

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΕΚΤΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ

**ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ
ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

Πτυχιακή Αναφορά

**Οικονόμου Ξενοφών
Αδαμόπουλος Γιώργος**

**Εισηγητής
Δρ. Θρασύβουλος Μανιός
Τ.Ε.Ι Κρήτης**

ΙΟΥΛΙΟΣ 2005

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1. Το πρόβλημα	3
1.2. Σκοπός και στόχοι	6
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	7
2.1. Γενικά	7
2.2. Παράμετροι διαμόρφωσης του υδατικού ισοζυγίου	7
2.2.1. <i>Εισροές νερού</i>	7
2.2.2. <i>Χρήσεις νερού</i>	11
2.3. Συλλογή και επεξεργασία	15
2.4. Μεθοδολογία εκτίμησης ισορροπίας υδατικούς ισοζυγίου – επάρκειας υδατικών πόρων	17
2.5. Μεθοδολογία εκτίμησης βιωσιμότητας και σημασίας της επαναχρησιμοποίησης	21
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	26
3.1. Λεπτομερής αναφορά των μεθοδολογιών στο Δημοτικό Διαμέρισμα Γέργερης του Δήμου Ρούβα	26
3.2. Εκτίμηση ισορροπίας υδατικού ισοζυγίου στα Δ.Δ. διαφόρων Δήμων του Νομού Ηρακλείου	40
3.3. Εκτίμηση της βιωσιμότητας και σημασίας της επαναχρησιμοποίησης στα Δ.Δ. διαφόρων Δήμων του Νομού Ηρακλείου	45
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	53

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το πρόβλημα

Σε πολλές περιοχές της Νότιας Ευρώπης (Μεσόγειος), μεταξύ των οποίων και αυτή της Κρήτης, υπάρχει εδώ και χρόνια έντονο πρόβλημα ανεπάρκειας υδατικών πόρων (Zacharias I. and Koussouris T., 2000, Zalidis *et al.*, 2002). Η έντονη αγροτική ανάπτυξη των περιοχών αυτών που συνέπεσε και με την έντονη τουριστική ανάπτυξη τους, κυρίως μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οδήγησε σε ένα παράδοξο φαινόμενο. Από τη μια οι ανάγκες σε νερό να αυξάνουν σταθερά από χρόνο σε χρόνο και από την άλλη οι υδατικοί πόροι να παραμένουν οι ίδιοι.

Στην Κρήτη για παράδειγμα πάνω από το 70 % των υδατικών της πόρων (γλυκό καθαρό νερό) χρησιμοποιείται σε αγροτικές δραστηριότητες. Ταυτόχρονα υπολογίζεται πως το προσεχές καλοκαίρι θα επισκεφθούν το νησί γύρω στα τρία εκατομμύρια τουρίστες που θα προστεθούν στις σχεδόν 600.000 κατοίκους μόνιμου πληθυσμού (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2001). Οι κύριες καλλιέργειες του νησιού (ελιά και αμπέλι) παρουσιάζουν την ίδια ακριβώς εποχή τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό. Αν τώρα σε αυτό το πρόβλημα προστεθούν και φαινόμενα κακοδιαχείρισης, όπως για παράδειγμα είναι η έλλειψη σε επίπεδο νησιού ολοκληρωμένης και ορθολογικής πολιτικής για το νερό, η περιορισμένη γνώση και τεχνολογία επί του αντικειμένου, αλλά και σχετικών έργων όπως φράγματα και δεξαμενές, είναι εύκολο κανείς να καταλάβει γιατί στο ξεκίνημα του 21^{ου} αιώνα έχουμε φτάσει να μιλάμε για φαινόμενα λειψυδρίας (Lazarova *et al.*, 2000).

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι κάνουν λόγο για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων κυρίως για την άρδευση καλλιεργούμενων εκτάσεων (Stansfield, 1997, Banin 1999, Manios *et al.*, 2002). Αν και υπάρχουν αρκετά τεχνολογικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα στην εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων είναι γεγονός ότι, αν και δε θα έλυνε πλήρως το πρόβλημα, θα μπορούσε να συμβάλει στη δημιουργία ενός πιο ισορροπημένου υδατικού ισοζυγίου (Asano and Tchobanoglous, 1991, Lazarova *et al.*, 2001). Παρόλα αυτά σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να θεωρηθεί πανάκια και φυσικά να εφαρμοστεί ανεξέλεγκτα (Mara, 2001). Η επένδυση σε τέτοια συστήματα

θα πρέπει να γίνει πρώτα σε περιοχές με αποδεδειγμένο πρόβλημα ελλειμματικού υδατικού ισοζυγίου, όσο και σε περιοχές που το μέγεθος του οικισμού ή των οικισμών, η τοπογραφία και οι καλλιέργειες το επιτρέπουν (Brenner *et al.*, 1994, Mara, 2001, Conte, 2001).

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι επιτακτική η ανάγκη να μελετηθούν τόσο το υδατικό ισοζύγιο στο επίπεδο της περιοχής κοντά στους διάφορους οικισμούς, όσο και σειρά άλλων γεωμορφολογικών και κοινωνικοπολιτικών χαρακτηριστικών. Το υδατικό ισοζύγιο είναι ουσιαστικά η απεικόνιση της φυσικής προσφοράς και των χρήσεων του νερού μιας περιοχής (Ναπλάντης, 1995). Η άριστη γνώση του μας βοηθά να προσδιορίσουμε τις πηγές και τις χρήσεις του νερού οπότε και να εντοπίσουμε τις δυνατότητες εξοικονόμησης νερού σε αυτήν. Αποτελεί επίσης ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των σχετικών με το νερό δεδομένων μιας περιοχής καθώς και των αποτελεσμάτων που έχουν τα έργα αξιοποίησης των υδατικών πόρων της, δίνοντας έτσι την δυνατότητα για περαιτέρω βελτίωση τους (Ναπλάντης, 1995).

Στην Ελλάδα, στα πλαίσια της Παγκόσμιας αυτής κινητοποίησης για το νερό, έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια κάποιες προσπάθειες για την διαχείριση των υδατικών πόρων και την μελέτη του υδατικού ισοζυγίου. Η πρώτη ουσιαστική προσπάθεια ήταν η ψήφιση του Ν. 1739/87 για την διαχείριση των υδατικών πόρων, ο οποίος εκσυγχρονίζει σε κάποιο βαθμό την ισχύουσα μέχρι τότε νομοθεσία για το θέμα αυτό, αλλά συνάντησε αρκετές δυσκολίες αποδοχής, με συνέπεια τη μη αποτελεσματική εφαρμογή του. Μια ακόμη πολύ σημαντική προσπάθεια μελέτης του υδατικού ισοζυγίου έγινε μέσω του προγράμματος INTERISK (INterregional TElematic network for the management of RISKS in the Balkan and South Mediterranean area) μέσω του οποίου μελετήθηκε, σε επίπεδο δήμου, το υδατικό ισοζύγιο κάποιων περιφερειών μεγάλου υδρολογικού ενδιαφέροντος (Κρήτης, Κεντ. Μακεδονίας κ.α.) με σκοπό, μεταξύ άλλων, τον ακριβή προσδιορισμό των κινδύνων και των αναγκών σχετικά με την διαχείριση των υδάτων στα πλαίσια της εγκατάστασης ενός ευρύτερου συστήματος παρακολούθησης και διαχείρισης των υδάτων (Περιφέρεια Κρήτης)

Από τις περιοχές αυτές η Κρήτη αποτελεί ίσως μια από τις πλέον προβληματικές ως προς την ποιότητα αλλά και τη διαχείριση των υδατικών πόρων για τους λόγους που

έχουν ήδη αναφερθεί. Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του INTERISK, για την Περιφέρειας Κρήτης από μια σειρά συμπραττόντων γραφείων μελετών (Παπαγρηγορίου, Καιμάκη, Περλέρος, Παπαγεωργίου, Λαζαρίδη, ΑΤΕΜ), καθώς επίσης και ειδικών εταιρειών συμβούλων (ENVECO Α.Ε. και WL / DELFT HYDRAULICS), αποσκοπούσε στην καταγραφή αλλά και εκτίμηση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του υδατικού ισοζυγίου των ενοποιημένων Δήμων του νησιού.

Οι Δήμοι αυτοί προέρχονται από την ένωση κοντινών κοινοτήτων κάτω από μια νέα ομπρέλα περιφερειακής αποκεντρωμένης διοίκησης. Ενώ όμως οι κοινότητες σχηματίστηκαν μέσα από μια φυσική, γεωγραφική και κοινωνική εξέλιξη που συχνά υπαγορευόταν από την ορεινή τοπογραφία της Κρήτης, οι Δήμοι είναι αποτέλεσμα μιας ανθρωπογενούς, πολιτικής παρέμβασης. Έτσι, η εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου σε επίπεδο Δήμου, μπορεί να δώσει λανθασμένη εικόνα καθώς δε λαμβάνει υπόψη της τις τυχόν ιδιαιτερότητες των επιμέρους τμημάτων που συνθέτουν τον κάθε Δήμο.

Ιδιαίτερα όσο αφορά την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων αστικών υγρών αποβλήτων ως εναλλακτική πηγή νερού, είναι ανάγκη να υπάρχει μια εκτίμηση των διαφόρων παραγόντων (συμπεριλαμβανομένου και του υδατικού ισοζυγίου) στην περιοχή κοντά στα αστικά κέντρα. Και αυτό γιατί μπορεί το υδατικό ισοζύγιο του Δήμου να παρουσιάζει σημαντικό έλλειμμα, αλλά στην πραγματικότητα οι ελλειμματικές περιοχές να βρίσκονται μακριά από τους κύριους οικισμούς. Η ανάγκη μεταφοράς των λυμάτων που συνεπάγεται μια τέτοια εφαρμογή, κάνει τη λύση αυτή αντιοικονομική και συχνά αντι-περιβαλλοντική.

Ένα άλλο γεγονός που αναδεικνύει την αναγκαιότητα μελέτης του υδατικού ισοζυγίου με εναλλακτικές και απλές μεθοδολογίες (όπως αυτή που προτείνεται εδώ) αποτελεί το κόστος εκπόνησης μιας μελέτης υδατικού ισοζυγίου όπως αυτή που ολοκληρώθηκε μέσω του Interisk. Η μελέτη του υδατικού ισοζυγίου στην Περιφέρεια Κρήτης στοίχισε 695.000 € (237.000.000 δρχ). Είναι χαρακτηριστικό ότι τα ηλεκτρονικά προγράμματα και μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στο INTERISK, όπως το HYMOS 4.0 (HYdrological Modeling System) έχουν τόσο υψηλό κόστος αγοράς και απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό για τη λειτουργία τους, που κάνει

αντιοικονομική την εκπόνηση ενός υδατικού ισοζυγίου μόνο σε επίπεδο Περιφέρειας και πάλι μόνο μέσα από την κρατική συνδρομή.

Επίσης η ανάλυση των δεδομένων στη μελέτη του INTERISK, αν και εξαιρετικά σημαντική σε επίπεδο Περιφέρειας, είναι μικρή σε επίπεδο Δήμων, γεγονός που αφαιρεί από τον πρώτο βαθμό αυτοδιοίκησης τη δυνατότητα πραγματικής εκτίμησης της υπάρχουσας κατάστασης. Τέλος η ανάγκη συλλογής στοιχείων για τους περισσότερους από 100 Δήμους του νησιού αφαίρεσε, από το μελετητή τη δυνατότητα επίσκεψης στον κάθε Δήμο, προσωπικής καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης και ειδικά στους μικρούς Δήμους, συζήτησης με κατοίκους ή και εκπροσώπους της περιοχής με σημαντική εμπειρία στις ιδιαιτερότητες του κάθε Δήμου.

1.2. Σκοπός και στόχοι

Σκοπός, της εργασίας μας ήταν να δημιουργήσουμε και να δοκιμάσουμε απλές μεθοδολογίες οι οποίες θα επιτρέψουν το γρήγορο και ακριβή προσδιορισμό δύο παραμέτρων από μη εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό που καλύπτει μια μεγάλη γκάμα δραστηριοτήτων σε κάθε δήμο:

- Την ισορροπία ή μη του υδατικού ισοζυγίου σε ένα δημοτικό διαμέρισμα (Δ.Δ.), δηλαδή της επάρκειας των υπαρχόντων υδατικών πόρων.
- Τη βιωσιμότητας και σημασία της επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων στην άρδευση καλλιεργειών, ως μεθόδου μείωσης της πίεσης στο υδατικό ισοζύγιο

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού τέθηκαν οι ακόλουθοι στόχοι:

- Η δημιουργία μεθοδολογίας γρήγορης και ασφαλούς εκτίμησης της επάρκειας (ισορροπίας) του υδατικού ισοζυγίου μικρών γεωγραφικών περιοχών (Δ.Δ.).
- Η δημιουργία μεθοδολογίας γρήγορης και ασφαλούς εκτίμησης της ανάγκης, βιωσιμότητας και σημασίας της επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων
- Η εφαρμογή των μεθοδολογιών στην πλειονότητα των Δ.Δ. του νομού Ηρακλείου και η εκτίμηση των αποτελεσμάτων.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Γενικά

Σύμφωνα με τους στόχους που τέθηκαν παραπάνω ουσιαστικά απαιτείται η ανάπτυξη τριών μεθοδολογιών εκτίμησης δεδομένων. Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί ο τρόπος ανάπτυξης των μεθοδολογιών αυτών.

2.2. Παράμετροι διαμόρφωσης του υδατικού ισοζυγίου

Στο Διάγραμμα 2.1, παρουσιάζονται οι παράγοντες που συνδέονται με την κίνηση του νερού από και προς ένα Δ.Δ. και οι οποίοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

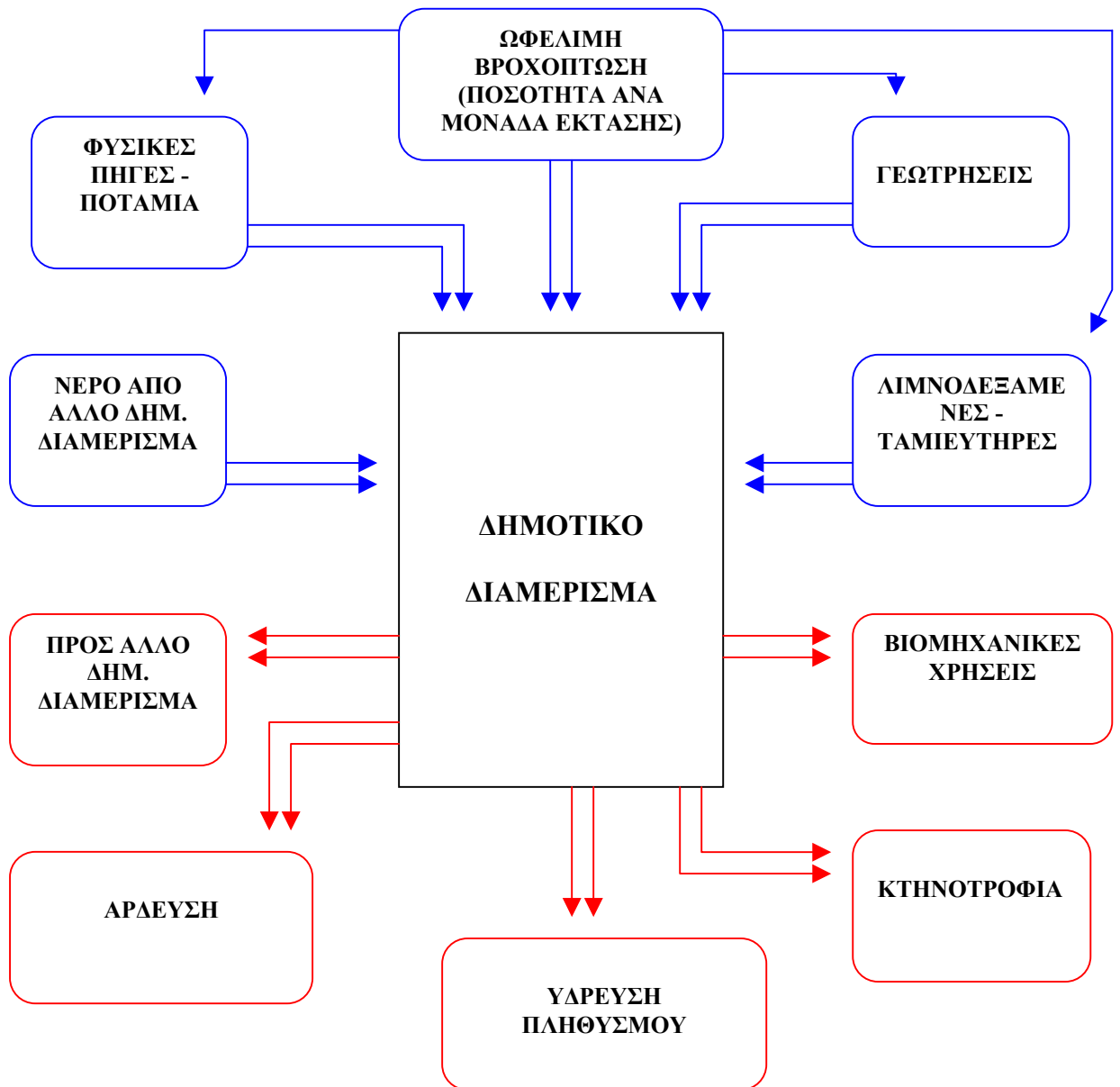
- **εισροές νερού:** παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την παροχή και διάθεση νερού στο Δ.Δ., δηλ. οι βροχοπτώσεις, οι φυσικές πηγές και τα ποτάμια, οι γεωτρήσεις, οι λιμνοδεξαμενές ή ταμιευτήρες και το νερό που προέρχεται από άλλο Δ.Δ..
- **χρήσεις νερού:** παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την κατανάλωση νερού από το Δ.Δ. δηλ. η χρήση για άρδευση καλλιεργειών, η χρήση για ύδρευση του πληθυσμού, η βιομηχανική χρήση, η κτηνοτροφική χρήση και παροχή νερού προς κάποιο άλλο Δ.Δ..

2.2.1. Εισροές νερού.

Τη σημαντικότερη έμμεση και άμεση πηγή νερού σε μια περιοχή, άρα και σε ένα Δ.Δ. αποτελεί η βροχόπτωση. Μέσω των βροχοπτώσεων φορτίζονται οι διάφορες φυσικές πηγές και ποτάμια, οι γεωτρήσεις καθώς και οι λιμνοδεξαμενές και ταμιευτήρες που πιθανόν να υπάρχουν σε ένα Δ.Δ.. Επίσης, μέσω της διήθησης στο έδαφος επαναφορτίζονται και οι υπόγειοι υδροφορείς της περιοχής.

Στην Κρήτη η περίοδος των βροχοπτώσεων αρχίζει περίπου στα μέσα Οκτωβρίου και τελειώνει στις αρχές του Απριλίου με μέση ετήσια βροχόπτωση 927 mm (Περιφέρεια Κρήτης, 2002). Δεδομένου ότι οι μέγιστες ανάγκες για άρδευση τοποθετούνται στο διάστημα μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η

συνεισφορά των βροχοπτώσεων στην άμεση κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών, κατά την αρδευτική περίοδο θα πρέπει να θεωρείται αμελητέα.



Διάγραμμα 2.1.: Προτεινόμενη μεθοδολογία εκτίμησης του υδατικού ισοζυγίου σε ένα Δ.Δ.

Θεωρείτε επίσης δεδομένο ότι οι χειμερινές βροχοπτώσεις καλύπτουν τις ανάγκες των φυτών σε νερό για την περίοδο αυτή (Υπουργείο Γεωργίας, 2003). Έτσι, όσον αφορά τη μελέτη του υδατικού ισοζυγίου ενός Δ.Δ., οι βροχοπτώσεις μας είναι

χρήσιμες για την πρόβλεψη των παροχών των φυσικών πηγών, των γεωτρήσεων και τη φόρτιση λιμνοδεξαμενών ή ταμιευτήρων που βρίσκονται σε αυτό. Για τις βροχοπτώσεις θεωρήθηκε αναγκαίο να γνωρίζουμε το ύψος για κάθε μήνα του έτους (mm/μήνα) για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα, ώστε να μπορούμε να έχουμε μια αξιόπιστη άποψη για τις ποσότητες νερού οι οποίες εισάγονται κάθε μήνα, στο Δ.Δ. μέσω αυτών.

Η εκτίμηση μελλοντικών αλλαγών στο ύψος των βροχοπτώσεων αποτελεί σημαντικό στοιχείο κάθε υδατικού ισοζυγίου. Απαιτεί όμως στοιχεία βάθους τουλάχιστον 20 ετών που σε μερικές περιπτώσεις δεν υπάρχουν. Όπως δεν υπάρχουν και μετεωρολογικοί σταθμοί σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία των πλέον γειτονικών σταθμών που να βρίσκονται όμως σε παρόμοια τοπογραφική θέση (π.χ. σε ορεινούς όγκου). Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή προέρχονται από την Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων (ΥΕΒ, 2002).

Η παρουσία φυσικών πηγών ή ποταμών σε μια περιοχή αποτελούν, επίσης μια πολύ σημαντική εισροή νερού σε αυτή. Στην Κρήτη δεν υπάρχουν ποτάμια αλλά μεγάλος αριθμός από ρέματα διαφόρων μεγεθών, τα περισσότερα από τα οποία δε διατηρούν την ροή τους όλο τον χρόνο (ξηραίνονται το καλοκαίρι). Αντίθετα υπάρχει μεγάλος αριθμός πηγών με σημαντικές παροχές, που είναι όμως αξιοποιήσιμες μόνο αν υπάρχουν οι κατάλληλες κατασκευές που να επιτρέπουν την εκμετάλλευση των νερών αυτών. Σε αντίθετη περίπτωση τα νερά αυτά «χάνονται» τουλάχιστον όσο αφορά τις ανθρωπογενείς ανάγκες. Η ύπαρξη ή όχι τέτοιων κατασκευών, η δυναμικότητα τους και η εκμετάλλευση τους και σε τι ποσοστό από τους κατοίκους μιας περιοχής αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τη μελέτη του υδατικού ισοζυγίου του κάθε Δ.Δ.. Δεδομένου ότι οι κεντρικές υπηρεσίες της περιφέρειας συνήθως δεν διαθέτουν αξιόπιστα ή και καθόλου στοιχεία σχετικά με τις φυσικές πηγές έγιναν επισκέψεις σε κάθε Δ.Δ. για να συλλεχθούν επιτόπου στοιχεία από τις δημοτικές ή κοινοτικές αρχές.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την εκτίμηση των παροχών των πηγών αυτών μια και συχνά δεν υπήρχαν σχετικές μετρήσεις ή και οι μετρήσεις αυτές ήταν παλαιές. Γεγονός που ισχύει και για τις γεωτρήσεις που υπάρχουν σε ένα Δ.Δ., οι

οποίες αποτελούν έναν περισσότερο ελεγχόμενο πόρο όσον αφορά τις παροχές και τις χρήσεις τους. Με την επίσκεψη σε κάθε Δ.Δ. και τη συνέντευξη-συζήτηση με τους υπευθύνους του κάθε Δήμου, έγινε προσπάθεια να συλλεχθούν τα αναγκαία αυτά στοιχεία για πηγές και γεωτρήσεις όπως: ο αριθμός, η ακριβής θέση (με χρήση GPS), η πραγματική παροχή (σε m³/μήνα) και το βάθος (για τις γεωτρήσεις) κάθε μιας από αυτές, αλλά και τη χρήση του νερού που λαμβάνεται από αυτές (σε m³/μήνα και χρήση). Ειδικά για τις πηγές χρησιμοποιήθηκαν τα υπάρχοντα (παλαιότερα ή και σύγχρονα) στοιχεία παροχών σε μια γραμμική συσχέτιση με τις βροχοπτώσεις σε μια προσπάθεια εκτίμησης της μέσης παροχής σε τωρινό ή μελλοντικό χρόνο.

Η ύπαρξη λιμνοδεξαμενών ή και ταμιευτήρων σε ένα Δ.Δ., όπως προαναφέρθηκε, είναι επίσης πολύ σημαντική. Συνήθως φορτίζονται από τις βροχοπτώσεις αλλά και από φυσικές πηγές ή ποτάμια που καταλήγουν ή περνούν από αυτές. Σχετικά με τις λιμνοδεξαμενές και τους ταμιευτήρες πρέπει να γνωρίζουμε το μέγεθος τους (χωρητικότητα), το ύψος του νερού σε αυτούς ανά μήνα (παροχή), τον τρόπο φόρτισης τους, καθώς και το που χρησιμοποιείται το νερό που λαμβάνεται από αυτούς (σε m³/ μήνα για κάθε χρήση). Όσον αφορά τα Δ.Δ. στα οποία δεν υπάρχουν λιμνοδεξαμενές ή ταμιευτήρες λήφθηκε υπόψη αν η κατασκευή τέτοιων έργων είναι σε εξέλιξη ή αν έχει προγραμματιστεί για το μέλλον. Τα παραπάνω στοιχεία συλλέχθηκαν από τα αρχεία των δήμων αλλά και από στοιχεία από την Περιφέρεια Κρήτης.

Τέλος, λόγω της μικρής έκτασης που έχουν συνήθως τα Δ.Δ., είναι δυνατόν κάποια από αυτά να δέχονται νερό από κάποια πηγή, ποταμό ή γεώτρηση που να ανήκει σε κάποιο άλλο Δ.Δ.. Είναι επίσης δυνατόν πηγή ή ποταμός που πηγάζει από ένα Δ.Δ. και στα γεωγραφικά σύνορα του διαμερίσματος παραμένει ανεκμετάλλευτος, να εκμεταλλεύεται από παρακείμενο Δ.Δ. στο οποίο και εισρέει. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το γεγονός αυτό αποτελεί ακόμη ένα στοιχείο που ενισχύει τη μελέτη του υδατικού ισοζυγίου σε επίπεδο Δ.Δ., αφού μια τέτοια κίνηση του νερού δεν είναι δυνατόν να ελεγχθεί στην ανά Δήμο ανάλυση. Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε αυτή την ποσότητα του νερού που εισέρχεται στο Δ.Δ. (σε m³/μήνα) καθώς και από ποιο Δ.Δ. προέρχεται το νερό αυτό. Μοναδική πηγή πληροφόρησης ενός τέτοιου γεγονότος αποτέλεσαν οι δήμοι και πολύ συχνά οι κοινοτικοί εκπρόσωποι.

2.2.2. Χρήσεις νερού

Η αγροτική απασχόληση και συνεπώς η αντίστοιχη παραγωγή είναι ιδιαίτερα σημαντική στην Κρήτη. Σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (www.statistics.gr) το 1997, στον πρωτογενή τομέα απασχολούνταν το 37,8 % του πληθυσμού, ενώ το αντίστοιχο Εθνικό ποσοστό είναι το 19,8 %. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η άρδευση των καλλιεργειών να αποτελεί τη σημαντικότερη χρήση του διαθέσιμου νερού στο νησί (πάνω από το 70 %). Μια σημαντική ιδιαιτερότητα της Κρήτης στον τομέα αυτόν είναι το ότι δεν αρδεύονται όλες οι καλλιέργειες με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυο κατηγορίες καλλιεργειών ως προς την άρδευση τους: οι *αρδευόμενες* και οι *ξηρικές καλλιέργειες*. Έτσι, όσον αφορά τη μελέτη του υδατικού ισοζυγίου ενός Δ.Δ., εκτός από τις συνολικές εκτάσεις καλλιεργειών που υπάρχουν σε ένα Δ.Δ., είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε και τις εκτάσεις των αρδευόμενων και των ξηρικών καλλιεργειών.

Κάθε καλλιέργεια έχει διαφορετικές ανάγκες σχετικά με τις ποσότητες νερού που απαιτεί για την ανάπτυξη της. Έτσι, για κάθε Δ.Δ., θα πρέπει να γνωρίζουμε τα είδη των καλλιεργειών, τις εκτάσεις σε στρ. κάθε είδους καθώς και τις εκτάσεις σε στρ. των αρδευόμενων και των ξηρικών καλλιεργειών που υπάρχουν σε αυτό. Κάτι τέτοιο, σε συνδυασμό με τις ανάγκες κάθε είδους καλλιέργειας σε νερό, θα μας βοηθήσει να δούμε ποιες είναι οι πραγματικές αρδευτικές ανάγκες του Δ.Δ.. Στον Πίνακα 1 αναφέρονται οι ενδεικτικές ανάγκες κατά την αρδευτική περίοδο των παραδοσιακών καλλιεργειών στο περιβάλλον της Κρήτης, σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας.

Μια επιπλέον ιδιαιτερότητα της Κρήτης στον τομέα των αρδεύσεων είναι η τάση που υπάρχει για άρδευση κατά τους χειμερινούς μήνες. Αυτό οφείλεται στο ότι κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών υπάρχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα νερού από τους φορείς άρδευσης, από ότι τους καλοκαιρινούς μήνες. Το γεγονός αυτό μπορεί να επηρεάσει τις αρδευτικές ανάγκες κατά την διάρκεια του έτους και πρέπει να μελετηθεί, με την συλλογή στοιχείων από τους κατά τόπους Γ.Ο.Ε.Β. και Δ.Ε.Υ.Α, ώστε να έχουμε μια καλύτερη εικόνα του. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση το είδος των καλλιεργειών και τις απαιτήσεις τους σε ποιότητα νερού, μπορούμε να εξετάσουμε και την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων για την άρδευση των καλλιεργειών.

Πίνακας 2.1. Ενδεικτικές ανάγκες σε νερό των παραδοσιακών καλλιεργειών στο περιβάλλον της Κρήτης κατά την αρδευτική περίοδο ανά καλλιέργεια ανά μήνα ($m^3/στρ/μήνα$) και συνολικά ($m^3/στρ$) (Μαλλιαράκης, 2003)

Μήνας Αρδευτικής Περίόδου	Καλλιέργειες					
	Αμπέλι		Ελιά		Υπαίθρια κηπευτικά, οπωροφόρα, Εσπεριδοειδή	Κηπευτικά θερμοκηπίου, Υποτροπικά, Καλλωπιστικά
	Ελαχ. $m^3/στρ$	Μεγ. $m^3/στρ$	Ελαχ. $m^3/στρ$	Μεγ. $m^3/στρ$	$M^3/στρ$	$M^3/στρ$
Απρίλιος	25-30	50-60	-	30	50	50
Μάιος	25-30	50-60	20	40	60	70
Ιούνιος	25-30	50-60	20	60	80	100
Ιούλιος	35-40	100- 120	40	60	100	110
Αύγουστος	25-30	25-30	30	50	80	90
Σεπτέμβριος	15-20	25-30	20	30	60	60
Οκτώβριος	-	-	20	30	50	50
Σύνολο (ετήσια κατανάλωση σε $m^3/στρ$.)	150-180	300- 360	150	300	480	530

Πλέον σημαντική χρήση του νερού σε ένα Δ.Δ. είναι και η ύδρευση του πληθυσμού του. Μια αξιοσημείωτη ιδιαιτερότητα της Κρήτης στον τομέα αυτόν είναι το ότι κατά περιόδους παρατηρούνται μικρές ή μεγάλες μεταβολές στον πληθυσμό κάποιων περιοχών της. Αυτό το φαινόμενο παρουσιάζεται ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (αφού κατά κύριο λόγο οφείλεται στον τουρισμό) και χρήζει ιδιαίτερης μελέτης αφ' ενός γιατί προκαλεί σημαντικές μεταβολές στις απαιτούμενες, για ύδρευση, ποσότητες νερού και αφ' ετέρου γιατί δημιουργεί μια έντονη ανταγωνιστικότητα μεταξύ ύδρευσης και άρδευσης αφού έχουμε μια αύξηση των

αναγκών σε νερό και για τις δύο χρήσεις την ίδια περίοδο δηλ. το καλοκαίρι. Κατά την επίσκεψη στο κάθε Δ.Δ., θα πρέπει να συλλεχθούν στοιχεία για τον αριθμό των οικισμών του, τον αριθμό των μόνιμων και εποχιακών κατοίκων κάθε οικισμού καθώς και το από πού υδρεύονται οι οικισμοί αυτοί (πηγή, γεωτρήσεις, λιμνοδεξαμενή κτλ.).

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι και το ότι τα υδρευτικά δίκτυα της Κρήτης παρουσιάζουν υψηλές απώλειες που πολλές φορές, φθάνουν το 30-40 % γεγονός που κάνει ακόμη πιο δύσκολο τον υπολογισμό της κατανάλωσης του νερού για την ύδρευση του πληθυσμού. Λαμβάνοντας υπόψη και αυτό το γεγονός, καθορίστηκε για τις ανάγκες της μελέτης του υδατικού ισοζυγίου ως μέση κατανάλωση τα 220 L/ άτομο και ημέρα οπότε μέσω αυτής και των στοιχείων για τον πληθυσμό του κάθε Δ.Δ. κατέστη δυνατός ο προσδιορισμός των ποσοτήτων νερού που καταναλώνονται για την ύδρευση του πληθυσμού του (Περιφέρεια Κρήτης, 2002).

Η ύπαρξη παντός τύπου βιομηχανιών και βιοτεχνιών σε ένα Δ.Δ. αποτελούν μια ακόμη σημαντική χρήση νερού σε αυτό αφού σημαντικές ποσότητες νερού για τις διάφορες εργασίες τους. Στην Κρήτη οι περισσότερες βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες, εκτός των κύριων αστικών κέντρων, είναι αγροτικού χαρακτήρα δηλ. ελαιοτριβεία, οινοποιεία κτλ. καθώς και κάποιες βιομηχανίες εμφιαλώσεως. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω ύπαρξης μεγάλου λιμανιού, αεροδρομίου, μεγάλης αγοράς αλλά και του γεγονότος ότι αποτελεί διοικητικό κέντρο του νομού οι περισσότερες από τις βιομηχανίες βρίσκονται στην περιοχή της πόλης του Ηρακλείου. Κατά την επίσκεψη στο κάθε Δ.Δ. καταγράφηκαν οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες που υπάρχουν σε αυτό, το είδος τους καθώς και οι ποσότητες νερού που αυτές καταναλώνουν για την κάλυψη των αναγκών τους (σε m³/μήνα). Εκτός από την χρήση του νερού στην βιομηχανική παραγωγή πρέπει να αναφερθεί και το ότι είναι δυνατόν να υποβαθμιστούν σημαντικές ποσότητες νερού με τα απόβλητα τους. Για τον λόγο αυτό εξετάστηκε και το αν διαθέτουν μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων τους. Επίσης πρέπει, ανάλογα πάντα με την χρήση του νερού σε αυτές, να εξετάζεται η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υγρών απόβλητων για την κάλυψη όλων ή μέρους των αναγκών τους.

Στην Κρήτη η κτηνοτροφία είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη. Στις αστικές και ημιαστικές περιοχές η κτηνοτροφία περιορίζεται συνήθως στο επίπεδο της εκτροφής ζώων για την κάλυψη των αναγκών της κάθε οικογένειας και όχι επιχειρηματικά. Οργανωμένες κτηνοτροφικές ζώνες υπάρχουν κυρίως στις ορεινές περιοχές. Πάντως, άσχετα από το βαθμό ανάπτυξης της κτηνοτροφίας, η εκτροφή των ζώων δεν παύει να είναι μια διαδικασία που απαιτεί κάποιες ποσότητες νερού που σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσαν να θεωρηθούν αμελητέες στην μελέτη του υδατικού ισοζυγίου μιας περιοχής. Στον Πίνακα 2 αναφέρονται ανάγκες σε νερό ανά κατηγορία ζώων, όπως αυτές καθορίζονται από το Υπουργείο Γεωργίας.

Πίνακας 2.1. Ανάγκες σε νερό ανά κατηγορία ζώων σε L/ημέρα/ζώο όπως καθορίζονται από το Υπ. Γεωργίας.

Κατηγορία ζώων	Υδρευτικές ανάγκες (L/ημέρα ζώο⁻¹)
Υποείδη	20
Αγελάδες αβελτίωτες	60
Αγελάδες βελτιωμένες	80
Αγελάδες ξενικές	100
Μόσχοι-ταύροι	20
Χοιρομητρες (με παράγωγα)	100
Αιγοπρόβατα	7
Όρνιθες (ανά 100 πτηνά)	30
Κουνέλια	3

Επομένως για την μελέτη του υδατικού ισοζυγίου κάθε Δ.Δ., θα πρέπει να γνωρίζουμε τα είδη των ζώων που εκτρέφονται από τους κατοίκους του καθώς και τον αριθμό των ζώων ανά είδος. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με τις ανάγκες σε νερό που έχει κάθε κατηγορία ζώων (Πίνακας 2.2), θα μας βοηθήσουν στον υπολογισμό των συνολικών ποσοτήτων νερού που χρησιμοποιούνται σε ένα Δ.Δ. για την κτηνοτροφία.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι για τη μελέτη του υδατικού ισοζυγίου σε επίπεδο Δ.Δ. ακολουθείται μια απλούστερη μεθοδολογία η οποία δεν θα χρησιμοποιήσει πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα και παραμέτρους. Η μεθοδολογία που προτείνεται μέσα από αυτή την εργασία βασίζεται στην επίσκεψη σε κάθε Δ.Δ. και στην συνέντευξη-συζήτηση με τον υπεύθυνο μηχανικό αλλά ακόμη και με κατοίκους. Αυτοί είναι που γνωρίζουν καλύτερα από κάθε άλλον τις ανάγκες και τα προβλήματα του τόπου τους και μπορούν να μας βοηθήσουν να αποκτήσουμε άριστη γνώση των ιδιοτήτων του Δ.Δ.. Κάτι τέτοιο θα έχει ως αποτέλεσμα την ακριβή καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης, ακόμη και του πιο μικρού Δ.Δ., τόσο ως προς την προσφορά και τη ζήτηση του νερού σε αυτό όσο και ως προς τις δυνατότητες βελτίωσης. Γνωρίζοντας τα στοιχεία αυτά θα μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε τα πρόβλημα του ελλειμματικού υδατικού ισοζυγίου με λύσεις που θα εστιάζονται στον τόπο που θα υπάρχει το πρόβλημα.

2.3. Συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων δεδομένων

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην ερευνητική αυτή προσπάθεια συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την πλέον αντικειμενική εκτίμηση της υπάρχουσας και πραγματικής κατάστασης, αν και η παρουσία ενός καλά ενημερωμένου και χρηματοδοτούμενου κεντρικού οργάνου κρίνεται ως απολύτως απαραίτητη. Η Περιφέρεια Κρήτης, καταβάλει συστηματικές προσπάθειες διατήρησης και ανανέωσης των δεδομένων που έχει στη διάθεση της αλλά η ανυπαρξία ενός συστηματικού δικτύου ανταλλαγής πληροφοριών με τους επιμέρους Δήμους έχει δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα.

Πέρα από την Περιφέρεια Κρήτης (www.crete-region.gr), στοιχεία συλλέχθηκαν ακόμα από:

- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (www.statistics.gr)
- Υπουργείο Γεωργίας (www.minagric.gr),
- Υπουργείο Δημοσίων Έργων Χωροταξίας και Περιβάλλοντος (www.minenv.gr)
- Δήμους και Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης
- Τοπικούς ΤΟΕΒ

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν περιλαμβάνουν:

- Τις μηνιαίες βροχοπτώσεις ανά Δήμο για τα τελευταία 20 χρόνια με βάση τα δεδομένα που καταγράφουν οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί.
- Τις μηνιαίες εξατμίσεις ανά Δήμο για τα τελευταία 20 χρόνια με βάση τα δεδομένα που καταγράφουν οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί
- Τις μηνιαίες θερμοκρασίες ανά Δήμο για τα τελευταία 20 χρόνια με βάση τα δεδομένα που καταγράφουν οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί
- Το μόνιμο πληθυσμό όλων των οικισμών του κάθε Δ.Δ. με βάση την απογραφή του 2001.
- Τον εποχιακό πληθυσμό όλων των οικισμών του κάθε Δ.Δ. με βάση την απογραφή του 2001.
- Τον αριθμό των διαφόρων ζώων που υπάρχουν ανά Δ.Δ. με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας για το 2002.
- Τις αρδευόμενες και μη γεωργικές εκτάσεις ανά Δ.Δ. για το 2003, με βάση στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, των Δήμων και των κατά τόπους ΤΟΕΒ.
- Την ύπαρξη βιομηχανικών μονάδων συμπεριλαμβανομένων ελαιοτριβείων και εμφιαλωτηρίων νερού ή αναψυκτικών καθώς και την κατανάλωση νερού για κάθε μια από αυτές (εποχιακή και ποσοτική καταγραφή) για κάθε Δ.Δ.. Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν από τους Δήμους.
- Τις παροχές γεωτρήσεων και πηγών για κάθε Δ.Δ. αλλά και την ύπαρξη, λειτουργικότητας και όγκου δεξαμενών, λιμνοδεξαμενών και φραγμάτων.
- Τις μεταφορές-τροφοδοσίες νερού προς άλλα Δ.Δ. ή την εισροή νερού από άλλα Δ.Δ., με βάση στοιχεία των Δήμων, ΔΕΥΑ και ΤΟΕΒ.

Γίνεται φανερό ότι ο όγκος των διαχειριζόμενων στοιχείων ήταν εξαιρετικά μεγάλος. Πολλές φορές υπήρξαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των δεδομένων από διαφορετικές υπηρεσίες για τα ίδια Δ.Δ. ή ακόμη και ανυπαρξία δεδομένων. Συχνή φυσικά ήταν και η επιφυλακτικότητα παροχής των πληροφοριών αυτών. Είναι σημαντικό όμως να σημειωθεί ότι οι πλειοψηφία των εργαζομένων και υπευθύνων στις διάφορες υπηρεσίες κεντρικές και μη παρείχαν κάθε δυνατή βοήθεια στην ερευνητική ομάδα.

2.4. Μεθοδολογία εκτίμησης ισορροπίας υδατικού ισοζυγίου – επάρκειας υδατικών πόρων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ένας από τους στόχους αυτής της εργασίας ήταν η δημιουργία και αξιολόγηση της ακρίβειας της μεθοδολογίας εκτίμησης της επάρκειας των υδατικών πόρων μιας περιοχής με τη χρήση εύκολα προσβάσιμων δεδομένων και εργαλείων. Για το λόγο αυτό έγιναν και οι παρακάτω οι υπολογισμοί:

Κατανάλωση νερού πλην της άρδευσης. Για την εκτίμηση της ποσότητας νερού που καταναλώνεται στη διάρκεια των πέντε μηνών της καλοκαιρινής και αρδευτικής περιόδου σε κάθε Δ.Δ. προστέθηκαν οι παρακάτω επιμέρους ποσότητες:

- i Η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από τους μόνιμους κατοίκους ενός Δ.Δ. η οποία και εκτιμήθηκε σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία στα 220 L/ημέρα και κάτοικο.
- ii Ο αριθμός των κλινών ξενοδοχείων και άλλων τουριστικών διαμερισμάτων του Δ.Δ. διπλασιάστηκε και στη συνέχεια αντιστοιχήθηκε με 220 L/ημέρα και κλίνη. Με αυτό τον τρόπο ελήφθησαν υπόψη οι κατά πολύ μεγαλύτερες καταναλώσεις σε ένα ξενοδοχείο από ότι σε ένα σπίτι.
- iii Η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από το σύνολο των ζώων σε κάθε Δ.Δ. σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας.
- iv Η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από βιομηχανικές δραστηριότητες
- v Η ποσότητα νερού που εκρέει προς άλλα Δ.Δ..

Νερό που απομένει για άρδευση. Για τον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που μπορεί να διατεθεί για άρδευση η παραπάνω υπολογισμένη κατανάλωση νερού αφαιρέθηκε από την ποσότητα του νερού που εισέρχεται στο Δ.Δ. στην ίδια χρονική περίοδο (Μάιος έως και Σεπτέμβριος):

- Μέσω γεωτρήσεων και πηγών που ανήκουν στο Δ.Δ.
- Μέσω εισροών από άλλα Δ.Δ.

Ανάγκες για την άρδευση. Με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για τις αρδευόμενες και μη εκτάσεις για κάθε Δ.Δ. υπολογίστηκαν:

- Η ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών σε νερό των ήδη αρδευόμενων εκτάσεων του κάθε Δ.Δ. για την περίοδο Μαΐου - Σεπτεμβρίου.

- Η ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών σε νερό του 50 % των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων του κάθε Δ.Δ. για την περίοδο Μαΐου - Σεπτεμβρίου.
- Η ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών σε νερό του 75 % των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων του κάθε Δ.Δ. για την περίοδο Μαΐου - Σεπτεμβρίου.

Κάλυψη αναγκών άρδευσης. Με βάση την ποσότητα νερού που υπάρχει διαθέσιμη σε κάθε Δ.Δ., μετά την αφαίρεση των ποσοτήτων που χρησιμοποιούνται κυρίως για ύδρευση αλλά και την πρόσθεση των ποσοτήτων που υπάρχουν διαθέσιμες σε φράγματα και λιμνοδεξαμενές, υπολογίστηκε το ποσοστό κάλυψης των αναγκών για άρδευση:

- ⇒ Των ήδη αρδευόμενων εκτάσεων
- ⇒ Του 50 % των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων
- ⇒ Του 75 % των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων

Πίνακας 2.1. Κάλυψη των αναγκών των αρδευόμενων καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
0 – 5	12
5 –10	11
10 – 15	10
15 – 20	9
20 – 25	8
25 – 30	7
30 – 35	6
35 - 40	5
40 – 50	4
50 – 60	3
60 – 70	2
70 – 80	1
80 – 100	0

Η ολοκλήρωση των υπολογισμών αυτών πραγματοποιήθηκε αυτόματα με τη χρήση EXCEL που είναι ένα από τα πιο κοινά και εύχρηστα υπολογιστικά εργαλεία. Αποτέλεσμα των υπολογισμών αυτών ήταν τρία ποσοστά. Με βάση τους Πίνακες 2.1, 2.2, και 2.3 αντιστοιχήθηκε σε κάθε ποσοστό μια βαθμολογία. Η βαθμολογία αυτή έχει ένα σχετικό χαρακτήρα με τις μέγιστες τιμές να αντιστοιχούν στα μικρότερα ποσοστά δηλαδή στη μεγαλύτερη έλλειψη νερού.

Πίνακας 2.2. Κάλυψη των αναγκών για άρδευση του 50 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
0 – 10	6
10 - 20	5
30 – 40	4
40 – 50	3
50 – 60	2
60 – 70	1
70 – 100	0

Γίνεται επίσης φανερό ότι υπάρχει μια σχέση μεταξύ των βαθμολογιών που παρουσιάζονται σε κάθε Πίνακα, που αποδίδει και τη σχετική σημασία των μεγεθών. Έτσι ο Πίνακας 2.1 που αποδίδει τη σημερινή και υπάρχουσα κατάσταση έχει μεγαλύτερη σημασία σε σχέση με το Πίνακα 2.2 ο οποίος με τη σειρά του έχει μεγαλύτερη σημασία από τον Πίνακα 2.3. Αυτό αποτελεί μια απόφαση λογικής που στηρίζεται στη σημασία που έχει για την περιοχή η κάλυψη των υπαρχουσών αναγκών σε νερό δηλαδή μιας πραγματικής και υφιστάμενης κατάστασης και στη συνέχεια η εκτίμηση τυχόν επεκτάσεων. Η χρήση των συγκεκριμένων αριθμών (βαθμών) έγινε για λόγους ευκολίας υπολογισμών. Η επιλογή άλλων αριθμών που θα διατηρούν όμως μεταξύ των Πινάκων μια σχέση παρόμοια με αυτή που παρουσιάζεται εδώ αναμένεται να οδηγήσει στα ίδια περίπου συμπεράσματα.

Πίνακας 2.2. Κάλυψη των αναγκών για άρδευση του 75 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
0 – 25	3
25 - 50	2
50 – 75	1
75 – 100	0

Πίνακας αθροισμάτων. Με βάση τη βαθμολογία που παρουσιάζεται στους Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3 και με βάση τον Πίνακα 2.4. καταρτίστηκε ο Πίνακας 2.5. Στον Πίνακα αυτό το κάθε Δ.Δ. με βάση το συνολικό άθροισμα που έχει συλλέξει (σκορ) κατατάσσεται σε μια από τις τέσσερις υπάρχουσες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές θα μπορούσαν σε ένα περιβάλλον GIS να αντιστοιχούν σε διαφορετικούς χρωματισμούς όπως για παράδειγμα:

- Ομάδα Α: **Βαθύ Μπλε**
- Ομάδα Β: **Γαλάζιο**
- Ομάδα Γ: **Μπεζ**
- Ομάδα Δ: **Έντονο Κίτρινο**

Πίνακας 2.4. Ομαδοποίηση και επεξήγηση αθροισμάτων

Κατηγορία	Ομάδα Α	Ομάδα Β	Ομάδα Γ	Ομάδα Δ
Κάλυψη των αναγκών των αρδευόμενων καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 - 3	4 – 6	7 -9	9 – 12
Κάλυψη των αναγκών για άρδευση του 50 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 – 2	2 – 3	3 - 5	5 – 6
Κάλυψη των αναγκών για άρδευση του 75 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 – 1	1	2	3
Σύνολο	0- 6	7 - 11	12 - 16	17 – 21

Πίνακας 2.5. Αντιστοιχία αποτελεσμάτων και υδατικών ισοζυγίων

Βαθμολογία	Ομάδα	Σχόλιο
0 – 6	A	Το υδατικό ισοζύγιο υπερκαλύπτει τις ανάγκες σε νερό, τόσο τώρα όσο και τα επόμενα 10 χρόνια.
7 – 11	B	Το υδατικό ισοζύγιο βρίσκεται σε οριακό σημείο, στην παρούσα περίοδο, και ενδεχόμενες προβλεπόμενες προσεχείς επεμβάσεις (οικιστική ανάπτυξη, τουρισμός κ.λ.π) είναι πιθανόν να το ανατρέψει.
12 – 16	Γ	Περιοχές που το υδατικό ισοζύγιο είναι αρνητικό και οι ανάγκες θα μπορούσαν να καλυφθούν με τη μεταφορά νερού από σημαντικές αποστάσεις.
17 - 21	Δ	Περιοχές στις οποίες το υδατικό ισοζύγιο είναι εξαιρετικά αρνητικό και στις οποίες είναι αδύνατον να βρεθεί μια οικονομική και τεχνικά εφικτή λύση.

2.5. Μεθοδολογία εκτίμησης βιωσιμότητας επαναχρησιμοποίησης

Δεύτερο ζητούμενο του έργου ήταν η δημιουργία και αξιολόγηση μιας απλουστευμένης μεθοδολογίας που θα επιτρέψει την εκτίμηση της σημασίας άρα και της βιωσιμότητας της επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων ως μέσο αντιμετώπισης ελλειμματικών υδατικών ισοζυγίων. Για το σκοπό αυτό μια σειρά παραμέτρων εκτιμήθηκαν και συνδυάστηκαν.

Ποσότητα παραγόμενων αστικών υγρών αποβλήτων. Η ποσότητα αυτή υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό του αριθμού ισοδύναμων κατοίκων με την ανά κάτοικο παραγόμενη ποσότητα ανά ημέρα. Με βάση τα Ευρωπαϊκά δεδομένα η ποσότητα αυτή θεωρήθηκε 150 L/day ενώ ο αριθμός των ισοδύναμων κατοίκων υπολογίστηκε μετά από αύξηση του πληθυσμού των οικισμών κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό. Το ποσοστό αυτό είναι 10 % για οικισμούς μέχρι 1.000 κατοίκους, 15 % για οικισμούς μέχρι και 10.000 κατοίκους και 20 % για οικισμούς άνω των 10.000 κατοίκων. Έτσι για παράδειγμα στον οικισμό A με πληθυσμό 625 κατοίκων ο αριθμός ισοδύναμων κατοίκων είναι 688 ενώ στον οικισμό B με πληθυσμό 12.355 ο αριθμός ι.κ. είναι 14.826. Οι υπολογισμοί έγιναν σε μηνιαία βάση.

Η ποσότητα που υπολογίστηκε παραπάνω για κάθε μήνα του έτους αθροιστικά δεν αντιστοιχεί στην πραγματικά διαθέσιμη για άρδευση ποσότητα, καθώς οι αρδεύσεις λαμβάνουν χώρα (όπως αναφέρθηκε και παραπάνω) μόνο μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου. Έτσι υπολογίστηκε η συνολική ποσότητα που είναι διαθέσιμη για άμεση επαναχρησιμοποίηση μόνο στο διάστημα των πέντε αυτών μηνών. Δηλαδή για τον οικισμό Α η ποσότητα αυτή είναι 5 μήνες x 30 ημέρες x 688 ι.κ. x 150 L = 15.480 m³.

Κάλυψη ελλειμμάτων άρδευσης. Στην παράγραφο 2.4 υπολογίστηκε η συνολική ποσότητα του ελλείμματος σε νερό για άρδευση, για τρεις περιπτώσεις, ανάλογα το ποσοστό των εκτάσεων που θα αρδευόταν. Σε κάθε μια από τις τρεις περιπτώσεις οι ποσότητες που έλλειπαν υπολογίστηκαν για την αρδευτική περίοδο. Η ποσότητα υγρών αποβλήτων που υπολογίστηκε παραπάνω χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί το ποσοστό των παραπάνω αναφερόμενων τριών ελλειμμάτων που καλύπτει. Στους Πίνακες 2.6, 2.7 και 2.8 παρουσιάζεται η αντιστοιχία των ποσοστών αυτών με μια βαθμολογία.

Πίνακας 2.6. Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών των ήδη αρδευόμενων καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
< 0*	0
0 – 10	1
10 – 20	2
20 – 30	4
30 – 40	8
40 – 50	16
50 – 60	32
60 – 70	38
70 – 80	44
80 – 90	50
90 – 100	56

* Το ισοζύγιο είναι θετικό

Πίνακας 2.7. Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών για άρδευση του 50 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
< 0*	0
0 – 20	2
20 – 40	4
40 – 60	8
60 – 80	16
80 – 100	32

* Το ισοζύγιο είναι θετικό

Πίνακας 2.8. Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών για άρδευση του 75 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
< 0*	0
0 – 20	8
20 – 40	16
40 – 60	32
60 – 80	38
80 – 100	44

* Το ισοζύγιο είναι θετικό

Κάλυψη των αναγκών άρδευσης του 10 % της συνολικής έκτασης ελαιώνων.

Η παρουσία της παραμέτρου αυτής είναι εξαιρετικά σημαντική μια και εκτιμάται ότι το σύνολο των ποσοτήτων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θα επαναχρησιμοποιούνται στην άρδευση της συγκεκριμένης καλλιέργειας για τρεις κυρίως λόγους. Πρώτον διότι είναι δεντρούδεις καλλιέργειες άρα απαιτούν μικρότερο βαθμό επεξεργασίας για την επίτευξη ικανοποιητικού βαθμού ασφάλειας των καταναλωτών. Δεύτερον διότι είναι η πλέον κοινή καλλιέργεια σε όλο το νησί και τρίτων διότι πολλοί καλλιεργητές επιλέγουν να τις αρδεύουν ή / και το χειμώνα.

Πίνακας 2.9. Κάλυψη των αναγκών άρδευσης του 10 % του συνόλου των συνολικών εκτάσεων ελαιώνων

Ποσοστό κάλυψης αναγκών	Βαθμολογία
0 – 20	2
20 – 40	4
40 – 60	8
60 – 100	16

Υπολογίζονται η συνολική ποσότητα νερού που απαιτείται για την πλήρη ικανοποίηση των αρδευτικών αναγκών των εκτάσεων εκείνων που ήδη αρδεύονται από το Μάιο μέχρι και Σεπτέμβριο. Από την ποσότητα αυτή απομονώνουμε το 10 % και συγκρίνουμε αυτό με τη συνολική ποσότητα υγρών αποβλήτων που είναι διαθέσιμα την ίδια χρονική περίοδο. Η επιλογή του 10 % ως συγκρίσιμου μεγέθους έγινε με βάση εμπειρικές προσεγγίσεις. Το ποσοστό που προκύπτει αντιστοιχεί και αυτό σε ένα βαθμολόγιο που παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.9.

Πίνακας 2.9. Ομαδοποίηση και επεξήγηση αθροισμάτων

Κατηγορία	Ομάδα I	Ομάδα II	Ομάδα III	Ομάδα IV
Επάρκεια υδατικού ισοζυγίου (από 2.4)	0 - 11	12 - 16	17 - 21	21
Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών των αρδευόμενων καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 – 1	1 – 4	4 – 16	16 – 56
Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών για άρδευση του 50 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 - 2	2	2 – 8	8 – 32
Κάλυψη του ελλείμματος των αναγκών για άρδευση του 75 % των καλλιεργούμενων εκτάσεων	0 - 8	8	8 - 16	16 – 44
Κάλυψη των αναγκών άρδευση του 10 % της συνολικής έκτασης ελιάς	0 - 2	2	2 – 8	8 – 16
Σύνολο	0 - 24	25 - 32	33 - 69	70 – 169

Πίνακας αθροισμάτων. Με βάση τη βαθμολογία που παρουσιάζεται στους Πίνακες 2.6, 2.7, 2.8 και 2.9 και με βάση τον Πίνακα 2.10 καταρτίστηκε ο Πίνακας 2.11. Στον Πίνακα αυτό το κάθε Δ.Δ., με βάση το συνολικό άθροισμα που έχει συλλέξει (σκορ), κατατάσσεται σε μια από τις τέσσερις υπάρχουσες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές

θα μπορούσαν σε ένα περιβάλλον GIS να αντιστοιχούν σε διαφορετικούς χρωματισμούς όπως για παράδειγμα:

- Ομάδα I: **Μπλε ή Γαλάζιο** (δες παράγραφο 2.4)
- Ομάδα II: **Λευκό**
- Ομάδα III: **Πορτοκαλί**
- Ομάδα IV: **Κόκκινο**

Πίνακας 2.11. Αντιστοιχία αποτελεσμάτων και σημασίας – βιωσιμότητας επαναχρησιμοποίησης

Βαθμολογία	Ομάδα	Σχόλια
0 – 24	I	Δε χρειάζεται η επαναχρησιμοποίηση. Η κάλυψη των αναγκών σε νερό είναι ικανοποιητική ως έχει.
25 – 37	II	Περιοχές που η επαναχρησιμοποίηση δε θα βοηθούσε σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος και είναι αναγκαία η λήψη άμεσων και πολλαπλών μέτρων
38 – 79	III	Περιοχές που καλύπτουν μερικώς τις προϋποθέσεις και η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα αποτελούσε σημαντικό μέρος μιας συνολικής ολοκληρωμένης πρότασης διαχείρισης των υδατικών πόρων.
79 - 209	IV	Περιοχές που καλύπτουν όλες τις προϋποθέσεις και η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα αποτελούσε σημαντική λύση.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος θα γίνει λεπτομερής ανάλυση της εφαρμογής των δύο μεθόδων σε ένα Δημοτικό Διαμέρισμα ενός χαρακτηριστικού Δήμου (Δήμος Ρούβα), έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η αλληλουχία υπολογισμών και εξαγωγής συμπερασμάτων. Στη συνέχεια στο δεύτερο μέρος θα παρουσιαστούν συνολικά αποτελέσματα για περισσότερα από 30 Δ.Δ. διαφόρων Δήμων του Νομού Ηρακλείου

3.1. Λεπτομερής εφαρμογή των μεθοδολογιών στο Δημοτικό Διαμέρισμα Γέργερης του Δήμου Ρούβα

Στο Δήμο Ρούβα υπάρχει ένας μετεωρολογικός σταθμός στο Δ.Δ. Γέργερης, κοντά στον ομώνυμο οικισμό. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν προέρχονται από την Υπηρεσία Έγγειων Βελτιώσεων (ΥΕΒ) αναφέρονται στην περίοδο του 1972 έως και 2000, και είναι τα ακόλουθα:

- α) το ύψος των βροχοπτώσεων (Πίνακας 3.1),
- β) την εξάτμιση (Πίνακας 3.2), και
- γ) τις θερμοκρασίες (Πίνακας 3.3).

για την περίοδο από το έτος 1972 έως και το έτος 2000

Στο Δ.Δ. Γέργερης του Δήμου Ρούβα δεν υπάρχει καμία εισροή νερού από όμορους Δήμους ή άλλα Δ.Δ. που να είναι άμεσα αξιοποιήσιμη. Φόρτιση του Υπόγειου Υδροφόρου Ορίζοντα (ΥΥΟ), που τροφοδοτεί τις πηγές, από βροχοπτώσεις σε άλλες γειτονικές περιοχές και βουνοπλαγιές δε λαμβάνεται υπόψη. Άλλωστε ένας τέτοιος υπολογισμός θα ήταν εξαιρετικά δύσκολος και πολύπλοκος και έξω από το πνεύμα της έρευνας αυτής.

Το μοντέλο εκτίμησης του υδατικού ισοζυγίου για το Δ.Δ. Γέργερης παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.1. Όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία, το διάγραμμα αυτό προέκυψε από τροποποιήσεις και προσαρμογές του Διαγράμματος 2.1, στα χαρακτηριστικά του Δ.Δ..

Πίνακας 3.1. Βροχόπτωση ανά μήνα και έτος (mm).

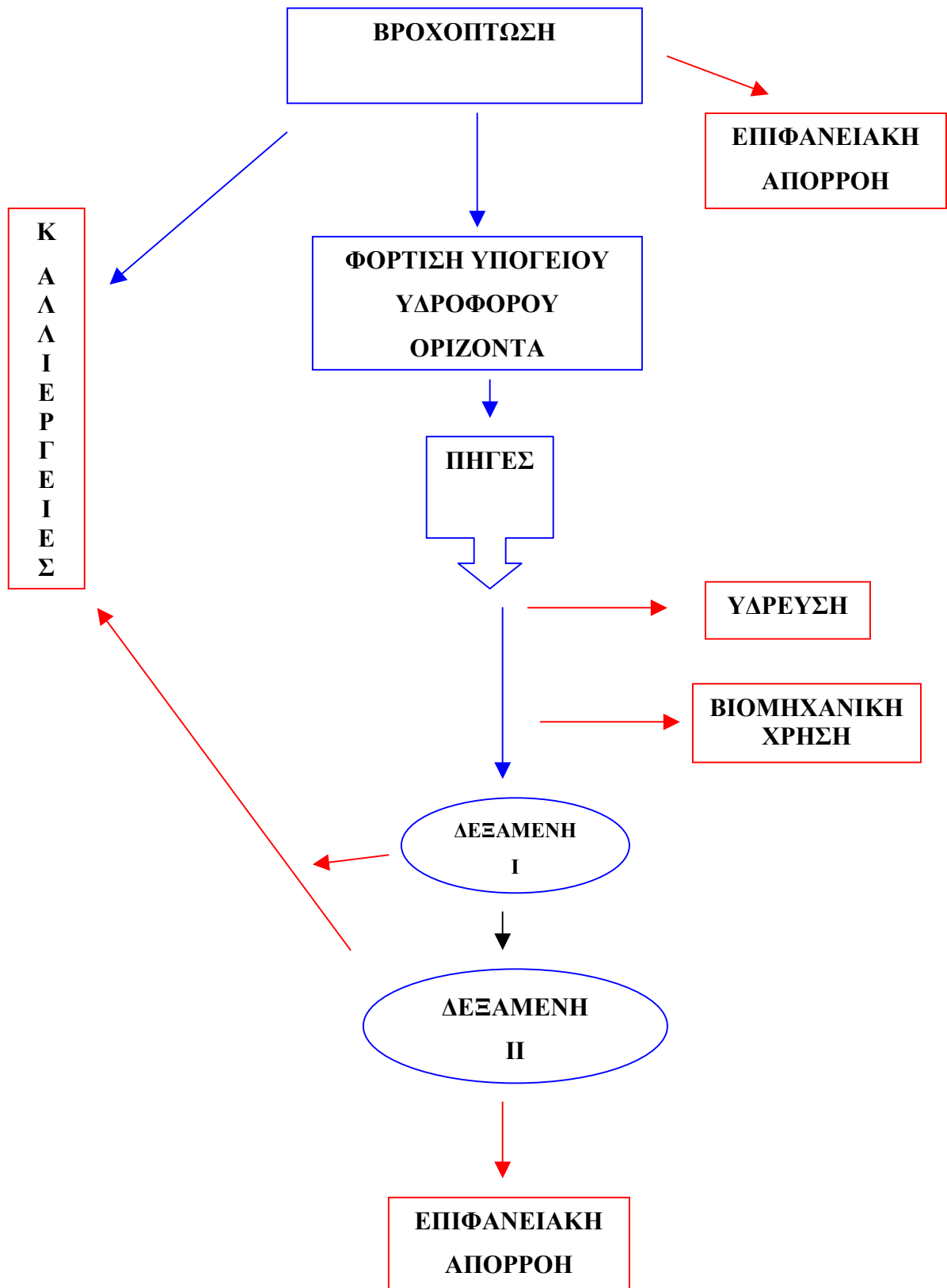
ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ												Μ.Ο.	ΣΥΝΟΛΟ
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ		
1972	124,5	123,5	105,5	40,4	27,7	0,0	0,0	0,0	5,0	91,8	79,0	92,0	57,5	689,4
1973	126,5	158,5	21,8	71,5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	47,0	133,0	113,5	56,7	695,7
1974	230,2	100,5	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	36,0	128,5	127,5	58,0	695,7
1975	284,0	110,0	50,5	28,0	56,5	3,0	0,0	0,0	0,0	10,0	22,5	188,5	62,8	753,0
1976	217,5	203,0	151,5	37,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,0	174,0	116,5	81,1	973,0
1977	69,0	29,0	79,5	28,5	6,0	0,0	0,0	0,0	116,0	27,0	66,5	276,5	58,2	698,0
1978	330,0	261,0	119,5	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	117,0	16,0	193,5	90,4	1085,0
1979	124,5	134,0	66,0	49,0	35,0	21,5	0,0	0,0	0,0	13,0	231,0	212,0	73,8	886,0
1980	80,0	96,5	61,0	25,5	19,5	1,0	0,0	0,0	6,0	49,0	39,0	337,0	59,5	714,5
1981	467,5	172,0	16,5	23,5	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	111,5	294,5	91,6	1099,0
1982	73,5	255,5	125,5	27,5	44,0	3,0	0,0	0,0	28,0	23,0	58,5	176,5	91,6	815,0
1983	116,0	148,0	76,5	11,0	1,0	10,0	25,0	2,0	16,0	35,0	169,5	288,0	67,9	898,0
1984	129,0	141,5	57,5	111,5	0,5	0,0	13,5	0,0	0,0	5,5	290,5	146,0	74,8	895,5
1985	306,5	95,0	97,5	79,5	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,5	69,0	105,0	74,6	853,0
1986	206,0	103,5	20,0	0,5	55,0	0,0	0,0	0,0	71,2	68,7	93,3	179,0	71,1	797,2
1987	213,5	106,0	154,8	139,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	170,5	160,5	66,4	962,3
1988	171,0	227,5	182,5	15,5	15,0	0,0	0,0	0,0	2,5	70,5	310,5	134,5	80,2	1129,5
1989	65,0	9,0	90,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,0	150,5	20,0	94,1	279,0
1990	22,0	115,0	16,0	48,0	0,0	0,0	0,0	8,0	5,0	10,0	92,0	190,5	25,4	506,5
1991	81,5	115,5	32,5	51,0	14,5	2,0	0,0	2,0	0,5	88,5	39,0	294,5	42,2	721,5
1992	52,5	146,0	84,5	72,0	0,5	2,5	3,5	0,0	0,0	0,0	96,0	195,0	60,1	652,5
1993	154,0	165,0	39,0	19,0	43,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	248,0	70,5	61,7	740,5
1994	347,3	176,0	47,2	35,6	56,6	0,0	0,0	0,0	0,0	145,0	244,7	238,6	107,6	1291,0
1995	210,8	87,4	113,3	48,0	0,0	0,5	2,2	0,0	10,5	14,6	211,6	151,3	70,9	850,2
1996	439,8	191,7	214,2	24,4	28,2	0,0	0,0	0,0	48,5	45,5	37,5	355,0	115,4	1384,8
1997	71,6	160,2	219,1	21,5	46,2	1,0	0,0	0,0	6,7	112,0	84,1	256,9	81,6	979,3
1998	149,5	26,3	227,5	16,2	36,7	0,0	0,0	0,0	2,4	51,2	189,4	141,3	70,0	840,5
1999	241,7	119,8	93,3	25,1	7,6	0,0	0,0	0,0	31,7	16,5	23,4	184,5	62,0	743,6
2000	235,7	127,5	68,0	19,5	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8	324,4	213,2	86,1	1033,1
M.O.	184,2	134,6	93,1	38,0	18,6	1,6	1,5	0,5	13,0	47,4	134,0	188,0	71,2	854,5

Πίνακας 3.2. Εξάτμιση ανά μήνα και έτος (mm).

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ												Μ.Ο.	ΣΥΝΟΛΟ
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ		
1972	8,7	23,0	43,6	77,4	117,3	201,2	204,0	249,5	171,0	87,8	83,4	51,4	109,9	1318,3
1973	33,8	28,2	55,0	69,2	163,8	216,5	281,5	302,5	208,5	102,3	39,0	44,1	128,7	1544,4
1974	31,8	47,7	56,7	66,1	90,1	155,7	306,0	191,2	155,4	90,1	45,6	28,8	105,4	1265,2
1975	31,6	38,2	69,9	103,3	114,1	201,3	240,6	220,5	231,5	103,7	49,1	28,8	119,4	1432,6
1976	19,7	27,4	40,4	66,9	120,9	194,2	215,0	223,6	152,7	100,5	70,8	83,7	109,7	1315,8
1977	49,6	70,3	100,8	171,6	234,5	285,1	437,3	404,9	241,1	128,9	76,7	52,3	187,8	2253,1
1978	46,8	57,2	71,8	124,3	235,1	280,8	436,1	388,4	153,6	126,9	98,7	53,4	172,8	2073,1
1979	42,8	58,1	95,3	118,7	184,9	280,7	344,8	282,9	253,8	135,1	78,7	64,9	161,7	1940,7
1980	48,3	38,4	56,5	93,2	153,0	180,6	308,7	349,0	232,6	114,8	73,8	39,2	140,7	1688,1
1981	33,6	43,4	94,9	130,4	183,9	239,8	313,2	258,7	202,1	143,3	80,4	46,9	147,6	1770,6
1982	52,5	52,5	104,1	117,1	187,8	275,3	311,8	286,3	241,0	171,2	102,1	73,5	164,6	1975,2
1983	75,8	30,7	57,5	107,6	196,4	225,8	283,9	337,5	205,0	133,2	61,6	50,5	147,1	1765,5
1984	55,0	64,2	92,7	82,4	204,7	258,8	359,6	335,7	206,7	194,2	50,9	52,9	163,1	1957,8
1985	53,5	46,2	68,3	150,1	210,9	237,6	448,8	387,1	294,1	123,9	71,4	55,8	179,0	2147,7
1986	76,8	75,5	67,8	144,2	211,9	231,4	313,0	292,1	213,9	129,5	78,5	57,4	157,7	1892,0
1987	74,9	50,9	68,2	120,6	143,1	244,4	315,9	304,8	272,1	150,8	67,1	35,5	154,0	1848,3
1988	39,6	35,5	55,8	123,0	194,8	244,2	396,6	299,2	229,5	122,9	57,8	41,5	153,4	1840,4
1989	63,6	62,4	94,9	160,8	190,0	189,0	336,1	251,1	171,3	89,7	60,5	47,2	143,1	1716,6
1990	62,3	58,6	120,0	118,1	199,2	267,4	361,7	218,3	196,8	155,1	63,0	36,8	154,8	1857,3
1991	29,3	31,9	89,2	100,7	139,4	266,8	295,8	278,2	210,4	142,6	51,2	33,0	139,0	1668,5
1992	43,7	32,8	63,1	106,2	157,6	219,2	275,6	286,7	244,6	141,6	91,1	49,7	142,7	1711,9
1993	46,2	84,3	89,6	136,9	141,6	248,1	329,3	357,4	214,2	169,1	59,0	58,2	161,2	1933,9
1994	33,8	40,6	91,3	143,1	211,5	275,6	325,6	320,4	245,5	104,5	85,8	51,0	160,7	1928,7
1995	55,7	57,0	76,2	99,9	191,7	260,2	302,6	270,9	180,6	114,6	59,7	66,8	144,7	1735,9
1996	45,4	50,0	60,5	98,3	207,2	276,2	332,2	258,0	146,4	87,1	61,9	45,8	139,1	1669,0
1997	52,6	54,6	77,9	76,7	157,3	210,1	282,6	219,2	219,5	96,0	46,9	55,7	129,1	1549,1
1998	44,5	67,0	80,0	125,2	160,8	233,9	302,5	272,9	156,9	107,3	59,2	40,5	137,6	1650,7
1999	43,5	54,0	81,6	113,7	162,5	209,0	232,0	271,5	134,7	123,9	90,4	67,5	132,0	1584,3
2000	36,2	53,8	83,2	117,9	174,6	245,1	282,1	244,7	139,9	100,3	69,3	63,8	134,2	1610,9
Μ.Ο.	45,9	49,5	76,1	112,5	173,8	236,3	316,4	288,4	204,3	123,8	68,4	50,9	145,5	1746,4

Πίνακας 3.3. Θερμοκρασία ανά μήνα και έτος (C °).

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ												Μ.Ο.
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΩΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
1979	8,3	9,5	9,1	13,0	19,2	23,0	25,0	23,9	23,5	20,7	14,0	11,0	16,7
1980	6,9	8,4	10,2	12,6	17,5	25,6	26,6	25,9	22,2	20,1	17,0	11,1	17,0
1981	6,9	9,5	14,6	15,5	18,7	21,7	25,3	25,3	22,8	21,2	13,1	11,3	17,2
1982	11,0	8,2	10,0	14,3	18,1	24,3	23,6	25,5	24,1	20,2	13,5	9,6	16,9
1983	9,0	7,4	11,0	13,9	19,7	19,7	22,3	24,6	22,9	16,8	14,1	11,4	16,1
1984	10,0	10,0	12,5	12,8	21,0	22,6	24,5	24,3	24,9	20,1	14,9	10,9	17,4
1985	10,9	9,2	11,5	18,3	21,4	24,4	25,3	25,7	22,0	16,7	15,3	12,4	17,8
1986	10,6	10,8	12,0	17,0	18,4	23,1	25,7	26,2	29,0	17,5	12,9	10,2	17,8
1987	9,7	10,5	7,4	13,4	16,5	23,0	26,6	26,0	23,3	17,3	13,2	11,5	16,5
1988	10,5	9,4	11,1	15,0	20,8	25,9	27,4	26,0	26,0	17,7	14,4	10,8	17,9
1989	10,0	9,7	11,5	18,5	18,7	22,1	25,1	25,0	22,4	15,1	13,9	11,5	17,0
1990	8,5	9,5	12,2	15,7	18,5	24,0	25,9	23,9	22,5	19,5	15,5	12,5	17,3
1991	10,5	9,7	13,9	14,6	18,0	23,1	25,0	25,5	22,1	21,6	15,2	8,6	17,3
1992	9,4	8,2	10,6	15,8	17,6	22,9	24,1	26,0	21,7	22,2	16,1	9,4	17,0
1993	9,6	7,8	10,4	14,8	18,0	25,1	25,6	25,5	23,5	22,7	14,3	12,3	17,5
1994	11,7	9,8	12,2	16,6	18,8	22,2	25,4	26,6	26,5	21,3	15,1	10,7	18,1
1995	10,2	13,2	13,0	14,8	19,2	25,2	25,4	24,9	23,4	17,8	13,2	11,9	17,7
1996	10,3	10,2	10,5	13,4	20,7	24,4	26,0	24,8	22,5	18,8	15,3	13,3	17,5
1997	11,6	9,7	12,3	12,1	19,5	24,2	26,2	24,6	22,3	18,4	14,7	13,1	17,4
1998	11,8	11,5	10,4	18,2	18,5	22,5	26,8	26,4	23,6	18,4	15,0	11,0	17,8
1999	11,8	10,2	12,4	14,9	18,4	23,6	24,5	26,1	23,8	21,0	15,9	12,7	17,9
2000	11,0	10,7	11,9	15,6	19,0	24,5	27,1	26,2	24,0	19,5	18,3	13,0	18,4
Μ.Ο.	10,0	9,7	11,4	15,0	18,9	23,5	25,4	25,4	23,6	19,3	14,8	11,4	17,4



Διάγραμμα 3.1. Μοντέλο που δίνει το υδατικό ισοζύγιο του Δ.Δ. Γέργερης.

Μια από τις βασικές εισροές νερού στο Δ.Δ. Γέργερης, είναι όπως αναμενόταν οι βροχοπτώσεις. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1, η μέση ετήσια βροχόπτωση στο Δήμο Ρούβα ξεπερνά τα 800 mm βροχής. Δυστυχώς όμως, γεγονός που είναι σχεδόν κοινό για όλο το νησί, οι πλειονότητα των βροχοπτώσεων αυτών (πάνω από το 90 %) σημειώνονται από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο κάθε χρόνου. Η περίοδος κατά την οποία υπάρχουν οι μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό, κυρίως για την άρδευση των καλλιεργειών (Μάιος – Σεπτέμβριος) συμπίπτει με τις μικρότερες (έως μηδαμινές) βροχοπτώσεις. Το γεγονός αυτό μας αναγκάζει να θεωρήσουμε την άμεση συνεισφορά των βροχοπτώσεων της περιόδου Μαΐου – Σεπτεμβρίου στην άρδευση των καλλιεργειών ως αμελητέα. Επίσης αμελητέα συνεισφορά θεωρείται ότι έχει και η επιφανειακή απορροή λόγω κορεσμού του εδάφους αλλά και του φαινομένου της διάβρωσης αυτού (Περιφέρεια Κρήτης, 2002).

Από τα παραπάνω κατανοούμε ότι η επίδραση των βροχοπτώσεων στο υδατικό ισοζύγιο του Δ.Δ. Γέργερης αφορά βασικά τη φόρτιση του υδροφόρου ορίζοντα και κατ' επέκταση των πηγών που υπάρχουν σε αυτό. Στον Πίνακα 3.4. παρουσιάζονται οι μηνιαίες παροχές των πηγών του Δ.Δ. Γέργερης για την περίοδο από το 1969 έως και το 1987. Δυστυχώς τα τελευταία χρόνια δεν έχει γίνει καμιά αξιολογη προσπάθεια μέτρησης των παροχών, γεγονός που δεν επιτρέπει ουσιαστικές εκτιμήσεις. Από τον πίνακα αυτόν, παίρνοντας το μέσο όρο των παροχών για κάθε μήνα και ανάγοντας τις τιμές αυτές σε m^3 /μήνα προκύπτει ο Πίνακας 3.5 στον οποίο παρουσιάζεται η μέση μηνιαία παροχή των πηγών του Δ.Δ. Γέργερης. Οι ποσότητες που αναφέρονται στον Πίνακα 3.5 θεωρούμε ότι είναι αυτές που εισέρχονται κάθε μήνα στο Δ.Δ. μέσω των πηγών.

Πίνακας 3.4. Μέσες μηνιαίες παροχές (m³/h) των πηγών του Δ.Δ. Γέρμερης για την περίοδο 1969 – 1987

ΥΔΡ.ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ	Μ.Ο.ΕΤΟΥΣ
1969					205,2	209,9	201,6	181,8	187,9	177,8	155,5	143,6	
1970	140,8	140,4	140,8	144,0	142,2	125,3	112,3	89,3	110,5	124,9	124,3	117,0	141,7
1971	111,6	149,4	173,5	163,1	161,3	154,8	163,1	165,6	153,0	169,2	189,0	183,6	143,3
1972	144,0	127,8	150,1	185,4	163,8	147,6	142,2	140,0	158,4	140,4	115,2	115,2	158,0
1973	111,6	109,8	118,8	144,0	118,8	97,2	93,6	93,6	88,2	84,6	88,9	88,9	118,1
1974	91,8	106,2	122,4	124,2	120,6	115,2	108,0	100,8	88,6	82,8	82,8	84,6	103,3
1975	91,8	113,4	135,0	122,4	97,2	93,6	93,6	93,6	86,4	90,0	108,0	104,4	98,3
1976	118,8	244,8	352,8	324,0	280,8	241,2	205,2	183,6	140,4	140,4	158,4	165,6	195,0
1977	154,8	154,8	136,8	104,4	100,8	100,8	100,8	100,8	97,2	90,0	86,4	140,4	129,9
1978	313,2	457,2	586,8	410,4	345,6	334,8	277,2	234,0	216,0	194,4	183,6	180,0	281,1
1979	172,8	162,0	169,2	180,0	180,0	165,6	144,0	133,2					173,4
1980									108,0	100,8	75,6	90,0	
1981	154,8	493,2	478,8	381,6	334,8	313,2	256,6	223,2	187,2	154,8	151,2	151,2	250,8
1982	154,8	194,4	349,2	399,6	331,2	244,8	212,4	190,8	154,8	122,4	115,2	111,6	226,8
1983	118,8	154,8	187,2	158,4	129,6	111,6	108,0	108,0	97,2	90,0	93,6	104,4	131,7
1984	126,0	190,8	234,0	219,6	190,8	165,6	147,6	140,4	133,2	19,6	118,8	158,4	150,0
1985	248,4	324,0	360,0	342,0	223,2	223,2	208,8	194,4	262,8	234,0	226,8	176,4	222,0
1986	176,4	266,4	158,4	158,4	172,8	162,0	147,6	140,4	126,0	111,6	122,4	133,2	190,2
1987	140,4	151,2	176,4	212,4	226,8	241,2	241,2	226,8					175,8
Μ.Ο.	151,2	208,3	237,1	222,0	195,3	178,7	162,4	150,5	140,9	131,6	129,2	132,3	170,0

Πίνακας 3.5. Μέση μηνιαία παροχή των πηγών του Δ.Δ. Γέργερης σε m³/μήνα.

Μήνας	Παροχή (m ³ /μήνα)
Ιανουάριος	112.492
Φεβρουάριος	139.977
Μάρτιος	176.402
Απρίλιος	159.840
Μάιος	145.303
Ιούνιος	128.664
Ιούλιος	120.825
Αύγουστος	111.972
Σεπτέμβριος	101.448
Οκτώβριος	97.910
Νοέμβριος	93.024
Δεκέμβριος	98.404
Σύνολο	1.486.261

Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 3.1, οι πηγές αυτές αποτελούν τη βασική εισροή νερού στο Δ.Δ.. Για την εκμετάλλευσή τους έχουν γίνει διάφορα έργα και μεταξύ αυτών και οι δύο δεξαμενές που επίσης παρουσιάζονται στο σχετικό Διάγραμμα. Οι δεξαμενές αυτές συμβάλλουν στην εκμετάλλευσή του νερού σε αρκετά ικανοποιητικό ποσοστό, καθώς και την αποθήκευση 240.000 m³ για την αρδευτική περίοδο (Δεξαμενή 2). Καθώς οι πηγές έχουν σημαντική παροχή και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, η δεξαμενή αυτή επιτρέπει την εκμετάλλευσή τους στο μέγιστο βαθμό. Ό,τι δεν εκμεταλλεύεται από το παραπάνω νερό απορρέει σε κοντινούς χειμάρρους. Δυστυχώς τα νερά που απορρέουν δεν αξιοποιούνται από άλλους Δήμους που βρίσκονται κατάντη.

Ένα μέρος από την ποσότητα του νερού που εισέρχεται κάθε μήνα στο Δ.Δ. μέσω των πηγών, όπως βλέπουμε και στο Διάγραμμα 2, θα χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών σε νερό για την ύδρευση του πληθυσμού του Δ.Δ. καθώς και για κτηνοτροφική και βιομηχανική χρήση. Οι οικισμοί που υπάρχουν στο Δ.Δ. Γέργερης

καθώς και ο συνολικός αριθμός κατοίκων αυτών αλλά και ολόκληρου του Δ.Δ. παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6 (Απογραφή 2001, ΕΣΥΕ).

Πίνακας 3.6. Οικισμοί και αριθμός κατοίκων του Δ.Δ. Γέργερης

Οικισμός	Κατοικοι
Γέργερης	1.506
Απομάρμα	95
Καρδαμιανά	108
Μαστραχιανά	91
Ράπτης	8
Τζαμιανά	1
Συνολο	1.809

Πρωτεύουσα του Δήμου και μεγαλύτερος οικισμός του Δ.Δ. είναι ο οικισμός της Γέργερης ενώ πρέπει να σημειωθεί ότι στο Δ.Δ. αυτό δεν παρουσιάζονται εποχιακές μεταβολές του πληθυσμού του. Εκτιμάται ότι ο κάθε κάτοικος καταναλώνει σε ημερήσια βάση 220 L καθαρού, πόσιμου νερού. Στην ποσότητα αυτή περιλαμβάνονται και οι απώλειες του υδρευτικού δικτύου. Σύμφωνα με την ΕΣΥΕ (2001) και το Υπουργείο Γεωργίας στο Δ.Δ. Γέργερης, υπάρχουν κτηνοτροφικές μονάδες που φιλοξενούν περίπου 16.480 ζώα:

- 4.500 αιγοπρόβατα,
- 9.300 όρνιθες,
- 2.500 κουνέλια,
- 80 πάπιες,
- 69 ιπποειδή και
- 34 χοιρομητέρες με τα παράγωγα τους.

Τέλος στην Γέργερη υπάρχει ένα εμφιαλωτήριο νερού που καταναλώνει σε μηνιαία βάση 12.500 m³ νερού, καθώς επίσης και ένα ελαιοτριβείο με μέση μηνιαία κατανάλωση 1.250m³ νερού τους ελαιοκομικούς μήνες (Νοέμβριο – Μάρτιο). Οι συνολικές ποσότητες νερού που, κάθε μήνα, απαιτούνται για την κάλυψη των χρήσεων αυτών φαίνονται στον Πίνακα 3.7.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που είναι διαθέσιμο σε άλλες χρήσεις, μετά την κάλυψη των αναγκών σε ύδρευση και βιομηχανία, αθροίζουμε τις μηνιαίες αυτές καταναλώσεις και τις αφαιρούμε από τις μηνιαίες παροχές νερού ή απλούστερα από τις μηνιαίες παροχές των πηγών. Έτσι για παράδειγμα, αν τον Ιανουάριο εισέρχονται από τις πηγές στο Δ.Δ. 112.492 m³ θα πρέπει να αφαιρέσουμε από αυτά τα 27.538 m³ τα οποία χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες της ύδρευσης, της κτηνοτροφίας και της βιομηχανίας. Αν κάνουμε την αφαίρεση αυτή και για τους υπόλοιπους μήνες του έτους παίρνουμε τις ποσότητες νερού που είναι διαθέσιμες για την κάλυψη των αναγκών που αφορούν κυρίως την άρδευση των καλλιεργειών οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8.

Πίνακας 3.7. Μηνιαίες καταναλώσεις νερού για ύδρευση, κτηνοτροφία και βιομηχανία του Δ.Δ. Γέργερης σε m³/μήνα.

	Ύδρευση	Κτηνοτροφία	Βιομηχανία	Σύνολο
Ιανουάριος	12.337	1.451	13.750	27.538
Φεβρουάριος	11.141	1.311	13.750	26.202
Μάρτιος	12.337	1.451	12.500	26.288
Απρίλιος	11.939	1.404	12.500	25.843
Μάιος	12.337	1.451	12.500	26.288
Ιούνιος	11.939	1.404	12.500	25.843
Ιούλιος	12.337	1.451	12.500	26.288
Αύγουστος	12.337	1.451	12.500	26.288
Σεπτέμβριος	11.939	1.404	12.500	25.843
Οκτώβριος	12.337	1.451	12.500	26.288
Νοέμβριος	11.939	1.404	13.750	27.093
Δεκέμβριος	12.337	1.451	13.750	27.538
Σύνολο	145.256	17.084	155.000	317.341

Το νερό αυτό συγκεντρώνεται στην Δεξαμενή Ι που προηγείται της λιμνοδεξαμενής που υπάρχει στο Δ.Δ. της Γέργερης. Από την δεξαμενή αυτή λαμβάνεται νερό για την άρδευση καλλιεργειών ενώ οι ποσότητες που περισσεύουν καταλήγουν στην

λιμνοδεξαμενή η οποία το Μάιο είναι γεμάτη (240.000 m³). Οι δύο αυτές δεξαμενές αποτελούν τη βασική πηγή άρδευσης. Στο Δ.Δ. Γέργερης κατά κύριο λόγο καλλιεργούνται ελιές, αμπέλια και διάφορες αροτραίες καλλιέργειες. Επίσης υπάρχουν μπιστάνια και καλλιέργειες πατάτας καθώς και οπωρώνες. Όμως οι καλλιέργειες αυτές δεν είναι αρδευόμενες σε όλη τους την έκταση αφού ένα μέρος από αυτές είναι ξηρικές. Οι συνολικές εκτάσεις των καλλιεργειών που υπάρχουν στο Δ.Δ. Γέργερης καθώς και οι εκτάσεις και το ποσοστό των αρδευόμενων καλλιεργειών σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας φαίνονται στον Πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.8. Ποσότητα νερού που είναι διαθέσιμη για άρδευση στο Δ.Δ. Γέργερης, σε m³/μήνα.

Μήνας	Κατανάλωση για ύδρευση & βιομηχανία	Ποσότητα διαθέσιμη για άρδευση
Ιανουάριος	27.538	84.954
Φεβρουάριος	26.202	113.775
Μάρτιος	26.288	150.114
Απρίλιος	25.843	133.996
Μάιος	26.288	119.015
Ιούνιος	25.843	102.820
Ιούλιος	26.288	94.537
Αύγουστος	26.288	85.683
Σεπτέμβριος	25.843	75.604
Οκτώβριος	26.288	71.622
Νοέμβριος	27.093	65.930
Δεκέμβριος	27.538	70.866

Οι αρδευτικές ανάγκες κάθε είδους καλλιέργειας κατά την διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου καθορίζονται από το Υπουργείο Γεωργίας και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1. Από τον Πίνακα 2.1 φαίνεται καθαρά ότι οι ανάγκες σε νερό για την άρδευση επικεντρώνονται στην περίοδο μεταξύ του

Απριλίου και του Οκτωβρίου και κυρίως μεταξύ Μαΐου και του Αυγούστου. Με βάση τις εκτάσεις κάθε είδους καλλιέργειας που υπάρχουν στο Δ.Δ. Γέργερης και τις παραπάνω, καθορισμένες από το Υπουργείο Γεωργίας, αρδευτικές ανάγκες κάθε καλλιέργειας μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τις συνολικές ποσότητες νερού που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών του Δ.Δ.. Οι ποσότητες αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.10.

Πίνακας 3.9. Συνολικές και αρδευόμενες εκτάσεις καλλιεργειών του Δ.Δ. Γέργερης σε στρέμματα και ποσοστό (%) των αρδευόμενων εκτάσεων.

Καλλιέργεια	Συνολική έκταση (στρ.)	Αρδευόμενη έκταση (στρ.)	Ποσοστό αρδευόμενων εκτάσεων(%)
Αμπέλια	2.550	1.700	67
Αροτραίες	1.891	555	29
Ελιές	11.350	5.000	44
Οπωρώνες	447	447	100
Πατάτες-μποστάνια	425	425	100
Σύνολο	16.663	8.127	49

Πίνακας 3.10. Μηνιαίες και συνολικές αρδευτικές ανάγκες του Δ.Δ. Γέργερης σε m³/μήνα και m³/έτος αντίστοιχα.

Μήνας	Σύνολο m³
Μάιος	454.150
Ιούνιος	566.900
Ιούλιος	668.900
Αύγουστος	515.900
Σεπτέμβριος	357.400
Σύνολο (m³/έτος)	2.563.250

Με βάση τα στοιχεία των Πινάκων 3.8 και 3.10 μπορούν να σημειωθούν, σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί στο Δ.Δ. Γέργερης όσον αφορά την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών και την διαθεσιμότητα του νερού σε αυτό, τα ακόλουθα:

- Οι συνολικές ανάγκες σε νερό για άρδευση την καλοκαιρινή περίοδο είναι 2.563.250 m³.
- Η διαθέσιμη ποσότητα από τις πηγές για την ίδια περίοδο (Μάιο – Σεπτέμβριο) είναι 608.213 m³.
- Η αναγκαία ποσότητα νερού για ύδρευση και άλλες χρήσεις είναι για την ίδια περίοδο 130.551 m³.

Η ποσότητα λοιπόν του νερού που μπορεί να διατεθεί για άρδευση είναι 477.662 m³ (= 608.213 - 130.551) από τις πηγές και 240.000 m³ από το φράγμα. Με λίγα λόγια το έλλειμμα στο Δ.Δ. Γέργερης την αρδευτική περίοδο είναι 1.845.588 m³. Αν αρδευόταν το 50 % των εκτάσεων τότε το έλλειμμα θα έφτανε τα 1.952.813 m³ ενώ για την άρδευση του 75 % των εκτάσεων η ποσότητα αυτή θα έφτανε τα 3.288.051 m³. Από τα στοιχεία αυτά γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η κατάσταση στο Δ.Δ. της Γέργερης, όσον αφορά το διαθέσιμο νερό για άρδευση είναι δραματική.

Πίνακας 3.12. Εκτίμηση υδατικού ισοζυγίου Δ.Δ. Γέργερης

Ποσοστό άρδευσης	Ποσοστό κάλυψης	Βαθμολογία με βάση τους Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3.
Υπάρχον	28,00 %	7
50 % συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης	26.87 %	5
50 % συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης	17.92 %	3
Σύνολο		15

Ο συνολικός πληθυσμός του Δ.Δ. φτάνει τα 1809 άτομα αλλά μόνο ουσιαστικά ο ομότιτλος οικισμός της Γέργερης διαθέτει ένα σχετικά σημαντικό αριθμό κατοίκων. Για λόγους ευκολίας και συνεκτίμησης παραγόντων θεωρούμε ότι ο συνολικός ισοδύναμος πληθυσμός του Δ.Δ. τα απόβλητα του οποίου θα μπορούσαν να

συνεκτιμηθούν είναι 2.000 ι.κ.. Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται στη διάρκεια των πέντε μηνών από τους κάτοικους αυτούς υπολογίζονται σε 45.000 m³.

Η εφαρμογή των δύο μεθόδων που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο θα βοηθήσουν στη συστηματική προσέγγιση και παρουσίαση του προβλήματος. Ο Πίνακας 3.12 παρουσιάζει τα ποσοστά και τις βαθμολογίες που συλλέγονται για την εκτίμηση του ελλειμματικού ισοζυγίου και στον Πίνακα 3.13 για την εκτίμηση της σημασίας εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης.

Με βάση τη συνολική βαθμολογία που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.12 το Δ.Δ. Γέργερης κατατάσσεται στην Ομάδα Γ, δηλαδή στις περιοχές που το υδατικό ισοζύγιο είναι αρνητικό και οι ανάγκες θα μπορούσαν να καλυφθούν με τη μεταφορά νερού από σημαντικές αποστάσεις.

Πίνακας 3.13. Εκτίμηση σημασίας επαναχρησιμοποίησης

Κάλυψη ελλείμματος για την άρδευση	Ποσοστό κάλυψης	Βαθμολογία με βάση τους Πίνακες 2.6, 2.7 και 2.8.
Ήδη αρδευόμενων εκτάσεων	2,44	1
50 % συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης	2,30	2
50 % συνολικής καλλιεργήσιμης έκτασης	1,47	8
Κάλυψη άρδευσης 10 % ήδη αρδευόμενης έκτασης ελαιώνων	15,86	2
Βαθμολογία από Πίνακα 3.12		15
	Σύνολο	28

Με βάση τη συνολική βαθμολογία που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.13 το Δ.Δ. Γέργερης κατατάσσεται στην Ομάδα II δηλαδή σε περιοχές που η επαναχρησιμοποίηση δε θα βοηθούσε σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος και είναι η αναγκαία η λήψη άμεσων και πολλαπλών μέτρων.

3.2. Εκτίμηση ισορροπίας υδατικού ισοζυγίου στα δημοτικά διαμερίσματα του Νομού Ηρακλείου

Συνολικά μελετήθηκαν οι περιπτώσεις 82 Δ.Δ. σε 15 Δήμους του Νομού Ηρακλείου. Στον Πίνακα 3.14 που ακολουθεί παρουσιάζονται ονομαστικά τόσο οι Δήμοι όσο και τα Δ.Δ. καθώς και η βαθμολογία που συγκέντρωσαν καθώς και η ομάδα στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.5. Στο Διάγραμμα 3.2 παρουσιάζεται η αριθμητική κατανομή των Δ.Δ. ανά κατηγορία υδατικού ισοζυγίου.

Πίνακας 3.14. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία υδατικού ισοζυγίου.

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα	
Αρκαλοχωρίου	Πανοράματος	0	A	
	Παναγιάς	1	A	
	Νιπιδιτού	0	A	
	Λευκοχωρίου	14	Γ	
	Καστελλιανών	4	A	
	Κασανού	14	Γ	
	Καραβάδου	4	A	
	Ινίου	4	A	
	Γαρίπα	19	Δ	
	Παρτίρων	1	A	
	Σκινιά	0	A	
	Δεματίου	2	A	
	Αρχανών	Αρχανών	19	Δ
		Κάτω Αρχανών	4	A

Πίνακας 3.14. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία υδατικού ισοζυγίου (Συνέχεια).

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Βιάννου	Άνω Βιάννου	0	A
	Αγ Βασιλείου	1	A
	Αμιρών	0	A
	Αφρατίου	12	Γ
	Βάχου	2	A
	Έμπαρου	11	B
	Καλαμίου	3	A
	Κάτω Βιάννου	2	A
	Μιλλιαράδων	17	Γ
	Ξενιάκου	9	B
	Πεύκου	1	A
	Συκολόγου	0	A
Χόνδρου	8	B	
Γαζίου	Γαζίου	14	Γ
	Αχλάδας	21	Δ
	Καλεσών	13	Γ
	Φόδελε	0	A
Γοργολαϊνη	Αγ Μύρωνος	19	Δ
	Ανω Ασίτες	5	A
	Κατω Ασίτες	1	A
	Πενταμοδίου	4	A
	Πετροκεφάλου	6	A
	Πυργούς	10	B

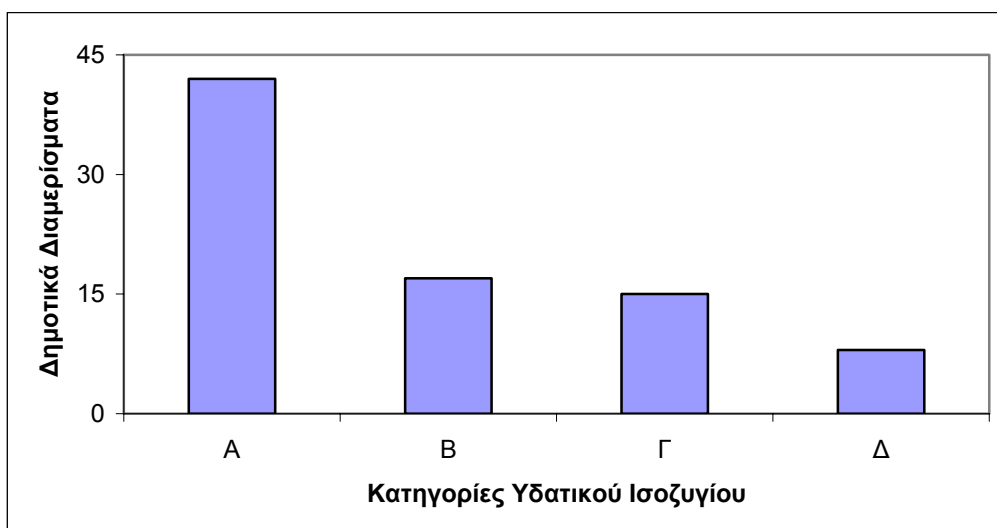
Πίνακας 3.14. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία υδατικού ισοζυγίου (Συνέχεια).

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Γόρτυνας	Αγίων Δέκα	0	A
	Αμπελούζου	15	Γ
	Βαγιονιά	21	Δ
	Γκαγκάλων	18	Δ
	Μητροπόλεως	4	A
	Πλατάνου	8	B
	Χουστουλιανών	5	A
Επισκοπής	Επισκοπής	5	A
	Αιτανιών	9	B
	Γαλιφάς	0	A
	Καινούργιο Χωριό	8	B
	Σγουροκεφαλίου	2	A
Ζαρού	Ζαρού	1	A
	Βοριζίων	0	A
	Μορονίου	1	A
Θραψανού	Θραψανού	9	B
	Βόνης	13	Γ
	Ζωφόρων	7	B
	Σάμπα	7	B
Καστελίου	Καστελίου	0	A
	Αμαριανού	3	A
	Αποστόλων	14	Γ
	Αρχαγγέλου	7	B
	Ασκών	11	B
	Ευαγγελισμού	11	B
	Κασταμονίτσας	7	B
	Λύτου	15	Γ
	Μαθιάς	1	A
	Σμαρίου	13	Γ

Πίνακας 3.14. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία υδατικού ισοζυγίου (Συνέχεια).

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Κρουσώνα	Κρουσώνα	8	B
	Κορφών	14	Γ
	Λουτρακίου	2	A
	Σάρχου	13	Γ
Μαλίων	Μαλίων	0	A
	Μοχού	2	A
Ρούβα	Γέργερης	15	Γ
	Νυβρίτου	19	Δ
	Πανασού	17	Δ
Τετραχωρίου	Αυγενικής	1	A
	Βενεράτου	10	B
	Κερασιάς	3	A
	Σίβας	1	A
Τυλίσου	Δαμάστας	8	B
	Μαράθου	14	Γ
	Τυλίσου	1	A

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τη μελέτη του Πίνακα 3.14 και του Διαγράμματος 3.2 είναι αρκετά αισιόδοξο για την κατάσταση του υδατικού ισοζυγίου στο Νομό Ηρακλείου. Η πλειοψηφία των Δ.Δ. (51,2 %) ανήκει στην Ομάδα Α όπου το υδατικό ισοζύγιο υπερκαλύπτει τις ανάγκες σε νερό, τόσο τώρα όσο και τα επόμενα 10 χρόνια (Πίνακας 2.5). Σε συνδυασμό με την Ομάδα Β στην οποία ανήκουν τα Δ.Δ. στα οποία το υδατικό ισοζύγιο βρίσκεται σε οριακό σημείο, στην παρούσα περίοδο, και ενδεχόμενες προβλεπόμενες προσεχείς επεμβάσεις (οικιστική ανάπτυξη, τουρισμός κ.λ.π) είναι πιθανόν να το ανατρέψει, δίδουν ένα συνολικό 72,0 % Δ.Δ.. Το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει τις περιοχές εκίνες του νομού χωρίς ουσιαστικό, τουλάχιστον για τις υπάρχουσες εκτιμήσεις, πρόβλημα νερού.



Διάγραμμα 3.2. Κατανομή Δ.Δ. στις διάφορες κατηγορίες υδατικών ισοζυγίων

Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξε και η Μελέτη του Interisk που πραγματοποιήθηκε για την Περιφέρεια Κρήτης, στο Νομό Ηρακλείου. Σύμφωνα με τη μελέτη το 65,9 % των αναγκών σε άρδευση και το 90,2 % σε ύδρευση της Περιφέρειας Κρήτης, καλύπτονται από τους υπάρχοντες υδατικούς πόρους.

Το ποσοστό του 28,0 % των Δ.Δ. που ανήκουν στις Ομάδες Γ και Δ, φυσικά και δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητο. Κυρίως για τα οκτώ Δ.Δ. που ανήκουν στην ομάδα Δ δηλαδή περιοχές στις οποίες το υδατικό ισοζύγιο είναι εξαιρετικά αρνητικό και στις οποίες είναι μάλλον αδύνατον να βρεθεί μια οικονομική και τεχνικά εφικτή λύση, το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει στο μέλλον (αν δεν αποτελεί ήδη) περιοριστικό αναπτυξιακό παράγοντα.

Η εγκατάσταση γηπέδων γκόλφ στο Νομό Ηρακλείου, η πιθανή μεταφορά και κατασκευή νέου διεθνούς αεροδρομίου στο κέντρο του Νομού που θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη τουριστική ανάπτυξη, ίσως δημιουργήσουν ακόμα μεγαλύτερα προβλήματα στο υδατικό ισοζύγιο. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν και κατά πόσο η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θα μπορούσε να αποτελέσει μια εναλλακτική και βιώσιμη λύση.

3.3. Εκτίμηση της ανάγκης, της βιωσιμότητας και της σημασίας της επαναχρησιμοποίησης στα δημοτικά διαμερίσματα του Νομού Ηρακλείου

Στον Πίνακα 3.15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε μέσα από την παρούσα εργασία. Όπως και με τις κατηγορίες υδατικού ισοζυγίου έτσι και εδώ η κατανομή των Δ.Δ. ανά κατηγορία επαναχρησιμοποίησης δίδεται σχηματικά στο Διάγραμμα 3.3.

Πίνακας 3.15. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία βιωσιμότητας / σημασίας επαναχρησιμοποίησης.

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
	Πανοράματος	10	I
	Παναγιάς	14	I
	Νιπιδιτού	13	I
	Λευκοχωρίου	27	II
	Καστελλιανών	17	I
Αρκαλοχωρίου	Κασανού	27	II
	Καραβάδου	17	I
	Ινίου	17	I
	Γαρίπα	32	II
	Παρτίρων	14	I
	Σκινιά	16	I
	Δεματίου	24	I
Αρχανών	Αρχανών	32	II
	Κάτω Αρχανών	17	I

Πίνακας 3.15. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία βιωσιμότητας / σημασίας επαναχρησιμοποίησης (Συνέχεια).

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Βιάννου	Άνω Βιάννου	2	I
	Αγ Βασιλείου	11	I
	Αμιρών	12	I
	Αφρατίου	25	II
	Βάχου	14	I
	Έμπαρου	24	I
	Καλαμίου	23	I
	Κάτω Βιάννου	14	I
	Μιλλιαράδων	30	II
	Ξενιάκου	23	I
	Πεύκου	14	I
	Συκολόγου	2	I
	Χόνδρου	21	I
Γαζίου	Γαζίου	69	III
	Αχλάδας	57	III
	Καλεσών	32	II
	Φόδελε	16	I
Γοργολαϊνη	Αγ Μύρωνος	34	II
	Ανω Ασίτες	17	I
	Κατω Ασίτες	13	I
	Πενταμοδίου	19	I
	Πετροκεφάλου	20	I
	Πυργούς	25	II

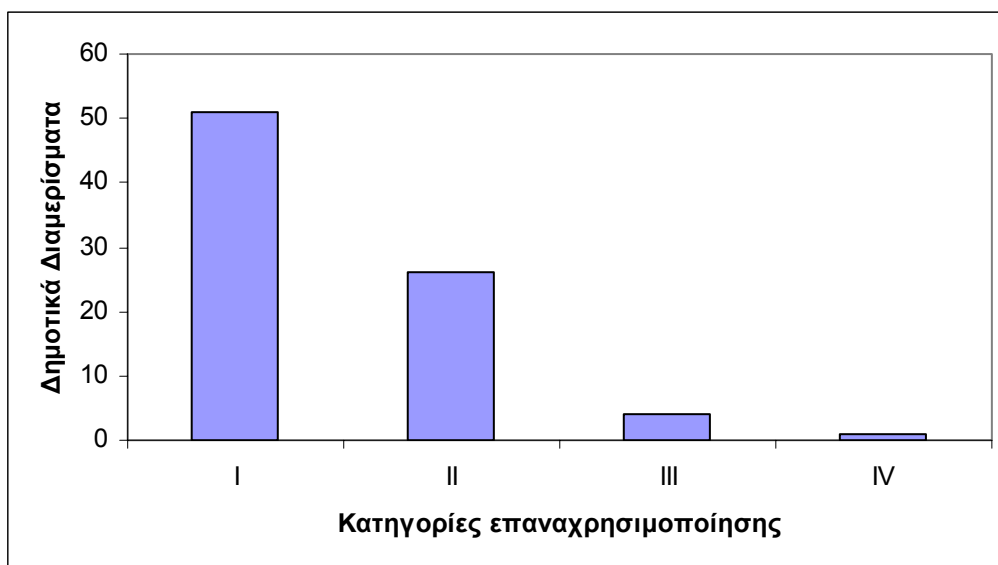
Πίνακας 3.15. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία βιωσιμότητας / σημασίας επαναχρησιμοποίησης (Συνέχεια).

Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Γόρτυνας	Αγίων Δέκα	11	I
	Αμπελούζου	28	II
	Βαγιονιά	34	II
	Γκαγκάλων	31	II
	Μητροπόλεως	19	I
	Πλατάνου	21	I
	Χουστουλιανών	20	I
Επισκοπής	Επισκοπής	22	I
	Αιτανιών	20	I
	Γαλιφάς	21	I
	Καινούργιο Χωριό	20	I
	Σγουροκεφαλίου	19	I
Ζαρού	Ζαρού	13	I
	Βοριζίων	4	I
	Μορονίου	13	I
Θραψανού	Θραψανού	24	I
	Βόνης	28	II
	Ζωφόρων	22	I
	Σάμπα	20	I
Καστελίου	Καστελίου	138	IV
	Αμαριανού	15	I
	Αποστόλων	27	II
	Αρχαγγέλου	33	II
	Ασκών	27	II
	Ευαγγελισμού	31	II
	Κασταμονίτσας	19	I
	Λύτου	27	II
	Μαθιάς	17	I
	Σμαρίου	25	II

Πίνακας 3.15. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των Δ.Δ. των διαφόρων Δήμων ανά κατηγορία βιωσιμότητας / σημασίας επαναχρησιμοποίησης (Συνέχεια).

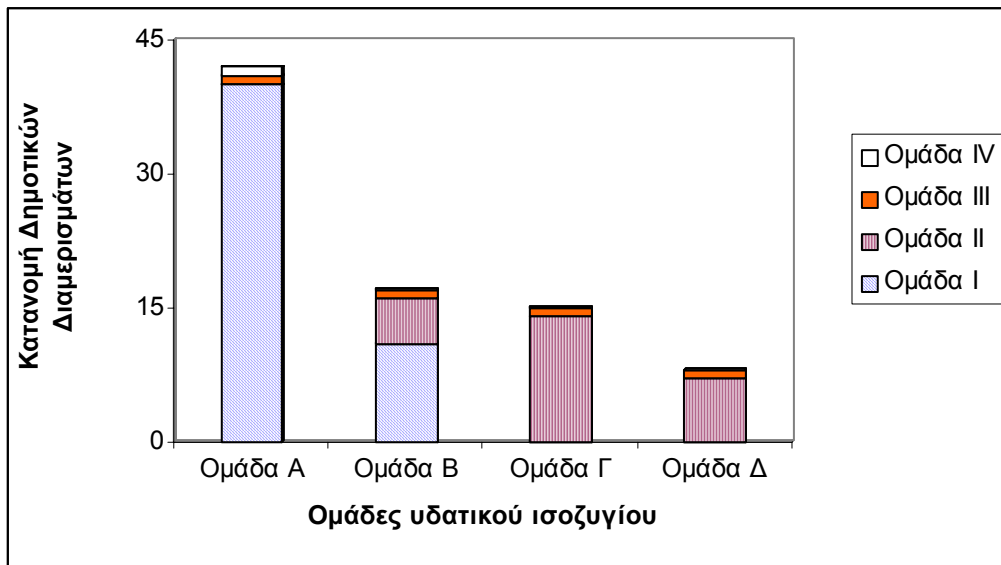
Δήμος	Δημοτικό Διαμέρισμα	Βαθμολογία	Ομάδα
Κρουσώνα	Κρουσώνα	78	III
	Κορφών	29	II
	Λουτρακίου	16	I
	Σάρχου	26	II
Μαλίων	Μαλίων	16	I
	Μοχού	50	III
Ρούβα	Γέργερης	28	II
	Νυβρίτου	33	II
	Πανασού	30	II
Τετραχωρίου	Αυγενικής	17	I
	Βενεράτου	32	II
	Κερασιάς	15	I
	Σίβας	13	I
Τυλίσου	Δαμάστας	22	I
	Μαράθου	28	II
	Τυλίσου	15	I

Όπως ίσως και να αναμενόταν από τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.15, η πλειοψηφία των Δ.Δ. του νομού που μελετήθηκαν ανήκουν στην ομάδα I, δηλαδή σε περιοχές όπου η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων δεν χρειάζεται. Τα Δ.Δ. που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι 51, από τα οποία μόλις τα 40 ανήκουν στην ομάδα A, την ομάδα δηλαδή των Δ.Δ. με θετικό υδατικό ισοζύγιο. Στο Διάγραμμα 3.4, παρουσιάζετε η κατανομή των Δ.Δ. στις διάφορες ομάδες. Από το Διάγραμμα αυτό γίνεται φανερό ότι τα υπόλοιπα 12 Δ.Δ. που ανήκουν στην ομάδα I προέρχονται από την ομάδα B, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω επίσης δεν αντιμετωπίζουν μεγάλο πρόβλημα έλλειψης νερού. Το γεγονός ότι όλα τα Δ.Δ. που ανήκουν στην ομάδα I, ανήκουν επίσης μόνο στις ομάδες A και B, επιβεβαιώνει την ορθότητα της προτεινόμενης μεθοδολογίας.



Διάγραμμα 3.3. Κατανομή Δ.Δ. στις διάφορες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης

Η δεύτερη πολυάριθμη ομάδα είναι αυτή της II, στην οποία κατατάσσονται τα Δ.Δ. στα οποία η επαναχρησιμοποίηση δε θα βοηθούσε σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος και είναι αναγκαία η λήψη άμεσων και πολλαπλών μέτρων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως Δ.Δ. των ομάδων Γ με 14 Δ.Δ., Δ με επτά Δ.Δ. και Β με πέντε Δ.Δ.. Τα αποτελέσματα αυτά θα έπρεπε να κρίνονται μάλλον ως λογικά και αναμενόμενα μια και στις δύο μεθόδους εκτίμησης τόσο του υδατικού ισοζυγίου όσο και της σημασίας της επαναχρησιμοποίησης η άρδευση παίζει το σημαντικότερο ρόλο. Οι ποσότητες όμως νερού που απαιτούνται για άρδευση είναι συντριπτικά μεγαλύτερες από αυτές που παράγει ένας μικρός οικισμός των 1.000 ή 1.200 κατοίκων. Το γεγονός είναι ότι όπως και με τις βροχοπτώσεις έτσι και με την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο την καλοκαιρινή περίοδο. Έτσι για παράδειγμα ένας οικισμός 1.200 κατοίκων ακόμα και με τη μέγιστη εκτίμηση παραγόμενων αποβλήτων στα 150 L / day και για τους πέντε μήνες της αρδευτικής περιόδου μπορεί να μας δώσει 27.360 m³. Η ποσότητα αυτή όμως μόλις φτάνει για να καλύψει 91,2 στρέμματα από ελιές, μια ελάχιστη δηλαδή έκταση.



Διάγραμμα 3.4. Κατανομή των ομάδων επαναχρησιμοποίησης (I, II, III και IV) ανά ομάδες υδατικού ισοζυγίου (A, B, Γ και Δ).

Για το λόγο αυτό η παρουσία (Διάγραμμα 3.4) τεσσάρων Δ.Δ. που ανήκουν στην ομάδα III και ταυτόχρονα σε κάθε μια από τις ομάδες A, B, Γ και Δ παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Υπενθυμίζουμε ότι η ομάδα III χαρακτηρίζει περιοχές που καλύπτουν μερικώς τις προϋποθέσεις και η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα αποτελούσε σημαντικό μέρος μιας συνολικής ολοκληρωμένης πρότασης διαχείρισης των υδατικών πόρων. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.14 αυτά τα Δ.Δ. είναι αντίστοιχα:

- ο Μοχού (Δήμος Μαλλίων)
- ο Κρουσώνα (Δήμος Κρουσώνα)
- ο Γαζίου (Δήμος Γαζίου)
- ο Αχλάδας (Δήμος Αχλάδας)

Αναλυτικότερα το Δ.Δ. του Μοχού που ανήκει στην ομάδα A, δεν έχει πρόβλημα έλλειψης υδατικών πόρων. Η παρουσία όμως στο Δ.Δ. μεγάλου αριθμού τουριστικών κλινών (περίπου 6.000) έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων υγρών αποβλήτων που «ξεγελούν» τη μεθοδολογία ανάλυσης. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση του Δ.Δ. Καστελίου στο Δήμο Καστελίου όπου εκεί σε συνδυασμό με την μικρή σχετικά έκταση του Δ.Δ. τα παραγόμενα απόβλητα ουσιαστικά θα μπορούσαν να καλύψουν σημαντικό μέρος των αρδευτικών αναγκών.

Στην περίπτωση του Δ.Δ. Κρουσώνα το μέγεθος του ομώνυμου οικισμού (πάνω από 3.000 κάτοικοι) και η αρχική κατάταξη του στην ομάδα Β έδωσαν ένα καλό συνδυασμό υποδεικνύοντας την επαναχρησιμοποίηση ως μια πολύ καλή λύση σε πιθανά μελλοντικά προβλήματα έλλειψης αρδευτικού νερού.

Οι περιπτώσεις των Δ.Δ. Γαζίου και Αχλάδας (Δ.Δ. που ανήκουν στον ίδιο Δήμος χωρίς να είναι όμορα) και κατατάσσονται στις ομάδες Γ και Δ αντίστοιχα αποτελούν τα μόνα ουσιαστικά παραδείγματα στα οποία η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων φαίνεται να αποτελεί μια ουσιαστική λύση σε ένα μεγάλο πρόβλημα. Για το Γάζι τόσο ο μόνιμος πληθυσμός που ξεπερνά τους 9.000 κατοίκους όσο και ο εποχιακός με περισσότερες από 6.000 κλίνες αποτελούν μια εξαιρετικά μεγάλη πηγή παραγωγής υγρών αποβλήτων που θα μπορούσαν να έχουν μεγάλη αξία για την περιοχή. Δυστυχώς όμως η οικιστική ανάπτυξη της πόλης του Ηρακλείου μέχρι τον οικισμό έχει αναγκάσει την ενσωμάτωση του αποχετευτικού δικτύου του οικισμού με αυτό της πόλης του Ηρακλείου, μη επιτρέποντας ουσιαστικά καμιά εκμετάλλευση.

Από την άλλη το Δ.Δ. Αχλάδας βρίσκεται μακριά από τον οικισμό του Ηρακλείου διαθέτοντας πάνω από 5.000 ξενοδοχειακές κλίνες και περισσότερους από 1.500 κατοίκους διασκορπισμένους σε διάφορους οικισμούς και με σοβαρό πρόβλημα έλλειψης υδατικών πόρων (ομάδα Δ). Εδώ η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για άρδευση θα πρέπει να θεωρηθεί μάλλον απαραίτητη.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνολικά μελετήθηκαν 82 Δ.Δ. από 15 διαφορετικούς Δήμους του νομού Ηρακλείου, ενός από τους πλέον προβληματικούς σε υδατικούς πόρους νομούς όχι μόνο της Κρήτης αλλά και της Ελλάδας ολόκληρης. Από την εργασία αυτή και με βάση την αξιοπιστία της μελέτης που χρησιμοποιήθηκε, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

- Η έλλειψη υδατικών πόρων στην περιοχή είναι δεδομένη αλλά το μέγεθος της όμως ίσως να μην είναι τόσο σημαντικό όσο συνήθως παρουσιάζεται. Στη μελέτη αυτή το 72,0 % των Δ.Δ. έδειξε να υπάρχει σχετική επάρκεια στους υδατικούς πόρους.
- Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων δεν μπορεί να παίξει τόσο σημαντικό ρόλο στην εξισορρόπηση του υδατικού ισοζυγίου κυρίως γιατί οι πολυπληθέστεροι οικισμοί δεν συμπίπτουν με τις περιοχές με τις μεγάλες αρδευτικές ανάγκες.
- Η αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων μεγάλων οικισμών, όπως της πόλης του Ηρακλείου, με περισσότερους από 200.000 κατοίκους θα αποτελούσε μια πραγματική «επανάσταση» στην ισορροπία των υδατικών πόρων του νομού, το κόστος της οποίας όμως θα πρέπει να συνεκτιμηθεί.
- Η δυνατότητα αξιοποίησης των υγρών αποβλήτων την περίοδο μόνο των αρδεύσεων (Μάιος – Σεπτέμβριος) μειώνει δραματικά τη σημασία του ρόλου τους. Η αξιοποίησή τους όλο το έτος με τη δημιουργία αποθηκευτικών φραγμάτων ή τη φόρτιση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα θα πρέπει να μελετηθούν.
- Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στην υπάρχουσα φάση θα πρέπει να εφαρμοστεί ως εναλλακτικό μέσο εξισορρόπησης ακραίων φαινομένων (π.χ. παρατεταμένες ξηρασίες) και όχι ως ένας απλός επιπρόσθετος υδατικός πόρος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Asano, T. and Tchobanoglous, G. (1991). The role of wastewater reclamation and reuse in the USA, *Water Science and Technology*, 23, 2049-2059.
2. Bannin, A. (1999). Recycling and reuse of wastewater for irrigation in the Mediterranean region: Approaches, precaution and potentials, *Annali di Chimica*, 89, 7-8, 479-488.
3. Brenner, A. Shandalov, S., Oron, G. and Rehbun, M. (1994). Deep-bed filtration of SBR effluent for agricultural reuse: Pilot plant screening of advanced secondary and tertiary treatment for domestic wastewater, *Water Science and Technology*, 30, 9, 219 – 227.
4. Conte, G., Martinuzzi, N. Giovannelli, L. Pucci, B and Masi, F. (2001). Constructed wetlands for wastewater treatment in central Italy, *Water Science and Technology*, 44, 11-12, 339-343.
5. Country, M.A. and Vallverdu, J. (2001). The microstratigraphic record of abrupt climate changes in cave sediments of the Western Mediterranean, *Georchaology – An International Journal*, 16, 5, 467 – 500.
6. Gvritzman, G. and Wieder, M. (2001). Climate of the last 53,000 years in the eastern Mediterranean, based on soil-sequence stratigraphy in the coastal plain of Israel, *Quaternary Science Reviews*, 20, 18, 1827 – 1849.
7. Ha, S.R. and Bae, M.S. (2001), Effects of land use and municipal wastewater treatment changes on stream water quality, *Environmental Monitoring and Assessment*, 70, 1-2, 135-151.
8. Lazarova, V., Cirelli, G., Jeffrey, P., Salgot, M., Icekson, N. and Brissaud, F. (2000). Enhancement of integrated water management and water reuse in Europe and the Middle East, *Water Science and Technology*, 42, 1-2, 193-202.
9. Lazarova, V., Levine, B., Sack, J., Cirelli, G., Jeffrey, P., Muntau, H., Salgot, M., Brissaud, F. (2001). Role of water reuse for enchanting integrated water management in Europe and Mediterranean countries, *Water Science and Technology*, 43, 10, 25 - 33.
10. Manios, T., Millner, P.A. and Stentiford E.I. (1999). The British experience in constructing and running wetlands (reedbeds). Helleco 99, 3rd International Exhibition and Conference, 3-6 June 1999, Thessaloniki, Greece, *Conference Proceedings*, Vol. 1, pp 234-241.

11. Manios, T., Millner, P.A. and Stentiford E.I. (2000). Effect of rain and temperature in the performance of constructed reed beds. *Water Environment Research*, 72, 3, 305 – 312.
12. Manios, T. (2001). The use of sewage sludge compost and *Typha latifolia* plants to treat wastewater. PhD Thesis, School of Molecular Biology and Biochemistry and School of Civil Engineering, University of Leeds, UK.
13. Μανιός, Θ. (2002). Σύστημα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Μικρού Οικισμού με τη Χρήση Χαλκίκοφίλτρων Υποεπιφανειακής Οριζόντιας Ροής, Μελέτη Κατασκευής και Διαστασιολόγησης, Οργανισμός Ανάπτυξης Ανατολικής Κρήτης.
14. Mara, D. (2001). Appropriate wastewater collection, treatment and reuse in developing countries, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Municipal Engineer*, 145, 4, 299 – 303.
15. McVicar, T.R., Zhang, G.L., Bradford, A.S., Wang, H.X., Dawes, W.R., Zhang, L. and Li, L.T. (2002). Monitoring regional agricultural water use efficiency for Hebei Province on Northern China Plain, *Australian Journal of Agricultural Research*, 53, 1, 55 – 76.
16. Prescott, K.L. and Tsanis, I.K. (1997). Mass balance and wetland restoration, *Ecological Engineering*, 9, 1-2, 1-18.
17. Roberts, N. Meadows, M.E., Dodson J.R. (2001), The history of Mediterranean – type environments: climate, culture and landscape, *Holocene*, 11, 6, 631-634.
18. Stansfield, C.B. (1997). The use of water for agriculture irrigation, *The Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 11, October, 381 – 384.
19. Tsanis, I.K. and Gad, M.A. (2001). A GIS precipitation method for analysis of storm kinematics, *Environmental Modelling & Software*, 16, 3, 273 – 281.
20. Zacharias, I. and Koussouris T. (2000). Sustainable water management in the European Islands, *Physics and Chemistry of Earth, Part B – Hydrology Oceans and Atmosphere*, 25, 3, 233 – 236.
21. Zalidis, G., Stamatiadis S., Takavakoglou V., Eskridge, K. and Misopolinos, N. (2002). Impacts of agriculture practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology, *Agriculture Ecosystems & Environment*, 88, 2, 137 – 146.