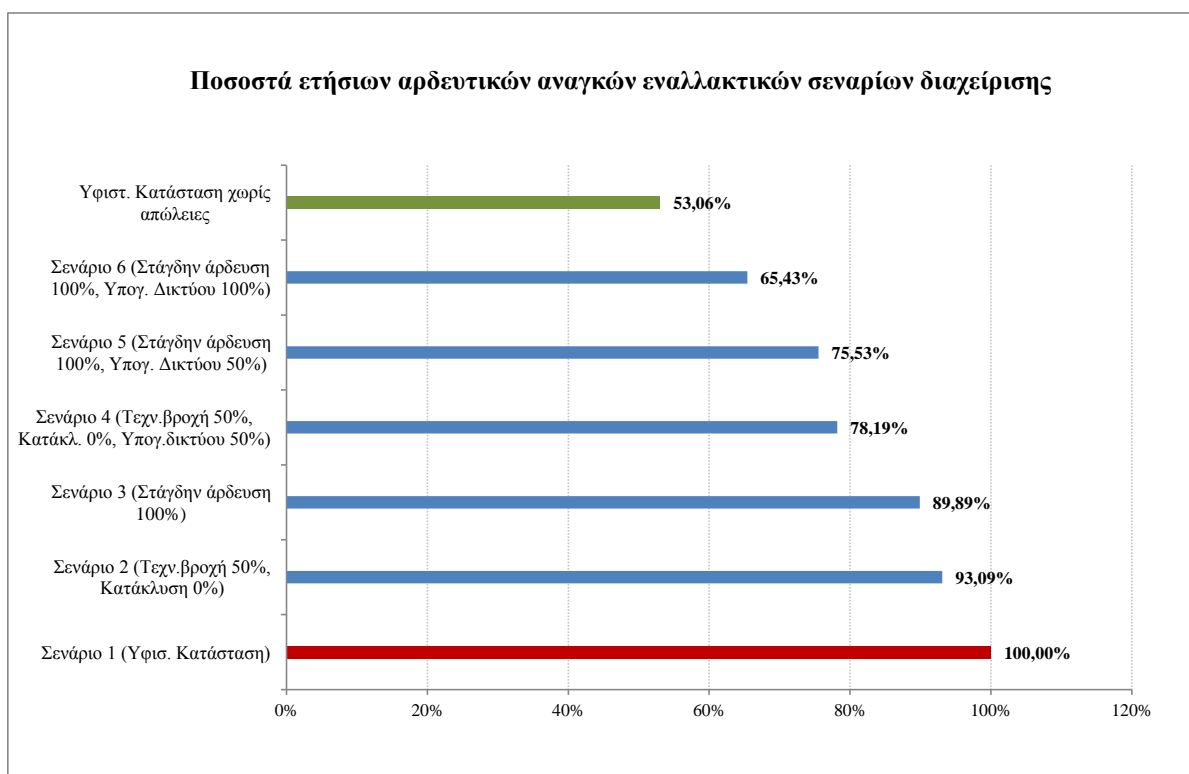
- υπερεκτιμημένα κατώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων νερού για τις καλλιέργειες, τα οποία λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών.
- για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής για τις θεωρητικές ανάγκες χρησιμοποιήθηκαν οι εποχιακοί φυτικοί συντελεστές κάθε καλλιέργειας, ενώ για τις πραγματικές ανάγκες χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίοι φυτικοί συντελεστές.
- κατά τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών λαμβάνεται υπερεκτιμημένος ο βαθμός απόδοσης των μεθόδων άρδευσης (τεχνητή βροχή 85% και επιφανειακές μέθοδοι 75%).
- κατά τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών λαμβάνονται υποεκτιμημένες οι απώλειες λόγω της μεταφοράς μέσω του επιφανειακού δικτύου διανομής (μέχρι 10%).
- κατά τον υπολογισμό των θεωρητικών αναγκών λαμβάνεται για όλες τις καλλιέργειες αρδευτική περίοδος πέντε μηνών (μέσα Απριλίου – μέσα Σεπτεμβρίου), σε αντίθεση με τις πραγματικές ανάγκες όπου η αρδευτική περίοδος κάθε καλλιέργειας διαφέρει.

Σχετικά με τη χρήση των φυτικών συντελεστών για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο Blaney-Criddle, αναφέρεται ότι δεδομένου ότι ανάλογα με το στάδιο της ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται μια καλλιέργεια, το ριζικό της σύστημα και το υπέργειο τμήμα της αναπτύσσονται με διαφορετικό τρόπο, οι εποχιακοί φυτικοί συντελεστές δεν είναι ιδιαίτερα αντιπροσωπευτικοί της ανάπτυξης μιας καλλιέργειας, επομένως για

μεγαλύτερη ακρίβεια υπολογισμών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι μηνιαίοι φυτικοί συντελεστές.

Στη συνέχεια, καταστρώθηκαν έξι (6) εναλλακτικά σενάρια, τα οποία πραγματεύονται τις διαχειριστικές μεθόδους άρδευσης. Σκοπός της μεθοδολογίας αυτής είναι η ελαχιστοποίηση των καταναλώσεων από τις υφιστάμενες καλλιέργειες, αλλά και ο εντοπισμός των βέλτιστων πρακτικών προς την κατεύθυνση αυτή. Κατά τη σύγκριση των Σεναρίων 2-5 με το Σενάριο 1, το οποίο αντιπροσωπεύει την υφιστάμενη κατάσταση, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα (Σχήμα 6.2):

- Με την εφαρμογή του Σεναρίου 2, κατά το οποίο εξετάστηκε η αλλαγή των μεθόδων άρδευσης, εφαρμόζοντας μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών στάγδην άρδευσης, επιτυγχάνεται μείωση των συνολικών αρδευτικών αναγκών μόλις κατά 6,91% συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση άρδευσης.
- Με την εφαρμογή του Σεναρίου 3, κατά το οποίο εξετάστηκε η αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, επιτυγχάνεται μείωση των συνολικών αρδευτικών αναγκών κατά 10,11% συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση άρδευσης.
- Με την εφαρμογή του Σεναρίου 4, κατά το οποίο εξετάστηκε η εφαρμογή συνδυασμού κινήτρων και μέτρων για την εξοικονόμηση νερού με παρεμβάσεις, που αφορούν και αλλαγές στον τρόπο μεταφοράς του νερού, δηλαδή μείωση της τεχνητής βροχής κατά 50% και μηδενική κατάκλυση με παράλληλη αύξηση των εφαρμογών στάγδην άρδευσης, ενώ παράλληλα γίνεται υπογειοποίηση κατά 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού, επιτυγχάνεται μείωση των συνολικών αρδευτικών αναγκών κατά 21,81% συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση άρδευσης.
- Με την εφαρμογή του Σεναρίου 5, κατά το οποίο εξετάστηκε η αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και υπογειοποίηση κατά 50% του επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού, επιτυγχάνεται μείωση των συνολικών αρδευτικών αναγκών κατά 24,47% συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση άρδευσης.
- Με την εφαρμογή του Σεναρίου 6, κατά το οποίο εξετάστηκε η αλλαγή των μεθόδων άρδευσης με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης, καθώς και πλήρη υπογειοποίηση του ανοικτού επιφανειακού δικτύου μεταφοράς του νερού, επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή μείωση των συνολικών αρδευτικών αναγκών κατά 34,57% συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση άρδευσης.



Σχήμα 6.2: Σύγκριση ετήσιων αρδευτικών αναγκών εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης

Σημειώνεται ότι ακόμη και με την εφαρμογή του βέλτιστου σεναρίου (Σενάριο 6), οι πραγματικές αρδευτικές ανάγκες δεν είναι εφικτό να μειωθούν πλήρως (53,06%), δεδομένου ότι τόσο η βέλτιστη εφαρμοζόμενη μέθοδος της στάγδην άρδευσης όσο και το πλήρως υπογειοποιημένο δίκτυο διανομής θα συνεχίσουν να έχουν, έστω και αρκετά μειωμένες, ορισμένες απώλειες.

Με βάση τα προαναφερόμενα, καθίσταται προφανές ότι η λήψη διαχειριστικών μέτρων που αφορούν αποκλειστικά στην αλλαγή των μεθόδων άρδευσης προς την κατεύθυνση της εφαρμογής στάγδην άρδευσης είτε σε ένα μέρος είτε στο σύνολο των καλλιεργειών (Σενάρια 2 και 3), δύναται να οδηγήσει σε μικρή εξοικονόμηση αρδευτικού νερού. Επίσης, από τη σύγκριση των Σεναρίων 3 και 5, τα οποία προτείνουν την πλήρη εφαρμογή στάγδην άρδευσης, αλλά κατά το Σενάριο 5 προτείνεται και η υπογειοποίηση κατά 50% του ανοικτού δικτύου διανομής, η διαφορά ως προς των εξοικονόμηση νερού έγκειται σε 14,36% εφόσον ληφθούν και μέτρα επέμβασης στο υφιστάμενο δίκτυο. Κατά συνέπεια, είναι φανερό ότι απαιτείται να ληφθούν πρόσθετα διαχειριστικά μέτρα ως προς τις διαθέσιμες εγκαταστάσεις και πιο συγκεκριμένα σ' ότι αφορά το επιφανειακό ανοικτό δίκτυο μεταφοράς.

Ειδικότερα, με την πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης, την κατάργηση των άλλων μεθόδων άρδευσης και την πλήρη υπογειοποίηση του ανοικτού επιφανειακού δικτύου

μεταφοράς του νερού, θα ήταν εφικτή πολύ σημαντική εξοικονόμηση νερού (Σενάριο 6). Βέβαια, η εφαρμογή των προβλεπόμενων από το Σενάριο 6 διαχειριστικών μέτρων, θα οδηγούσε σε δραματική αύξηση του κόστους υπογειοποίησης του ανοικτού δικτύου μεταφοράς του νερού, δεδομένης της έκτασης των κλάδων του δικτύου. Το ανοικτό δίκτυο αντιστοιχεί στο 76,66% του συνολικού δικτύου και συγκεκριμένα σε 144.615 μ. χωμάτων τάφρων (αρδευτικά κανάλια).

Αντίθετα, με την εφαρμογή των Σεναρίων 4 και 5, κατά τα οποία εξετάστηκαν οι συνδυασμοί λήψης διαχειριστικών μέτρων τόσο όσον αφορά τις μεθόδους άρδευσης όσο και σχετικά με την υπογειοποίηση μέρους του δικτύου μεταφοράς του νερού, θα ήταν δυνατή μια σημαντική εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, χωρίς την εκτόξευση του κόστους των απαιτούμενων επεμβάσεων.

Ιδανικά, η εφαρμογή του Σεναρίου 5 με πλήρη εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και υπογειοποίηση κατά 50% του ανοικτού δικτύου διανομής, θα οδηγούσε σε μείωση των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών στο 75,53% των σημερινών αναγκών, ενώ θα σηματοδοτούσε την πλήρη συμμετοχή των χρηστών στην ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης, καθώς οι ίδιοι θα εφάρμοζαν τις βέλτιστες πρακτικές αναφορικά με τις μεθόδους άρδευσης στο χωράφι τους. Κατά το προτεινόμενο Σενάριο 5, προβλέπεται η λήψη όλων των απαιτούμενων τεχνικών μέτρων, αλλά και ρυθμιστικές παρεμβάσεις, επιμορφωτικές πρωτοβουλίες, εκστρατείες ενημέρωσης και παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών.

Σύμφωνα και με τα προαναφερόμενα, η λήψη διαχειριστικών μέτρων για την εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, αναφορικά με τις εφαρμοζόμενες μεθόδους άρδευσης, σχετίζεται απόλυτα με τις πρακτικές που εφαρμόζουν οι χρήστες του νερού στις καλλιεργειές τους. Επομένως, για το σχεδιασμό των δράσεων, θα πρέπει να λαμβάνεται ως καθοριστικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητά τους, η συμμετοχή των χρηστών - αγροτών στην εν λόγω περιοχή μελέτης. Προκειμένου να αποτυπωθούν οι απόψεις των χρηστών στον τομέα αυτό, καταστρώθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν την επάρκεια αρδευτικού νερού στην περιοχή μελέτης, την ικανοποιητική λειτουργία του συλλογικού αρδευτικού δικτύου, τον τρόπο επιβολής των τελών άρδευσης, αλλά και ερωτήσεις που αφορούν στην ευαισθητοποίηση των ερωτηθέντων για το περιβάλλον.

Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου συνοψίζονται ακολούθως:

- Το 50% των αγροτών θεωρεί μη ικανοποιητική τη λειτουργία του δικτύου, γεγονός που αποδίδουν σε διαχειριστικά προβλήματα.
- Στο σύνολό τους οι χρήστες συμφώνησαν πως οι διατιθέμενες ποσότητες νερού από το δίκτυο επαρκούν για την άρδευση των καλλιεργειών τους.

- Οι χρήστες θεωρούν ότι η έλλειψη νερού άρδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο οφείλεται στις ελλείψεις σε έργα και υποδομές (50%), σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (33,33%), αλλά και σε προβλήματα που αφορούν τη διοικητική οργάνωση των αρμόδιων υπηρεσιών (16,67%).
- Οι χρήστες θεωρούν ότι το πιο αποδοτικό μέτρο εξοικονόμησης νερού είναι η εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε όλες τις καλλιέργειες (40%), η συστηματική καταγραφή των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη - καταμέτρηση στο χωράφι (20%), η χρήση ανακυκλωμένου νερού για άρδευση (20%), αλλά και η χρήση κλειστών δικτύων άρδευσης (20%). Σημειώνεται ότι οι ερωτηθέντες δεν προτείνουν την επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών ή την αύξηση των ξηρικών καλλιεργειών ως μέτρα εξοικονόμησης νερού στην άρδευση.
- Το σύνολο των ερωτηθέντων ήταν θετικό στο να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα που να αφορούν τις βέλτιστες γεωργικές πρακτικές και την εξοικονόμηση νερού άρδευσης.
- Το 57,86% των ερωτηθέντων συμμετέχει σε προγράμματα μείωσης της νιτρορύπανσης.

Σύμφωνα με τις απόψεις που καταγράφηκαν από την πλευρά των αγροτών, καθίσταται προφανές ότι οι αγρότες είναι θετικοί ως προς τη λήψη και εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων στον τομέα της άρδευσης, καθώς αφενός αναγνωρίζουν την επάρκεια αρδευτικού νερού για τις καλλιέργειές τους, αφετέρου εντοπίζουν λειτουργικά προβλήματα αναφορικά με το δίκτυο διανομής του νερού, αποτυπώνοντας την ανάγκη για έργα και υποδομές στον τομέα της άρδευσης. Επιπλέον, οι χρήστες εντοπίζουν την αναγκαιότητα για εξοικονόμηση νερού με τη λήψη διαχειριστικών μέτρων (εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε όλες τις καλλιέργειες, συστηματική καταγραφή των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη - καταμέτρηση στο χωράφι, χρήση ανακυκλωμένου νερού για άρδευση, αλλά και χρήση κλειστών δικτύων άρδευσης). Βέβαια, οι χρήστες εμφανίζονται επιφυλακτικοί ή και αρνητικοί στην αλλαγή των παραδοσιακών καλλιεργειών, καθώς δεν είναι πρόθυμοι να εφαρμόσουν λιγότερο υδροβόρες καλλιέργειες ή να αυξήσουν τις ξηρικές καλλιέργειες έναντι των πιο υδροβόρων. Τέλος, ιδιαίτερα σημαντική είναι η τάση των χρηστών στο να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα σχετικά με τις βέλτιστες γεωργικές πρακτικές και την εξοικονόμηση νερού άρδευσης.

6.3 Μέτρα ορθολογικής χρήσης αρδευτικού νερού

6.3.1 Γενικά

Τα διαχειριστικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν προκειμένου η χρήση του νερού στη γεωργία να καταστεί αποδοτικότερη μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα:

- Βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης μέσω της βελτίωσης της αποτελεσματικότητας στη μεταφορά του νερού και της αποδοτικότητας των αρδευτικών συστημάτων
- Χρήση ανακυκλώσιμου νερού άρδευσης (επεξεργασμένα λύματα)
- Νέες τεχνολογίες
- Αλλαγή των αγροτικών πρακτικών μέσω της σχεδιασμένης επιλογής των καλλιεργειών και τη χρονική κατανομή της άρδευσης ανάλογα με τις ανάγκες κάθε καλλιέργειας
- Μείωση των παράνομων απολήψεων νερού
- Κοστολόγηση γεωργικού νερού

Αναφορικά με τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη μεταφορά του νερού, οι δυνατότητες εξοικονόμησης νερού στη γεωργία για τη χώρα μας έγκεινται στην εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης νερού σε σχέση με την παροχή και ειδικότερα στη βελτίωση των δικτύων μεταφοράς και διανομής νερού για τη μείωση των απωλειών, την κατασκευή ταμιευτήρων για την εξοικονόμηση νερού άρδευσης, τις τεχνικές συλλογής νερού, καθώς και τον τεχνητό εμπλουτισμό του υπόγειων υδροφορέων. Η εξοικονόμηση νερού μέσω της αύξησης της αποδοτικότητας των αρδευτικών συστημάτων σχετίζεται με την κατανάλωση του αρδευτικού νερού και μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βελτίωσης των συστημάτων άρδευσης, την αύξηση των εφαρμογών της στάγδην άρδευσης, αλλά και την εφαρμογή υπόγειας άρδευσης ιδιαίτερα σε περιόδους με έλλειψη νερού. Επιπλέον, ο σχεδιασμός της άρδευσης, αλλά και των εφαρμοζόμενων καλλιεργειών θα πρέπει να πραγματοποιείται με βάση τις συνθήκες κάθε περιοχής (κλίμα, έδαφος) και τις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας σε νερό. Για το σκοπό αυτό, είναι σημαντική η λειτουργία ενός συστήματος ενημέρωσης των αγροτών για το σχεδιασμό της άρδευσης και τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό. Εξάλλου, χωρίς την ενεργό συμμετοχή των χρηστών του νερού σε όλα τα επίπεδα λήψης των αποφάσεων είναι αδύνατο να αντιμετωπισθεί με επιτυχία και να εφαρμοσθεί βιώσιμη λύση.

Άλλες πρακτικές για τη μείωση του καταναλισκόμενου νερού, αφορούν στην εφαρμογή της άρδευσης συνήθως κατά τις βραδινές ώρες προκειμένου να μειώνονται οι απώλειες λόγω εξάτμισης, την καταγραφή με τη χρήση υδρομέτρου της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται, τη χρησιμοποίηση συστήματος υδρολίπανσης για την εφαρμογή των λιπασμάτων, αλλά και την αποτελεσματική συντήρηση του αρδευτικού δικτύου στο τέλος

κάθε αρδευτικής περιόδου. Ακόμη, η επιφανειακή καλλιέργεια του εδάφους μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της απορροής του νερού, ενώ η εφαρμογή της κατάλληλων μεθόδων καταστροφής των ζιζανίων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του ανταγωνισμού για το νερό και τις απώλειες λόγω διαπνοής από τα ζιζάνια. Επίσης, η ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων (ποσότητα και ομοιομορφία εφαρμογής) σύμφωνα με τις οδηγίες των ειδικών συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης και περαιτέρω υποβάθμισης των υδατικών πόρων και κατ' επέκταση του διαθέσιμου νερού. Επιπρόσθετα, η επέκταση της βιολογικής γεωργίας στη χώρα μας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των αρδευτικών αναγκών κατά 57%.

Στην αποτελεσματική εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων μπορεί να συμβάλει και η πολιτική τιμολόγησης του νερού άρδευσης. Η παροχή των υπηρεσιών διαχείρισης νερού έχει κόστος, το οποίο σχετίζεται με τις επενδύσεις, τη λειτουργία και συντήρηση των υποδομών, τις περιβαλλοντικές δαπάνες που συνδέονται με τις επιδράσεις των διαρροών και των εκροών των αποχετεύσεων, καθώς και τις κοινωνικές δαπάνες σχετικές με τις αστικές-αγροτικές αρχές επιχορηγήσεων, την προστασία αδύναμων καταναλωτών και την επιδότηση διαφόρων τομέων. Στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60/EK όπου συστήνεται η πλήρης κάλυψη των δαπανών χρήσης νερού από τους καταναλωτές, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αρχή της ανάκτησης του κόστους των υπηρεσιών νερού, έτσι ώστε με τη χρήση τιμών και χρεώσεων του νερού να επιτευχθεί η αειφορία των υδατικών πόρων.

Στη χώρα μας, ο τρόπος τιμολόγησης του αρδευτικού νερού βασίζεται κυρίως στην αρδευόμενη επιφάνεια και δε λαμβάνει υπόψη του την πραγματική κατανάλωση του νερού από κάθε γεωργό, αλλά μόνο την καλλιεργούμενη έκταση που αρδεύεται, με αποτέλεσμα να σπαταλώνται πολύ μεγάλες ποσότητες νερού. Αντιθέτως, η χρέωση του αρδευτικού νερού στα συλλογικά δίκτυα με βάση τον καταναλισκόμενο όγκο νερού μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των απωλειών και κρίνεται απαραίτητη γιατί αφενός μεν μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της αρδευτικής συνείδησης του γεωργού, αφού θα πληρώνει με βάση τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό, και αφετέρου δίνει τη δυνατότητα στους φορείς διαχείρισης του αρδευτικού νερού να παροχετεύουν τις αναγκαίες ποσότητες με πολλαπλά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Τέλος, ένα χρήσιμο εργαλείο για την εξοικονόμηση νερού αποτελεί σήμερα η έννοια του εικονικού νερού (Virtual water). Το εικονικό νερό είναι μία έννοια που έχει εισαχθεί πρόσφατα, αλλά είναι ευρέως αναγνωρισμένη και θεωρείται σημαντική για την επίτευξη περιφερειακής, αλλά και παγκόσμιας ασφάλειας του νερού. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Allan το 1993, ο οποίος το προσδιόρισε σαν το νερό που είναι απαραίτητο για να

δημιουργηθεί ένα προϊόν (Allan, 1993). Αναφέρεται στο νερό που χρειάζεται για την παραγωγή ενός γεωργικού ή βιομηχανικού προϊόντος και περιέχεται στο προϊόν, όχι στην πραγματικότητα αλλά εικονικά. Η εκτίμηση του εικονικού νερού μιας περιοχής μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη στο εμπόριο αλλά και στη διαχείριση του νερού, ειδικά σε περιοχές με έλλειψη νερού. Το εμπόριο εικονικού νερού επιτρέπει στις περιοχές με έλλειψη νερού να εισάγουν προϊόντα που χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού για να παραχθούν και να εξάγει προϊόντα που δεν χρειάζονται τόση μεγάλη ποσότητα νερού, με αποτέλεσμα να αποθηκεύει νερό για άλλες χρήσεις και σκοπούς. Επομένως, είναι ένας πολύ καλός τρόπος για την οικονομική και γεωπολιτική ανάπτυξη μίας περιοχής (Kotsovinos et al., 2009).

6.3.2 Προτεινόμενα μέτρα για την περιοχή μελέτης

Πέραν των γενικών μέτρων που αναφέρθηκαν παραπάνω και μέσω των οποίων δύναται να επιτευχθεί η ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού, αναφορικά με την περιοχή μελέτης, τα ειδικότερα μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν και να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση του νερού, θα μπορούσαν να διακριθούν σε κατασκευαστικά και μη κατασκευαστικά. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τα κατασκευαστικά μέτρα, όπως προτείνεται και από τα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης, η υπογειοποίηση των ανοικτών χωμάτων κλάδων του δικτύου διανομής είτε κατά ένα μέρος του είτε σε ολόκληρο το εύρος του με την κατασκευή υπόγειων δικτύων υπό πίεση, θα οδηγούσε σε πολύ σημαντική εξοικονόμηση νερού και μείωση των απωλειών. Παράλληλα, στους μη υπογειοποιημένους κλάδους του δικτύου, η επένδυση των χωμάτων τάφρων θα οδηγούσε σε ορισμένη μείωση των απωλειών (αύξηση του συντελεστή απόδοσης στη μεταφορά του νερού), ενώ και στους κλειστούς υφιστάμενους επιφανειακούς αγωγούς υπό πίεση θα μπορούσε να γίνει είτε συντήρηση είτε αντικατάσταση με νέους αγωγούς από πολυαιθυλένιο και υπογειοποίησή τους (αύξηση του συντελεστή απόδοσης στη μεταφορά του νερού).

Βέβαια, οι διαχειριστικές πρακτικές θα πρέπει να συνοδεύονται από συμπληρωματικά έργα που θα καταστούν εφικτό τον εκσυγχρονισμό των συνθηκών άρδευσης. Ειδικότερα, θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αντικατασταθούν οι ενεργοβόρες πρακτικές άρδευσης (χρήση πετρελαιομηχανών) με την πλήρη εφαρμογή αγροτικού εξηλεκτρισμού στους μη υπογειοποιημένους κλάδους του δικτύου για την εξασφάλιση της απαιτούμενης πίεσης του νερού στις καλλιέργειες. Επίσης, η κατασκευή αναρρυθμιστικών δεξαμενών για τον έλεγχο της εισερχόμενης ποσότητας νερού στο δίκτυο, αλλά και η πρόβλεψη αποστραγγιστικού δικτύου για τη μέγιστη απόδοση των μεθόδων άρδευσης αποτελούν κατασκευαστικά μέτρα που μπορούν έμμεσα να συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση του νερού.

Αναφορικά με τα μη κατασκευαστικά μέτρα εξορθολογισμού της άρδευσης, ο εκσυγχρονισμός των μεθόδων άρδευσης, όπως προτείνεται και από τα εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης, θα οδηγούσε σε σημαντική μείωση των απωλειών νερού. Σημειώνεται ότι στην περιοχή μελέτης, χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης, γεγονός που οδηγεί σε απώλειες μεγάλου όγκου νερού, αλλά και εγκυμονεί κινδύνους για την ερημοποίηση των αγροτικών εδαφών. Επιπρόσθετα, ο συστηματικός έλεγχος των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη (συχνές υδρομετρήσεις), η χρέωση σύμφωνα με τον καταναλισκόμενο όγκο νερού στο χωράφι με την τοποθέτηση υδρομέτρων, καθώς και η επιβολή τελών άρδευσης σύμφωνα με το είδος της καλλιέργειας (υδροβόρες ή μη), θα οδηγούσαν σε «συμμόρφωση» τους χρήστες και θα διαμόρφωνε περιβαλλοντική συνείδηση στο σύνολό τους.

Άλλες διαχειριστικές πρακτικές που θα μπορούσαν να συμβάλλουν σε κατακόρυφη μείωση των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού στις καλλιέργειες της περιοχής μελέτης, αναφέρονται στη μείωση της ζήτησης των καθαρών αναγκών των καλλιεργειών. Ειδικότερα, σημαντική μείωση της ζήτησης θα μπορούσε να επιτευχθεί με την επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών, την αύξηση των αγροναπαύσεων ή την εφαρμογή καλλιεργειών βιολογικής γεωργίας. Βέβαια, οι πρακτικές αυτές δεν υιοθετούνται με την ίδια ευκολία από τους χρήστες, όπως προέκυψε και από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου στην περιοχή μελέτης. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να υπάρξει προσπάθεια τόσο για την ευαισθητοποίηση των χρηστών και την επιμόρφωσή τους σε θέματα αρδευτικών πρακτικών ή και νέων καλλιεργειών όσο και για την ύπαρξη κινήτρων για την υιοθέτηση και εφαρμογή των νέων μη υδροβόρων καλλιεργειών από τους χρήστες (κρατικές επιχορηγήσεις, κίνητρα για μείωση κόστους παραγωγής κ.α.). Τέλος, για τη μείωση της ζήτησης, θα πρέπει να δοθούν κίνητρα στους χρήστες και σ'ότι αφορά τον εκσυγχρονισμό των καλλιεργητικών τους πρακτικών, όπως με την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας, η οποία χρησιμοποιεί πληροφορίες προσδιορισμένες ως προς το χώρο και το χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα και να ελαχιστοποιήσει τις καταναλισκόμενες ποσότητες νερού στις καλλιέργειες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αλεξανδρής Σ., Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος «Φυσική εδάφους – Εξατμισοδιαπνοή», Τομέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2014

Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε., Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Καρδίτσας 2011-2014, Καρδίτσα, 2011

Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε., Τοπικό Αναπτυξιακό Πρόγραμμα Δήμου Κάμπου 2000-2006, Καρδίτσα, 2000

Γεωργίου, Π., Παπαμιχαήλ, Δ., Παπαζαφειρίου, Ζ., Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων Penman και Penman-Monteith με τη βοήθεια εκτιμήσεων εξατμισοδιαπνοής αναφοράς στην Ελλάδα, Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας – Κλιματολογίας – Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 2000

Ευστρατιάδης Α., Κουκουβίνος Α., Κουτσογιάννης Δ., Μαμάσης Ν., Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 2: Υδρολογική μελέτη, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2002

Ευστρατιάδης Α., Τέγος Α., Καραβοκυρός Γ., Κυριαζοπούλου Ι., Βαζίμας Ι., Σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων περιοχής Καρδίτσας, Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ), Τεύχος 16, Αθήνα, 2006

Θεοχάρης Μ., Διδακτικές Σημειώσεις «Υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου, Άρτα, 2013

Θεοχάρης Μ., Διδακτικές Σημειώσεις «Αρδεύσεις-Στραγγίσεις», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου, Άρτα, 2000

Θεοχάρης Μ., Διδακτικές Σημειώσεις «Σημειώσεις Γεωργικών Κατασκευών», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου, Άρτα, 1997

Θεοχάρης Μ., Διδακτικές Σημειώσεις «Η άρδευση με σταγόνες», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου, Άρτα, 1988

Καλλίγαρος Δ., Μεταπτυχιακή Εργασία «Η κοστολόγηση του νερού άρδευσης», ΠΜΣ Γεωργία και Περιβάλλον, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, 2004

Κουτσογιάννης Δ., Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων - Μέρος 1, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2007

Κουτσογιάννης Δ., Ανδρεαδάκης Α., Μαυροδήμου Ρ., Χριστοφίδης Α., Μαμάσης Ν., Ευστρατιάδης Α., Κουκουβίνος Α., Καραβοκυρός Γ., Κοζάνης Σ., Μαμάης Δ., Νουτσόπουλος Κ., Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2008

Κουτσογιάννης Δ., Ευστρατιάδης Α., Αδαμοπούλου Η., Σεπετζή Ε., Αγροτική Ανάπτυξη και Πρακτικές Εξοικονόμησης Νερού στη Γεωργία, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2013

Κουτσογιάννης Δ., Κουκουβίνος Α., Ευστρατιάδης Α., Λαζαρίδης Α., Μαμάσης Ν., Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμειωτήρα Σμοκόβου, Τεύχος 1, Έκθεση δεδομένων, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Επιχειρησιακών Περιφέρειας Θεσσαλίας Προγραμμάτων Θεσσαλίας, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2006

Κουτσογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ., Διδακτικές Σημειώσεις «Τεχνική Υδρολογία», Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999

Κουτσογιάννης Δ., Ρώτη Σ., Τζεράνης Ι., Ξανθόπουλος Θ., Επεξεργασία υδρομετεωρολογικών δεδομένων σε μηνιαία βάση, Υδρολογική διερεύνηση υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας, Τεύχος 6, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1988

Κουτσογιάννης Δ., Τσελέντης Ι. Ημερίδα: «Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2002

Λατινόπουλος Π., Κρεστενίτης Ι., Εγγειοβελτιωτικά έργα, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1998

Λιβανίου Ι., Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία «Διαχείριση Νερού για Γεωργική Χρήση: Ανάγκες, Επικρατούσες Πρακτικές και Μέτρα Βελτιστοποίησης», Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2010

Λουκάς Α., Μυλόπουλος Ν. Εφαρμογές προσομοίωσης σε υδροσυστήματα, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2005

Μαλάμος Ν., Ναλμπάντης Ι., Ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών συστημάτων σε σύζευξη με εξελιγμένο υπολογιστικό σύστημα - Οδυσσεύς, Τεύχος 15, Ανάλυση των πρακτικών διαχείρισης της ζήτησης νερού, Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα, Αθήνα, 2005

Μιγκίρος Γ., Ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων στη γεωργία με χρήση νέων τεχνολογιών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2012

Μιχαηλίδης Α., Διδακτορική Διατριβή «Κοινωνικοοικονομική Αξιολόγηση Μεγάλων Έργων Υποδομής σε Συνθήκες Αβεβαιότητας: Η περίπτωση του Αρδευτικού Φράγματος «Πετρένια» Χαλκιδικής», Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2004

Μουντράκης Δ., Διατριβή επί Υφηγεσία Η Γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής Ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των εσωτερικών Ελληνίδων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1983

Μπαλτάς Μ., Σεϊμένης Μ., Διπλωματική εργασία «Η οικονομική αξιολόγηση του νερού στη γεωργία: εφαρμογή στη λεκάνη απορροής της Κάρλας», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2010

Μυλόπουλος Ι., Διδακτικές Σημειώσεις «Βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων», Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2006

Μυλόπουλος Ι., Διδακτικές Σημειώσεις «Βιώσιμη ανάπτυξη και περιβάλλον», Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2005

Μυλόπουλος Ι., Κολοκυθά Ε., Διδακτικές Σημειώσεις στην ενότητα «Σχεδιασμός αρδευτικών έργων», Τομέας Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2007

Ξανθοπούλου Ε., Μαμάσης Ν., Αναστασοπούλου Π., Αλεξοπούλου Κ., Επικαιροποίηση υδρομετεωρολογικών δεδομένων, Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας, Τεύχος 1, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997

Παπαζαφειρίου Ζ., «Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1998

Παπαμιχαήλ Δ., Διδακτικές Σημειώσεις: Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων, Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, 2001

Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του θεσσαλικού κάμπου, Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 1996

Σαμαράς Β., Υδατικές απαιτήσεις των καλλιεργειών βάμβακος, καλαμποκιού, βιομηχανικής ντομάτας και τευτλών στο θεσσαλικό χώρο στα πλαίσια του Προγράμματος Hydrosense, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε./ΙΧΤΕΛ, Λάρισα, 2011

Τερζίδης Γ., Παπαζαφειρίου Ζ., Γεωργική υδραυλική, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1997

Τσακίρης Γ., Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων – Ανάγκες σε αρδευτικό νερό, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδάτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2004

Τολίκας Δ., Εισαγωγή στη διαχείριση υδατικών πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2004

ΥΠΑΝ, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Αθήνα, 2003

ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, Αθήνα, 2003

ΥΠΕΧΩΔΕ, Έργα εκτροπής Αχελώου και Ε/Β έργα θεσσαλικής πεδιάδας» (Αρ.έργου: 1994ΣΕ06400001), Διαχειριστική Μελέτη Υδατικών Πόρων Λεκάνης Απορροής του π.Πηνειού & Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής των ποταμών Αχελώου και Πηνειού Θεσσαλίας, Αθήνα, 2006

Υπουργείο Γεωργίας, Διαχείριση υδατικών πόρων στον αγροτικό τομέα, Αθήνα, 2002

Διεθνής βιβλιογραφία

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M., "Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements" FAO Irrigation and Drainage Paper No 56, 1998

Collins R., Kristensen P., Thyssen N., *Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought*, European Environmental Agency (EEA), Copenhagen, 2009

Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and UNESCO, Paris, 1999; Max Planck, Institute for Meteorology, Hamburg, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, 'Groundwater': Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1979

Kanakoudis V., Tsitsifli S., On-going evaluation of the WFD 2000/60/EC implementation process in the European Union, seven years after its launch: are we behind schedule?, Water Policy, 2010

Διαδουκτιακές αναφορές (Ιστοσελίδες)

http://www.civ.uth.gr/lessons/87/lectures/Water_balance_Modelling.pdf

http://www.civ.uth.gr/Web_hydrosystems/lectures/Loukas_3nd_Lecture.pdf

<http://www.climateadaptation.eu/greece/fresh-water-resources/>

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/regional-map-of-the-area-of-cultivated-grain-maize-2000-and-the-area-of-irrigated-grain-maize-in-france-greece-italy-and-spain-2000/indicator_report_fig_3-8_graphic.eps/image_original

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources/use-of-freshwater-resources-assessment-2>

http://www.enorasis.eu/uploads/files/Water%20Governance/5.JRC46748_Report_Irrigation_EUR_23453_EN.pdf

<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e0b.htm#alfalfa%20based%20crop%20coefficients>

<http://www.hnms.gr/>

<http://www.itia.ntua.gr>

<http://www.library.tee.gr/digital/m2583/>

<http://www.minagric.gr/index.php/el/mapofee-menu>

<http://www.oecd-ilibrary.org/sites/factbook-2013-en/09/01/01/index.html?itemId=/content/chapter/factbook-2013-68-en>

<http://www.openclass.teilar.gr/modules/document/document.php?course=EY133&openDir=/4dc90cd9jmvz>

<http://www.portal.tee.gr/portal/page/portal/teilar/EKDILWSEIS/damConference/list>

<http://www.statistics.gr/>

<http://www.stats.oecd.org/#>

<http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

<http://www.unep.org/DAMS/WCD/>

Άλλες πηγές

Δήμος Καρδίτσας, Γραφείο Γεωργικής Ανάπτυξης

Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Π.Ε. Καρδίτσας

Καπνικός Σταθμός Έρευνας Καρδίτσας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ερωτηματολόγιο

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

στα πλαίσια της εκπόνησης μεταπτυχιακής διατριβής που αφορά τη βελτιστοποίηση των συνθηκών άρδευσης από επιφανειακά ύδατα στην περιοχή του Δήμου Καρδίτσας, για το πρόγραμμα μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Μηχανική και Προσομοίωση Συστημάτων» του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με επιβλέποντα Καθηγητή τον κ. Βασίλειο Κανακούδη.

1. Τι είδους καλλιέργειες και τι ποσοστό % αυτών εφαρμόζετε στο χωράφι σας;

Είδος καλλιέργειας	Ποσοστό %
Βαμβάκι	
Σιτάρι	
Καλαμπόκι	
Τριφύλλι	
Μηδική	
Βίκος	
Βρώμη	
Αμπέλια	
Κηπευτικά	
Ηλίανθος	
Γρασίδι	
Ακτινίδια	
Οπωροφόρα	
Όσπρια	
Ζαχαρότευτλα	
Πιπεριές	
Καρυδιές	
Άλλο	

2. Έχετε κάποιες εκτάσεις σε αγρανάπαυση λόγω συμμετοχής σε κάποιο αγροπεριβαλλοντικό πρόγραμμα; Αν ναι, συμπληρώστε τα ακόλουθα:

- Ποσοστό % των εκτάσεων που βρίσκονται σε πρόγραμμα αγρανάπαυσης:

.....

- Διάρκεια προγράμματος αγρανάπαυσης (έτη):

.....

- Αφού ολοκληρωθεί το πρόγραμμα, μετά από πόσα έτη μπορεί να ξαναενταχθεί μια έκταση σε αντίστοιχο πρόγραμμα και να μπει σε αγρανάπαυση;
-

- 3. Ποιες από τις παρακάτω μεθόδους άρδευσης χρησιμοποιείτε στις καλλιέργειές σας και σε τι ποσοστό % των καλλιεργούμενων εκτάσεών σας χρησιμοποιείτε τις μεθόδους αυτές;**

Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό % καλλιεργειών
Στάγδην άρδευση (σταγόνες)	
Άρδευση με καταιονισμό (τεχνητή βροχή)	
Επιφανειακή άρδευση	
Άλλο (παρακαλώ αναφέρετε):	

- 4. Για την άρδευση των καλλιεργειών σας χρησιμοποιείτε το δημοτικό δίκτυο άρδευσης από επιφανειακά νερά (αντλιοστάσια, θυροφράγματα); Αν χρησιμοποιείτε κάποια άλλη πηγή υδροληψίας, προσδιορίστε την πηγή υδροληψίας (π.χ. συλλογικό δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β., δημοτική γεώτρηση, κρατική γεώτρηση ή ιδιωτική γεώτρηση).**
-
-
-

- 5. Πόσα ποτίσματα πραγματοποιείτε κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου ανά είδος καλλιέργειας; Ποια είναι η διάρκεια (ώρες) κάθε ποτίσματος;**

Είδος καλλιέργειας	Αριθμός ποτισμάτων	Διάρκεια κάθε ποτίσματος
Βαμβάκι		
Σιτάρι		
Καλαμπόκι		
Τριφύλλι		
Μηδική		
Βίκος		
Βρώμη		
Αμπέλια		
Κηπευτικά		
Ηλίανθος		
Γρασίδι		
Ακτινίδια		
Οπωροφόρα		
Όσπρια		

Ζαχαρότευτλα		
Πιπεριές		
Καρυδιές		
Άλλο		

6. Στην περίπτωση της τεχνητής βροχής, για να εξασφαλίσετε την απαιτούμενη πίεση του νερού στο χωράφι σας, χρησιμοποιείτε κάποιο πιεστικό ή αντλητικό συγκρότημα (μοτέρ); Αν ναι, αναφέρετε την ισχύ του (ιπποδύναμη).

.....

7. Ο αγωγός που μεταφέρει το νερό από το αρδευτικό κανάλι ως το χωράφι σας, τι διατομή έχει (σε ίντσες ή εκατοστά);

.....

8. Θεωρείτε ότι το νερό που διατίθεται από το δημοτικό δίκτυο άρδευσης από επιφανειακά νερά λειτουργεί ικανοποιητικά; Αν όχι, αναφέρετε κατά τη γνώμη σας τα προβλήματα κατά τη λειτουργία του.

.....

9. Θεωρείτε ότι το νερό που διατίθεται από το δημοτικό δίκτυο άρδευσης επαρκεί για την άρδευση των καλλιεργειών; Αν όχι, σε τι πιστεύετε ότι οφείλεται αυτό;

.....

10. Η έλλειψη νερού άρδευσης αποτελεί παγκοσμίως ένα από τα προβλήματα διαχείρισης του νερού. Ποιοι πιστεύετε ότι είναι οι λόγοι στους οποίους οφείλεται η έλλειψη νερού άρδευσης;

Φυσικές συνθήκες	
Ανθρωπογενείς δραστηριότητες	
Ελλείψεις στη νομοθεσία & στον έλεγχο εφαρμογής της	
Προβλήματα στη διοικητική οργάνωση	
Ελλείψεις σε έργα & υποδομές	

Άλλοι λόγοι (παρακαλώ αναφέρετε):	
-----------------------------------	--

11. Κατά τη γνώμη σας, η χρέωση των τελών άρδευσης θα πρέπει να γίνεται ανάλογα με την κατανάλωση νερού (κ.μ./στρέμμα) ή με την έκταση (στρέμμα);

.....

12. Είστε διατεθειμένος/η να εφαρμόσετε μέτρα εξοικονόμησης του νερού άρδευσης στις καλλιέργειές σας; Αν ναι, με ποια από τα παρακάτω συμφωνείτε;

.....

Εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε όλες τις καλλιέργειες	
Επιλογή λιγότερο υδροβόρων καλλιεργειών	
Αύξηση ξηρικών καλλιεργειών	
Συστηματική καταγραφή των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού ανά χρήστη (καταμέτρηση στο χωράφι)	
Χρήση ανακυκλωμένου νερού για άρδευση	
Άλλα μέτρα (παρακαλώ αναφέρετε):	

13. Είστε διατεθειμένος/η να συμμετάσχετε σε εκπαιδευτικά προγράμματα που να αφορούν τις βέλτιστες γεωργικές πρακτικές και την εξοικονόμηση νερού άρδευσης;

.....

14. Συμμετέχετε σε προγράμματα μείωσης της νιτρορύπανσης; Αν ναι, σε τι ποσοστό % από το σύνολο των καλλιεργειών σας;

.....

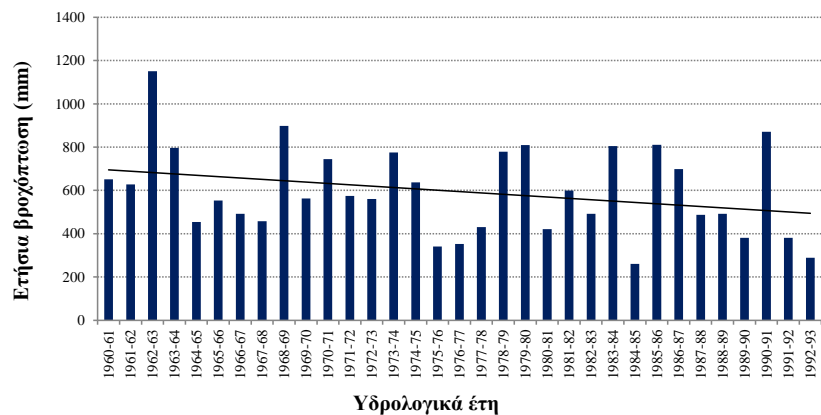
15. Η ενημέρωσή σας σχετικά με θέματα που αφορούν τον αγροτικό τομέα και την άρδευση από πού προέρχεται (εφημερίδες, τηλεόραση, ραδιόφωνο, διαδίκτυο, άλλο);

.....

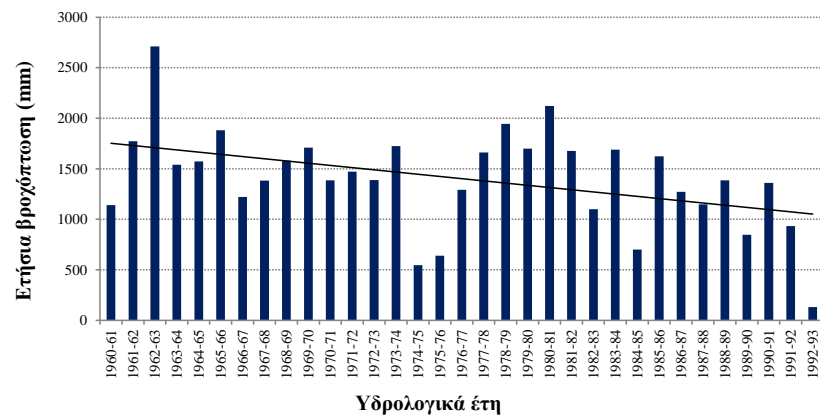
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Γραφήματα υετόπτωσης – θερμοκρασίας διαθέσιμων υδρομετεωρολογικών σταθμών

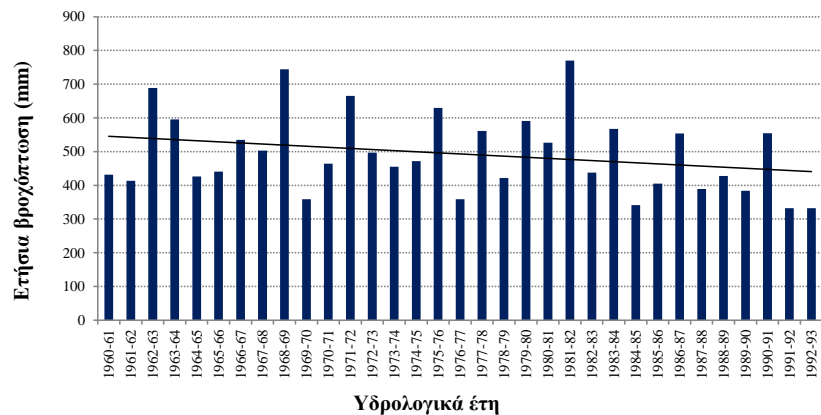
Καρδίτσα



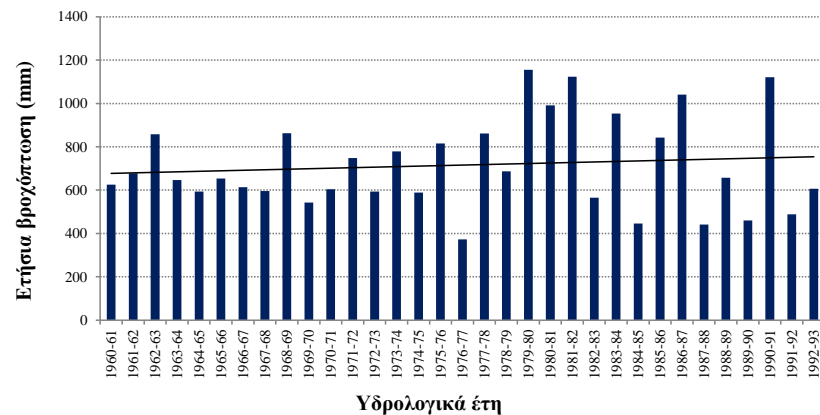
Καροπλέσι



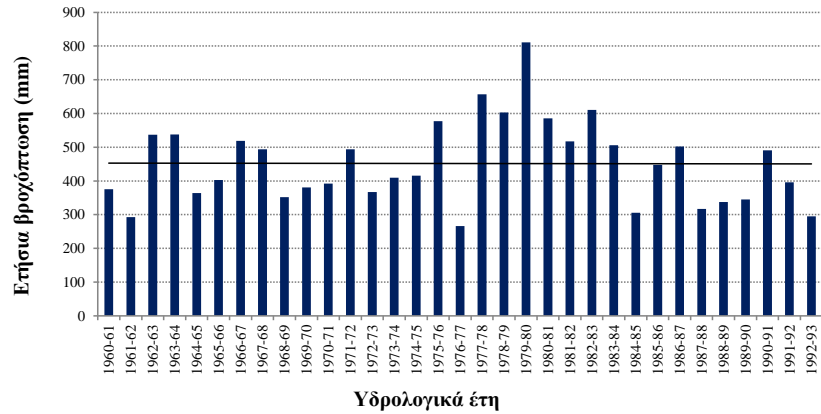
Αγχιάλος



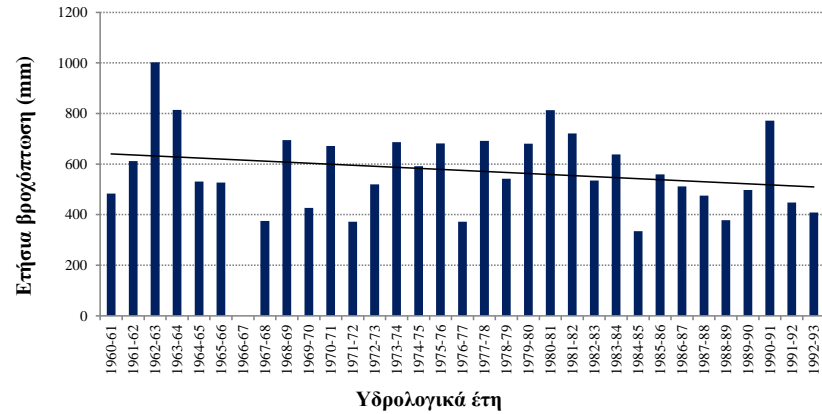
Ανάβρα



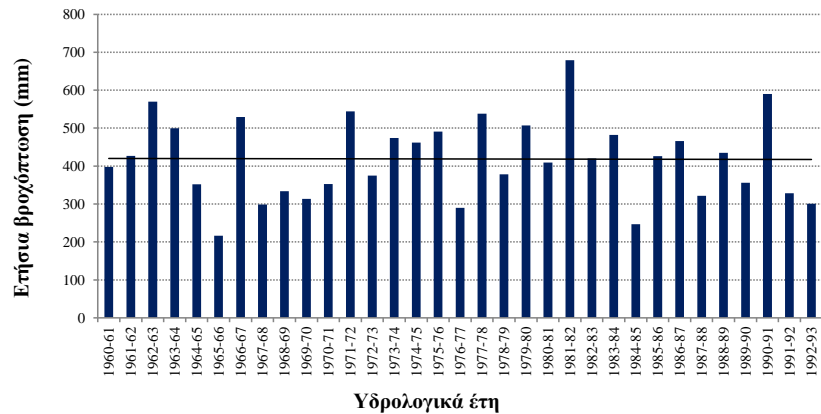
Βόλος



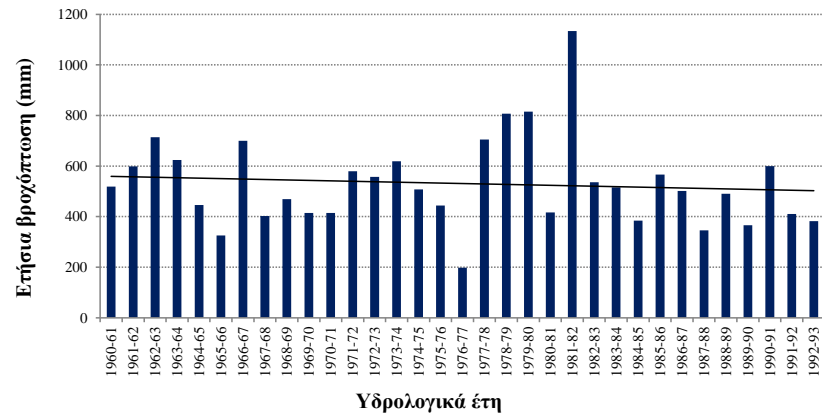
Δομοκός



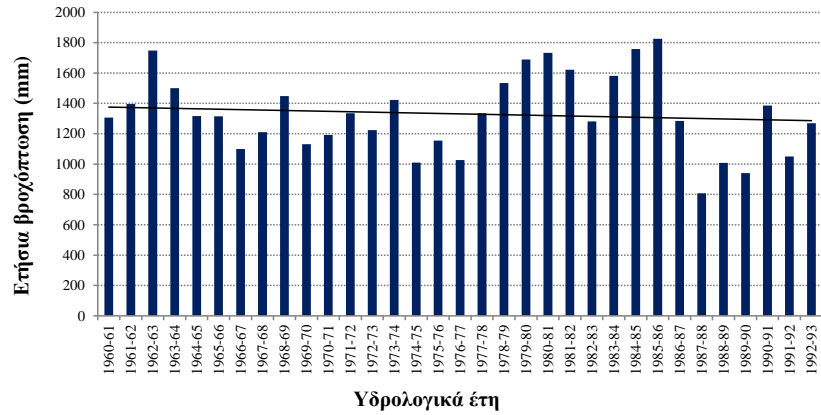
Λάρισα



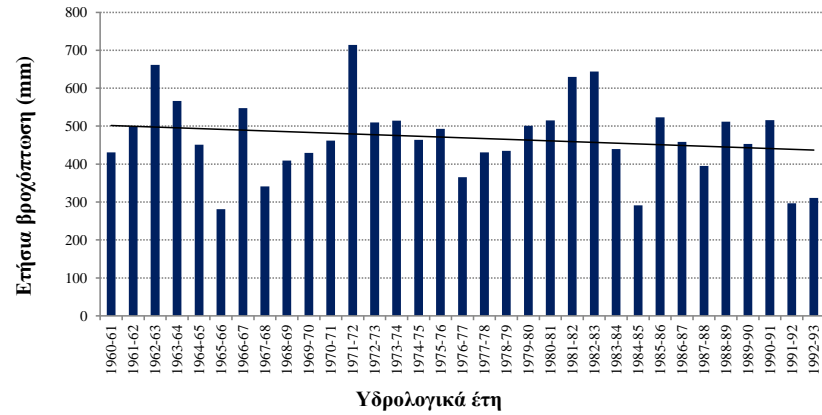
Μύρα



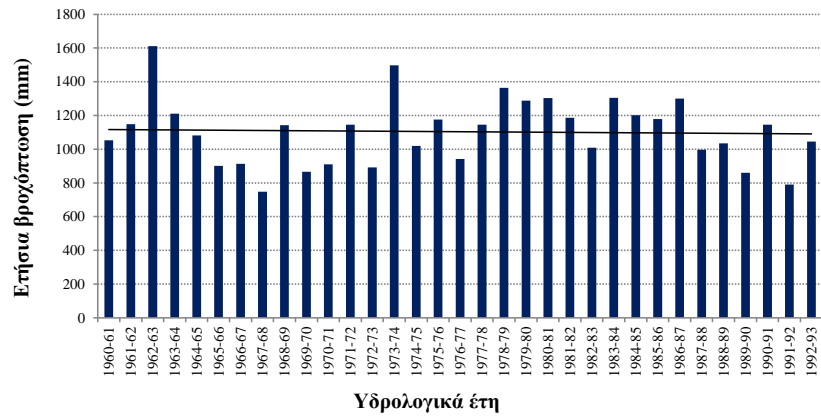
Μούχα



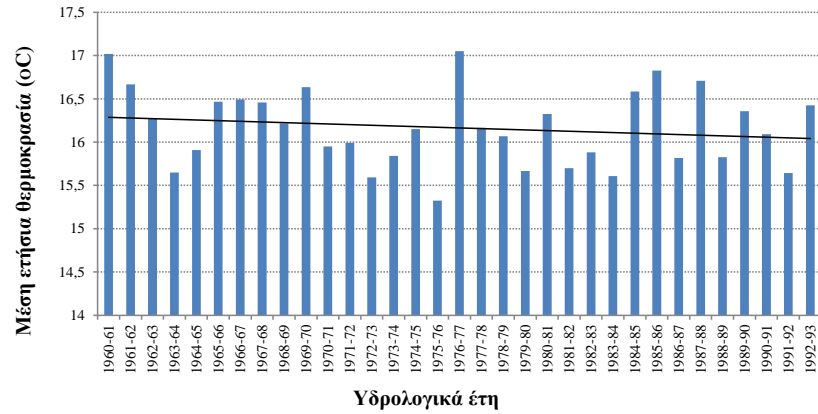
Στεφανοβίκειο



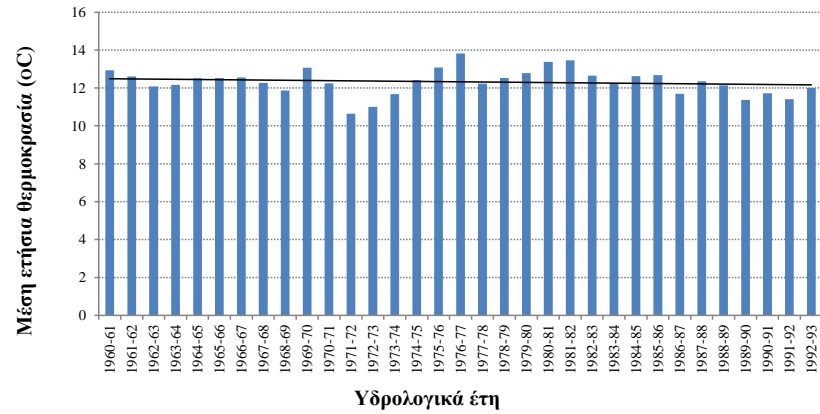
ΥΗΣ Πλαστήρα



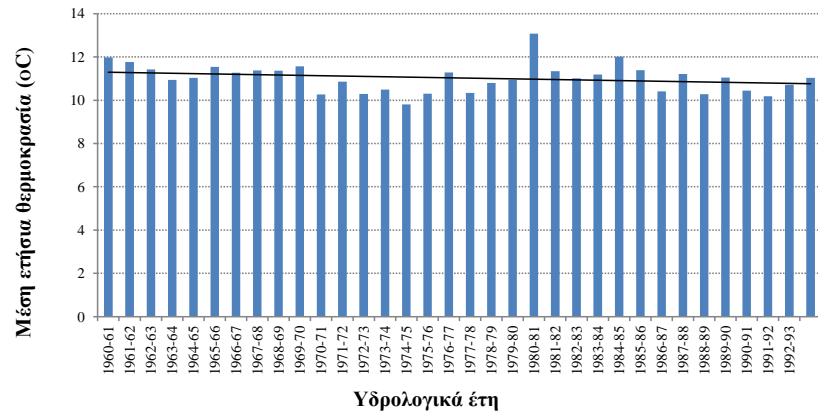
Αγχιάλος



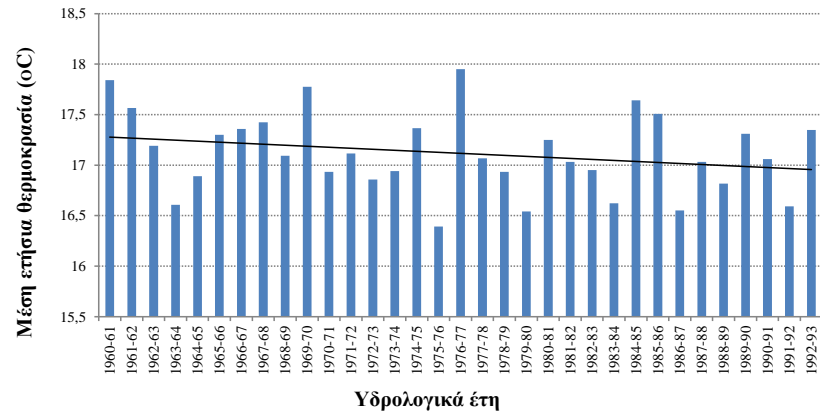
Αργιθέα



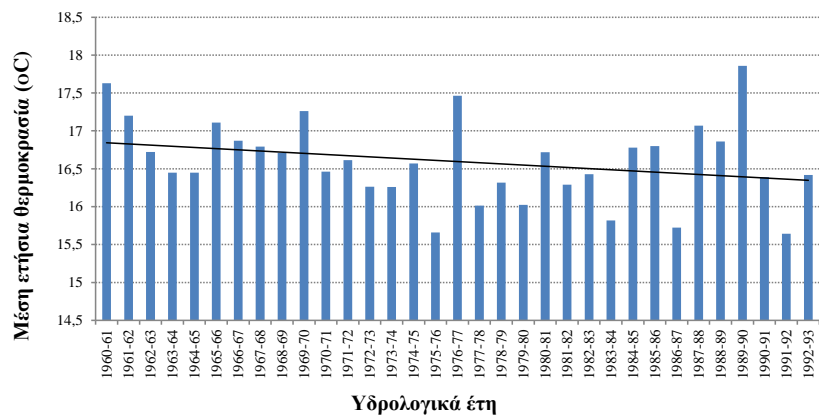
Βακάρι



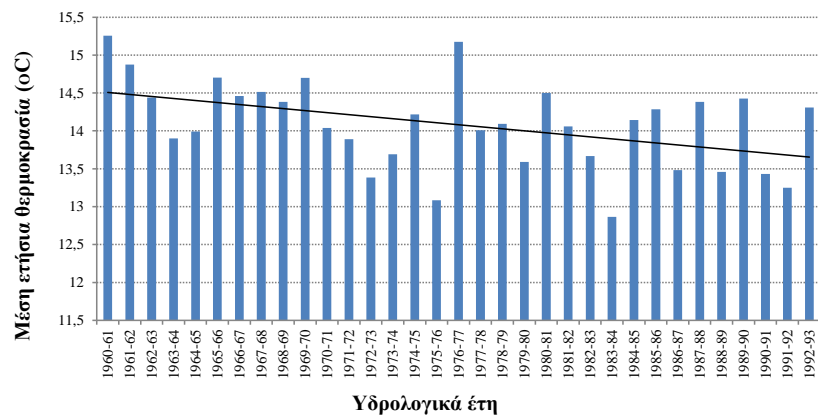
Βόλος



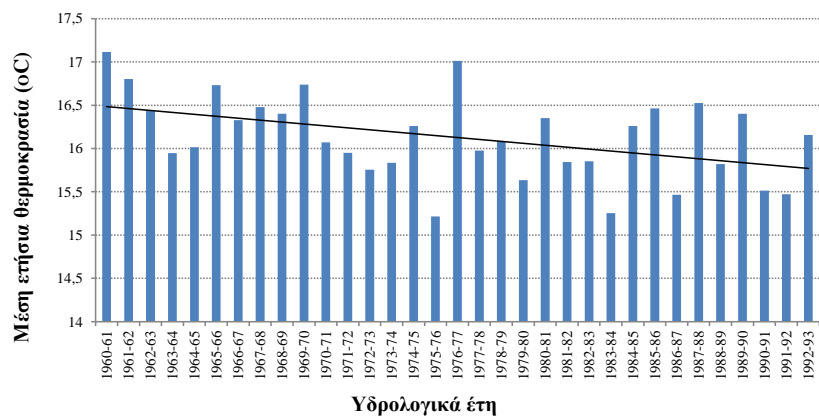
Γραμματικό



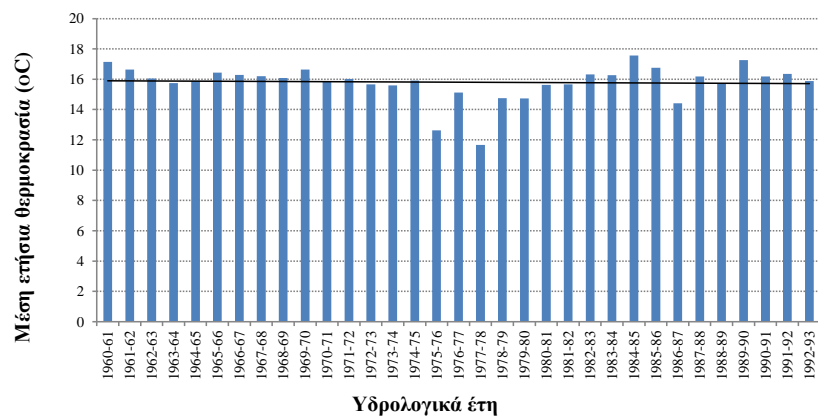
Δομοκός



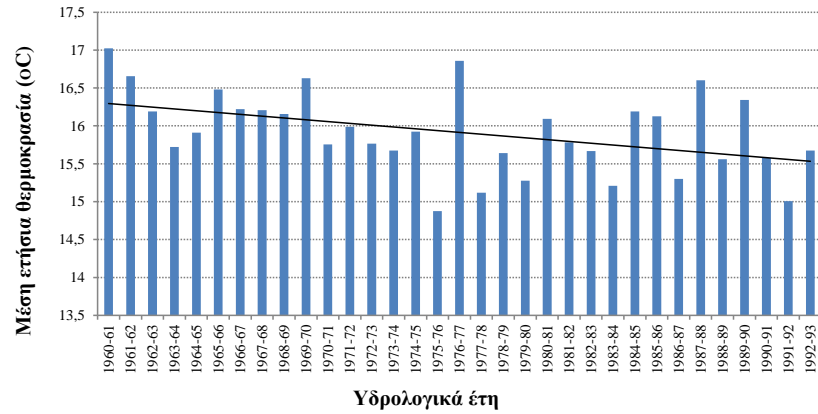
Καλαμπάκα



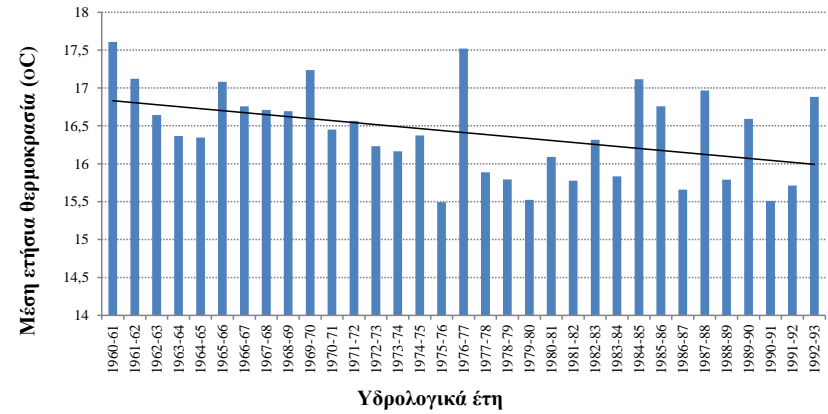
Καλλιφώνι



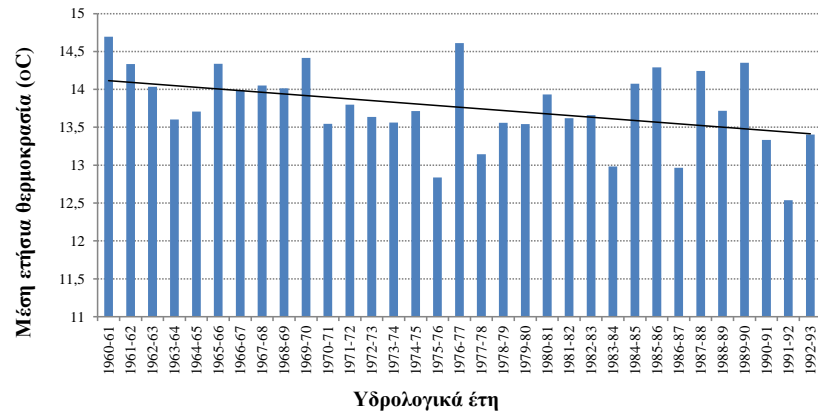
Καπνικός Σταθμός Καρδίτσας



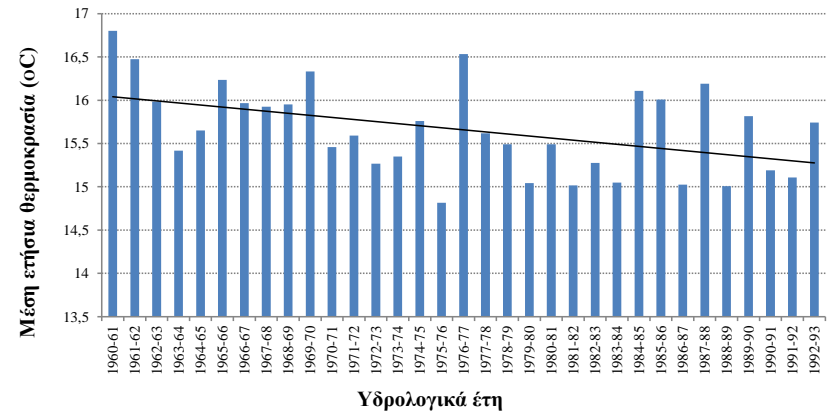
Καρδίτσομαγούλα



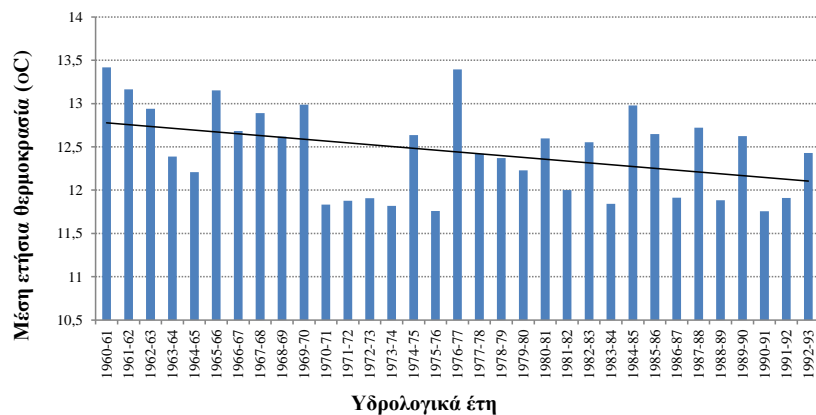
Κρατικό κτήμα Καλαμπάκας



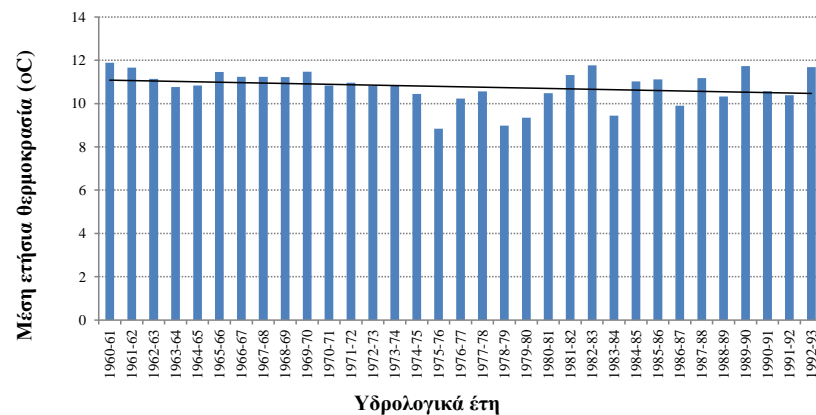
Λάρισα



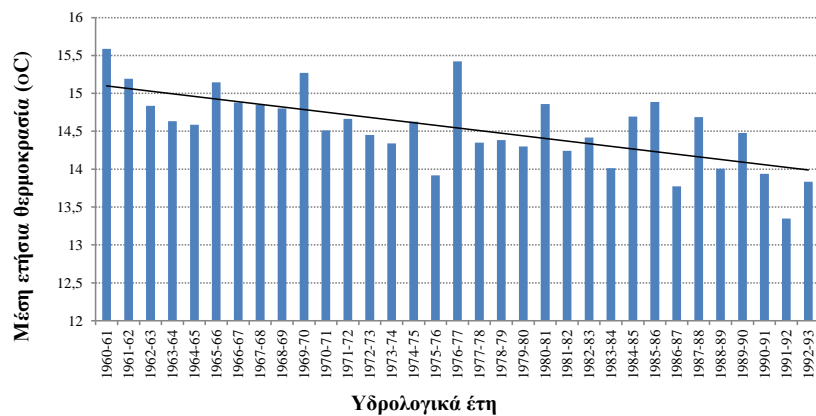
Λεοντίο



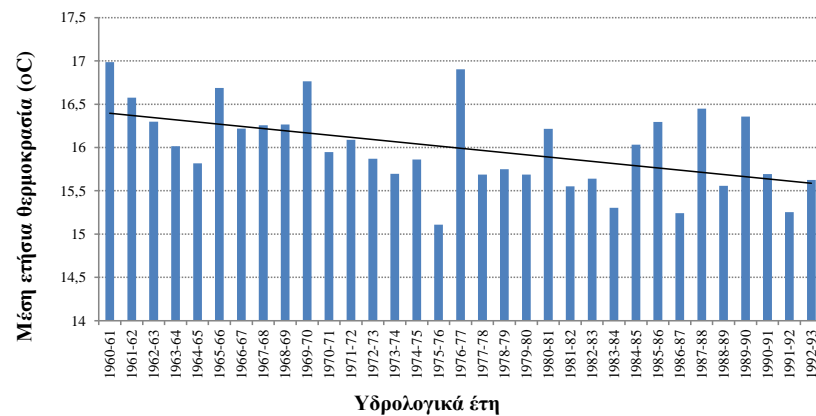
Λιβάδι



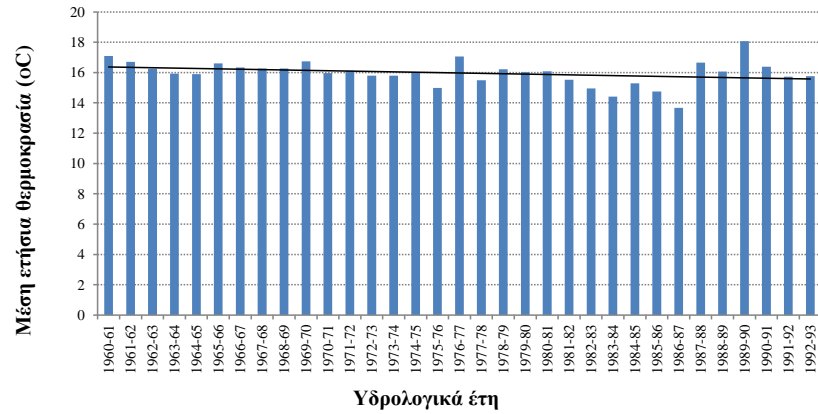
Μαγούλα



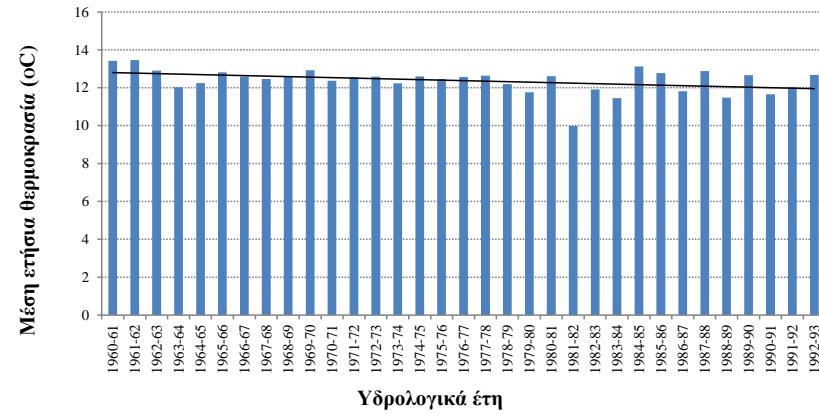
Μύρα



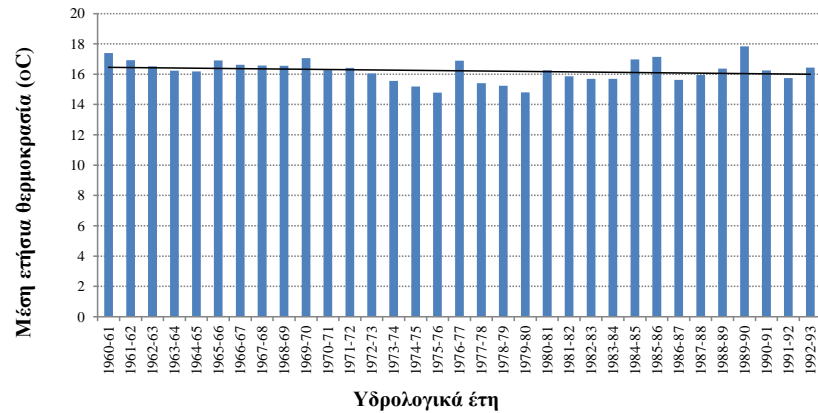
Παλαμάς



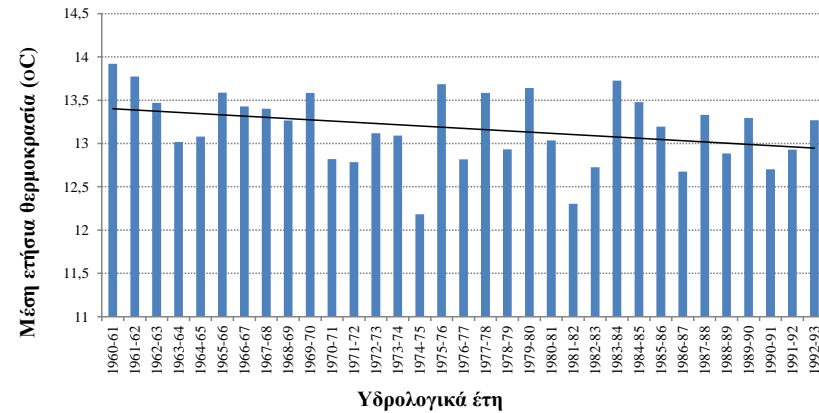
Παχτούρι



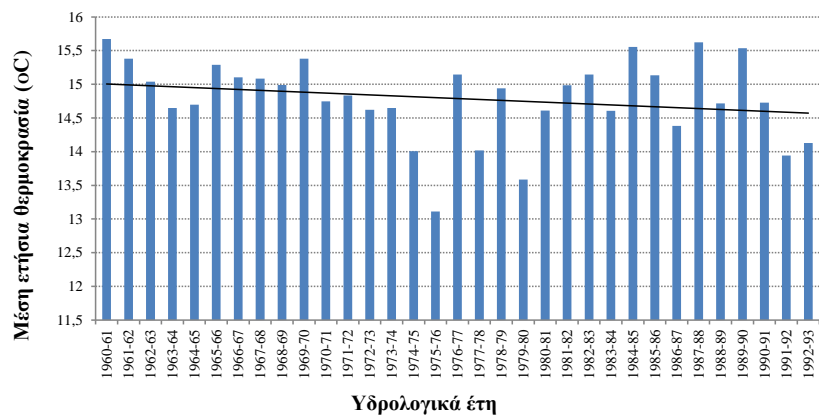
Πεδινό



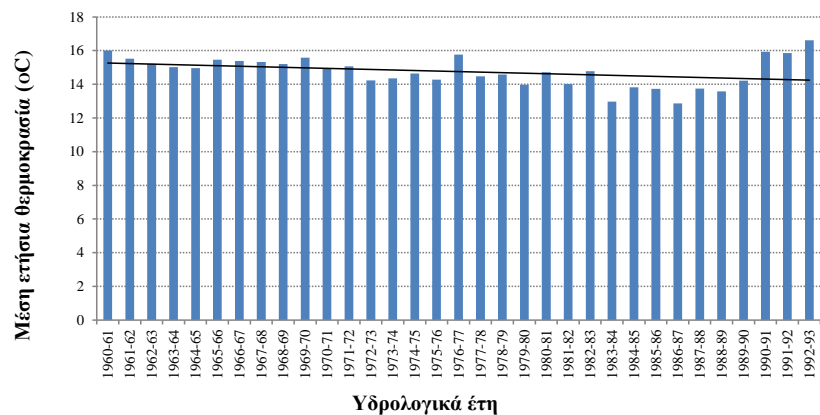
Πολυνέρι



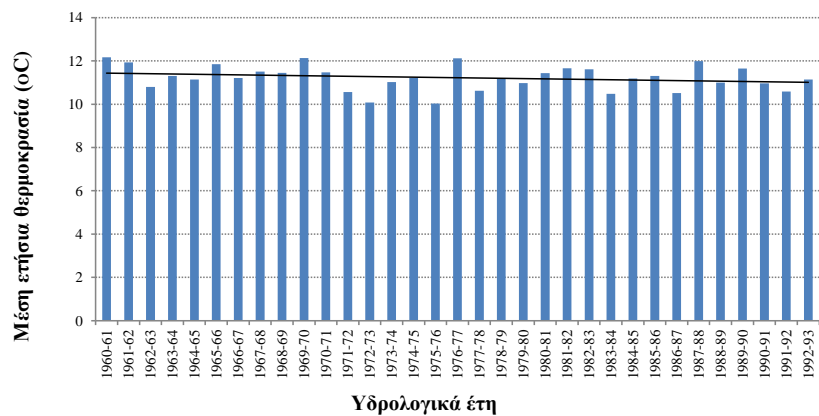
Σκοπιά



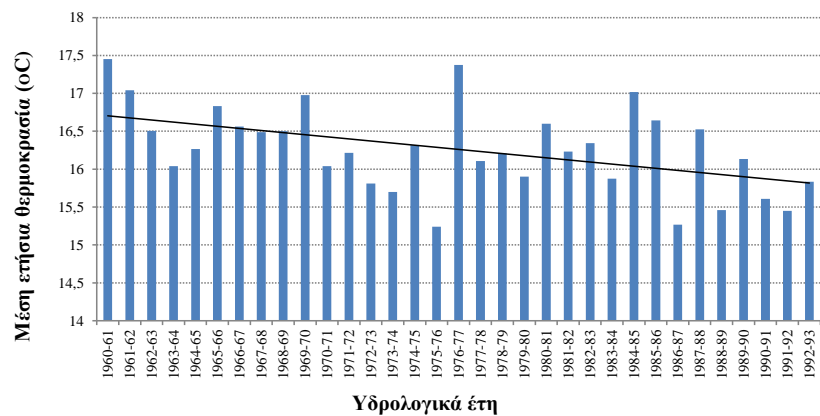
Σωτήριο



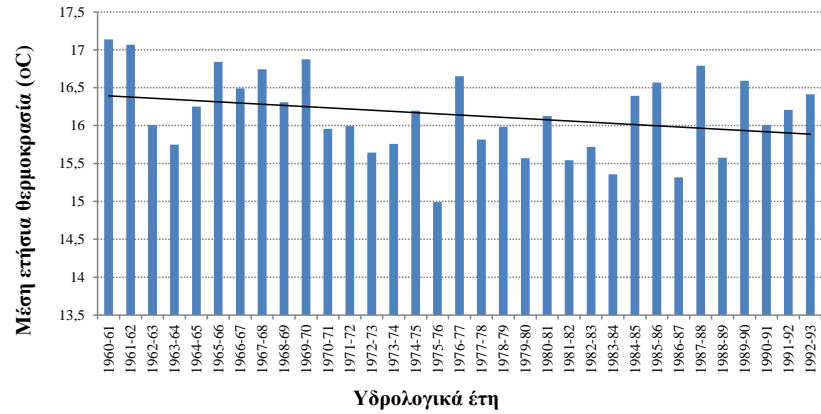
Ταυρωπός



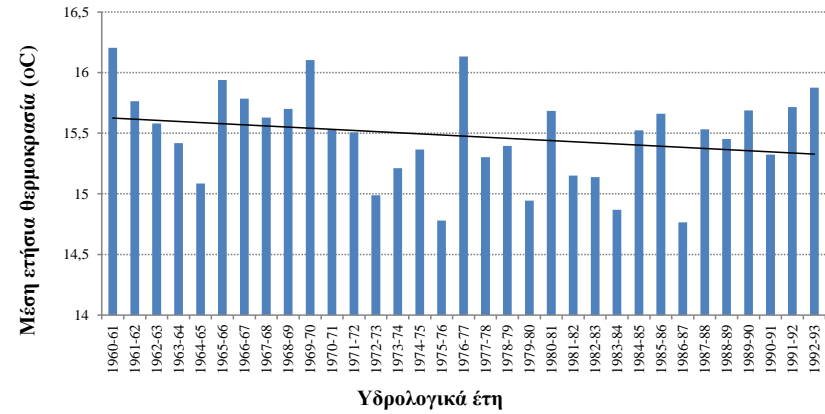
Τρίκαλα



Φάρσαλα (ΕΜΥ)



Φάρσαλα (ΥΠΓΕ)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΚΥΑ Φ16/6631/2-6-1989 (ΦΕΚ 428/Β/1989) «Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση»



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 1989	ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ 428
-------------------------	----------------	-----------------------

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. Φ.16/6631

Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση.

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ, ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ,
ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ,
ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ & ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΚΑΙ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

- Το Ν. 1739/87 (ΦΕΚ Α 201) και ειδικότερα τις παραγράφους 1, 2 και 5 του άρθρου 9.
- Την απόφαση του Πρωθυπουργού και του Υπουργού Γεωργίας 344172/86 (ΦΕΚ Β 318) «Ανάθεση αρμοδιοτήτων Υπουργού Γεωργίας στους Υφυπουργούς Δ. Πιτσιώρη και Αχ. Κολιούση».
- Την με αριθ. 1014/25.1.88 απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας για τη «συγκρότηση και λειτουργία της Διυπουργικής Επιτροπής Υδάτων (ΔΕΥΔ)».
- Την Α.Π. Γ3/12.5.89 γνωμοδότηση της ΔΕΥΔ, πάνω σε σχετική πρόταση της Δ/σης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, αποφασίζουμε:
 - Τον προσδιορισμό κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση, κατά Υδατικό Διαμέρισμα και κατά κατηγορία καλλιεργειών για την περίοδο Απριλίου - Σεπτεμβρίου, όπως παρουσιάζονται στους συνημμένους Πίνακες του Παραρτήματος Ι.

Τα όρια αυτά, αν και υπολογίζονται κατά μήνα, ισχύουν αβροιστικά, για την περίοδο Απριλίου - Σεπτεμβρίου. Για τους υπόλοιπους μήνες δεν ισχύουν όρια στη χρήση του αρδευτικού νερού.

2. Τα όρια, που αναγράφονται στους συνημμένους Πίνακες, εκφράζουν τις ανάγκες σε αρδευτικό νερό κάθε κατηγορίας καλλιεργειών σε κυβικά μέτρα ανά στρέμμα καλλιεργούμενης έκτασης, για ολόκληρο τον αντίστοιχο μήνα.

Οι κατηγορίες καλλιεργειών ορίζονται, σύμφωνα με το φυτικό συντελεστή Κ, ως εξής:

Κατηγορία	I	με $K = 0,55$
Κατηγορία	II	με $K = 0,60$
Κατηγορία	III	με $K = 0,65$
Κατηγορία	IV	με $K = 0,70$
Κατηγορία	V	με $K = 0,75$
Κατηγορία	VI	με $K = 0,80$
Κατηγορία	VII	με $K = 0,85$
Κατηγορία	VIII	με $K = 1,20$

όπως αναλυτικά παρουσιάζονται στο συνημμένο Παράρτημα ΙΙ.

3. Τα όρια αυτά είναι δυνατόν να τροποποιηθούν με παρόμοια απόφαση, εφόσον στην πορεία εφαρμογής τους διαπιστωθεί ότι συντρέχουν ουσιαστικοί λόγοι (έρευνα, βελτίωση τεχνολογίας κ.λπ.).

4. Είναι δυνατόν επίσης για συγκεκριμένη περιοχή ενός Υδατικού Διαμερίσματος να προσδιορισθεί, με την ίδια διαδικασία, συντελεστής μετατροπής των ορίων του Διαμερίσματος αφού οριοθετηθεί η περιοχή εφαρμογής του, όταν ειδικοί λόγοι το επιβάλλουν (π.χ. μεγάλη διαφοροποίηση κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής από αυτές του Διαμερίσματος, βελτίωση καθογενών εδαφών).

5. Για την εφαρμογή των ορίων σε κάθε είδος καλλιεργείας λαμβάνονται υπόψη και οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Η χρονική διάρκεια εφαρμογής της άρδευσης για κάθε καλλιέργεια,
- ο βαθμός απόδοσης της εφαρμοζόμενης μεθόδου άρδευσης,
- οι απώλειες, κατά τη μεταφορά του νερού από μεγάλη απόσταση, ανάλογα με την εγκατάσταση μεταφοράς.

Ο τρόπος εφαρμογής των παραπάνω παραγόντων αναλύεται στο συνημμένο Παράρτημα ΙΙΙ.

6. Η απόφαση αυτή αφορά όρια για εφαρμογή στις χρήσεις του αρδευτικού νερού και δεν αποτελεί μεθοδολογία για την εκπόνηση μελετών.

Αθήνα, 1 Ιουνίου 1989

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ
ΑΠ.- ΑΘ. ΤΣΟΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
Π. ΡΟΥΜΕΛΙΩΤΗΣ

ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΣ
ΓΕΩΡΓΙΑΣ
Δ. ΠΙΤΣΙΩΡΗΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
& ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
Μ. ΠΑΠΑΣΤΕΦΑΝΑΚΙΣ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Α. ΠΕΠΟΝΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΟΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΥΓΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΑΝΑ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ
ΑΠΡΙΛΙΟΥ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

(Ο υπολογισμός των ορίων βασίστηκε στη μέθοδο Disney-Gridde και ε' όλη τα διαθέσιμα κατά Υδατικό Διαμέρισμα σχετικά στοιχεία)

ΟΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
(σε κυβικά μέτρα νερού ανά στρέμμα, για ολόκληρο το μήνα)

Υδατικό Διαμέρισμα
Ανατ. Στερ. Ελλάδας

07

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΝΑΣ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Απρίλιος	58-69	63-75	68-81	73-87	79-94	84-100	89-106	126-150
Μάιος	80-96	87-105	94-114	101-122	109-131	116-140	123-149	174-210
Ιούνιος	91-110	99-120	107-130	115-140	124-150	132-160	140-170	198-240
Ιούλιος	104-124	114-135	123-146	133-157	142-169	152-180	161-191	228-270
Αύγουστος	96-115	105-126	114-136	122-147	131-157	140-168	149-178	210-252
Σεπτέμβριος	71-88	78-96	85-104	91-112	97-120	104-128	110-136	166-192

ΟΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
(σε κυβικά μέτρα νερού ανά στρέμμα, για ολόκληρο το μήνα)

Υδατικό Διαμέρισμα
Θεσσαλίας

08

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΝΑΣ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Απρίλιος	55-66	60-72	65-78	70-84	75-90	80-96	85-102	120-144
Μάιος	71-88	78-96	85-104	91-112	97-120	104-128	110-136	156-192
Ιούνιος	91-110	99-120	107-130	115-140	124-150	132-160	140-170	198-240
Ιούλιος	104-124	114-135	123-146	133-157	142-169	152-180	161-191	228-270
Αύγουστος	96-115	105-126	114-136	122-147	131-157	140-168	149-178	210-252
Σεπτέμβριος	66-82	72-90	78-98	84-105	90-112	96-120	102-127	144-180

ΟΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
(σε κυβικά μέτρα νερού ανά στρέμμα, για ολόκληρο το μήνα)

Υδατικό Διαμέρισμα

Δυτ. Μακεδονίας - Τμήμα Δυτικό*

9A

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΗΝΑΣ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Απρίλιος	55-66	60-72	65-78	70-84	75-90	80-96	85-102	120-144
Μάιος	58-74	63-81	68-88	73-94	79-101	84-108	89-115	156-192
Ιούνιος	80-99	87-108	94-117	101-126	109-135	116-144	123-153	198-240
Ιούλιος	91-110	99-120	107-130	115-140	124-150	132-160	140-170	228-270
Αύγουστος	85-104	93-114	101-123	108-133	116-142	124-152	132-161	210-252
Σεπτέμβριος	58-77	63-84	68-91	73-98	79-105	84-112	89-119	144-180

Το Υδατικό Διαμέρισμα 09 χωρίζεται στα εξής δύο τμήματα, λόγω ανομοιογένειας :
ολόκληρο το Υδατικό Διαμέρισμα, εκτός της κατόντι του φράγματος Σηφικής
Λεκάνης του Αλιάκμονα και της πεδινής Πιερίας
09 Β : η κατόντι του φράγματος Σηφικής Λεκάνης του Αλιάκμονα και η πεδινή Πιερία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

σύμφωνα με τον φυτικό συντελεστή Κ

Κατηγορία I Κ = 0,55 Εσπεριδοειδή Εληές Αμπέλια	Κατηγορία II Κ = 0,60 Καπνά ανατ. τύπου Σανός	Κατηγορία III Κ = 0,65 Οπωροφόρα Ακρόδρυα Όσπρια Βαμβάκι Φράουλες Άνθη Αβοκάντο	Κατηγορία VI Κ = 0,70 Καπνά δυτ. τύπου Κηπευτικά Μποστανικά Πατάτες Ζαχαρότευτλα Ηλίανθος Αραχίδα
Κατηγορία V Κ = 0,75 Συτηρά Καλαμπόκι Σόργο	Κατηγορία VI Κ = 0,80 Τριφύλλι Τεχν. λειμώνες Ακτινίδιο	Κατηγορία VII Κ = 0,85 Μηδική	Κατηγορία VIII Κ = 1,20 Ρύζι



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ

1. Χρονική διάρκεια της άρδευσης

Υπολογίζεται το ποσοστό της χρονικής διάρκειας του μήνα, κατά την οποία αρδεύεται η καλλιέργεια. Δηλαδή για τους μήνες κατά τους οποίους εφαρμόζεται άρδευση για ορισμένες μόνον ημέρες, οι αρδευτικές ανάγκες υπολογίζονται στο ποσοστό κατά το οποίο γίνεται η άρδευση. Αυτό ισχύει για τον πρώτο και τελευταίο μήνα της αρδευτικής περιόδου, ενώ για τους ενδιάμεσους οι ανάγκες υπολογίζονται στο 100%.

Π.χ. αν η άρδευση αρχίζει στις 15 Απριλίου και τελειώνει στις 30 Σεπτεμβρίου, οι αρδευτικές απαιτήσεις για το μήνα Απρίλιο υπολογίζονται στο 50%, ενώ για τους υπόλοιπους 100%.

2. Βαθμός απόδοσης της μεθόδου άρδευσης

Ανάλογα με τη μέθοδο άρδευσης, που εφαρμόζεται, ισχύουν οι εξής βαθμοί απόδοσης:

- α) Με σταγόνες ή μικροεκτοξευτές 0,90
β) Με τεχνητή βροχή 0,85
γ) Με επιφανειακές μεθόδους 0,75

Προκειμένου να ληφθεί υπόψη ο βαθμός απόδοσης της εφαρμοζόμενης μεθόδου άρδευσης τα όρια διαιρούνται με τον αντίστοιχο βαθμό.

3. Απώλειες κατά τη μεταφορά του αρδευτικού νερού

Οι απώλειες νερού κατά τη μεταφορά του από το σημείο υδροληψίας μέχρι την εφαρμογή στον αγρό, που εκτιμώνται ως εξής:

α) Για μικρή έκταση, όπου η μεταφορά νερού γίνεται από μικρή απόσταση, οι απώλειες μεταφοράς δεν λαμβάνονται υπόψη στην εφαρμογή των ορίων.

β) Για μικρά ομαδικά ή και μεμονωμένα δίκτυα, όπου κατά τη μεταφορά του νερού εκτιμάται ότι υπάρχουν απώλειες, αυτές εξετάζονται κατά περίπτωση και λαμβάνονται υπόψη σε ποσοστό έως 5% το πολύ για μεταφορά νερού με κλειστό αγωγό και σε ποσοστό έως 10% το πολύ για μεταφορά με ανοικτό αγωγό.

Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός απόδοσης της μεθόδου άρδευσης και οι απώλειες μεταφοράς λαμβάνονται υπόψη από κοινού, διαιρώντας τα

όρια με τους ακόλουθους συντελεστές ανάλογα με το ποσοστό απωλειών που θα εκτιμηθεί:

Ποσοστό απωλειών κατά τη μεταφορά	Σύστημα άρδευσης		
	Με σταγόνες ή μικροεκτοξευτές	Με τεχνητή βροχή	Με επιφανειακές μεθόδους
1%	0,8910	0,8415	0,7425
2%	0,8820	0,8330	0,7350
3%	0,8730	0,8245	0,7275
4%	0,8640	0,8160	0,7200
5%	0,8550	0,8075	0,7125
6%		0,7990	0,7050
7%		0,7905	0,6975
8%		0,7820	0,6900
9%		0,7735	0,6825
10%		0,7650	0,6750

γ) Σε περίπτωση συλλογικών δικτύων (άνω των 1.000 στρεμ.) οι απώλειες κατά τη μεταφορά καθορίζονται στο μέγιστο, δηλαδή για μεταφορά με κλειστό αγωγό 5% και με ανοικτό 10%.

Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός απόδοσης της μεθόδου άρδευσης και οι απώλειες μεταφοράς λαμβάνονται υπόψη από κοινού, διαιρώντας τα όρια με τους ακόλουθους συντελεστές:

- Μεταφορά με κλειστό αγωγό
1. άρδευση με σταγόνες ή μικροεκτοξευτές 0,8550
 2. άρδευση με τεχνητή βροχή 0,8075
 3. άρδευση με επιφανειακές μεθόδους 0,7125
- Μεταφορά με ανοικτή διώρυγα
1. άρδευση με τεχνητή βροχή 0,7650
 2. άρδευση με επιφανειακές μεθόδους 0,6750