

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΤΗΝ ΟΡΓΑΝΩΣΗ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**«ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ
ΛΑΡΑΝΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ»**



ΜΥΡΤΩ ΠΑΠΟΥΤΣΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθήνα 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού προγράμματος «Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων» με ειδίκευση στα «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος» του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιώς σε συνεργασία με το τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή, κ. Χρίστο Καραβίτη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα και για την καθοδήγηση και βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Σημαντική βοήθεια μου προσέφερε ο Νικόλαος Σκόνδρας, τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερα για τις υποδείξεις και την υπομονή του. Οι ευχαριστίες μου εκφράζονται επίσης στην κ. Πελαγία Κοτσιφάκη, Γεωπόνο του δήμου Αγίας Βαρβάρας Κρήτης και στην κ. Χαρούλα Κοσμαδάκη, Γεωπόνο του δήμου Γόρτυνας για τις πληροφορίες που μου παρείχαν σχετικά με την ευρύτερη περιοχή του φράγματος Λαρανίου.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς και στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, αφού ο καθένας από αυτούς μου παρείχε γνώσεις που φάνηκαν χρήσιμες στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και τη συνεχή στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και για την υπομονή και την κατανόηση τους κατά το διάστημα υλοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Μυρτώ Παπουτσή

Αθήνα, 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	6
2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	6
2.2 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	9
2.3 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	12
2.4 ΔΕΙΚΤΕΣ.....	13
2.5 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΛΑΡΑΝΙΟΥ.....	29
4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ.....	29
4.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΈΔΑΦΟΣ	30
4.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	39
4.4 ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ.....	44
4.4.1 <i>Η χλωρίδα της περιοχής</i>	44
4.4.2 <i>Η πανίδα της περιοχής</i>	46
4.5 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	49
5.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ.....	49
5.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	51
5.3 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	52
5.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	53
5.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	56
5.6 ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ ΠΟΥ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΟ ΈΡΓΟ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ	
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	63
6.1 ΤΟ ΈΡΓΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	63
6.2 ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΈΡΓΟΥ	69
6.3 ΑΝΑΓΚΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΦΟΡΕΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ	
ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	71
7.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	71
7.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ	74
7.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	75
7.3.1 Περιβαλλοντικά Κριτήρια	75
7.3.2 Κοινωνικά Κριτήρια	77
7.3.3 Πολιτικά – Θεσμικά κριτήρια	78
7.3.4 Οικονομικά κριτήρια	79
7.3.5 Τεχνικά κριτήρια	80
7.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ	81
7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατανάλωση νερού, ανά τομέα χρήσης, στις διάφορες περιοχές της γης και παγκοσμίως, Πηγή: FAO (2001)	2
Πίνακας 2: Απεικόνιση της διαδικασίας Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Σχολή Χημικών Μηχανικών 2005)	20
Πίνακας 3: Κατάταξη κριτηρίων και βαθμολογία εναλλακτικών (Καραβίτης, 2003)	22
Πίνακας 4: Η μέθοδος PROMETHEE II (Καραβίτης, 2003)	25
Πίνακας 5: Σύγκριση εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II(Καραβίτης, 2003)	26
Πίνακας 6: Σύγκριση εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II και τελική βαθμολογία.(Καραβίτης, 2003)	27
Πίνακας 7: Κατανομή πληθυσμού ανά δημοτικό διαμέρισμα (ΕΣΥΕ, 2001)	30
Πίνακας 8: Παράμετροι με τις αντίστοιχες κλάσεις και σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν για τον ορισμό των χαρτογραφικών εδαφικών μονάδων	31
Πίνακας 9: Καθορισμός ανθρακικών αλάτων	34
Πίνακας 10: Ορισμός κλάσεων βαθμού διάβρωσης (Κοσμάς 2009)	35
Πίνακας 11: Βροχοπτώσεις στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας (Περιφέρεια Κρήτης 2011)	41
Πίνακας 12: Θερμοκρασίες – Υγρασία – Άνεμοι – Ηλιοφάνεια στην Αγία Βαρβάρα (Δήμος Αγίας Βαρβάρας 2012)	42
Πίνακας 13: Πληθυσμός Αγίας Βαρβάρας (ΕΣΥΕ 2012)	51
Πίνακας 14: Κατανομή των καλλιεργειών ανά στρέμμα στο δήμο Γορτύνας (Δήμος Γόρτυνας 2013)	54
Πίνακας 15: Η παραγωγή των καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας σε κιά στο δήμο Γορτύνας (Δήμος Γόρτυνας 2013)	54
Πίνακας 16: Διάρθρωση του κτηνοτροφικού κεφαλαίου στην υπό μελέτη περιοχή (ΥΠΕΚΑ 2010)	55
Πίνακας 17: Εκτίμηση ετήσιων συνολικών αναγκών σε νερό για το Δήμο Αγίας Βαρβάρας (ΥΠΕΚΑ 2010)	58
Πίνακας 18: Ανάγκες καλλιεργειών σε νερό στη κοιλάδα της Μεσσάρας (MEDIS REPORT 2005)	59
Πίνακας 19: Παραγωγή ελαιόκαρπου και ελαιόλαδου ανάλογα με το ποσοστό άρδευσης (Ν.Μιχελάκης, 1986)	59
Πίνακας 20: Επιφάνεια και όγκος ταμειυτήρα (EMIT group 2009)	67
Πίνακας 21: Έξοδα κατασκευής φράγματος (EMIT group 2009)	69

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Αρδευόμενη επιφάνεια ως ποσοστό της συνολικής για διάφορες χώρες της Ευρώπης (FAO, Eurostat/NewCronos, 2011)	3
Σχήμα 2: Αλληλεπίδραση μεταξύ κοινωνικό-οικονομικού, διοικητικό-θεσμικού και συστήματος φυσικών πόρων, καθώς και με το περιβάλλον τους (Loucks, 2005)	8
Σχήμα 3: Η διαδικασία ολοκλήρωσης της μεταπτυχιακής εργασίας	28
Σχήμα 4: Εξέλιξη πληθυσμού Δήμου Αγίας Βαρβάρας	51
Σχήμα 5: Βαθμολογίες των εναλλακτικών προτάσεων βάσει της μεθόδου MCDA WAM	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Φράγμα Λαρανίου Αγίας Βαρβάρας (Κοσμάς, 2009)	5
Εικόνα 2: Δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας Ηρακλείου	29
Εικόνα 3: Εδαφολογικός χάρτης περιοχής φράγματος (Κοσμάς 2009)	35
Εικόνα 4: Σύμβολο χαρτογραφικής εδαφικής μονάδας εδαφών (Κοσμάς 2009)	36
Εικόνα 5: Χάρτης μητρικών πετρωμάτων περιοχής φράγματος (Κοσμάς 2009)	37
Εικόνα 6: Χάρτης επικινδυνότητας διάβρωσης εδαφών (Κοσμάς 2009)	39
Εικόνα 7: Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης κατά την περίοδο 1965-2006(Μ.Σ. Αγίας Βαρβάρας)	42
Εικόνα 8: Χάρτης βλάστησης περιοχής φράγματος(Κοσμάς 2009)	45
Εικόνα 9: Σχετική θέση Αγίας Βαρβάρας με προστατευόμενες περιοχές NATURA 2000 (ΥΠΕΚΑ)	47
Εικόνα 10: Χάρτης προστατευόμενων περιοχών (Φιλότης 2012)	48
Εικόνα 11: Χάρτης δεικτών γήρανσης (ΥΠΕΚΑ 2010)	50
Εικόνα 12: Αγία Βαρβάρα Ηρακλείου (Δήμος Αγίας Βαρβάρας 2009)	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό αποτελεί το αφθονότερο στοιχείο στη γη. Η ζωή στον πλανήτη καθώς και η επιβίωση και η ευημερία του ανθρώπου εξαρτάται από τους υδατικούς πόρους. Η ποσότητα των υδάτων του πλανήτη είναι σταθερή και ανακυκλώνεται μέσω του υδρολογικού κύκλου, ωστόσο η ποιότητα και η ποσότητα τους μεταβάλλεται σε ημερήσια βάση. Το μεγαλύτερο ποσοστό των υδάτων που βρίσκεται στη γη είναι αλμυρό και περιέχεται στους ωκεανούς (περίπου 97%), ενώ το υπόλοιπο 3% διατίθεται ως γλυκό νερό κατά κύριο λόγο στις πολικές ζώνες και στους παγετώνες. Μόλις το 0,003% από τον συνολικό όγκο του νερού του πλανήτη είναι διαθέσιμο ως υγρασία στο έδαφος, ως εδαφικό νερό προς χρήση, ως εξατμισμένο νερό και ως λίμνες και χείμαρροι.

Η αύξηση του πληθυσμού, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, καθώς και η ανάπτυξη της αρδευόμενης γεωργίας, είχαν σαν αποτέλεσμα τα τελευταία εκατό χρόνια σχεδόν να εξαπλασιαστούν οι ανάγκες των ανθρώπων για νερό και κατά συνέπεια να αυξηθεί η κατανάλωσή του. Το πρόβλημα της αυξημένης, σε σχέση με τη διαθεσιμότητά του, κατανάλωσης του νερού εμφανίζεται πολύ έντονο σε συγκεκριμένες περιοχές του πλανήτη στις οποίες δημιουργήθηκαν γιγάντια αστικά και οικονομικά κέντρα αλλά και σε μεγαλύτερες περιοχές στις οποίες αναπτύσσεται έντονη γεωργική δραστηριότητα.

Η διαθεσιμότητα των υδάτων σε παγκόσμιο επίπεδο διαφοροποιείται τόσο χρονικά όσο και χωρικά. Η ανισοκατανομή αυτή του νερού οφείλεται στην ποικιλία των κλιματολογικών συνθηκών (θερμοκρασία, ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα), των μορφολογικών χαρακτηριστικών της γης και της ανθρώπινης παρέμβασης και έχει σαν αποτέλεσμα, πέρα από το γενικό περιορισμό της συνολικής διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων της γης, να υφίστανται πρακτικά πιο ασφυκτικοί περιορισμοί σε συγκεκριμένες περιοχές της γης οι οποίες αντιμετωπίζουν σοβαρό πρόβλημα διαθεσιμότητας νερού.

Η γεωργία είναι σήμερα ο πιο απαιτητικός σε νερό τομέας ανθρώπινης δραστηριότητας. Για αρδευτικούς σκοπούς χρησιμοποιούνται, σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου τα 2/3 της συνολικά καταναλισκόμενης ποσότητας νερού, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, όπου δίνεται η κατανάλωση νερού από τους τρεις κύριους τομείς

χρήσης (γεωργικός, βιομηχανικός, αστικός) σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές του πλανήτη για το έτος 2001.

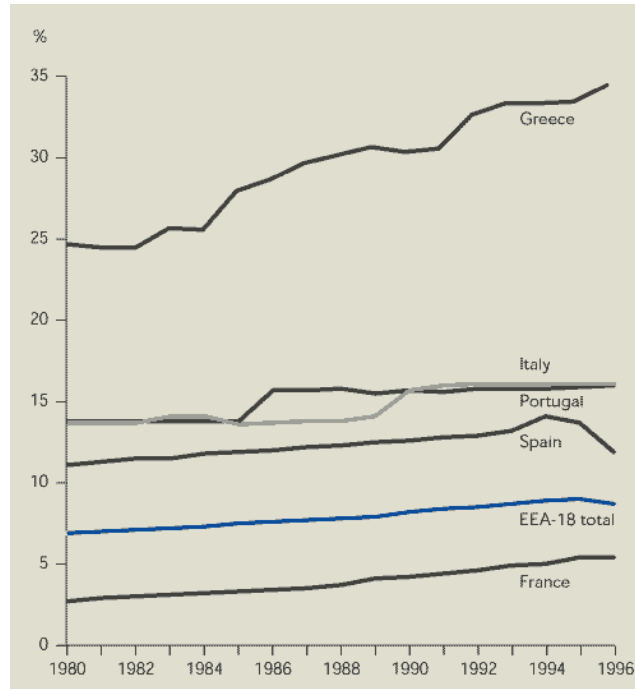
Κατανάλωση νερού ανά τομέα για το έτος 2001						
Περιοχή	Οικιακή χρήση		Βιομηχανική χρήση		Αγροτική χρήση	
	10 ⁹ m ³ / έτος	%	10 ⁹ m ³ / έτος	%	10 ⁹ m ³ / έτος	%
Σύνολο	381	10	785	20	2.664	70
Αφρική	21	10	9	4	184	86
Ασία	172	7	270	11	1.936	81
Λατινική Αμερική	47	19	26	10	178	71
Καραϊβική	3	23	1	9	9	68
Βόρεια Αμερική	70	13	252	48	203	39
Ωκεανία	5	18	3	10	19	72
Ευρώπη	63	15	223	53	132	32

Πίνακας 1: Κατανάλωση νερού, ανά τομέα χρήσης, στις διάφορες περιοχές της γης και παγκοσμίως, Πηγή: FAO (2001)

Στην Ελλάδα η σχέση γεωργίας και κατανάλωσης νερού είναι αντίστοιχη. Ο γεωργικός τομέας είναι με διαφορά, ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού. Οι γεωργικές δραστηριότητες είναι υπεύθυνες για το 87% της συνολικής κατανάλωσης νερού (OECD, 2000), ενώ οι αρδευτικές ανάγκες στο σύνολο της χώρας ολοένα και αυξάνονται κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Μεταξύ του 1963 και 1996, οι αρδευόμενες εκτάσεις στην Ελλάδα αυξήθηκαν από 15% σε 38% της συνολικά καλλιεργούμενης έκτασης. Η αύξηση αυτή ήταν μεγαλύτερη στις πεδινές περιοχές (από 17% σε 45%) και στις ημιορεινές περιοχές (από 11% σε 24%), ενώ στις ορεινές περιοχές οι αρδευόμενες εκτάσεις παρέμειναν σταθερές ή ελαττώθηκαν (Baldock et al., 2000). Σύμφωνα με στοιχεία του 2002, στο σύνολο της χώρας η συνολική αρδευόμενη έκταση ανέρχεται σε 13.2 εκατ. στρέμματα, ενώ τα συλλογικά εγγειοβελτιωτικά έργα καλύπτουν 5.2 εκατ. στρέμματα. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι τα συλλογικά αρδευτικά έργα αντιστοιχούν στο 40% της αρδευόμενης έκτασης και τα ιδιωτικά στο 60% (Υπουργείο Γεωργίας, 2002).

Σήμερα η Ελλάδα διαθέτει εκτεταμένα αρδευτικά δίκτυα σε μεγάλες και μικρές πεδιάδες, σε συνολική έκταση αναλογικά μεγαλύτερη από κάθε άλλη Ευρωπαϊκή χώρα. Ωστόσο παραμένουν ακόμη πολλές εκτάσεις χωρίς αρδευτική υποδομή, για τις οποίες έχουν γίνει μελέτες ή έχει ξεκινήσει η κατασκευή έργων, αλλά με αργούς ρυθμούς. Η αρχική ένταση κατασκευής νέων εγγειοβελτιωτικών έργων υποχώρησε από τη δεκαετία

του 1980 και μετά, ενώ τη δεκαετία του 1990 δόθηκε έμφαση σε μικρής κλίμακας έργα συλλογής νερού (Κουτσογιάννης, 2007).



Σχήμα 1: Αρδευόμενη επιφάνεια ως ποσοστό της συνολικής για διάφορες χώρες της Ευρώπης (FAO, Eurostat/NewCronos, 2011)

Η μέχρι σήμερα εφαρμοζόμενη διαχείριση του νερού στην Ελλάδα θεωρούσε τη ζήτηση δεδομένη και επικεντρωνόταν κυρίως στη διαχείριση της φυσικής προσφοράς του. Η κάλυψη των αναγκών βασιζόταν αποκλειστικά στην εξασφάλιση της μέγιστης προσφοράς νερού (κατασκευή μεγάλων και πολυδάπανων έργων), δίνοντας ελάχιστη σημασία στον έλεγχο των αναγκών και στη προστασία των υδατικών πόρων. Ενδεικτικά αξίζει να αναφερθεί πως εκτιμάται ότι κατά μέσο όρο μόλις το 65% του νερού άρδευσης που εξάγεται χρησιμοποιείται αποτελεσματικά από την καλλιέργεια, ενώ οι απώλειες εφαρμογής στον αγρό, στη μεταφορά του νερού και λόγω υπέρ-άρδευσης αγγίζουν το 7%, 20% και 8% αντίστοιχα (Medis Agricultural Report, 2004-2005).

Η αναγκαιότητα της επέκτασης και βελτίωσης των αρδεύσεων για την εξασφάλιση βιώσιμης και αυτοτροφοδοτούμενης γεωργίας ολοένα και αυξάνεται. Με δεδομένο ότι υπάρχουν σοβαροί περιορισμοί για την ανάπτυξη νέων πηγών νερού, ιδιαίτερα από τους υπόγειους υδροφορείς, και τον ανταγωνισμό από τους άλλους χρήστες (ύδρευση και

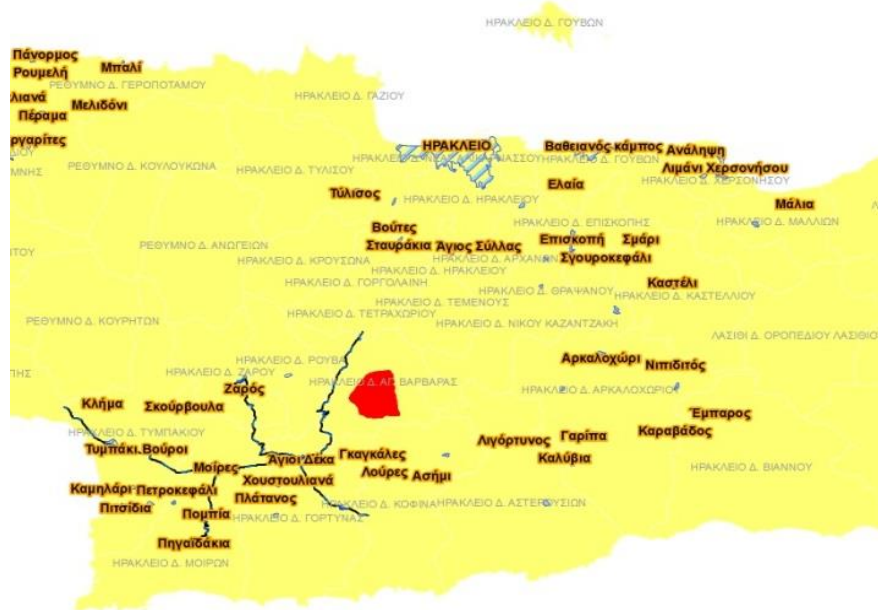
βιομηχανία) η μοναδική λύση για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό είναι η ορθολογική διαχείριση και πιο αποτελεσματική χρήση του.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν στην πραγματικότητα ένα πολυσύνθετο πρόβλημα, το οποίο προκειμένου να λυθεί υπόκειται σε μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί χρόνο και η οποία εξετάζει την συμπεριφορά των διάφορων μέτρων και πολιτικών με τη βοήθεια ορισμένων κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά αλλάζουν ανάλογα με το υπό εξέταση θέμα και η τεχνική αυτή ονομάζεται Πολυκριτηριακή Ανάλυση.

Η Πολυκριτηριακή Ανάλυση αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης διαδικασίας που ονομάζεται Λήψη Αποφάσεων, στην οποία λαμβάνουν μέρος και άλλες διαδικασίες, σκοπός των οποίων είναι μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης των διαφόρων στοιχείων, να καταλήξουν στις εναλλακτικές προτάσεις μέτρων και πολιτικών οι οποίες στη συνέχεια θα υποβληθούν στην παραπάνω διαδικασία της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία γίνεται προσπάθεια περιγραφής της ευρύτερης περιοχής του φράγματος Λαρανίου, στην Αγία Βαρβάρα του Ηρακλείου Κρήτης και παρουσίαση εναλλακτικών προτάσεων που αφορούν την κάλυψη των υδρευτικών και των αρδευτικών αναγκών της περιοχής. Η επιλογή της επικρατέστερης εναλλακτικής θα γίνει μέσω της διαδικασίας της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.

Οι περίοδοι έντονης λειψυδρίας στην περιοχή κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, η ανάγκη για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των αγροκτημάτων της γύρω περιοχής και η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε νερό για υδρευτικούς σκοπούς οδήγησαν τον δήμο Αγίας Βαρβάρας στην απόφαση να ζητήσει την εκπόνηση μελέτης για την κατασκευή του ταμιευτήρα Λαρανίου.



Εικόνα 1: Φράγμα Λαράνιου Αγίας Βαρβάρας (Κοσμάς, 2009)

Οι εναλλακτικές που προτείνονται για τη χρήση του νερού του φράγματος Λαράνιου στη μελέτη αυτή αξιολογούνται με τη χρήση περιβαλλοντικών, πολιτικών κοινωνικών, οικονομικών και τεχνικών κριτηρίων, ενώ λαμβάνεται υπόψη κατά πόσο μπορούν να ωφελήσουν ή να βλάψουν κάποιες κοινωνικές ομάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η άνιση κατανομή των διαθεσίμων υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο, οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες σε υδατικό δυναμικό για διάφορες χρήσεις, η διαρκώς αυξανόμενη απειλή υδατικών ελλειμμάτων και ποιοτικής υποβάθμισης των υδατικών συστημάτων, οι λειψυδρίες και ξηρασίες καθώς και οι ρυπάνσεις και οι μολύνσεις, καθιστούν το θέμα της υδατικής διαχείρισης ως πρωτεύον και κυριαρχικό (Στουρνάρας, 2007). Η διαχείριση υδατικών πόρων ως επιστημονική προσέγγιση αλλά και ως επιχειρησιακή πρακτική βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση και εμπλέκεται ενεργά με τη διαδικασία της ανάπτυξης αλλά και με εκείνη της περιβαλλοντικής πολιτικής. Αυτό είναι φυσικό, καθώς το νερό είναι από τα πλέον πολύτιμα και ευαίσθητα περιβαλλοντικά αγαθά, ως ανανεώσιμος φυσικός πόρος, ενώ συγχρόνως συμμετέχει ενεργά στην αναπτυξιακή διαδικασία, αποτελώντας προϋπόθεση για κάθε μορφή οικονομικής ανάπτυξης (Μυλόπουλος, 2000).

Επομένως γίνεται κατανοητό ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων συνδέεται στενά με την πολιτική, που σημαίνει ότι οι διαχειριστές του νερού θα πρέπει να είναι ικανοί να εργάζονται σε ένα έντονα πολιτικό περιβάλλον και να κατέχουν ταυτόχρονα την κατάλληλη επιστημονική κατάρτιση καθώς τα προβλήματα που προκύπτουν είναι εξειδικευμένα (πλημμύρες, κατασκευή ταμιευτήρων, ποσότητα νερού κ.α.).

Η διαχείριση των υδατικών πόρων περιέχει όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες σχετικά με την ανάπτυξη, διατήρηση, προστασία και τον έλεγχο προστασίας των υδατικών πόρων και των έργων τους κάτω από όλες τις συνθήκες, με τη ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος και την αειφορία του πόρου. Η διαχείριση θα πρέπει δηλαδή να είναι προετοιμασμένη για όλα τα πιθανά συμβάντα και αυτό καθορίζει το βαθμό της επιτυχίας της (Καραβίτης, 2004).

Τα κύρια καθήκοντα της διαχείρισης είναι (Grigg, 1996):

- Σχεδιασμός: Είναι η διαδικασία που καθορίζει τους σκοπούς και τους στόχους και προσδιορίζει τα καθήκοντα των επιμέρους εργασιών.
- Οργάνωση: Μέσω της οργάνωσης εφαρμόζεται ο σχεδιασμός, ενώ εκφράζεται συνήθως από ένα «οργανισμό». Η δομή του κάθε οργανισμού απορρέει από το στόχο του, ωστόσο σε όλους τους αποτελεσματικούς και επιτυχημένους οργανισμούς παρατηρούνται τα παρακάτω κοινά στοιχεία: επικοινωνία(communication), έλεγχος(control), διοίκηση(command) και πληροφόρηση(intelligence).
- Διεύθυνση: Είναι εξαιρετικά σημαντική για την ανάθεση των καθηκόντων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και γίνεται κυρίως μέσω του οργανισμού.
- Έλεγχος: Αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οργάνωσης και είναι απαραίτητος για την αξιολόγηση των συνολικών στόχων της διαχείρισης. Γι' αυτό και πολλές φορές μπορεί να εφαρμόζεται από διαφορετικές οντότητες ή οργανισμούς.

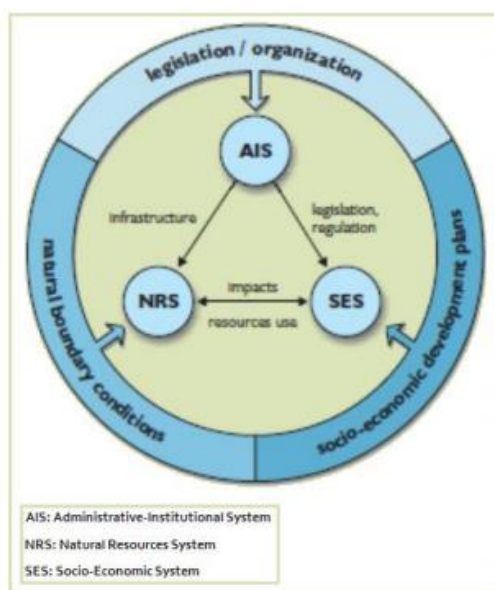
Στις δραστηριότητες της διαχείρισης υδατικών πόρων περιλαμβάνονται (Τσακίρης,1995):

1. Η έρευνα και μελέτη των υδατικών πόρων (με οικονομικά και κοινωνικά κριτήρια).
2. Η συλλογή και η ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων για τους υφιστάμενους και αναξιοποίητους υδατικούς πόρους και τη ζήτηση σε όλους τους τομείς, με βάση τα υφιστάμενα έργα ή έργα που μπορούν να γίνουν.
3. Η ανάπτυξη στρατηγικής και προετοιμασίας «σχεδίων».
4. Η απόφαση για σχέδια και η εξασφάλιση αποδοχής και συμμετοχής των διαφόρων ενδιαφερομένων ομάδων.
5. Η εφαρμογή κάθε σχεδίου.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με τρία συστήματα (Loucks):

- Το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα το οποίο περιλαμβάνει τις ανθρώπινες δραστηριότητες που χρησιμοποιούν ή σχετίζονται με το νερό

- Το διοικητικό-θεσμικό σύστημα που περικλείει τη διοίκηση, τη νομοθεσία, το ρυθμιστικό πλαίσιο, τις διαχειριστικές αρχές και τις αρμόδιες υπηρεσίες για τον έλεγχο της εφαρμογής των νόμων και των ρυθμίσεων
- Το σύστημα φυσικών πόρων το οποίο ενσωματώνει τα φυσικά και τα τεχνητά υδάτινα σώματα, τα έργα υποδομή (π.χ. γεωτρήσεις, φρέατα, δίκτυα, κανάλια, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων) και τους κανόνες λειτουργίας τους.



Σχήμα 2: Αλληλεπίδραση μεταξύ κοινωνικό-οικονομικού, διοικητικό-θεσμικού και συστήματος φυσικών πόρων, καθώς και με το περιβάλλον τους (Loucks, 2005)

Τα παραπάνω συστήματα είναι εξαιρετικά πολύπλοκα ως προς τη δομή και τη συμπεριφορά τους. Η αλληλεπίδραση που έχουν τα συστήματα αυτά μεταξύ τους και η αμφίδρομη σχέση που αναπτύσσουν με τη διαχείριση των υδατικών πόρων, περιπλέκουν ακόμη περισσότερο τη διαδικασία της διαχείρισης. Το μεγάλο πλήθος των παραμέτρων που υπεισέρχονται, ο αριθμός των προσώπων που εμπλέκονται και οι συχνά αντικρουόμενοι στόχοι που θα πρέπει να ικανοποιηθούν καθιστούν τη διαχείριση υδατικών πόρων μια διαδικασία εξαιρετικά πολύπλοκη.

2.2 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν από την υποβάθμιση της ποιότητας των νερών και την πίεση που ασκείται στα υδατικά αποθέματα λόγω της συνεχούς αύξησης της ζήτησης η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) με την Οδηγία πλαίσιο για τα νερά(2000/60/ΕΚ) θέσπισε ένα πλαίσιο για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των υπογείων, των μεταβατικών και των παράκτιων υδάτων. Η Οδηγία συνδυάζει ποιοτικούς, οικολογικούς και ποσοτικούς στόχους για την προστασία υδάτινων οικοσυστημάτων και την καλή κατάσταση όλων των υδατικών πόρων και θέτει ως κεντρική ιδέα την ολοκληρωμένη διαχείριση τους στη γεωγραφική κλίμακα των λεκανών απορροής ποταμών. Επιπλέον, επαναπροσδιορίζει την έννοια της λεκάνης απορροής, η οποία περιλαμβάνει τα εσωτερικά επιφανειακά (ποταμοί, λίμνες), τα υπόγεια ύδατα, τα μεταβατικά (δέλτα, εκβολές ποταμών) και τα παράκτια οικοσυστήματα.

Για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού καθορίζει, μια σειρά από απαραίτητες ενέργειες που θα πρέπει να υλοποιηθούν εντός των καθορισμένων προθεσμιών, ώστε ο βασικός στόχος της Οδηγίας που είναι η αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης όλων των υδάτων και η επίτευξη “καλής κατάστασης” να επιτευχθεί μέχρι το 2015. Η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας στηρίζεται σε οικονομικές αρχές και εργαλεία καθώς και στην εφαρμογή ολοκληρωμένων προγραμμάτων μέτρων.

Παράλληλα, αντιμετωπίζονται συνολικά όλες οι χρήσεις και υπηρεσίες νερού, συνυπολογίζοντας την αξία του νερού για το περιβάλλον, την υγεία, την ανθρώπινη κατανάλωση και την κατανάλωση σε παραγωγικούς τομείς.

Η Οδηγία ενισχύει και διασφαλίζει τη συμμετοχή του κοινού με τη δημιουργία συστηματικών και ουσιαστικών διαδικασιών διαβούλευσης. Παράλληλα, προωθεί την αειφόρο και ολοκληρωμένη διαχείριση των διασυνοριακών λεκανών απορροής ποταμών. Στο ίδιο πλαίσιο, η Οδηγία 2000/60/ΕΚ δημιουργεί και εισάγει νέες προσεγγίσεις στην αντιμετώπιση κινδύνων από τις πλημμύρες και την ξηρασία.

Ωστόσο, η εφαρμογή της Οδηγίας στον Ελλαδικό χώρο είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Η Ελλάδα παρουσιάζει πολλές ιδιαιτερότητες που όπως:

- η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων και του πληθυσμού
- η εποχιακή ζήτηση νερού
- η εκτεταμένη ακτογραμμή
- οι πολλές λεκάνες απορροής μικρού μεγέθους
- ο μεγάλος αριθμός περιοχών με προβλήματα έλλειψης νερού
- η υπερεκμετάλλευση και υφαλμύριση των υπόγειων υδροφορέων που παρουσιάζονται σε ορισμένες περιοχές
- η γεωργία ως μεγάλος χρήστης νερού
- η ανεπάρκεια που παρατηρείται στις διοικητικές και τεχνικές υποδομές
- ο κατακερματισμός των αρμοδιοτήτων
- το ελλιπές και μη υλοποιημένο σε μεγάλο βαθμό θεσμικό πλαίσιο που ίσχυε έως σήμερα
- η μικρή εμπειρία και ευαισθητοποίηση του κοινού στις συμμετοχικές διαδικασίες.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία εμποδίζουν την εφαρμογή της Οδηγίας στα πλαίσια που αυτή απαιτεί και για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκαν σχέδια εναρμόνισής της με τις ελληνικές συνθήκες.

Στο πλαίσιο συμμόρφωσης με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60 για το νερό εναρμονίστηκε η εθνική με την κοινοτική νομοθεσία με τη θέσπιση του Νόμου 3199/03. Ο νόμος αυτός εφαρμόζεται για την προστασία και διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων. Εισάγει μια καινοτόμο και ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση των υδάτων η οποία αναγνωρίζει ρητά την οικολογική λειτουργία του νερού. Δίνει επίσης έμφαση στη διαχείριση των υδάτων σε επίπεδο απορροής ποταμού όπως και στην τιμολόγηση του νερού ώστε η τιμή να αντιπροσωπεύει το πλήρες κόστος του.

Οι βασικοί στόχοι του Νόμου 3199/03 είναι:

- Η μακροπρόθεσμη προστασία των υδατικών πόρων, η πρόληψη της επιδείνωσης των ήδη υποβαθμισμένων υδατικών πόρων και των υγροτόπων, καθώς και η προστασία και αποκατάστασή τους.

- Η μείωση και σε μερικές περιπτώσεις η σταδιακή εξάλειψη των βλαβερών και ρυπογόνων εκφορτώσεων η μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και η πρόληψη της επιπλέον επιδείνωσής τους
- Ο μετριασμός των συνεπειών των πλημμυρών και της ξηρασίας. Επιπλέον, ο Νόμος 3199/03 ενσωματώνει την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και το στόχο της διατήρησης ή της επίτευξης της «καλής οικολογικής κατάστασης» όλων των υδάτινων πόρων με τον έλεγχο της ρύπανσης και τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπών.
- Εισάγει καινοτόμες προσεγγίσεις σχετικά με την προστασία της ποσότητας των υδάτων και την διακρατική συνεργασία για την προστασία διασυνοριακών ποταμών και λιμνών.

Επιπρόσθετα με το νόμο 3199/03 συνίσταται νέα διοικητική δομή στον τομέα των υδατικών πόρων. Πιο συγκεκριμένα:

1. Δημιουργείται η **Εθνική Επιτροπή Υδάτων** που χαράζει την πολιτική για προστασία και διαχείριση των νερών, ελέγχει την εφαρμογή των αποφάσεων και εγκρίνει τα προγράμματα διαχείρισης.
2. Συνίσταται το **Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων** που ελέγχει τη συμβατότητα με το Κοινοτικό κεκτημένο και την εφαρμογή της Οδηγίας.
3. Συνίσταται **Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων** στο ΥΠΕΧΩΔΕ για τη κατάρτιση των εθνικών προγραμμάτων προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού, για την σύνταξη της ετήσιας έκθεσης της πορείας εφαρμογής. Επιπλέον, συντονίζει τις υπηρεσίες και τους φορείς που έχουν αρμοδιότητα στα νερά και εισηγείται τους κανόνες κοστολόγησης του νερού. Παρακολουθεί την ποιότητα και ποσότητα των υδατικών συστημάτων, διαχειρίζεται και συντηρεί τη βάση Μετεωρολογικών και υδρολογικών δεδομένων, ελέγχει τις Περιφερειακές διευθύνσεις υδάτων. Καταρτίζει το μητρώο προστατευόμενων περιοχών και έχει την ευθύνη μέχρι το 2015 να επιτύχει η καλή κατάσταση των υδατικών πόρων της χώρας και την εναρμόνιση με την Οδηγία.
4. Δημιουργούνται **Διευθύνσεις Υδάτων σε κάθε Περιφέρεια**, που έχουν την ευθύνη για την παρακολούθηση και τον έλεγχο στα πεδία των λεκανών απορροής για την

προστασία και διαχείριση των νερών. Ακόμα, καταρτίζουν τα προγράμματα μέτρων και παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων, τα προγράμματα ειδικών μέτρων κατά της ρύπανσης, τους γενικούς κανόνες χρήσης του νερού και εκδίδουν τις άδειες για χρήση και για την εκτέλεση έργων αξιοποίησης του νερού.

5. Συνίσταται **Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων**, οι αρμοδιότητες του οποίου είναι η γνωμοδότηση για τα σχέδια διαχείρισης, η ενημέρωση των πολιτών, η δημόσια διαβούλευση επί των σχεδίων για τα νερά, και γενικά για κάθε θέμα σχετικό με την πορεία των υδατικών πόρων.

Τέλος με το νέο νόμο εξασφαλίζεται η ενεργός συμμετοχή του κοινού και των ενδιαφερόμενων μερών με την αντιπροσώπευσή τους στο Εθνικό και στο Περιφερειακό Διαβούλιο Υδάτων τα οποία πρόκειται να αναπτυχθούν ως μέρος του νέου διαχειριστικού πλαισίου. Προβλέπει επίσης διοικητικές και ποινικές κυρώσεις για τους παραβάτες.

Προκειμένου να μεταφερθεί πλήρως η Οδηγία – Πλαίσιο, εκτός από το νέο νόμο, βρίσκονται σε εξέλιξη νομοθετικές πράξεις, Προεδρικά Διατάγματα και Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις για την ενσωμάτωση των τεχνικών όρων της Οδηγίας.

2.3 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η λήψη αποφάσεων, όπως τυπικά περιγράφεται από ορισμένους συγγραφείς είναι η επιλογή μιας λύσης μεταξύ εναλλακτικών προτάσεων που έχουμε στη διάθεσή μας. Αυτή, όμως, η άποψη παρουσιάζει τη λήψη αποφάσεων ως μια απλή εργασία. Στην ουσία, η λήψη αποφάσεων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και όχι μια απλή ενέργεια επιλογής μιας λύσης μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών (Τζωρτζάκης κ.α., 2002).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεων. Τέτοιες μέθοδοι είναι η Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων(MCDA), η SWOT ανάλυση, η μέθοδος DPSIR καθώς επίσης και η μέθοδος CSDA που ουσιαστικά αποτελεί μια ενδιάμεση μορφή των μεθόδων SWOT και DPSIR. Το ποιά από αυτές τις τεχνικές θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά, εξαρτάται κυρίως από τη φύση του προβλήματος και το σημείο στο οποίο θέλουμε να εστιάσουμε και να βελτιώσουμε. Στην συγκεκριμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί η Πολυκριτηριακή Ανάλυση.

Επίσης, δεδομένου ότι όλες οι γνωστές μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται σήμερα κατά τη λήψη των αποφάσεων, βασίζονται σε δείκτες, θα γίνει αναφορά στις σημαντικότερες ομάδες δεικτών προκειμένου να γίνει αντιληπτή η σημασία και ο ρόλος τους στη λήψη των αποφάσεων.

2.4 ΔΕΙΚΤΕΣ

Με τον όρο «δείκτης» εννοείται μια απλή μεταβλητή ή μια μεταβλητή η οποία έχει προκύψει από τη σύνθεση επιμέρους παραμέτρων και παρέχει πληροφορία ή περιγράφει ένα φαινόμενο. Οι δείκτες ως αποτέλεσμα πρωτογενών και επεξεργασμένων δεδομένων χρησιμοποιούνται για να απλοποιήσουν και να ποσοτικοποιήσουν την πληροφορία που αφορά σύνθετα φαινόμενα, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην διευκόλυνση της επικοινωνίας. Οι δείκτες έχουν και τον ρόλο του «καναλιού επικοινωνίας» μεταξύ των τμημάτων μιας πολύπλοκης πραγματικότητας και των δημιουργών της πολιτικής (Καραβίτης Χ., 2004).

Με την εμφάνιση της αειφορικής ανάπτυξης δημιουργήθηκαν και οι δείκτες της αειφορίας. Στην ευρύτερη κατηγορία των δεικτών αειφορίας ανήκουν και οι περιβαλλοντικοί δείκτες οι οποίοι αντικατοπτρίζουν διάφορες τάσεις στην κατάσταση του περιβάλλοντος και παρακολουθούν την αναπτυσσόμενη πρόοδο των στόχων περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες αποκαλύπτουν την κατάσταση και την ποιότητα του περιβάλλοντος παρέχοντας έγκυρες πληροφορίες υπό την προϋπόθεση πάντα ότι σχεδιάζονται σωστά, παρακολουθούνται στενά και μεταφράζονται συνετά. Υπό αυτή την έννοια οι περιβαλλοντικοί δείκτες χρησιμοποιούνται είτε σε πρώτο στάδιο, κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού ολοκληρωμένων συστημάτων περιβαλλοντικής πολιτικής είτε, σε δεύτερο στάδιο, κατά τη διαδικασία ελέγχου της αποτελεσματικότητας και της επιτυχίας των εφαρμοσμένων αυτών συστημάτων περιβαλλοντικής πολιτικής (Storksdiack and Otro-Zimmermann, 1994; Leka et al., 2005).

Ειδικότερα οι περιβαλλοντικοί δείκτες (Leka et al., 2005) :

- i. Επιτρέπουν την εκτίμηση των περιβαλλοντικών συνιστωσών που δεν μπορούν να μετρηθούν άμεσα, με τη μέτρηση των φυσικών μεταβλητών οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση αυτών και την αντοχή των υπό μελέτη συνιστωσών.
- ii. Επιτρέπουν τις συγκρίσεις στο χώρο και στο χρόνο
- iii. Διαμορφώνουν βάση πληροφοριών η οποία χρησιμοποιείται από τους λήπτες των αποφάσεων και από το ευρύ κοινό με στόχο τη διαμόρφωση της κοινής γνώμης και τη διευκόλυνση της κοινωνικής ευαισθητοποίησης και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.
- iv. Καθιερώνουν ένα μέγεθος μέτρησης της αποτελεσματικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, πολιτικών και δράσεων καθώς και της εκτίμησης της επιτυγχάνουσας προόδου.

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες είναι επιλεγμένες παράμετροι που μπορούν να εκτιμηθούν ποσοτικά ή ποιοτικά και βρίσκονται κάπου σε ενδιάμεση θέση στην αλυσίδα επιπτώσεων, αλλά όσο το δυνατόν πιο μακριά από τις αρχικές αιτίες. Το όνομά τους σημαίνει ότι δίνουν μια ένδειξη της κατάστασης των επηρεαζόμενων ανθρώπινων ενδιαφερόντων και αξιών, πρέπει δε να αντιπροσωπεύουν την κατάσταση αυτή με αρκετά ικανοποιητικό τρόπο. Συμβολίζουν τους περιβαλλοντικούς στόχους, και χρησιμεύουν για την βελτιστοποίηση των δράσεων της πολιτικής περιβάλλοντος (Leka et al., 2005).

Οι ομάδες των περιβαλλοντικών δεικτών είναι η εξής (Storksdieck και Otto – Zimmermann, 1994):

1. Δείκτες βιωσιμότητας
2. Δείκτες συνολικής ποιότητας
3. Δείκτες που ανήκουν στο κλασικό μοντέλο και διαφέρουν ανάλογα με το θέμα και την κατηγορία που αναφέρονται

Οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών δεικτών ανάλογα με τη δομή τους είναι (Καραβίτης, 2004):

1. Περιγραφικοί δείκτες(Descriptive Indicators), όπου περιγράφουν την υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος.
2. Δείκτες Απόδοσης(Performance Indicators), οι οποίοι περιγράφουν και συγκρίνουν τα στοιχεία του συστήματος με προκαθορισμένες αξίες ή συνθήκες.
3. Δείκτες Αποτελεσματικότητας(Efficiency Indicators), οι οποίοι εκφράζουν τις πιέσεις που δέχεται το σύστημα από την κοινωνική ανάπτυξη.
4. Δείκτες Συνολικής Ευημερίας(Total Welfare Indicators), οι οποίοι εκφράζουν τη συνολική βιωσιμότητα του συστήματος.

Στη βιβλιογραφία, υπάρχουν γενικά διαφόρων ειδών κατηγοριοποιήσεις των δεικτών. Εξαρτάται λοιπόν από τον εκάστοτε μελετητή να διαλέξει ανάλογα με την πείρα του και το σκοπό του, την κατηγοριοποίηση που κατά τη γνώμη του εμφανίζει μεγαλύτερη συνεκτικότητα των στοιχείων και την κατάλληλη λογική συσχέτιση των αποτελεσμάτων.

Η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών στοχεύει στον εντοπισμό της σημασίας ορισμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων σε σχέση με κοινωνικά ενδιαφέροντα και αξίες. Ο προσδιορισμός μιας αλυσίδας επιπτώσεων που συνδέει τις αρχικές αιτίες, δηλαδή τις δραστηριότητες, με τα περιβαλλοντικά φαινόμενα και με τα κοινωνικά αποτελέσματα είναι μια επίπονη και αμφισβητούμενη εργασία, σε κάθε βήμα της οποίας προστίθενται αβεβαιότητες. Σήμερα, υπάρχει αυξανόμενη έρευνα και γνώση για το ρόλο των δεικτών. Η περιβαλλοντική πολιτική, όπως και η δράση ομάδων πίεσης στοχεύουν συχνά στην βελτίωση των δεικτών. Σημειώνεται πάντως ότι τα αναφερόμενα κοινωνικά ενδιαφέροντα και αξίες επηρεάζονται ταυτόχρονα και από άλλους τομείς, πλην του περιβάλλοντος (Leka et al, 2005).

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι δείκτες είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ χρόνου και πόρων, γι αυτό η αναζήτηση δεικτών καθολικά αποδεκτών αποτελεί ουτοπία. Δεν υπάρχουν καθολικά αποδεκτοί δείκτες, αλλά μόνο βέλτιστοι δείκτες για συγκεκριμένες περιστάσεις. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνεται μια επιλογή μεταξύ των υπαρχόντων

βάσει των συγκεκριμένων συνθηκών που επικρατούν, του διοικητικού και πολιτικού συστήματος και των στόχων που κάθε φορά επιδιώκονται. Συνοπτικά, αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τους αποφασίζοντες στο σχεδιασμό και στην εφαρμογή σχεδίων περιβαλλοντικής διοίκησης σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο (Leka et al., 2005).

2.5 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων (ΠΚΑΑ) ή Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA), μπορεί να ορισθεί ως μια συστηματική λογική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης διλημάτων που προκύπτουν από την επιδίωξη πολλών αντιμαχόμενων στόχων στη λήψη των αποφάσεων. Η ικανοποίηση των στόχων αυτών δεν μπορεί να είναι πλήρης. Οι διαθέσιμες επιλογές σε ένα τέτοιο πρόβλημα παρουσιάζουν άριστη επίδοση μόνο ως προς έναν ή περισσότερους – αλλά ποτέ ως προς όλους – τους στόχους, γιατί τότε δε θα υπήρχε πρόβλημα απόφασης: η επιλογή που θα ικανοποιούσε μια τέτοια συνθήκη θα ήταν η άριστη. Επομένως, είναι αναγκαίος ένας **συμβιβασμός(Compromise)** μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Πρέπει δηλαδή ο υπεύθυνος για τη λήψη της απόφασης να επιλέξει τον ή τους στόχους, τους οποίους επιθυμεί να μεγιστοποιήσει, καθώς και τις αντισταθμιστικές απώλειες που είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί ως προς τους υπόλοιπους στόχους. Η έννοια του συμβιβασμού και κατ' επέκταση της συμβιβαστικής λύσης – σε αντιδιαστολή προς την άριστη λύση – δηλώνει το χαρακτήρα των αποφάσεων – λύσεων, που αναζητούνται στα πολυκριτηριακά προβλήματα. Οι λύσεις αυτές είναι άριστες μόνο κατά την άποψη του ατόμου που αποφασίζει για την επιλογή (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Σχολή Χημικών Μηχανικών 2005).

Η επιστημονική περιοχή της πολυκριτηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει κατ' αρχήν ένα θεωρητικό υπόβαθρο, στο οποίο αναπτύσσεται η βασική λογική για την προσέγγιση τέτοιου είδους προβλημάτων. Ακόμη προσδιορίζονται τα κύρια δομικά στοιχεία του προβλήματος και αναλύονται οι βασικές τους ιδιότητες. Με βάση αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο έχει αναπτυχθεί ένα πλήθος τεχνικών, κατάλληλων για την αντιμετώπιση ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων που προκύπτουν στην πράξη. Αν και η ταξινόμηση των

τεχνικών αυτών σε ιδιαίτερες κατηγορίες δεν είναι αυστηρή, διακρίνονται τρεις βασικές ομάδες μεθόδων (Διακουλάκη 2005, Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Σχολή Χημικών Μηχανικών 2005) :

- Πολυκριτηριακή ιεράρχηση επιλογών: αυτές οι μέθοδοι επιχειρούν κατά ζεύγη ή σφαιρική σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων. Μια εναλλακτική α λέγεται ότι υπερέχει μιας άλλης εναλλακτικής β εάν, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το πρόβλημα και τις προτιμήσεις του ιθύνοντος, υπάρχει ένα αρκετά ισχυρό επιχείρημα για να υποστηριχθεί ένα συμπέρασμα ότι η α είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η β και κανένα ισχυρό επιχείρημα για το αντίθετο.
- Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός: οι εναλλακτικές λύσεις προκύπτουν ως συνδυασμοί συνεχών μεταβλητών απόφασης και υπακούουν σε ένα σύνολο περιορισμών.
- Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας: αυτές οι μέθοδοι συνθέτουν τις αξιολογήσεις της απόδοσης των εναλλακτικών λύσεων ενάντια στα μεμονωμένα κριτήρια, μαζί με τις πληροφορίες δια-κριτηρίων που απεικονίζουν την ανάλογη σημασία των διαφορετικών κριτηρίων, για να δώσουν μια γενική αξιολόγηση κάθε εναλλακτικής λύσης, που είναι ενδεικτική της προτίμησης των υπεύθυνων για τη λήψη των αποφάσεων.

Οι μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης διαφέρουν, ωστόσο, στον τρόπο με τον οποίο εξετάζεται η ιδέα των πολλαπλών κριτηρίων , στην εφαρμογή και τον υπολογισμό των βαρών, στο μαθηματικό αλγόριθμο που χρησιμοποιείται, στο πρότυπο που χρησιμοποιούν για να περιγράψουν το σύστημα των προτιμήσεων του ατόμου που αντιμετωπίζει τη λήψη αποφάσεων, στο επίπεδο αβεβαιότητας που ενσωματώνεται στο σύνολο των στοιχείων και στη δυνατότητα για τους αποφασίζοντες να συμμετέχουν στη διαδικασία (Μοσχογιάννη, 2008).

Κάθε πρόβλημα πολυκριτηριακής ανάλυσης προσδιορίζεται από ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά, που απορρέουν είτε από την ίδια τη φύση του προβλήματος είτε από τις

απόψεις και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η ταυτοποίηση του αντικειμένου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελεί ένα πρώτο στάδιο της αναλυτικής διαδικασίας, που διευκολύνει την κατανόηση του προβλήματος και επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επίλυσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Σχολή Χημικών Μηχανικών 2005):

➤ Στο στάδιο δόμησης του προβλήματος:

- καθορισμός του προβλήματος και επιλογή των πιθανών εναλλακτικών σεναρίων
- επιλογή των κριτηρίων
- μέτρηση των επιδόσεων και ταξινόμηση των κριτηρίων
- εκτίμηση της βαρύτητας του κάθε κριτηρίου
- δημιουργία του μοντέλου αξιολόγησης
- καθορισμός των πιθανών περιοριστικών παραμέτρων ανάλογα με το αντικείμενο του εξεταζόμενου προβλήματος
- τελική ταξινόμηση των εξεταζόμενων σεναρίων κατά σειρά βαθμολογίας με βάση τα χαρακτηριστικά του μοντέλου που θα επιλεγθεί (το σενάριο με την υψηλότερη βαθμολογία αντιστοιχεί στην ευνοϊκότερη περίπτωση)

➤ Στο στάδιο ανάλυσης των αποτελεσμάτων:

- ανάλυση ευαισθησίας της λύσης
- προσδιορισμός της σύγκρουσης των κριτηρίων

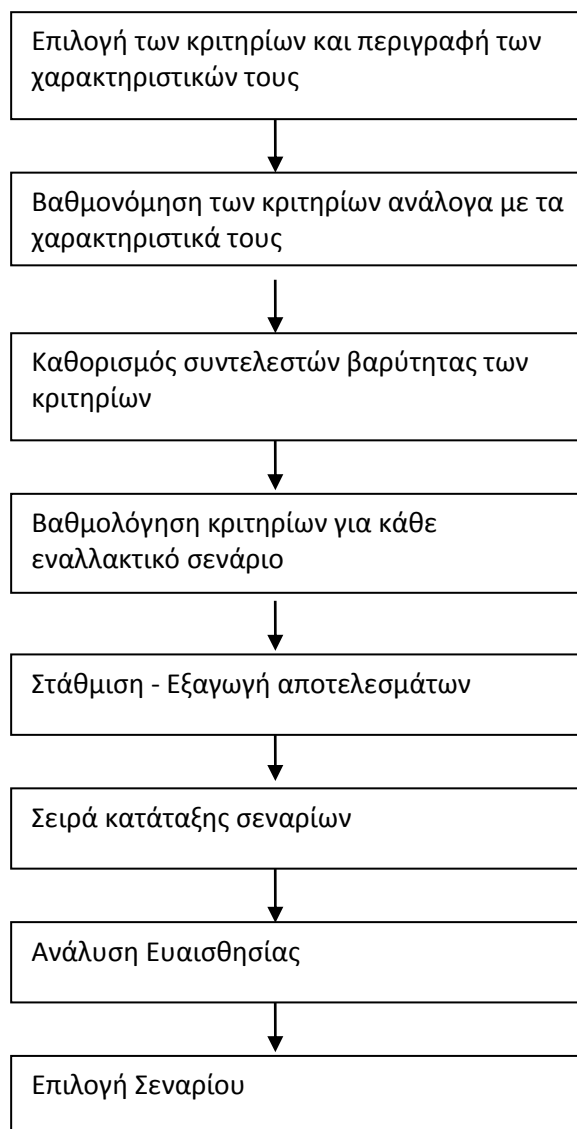
Το μαθηματικό μοντέλο υποβοηθά τον αποφασίζοντα στην αναζήτηση της βέλτιστης λύσης και στην καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας και των συνεπειών της απόφασής του.

Ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία που πρέπει να αναφερθούν σε σχέση με το πρόβλημα είναι τα εξής:

- Τα βασικά στοιχεία του προβλήματος είναι η μήτρα αξιολόγησης που περιλαμβάνει ένα σύνολο διακριτών επιλογών, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης και την επίδοση της κάθε επιλογής στο αντίστοιχο κριτήριο και το σύστημα προτιμήσεων του αποφασίζοντα που εμπεριέχει τη σχετική βαρύτητα των κριτηρίων, την κατεύθυνση προτίμησης των επιδόσεων (ελάχιστο ή μέγιστο) και τα όρια ανοχής.

- Το ζητούμενο από την επίλυση του προβλήματος είναι:
 - ο προσδιορισμός της σχετικά βέλτιστης λύσης
 - η ιεράρχηση του συνόλου των λύσεων
 - η ταξινόμηση των λύσεων σε ομάδες

- Η μέθοδος επίλυσης του προβλήματος:
 - μέθοδοι σύνθεσης των επιδόσεων: αναγωγή σε μονοκριτηριακό πρόβλημα, όπου το ένα κριτήριο εκφράζει τη συνολική χρησιμότητα της επιλογής
 - μέθοδοι ιεράρχησης των επιλογών: δυαδική σύγκριση των επιλογών σε κάθε κριτήριο και διατύπωση σχέσεων επικράτησης



Πίνακας 2: Απεικόνιση της διαδικασίας Πολυκριτηριακής Ανάλυσης (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Σχολή Χημικών Μηχανικών 2005)

Για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν είναι αυτές του Σταθμισμένου Μέσου Όρου (Weighted Average Method, WAM) και του Διακριτού Προγραμματισμένου Συμβιβασμού (Discrete Compromise Programming Method, CP) που είναι βασισμένες στην αξία ή την χρησιμότητα. Αυτό σημαίνει ότι η πραγματική αξία της εκτίμησης που έχουμε κάνει, χρησιμοποιείται για να βρεθεί η τελική επίδοση.

Αναλυτικότερα, τα βήματα των μεθόδων αυτών είναι ως ακολούθως (Καραβίτης, 2003).

1. Καθορισμός των βασικών κριτηρίων που θα πρέπει να εξεταστούν για την λήψη της καλύτερης επιλογής. Αυτά τα κριτήρια θα πρέπει να είναι λογικά ανεξάρτητα. Για παράδειγμα, αν τα κριτήρια αναγνωρίζονται ως προς το κόστος κατασκευής, το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης όλα τους σχετίζονται με ένα οικονομικό κριτήριο και δεν είναι απαραίτητα τόσο ανεξάρτητα. Θα ήταν καλύτερο να γίνει μεταχείριση αυτών ως υπό – κριτήρια ενός γενικού οικονομικού κριτηρίου.
2. Καθορισμός της σχετικής σημασίας αυτών των κριτηρίων μεταξύ τους. Μια κοινή προσέγγιση είναι να επιλεγθεί το λιγότερο σημαντικό από αυτά τα κριτήρια και να του εκχωρηθεί μια αξία που θα ισοδυναμεί με 1. Μετά για καθένα από τα υπόλοιπα κριτήρια, υποβάλλεται η ερώτηση : «Πόσες φορές πιο σημαντικό είναι αυτό το κριτήριο από το λιγότερο σημαντικό κριτήριο;» Η απάντηση σχετίζεται με την αξία που θα πρέπει να εκχωρηθεί, για παράδειγμα, αν το κριτήριο που εξετάζεται είναι διπλάσιας σημασίας από το τελευταίο σε σημασία κριτήριο θα λάβει αξία που ισοδυναμεί με 2, ή αν είναι εξίσου σημαντικό με αυτό θα λάβει αξία ίση με 1. Είναι επιτρεπτή η χρήση κλασμάτων, για παράδειγμα, μια αξία ίση με 1,5 υποδηλώνει πως το εξεταζόμενο κριτήριο είναι μία και μισή φορά πιο σημαντικό από το κριτήριο που είναι τελευταίο σε σημασία. Είναι επίσης απαραίτητο να οριοθετηθεί η μέγιστη αξία που μπορεί να εκχωρηθεί σε οποιοδήποτε κριτήριο. Το 3 ή το 4 ως μέγιστη αξία είναι μια καλή επιλογή. Αν η μεγαλύτερη αξία είναι πολύ μεγάλη, έχει την αριθμητική επίδραση του να περιορίζει το πρόβλημα σε πρόβλημα ενός μόνο κριτηρίου. Αφού εξασφαλιστεί μια σχετική σημασία για κάθε κριτήριο, μετά θα πρέπει να εξασφαλιστεί μια κανονικοποιημένη σημασία "βάρους" για κάθε κριτήριο διαιρώντας την τιμή κάθε σχετικής σημασίας με το άθροισμα των τιμών που έχουν αποφασιστεί για όλες τις σχετικές σημασίες. Αυτό δίνει σαν αποτέλεσμα ένα πλήθος από "σημασιακά βάρη" που έχουν άθροισμα ίσο με 1.

3. Χρήση μιας διαδικασίας παρόμοιας με το βήμα {2} για να εκχωρηθούν κανονικοποιημένα βάρη σε υπό - κριτήρια που έχουν καθοριστεί.
4. Επιλογή των εναλλακτικών που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Για κάθε εναλλακτική, θα πρέπει να εκτιμηθεί η απόδοση της εναλλακτικής σε σχέση με το κάθε κριτήριο ή υπό – κριτήριο. Αυτή η απόδοση μπορεί να αποδοθεί με έναν αριθμό (όπως το κόστος κατασκευής) ή μπορεί να είναι μια λέξη (όπως καλή ή φτωχή).
5. Μετατροπή των εκτιμήσεων του βήματος {4} σε μια κοινή αριθμητική κατάσταση που καλείται "εκτίμηση". Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη κλίμακα είναι από 1 έως 5, όπου το 5 αντιπροσωπεύει την καλύτερη κατάσταση και το 1 αντιπροσωπεύει την χειρότερη κατάσταση. Σε μια κλίμακα με 5 καταστάσεις αντιστοιχούν και λεκτικές επεξηγήσεις όπως: φτωχό(1), ανεπαρκές(2), ικανοποιητικό(3), καλό(4) και άριστο(5). Τα αποτελέσματα των βημάτων {2} – {5} συνοψίζονται σε ένα πίνακα που καλείται "αποζημίωση" ή "πλέγμα επιδράσεων":

Κριτήριο	Σημασιακά Βάρη	Εναλλακτική 1	Εναλλακτική 2	Εναλλακτική 3
C1	W1	R1,1	R1,2	R1,3
C2	W2	R2,1	R2,2	R2,3
C3	W3	R3,1	R3,2	R3,3
C4	W4	R4,1	R4,2	R4,3

Πίνακας 3: Κατάταξη κριτηρίων και βαθμολογία εναλλακτικών (Καραβίτης, 2003)

6. Κάθε μία από τις εναλλακτικές δεν θα πρέπει να «κυριαρχείται» ολοκληρωτικά από τις άλλες. Μια εναλλακτική κυριαρχείται ολοκληρωτικά από μια άλλη αν η βαθμολογία της για κάθε ένα κριτήριο είναι χαμηλότερη από τις αντίστοιχες βαθμολογίες μιας άλλης εναλλακτικής. Για παράδειγμα, αν όλες οι βαθμολογίες για την εναλλακτική 1 είναι χαμηλότερες από αυτές για την εναλλακτική 2, $R_{i,1} < R_{i,2}$ (for $i=1,2,3,4$), τότε δεν υπάρχει λόγος να ληφθεί υπόψη η εναλλακτική 1.

7. Οι βαθμολογίες στην εξόφληση ή στο πλέγμα επιδράσεων πρέπει να είναι συνδυασμένες σε ένα τελικό αποτέλεσμα για κάθε εναλλακτική. Μια από τις πιο

$$S_j = \sum_{i=1}^4 W_i * R_{i,j}$$

κοινές μεθόδους MCDA που χρησιμοποιείται για αυτό καλείται **Μέθοδος Σταθμισμένου Μέσου Όρου (WAM)**. Το αποτέλεσμα για μια εναλλακτική ορίζεται ως το άθροισμα των αποτελεσμάτων των κανονικοποιημένων βαρών επί την εκτίμηση κάθε κριτηρίου. Για παράδειγμα, το ολικό σκορ για την εναλλακτική 1 θα υπολογιζόταν ως:

Όπου το i αναπαριστά τα διάφορα κριτήρια και το j την εναλλακτική. Η εναλλακτική με το μεγαλύτερο σκορ(μεγαλύτερη τιμή του S_j) είναι και η προτιμώμενη εναλλακτική και έχει την πρώτη θέση στην κατάταξη. Η εναλλακτική με το αμέσως μεγαλύτερο S_j είναι η δεύτερη σε προτίμηση εναλλακτική κ.ο.κ.

8. Αν χρησιμοποιούνται υποκριτήρια, οι εκτιμήσεις για αυτά συνδυάζονται με τη βοήθεια των βαρών τους με τον τρόπο που περιγράφηκε στο βήμα {7} ώστε να δοθεί μια τελική εκτίμηση για τα βασικά κριτήρια. Αυτές οι τελικές εκτιμήσεις στη συνέχεια συνδυάζονται όπως περιγράφηκε στο βήμα {7}.

Η Μέθοδος Διακριτού Προγραμματισμένου Συμβιβασμού (CP) έχει πολλά κοινά σημεία με την Μέθοδο Σταθμισμένου Μέσου Όρου(WAM), εκτός από τον τρόπο που καθορίζονται οι εκτιμήσεις. Αντί να χρησιμοποιεί μια κλίμακα όπως από το 1 έως το 5, χρησιμοποιεί την ακόλουθη αναλογική εξίσωση (μετρική) για να καθορίσει την εκτίμηση ως ένα μέτρο της σχετικής εκτέλεσης μιας εναλλακτικής σε σχέση με την καλύτερη και την καλύτερη και την χειρότερη εναλλακτική για ένα συγκεκριμένο κριτήριο:

$$R_{i,j} = \left[\frac{Actual_{i,j} - Worst_i}{Best_i - Worst_i} \right]^p$$

Αν μία συγκεκριμένη εναλλακτική είναι η καλύτερη, θα λάβει την βαθμολογία 1 και αν είναι η χειρότερη θα λάβει την αξία 0. Ο εκθέτης p είναι η εξίσωση που χρησιμοποιείται ώστε να δώσει μεγαλύτερο βάρος στις καλύτερες εναλλακτικές. Αν το $p=1$, τα αποτελέσματα είναι πολύ κοντά σε αυτά της WAM, χρησιμοποιώντας όμως διαφορετική κλίμακα. Αν το $p=2$, τότε όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος, τόσο λιγότερο μειώνεται το τετράγωνο του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δίνεται μεγαλύτερο βάρος στις καλύτερες εναλλακτικές.

Τόσο η μέθοδος του Σταθμισμένου Μέσου Όρου (WAM), όσο και η Μέθοδος Διακριτού Προγραμματισμένου Συμβιβασμού (CP) ονομάζονται "Μέθοδοι με βάση την αξία". Αυτό σημαίνει ότι η πραγματική αξία της αξιολόγησης χρησιμοποιείται για να βρεθεί το τελικό σκορ. Για παράδειγμα, ένα σκορ ίσο με 4 είναι ακριβώς δύο φορές καλύτερο από ένα σκορ ίσο με 2. Υπάρχει μια διαφορετική ομάδα MCDA μεθόδων που ονομάζονται "Μέθοδοι με ιεράρχηση επιλογών" όπου η πραγματική αξία της επίδοσης είναι πολύ λιγότερο σημαντική. Αυτό που έχει σημασία είναι αν η επίδοση αυτή είναι προτιμότερη έναντι μιας άλλης. Μία τέτοια μέθοδος είναι και η **PROMETHEE II**, που θα χρησιμοποιηθεί και αυτή για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Σε αυτή την μέθοδο, γίνεται σύγκριση όλων των εναλλακτικών προτάσεων ανά ζεύγη. Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι αρχικά γίνεται σύγκριση της εναλλακτικής A1 με την εναλλακτική A2 σε σχέση με το κριτήριο 1, θα πρέπει να τεθεί το ερώτημα: «Είναι η A1 προτιμότερη της A2 για το C1;». Αν είναι προτιμότερη εκχωρείται η τιμή 1 σε ένα πίνακα προτιμήσεων και αν όχι εκχωρείται η τιμή 0. Η τιμή 0 εκχωρείται αν οι βαθμολογίες έχουν την ίδια τιμή ($R_{1,1} = R_{1,2}$), αφού ίσες βαθμολογίες σημαίνουν πως η μία δεν είναι καλύτερη από την άλλη. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ένα ποσοστό αδιαφορίας. Αυτό σημαίνει πως αν η διαφορά ανάμεσα στις βαθμολογίες της A1 και A2 είναι λιγότερη από ένα ποσοστό αδιαφορίας (για παράδειγμα 5% η μία από την άλλη) τότε δεν υπάρχει σημαντική προτίμηση και για την σύγκριση εκχωρείται η τιμή 0. Αν αυτό το ποσοστό αδιαφορίας ρυθμιστεί στο 0% για κάποια κριτήρια, αυτό σημαίνει "αυστηρή δομή προτίμησης". Τα αποτελέσματα αυτών των ανά ζεύγος συγκρίσεων θα δώσουν ένα πίνακα προτιμήσεων με μία σειρά για κάθε κριτήριο και αριθμό στηλών ίσο με τον αριθμό των εναλλακτικών στο τετράγωνο. Για παράδειγμα, η ανά ζεύγος σύγκριση 5 εναλλακτικών για

5 κριτήρια θα δώσει ένα πίνακα προτιμήσεων με 5 σειρές και 25 στήλες. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου πίνακα ακολουθεί παρακάτω:

		A1- A1	A1- A2	A1- A3	A1- A4	A1- A5	A2- A1	A2- A2	A2- A3	A2- A4	A2- A5	A3- A1	....	...
C1	W1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0		
C2	W2	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0		
C3	W3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0		
C4	W4	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0		
C5	W4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Πίνακας 4: Η μέθοδος PROMETHEE II (Καραβίτης, 2003)

Είναι σημαντικό να διευκρινιστούν οι λόγοι για τους οποίους γίνονται όλες οι συγκρίσεις στον πίνακα: Καταρχήν δεν είναι απολύτως απαραίτητο να περιληφθούν οι στήλες όπου μια εναλλακτική συγκρίνεται με τον εαυτό της. Είναι προφανές πως μία εναλλακτική δεν μπορεί να προτιμηθεί από τον εαυτό της οπότε οι τιμές προτίμησης θα είναι ίσες με 0 για όλα τα κριτήρια. Αυτές οι στήλες περιλαμβάνονται στο φύλλο παρουσίασης γιατί προσφέρουν μια συμμετρική δομή που γίνεται ευκολότερα αντιληπτή. Επίσης, η σύνδεση των A1-A2 και A2-A1 δεν είναι απλά συμπληρωματική. Για παράδειγμα, αν η A1 είναι προτιμότερη της A2 για το C1, τότε η αντίστοιχη αξία της προτίμησης της A1-A2 θα ισούται με 1, ενώ η τιμή της προτίμησης της A2-A1 θα ισούται με 0. Αν η A2 είχε προτιμηθεί έναντι της A1, τότε η τιμή προτίμησης της A1-A2 θα ισούται με 0, ενώ η τιμή προτίμησης της A2-A1 ισούται με 1. Αυτό εμφανίζεται να συνιστά μια συμπληρωματική σχέση. Ωστόσο, αν υποθεθεί ότι η A1 είναι ισότιμη με την A2, η τιμή προτίμησης της A1-A2 ισούται με 0 και η τιμή προτίμησης της A2-A1 είναι επίσης 0. Για αυτό τον λόγο θα πρέπει να γίνονται όλες οι συγκρίσεις.

Ο τρόπος παρουσίασης του πίνακα προτιμήσεων είναι παρόμοιος με τον τρόπο παρουσίασης ενός πίνακα της WAM. Για κάθε στήλη στον πίνακα προτιμήσεων, αν αθροιστούν τα αποτελέσματα από τα βάρη των κριτηρίων με τις αντίστοιχες τιμές προτίμησης τους, θα προκύψει ένα αποτέλεσμα προτίμησης με σταθμισμένο μέσο όρο. Για το συγκεκριμένο παράδειγμά των 5 εναλλακτικών, θα προέκυπταν 25 αποτελέσματα. Αυτά τα αποτελέσματα είναι τα δεδομένα για ένα δεύτερο πίνακα, τον καλούμενο πίνακα "υπεροχής", ο οποίος έχει την ακόλουθη μορφή:

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	Score for A1-A1	Score for A1-A2	Score for A1-A3	Score for A1-A4	Score for A1-A5
A2	Score for A2-A1	Score for A2-A2	Score for A2-A3	Score for A2-A4	Score for A2-A5
A3	...	...	...	...	...
A4	...	...	...	...	...
A5	...	...	...	...	...

Πίνακας 5: Σύγκριση εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II(Καραβίτης, 2003)

Η μορφή αυτού του πίνακα είναι τέτοια ώστε οι σειρές αναπαριστούν το ποσό με το οποίο μια εναλλακτική προτιμάται από κάθε μια από τις άλλες εναλλακτικές. Αν γινόταν άθροιση ή αφαίρεση του μέσου όρου των τιμών κατά μήκος της σειράς (για όλες τις στήλες), αυτό θα αποτελούσε το ποσό με το οποίο μια εναλλακτική προτιμάται από όλες τις άλλες εναλλακτικές. Η μέθοδος PROMETHEE II χρησιμοποιεί ένα μέσο όρο όλων των τιμών μιας σειράς, εκτός από την στήλη όπου μια εναλλακτική συγκρίνεται με τον εαυτό της. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι αυτό είναι μαθηματικά ισοδύναμο με την άθροιση όλων των τιμών μιας σειράς και στη συνέχεια την διαίρεση με τον αριθμό των εναλλακτικών μειωμένο κατά 1.

Με ένα παρεμφερή τρόπο οι στήλες αναπαριστούν το ποσό με το οποίο κάθε μία από τις άλλες εναλλακτικές προτιμάται έναντι μιας δοθείσας εναλλακτικής. Αν αφαιρεθεί ο μέσος όρος από μία στήλη, αυτό αναπαριστά το ποσό με το οποίο κάθε εναλλακτική προτιμάται έναντι μιας δοθείσας εναλλακτικής.

Αν εκτελεστούν όλες αυτές τις διαδικασίες εύρεσης του μέσου όρου μπορεί να παραχθεί μια επιπλέον στήλη και σειρά στον προηγούμενο πίνακα, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

	A1	A2	A3	A4	A5	Φ^+
A1	Score for A1-A1	Score for A1-A2	Score for A1-A3	Score for A1-A4	Score for A1-A5	Avg over row 1
A2	Score for A2-A1	Score for A2-A2	Score for A2-A3	Score for A2-A4	Score for A2-A5	Avg over row 2
A3	...	...	...	...	...	...
A4	...	...	...	...	...	...
A5	...	...	...	...	...	...
Φ^-	Avg over col A1	Avg over col A2	...	...	...

Πίνακας 6: Σύγκριση εναλλακτικών με τη μέθοδο PROMETHEE II και τελική βαθμολογία. (Καραβίτης, 2003)

Για να καθοριστεί η τελική βαθμολογία υπολογίζεται η καθαρή υπεροχή Φ , ως εξής:

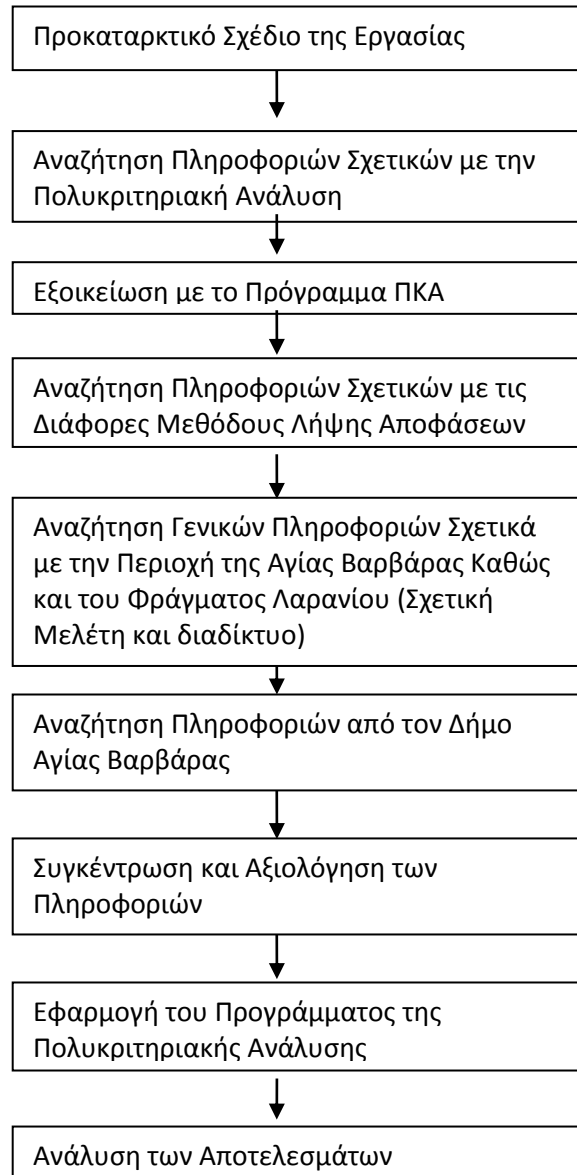
$$\Phi = \Phi^+ - \Phi^-$$

Όσο μεγαλύτερη η τιμή του Φ τόσο το καλύτερο. Είναι αξιοσημείωτο να παρατηρηθεί ότι σαν αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο καθορίστηκε το Φ , μια θετική τιμή υποδεικνύει ότι ο βαθμός υπεροχής υπερβαίνει τον βαθμό μη υπεροχής, μια αρνητική τιμή υποδεικνύει το αντίστροφο και η τιμή 0 υποδεικνύει ότι ο βαθμός υπεροχής είναι ισοδύναμος με τον βαθμό μη υπεροχής.

Το φύλλο παρουσίασης περιέχει δύο εφαρμογές της μεθόδου PROMETHEE II. Διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο χειρίζονται τα υπό – κριτήρια. Στην απλή εφαρμογή της μεθόδου, η διαδικασία εφαρμόζεται σε κάθε ένα από τα υπό – κριτήρια. Εφόσον το φύλλο παρουσίασης επιτρέπει 5 κύρια κριτήρια σε κάθε ένα από τα οποία επιτρέπονται 5 υπό – κριτήρια, θα απαιτηθούν 5 πίνακες, με κάθε πίνακα να αποτελείται από 5 σειρές (μία για κάθε υπό – κριτήριο) και 25 στήλες. Οι καθαρές υπεροχές βασισμένες στα αποτελέσματα του καθενός από αυτούς τους 5 πίνακες αναπαριστούν τα "αποτελέσματα" των κύριων κριτηρίων. Αυτό θα απαιτήσει έναν επιπλέον πίνακα με 5 σειρές και 25 στήλες για να δεχτεί τα αποτελέσματα από τα κύρια κριτήρια και να παρέχει τις πληροφορίες που θα μας οδηγήσουν στις τελικές υπεροχές.

Μια επιλογή για να μειωθεί το μέγεθος του προβλήματος, είναι πρώτα να συνδυαστούν τα υπό – κριτήρια χρησιμοποιώντας την μέθοδο του σταθμισμένου μέσου όρου. Αυτό θα δώσει "αποτελέσματα" για τα κύρια κριτήρια που μπορούν μετά να συνδυαστούν χρησιμοποιώντας την μέθοδο PROMETHEE II. Αυτό απαιτεί μόνο ένα πίνακα με 5 σειρές και 25 στήλες. Αυτή η μέθοδος είναι ένας υβριδικός συνδυασμός της PROMETHEE II και της WAM (Καραβίτης, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ



Σχήμα 3: Η διαδικασία ολοκλήρωσης της μεταπτυχιακής εργασίας

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται σχηματικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας που έχει ως σκοπό την εύρεση της καλύτερης λύσης για χρήση του νερού από τον ταμιευτήρα Λαρανίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΛΑΡΑΝΙΟΥ

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ

Στο κέντρο του νομού Ηρακλείου Κρήτης (30 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του Ηρακλείου) και κατά τους ντόπιους στο κέντρο της Κρήτης βρίσκεται η δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας, με έδρα της την ομώνυμη κωμόπολη, η οποία χαρακτηρίζεται σαν σταυροδρόμι για την πεδιάδα της Μεσσαράς και τα νότια βουνά του Ψηλορείτη. Σύμφωνα με το πρόγραμμα Καλλικράτης που τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιανουαρίου 2011, η Αγία Βαρβάρα πλέον ανήκει στον δήμο Γορτύνας με συνολική έκταση 462.71 τ.χλμ. και με νέα έδρα τους Άγιους Δέκα. Πρόκειται για μια δημοτική ενότητα ημιορεινή – ορεινή, με μέσο υψόμετρο τα 530 μέτρα η οποία σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είχε συνολικά 5.310 κατοίκους και έκταση 99.038 στρέμματα. Περιβάλλεται από τις δημοτικές ενότητες: Γοργολαίνη, Τετραχωρίου, Τεμένους από Βορρά, Ν.Καζαντζάκη και Αστερουσίων από Ανατολή, Κόφινα και Γορτύνης από Νότο και Ρουβά από τη Δύση. Η κύρια ασχολία των κατοίκων είναι η ελαιοκομία και η παραγωγή λαδιού(www.wikipedia.org).



Εικόνα 2: Δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας Ηρακλείου

Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός (απογραφή 2001)
Άνω Μουλίων	510
Αγίας Βαρβάρας	2.143
Αγίου Θωμά	789
Δουλίου	267
Λαρανίου	248
Μεγάλης Βρύσης	984
Πρισιά	369
Σύνολο	5.310

Πίνακας 7: Κατανομή πληθυσμού ανά δημοτικό διαμέρισμα (ΕΣΥΕ, 2001)

4.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΈΔΑΦΟΣ

Προκειμένου να γίνει η χαρτογράφηση του εδάφους στην περιοχή κατασκευής του φράγματος μελετήθηκαν οι παρακάτω ιδιότητες:

- Το μητρικό υλικό
- Η κοκκομετρική σύσταση
- Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους
- Η κατάσταση υδρομορφίας του εδάφους
- Ο βαθμός διάβρωσης του εδάφους
- Το βάθος του εδάφους
- Η παρουσία ανθρακικών αλάτων
- Η παρουσία χαλικιών και λίθων
- Η ταξινόμηση

Στη συνέχεια, για κάθε μια παράμετρο ορίστηκαν κλάσεις με αντίστοιχα σύμβολα τα οποία εμφανίζονται στο σύμβολο της χαρτογραφικής εδαφικής μονάδας.

ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ						
Πολύ καλά αποστραγγιζ.	Καλά αποστραγγιζ.	Μέτρια καλά αποστραγγιζ.	Ατελώς αποστραγγιζ.	Κακώς αποστραγγιζ.	Πολύ κακώς αποστραγγιζ.	
A	B	C	D	E	F,G	
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ						
Πολύ χονδρόκοκκο	Χονδρόκοκκο	Μέσης κοκκομετρικής	Μετρίως λεπτόκοκκο	Λεπτόκοκκο		
1	2	3	4	5		
ΒΑΘΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ(ΕΚ.)						
0-15	15-30	30-60	60-100	100-150	>150	
1	2	3	4	5	6	
ΚΛΙΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ(%)						
0-2	2-6	6-12	2-18	18-25	25-35	>35
A	B	C	D	E	F	G
ΑΔΡΟΜΕΡΗ ΥΛΙΚΑ(ΧΑΛΙΚΙΑ-ΠΕΤΡΕΣ(%))						
<20		20-60		>60		
1		2		3		
ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ						
Μάρμαρα	Κροκαλοπαγές	Ασβεστόλιθος	Αλλουβιακό	Σχιστόλιθος	Φλύσσης	
M	C	L	A	S	P	
ΒΑΘΜΟΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ						
Καμία διάβρωση	Ασθενής διάβρωση	Μέτρια διάβρωση	Ισχυρή διάβρωση	Πολύ ισχυρή διάβρωση		
0	1	2	3	4		
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ						
Inceptisol	Histosol		Entisol	Alfisol		
I	H		E	A		

Πίνακας 8: Παράμετροι με τις αντίστοιχες κλάσεις και σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν για τον ορισμό των χαρτογραφικών εδαφικών μονάδων

Ο χαρακτηρισμός της υδρομορφίας βασίζεται στην παρουσία εξανθήσεων σιδήρου, μαγγανίου, καθώς και στο χρώμα του υπεδάφους. Καλώς ή μετρίως αποστραγγιζόμενα

εδάφη εμφανίζονται κοκκινωπά, ενώ κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη εμφανίζονται γκρίζα (ορίζοντες gley).

Οι διάφορες κλάσεις υδρομορφίας που χρησιμοποιούνται στο σύστημα είναι οι ακόλουθες:

1. ***Κλάση A – Εδάφη πολύ καλώς αποστραγγιζόμενα.***

Χαρακτηρίζονται από απουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου σε όλο το βάθος της εδαφοτομής. Επικρατούν τα καστανωπά χρώματα, το έδαφος συνήθως έχει μεγάλη υδραυλική αγωγιμότητα και το νερό διηθείται στα βαθύτερα στρώματά του. Το έδαφος παραμένει υγρό μόνο κατά την υγρή περίοδο του έτους (διάρκεια υγρών μηνών). Δεν απαιτείται στράγγιση.

2. ***Κλάση B- Εδάφη καλώς αποστραγγιζόμενα.***

Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή γκρίζες εξανθήσεις σε βάθος μεταξύ 100 και 150 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Επικρατούν τα καστανά χρώματα σε όλο το βάθος της εδαφοτομής. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των φυτών τα εδάφη αυτά δεν είναι αρκετά υγρά για μακρό χρονικό διάστημα ώστε να επηρεάσουν δυσμενώς την ανάπτυξή τους. Δεν απαιτείται στράγγιση.

3. ***Κλάση C- Εδάφη καλώς αποστραγγιζόμενα.***

Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή γκρίζων εξανθήσεων σε βάθος μεταξύ 50 και 100 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Σε μερικά εδάφη της κλάσης αυτής μπορεί να υπάρχουν εξανθήσεις σε βάθος μικρότερο των 50 εκ., αλλά σε ποσοστό μικρότερο από 2%. Ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας τους υγρούς μήνες ανέρχεται και είναι δυνατόν να επηρεάσει δυσμενώς πολυετείς καλλιέργειες. Τα εδάφη αυτά απαιτούν στράγγιση για ευαίσθητες καλλιέργειες.

4. ***Κλάση D – Εδάφη ατελώς αποστραγγιζόμενα.***

Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή μερικών αναγωγικών θέσεων σε βάθος μεταξύ 30 και 50 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Το ποσοστό των εξανθήσεων στη στρώση αυτή είναι μικρότερο από 20%. Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη υγρασία για μακρά περίοδο του έτους κοντά στην επιφάνεια, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται δυσμενώς οι καλλιέργειες κατά την άνοιξη. Για πολυετείς καλλιέργειες απαιτείται στράγγιση.

5. **Κλάση E – Εδάφη κακώς αποστραγγιζόμενα.**

Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου σε βάθος μικρότερο των 30 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους ενώ η παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή των αναγωγικών θέσεων περιλαμβάνει ποσοστό 20-50% σε βάθος μεταξύ των 30 και 50 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Τα εδάφη αυτά έχουν υψηλή στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα κατά τη διάρκεια των υγρών μηνών του έτους. Για την καλλιέργεια πολυετών φυτών ή πρώιμων ανοιξιότικων καλλιεργειών, απαιτείται στράγγιση.

6. **Κλάση F, G – Εδάφη πολύ κακώς αποστραγγιζόμενα.**

Εδάφη με μόνιμη στάθμη υπόγειου ύδατος σε βάθος συνήθως μεγαλύτερο από 75 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Εάν επικρατούν αναγωγικές συνθήκες σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% σε βάθος από 75-150 εκ., το έδαφος χαρακτηρίζεται με F υδρομορφία. Εάν επικρατούν αναγωγικές συνθήκες σε βάθος μικρότερο από 75 εκ., το έδαφος χαρακτηρίζεται με G υδρομορφία. Εάν υπάρχει εποχιακή διακύμανση του υδροφόρου ορίζοντα, η κλάση υδρομορφίας μπορεί να χαρακτηριστεί σε συνδυασμό με μία από τις προηγούμενες κλάσεις (π.χ. E/F, E/G κλπ.). Τα εδάφη αυτά είναι υγρά μέχρι την επιφάνεια στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους, έτσι ώστε να εμποδίζεται η κανονική ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργειών. Απαιτείται οπωσδήποτε στράγγιση.

Τα ανθρακικά άλατα καθορίστηκαν ανάλογα με την περιεκτικότητα και το βάθος που ανιχνεύθηκαν έμμεσα με την αντίδραση σε αραιό υδροχλωρικό οξύ ως εξής:

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΛΑΣΗΣ
0	Έλλειψη αντίδρασης σε όλο το βάθος της εδαφοτομής.
1	Έλλειψη αντίδρασης στην επιφάνεια, ενώ υπάρχει αντίδραση στο υπέδαφος.
2	Ασθενής αντίδραση στον επιφανειακό ορίζοντα, ενώ η αντίδραση στα κατώτερα τμήματα δεν λαμβάνεται υπόψη.
3	Ισχυρή αντίδραση στην επιφάνεια, ενώ η αντίδραση στα άλλα τμήματα δεν λαμβάνεται υπόψη.

Πίνακας 9: Καθορισμός ανθρακικών αλάτων

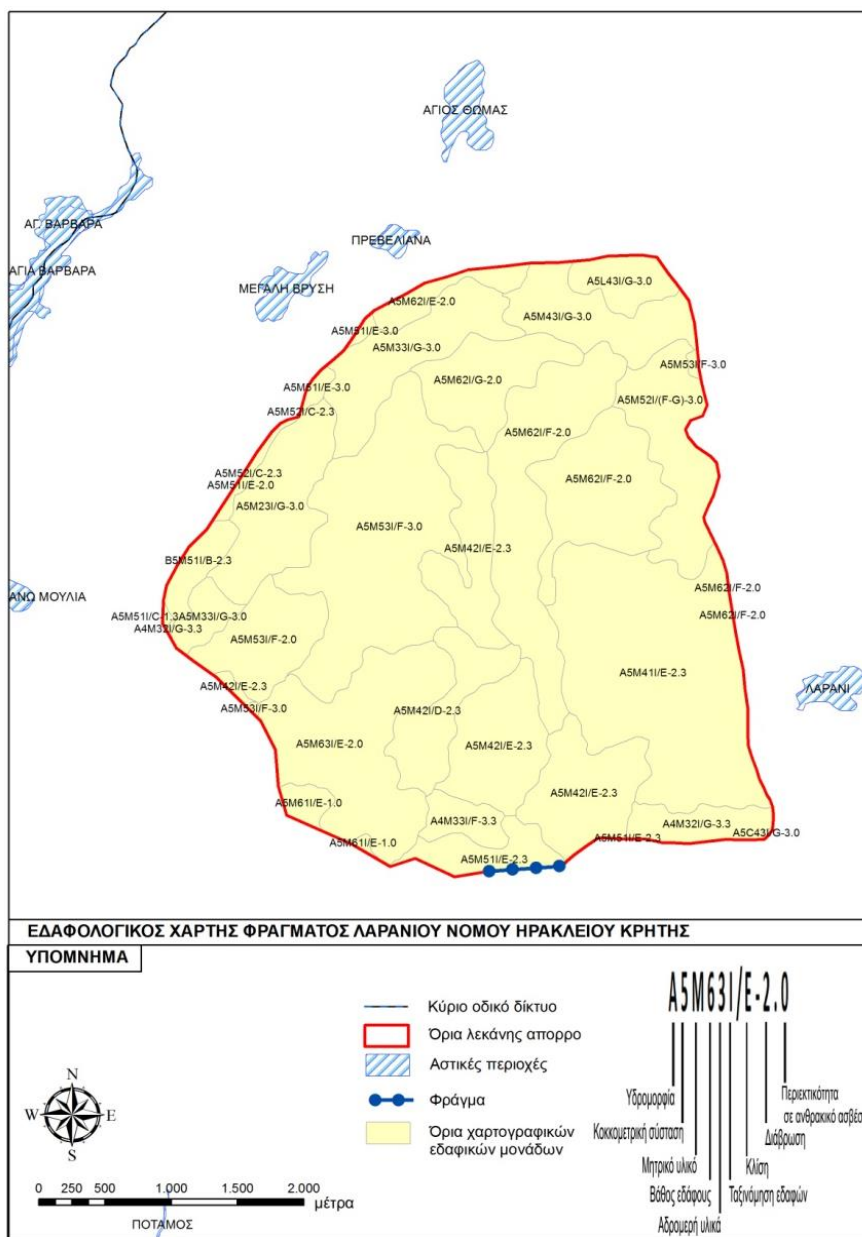
Ο ορισμός των κλάσεων του βαθμού διάβρωσης ορίζεται με βάση την παρουσία ή απουσία οριζόντων και χαραδρώσεων ως εξής:

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΛΑΣΗΣ
0	Καμία διάβρωση
1	Εδάφη που έχουν χάσει μέρος του A ορίζοντα, αλλά κατά μέσο όρο λιγότερο από 25% του αρχικού A ορίζοντα. Ενδείξεις για κλάση διάβρωσης 1 είναι (α) λιγότερες αυλακώσεις (rills), (β) συγκέντρωση υλικών στη βάση μιας κλίσης ή σε ένα κοίλωμα, (γ) διάσπαρτες κηλίδες όπου ο ορίζοντας καλλιέργειας περιέχει υλικά από τον υποκείμενο ορίζοντα.
2	Εδάφη που έχουν χάσει κατά μέσο όρο 25-75% του αρχικού A ορίζοντα. Στην κλάση διάβρωσης 2 η επιφανειακή στρώση αποτελείται από μείγμα υλικών του A ορίζοντα και του υποκείμενου ορίζοντα. Σε ορισμένες περιοχές μπορεί να υπάρχει μία σύνθετη κατάσταση από κηλίδες χωρίς καμία διάβρωση, μέχρι κηλίδες όπου όλος ο A ορίζοντας έχει απομακρυνθεί. Όπου ο A ορίζοντας είναι αρκετά παχύς, ελάχιστη ή καμία ανάμειξη υλικών του A ορίζοντα με τον υποκείμενο έχει λάβει χώρα.
3	Εδάφη που έχουν χάσει όλο τον A ορίζοντα και μερικούς από τους βαθύτερους οριζόντες στη μεγαλύτερη έκταση. Το αρχικό έδαφος μπορεί να αναγνωρισθεί μόνο σε μεμονωμένες κηλίδες .

4	Εδάφη που έχουν χάσει όλο τον Α ορίζοντα και μερικούς ή όλους τους βαθύτερους ορίζοντες στη μεγαλύτερη έκταση. Το αρχικό έδαφος μπορεί να αναγνωρισθεί μόνο σε μεμονωμένες κηλίδες. Παρατηρείται στην επιφάνεια ένα πολύπλοκο σύστημα αυλακώσεων και χαραδρώσεων.
---	---

Πίνακας 10: Ορισμός κλάσεων βαθμού διάβρωσης (Κοσμάς 2009)

Με βάση την χαρτογράφηση των εδαφών σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία προέκυψε ο παρακάτω εδαφολογικός χάρτης:

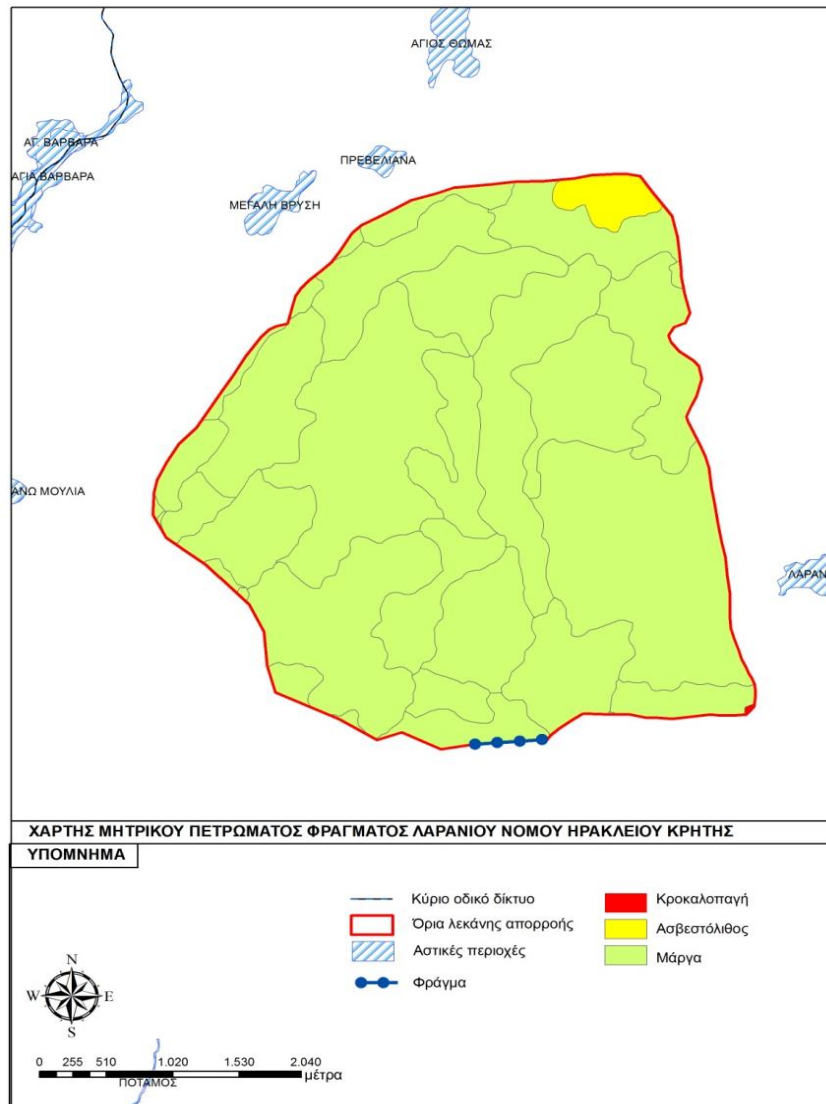


Εικόνα 3: Εδαφολογικός χάρτης περιοχής φράγματος (Κοσμάς 2009)



Εικόνα 4: Σύμβολο χαρτογραφικής εδαφικής μονάδας εδαφών (Κοσμάς 2009)

Αναλύοντας επομένως τις επιμέρους ιδιότητες του εδαφολογικού χάρτη προκύπτει ότι τα μητρικά πετρώματα στα οποία αναπτύχθηκαν τα εδάφη είναι κροκαλοπαγή, μάργες και ασβεστόλιθος. Οι μάργες είναι το επικρατέστερο μητρικό πέτρωμα με συνολική έκταση 15.413 στρέμματα (το 98,32% της περιοχής). Ο ασβεστόλιθος είναι το επόμενο σημαντικό μητρικό υλικό και καλύπτει έκταση 260 στρεμμάτων ή το 1,66% της περιοχής, ενώ τα κροκαλοπαγή καλύπτουν αμελητέα έκταση και επομένως δεν επηρεάζουν καθόλου τις ιδιότητες των εδαφών της περιοχής.



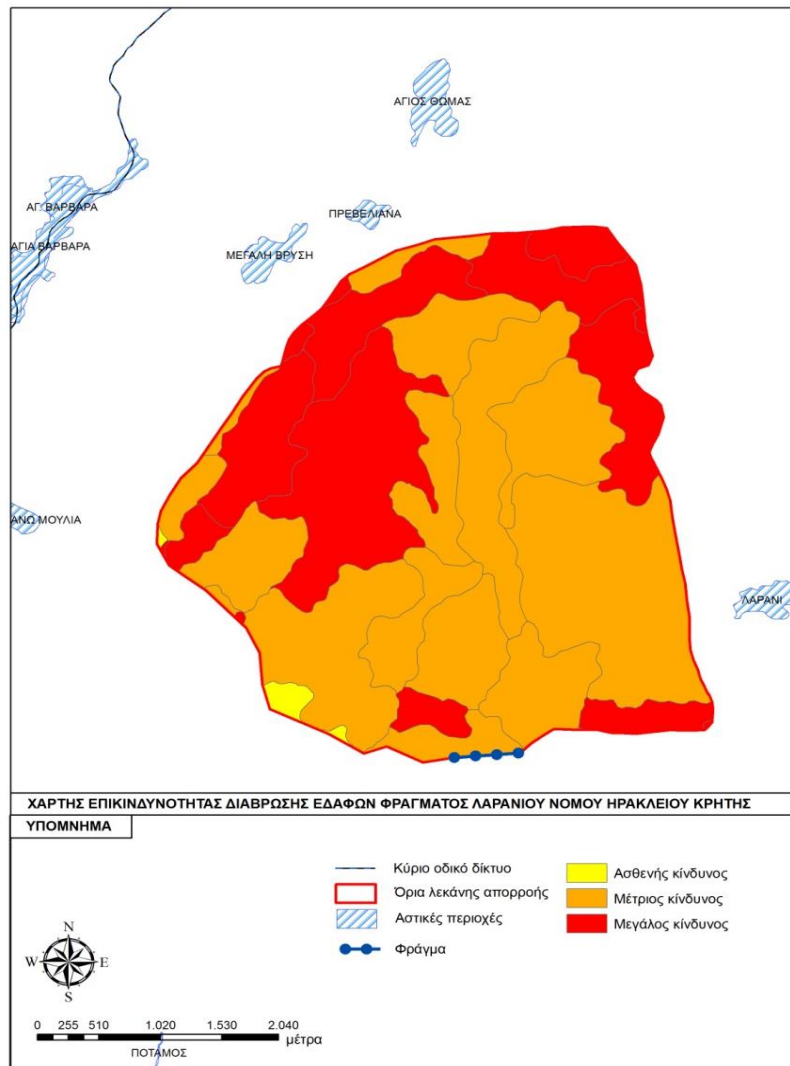
Εικόνα 5: Χάρτης μητρικών πετρωμάτων περιοχής φράγματος (Κοσμάς 2009)

Το βάθος των εδαφών της περιοχής παρουσιάζει διαφοροποίηση ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας του εδάφους και την βλάστηση. Τα μετρίως βαθιά εδάφη (βάθος 60-100 εκ.) καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση (5.528 στρέμματα, ή το 35,2% του συνόλου), τα βαθιά εδάφη (βάθος >150 εκ.) καταλαμβάνουν την αμέσως επόμενη μεγαλύτερη έκταση (4.255 στρέμματα, ή το 27,1% του συνόλου). Τα αβαθή εδάφη (βάθος 15-30 εκ.) καταλαμβάνουν έκταση 746 στρέμματα ή το 4,7% των περιοχών. Τα σχετικά βαθιά εδάφη (βάθος 30-60 εκ.) καταλαμβάνουν έκταση 1.336,6 στρέμματα, ή το 8,53% του συνόλου, ενώ τα βαθιά εδάφη καταλαμβάνουν το 24,31% της συνολικής έκτασης δηλαδή 3.810,3 στρέμματα.

Σχετικά με τις κλίσεις της επιφάνειας εδαφών στην περιοχή του φράγματος, υπάρχουν 6 κατηγορίες ανάλογα με το ποσοστό της κλίσης. Η πρώτη κατηγορία είναι οι «επίπεδες ή ελαφρώς κυματοειδής κλίσεις», με ποσοστά κλίσεως από 0-6%. Πολύ μικρές κλίσεις βρίσκονται σε πολύ μικρό ποσοστό στην συγκεκριμένη περιοχή, καθώς καταλαμβάνουν 6.192.380 στρέμματα (ή το 39,49% του συνόλου). Η επόμενη κατηγορία κλίσεων είναι «οι ελαφρώς κεκλιμένη ή κυματοειδής» που κυμαίνονται από 6%-12% και η έκταση που καταλαμβάνουν είναι 3.325.150 στρέμματα (ή το 21,21% του συνόλου). Η τρίτη κατηγορία κλίσεων, είναι «οι μετρίως κεκλιμένες κλίσεις» με ποσοστά μεταξύ 12%-18%. Στην υπό μελέτη περιοχή καταλαμβάνουν 5.432.360 στρέμματα (ή το 34,65% του συνόλου). Το γράμμα D αναφέρεται στην κατηγορία «ισχυρώς κεκλιμένη ή λοφώδης» κλίση με έκταση στην περιοχή του φράγματος 469.177 στρέμματα και κλάση από 18-25% (ή το 2,99% του συνόλου). Ακολούθως βρίσκεται η προτελευταία κατηγορία «οι απότομες κλίσεις» με ποσοστά από 25-35% και έκταση 72.967 στρέμματα (ή το 0,46% του συνόλου). Τελευταία και περισσότερο ικανή να προκαλέσει ανεπανόρθωτες ζημιές είναι η κατηγορία «Πολύ απότομες κλίσεις» που συναντώνται σε ποσοστά μεγαλύτερα από 35% και στην περιοχή Λαρανίου έχουν έκταση 185.148 στρέμματα (ή το 1,18% του συνόλου) (Καϊρης, 2009).

Η επικινδυνότητα διάβρωσης των εδαφών στην περιοχή ποικίλλει. «Ασθενής κίνδυνος» διάβρωσης υπάρχει σε πολύ μικρό ποσοστό στην συγκεκριμένη περιοχή, καθώς στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται 123091 στρέμματα (ή το 0,78% του συνόλου). Η επόμενη κατηγορία κινδύνου, είναι ο «μέτριος κίνδυνος» που η έκταση σε αυτή την κλάση είναι 9.886.130 στρέμματα (ή το 63,06% του συνόλου). Η τρίτη και τελευταία κατηγορία διαβρώσεως, είναι ο «μεγάλος κίνδυνος». Στην υπό μελέτη περιοχή 5.667.970 στρέμματα (ή το 36,15% του συνόλου) μπορούν να χαρακτηριστούν έτσι.

Συνεπώς οι συνθήκες ευστάθειας των πρανών του ταμιευτήρα κρίνονται ικανοποιητικές και δεν φαίνεται να υπάρχει θέμα κατολισθήσεων, οι οποίες θα μπορούσαν να δημιουργήσουν πρόβλημα για την ασφάλεια του έργου.



Εικόνα 6: Χάρτης επικινδυνότητας διάβρωσης εδαφών (Κοσμάς 2009)

Τέλος, όσον αφορά στην περίπτωση του διαχωρισμού των εδαφών με βάση την κοκκομετρική τους σύσταση, παρατηρούμε ότι υπάρχουν μόνο μετρίως λεπτόκοκκα και λεπτόκοκκα εδάφη. Τα μετρίως λεπτόκοκκα εδάφη στην υπό μελέτη περιοχή αποτελούν μικρό ποσοστό καθώς η περιοχή που εντοπίζονται είναι 467.472 στρέμματα (ή το 2,98% του συνόλου). Τα λεπτόκοκκα υπάρχουν σε μεγαλύτερη ποσότητα, καθώς η έκταση που εντοπίστηκαν καλύπτει 15.209.700 στρέμματα (ή το 97,01% του συνόλου).

4.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κλίμα της περιοχής μελέτης ανήκει στον τύπο του «Μεσογειακού» το οποίο χαρακτηρίζεται από ήπιους βροχερούς χειμώνες με ανέμους μεγάλης έντασης και με θερμά

καλοκαίρια με ασθενείς ανέμους. Το σχήμα και η ορειογραφία της Κρήτης δημιουργούν τοπικές παραλλαγές στη θερμοκρασία, στους ανέμους και κυρίως στις βροχοπτώσεις.

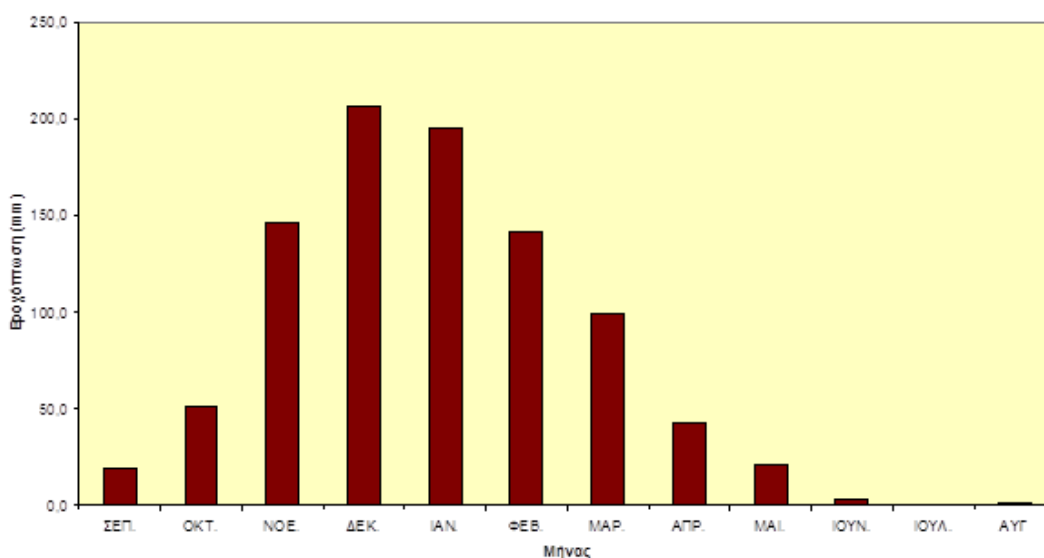
Για την περιγραφή του κλίματος χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Αγίας Βαρβάρας Ηρακλείου για την περίοδο 1965-2006. Ο μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται στο ομώνυμο δημοτικό διαμέρισμα σε τοποθεσία υψομέτρου 570 μέτρων, με γεωγραφικό μήκος 25° 00' και γεωγραφικό πλάτος 35° 08'.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΕΓΓ. ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ ΣΤΑΘΜΟΣ: ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΟΡΓΑΝΟ: ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΟ ΥΔΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ: ΔΥΤ. ΜΕΣΑΡΑΣ													Α.Μ. 20419 ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΑΠΟ: 1963 ΠΛΑΤ. 35ο 08' ΥΨ 570μ ΜΗΚ. 25ο 00'	
ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΜΜ														
ΥΔΡ.ΕΤΟΣ	ΣΕΠ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΥΝ.	
1965-66	0,0	25,8	11,2	217,6	201,5	25,5	122,0	36,7	45,0	26,0	0,0	0,0	711,3	
1966-67	30,2	14,1	50,4	263,4	93,8	112,0	132,2	45,1	31,6	0,0	0,0	0,0	772,8	
1967-68	5,4	131,8	117,1	237,1	434,0	67,0	71,0	21,0	6,0	2,3	0,0	17,5	1110,2	
1968-69	6,4	118,5	199,3	128,3	154,7	21,0	115,2	45,5	45,5	0,0	0,0	0,0	834,4	
1969-70	33,2	21,5	69,1	269,5	77,3	96,2	89,0	17,3	7,0	0,0	0,0	0,0	680,1	
1970-71	14,0	121,7	104,5	126,3	214,5	231,7	89,2	45,1	0,7	25,5	0,0	2,7	975,9	
1971-72	12,1	16,4	64,0	94,3	151,0	142,9	113,5	57,9	50,5	0,0	0,3	2,2	705,1	
1972-73	6,7	126,1	96,0	118,3	156,7	172,7	34,2	58,2	3,2	0,0	0,0	0,0	772,1	
1973-74	8,1	73,4	158,8	116,7	215,6	84,7	83,3	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	746,3	
1974-75	40,0	32,2	129,9	138,3	307,0	127,7	50,3	150,7	58,4	3,0	0,0	0,0	1037,5	
1975-76	2,5	3,0	229,3	186,6	193,6	251,4	177,9	48,8	14,0	0,0	0,0	0,0	1107,1	
1976-77	0,0	82,4	141,3	139,5	73,5	38,5	96,4	35,0	20,1	2,0	0,0	0,0	628,7	
1977-78	129,0	32,5	69,5	346,0	337,0	226,5	128,0	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1301,0	
1978-79	23,0	134,0	32,0	239,0	136,8	155,5	75,5	56,5	53,7	26,0	5,0	0,0	937,0	
1979-80	2,0	31,0	244,8	256,0	119,3	117,2	62,6	56,0	23,0	0,0	0,0	0,0	911,9	
1980-81	1,0	81,5	49,5	381,0	540,0	165,5	32,5	23,2	8,5	1,0	0,0	0,0	1283,7	
1981-82	0,0	3,8	200,2	321,6	99,0	303,8	112,4	34,4	39,0	2,5	0,0	0,0	1116,7	
1982-83	37,0	14,5	61,3	186,3	153,0	223,0	150,5	10,0	2,0	24,5		15,0	877,1	
1983-84	17,5	16,2	272,1	344,3	168,5	198,2	79,7	93,4	0,0	0,0	16,0	0,0	1205,9	
1984-85	0,0	7,0	298,7	212,2	382,2	150,5	119,0	74,5	13,5	0,0	0,0	0,0	1257,6	
1985-86	0,0	85,3	65,0	149,5	179,9	134,7	45,1	1,5	67,5	2,0	0,0	0,0	730,5	
1986-87	122,0	48,8	83,6	172,7	216,6	130,3	168,5	182,1	17,0	0,0	0,0	0,0	1141,6	
1987-88	0,0	21,0	189,0	195,0	180,6	331,1	208,1	24,3	30,0	0,0	0,0	0,0	1179,1	
1988-89	2,0	102,6	342,2	155,3	66,4	9,4	119,5	1,4	9,2	2,0	0,0	0,0	810,0	
1989-90	0,0	96,7	194,9	22,6	51,1	126,0	17,6	41,4	0,0	0,0	0,0	1,5	551,8	
1990-91	1,0	7,6	114,3	197,8	122,6	168,0	28,3	44,3	18,3	1,7	0,0	8,0	711,9	
1991-92	0,3	96,3	61,2	333,5	62,2	147,8	91,9	77,1	12,2	6,0	0,0	0,0	888,5	
1992-93	0,0	0,5	81,8	160,7	140,0	146,2	38,9	17,6	47,4	1,3	0,0	0,0	634,4	
1993-94	0,0	7,9	277,5	65,3	338,4	176,7	66,9	24,3	30,0	0,0	0,0	0,0	987,0	
1994-95	0,0	107,7	197,7	177,8	168,3	61,7	83,6	3,7	0,6	0,5	0,6	6,1	808,3	
1995-96	10,0	13,3	142,0	146,5	389,5	211,9	171,2	16,7	21,8	0,0	0,0	0,0	1122,9	

1996-97	30,7	59,1	280,1	280,1	68,6	128,3	337,0	19,3	33,0	1,6	0,0	0,0	1237,8
1997-98	7,8	144,4	108,3	172,4	170,4	39,0	240,6	27,2	26,9	0,0	0,0	0,0	937,0
1998-99	4,7	37,9	205,6	224,5	263,7	113,4	78,3	58,9	24,0	0,0	0,0	0,0	1011,0
1999-00	104,1	12,0	75,6	168,5	231,0	132,4	60,3	19,5	10,6	0,0	0,0	0,0	814,0
2000-01	6,9	27,3	279,2	137,2	117,6	222,9	8,5	94,5	27,4	0,0	0,0	0,0	921,5
2001-02	0,0	3,2	79,7	426,6	246,9	63,0	97,3	14,5	1,2	0,0	3,5	13,4	949,3
2002-03	121,1	101,2	273,4	394,0	222,8								1112,5
2003-04	5,0	17,5	167,6	253,1	247,3	148,2	25,5	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0	880,3
2004-05	0,0	0,0	61,9	212,9	186,7	139,0	33,4	36,1	60,7	14,6	0,0	0,0	745,3
2005-06	6,6	41,8	124,8	108,1	145,0	130,0	117,8	58,5	0,0	0,0	0,0	0,0	732,6
Μεγ.ύψος	129,0	144,4	342,2	426,6	540,0	331,1	337,0	182,1	67,5	26,0	16,0	17,5	1301,0
Ελ.Ύψος	0,0	0,0	11,2	22,6	51,1	9,4	8,5	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	551,8
Μ.Ο	19,3	51,7	146,4	206,7	195,7	141,8	99,3	43,2	21,5	3,6	0,7	1,7	923,9

Πίνακας 11: Βροχοπτώσεις στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας (Περιφέρεια Κρήτης 2011)

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, στην Αγία Βαρβάρα οι βροχοπτώσεις ετησίως ανέρχονται σε 923,9 mm κατά μέσο όρο. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι μέγιστη τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και ελάχιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, οι οποίοι μήνες είναι σχεδόν άνομβροι σε ολόκληρη την πεδινή Κρήτη. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής στην περιοχή ανέρχεται σε 90 περίπου ημέρες ετησίως (25% του έτους). Η κατανομή βέβαια των βροχοπτώσεων είναι άνιση, καθώς το 75% περίπου σημειώνεται στο διάστημα των 6 μηνών του χειμερινού ηλιοστασίου, με την ξηρά περίοδο να συμπίπτει με τους θερινούς μήνες.



Εικόνα 7: Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης κατά την περίοδο 1965-2006(Μ.Σ. Αγίας Βαρβάρας)

Η σχετική υγρασία που επικρατεί στην περιοχή είναι σχετικά υψηλή τον χειμώνα (με υψηλότερο ποσοστό το 68% τον Ιανουάριο), ελαττώνεται όμως πάρα πολύ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο – Αύγουστο (με ποσοστό 40%). Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται η ελάχιστη και η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία ατμόσφαιρας, η μέση μηνιαία ταχύτητα του ανέμου και η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια, όπως καταγράφηκαν στον μετεωρολογικό σταθμό της Αγίας Βαρβάρας.

Μήνας	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία	Σχετική Υγρασία	Μέση Μηνιαία Ταχύτητα Ανέμου	Μέση Μηνιαία Ηλιοφάνεια
	°C	°C	%	Km/day	Hours
Ιανουάριος	10.0	13.0	68	72	8.0
Φεβρουάριος	11.0	14.0	60	70	10.0
Μάρτιος	11.0	14.0	55	65	11.0
Απρίλιος	12.0	18.0	50	62	12.0
Μάιος	13.0	22.0	50	45	14.0
Ιούνιος	17.0	25.0	40	30	15.0
Ιούλιος	20.0	34.0	40	33	15.5
Αύγουστος	19.0	34.0	40	38	14.5
Σεπτέμβριος	16.0	27.0	60	27	13.0
Οκτώβριος	15.0	21.0	55	29	12.0
Νοέμβριος	12.0	18.0	60	30	10.0
Δεκέμβριος	11.0	14.0	55	50	9.0
Μ.Ο.	13.9	21.2	53	46	12.0

Πίνακας 12: Θερμοκρασίες – Υγρασία – Άνεμοι – Ηλιοφάνεια στην Αγία Βαρβάρα (Δήμος Αγίας Βαρβάρας 2012)

Θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία 27 °C, ενώ ο Ιανουάριος είναι ο πιο ψυχρός μήνας με 12 °C, ο οποίος διαφέρει ελάχιστα θερμομετρικά από τον Φεβρουάριο. Η διαφορά τους όμως τόσο με τον Δεκέμβριο όσο και με τον Απρίλιο είναι αισθητή.

Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι Βορειοδυτικοί με συχνότητα περίπου 28% και οι βόρειοι με συχνότητα περίπου 17%. Οι νότιοι άνεμοι πνέουν με εξίσου σημαντική συχνότητα 14,3%, ενώ οι βορειοανατολικοί άνεμοι συχνότητας 4,62% που προσβάλλουν την περιοχή είναι μικρής εντάσεως. Το ποσοστό νηνεμίας της περιοχής είναι 18,7%.

Η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερα υψηλή σε ολόκληρη την Κρήτη. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας ανέρχεται σε 2707 περίπου ώρες στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας. Αποτέλεσμα και της μεγάλης ηλιοφάνειας είναι και η ύπαρξη υψηλής μέσης εξάτμισης που υπολογίζεται ότι φτάνει τα 1177,72 mm το χρόνο. Η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ περίπου 5 (όγδοα) τον Ιανουάριο και 0,6 – 1 όγδοο τον Ιούλιο. Ο μέσος αριθμός αίθριων ημερών (νέφωση μεταξύ 0 και 1,5 όγδοα) κυμαίνεται μεταξύ 3 ημερών περίπου τον Ιανουάριο και 28 ημερών τον Ιούλιο στις πεδινές περιοχές. Στις ορεινές περιοχές ο αριθμός των αίθριων ημερών κατά τους θερινούς μήνες είναι κατά 30% μικρότερος.

Η ομίχλη (όπως και η πάχνη) είναι εξαιρετικά σπάνια στην Κρήτη. Ο μέσος συνολικός αριθμός ημερών ομίχλης είναι ίσος με λιγότερη από 1 ημέρα(0,9 στο Ηράκλειο). Αντίθετα συχνότερη είναι η εμφάνιση υδροσταγόνων πάνω στις επιφάνειες του εδάφους, δηλαδή η δρόσος. Ο μέσος συνολικός αριθμός ημερών δρόσου ανέρχεται σε 45,2 ημέρες το έτος. Η απουσία παγετού και ύπαρξης δρόσου είναι ωφέλιμα για την γεωργία. Η αξία της δρόσου είναι μεγάλη, καθώς θεωρείται από τα ευεργετικότερα μετεωρολογικά φαινόμενα στις καλλιέργειες, αφού αυξάνει τα επίπεδα υγρασίας και δεν αφήνει τις καλλιέργειες να ξεραθούν. Όσο ευεργετική είναι η δρόσος, τόσο καταστρεπτικός καθίσταται ο παγετός, ο οποίος παγώνει τους χυμούς των φυτών και των καρπών τους και τους στερεοποιεί με συνέπεια την καταστροφή τους. Λόγω των παραπάνω μετεωρολογικών φαινομένων, η περιοχή θεωρείται εξαιρετική για την καλλιέργεια αμπελουργικών και άλλων γεωργικών προϊόντων.

4.4 ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ

4.4.1 Η χλωρίδα της περιοχής

Η βλάστηση στην περιοχή που προτείνεται για τη δημιουργία του φράγματος χαρτογραφήθηκε με βάση τα επικρατούντα φυτικά είδη όπως θάμνοι, ετήσιες καλλιέργειες (σιτηρά, φυσική ετήσια βλάστηση, κλπ) και δενδρώδεις καλλιέργειες (ελιές, αμπέλια, κλπ). Το ποσοστό κάλυψης κάθε φυτικού είδους ορίστηκε σε κλάσεις όπως αυτές επηρεάζουν τη διάβρωση και την υποβάθμιση της γης με την χρήση ορθο-φωτοχαρτών (κλίμακα 1:30.000) και με επιτόπιες παρατηρήσεις. Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω κλάσεις φυτοκάλυψης: 10-25%, 25-50%, 50-75%, και 75-100%. Σε κάθε χαρτογραφική μονάδα καταγράφηκαν οι τύποι της επικρατούσης βλάστησης και το ποσοστό φυτοκάλυψης κάθε τύπου βλάστησης.

Όπως φαίνεται στο χάρτη που ακολουθεί η περιοχή στην οποία προτείνεται να δημιουργηθεί το φράγμα καλύπτεται κυρίως από συστηματικούς ελαιώνες ή μεικτές καλλιέργειες ελαιώνων με άλλες γεωργικές καλλιέργειες ή και με φυσική βλάστηση. Αναλυτικότερα το 83,45% της περιοχής μελέτης δηλαδή 13.083 στρέμματα καλύπτονται από αμιγείς ή μεικτούς ελαιώνες ενώ το 2,87% της περιοχής καταλαμβάνεται από 450 στρέμματα αμπελώνων. Η φυσική βλάστηση εκτείνεται σε περιοχή 2.079 στρεμμάτων που αντιστοιχεί στο 13,26% της περιοχής μελέτης ενώ μόλις το 0,41% της περιοχής καλύπτεται από 64 στρέμματα ετήσιων καλλιεργειών.

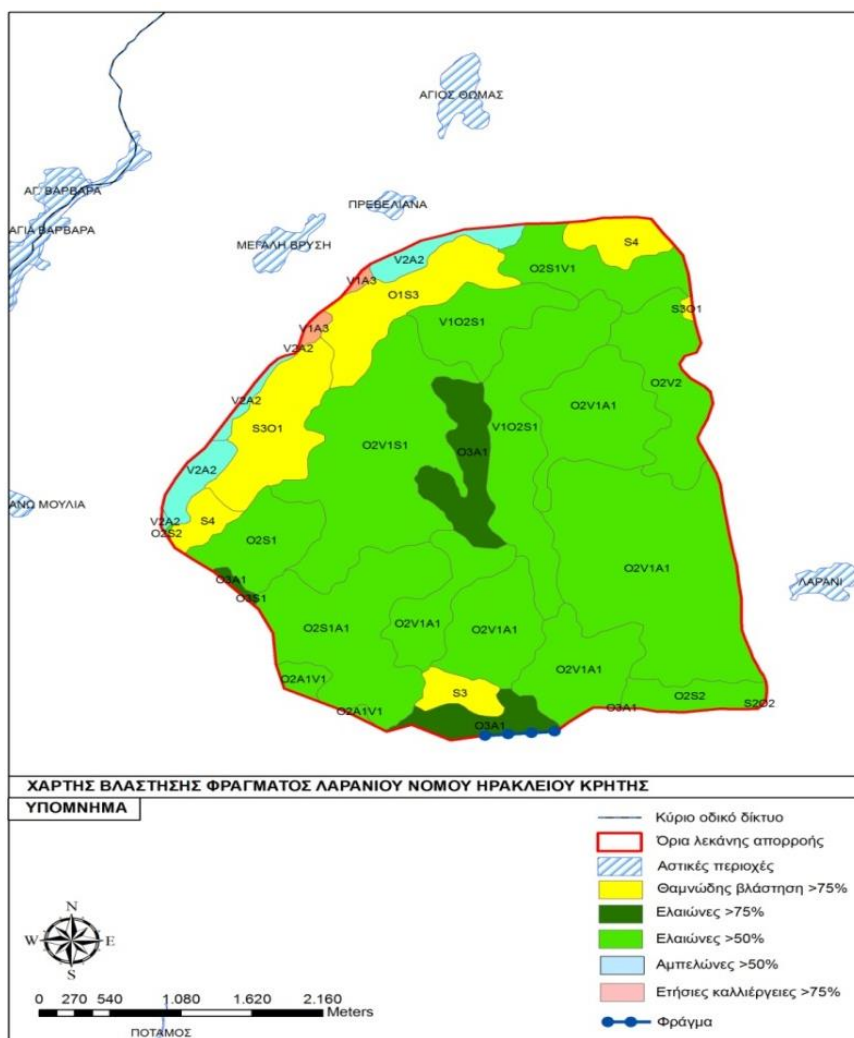
Όσον αφορά την φυσική βλάστηση, στην περιοχή του έργου κυριαρχούν τα φρύγανα της μεσογειακής μακίας, όπως το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), η κοκορεβυθιά (*Pistacia terebinthus*), ο σχίνος, το θαμνοκυπάρισσο (*Juniperus phoenicea*), η κουμαριά (*Arbutus unedo*) και η αγριοκουμαριά (*Arbutus adrachne*).

Επιπλέον στην περιοχή συναντώνται τα παρακάτω είδη : η έρικα (*Erica arborea*), το ρείκι (*Erica manipuliflora*), η ευφόρβια (*Euphorbia dendroides* & *Euphorbia acanthothamnos*), το θυμάρι (*Thymus capitatus*), ο ράμνος (*Rhamnus alaternus*), η θυμελαία (*Thymelaea hirsute*), το σφενδάμι (*Acer semprevirens*), η μηδική (*Medicago arborea*), ο ασπάλαθος (*Calicotome villosa*), η κληματίδα (*Clematis flammula*), η αγγαραθιά (*Phlomis cretica*), το τεύκριο (*Teucrium microphyllum*), η λαδανιά (*Cistus incanus-cretica*),

το φασκόμηλο (*Salvia officinallis*), η βερβερίδα (*Berberis cretica*), η πεύκη (*Pinus amygdaloformis*) κ.α.

Από τα ποώδη και βολβώδη φυτά στην ημιορεινή αυτή ζώνη συναντάμε: το κρητικό κυκλάμινο (*Cyclamen creticum*), την ίριδα (*Iris inguicularis*), το άλλιο (*Allium subrhirsurum*), τον ασφόδελο (*Asphodiline lutea* & *Asphodelus aestivus*), την ανεμώνη (*Anemone heldreinhii*), *Lathyrus* (διάφορα είδη), την βαλλωτή (*Ballota nigra*), κ.α.

Από τα δένδρα πιο συχνά συναντάμε στην ημιορεινή ζώνη τη χαρουπιά (*Ceratonia siligua*), την τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) και την κουτσουπιά (*Cercis siliguastrum*).



Εικόνα 8: Χάρτης βλάστησης περιοχής φράγματος(Κοσμάς 2009)

Για να εκτιμηθούν οι ιδιότητες των εδαφών και για να αξιολογηθεί η καταλληλότητά τους ως προς την δημιουργία φράγματος, έγινε αναγνωριστική ήμι-λεπτομερής χαρτογράφηση των εδαφών. Στον παραπάνω χάρτη όπου παρουσιάζεται η κατανομή της βλάστησης στην υπό μελέτη περιοχή, Ο αντιστοιχεί σε ελιές, V σε αμπέλια, S σε θάμνους, A σε ετήσιες καλλιέργειες, 2 σε ποσοστό κάλυψης 50%, 1 σε ποσοστό κάλυψης 25%, 3 σε ποσοστό κάλυψης 75% και 4 σε ποσοστό κάλυψης 100%.

4.4.2 Η πανίδα της περιοχής

Τα είδη της πανίδας που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή του έργου είναι φτωχά σε αριθμό ειδών αλλά και σε αριθμό ατόμων. Τα είδη που συναντώνται συχνότερα στην περιοχή είναι: ο λαγός (*Lepus europaeus*), ο ασβός (*Meles meles*-τρωτό είδος), η νυφίτσα (*Mustela nivalis*) και ο σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*).

Από τα πτηνά τα συνηθέστερα είναι: το χελιδόνι (*Hirundo rystika*), το σπουργίτι (*Passer domesticus* & *Passer hispaniolensis*), η καρδερίνα (*Carduelis carduelis*) και η κουρούνα (*Corvus corone*).

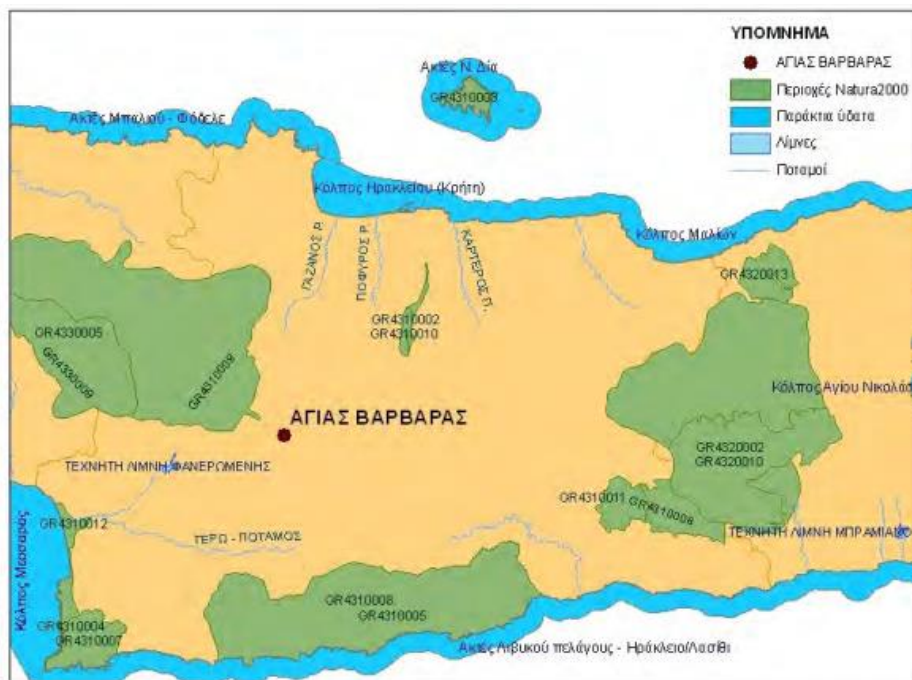
Τον χειμώνα στην περιοχή καταβαίνουν και άλλα είδη από ορεινά μέρη όπως είναι: ο σπίνος (*Fringila coelembis*), ο κοκκινολαίμης (*Erithacus rubecula*) και η παπαδίτσα (*Parus*).

Σύμφωνα με την Ορνιθολογική Εταιρεία Ελλάδας η περιοχή μελέτης για την κατασκευή του φράγματος δεν αποτελεί «Σημαντική περιοχή για τα πουλιά», δηλαδή δεν είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση παγκοσμίως απειλούμενων ειδών, ενδημικών ειδών ή ειδών πουλιών που εξαρτώνται από το συγκεκριμένο βιότοπο για την επιβίωση τους.

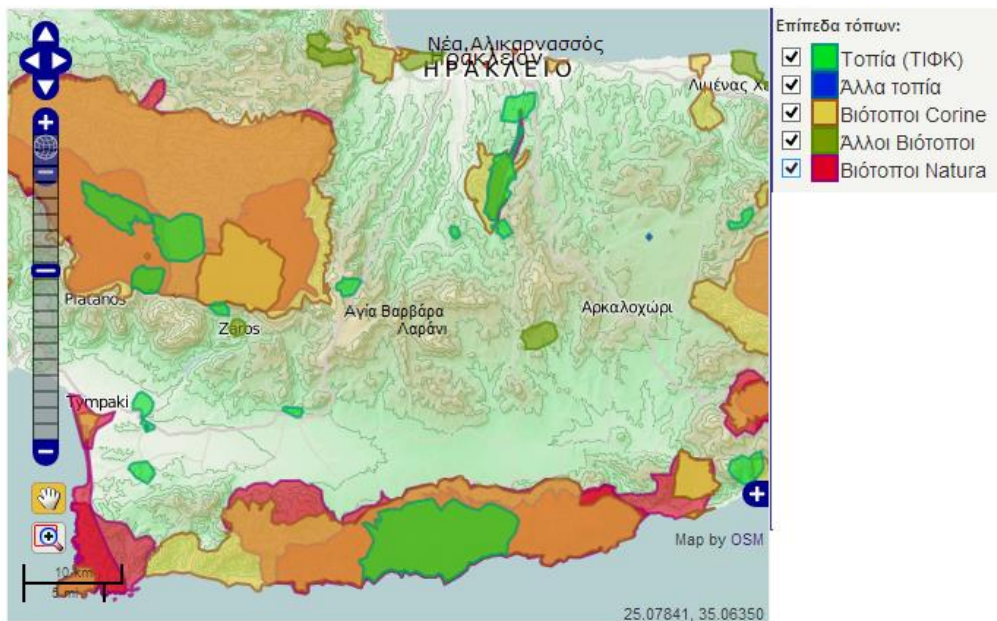
4.5 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η περιοχή του έργου δεν βρίσκεται μέσα σε προστατευόμενη περιοχή του Ν. 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, δεν εντάσσεται στα όρια του Ευρωπαϊκού Δικτύου Φύση (Natura 2000) για τη «Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» όπως προκύπτει από την εξέταση των χαρτών προστατευόμενων περιοχών (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ). Δεν χαρακτηρίζεται ως περιοχή

ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, καταφύγιο άγριας ζωής, μνημείο της φύσης, αρχαιολογικός χώρος, αισθητικό δάσος κλπ. Στη συγκεκριμένη περιοχή δεν υπάρχει φυσικός υγροβιότοπος ο οποίος να εμπίπτει στο καθεστώς προστασίας της Σύμβασης RAMSAR(ΦΕΚ 350/A/20-11-74). Τέλος δεν υπάρχουν μεγάλα τεχνικά έργα, εγκαταστάσεις, δίκτυα υποδομής, βιομηχανικές περιοχές ή τουριστικές εγκαταστάσεις. Επομένως η κατασκευή και η λειτουργία του έργου δεν θα επηρεάσει και δεν θα επιφέρει επιπτώσεις σε προστατευόμενες περιοχές καθώς απέχει πολύ από αυτές. Ο ταμιευτήρας θα κατακλύσει μόνο μικρής κλίμακας αγροτικές καλλιέργειες.



Εικόνα 9: Σχετική θέση Αγίας Βαρβάρας με προστατευόμενες περιοχές NATURA 2000 (ΥΠΕΚΑ)



Εικόνα 10: Χάρτης προστατευόμενων περιοχών (Φιλότης 2012)

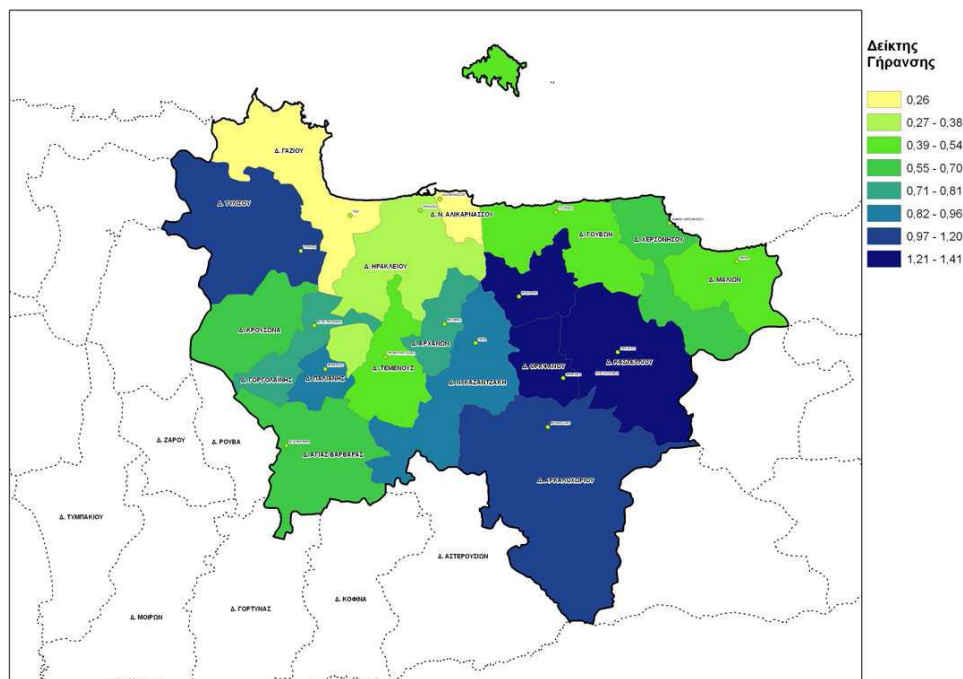
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

5.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Ο πληθυσμός της άμεσης περιοχής μελέτης (δηλαδή της δημοτικής ενότητας Αγίας Βαρβάρας) ανέρχεται σε 5.495 σύμφωνα με στοιχεία του 2011, έναντι 5.176 κατοίκων το 1991, παρουσιάζοντας πληθυσμιακή αύξηση 2,6% και 3,5% για τις δεκαετίες 1991-2001 και 2001-2011 αντίστοιχα.

Όσον αφορά τη σύνθεση του πληθυσμού κατά φύλο, η περιοχή μελέτης παρουσιάζει ιδιαιτερότητα σε σχέση με το σύνολο της χώρας υπέρ των ανδρών, ενώ αυτή κατά κανόνα δίνει ελαφρό προβάδισμα στο γυναικείο φύλο. Η ιδιαιτερότητα αυτή αποδίδεται στους μετανάστες, με μεγαλύτερο αριθμό ανδρών προσφύγων σε σχέση με τις γυναίκες (ΥΠΕΚΑ, 2010).

Ανάλογη της φυσικής κίνησης και της τάσης αστικοποίησης, είναι και η πυραμίδα ηλικιών στην περιοχή μελέτης, η οποία εμφανίζει στρέβλωση λόγω του γενικότερου φαινομένου γήρανσης στη χώρα και στην Ευρώπη, πάντως όμως μικρότερη σε σχέση με την περιφέρεια της χώρας. Το χαρακτηριστικό της πυραμίδας είναι το μεγάλο ποσοστό της τρίτης ηλικίας στους αγροτικούς δήμους όπως η Αγία Βαρβάρα.



Εικόνα 11: Χάρτης δεικτών γήρανσης (ΥΠΕΚΑ 2010)

Οι κάτοικοι της ενότητας Αγίας Βαρβάρας απασχολούνται κυρίως στον πρωτογενή τομέα ενώ πολύ χαμηλότερο είναι το ποσοστό απασχόλησης στο δευτερογενή και τον τριτογενή τομέα. Παρουσιάζεται εντονότερη συμμετοχή απασχολούμενων κατοίκων στον πρωτογενή τομέα, διότι λόγω της μικρής χρονοαπόστασης από την πόλη του Ηρακλείου έχουν μετεξελίξει την εξειδίκευσή τους στον πρωτογενή τομέα σε σύγχρονες ανταγωνιστικές επιχειρηματικές μορφές (βιολογικά προϊόντα, τυποποίηση κλπ), αξιοποιώντας τις υπηρεσίες υποστήριξης και την τεχνογνωσία που παρέχει το μητροπολιτικό κέντρο του Ηρακλείου, καθώς και τη δυνατότητα καθετοποίησης της παραγωγής με τη μεταποίηση των παραγόμενων αγροτικών προϊόντων.

Τα κυριότερα προϊόντα που παράγονται στην περιοχή είναι οι ελιές, το λάδι, τα σταφύλια, το λάχανο, ενώ επίσης παράγονται και κτηνοτροφικά προϊόντα. Επιχειρήσεις όπως ελαιουργεία, τυροκομεία και αποστακτήρια τσικουδιάς συμβάλλουν στην εξέλιξη της περιοχής.

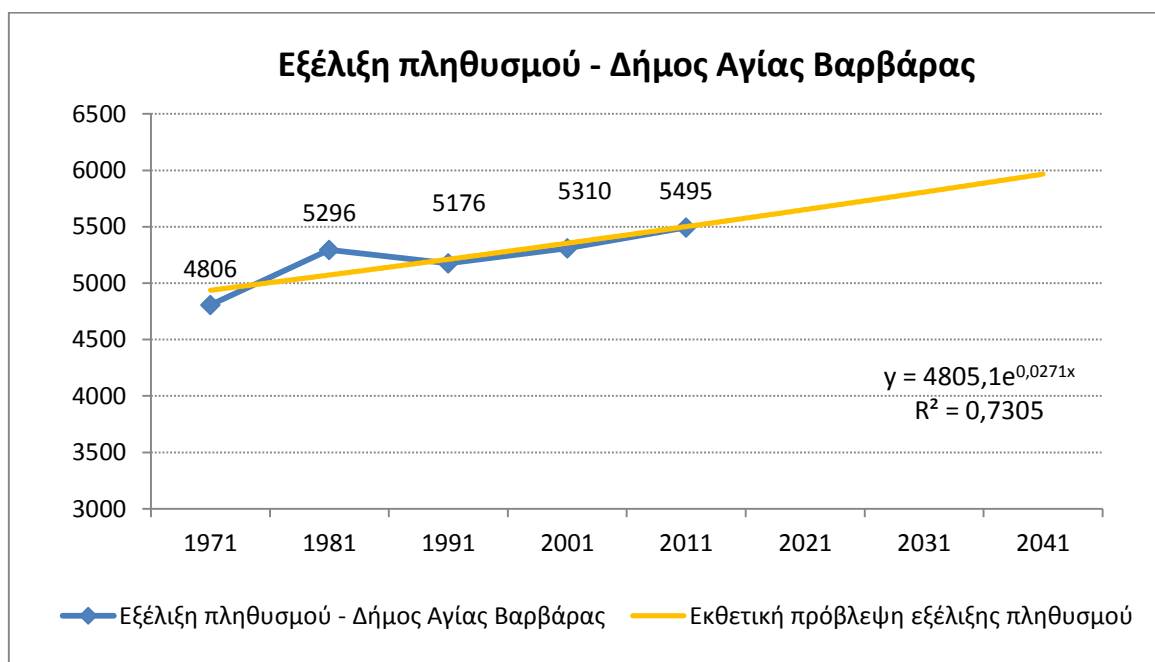
5.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ

Με την πρόβλεψη πληθυσμού της δημοτικής ενότητας Αγίας Βαρβάρας Κρήτης δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης των μελλοντικών αναγκών σε ύδρευση της περιοχής και αποκτάται μια εικόνα για την πυκνότητα του πληθυσμού στο μέλλον. Η πρόβλεψη έγινε για τα έτη 2021, 2031, 2041, με τα διαθέσιμα στοιχεία για τα έτη 1971, 1981, 1991, 2001 και 2011 από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος(ΕΣΥΕ).

Έτος	Πληθυσμός
1971	4806
1981	5296
1991	5176
2001	5310
2011	5495

Πίνακας 13: Πληθυσμός Αγίας Βαρβάρας (ΕΣΥΕ 2012)

Η γραμμή τάσης εξέλιξης του πληθυσμού σχηματίστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Excel. Ο πληθυσμός αυξάνεται εκθετικά, επομένως και η εκτίμηση της γραμμής τάσης εξέλιξης του πληθυσμού έγινε εκθετικά (exponential trendline).



Σχήμα 4: Εξέλιξη πληθυσμού Δήμου Αγίας Βαρβάρας

Το αποτέλεσμα που προέκυψε είναι μια εκτίμηση για περίπου 6000 κατοίκους το έτος 2041 για την Δημοτική ενότητα της Αγίας Βαρβάρας. Αν υποθέσουμε ότι ο κάθε κάτοικος καταναλώνει 150 λίτρα/ημέρα, τότε οι ανάγκες στην Αγία Βαρβάρα για ύδρευση κατά το έτος 2041 θα θεωρήσουμε ότι είναι: $6000 \cdot 150 \cdot 365 = 328.500.000$ λίτρα.

5.3 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Με βάση τα δεδομένα του αγροτικού πληθυσμού της χώρας, το βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού στην δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας μπορεί να χαρακτηριστεί ως αρκετά υψηλό.

Όλοι οι οικισμοί υδρεύονται ικανοποιητικά από πηγές, γεωτρήσεις και λιμνοδεξαμενές-φράγματα. Τα δίκτυα ύδρευσης έχουν αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από σύγχρονα υλικά (πλαστικούς σωλήνες). Συγκεκριμένα για τον οικισμό της Αγίας Βαρβάρας, τον Ιούνιο του 2009 ολοκληρώθηκε η αντικατάσταση του κεντρικού δικτύου ύδρευσης. Από τακτικές μετρήσεις που πραγματοποιούνται από τη ΔΕΥΑΗ και άλλα εργαστήρια με την ευθύνη του δήμου, η ποιότητα των νερών κρίνεται ικανοποιητική (ΥΠΕΚΑ 2010).

Η ηλεκτροδότηση έχει επεκταθεί προ πολλού σε όλους τους οικισμούς. Η Αγία Βαρβάρα δεν διαθέτει ακόμα αποχετευτικό δίκτυο ωστόσο έχει ήδη ξεκινήσει από τον Ιανουάριο του 2013 το έργο κατασκευής του αποχετευτικού δικτύου, όπως εξάλλου και του βιολογικού καθαρισμού της περιοχής, το οποίο εντάχθηκε στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα “Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013”.

Η περιοχή μελέτης διασχίζεται από οργανωμένο οδικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την πλούσια αγροτική παραγωγή και το εξαιρετικό περιβάλλον και κλίμα της περιοχής της προσδίδει σοβαρές αναπτυξιακές δυνατότητες.



Εικόνα 12: Αγία Βαρβάρα Ηρακλείου (Δήμος Αγίας Βαρβάρας 2009)

5.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η περιοχή μελέτης έχει έντονα αγροτικό χαρακτήρα, με ποσοστό απασχόλησης από 45% έως και 60% στον πρωτογενή τομέα. Κυρίαρχος κλάδος είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία, ενώ οι κλάδοι της αλιείας και της δασοπονίας απουσιάζουν δεδομένης της γεωγραφικής θέσης και των υφιστάμενων χρήσεων γης της περιοχής. Η γεωργική γη του δήμου σε επιφάνεια χρησιμοποιούμενων εκτάσεων καλύπτει το 11,4% της συνολικής επιφάνειας της περιοχής. Πρέπει να σημειωθεί ότι όπως και όλοι οι δήμοι του νομού Ηρακλείου, έτσι και η δημοτική ενότητα της Αγίας Βαρβάρας παρουσιάζει μείωση των απασχολούμενων στον πρωτογενή τομέα με μέσο όρο από 20,2% το 1991 και στο 14,4% το 2001.

Το Λαράνι ανήκει διοικητικά στη δημοτική ενότητα της Αγίας Βαρβάρας του δήμου Γόρτυνας. Οι καλλιέργειες σε στρέμματα καθώς και η παραγωγή σε κιλά ανά είδος καλλιέργειας κατά τοπική κοινότητα στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Γορτύνας παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν:

Τοπική κοινότητα	Αμπέλια σε στρέμματα	Δενδρώδεις καλλιέργειες σε στρέμματα	Κηπευτικά σε στρέμματα	Αροτραίες καλλιέργειες σε στρέμματα
Άνω Μούλια	850	3954	205	1088
Αγία Βαρβάρα	3050	7000	410	3923
Άγιος Θωμάς	2907	5800	140	3930
Λαράνι	575	500	31	7125
Πρινιάς	1050	2500	1810	1963
Μεγάλη Βρύση	2140	7708	135	3502
Δουλίου	1200	3000	26	5193
ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΤΑΣΕΩΝ	11772	30462	2757	26724

Πίνακας 14: Κατανομή των καλλιεργειών ανά στρέμμα στο δήμο Γορτύνας (Δήμος Γορτύνας 2013)

Τοπική κοινότητα	Ξηρή σταφίδα σε κιλά	Σταφύλια για γλευκοποίηση σε κιλά	Δενδροκομικά προϊόντα σε κιλά	Κηπευτικά σε κιλά
Άνω Μούλια	150.000	525.000	934.450	109.100
Αγία Βαρβάρα	603.000	600.000	934.450	367.900
Άγιος Θωμάς	135.000	380.000	843.500	229.000
Λαράνι	60.200	41.000	211.900	15.800
Πρινιάς	42.000	45.000	1.194.500	67.500
Μεγάλη Βρύση	425.000	600.000	3.401.460	111.500
Δουλίου	320.000	160.000	1.004.955	31.450
ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΤΑΣΕΩΝ	1.735.200	2.351.000	8.525.215	932.250

Πίνακας 15: Η παραγωγή των καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας σε κιλά στο δήμο Γορτύνας (Δήμος Γορτύνας 2013)

Από τους παραπάνω πίνακες και από το χάρτη βλάστησης της περιοχής του φράγματος διαπιστώνουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης γύρω από τη περιοχή μελέτης για τη κατασκευή του φράγματος, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή καλύπτεται από δενδρώδεις καλλιέργειες (κυρίως ελαιώνες).

Τα παραγόμενα γεωργικά προϊόντα της περιοχής σε μεγαλύτερο ποσοστό διατίθενται στο εμπόριο και μέρος τους μόνο κατακρατείται για τη διατροφή των κατοίκων της περιοχής.

Η κτηνοτροφία στην Κρήτη και ειδικά στην περιοχή μελέτης έχει κατά κύριο λόγο εκτατικό χαρακτήρα, με μικρό αριθμό οργανωμένων κτηνοτροφικών μονάδων. Η

κτηνοτροφία στην περιοχή μελέτης αφορά σε συντριπτικό ποσοστό στην αιγοπροβατοτροφία ελευθέρως βοσκής και στην εκτροφή πουλερικών. Οι φυλές των αιγοπροβάτων είναι κυρίως ντόπιες και η κτηνοτροφία είναι νομαδικού χαρακτήρα. Εκτεταμένη κτηνοτροφική δραστηριότητα ασκείται κυρίως στο τμήμα του ημιορεινού, ορεινού χώρου της περιοχής μελέτης, όπου τα καλλιεργήσιμα εδάφη είναι πολύ περιορισμένα ή είναι χαμηλής παραγωγικότητας. Η προβατοτροφία και αιγοτροφία στην Ελλάδα είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές και πρέπει να διατηρηθούν στις περιοχές αυτές επειδή αποτελούν μία από τις σημαντικότερες οικονομικές δραστηριότητες. Ωστόσο τα περιθώρια βελτίωσης και ανάπτυξης του κλάδου στις περιοχές αυτές είναι μικρά λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων (μικρή απόδοση βοσκοτόπων, ζώα μικρών αποδόσεων, συνεχής μετακίνηση των κοπαδιών, έλλειψη υποδομών κ.λπ. - ΥΠΕΚΑ 2010).

Οι ετήσιες ανάγκες σε νερό για την ύδρευση της κτηνοτροφίας στον δήμο Αγίας Βαρβάρας ανέρχονται σε 125.715 m³ (ΥΠΕΚΑ 2010).

Είδος ζώων	Κεφαλές
Ιπποειδή	308
Βοοειδή Εγχώρια	32
Βοοειδή Βελτιωμένα	0
Βοοειδή Ξενικών φυλών	7
Χοιρομητέρες	78
Πρόβατα	36,555
Αίγες	4,351
Κουνέλια	12,430
Όρνιθες	13,780
Μοσχάρια / Βόδια	4

Πίνακας 16: Διάρθρωση του κτηνοτροφικού κεφαλαίου στην υπό μελέτη περιοχή (ΥΠΕΚΑ 2010)

Όσον αφορά το δευτερογενή τομέα, στη δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας παράλληλα με την έντονη απασχόληση στο πρωτογενή τομέα, εμφανίζεται μια ήπια απασχόληση στη μεταποίηση, κατά κανόνα αγροτικών προϊόντων. Μικρή αύξηση της απασχόλησης επίσης παρατηρείται στη περιοχή στην καθετοποιημένη αγροτική παραγωγή με μονάδες οι οποίες επιδοτήθηκαν από διάφορα χρηματοδοτικά πλαίσια όπως το Leader

κλπ, ενώ η παραγωγή οικοδομικών υλικών η οποία ήταν αρκετά ανεπτυγμένη, φαίνεται ότι πέρασε σε μια φάση ύφεσης λόγω της γενικότερης οικονομικής κρίσης.

Ο τριτογενής τομέας δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένος στην περιοχή, καθώς η περιοχή της Αγίας Βαρβάρας δεν έχει να επιδείξει έντονη τουριστική ανάπτυξη. Ωστόσο παρουσιάζεται μια αύξηση των απασχολούμενων στον τριτογενή τομέα με μέσο όρο από 50,8% το 1991 στο 54,9% το 2001.

Πιο συγκεκριμένα, ο ενεργός πληθυσμός στη δημοτική ενότητα Αγίας Βαρβάρας ανέρχεται σε 2.039 κατοίκους. Με το πρωτογενή τομέα απασχολούνται 1.341 κάτοικοι, με το δευτερογενή τομέα 187 κάτοικοι και με τον τριτογενή τομέα 387 κάτοικοι, ενώ το ποσοστό ανεργίας ανέρχεται σε 6%.

Η περιοχή μελέτης πάσχει από τα γνωστά διαρθρωτικά προβλήματα που χαρακτηρίζουν γενικότερα τη χώρα, δηλαδή το μικρό και πολυτεμαχισμένο γεωργικό κλήρο, την πρόωρη γήρανση και το χαμηλό μορφωτικό επίπεδο του αγροτικού πληθυσμού, τη μειωμένη ανταγωνιστικότητα των προϊόντων εξαιτίας του αυξημένου κόστους παραγωγής και μεταφοράς, του χαμηλού ποσοστού αρδευόμενων εκτάσεων, την ενασχόληση με παραδοσιακές καλλιέργειες (ελαιοκαλλιέργεια και αμπελουργία), τον εντατικό χαρακτήρα της κτηνοτροφίας σε συνδυασμό με το μικρό αριθμό οργανωμένων κτηνοτροφικών μονάδων, την έλλειψη υποδομών, διαχείρισης και εμπορίας των αλιευμάτων και εκσυγχρονισμού και αναδιάρθρωσης του αλιευτικού στόλου και των μεθόδων αλιείας.

Ωστόσο η μικρή απόσταση του νομού από το Ηράκλειο προσδίδει ένα επιχειρηματικό χαρακτήρα στην αγροτική οικονομία με τυποποίηση (προϊόντα ΠΟΠ, ΠΓΕ και εξαγωγική δραστηριότητα), συνδυάζοντας έτσι τη γεωργική δραστηριότητα με την μεταποίηση αγροτικών προϊόντων αλλά και εναλλακτικές μορφές τουριστικής ανάπτυξης.

5.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης αρδεύεται πλημμελώς από δημοτικές γεωτρήσεις καθώς και από ιδιωτικά πηγάδια, ο ακριβής αριθμός των οποίων είναι άγνωστος. Επίσης στην περιοχή

υπάρχει δημοτικό δίκτυο άρδευσης, το οποίο όμως καλύπτει μόνο ένα μικρό μέρος των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Η άντληση του νερού μέσω των ιδιωτικών πηγαδιών αλλά και των δημοτικών γεωτρήσεων γίνεται κυρίως από τα ανώτερα υδροφόρα στρώματα. Η αξιοποίηση και υπερεκμετάλλευση του ανώτερου υδροφόρου ορίζοντα έχει σαν συνέπεια, αφενός την πτώση του υδροφόρου ορίζοντα, την ρύπανση των υδάτων στα κατώτερα υδροφόρα στρώματα και την υφαλμύρωση των υδάτων και αφετέρου την άμεση εξάρτηση για την παροχή νερού από το ύψος των βροχοπτώσεων. Ιδιαίτερα σε περιόδους έντονης ξηρασίας και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η παροχή νερού μέσω των γεωτρήσεων μειώνεται σημαντικά και το νερό που παρέχεται από το δημοτικό δίκτυο άρδευσης δεν είναι αρκετό για να καλύψει όλες τις ανάγκες των καλλιεργούμενων εκτάσεων, με αποτέλεσμα την απώλεια μέρους της ετήσιας παραγωγής.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων ζητήθηκε από τη δημοτική ενότητα της Αγίας Βαρβάρας η διεξαγωγή μελέτης για την κατασκευή του ταμιευτήρα Λαρανίου, ο οποίος θα μπορέσει να λύσει αποτελεσματικά το πρόβλημα της άρδευσης της ευρύτερης περιοχής.

Η άρδευση των καλλιεργειών στην περιοχή γίνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό με στάγδην άρδευση (κυρίως για τις δενδρώδεις καλλιέργειες) είτε με εκτοξευτήρες (κυρίως σε κηπευτικά και πατάτες). Στο μέλλον η εφαρμογή της στάγδην άρδευσης αναμένεται να επεκταθεί και σε άλλα είδη καλλιέργειας λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει κυρίως στην οικονομία του αρδευτικού νερού.

Στάγδην άρδευση (drip or tickle irrigation): Ο όρος στάγδην άρδευση σημαίνει ότι κατά τακτά χρονικά διαστήματα, η διανομή του νερού γίνεται ατομικά σε κάθε φυτό, με μικρές σταγόνες οι οποίες βγαίνουν από ειδικές συσκευές που ονομάζονται σταλακτήρες. Στη στάγδην άρδευση το νερό κινείται μέσα στους σωλήνες υπό πίεση και οι σταγόνες μπορούν να τοποθετηθούν επιφανειακά ή υπόγεια στο βάθος του ριζοστρώματος των φυτών. Τα βασικά πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου άρδευσης είναι:

- Η υψηλή αποδοτικότητα της άρδευσης που κυμαίνεται από 80 έως και 95%.

- Εξοικονόμηση ποσοτήτων νερού λόγω ελάχιστης επιφανειακής απορροής, βαθιάς διήθησης ή μεταφοράς ανέμου.
- Λειτουργία με χαμηλό ενεργειακό κόστος λόγω της χαμηλής πίεσης που απαιτείται.
- Εύκολη εφαρμογή σε εδάφη διαφόρων τύπων και κλίσεων.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα που παρουσιάζει η στάγδην άρδευση είναι το φράξιμο-κλείσιμο των σταγόνων σε περίπτωση που χρησιμοποιείται νερό κακής ποιότητας.

Άρδευση με εκτοξευτήρες (sprinklers irrigation): Οι εκτοξευτήρες χαμηλής και μέσης πίεσης λειτουργίας και παροχής βρίσκουν πλατιά εφαρμογή, κυρίως για την άρδευση δενδρωδών και εδαφοκαλυπτικών λαχανοκομικών καλλιεργειών. Σε περίπτωση που οι εκτοξευτήρες τοποθετούνται στις κατάλληλες αποστάσεις, η άρδευση δεν θεωρείται πλέον τοπική άρδευση και εμπίπτει στην κατηγορία της τεχνητής βροχής με την οποία διαβρέχεται ολόκληρη η επιφάνεια της υπό άρδευσης καλλιέργειας. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου άρδευσης με εκτοξευτήρες είναι η υψηλή αποδοτικότητα (85%) και ο εύκολος οπτικός έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος. Ωστόσο πρόκειται για μια μέθοδο με υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εκτίμηση των ετήσιων συνολικών αναγκών σε νερό για την δημοτική ενότητα της Αγίας Βαρβάρας, με βάση στοιχεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ). Όπως προαναφέρθηκε η άρδευση καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού (2.659.925 m³/year).

	m ³ /year	Ποσοστό(%)
Υδρευση	369,000	11,64%
Κτηνοτροφία	125,715	3,96%
Άρδευση	2,659,625	83,9%
Ελαιουργία	14,971	0,49%
Βιομηχανίες & Βιοτεχνίες	0	0%
Σύνολο	3,169,312	100%

Πίνακας 17: Εκτίμηση ετήσιων συνολικών αναγκών σε νερό για το Δήμο Αγίας Βαρβάρας (ΥΠΕΚΑ 2010)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μηνιαίες ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών στην κοιλάδα της Μεσσάρας. Από το πίνακα που ακολουθεί προκύπτει ότι τα εσπεριδοειδή

παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ανάγκες στην κατανάλωση νερού, ενώ ακολουθούν τα καρπούζια και τα λαχανικά(ντομάτες) και τα αμπέλια.

Ανάγκες καλλιεργειών σε νερό(m ³ x10/στρέμμα)													
Είδος καλλιέργειας	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάης	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.	Σύνολο
Ελιές	-	-	-	-	3,5	6	7,5	7	4	(1)*	-	-	28,0 (29,0)*
Εσπεριδοειδή	-	-	-	-	7,5	11	14	12,5	8	4	-	-	57
Αμπέλια	-	-	-	-	-	9	11,5	10	(6,5)*	-	-	-	30,5 (37,0)*
Ντομάτες(Ιούν-Οκτ)	-	-	-	-	-	8	12,5	14,5	10	5	-	-	50,0
Ντομάτες(Ιούν-Οκτ)	-	-	-	-	-	-	-	9	7,5	5	1,5	-	23,0
Καρπούζι(Μαρ-Ιούν)	-	-	1,5	5	10	14	(18)*	-	-	-	-	-	30,5 (48,5)*
Καρπούζι(Μαιος-Αυγ)	-	-	-	-	7	12	18	15	-	-	-	-	52,0
Πεπόνι	-	-	1,5	5	9,5	13	-	-	-	-	-	-	29,0
Πατάτες	-	-	2	5,5	9	13	-	-	-	-	-	-	29,5

Πίνακας 18: Ανάγκες καλλιεργειών σε νερό στη κοιλάδα της Μεσσάρας (MEDIS REPORT 2005)

*Επιπλέον άρδευση λόγω χαμηλών βροχοπτώσεων ή/και υψηλών θερμοκρασιών ή/και εκτεταμένων καλλιεργειών

Η παραγωγή ελαιόκαρπων και ελαιόλαδου ανάλογα με το ποσοστό άρδευσης για τις κωρονείκες ελιές και για δέντρα ηλικίας 6 ετών και άνω δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Ποσοστό Άρδευσης	Ελαιόκαρποι(κιλά)	Ελαιόλαδο(κιλά)
100%	25,9	6,56
60%	29,4	6,80
30%	25,3	6
0%	19,2	4,83

Πίνακας 19: Παραγωγή ελαιόκαρπου και ελαιόλαδου ανάλογα με το ποσοστό άρδευσης (Ν.Μιχελάκης, 1986)

Η φύτευση των ελαιώνων δεν μπορεί να παρομοιαστεί με τα υπόλοιπα οπωροφόρα καθώς πρόκειται για ένα αιωνόβιο είδος που μπορεί να αποδίδει σαν καλλιέργεια ακόμη και όταν ένας ελαιώνας περάσει από τα χέρια πολλών γενεών. Για να συμβεί αυτό δεν είναι εφικτό να εφαρμοστεί υπέρπυκνη φύτευση. Για να υπολογιστεί η παραγωγή ελιάς και ελαιόλαδου με βάση το ποσοστό άρδευσης θα θεωρηθεί ότι στην υπό μελέτη περιοχή ο αριθμός δέντρων ανά τετραγωνικό μέτρο είναι 1 ελαιόδεντρο / 8 τ.μ. , δηλαδή 125 ελαιόδεντρα ανά στρέμμα.

Επομένως από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η παραγωγή για τα 10.000 στρέμματα που είναι η περιοχή μελέτης για 100% και 60% ποσοστό άρδευσης, που είναι πιο αποτελεσματικά, αντίστοιχως είναι η ακόλουθη: 259.000 κιλά ελαιόκαρπων και 65.600 κιλά ελαιόλαδο και 294.000 κιλά ελαιόκαρπων και 68.000 κιλά ελαιόλαδο.

5.6 ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ ΠΟΥ ΥΦΙΣΤΑΤΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι πιέσεις που υφίσταται το φυσικό περιβάλλον της περιοχής μελέτης οφείλονται κατά κανόνα στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως είναι η οικιστική χρήση, οι βιοτεχνικές δραστηριότητες, η γεωργία, η κτηνοτροφία, η διάθεση των αποβλήτων και η κυκλοφορία των οχημάτων.

Οι πηγές ρύπανσης του εδάφους και του υπεδάφους στην περιοχή μελέτης εστιάζονται:

- Στη διάθεση των ανεπεξέργαστων ή πλημμελώς επεξεργασμένων υγρών οικιακών και βιοτεχνικών αποβλήτων λόγω της απουσίας επαρκών εγκαταστάσεων επεξεργασίας.
- Στη διάθεση των προϊόντων εκσκαφής, που γίνεται στους φυσικούς αποδέκτες (ρέματα, χείμαρροι). Σοβαρό θεωρείται το πρόβλημα διάθεσης των μπαζών, αφού δεν υπάρχει καθορισμένος χώρος υποδοχής σε ολόκληρη τη Κρήτη.
- Στην ύπαρξη πολλών ποιμνιοστασίων τα οποία προκαλούν ρύπανση και δυσοσμία από την διάθεση των ζωικών υποπροϊόντων.

- Στην ανεξέλεγκτη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στις γεωργικές καλλιέργειες (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα κτλ) τα οποία επιβαρύνουν με νιτρικά το έδαφος και εισχωρούν στο υπέδαφος, μολύνοντας την υπόγεια υδροφορία.
- Στη διάθεση των υγρών αποβλήτων των τυροκομικών μονάδων και των μονάδων αμπελουργικών προϊόντων που διοχετεύονται στους φυσικούς αποδέκτες. Ιδιαίτερο πρόβλημα συνιστά και η διάθεση των αποβλήτων των ελαιουργείων που λειτουργούν στην περιοχή (του κασιόγαρου και του πυρήνα) η οποία προκαλεί σημαντική επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής μελέτης και για τα οποία δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα κάποια αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας.

Η μικρή συμμετοχή της δημοτικής ενότητας της Αγίας Βαρβάρας στη μεταποίηση (οινοποιεία, τυποποιητήρια, συσκευαστήρια, ελαιουργεία) αλλά και ο μη κατεξοχήν ρυπογόνος χαρακτήρας όσων μονάδων λειτουργούν, συντελούν στην επιβάρυνση του αέρα με ρύπους, η οποία όμως είναι μικρή και ταυτόχρονα επιβαρύνεται από την κυκλοφορία των οχημάτων κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. Η ημιορεινή έως ορεινή διαμόρφωση στην περιοχή έχει προφανώς σημαντική συμβολή στη διατήρηση του αέρα καθαρού.

Στα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα οι πιέσεις που ασκούνται οφείλονται:

- Στην απόρριψη υγρών και στερεών αποβλήτων κάθε μορφής στα ποτάμια και τα ρέματα της περιοχής μελέτης
- Στην απόρριψη υγρών αποβλήτων μέσω απορροφητικών βόθρων για τα οικιακά λύματα και μέσω λάκκων στο έδαφος για τα απόβλητα των ελαιουργείων.
- Στη υπερβολική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, μέρος των οποίων απορροφάται στο έδαφος και οδηγείται στην υπόγεια υδροφορία, ενώ ένα άλλο μέρος που προέρχεται από την έκπλυση των γεωργικών εδαφών καταλήγει στα επιφανειακά ύδατα.
- Στην υπερκατανάλωση του νερού για άρδευση και ύδρευση των οποίων η περίοδος αιχμής συμπίπτει (θερινοί μήνες).

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, προκαλούν και έμμεσες επιπτώσεις μέσω της αλλαγής των χρήσεων γης που συντελούνται συνεχώς στην περιοχή και συγκεκριμένα:

- Μετατροπή των δασικών εκτάσεων σε γεωργική γη και βοσκότοπους λόγω της εντατικής υλοτόμησης, αλλά και λόγω των πυρκαγιών.
- Μετατροπή της γεωργικής γης σε οικιστική, βιομηχανική, ή άλλης μορφής παραγωγική δραστηριότητα.
- Αλλαγή χρήσης από γεωργική σε οικόπεδα για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.
- Μπάζωμα των χειμάρρων και ρεμάτων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πλημμυρικά φαινόμενα κατά τους χειμερινούς μήνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΟ ΈΡΓΟ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

6.1 ΤΟ ΈΡΓΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Οι περίοδοι έντονης λειψυδρίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και η ανάγκη για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των αγροκτημάτων στην περιοχή οδήγησαν τον δήμο Αγίας Βαρβάρας στην απόφαση να ζητήσει την εκπόνηση μελέτης για την κατασκευή του ταμιευτήρα Λαρανίου.

Η θέση του υπό μελέτη φράγματος, όπως αυτή παρουσιάζεται στον χάρτη που ακολουθεί, εκτείνεται σε λοφώδη-ορεινή περιοχή με υψόμετρα που κυμαίνονται από 300 έως και 720 μέτρα. Η περιοχή που μελετάται για την κατασκευή του φράγματος τοποθετείται 5.8 χιλιόμετρα νότια του Αγίου Θωμά, 2.7 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του Λαρανίου και 4.5 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά των Άνω Μουλίων, συγκεντρώνοντας το νερό σε λεκάνη απορροής έκτασης 15.678 στρεμμάτων.

Η λεκάνη απορροής του ταμιευτήρα έχει επιφάνεια 76 χιλιόμετρα περίπου, ενώ τα υψόμετρα της λεκάνης κυμαίνονται από 300 m έως 720 m. Διασχίζεται από τον χείμαρρο, συνολικού μήκους μέχρι την θέση του φράγματος 4,4 χιλιόμετρα περίπου. Ο χείμαρρος έχει κλίση 3,2%, και η λεκάνη έχει περίπου ελλειψοειδές σχήμα με τον μεγάλο άξονα κατά την διεύθυνση της ροής. Ο χείμαρρος δεν παρουσιάζει συνήθως μόνιμη ροή κατά την ξηρά θερινή περίοδο στην περιοχή του φράγματος και το μέσο υψόμετρο της λεκάνης είναι 450 m. Η μέση ετήσια απορροή του Λαρανίου (όπως αυτή υπολογίσθηκε από την Υδρολογική Μελέτη) ανέρχεται σε $6,1 \times 10^6 \text{ m}^3$, και είναι επαρκής δεδομένου ότι η ωφέλιμη χωρητικότητα του προτεινόμενου ταμιευτήρα είναι της τάξης των $3,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Γενικά στοιχεία για το φράγμα:

Η επιλογή του τύπου του φράγματος έγινε με βάση τις συνθήκες σε μία αρχική αναγνώριση της περιοχής έδρασης του έργου, με βάση τα διαθέσιμα υλικά, καθώς και το κόστος κατασκευής. Ο προτεινόμενος τύπος φράγματος είναι χωμάτινο με σώματα

στήριξης από τυχαία υλικά εκσκαφών, στραγγιστήριο τύπου καμινάδας(chimney drain) και αδιαπέρατος πυρήνας από αργιλικό υλικό. Τα γενικά στοιχεία του έργου είναι τα εξής:

- Υψόμετρο στέψης φράγματος (μετά την καθίζηση των υλικών): + 323.30 m
- Υψόμετρο Α.Σ.Υ(κατώφλι υπερχειλιστή): + 321.00 m
- Υψόμετρο ανώτατης στάθμης πλημμυρών: +322.30 m
- Κλίση ανάντη πρανούς: 1:2.2
- Κλίση κατόντη πρανούς: 1:1.8
- Μήκος στέψης: 230.90 m
- Πλάτος στέψης: 8.0 m
- Μέγιστο ύψος φράγματος στον άξονα: 35.00 m
- Ωφέλιμη χωρητικότητα: $3.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Νεκρός όγκος: $50 \times 10^3 \text{ m}^3$
- Επιφάνεια κατόπτρου στην Α.Σ.Υ.: 342 στέμματα

Θέση άξονα φράγματος:

Το φράγμα Λαρανίου θα κατασκευαστεί στην είσοδο μιας φυσικής στένωσης του χειμάρρου Γερωποτάμου (σε σχέση με το όλο ανάγλυφο της περιοχής). Οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής παρουσιάζονται ως ευνοϊκές, ωστόσο είναι απαραίτητο να γίνουν ερευνητικές γεωτρήσεις. Η μορφολογία της προτεινόμενης θέσης για το φράγμα επιτρέπει την κατασκευή επιμηκούς φράγματος(μήκος στέψης 230 m) και ύψους 33m. Ο άξονας τοποθετείται με διεύθυνση όσο το δυνατόν κάθετη προς τις ισοϋψείς καμπύλες των δύο αντρευσμάτων, ούτως ώστε μειούμενης της υδραυλικής κλίσης να μειώνονται και οι δια των αντρευσμάτων διηθούμενες παροχές.

Διατομή του φράγματος:

Η προτεινόμενη διατομή του φράγματος διαμορφώνεται ως εξής:

- Κεντρικός πυρήνας από αργιλικό υλικό. Η κλίση των πρανών του πυρήνα προβλέπεται ίση με 2:1.5, το πλάτος στην στέψη του σε υψόμετρο +322.5 m θα είναι 2,27 m.

- Σώματα στήριξης από τυχαία υλικά εκσκαφών. Η έδραση των σωμάτων στήριξης θα γίνει επί του φυσικού εδάφους, μετά την απομάκρυνση του επιφανειακού στρώματος σε πάχος πιθανόν περίπου 3.0 m. Οι κλίσεις των πρανών των σωμάτων στήριξης, θα είναι 1:2.2 για το άνω και 1:1.8 για το κάτω πρανές έως τον αναβαθμό στο υψόμετρο των + 288.00 m.
- Στραγγιστήριο τύπου καμινάδας. Αποτελείται από δύο υποζώνες, με την πλησιέστερη προς τον πυρήνα από λεπτόκοκκο υλικό (2A) και την επόμενη με χονδρόκοκκο (2B). Πέραν της λειτουργίας της στράγγισης, αποσκοπεί στο να αποφευχθεί η έκπλυση του πυρήνα μέσα από το πλέον χονδρόκοκκο υλικό των σωμάτων στήριξης. Οι δύο υποζώνες έχουν πλάτος 1.50 m εκάστη (συνολικό πλάτος ζώνης 3.0 m).
- Στραγγιστήριοι τάπητες ανάντη, πάχους 0.30 m με ισαποχή 3.50 m, έως το υψόμετρο των +322.0 m.
- Στραγγιστήριοι τάπητες κατόντη, πάχους 0.30 m με ισαποχή 3.50 m έως το υψόμετρο των +322.00 m. Η κλίση των στρώσεων είναι 5% προς τα κατόντη. Οι στρώσεις προβλέπεται να είναι λειτουργικές μόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Στραγγιστήρια στρώση στην βάση του κατόντη σώματος στήριξης. Η στρώση αποτελεί συνέχεια του στραγγιστηρίου τύπου καμινάδας, μέσω της οποίας αφ' ενός οδηγούνται στο πόδα τα στραγγίδια του φράγματος, αφ' ετέρου δε ελέγχεται η πίεση των πόρων. Η στρώση αποτελείται από τρεις υποζώνες. Οι δύο εξωτερικές από λεπτόκοκκο υλικό (2A) πάχους 0.40 m και 0.20 m. Η ενδιάμεση από χονδρόκοκκο (2B), πάχους 0.70 m.
- Ζώνη προστασίας από λιθορριπή (rip - rap). Η ζώνη αυτή τοποθετείται στο άνω πρανές του φράγματος με σκοπό την προστασία του από την διάβρωση λόγω του αναπτυσσόμενου στον ταμιευτήρα κυματισμού. Έχει πάχος 0.70 m και κατασκευάζεται από επιλεγμένους λίθους μέσου μεγέθους 0.30 m. Η ζώνη λιθορριπής εδράζεται σε στρώση λίθων και χαλίκων μέσης διαμέτρου 6 - 8 cm, και πάχους 0.30 m. Με την σειρά της, και για την αποφυγή της απόπλυσης του σώματος του φράγματος, εδράζεται σε στρώση στραγγιστηρίου πάχους 0.30 m.

Προτού ξεκινήσει η κατασκευή του φράγματος θα πρέπει να γίνει γενική εκσκαφή της περιοχής έδρασης σε 3 μέτρα βάθος. Όταν ολοκληρωθούν η γεωτεχνική και γεωλογική έρευνα είναι πιθανόν να μεταβληθούν τα προτεινόμενα βάθη Στην ζώνη του πυρήνα προτείνεται εκσκαφή έως το υπόβαθρο που θα ορίσουν η γεωτεχνική και γεωλογική έρευνα. Τα πρανή της εκσκαφής διαμορφώνονται συνήθως με κλίση 1:1.5. Στο κάταντες πρανές της εκσκαφής προβλέπεται η τοποθέτηση στραγγιστηρίου πάχους 0.50 m.

Αποστράγγιση φράγματος:

Η στραγγιστήρια στρώση στην βάση του κατάντη σώματος στήριξης καταλήγει σε στραγγιστικό αγωγό Φ300 στο πόδα ακριβώς του αναχώματος. Ο αγωγός παραλαμβάνει τα στραγγίδια και τα μεταφέρει στο κεντρικό φρεάτιο στράγγισης, όπου και μετράται η συνολική παροχή του διηθουμένου διά του φράγματος ύδατος. Τέλος στην κατάληξη του ποδός του αναχώματος διαμορφώνεται και ανεπένδυτη τάφρος αποχέτευσης ομβρίων, τραπεζοειδούς διατομής.

Προστασία κατάντη πρανούς:

Το κάταντες πρανές θα προστατευθεί έναντι επιφανειακής διάβρωσης με φύτευση χλοοτάπητα και έλεγχο της απορροής στην ισουψή +288.00 m. Για την φύτευση του χλοοτάπητα θα γίνει διάστρωση φυτικής γης σε στρώση πάχους 0.3 m. Η φυτική γη θα προέλθει από τις εκσκαφές καθαρισμού των δανειοθαλάμων ή από άλλες επιφανειακές εκσκαφές στην περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης. Πέραν των σπόρων που θα περιέχονται στην φυτική γη θα γίνει ειδική υδροσπορά για ενίσχυση του χλοοτάπητα.

Ο ταμειυτήρας θα αναπτυχθεί κατά μήκος της κύριας μισγάγγειας του χείμαρρου Γερωποτάμου, που στην περιοχή αυτή έχει κατεύθυνση από βόρεια προς νότια για να λάβει διεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά ακριβώς στην περιοχή του φράγματος. Με βάση τις δυνατότητες ταμίευσης της συγκεκριμένης θέσης κατασκευής του φράγματος, τις υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες και τις απορροές του χειμάρρου, ως ανώτατη στάθμη ύδατος επιλέχθηκαν τα + 321.00 m. Ο συνολικός όγκος ταμίευσης που αντιστοιχεί σε αυτή τη στάθμη είναι τα $3.50 \times 10^6 \text{ m}^3$. Οι τιμές επιφάνειας και όγκου ανάλογα με τη στάθμη νερού παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΥΨΟΜΕΤΡ. ΑΡΧΗΣ	ΥΨΟΜΕΤΡ. ΤΕΛΟΥΣ	ΥΨΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΟΓΚΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ
Μ	Μ	Μ	Μ	1000 m ²	1000 m ³	1000 m ³
288	292	4	4	3.7714	5.03	5.03
292	296	4	8	19.92448	43.15	48.18
296	300	4	12	36.54483	111.27	159.45
300	304	4	16	66.53024	203.18	362.63
304	308	4	20	111.40347	352.03	714.66
308	312	4	24	166.08053	551.34	1266.00
312	316	4	28	229.98011	788.66	2054.67
316	320	4	32	320.85011	1096.63	3151.30
320	321	1	33	341.82765	331.28	3482.58
321	324	3	36	426.00632	1149.44	4632.02

Πίνακας 20: Επιφάνεια και όγκος ταμιευτήρα (EMIT group 2009)

Υλικά κατασκευής του φράγματος:

Το φράγμα θα αποτελείται από τις ακόλουθες ζώνες υλικών:

- **Ζώνη 1 – Πυρήνας:** Ο πυρήνας του φράγματος θα κατασκευαστεί από τα αργιλικά υλικά της περιοχής της λεκάνης κατάκλυσης μετά την αφαίρεση της φυτικής γης (πάχους 0,5 - 1,0 m.)
- **Ζώνη 2 – Στραγγιστήριο τύπου καμινάδας:** Περιλαμβάνει στρώση λεπτού φίλτρου και στρώση στραγγιστηρίου φίλτρου.
- **Ζώνη 3 – Σώματα στήριξης:** Για τα σώματα στήριξης θα χρησιμοποιηθούν τυχαία υλικά εκσκαφών με εξαίρεση τις φυτικές γαίες και τα υλικά με περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκο μεγαλύτερη από 60%. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν είτε τα ίδια υλικά που χρησιμοποιούνται για τη ζώνη 1, είτε αυτά που απορρίφθηκαν από την ζώνη 1, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε κοκκώδη υλικά. Κατά προτίμηση τα κοκκώδη υλικά θα χρησιμοποιηθούν κοντά στις παρειές του ανάντη και του κατόντη κελύφους, ενώ τα περισσότερο αργιλικά κοντά στον πυρήνα. Κατάλληλα για τα σώματα στήριξης είναι και τα αμμοχάλικα που συναντώνται στην στενή κοίτη ή εκτός αυτής. Προτεραιότητα όμως σε σχέση με τη χρήση των αμμοχαλικών θα δοθεί στην παραγωγή υλικών φίλτρων και στραγγιστηρίων.

- Ζώνη 4 - Στραγγιστήριοι τάπητες ανάντη: Οι ζώνες αυτές τοποθετούνται ανά 3.5 m υπό μορφή τάπητα. Έχουν πάχος 0,30 m και αποτελούνται από κοκκώδη υλικά. Το υλικό αυτό μπορεί να προκύψει από επεξεργασία αμμοχαλικού του ποταμού που είναι και η προτιμότερη πηγή. Εάν δεν υπάρχουν επαρκείς ποσότητες, τότε προτείνεται εναλλακτικά η χρήση θραυστών υλικών λατομείου, που καλύπτουν τις προδιαγραφές για παραγωγή αδρανών σκυροδέματος.
- Ζώνη 5 – Στραγγιστήριοι τάπητες κατόντη: Προτείνεται να τοποθετηθούν ανά 3 m καθ' ύψος και να έχουν πάχος 0,3 m. Η κοκκομετρική διαβάθμιση δε θα διαφέρει αυτής των ανάντη στραγγιστικών στρώσεων, όπως παρουσιάστηκε στα προηγούμενα. Εφόσον υπάρχει ικανή ποσότητα διαθέσιμων αμμοχαλικών ποταμού, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν μετά από επεξεργασία. Εναλλακτικά, προτείνεται η χρήση θραυστών υλικών λατομείου. Σημειώνεται ότι οι στρώσεις αυτές θα λειτουργήσουν μόνο κατά τη διάρκεια κατασκευής
- Ζώνη 6 – Λιθορριπή προστασίας ανάντη πρανούς (rip rap): Συνοπτικά οι διαστάσεις και τα βάρη της λιθορριπής προστασίας (rip - rap) προτείνεται να είναι:

	Βάρος	Μέγεθος
Μέγιστο τεμάχιο	$W_{100} = 8,4 \text{ KN}$	$d_{100} = 0,70 \text{ m}$
Το 50% της καμπύλης	$W_{50} = 2,1 \text{ KN}$	$d_{50} = 0,4 \text{ m}$
Ελάχιστο τεμάχιο	$W_{\min} = 0,26 \text{ KN}$	$d_{\min} = 0,2 \text{ m}$

Το πάχος της στρώσης της λιθορριπής προτείνεται να είναι 0.7 m. Το rip - rap προτείνεται να κατασκευασθεί από ασβεστολίθους οι οποίοι κρίνονται κατάλληλοι δεδομένου ότι είναι αποδεκτοί για την παραγωγή αδρανών σκυροδέματος.

- Ζώνη 7 – Βάση λιθορριπής προστασίας (rip rap): Η λιθορριπή προστασίας προτείνεται να εδράζεται επί μίας στρώσης λίθων και χαλίκων πάχους 0.3 m. Οι διαστάσεις των χαλίκων και των λίθων θα εκτείνονται ομαλά από 0.01 έως 0.20 για το 90% της ποσότητας του υλικού βάσεως το δε μέσο μέγεθος θα είναι $d_{50} = 6$ έως 8 cm. Το υλικό της βάσης προτείνεται να αποληφθεί από τα λατομεία ασβεστολίθου του Κουφοβούνου και θα πρέπει να πληρεί τις ίδιες απαιτήσεις με το υλικό του rip - rap.

Ωστόσο, προτού προχωρήσει η κατασκευή του φράγματος στην περιοχή, θα πρέπει να προηγηθούν μελέτες για τα παρακάτω έργα:

- Γεωλογική και εδαφομηχανική μελέτη της περιοχής του άξονα του φράγματος.
- Γεωλογική και εδαφομηχανική αναγνώριση της λεκάνης του ταμιευτήρα.
- Μελέτη πλημμυρικών απορροών για την κατασκευή των έργων ασφαλείας του φράγματος (έργα εκτροπής, υπερχειλίση, περιθώριο ασφαλείας στέψης).
- Κατασκευή προ-φράγματος και αγωγού εκτροπής για τη ροή των υδάτων του χειμάρρου κατά την διάρκεια κατασκευής του φράγματος.
- Χωματουργικά έργα διαμόρφωσης της βάσης θεμελίωσης του φράγματος.
- Έργα στεγανοποίησης του υπεδάφους του φράγματος με την εκτέλεσητσιμεντενέσεων εάν η σχετική εδαφομηχανική έρευνα τις υποδείξει.
- Κατασκευή έργων εκκένωσης του φράγματος.
- Κατασκευή έργων υδροληψίας.
- Κατασκευή του υπερχειλιστή.
- Τοποθέτηση οργάνων παρακολούθησης και ελέγχου του φράγματος.
- Τοποθέτηση του απαραίτητου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

6.2 ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΈΡΓΟΥ

Ανάλογα με τις εργασίες και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την διεκπεραίωση του έργου, θα υπάρχει και ανάλογη διακύμανση στο τελικό κόστος κατασκευής του φράγματος. Ωστόσο μια αρχική εκτίμηση για την συνολική δαπάνη του έργου εκτιμάται σε 14.881.000€. Πιο αναλυτικά τα έξοδα κατασκευής παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Έργο	Δαπάνη (€)
1. Χωματουργικά	8.830.000
2. Σκυροδέματα – Οπλισμοί – Μεταλλικές κατασκευές	2.350.000
3. Κτίρια – Όργανα ελέγχου	1.760.000
4. Αναθεωρήσεις – Απρόβλεπτα έξοδα (15%)	1.941.000
Γενικό Σύνολο Δαπάνης Έργων	14.881.000

Πίνακας 21: Έξοδα κατασκευής φράγματος (EMIT group 2009)

6.3 ΑΝΑΓΚΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΦΟΡΕΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Για τη διοίκηση, λειτουργία αλλά και συντήρηση του ταμιευτήρα Λαρανίου θα πρέπει να συσταθεί ένας Τοπικός Φορέας Διαχείρισης. Τα όρια δικαιοδοσίας του Φορέα προτείνεται να περιλαμβάνουν το σύνολο της γεωργικής γης και των κοινοτήτων της ευρύτερης περιοχής. Ο Φορέας θα πρέπει να είναι αυτοδιοικούμενος από τους παραγωγούς και να προβλέπεται συγκεκριμένο πλαίσιο διαβούλευσης για την λήψη των αποφάσεων. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του Φορέα διαχείρισης, κρίνεται απαραίτητο να προβλεφθεί η πλήρης επάνδρωσή του με το απαιτούμενο και κατάλληλα καταρτισμένο επιστημονικό, τεχνικό και διοικητικό προσωπικό.

Οι κυριότερες λειτουργίες και δραστηριότητες που θα μπορεί να εκτελεί ο Φορέας είναι:

- Η διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση του ταμιευτήρα Λαρανίου
- Η διαχείριση του νερού προς άρδευση
- Ο ορισμός σχεδίου δράσης ανά καλλιεργητική περίοδο
- Η δυνατότητα εκτέλεσης μικρών προγραμμάτων μέτρησης και καταγραφής της ποιοτικής κατάστασης του ταμιευτήρα και η παρακολούθηση των ρύπων στα συλλεγόμενα νερά
- Η ενημέρωση και εκπαίδευση των κατοίκων και των αγροτών σχετικά με την χρήση του αρδευτικού νερού και την εφαρμογή των κωδικών ορθών γεωργικών πρακτικών.
- Η εκτέλεση και εφαρμογή δράσεων που αφορούν τη διαχείριση του ταμιευτήρα Λαρανίου (δενδροφύτευση των πρανών του ταμιευτήρα, καθαρισμός της περιοχής από σκουπίδια κλπ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

7.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Το πρόγραμμα με το οποίο θα γίνει η Πολυκριτηριακή Ανάλυση είναι στο Microsoft Excel, και κάνει χρήση μακροεντολών. Αναπτύχθηκε από τον κύριο Darrell G. Fontane του Colorado State University και αναβαθμίστηκε από τον Χρίστο Καραβίτη (Επίκουρος καθηγητής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών) και τον Νικόλαο Σκόνδρα (Δασολόγος). Αποτελείται από 9 φύλλα και εφαρμόζει 4 διαφορετικές μεθόδους Πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Στο **πρώτο φύλλο Interface (διεπαφή)**, παρουσιάζεται μια γενική εικόνα των κριτηρίων που θα ληφθούν υπόψη στην ανάλυση καθώς και η σχετική σημασία που τους έχει αποδοθεί. Υπάρχει διαγραμματική απεικόνιση των επιδόσεων των τριών κριτηρίων ανάλογα με την επιλεγμένη μέθοδο Πολυκριτηριακής ανάλυσης. Για να εμφανιστεί η διαγραμματική απεικόνιση για κάποια από τις άλλες μεθόδους Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, αρκεί να επιλεγθεί η μέθοδος στο σχετικό χώρο επιλογής. Όσον αφορά την σχετική σημασία των υποκριτηρίων, επιτρέπει δύο διαφορετικές περιπτώσεις (cases) βαθμολογιών. Για την μετάβαση από την μία περίπτωση στην άλλη γίνεται και πάλι επιλογή της επιθυμητής περίπτωσης στον αντίστοιχο χώρο επιλογής. Το φύλλο εργασίας, επίσης, δίνει την δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στις τέσσερις ακόλουθες γλώσσες: ελληνικά, αγγλικά, γαλλικά, πορτογαλικά ώστε να εμφανίζονται οι πληροφορίες στην γλώσσα που επιλέχθηκε. Τέλος παρέχει την δυνατότητα αποθήκευσης της σειράς δεδομένων σε ένα άλλο φύλλο εργασίας πατώντας το πλήκτρο “Save Selected Results”.

Στο **δεύτερο φύλλο Basic Data (βασικά δεδομένα)**, γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των κριτηρίων καθώς και των υποκριτηρίων τους μαζί με την βαθμολογία που τους έχει εκχωρηθεί για την κάθε εναλλακτική. Επίσης σημειώνεται για κάθε υποκριτήριο το αν επιθυμείται να μεγιστοποιηθεί ή να ελαχιστοποιηθεί (maximize, minimize). Υποκριτήρια στα οποία δεν είναι δυνατόν να κριθεί αυτό, το αντίστοιχο κελί παραμένει κενό. Τέλος στο

δεξιό άκρο παρουσιάζονται οι διάφορες αριθμητικές κλίμακες συνοδευόμενες από μια λεκτική επεξήγηση για την κάθε τιμή.

Στο **τρίτο φύλλο Results (αποτελέσματα)**, γίνεται η αποθήκευση της επιλεγμένης σειράς δεδομένων, δηλαδή η κατάταξη των τριών εναλλακτικών για αυτή την σειρά δεδομένων και αναλυτικά η σχετική σημασία που είχε το κάθε κριτήριο καθώς και η μέθοδος με την οποία έχουν υπολογισθεί τα παραπάνω. Η εντολή αποθήκευσης βρίσκεται στο πρώτο φύλλο εργασίας, Interface. Δίνεται η δυνατότητα καθαρισμού του πίνακα για την παρουσίαση νέας σειράς δεδομένων πατώντας το πλήκτρο “Clear Table”.

Στο **τέταρτο φύλλο εργασίας (MCDA_WAM)**, γίνεται εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης με την μέθοδο του Σταθμισμένου Μέσου Όρου (Weighted Average Method). Επομένως, για το κάθε κριτήριο και τα υποκριτήριά του υπάρχει ένας ξεχωριστός πίνακας. Στον πίνακα αυτό γίνεται ανάκτηση με μακροεντολή, των τιμών της σχετικής σημασίας που έχουν σημειωθεί για το κριτήριο και τα υποκριτήρια στο φύλλο εργασίας Interface. Επίσης σημειώνεται χειρονακτικά η βαθμολογία που έχει το κάθε κριτήριο για κάθε μια από τις εναλλακτικές που εξετάζονται. Στην τελευταία γραμμή του πίνακα αθροίζονται στο πρώτο κελί, οι τιμές σχετικής σημασίας όλων των υποκριτηρίων. Στα διπλανά κελιά με χρήση της εντολής “sumproduct”, υπολογίζεται η βαθμολογία που έχει η κάθε εναλλακτική για το συγκεκριμένο κριτήριο. Αντίστοιχα σε κάθε ένα από τα κριτήρια που ακολουθούν. Στο τέλος υπάρχει η συγκεντρωτική βαθμολογία όλων των εναλλακτικών. Η εναλλακτική με την μεγαλύτερη βαθμολογία έρχεται πρώτη στην κατάταξη και είναι αυτή που θα προτιμηθεί. Στο δεξιό άκρο του φύλλου εργασίας δίνεται η αριθμητική της καλύτερης και χειρότερης βαθμολογίας.

Στο **πέμπτο φύλλο εργασίας (MCDA_CP)**, γίνεται εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης με την μέθοδο του Διακριτού Προγραμματισμένου Συμβιβασμού (Compromise Programming Method). Στην κορυφή του φύλλου εργασίας φαίνεται η μετρική σχέση την οποία χρησιμοποιεί η μέθοδος για την αξιολόγηση των τιμών των εναλλακτικών. Δίπλα στην σχέση φαίνεται ένα κουτί επιλογής της τιμής του εκθέτη p . Ο εκθέτης αυτός, είναι η σχέση που χρησιμοποιείται για να αυξηθεί η βαρύτητα που επιβάλλεται στις καλύτερες βαθμολογίες. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του εκθέτη τόσο μεγαλύτερη η βαρύτητα που

επιβάλλεται στις εναλλακτικές με την μεγαλύτερη τιμή. Για τιμή του εκθέτη ίση με 1, τα αποτελέσματα μοιάζουν πολύ με αυτά της WAM. Οι πίνακες, ένας για κάθε κριτήριο, έχουν τις ίδιες πληροφορίες και χρησιμοποιούν τους ίδιους τύπους υπολογισμού με αυτούς της μεθόδου WAM. Άλλωστε, αυτές οι δύο μέθοδοι μοιάζουν αρκετά. Η εναλλακτική με την μεγαλύτερη συγκεντρωτική βαθμολογία είναι αυτή που θα επιλεγεί. Στο δεξιό άκρο του φύλλου εργασίας, παράλληλα με τους πίνακες, παρουσιάζεται για το κάθε κριτήριο η καλύτερη και η χειρότερη βαθμολογία.

Στο **έκτο φύλλο εργασίας (MCDA_PROM_WAM)**, γίνεται εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης με μία υβριδική μέθοδο που συνδυάζει την μέθοδο WAM και την μέθοδο PROMETHEE II, μια μέθοδο υπεροχής. Αυτή η μέθοδος για να καταλήξει στην καλύτερη εναλλακτική, προχωράει σε μία σύγκριση της βαθμολογίας όλων των εναλλακτικών μεταξύ τους για όλα τα κριτήρια. Υπάρχει ένας πίνακας με όλα τα εξεταζόμενα κριτήρια. Στην δεύτερη στήλη, φαίνεται το ποσοστό αδιαφορίας, που σημαίνει ότι κατά την σύγκριση των εναλλακτικών αν η διαφορά τους είναι μικρότερη ή ίση από αυτό το ποσοστό οι εναλλακτικές θεωρούνται όμοιες. Το ποσοστό αδιαφορίας που επιλέγεται είναι 0, 5 ή 10%. Για ποσοστό ίσο με 0%, έχει επιβληθεί πολύ αυστηρή σύγκριση. Στις υπόλοιπες στήλες φαίνεται το αποτέλεσμα της σύγκρισης των εναλλακτικών. Στη σύγκριση της εναλλακτικής με τον εαυτό της, το αποτέλεσμα θα είναι πάντα 0 αφού μια εναλλακτική δεν γίνεται να προτιμάται από τον εαυτό της. Με 1 σημειώνεται κάθε εναλλακτική που επικρατεί και με 0 αυτή που υπολείπεται. Στο τελικό πίνακα, με την καθαρή υπεροχή, υπολογίζεται η τελική κατάταξη και η προτιμητέα εναλλακτική.

Στο **έβδομο φύλλο εργασίας (MCDA_PROM)**, γίνεται εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης με την μέθοδο PROMETHEE II. Η διαφορά με την υβριδική μορφή που εξετάστηκε στο προηγούμενο φύλλο είναι ότι εδώ η σύγκριση γίνεται πρώτα σε επίπεδο κριτηρίου, για κάθε υποκριτήριο. Αφού επαναληφθεί η ίδια ακριβώς διαδικασία με την υβριδική μέθοδο για όλα τα κριτήρια, στον τελικό πίνακα συγκεντρώνονται ο τελικές βαθμολογίες από όλες τις προηγούμενες συγκρίσεις. Σε επίπεδο κριτηρίων πλέον γίνεται η τελική σύγκριση για την ανάδειξη της καλύτερης εναλλακτικής.

Στο **όγδοο φύλλο Instructions (οδηγίες)**, παρουσιάζονται οχτώ βήματα με οδηγίες για το πώς θα πρέπει να κινηθεί κάποιος που θέλει να εφαρμόσει αυτό το πρόγραμμα, δηλαδή πληροφορίες για το από πού πρέπει να ξεκινήσει κανείς, την σειρά που θα πρέπει να ακολουθήσει στην συμπλήρωση των πληροφοριών στα διάφορα φύλλα εργασίας κτλ.

Τέλος, **στο ένατο φύλλο εργασίας Language (γλώσσα)**, εμφανίζονται 103 διαφορετικές φράσεις και όροι που χρησιμοποιούνται στα φύλλα εργασίας και η μετάφραση τους σε τέσσερις γλώσσες: Ελληνικά, Αγγλικά, Πορτογαλικά και Γαλλικά.

7.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ

Οι εναλλακτικές προτάσεις (σενάρια) που θα εξεταστούν με τη διαδικασία της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης είναι οι παρακάτω:

1. Σχεδιασμός και κατασκευή ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου που θα καλύπτει τις ανάγκες της ευρύτερης περιοχής σε αρδευτικό νερό καθώς και χρήση του νερού για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης της Δημοτικής ενότητας της Αγίας Βαρβάρας. Η συνολική γεωργική έκταση που προτείνεται να αρδευτεί είναι 10.450 στρέμματα, από τα οποία τα 10.000 στρέμματα καλύπτονται από ελαιώνες (ποσοστό άρδευσης ελαιώνων θα θεωρηθεί 100%) και τα 450 στρέμματα καλύπτονται από αμπελώνες. Θεωρούμε ότι οι ανάγκες για ύδρευση αφορούν περίπου 330.000m³ με δεδομένο ότι οι κάτοικοι της περιοχής προβλέπεται να φτάσουν τους 6.000, το έτος 2041.
2. Σχεδιασμός και κατασκευή ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου που θα καλύπτει τις ανάγκες της ευρύτερης περιοχής σε αρδευτικό νερό καθώς και χρήση του νερού για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης της Δημοτικής ενότητας της Αγίας Βαρβάρας. Η συνολική γεωργική έκταση που προτείνεται να αρδευτεί είναι 10.450 στρέμματα, από τα οποία τα 10.000 στρέμματα καλύπτονται από ελαιώνες (ποσοστό άρδευσης των ελαιώνων θα θεωρηθεί 60%) και τα 450 στρέμματα καλύπτονται από αμπελώνες. Θεωρούμε ότι οι ανάγκες για ύδρευση αφορούν περίπου 330.000m³ με δεδομένο ότι οι κάτοικοι της περιοχής προβλέπεται να φτάσουν τους 6.000, το έτος 2041.

3. Διατήρηση της υφιστάμενης κατάστασης άρδευσης στην περιοχή και χρήση του νερού από το φράγμα για την ύδρευση των κατοίκων της Δημοτικής ενότητας της Αγίας Βαρβάρας. Οι ανάγκες για ύδρευση αφορούν περίπου 330.000m³.

7.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην Πολυκριτηριακή Ανάλυση για την αξιολόγηση των προαναφερθέντων εναλλακτικών προτάσεων διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: 1)Περιβαλλοντικά, 2) Κοινωνικά, 3)Πολιτικά-Θεσμικά, 4)Οικονομικά και 5)Τεχνικά. Η ευρύτερη περιοχή του φράγματος Λαρανίου είναι κατά κύριο λόγο αγροτική και το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού απασχολείται στον πρωτογενή τομέα. Γι αυτό το λόγο θα δοθεί αυξημένο βάρος στα κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια και λιγότερο βέρος στα τεχνικά κριτήρια

Η σχετική σημασία και το κανονικοποιημένο βάρος κάθε κατηγορίας κριτηρίων είναι:

1. Περιβαλλοντικά κριτήρια: 1,00 και 0,186
2. Κοινωνικά κριτήρια: 1,25 και 0,233
3. Πολιτικά-Θεσμικά κριτήρια: 1,00 και 0,186
4. Οικονομικά κριτήρια: 1,25 και 0,233
5. Τεχνικά κριτήρια: 0,875 και 0,163

Η αποτελεσματικότητα των παρακάτω κριτηρίων βασίζεται κυρίως την ύπαρξη ενός Φορέα υπεύθυνου για την διαχείριση, διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση του φράγματος Λαρανίου.

7.3.1 Περιβαλλοντικά Κριτήρια

1. **Αναβάθμιση του περιβάλλοντος - (ΠΚ1/max):** Το κριτήριο αυτό αφορά την δυνατότητα αναβάθμισης του περιβάλλοντος και της γύρω περιοχής μέσα από την εφαρμογή τεχνικών έργων. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής πρότασης είναι 4, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής πρότασης είναι 2.

2. **Παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και της γονιμότητας των εδαφών - (ΠΚ2/max):** Η παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και της γονιμότητας των εδαφών αναφέρεται στην άμεση αντιμετώπιση διάφορων περιβαλλοντικών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν, επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής πρότασης είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 2.
3. **Διαχείριση του νερού - (ΠΚ3/max):** Το συγκεκριμένο κριτήριο αποπειράται να δείξει κατά πόσο οι εναλλακτικές προτάσεις της διαχείρισης του νερού μπορούν να αξιοποιήσουν το αρδευτικό νερό και το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για την ύδρευση. Από την απόδοση των ελαιώνων στο ανάλογο ποσοστό άρδευσης κρίνεται ότι η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής πρότασης είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 2.
4. **Προστασία από ακραίες υδρολογικές καταστάσεις - (ΠΚ4/max):** Οι ταμειυτήρες αποτελούν έργα πολλαπλών σκοπών, συμπεριλαμβανομένης και της αντιπλημμυρικής προστασίας και της προστασίας σε περίπτωση ανεπάρκειας του νερού (ξηρασία). Η βαθμολογία όλων των εναλλακτικών σε αυτό το κριτήριο είναι 4, καθώς σε κάθε περίπτωση η κατασκευή του φράγματος θα εξασφαλίσει αντιπλημμυρική προστασία.
5. **Προστασία σπάνιων και ενδημικών ειδών - (ΠΚ5/max):** Το κριτήριο αυτό αποπειράται να δείξει κατά πόσο οι εναλλακτικές προτάσεις των μέτρων προστασίας μπορούν να διαφυλάξουν τα σπάνια και ενδημικά είδη της περιοχής του φράγματος Λαρανίου. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής σε αυτό το κριτήριο είναι 2, ενώ της 3^{ης} είναι 3.
6. **Διατήρηση της οικολογικής παροχής - (ΠΚ6/max):** Αναφέρεται στην ποσότητα του ύδατος που πρέπει να διατηρείται για την επιβίωση των κατάντη της υδροληψίας οικοσυστημάτων, λαμβάνοντας υπόψιν ταυτόχρονα και την τυχόν ύπαρξη άλλων χρήσεων νερού. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής σε αυτό το κριτήριο είναι 2, της 2^{ης} είναι 3 και της 3^{ης} είναι 4.

7.3.2 Κοινωνικά Κριτήρια

1. **Αναστάτωση της τοπικής κοινωνίας - (ΚΚ1/min):** Το συγκεκριμένο κριτήριο αναφέρεται στο κατά πόσο ο ταμιευτήρας και η λειτουργία του μπορούν να προκαλέσουν αναστάτωση στην τοπική κοινωνία, είτε ζημιά σε κάποιες ομάδες πληθυσμού που έχουν συμφέροντα στην περιοχή (για παράδειγμα καλλιεργητές που εξυπηρετούνται με δικά τους μέσα, χωρίς κανένα όριο). Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής θα είναι 3, διότι πλέον η άρδευση θα γίνεται ελεγχόμενα και ίσως υπάρξουν αντιδράσεις, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής θα είναι 4, καθώς η χρήση του νερού μόνο για ύδρευση δεν αναμένεται να προξενήσει καμία αρνητική αντίδραση από τους κατοίκους και τους αγρότες της περιοχής.
2. **Όφελος ομάδων πληθυσμού - (ΚΚ2/max):** Οι κάτοχοι αγροτεμαχίων οι οποίοι δεν είχαν την δυνατότητα να αρδεύουν με δικά τους μέσα θα επωφεληθούν άμεσα από τη λειτουργία του ταμιευτήρα και τη μελλοντική κατασκευή ενός αρδευτικού δικτύου. Επιπλέον οι κάτοικοι της γύρω περιοχής θα επωφεληθούν άμεσα από την κατασκευή ενός υδρευτικού δικτύου. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 2.
3. **Δημιουργία θέσεων εργασίας - (ΚΚ3/max):** Με την κατασκευή του ταμιευτήρα και τη δημιουργία του αρδευτικού/υδρευτικού δικτύου αναμένεται η δημιουργία ενός Φορέα υπεύθυνου για την διαχείριση του έργου. Για την σωστή και αποτελεσματική λειτουργία του Φορέα θα πρέπει να προβλεφθεί η πλήρης επάνδρωσή του με το απαιτούμενο καταρτισμένο επιστημονικό, τεχνικό και διοικητικό προσωπικό. Επομένως θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας και θα ευνοηθούν τα εισοδήματα των κατοίκων. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι 4, καθώς με την κατασκευή του αρδευτικού και υδρευτικού δικτύου θα δημιουργηθούν πολλές νέες θέσεις εργασίας, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 2, καθώς με τη χρήση του νερού μόνο ύδρευση, μειώνεται ο αριθμός των θέσεων εργασίας που θα δημιουργηθούν.
4. **Συγκράτηση του πληθυσμού στην περιοχή - (ΚΚ4/max):** Με τη λειτουργία του ταμιευτήρα και την υλοποίηση ενός αρδευτικού δικτύου θα παρουσιαστούν

ευκαιρίες στον αγροτικό πληθυσμό και ιδιαίτερα στους νέους ώστε να παραμείνουν στον τόπο τους και να ασχοληθούν με τη γη. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι 4, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 1.

5. **Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου - (ΚΚ5/max):** Με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την αξιοποίηση απομακρυσμένων και άγονων αγροτεμαχίων θα ευνοηθούν τα εισοδήματα των κατοίκων. Επιπρόσθετα, η αναβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος θα βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της γύρω περιοχής. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 1.
6. **Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας - (ΚΚ6/max):** Με την ύπαρξη ενός νέου αρδευτικού δικτύου θα υπάρξει βελτίωση της ποιότητας στην καλλιέργεια καθώς και στην παραγωγή και στη διάθεση των προϊόντων, τα οποία με αυτό τον τρόπο θα γίνουν πιο ανταγωνιστικά. Επιπλέον θα βελτιωθεί και η παραγωγικότητα των εκτάσεων γης. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} θα είναι 1, καθώς η χρήση του νερού μόνο για ύδρευση δεν αναμένεται να επηρεάσει καθόλου την ποιότητα των καλλιεργειών.
7. **Παραγωγή ποιοτικών προϊόντων - (ΚΚ7/max):** Με την ύπαρξη ενός νέου αρδευτικού δικτύου, θα βελτιωθούν οι συνθήκες παραγωγής των γεωργικών προϊόντων, ενώ θα ευνοηθούν οι αγρότες της περιοχής από την παραγωγή προϊόντων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) υψηλής ποιότητας. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4, ενώ η 3^η εναλλακτική πρόταση βαθμολογείται και πάλι με 1.

7.3.3 Πολιτικά – Θεσμικά κριτήρια

1. **Δημιουργία Φορέα διαχείρισης του ταμιευτήρα - (ΠΘΚ1/max):** Το κριτήριο αυτό αφορά την δημιουργία ενός Φορέα διαχείρισης υπεύθυνου για τη διοίκηση και λειτουργία του ταμιευτήρα. Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται στο κατά πόσο μπορεί ο Φορέας να ελέγχει, να διαχειρίζεται και να προλαμβάνει δυσμενείς καταστάσεις που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν στην υφιστάμενη περιοχή. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι 4, εφόσον ο Φορέας που θα δημιουργηθεί

θα αναλάβει τη διαχείριση και διανομή του νερού για άρδευση. Η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 1.

2. **Αυστηρότητα μέτρων - (ΠΘΚ2/min):** Αφορά το κατά πόσο τα μέτρα των εναλλακτικών προτάσεων είναι αυστηρά για τους χρήστες του νερού. Η βαθμολογία των εναλλακτικών προτάσεων 1 και 2 θα είναι 2, καθώς με τη κατασκευή του αρδευτικού δικτύου και με την ύπαρξη του Φορέα διαχείρισης θα θεσπιστούν κάποια μέτρα και κανόνες για την χρήση του αρδευτικού νερού. Η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 4, καθώς θα συνεχιστεί η άρδευση των καλλιεργειών όπως γίνεται μέχρι σήμερα, χωρίς έλεγχο της ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται.
3. **Συμμετοχή άλλων φορέων - (ΠΘΚ3/min):** Αφορά κυρίως την εκπαίδευση και την ενημέρωση του αγροτικού πληθυσμού σχετικά με θέματα που αφορούν την ορθή χρήση του αρδευτικού νερού και την εφαρμογή των ορθών γεωργικών πρακτικών. Η βαθμολογία των εναλλακτικών 1 και 2 θα είναι 3, καθώς με τη κατασκευή του αρδευτικού συστήματος θα εμπλακούν και άλλοι φορείς για την ορθή χρήση του νερού και ίσως δημιουργηθούν προβλήματα και διαφωνίες, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 4, καθώς για τη χρήση του νερού μόνο για ύδρευση δεν απαιτείται η συμμετοχή άλλων φορέων.
4. **Ένταξη σε αγροπεριβαλλοντικά μέτρα - (ΠΘΚ4/max):** Το κριτήριο αυτό αναφέρεται στην εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι 3, ενώ της 3^{ης} είναι 1.

7.3.4 Οικονομικά κριτήρια

1. **Κόστος κατασκευής, κόστος λειτουργίας και συντήρησης του αρδευτικού και υδρευτικού δικτύου και του ταμιευτήρα - (ΟΚ1/min):** Αναφέρεται στο απαιτούμενο κόστος για την κατασκευή του ταμιευτήρα και του δικτύου διανομής του νερού καθώς και στο κόστος για την λειτουργία και τη συντήρησή τους. Το κόστος που προκύπτει είναι ανάλογο των έργων και των λειτουργιών που αποβλέπει η κάθε εναλλακτική πρόταση. Η βαθμολογία των εναλλακτικών 1 και 2 θα είναι 4, καθώς η κατασκευή του αρδευτικού δικτύου θα αυξήσει το κόστος, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 2.

2. **Αύξηση εισοδήματος των γεωργών - (OK2/max):** Το κριτήριο αυτό αφορά το εισόδημα που επιτυγχάνεται ανά αγροτική οικογένεια και στο κατά πόσο μπορεί να καλύψει τις ανάγκες διαβίωσης του αγροτικού πληθυσμού. Η δημιουργία ενός αρδευτικού δικτύου, θα προσελκύσει διάφορες επενδύσεις στην περιοχή, ή μπορεί να οδηγήσει στον προγραμματισμό των ετήσιων καλλιεργειών με βάση τα υφιστάμενα αποθέματα νερού. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 1.
3. **Αύξηση καλλιεργούμενων εκτάσεων (OK3/max):** Αναφέρεται στις άγονες, και πιο απομακρυσμένες, σε βοσκοτόπια ή εκτάσεις σε αγρανάπαυση τις οποίες η ύπαρξη ενός αρδευτικού δικτύου μπορεί να μετατρέψει σε αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι 4 και η 3^η εναλλακτική βαθμολογείται με 1.
4. **Βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών - (OK4/max):** Αφορά το βαθμό κατά τον οποίο η άρδευση των εκτάσεων θα αυξήσει την απόδοση των καλλιεργειών και θα εξασφαλιστεί μια βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτικής είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 1.
5. **Βελτίωση της κτηνοτροφίας - (OK5/max):** Το συγκεκριμένο κριτήριο αναφέρεται στην δημιουργία εύρωστων βοσκοτόπων, καθώς η ύπαρξη διαθέσιμου νερού θα μπορέσει να εξυπηρετήσει το ζωικό πληθυσμό, αλλά και να οδηγήσει στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας. Η βαθμολογία της 1^{ης} εναλλακτική πρότασης είναι 3, της 2^{ης} είναι 4 και της 3^{ης} είναι 2.

7.3.5 Τεχνικά κριτήρια

1. **Λειτουργία και συντήρηση έργου - (TK1/max):** Αφορά την αναβάθμιση και επέκταση του μηχανολογικού εξοπλισμού στην περιοχή, καθώς και τη συντήρηση και λειτουργία του αρδευτικού και υδρευτικού δικτύου για την καλύτερη εξυπηρέτηση του πληθυσμού της περιοχής. Η βαθμολογία των εναλλακτικών προτάσεων 1 και 2 είναι 4, καθώς η κατασκευή και λειτουργία του αρδευτικού δικτύου θα απαιτεί συνεχή έργα συντήρησης, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι 2.

2. **Έργα αισθητικής αναβάθμισης της περιοχής - (TK2/max):** Το συγκεκριμένο κριτήριο αφορά έργα τα οποία μπορούν να γίνουν στην ευρύτερη περιοχή γύρω από τον ταμιευτήρα, όπως δεντροφύτευση των εξωτερικών πρανών του ταμιευτήρα, καθαρισμός της περιοχής από τα σκουπίδια κ.α. Η βαθμολογία των εναλλακτικών προτάσεων 1 και 2 είναι 4, ενώ η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής πρότασης είναι 3.
3. **Ανάγκη κατασκευής έργων υποδομής για την αναβάθμιση της περιοχής - (TK3/max):** Το κριτήριο αυτό αναφέρεται σε έργα υποδομής που συνδέονται άμεσα με την αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής (όπως η σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ και έργα οδοποιίας). Η βαθμολογία της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής θα είναι 4, και η βαθμολογία της 3^{ης} εναλλακτικής είναι ίση με 3.

7.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ

Στις εναλλακτικές προτάσεις που παρουσιάζονται παραπάνω, απουσιάζουν τελείως οι ακραίες τιμές και κυρίως αυτές που υποδηλώνουν την άριστη κατάσταση, δηλαδή για τη βαθμολογία με κλίμακα από το 1 έως το 5, απουσιάζει το 5. Αυτό συμβαίνει επειδή καμία από τις 3 εναλλακτικές προτάσεις δεν παρουσιάζει την άριστη αυτή κατάσταση.

Αν κάποια από τις εναλλακτικές παρουσίαζε άριστη συμπεριφορά σε ένα κριτήριο, τότε πιθανότατα θα είχε πολύ κακή επίδοση σε κάποιο άλλο. Για παράδειγμα αν μια από τις εναλλακτικές παρουσίαζε άριστη επίδοση στα περιβαλλοντικά κριτήρια, θα είχε σαν αποτέλεσμα την κακή επίδοση στα κοινωνικά ή στα οικονομικά, καθώς δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί η προστασία του περιβάλλοντος χωρίς να θιχτεί κάποιος άλλος τομέας.

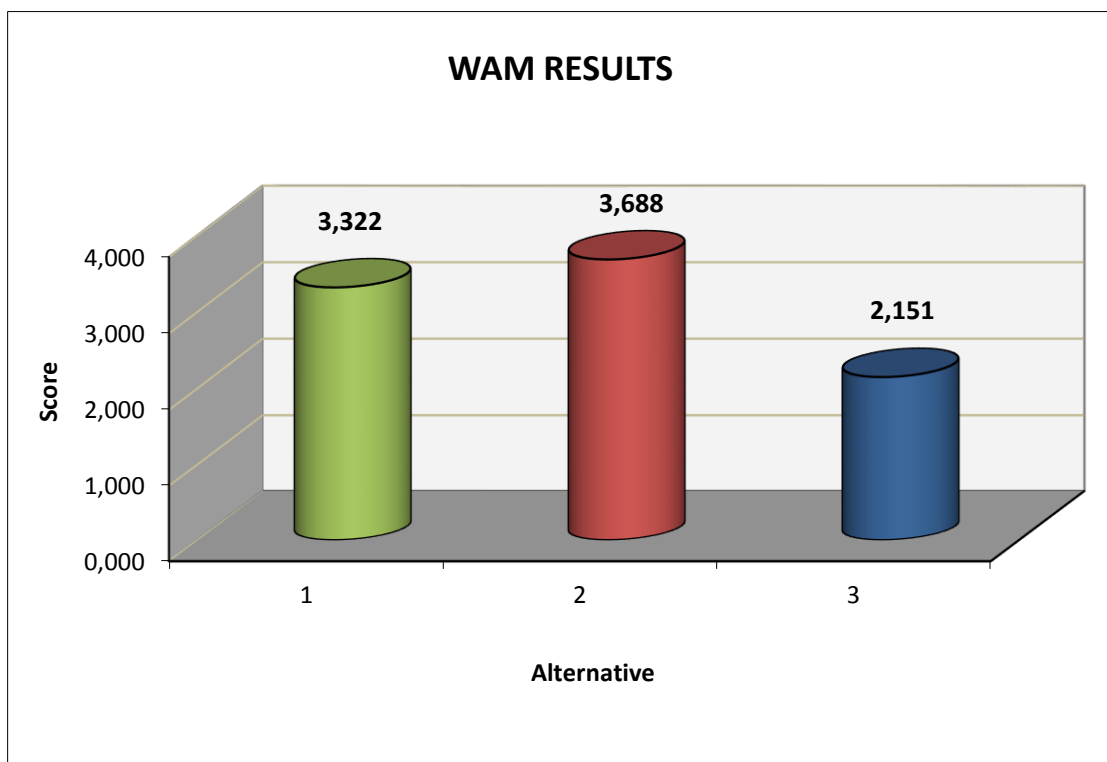
Για το λόγο αυτό, αποφεύχθηκε η χρήση ακραίων βαθμολογιών. Μπορεί να θεωρηθεί επίσης ότι η έλλειψη αυτή παραπέμπει σε μια εσωτερική σύγκριση των τριών εναλλακτικών προτάσεων με μια τέταρτη εναλλακτική, η οποία αποτελεί κάτι το ιδεατό και έχει άριστη συμπεριφορά σε όλα τα κριτήρια. Ωστόσο μια τέτοια πρόταση δεν είναι δυνατόν να υπάρξει στον πραγματικό κόσμο, γι αυτό και παραμένει εσωτερική και με βάση αυτή γίνεται η σύγκριση των τριών εναλλακτικών που εξετάζονται (Σκόνδρας Ν, 2009).

7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η εναλλακτική πρόταση που αναδεικνύεται ως καλύτερη, έπειτα από την εφαρμογή της Πολυκριτηριακής ανάλυσης και με τις τέσσερις μεθόδους που είναι διαθέσιμες στο πρόγραμμα (WAM, CP, WAM+PROMITHEE II, PROMITHEE II) είναι η πρόταση 2. Η εναλλακτική αυτή αφορά τον σχεδιασμό αρδευτικού δικτύου για την κάλυψη των συνολικών αναγκών της υπό μελέτης περιοχής σε άρδευση, με 60% ποσοστό άρδευσης σε 10.000 στρέμματα ελαιώνων και 100% ποσοστό άρδευσης σε 450 στρέμματα αμπελώνων, καθώς και την χρήση του νερού για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των κατοίκων της περιοχής.

Ακολουθεί ως δεύτερη επιλογή η εναλλακτική πρόταση 1, δηλαδή η κάλυψη των συνολικών αναγκών άρδευσης και ύδρευσης της περιοχής, με 100% ποσοστό άρδευσης των ελαιώνων και των αμπελώνων συνολικής εκτάσεως 10.450 στρεμμάτων, ενώ τρίτη σε προτίμηση βρίσκεται η 3^η εναλλακτική πρόταση, δηλαδή η χρήση του νερού που συγκεντρώνεται στον ταμειευτήρα αποκλειστικά για την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των κατοίκων της περιοχής.

Στην συνέχεια ακολουθεί ενδεικτικά γράφημα όπου παρουσιάζονται οι βαθμολογίες και των τριών εναλλακτικών προτάσεων με την εφαρμογή της μεθόδου MCDA WAM. Στο Παράρτημα που ακολουθεί στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα διαγράμματα και τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης.



Σχήμα 5: Βαθμολογίες των εναλλακτικών προτάσεων βάσει της μεθόδου MCDA WAM

Η 3^η εναλλακτική πρόταση (χρήση του νερού μόνο για ύδρευση) διαφέρει σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με την 1^η και την 2^η, οι οποίες είναι παρόμοιες. Και οι δύο αφορούν την κατασκευή ενός αρδευτικού δικτύου ώστε να καλυφθούν οι αρδευτικές ανάγκες της ευρύτερης περιοχής, γεγονός που θα οδηγήσει όχι μόνο στην αναβάθμιση της περιοχής, αλλά και στην οικονομική ευημερία του πληθυσμού και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της Αγίας Βαρβάρας. Το σημείο στο οποίο διαφέρουν οι εναλλακτικές προτάσεις είναι το ποσοστό άρδευσης για τους ελαιώνες που στην 1^η περίπτωση αφορά 100% άρδευση και στη 2^η μόλις 60%.

Λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην πολυκριτηριακή ανάλυση, το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί ότι ήταν αναμενόμενο, καθώς οι εναλλακτικές 1 και 2 αφορούν την χρήση του νερού του ταμιευτήρα για το σκοπό για τον οποίο θα κατασκευαστεί, δηλαδή την άρδευση και την ύδρευση της περιοχής. Το γεγονός ότι η 60% άρδευση των ελαιώνων είναι αρκετά πιο αποδοτική από την 100%, είχε σημαντική επίδραση στην επιλογή της 2ης εναλλακτικής πρότασης ως καλύτερης. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι σημείο αναφοράς και της 1^{ης} και της 2^{ης} εναλλακτικής είναι η

ανάγκη σύστασης ενός Φορέα Διαχείρισης του ταμιευτήρα Λαρανίου και του αρδευτικού νερού, επανδρωμένου με το κατάλληλα εκπαιδευμένο και καταρτισμένο επιστημονικό, τεχνικό και διοικητικό προσωπικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Κύριο τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η παρουσίαση και εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την άρδευση από τον ταμιευτήρα Λαρανίου Κρήτης. Πιο αναλυτικά, παρουσιάστηκαν τρεις εναλλακτικές προτάσεις σχετικά με την χρήση του νερού στην ευρύτερη περιοχή της Αγίας Βαρβάρας:

1. Σχεδιασμός και κατασκευή ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου και χρήση του νερού για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των κατοίκων της Αγίας Βαρβάρας. Η συνολική γεωργική έκταση που προτείνεται να αρδευτεί είναι 10.450 στρέμματα, από τα οποία τα 10.000 στρέμματα καλύπτονται από ελαιώνες (ποσοστό άρδευσης ελαιώνων θα θεωρηθεί 100%) και τα 450 στρέμματα καλύπτονται από αμπελώνες.
2. Σχεδιασμός και κατασκευή ενός συλλογικού αρδευτικού δικτύου και χρήση του νερού για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των κατοίκων της Αγίας Βαρβάρας. Η συνολική γεωργική έκταση που προτείνεται να αρδευτεί είναι 10.450 στρέμματα, από τα οποία τα 10.000 στρέμματα καλύπτονται από ελαιώνες (ποσοστό άρδευσης των ελαιώνων θα θεωρηθεί 60%) και τα 450 στρέμματα καλύπτονται από αμπελώνες.
3. Διατήρηση της υφιστάμενης κατάστασης άρδευσης στην περιοχή και χρήση του νερού από τον ταμιευτήρα για την ύδρευση των κατοίκων της Δημοτικής ενότητας της Αγίας Βαρβάρας. Οι ανάγκες για ύδρευση αφορούν περίπου 330.000m³.

Οι παραπάνω εναλλακτικές προτάσεις αξιολογήθηκαν με βάση Περιβαλλοντικά, Κοινωνικά, Πολιτικά, Οικονομικά και Τεχνικά κριτήρια με τη χρήση του προγράμματος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και προέκυψε ως επικρατέστερη η 2^η εναλλακτική πρόταση. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο και για τις τέσσερις μεθόδους αξιολόγησης. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι δόθηκε αυξημένη βαρύτητα στα κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια, καθώς η Αγία Βαρβάρα αποτελεί κατεξοχήν αγροτική περιοχή και το κύριο εισόδημα του τοπικού πληθυσμού προέρχεται από την απασχόληση του στον πρωτογενή τομέα.

Συμπερασματικά, η ευρύτερη περιοχή της Αγίας Βαρβάρας στην οποία ανήκει διοικητικά η περιοχή μελέτης για την κατασκευή του φράγματος Λατανίου, είναι μια περιοχή με έντονα αγροτικό χαρακτήρα και υψηλό δυναμικό περαιτέρω ανάπτυξης. Η κατασκευή του ταμιευτήρα και η αξιοποίηση του νερού που θα συγκεντρώνεται σε αυτόν με βάση την επικρατούσα εναλλακτική πρόταση θα έχει σαν αποτέλεσμα περαιτέρω ανάπτυξη του πρωτογενή τομέα και την εντατικοποίηση του κλάδου της γεωργίας. Πολλά από τα προβλήματα που εμφανίζονται για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης τους καλοκαιρινούς και ξηρούς μήνες, όπου εμφανίζεται αρκετά συχνά αισθητό πρόβλημα λειψυδρίας θα λυθούν, ενώ θα αυξηθεί αισθητά το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων και θα δοθούν ευκαιρίες απασχόλησης οι οποίες θα μειώσουν αισθητά το επίπεδο ανεργίας, το οποίο κυμαίνεται σε ποσοστό 6%-8% (ΥΠΕΚΑ, 2010).

Εκτός από τις δυνατότητες που παρουσιάζονται για ανάπτυξη στην περιοχή, η κατασκευή του ταμιευτήρα θα προσφέρει λύσεις και στις απειλές που παρουσιάζονται λόγω της αλόγιστης χρήσης του διαθέσιμου νερού. Το συλλεγόμενο αρδευτικό νερό σήμερα διατίθεται με τρόπους μη φιλικούς προς το περιβάλλον, χωρίς να υπάρχει ουσιαστικά κάποιος φορέας για τον έλεγχο της αλόγιστης σπατάλης του νερού, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία κάλυψης των απαιτήσεων των καλλιεργειών στους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο και Αύγουστο). Με τη δημιουργία του ταμιευτήρα και τη θέσπιση ενός Φορέα με αυξημένες αρμοδιότητες και δικαιοδοσίες για τη διαχείριση, τη προστασία της ποιότητας του αρδευτικού νερού και την εκπαίδευση των αγροτών, θα μπορέσει να δοθεί μια λύση στις οικονομικές και περιβαλλοντικές απειλές που παρουσιάζονται στην περιοχή και να προωθηθεί η αειφορική ανάπτυξη και η προστασία των υδατικών πόρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βικιπαίδεια (2012): http://el.wikipedia.org/wiki/Αγία_Βαρβάρα_Ηρακλείου
- Δήμος Αγίας Βαρβάρας (2012): <http://www.agiavarvara.gov.gr/>
- Καραβίτης Χ.Α. (2004) - «Σημειώσεις για το μάθημα Σχεδιασμός και Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Τμήμα αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Καραβίτης Χ., Κοσμάς Κ., Μουστάκας Ν., Αλεξανδρής Σ., Καϊρης Ο., Κουναλάκη Α., Σκόνδρας Ν., Σταματάκος Δ., Τσεσμελής Δ., Φασουλή Β. (2009) «Ανάπτυξη Υδατικών Πόρων – Σχεδιασμός Ταμιευτήρα στην Περιοχή Αγίας Βαρβάρας Ηρακλείου Κρήτης», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κοτσιφάκη Πελαγία (2012) – Γεωπόνος δήμου Αγίας Βαρβάρας, Προσωπική επικοινωνία
- Λέκα Α., Γκούμας Σ., Κάσσιος Χ. (2005) - «Η Σύγχρονη Σημασία και ο Ρόλος των Περιβαλλοντικών Δεικτών στη Διαχείριση του Περιβάλλοντος» , Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα
- Μελέτη «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων Κρήτης (2001), Αποκεντρωμένη Διοίκηση Κρήτης
www.crete-region.gr
- Μιχελάκης Ν. (1986) - «Συμπεριφορά της ελαίας σε διάφορες συνθήκες άρδευσης», Διδακτορική Διατριβή, Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών
- Μοσχογιάννη Μ. (2008) - « Εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την Αξιολόγηση των Επιπτώσεων του Φράγματος Γαδουρά στη Ν.Ρόδο», Διπλωματική Διατριβή: Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Μυλόπουλος, Ι. (2000) - «Διαχείριση της Ζήτησης και Κοστολόγηση Νερού», Ελληνική Επιτροπή Υδάτων
<http://www.waterinfo.gr/eedyp/papers/IMylopoulos.html>

- Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α' 280/9.12.2003)
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=1RobHrsUDLY%3D&tabid=246&language=el-GR>
- Σκόνδρας, Ν. (2009) - Εφαρμογή της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Με Σκοπό τη Λήψη Αποφάσεων Σχετικών Με την Περιβαλλοντική Προστασία Του Εθνικού Πάρκου Σχινιά – Μαραθώνας, Αττικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Στουρνάρας, Γ. (2007) - «Νερό. Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή», Αθήνα: Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
- Τσακίρης, Γ. (1995) - «Εισαγωγή στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Υδατικοί Πόροι: Ι. Τεχνική Υδρολογία», Τσακίρης, Γ. (επιμ.). Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Τζωρτζάκης Κ. και Τζωρτζάκη Α. (2002) - « Οργάνωση και Διοίκηση: Μάνατζμεντ, Νέες Ιδέες και Τεχνικές στον 21^ο Αιώνα», εκδόσεις Rosili, Αθήνα, 2^η έκδοση
- Υπηρεσία Περιβάλλοντος, Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος και Σχολή Χημικών Μηχανικών - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (2005) - «Development of Best Management Systems for High Waste Streams in Cyprus».
- ΥΠΕΚΑ (2010) - «Ρυθμιστικό σχέδιο και πρόγραμμα προστασίας περιβάλλοντος οικιστικού συγκροτήματος Ηρακλείου»
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=fV%2FifPG71HU%3D&tabid=232&language=el-GR>
- ΥΠΕΚΑ (2009) – «Ολοκλήρωση του Σχεδιασμού των Υπολειπόμενων Έργων Δικτύων Αποχέτευσης και Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Οικισμών Γ' Προτεραιότητας με Πληθυσμό Αιχμής < 2.000, Περιφέρεια Κρήτης , Μέρος Α. χ
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=3xSIBIiyZME%3D&tabid=251&language=el-GR>
- Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας (2009) – «Βελτιωμένα Συστήματα Άρδευσης», Λευκωσία-Κύπρος
[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/5BA14FABB753097BC22575FC003A744A/\\$file/ARDEYSH.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/5BA14FABB753097BC22575FC003A744A/$file/ARDEYSH.pdf?OpenElement)

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chartzoulakis K. and Bertaki M. (2001) “Towards Sustainable Water Use on Mediterranean Islands: Addressing Conflicting Demands and Varying Hydrological, Social and Economic Conditions”, Medis Agricultural Report, European Commission
<http://www.uni-muenster.de/Umweltforschung/medis/restricted/d14.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
http://www.fao.org/index_en.htm
- Grigg, N.S (1996) - “Water Resources Management”, Mc Graw-Hill, N.Y
- Karavitis C. (2003) - “Introduction to Multi-Criterion Decision Analysis”
- Loucks Daniel P., Eelco Van Beek, Jerry R. Stedinger, Joss P.M. Dijkman, and Monique T. Villars (2005) - “Water Resources Systems Planning and Management - An Introduction to Methods, Models and Applications”, UNESCO Publishing, Paris
- Medis Agricultural Report (2004-2005) – Towards Sustainable Water Use on Mediterranean Islands: Addressing Conflicting Demands and Varying Hydrological, Social and Economic Conditions, European Commission
- European Commission (2000) – “Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy”
http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
<http://www.oecd.org/>
- Storksdieck and Otro-Zimmermann K. (1994) - “Advanced Environmental Management Tools and Environmental Budgeting at the local level”, Freiburg, Germany

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στις σελίδες που ακολουθούν παρατίθενται οι πίνακες και τα διαγράμματα του προγράμματος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης όπως αυτό αναπτύχθηκε από τον Darell G.Fontane από το Colorado State University, U.S.A. και χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Κωδικοί των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν στην πολυκριτηριακή ανάλυση για την αξιολόγηση των κριτηρίων:

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	
ΠΚ1	Αναβάθμιση του περιβάλλοντος
ΠΚ2	Παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και της γονιμότητας των εδαφών
ΠΚ3	Διαχείριση του νερού
ΠΚ4	Προστασία από ακραίες υδρολογικές καταστάσεις
ΠΚ5	Προστασία σπάνιων και ενδημικών ειδών
ΠΚ6	Διατήρηση της οικολογικής παροχής
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	
ΚΚ1	Αναστάτωση της τοπικής κοινωνίας
ΚΚ2	Όφελος ομάδων πληθυσμού
ΚΚ3	Δημιουργία θέσεων εργασίας
ΚΚ4	Συγκράτηση του πληθυσμού στην περιοχή
ΚΚ5	Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου
ΚΚ6	Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας
ΚΚ7	Παραγωγή ποιοτικών προϊόντων
ΠΟΛΙΤΙΚΑ - ΘΕΣΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	
ΠΘΚ1	Δημιουργία Φορέα διαχείρισης του ταμιευτήρα
ΠΘΚ2	Αυστηρότητα μέτρων
ΠΘΚ3	Συμμετοχή άλλων φορέων
ΠΘΚ4	Ένταξη σε αγροπεριβαλλοντικά μέτρα
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	
ΟΚ1	Κόστος κατασκευής, κόστος λειτουργίας και συντήρησης του αρδευτικού και υδρευτικού δικτύου
ΟΚ2	Αύξηση εισοδήματος των γεωργών
ΟΚ3	Αύξηση καλλιεργούμενων εκτάσεων
ΟΚ4	Βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών
ΟΚ5	Βελτίωση της κτηνοτροφίας
ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	
ΤΚ1	Λειτουργία και συντήρηση του έργου
ΤΚ2	Έργα αισθητικής αναβάθμισης της περιοχής
ΤΚ3	Ανάγκη κατασκευής έργων υποδομής για την αναβάθμιση της περιοχής

Βασικά Δεδομένα(Basic Data):

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ				
ΥΠΟ - ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Max/Min	EN 1	EN 2	EN 3
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
ΠΚ1	max	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή
ΠΚ2	max	Μέτρια	Υψηλή	Χαμηλή
ΠΚ3	max	Μέτρια	Υψηλή	Χαμηλή
ΠΚ4	max	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
ΠΚ5	max	Μικρή	Μικρή	Μέτρια
ΠΚ6	max	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
ΚΚ1	min	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή
ΚΚ2	max	Μέτρια	Μεγάλο	Μικρό
ΚΚ3	max	Πολλές	Πολλές	Λίγες
ΚΚ4	max	Μεγάλη	Μεγάλη	Πολύ Μικρή
ΚΚ5	max	Μέτρια	Μεγάλη	Πολύ Μικρή
ΚΚ6	max	Μέτρια	Μεγάλη	Καμία
ΚΚ7	max	Μέτρια	Υψηλή	Μικρή
ΠΟΛΙΤΙΚΑ – ΘΕΣΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
ΠΘ1	max	Καλή	Καλή	Καμία
ΠΘ2	min	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή
ΠΘ3	min	Μέτρια	Μέτρια	Χαμηλή
ΠΘ4	max	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
ΟΚ1	min	Υψηλό	Υψηλό	Χαμηλό
ΟΚ2	max	Μέτρια	Μεγάλη	Καμία
ΟΚ3	max	Μεγάλη	Μεγάλη	Καμία
ΟΚ4	max	Μέτρια	Μεγάλη	Καμία
ΟΚ5	max	Μέτρια	Μεγάλη	Χαμηλή
ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ				
ΤΚ1	max	Μεγάλη	Μεγάλη	Μικρή
ΤΚ2	max	Πολλά	Πολλά	Αρκετά
ΤΚ3	max	Μεγάλη	Μεγάλη	Μέτρια

Βασικά Δεδομένα (Basic Data) - Οι κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση του παραπάνω πίνακα:

ΚΛΙΜΑΚΕΣ					
Max					
5	Πολυ Υψηλή/ος/ο	5	Πολύ Μεγάλη/ος/ο	5	Πάρα Πολλές
4	Υψηλή/ος/ο	4	Μεγάλη/ος/ο	4	Πολλές
3	Μέτρια/ος/ο	3	Μέτρια/ος/ο	3	Αρκετές
2	Χαμηλή/ος/ο	2	Μικρή/ος/ο	2	Λίγες
1	Καθόλου	1	Πολύ Μικρή/ος/ο	1	Καθόλου
5	Πολύ Καλή/ο				
4	Καλή/ο				
3	Μέτρια/ο				
2	Κακή/ο				
1	Καθόλου				
Min					
5	Πολύ Μικρή/ος/ο	5	Πολύ Χαμηλό		
4	Μικρή/ος/ο	4	Χαμηλό		
3	Μέτρια/ος/ο	3	Μέτριο		
2	Μεγάλη/ος/ο	2	Υψηλό		
1	Πολύ Μεγάλη/ος/ο	1	Πολύ Υψηλό		

MCDA WAM:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΥΣ	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ		
				ΕΝ 1	ΕΝ 2	ΕΝ 3
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ	1	0,186				
ΠΚ1			0,167	4	4	2
ΠΚ2			0,167	3	4	2
ΠΚ3			0,167	3	4	2
ΠΚ4			0,167	4	4	4
ΠΚ5			0,167	2	2	3
ΠΚ6			0,167	2	3	4
			1	3,00	3,50	2,83
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ	1,25	0,233				
ΚΚ1			0,143	3	3	4
ΚΚ2			0,143	3	4	2
ΚΚ3			0,143	4	4	2
ΚΚ4			0,143	4	4	1
ΚΚ5			0,143	3	4	1
ΚΚ6			0,143	3	4	1
ΚΚ7			0,143	3	4	1
			1	3,29	3,86	1,71
ΠΟΛΙΤΙΚΑ - ΘΕΣΜΙΚΑ	1	0,186				
ΠΘ1			0,250	4	4	1
ΠΘ2			0,250	2	2	4
ΠΘ3			0,250	3	3	4
ΠΘ4			0,250	3	3	1
			1	3,00	3,00	2,50
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	1,25	0,233				
ΟΚ1			0,200	4	4	2
ΟΚ2			0,200	3	4	1
ΟΚ3			0,200	4	4	1
ΟΚ4			0,200	3	4	1
ΟΚ5			0,200	3	4	2
			1	3,40	4,00	1,40
ΤΕΧΝΙΚΑ	0,875	0,163				
ΤΚ1			0,333	4	4	2
ΤΚ2			0,333	4	4	3
ΤΚ3			0,333	4	4	3
			1	4	4	2,67
			ΣΥΝΟΛΟ	3,322	3,688	2,151
			ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3

Rating metric: Best = 5
Worst = 1

$$S_j = \sum_{i=1}^4 W_i * R_{i,j}$$

MCRA CP – Για p=1:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΥΣ	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ		
				ΕΝ 1	ΕΝ 2	ΕΝ 3
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ	1	0,186				
ΠΚ1			0,167	1	1	0
ΠΚ2			0,167	0,5	1	0
ΠΚ3			0,167	0,5	1	0
ΠΚ4			0,167	0	0	0
ΠΚ5			0,167	0	0	1
ΠΚ6			0,167	0	0,5	1
			1	0,33	0,58	0,33
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ	1,25	0,233				
ΚΚ1			0,143	0	0	1
ΚΚ2			0,143	0,5	1	0
ΚΚ3			0,143	1	1	0
ΚΚ4			0,143	1	1	0
ΚΚ5			0,143	0,667	1	0
ΚΚ6			0,143	0,667	1	0
ΚΚ7			0,143	0,667	1	0
			1	0,64	0,86	0,14
ΠΟΛΙΤΙΚΑ - ΘΕΣΜΙΚΑ	1	0,186				
ΠΘ1			0,250	1	1	0
ΠΘ2			0,250	0	0	1
ΠΘ3			0,250	0	0	1
ΠΘ4			0,250	1	1	0
			1	0,50	0,50	0,50
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	1,25	0,233				
ΟΚ1			0,200	1	1	0
ΟΚ2			0,200	0,667	1	0
ΟΚ3			0,200	1	1	0
ΟΚ4			0,200	0,667	1	0
ΟΚ5			0,200	0,5	1	0
			1	0,77	1	0
ΤΕΧΝΙΚΑ	0,875	0,163				
ΤΚ1			0,333	1	1	0
ΤΚ2			0,333	1	1	0
ΤΚ3			0,333	1	1	0
			1	1	1	0
			ΣΥΝΟΛΟ	0,646	0,796	0,188
			ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3

$$R_{i,j} = \left[\frac{Actual_{i,j} - Worst_i}{Best_i - Worst_i} \right]^p$$

ΜCRA CP – Για p=2:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΥΣ	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ		
				ΕΝ 1	ΕΝ 2	ΕΝ 3
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ	1	0,186				
ΠΚ1			0,167	1	1	0
ΠΚ2			0,167	0,25	1	0
ΠΚ3			0,167	0,25	1	0
ΠΚ4			0,167	0	0	0
ΠΚ5			0,167	0	0	1
ΠΚ6			0,167	0	0,25	1
			1	0,25	0,54	0,33
ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ	1,25	0,233				
ΚΚ1			0,143	0	0	1
ΚΚ2			0,143	0,25	1	0
ΚΚ3			0,143	1	1	0
ΚΚ4			0,143	1	1	0
ΚΚ5			0,143	0,444	1	0
ΚΚ6			0,143	0,444	1	0
ΚΚ7			0,143	0,444	1	0
			1	0,51	0,86	0,14
ΠΟΛΙΤΙΚΑ - ΘΕΣΜΙΚΑ	1	0,186				
ΠΘ1			0,250	1	1	0
ΠΘ2			0,250	0	0	1
ΠΘ3			0,250	0	0	1
ΠΘ4			0,250	1	1	0
			1	0,50	0,50	0,50
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	1,25	0,233				
ΟΚ1			0,200	1	1	0
ΟΚ2			0,200	0,444	1	0
ΟΚ3			0,200	1	1	0
ΟΚ4			0,200	0,444	1	0
ΟΚ5			0,200	0,25	1	0
			1	0,63	1	0
ΤΕΧΝΙΚΑ	0,875	0,163				
ΤΚ1			0,333	1	1	0
ΤΚ2			0,333	1	1	0
ΤΚ3			0,333	1	1	0
			1	1	1	0
			ΣΥΝΟΛΟ	0,567	0,788	0,188
			ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3

Σημειώνεται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο εκθέτης p, τόσο μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στις καλύτερες εναλλακτικές.

MCDA PROM-WAM – Κύρια Κριτήρια:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΠΚ	0,0%	0,186	0	1	0	1	0	1	0	0	0
ΚΚ	0,0%	0,232	0	1	0	1	0	1	0	0	0
ΠΘ	0,0%	0,186	0	1	0	0	0	1	0	0	0
ΟΙΚ	0,0%	0,232	0	1	0	1	0	1	0	0	0
ΤΚ	0,0%	0,162	0	1	0	0	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3	0	0	1	0	0,651	0	1	0	0	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

	EN1	EN2	EN3	Φ+
EN1	0	0	1	0,5
EN2	0,651	0	1	0,825
EN3	0	0	0	0
Φ-	0,325	0	1	
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0,826	-1,000	0,826	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3	

MCDA PROM – Πίνακας προτίμησης Περιβαλλοντικών Κριτηρίων:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΠΚ1	0,0%	0,166	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΠΚ2	0,0%	0,166	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΠΚ3	0,0%	0,166	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΠΚ4	0,0%	0,166	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΠΚ5	0,0%	0,166	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ΠΚ6	0,0%	0,166	0	0	0	1	0	0	1	1	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3		0	0	0,5	0,333	0	0,5	0,333	0,333	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	0,5	0,25
EN2	0,333	0	0,5	0,416
EN3	0,333	0,333	0	0,333
Φ-	0,333	0,166	0,5	
Φ = (Φ+) - (Φ-)	-0,083	0,250	-0,167	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3	

MCDA PROM – Πίνακας Προτίμησης Κοινωνικών Κριτηρίων:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΚΚ1	0,0%	0,142	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ΚΚ2	0,0%	0,142	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΚΚ3	0,0%	0,142	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΚΚ4	0,0%	0,142	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΚΚ5	0,0%	0,142	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΚΚ6	0,0%	0,142	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΚΚ7	0,0%	0,142	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3		0	0	0,857	0,571	0	0,857	0,142	0,142	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	0,857	0,428
EN2	0,571	0	0,857	0,714
EN3	0,142	0,142	0	0,142
Φ-	0,357	0,071	0,857	
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0,071	0,643	-0,714	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3	

MCDA PROM – Πίνακας Προτίμησης Πολιτικών-Θεσμικών Κριτηρίων:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΠΘ1	0,0%	0,25	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΠΘ2	0,0%	0,25	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ΠΘ3	0,0%	0,25	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ΠΘ4	0,0%	0,25	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3		0	0	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΛΙΤΙΚΑ-ΘΕΣΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	0,5	0,25
EN2	0	0	0,5	0,25
EN3	0,5	0,5	0	0,5
Φ-	0,25	0,25	0,5	
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0	0	0	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	1	1	1	

MCDA PROM – Πίνακας Προτίμησης Οικονομικών Κριτηρίων:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΟΚ1	0,0%	0,2	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΟΚ2	0,0%	0,2	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΟΚ3	0,0%	0,2	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΟΚ4	0,0%	0,2	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΟΚ5	0,0%	0,2	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3		0	0	1	0,6	0	1	0	0	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ		EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	1	0,5
EN2	0,6	0	1	0,8	
EN3	0	0	0	0	
Φ-	0,3	0	1		
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0,2	0,8	-1,00		
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3		

MCDA PROM – Πίνακας Προτίμησης Τεχνικών Κριτηρίων

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
TK1	0,0%	0,333	0	0	1	0	0	1	0	0	0
TK2	0,0%	0,333	0	0	1	0	0	1	0	0	0
TK3	0,0%	0,333	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	3		0	0	1	0	0	1	0	0	0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ		EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	1	0,5
EN2	0	0	1	0,5	
EN3	0	0	0	0	
Φ-	0	0	1		
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0,5	0,5	-1,00		
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	1	1	3		

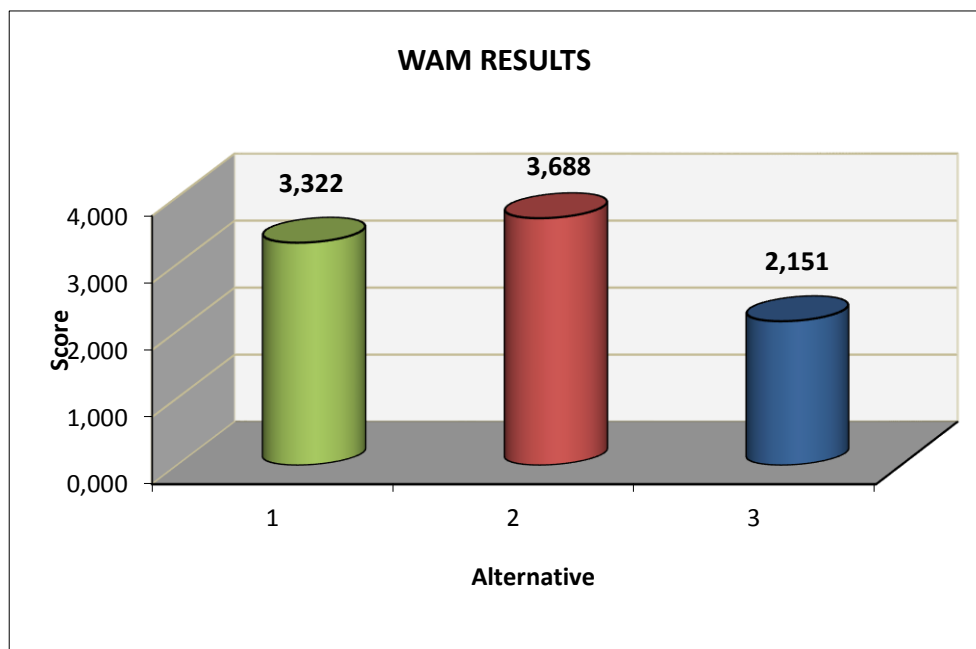
MCDA PROM – Πίνακας Προτίμησης Κυρίων Κριτηρίων:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ %	ΚΑΝΟΝΙΚ. ΒΑΡΟΣ	Ev1 -	Ev1-	Ev1 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev2 -	Ev3 -	Ev3 -	Ev3 -
			Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3	Ev1	Ev2	Ev3
ΠΚ	0,0%	0,186	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΚΚ	0,0%	0,232	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΠΘ	0,0%	0,186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΟΚ	0,0%	0,232	0	0	1	1	0	1	0	0	0
ΤΚ	0,0%	0,162	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ			0	0	0,813	0,651	0,813	1	0	0	0

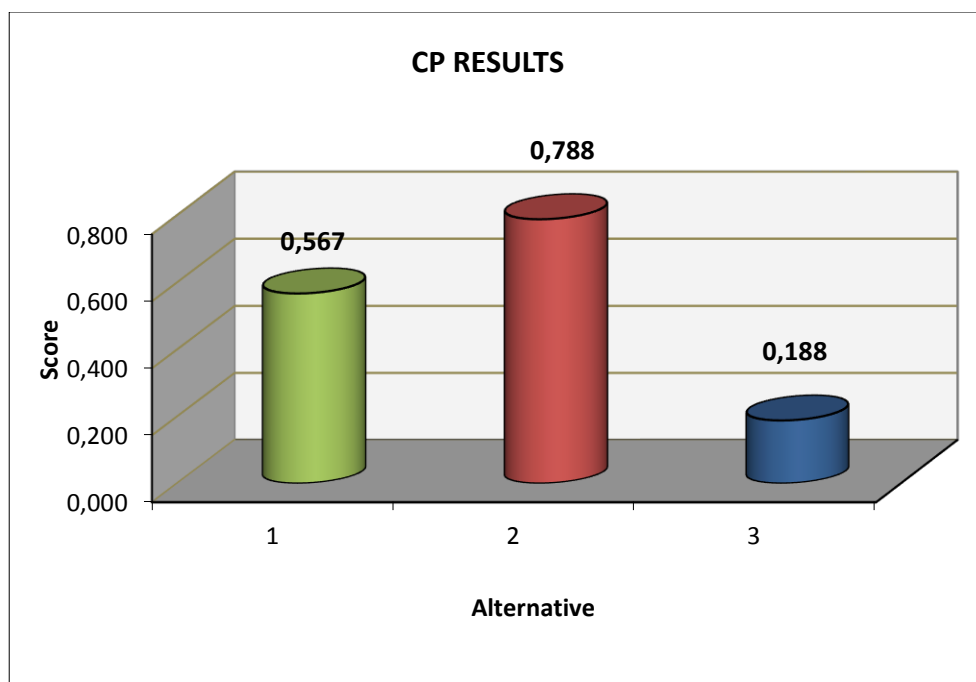
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	EN1	EN2	EN3	Φ+
	EN1	0	0	0,813	0,406
EN2	0,651	0	0,813	0,732
EN3	0	0	0	0
Φ-	0,325	0	0,813	
Φ = (Φ+) - (Φ-)	0,081	0,733	-0,814	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ	2	1	3	

Στους παραπάνω πίνακες το ποσοστό αδιαφορίας είναι 0%, έτσι ώστε να γίνεται αυστηρή σύγκριση των εναλλακτικών προτάσεων.

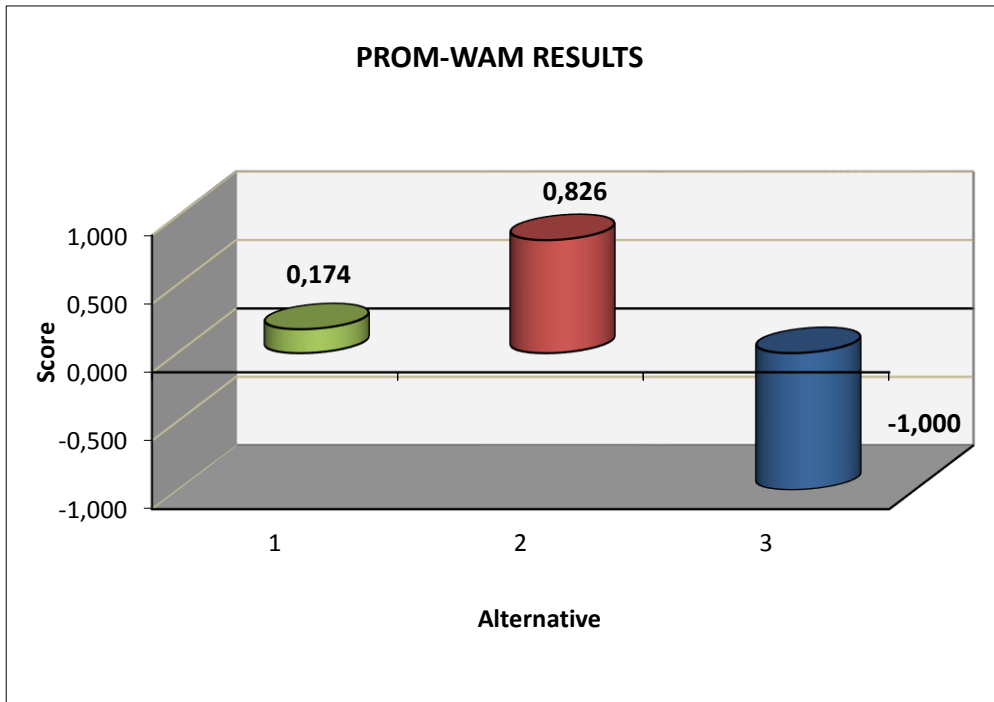
Η κατάταξη των εναλλακτικών προτάσεων με τη μέθοδο MCDA WAM:



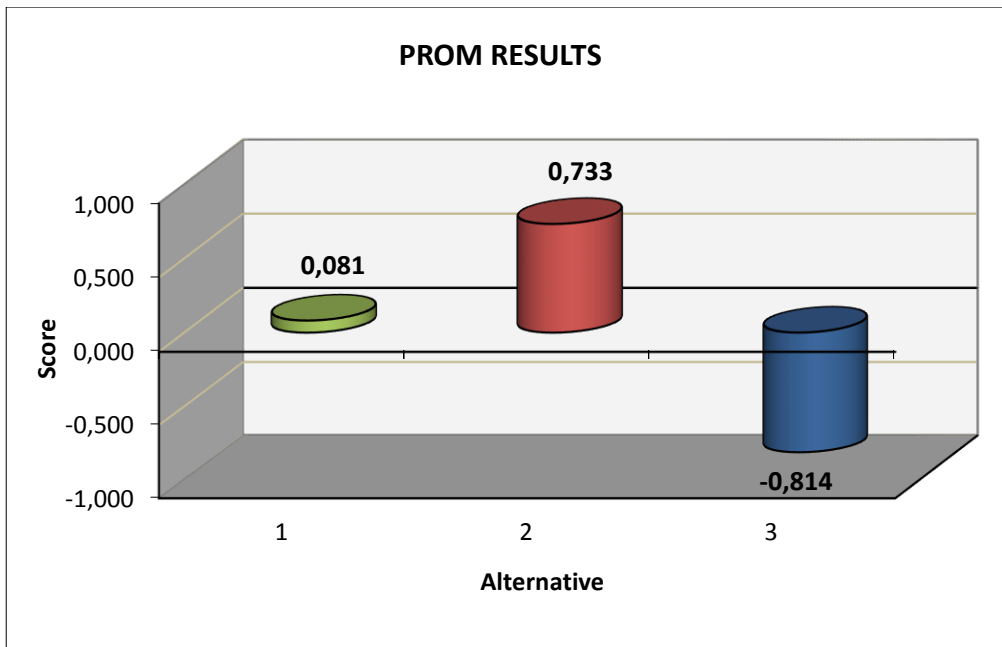
Η κατάταξη των εναλλακτικών προτάσεων με τη μέθοδο MCDA CP - για $\rho=1$:



Η κατάταξη των εναλλακτικών προτάσεων με τη μέθοδο PROMITHEE WAM:



Η κατάταξη των εναλλακτικών προτάσεων με τη μέθοδο PROMITHEE για τα κυρίως κριτήρια:



Η κατάταξη των εναλλακτικών και με τις τέσσερις μεθόδους:

