

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Λέκτορα ΕΜΠ Β. Τσουκαλά, η οποία μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με αυτό το ιδιαίτερα ενδιαφέρον επιστημονικό θέμα, καθώς και για το χρόνο που μου αφιέρωσε και τη σημαντική βοήθεια που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της εργασίας μου.

Ευχαριστώ την Επίκουρο Καθηγήτρια ΕΜΠ Δ. Παναγούλια για το έντονο ενδιαφέρον και την προσφορά πολύτιμων γνώσεων σε θέματα σχετικά με την παρούσα διπλωματική εργασία.

Ευχαριστώ επίσης τον Επίκουρο Καθηγητή ΕΜΠ Π. Παπανικολάου για την κατανόηση που έδειξε σχετικά με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του κατά την παρουσίασή της.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Θ. Τσιάλα, πολιτικό μηχανικό ΑΠΘ της τεχνικής εταιρείας μελετών ΤΕΜ ΑΕ, για την πολύτιμη βοήθεια και τις πληροφορίες που μου προσέφερε καθώς και για το χρόνο που μου αφιέρωσε κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και τη συνεχή στήριξή τους κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στο ΕΜΠ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	17
ABSTRACT.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	23
1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ-ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	24
1.3 ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	30
1.4 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	31
1.4.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ	31
1.4.2 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	35
1.4.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	37
1.4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΑ.....	38
1.5 ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	42
1.6 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	45
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ	47
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	49
2.2.1 ΟΡΙΑ, ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	49
2.2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	51
2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ	53
2.3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΕΔΑΦΟΓΕΝΕΣΗ.....	53
2.3.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	54
2.4 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	54
2.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΓΕΩΡΓΟΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	55
2.5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	55
2.5.2 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ – ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ – ΑΝΑΔΑΣΜΟΣ.....	55

2.5.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΑ.....	59
3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΩΝ – ΣΚΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	61
3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	79
4.1 ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	81
4.1.1 ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	81
4.1.2 ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	113
4.2 ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	121
4.2.1 ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	121
4.2.2 ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	133
4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	141
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΑ.....	143
5.1 ΠΡΩΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ.....	145
5.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	146
5.3 ΤΡΙΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	149
5.4. ΤΕΤΑΡΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	150
5.5. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΑ	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	155
6.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΥΑ.....	157
6.2 ΤΟ ΥΑ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	157
6.3 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	158
6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	158
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	161

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

ΧΑΡΤΗΣ 2.1-1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	47
ΧΑΡΤΗΣ 2.2-2	ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	48
ΧΑΡΤΗΣ 3.2-1	ΥΔΡΟΛΙΘΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΡΗΤΗΣ	73
ΧΑΡΤΗΣ 3.2-2	ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	74

ΚΑΤΑΓΟΛΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2-1	ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΤΑ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2-2	ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΕ ΕΤΗΣΙΑ ΒΑΣΗ (ΑΝΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ)	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2-3	ΠΛΕΟΝΑΣΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ, ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ.....	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4-1	ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2-1	ΜΕΣΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ .	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4-1	ΚΙΝΗΣΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ (1981-2001)	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5-1	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5-2	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΚΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5-3	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ ΕΡΓΟΥ ΑΝΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ.....	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5-4	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1-1	ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1-2	ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1-3	ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΑ ΑΞΙΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1-4	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1-5	ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-1	ΜΕΣΟ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΩΡΩΝ ΗΜΕΡΑΣ ΤΟΥ ΜΗΝΑ.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-2	ΜΕΣΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ .	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-3	ΒΛΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-4	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ Ν ΚΑΙ Ρ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΚΓ/ΣΤΡ).....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-1	ΕΚΤΑΣΗ, ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ)	81

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΑ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-2	ΣΙΤΗΡΑ.....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-3	ΚΡΙΘΑΡΙ.....	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-4	ΚΟΦΤΟΛΙΒΑΔΑ.....	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-5	ΕΛΙΕΣ ΕΛ. (ΞΗΡ.).....	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-6	ΕΛΙΕΣ ΕΛ. (ΑΡΔ.).....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-7	ΑΜΠΕΛΙΑ ΟΙΝ. (ΞΗΡ.).....	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-8	ΑΜΠΕΛΙΑ ΟΙΝ. (ΑΡΔ.).....	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-9	ΟΣΠΡΙΑ.....	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-10	ΜΗΔΙΚΗ.....	99
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-11	ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ.....	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-12	ΠΑΤΑΤΕΣ.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-13	ΛΑΧΑΝΙΚΑ.....	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-14	ΝΤΟΜΑΤΕΣ.....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-15	ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ.....	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-16	ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ.....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-17	ΕΚΤΑΣΗ, ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ).....	113

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΑ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-18	ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ.....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-19	ΛΑΧΑΝΙΚΑ.....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-20	ΝΤΟΜΑΤΕΣ.....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-1	ΕΚΤΑΣΗ, ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΥΠΑΙΘΡΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ).....	121

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΑ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-2	ΕΛΙΕΣ ΕΛ. (ΑΡΔ.).....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-3	ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ.....	125

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-4	ΛΑΧΑΝΙΚΑ	127
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-5	ΝΤΟΜΑΤΕΣ	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-6	ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ.....	131
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-7	ΕΚΤΑΣΗ, ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ)	133
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΑ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:		
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-8	ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-9	ΛΑΧΑΝΙΚΑ	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-10	ΝΤΟΜΑΤΕΣ	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-1	ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΣΗΓΚΡΙΣΗ.....	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-2	ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1-1	ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1-2	ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΚΑΙ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2-1	ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 Α	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2-2	ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 Β	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2-3	ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 ΚΑΙ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3-1	ΥΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3-2	ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3.....	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3-3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3 ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3.....	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4-1	ΥΑ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4-2	ΥΑ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4.....	151

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4-3	ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ- ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-1	ΥΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-CHARAGAIN & ORR- ΣΤΑΜΟΥ	152

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1.2-1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	24
ΣΧΗΜΑ 1.2-2	ΤΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	26
ΣΧΗΜΑ 1.4-1	ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΘΝΙΚΩΝ ΥΑ.....	35
ΣΧΗΜΑ 1.4-2	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΥΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	36
ΣΧΗΜΑ 2.2-1	ΕΛΛΕΙΜΑ-ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ	51
ΣΧΗΜΑ 2.2-1	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΟΥ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΗΣ	53
ΣΧΗΜΑ 4.3-1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	141
ΣΧΗΜΑ 5.1-1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1	146
ΣΧΗΜΑ 5.2-1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2	148
ΣΧΗΜΑ 5.3-1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3	150
ΣΧΗΜΑ 5.4-1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ-ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4	152

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

YA	:	Υδατικό Αποτύπωμα καλλιέργειας (m^3/ton)
CWU _g	:	Πράσινη υδατική χρήση ($m^3/στρ$)
Y	:	Απόδοση καλλιέργειας ($ton/στρ$)
PET _c	:	Δυνητική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (mm/day)
K _c	:	Φυτικός συντελεστής καλλιέργειας
f	:	Κλιματικός παράγοντας (mm/day)
T _a	:	Μέση μηνιαία θερμοκρασία ($^{\circ}C$)
P	:	Μέσο ημερήσιο ποσοστό συνολικής ετήσιας διάρκειας ωρών ημέρας του μήνα
P _{eff}	:	Ωφέλιμη βροχόπτωση (mm)
P _t	:	Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm)
f(D)	:	Παράγοντας προσαρμογής
D	:	Σύνηθες όριο υποβιβασμού της υγρασίας στη ζώνη του ριζοστρώματος (mm)
U _g	:	Μηνιαία πράσινη υδατική χρήση ($mm/month$)
ΣU _g	:	Συνολική πράσινη υδατική χρήση ($mm/βλαστική\ περίοδο$)
CWU _b	:	Μπλε υδατική χρήση ($m^3/στρ$)
I _r	:	Απαιτήσεις άρδευσης καλλιέργειας ($mm/month$)
GW	:	Συμβολή υπόγειου νερού (mm)
SM	:	Εδαφική υγρασία αποθηκευμένη στο ριζόστρωμα κατά την έναρξη της βλαστικής περιόδου (mm)
L	:	Συντελεστή έκπλυσης αλάτων
U _b	:	Μηνιαία μπλε υδατική χρήση ($mm/month$)
ΣU _b	:	Συνολική μπλε υδατική χρήση ($mm/βλαστική\ περίοδο$)
AR	:	Ποσότητα ρυπαντή ($kg/στρ$)
a	:	Ποσοστό ρυπαντή που εισχωρεί στο υδατικό σύστημα
C _{max}	:	Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση ρυπαντή στο υδατικό σώμα (mg/l)
C _{nat}	:	Υπάρχουσα συγκέντρωση ρυπαντή στο υδατικό σώμα (mg/l)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού παγκοσμίως σε συνδυασμό με την έντονη οικονομική ανάπτυξη και την τάση για αύξηση της παραγωγικότητας των γεωργικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων, εντείνουν τη ζήτηση γλυκού νερού κατάλληλης ποιότητας και ποσότητας για κάθε χρήση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνονται τα επίγεια αποθέματα γλυκού νερού και συχνά να τίθεται σε κίνδυνο η βιωσιμότητα του υδατικού οικοσυστήματος. Έτσι, πλέον σήμερα το γλυκό νερό αντιμετωπίζεται ως φυσικός πόρος σε ανεπάρκεια και είναι επιτακτική η ανάγκη ορθολογικής διαχείρισής του. Στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του καθολικού σφετερισμού αυτών από τον άνθρωπο. Αυτό ακριβώς επιδιώκεται μέσα από το Υδατικό Αποτύπωμα.

Το Υδατικό Αποτύπωμα (Water Footprint) είναι ένας εναλλακτικός δείκτης κατανάλωσης γλυκού νερού, που εισήχθη στην επιστημονική κοινότητα το 2002 από τον Ολλανδό επιστήμονα Α.Υ. Hoekstra. Μπορεί να υπολογιστεί για οποιοδήποτε αγαθό, υπηρεσία και ισούται με τον όγκο γλυκού νερού σε m^3 που καταναλώθηκε ετησίως για την παραγωγή του συγκεκριμένου αγαθού ή υπηρεσίας. Το ΥΑ μπορεί να αναφέρεται σε ένα άτομο, μία κοινωνική ομάδα, ένα κράτος καθώς και σε μία επιχείρηση ή οργανισμό.

Η Ελλάδα έχει ένα από τα μεγαλύτερα εθνικά ΥΑ παγκοσμίως ($2389 m^3/κατ/year$) με τον αγροτικό τομέα να συντελεί περισσότερο από κάθε άλλον στη διαμόρφωσή του. Γι αυτό, στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η δυνατότητα του δείκτη του ΥΑ να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη αποδοτικότερων αρδευτικών και γεωργικών πρακτικών από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων, έτσι ώστε να αποφευχθεί η κατασπατάληση νερού στις συγκεκριμένες χρήσεις.

Περιοχή μελέτης αποτελεί η πεδιάδα Μεσσαρά, που βρίσκεται νοτιοδυτικά στο νομό Ηρακλείου Κρήτης. Η συγκεκριμένη περιοχή επιλέχθηκε αφενός διότι αποτελεί μία από τις κυριότερες γεωργικές περιοχές της Ελλάδας (με κύρια καλλιέργεια την ελιά) και αφετέρου διότι αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα ως προς την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών της.

Για την επίλυση του προβλήματος αυτού έχει προταθεί λύση, η οποία συνεπάγεται την αναδιάρθρωση της καλλιεργούμενης έκτασης, του αρδευτικού συστήματος και των καλλιεργούμενων ειδών. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας υπολογίστηκαν τα ΥΑ των καλλιεργειών στην υφιστάμενη-προβληματική και στην προτεινόμενη κατάσταση. Ακολούθησε η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και η σύγκριση των δύο αυτών καταστάσεων από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα ΥΑ τεσσάρων εναλλακτικών σεναρίων, που θα μπορούσαν να αποτελούν πιθανές λύσεις του αρδευτικού προβλήματος της περιοχής, και συγκρίθηκαν με τα ΥΑ της υφιστάμενης και της προτεινόμενης κατάστασης. Από τη σύγκριση αυτή προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το ΥΑ, αλλά και σχετικά με τις πληροφορίες που αυτό μπορεί να παρέχει.

Παρόλο που η έννοια του ΥΑ είναι αρκετά πρόσφατη και χρήζει βελτιώσεων από άποψη μεθοδολογίας και εφαρμογής, μπορεί να δώσει ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες όσον αφορά την κατανομή της κάθε υδατικής χρήσης και την πιθανή ρύπανση των υδατικών σωμάτων. Διαπιστώθηκε, λοιπόν, μέσα από τη συγκεκριμένη ανάλυση ότι το ΥΑ μπορεί σε συνδυασμό με περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια να συμβάλει ώστε να προκύψει το βέλτιστο σενάριο για μία αποδοτικότερη γεωργική πολιτική από πλευράς χρήσης και ρύπανσης των υδατικών πόρων.

ABSTRACT

The continued growth of the global population combined with the accelerated rate of economic development has evolved to a significant impact on our agricultural and industrial needs. This, in turn, has had a number of far reaching consequences, one of which is the increased demand for large quantities of freshwater. These pressures cause groundwater resources to be depleted and surface water resources to be extracted in ways that compromise freshwater ecosystems. As a result, freshwater is considered in many places to be a scarce and overexploited natural resource that needs to be managed properly. In order to achieve the optimum water resource management is crucial to measure the level of human appropriation of fresh water capital. This is precisely the Water Footprint concept deals with.

The Water Footprint concept was launched in the water science community in 2002 by A.K. Hoekstra and it measures the total use of freshwater resources (in cubic meters per year). The WF of an individual or community is defined as the total volume of freshwater that is used to produce the goods and services consumed by the individual or community. A WF can be estimated for any well defined group of consumers, including a family, a city or a nation. It can also be calculated for a specific activity, good or service and it can be applied to a business or organization.

Greece has one of the greatest national Water Footprints (2389 m³/cap/year) partly because of large water consumption in the agricultural sector. Therefore this study provides a preliminary approach to investigate WF as a useful tool to achieve effective agricultural policies.

The area over which the WF is examined is the Messara valley that is located in the southern part of Crete's Heraklion Prefecture. Messara is one of Greece's most important agricultural regions, is intensely cultivated and often faces serious challenges in order to meet crop irrigation needs.

A solution has been suggested to solve the area's irrigation problem, which includes a restructuring of currently cultivated land, crops and then irrigation system. In the study the WF of crops has measured for both current and suggested situations. The results have been analyzed and compared using a water management perspective so as to examine water use and pollution in each case.

The results have also been compared with the WF of four alternative scenarios that can be applied to the area as possible solutions. From this comparison useful information was gained in relation to the factors that can affect WF and the knowledge that it may provide.

The conclusions drawn show that despite the limitations in methodology (WF is a very recent indicator yet under development), WF can provide a transparent framework for the identification of potentially optimal alternatives for efficient water use at the catchment level. As a result, WF, in combination with environmental, social and

economic considerations, can be developed to an extremely useful tool for optimized and effective agricultural policy setting.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το νερό αποτελεί ένα από τα πιο ευεργετικά φυσικά αγαθά και κατέχει ζωτικής σημασίας ρόλο στη διαμόρφωση της ανθρώπινης εξέλιξης. Για την επιβίωση του και την ανάπτυξη υψηλών επιπέδων διαβίωσης και πολιτισμού ο άνθρωπος χρειάζεται γλυκό νερό κατάλληλης ποιότητας και ποσότητας. Είναι, λοιπόν, καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη μίας κοινωνίας η δυνατότητα εκμετάλλευσης αυτού του φυσικού πόρου.

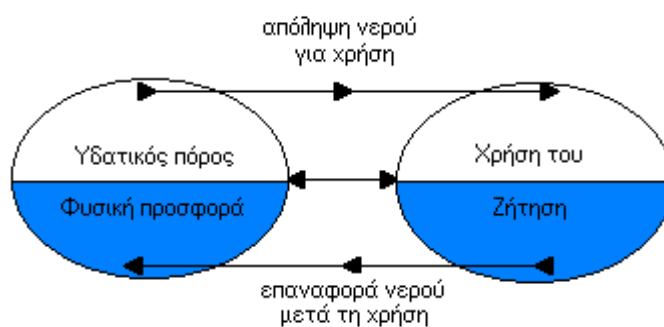
Σύμφωνα με τους Κουτσογιάννης κ.ά. (2008), το νερό ως αγαθό με μικρή αξία ανταλλαγής ιστορικά είχε εξαιρεθεί από την οικονομική θεώρηση, διότι ως φυσικός πόρος, σε αντιστοιχία με τον αέρα, κατατασσόταν στα δώρα της φύσης προς τον άνθρωπο. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν διαμορφωθεί νέες συνθήκες στη χρήση των υδατικών πόρων, λόγω της έντονης οικονομικής ανάπτυξης και της άμεσης σύνδεσης που υπάρχει μεταξύ υδατικών χρήσεων, ανθρώπινης επιβίωσης και διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας. Η ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων, η ανάγκη αύξησης της παραγωγικότητας των υφιστάμενων, η αύξηση του πληθυσμού παγκοσμίως και η συνεχής τάση για ανύψωση του βιοτικού επιπέδου, έχουν σαν αποτέλεσμα ολοένα μεγαλύτερη ζήτηση νερού κατάλληλης ποιότητας για κάθε χρήση. Ταυτόχρονα, η συνεχής ποιοτική υποβάθμιση, σε συνδυασμό με την ανάγκη διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας και της αειφορίας των φυσικών πόρων, δημιουργούν πολύπλοκα προβλήματα στην ανάπτυξη της κάθε περιοχής. Έτσι, το νερό σε πολλές περιοχές σήμερα αντιμετωπίζεται ως φυσικός πόρος σε ανεπάρκεια, και είναι επιτακτική η εφαρμογή μίας σύγχρονης και συνεπούς πολιτικής διαχείρισης του.

Στις μέρες μας, ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες καταναλώνουν ή ρυπαίνουν μεγάλες ποσότητες νερού. Σε παγκόσμια κλίμακα πιο υδροβόρες θεωρούνται οι εργασίες που σχετίζονται με τη γεωργική παραγωγή, ενώ σημαντικοί όγκοι νερού καταναλώνονται και ρυπαίνονται στον βιομηχανικό και τον οικιακό τομέα (WWAP, 2009). Η συνολική υδατική χρήση και η ρύπανση σχετίζεται με την κατανάλωση κάθε κοινωνίας καθώς και με τη δομή της παγκόσμιας οικονομίας, η οποία προμηθεύει τα διάφορα καταναλωτικά αγαθά και υπηρεσίες. Μέχρι πρόσφατα περνούσε σχεδόν απαρατήρητο το γεγονός ότι η οργάνωση και τα χαρακτηριστικά της παραγωγικής διαδικασίας ενός προϊόντος επηρεάζουν καθοριστικά τους όγκους (και την χωροχρονική κατανομή) της υδατικής κατανάλωσης και της ρύπανσης που σχετίζονται με το συγκεκριμένο προϊόν. Κατά τους Hoekstra and Charagain (2008) υπάρχει άμεση σύνδεση μεταξύ κατανάλωσης αγαθών και υδατικών χρήσεων καθώς και μεταξύ διεθνούς εμπορίου και διαχείρισης υδατικών πόρων. Ο καταναλωτής με τις επιλογές του επηρεάζει υδατικές χρήσεις που συμβαίνουν είτε στη χώρα του, είτε σε άλλες χώρες για να παραχθούν τα προϊόντα που αγοράζει. Τα διάφορα κράτη με την εισαγωγή και την εξαγωγή συγκεκριμένων προϊόντων διαχειρίζονται στην ουσία τους εγχώριους υδατικούς τους πόρους επιλέγοντας πού θα τους διαθέσουν. Αν αυτές οι συνδέσεις γίνουν αντιληπτές θα μπορέσουν να τεθούν οι βάσεις για μία καλύτερη διαχείριση υδατικών πόρων σε παγκόσμιο επίπεδο.

1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠÓΡΩΝ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι η διαδικασία που προάγει τη συντονισμένη ανάπτυξη και διαχείριση του νερού, της γης και των συναφών πόρων, με στόχο τη μεγιστοποίηση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας με δίκαιο τρόπο χωρίς συμβιβασμούς ως προς τη βιωσιμότητα των ζωτικών οικοσυστημάτων (Global Water Partnership, 2000 & Loucks et al., 2005). Περιλαμβάνει την εφαρμογή μέτρων και δραστηριοτήτων-κατασκευαστικών και μη-τα οποία ελέγχουν τα συστήματα υδατικών πόρων-φυσικά ή τεχνητά- με στόχο την κάλυψη των αναγκών και την ωφέλεια του ανθρώπου και του περιβάλλοντος (Grigg, 1996). Στη διαδικασία αυτή συνεκτιμώνται η φυσική και η κοινωνικοοικονομική διάσταση των υδατικών πόρων και εμπεριέχεται η μεθοδολογία εναρμόνισης των αντιθέσεων που εμφανίζονται στην πράξη κατά τη συνεκτίμηση αυτή. Είναι δηλαδή, διαχείριση του συστήματος αλληλεπίδρασης μεταξύ υδατικού πόρου (φυσική προσφορά) και χρήσης του (ζήτηση), σήμερα και στο μέλλον, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.2-1 (ΥΠΑΝ, 2003).



Σχήμα 1.2-1 Σύστημα αλληλεπίδρασης υδατικών πόρων (Πηγή: ΥΠΑΝ 2003)

Η διαχείριση υδατικών πόρων απαιτεί συντονισμένη δράση σε θεσμικό, οικονομικό, κοινωνικό, περιβαλλοντικό και τεχνολογικό επίπεδο. Οι στόχοι της είναι οι εξής:

- Προμήθεια νερού επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την ικανοποίηση αναγκών
- Προστασία των υδατικών πόρων από τη ρύπανση
- Διατήρηση των οικοσυστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος
- Προστασία από ακραία φαινόμενα (πλημμύρες-ξηρασίες)
- Μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των υδατικών πόρων
- Μέριμνα για τη διατήρηση των αναγκαίων αποθεμάτων στο μέλλον και αποφυγή μη αναστρέψιμων επεμβάσεων
- Διατήρηση υψηλού επιπέδου αξιοπιστίας (περιορισμός της αβεβαιότητας). (ΥΠΑΝ, 2003)

Η Ελλάδα έχει έκταση 131.957 km² με έντονο ανάγλυφο, περιορισμένη ενδοχώρα και μεγάλο ανάπτυγμα ακτών. Η ιδιόμορφη γεωμορφολογική διάρθρωση της χώρας έχει σαν αποτέλεσμα την πολυδιάσπαση της σε μικρές λεκάνες απορροής με μικρούς ποταμούς, ως επί το πλείστον, και επιφανειακή απορροή που χαρακτηρίζεται από πλημμυρική δίαυτα. Καθεμία από αυτές τις λεκάνες απορροής αντιμετωπίζει διαφορετικά προβλήματα και συνεπώς απαιτεί διαφορετική πολιτική διαχείρισης υδατικών πόρων (Κουτσογιάννης κ.ά, 2008).

Η χώρα μας διαθέτει, συνολικά, επαρκείς επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους, αλλά διάφοροι λόγοι μειώνουν σημαντικά την πραγματικά διαθέσιμη ποσότητα και δυσκολεύουν την αξιοποίησή τους.

Οι κυριότεροι φυσικοί λόγοι που προκαλούν προβλήματα στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της χώρας είναι:

- Η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο
- Η ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, αντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς
- Η γεωμορφολογία της χώρας
- Η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που έρχονται από γειτονικά κράτη
- Το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών
- Τα πολλά άνυδρα ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους νησιά της χώρας.

Ο κυριότερος όμως λόγος είναι η πλημμελής και αποσπασματική αντιμετώπιση της διαχείρισης από την πολιτεία (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Το θέμα της διαχείρισης των υδατικών πόρων αρχίζει από τη δεκαετία του 70 να συζητείται στη χώρα μας. Στη διοίκηση σχετικό αντικείμενο θεσμοθετείται στο Υπουργείο Συντονισμού το 1972 με τη Διεύθυνση Φυσικών Πόρων, Ενέργειας και Προστασίας του Περιβάλλοντος, και ολοκληρώνεται με την ίδρυση της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων το 1977. Το 1983 η διεύθυνση αυτή μεταφέρεται στο τότε Υπουργείο Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, νυν Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ, 2003).

Σύμφωνα με τους Κουτσογιάννης κ.ά. (2008), στη δεκαετία του 1980, δύο νομοθετήματα, που λειτουργούσαν συμπληρωματικά και διακρίνονται για τη διατομεακή τους αντίληψη και την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων, έδωσαν σημαντική ώθηση στα θέματα διαχείρισης.

Συγκεκριμένα, ο **N. 1650/1986** «για την προστασία του περιβάλλοντος» προέβλεπε οργανωτικά και θεσμικά μέτρα για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας των υδατικών πόρων.

Παράλληλα, ο **N.1739/1987** «για τη διαχείριση των υδατικών πόρων» εισήγαγε μία σύγχρονη αντίληψη για την αντιμετώπιση του νερού στην έρευνα, τη διοίκηση και την καθημερινή πρακτική. Θεσμοθέτησε διαδικασίες και όργανα για την άσκηση της διαχείρισης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο και πρότεινε τον προγραμματισμό ανάπτυξης της χώρας, λαμβάνοντας υπόψη τη γνώμη όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Για λόγους μεθοδολογίας, οργανωτικούς και διοικητικούς, θεσμοθετήθηκαν βάσει του νόμου αυτού τα 14 υδατικά διαμερίσματα της χώρας (σύνολα λεκανών απορροής με κατά το δυνατόν όμοιες υδρολογικές-υδρογεωλογικές συνθήκες), τα οποία αποτέλεσαν το περιφερειακό επίπεδο στον τομέα της διαχείρισης του νερού και παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.2-2 (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).



Σχήμα 1.2-2 Τα υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (Πηγή: ΥΠΑΝ 2003)

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| 01. Δυτ. Πελοποννήσου | 06. Αττικής | 11. Ανατ. Μακεδονίας |
| 02. Βορ. Πελοποννήσου | 07. Ανατ. Στερεάς Ελλάδας | 12. Θράκης |
| 03. Ανατ. Πελοποννήσου | 08. Θεσσαλίας | 13. Κρήτης |
| 04. Δυτ. Στερεάς Ελλάδας | 09. Δυτ. Μακεδονίας | 14. Νήσων Αιγαίου |
| 05. Ηπείρου | 10. Κεντρ. Μακεδονίας | |

Στον Πίνακα 1.2-1 παρουσιάζεται η έκταση κάθε υδατικού διαμερίσματος καθώς και ο πληθυσμός του το 1991 και το 2001, ενώ στον Πίνακα 1.2-2 η ζήτηση νερού ανά καταναλωτική χρήση σε ετήσια βάση σε κάθε υδατικό διαμέρισμα.

Πίνακας 1.2-1 Έκταση και πληθυσμός κατά υδατικό διαμέρισμα (Πηγή: Κουτσογιάννης κ.ά., 2008)

Κ.Α.	Υδατικά διαμερίσματα	Έκταση (km ²)	Πληθυσμός 1991	Πληθυσμός 2001
01	Δυτικής Πελοποννήσου	7.301	314.059	331.180
02	Βόρειας Πελοποννήσου	7.310	562.859	615.288
03	Ανατολικής Πελοποννήσου	8.477	277.229	288.285
04	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	10.199	305.512	312.516
05	Ηπείρου	10.026	445.658	464.093
06	Αττικής	3.207	3.502.724	3.737.959
07	Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	12.341	560.924	577.955
08	Θεσσαλίας	13.377	730.945	750.445
09	Δυτικής Μακεδονίας	13.440	569.684	596.891
10	Κεντρικής Μακεδονίας	10.389	1.225.840	1.362.190
11	Ανατολικής Μακεδονίας	7.280	390.848	412.732
12	Θράκης	11.177	377.410	404.182
13	Κρήτης	8.335	540.054	601.131
14	Νήσων Αιγαίου	9.103	456.712	508.807
	Σύνολο χώρας	131.962	10.260.458	10.964.020

* Η ακριβής έκταση της χώρας είναι 131 957 km². Η έκταση στον πίνακα προκύπτει μετά από στρογγυλοποιήσεις.
 ** Ο πληθυσμός του 2001 είναι κατ' εκτίμηση.

Πίνακας 1.2-2 Ζήτηση νερού στην Ελλάδα σε ετήσια βάση (ανά καταναλωτική χρήση και υδατικό διαμέρισμα) (Πηγή: Κουτσογιάννης κ.ά., 2008)

Κ.Α.	Υδατικά διαμερίσματα	Άρδευση	Κτηνοτροφία	Υδρευση	Βιομηχανία	Λοιπές*	Σύνολο
01	Δυτικής Πελοποννήσου	201,0	5,0	23,0	3,0	20,0	252,0
02	Βόρειας Πελοποννήσου	401,5	6,6	41,7	3,0		452,8
03	Ανατολικής Πελοποννήσου	324,9	4,7	22,1			351,7
04	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	366,5	9,0	22,4			397,9
05	Ηπείρου	153,5	10,3	33,9	4,3		202,0
06	Αττικής	99,0	2,5	420,0	17,5		539,0
07	Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	773,7	9,9	41,6	12,6		837,8
08	Θεσσαλίας	1 550,0	13,0	69,0			1 632,0
09	Δυτικής Μακεδονίας	609,4	7,9	43,7	30,0	80,0	771,0
10	Κεντρικής Μακεδονίας	527,6	8,0	99,8	80,0		715,4
11	Ανατολικής Μακεδονίας	627,0	5,8	32,0			664,8
12	Θράκης	825,2	7,1	27,9	11,0		871,2
13	Κρήτης	320,0	10,2	42,3			372,5
14	Νήσων Αιγαίου	80,2	6,8	37,2			124,2
	Σύνολο χώρας	6 859,5	106,8	956,6	161,4	100,0	8 184,3

Μεγέθη σε hm³
 * Νερό ψύξης από ΑΗΣ.

Στον Πίνακα 1.2-3 συγκρίνεται η ζήτηση και η προσφορά υδατικών πόρων ανά υδατικό διαμερίσμα το μήνα Ιούλιο και κρίνονται τα υδατικά διαμερίσματα ως ελλειμματικά ή πλεονασματικά.

Πίνακας 1.2-3 Πλεονασματικά και ελλειμματικά υδατικά διαμερίσματα, με κριτήριο τη σύγκριση προσφοράς και ζήτησης τον Ιούλιο (Πηγή: Κουτσογιάννης κ.ά., 2008)

Κ.Α.	Υδατικά διαμερίσματα	Προσφορά	Ζήτηση	Παρατηρήσεις
01	Δυτικής Πελοποννήσου	73	55	Πλεονασματικό
02	Βόρειας Πελοποννήσου	122	104	Πλεονασματικό
03	Ανατολικής Πελοποννήσου	56	67	Ελλειμματικό
04	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	417	82	Πλεονασματικό
05	Ηπείρου	206	39	Πλεονασματικό
06	Αττικής	64	64	Οριακά Πλεονασματικό ⁽¹⁾
07	Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	128	176	Ελλειμματικό ⁽²⁾
08	Θεσσαλίας	223	337	Ελλειμματικό
09	Δυτικής Μακεδονίας	159	136	Πλεονασματικό
10	Κεντρικής Μακεδονίας	137	130	Οριακά Πλεονασματικό
11	Ανατολικής Μακεδονίας	354	132	Πλεονασματικό
12	Θράκης	424	253	Πλεονασματικό
13	Κρήτης	130	133	Οριακά Ελλειμματικό ⁽³⁾
14	Νήσων Αιγαίου	7	25	Ελλειμματικό
	Σύνολο χώρας	2 500	1 733	

Μεγέθη σε hm³

(1) Οι υδατικοί πόροι είναι κατά βάση μεταφερόμενοι από γειτονικά διαμερίσματα.

(2) Οι αρδευόμενες εκτάσεις κατά ΕΣΥΕ φαίνονται υπερεκτιμημένες και γι' αυτό, το διαμέρισμα, ενώ έχει σήμερα οριακά επαρκείς πόρους, εμφανίζεται ως έντονα ελλειμματικό.

(3) Σήμερα, η ζήτηση καλύπτεται πλημμελώς κυρίως από πηγές και γεωτρήσεις.

Ο νόμος Ν.1739/87 εισήγαγε μια σύγχρονη αντίληψη αντιμετώπισης των υδατικών πόρων στην έρευνα, στη διοίκηση και στην καθημερινή πρακτική. Διαμόρφωσε το θεσμικό πλαίσιο και τους αναγκαίους μηχανισμούς για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας (ΥΠΑΝ, 2003).

Οι αδυναμίες του δημόσιου τομέα (όπως έλλειψη πόρων και υπηρεσιών στελεχωμένων με ανάλογο προσωπικό) δεν επέτρεψαν την πλήρη εφαρμογή του.

Στις 22/12/2000 δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων η **Οδηγία 2000/60/ΕΚ** «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων». Το πνεύμα της Οδηγίας είναι κυρίαρχα περιβαλλοντικό, έχει στόχο την κατά το δυνατόν ομογενοποίηση των κριτηρίων και της αντίληψης της διαχείρισης των υδατικών πόρων και βασική αρχή τη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων, μέχρι και τον τελικό χρήστη-καταναλωτή, στη διαδικασία της διαχείρισης. Η υλοποίηση των στόχων από όλα τα κράτη-μέλη προβλέπεται να γίνει με κοινά βήματα σε προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα από το 2002 έως το 2015 (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Τα κύρια σημεία της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ-η οποία καλείται να επιβάλει τα όσα προέβλεπε ο Ν.1739/87- είναι:

1. Το νερό είναι μη εμπορικό προϊόν, αποτελεί κληρονομιά και πρέπει να προστατεύεται.
2. Πρωταρχικός στόχος είναι η βελτίωση της ποιότητας των υδατικών πόρων και δευτερευόντως της ποσότητας.
3. Εκτιμώνται οι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι και επιβάλλεται μακροχρόνιος σχεδιασμός έργων προστασίας τους.
4. Η διατηρήσιμη διαχείριση υδατικών πόρων γίνεται στο πλαίσιο της ενιαίας λεκάνης απορροής ενός ποταμού.
5. Ενσωματώνονται στην προστασία και διατήρηση των υδατικών πόρων και άλλοι τομείς της κοινοτικής πολιτικής π.χ. η ενεργειακή πολιτική, η πολιτική μεταφορών, η γεωργική πολιτική.
6. Απαιτείται η αναστροφή κάθε έμμονης ανοδικής τάσης συγκέντρωσης των ρύπων.
7. Η κατάσταση παρακολουθείται σε συγκρίσιμη βάση σε όλη την Κοινότητα.
8. Καθιερώνεται η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».
9. Εξασφαλίζεται η συστηματική ενημέρωση και η συμμετοχή του κοινού στις αποφάσεις.
10. Δίνεται έμφαση στην αντιμετώπιση των πλημμυρών και των ξηρασιών.

Σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ εκδόθηκε ο **Ν. 3199/2003** «για την προστασία και διαχείριση των υδάτων» με στόχο την εναρμόνιση της Κοινοτικής Οδηγίας στο ελληνικό δίκαιο. Σε μεγάλο βαθμό ο Ν. 3199/2003 αναφέρεται στη διοικητική οργάνωση του εθνικού φορέα διαχείρισης με αναφορά στην Εθνική Επιτροπή Υδάτων, το Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων, την Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, τις Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών, το Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων. Για κάθε έναν από τους παραπάνω φορείς καθορίζονται η σύνθεση και οι επιμέρους αρμοδιότητες. Στο Νόμο γίνεται επίσης σύντομη αναφορά στις βασικές αρχές για τα σχέδια διαχείρισης (προγράμματα μέτρων, παρακολούθησης) και τη χρήση των υδάτων (κανόνες, αδειοδοτήσεις, κόστος). Η εναρμόνιση ουσιαστικών θεμάτων της Οδηγίας παραπέμπεται σε μελλοντικά Προεδρικά Διατάγματα (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Ουσιαστική πρόοδος γίνεται με το **προεδρικό διάταγμα 51/8.3.2007 (Α' 54)**, το οποίο εναρμονίζει τα σημαντικά θέματα της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Η εφαρμογή του ΠΔ θα οδηγήσει στην ολοκληρωμένη προστασία και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων (των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και υπόγειων νερών) της χώρας (Κουτσογιάννης κ.ά., 2008).

Η διοικητική δομή και το θεσμικό πλαίσιο που παρατέθηκαν στοχεύουν στην επίλυση των υδατικών προβλημάτων της Ελλάδας. Σύμφωνα με τους Κουτσογιάννης κ.ά. (2008) αν εξαιρεθούν ορισμένες αποσπασματικές προσπάθειες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, δεν έχει καταρτιστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα για την έρευνα, αξιοποίηση, ανάπτυξη και προστασία των υδάτων, που να εντάσσεται στα αντίστοιχα χρονικά προγράμματα ανάπτυξης τομέων ή και περιοχών της χώρας, όπως προβλέπονταν στον Ν. 1739/1987. Δεν έχει, δηλαδή, αναπτυχθεί ένα σχέδιο που να λαμβάνει υπόψη και να εναρμονίζει τις διάφορες τομεακές πολιτικές, να προβλέπει τη συμπληρωματικότητα των έργων των διαφόρων τομέων παραγωγής, να ιεραρχεί και να προσανατολίζει αναπτυξιακά την έρευνα, να υπολογίζει το κόστος λειτουργίας των έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων, κλπ.

Είναι, λοιπόν, επιτακτική η ανάγκη κατάρτισης ενός εθνικού, πλήρους σχεδίου διαχείρισης υδατικών πόρων ειδικότερα στα πλαίσια εναρμόνισης με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ.

1.3 Αειφορος Ανάπτυξη

Αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development) είναι η ανάπτυξη που έχει στόχο την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, με τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανθρώπινες ανάγκες του παρόντος, ιδιαίτερα αυτές των φτωχότερων στρωμάτων και του Τρίτου Κόσμου, χωρίς να υπονομεύεται η κάλυψη των αναγκών του μέλλοντος (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003).

Η αειφορία αποτελεί μια σύγχρονη απάντηση στο πρόβλημα των υλικών ορίων της οικονομικής μεγέθυνσης και εισήχθη ως έννοια από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, με τη μελέτη «Το Κοινό μας Μέλλον» (1987). Ως προσπάθεια συμβιβασμού των αντιθέσεων μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και περιβάλλοντος, αποτελεί μία μετριοπαθή αναπτυξιακή και φιλοπεριβαλλοντική προσέγγιση, δεν ταυτίζεται με την οικολογική άποψη της οικοανάπτυξης, ενώ βρίσκεται σε αντίθεση με τις πιο ακραίες οικολογικές ή αναπτυξιακές απόψεις (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003).

Σύμφωνα με τους Ανδρεαδάκης κ.ά. (2003) η ιδέα της αειφορίας εμπνέεται από την ορθολογική εκμετάλλευση του δάσους. Η αειφόρος υλοτομία μπορεί να προσφέρει μία συνεχή παραγωγή ξύλου, που αντιστοιχεί στον «τόκο», ενώ το δασικό «κεφάλαιο» παραμένει σε καλή κατάσταση, ώστε να διαιωνίζεται η παραγωγική του ικανότητα. Κατ' αντιστοιχία, η ορθή πολιτική για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών σημαίνει αύξηση της παραγωγικής ικανότητας με σεβασμό των οικολογικών αναγκών, καλύτερες προοπτικές ισοκατανομής των αγαθών, περιορισμό της δημογραφικής αύξησης κάτω από τα όρια αντοχής των φυσικών συστημάτων.

Η αειφόρος ανάπτυξη στις διάφορες περιπτώσεις περιβαλλοντικών συστημάτων δεν είναι πάντοτε εφικτή. Γενικά όμως είναι χρήσιμη ως εργαλείο ανάλυσης, διότι επιτρέπει μια εμπειριστατωμένη κριτική των διαφόρων οικονομικών επιλογών. Πρόκειται για προσπάθεια ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης στις αναπτυξιακές πολιτικές, αποτελεί απόπειρα συμβιβασμού μεταξύ ανάπτυξης και περιβάλλοντος. Κατά κανόνα, συνεπάγεται μία μείωση στην ταχύτητα οικονομικής μεγέθυνσης. Είναι μία έννοια ασαφής, η οποία όμως αποτελεί δυναμικό σύνθημα, που έχει θεωρητικά υιοθετηθεί τόσο από κυβερνήσεις, όσο και από μη κυβερνητικές οργανώσεις. Η εμφάνιση ενδιαφέροντος από το διεθνές κεφάλαιο (πράσινος καπιταλισμός) για επενδύσεις σε τομείς όπως η ανακύκλωση απορριμμάτων, τα υγιεινά προϊόντα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κ.λπ. ενισχύει την αποδοχή των σχετικών ιδεών από τη διεθνή κοινότητα (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003).

Η αειφόρος ανάπτυξη απαιτεί μία πολιτική μακροπρόθεσμου σχεδιασμού σε παγκόσμιο επίπεδο, βασισμένη σε αναμφισβήτητες θέσεις, όπως:

- Οι περιβαλλοντικές πιέσεις αλληλεξαρτώνται, το περιβάλλον είναι ένα πολύπλοκο δυναμικό σύστημα.
- Τα οικολογικά και τα οικονομικά προβλήματα αλληλοεπηρεάζονται και συνδέονται με κοινωνικούς και πολιτικούς παράγοντες, όπως η ανεργία, η

φτώχεια, ο κοινωνικός αποκλεισμός, η μειονεκτική θέση των γυναικών σε πολλές κοινωνίες.

- Οι περιβαλλοντικές βλάβες δεν σταματούν στα εθνικά σύνορα.

Θεμέλιο της αιφόρου ανάπτυξης αποτελεί η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, με στόχο την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών στο παρόν και στο μέλλον. Αυτό προϋποθέτει συχνά την εισαγωγή της έννοιας της κυκλικής κίνησης για τα προϊόντα των φυσικών πόρων, είτε ακολουθώντας κύκλους που υπάρχουν στη φύση (ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι), είτε δημιουργώντας τεχνητούς κύκλους (ανακυκλώσιμοι φυσικοί πόροι). Η συντόμευση της περιόδου του τεχνητού κύκλου συμβάλλει στην αποφυγή της ρύπανσης (π.χ. γρήγορη ανακύκλωση χρησιμοποιημένων μετάλλων). Από την άλλη μεριά, ορισμένοι φυσικοί κύκλοι (π.χ. κύκλος του φωσφόρου) έχουν πολύ μακριά περίοδο, πράγμα που στερεί ουσιαστικά την ιδιότητα του ανανεώσιμου από τον αντίστοιχο φυσικό πόρο. **Η ορθολογική χρήση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων (π.χ. γλυκό νερό, δάσος, πανίδα) περιλαμβάνει την εξοικονόμηση και την αποφυγή της εξάντλησης, αλλά και την προστασία από τη ρύπανση και την εν γένει υποβάθμιση (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003).**

Σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο, το γλυκό νερό έχει γίνει πλέον ένας σπάνιος και υπερεκμεταλλευμένος φυσικός πόρος (UNESCO-WWAP, 2006) οδηγώντας έτσι σε ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών και περιβαλλοντικών ανησυχιών (Falkenmark, 2008). Εκτιμάται ότι περίπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι στα αναπτυσσόμενα κράτη στερούνται την πρόσβαση σε ασφαλές, καθαρό πόσιμο νερό, ενώ περισσότεροι από δύο δισεκατομμύρια στερούνται τη χρήση επαρκούς ποσότητας νερού για την προσωπική τους υγιεινή (Bartram, 2008). Οι απαιτήσεις της βιομηχανίας και κυρίως της γεωργίας προκαλούν μείωση των επιγείων αποθεμάτων γλυκού νερού, ενώ η άντληση των επιφανειακών αποθεμάτων για την κάλυψη αυτών των απαιτήσεων επηρεάζει την υγεία του υδατικού οικοσυστήματος (Smakhtin, 2008). Η «πίεση» στους πόρους του γλυκού νερού εντείνεται ακόμα περισσότερο από την κλιματική αλλαγή, την αύξηση του πληθυσμού, τη συνεχή οικονομική ανάπτυξη και την επέκταση των καλλιεργειών για βιοκαύσιμα, τραβώντας το ενδιαφέρον κυβερνητικών και μη οργανώσεων (Ridouf et al., 2009).

Συμπερασματικά, η σωστή διαχείριση, η αποφυγή της κατασπατάλησης και η ομοιόμορφη διανομή του γλυκού νερού είναι εγχειρήματα επιτακτικής σημασίας ώστε η κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών τώρα και στο μέλλον, να μπορεί να γίνεται επαρκώς και καθολικά.

Η προσπάθεια επίτευξης αυτών των εγχειρημάτων αποτέλεσε και την έμπνευση για το Υδατικό Αποτύπωμα, ενός δείκτη αιφορίας, που εισήχθη πρόσφατα στην επιστημονική κοινότητα.

1.4 Το Υδατικό Αποτύπωμα

1.4.1 Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος

Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος (Water Footprint) εισήχθη στην επιστημονική κοινότητα το 2002 από τον Α.Υ. Hoekstra της UNESCO, στο Διεθνές Συνέδριο Επιστημόνων σχετικά με το Εμπόριο Εικονικού Νερού, που έλαβε χώρα στο πανεπιστήμιο του Delft, στην Ολλανδία (Hoekstra, 2003).

Το Υδατικό Αποτύπωμα (ΥΑ) ενός προϊόντος ισούται με τον όγκο (σε m³) του γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το προϊόν, συμπεριλαμβάνοντας και την πλήρη διαδικασία διάθεσης και εφοδιασμού του προϊόντος στην αγορά. Κατ' επέκταση το ΥΑ ενός ιδιώτη ή μίας κοινωνίας ορίζεται ως ο συνολικός όγκος γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται από τον ιδιώτη ή την κοινωνία (Hoekstra and Charagain, 2008). Ένα ΥΑ μπορεί να υπολογιστεί για μία ορθώς ορισμένη ομάδα καταναλωτών, δηλαδή για μία οικογένεια, ένα χωριό, μία πόλη, μία επαρχία, μία πολιτεία ή μία χώρα (Ma et al., 2006; Hoekstra and Charagain, 2007b; Kamrman et al., 2008). Μπορεί επίσης να υπολογιστεί για μία συγκεκριμένη δραστηριότητα, αγαθό ή υπηρεσία π.χ. για το βαμβάκι (Charagain et al., 2006b), για τον καφέ και το τσάι (Charagain and Hoekstra, 2007) κ.λπ. Το ΥΑ μπορεί ακόμα να εφαρμοστεί και σε μία επιχείρηση ή σε έναν οργανισμό (WBCSD, 2006; Gerbens-Leenes and Hoekstra, 2008). Γενικότερα το ΥΑ εκφράζεται σε όρους όγκου γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκαν ανά χρόνο (Hoekstra, 2009). Δεν μετρείται νερό γενικώς αλλά γλυκό νερό συγκεκριμένα, διότι το γλυκό νερό αποτελεί έναν σπάνιο φυσικό πόρο, καθώς ο όγκος του καταλαμβάνει μόλις το 2.5% της συνολικής ποσότητας νερού του πλανήτη (Gleick, 1993).

Το ΥΑ είναι ένας εναλλακτικός δείκτης κατανάλωσης γλυκού νερού, σε αντιστοιχία με το οικολογικό, το ενεργειακό και το αποτύπωμα άνθρακα, που μεταφράζουν την ανθρώπινη κατανάλωση σε χρησιμοποίηση φυσικών πόρων.

Το **οικολογικό αποτύπωμα (ecological footprint)** εισηχθη στην επιστημονική κοινότητα στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τους William Rees και Mathis Wackernagel (Rees, 1992, 1996; Rees and Wackernagel, 1994, 1996; Wackernagel and Rees, 1996, 1997). Μετρά κατά πόσο η φύση, εκφρασμένη σε μονάδες «βιοπαραγωγικών εκτάσεων», χρησιμοποιείται αποκλειστικά για να παράγει όλους τους πόρους που ένας δεδομένος πληθυσμός καταναλώνει και για να απορροφήσει τα απόβλητα που παράγονται, χρησιμοποιώντας την επικρατούσα τεχνολογία (Chambers et al., 2000, p. 31). Εκφράζεται σε εκτάρια και σύμφωνα με τους Monfreda et al. (2004) αποτελείται συνήθως από έξι συνιστώσες:

- χρήση αροτραίας γης (γεωργία)
- χρήση βοσκήσιμης γης (κτηνοτροφία)
- χρήση δασικής γης (ξύλεια)
- χρήση κτισμένης γης (κατοικία)
- χρήση παραγωγικού θαλάσσιου χώρου (ψάρεμα)
- χρήση δασών για απορρόφηση του CO₂ που εκπέμπουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες

Το **ενεργειακό αποτύπωμα (energy footprint)** αποτελεί τη δασική έκταση σε εκτάρια που είναι αναγκαία για την αντιστάθμιση των εκπομπών CO₂ που παράγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο δείκτης αυτός στις περισσότερες αναλύσεις θεωρείται συνιστώσα του οικολογικού αποτυπώματος.

Το **αποτύπωμα άνθρακα (carbon footprint)** μετρά τις εκπομπές ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, εκφράζεται σε μονάδες ισοδύναμων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂-e) και υπολογίζεται χρησιμοποιώντας ορισμένους συντελεστές (συντελεστές χαρακτηρισμού) οι οποίοι περιγράφουν τη δυνατότητα υπερθέρμανσης του πλανήτη από τα διάφορα αέρια του θερμοκηπίου (GHGs), (Ridout and Pfister, 2010).

Οι παραπάνω δείκτες παρ' όλες τις ομοιότητες τους διαφέρουν κατά πολύ στη σύλληψη, τις μεθοδολογίες υπολογισμού και στα συμπεράσματα που προάγουν.

Μπορούν λοιπόν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά στα πλαίσια μίας ευρύτερης μελέτης, αλλά και ο καθένας ξεχωριστά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Ένα άλλο «εργαλείο» το οποίο εκτιμά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος και συχνά συγκρίνεται με το ΥΑ είναι η **Ανάλυση Κύκλου Ζωής ή ΑΚΖ (LCA)**. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής μελετά την οικολογική αποδοτικότητα των προϊόντων και υπολογίζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ενός πόρου στο σύστημα παραγωγής, με σκοπό να προτείνει βελτιώσεις για το σύστημα αυτό (Charagain and Orr, 2009). Όπως έχει επισημανθεί από τους Andersson et al., (1998), ιδανικά η μελέτη ΑΚΖ (LCA) ενός προϊόντος πρέπει να περιλαμβάνει τη γεωργική παραγωγή, τη βιομηχανική επεξεργασία, την αποθήκευση και τη διάθεση, τη συσκευασία, την κατανάλωση και τη διαχείριση αποβλήτων. Η ΑΚΖ (LCA) όμως παρουσιάζει αδυναμία στο να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση υδατικών πόρων.

Οι ρίζες της έννοιας του ΥΑ βρίσκονται στην αναζήτηση της απεικόνισης των κρυφών συνδέσεων που υπάρχουν μεταξύ ανθρώπινης κατανάλωσης και υδατικής χρήσης καθώς και μεταξύ διεθνούς εμπορίου και διαχείρισης υδατικών πόρων. Εφαπτήριο για την αναζήτηση αυτή αποτέλεσε για τον Hoekstra το γεγονός ότι η διαχείριση υδατικών πόρων θεωρείται γενικώς ως ένα τοπικό ζήτημα ή ως ζήτημα περιορισμένο στην έκταση της λεκάνης απορροής και αγνοείται η παγκόσμια διάστασή του (Hoekstra, 2006). Κατά Hoekstra, (2009), στο πλαίσιο της διαχείρισης υδατικών πόρων συχνά παραβλέπεται το γεγονός ότι τελικά η υδατική χρήση συνδέεται με την ανθρώπινη κατανάλωση και ο καταναλωτής με τις επιλογές του την επηρεάζει. Η έννοια του ΥΑ εισήχθη αρχικά στην υδρολογική επιστημονική κοινότητα για να αποδείξει ότι η διάσταση του καταναλωτή και η παγκόσμια διάσταση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην προσπάθεια διαχείρισης και επίβλεψης της υδατικής κατανάλωσης των διαφόρων προϊόντων. Γι αυτό και το ΥΑ από τότε θίγεται περισσότερο σε υδρολογικά και πολιτικά απ' ότι σε περιβαλλοντικά συνέδρια (Hoekstra, 2009).

Η ιδέα του υδατικού αποτυπώματος βασίζεται στην έννοια του **«εικονικού ή ενσωματωμένου νερού»**, που εισήγαγε το 1998 ο καθηγητής J. Allan του King's College, όταν ερευνούσε την πιθανότητα εισαγωγής εικονικού νερού (σε αντίθεση με πραγματικό νερό) ως μερική λύση στα προβλήματα έλλειψης νερού στη Μέση Ανατολή (Hoekstra, 2009). Σύμφωνα με τον Hoekstra (2009) το περιεχόμενο σε «εικονικό νερό» ("virtual water") ενός προϊόντος, αγαθού ή υπηρεσίας ορίζεται ως ο όγκος γλυκού νερού που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το προϊόν αυτό. Αναφέρεται στο άθροισμα των υδατικών χρήσεων στα διάφορα στάδια της παραγωγικής αλυσίδας (χωρίς επικαλύψεις καταναλώσεων). Το επίθετο «εικονικό» αναφέρεται στο γεγονός ότι το περισσότερο από το νερό που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το προϊόν δεν περιέχεται τελικά σ' αυτό. Το περιεχόμενο σε πραγματικό νερό του προϊόντος είναι γενικά αμελητέο σε σύγκριση με το περιεχόμενό του σε εικονικό νερό. Η έννοια του εικονικού νερού μας βοηθάει να κατανοήσουμε πόσο νερό χρειάζεται για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων και υπηρεσιών. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η παραγωγή 1kg σταριού «κοστίζει» 1300L, 1kg τομάτας 180L και 1kg μοσχαρίσιου κρέατος 15500L. Η γνώση του εικονικού νερού διαφόρων προϊόντων ή υπηρεσιών, ειδικά σε περιοχές με ανεπάρκεια νερού, μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη στον προσδιορισμό της κατανομής των περιορισμένων υδατικών πόρων. Για το λόγο αυτό, η εισαγωγή της έννοιας του εικονικού νερού είχε σημαντική επίδραση στην πολιτική και έρευνα του παγκοσμίου εμπορίου, και επαναπροσδιόρισε το θέμα της πολιτικής και διαχείρισης των υδατικών πόρων, παρά τις αδυναμίες και ελλείψεις που έχει (Στάμου, 2010). Το ΥΑ ενός ιδιώτη ή μίας κοινότητας μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας όλα τα αγαθά και τις υπηρεσίες που καταναλώνονται μέσω του αντίστοιχου περιεχομένου τους σε εικονικό νερό (Hoekstra, 2009).

Οι βασικές διαφορές του ΥΑ από το εικονικό νερό είναι ότι το ΥΑ αφορά συγκεκριμένη περιοχή, υδατική χρήση και συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ μπορεί να αναφέρεται σ' έναν καταναλωτή ή έναν παραγωγό (Hoekstra et al, 20011).

Σύμφωνα με τον Hoekstra (2009) το συνολικό ΥΑ ενός ιδιώτη ή μίας κοινωνικής ομάδας αποτελείται από τρεις συνιστώσες : **το μπλε, το πράσινο και το γκρι ΥΑ.**

Το μπλε ΥΑ αφορά στην κατανάλωση υδατικών πόρων (γλυκού νερού) από τους επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς. Ως κατανάλωση ορίζεται η απώλεια νερού από το υδάτινο σώμα στην περιοχή της λεκάνης απορροής, η οποία συμβαίνει όταν το νερό εξατμίζεται, επιστρέφει σε μία άλλη λεκάνη ή στη θάλασσα ή όταν το νερό ενσωματώνεται σ' ένα προϊόν. Δεν περιλαμβάνει το μέρος της επιφανειακής απορροής το οποίο επιστρέφει στους υδατικούς αποδέκτες αμέσως μετά τη χρήση ή μέσω διαρροής προτού χρησιμοποιηθεί.

Το πράσινο ΥΑ αφορά στην κατανάλωση πράσινων υδατικών πόρων, δηλαδή βροχοπτώσης. Στην περίπτωση των καλλιεργειών οι υδατικοί αυτοί πόροι κατακρατούνται στο έδαφος ως υγρασία και καταναλώνονται μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών.

Το γκρι ΥΑ εκφράζει την προκαλούμενη ρύπανση από τα παραγόμενα λύματα. Προσεγγίζεται από τον όγκο του νερού που απαιτείται για τη διάλυση-αραίωση του ρυπαντικού φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, ώστε οι συγκεντρώσεις των ρύπων που ενδιαφέρουν (π.χ. άζωτο, φώσφορος) να είναι μικρότερες από τις μέγιστες τιμές (όρια) που τίθενται στο συγκεκριμένο υδάτινο σώμα (αποδέκτη διάθεσης).

Το ΥΑ ενός κράτους ορίζεται ως ο όγκος του νερού που χρειάζεται για την παραγωγή των προϊόντων και υπηρεσιών που καταναλώνονται από τους κατοίκους του. Αποτελείται από δύο μέρη, το **ενδογενές ΥΑ (internal)** και το **εξωγενές ΥΑ (external)**. Το ενδογενές ΥΑ αναφέρεται στην εκμετάλλευση των εγχώριων υδατικών πόρων για την παραγωγή προϊόντων που καταναλώνονται εντός του κράτους, ενώ το εξωγενές ΥΑ αναφέρεται στην εκμετάλλευση υδατικών πόρων για την παραγωγή προϊόντων σε άλλα κράτη, που εισάγονται και καταναλώνονται από τους κατοίκους του υπό μελέτη κράτους (Hoekstra, 2009).

Το ΥΑ υπολογίζεται με στοιχεία πραγματικών υδατικών καταναλώσεων και όχι βάσει διεθνών μέσων υδατικών καταναλώσεων. Συνεπώς, το ΥΑ μπορεί να υπολογιστεί μόνο αναλύοντας την προέλευση των καταναλωτικών αγαθών και θεωρώντας την πραγματική υδατική χρήση που λαμβάνει χώρα στην τοποθεσία παραγωγής των προϊόντων (Hoekstra, 2009).

Κατά τον Hoekstra (2009) δείκτης του ΥΑ διαφέρει από τους υπόλοιπους δείκτες υδατικής κατανάλωσης (κατανάλωση νερού ανά τομέα, διαθεσιμότητα νερού κ.α.) σε τρία βασικά σημεία:

1. Υπολογίζει την εκμετάλλευση του νερού από τα διάφορα αγαθά και υπηρεσίες θεωρώντας την υδατική χρήση και τη ρύπανση σε κάθε στάδιο της αλυσίδας παραγωγής.
2. Καθιστά ορατή τη σύνδεση μεταξύ κατανάλωσης (τοπικό) και εκμετάλλευσης υδατικών αποθεμάτων (παγκόσμιο).
3. Λαμβάνει υπόψη όχι μόνο την μπλε υδατική χρήση αλλά και την πράσινη και τη γκρι.

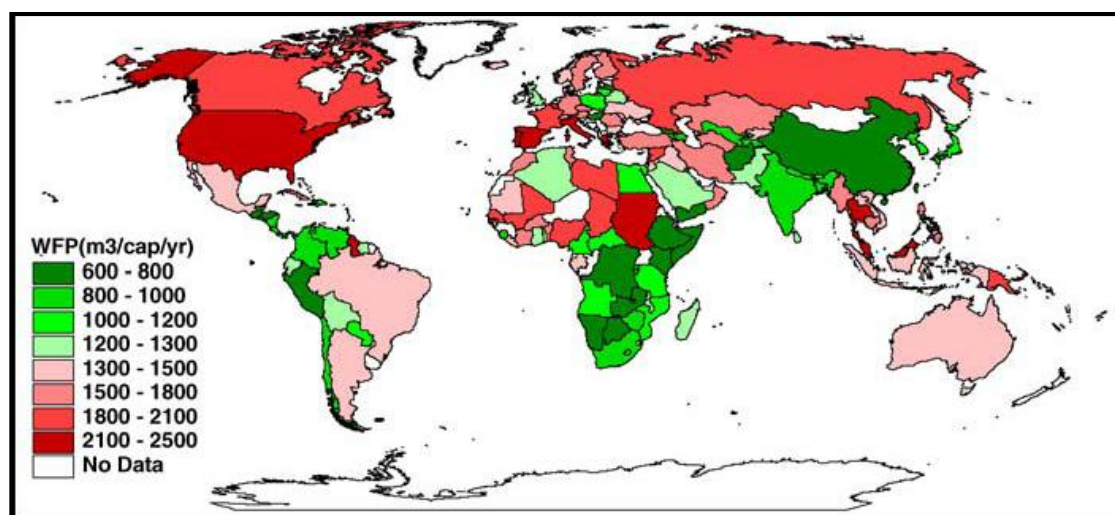
Έτσι, το ΥΑ προσφέρει μία ευρύτερη προοπτική σχετικά με το πώς ο καταναλωτής ή ο παραγωγός σχετίζονται με τη χρήση γλυκού νερού. Είναι μία **ογκομετρική μέθοδος** μέτρησης της υδατικής κατανάλωσης και της ρύπανσης. Δεν μετρά τη σοβαρότητα των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η κατανάλωση νερού και η ρύπανση. Οι τοπικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαρτώνται από την ευαισθησία του τοπικού υδατικού συστήματος και από τον αριθμό των καταναλωτών και των ρυπαντών που χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα. Ο υπολογισμός του ΥΑ δίνει χωροχρονικά σαφείς πληροφορίες σχετικά με το πώς το νερό κατανέμεται στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για μία πιο βιώσιμη και ορθολογική χρήση και διάθεση του νερού καθώς επίσης και να θέσει τις βάσεις για την τοπική αξιολόγηση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων. Αυτός ο δείκτης, λοιπόν, μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμος σε πολιτικούς παράγοντες, επιχειρηματίες, ρυθμιστικές αρχές διευκολύνοντας τη διαχείριση αυτού του φυσικού πόρου, που γίνεται ολοένα και πιο σπάνιος.

1.4.2 Το ΥΑ και η Ελληνική Πραγματικότητα

Οι Hoekstra and Charagain (2007) υπολόγισαν τα ΥΑ των κρατών του κόσμου χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία της περιόδου 1997-2001. Για τον προσδιορισμό του ΥΑ κάθε χώρας έλαβαν υπόψη τους εξής 4 βασικούς παράγοντες:

1. τον όγκο της κατανάλωσης (που εκφράζεται από το ΑΕΠ)
2. τις καταναλωτικές συνήθειες των κατοίκων (π.χ. υψηλή ή χαμηλή κατανάλωση κρέατος)
3. τις τοπικές κλιματικές συνθήκες
4. την εφαρμοζόμενη αγροτική πρακτική (αποδοτικότητα άρδευσης).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.4-1.



Σχήμα 1.4-1 Μέσες τιμές εθνικών ΥΑ (m³/κατ/yr) (Hoekstra and Charagain, 2007)

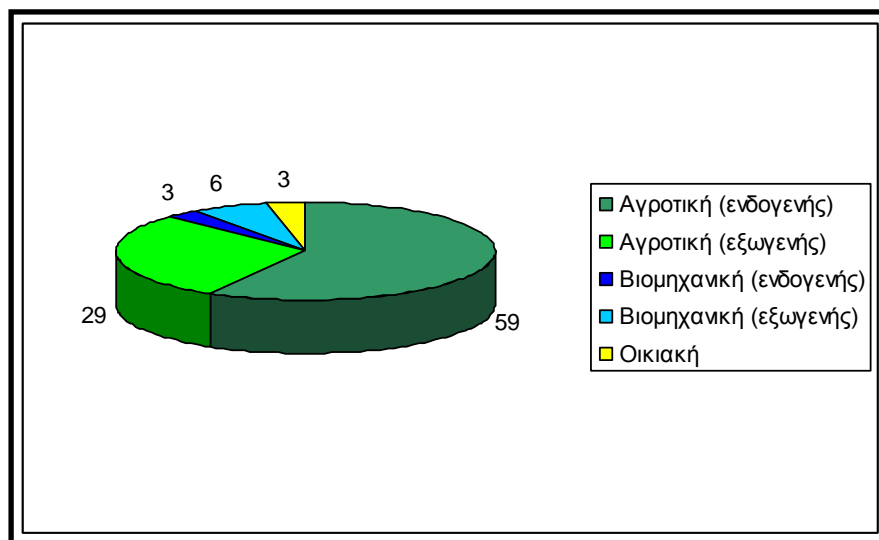
Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι **η Ελλάδα** παρουσιάζει ένα από τα μεγαλύτερα μέσα ετήσια εθνικά ΥΑ (2389 m³/κατ), μαζί με την Ισπανία (2325 m³/κατ), την Πορτογαλία (2264 m³/κατ) και την Ιταλία (2332 m³/κατ), εξαιτίας κυρίως της κατανάλωσης νερού στη γεωργία. Το μεγαλύτερο ΥΑ έχουν οι ΗΠΑ (2483 m³/κατ),

εξαιτίας κυρίως των μεγάλων εισαγόμενων ποσοτήτων κρέατος. Το μικρότερο ΥΑ έχει η Κίνα (700 m³/κατ), ενώ το μέσο ετήσιο ΥΑ είναι ίσο με 1240 m³/κατ.

Ο Στάμου (2010) ανέλυσε την ποσοστιαία σύνθεση του ελληνικού ΥΑ. Τα κύρια χαρακτηριστικά του ΥΑ της Ελλάδας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.4-1 και στο Σχήμα 1.4-2.

Πίνακας 1.4-1 Κύρια χαρακτηριστικά του ΥΑ της Ελλάδας (Στάμου, 2010)

Είδος κατανάλωσης νερού	Όγκος νερού (δισ. m ³ /γρ)	Όγκος νερού (m ³ /ατ. γρ)	Ποσοστό (%)
Νερό για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων	14,80	1403	59
Νερό για την παραγωγή εισαγόμενων αγροτικών προϊόντων	7,18	680	29
Νερό για την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων	0,78	73	3
Νερό για την παραγωγή εισαγόμενων βιομηχανικών προϊόντων	1,62	154	6
Οικιακή κατανάλωση νερού	0,83	79	3
Υδατικό αποτύπωμα (ολική κατανάλωση)	25,21	2389	100
Νερό για την παραγωγή εξαγόμενων αγροτικών προϊόντων	3,35	-	-
Νερό για την παραγωγή εξαγόμενων βιομηχανικών προϊόντων	1,87	-	-



Σχήμα 1.4-2 Ποσοστιαία σύνθεση του ΥΑ της Ελλάδας (Στάμου, 2010)

Παρατηρούμε από την παραπάνω ανάλυση ότι η μεγαλύτερη κατασπατάληση νερού στην Ελλάδα γίνεται για την παραγωγή γεωργικών, κτηνοτροφικών και αγροτικών προϊόντων τα οποία καταναλώνονται εγχώρια (αγροτική ενδογενής χρήση διαμορφώνει το 59% του ελληνικού ΥΑ).

Στη χώρα μας, όπως στις περισσότερες ξηρές χώρες, η διαχείριση υδατικών πόρων αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό και αντιφατικό θέμα με τεράστια πολιτική και κοινωνική διάσταση. Το σημερινό πρόβλημα της χώρας μας δεν είναι τόσο το έλλειμμα των υδατικών πόρων, αλλά η κακή διαχείριση και η αναποτελεσματική πολιτική που εφαρμόζεται, ιδιαίτερα στο γεωργικό τομέα (Στάμου, 2010). Οι κακές αγροτικές πρακτικές που τυχόν εφαρμόζονται λόγω ανεπαρκούς συστήματος τιμολόγησης του νερού, επιδοτήσεων, μη αποδοτικής τεχνολογίας και έλλειψης πληροφόρησης οδηγούν σε κατασπατάληση του νερού και κατά συνέπεια σε μεγάλα υδατικά αποτυπώματα (Hoekstra and Charagain, 2007).

Η ανάλυση του ΥΑ, δηλαδή ο προσδιορισμός των τριών συνιστωσών του και η ερμηνεία τους, από υδρολογική, οικονομική και οικολογική άποψη, μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμη (σε συνδυασμό με τους συνηθισμένους δείκτες κατανάλωσης νερού) διευκολύνοντας σημαντικά την αναγνώριση πιθανών λύσεων σε υφιστάμενα προβλήματα και την αποτελεσματική κατανομή των υδατικών και οικονομικών πόρων (Στάμου, 2010).

1.4.3 Ιστορική Αναδρομή

Μετά από την εισαγωγή του όρου ΥΑ στο συνέδριο επιστημόνων του Delft το 2002, η έννοια αυτή άρχισε να συζητείται όλο και περισσότερο στα διεθνή επιστημονικά υδρολογικά συνέδρια (π.χ. το 3^ο Παγκόσμιο Υδρολογικό Συνέδριο στην Ιαπωνία το 2003, η τηλεδιάσκεψη με θέμα «Εμπόριο Εικονικού Νερού και Γεωπολιτική» που διοργανώθηκε από το Διεθνές Υδρολογικό Συνέδριο (WWC, 2004), το επιστημονικό συνέδριο με θέμα «Εμπόριο Εικονικού Νερού» υπό την αιγίδα του Γερμανικού Ινστιτούτου Ανάπτυξης στη Βόννη το 2005 (Horlemann and Neubert, 2007), το 4^ο Παγκόσμιο Υδρολογικό Συνέδριο στο Μεξικό το 2006, το επιστημονικό συνέδριο με θέμα «Παγκόσμια Διαχείριση Ύδατος» που διοργανώθηκε από το Παγκόσμιο Σχέδιο Υδατικών Συστημάτων (Global Water System Project) στη Βόννη 2006 και το επιστημονικό συνέδριο με θέμα «Εμπόριο Εικονικού Νερού» που το διοργάνωσε το Ινστιτούτο Κοινωνικό-Οικολογικής Έρευνας στη Φρανκφούρτη το 2006 (Hummel et al., 2007)).

Σύμφωνα με τους Charagain and Orr (2009), ο πρώτος προκαταρκτικός υπολογισμός ΥΑ κράτους έγινε από τους Hoekstra και Hung (2002). Στη μελέτη αυτή για τον υπολογισμό του μέσου ΥΑ ενός κράτους, χρησιμοποιήθηκε ο όγκος της μπλε υδατικής απορροής (π.χ. νερό από λίμνες, ποταμούς, δεξαμενές) που συμβαίνει σ' ένα κράτος ως δείκτης της οικιακής υδατικής χρήσης, ο οποίος προστέθηκε στο καθαρό εισαγόμενο εικονικό νερό που σχετιζόταν με το διακρατικό εμπόριο ενός περιορισμένου αριθμού πρωτογενών καρπών. Ένας πιο εμπειριστατωμένος υπολογισμός έγινε αργότερα από τους Charagain and Hoekstra (2003), οι οποίοι συμπεριέλαβαν το διακρατικό εμπόριο κτηνοτροφικών προϊόντων.

Καμία έρευνα ως τότε όμως δεν είχε συμπεριλάβει τον όγκο του πράσινου νερού (ωφέλιμη βροχόπτωση), ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή καρπών που καταναλώνονται εντός του κράτους. Αυτός ο παράγοντας λήφθηκε υπόψη αργότερα από τους Charagain and Hoekstra (2004).

Η έννοια του ΥΑ διευρύνθηκε ακόμα περισσότερο από τους Charagain et al. (2006), όπου προσδιορίστηκαν οι επιπτώσεις της ρύπανσης λόγω της κατανάλωσης βαμβακερών προϊόντων. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω της θεώρησης του απαραίτητου

υδατικού όγκου που χρειαζόταν για την αραιώση των ρυπαντών σε τέτοιο βαθμό, ώστε η ποιότητα του νερού να παραμείνει κάτω από τα συμφωνηθέντα ποιοτικά όρια.

Η αναζήτηση της πληρέστερης μεθοδολογίας υπολογισμού του ΥΑ βρίσκεται ακόμα υπό εξέλιξη, αφού πρόκειται για έναν πολύ πρόσφατα εισαχθέντα όρο. Κατά καιρούς εμφανίζονται βελτιωμένες εκδόσεις προηγούμενων μεθοδολογιών και σταδιακά τα αποτελέσματα που προκύπτουν βάσει αυτού του δείκτη έχουν ουσιαστικότερη φυσική σημασία.

1.4.4 Παρουσίαση και Σύγκριση μεθοδολογιών υπολογισμού ΥΑ

Όσον αφορά στον υπολογισμό του ΥΑ υπάρχουν μέχρι στιγμής δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Η πρώτη προτείνεται από τους A.Y. Hoekstra και A. K. Charagain (2008) και η δεύτερη από τους B. G. Ridouff και S. Pfister (2010), οι οποίοι προτείνουν μία αναθεωρημένη μορφή της πρώτης. Παρατίθενται και συγκρίνονται μεταξύ τους στη συνέχεια.

- Υπολογισμός του ΥΑ κατά Hoekstra και Charagain (2008)
 Προτείνονται δύο προσεγγίσεις για τον υπολογισμό του ΥΑ, α) **η ανοδική (bottom-up)** και β) **η καθοδική (top-down)**. Η πρώτη αποτελεί μία μέθοδο σημείο προς σημείο (item-by-item approach), κατά την οποία αθροίζονται όλα τα επιμέρους αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται από τους κατοίκους μίας χώρας, εκφρασμένα στις αντίστοιχες υδατικές απαιτήσεις που χρειάστηκε η παραγωγή τους. Η μέθοδος αυτή παρέχει την ευελιξία επιλογής του επιπέδου λεπτομέρειας της ανάλυσης, ενώ η παρουσίασή της γίνεται εύκολα αντιληπτή κι έτσι ενδείκνυται για διδακτικούς σκοπούς (Chambers et al., 2000, p.69). Απλοί υπολογισμοί ΥΑ ιδιωτών ή συγκεκριμένων προϊόντων μέσω αυτής της μεθόδου καθιστούν εύληπτη την έννοια του ΥΑ και ευαισθητοποιούν το κοινό σχετικά με το συγκεκριμένο ζήτημα. Η μέθοδος αυτή όμως παρά την ευκολία στη σύλληψή της είναι πολύ απαιτητική από την άποψη του όγκου των δεδομένων που χρειάζεται και επηρεάζεται πολύ από την καταγραφή ή όχι των απαραίτητων λεπτομερειών. Έτσι, δεν προτείνεται για τον υπολογισμό ΥΑ κρατών, αλλά ιδιωτών, επιχειρήσεων ή μικρότερων κοινοτήτων. Στην καθοδική μέθοδο, το ΥΑ ενός κράτους υπολογίζεται ως η συνολική χρήση υδατικών πόρων μέσα στη χώρα, συν το συνολικό-ακαθάριστο εικονικό νερό που εισάγεται, μείον το ακαθάριστο εικονικό νερό που εξάγεται. Το εισαγόμενο εικονικό νερό αναφέρεται στον όγκο νερού που χρησιμοποιήθηκε σε άλλες χώρες για την παραγωγή των αγαθών και υπηρεσιών που εισάγονται και καταναλώνονται στην υπό μελέτη χώρα. Αντίστοιχα, το εξαγόμενο εικονικό νερό αναφέρεται στον όγκο του νερού που χρησιμοποιήθηκε εντός της υπό μελέτης χώρας (εγχώριοι φυσικοί πόροι) για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών, τα οποία εξάγονται και καταναλώνονται σε άλλες χώρες. Η μέθοδος αυτή προσφέρει έναν ταχύ υπολογισμό του ΥΑ και ενδείκνυται στην περίπτωση κρατών, όπου διατίθενται τα εθνικά στοιχεία εμπορίου και κατανάλωσης. Είναι φανερό βέβαια πώς η αξιοπιστία κάθε μεθόδου έχει άμεση συνάρτηση με την αξιοπιστία των βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται (ποιότητα δεδομένων κατανάλωσης στην ανοδική και ποιότητα δεδομένων εμπορίου στην καθοδική).
 Το συνολικό ΥΑ ενός ιδιώτη ή μίας κοινωνίας αναλύεται σε τρεις συνιστώσες: **το μπλε, το πράσινο και το γκρι ΥΑ** (Hoekstra and Charagain, 2008). Το μπλε ΥΑ αφορά την κατανάλωση υδατικών πόρων (γλυκού νερού) από τους επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς, ενώ το πράσινο ΥΑ αναφέρεται

στους πράσινους υδατικούς πόρους που είναι το βρόχινο νερό, το οποίο αποθηκεύεται στο έδαφος ως υγρασία και απομυζείται από τα φυτά. Το γκρι ΥΑ εκφράζει την προκαλούμενη ρύπανση από τα παραγόμενα λύματα. Οι πρώτοι δύο όροι αναφέρονται στη χρήση των φυσικών πόρων, ενώ ο τρίτος στην ποσότητα νερού που χρειάζεται για να αφομοιωθεί η πιθανή ρύπανση. Ο Hoekstra θεωρεί πως το να περιλαμβάνει το ΥΑ τους φυσικούς πόρους που απαιτούνται για την αφομοίωση της ρύπανσης, καθιστά τον δείκτη αυτόν συνεπή απέναντι στον σκοπό να κατανοηθεί και να υπολογιστεί ο καθολικός ανθρώπινος σφετερισμός των φυσικών αποθεμάτων. Όμως, αναγνωρίζει πως η συγκεκριμένη συνιστώσα «υποφέρει» περισσότερο από την έλλειψη γνώσεων και την υποκειμενικότητα από ότι οι συνιστώσες της πραγματικής κατανάλωσης-χρήσης του νερού.

Για την αποφυγή διπλού υπολογισμού κατά τον υπολογισμό του ΥΑ διαχωρίζονται οι χρησιμοποιούμενοι όγκοι νερού στα διάφορα προϊόντα που προκύπτουν. Για παράδειγμα, όταν ένας πρωτογενής καρπός μετατρέπεται σε δύο ή περισσότερα προϊόντα (π.χ. η σόγια μετατρέπεται σε αλεύρι σόγιας και σογιέλαιο), το περιεχόμενο σε εικονικό νερό του πρωτογενούς καρπού κατανέμεται στα παράγωγα προϊόντα του. Αυτό γίνεται αναλογικά με την αξία των παραγώγων του καρπού. Μπορεί, επίσης, να γίνει αναλογικά με το βάρος των προϊόντων, αλλά κάτι τέτοιο δεν θα είχε πολύ νόημα (Hoekstra and Charaagain, 2008). Για τον υπολογισμό του γκρι ΥΑ, δεν προστίθενται απλώς οι αντίστοιχοι όγκοι νερού που είναι ικανοί να διαλύσουν κάθε ρυπαντή. Αντιθέτως, αναγνωρίζεται εκείνος ο ρυπαντής που στη συγκεκριμένη ροή αποβλήτων απαιτεί περισσότερη ποσότητα νερού για να διαλυθεί. Αυτός ο ρυπαντής θεωρείται ο κρίσιμος, πράγμα που σημαίνει ότι αν ο συγκεκριμένος ρυπαντής έχει διαλυθεί επαρκώς, τότε θα έχουν διαλυθεί επαρκώς και όλοι οι υπόλοιποι ρυπαντές (Charaagain et al., 2006b).

Οι διάφορες υδατικές καταναλώσεις προστίθενται τελικά χωρίς να σταθμιστούν κι ως αντιπροσωπεύουν διαφορετικές χρήσεις. Επειδή όμως θεωρείται πως το πεδίο εφαρμογής και το κόστος ευκαιρίας κάθε μίας από τις τρεις συνιστώσες διαφέρει (σύμφωνα με τους Charaagain et al.(2006a) οι μπλε υδατικοί πόροι έχουν μεγαλύτερο κόστος ευκαιρίας από τους πράσινους), προτείνεται κάθε συνιστώσα να μελετάται και να παρουσιάζεται ξεχωριστά.

Η ανάλυση του ΥΑ θεωρεί την προέλευση των αγαθών και των υπηρεσιών και ενδιαφέρεται για την πραγματική υδατική χρήση που λαμβάνει χώρα στην τοποθεσία παραγωγής (Hoekstra and Charaagain, 2007a, 2008). Το ΥΑ στηρίζεται στα πραγματικά στοιχεία των καταναλώσεων και περιεχομένων σε εικονικό νερό καθώς και στις τοπικές παραγωγικότητες κι όχι σε εθνικούς μέσους όρους. Το πλεονέκτημα που έχει η χρήση τοπικών παραγωγικότητας είναι ότι γίνεται φανερό πως ένα αποτύπωμα μπορεί να μειωθεί αλλάζοντας τον όγκο ή τις συνθήκες της κατανάλωσης καθώς επίσης και περιορίζοντας τις επιπτώσεις ανά μονάδα κατανάλωσης μέσω π.χ. βελτίωσης της τεχνολογίας ή των συνθηκών παραγωγής. Η χρήση αυτή όμως απαιτεί μεγάλο όγκο δεδομένων και είναι αρκετά χρονοβόρα.

Το ΥΑ καταδεικνύει όχι μόνο τους όγκους του νερού που χρησιμοποιείται και ρυπαίνεται, αλλά και τις τοποθεσίες στις οποίες συμβαίνει αυτό.

Έτσι, προκύπτει ο δείκτης του ΥΑ, ο οποίος εκφράζει ετήσιους όγκους υδατικής κατανάλωσης (μπλε & πράσινο ΥΑ) και ρύπανσης (γκρι ΥΑ) επηρεαζόμενος από την εκάστοτε περιοχή-τοποθεσία στην οποία αναφέρεται.

➤ Υπολογισμός του ΥΑ κατά Ridoutt και Pfister

Προτείνεται μία αναθεωρημένη μέθοδος υπολογισμού των αγρό-διατροφικών προϊόντων, η οποία θα καθιστά σαφή την επιρροή της κατανάλωσης στα αποθέματα νερού και θα στοχεύει στην εξάλειψη φαινομένων λειψυδρίας περιοχών. Στην εναλλακτική αυτή μέθοδο υπεισέρχονται:

- η άμεση κατανάλωση μπλε υδατικών πόρων, η οποία θεωρείται μείζονος σημασίας
- η επιρροή της χρήσης γης στα αποθέματα μπλε νερού, στην οποία θεωρείται ότι εμπεριέχεται η κατανάλωση πράσινου νερού (δεν προσμετρείται, δηλαδή, πράσινο νερό αυτό καθ' εαυτό)
- το γκρι νερό που απαιτείται για την αφομοίωση των ρύπων
- συμπεριλαμβάνεται το νερό που καταναλώνεται στο στάδιο χρήσης του προϊόντος, αφού δηλαδή το προϊόν έχει διατεθεί στο κοινό.

Οι εισηγητές αυτής της αναθεωρημένης μεθοδολογίας υποστηρίζουν ότι το ΥΑ που προκύπτει με αυτόν τον τρόπο είναι περισσότερο συνεπές απέναντι στον δείκτη AKZ (Pfister et al., 2009).

Θεωρείται ότι δεν πρέπει να αθροίζονται χωρίς να σταθμιστούν περισσότερες από μία υδατικές καταναλώσεις που εκφράζουν διαφορετικές υδατικές χρήσεις και προέρχονται από περιοχές με διαφορετικές συνθήκες αφθονίας νερού. Η βαρύτητα κάθε κατανάλωσης λαμβάνεται υπόψη, ώστε τελικώς ΥΑ διαφορετικών προϊόντων να είναι συγκρίσιμα και να υπάρχει συσχετισμός μεταξύ κατανάλωσης και εν δυνάμει κοινωνικού ή περιβαλλοντικού κινδύνου. Επίσης, θεωρείται πως η βαρύτητα κάθε χρήσης καταδεικνύει εάν ένα μικρότερο ΥΑ είναι προτιμότερο έναντι ενός μεγαλύτερου, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή άντλησης του νερού σε κάθε περίπτωση. Για να υπολογιστεί η βαρύτητα κάθε κατανάλωσης ανάλογα με την περιοχή στην οποία συμβαίνει, εισήχθη ο **Δείκτης Πίεσης Νερού, ΔΠΝ** (water stress index, **WSI**), (Pfister et al., 2009). Ο δείκτης αυτός βασίζεται στο διεθνές υδρολογικό μοντέλο WaterGAP 2 καθώς και σε άλλα διεθνή μοντέλα υδατικών χρήσεων με ορισμένες βέβαια τροποποιήσεις. Η τιμή του κυμαίνεται μεταξύ 0.01-1, με την τιμή 0.5 να αντιστοιχεί σε μέτρια πίεση νερού, και αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο κάθε περιοχής. Σε μεγάλες και ετερογενείς χώρες όπως η Αυστραλία, η Κίνα, η Ινδία, οι ΗΠΑ τα εθνικά στατιστικά δεδομένα προσφέρουν πολύ φτωχή πληροφορία και δεν αντανakλούν την πιθανή τοπική έλλειψη νερού.

Έτσι, λοιπόν, το ΥΑ ενός προϊόντος σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1) Προσδιορίζεται η ακριβής τοποθεσία (χρήση συντεταγμένων αν χρειαστεί) της υδατικής κατανάλωσης που συμβαίνει σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος και ο αντίστοιχος ΔΠΝ. Εάν η τοποθεσία παρουσιάζει ετερογένεια ως προς τον ΔΠΝ λαμβάνεται η μέση τιμή αυτού.

2) Στο στάδιο χρήσης του προϊόντος αν π.χ. το προϊόν διατίθεται σε όλη τη χώρα, χρησιμοποιείται ο εθνικός μέσος ΔΠΝ στους υπολογισμούς.

3) Οι επιμέρους καταναλώσεις κάθε σταδίου πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο ΔΠΝ.

4) Προστίθενται τα γινόμενα.

5) Γίνονται δύο ξεχωριστοί υπολογισμοί, ένας με και ένας χωρίς τον υπολογισμό γκρι νερού για να γίνει στη συνέχεια σύγκριση μεταξύ τους.

Έτσι, προκύπτει το σταθμισμένο ΥΑ σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή.

➤ Σύγκριση των δύο μεθόδων υπολογισμού του ΥΑ

Οι Ridoutt και Pfister θεωρούν πώς ο ογκομετρικός υπολογισμός του ΥΑ κατά τον οποίο προστίθενται διαφορετικές υδατικές καταναλώσεις χωρίς στάθμιση οδηγεί σε αποτελέσματα που στερούνται φυσικής σημασίας. Δεν υπάρχει κάποια διαδικασία κανονικοποίησης κι έτσι η βαρύτητα κάθε κατανάλωσης δεν επηρεάζει τελικά το αποτέλεσμα. Με συνέπεια ένα μικρό ΥΑ να θεωρείται καλύτερο από ένα μεγαλύτερο ακόμα κι αν το νερό που καταναλώνεται στην πρώτη περίπτωση προέρχεται από περιοχές με σοβαρά προβλήματα ξηρασίας. Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Pfister πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα κάθε υδατικής χρήσης, ώστε να επιτρέπεται η σύγκριση ΥΑ μεταξύ διαφορετικών προϊόντων καθώς και μεταξύ διαφορετικών σταδίων παραγωγής του ίδιου προϊόντος. Θεωρείται ότι το σταθμισμένο ΥΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους επιχειρηματίες στα πλαίσια μίας πιο ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων, ενώ μπορεί να επηρεάσει τις καταναλωτικές συνήθειες των ιδιωτών.

Σύμφωνα με τους Hoekstra et al. (2009), η προσέγγιση που προτείνει ο Pfister, δηλαδή να πολλαπλασιάζεται κάθε μπλε συνιστώσα με έναν δείκτη πίεσης νερού και να αγνοούνται οι επιρροές της πράσινης υδατικής χρήσης, είναι επισφαλής. Επισημαίνουν ότι έτσι βασίζεται η ανάλυση του ΥΑ στη λογική της ΑΚΖ, αγνοώντας τον πρωταρχικό και καθιερωμένο ρόλο του ΥΑ στο πλαίσιο της διαχείρισης υδατικών πόρων. Στο πλαίσιο της διαχείρισης υδατικών πόρων δεν έχει κανένα νόημα η αναθεώρηση της μεθόδου υπολογισμού του ΥΑ, η οποία απαιτεί σαφείς χωρικές και χρονικές πληροφορίες σχετικά με πραγματικούς όγκους κατανάλωσης και επιπτώσεων σε πραγματικούς όρους. Οι μελέτες του ΥΑ υπηρετούν δύο σκοπούς στο πλαίσιο της διαχείρισης υδατικών πόρων:

1. Τα ΥΑ προϊόντων, καταναλωτών και παραγωγών πληροφορούν για τη βιώσιμη, δίκαιη και αποδοτική χρήση και κατανομή του γλυκού νερού, το οποίο είναι σπάνιο και η ετήσια διαθεσιμότητά του περιορίζεται. Γι αυτό έχει νόημα να γνωρίζουμε ποιο ποσοστό νερού καταναλώνεται, σε ποια χρήση και πώς.

2. Ο υπολογισμός του ΥΑ βοηθά να εκτιμηθούν οι τοπικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.

Εισάγοντας αμφιβόλου σημασίας συντελεστές βαρύτητας και αγνοώντας παράγοντες κλειδιά που μπορούν να επηρεάσουν τις πραγματικές τοπικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η πράσινη υδατική χρήση και μεταβλητότητα στο χρόνο, η μέθοδος κανονικοποίησης που προτείνεται είναι αμφισβητήσιμη και τα αποτελέσματά της δύσκολο να ερμηνευτούν.

Υποστηρίζεται ότι η ογκομετρική μέθοδος υπολογισμού του ΥΑ παρέχει υψηλής αξιοπιστίας πληροφορίες, οι οποίες χάνονται όταν οι όγκοι αυτοί μεταφραστούν σε συγκεντρωτικούς, σταθμισμένους δείκτες επιπτώσεων ΥΑ.

Είναι προφανές πως είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση της μεθοδολογίας υπολογισμού του ΥΑ. **Στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε για τους υπολογισμούς η μέθοδος που προτείνεται από τους Hoekstra και Charagain (2008).**

1.5 ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι ο υπολογισμός των Υδατικών Αποτυπώματων των καλλιεργειών της πεδιάδας Μεσσαρά στην Κρήτη και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους.

Η περιοχή μελέτης επιλέχθηκε διότι αποτελεί μία από τις κυριότερες γεωργικές περιοχές της Ελλάδας, η οποία αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα ως προς την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργούμενων ειδών. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού έχει προταθεί μία λύση (ύστερα από γεωργοτεχνική και οικονομική μελέτη), η οποία υπαγορεύει αναδιάρθρωση της καλλιεργούμενης έκτασης, των καλλιεργειών και του αρδευτικού συστήματος.

Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας υπολογίστηκε το ΥΑ της υφιστάμενης-προβληματικής και της προτεινόμενης κατάστασης και έγινε σχετική σύγκριση. Επίσης, συγκρίθηκε το ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης με το ΥΑ 4 εναλλακτικών σεναρίων που προτάθηκαν.

Σκοπός της εργασίας είναι να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την αποδοτικότητα κάθε σεναρίου από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων και να εξεταστεί κατά πόσο ο δείκτης του Υδατικού Αποτυπώματος (σε συνδυασμό με οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια) θα μπορούσε να συμβάλει στην ανάπτυξη μίας αποδοτικότερης γεωργικής πολιτικής.

1.6 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι δομημένη σε 6 βασικά κεφάλαια:

Στο παρόν Κεφάλαιο περιγράφεται ο δείκτης του Υδατικού Αποτυπώματος, ύστερα από μία σύντομη εισαγωγή όπου προσδιορίζονται οι έννοιες της διαχείρισης υδατικών πόρων και της αειφόρου ανάπτυξης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το αντικείμενο και ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας.

Στο 2^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης και γίνεται περιγραφή των κλιματολογικών, γεωλογικών, υδρολογικών, κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών αυτής. Αναλύεται το υφιστάμενο πρόβλημα και η πρόταση επίλυσής του.

Στο 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της γεωργοτεχνικής και οικονομικής μελέτης, σύμφωνα με τις οποίες προέκυψε η προτεινόμενη λύση και στη συνέχεια περιγράφεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των υδατικών αποτυπώματων. Δίνονται οι εξισώσεις που υπεισέρχονται στον υπολογισμό κάθε μίας συνιστώσας του ΥΑ και αναφέρονται οι παραδοχές που έγιναν σε ορισμένες περιπτώσεις.

Στο 4^ο Κεφάλαιο παρατίθενται και αναλύονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη σύγκριση των ΥΑ της υφιστάμενης και της προτεινόμενης κατάστασης.

Στο 5^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν και αναλύονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη σύγκριση κάθε σεναρίου με την υφιστάμενη ή την προτεινόμενη κατάσταση. Επίσης, γίνεται σύγκριση του ΥΑ της

ντομάτας που καλλιεργείται υπαίθρια στην υφιστάμενη κατάσταση με το ΥΑ της ντομάτας στην Ισπανία κατά Charagairn και Orr, και με το ΥΑ της βιομηχανικής ντομάτας στην Ελλάδα κατά Στάμου.

Στο 6^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν ως προς τη χρήση του ΥΑ ως εργαλείο ανάπτυξης γεωργικής πολιτικής και προτείνονται κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ

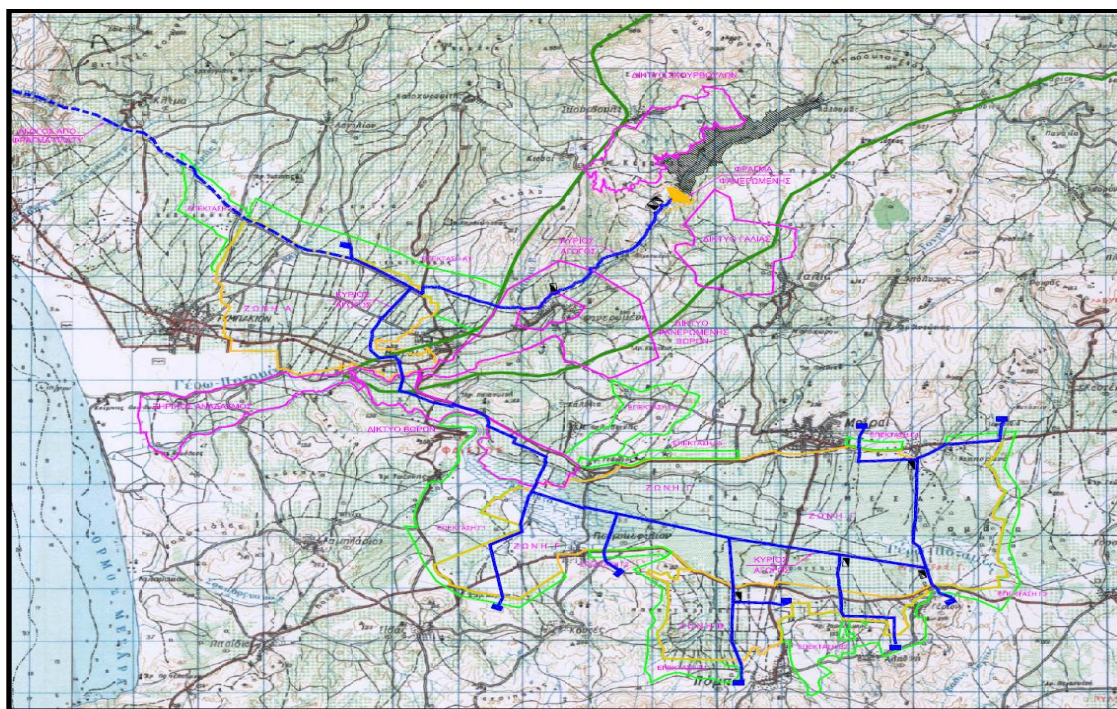
Η περιοχή μελέτης, πεδιάδα Μεσσαράς, βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του Νομού Ηρακλείου Κρήτης και περιλαμβάνει λοφώδεις περιοχές και πεδινές εκτάσεις που ευρίσκονται κυρίως νοτίως των νοτίων κλιτύων του όρους Ίδη (Ψηλορείτης). Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής είναι $35^{\circ} 01' 00''$ ως $35^{\circ} 07' 00''$ Βόρειο Γεωγραφικό πλάτος και $24^{\circ} 45' 00''$ ως $24^{\circ} 55' 00''$ Ανατολικά του GREENWICH Γεωγραφικό μήκος. Διοικητικά η περιοχή υπάγεται στους Δήμους Τυμπακίου και Μοιρών του Ν. Ηρακλείου Κρήτης- Καλλικρατικός Δήμος Φαιστού. Η περιοχή μελέτης παρουσιάζεται στο Χάρτη 2.1-1.



Χάρτης 2.1-1 Περιοχή μελέτης

Η υπό μελέτη περιοχή υπάγεται στο υδατικό διαμέρισμα GR 13. Τα ποτάμια υδατικά της συστήματα είναι οι ποταμοί Γεροπόταμος και Κουτσουλίδης, οι οποίοι σύμφωνα με το άρθρο 5 της Οδηγίας 60/2000 βρίσκονται σε κίνδυνο ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών τους στόχων ως το 2015. Δεν υπάρχουν μεταβατικά υδατικά συστήματα, ενώ παράκτιο υδατικό σύστημα αποτελεί ο κόλπος Μεσσαράς ο οποίος είναι εκτός κινδύνου. Στην περιοχή υπάρχει έκταση Natura στην εκβολή του ποταμού Γεροπόταμου (GR4310012, SPA).

Οι αρδευτικές ζώνες Α, Β, Γ της περιοχής Μεσσαράς, που παρουσιάζονται στο Χάρτη 2.1-2, χρήζουν ενίσχυσης εδώ και πάρα πολύ καιρό λόγω της υπερεκμετάλλευσης των υπογείων νερών της περιοχής, η οποία οφείλεται στην εντατικοποίηση των καλλιεργειών και την κατασκευή μεγάλων αρδευτικών έργων στην περιοχή, καθώς επίσης και στη μη ορθολογική χρήση του αρδευτικού νερού. Σαν αποτέλεσμα των παραπάνω, οι υπάρχουσες σήμερα γεωτρήσεις που εξυπηρετούν τις ανάγκες άρδευσης της περιοχής, παρουσιάζουν συνεχή πτώση της στάθμης τους από έτος εις έτος με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν πλέον να αχρηστευθούν εντελώς.



Χάρτης 2.1-2 Αρδευτικές ζώνες περιοχής μελέτης (Πηγή: TEM ΑΕ, 2003)

- **ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ**
- **ΟΡΙΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ**
- **ΠΕΡΙΜΕΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ**
- **ΑΓΩΓΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

Πιο συγκεκριμένα, στα δίκτυα της ευρύτερης περιοχής ο αρχικός σχεδιασμός προέβλεπε άρδευση με εκτοξευτήρες χαμηλής πίεσης και με συστήματα τοπικής διανομής του νερού (σταγόνες, μικροεκτοξευτήρες), μεταφορά του νερού με κλειστούς αγωγούς, δεξαμενές τροφοδοσίας και υδροδότηση των δικτύων από γεωτρήσεις. Μετά την κατασκευή και λειτουργία των παραπάνω δικτύων για 30 χρόνια και λόγω διαφοροποίησης της πρακτικής των αρδεύσεων, σήμερα στο σύνολο των δικτύων επικρατούν τα τοπικά συστήματα διανομής του νερού, με κανόνα λειτουργίας των υδροληψιών την ελεύθερη ζήτηση, πίεση κατάντη του υδροστομίου 2-6 atm, παροχή υδροστομίου 3-6 l/s, μέγεθος αρδευτικής μονάδας 10 - 40 στρ. και ελεύθερη ζήτηση της άρδευσης μέσα στην αρδευτική μονάδα (υπάρχει στοιχειώδης συνεννόηση μεταξύ των παραγωγών για την σειρά άρδευσης). Τέλος υπάρχει αίτημα για αυξημένη πίεση και παροχή, προκειμένου να εξυπηρετηθεί ευρύτερη έκταση καλλιεργειών από την σχεδιασμένη να εξυπηρετείται από το υδροστόμιο. Σχετικά με τις γεωτρήσεις που υδροδοτούν τα υφιστάμενα δίκτυα, έχουν παρουσιασθεί χρόνια προβλήματα πτώσης στάθμης, μείωσης της ωφέλιμης παροχής και υποβάθμιση της ποιότητας του νερού που γίνονται εντονότερα προς το τέλος της αρδευτικής περιόδου.

Για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος προγραμματίστηκε και ολοκληρώθηκε η κατασκευή του Φράγματος στην περιοχή Φανερωμένης, επί του ρέματος Κουτσουλιδή, το οποίο θα έχει χωρητικότητα 18.000.000 κυβικών μέτρων περίπου και θα μπορεί να παρέχει ετησίως μία παροχή της τάξεως των 8.000.000 κυβικών μέτρων περίπου.

Λόγω της κατασκευής του φράγματος έχουν καταστραφεί αρκετές γεωτρήσεις, τόσο μέσα στην λεκάνη κατάκλυσης όσο και εκτός αυτής, οι οποίες και χρησιμοποιούνται προς εξυπηρέτηση γειτονικών του φράγματος περιοχών. Είναι αναγκαίο λοιπόν να γίνει αποκατάσταση της υδροδότησης των περιοχών αυτών, αποκατάσταση που θα επιτευχθεί με την υδροδότηση από τα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα του φράγματος.

Έτσι, λοιπόν, η προτεινόμενη λύση μέσω της κατασκευής του φράγματος έχει στόχο:

- Την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών στις ζώνες Α, Β και Γ Μεσσαράς (με ταυτόχρονο εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων)
- Την ενοποίηση της αρδευόμενης έκτασης με την εξυπηρέτηση των περιοχών του Νέου Αναδασμού και του αντιστοίχου Βώρων – Φανερωμένης
- Την αποκατάσταση της δυνατότητας άρδευσης σε εκτάσεις των κτηματικών περιοχών Σκουρβούλων και Γαλιάς που αρδεύονταν από γεωτρήσεις εντός της λεκάνης κατάκλισης του φράγματος και καταστράφηκαν με την κατασκευή του έργου.

Με την κατασκευή αρχικά του φράγματος της Φανερωμένης και στην συνέχεια του αγωγού μεταφοράς του νερού από το φράγμα προς τα αρδευτικά δίκτυα των περιοχών Σκουρβούλων-Γαλιάς και Φανερωμένης-Βώρων-Τυμπακίου, αλλά και την κατασκευή των αναγκαίων έργων διασύνδεσης του κεντρικού αγωγού με τα επί μέρους υφιστάμενα δίκτυα, θα επιτευχθεί αφενός μεν η άρδευση νέας εκτάσεως 11000 περίπου στρεμμάτων, αφετέρου δε θα ενισχυθεί και θα βελτιωθεί η άρδευση περιοχής 15500 στρεμμάτων. Συνολικά, λοιπόν, τα προτεινόμενα έργα αφορούν έκταση περίπου 26500 στρεμμάτων.

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.2.1 Όρια, έκταση και φυσική διαμόρφωση

Η περιοχή περιλαμβάνει, με βάση την προτεινόμενη περίμετρο του έργου, λοφώδεις εκτάσεις της τ. Κοινότητας Σκουρβούλων (Νοτιοανατολικά του ομώνυμου οικισμού, από τον επαρχιακό δρόμο μέχρι την κοίτη του π. Κουτσουλίδη), λοφώδεις εκτάσεις της τ. Κοινότητας Γαλιάς (στην ευρύτερη περιοχή που ορίζεται από την κοίτη του π. Κουτσουλίδη και τους οικισμούς Γαλιάς και Λαλουμά), πεδινές εκτάσεις στη συμβολή του π. Κουτσουλίδη με το Γεροπόταμο των τ. Κοινοτήτων Βώρων και Φανερωμένης (συμπεριλαμβανομένων και των εκτάσεων του ομώνυμου αναδασμού), πεδινές εκτάσεις των ζωνών Α, Β και Γ των δικτύων Μεσσαράς και την πεδινή έκταση του Νέου Αναδασμού (νότια της κοίτης του Γεροπόταμου από τους Βώρους μέχρι την εκβολή του στον Κόλπο της Μεσσαράς).

Η έκταση της περιοχής, λοιπόν, έχει χαρακτήρα λοφώδη προς ορεινό στο βόρειο άκρο αυτής ενώ οι κλίσεις προοδευτικά μειώνονται προς νότο για να καταλήξει στην παραθαλάσσια ζώνη με σχεδόν οριζόντια διαμόρφωση. Αυτή η ποικιλία στην μορφή σήμερα έχει σαν συνέπεια τη διαφορετική αξιοποίηση της καλλιεργήσιμης γης τόσο όσο ως προς τον βαθμό εκμετάλλευσης όσο και ως προς το είδος των καλλιεργειών.

Η γεωγραφική επιφάνεια της περιοχής υπολογίσθηκε σε 106.800 στρ. που περιλαμβάνει γεωργική γη οκτώ τ. Κοινοτήτων και σήμερα Δημοτικών Διαμερισμάτων των Δήμων Τυμπακίου (Βώροι, Τυμπάκι, Φανερωμένη) και Μοιρών (Γαλιά, Μοίρες, Πετροκεφάλι, Πόμπια, Σκούρβουλα) του Ν Ηρακλείου.

Την περιοχή διαρρέουν ο π. Κουτσουλίδης από Βορρά προς Νότο που εκβάλλει στον Γεροπόταμο. Ο τελευταίος έχει διεύθυνση από Ανατολή προς Δύση, διαρρέει το Νότιο – πεδινό μέρος της ευρύτερης περιοχής και εκβάλλει στον Κόλπο της Μεσσαράς. Αρκετοί χειμαρροί διαρρέουν το βόρειο – λοφώδες μέρος της ευρύτερης περιοχής, με τελικό αποδέκτη τον π. Κουτσουλίδη, δημιουργώντας ένα πτυχωτό ανάγλυφο.

Της όλης περιοχής δεσπόζει το φράγμα της Φανερωμένης του οποίου τα υψόμετρα λειτουργίας κυμαίνονται από το + 128 (ΚΣΛ) μέχρι το +157 (ΑΣΛ) ενώ το μέγιστο υψόμετρο του νερού (ΑΣ Πλημμύρας) είναι ίσο με 160,46 (απόλυτα υψόμετρα μετρημένα από τη μέση στάθμη θάλασσας.)

Δυτικά της τεχνητής λίμνης του φράγματος βρίσκεται η κτηματική περιοχή των Σκουρβούλων με ορεινή διαμόρφωση που κυμαίνεται από το +160 μέχρι το υψόμετρο +340 περίπου. Παρόμοια ως προς τη φυσική διαμόρφωση είναι και η περιοχή που ανήκει στην κτηματική ζώνη Γαλιάς η οποία βρίσκεται νοτιοανατολικά της τεχνητής λίμνης και έχει διακύμανση υψομέτρων από το + 192 έως το +304. Οι δύο αυτές περιοχές έχουν ορεινή μορφολογία με μεγάλες κλίσεις και διαθέτουν αραιό αγροτικό οδικό δίκτυο.

Ο οικισμός της Φανερωμένης βρίσκεται Νοτιοδυτικά των περιοχών Σκουρβούλων και Γαλιάς. Η περιοχή αυτή έχει ηπιότερη μορφολογία αλλά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί πεδινή, αφού τα υψόμετρα κυμαίνονται από +36,00 μέχρι +175,00 και παρατηρούνται ισχυρές κλίσεις.

Όλες οι περιοχές που περιγράφηκαν μέχρι τώρα βρίσκονται εκατέρωθεν του ρέματος Κουτσουλίδη. Δυτικά της περιοχής Φανερωμένης και προς την πλευρά του Τυμπακίου βρίσκεται η ζώνη Α του Τυμπακίου με σχετικά ομαλές κλίσεις που χαρακτηρίζεται πεδινή. Χαρακτηρίζεται από πυκνό αγροτικό οδικό δίκτυο, καλής βατότητας.

Από το σημείο αυτό και προς το Νότο εκτείνεται η κυρίως πεδιάδα της Μεσσαράς. Η λοφοσειρά της Φαιστού την χωρίζει σε δύο μέρη: στο δυτικό (Ξηρικός Αναδασμός και περιοχή Βώρων) που αποτελείται από μία επιμήκη λωρίδα με κατεύθυνση από Α προς Δ, και στο ανατολικό που έχει μεγαλύτερη έκταση και αποτελείται από τις ζώνες Β και Γ της Μεσσαράς. Οι περιοχές αυτές έχουν πεδινό χαρακτήρα με ομαλές κλίσεις. Στο κέντρο η περιοχή διασχίζεται από τον Γεροπόταμο. Η κυρίως περιοχή, και ιδιαίτερα η χαμηλή περί τον Γεροπόταμο περιοχή, είχε στο παρελθόν τοπική συσσώρευση νερών και αποτελούσε έλος (περιοχή Γριά Σαΐτα). Με την κατασκευή αποστραγγιστικής τάφρου προς τον Γεροπόταμο, αλλά κυρίως με την υπεράντληση της περιοχής για την εξυπηρέτηση των αρδεύσεων, το έλος έχει εξαφανισθεί και έχει συμβεί το αντίθετο, δηλαδή η στάθμη των υπογείων υδάτων έχει κατέβει και η τάση ταπείνωσής της συνεχίζεται.

Η περιοχή διασχίζεται στο μέσο της από τον οδό Αγ. Δέκα – Μοιρών – Τυμπακίου – Αγ. Γαλήνης, με κατεύθυνση από Ανατολή προς Δύση (Βορειοδυτικά). Το εσωτερικό της περιοχής διασχίζουν επαρχιακοί δρόμοι καλής βατότητας, που συνδέουν μεταξύ τους οικισμούς, και μεγάλος αριθμός αγροτικών δρόμων.

2.2.2 Κλιματικές Συνθήκες

Το κλίμα της περιοχής είναι εύκρατο - θαλάσσιο με ξηρό - θερμό – μεγάλης διάρκειας καλοκαίρι και ήπιο - θερμό – σύντομο χειμώνα.

Στην περιοχή μελέτης υπάρχει ο Μετεωρολογικός Σταθμός (Μ.Σ.) Τυμπακίου της ΕΜΥ βάσει των μετρήσεων του οποίου προσδιορίστηκαν τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής.

Κλιματικά στοιχεία περιοχής:

α. Θερμοκρασία αέρα

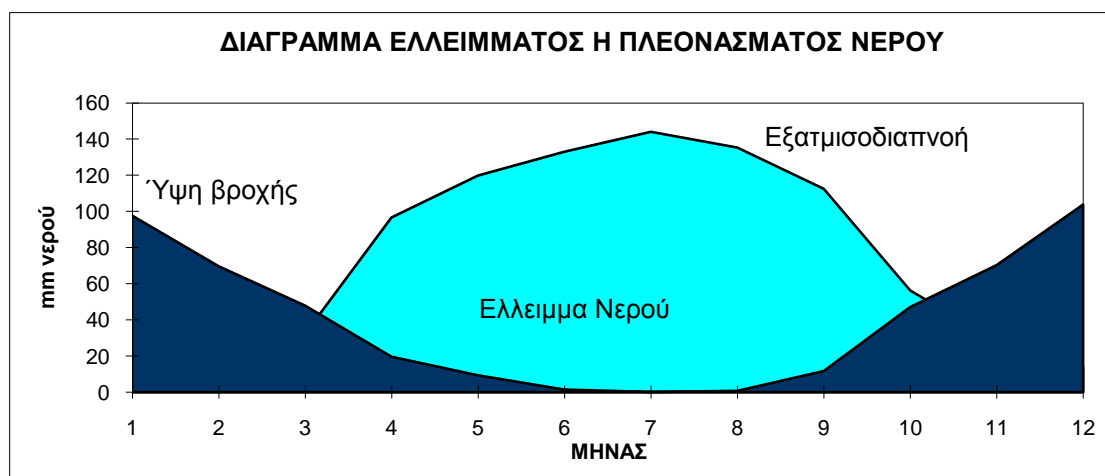
Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρα κυμαίνονται από 11,7 °C τον Ιανουάριο μέχρι 27,6 °C τον Ιούλιο. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του έτους είναι 31,6 °C, η μέση ελάχιστη 7,3 °C, η απολύτως μέγιστη 44,0 °C και η απολύτως ελάχιστη -0,3 °C. Το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι 15,9 °C και η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,9 °C.

β. Σχετική Υγρασία αέρα

Οι μέσες μηνιαίες υγρασίες αέρα κυμαίνονται από 72,5 % τον Δεκέμβριο μέχρι 51,3 % τον Ιούλιο. Το μέσο ετήσιο υγρασιακό εύρος είναι 21,2 % και η μέση ετήσια υγρασία είναι αντιστοίχως 64,5 %.

γ. Εξατμισοδιαπνοή

Το μέσο ετήσιο ύψος δυνητικής εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται ότι υπερβαίνει τα 900 mm. Το ύψος δυνητικής εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου Απριλίου - Σεπτεμβρίου ότι φθάνει τα 741,5 mm ή σε ποσοστό το 82 % του ετήσιου ύψους δυνητικής εξατμισοδιαπνοής. Αυτό δεν καλύπτεται από τις βροχοπτώσεις του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος, ούτε από τις συνολικές ετήσιες βροχοπτώσεις που το μέσο ύψος τους φθάνει τα 479,3 mm και κάνει αναγκαία την εφαρμογή άρδευσης των ανοιξιάτικων και καλοκαιρινών καλλιεργειών. Στο Σχήμα 2.2-1 παρουσιάζεται το έλλειμμα νερού για τις καλλιέργειες, σε όλη τη διάρκεια του έτους.



Σχήμα 2.2-1 Έλλειμμα-Πλεόνασμα νερού στις καλλιέργειες κατά τη διάρκεια του έτους (Πηγή: TEM ΑΕ, 2003)

δ. Βροχόπτωση

Το ετήσιο ύψος βροχής είναι 479,3 mm, ο μήνας με το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχής ο Δεκέμβριος με 103,8 mm, ο μήνας με το μικρότερο μέσο ύψος βροχής ο Ιούλιος με 0,1 mm, ο μήνας με τον μεγαλύτερο αριθμό ημερών βροχής ο Δεκέμβριος με 12 ημέρες και ο μήνας με τον μικρότερο αριθμό ημερών βροχής ο Αύγουστος με 0,1 ημέρες αντιστοίχως. Το ύψος βροχής κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου Μαΐου - Σεπτεμβρίου φθάνει τα 23,2 mm ή σε ποσοστό το 5 % του ετήσιου ύψους βροχής. Αυτό καλύπτει ελάχιστο μέρος των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό.

ε. Άνεμος

Οι άνεμοι στην περιοχή είναι μεταβλητοί. Πνέουν σε ποσοστό 60 % Δυτικοί, 30 % Βόρειοι (ετησίως κατά τη διάρκεια του θέρους) και 10 % Ανατολικοί. Η νηνεμία φθάνει σε ποσοστό το 23,7%. Οι ημέρες που η ένταση των ανέμων υπερβαίνει τα 6B ετησίως είναι 51,4 και κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου 26,1. Οι ημέρες που η έντασή τους υπερβαίνει τα 8B ετησίως είναι 4,7 και κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου 2,1.

στ. Παγετός

Ο συνολικός αριθμός ημερών ολικού παγετού ετησίως είναι 0,4 και ο μήνας με τον μεγαλύτερο αριθμό ημερών παγετού ο Ιανουάριος με 0,2 ημέρες. Ποτέ δεν εμφανίζονται ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά από παγετούς.

ζ. Χιόνι

Ο συνολικός αριθμός ημερών χιονιού ετησίως είναι 0,2 και ο μήνας με τον μεγαλύτερο αριθμό ημερών χιονιού ο Ιανουάριος με 0,1 ημέρες. Η διάρκεια παραμονής του χιονιού στο έδαφος είναι σχεδόν μηδενική.

η. Ομίχλη

Ο συνολικός αριθμός ημερών ομίχλης ετησίως είναι σχεδόν μηδενικός.

θ. Χαλάζι

Το φαινόμενο παρατηρείται σπάνια στην περιοχή. Με συχνότητα δεκαετίας παρουσιάζεται μία ως δύο ημέρες κυρίως τους χειμερινούς μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο.

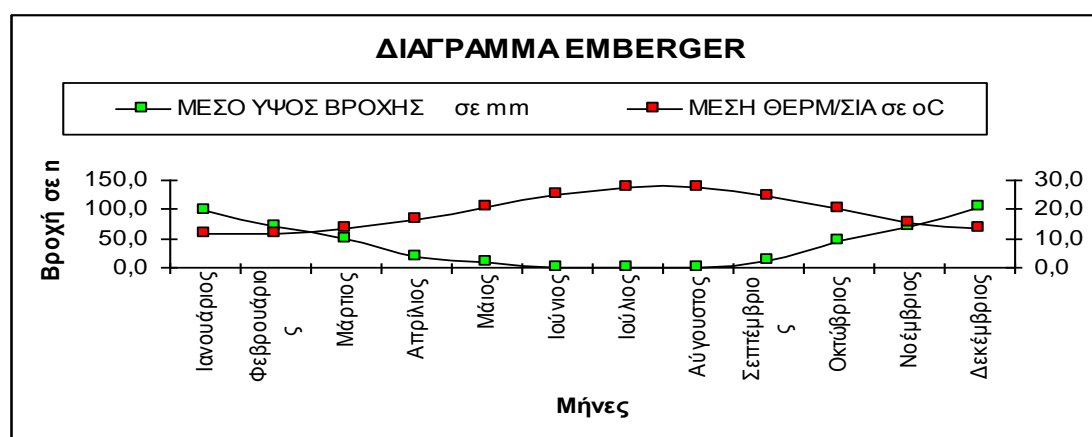
ι. Ηλιοφάνεια - Νέφωση

Η μέση ετήσια ολική νέφωση διαρκεί 31,7 ημέρες και κυμαίνεται από 4,2 ημέρες τον Δεκέμβριο – Ιανουάριο - Φεβρουάριο ως 0,4 ημέρες τον Ιούλιο. Η ολική ηλιοφάνεια ετησίως είναι 2880 h, με μέγιστο τον Ιούλιο 387 h και ελάχιστο τον Δεκέμβριο 150 h.

Στον Πίνακα 2.2-1 παρουσιάζονται τα μέσα μηνιαία ύψη βροχοπτώσεων και η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα, με βάση τα στοιχεία του Μ.Σ της ΕΜΥ. Στο Σχήμα 2.2-2 παρουσιάζεται η συσχέτιση του μέσου ύψους βροχόπτωσης και της μέσης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους (διάγραμμα Emberger).

Πίνακας 2.2-1 Μέσα μηνιαία ύψη βροχής και μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (Πηγή: TEM ΑΕ, 2003)

ΜΗΝΕΣ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜ/ΣΙΑ
	(mm)	(°C)
Ιανουάριος	97,7	11,7
Φεβρουάριος	69,7	11,7
Μάρτιος	47,9	13,4
Απρίλιος	19,6	16,4
Μάιος	9,3	20,6
Ιούνιος	1,4	24,8
Ιούλιος	0,1	27,6
Αύγουστος	0,7	27,4
Σεπτέμβριος	11,7	24,3
Οκτώβριος	47,1	20,2
Νοέμβριος	70,3	15,3
Δεκέμβριος	103,8	13,2
ΣΥΝΟΛΟ	479,3	18,9

**Σχήμα 2.2-2** Συσχέτιση μέσης θερμοκρασίας και μέσου ύψους βροχής (Πηγή: TEM ΑΕ, 2003)

2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ

2.3.1 Γεωλογία - Εδαφογένεση

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης διακρίνεται από:

α. το ομαλό επίπεδο τμήμα που περιλαμβάνει τις Α, Β και Γ ζώνες Μεσσαράς, τη ζώνη Αναδασμού Βώρων – Φανερωμένης και τη ζώνη του Νέου Αναδασμού, με κλίσεις μικρότερες του 2%, αλλουβιακής σύστασης, αποτελούμενο από αποθέσεις του Τεταρτογενούς, χαμηλό τμήμα τεκτονικού βυθίσματος.

β. το επικλινές τμήμα που περιλαμβάνει τη ζώνη Φανερωμένης, με ισχυρές κλίσεις μεγαλύτερες του 10%, πρόσφατης αλλουβιακής ή κολουβιακής σύστασης.

γ. το επικλινές τμήμα που περιλαμβάνει τις ζώνες Σκουρβούλων και Γαλιάς, με κλίσεις μεταξύ 10% και 20%, νεογενούς σύστασης.

Στην αρδευσίμη και αρδευόμενη περιοχή του έργου εμφανίζονται δύο κύριες εδαφικές μονάδες: εδάφη Alfisols με Β αργιλικό ορίζοντα, που αποτελούνται από τις παλαιές Τεταρτογενείς αποθέσεις, και εδάφη Entisols, που αποτελούνται από πρόσφατες, κυρίως αλλουβιακές αποθέσεις σε χαμηλές και υψηλές (λόφοι) θέσεις. Η αντίδραση των εδαφών είναι ουδέτερη ως μέτρια αλκαλική με pH 6,5 – 7,5, χωρίς προβλήματα παθογένειας, με καλές συνθήκες στράγγισης και αποχέτευσης. Η διηθητικότητα των εδαφών εκτιμάται ότι είναι μέτρια ως μετρίως βραδεία και η διαθέσιμη υγρασία υψηλή ως μέτρια. Με βάση τις παραπάνω αναφορές τα εδάφη της περιοχής θα πρέπει να κατατάσσονται στην Α και Β κατηγορία αρδευσιμότητας, επιδεχόμενα άρδευση με όλα τα συστήματα διανομής του νερού στους αγρούς.

Σχετικά με την παθογένεια, εκφράζεται επιφύλαξη για τη δυτική παραλιακή περιοχή των εκτάσεων του Νέου Αναδασμού, ως προς την πιθανότητα αυξημένης αλατότητας, λόγω της προηγούμενης εντατικής καλλιέργειας εσπεριδοειδών που έχει σήμερα εξαφανισθεί και της εντατικής χρήσης του υπόγειου υδροφορέα που βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα. Την παραπάνω επιφύλαξη ενισχύει η αλοφυτική βλάστηση που έχει αναπτυχθεί στην περιοχή.

Η λεκάνη της Μεσσαράς αποτελεί το χώρο τροφοδοσίας των απορροών των νοτίων κλιτύων του όρους Ίδη (Ψηλορείτης) και διαρρέεται από τον Γεροπόταμο, ο οποίος με τους κλάδους του (που περιλαμβάνουν και τον π. Κουτσουλίδη) αποτελούν το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής.

2.3.2 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Σε όλη την έκταση της πεδιάδας Μεσσαράς αναπτύσσονται υπόγειοι υδροφορείς, με επιφάνεια τροφοδοσίας τις νότιες κλιείς του όρους Ίδη, που αποτελούν επέκταση του υδρογραφικού δικτύου των ποταμών Κουτσουλίδη, Γεροπόταμου και των χειμάρρων τους. Οι υπόγειοι αυτοί υδροφορείς αποτελούν τις πηγές υδροδότησης των αρδευτικών δικτύων των Α, Β και Γ ζωνών Μεσσαράς, μέσω αντιστοιχών γεωτρητικών πεδίων που έχουν αναπτυχθεί.

Σύμφωνα με παρατηρήσεις των ΤΟΕΒ (Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων), η ποιότητα του νερού των υπόγειων υδροφορέων παραμένει σταθερή, αλλά παρουσιάζεται σημαντική πτώση στάθμης στις γεωτρήσεις με συνέπεια την αδυναμία κάλυψης της ζήτησης σε νερό κατά την αιχμή της αρδευτικής περιόδου.

2.4 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή του αρδευτικού έργου υπάγεται διοικητικά στους δήμους Τυμπακίου και Μοιρών του Ν. Ηρακλείου (Καλλικρατικός Δήμος Φαιστού). Στην περίμετρο της προς αξιοποίηση έκτασης της περιοχής του δικτύου περιλαμβάνονται το σύνολο ή τμήματα των κτηματικών περιοχών των τ. Κοινοτήτων Βώρων, Φανερωμένης και Τυμπακίου του Δήμου Τυμπακίου και των τ. Κοινοτήτων Γαλιάς, Μοιρών, Πετροκεφαλίου, Πόμπιας και Σκουρβούλων του Δήμου Μοιρών. Στον Πίνακα 2.4-1 παρουσιάζεται η κίνηση του πληθυσμού το χρονικό διάστημα 1981 - 2011.

Πίνακας 2.4-1 Κίνηση Πληθυσμού στην ευρύτερη περιοχή του έργου (1981-2001)
(Πηγή: TEM ΑΕ, 2003)

Δήμος/Κοινότητα	1981	1991	2001
Βώροι	722	742	755
Γαλιά	1048	1052	899
Μοίρες	3688	4571	5883
Πετροκεφάλι	626	668	733
Πόμπια	1114	959	955
Σκούρβουλα	553	585	428
Τυμπάκι	3988	5605	5007
Φανερωμένη	828	837	729
ΣΥΝΟΛΟ	12567	15019	15389

Από τα στοιχεία του Πίνακα 2.4-1 φαίνεται σημαντική αύξηση (20 %) του πληθυσμού, κυρίως την δεκαετία 1981 - 1991, λόγω άσκησης εντατικής γεωργίας με υπαίθριες και υπό κάλυψη καλλιέργειες στη άμεση περιοχή. Από το 1991 παρουσιάζεται πληθυσμιακή κάμψη με σημαντική μείωση του ρυθμού της πληθυσμιακής αύξησης. Εκτιμάται ότι η κατασκευή των εγγειοβελτιωτικών έργων στην αρχή της δεκαετίας 1970 αύξησε και στη συνέχεια συγκράτησε τον πληθυσμό της περιοχής δίνοντας εργασιακή και παραγωγική διέξοδο.

2.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΓΕΩΡΓΟΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ

2.5.1 Γενικά

Η περιοχή μελέτης αποτελεί τμήμα της κυρίως καλλιεργούμενης περιοχής των δήμων Μοιρών και Τυμπακίου. Στην περιοχή δεν υπάρχει ιδιαίτερη κτηνοτροφική ανάπτυξη. Η έκτασή της καλύπτει τις λοφώδεις παρόχθιες περιοχές του π. Κουτσουλίδη στα Σκούρβουλα και τη Γαλιά, την πεδινή περιοχή της Φανερωμένης – Βώρων στη συμβολή του π. Κουτσουλίδη με τον Γεροπόταμο, την περιοχή του Αναδασμού Βώρων – Φανερωμένης και την περιοχή του Νέου Αναδασμού. Οι δύο τελευταίες περιοχές βρίσκονται ενδιάμεσα στην αρδευόμενη έκταση των ζωνών Α και Γ Μεσσαράς και την επεκτείνουν δυτικά, κατά τη νότια όχθη του Γεροπόταμου μέχρι τον Κόλπο της Μεσσαράς. Η περιοχή αποτελεί μία από τις πλέον εξελιγμένες γεωργικά περιοχές της Ελλάδας.

2.5.2 Γεωργικές ιδιοκτησίες - Μέγεθος και Τεμαχισμός - Αναδασμός

Το μέγεθος των γεωργικών ιδιοκτησιών στην ευρύτερη περιοχή του έργου, κατά την ΕΣΥΕ (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία), είναι διαφορετικό σε κάθε κοινότητα και παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.5-1.

Το μέσο μέγεθος της γεωργικής ιδιοκτησίας στην περιοχή των έργων φθάνει τα 28 στρ. Οι γεωργικές ιδιοκτησίες είναι κατακερματισμένες σε 7 ως 13 τεμάχια με μέσο μέγεθος αγροτεμαχίου 3,0 στρ. περίπου. Λόγω του μεγάλου αριθμού αγροτεμαχίων ανά γεωργική εκμετάλλευση όσο και της μικρής έκτασής τους έχει πραγματοποιηθεί εφαρμογή αναδασμού παλαιότερα στην περιοχή Βώρων – Φανερωμένης και πρόσφατα στην περιοχή Τυμπακίου (Νέος Αναδασμός). Η ύπαρξη αφ' ενός συμπαγών συστηματικών Δενδροκαλλιεργειών (κυρίως ελιές και εσπεριδοειδή) έκτασης 56.136 στρ. στην ευρύτερη περιοχή (60%) και 7.296 στρ. στην περίμετρο του έργου (61%) και αφ' ετέρου διάσπαρτων δένδρων εντός και στα όρια των κτημάτων

όλης της περιοχής έχουν περιορίσει την μέγιστη συγκέντρωση των αγροτεμαχίων κατά την εφαρμογή του αναδασμού.

Πίνακας 2.5-1 Γεωργικές Ιδιοκτησίες (Πηγή: TEM AE, 2003)

α/α	Δήμος/ Κοινότητα	Συνολικός αριθμός ιδιοκτησιών	Αριθμός Αγρ/χίων	Συνολική έκταση (στρ)	Μέση ιδιοκτησία (στρ)	Μέση έκταση αγρ/χίου (στρ)	Αγρ/χια ανά εκμ/ση
1	Βώροι	172	1949	6561	38,15	3,40	11
2	Γαλιά	276	3554	10859	39,35	3,10	13
3	Μοίρες	553	4048	13964	25,25	3,40	7
4	Πετροκεφάλι	153	1586	4164	27,20	2,60	10
5	Πόμπια	326	2709	8105	24,85	3,00	8
6	Σκούρβουλα	127	1553	4085	32,15	2,60	12
7	Τυμπάκι	698	6270	14750	21,15	2,40	9
8	Φανερωμένη	130	1599	6417	49,35	4,00	12
ΣΥΝΟΛΟ		2435	23268	68905	28,3	3,00	9

2.5.3 Χρήσεις γης (Land Use)

Η γεωγραφική επιφάνεια της κτηματικής περιοχής των τ. Κοινοτήτων που τμήμα ή το σύνολο της έκτασής τους περιλαμβάνεται στην περίμετρο του έργου είναι 106.800 στρ., από τα οποία τα 94.100 στρ. αποτελούν γεωργική γη. Το 92 % των εκτάσεων είναι γεωργική γη και βοσκότοποι, ενώ το ποσοστό των δασών είναι μηδενικό. Αναλυτικά για κάθε κοινότητα η χρήση γαιών παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.5-2.

Πίνακας 2.5-2 Χρήσεις Γης κτηματικής περιοχής ανά Κοινότητα (Πηγή: TEM AE, 2003)

α/ α	Δήμος/ Κοινότητα	Γεωργικές Εκτάσεις (στρ)	Βοσκότοποι (στρ)	Δασικές Εκτάσεις (στρ)	Υδατικά συστήματα (στρ)	Οικισμοί Οδικό δίκτυο	Συνολική Έκταση (στρ)
1	Βώροι	8700	900	0	100	1300	11000
2	Γαλιά	13400	100	0	0	200	13700
3	Μοίρες	14400	900	0	0	700	16000
4	Πετροκεφάλι	6400	600	0	100	400	7500
5	Πόμπια	14300	700	0	0	100	15100
6	Σκούρβουλα	7000	300	0	100	200	7600
7	Τυμπάκι	22200	500	0	1400	3500	27600
8	Φανερωμένη	7700	200	0	100	300	8300
ΣΥΝΟΛΟ		94100	4200	0	1800	6700	106800
Αναλογία %		88,11%	3,93%	0,00%	1,69%	6,27%	100,00%

Η ακαθάριστη έκταση που αποτελεί την προς αξιοποίηση περιοχή περιλαμβάνει, με βάση την προτεινόμενη περίμετρο του έργου, λοφώδεις εκτάσεις της τ. Κοινότητας Σκουρβούλων (νοτιοανατολικά του ομώνυμου οικισμού, από τον επαρχιακό δρόμο

μέχρι την κοίτη του π. Κουτσουλίδη), λοφώδεις εκτάσεις της τ. Κοινότητας Γαλιάς (στην ευρύτερη περιοχή που ορίζεται από την κοίτη του π. Κουτσουλίδη και τους οικισμούς Γαλιάς και Λαλουμά), πεδινές εκτάσεις στη συμβολή του π. Κουτσουλίδη με τον Γεροπόταμο των τ. Κοινοτήτων Βώρων και Φανερωμένης (συμπεριλαμβανομένων και των εκτάσεων του ομώνυμου αναδασμού) και την πεδινή έκταση του Νέου Αναδασμού (νότια της κοίτης του Γεροπόταμου από τους Βώρους μέχρι την εκβολή του στον Κόλπο της Μεσσαράς). Μετά από εξαιρέσεις και προσθήκες τμημάτων ορίσθηκε τελικά η ακαθάριστη έκταση του έργου σε 13.000 στρ. Από αυτά 11.900 στρ. είναι γεωργική γη και 1.100 στρ. οικισμοί και δρόμοι. Στον Πίνακα 2.5-3 παρουσιάζεται η χρήση γαιών στις εκτάσεις που περιβάλλονται από την περίμετρο του έργου σήμερα, πριν την κατασκευή του δικτύου.

Πίνακας 2.5-3 Χρήσεις Γης περιμέτρου έργου ανά Κοινότητα (Πηγή: TEM AE, 2003)

α/α	Δήμος/ Κοινότητα	Γεωργικές Εκτάσεις (στρ)	Βοσκότοποι (στρ)	Δασικές Εκτάσεις (στρ)	Υδατικά συστήματα (στρ)	Οικισμοί, Οδικό δίκτυο	Συνολική Έκταση (στρ)
1	Βώροι	2300	0	0	0	800	3100
2	Γαλιά	1600	0	0	0	0	1600
3	Μοίρες	0	0	0	0	0	0
4	Πετροκεφάλι	500	0	0	0	0	500
5	Πόμπια	0	0	0	0	0	0
6	Σκούρβουλα	700	0	0	0	0	700
7	Τυμπάκι	4800	0	0	0	0	4800
8	Φανερωμένη	2000	0	0	0	300	2300
	ΣΥΝΟΛΟ	11900	0	0	0	1100	13000
	Αναλογία %	91,54%	0,00%	0,00%	0,00%	8,46%	100,00%

Μετά την κατασκευή του αρδευτικού δικτύου και την ενίσχυση των υφισταμένων στις ζώνες Α, Β και Γ Μεσσαράς, οι χρήσεις γης εκτιμώνται ότι θα ακολουθούν την κατανομή που παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.5-4. Τα καλυπτόμενα από τα νέα έργα εδάφη περιλαμβάνουν κατ' εκτίμηση τις εκτάσεις των αντλιοστασίων και των δεξαμενών. Τελικά, η καθαρή γεωργική γη που θα αρδευτεί από το δίκτυο φθάνει τα 11.500 στρ. σε σύνολο 13.000 στρ. ακαθάριστης έκτασης του έργου.

Πίνακας 2.5-4 Χρήσεις Γης μετά την κατασκευή του έργου (Πηγή: TEM AE, 2003)

Δήμος/ Κοινότητα	Γεωργική Έκταση (στρ)	Εδάφη εξαιρούμενα των έργων (στρ)	Νέα Έργα (στρ)	Υδατικά συστήματα (στρ)	Οικισμοί, Οδικό δίκτυο (στρ)	Συνολική Έκταση (στρ)
Αρδ. Περ. Έργου	11500	0	400	0	1100	13000
Αναλογία %	88,47%	0,00%	3,07%	0,00%	8,46%	100,00%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΩΝ - ΣΚΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Όπως έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 2, λόγω της έντονης ανάγκης για αρδευτική ενίσχυση των ζωνών Α, Β και Γ της περιοχής Μεσσαράς, που βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του Νομού Ηρακλείου Κρήτης, έχει προταθεί η κατασκευή νέου υδροδοτικού δικτύου, το οποίο μέσω αγωγού μεταφοράς θα μεταφέρει νερό από το φράγμα Φανερωμένης προς τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής.

Συνοπτικά, λοιπόν, η λύση που προτάθηκε στοχεύει στην επίτευξη των παρακάτω:

- α. Ενίσχυση των αρδευτικών δικτύων των ζωνών Α, Β και Γ Μεσσαράς με τις απαραίτητες ποσότητες νερού για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών, λόγω του παρουσιαζόμενου ελλείμματος από την υδρομάστευση του υπόγειου υδροφορέα.
- β. Αποκατάσταση των πηγών υδροδότησης σε αρδευόμενες εκτάσεις από γεωτρήσεις που βρίσκονται εντός της λεκάνης κατάκλυσης του φράγματος, των κτηματικών περιοχών Σκουρβούλων και Γαλιάς.
- γ. Άρδευση εκτάσεων των κτηματικών περιοχών Φανερωμένης, Βάρων και Τυμπακίου, που έχει πραγματοποιηθεί αναδασμός, και αποτελούν ενδιάμεσες περιοχές μεταξύ των ζωνών Α, Β και Γ Μεσσαράς για την ενοποίηση τους.
- δ. Λειτουργία των υφιστάμενων και των νέων δικτύων, σε μεγάλο βαθμό, με βαρύτητα για περιορισμό του λειτουργικού κόστους και του κόστους παραγωγής των αγροτικών προϊόντων.

Επίσης, προτείνεται η κατασκευή των αναγκαίων έργων διασύνδεσης του κεντρικού αγωγού με τα επί μέρους υφιστάμενα δίκτυα, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι.

Η λύση αυτή εκτός από αναδιάρθρωση της καλλιεργούμενης έκτασης και του αρδευτικού συστήματος, ύστερα από γεωργοτεχνική και οικονομική ανάλυση, προτείνει τον επαναπροσδιορισμό των καλλιεργούμενων ειδών στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη:

- την υφιστάμενη κατάσταση των ήδη αρδευόμενων με τα σημερινά δίκτυα καλλιεργειών,
- τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες της περιοχής,
- τις τάσεις που επικρατούν μεταξύ των αγροτών για την προώθηση ορισμένων καλλιεργειών,
- τις δυνατότητες διάθεσης των παραγόμενων προϊόντων σε είδος και ποσότητα σε συνδυασμό με την ποιοτική τους αναβάθμιση και
- τις κατευθύνσεις του Εθνικού και Νομαρχιακού Προγράμματος Αγροτικής Πολιτικής σε συνδυασμό με το αντίστοιχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

προτείνει να παραμείνουν ορισμένες μόνο καλλιέργειες. Στόχος είναι η αύξηση του αγροτικού εισοδήματος με την παραγωγή προϊόντων ποιοτικά και ποσοτικά διαθέσιμων στην ελληνική, την ευρωπαϊκή και τη διεθνή αγορά, πρωτογενώς ή μεταποιημένων, σε συνδυασμό με την προστασία και ορθολογική χρήση των υπόγειων υδροφορέων και του ταμιευμένου νερού.

Στην περιοχή η κυριότερη καλλιέργεια είναι η ελιά, ακολουθούν οι ντομάτες, τα μποστανικά, οι πατάτες και τα λαχανικά. Οι υφιστάμενες καλλιέργειες, η έκτασή τους, η μέση απόδοση, η συνολική παραγωγή και η αξία της γεωργικής παραγωγής στην ευρύτερη περιοχή που θα επηρεαστεί από τα έργα εμφανίζονται στον Πίνακα 3.1-1.

Πίνακας 3.1-1 Όγκος και αξία γεωργικής παραγωγής περιοχής μελέτης στην υφιστάμενη κατάσταση (Πηγή: TEM ΑΕ, 2006)

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρ)	Μέση απόδοση (kg/στρ)	Συνολική παραγωγή (ton)	Μέση τιμή μονάδος (€)	Αξία παραγωγής (€*10 ³)	Ποσοστό (%)
Σιτηρά	1.000	200	200	0,17	34,00	0,21%
Κριθάρι	1.000	220	220	0,13	28,60	0,18%
Κοφτολίβαδα	1.500	550	825	0,17	140,25	0,87%
Ελιές ελ. (ξηρικές)	500	40	20	3	60,00	0,37%
Ελιές ελ. (αρδ.)	12.000	75	900	3	2.700,00	16,83%
Αμπέλια οιν. (ξηρικά)	300	480	144	0,29	41,76	0,26%
Αμπέλια οιν. (αρδευόμενα)	800	1500	1.200	0,45	540,00	3,37%
Όσπρια	120	160	19,2	1,8	34,56	0,22%
Μηδική	130	800	104	0,19	19,76	0,12%
Μποστανικά	1.500	5000	7.500	0,13	975,00	6,08%
Πατάτες	1.400	3500	4.900	0,3	1.470,00	9,16%
Λαχανικά	1.500	1250	1.875	0,72	1.350,00	8,42%
Ντομάτες	3.600	3700	13.320	0,6	7.992,00	49,83%
Εσπεριδοειδή	950	2000	1.900	0,26	494,00	3,08%
Οπωροφόρα	280	2200	616	0,26	160,16	1,00%
ΣΥΝΟΛΟ	26.580	-	33.743,2	-	16.040,09	100,00%

Στο προτεινόμενο σχέδιο αξιοποίησης προβλέπεται να διατηρηθεί η υφιστάμενη εντατικής κατεύθυνσης γεωργία της περιοχής με την αντικατάσταση, για λόγους αποδοτικότητας, των ξηρικών σιτηρών και των κτηνοτροφικών που εμπίπτουν στην περίμετρο του σχεδιαζόμενου αρδευτικού δικτύου, με καλλιέργειες κυρίως υπαίθριων και υπό κάλυψη λαχανικών. Τα φυτικά είδη που προβλέπονται να καλλιεργηθούν, η κατανομή των εκτάσεων στην περίμετρο του έργου, η μέση απόδοση σε kg ανά στρέμμα, η αξία της γεωργικής παραγωγής καθώς και η εκατοστιαία αναλογία τους εμφανίζεται στους Πίνακες 3.1-2, 3.1-3, 3.1-4.

Πίνακας 3.1-2 Όγκος και αξία γεωργικής παραγωγής περιοχής νέων έργων στην προτεινόμενη κατάσταση (Πηγή: TEM AE, 2006)

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρ)	Μέση απόδοση (kg/στρ)	Συνολική παραγωγή (ton)	Μέση τιμή μονάδος (€)	Αξία παραγωγής (€*10 ³)	Ποσοστό (%)
Ελιές ελ.	5.500	90	495	3	1.485,00	14,50%
Μποστανικά	1.150	6.000	6900	0,13	897,00	8,76%
Λαχανικά	1.610	2.000	3220	0,72	2.318,40	22,64%
Ντομάτες	1.610	6.500	10465	0,6	6.279,00	61,31%
Οπωροφόρα	1.150	2.500	2875	0,26	747,50	7,30%
ΣΥΝΟΛΟ	11.020	-	23.955	-	10.241,90	100,00%

Πίνακας 3.1-3 Όγκος και αξία γεωργικής παραγωγής ευρύτερα αξιοποιούμενης περιοχής στην προτεινόμενη κατάσταση (Πηγή: TEM AE, 2006)

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρ)	Μέση απόδοση (kg/στρ)	Συνολική παραγωγή (ton)	Μέση τιμή μονάδος (€)	Αξία παραγωγής (€*10 ³)	Ποσοστό (%)
Ελιές ελ.	9500	90	855	3	2.565,00	16,02%
Μποστανικά	1500	6000	9000	0,13	1.170,00	7,31%
Λαχανικά	1500	2000	3000	0,72	2.160,00	13,49%
Ντομάτες	2500	6500	16250	0,6	9.750,00	60,90%
Οπωροφόρα	560	2500	1400	0,26	364,00	2,27%
ΣΥΝΟΛΟ	15.560	-	30.505	-	16.009,00	100,00%

Πίνακας 3.1-4 Συνολικός όγκος και αξία γεωργικής παραγωγής περιοχής μελέτης στην προτεινόμενη κατάσταση (Πηγή: TEM AE, 2006)

Έκταση (στρ)	Μέση απόδοση (kg/στρ)	Συνολική παραγωγή (ton)	Μέση τιμή μονάδος (€)	Αξία παραγωγής (€*10 ³)	Ποσοστό (%)
26.580		54.460		26.250,9	100,00%

Βάσει λοιπόν της γεωργοτεχνικής έκθεσης προτείνεται να μείνουν μόνο πέντε αρδευόμενες καλλιέργειες, η άρδευση των οποίων θα γίνεται με τοπικές μεθόδους (μικροεκτοξευτήρες, σταλακτήρες), έτσι ώστε να επιτευχθεί ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Η μεταβολή που αναμένεται να επέλθει στην αξία της γεωργικής γης και στις γεωργικές προσόδους, βάσει της οικονομικής μελέτης της προτεινόμενης λύσης, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1-5.

Πίνακας 3.1-5 Αξία γεωργικής παραγωγής και γεωργικά έσοδα στην υφιστάμενη και στην προτεινόμενη κατάσταση (Πηγή: TEM ΑΕ, 2006)

ΠΡΟΣΟΔΟΙ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (€/ΣΤΡ.)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (€/ΣΤΡ.)
ΑΞΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ	603,46	987,62
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	155,47	234,36
ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΓΕΩΡΙΚΗ ΠΡΟΣΟΛΟΣ	447,99	753,26

Σύμφωνα με την οικονομική μελέτη η ακαθάριστη γεωργική πρόσοδος αναμένεται να αυξηθεί κατά 68%, ενώ οι μέσες αποδόσεις σε kg ανά στρέμμα των καλλιεργειών που προτείνεται να μείνουν αναμένεται να αυξηθούν κατά 40%, κατά μέσο όρο. Η αύξηση των αποδόσεων θα οδηγήσει κατά πάσα πιθανότητα σε αύξηση της απασχόλησης στην περιοχή. Έτσι, η λύση που προτείνεται κρίνεται αποδοτική από πλευράς εθνικής οικονομίας καθώς συντελεί στην οικονομική εξέλιξη της περιοχής.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα υπολογιστεί το ΥΑ της υφιστάμενης και της προτεινόμενης κατάστασης στην περιοχή μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφοροποίηση των καλλιεργούμενων ειδών και των αποδόσεων κάθε καλλιέργειας ανά μονάδα στρέμματος σε κάθε περίπτωση.

Θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των δύο καταστάσεων με τον τρόπο αυτό, από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων, ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο το Υδατικό Αποτύπωμα μπορεί να αποτελέσει εργαλείο (εκτός από τα γεωργοτεχνικά και οικονομικά κριτήρια) ανάπτυξης αποδοτικών γεωργικών-αρδευτικών πολιτικών.

3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Το Συνολικό Υδατικό Αποτύπωμα της διαδικασίας ανάπτυξης μίας καλλιέργειας $YA_{ΣΚΑΛ}$, σύμφωνα με τους Hoekstra et al. (2011), είναι το άθροισμα των τριών συνιστωσών του, της πράσινης, της μπλε και της γκρι:

$$YA_{ΣΚΑΛ} = YA_{ΣΚΑΛ,ΠΡ} + YA_{ΣΚΑΛ,ΜΠ} + YA_{ΣΚΑΛ,ΓΚ}$$

Στη συνέχεια εκφράζονται τα επιμέρους υδατικά αποτυπώματα κάθε καλλιέργειας σε όγκο νερού ανά παραγόμενη ποσότητα (m^3/ton).

- **Πράσινη συνιστώσα Υδατικού Αποτυπώματος, $YA_{ΣΚΑΛ,ΠΡ}$:**

Η πράσινη συνιστώσα του ΥΑ υπολογίζεται ως το πηλίκο του όγκου πράσινου νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της καλλιέργειας, CWU_g σε $m^3/στρέμμα$, προς την απόδοση της καλλιέργειας, Y σε $ton/στρέμμα$.

$$YA_{ΣΚΑΛ,ΠΡ} = \frac{CWU_g}{Y} \quad (1)$$

Το πράσινο νερό που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της καλλιέργειας, CWU_g , ουσιαστικά αντιπροσωπεύει τη συνεισφορά της βροχόπτωσης στην κάλυψη των υδατικών αναγκών για την ανάπτυξη του καρπού. Το νερό που χάνεται από ένα καλλιεργούμενο χωράφι με τη διαπνοή από τα φυτά και την εξάτμιση από το έδαφος και το φύλλωμα, αναφέρεται ως εξατμισοδιαπνοή (PE_Tc σε mm/day) και με δεδομένη τη διαθεσιμότητα νερού, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των φυτών, τη διαθέσιμη ενέργεια και τις αεροδυναμικές συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα.

Το CWU_g καθορίζεται αποκλειστικά από τις απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής για την ανάπτυξη του καρπού και από τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους. Συνεπώς, για τον προσδιορισμό του πρέπει να υπολογιστούν οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής (PE_Tc) κάθε καλλιέργειας, καθώς και η ωφέλιμη βροχόπτωση (P_{eff}) που αξιοποιείται από τις καλλιέργειες για την κάλυψη των αναγκών τους.

Οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών υπολογίστηκαν έμμεσα με την εφαρμογή της θερμοκρασιακής μεθόδου Blaney-Criddle(1950) με στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού (Μ.Σ.) Τυμπακίου.

Οι τιμές των **μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών (T_a °C)** και των **πραγματικών μέσων μηνιαίων βροχοπτώσεων (P_t)** πάρθηκαν από το Μ.Σ. της Ε.Μ.Υ στο Τυμπάκι. Ο Μ.Σ θεωρείται αντιπροσωπευτικός για την περιοχή και διαθέτει τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου. Σε περίπτωση αξιόπιστης και τακτικής λειτουργίας του ανεμομέτρου του σταθμού για μεγάλο χρονικό διάστημα της περιόδου λειτουργίας του θα ήταν δυνατή και η εφαρμογή της μεθόδου FAO Penman-Monteith.

Σύμφωνα με τους Παναγούλια και Δήμου (2000), η **Blaney- Criddle**(1950) είναι από τις πιο διαδεδομένες εμπειρικές μεθόδους που βασίζονται στη θερμοκρασία.

Η εξίσωση των Blaney- Criddle για μηνιαίο διάστημα γράφεται:

$$PET_c = K_c * f \quad (2)$$

όπου,

PET_c [mm/day] δυνητική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

K_c συντελεστής καλλιέργειας

f [mm/day] κλιματικός παράγοντας

Ο κλιματικός παράγοντας f δίνεται από τη σχέση:

$$f = \frac{(32 + 1,8T_a)}{3,94} * P \quad (3)$$

όπου,

T_a [°C] μέση θερμοκρασία του μήνα

P μέσο ημερήσιο ποσοστό συνολικής ετήσιας διάρκειας των ωρών ημέρας (συνάρτηση του μήνα και του βόρειου γεωγραφικού πλάτους της περιοχής).

Αντικαθιστώντας την Εξίσωση (2) στην Εξίσωση (3) προκύπτει:

$$PET_c = K_c * \frac{(32 + 1,8T_a)}{3,94} * P \quad (4)$$

Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή υπό ιδανικές συνθήκες, γεγονός που σημαίνει ότι οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (PET_c) εξισώνονται με τις υδατικές της ανάγκες. Οι συνθήκες θεωρούνται ιδανικές εφόσον πρόκειται, για υγιείς καλλιέργειες, που λιπάζονται επαρκώς, μεγαλώνουν σε μεγάλες εκτάσεις, κάτω από τις επιθυμητές συνθήκες εδαφικής υγρασίας, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη παραγωγή για τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες.

Το Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος που αντιστοιχεί στο κέντρο περίπου της περιοχής είναι $35^{\circ} 01' 00''$ ως $35^{\circ} 07' 00''$. Για λόγους απλότητας των υπολογισμών θεωρήθηκε ενιαίο γεωγραφικό πλάτος για όλη την περιοχή μελέτης ίσο με 35° .

Η τιμή του P για την εφαρμογή της Εξίσωσης (4) προέκυψε από τον Πίνακα 3.2-1.

Πίνακας 3.2-1 Μέσο ημερήσιο ποσοστό της συνολικής ετήσιας διάρκειας των ωρών ημέρας (P) (Πηγή: Παναγούλια και Δήμου, 2000)

Μήνες	Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος		
	40°	35°	30°
Ιανουάριος	0,22	0,23	0,24
Φεβρουάριος	0,24	0,25	0,25
Μάρτιος	0,27	0,27	0,27
Απρίλιος	0,30	0,29	0,29
Μάιος	0,32	0,31	0,31
Ιούνιος	0,34	0,32	0,32
Ιούλιος	0,33	0,32	0,31
Αύγουστος	0,31	0,30	0,30
Σεπτέμβριος	0,28	0,28	0,28
Οκτώβριος	0,25	0,25	0,26
Νοέμβριος	0,22	0,23	0,24
Δεκέμβριος	0,21	0,22	0,23

Η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα δίνεται στον Πίνακα 3.2-2.

Πίνακας 3.2-2 Μέσα μηνιαία ύψη βροχής και μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (Πηγή: TEM Τεχνική Εταιρεία Μελετών Α.Ε., 2003)

Μήνες	Μέσο Ύψος βροχής	Μέση Θερμοκρασία
Ιανουάριος	97,7	11,7
Φεβρουάριος	69,7	11,7
Μάρτιος	47,9	13,4
Απρίλιος	19,6	16,4
Μάιος	9,3	20,6
Ιούνιος	1,4	24,8
Ιούλιος	0,1	27,6
Αύγουστος	0,7	27,4
Σεπτέμβριος	11,7	24,3
Οκτώβριος	47,1	20,2
Νοέμβριος	70,3	15,3
Δεκέμβριος	103,8	13,2
ΣΥΝΟΛΟ	479,3	18,9

Ο **συντελεστής καλλιέργειας K_c** χαρακτηρίζει τη διαφορά των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας από την καλλιέργεια αναφοράς και προσδιορίζεται πειραματικά. Ακόμη εκφράζει το στάδιο ανάπτυξης και το βαθμό κάλυψης της καλλιέργειας, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής από την οποία συλλέγονται τα δεδομένα καθώς και τη μέθοδο υπολογισμού της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής PE_Tc .

Για κάθε καλλιέργεια προσδιορίστηκε η βλαστική περίοδος, η οποία χωρίζεται σε 4 στάδια ανάπτυξης (initial-crop development-mid. season-at harvest) και σε κάθε μήνα-στάδιο της βλαστικής περιόδου αντιστοιχεί διαφορετικός φυτικός συντελεστής K_c .

Για τον προσδιορισμό των βλαστικών περιόδων, των σταδίων τους καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών K_c έγινε συνδυασμός στοιχείων από τα συγγράμματα «Εισαγωγή στα Εγγειοβελτιωτικά Έργα» (Παναγούλια και Δήμου, 2000), «Τεχνική Υδρολογία» (Μιμίκου και Μπαλτάς, 2006), από εκθέσεις του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών [FAO]: FAO irrigation and drainage paper 24- Guidelines for predicting crop water requirements, (FAO, 1977)-FAO irrigation and drainage paper 33- Yield response to water, (FAO, 1986), καθώς επίσης και από τη γεωργοτεχνική μελέτη με θέμα «Οριστική Μελέτη Αγωγού Σύνδεσης Φράγματος Φανερωμένης Με τα Δίκτυα Άρδευσης» (ΤΕΜ Α.Ε., 2006).

Επίσης, ορισμένα στοιχεία προέκυψαν κατόπιν συνομιλίας με τοπικούς φορείς (ΚΕΠΙΕΛ, Κρήτης). Σημαντική βοήθεια αποτέλεσε και η συνομιλία με την επίκουρο καθηγήτρια του ΕΜΠ, Διονυσία Παναγούλια.

Οι τιμές των φυτικών συντελεστών K_c μεταβάλλονται με το μήνα και εξαρτώνται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, γι αυτό και έχουν ληφθεί προσεγγιστικά λαμβάνοντας υπόψη ότι η περιοχή μελέτης έχει μεσογειακό κλίμα, με ξηρό-θερμό καλοκαίρι και θερμό-σύντομο χειμώνα που χαρακτηρίζεται από ήπιους ανέμους και σπάνιους παγετούς.

Σε ορισμένες καλλιέργειες, όπως είναι η μηδική (τριφύλλι) και τα κοφτολίβαδα, ο φυτικός συντελεστής K_c δεν έχει σταθερή τιμή ανά μήνα, καθώς η ανάπτυξή τους είναι ταχεία. Σε αυτές τις καλλιέργειες πραγματοποιούνται 3 έως 5 κοπές σε κάθε βλαστική περίοδο (περίπου κάθε 4 εβδομάδες). Στην περίπτωση αυτή έχουν ληφθεί τυπικές τιμές των μηνιαίων φυτικών συντελεστών K_c από τη βιβλιογραφία, οι οποίες προσπαθούν να προσεγγίσουν τις μεταβολές αυτές. Επίσης, έχει θεωρηθεί ότι πραγματοποιείται καθαρισμός των καλλιεργειών από ζιζάνια καθώς ο παράγοντας αυτός επηρεάζει τους φυτικούς συντελεστές ορισμένων καλλιεργειών, όπως τα εσπεριδοειδή.

Οι βλαστικές περίοδοι ανά καλλιέργεια παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2-3.

Πίνακας 3.2-3 Βλαστικές περιόδους ανά καλλιέργεια στην Κρήτη

α/α	Καλλιέργεια	Βλαστική περίοδος	
		από	έως
1	Σιτηρά	Ιανουάριο	Μάιο
2	Κριθάρι	Ιανουάριο	Μάιο
3	Κοφτολίβαδα	Μάρτιο	Οκτώβριο
4	Ελιές	Μάρτιο	Φεβρουάριο
5	Αμπέλια	Μάρτιο	Νοέμβριο
6	Όσπρια	Μάιο	Σεπτέμβριο
7	Μηδική	Απρίλιο	Νοέμβριο
8	Μποστανικά (καρπούζια, πεπόνια)	Ιούνιο	Σεπτέμβριο
9	Πατάτες	Απρίλιο	Ιούλιο
10	Λαχανικά (μαρούλι, λάχανο)	Απρίλιο	Οκτώβριο
11	Ντομάτες	Μάιο	Σεπτέμβριο
12	Εσπεριδοειδή	Ιανουάριο	Δεκέμβριο
13	Οπωροφόρα	Μάρτιο	Νοέμβριο

Οι φυτικοί συντελεστές ανά στάδιο ανάπτυξης εμφανίζονται στους υπολογισμούς, ξεχωριστά για κάθε καλλιέργεια, οι οποίοι παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4.

Για τις ανάγκες υπολογισμού του ετήσιου ΥΑ παρόλο που οι ελιές και τα εσπεριδοειδή είναι πολυετείς δενδρώδεις καλλιέργειες (perennial crops), στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, εξετάζονται για περίοδο 1 έτους. Για το σκοπό αυτό έχει εκμηθεί η μέση απόδοσή τους, όπως δίνεται από τα στοιχεία της γεωργοτεχνικής μελέτης με θέμα «Οριστική Μελέτη Αγωγού Σύνδεσης Φράγματος Φανερωμένης Με τα Δίκτυα Άρδευσης» (ΤΕΜ Τεχνική Εταιρεία Μελετών Α.Ε., 2006).

Έτσι, λοιπόν:

- σε κάθε καλλιέργεια υπολογίστηκε η μέση δυνητική εξατμισοδιαπνοή PE_Tc σε mm/day.
- στη συνέχεια, αυτή η τιμή πολλαπλασιάστηκε επί 30, ώστε να προκύψει η εξατμισοδιαπνοή σε mm/month.
- αθροίζοντας την εξατμισοδιαπνοή όλων των μηνών προέκυψε η εξατμισοδιαπνοή σε mm καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξης του καρπού.

Από τη βροχή που πέφτει σε έναν αγρό, μέρος της μπορεί να χαθεί με επιφανειακή απορροή, κατείδυση ή εξάτμιση. Εκείνο που απομένει και αποθηκεύεται στη ζώνη του ριζοστρώματος αποτελεί την **ωφέλιμη ή ενεργό βροχόπτωση**. Το ποσοστό που αντιπροσωπεύει η ωφέλιμη βροχόπτωση δεν είναι σταθερό, αλλά εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης και το βαθμό κάλυψης του εδάφους από την καλλιέργεια. Έτσι, η ωφέλιμη βροχόπτωση αντιπροσωπεύει μικρό σχετικά μέρος μιας βροχής που έχει σημαντικό ύψος και μεγάλη ένταση. Αντίθετα, συχνές ελαφρές βροχοπτώσεις που συγκρατούνται στο σύνολό τους από το φύλλωμα μιας καλλιέργειας που καλύπτει πλήρως την επιφάνεια του αγρού είναι σχεδόν 100% ωφέλιμες.

Η USDA (1970) προτείνει την εξίσωση (5) για την εκτίμηση της ανά μήνα ωφέλιμης βροχοπτώσεως (P_{eff}) με βάση τη μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και τη μέση μηνιαία βροχοπτώση

$$P_{eff} = f(D) [1,25P_t^{0,824} - 2,93] [10^{0,000955ET_c}] \quad (5)$$

όπου

P_t μέση μηνιαία βροχοπτώση σε mm (Πίνακας 3.2-2)

PET_c η μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας

$f(D)$ παράγοντας προσαρμογής. Ισούται με 1 για $D=75\text{mm}$.

Για κάθε άλλο D η $f(D)$ υπολογίζεται από την εξίσωση (6).

$$f(D) = 0,53 + 0,0116D - 8,94 \cdot 10^{-5} D^{-2} + 2,32 \cdot 10^{-7} D^3 \quad (6)$$

όπου

D σύνηθες όριο υποβιβασμού της υγρασίας στη ζώνη ριζοστρώματος.

Στη δημιουργία της εξίσωσης (5) δεν έχει ληφθεί υπόψη η διηθητικότητα του εδάφους και η ένταση της βροχής. Σε περιπτώσεις που η διηθητικότητα είναι χαμηλή και η ένταση της βροχής μεγάλη, ένα σημαντικό μέρος του νερού της βροχής μπορεί να εγκαταλείψει τον αγρό σαν επιφανειακή απορροή, οπότε ανάλογα πρέπει να περιοριστεί και η ωφέλιμη βροχή. Στην περιοχή μελέτης η διηθητικότητα του εδάφους θεωρείται μέτρια γι αυτό έγινε χρήση της εξίσωσης (5) ως έχει, λαμβάνοντας το $f(D)$ ίσο με τη μονάδα.

Η εξίσωση (5) για μικρές τιμές της μέσης μηνιαίας βροχοπτώσεως P_t (<9 mm) δίνει αρνητικές τιμές ωφέλιμης βροχοπτώσεως, όπως παρατηρήθηκε στους υπολογισμούς. Στην περίπτωση αυτή έγινε χρήση του Πίνακα USDA-SCS (1980), ο οποίος συνδυάζει την μέση μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή PET_c και τη μέση μηνιαία βροχοπτώση P_t και δίνει τιμές ωφέλιμης βροχοπτώσεως.

Έτσι, για κάθε μήνα της βλαστικής περιόδου της καλλιέργειας υπολογίστηκε η αντίστοιχη ωφέλιμη βροχοπτώση σε mm, ενώ αθροίζοντας τους επιμέρους μήνες προέκυψε η συνολική ωφέλιμη βροχοπτώση καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξης του καρπού.

Η πράσινη υδατική χρήση κάθε μήνα, u_g ισούται με το ελάχιστο της ωφέλιμης βροχοπτώσεως και της μέσης μηνιαίας εξατμισοδιαπνοής.

Ισχύει, δηλαδή:

$$u_g = \min[PET_c, P_{eff}] \quad (7)$$

Ο συνολικός όγκος πράσινου νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της καλλιέργειας είναι,

$$CWG_{green} = \sum u_g \quad (8)$$

Η συνολική πράσινη υδατική χρήση προκύπτει τελικώς σε mm/βλαστική περίοδο. Η ποσότητα αυτή δεν χρειάζεται μετατροπή για να εκφραστεί σε όρους όγκου νερού ανά στρέμμα ($\text{m}^3/\text{στρέμμα}/\text{βλαστική περίοδο}$).

Επομένως, προέκυψε η συνολική πράσινη υδατική χρήση, CWU_{green} , σε $\text{m}^3/\text{στρέμμα}$, η οποία είναι ανεξάρτητη από την παροχή άρδευσης και εξαρτάται αποκλειστικά από την

ωφέλιμη βροχόπτωση και της απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής για την ανάπτυξη των καρπών.

Διαιρώντας με την απόδοση της καλλιέργειας, Y , προέκυψε τελικώς, βάση της σχέσης (1) η πράσινη συνιστώσα του Υδατικού Αποτυπώματος $YA_{\Sigma K\Lambda\Lambda, \text{ΠΡ}}$.

- **Μπλε συνιστώσα Υδατικού Αποτυπώματος, $YA_{\Sigma K\Lambda\Lambda, \text{ΜΠ}}$:**

Σε αντιστοιχία με την πράσινη, η μπλε συνιστώσα του YA υπολογίζεται ως το πηλίκο του όγκου μπλε νερού που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της καλλιέργειας, CWU_{blue} σε $\text{m}^3/\text{στρέμμα}$, προς την απόδοση της καλλιέργειας, Y σε $\text{ton}/\text{στρέμμα}$.

$$YA_{\Sigma K\Lambda\Lambda} = \frac{CWU_b}{Y} \quad (9)$$

Η μπλε υδατική χρήση αντιπροσωπεύει ουσιαστικά τις ανάγκες της καλλιέργειας σε αρδευτικό νερό. Οι ανάγκες σε νερό για άρδευση μιας καλλιέργειας είναι η συνολική ποσότητα νερού που πρέπει να δοθεί με άρδευση σε απαλλαγμένη ασθeneιών καλλιέργεια που αναπτύσσεται σε μεγάλη έκταση με επαρκή εδαφική υγρασία και γονιμότητα και επιτυγχάνει το μέγιστο δυναμικό παραγωγικότητας (Doorenbos and Pruijt, 1977).

Στη φύση το νερό που απαιτείται από τις διάφορες καλλιέργειες για την κανονική ανάπτυξη και απόδοσή τους προέρχεται από την ωφέλιμη ή ενεργό βροχόπτωση P_{eff} , τη συμβολή του υπόγειου νερού GW και του νερού που είναι αποθηκευμένο στο ριζόστρωμα κατά την έναρξη της βλαστικής περιόδου SM , προσσαυξημένο κατά την ποσότητα L για την έκπλυση των αλάτων (Παναγούλια και Δήμου, 2000).

Οπότε, οι καθαρές απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό, I_r υπολογίζονται από την εξίσωση:

$$I_r = PET_c - (P_e + GW + SM) + L \quad (10)$$

όπου:

- PET_c εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας
- P_e ωφέλιμη βροχόπτωση
- GW συμβολή υπόγειου νερού
- SM νερό που είναι αποθηκευμένο στο ριζόστρωμα κατά την έναρξη της βλαστικής περιόδου
- L συντελεστής έκπλυσης αλάτων

Σύμφωνα με τους Charagain and Orr (2009), οι απαιτήσεις άρδευσης της καλλιέργειας εξαρτώνται από τις απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας και τη διαθεσιμότητα πράσινου νερού. Επομένως, η εξίσωση (10) μπορεί καταχρηστικά να περιοριστεί στην εξίσωση:

$$I_r = PET_c - u_g \quad (11)$$

Θεωρώντας τους όρους GW , SM και L μηδενικούς.

Επομένως, για κάθε μήνα της βλαστικής περιόδου της καλλιέργειας υπολογίστηκαν οι μηνιαίες απαιτήσεις άρδευσης, I_r σε mm/month από την εξίσωση (11).

Η ποσότητα της μπλε υδατικής χρήσης είναι μηδενική εάν οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας καλύπτονται πλήρως από την ωφέλιμη βροχόπτωση.

Έτσι, αφού υπολογίστηκαν για κάθε μήνα οι απαιτήσεις άρδευσης κάθε καλλιέργειας, I_r , προέκυψε η μπλε υδατική χρήση ανά μήνα u_b από τη σχέση:

$$u_b = I_r \quad (12)$$

Η ποσότητα αυτή είναι εκφρασμένη σε mm/month και δεν χρειάζεται μετατροπή για να εκφραστεί σε m³/month/στρέμμα.

Ο συνολικός όγκος μπλε νερού που απαιτείται τελικώς είναι:

$$CWU_{blue} = \sum u_b \quad (13)$$

Διαιρώντας με την απόδοση της καλλιέργειας, Y (ton/στρέμμα), προκύπτει τελικώς, βάση της σχέσης (9) η μπλε συνιστώσα του Υδατικού Αποτυπώματος $YA_{ΣΚΑΛ,ΜΠ}$.

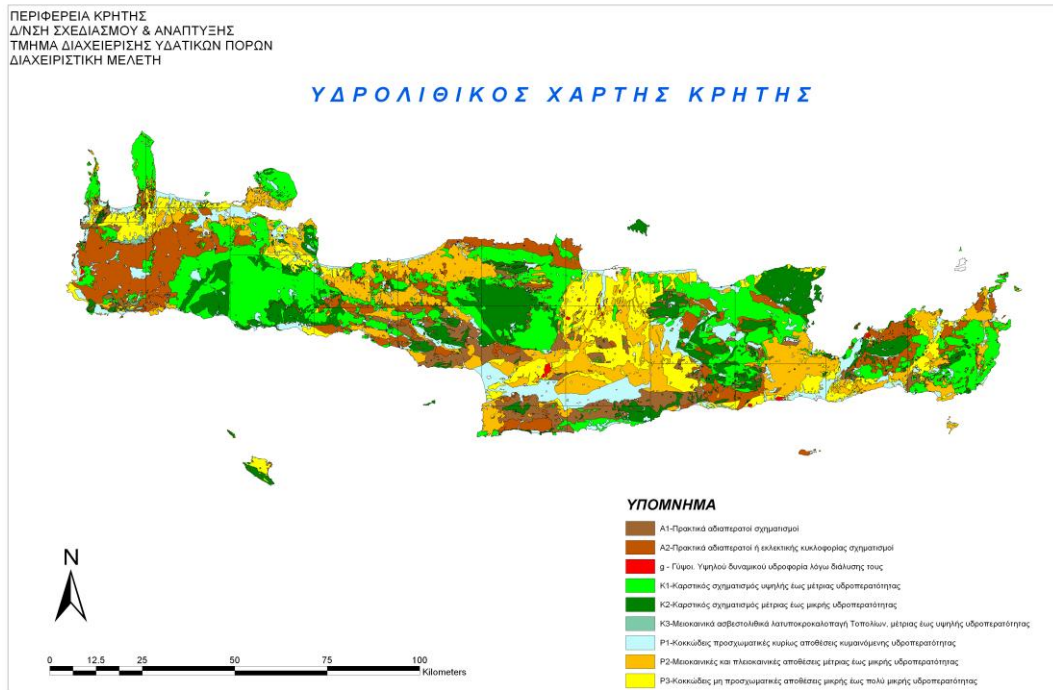
- **Γκρι συνιστώσα Υδατικού Αποτυπώματος, $YA_{ΣΚΑΛ,ΓΚ}$:**

Το Γκρι Υδατικό Αποτύπωμα αφορά την ποσότητα νερού που απαιτείται για να διαλυθούν οι συγκεντρώσεις των ρυπαντών στα υδατικά συστήματα, ώστε κάθε υδάτινος αποδέκτης που ρυπαίνεται να βρίσκεται εντός των καθορισμένων ποιοτικών ορίων. Τα ποιοτικά αυτά όρια μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος του αποδέκτη (επιφανειακός ή υπόγειος), την κατάσταση στην οποία αυτός βρίσκεται (π.χ. αν ισχύουν ειδικοί κανονισμοί λόγω της θέσης του ή της πανίδας που επηρεάζει) καθώς και τη χρήση ύδατος που ικανοποιεί (π.χ. νερό για ύδρευση).

Στην παρούσα εργασία όπου μελετάται το YA καλλιεργειών πιθανοί ρυπαντές προέρχονται από τα λιπάσματα (κυρίως άζωτο και φώσφορος), τα παρασιτοκτόνα και τα εντομοκτόνα. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας θεωρήθηκε κρισιμότερη η επίδραση των λιπασμάτων από πλευράς ρύπανσης, γι αυτό εξετάστηκαν οι ποσότητες αζώτου και φώσφορου που τοποθετούνται για λίπανση σε κάθε καλλιέργεια.

Στην περιοχή μελέτης (πεδιάδας Μεσσαρά, Ηράκλειο Κρήτης) τα υδατικά συστήματα που μπορούν να επηρεαστούν από ρύπανση είναι οι ποταμοί Γεροπόταμος και Κουτσουλίδης (ποτάμια υδατικά συστήματα), οι οποίοι σύμφωνα με την εφαρμογή του άρθρου 5 της Οδηγίας 60/2000 βρίσκονται σε κίνδυνο ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών τους στόχων ως το 2015. Επίσης, επηρεάζεται και ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας.

Σύμφωνα με την εδαφολογική σύσταση της περιοχής, κρίθηκε ότι η διηθητικότητα του εδάφους είναι μέτρια έως μετρίως βραδεία, όπως φαίνεται στον Χάρτη 3.2-1.



Χάρτης 3.2-1 Υδρολιθικός Χάρτης Κρήτης (Πηγή: Διεύθυνση σχεδιασμού και ανάπτυξης περιφέρειας Κρήτης, 2009)

Σύμφωνα με το αρ. 1595/30-06-2009 απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Κρήτης (ΦΕΚ 1333/Β'/3-07-2009), «Περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα, στις χρήσεις και τη λειτουργία των έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων, με στόχο την προστασία και τη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης απορροής της Κρήτης» στην περιοχή μελέτης ισχύουν απαγορευτικά μέτρα, όπως φαίνεται και στο Χάρτη 3.2-2.



Χάρτης 3.2-2 Περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία και τη διαχείριση των υδάτων της Κρήτης (Πηγή: Διεύθυνση σχεδιασμού και ανάπτυξης περιφέρειας Κρήτης, 2009)

Επομένως, είναι πολύ σημαντική η εκτίμηση της γκρι συνιστώσας του ΥΑ καθώς και η προσπάθεια μείωσης του αφού η κατάσταση των υδροφορέων στην περιοχή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη και η ανάγκη για ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων αλλά και για περιορισμό της ρύπανσής τους είναι επιτακτική.

Η γκρι συνιστώσα του ΥΑ μίας καλλιέργειας σε (m^3/ton) υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$YA_{\Sigma\text{ΚΑΛ,ΓΚ}} = \frac{(\alpha * AR)/(c_{\max} - c_{\text{nat}})}{\gamma} \quad (14)$$

όπου,

- AR η ποσότητα του ρυπαντή σε $\text{kg}/\text{στρέμμα}$ που τοποθετείται για λίπανση
- α το ποσοστό του ρυπαντή που εισχωρεί στο υδατικό σύστημα.
- c_{\max} η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση του ρυπαντή στο υδατικό σώμα (mg/l)
- c_{nat} η φυσική – υπάρχουσα συγκέντρωση του ρυπαντή στον υδατικό αποδέκτη (mg/l) και
- γ η απόδοση της καλλιέργειας

Το ποσοστό του ρυπαντή που εισχωρεί στο υδατικό σύστημα βιβλιογραφικά κυμαίνεται από 3% - 10%. Δεδομένης της μέτριας ως μετρίως βραδείας διηθητικότητας του εδάφους θεωρήθηκε 7%.

Η ποσότητα του ρυπαντή AR σε kg/στρέμμα, εν προκειμένω του αζώτου N και του φωσφόρου P, που τοποθετούνται για λίπανση σε κάθε καλλιέργεια είναι στοιχείο εξαιρετικά δύσκολο να εκτιμηθεί. Από περιοχή σε περιοχή οι απαιτήσεις κάθε καλλιέργειας για λίπανση μεταβάλλονται καθώς εξαρτώνται από τις κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν. Απαιτείται δηλαδή εδαφολογική μελέτη στην εξεταζόμενη περιοχή, βάση της οποίας θα προσδιοριστούν και οι ήδη υπάρχουσες συγκεντρώσεις N και P στο έδαφος, λόγω της εντατικής γεωργίας που για χρόνια εφαρμόζεται. Επίσης, ακόμα κι αν μετά από τις παραπάνω διαδικασίες προσδιοριστούν οι τιμές αυτές, σίγουρα τα νούμερα δεν θα ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, καθώς οι αγρότες τοποθετούν τα λιπάσματα καθαρά εμπειρικά, χωρίς να συμβουλευονται κάποιες επίσημες οδηγίες ή κανονισμούς, κρίνοντας από όσα γνωρίζουν και από τις αποδόσεις που θέλουν να έχουν.

Ήταν μεγάλη η δυσκολία να προσδιοριστούν αυτές οι τιμές για την περιοχή της Μεσσαράς στην Κρήτη, καθώς κανένας τοπικός φορέας (ΠΕΓΕΑΛ Κρήτης, ΚΕΠΙΕΛ Κρήτης, Διεύθυνση γεωργικής ανάπτυξης Μοιρών, Διεύθυνση γεωργίας Ηρακλείου, Αγροτοβιομηχανικός Συν/σμος Τυμπακίου, Αγροτικός Συν/σμος Μεσσαράς) δεν είχε τα ζητούμενα στοιχεία. Έτσι, κατόπιν επικοινωνίας με έναν από τους μεγαλύτερους προμηθευτές λιπασμάτων στην περιοχή, την εταιρεία Ζαχαράκης Α.Ε., προέκυψαν οι τιμές N και P σε kg/στρέμμα, που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς. Οι τιμές αυτές είναι προσεγγιστικές και παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2-4.

Πίνακας 3.2-4 Ποσότητες N και P ανά καλλιέργεια (kg/στρ)

Κατηγορία Καλλιέργειας	Τρόπος Καλλιέργειας	
	Αρδευόμενη	Ξηρική
Κατηγορία 1		
Αμπέλι	N: 12,8 kg/στρέμμα	N: 9,1 kg/στρέμμα
	P: 10,4 kg/στρέμμα	P: 7,7 kg/στρέμμα
Κατηγορία 2		
Ελιά	N: 16 kg/στρέμμα	N: 9,9 kg/στρέμμα
	P: 9 kg/στρέμμα	P: 6,3 kg/στρέμμα
Κατηγορία 3		
Εσπεριδοειδή	N: 10,4 kg/στρέμμα	
Οπωροφόρα	P: 7,2 kg/στρέμμα	
Κατηγορία 4		
Πατάτα	N: 18,9 kg/στρέμμα	
Ντομάτα	P :16,1 kg/στρέμμα	
Μποστανικά		
Κατηγορία 5		
Λαχανικά	N: 17,5 kg/στρέμμα	
Κοφτολίβαδα	P:10,75 kg/στρέμμα	
Μηδική		
Σιτηρά		
Κριθάρι		
Όσπρια		

Εξετάστηκαν δύο υδατικά συστήματα, τα ποτάμια που είναι επιφανειακοί αποδέκτες και τα υπόγεια νερά. Για επιφανειακούς αποδέκτες, σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001, η μέγιστη συγκέντρωση νιτρικών NO_3 και φωσφόρου P_2O_5 είναι 50 mg/l και 5 mg/l αντίστοιχα. Για καλή χημική κατάσταση υπόγειων υδάτων, βάσει της Οδηγίας 98/83/ΕΕ, ορίζεται η μέγιστη συγκέντρωση νιτρικών σε 11,3 mg/l και φωσφορικών σε 2,18 mg/l.

Λόγω έλλειψης των απαραίτητων στοιχείων, η φυσική συγκέντρωση των ρυπαντών στους υδατικούς αποδέκτες θεωρήθηκε μηδενική.

Έτσι, λοιπόν, για κάθε καλλιέργεια γνωρίζοντας AR , C_{\max} , Y εφαρμόστηκε η εξίσωση (14) και προέκυψαν 4 γκρι YA , για άζωτο N, φώσφορο P, επιφανειακό και υπόγειο υδατικό αποδέκτη. Το τελικό γκρι YA της καλλιέργειας λήφθηκε ίσο με το μέγιστο των 4 επιμέρους γκρι Υδατικών Αποτυπωμάτων, θεωρήθηκε δηλαδή πως ισχύει το δυσμενέστερο σενάριο. Άρα,

$$YA_{\Sigma\text{ΚΑΛ,ΓΚ}} = \max [YA_{N,\text{ΕΠ}}, YA_{N,\text{ΥΠ}}, YA_{P,\text{ΕΠ}}, YA_{P,\text{ΥΠ}}] \quad (15)$$

Η μεθοδολογία που περιγράφηκε αφορά υπαίθριες καλλιέργειες, όπου η ωφέλιμη βροχόπτωση καλύπτει μέρος των αναγκών εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, ενώ το υπόλοιπο καλύπτεται από την άρδευση. **Σε περίπτωση καρπών που καλλιεργούνται**

σε θερμοκήπιο η διαδικασία υπολογισμού του ΥΑ είναι ακριβώς η ίδια με μόνη διαφορά ότι δεν υπάρχει πράσινη συνιστώσα, δηλαδή η πράσινη υδατική χρήση είναι μηδενική. Σε σύγκριση με τις υπαίθριες καλλιέργειες, η εποχιακή εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών- κυρίως λαχανικών- που καλλιεργούνται σε θερμοκήπιο είναι σχετικώς χαμηλότερη λόγω μικρότερων αναγκών εξατμισοδιαπνοής που επικρατούν μέσα στα θερμοκήπια (Orgaz et al., 2005). Επίσης, βάση παρατηρήσεων των κλιματικών δεδομένων εντός των θερμοκηπίων, έχει διαπιστωθεί πως οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας μέσα στο θερμοκήπιο είναι ίσες με το 70% - 80% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας στην ύπαιθρο (Fernandez, 2000; Fernandes et al., 2003; Harmato et al., 2004). Έτσι, λοιπόν, με βάση αυτές τις διαφοροποιήσεις προκύπτει και το υδατικό αποτύπωμα των υπό κάλυψη καλλιεργειών μέσω των εξισώσεων (16) και (17).

(16)

$$u_{b,ΘΕΡΜ} = I_{r,ΘΕΡΜ} = PET_{C,ΘΕΡΜ} \quad (17)$$

Σε θερμοκήπιο καλλιεργούνται κυρίως ντομάτες, λαχανικά και μπουστανικά. Επειδή οι καλλιέργειες αυτές καλλιεργούνται ταυτόχρονα τόσο υπαίθρια όσο και σε θερμοκήπια και τα στρέμματα που ανήκουν σε κάθε κατηγορία διαρκώς μεταβάλλονται, δεν είναι γνωστός ο ακριβής αριθμός στρεμμάτων κάθε συστήματος ούτε στην υφιστάμενη, ούτε στην προτεινόμενη κατάσταση. Για τον λόγο αυτόν έγινε η παραδοχή πως το 50% των συνολικών στρεμμάτων των καλλιεργειών αυτών και στις δύο καταστάσεις καλλιεργείται υπαίθρια και το άλλο 50% καλλιεργείται υπό κάλυψη. Η καλλιέργεια στα θερμοκήπια θεωρήθηκε ότι συμβαίνει στην βλαστική περίοδο των καρπών προσεγγιστικά, ενώ οι αποδόσεις των υπό κάλυψη καλλιεργειών λήφθηκαν μεγαλύτερες κατά 25% σε σχέση με των υπαίθριων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ
ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

4.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

4.1.1 Υπαίθριες καλλιέργειες

Στην υφιστάμενη κατάσταση οι καλλιέργειες αρδεύονται μέσω γεωτρήσεων. Τα είδη των καλλιεργειών, οι αντίστοιχες εκτάσεις που αυτές καταλαμβάνουν, οι μέσες αποδόσεις σε τόνους/στρέμμα, η συνολική παραγωγή σε τόνους καθώς και οι βλαστικές περιόδους κάθε καλλιέργειας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1-1.

Πίνακας 4.1-1 Έκταση, μέση απόδοση, συνολική παραγωγή και βλαστική περίοδος ανά καλλιέργεια (υφιστάμενη κατάσταση-υπαίθριες καλλιέργειες)

A/A	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΔΗ (ton/στρ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ton)	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
1.	Σιτηρά (ξηρική καλ.)	1000	0,2	200	Ιανουάριος-Μάιος
2.	Κριθάρι (ξηρική καλ.)	1000	0,22	220	Ιανουάριος-Μάιος
3.	Κοφτολίβαδα (ξηρ.)	1500	0,55	825	Μάρτιος-Οκτώβριος
4.	Ελιές ελ (ξηρικές)	500	0,04	20	Μάρτιος-Φεβρουάριος
5.	Ελιές ελ (αρδευόμενες)	12000	0,075	900	Μάρτιος-Φεβρουάριος
6.	Αμπέλια οιν (ξηρικά)	300	0,48	144	Μάρτιος-Νοέμβριος
7.	Αμπέλια οιν (αρδευόμενα)	800	1,5	1200	Μάρτιος-Νοέμβριος
8.	Όσπρια	120	0,16	19,2	Μάιος-Σεπτέμβριος
9.	Μηδική	130	0,8	104	Απρίλιος-Νοέμβριος
10.	Μποστανικά (καρπούζι, πεπόνι)	750	5	3750	Ιούνιος-Σεπτέμβριος
11.	Πατάτες	1400	3,5	4900	Απρίλιος-Ιούλιος
12.	Λαχανικά	750	1,25	937,5	Απρίλιος-Οκτώβριος
13.	Ντομάτες	1800	3,7	6660	Μάιος-Σεπτέμβριος
14.	Εσπεριδοειδή	950	2	1900	Ιανουάριος-Δεκέμβριος
15.	Οπωροφόρα	280	2,2	616	Μάρτιος-Νοέμβριος
ΣΥΝΟΛΟ		23280	-	22395,7	

Στους Πίνακες 4.1-2 – 4.1-16 παρουσιάζεται ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος κάθε μίας καλλιέργειας ξεχωριστά με τις επιμέρους συνιστώσες της (πράσινη, μπλε και γκρι). Όπως είναι προφανές οι ξηρικές καλλιέργειες δε διαθέτουν μπλε συνιστώσα καθώς αρδεύονται αποκλειστικά από τη βροχόπτωση.

4.1-2. Σιτηρά (ξηρική καλλιέργεια)

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _t (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)		Υ _{AΣΙΤ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Ιανουάριος	Αρχικό (15)	0,2	11,7	0,23	3,10	0,62	18,58	97,7	53,75	18,58		573,55
Φεβρουάριος	Ανάπτυξη καρπών (25)	0,4	11,7	0,25	3,37	1,35	40,40	69,7	41,91	40,40		
Μάρτιος	Ενδιάμεση περίοδος (50)	0,8	13,4	0,27	3,85	3,08	92,30	47,9	33,53	33,53		
Απρίλιος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	1,1	16,4	0,29	4,53	4,98	149,43	19,6	16,09	16,09		
Μάιος	Συγκομιδή (30)	0,6	20,6	0,31	5,44	3,26	97,83	9,3	6,10	6,10		
Σύνολο	120 ημέρες									114,71		
	1. Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	50	5	122,5	756	
												Υ_{AΣΙΤ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											1.733,94
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	11,3	2,18	542,04	1.733,94	
	Υ_{AΣΙΤ} (m³/ton)	2.307,49										

4.1-3. Κριθάρι (ξηρική καλλιέργεια)

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PE _{Tc} (mm/day)	PE _{Tc} (mm/month)	P _i (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)		Υ _{ΑΚΡΙΟ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Ιανουάριος	Αρχικό (15)	0,32	11,7	0,23	3,10	0,99	29,74	97,7	55,08	29,74		592,85
Φεβρουάριος	Ανάπτυξη καρπών (25)	0,6	11,7	0,25	3,37	2,02	60,60	69,7	43,82	43,82		
Μάρτιος	Ενδιάμεση περίοδος (50)	0,98	13,4	0,27	3,85	3,77	113,07	47,9	35,10	35,10		
Απρίλιος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	1,08	16,4	0,29	4,53	4,89	146,71	19,6	15,99	15,99		
Μάιος	Συγκομιδή (30)	0,45	20,6	0,31	5,44	2,45	73,38	9,3	5,78	5,78		
Σύνολο	120 ημέρες									130,43		
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{Α_N} (m ³ /ton)	Υ _{Α_P} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	50	5	111,4	687,27	
												Υ _{ΑΚΡΙΟ,ΓΚ} (m ³ /ton)
	2.Υπόγεια νερά											1.576,3
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{Α_N} (m ³ /ton)	Υ _{Α_P} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	11,3	2,18	492,76	1.576,31	
	Υ_{ΑΚΡΙΟ} (m³/ton)	2.169,16										

4.1-4. Κοφτολίβαδα (ξηρική καλλιέργεια)

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _f (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)		Υ _{ΑΚΟΦΤ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος	Αρχικό	0,1	13,4	0,27	3,85	0,38	11,54	47,9	28,08	11,54		105,97
Απρίλιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,27	16,4	0,29	4,53	1,22	36,68	19,6	12,55	12,55		
Μάιος	Ανάπτυξη καρπών	0,42	20,6	0,31	5,44	2,28	68,48	9,3	5,72	5,72		
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,52	24,8	0,32	6,22	3,24	97,10	1,4	0,97	0,97		
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος	0,57	27,6	0,32	6,63	3,78	113,44	0,1	0,07	0,07		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,55	27,4	0,3	6,19	3,41	102,17	0,7	0,49	0,49		
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος	0,35	24,3	0,28	5,38	1,88	56,52	11,7	7,42	7,42		
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,15	20,2	0,25	4,34	0,65	19,52	47,1	28,14	19,52		
Σύνολο	210 ημέρες									58,29		
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{Α_N} (m ³ /ton)	Υ _{Α_P} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	50	5	44,55	274,91	
												Υ_{ΑΚΟΦΤ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											630,53
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{Α_N} (m ³ /ton)	Υ _{Α_P} (m ³ /ton)	
	17,5	10,8	1	0,02	0,01	0,001	0,001	11,3	2,18	197,10	630,53	
	Υ_{ΑΚΟΦΤ} (m³/ton)	736,50										

4.1-5 Ελιές ελαιοποιήσιμες (ξηρικές)

Μήνας	Στάδιο	Kc	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _t (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)	Y _{ΑΕΛ,Ε,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,4	13,4	0,27	3,85	1,54	46,15	47,9	30,30	30,30	6.123,28
Απρίλιος		0,4	16,4	0,29	4,53	1,81	54,34	19,6	13,05	13,05	
Μάιος		0,4	20,6	0,31	5,44	2,17	65,22	9,3	5,68	5,68	
Ιούνιος		0,4	24,8	0,32	6,22	2,49	74,69	1,4	0,94	0,94	
Ιούλιος		0,4	27,6	0,32	6,63	2,65	79,61	0,1	0,07	0,07	
Αύγουστος	-	0,4	27,4	0,3	6,19	2,48	74,30	0,7	0,47	0,47	
Σεπτέμβριος		0,4	24,3	0,28	5,38	2,15	64,59	11,7	7,56	7,56	
Οκτώβριος		0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	47,1	30,23	30,23	
Νοέμβριος		0,4	15,3	0,23	3,48	1,39	41,71	70,3	42,35	41,71	
Δεκέμβριος		0,4	13,2	0,22	3,11	1,25	37,36	103,8	59,04	37,36	
Ιανουάριος		0,4	11,7	0,23	3,10	1,24	37,17	97,7	55,99	37,17	
Φεβρουάριος		0,4	11,7	0,25	3,37	1,35	40,40	69,7	41,91	40,40	
Σύνολο										244,93	
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)
	9,9	6,3	1	0,01	0,01	0,0007	0,0004	50	5	346,50	2.205,00
											Y _{ΑΕΛ,Ε,ΓΚ}
	2.Υπόγεια νερά										5.057,34
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)
	9,9	6,3	1	0,01	0,01	0,0007	0,0004	11,3	2,18	1.533,19	5.057,34
	Y_{ΑΕΛ,Ε,ΠΡ} (m³/ton)	11.180,62									

4.1-6 Ελιές ελαιοποιήσιμες (αρδευόμενες)

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pt (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑ _{ΕΛ Α,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,4	13,4	0,27	3,85	1,54	46,15	47,9	30,30	30,30		3.265,75
Απρίλιος		0,4	16,4	0,29	4,53	1,81	54,34	19,6	13,05	13,05		
Μάιος		0,4	20,6	0,31	5,44	2,17	65,22	9,3	5,68	5,68		
Ιούνιος		0,4	24,8	0,32	6,22	2,49	74,69	1,4	0,94	0,94		
Ιούλιος		0,4	27,6	0,32	6,63	2,65	79,61	0,1	0,07	0,07		
Αύγουστος	-	0,4	27,4	0,3	6,19	2,48	74,30	0,7	0,47	0,47	-	
Σεπτέμβριος		0,4	24,3	0,28	5,38	2,15	64,59	11,7	7,56	7,56		
Οκτώβριος		0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	47,1	30,23	30,23		
Νοέμβριος		0,4	15,3	0,23	3,48	1,39	41,71	70,3	42,35	41,71		
Δεκέμβριος		0,4	13,2	0,22	3,11	1,25	37,36	103,8	59,04	37,36		
Ιανουάριος		0,4	11,7	0,23	3,10	1,24	37,17	97,7	55,99	37,17		
Φεβρουάριος		0,4	11,7	0,25	3,37	1,35	40,40	69,7	41,91	40,40		
Σύνολο										244,93		
												ΥΑ _{ΕΛ Α,ΜΠ} (m ³ /ton)
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										5635,52
Μάρτιος	15,85	15,85										
Απρίλιος	41,29	41,29										
Μάιος	59,54	59,54										
Ιούνιος	73,75	73,75										
Ιούλιος	79,54	79,54										
Αύγουστος	73,83	73,83										
Σεπτέμβριος	57,03	57,03										
Οκτώβριος	21,83	21,83										
Νοέμβριος	0,00	0,00										
Δεκέμβριος	0,00	0,00										
Ιανουάριος	0,00	0,00										
Φεβρουάριος	0,00	0,00										
Σύνολο		422,66										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ)	Έκταση (στρ)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	16	9	1	0,02	0,01	0,0011	0,0006	50	5	298,67	1.680,00	
												ΥΑ _{ΕΛ Α,ΓΚ} (m ³ /ton)
	2.Υπόγεια νερά											3.853,21
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	16	9	1	0,02	0,01	0,0011	0,0006	11,3	2,18	1.321,53	3.853,21	
	ΥΑ_{ΕΛ Α} (m³/ton)	12754,48										

4.1-7 Αμπέλια οиноποίησης (ξηρικά)

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		YA _{AM,EP} (m ³ /ton)
Μάρτιος	Αρχικό	0,25	13,4	0,27	3,85	0,96	28,84	47,9	29,17	28,84		259,99
Απρίλιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,4	16,4	0,29	4,53	1,81	54,34	19,6	13,05	13,05		
Μάιος	Ανάπτυξη καρπών	0,6	20,6	0,31	5,44	3,26	97,83	9,3	6,10	6,10		
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,7	24,8	0,32	6,22	4,36	130,72	1,4	1,09	1,09		
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,65	27,4	0,3	6,19	4,02	120,74	0,7	0,50	0,50		
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος	0,55	24,3	0,28	5,38	2,96	88,81	11,7	7,97	7,97		
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,45	20,2	0,25	4,34	1,95	58,56	47,1	30,66	30,66		
Νοέμβριος	Συγκομιδή	0,35	15,3	0,23	3,48	1,22	36,49	70,3	41,87	36,49		
Σύνολο	330 ημέρες									124,79		
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	9,1	7,7	1	0,01	0,01	0,0006	0,0005	50	5	26,54	224,58	
												YA _{AM,EP} (m ³ /ton)
	2.Υπόγεια νερά											515,10
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	9,1	7,7	1	0,01	0,01	0,0006	0,0005	11,3	2,18	117,44	515,10	
	YA_{AMP} (m³/ton)	775,09										

4.1-8 Αμπέλια οιν (αρδευόμενα)

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑ _{ΑΜΠ Α,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος	Αρχικό	0,25	13,4	0,27	3,85	0,96	28,84	47,9	29,17	28,84		83,20
Απρίλιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,4	16,4	0,29	4,53	1,81	54,34	19,6	13,05	13,05		
Μάιος	Ανάπτυξη καρπών	0,6	20,6	0,31	5,44	3,26	97,83	9,3	6,10	6,10		
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,7	24,8	0,32	6,22	4,36	130,72	1,4	1,09	1,09		
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,65	27,4	0,3	6,19	4,02	120,74	0,7	0,50	0,50		
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος	0,55	24,3	0,28	5,38	2,96	88,81	11,7	7,97	7,97		
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,45	20,2	0,25	4,34	1,95	58,56	47,1	30,66	30,66		
Νοέμβριος	Συγκομιδή	0,35	15,3	0,23	3,48	1,22	36,49	70,3	41,87	36,49		
Σύνολο	330 ημέρες									124,79		
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										ΥΑ_{ΑΜΠ Α,ΜΠ} (m³/ton)
Μάρτιος	0,00	0,00										420,57
Απρίλιος	41,29	41,29										
Μάιος	91,73	91,73										
Ιούνιος	129,63	129,63										
Ιούλιος	139,23	139,23										
Αύγουστος	120,24	120,24										
Σεπτέμβριος	80,84	80,84										
Οκτώβριος	27,90	27,90										
Νοέμβριος	0,00	0,00										
Σύνολο		630,86										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	12,8	10,4	1	0,01	0,01	0,0009	0,0007	50	5	11,95	97,07	
												ΥΑ_{ΑΜΠ Α,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											222,63
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	12,8	10,4	1	0,01	0,01	0,0009	0,0007	11,3	2,18	52,86	222,63	
	ΥΑ_{ΑΜΠ Α} (m³/ton)	726,40										

4.1-9 Όσπρια

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pt (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		YA _{οσπ,πρ} (m ³ /ton)
Μάρης	Αρχικό (20)	0,35	20,6	0,31	5,44	1,90	57,07	9,3	5,58	5,58		55,96
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών (30)	0,75	24,8	0,32	6,22	4,67	140,05	1,4	1,12	1,12		
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος (40)	1,1	27,6	0,32	6,63	7,30	218,92	0,1	0,09	0,09		
Αύγουστος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,7	27,4	0,3	6,19	4,33	130,03	0,7	0,55	0,55		
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (20)	0,3	24,3	0,28	5,38	1,61	48,44	11,7	7,29	1,61		
Σύνολο	110 ημέρες									8,95		
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										YA_{οσπ,μπ} (m³/ton)
Μάιος	51,49	51,49										3659,76
Ιούνιος	138,93	138,93										
Ιούλιος	218,83	218,83										
Αύγουστος	129,48	129,48										
Σεπτέμβριος	46,83	46,83										
Σύνολο		585,56										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	153,13	940,63	
												YA_{οσπ,γκ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											2.157,40
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	677,54	2.157,40	
	YA_{οσπ,ρια} (m³/ton)	5873,11										

4.1-10 Μηδική

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑ _{ΜΗΔ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,5	13,4	0,27	3,85	1,92	57,69	47,9	31,08	31,08		172,75
Απρίλιος		0,78	16,4	0,29	4,53	3,53	105,96	19,6	14,62	14,62		
Μάιος		0,93	20,6	0,31	5,44	5,05	151,64	9,3	6,87	6,87		
Ιούνιος		1,02	24,8	0,32	6,22	6,35	190,47	1,4	1,26	1,26		
Ιούλιος	-	1,01	27,6	0,32	6,63	6,70	201,01	0,1	0,09	0,09		
Αύγουστος		0,95	27,4	0,3	6,19	5,88	176,47	0,7	0,62	0,62		
Σεπτέμβριος		0,84	24,3	0,28	5,38	4,52	135,64	11,7	8,83	8,83		
Οκτώβριος		0,63	20,2	0,25	4,34	2,73	81,98	47,1	32,28	32,28		
Νοέμβριος		0,42	15,3	0,23	3,48	1,46	43,79	70,3	42,55	42,55		
Σύνολο	330 ημέρες									138,20		
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										ΥΑ_{ΜΗΔ,ΜΠ} (m³/ton)
Μάρτιος	26,61	26,61										1258,06
Απρίλιος	91,34	91,34										
Μάιος	144,77	144,77										
Ιούνιος	189,21	189,21										
Ιούλιος	200,92	200,92										
Αύγουστος	175,85	175,85										
Σεπτέμβριος	126,81	126,81										
Οκτώβριος	49,70	49,70										
Νοέμβριος	1,25	1,25										
Σύνολο		1006,45										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	30,63	188,13	
												ΥΑ_{ΜΗΔ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											431,48
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	135,51	431,48	
	ΥΑ_{ΜΗΔ} (m³/ton)	1862,29										

4.1-11 Μποστανικά

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _i (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)		Υ _{ΑΜΠΟΣ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Ιούνιος	Αρχικό (25)	0,45	24,8	0,32	6,22	2,80	84,03	1,4	0,96	0,96		1,98
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών (35)	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος (40)	0,93	27,4	0,3	6,19	5,76	172,75	0,7	0,61	0,61		
Σεπτέμβριος	Συγκομιδή (20)	0,65	24,3	0,28	5,38	3,50	104,96	11,7	8,26	8,26		
Σύνολο	120 ημέρες									9,91		
												Υ _{ΑΜΠΟΣ,ΜΠ} (m ³ /ton)
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										98,23
Ιούνιος	83,07	83,07										
Ιούλιος	139,23	139,23										
Αύγουστος	172,14	172,14										
Σεπτέμβριος	96,70	96,70										
Σύνολο		491,15										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{ΑΝ} (m ³ /ton)	Υ _{ΑΡ} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	5,29	45,08	
												Υ _{ΑΜΠΟΣ,ΓΚ} (m ³ /ton)
	2.Υπόγεια νερά											103,39
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{ΑΝ} (m ³ /ton)	Υ _{ΑΡ} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	23,42	103,39	
	Υ_{ΑΜΠΟΣ} (m³/ton)	203,61										

4.1-12 Πατάτες

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		YA _{ΠΑΤ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Απρίλιος	Αρχικό (25)	0,45	16,4	0,29	4,53	2,04	61,13	19,6	13,25	13,25		6,04
Μάιος	Ανάπτυξη καρπών (30)	0,8	20,6	0,31	5,44	4,35	130,45	9,3	6,56	6,56		
Ιούνιος	Ενδιάμεση περίοδος (30)	0,95	24,8	0,32	6,22	5,91	177,40	1,4	1,23	1,23		
Ιούλιος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (20)	0,9	27,6	0,32	6,63	5,97	179,12	0,1	0,09	0,09		
Σύνολο	105 ημέρες									21,12		
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										YA_{ΠΑΤ,ΜΠ} (m³/ton)
Απρίλιος	47,88	47,88										150,56
Μάιος	123,89	123,89										
Ιούνιος	176,17	176,17										
Ιούλιος	179,03	179,03										
Σύνολο		526,97										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	7,56	64,40	
												YA_{ΠΑΤ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											147,71
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	33,45	147,71	
	YA_{ΠΑΤ} (m³/ton)	304,3										

4.1-13 Λαχανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑΛΛΑΧ ,ΠΡ (m ³ /ton)
Απρίλιος	Αρχικό	0,23	16,4	0,29	4,53	1,04	31,24	19,6	12,41	12,41		46,76
Μάιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,49	20,6	0,31	5,44	2,66	79,90	9,3	5,87	5,87		
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,67	24,8	0,32	6,22	4,17	125,11	1,4	1,08	1,08		
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών-Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,6	0,32	6,63	5,17	155,23	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,4	0,3	6,19	4,83	144,89	0,7	0,57	0,57		
Σεπτέμβριος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,64	24,3	0,28	5,38	3,44	103,34	11,7	8,23	8,23		
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	47,1	30,23	30,23		
Σύνολο	170 ημέρες									58,45		
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΛΛΑΧ ,ΜΠ (m³/ton)
Απρίλιος	18,84	18,84										506,66
Μάιος	74,03	74,03										
Ιούνιος	124,03	124,03										
Ιούλιος	155,15	155,15										
Αύγουστος	144,32	144,32										
Σεπτέμβριος	95,12	95,12										
Οκτώβριος	21,83	21,83										
Σύνολο		633,32										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m ³ /ton)	ΥΑΡ (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	19,60	120,40	
												ΥΑΛΛΑΧ ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											276,15
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m ³ /ton)	ΥΑΡ (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	86,73	276,15	
	ΥΑΛΛΑΧΑΝΙΚΑ (m³/ton)	829,57										

4.1-14 Ντομάτες

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _t (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)		Y _{ΑΝΤΟΜ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάιος	Αρχικό (30)	0,41	20,6	0,31	5,44	2,23	66,85	9,3	5,70	5,70		4,46
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών (40)	0,74	24,8	0,32	6,22	4,61	138,19	1,4	1,12	1,12		
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος (45)	0,93	27,6	0,32	6,63	6,17	185,09	0,1	0,09	0,09		
Αύγουστος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,98	27,4	0,3	6,19	6,07	182,04	0,7	0,62	0,62		
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (30)	0,89	24,3	0,28	5,38	4,79	143,71	11,7	8,99	8,99		
Σύνολο	145 ημέρες									16,52		
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										Y_{ΑΝΤΟΜ,ΜΠ} (m³/ton)
Μάιος	61,15	227,64										189,02
Ιούνιος	137,07	510,23										
Ιούλιος	185,00	688,64										
Αύγουστος	181,42	675,33										
Σεπτέμβριος	134,72	501,49										
Σύνολο		699,36										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	7,15	60,92	
												Y_{ΑΝΤΟΜ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											139,72
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	31,64	139,72	
	Y_{ΑΝΤΟΜΑΤΕΣ} (m³/ton)	333,20										

4.1-15 Εσπεριδοειδή

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)	ΥΑ _{ΕΣΠ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Ιανουάριος		0,75	11,7	0,23	3,10	2,32	69,69	97,7	60,14	60,14	154,81
Φεβρουάριος		0,75	11,7	0,25	3,37	2,53	75,75	69,7	45,30	45,30	
Μάρτιος		0,7	13,4	0,27	3,85	2,69	80,76	47,9	32,69	32,69	
Απρίλιος		0,7	16,4	0,29	4,53	3,17	95,09	19,6	14,28	14,28	
Μάιος		0,7	20,6	0,31	5,44	3,80	114,14	9,3	6,33	6,33	
Ιούνιος	-	0,65	24,8	0,32	6,22	4,05	121,38	1,4	1,07	1,07	
Ιούλιος		0,65	27,6	0,32	6,63	4,31	129,36	0,1	0,08	0,08	
Αύγουστος		0,65	27,4	0,3	6,19	4,02	120,74	0,7	0,53	0,53	
Σεπτέμβριος		0,6	24,3	0,28	5,38	3,23	96,89	11,7	8,11	8,11	
Οκτώβριος		0,7	20,2	0,25	4,34	3,04	91,09	47,1	32,94	32,94	
Νοέμβριος		0,7	15,3	0,23	3,48	2,43	72,99	70,3	45,37	45,37	
Δεκέμβριος		0,7	13,2	0,22	3,11	2,18	65,38	103,8	62,79	62,79	
Σύνολο										309,62	
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)									ΥΑ_{ΕΣΠ,ΜΠ} (m³/ton)
Ιανουάριος	9,55	9,55									411,82
Φεβρουάριος	30,45	30,45									
Μάρτιος	48,07	48,07									
Απρίλιος	80,81	80,81									
Μάιος	107,81	107,81									
Ιούνιος	120,31	120,31									
Ιούλιος	129,28	129,28									
Αύγουστος	120,21	120,21									
Σεπτέμβριος	88,77	88,77									
Οκτώβριος	58,15	58,15									
Νοέμβριος	27,62	27,62									
Δεκέμβριος	2,59	2,59									
Σύνολο		823,65									
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	50	5	7,28	50,40
											ΥΑ_{ΕΣΠ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά										115,60
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	11,3	2,18	32,21	115,60
	ΥΑ_{ΕΣΠ} (m³/ton)	682,23									

4.1-16 Οπωροφόρα

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)	ΥΑ _{ΟΠΩΡ,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,5	13,4	0,27	3,85	1,92	57,69	47,9	31,08	31,08	65,10
Απρίλιος		0,75	16,4	0,29	4,53	3,40	101,88	19,6	14,49	14,49	
Μάιος		0,95	20,6	0,31	5,44	5,16	154,90	9,3	6,92	6,92	
Ιούνιος		1	24,8	0,32	6,22	6,22	186,74	1,4	1,25	1,25	
Ιούλιος	-	1	27,6	0,32	6,63	6,63	199,02	0,1	0,09	0,09	
Αύγουστος		0,95	27,4	0,3	6,19	5,88	176,47	0,7	0,62	0,62	
Σεπτέμβριος		0,9	24,3	0,28	5,38	4,84	145,33	11,7	9,02	9,02	
Οκτώβριος		0,85	20,2	0,25	4,34	3,69	110,61	47,1	34,38	34,38	
Νοέμβριος		0,7	15,3	0,23	3,48	2,43	72,99	70,3	45,37	45,37	
Σύνολο										143,22	
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)									ΥΑ_{ΟΠΩΡ,ΜΠ} (m³/ton)
Μάρτιος	26,61	26,61									482,91
Απρίλιος	87,39	87,39									
Μάιος	147,99	147,99									
Ιούνιος	185,49	185,49									
Ιούλιος	198,93	198,93									
Αύγουστος	175,85	175,85									
Σεπτέμβριος	136,30	136,30									
Οκτώβριος	76,23	76,23									
Νοέμβριος	27,62	27,62									
Σύνολο		1062,41									
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	50	5	6,62	45,82
											ΥΑ_{ΟΠΩΡ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά										105,09
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	11,3	2,18	29,28	105,09
	ΥΑ_{ΟΠΩΡ} (m³/ton)	653,10									

4.1.2 Καλλιέργειες υπό κάλυψη

Τα υπό κάλυψη καλλιεργούμενα είδη είναι οι ντομάτες, τα λαχανικά και τα μπιστανικά. Το αρδευτικό σύστημα είναι κοινό με αυτό των υπαίθριων καλλιεργειών, με προέλευση νερού από γεωτρήσεις. Όπως έχει επισημανθεί στο Κεφάλαιο 3, υπάρχει έλλειψη στοιχείων για τον ακριβή αριθμό στρεμμάτων και αποδόσεων των καλλιεργειών αυτών. Έτσι, θεωρήθηκε πως από τη συνολική έκταση αυτών των καλλιεργειών η μισή καλλιεργείται σε θερμοκήπια, ενώ η μέση απόδοση της καλλιέργειας θερμοκηπίου είναι κατά 25% μεγαλύτερη από αυτήν της υπαίθριας. Οι υπό κάλυψη καλλιέργειες, οι αντίστοιχες εκτάσεις τους, οι μέσες αποδόσεις σε τόνους/στρέμμα, η συνολική παραγωγή σε τόνους καθώς και οι βλαστικές τους περίοδοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1-17.

Πίνακας 4.1-17 Έκταση, μέση απόδοση, συνολική παραγωγή και βλαστική περίοδος ανά καλλιέργεια (υφιστάμενη κατάσταση υπό κάλυψη καλλιέργειες)

A/A	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΔΗ (ton/στρ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ton)	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
1.	Μπιστανικά (καρπούζι, πεπόνι)	750	6,25	4687,5	Ιούνιος- Σεπτέμβριος
2.	Λαχανικά	750	1,56	1170	Απρίλιος- Οκτώβριος
3.	Ντομάτες	1800	4,63	8334	Μάιος- Σεπτέμβριος
	ΣΥΝΟΛΟ	3300	-	14191,5	

Στους Πίνακες 4.1-18 – 4.1-20 παρουσιάζεται ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος κάθε μίας καλλιέργειας ξεχωριστά με τις επιμέρους συνιστώσες της (μπλε και γκρι). Όπως είναι προφανές οι υπό κάλυψη καλλιέργειες δε διαθέτουν πράσινη συνιστώσα καθώς η βροχόπτωση δε συμμετέχει στην άρδυσή τους.

4.1-18 Μποστανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Ιούνιος	Αρχικό (25)	0,45	24,8	0,32	6,22	2,80	84,03	58,82				
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών (35)	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	97,52				
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος (40)	0,93	27,4	0,3	6,19	5,76	172,75	120,93				
Σεπτέμβριος	Συγκομιδή (20)	0,65	24,3	0,28	5,38	3,50	104,96	73,47				
Σύνολο	120 ημέρες											
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΜΠΟΣΤ,ΜΠ (m³/ton)
Ιούνιος	58,82	58,82										56,12
Ιούλιος	97,52	97,52										
Αύγουστος	120,93	120,93										
Σεπτέμβριος	73,47	73,47										
Σύνολο		350,74										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m³/ton)	ΥΑΡ (m³/ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	4,23	36,06	
												ΥΑΜΠΟΣΤ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											82,72
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m³/ton)	ΥΑΡ (m³/ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	18,73	82,72	
	ΥΑΜΠΟΣ (m³/ton)	138,83										

4.1-19 Λαχανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Απρίλιος	Αρχικό	0,23	16,4	0,29	4,53	1,04	31,24	21,87				
Μάιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,49	20,6	0,31	5,44	2,66	79,90	55,93				
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,67	24,8	0,32	6,22	4,17	125,11	87,58				
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών-Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,6	0,32	6,63	5,17	155,23	108,66				
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,4	0,3	6,19	4,83	144,89	101,42				
Σεπτέμβριος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,64	24,3	0,28	5,38	3,44	103,34	72,34				
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	36,44				
Σύνολο	170 ημέρες											
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										Υ_{ΛΑΧ},ΜΠ (m³/ton)
Απρίλιος	21,87	21,87										310,41
Μάιος	55,93	55,93										
Ιούνιος	87,58	87,58										
Ιούλιος	108,66	108,66										
Αύγουστος	101,42	101,42										
Σεπτέμβριος	72,34	72,34										
Οκτώβριος	36,44	36,44										
Σύνολο		484,24										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	15,71	96,47	
												Υ_{ΛΑΧ},ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											221,27
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	69,49	221,27	
	Υ_{ΛΑΧΑΝΙΚΑ} (m³/ton)	531,68										

4.1-20 Ντομάτες

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Μάιος	Αρχικό (30)	0,41	20,6	0,31	5,44	2,23	66,85	46,80				
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών (40)	0,74	24,8	0,32	6,22	4,61	138,19	96,73				
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος (45)	0,93	27,6	0,32	6,63	6,17	185,09	129,56				
Αύγουστος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,98	27,4	0,3	6,19	6,07	182,04	127,43				
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (30)	0,89	24,3	0,28	5,38	4,79	143,71	100,60				
Σύνολο	145 ημέρες											
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										Y_{ΑΝΤΟΜ,ΜΠ} (m³/ton)
Μάιος	46,80	46,80										108,23
Ιούνιος	96,73	96,73										
Ιούλιος	129,56	129,56										
Αύγουστος	127,43	127,43										
Σεπτέμβριος	100,60	100,60										
Σύνολο		501,12										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	5,71	48,68	
												Y_{ΑΝΤΟΜ,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											111,66
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	25,29	111,66	
	Y_{ΑΝΤΟΜΑΤΕΣ} (m³/ton)	219,89										

4.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

4.2.1 Υπαίθριες καλλιέργειες

Στην προτεινόμενη κατάσταση η άρδευση των καλλιεργειών γίνεται με τοπικές μεθόδους άρδευσης (μικροεκτοξευτήρες – σταλακτήρες). Τα καλλιεργούμενα είδη έχουν μειωθεί σημαντικά (μόνο αρδευόμενα), ενώ οι αποδόσεις τους έχουν αυξηθεί σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.2-1.

Πίνακας 4.2-1 Έκταση, μέση απόδοση, συνολική παραγωγή και βλαστική περίοδος ανά καλλιέργεια (προτεινόμενη κατάσταση-υπαίθριες καλλιέργειες)

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΔΗ (ton/στρ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ton)	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
1.	Ελιές ελαιοποιήσιμες	15000	0,9	1350	Μάρτιος- Φεβρουάριος
2.	Μποστανικά (καρπούζι, πεπόνι)	1325	6	7950	Ιούνιος- Σεπτέμβριος
3.	Λαχανικά	1555	2	3110	Απρίλιος- Οκτώβριος
4.	Ντομάτες	2055	6,5	13357,5	Μάιος- Σεπτέμβριος
5.	Οπορωφόρα	1710	2,5	4275	Μάρτιος- Νοέμβριος
ΣΥΝΟΛΟ		21645	-	30042,5	

Στους Πίνακες 4.2-2 – 4.2-6 παρουσιάζεται ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος κάθε μίας καλλιέργειας ξεχωριστά με τις επιμέρους συνιστώσες της (πράσινη, μπλε και γκρι).

4.2-2 Ελιές ελαιοποιήσιμες (αρδευόμενες)

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)	ΥΑ _{ΕΛ Α,ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,4	13,4	0,27	3,85	1,54	46,15	47,9	30,30	30,30	2.721,46
Απρίλιος		0,4	16,4	0,29	4,53	1,81	54,34	19,6	13,05	13,05	
Μάιος		0,4	20,6	0,31	5,44	2,17	65,22	9,3	5,68	5,68	
Ιούνιος		0,4	24,8	0,32	6,22	2,49	74,69	1,4	0,94	0,94	
Ιούλιος		0,4	27,6	0,32	6,63	2,65	79,61	0,1	0,07	0,07	
Αύγουστος	-	0,4	27,4	0,3	6,19	2,48	74,30	0,7	0,47	0,47	
Σεπτέμβριος		0,4	24,3	0,28	5,38	2,15	64,59	11,7	7,56	7,56	
Οκτώβριος		0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	47,1	30,23	30,23	
Νοέμβριος		0,4	15,3	0,23	3,48	1,39	41,71	70,3	42,35	41,71	
Δεκέμβριος		0,4	13,2	0,22	3,11	1,25	37,36	103,8	59,04	37,36	
Ιανουάριος		0,4	11,7	0,23	3,10	1,24	37,17	97,7	55,99	37,17	
Φεβρουάριος		0,4	11,7	0,25	3,37	1,35	40,40	69,7	41,91	40,40	
Σύνολο										244,93	
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)									ΥΑ_{ΕΛ Α,ΜΠ} (m³/ton)
Μάρτιος	15,85	15,85									4696,27
Απρίλιος	41,29	41,29									
Μάιος	59,54	59,54									
Ιούνιος	73,75	73,75									
Ιούλιος	79,54	79,54									
Αύγουστος	73,83	73,83									
Σεπτέμβριος	57,03	57,03									
Οκτώβριος	21,83	21,83									
Νοέμβριος	0,00	0,00									
Δεκέμβριος	0,00	0,00									
Ιανουάριος	0,00	0,00									
Φεβρουάριος	0,00	0,00									
Σύνολο		422,66									
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	16	9	1	0,02	0,01	0,0011	0,0006	50	5	248,89	1.400,00
											ΥΑ_{ΕΛ Α,ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά										3.211,01
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)
	16	9	1	0,02	0,01	0,0011	0,0006	11,3	2,18	1.101,28	3.211,01
	ΥΑ_{ΕΛ Α} (m³/ton)	10628,74									

4.2-3 Μποστανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑΜΠΟΣ,ΠΡ (m ³ /ton)
Ιούνιος	Αρχικό (25)	0,45	24,8	0,32	6,22	2,80	84,03	1,4	0,96	0,96		1,65
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών (35)	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος (40)	0,93	27,4	0,3	6,19	5,76	172,75	0,7	0,61	0,61		
Σεπτέμβριος	Συγκομιδή (20)	0,65	24,3	0,28	5,38	3,50	104,96	11,7	8,26	8,26		
Σύνολο	120 ημέρες									9,91		
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΜΠΟΣ,ΜΠ (m³/ton)
Ιούνιος	83,07	83,07										81,86
Ιούλιος	139,23	139,23										
Αύγουστος	172,14	172,14										
Σεπτέμβριος	96,70	96,70										
Σύνολο		491,15										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m ³ /ton)	ΥΑΡ (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	4,41	37,57	
												ΥΑΜΠΟΣ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											86,16
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m ³ /ton)	ΥΑΡ (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	19,51	86,16	
	ΥΑΜΠΟΣ (m³/ton)	169,67										

4.2-4 Λαχανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)		ΥΑΛΛΑΧ ,ΠΡ (m ³ /ton)
Απρίλιος	Αρχικό	0,23	16,4	0,29	4,53	1,04	31,24	19,6	12,41	12,41		29,23
Μάιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,49	20,6	0,31	5,44	2,66	79,90	9,3	5,87	5,87		
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,67	24,8	0,32	6,22	4,17	125,11	1,4	1,08	1,08		
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών-Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,6	0,32	6,63	5,17	155,23	0,1	0,08	0,08		
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,4	0,3	6,19	4,83	144,89	0,7	0,57	0,57		
Σεπτέμβριος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,64	24,3	0,28	5,38	3,44	103,34	11,7	8,23	8,23		
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	47,1	30,23	30,23		
Σύνολο	170 ημέρες									58,45		
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΛΛΑΧ ,ΜΠ (m³/ton)
Απρίλιος	18,84	18,84										316,66
Μάιος	74,03	74,03										
Ιούνιος	124,03	124,03										
Ιούλιος	155,15	155,15										
Αύγουστος	144,32	144,32										
Σεπτέμβριος	95,12	95,12										
Οκτώβριος	21,83	21,83										
Σύνολο		633,32										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	12,25	75,25	
												ΥΑΛΛΑΧ ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											172,59
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	54,20	172,59	
	ΥΑΛΛΑΧΑΝΙΚΑ (m³/ton)	518,48										

4.2-5 Ντομάτες

Μήνας	Στάδιο	K _c	T _a (°C)	P	f	PET _c (mm/day)	PET _c (mm/month)	P _t (mm)	P _{eff} (mm/month)	U _g (mm/month)	Y _{ANTOM, ΠΡ} (m ³ /ton)
Μάιος	Αρχικό (30)	0,41	20,6	0,31	5,44	2,23	66,85	9,3	5,70	5,70	2,54
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών (40)	0,74	24,8	0,32	6,22	4,61	138,19	1,4	1,12	1,12	
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος (45)	0,93	27,6	0,32	6,63	6,17	185,09	0,1	0,09	0,09	
Αύγουστος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,98	27,4	0,3	6,19	6,07	182,04	0,7	0,62	0,62	
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (30)	0,89	24,3	0,28	5,38	4,79	143,71	11,7	8,99	8,99	
Σύνολο	145 ημέρες									16,52	
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)									Y_{ANTOM, ΜΠ} (m³/ton)
Μάιος	61,15	61,15									107,59
Ιούνιος	137,07	137,07									
Ιούλιος	185,00	185,00									
Αύγουστος	181,42	181,42									
Σεπτέμβριος	134,72	134,72									
Σύνολο		699,36									
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	4,07	34,68
											Y_{ANTOM, ΓΚ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά										79,53
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Y _{AN} (m ³ /ton)	Y _{AP} (m ³ /ton)
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	18,01	79,53
	Y_{ANTOMATEΣ} (m³/ton)	189,67									

4.2-6 Οπωροφόρα

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	Pf (mm)	Peff (mm/month)	Ug (mm/month)	YA _{οπρ,πρ} (m ³ /ton)
Μάρτιος		0,5	13,4	0,27	3,85	1,92	57,69	47,9	31,08	31,08	57,29
Απρίλιος		0,75	16,4	0,29	4,53	3,40	101,88	19,6	14,49	14,49	
Μάιος		0,95	20,6	0,31	5,44	5,16	154,90	9,3	6,92	6,92	
Ιούνιος		1	24,8	0,32	6,22	6,22	186,74	1,4	1,25	1,25	
Ιούλιος		1	27,6	0,32	6,63	6,63	199,02	0,1	0,09	0,09	
Αύγουστος		0,95	27,4	0,3	6,19	5,88	176,47	0,7	0,62	0,62	
Σεπτέμβριος		0,9	24,3	0,28	5,38	4,84	145,33	11,7	9,02	9,02	
Οκτώβριος		0,85	20,2	0,25	4,34	3,69	110,61	47,1	34,38	34,38	
Νοέμβριος		0,7	15,3	0,23	3,48	2,43	72,99	70,3	45,37	45,37	
Σύνολο										143,22	
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)									YA_{οπρ,μπ} (m³/ton)
Μάρτιος	26,61	26,61									424,96
Απρίλιος	87,39	87,39									
Μάιος	147,99	147,99									
Ιούνιος	185,49	185,49									
Ιούλιος	198,93	198,93									
Αύγουστος	175,85	175,85									
Σεπτέμβριος	136,30	136,30									
Οκτώβριος	76,23	76,23									
Νοέμβριος	27,62	27,62									
Σύνολο		1062,41									
	1.Επιφανειακός αποδέκτης										
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	50	5	5,82	40,32
											YA_{οπρ,γκ} (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά										92,48
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	YA _N (m ³ /ton)	YA _P (m ³ /ton)
	10,4	7,2	1	0,01	0,01	0,0007	0,0005	11,3	2,18	25,77	92,48
	YA_{οπρ} (m³/ton)	574,73									

4.2.2 Καλλιέργειες υπό κάλυψη

Η άρδευση στις υπό κάλυψη καλλιέργειες γίνεται με συστήματα τοπικών αρδεύσεων, όπως και στις υπαίθριες, ενώ ισχύουν οι ίδιες υποθέσεις σχετικά με την έκταση και τις αποδόσεις τους, που έγιναν και για την υφιστάμενη κατάσταση. Οι υπό κάλυψη καλλιέργειες, οι αντίστοιχες εκτάσεις τους, οι μέσες αποδόσεις σε τόνους/στρέμμα, η συνολική παραγωγή σε τόνους καθώς και οι βλαστικές τους περίοδοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2-7.

Πίνακας 4.2-7 Έκταση, μέση απόδοση, συνολική παραγωγή και βλαστική περίοδος ανά καλλιέργεια (προτεινόμενη κατάσταση-υπό κάλυψη καλλιέργειες)

A/A	ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΔΗ (ton/στρ)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ton)	ΒΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
1.	Μποστανικά (καρπούζι, πεπόνι)	1325	7,5	9937,5	Ιούνιος- Σεπτέμβριος
2.	Λαχανικά	1555	2,5	3887,5	Απρίλιος- Οκτώβριος
3.	Ντομάτες	2055	8,13	16707,15	Μάιος- Σεπτέμβριος
ΣΥΝΟΛΟ		4935	-	30532,15	

Στους Πίνακες 4.2-8 – 4.2-10 παρουσιάζεται ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος κάθε μίας καλλιέργειας ξεχωριστά με τις επιμέρους συνιστώσες της (μπλε και γκρι).

4.2-8 Μποστανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Ιούνιος	Αρχικό (25)	0,45	24,8	0,32	6,22	2,80	84,03	58,82				
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών (35)	0,7	27,6	0,32	6,63	4,64	139,31	97,52				
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος (40)	0,93	27,4	0,3	6,19	5,76	172,75	120,93				
Σεπτέμβριος	Συγκομιδή (20)	0,65	24,3	0,28	5,38	3,50	104,96	73,47				
Σύνολο	120 ημέρες											
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΜΠΟΣΤ,ΜΠ (m³/ton)
Ιούνιος	58,82	58,82										46,77
Ιούλιος	97,52	97,52										
Αύγουστος	120,93	120,93										
Σεπτέμβριος	73,47	73,47										
Σύνολο		350,74										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	3,53	30,05	
												ΥΑΜΠΟΣΤ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											68,93
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑ _N (m ³ /ton)	ΥΑ _P (m ³ /ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	15,61	68,93	
	ΥΑΜΠΟΣ (m³/ton)	115,69										

4.2-9 Λαχανικά

Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Απρίλιος	Αρχικό	0,23	16,4	0,29	4,53	1,04	31,24	21,87				
Μάιος	Αρχικό-Ανάπτυξη καρπών	0,49	20,6	0,31	5,44	2,66	79,90	55,93				
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών	0,67	24,8	0,32	6,22	4,17	125,11	87,58				
Ιούλιος	Ανάπτυξη καρπών-Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,6	0,32	6,63	5,17	155,23	108,66				
Αύγουστος	Ενδιάμεση περίοδος	0,78	27,4	0,3	6,19	4,83	144,89	101,42				
Σεπτέμβριος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,64	24,3	0,28	5,38	3,44	103,34	72,34				
Οκτώβριος	Συγκομιδή	0,4	20,2	0,25	4,34	1,74	52,05	36,44				
Σύνολο	170 ημέρες											
	Irr.req (mm)	U_b (mm/month)										Υ_{ΛΑΧ},μπ (m³/ton)
Απρίλιος	21,87	21,87										193,70
Μάιος	55,93	55,93										
Ιούνιος	87,58	87,58										
Ιούλιος	108,66	108,66										
Αύγουστος	101,42	101,42										
Σεπτέμβριος	72,34	72,34										
Οκτώβριος	36,44	36,44										
Σύνολο		484,24										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	50	5	9,80	60,20	
												Υ_{ΛΑΧ},ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											138,07
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	Υ _{AN} (m ³ /ton)	Υ _{AP} (m ³ /ton)	
	17,5	10,75	1	0,02	0,01	0,0012	0,0008	11,3	2,18	43,36	138,07	
	Υ_{ΛΑΧΑΝΙΚΑ} (m³/ton)	331,77										

4.2-10 Ντομάτες

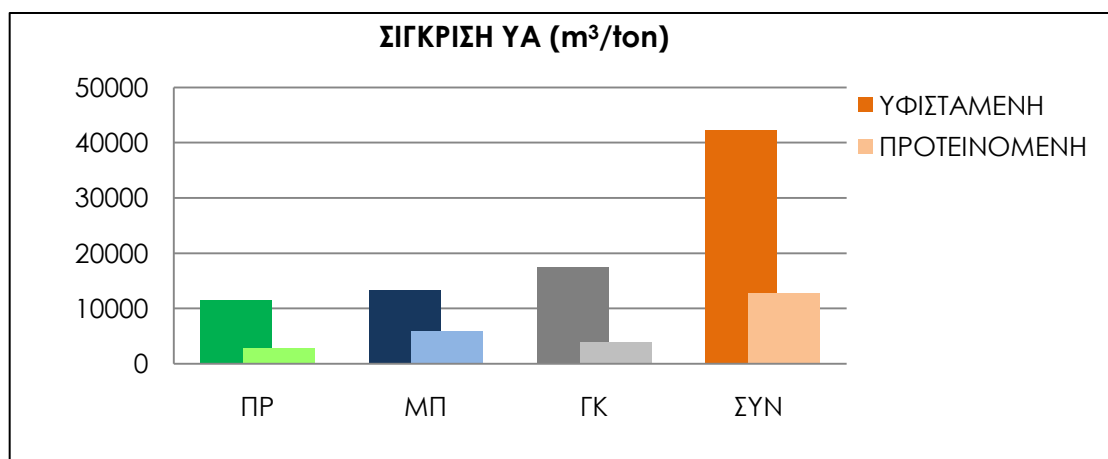
Μήνας	Στάδιο	Kc	Ta (°C)	P	f	PETc (mm/day)	PETc (mm/month)	PETc,ΘΕΡΜ (mm/month)				
Μάιος	Αρχικό (30)	0,41	20,6	0,31	5,44	2,23	66,85	46,80				
Ιούνιος	Ανάπτυξη καρπών (40)	0,74	24,8	0,32	6,22	4,61	138,19	96,73				
Ιούλιος	Ενδιάμεση περίοδος (45)	0,93	27,6	0,32	6,63	6,17	185,09	129,56				
Αύγουστος	Ενδιάμεση-Τελική περίοδος	0,98	27,4	0,3	6,19	6,07	182,04	127,43				
Σεπτέμβριος	Τελική περίοδος-Συγκομιδή (30)	0,89	24,3	0,28	5,38	4,79	143,71	100,60				
Σύνολο	145 ημέρες											
	Irr.req (mm)	Ub (mm/month)										ΥΑΝΤΟΜ,ΜΠ (m³/ton)
Μάιος	46,80	46,80										61,68
Ιούνιος	96,73	96,73										
Ιούλιος	129,56	129,56										
Αύγουστος	127,43	127,43										
Σεπτέμβριος	100,60	100,60										
Σύνολο		501,12										
	1.Επιφανειακός αποδέκτης											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m³/ton)	ΥΑΡ (m³/ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	50	5	3,26	27,74	
												ΥΑΝΤΟΜ,ΓΚ (m³/ton)
	2.Υπόγεια νερά											
	Μέση ποσότητα N (kg/στρ.)	Μέση ποσότητα P (kg/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Ποσότητα N (ton/year)	Ποσότητα P (ton/year)	Ποσότητα N που εισχωρεί (ton/year)	Ποσότητα P που εισχωρεί (ton/year)	Ποιοτικό όριο N (mg/l)	Ποιοτικό όριο P (mg/l)	ΥΑΝ (m³/ton)	ΥΑΡ (m³/ton)	
	18,9	16,1	1	0,02	0,02	0,0013	0,0011	11,3	2,18	14,41	63,63	
	ΥΑΝΤΟΜΑΤΕΣ (m³/ton)											
		125,30										

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα συνολικά Υδατικά Αποτυπώματα υφιστάμενης και προτεινόμενης κατάστασης προκύπτουν αθροίζοντας τα Υδατικά Αποτυπώματα των αντίστοιχων καλλιεργειών, υπαιθριών και υπό κάλυψη. Τα συνολικά ΥΑ των δύο καταστάσεων, οι επιμέρους συνιστώσες τους και η μεταξύ τους σύγκριση παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3-1 και στο Σχήμα 4.3-1.

Πίνακας 4.3-1 ΥΑ υφιστάμενης-προτεινόμενης κατάστασης και μεταξύ τους σύγκριση

ΥΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΜΕΙΩΣΗ
ΠΡΑΣΙΝΟ	11.512	2.812	75%
ΜΠΛΕ	13.288	5.930	55%
ΓΚΡΙ	17.481	3.912	77%
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	42.281	12.654	70%



Σχήμα 4.3-1 Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης-προτεινόμενης κατάστασης

Παρατηρείται μείωση 70% στο συνολικό ΥΑ της προτεινόμενης κατάστασης σε σχέση με την υφιστάμενη, ενώ το πράσινο ΥΑ έχει μειωθεί κατά 75%, το μπλε κατά 55% και το γκρι κατά 77%.

Τα γκρι ΥΑ και στις δύο περιπτώσεις αποτελούν υποτίμηση της πραγματικότητας καθώς οι τιμές των ρυπαντών που έχουν ληφθεί είναι προσεγγιστικές. Στην πράξη οι τιμές αυτές είναι πολύ μεγαλύτερες καθώς οι αγρότες εφαρμόζουν τα λιπάσματα εμπειρικά ανάλογα με τις αποδόσεις που επιθυμούν να πετύχουν, ενώ οι ήδη υπάρχουσες συγκεντρώσεις ρυπαντών στο έδαφος ποικίλουν ανάλογα με την καλλιέργεια και το χρονικό διάστημα που αυτή εφαρμόζεται σε κάθε περιοχή.

Στην υφιστάμενη κατάσταση η καλλιέργεια με το μεγαλύτερο ΥΑ είναι η ελιά (αρδευόμενη) με ΥΑ περίπου 12700 m³/ton, ενώ η καλλιέργεια με το μικρότερο ΥΑ είναι η πατάτα με ΥΑ περίπου 304 m³/ton. Στην προτεινόμενη κατάσταση το μεγαλύτερο ΥΑ έχει η αρδευόμενη ελιά με ΥΑ περίπου 10600 m³/ton και το μικρότερο τα μποστανικά (πεπόνια, καρπούζια) με ΥΑ περίπου 285 m³/ton.

Στην υφιστάμενη κατάσταση τη μεγαλύτερη συνεισφορά στη διαμόρφωση του τελικού ΥΑ έχει η γκρι συνιστώσα με ποσοστό 41%, ενώ στην προτεινόμενη η μπλε με ποσοστό 47%, όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 4.3-2.

Πίνακας 4.3-2 Συνεισφορά των επιμέρους συνιστωσών στη διαμόρφωση του συνολικού ΥΑ υφιστάμενης και προτεινόμενης κατάστασης

	ΠΡΑΣΙΝΟ	ΜΠΛΕ	ΓΚΡΙ	ΣΥΝΟΛΟ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	27%	32%	41%	100%
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ	22%	47%	31%	100%

Το γεγονός ότι στην υφιστάμενη κατάσταση επικρατεί το γκρι ΥΑ υποδηλώνει πως , λόγω των καλλιεργούμενων ειδών, απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα νερού-σε σχέση με την προτεινόμενη- για να διαλυθούν οι ρυπαντές που επηρεάζουν τα υδατικά σώματα, ώστε οι συγκεντρώσεις τους να βρίσκονται εντός των καθορισμένων ποιοτικών ορίων.

Επομένως, η προτεινόμενη κατάσταση από πλευράς ΥΑ κρίνεται καλύτερη από άποψη κατανάλωσης (πράσινο και μπλε ΥΑ) και ρύπανσης (γκρι ΥΑ) υδατικών πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ
ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ
ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

5.1 ΠΡΩΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Παρατηρήθηκε πως στη διαμόρφωση του συνολικού ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης (με τα 15 καλλιεργούμενα είδη) τη μεγαλύτερη συνεισφορά έχει η γκρι συνιστώσα με ποσοστό 41%. Για το λόγω αυτό προτάθηκε το εξής σενάριο: να παραμείνουν οι 10 καλλιέργειες με τα μικρότερα γκρι ΥΑ και να διερευνηθεί το ΥΑ που προκύπτει στην περίπτωση αυτή.

Οι καλλιέργειες τις υφιστάμενης κατάστασης με τα αντίστοιχα ΥΑ τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1-1. Με έντονο χρώμα εμφανίζονται οι 10 καλλιέργειες με τα μικρότερα γκρι ΥΑ που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς.

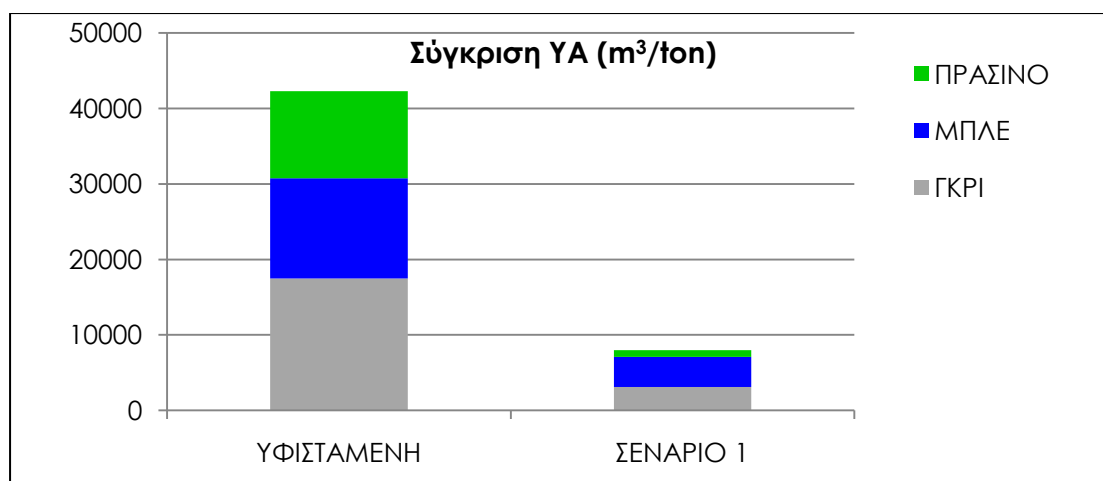
Πίνακας 5.1-1 ΥΑ καλλιεργειών υφιστάμενης κατάστασης

A.A	Καλλιέργειες	Πράσινο ΥΑ	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Σύνολο
1.	Σιτηρά	573,55	-	1733,94	2307,49
2.	Κριθάρι	592,85	-	1576,3	2169,16
3.	Κοφτολίβαδα	105,97	-	630,53	736,50
4.	Ελιές ξηρ.	6123,28	-	5057,34	11180,62
5.	Ελιές αρδ.	3265,75	5635,52	3853,21	12754,48
6.	Αμπέλια ξηρ.	259,99	-	515,10	775,09
7.	Αμπέλια αρδ.	83,20	420,57	222,63	726,40
8.	Όσπρια	55,96	3659,76	2157,40	5873,11
9.	Μηδική	172,75	1258,06	431,48	1862,29
10.	Μποστανικά	1,98	154,35	186,11	342,44
11.	Πατάτες	6,04	150,56	147,71	304,30
12.	Λαχανικά	46,76	817,07	497,42	1361,25
13.	Ντομάτες	4,46	297,25	251,38	553,09
14.	Εσπεριδοειδή	154,81	411,82	115,60	682,23
15.	Οπωροφόρα	65,10	482,91	105,09	653,10

Το ΥΑ του σεναρίου αυτού σε σύγκριση με το ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1-2 και στο Σχήμα 5.1-1.

Πίνακας 5.1-2 ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-σεναρίου 1 και μεταξύ τους σύγκριση

ΥΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 1	ΜΕΙΩΣΗ
ΠΡΑΣΙΝΟ	11.512	901	92%
ΜΠΛΕ	13.288	3.993	70%
ΓΚΡΙ	17.481	3.103	82%
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	42.281	7.997	81%



Σχήμα 5.1-1 Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-σεναρίου 1

Παρατηρείται μείωση του συνολικού ΥΑ κατά 81%, ενώ το γκρι ΥΑ έχει μειωθεί κατά 82% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

Η τόσο σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ΥΑ οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι δεν συμμετέχει η ελιά στις καλλιέργειες του σεναρίου 1. Η ελιά-ξηρική και αρδευόμενη-παρουσιάζει το μέγιστο συνολικό και γκρι ΥΑ. Επομένως, αν δεν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς προκύπτουν ιδιαίτερα μειωμένα ΥΑ.

Οι καλλιέργειες που λήφθηκαν υπόψη στο σενάριο 1 παρουσιάζουν ως επί το πλείστον τα μικρότερα πράσινα ΥΑ, ενώ δύο από αυτές (κοφτολίβαδα και αμπέλια ξηρικά) δεν διαθέτουν μπλε ΥΑ διότι είναι ξηρικές.

Παρατηρείται πως εν γένει οι ξηρικές καλλιέργειες διαθέτουν μεγαλύτερα γκρι ΥΑ σε σχέση με τις αρδευόμενες, αν εξαιρεθούν τα όσπρια και οι αρδευόμενες ελιές.

Το σενάριο αυτό κρίνεται καλύτερο από την υφιστάμενη κατάσταση από πλευράς ΥΑ καθώς η κατανάλωση και η ρύπανση των υδατικών πόρων έχουν μειωθεί αισθητά. Από οικονομικής άποψης δεν αποτελεί συμφέρουσα λύση διότι η ελιά, που αποτελεί την κύρια καλλιέργεια της περιοχής και έχει την μεγαλύτερη αξία γεωργικής παραγωγής σε σχέση με τις υπόλοιπες καλλιέργειες, δεν λαμβάνεται υπόψη.

5.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Για τον προσδιορισμό του γκρι ΥΑ, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, λήφθηκαν υπόψη ως ρυπαντές το άζωτο N και ο φώσφορος P και εξετάστηκαν οι συγκεντρώσεις τους σε επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς. Οι περισσότεροι επιστήμονες σε δημοσιεύσεις υπολογισμών ΥΑ θεωρούν μοναδικό ρυπαντή το άζωτο N και εξετάζουν τη συγκέντρωσή του σε υδατικό σώμα (δεν διευκρινίζεται αν πρόκειται για επιφανειακό ή υπόγειο) με μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση 10 mg/l (π.χ. Hoekstra et al., 2011). Για να διερευνηθεί κατά πόσο επηρεάζεται το γκρι και το συνολικό ΥΑ από τους ρυπαντές και τα υδατικά σώματα που εξετάζονται προτάθηκε το εξής σενάριο: να υπολογιστούν τα ΥΑ των καλλιεργειών της υφιστάμενης κατάστασης θεωρώντας α). μοναδικό ρυπαντή το άζωτο N σε επιφανειακό αποδέκτη και β). μοναδικό ρυπαντή το άζωτο N σε επιφανειακό και υπόγειο αποδέκτη.

Τα ΥΑ των καλλιεργειών που προκύπτουν στις δύο αυτές περιπτώσεις παρουσιάζονται στους Πίνακες 5.2-1 και 5.2-2. Προφανώς, τα πράσινα και τα μπλε ΥΑ παρέμειναν αμετάβλητα.

Πίνακας 5.2-1 ΥΑ καλλιεργειών σεναρίου 2α

A.A	Καλλιέργειες	Πράσινο ΥΑ	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Σύνολο
1.	Σιτηρά	573,55	-	122,5	696,05
2.	Κριθάρι	592,85	-	111,4	704,25
3.	Κοφτολίβαδα	105,97	-	44,55	150,52
4.	Ελιές ξηρ.	6123,28	-	346,50	6469,78
5.	Ελιές αρδ.	3265,75	5635,52	298,67	9199,94
6.	Αμπέλια ξηρ.	259,99	-	26,54	286,53
7.	Αμπέλια αρδ.	83,20	420,57	11,95	515,72
8.	Όσπρια	55,96	3659,76	153,13	3868,85
9.	Μηδική	172,75	1258,06	30,63	1461,44
10.	Μποστανικά	1,98	154,35	5,29	161,62
11.	Πατάτες	6,04	150,56	11,79	168,39
12.	Λαχανικά	46,76	817,07	34,77	898,6
13.	Ντομάτες	4,46	297,25	12,86	314,57
14.	Εσπεριδοειδή	154,81	411,82	7,28	573,91
15.	Οπωροφόρα	65,10	482,91	6,62	554,63

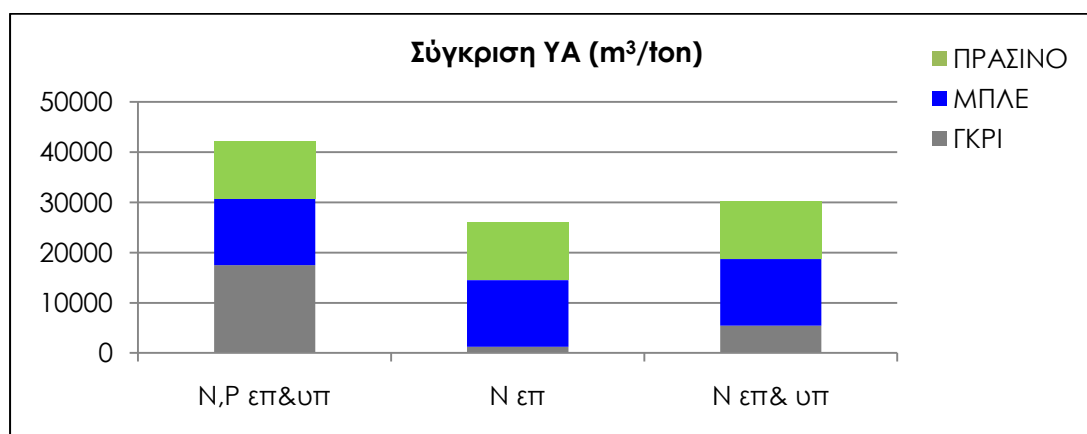
Πίνακας 5.2-2 ΥΑ καλλιεργειών σεναρίου 2β

A.A	Καλλιέργειες	Πράσινο ΥΑ	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Σύνολο
1.	Σιτηρά	573,55	-	542,04	1115,59
2.	Κριθάρι	592,85	-	492,76	1085,61
3.	Κοφτολίβαδα	105,97	-	197,10	303,07
4.	Ελιές ξηρ.	6123,28	-	1533,19	7656,47
5.	Ελιές αρδ.	3265,75	5635,52	1321,53	10222,8
6.	Αμπέλια ξηρ.	259,99	-	117,44	377,43
7.	Αμπέλια αρδ.	83,20	420,57	52,86	556,63
8.	Όσπρια	55,96	3659,76	677,54	4393,26
9.	Μηδική	172,75	1258,06	135,51	1566,32
10.	Μποστανικά	1,98	154,35	23,42	179,75
11.	Πατάτες	6,04	150,56	52,18	208,78
12.	Λαχανικά	46,76	817,07	156,22	1020,05
13.	Ντομάτες	4,46	297,25	56,93	358,64
14.	Εσπεριδοειδή	154,81	411,82	32,21	598,84
15.	Οπωροφόρα	65,10	482,91	29,28	577,29

Τα ΥΑ των δύο περιπτώσεων του σεναρίου 2 σε σύγκριση με το ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2-3 και στο Σχήμα 5.2-1.

Πίνακας 5.2-3 ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης- σεναρίου 2 και μεταξύ τους σύγκριση

ΥΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 α	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 β	ΜΕΙΩΣΗ
ΠΡΑΣΙΝΟ	11512	11.512	11.512	
ΜΠΛΕ	13.288	13.288	13.288	
ΓΚΡΙ	17.481	1.225	5.420	93% /69%
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	42.281	26.025	30.220	38% /28%

**Σχήμα 5.2-1** Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης- σεναρίου 2

Παρατηρείται μείωση του γκρι ΥΑ κατά 98% στην πρώτη και κατά 69% στη δεύτερη περίπτωση, ενώ το συνολικό ΥΑ μειώθηκε κατά 38% και 28% αντίστοιχα.

Από τη σύγκριση αυτή προκύπτει πως οι υπόγειοι υδροφορείς, όταν συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς, αυξάνουν τα ΥΑ. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις των ρυπαντών στα υπόγεια νερά είναι πολύ μικρότερες από ότι στους επιφανειακούς υδροφορείς, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα νερού για να διαλυθούν οι ρυπαντές, ώστε οι συγκεντρώσεις τους να βρίσκονται εντός των ποιοτικών ορίων.

Επίσης, οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις του φωσφόρου P είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές του αζώτου N κατά 10% στους επιφανειακούς και κατά 20% στους υπόγειους υδατικούς αποδέκτες. Συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα νερού για τη διάλυση του φωσφόρου.

Διαπιστώνεται, λοιπόν, πως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του γκρι ΥΑ ο δυσμενέστερος ρυπαντής, αυτός δηλαδή που απαιτεί περισσότερο νερό για να διαλυθεί, και όλα τα πιθανά επηρεαζόμενα υδατικά συστήματα. Σε αντίθετη περίπτωση τα γκρι ΥΑ που προκύπτουν αποτελούν υποτιμήσεις της πραγματικότητας.

5.3 ΤΡΙΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η περίπτωση στην προτεινόμενη κατάσταση, οι καλλιέργειες που καλλιεργούνται και υπό κάλυψη και υπαιθρίως (μποστανικά, λαχανικά, ντομάτες) να καλλιεργηθούν εξολοκλήρου σε θερμοκήπιο. Στο θερμοκήπιο αυξάνονται οι αποδόσεις των καλλιεργειών κατά 25% σε σχέση με τις υπαιθρίες, ενώ δεν υπολογίζεται η πράσινη συνιστώσα του ΥΑ.

Οι 5 καλλιέργειες που προτείνεται να μείνουν είναι οι ελιές (αρδευόμενες), τα μποστανικά, τα λαχανικά, οι ντομάτες και τα οπωροφόρα. Τα ΥΑ της ελιάς και των οπωροφόρων δεν επηρεάζονται από τη θεώρηση του σεναρίου 3. Τα ΥΑ κάθε καλλιέργειας του σεναρίου 3 παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3-1.

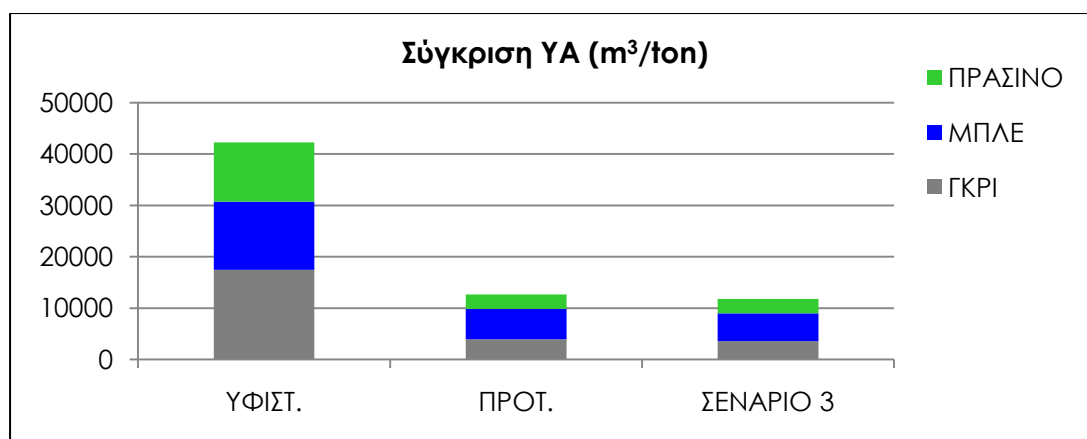
Πίνακας 5.3-1 ΥΑ καλλιεργειών σεναρίου 3

A.A.	Καλλιέργειες	Πράσινο ΥΑ	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Σύνολο
1.	Ελιές (αρδ.)	2721,46	4696,27	3211,01	10628,74
2.	Μποστανικά	-	46,77	68,93	115,7
3.	Λαχανικά	-	193,70	138,07	331,77
4.	Ντομάτες	-	61,68	63,63	125,31
5.	Οπωροφόρα	57,29	424,96	92,48	574,73

Τα ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης, της προτεινόμενης κατάστασης και του σεναρίου 3 καθώς και η μεταξύ τους σύγκριση παρουσιάζονται στους Πίνακες 5.3-2, 5.3-3 και στο Σχήμα 5.3-1.

Πίνακας 5.3-2 ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-προτεινόμενης κατάστασης-σεναρίου 3

ΥΑ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ 3
ΠΡΑΣΙΝΟ	11.512	2.812	2.779
ΜΠΛΕ	13.288	5.930	5.423
ΓΚ ΡΙ	17.481	3.912	3.574
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	42.281	12.654	11.776



Σχήμα 5.3-1 Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-προτεινόμενης κατάστασης-σεναρίου 3

Πίνακας 5.3-3 Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-σεναρίου 3 και προτεινόμενης κατάστασης-σεναρίου 3

	ΠΡΑΣΙΝΟ ΥΑ	ΜΠΛΕ ΥΑ	ΓΚΡΙ ΥΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ
ΥΦΙΣΤ/Σ.3	76%	60%	79%	72%
ΠΡΟΤ/Σ.3	2%	9%	10%	7%

Παρατηρείται πως το ΥΑ του σεναρίου 3 είναι κατά 72% μικρότερο από αυτό της υφιστάμενης κατάστασης και κατά 7% μικρότερο από αυτό της προτεινόμενης. Η μεγαλύτερη μείωση στις επιμέρους συνιστώσες και στην υφιστάμενη και στην προτεινόμενη κατάσταση έχει επέλθει στην γκρι συνιστώσα του ΥΑ.

Το μειωμένο ΥΑ του σεναρίου 3 οφείλεται στο ότι οι καλλιέργειες στο θερμοκήπιο έχουν μεγαλύτερη απόδοση από ότι υπαίθριως. Επίσης οι καλλιέργειες του θερμοκηπίου δεν διαθέτουν πράσινο ΥΑ, ενώ οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής τους που καλύπτονται από την άρδευση είναι μειωμένες κατά 30% σε σχέση με τις υπαίθριες.

Ενώ το ΥΑ του σεναρίου 3 δεν έχει μεγάλη διαφορά από αυτό της προτεινόμενης κατάστασης, το σενάριο αυτό ενδέχεται να είναι οικονομικά αποδοτικότερο καθώς αυξάνονται οι αποδόσεις των καλλιεργούμενων ειδών.

5.4 ΤΕΤΑΡΤΟ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Οι αποδόσεις των υπό κάλυψη καλλιεργειών και στην υφιστάμενη και στην προτεινόμενη κατάσταση έχουν θεωρηθεί κατά 25% μεγαλύτερες από των υπαίθριων. Η θεώρηση αυτή έγινε προσεγγιστικά, καθώς δεν υπήρχαν σχετικά στοιχεία. Οι Charagrain and Orr (2009) σε αντίστοιχο υπολογισμό έχουν θεωρήσει την απόδοση των καλλιεργειών στο θερμοκήπιο κατά 35% μεγαλύτερη από αυτήν των υπαίθριων.

Στο τέταρτο σενάριο, λοιπόν, εξετάζεται η περίπτωση που ακολουθούν οι Charagain and Orr και διερευνάται η επιρροή της αύξησης της απόδοσης στα τελικά ΥΑ.

Τα καλλιεργούμενα είδη υπό κάλυψη είναι τα μμποστανικά, τα λαχανικά και οι ντομάτες. Αλλαγή στα ΥΑ θα επέλθει μόνο στις καλλιέργειες αυτές, ενώ τα ΥΑ των υπόλοιπων καλλιεργειών σε κάθε περίπτωση θα παραμείνουν ως έχουν. Τα ΥΑ των καλλιεργειών που επηρεάζονται από το σενάριο 4 στην υφιστάμενη και στην προτεινόμενη κατάσταση παρουσιάζονται στους Πίνακες 5.4-1 και 5.4-2 αντίστοιχα.

Πίνακας 5.4-1 ΥΑ υπό κάλυψη καλλιεργειών υφιστάμενης κατάστασης υπό τη θεώρηση του σεναρίου 4

A/A	Καλλιέργειες	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Συνολικό
1.	Μμποστανικά	51,96	76,58	128,54
2.	Λαχανικά	286,53	204,25	490,78
3.	Ντομάτες	100,22	103,4	203,62

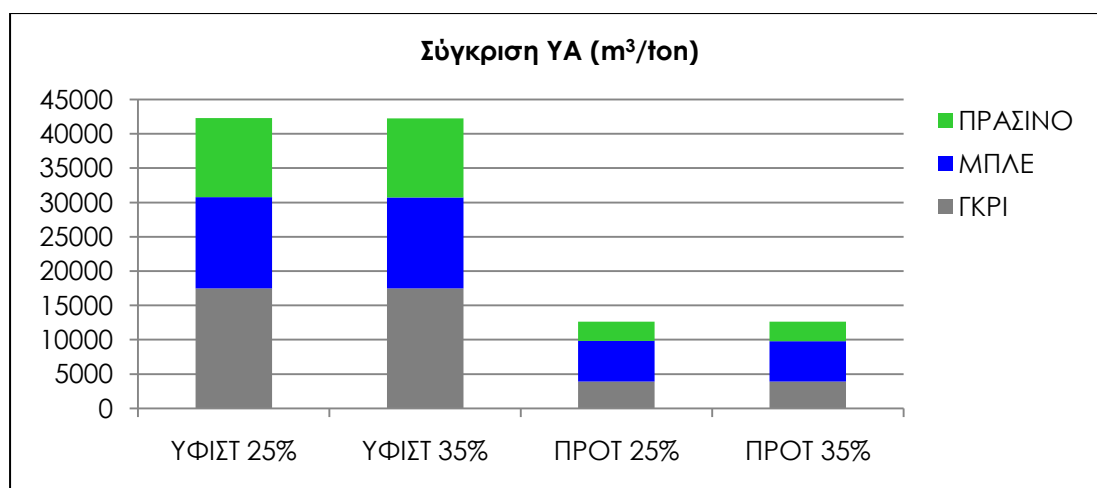
Πίνακας 5.4-2 ΥΑ υπό κάλυψη καλλιεργειών προτεινόμενης κατάστασης υπό τη θεώρηση του σεναρίου 4

A/A	Καλλιέργειες	Μπλε ΥΑ	Γκρι ΥΑ	Συνολικό
1.	Μμποστανικά	43,30	63,82	107,12
2.	Λαχανικά	179,35	127,85	307,20
3.	Ντομάτες	57,07	58,88	115,95

Τα ΥΑ της υφιστάμενης κατάστασης, της προτεινόμενης κατάστασης και του σεναρίου 4 καθώς και η μεταξύ τους σύγκριση παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.4-3 και στον Σχήμα 5.4-1.

Πίνακας 5.4-3 ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-προτεινόμενης κατάστασης-σεναρίου 4

ΥΑ	ΥΦ 25%	ΥΦ 35%	ΠΡ 25%	ΠΡ 35%
ΠΡΑΣΙΝΟ	11.512	11.512	2.812	2.812
ΜΠΛΕ	13.288	13.252	5.930	5.907
ΓΚΡΙ	17.481	17.463	3.912	3.892
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	42.281	42.227	12.654	12.611



Σχήμα 5.4-1 Σύγκριση ΥΑ υφιστάμενης κατάστασης-προτεινόμενης κατάστασης-σεναρίου 4

Το ΥΑ του σεναρίου 4 σε κάθε περίπτωση προκύπτει κατά 1% μικρότερο από το αρχικό, τόσο στην υφιστάμενη όσο και στην προτεινόμενη κατάσταση. Το ΥΑ της προτεινόμενης κατάστασης του σεναρίου 4 (προτ. 35%) συγκρινόμενο με το ΥΑ της αρχικής υφιστάμενης κατάστασης (υφιστ. 25%) προκύπτει μειωμένο κατά 30%.

Η αύξηση των αποδόσεων έχει οδηγήσει σε μικρότερα ΥΑ ενώ το σενάριο αυτό ενδέχεται να είναι οικονομικά αποδοτικότερο.

5.5 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΑ

Για να καταδειχθεί η επιρροή των παραγόντων που επηρεάζουν την τιμή του ΥΑ πραγματοποιήθηκε σύγκριση του ΥΑ της ντομάτας στην υφιστάμενη κατάσταση (υπαιθρίας) με το ΥΑ της ντομάτας (υπαιθρίας) στην περιοχή La-luz της Ισπανίας κατά Charagain and Orr (2009) και με το ΥΑ της βιομηχανικής ντομάτας στην Ελλάδα κατά Στάμου (2010).

Τα ΥΑ στις τρεις αυτές περιπτώσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.5-1.

Πίνακας 5.5-1 ΥΑ ντομάτας υφιστάμενης κατάστασης-Charagain & Orr-Στάμου

ΥΑ	ΥΦΙΣΤ. ΥΠΑΙΘΡΙΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ LA-LUZ	ΒΙΟΜ. ΕΛΛΑΔΑ
ΠΡΑΣΙΝΟ	4,46	3,7	35
ΜΠΛΕ	189,02	90,7	84
ΓΚΡΙ	139,72 (7,15)	7,2	20,6
ΣΥΝΟΛΟ	333,20	101,6	139,6

Παρατηρείται πως η πράσινη συνιστώσα του ΥΑ στην υφιστάμενη κατάσταση και στην περίπτωση της πόλης La-luz δε διαφέρει σημαντικά. Η πράσινη συνιστώσα της βιομηχανικής ντομάτας στην Ελλάδα είναι αρκετά μεγαλύτερη από τις άλλες δύο περιπτώσεις κι αυτό οφείλεται στο ότι στην ανάλυση κατά Στάμου το πράσινο ΥΑ έχει

προσεγγιστεί από τη μέση τιμή του ΥΑ της βιομηχανικής ντομάτας στην Ιταλία. Είναι αναμενόμενο τα μέσα εθνικά στοιχεία να παρουσιάζουν απόκλιση από τις επί τόπου αναλύσεις κάθε περιοχής.

Τα μπλε ΥΑ των τριών αναλύσεων δε διαφέρουν σημαντικά. Το μεγαλύτερο μπλε ΥΑ της παρούσας ανάλυσης οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι έχει θεωρηθεί πως η ντομάτα καλλιεργείται τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι βροχοπτώσεις είναι μειωμένες και οι ανάγκες εξαιμισοδιαπνοής της καλλιέργειας καλύπτονται κυρίως από την άρδευση (μπλε νερό).

Η γκρι συνιστώσα του ΥΑ στην υφιστάμενη κατάσταση προκύπτει κατά πολύ μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις άλλες δύο. Αυτό οφείλεται στο ότι για τον υπολογισμό της έχουν θεωρηθεί ως ρυπαντές το άζωτο Ν και ο φώσφορος Ρ σε επιφανειακούς και υπόγειους αποδέκτες και έχει ληφθεί ως γκρι ΥΑ η δυσμενέστερη περίπτωση. Η τιμή εντός παρενθέσεως αφορά άζωτο Ν σε επιφανειακό αποδέκτη και είναι σχεδόν ίση με το γκρι ΥΑ κατά Charagaih and Orr, οι οποίοι εξετάζουν μόνο αυτόν τον ρυπαντή. Η τιμή του γκρι ΥΑ κατά Στάμου έχει προκύψει εξετάζοντας μόνο άζωτο Ν σε υδάτινο σώμα με μέγιστη ανεκτή συγκέντρωση 10 mg/l. Παρατηρείται, λοιπόν, πως η επιλογή των ρυπαντών και των υδατικών αποδεκτών που λαμβάνονται υπόψη στην ανάλυση μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το γκρι ΥΑ.

Έτσι, προκύπτουν τα συνολικά ΥΑ κάθε περίπτωσης και η απόκλιση των τριών αποτελεσμάτων οφείλεται στα στοιχεία που λήφθηκαν υπόψη για τον υπολογισμό των επιμέρους συνιστωσών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΥΑ

Όπως παρατηρήθηκε και στο Κεφάλαιο 5 οι επιμέρους συνιστώσες καθώς και το συνολικό ΥΑ επηρεάζονται από τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που επηρεάζουν το ΥΑ των καλλιεργειών είναι οι εξής:

- Αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργούμενων ειδών.
 Η αύξηση της απόδοσης μίας καλλιέργειας μειώνει το συνολικό ΥΑ της, καθώς ο παράγοντας της απόδοσης υπεισέρχεται στους υπολογισμούς ως παρανομαστής. Το γεγονός όμως αυτό δεν πρέπει να παρερμηνεύεται από τους αγρότες, οι οποίοι συχνά προκειμένου να αυξήσουν τις αποδόσεις (ton/στρ) των καλλιεργειών κάνουν άσκοπη χρήση αρδευτικού νερού. Αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί αν αντί για μεγιστοποίηση της απόδοσης, στόχος γίνει η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας της αρδεύσιμης καλλιέργειας (ton/m³). Η παραγωγικότητα της αρδεύσιμης καλλιέργειας μπορεί να αυξηθεί εφαρμόζοντας μεθόδους όπως η «ελλειμματική άρδευση» ("deficit irrigation") και η «συμπληρωματική άρδευση» ("supplementary irrigation"). Κατά την εφαρμογή των μεθόδων αυτών η άρδευση των καλλιεργειών περιορίζεται μόνο σε περιόδους ξηρασίας κι έτσι οι καλλιέργειες δεν λαμβάνουν περισσότερο νερό από αυτό που χρειάζονται.
- Ρυπαντές και υδατικοί αποδέκτες που εξετάζονται
 Για τον υπολογισμό του γκρι ΥΑ πρέπει να θεωρούνται όλοι οι πιθανοί ρυπαντές καθώς και τα επηρεαζόμενα υδατικά σώματα. Όπως παρατηρήθηκε και στο Κεφάλαιο 5, τα υπόγεια νερά και ο φώσφορος P αυξάνουν σημαντικά το γκρι ΥΑ καθώς απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα νερού για τη διάλυση του ρύπου, ώστε η συγκέντρωσή του να βρίσκεται εντός των επιθυμητών ορίων. Το γκρι ΥΑ θα μπορούσε να μειωθεί αν ελαττωνόταν η χρήση λιπασμάτων από τους αγρότες. Επίσης, θα μπορούσε να περιοριστεί στο ελάχιστο αν αντικαθιστούνταν οι καλλιέργειες από βιολογικές.
- Εθνικοί μέσοι όροι ή τοπικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη
 Όπως παρατηρήθηκε στο Κεφάλαιο 5 μέσω της σύγκρισης της ντομάτας της παρούσας ανάλυσης με αυτήν κατά Στάμου (2010), το ΥΑ επηρεάζεται από τις πληροφορίες βάσει των οποίων προκύπτουν οι διάφορες συνιστώσες του. Υπάρχει σημαντική απόκλιση μεταξύ δύο ΥΑ που αναφέρονται στην ίδια καλλιέργεια ενός κράτους εάν για τον υπολογισμό του πρώτου έχει γίνει επί τόπου ανάλυση, ενώ για τον υπολογισμό του δεύτερου έχουν ληφθεί μέσα εθνικά στοιχεία.

6.2 ΤΟ ΥΑ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τους Hoekstra et al. (2011), ο υπολογισμός της αειφορίας ενός Υδατικού Αποτυπώματος έγκειται βασικά στη σύγκριση μεταξύ του ΥΑ και των διαθέσιμων φυσικών υδατικών πόρων για την κάλυψη των αναγκών του πληθυσμού τώρα και στο μέλλον. Για να κριθεί αν η διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων εντός μίας λεκάνης απορροής είναι αειφόρος πρέπει να ληφθούν υπόψη περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια, ενώ οι επιπτώσεις κάθε περίπτωσης πρέπει να διακριθούν σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

Είναι, λοιπόν, αδύνατον συγκρίνοντας τα ΥΑ υφιστάμενης και προτεινόμενης κατάστασης να αποφανθούμε για το αν η διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής, σύμφωνα με τη λύση που προτείνεται, είναι αειφόρος ή όχι. Για την εξαγωγή

ενός τέτοιου συμπεράσματος απαιτείται περαιτέρω ανάλυση του συνόλου των υδατικών χρήσεων που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή, προσδιορισμός των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών κριτηρίων αειφορίας και υπολογισμός των επιπτώσεων σε κάθε υπό λεκάνη της περιοχής.

Το γεγονός ότι προτείνεται αντικατάσταση της άρδευσης μέσω γεωτρήσεων από την άρδευση μέσω του φράγματος Φανερωμένης είναι θετικό στοιχείο για την αειφορία του υδατικού οικοσυστήματος της περιοχής. Οι γεωτρήσεις εξαντλούν τα υπόγεια υδατικά αποθέματα και οδηγούν στην ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Η λύση που προτείνεται, πάντως, σίγουρα δεν είναι η βέλτιστη από πλευράς αειφορίας, καθώς οι συνιστώσες του ΥΑ της μπορούν να μειωθούν περαιτέρω, π.χ. αν εφαρμοστεί βιολογική γεωργία στην περιοχή.

6.3 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο γενικός περιβαλλοντικός στόχος, που τίθεται από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων, είναι να μειωθεί κατά το δυνατόν η χρήση και η ρύπανση των υδάτων. Ο γενικότερος οικονομικός στόχος είναι η αύξηση των αποδόσεων (ton/στρ) και της οικονομικής παραγωγικότητας (€/στρ) των καλλιεργειών, έτσι ώστε να αυξηθούν τα εισοδήματα αγροτών και παραγωγών.

Το ΥΑ εξετάζοντας διαφορετικά εναλλακτικά σενάρια και σε συνδυασμό με οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη βέλτιστη διαχείριση των υδατικών πόρων μίας περιοχής, συμβιβάζοντας τους φαινομενικά αντικρουόμενους στόχους κάθε τομέα. Ο δείκτης του ΥΑ εξετάζοντας την κατανομή, χρήση και τη ρύπανση του νερού που συμβαίνει κατά την εφαρμογή μίας καλλιέργειας, θέτει τια βάσεις για την ανάπτυξη καλύτερων γεωργικών πρακτικών, από πλευράς διαχείρισης υδατικών πόρων.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ΥΑ στην παρούσα διπλωματική εργασία βασίστηκε στους Hoekstra et al. (2011), ενώ σε ορισμένα σημεία έγιναν παραδοχές λόγω έλλειψης στοιχείων. Θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν γινόταν πιο αναλυτικός υπολογισμός για τον προσδιορισμό των επιμέρους συνιστωσών του ΥΑ. Πιο συγκεκριμένα:

- Για τον υπολογισμό της πράσινης συνιστώσας του ΥΑ η ανάλυση της βλαστικής περιόδου κάθε καλλιέργειας να πραγματοποιηθεί ανά 10 ήμερο, σύμφωνα με τους Hoekstra et. al (2011). Έτσι, παρατηρούνται πιο αναλυτικά οι μεταβολές των φυτικών συντελεστών και της ωφέλιμης βροχόπτωσης και προκύπτουν πιο ακριβή αποτελέσματα.

- Για τον υπολογισμό του μπλε ΥΑ να ληφθεί υπόψη η επίδραση της ωφέλιμης παροχής άρδευσης, I_{eff} . Σύμφωνα με τους Charagain and Orr (2009), η ποσότητα αυτή αντιπροσωπεύει το μέρος του αρδευόμενου νερού που αποθηκεύεται στο έδαφος ως υγρασία και είναι διαθέσιμο για την εξατμισοδιαπνοή των φυτών, ενώ εξαρτάται από το σύστημα άρδευσης που εφαρμόζεται.
- Για τον υπολογισμό του γκρι ΥΑ να ληφθεί υπόψη και η επίδραση άλλων ρυπαντών, όπως τα φυτοφάρμακα και τα παρασιτοκτόνα.

Θα έπρεπε σε εθνικό επίπεδο να διαμορφωθούν βάσεις δεδομένων ανά λεκάνη απορροής, οι οποίες θα πληροφορούν σχετικά με τις υπάρχουσες συγκεντρώσεις ρυπαντών στα υδατικά συστήματα (που λήφθηκαν μηδενικές στην παρούσα ανάλυση). Έτσι, θα μπορούν να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό του γκρι ΥΑ για να προκύψουν πιο ακριβή αποτελέσματα.

Επίσης, θα ήταν αξιόλογο σε μελλοντική ανάλυση ΥΑ να συνυπολογιστεί το ενσωματωμένο νερό που εμπεριέχεται τελικά στους καρπούς. Στην παρούσα διπλωματική εργασία η ποσότητα αυτή δεν λήφθηκε υπόψη, καθώς η συνεισφορά του ενσωματωμένου νερού στο συνολικό ΥΑ είναι πολύ μικρή.

Επιπροσθέτως, θα είχε ενδιαφέρον να ληφθεί υπόψη για τον υπολογισμό του ΥΑ η εξάτμιση νερού από τεχνητές δεξαμενές αποθήκευσης, κανάλια μεταφοράς κλπ. που συμβαίνει κατά τη μεταφορά του νερού από το σημείο υδροληψίας στις καλλιέργειες.

Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον να υπολογιστεί το ΥΑ, που προσδιορίστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία που προτείνεται από τους Ridoutt and Pfister (2010), για να διαπιστωθούν οι διαφορές που προκύπτουν μέσω των δύο αυτών διαφορετικών προσεγγίσεων.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allan, J.A., 1998. Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits. *Groundwater* 36 (4), 545-546.
- Andersson, K., Ohlsson, T., Olsson, P., 1998. Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. *Journal of Cleaner Production* 6 (3-4), 227.
- Bartram, J., 2008. Improving on have and have-nots. *Nature* 452 (7185), 283-284.
- Blaney, H.F., Criddle, W.D., 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA-SCS, TP-96, p. 48.
- Brundtland, G.H., & World Commission on Environment and Development, 1987. *Our common future*, Oxford University Press.
- Chambers, N., Simmons, C., Wackernagel, M., 2000. *Sharing nature's interest: ecological footprints as an indicator of sustainability*. Earthscan, London.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. In: *Value of Water Research Report Series No.13*. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2004. Water footprints of nations. In: *Value of Water Research Report Series No.16*. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., 2007. The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological Economics* 64 (1), 109-118.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., 2006a. Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences* 10 (3), 455-468.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., Gautam, R., 2006. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* 60 (1), 186.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., Gautam, R., 2006b. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* 60 (1), 186-203.
- Chapagain, A.K., Orr, S., 2009. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. *Journal of Environmental Management* 90 (2), 1219-1228.
- Falkenmark, M., 2008. Water and sustainability: a reappraisal. *Environment* 50 (2), 4-16.
- FAO, 1977. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome, pp 145.
- FAO, 1986. *Yield response to water*. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, Rome, pp 193.
- Fernandes, C., Cora, J.E., Araujo, J. A.C.d., 2003. Reference evapotranspiration estimation inside greenhouses. *Scientia Agricola* 3 (60), 591-594.
- Fernandez, M.D., 2000. *Necesidades hidricasy y programacion de riegos en los cultivos hortícolas en invernadero ysuelo enarenado de Almeria*. Doctoral thesis, Espana, Universidad de Almeria.
- Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y., 2008. Business water footprint accounting: a tool to assess how production of goods and services impacts on freshwater resources worldwide, *Value of Water Research Report Series No.27*, UNESCO-IHE, Delft.
- Gleick, P.H. (Ed.), 1993. *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Global Water Partnership, 2000. *Integrated water partnership, Integrated water resources management*, Tac Background, Paper No 4. Stockholm, Sweden.
- Grigg, N.S., 1996. *Water Resources Management*. McGraw-Hill, New York.

- Harmato, V.M., Saloke, M.S., Babel Tantan, H.J., 2004. Water requirements of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management* 71, 225-242.
- Hoekstra, A.Y. (Ed.), 2003. *Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft.
- Hoekstra, A.Y., 2006. The global dimension of water governance: nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems, Value of Water Research Report Series No.20, UNESCO-IHE, Delft.
- Hoekstra, A.Y., 2009. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics* 68, 1963-1974.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., 2007. Water footprint of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management* 21 (1), 35-48.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., 2007a. Water footprint of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management* 21 (1), 35-48.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., 2007b. The water footprints of Morocco and the Netherlands: global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities. *Ecological Economics* 64 (1), 143-151.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., 2008. *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M., 2011. *The Water Footprint Assessment Manual-Setting the Global Standard*. Earthscan, London, Water Footprint Network, pp. 203.
- Hoekstra, A.Y., Gerbens-Leenes, W., Van den Meer, T.H., 2009. Reply to Pfister and Hellweg: Water footprint accounting, impact assessment, and life-cycle assessment. *PNAS*, vol.106, No.40.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2002. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. In: Value of Water Research Report Series No.11. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Horlemann, L., Neubert, S., 2007. *Virtual Water Trade: A Realistic Concept for Resolving the Water Crisis?* Studies 25. German Development Institute, Bonn.
- Hummel, D., Kluge, T., Liehr, S., Hachelaf, M., 2007. *Virtual Water Trade: Documentation of an international expert workshop, July 2006*, Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt.
- Kampman, D.A., Hoekstra, A.Y., Krol, M.S., 2008. The Water Footprint of India, Value of Water Research Report Series No.32, UNESCO-IHE, Delft.
- Loucks, D.P., Van Beck, E., Stedinger, J.R., Dijkman, J.P.M., 2005. *Water Resources Systems Planning and Management, An Introduction to Methods, Models and Applications*, Studies and Reports in Hydrology. UNESCO Publishing, Paris, pp 680.
- Ma, J., Hoekstra, A.Y., Wang, H., Chapagain, A.K., Wang, D., 2006. Virtual versus real water transfers within China. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 361 (1469), 835-842.
- Monfreda, C., Wackernagel, M., Deumling, D., 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy* 21, 231-246.
- Orgaz, F., Fernandez, M.D., Bonachela, S., Gallardo, M., Fereres, E., 2005. Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse. *Agricultural Water Management* 72 (2), 81-96.
- Pfister, S., Koehler, A., Hellweg, S., 2009. Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environmental Science and Technology* 43 (11), 4098-4104.
- Rees, W.E., 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* 4 (2), 121-130.

- Rees, W.E., 1996. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. *Population and Environment* 17 (3), 195-215.
- Rees, W.E., Wackernagel, M., 1994. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: measuring the natural capital requirements of the human economy. In: Jansson, A.M., Hammer, M., Folke, R., Costanza (Eds.), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Island Press, Washington, D.C., 362-390.
- Rees, W.E., Wackernagel, M., 1996. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable-and why they are a key to sustainability. *Environmental Impacts Assess Review* 16, 223-248.
- Ridout, B.G., Pfister, S., 2010. A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity. *Global Environmental Change* 20, 113-120.
- Smakhtin, V., 2008. Basin closure and environmental flow requirements. *Water Resources Development* 24 (2), 227-233.
- U.S. Department of Agriculture (USDA-SCS), 1980. *Design and Operation of Farm Systems*. ASAE, pp.580.
- UNESCO-WWAP (United Nations Scientific and Cultural Organization-World Water Assessment Programme), 2006. *Water: A Shared Responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr2/ (last accessed 09/08).
- Wackernagel, M., Rees, W., 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island, B.C., Canada.
- Wackernagel, M., Rees, W., 1997. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economies from an ecological footprint perspective. *Ecological Economics* 20, 3-24.
- WBCSD, 2006. *Business in the world of water: WBCSD scenarios to 2025*, World Business Council for Sustainable Development, Conches-Geneva, Switzerland.
- World Water Assessment Programme, 2009. *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. UNESCO Publishing, Paris/ Earthscan, London.
- WWC, 2004. *E-conference synthesis: Virtual water trade-conscious choices*, WWC Publication No.2, World Water Council, Marseille.
- Ανδρεαδάκης, Α., Πανταζίδου, Μ., Σταθόπουλος, Α., Χατζημπίρος, Κ., 2003. *Περιβαλλοντική Τεχνολογία*, Ε.Μ.Π., Αθήνα, σσ. 388.
- Κατάσταση Υπόγειων Υδροφορέων Κρήτης, 2009. Ελληνική Δημοκρατία, Περιφέρεια Κρήτης, Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων, Ηράκλειο, Κρήτη, σσ. 36.
- Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Α., (κ.ά.), 2008. *Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα, σσ. 748.
- Μιμίκου, Μ.Α., Μπαλτάς, Ε.Α., 2006. *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 4, Παπασωτηρίου, Αθήνα, σσ. 297.
- Παναγούλια, Δ., Δήμου, Γ., 2000. *Εισαγωγή στα Εγχειοβελτιωτικά Έργα*, Ε.Μ.Π., Αθήνα, σσ. 432.
- Στάμου, Α.Ι., 2010. Το υδατικό αποτύπωμα, πόσο νερό μας «κοστίζει» το εθνικό μας έδεσμα και η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. *Τεχνικά Χρονικά*, Τεύχος 4, σ. 25-28.
- TEM ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΕ. Οριστική μελέτη αγωγού σύνδεσης φράγματος Φανερωμένης, Γεωργοτεχνική Μελέτη, Αθήνα Μάρτιος 2003, σσ. 33.

- ΤΕΜ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΕ. Οριστική μελέτη αγωγού σύνδεσης φράγματος Φανερωμένης, Συνοπτική Μελέτη Οικονομικής Σκοπιμότητας, Αθήνα Νοέμβριος 2006, σσ. 48.
- ΥΠΑΝ, 2003. Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, ΕΜΠ, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, σσ. 549.

