



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΣΚΙΑΘΟΥ -
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ»**



ΑΛΑΜΑΝΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ – ΜΠΙΕΤΣΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής : Μυλόπουλος Νικήτας

Συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια : Λασπίδου Χρυσή

ΒΟΛΟΣ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία δε θα είχε υλοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια κάποιων ανθρώπων, που θεωρούμε τιμή και ηθική υποχρέωση να τους αναφέρουμε.

Πρώτα απ' όλα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας, τον **κ. Νικήτα Μυλόπουλο**, καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις πολύτιμες γνώσεις που μας μετέδωσε όλα αυτά τα έτη μέσα από τα μαθήματα που αφορούν τον υδραυλικό τομέα και για τη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Ευχαριστούμε θερμά την **κα. Χρυσή Λασπίδου**, επίκουρη καθηγήτρια του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την εμπιστοσύνη της, τις ορθές παρατηρήσεις της, τους εύστοχους σχολιασμούς, τις πληροφορίες και τα στοιχεία που μας χορήγησε αλλά και για τη γενικότερη συνεργασία μας τα δύο τελευταία χρόνια.

Τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μας στον **κ. Χρυσόστομο Φαφούτη**, διδάκτορα του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ο οποίος, πάντα πρόθυμα, μας έδωσε άμεσα λύσεις σε όποιο πρόβλημα ή απορία προέκυπτε. Η συνεχής επιστημονική υποστήριξη, η καθοδήγηση, οι συμβουλές και οι χρήσιμες παρατηρήσεις του βοήθησαν πολύ στην τελική εικόνα της εργασίας.

Σημαντική ήταν και η βοήθεια που μας παρείχε στα πρώτα στάδια εκπόνησης της παρούσης διπλωματικής εργασίας ο **κ. Γιάννης Τζαμπύρας**, υποψήφιος διδάκτορας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ως ένας πολύ καλός γνώστης του λογισμικού προγράμματος (WEAP) που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση των δεδομένων μας.

“Ψυχήσιν Θάνατος ὕδωρ γενέσθαι, ὕδατι δε θάνατος γην γενέσθαι, εκ γης δε ὕδωρ γίνεται, εἰς ὕδατος δε ψυχή”.

Ἡράκλειτος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	6

1 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	
1.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΖΩΗ ΜΑΣ.....	9
1.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ.....	10
1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	11
1.3.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ.....	11
1.3.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	12
1.4 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	14
1.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	15
1.6 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	18
1.7 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	19
1.7.1 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	19
1.7.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	21
1.8 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	26
1.9 Η (ΜΗ) ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	29
1.9.1 ΕΡΓΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	32
1.10 ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	33
1.11 ΥΔΡΕΥΣΗ.....	37
1.11.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	37
1.11.2 ΥΔΡΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	39
1.11.3 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΕΥΣΗ.....	39
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΣΚΙΑΘΟΣ	
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	43
2.2 ΔΕΥΑ ΣΚΙΑΘΟΥ.....	47
2.2.1 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ – ΣΥΣΤΑΣΗ - ΣΚΟΠΟΣ.....	47
2.2.2 ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΗΣ Δ.Ε.Υ.Α. ΣΚΙΑΘΟΥ.....	48
2.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ.....	52
2.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ.....	53
2.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	54
3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ : WEAP	
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WEAP.....	56
3.2 ΤΟ WEAP ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ.....	57
3.3 ΤΟ ΜΕΝΟΥ ΕΝΤΟΛΩΝ ΤΟΥ WEAP.....	59
4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	65
4.2 ΠΡΟ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	69
4.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	72

4.4	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	77
4.4.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΖΗΤΟΥΜΕΝΑ.....	77
4.4.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ.....	77
5.	ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	
5.1	Η ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....	82
5.2	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ.....	83
5.3	ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.....	85
5.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΕΤΟΣ ΒΑΣΗΣ.....	86
6.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	
6.1	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	87
6.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	91
6.3	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	92
6.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	94
6.5	ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	141
7.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
7.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	150
7.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	164
8.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ	
8.1	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΤΟΥΝ.....	168
8.2	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	170
8.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ.....	173
8.4	ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ, ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ.....	174
9.	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ.....	179
	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	182
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	184

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Είναι γνωστό από την ιστορία ότι οι πολιτισμοί που άνθισαν, βρίσκονταν πάντα δίπλα σε μεγάλα ποτάμια και σημαντικές θαλάσσιες διόδους. Η Μεσοποταμία, το επονομαζόμενο και λίκνο του πολιτισμού, ήταν ανάμεσα στα ποτάμια του Τίγρη και του Ευφράτη, ο αρχαίος αιγυπτιακός πολιτισμός εξαρτιόταν αποκλειστικά από το Νείλο. Μεγάλες σύγχρονες μητροπόλεις όπως το Λονδίνο, το Παρίσι, η Νέα Υόρκη, το Τόκυο οφείλουν την ανάπτυξή τους εν μέρει και στο γεγονός ότι έχουν εύκολη θαλάσσια πρόσβαση με αποτέλεσμα την εξάπλωση του εμπορίου. Σε περιοχές με έλλειψη νερού, όπως στη Βόρεια Αφρική και στη Μέση Ανατολή η πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό ήταν και είναι σημαντικός παράγοντας στην ανθρώπινη εξέλιξη.

Αυτό δικαιολογείται αν αναλογιστούμε πόσο πολύ χρησιμοποιούμε το νερό σε κάθε μας δραστηριότητα και πόσο αναντικατάστατο είναι. Η πιο σημαντική χρήση του νερού στη γεωργία είναι για την άρδευση και είναι παράγοντας κλειδί για την παραγωγή επαρκών ποσοτήτων τροφής. Στις αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιείται περίπου το 90% του νερού για άρδευση ενώ ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό νερού χρησιμοποιείται για τον ίδιο λόγο στις αναπτυγμένες χώρες (περίπου 30% στις ΗΠΑ). Επίσης το νερό χρησιμοποιείται για πυρόσβεση, για λόγους αναψυχής, για εκγύμναση, αθλητικές δραστηριότητες, για πλύση και για την υγιεινή μας. Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά υλικών μέσω ποταμών και καναλιών, όπως επίσης και μέσω των διεθνών ναυτιλιακών γραμμών, αποτελεί δηλαδή ένα τεράστιο μέρος της παγκόσμιας οικονομίας. Επιπλέον είναι σημαντικό να τονίσουμε πως το νερό και ο ατμός χρησιμοποιούνται ως μέσα μεταφοράς θερμότητας σε διάφορα συστήματα ανταλλαγής θερμότητας, εξαιτίας της μεγάλης θερμοχωρητικότητάς τους, τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση. Το νερό είναι ευρέως διαδεδομένο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο υδροηλεκτρισμός είναι η ηλεκτρική ενέργεια που αποδίδεται από την υδραυλική ενέργεια μέσω της υδατόπτωσης και είναι μια χαμηλού κόστους, καθαρή για το περιβάλλον και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Στη βιομηχανία χρησιμοποιείται για υδροβολή και υδροκοπή, όπου γίνεται καθαρισμός ή αποχρωματισμός επιφανειών και κοπής μετάλλων ή πετρωμάτων με νερό σε υψηλή πίεση. Επίσης το νερό βρίσκει πολλές εφαρμογές ως ψυκτικό μηχανημάτων, καθώς δεν επιβαρύνει το περιβάλλον και βρίσκεται σε χαμηλότερο κόστος από άλλα ψυκτικά υγρά.

Το νερό αναλόγως με τον τρόπο τον οποίο αντιμετωπίζεται μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως φυσικός πόρος ,ως οικονομικό ή κοινωνικό αγαθό είτε ως περιβαλλοντικό στοιχείο. Απ' όποια σκοπιά όμως και αν το κοιτάξει κανείς, αυτό που παραμένει αναλλοίωτο είναι η βασική θεώρηση ότι το νερό αποτελεί το πλέον αναντικατάστατο συστατικό όχι μόνο για την επιβίωση, αλλά και για την ανάπτυξη του ανθρώπου. Αυτή η θεώρηση προκύπτει από τη λεπτομερή εξέταση τόσο της βιολογίας όσο και της κοινωνιολογίας.

Παρόλο που είναι τόσο σημαντικό και άρρηκτα συνδεδεμένο με την ανθρώπινη ζωή, η υπερκατανάλωση και η ρύπανση των σύγχρονων κοινωνιών είναι οι δύο κυριότερες αιτίες που θέτουν την ύπαρξή του σε κίνδυνο. Σε πολλά μέρη του κόσμου το νερό γίνεται ένα αγαθό σε ανεπάρκεια (Postel et al., 1996 - Gleick, 1996 - United Nations, 1997 - Seckler et al., 1998). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το ότι υδάτινοι πόροι παρουσιάζουν σημαντικά οφέλη για τους ανθρώπους, έχει οδηγήσει πολλούς ακαδημαϊκούς να διατυπώσουν την άποψη πως το νερό θα γίνει το «πετρέλαιο του εικοστού πρώτου αιώνα».

Ο μελλοντικός σχεδιασμός λοιπόν, πρέπει να βασιστεί σε αυτό το δεδομένο. Τα έργα ανάπτυξης που σχετίζονται με τους υδάτινους πόρους είναι εκείνα που έχουν την πιο μεγάλη επίδραση στο περιβάλλον. Αν και το ενδιαφέρον του κοινού για τα περιβαλλοντικά θέματα ξεκίνησε σχετικά πρόσφατα, αυτό δε συνεπάγεται ότι στα παλαιότερα έργα υποδομής σχετικά με το νερό, δεν είχαν εντοπιστεί και αντιμετωπιστεί ως ένα βαθμό τα προβλήματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Παρόλα αυτά η ανάγκη να αντιμετωπιστούν πιο συντονισμένα τέτοιου είδους ζητήματα οδήγησαν στην ανάγκη σύνταξης Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για κάθε τεχνικό έργο. Πλέον για πολλά έργα οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις αποδεικνύονται πιο δύσκολες να ξεπεραστούν από ότι οι κατασκευαστικές.

Μια μεγάλης κλίμακας ανθρώπινη παρέμβαση, όπως μια λιμνοδεξαμενή ή ένα εκτεταμένο σύστημα άντλησης του υπόγειου υδροφορέα, θα χαλάσει την υπάρχουσα περιβαλλοντική ισορροπία και θα αναγκάσει το περιβάλλον να αναζητήσει μια νέα σταθερή κατάσταση. Η νέα αυτή κατάσταση δε θα μπορέσει να εδραιωθεί άμεσα, αλλά θα χρειαστεί κάποιο χρόνο, και το αποτέλεσμα της δε θα είναι απαραίτητως θετικό και αποδεκτό. Έτσι γίνεται καθήκον μας να διασφαλίσουμε ότι οποιαδήποτε αναπτυξιακή προσπάθεια δε θα επιβαρύνει τις ανεπιθύμητες ή τις βλαβερές για την κοινωνία διαδικασίες. Το μέγεθος της παρέμβασης είναι σημαντικό. Οποιαδήποτε παρέμβαση επηρεάσει αρνητικά το περιβάλλον με μη αναστρέψιμες αρνητικές συνέπειες για τη ζωή πρέπει να ελέγχεται. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι και η μη παρέμβαση δεν αποτελεί πάντα λανθασμένη στρατηγική.

Η παρούσα εργασία αποτελεί ένα μικρό κομμάτι της πολυδιάστατης διαδικασίας διαχείρισης των υδατικών πόρων και της προσπάθειας εξοικονόμησης νερού. Η αρχή για την προσπάθεια αυτή γίνεται με τον ακριβή υπολογισμό του νερού που θα απαιτείται και αυτού που υπάρχει ώστε οι λύσεις που θα προτείνονται να έχουν βάση στο ίδιο το πρόβλημα. Από την πλευρά μας ελπίζουμε ότι τα αποτελέσματα θα βοηθήσουν στη συνέχεια και άλλους συναδέλφους να συνεχίσουν και αυτοί τις εργασίες διάσωσης του διάφανου χρυσού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης», αποτελείται από εννέα κεφάλαια, τα οποία συνοψίζονται ως εξής :

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Στο 1^ο κεφάλαιο περιγράφεται η σημασία του νερού για τη ζωή ,τον πολιτισμό και την οικονομία. Αποτυπώνεται επίσης η αλληλένδετη σχέση νερού - περιβάλλοντος. Παράλληλα γίνεται μια γενικότερη αναφορά του προβλήματος της έλλειψης νερού ώστε ο αναγνώστης να κατανοήσει την αναγκαιότητα για σωστή διαχείριση της ζήτησης. Τέλος αναλύονται οι βασικές αρχές της Βιώσιμης Διαχείρισης Υδατικών Πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης παραθέτοντας γενικά και ιστορικά στοιχεία. Επίσης παρουσιάζεται συνοπτικά η εταιρεία ύδρευσης και αποχέτευσης της Σκιάθου μέσα από στοιχεία για την οργάνωσή της ,για το δίκτυό της, την ποιότητα νερού και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πελάτες της. Τέλος περιγράφονται και σχολιάζονται τα έργα που πρόκειται να πραγματοποιηθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Εδώ παρουσιάζεται το πρόγραμμα WEAP - Water Evaluation And Planning System. Ο αναγνώστης έχει τη δυνατότητα να διαπιστώσει με ποιον τρόπο χρησιμοποιείται και πώς εφαρμόζεται για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Περιγράφουμε τις κύριες εντολές και λειτουργίες του προγράμματος, ώστε να γίνουν αντιληπτές οι δυνατότητές του, οι οποίες αποτέλεσαν το κριτήριο για την επιλογή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Στο 4^ο κεφάλαιο παραθέτουμε τα δεδομένα που μας δώθηκαν με τη σειρά που εισάχθηκαν στο λογισμικό για την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης στη Σκιάθο. Τέλος, σχολιάζουμε και συγκρίνουμε αυτά τα δεδομένα έτσι ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει μια αίσθηση του προβλήματος και να προϋδαστεί για τα αποτελέσματα που θα ακολουθήσουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναλυτική αναφορά στα μοντέλα, δηλαδή τις εξισώσεις που προσομοιώνουν καλύτερα τις περιπτώσεις που μελετώνται στη συνέχεια (δηλαδή τα σενάρια). Τα μοντέλα αυτά, μας επιτρέπουν την αυξομείωση μεταβλητών όπως η θερμοκρασία και η βροχόπτωση, το καθένα

ξεχωριστά, αλλά και συνδυαστικά. Γίνεται επίσης μια αναφορά στην ελαστικότητα των μεταβλητών, κατά πόσο επηρεάζουν δηλαδή την κατανάλωση, η οποία είναι και το ζητούμενό μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα σενάρια που μελετήθηκαν, με τα αποτελέσματά τους. Μελετήθηκαν συνολικά 11 σενάρια πρόβλεψης της συνολικής κατανάλωσης νερού στην πόλη της Σκιάθου στα επόμενα 10 χρόνια. Τα σενάρια αυτά περιλαμβάνουν αύξηση και μείωση θερμοκρασίας (για όλο το έτος αλλά και για κάποιους μήνες ξεχωριστά), αύξηση και μείωση βροχόπτωσης (για όλο το έτος αλλά και για κάποιους μήνες ξεχωριστά), και συνδυασμούς ταυτόχρονης μεταβολής θερμοκρασίας και βροχόπτωσης (δύο σενάρια υγρασίας και δύο ξηρασίας, πάλι για όλο το έτος αλλά και για κάποιους ξεχωριστούς μήνες). Εκτός από τις κλιματολογικές συνθήκες που μεταβάλλονταν μέσα στην εξίσωση πρόβλεψης, υπολογίστηκε και η μεταβολή του αριθμού των υδρομέτρων της πόλης, η οποία τελικά επηρεάζει περισσότερο τη συνολική κατανάλωση.

Η Σκιάθος έχει την ιδιαιτερότητα ότι το καλοκαίρι έχει μεγάλη αύξηση πληθυσμού λόγω των τουριστών, γεγονός το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική αύξηση της κατανάλωσης για αυτούς τους 3 μήνες. Με βάση αυτό δημιουργήθηκε ένα νέο σενάριο στο οποίο έγινε η θεώρηση ότι η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί σε αύξηση της ειδικής κατανάλωσης για τον κάθε μήνα του καλοκαιριού. Η θεώρηση αυτή επιτρέπει τη χρήση του ίδιου μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε και στα προηγούμενα σενάρια για τη διερεύνηση της μεταβολής της κατανάλωσης, αφού υπάρχει σα μεταβλητή η ειδική κατανάλωση. Για την εφαρμογή του νέου σενάριου, η αύξηση της ειδικής κατανάλωσης προσαρμόστηκε πάνω στα ήδη υπάρχοντα σενάρια. Από τα σενάρια που αναλύθηκαν επιλέξαμε τα δύο δυσμενέστερα και τα δύο ευμενέστερα (από πλευράς ζήτησης σε νερό). Πάνω σ' αυτά έγινε η υπόθεση σταδιακής αύξησης των εισερχόμενων τουριστών για τα καλοκαίρια που ακολουθούν στα επόμενα 10 χρόνια, μέσω της ειδικής κατανάλωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις μεταξύ των σεναρίων του 6^{ου} κεφαλαίου. Συγκρίθηκαν «συγγενικά» σενάρια δίνοντάς μας έτσι τη δυνατότητα να εξάγουμε ευκολότερα συμπεράσματα και να έχουμε καλύτερη εποπτεία των αποτελεσμάτων. Επίσης, μετά τις συγκρίσεις αυτές είναι πιο προφανείς οι δυσμενέστερες περιπτώσεις πρόβλεψης. Τέλος, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα σενάρια που μελετήθηκαν. Τα συμπεράσματα είναι σε γενικές γραμμές αναμενόμενα, πράγμα που επαληθεύει την ορθότητα της διαδικασίας που ακολουθήθηκε. Το εντυπωσιακότερο ίσως συμπέρασμα είναι η τεράστια αύξηση της κατανάλωσης που προκύπτει από τις τουριστικές αφίξεις και πόσο αυτό επιδρά στη συνολική κατανάλωση, ετήσια αλλά και κατά τη διάρκεια της 10ετίας πρόβλεψης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη αποτίμηση των προβλημάτων που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε (δηλαδή όλους εκείνους τους παράγοντες που αυξάνουν τη ζήτηση νερού) και τέλος γίνονται προτάσεις για την κάλυψη των καταναλώσεων που προβλέφθηκαν από τα σενάρια, αλλά και γενικότερες προτάσεις αντιμετώπισης της λειψυδρίας. Οι προτάσεις αφορούν είτε την κατασκευή νέων έργων, είτε την τροφοδότηση της πόλης από νέες πηγές νερού είτε, κυρίως, τη διαχείριση και εξοικονόμησή του, εξασφαλίζοντας έτσι τη μελλοντική ύπαρξή του και την αειφορία του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Στο 9^ο και τελευταίο κεφάλαιο, συνοψίζοντας τη διπλωματική αυτή εργασία, αναφέρεται η χρησιμότητά της, γίνονται προτάσεις για την αξιοποίησή της σε ερευνητικό επίπεδο αλλά και σε πρακτικό και εκφράζεται η πεποίθηση ότι μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο θεμέλιο λίθο για την προσπάθεια βελτίωσης της κατάστασης που επικρατεί στα ελληνικά νησιά, αλλά και με την ενασχόληση της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων σαν επιστήμη.

ABSTRACT

This dissertation project, called “ water demand in the town of Skiathos- alternative scenarios of future consumption”, consists of nine chapters which are summarized as follows :

CHAPTER 1: The first chapter describes the significance of water for life, civilization and for the economy. Moreover, the interdependent link between water and the environment is put forth. At the same time it presents a general report regarding the problem of the lack of water, so that the reader can comprehend the need for the correct management of demand. Finally, the basic principles of the Sustainable Management of the Aqueous Resources are analyzed.

CHAPTER 2: In this chapter the area of research is presented, stating general and historical facts. Furthermore, the company in charge of the water supply and the sewage disposal in Skiathos is introduced through facts concerning its organization, its network, the quality of the water and the problems the company’s clients are facing. Lastly, the projects that are set out to be fulfilled, are described and commented on.

CHAPTER 3: In this section the program WEAP- Water Evaluation and Planning System is introduced. The reader will have the chance to realize the way it is used, as well as how it is implemented in order to get the results. The program’s main orders and functions are described, so that its abilities, which triggered the choice of this specific program, are conceived.

CHAPTER 4: In the forth chapter the facts, which were delivered in the order with which they were inserted in the software for the presentation of the current situation in Skiathos, are stated. Finally, these facts are commentated and compared, so that the reader can get a picture of the problem and an idea of the results that will follow.

CHAPTER 5: In this chapter the models, meaning the equations that better simulate the cases which are studied subsequently (i.e. the scenarios), are reported extensively. These models allow the fluctuation of variables, such as the temperature and the rainfall, each of them separately but also combined. Furthermore, the variables’ elasticity is mentioned, meaning to what degree they affect consumption, which is the object of the request.

CHAPTER 6: In this chapter the scenarios that were studied are displayed, along with their results. There were eleven chapters studied altogether for the forecast of the total water consumption in the town of Skiathos within the next ten years. Those scenarios include the temperature’s rise and fall (for the whole year, as well as for some months individually), the increase and decline of rainfall (for the whole year and

for some individual months), and combinations of the simultaneous changes in the temperature and the rainfall (two scenarios on humidity and two on aridity, again for the whole year as well as for some months individually). Apart from the climate conditions, which varied in the equation regarding the forecast, the change in the numbers of the town's hydrometers was determined, which as it tuned out, affected the overall consumption to a greater extent.

Skiathos, during the summertime, displays a high increase in its population due to the tourist, which leads to the great rise in consumption throughout those three months. Based on this, a new scenario was created, in which it was assumed that the increase in the population leads to the increase of the special consumption for each month during the summer. This assumption allows the application of the same model that was used in the previous scenarios, for the investigation of the change in consumption, since the special consumption exists as a variable. For the application of the new scenario, the increase in the special consumption was adapted to the already existing scenarios. Out of the scenarios that were analyzed, the two most adverse and the two most favourable (regarding the demand in water) were chosen. On these, the assumption of the gradual increase in the incoming tourism during the summers for the next ten years, was made, through the special consumption.

CHAPTER 7: Consequently, the scenarios in chapter six were compared. “Cognate” scenarios were collated, which gives the opportunity to get results easier as well as supervise them in an unchallenging way. Moreover, after these comparisons, the more adverse cases of the forecast become more obvious.

The results that occur from the scenarios studied in chapter six, are displayed here in the aggregate. The results are, broadly speaking, expected, something which verifies the legitimacy of the procedure that was followed. The most impressive conclusion is, perhaps, the great rise in consumption which emerges from the tourists' arrival and the degree to which this affects the consumption in total, annually as well as during the ten year forecast.

CHAPTER 8: In this chapter a brief evaluation of the problems that have to be dealt with is made (meaning all those factors that raise the demand in water) and finally, propositions are offered in order to meet the requirements of the consumption that was foreseen in the scenarios, as well as general propositions so as to deal with the aridity. The proposals regard the construction of new projects, the water supply to the town from new sources or, mainly, the water management and saving, ensuring this way its entity as well as its sustainability.

CHAPTER 9: In the ninth and final chapter, abbreviating this dissertation project, its usefulness is reported, propositions in order to use it in research as well as in a practical manner are made and it is believed that it can be used as a cornerstone in the attempt to improve the situation found on the Greek islands but also to start viewing the Management of the Aqueous Resources as a science.

Διπλωματική εργασία: «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

1.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΖΩΗ ΜΑΣ

«Δεν έχει σημασία ποιοι είμαστε, πού ζούμε, τι κάνουμε, όλοι εξαρτόμαστε απ' το νερό. Το χρειαζόμαστε κάθε μέρα, με πάρα πολλούς τρόπους. Το χρειαζόμαστε για να είμαστε υγιείς, το χρειαζόμαστε για να παράγουμε την τροφή μας, για τις μεταφορές, την άρδευση και τη βιομηχανία. Το χρειαζόμαστε για τα ζώα και τα φυτά, για να αλλάζουν οι εποχές και τα χρώματα. Ωστόσο, παρά τη σημασία των αποθεμάτων του νερού για τη ζωή και την ύπαρξή μας, δείχνουμε μια συνεχώς αυξανόμενη έλλειψη σεβασμού για τα αποθέματα νερού. Τα σπαταλούμε, τα λεηλατούμε, τα μολύνουμε, ξεχνώντας πόσο απαραίτητα είναι για την επιβίωσή μας».

(Από την ανακήρυξη του 2003, σαν παγκόσμιου έτους για τα Νερά, από τον Ο.Η.Ε.)

Το διαθέσιμο νερό σε κάθε οικοσύστημα καθορίζει, σε συνδυασμό με ορισμένους άλλους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, τα θρεπτικά κλπ, τα είδη των οργανισμών που θα αναπτυχθούν σε κάθε περιοχή. Οι υγρότοποι φιλοξενούν ένα πλήθος ζωικών και φυτικών οργανισμών, περιορίζουν τα φαινόμενα πλημμύρας και συμβάλλουν στην προστασία του υδροφόρου ορίζοντα από την εισβολή υφάλμυρου νερού ή τη ρύπανση.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν πόσο καθοριστικός είναι ο ρόλος των υδατικών πόρων στη ζωή. Το νερό αποτελεί βασικό συστατικό όλων των οργανισμών, τόσο των φυτικών, όσο και των ζωικών. Αποτελεί το 70% περίπου του σώματος μας και είναι απαραίτητο και αναντικατάστατο συστατικό για την παραγωγή όλων των προϊόντων που χρησιμοποιούμε. Ήδη έχει αρχίσει η συζήτηση για την καταγραφή του υδατικού αποτυπώματος (water footprint) στο καρτελάκι κάθε προϊόντος, δηλαδή το ισοδύναμό του σε νερό που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του.

Αν και είναι δύσκολο να δωθεί ακριβής ορισμός στον όρο υδατικός πόρος, γενικά θεωρείται η οποιαδήποτε θέση κυκλοφορίας του νερού στη φύση, που συναντάται σε τέτοια μορφή ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή του από τεχνική και οικονομική άποψη, χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον.

1.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

Αν και περισσότερο από τα δύο τρίτα της επιφάνειας της γης καλύπτονται από νερό, η ποσότητα εκείνη που στην πραγματικότητα είναι διαθέσιμη για τη συντήρηση της ζωής στον πλανήτη είναι ένα πολύ μικρό μέρος της συνολικής ποσότητας του νερού της γης.



Εικόνα 1.2.1. : Κατανομή νερού παγκόσμια

Συγκεκριμένα, το γλυκό νερό, καλύπτει μόνον το 2,5% της συνολικής ποσότητας του νερού στον πλανήτη και το υπόλοιπο 97,5% είναι το αλμυρό θαλασσινό νερό. Αλλά και αυτή ακόμη η μικρή ποσότητα του γλυκού νερού δεν είναι ολόκληρη διαθέσιμη. Το 69% από αυτήν βρίσκεται παγιδευμένο σε παγετώνες στους δύο πόλους, καθώς και σε μόνιμο χιόνι στις κορυφές των βουνών. Από το γλυκό νερό που απομένει, το οποίο έχει υπολογιστεί σε 35.200.000 km³ (Shiklomanov and Rodda, 2003), το υπόγειο νερό καταλαμβάνει το 0,63%, από όπου και πάλι το μισό βρίσκεται σε οικονομικά ασύμφορα βάθη. Τελικά από το συνολικό όγκο νερού που υπάρχει μόνο το 0,02% είναι το επιφανειακό το οποίο αν και φαίνεται μεγάλο σαν νούμερο στην πραγματικότητα κάθε άλλο παρά ανεξάντλητο είναι (Μυλόπουλος Ν., 2001).

Η Αειφόρος ή αλλιώς Βιώσιμη Ανάπτυξη, για την οποία θα αναφερθούμε εκτενώς στη συνέχεια, προβάλλει σαν αρχή τη διατήρηση και τη συνέχιση της ζωής στον πλανήτη. Σύμφωνα με αυτήν, η συνολική ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού γίνεται ακόμη μικρότερη. Το νερό δηλαδή στο οποίο θα πρέπει να προσβλέπει η ανθρωπότητα μακροπρόθεσμα, είναι ένα ακόμη μικρότερο τμήμα του συνόλου,

καθώς αποτελεί ένα μικρό μόνο μέρος των συνολικών αποθεμάτων του γλυκού νερού και είναι αυτό που αντιστοιχεί στα ανανεώσιμα αποθέματα του νερού στη γη.

Μία αίσθηση για το πόσο μικρή ποσότητα είναι αυτή που περιγράφουμε, μπορούμε να πάρουμε ανατρέχοντας στα στοιχεία της UNICEF για την παγκόσμια πρόσβαση σε νερό, σύμφωνα με τα οποία το 2010, περίπου το 85% του παγκόσμιου πληθυσμού (6,74 δισ. άνθρωποι) είχε πρόσβαση σε κάποιο δίκτυο ύδρευσης απευθείας στην κατοικία του. Σημαντικός όμως είναι και ο αριθμός των ανθρώπων, το υπόλοιπο 15% (884 εκατ.) που για την κάλυψη των αναγκών τους χρησιμοποιούσαν μη ελεγχόμενες και συχνά μολυσμένες πηγές νερού, με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν από μολυσματικές ασθένειες. Η πρόσβαση σε καθαρό νερό είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη δημόσια υγεία. Η δυσλειτουργία των δικτύων ύδρευσης μετά από μια μεγάλη καταστροφή (σεισμός, πλημμύρα, πόλεμος) αποτελεί μια άμεση απειλή για την πρόκληση θανάσιμων επιδημιών, όπως η χολέρα, η δυσεντερία και ο τυφοειδής πυρετός.

1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

1.3.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ

Αυτή η μικρή ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού που προαναφέραμε καλείται να χρησιμοποιηθεί για

- Άρδευση
- Ύδρευση
- Κτηνοτροφία
- Βιομηχανία
- Ψύξη (βιομηχανικών συγκροτημάτων, κ.α.).

Αυτές είναι οι λεγόμενες καταναλωτικές χρήσεις του νερού. Χρησιμοποιούν συγκεκριμένη ποσότητα νερού, που ένα μόνο μέρος της επιστρέφει άμεσα ή έμμεσα στο υδατικό σύστημα, με διαφοροποιημένη την ποιοτική του κατάσταση.

Υπάρχουν και οι μη καταναλωτικές χρήσεις, αυτές δηλαδή που χρησιμοποιούν το νερό χωρίς να μεταβάλλονται (ουσιωδώς) τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του και χωρίς να απομακρύνεται από το φυσικό υδατικό σύστημα. Τέτοιες είναι οι :

- Παραγωγή Υ/Η ενέργειας
- Περιβαλλοντική διατήρηση
- Αναψυχή
- Ναυσιπλοΐα
- Ιχθυοκαλλιέργεια

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κάλυψη των παραπάνω χρήσεων ονομάζεται ζήτηση. Είναι δηλαδή η κατανάλωσή μας σε νερό.

1.3.2 ANTIMETΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Με δεδομένο λοιπόν ότι το νερό είναι το πολυτιμότερο φυσικό αγαθό, του οποίου η ύπαρξη συνδέεται άμεσα με τη συνέχιση της ζωής του πλανήτη, είναι φανερό ότι αποτελεί αγαθό υψίστης στρατηγικής σημασίας και η προσπάθεια εξοικονόμησής του, με την παράλληλη κάλυψη των αναγκών σε νερό, αποτελεί παγκόσμιο πρόβλημα.

Το πρώτο καθοριστικό βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι να οριστεί σωστά το νερό. Θα το ορίσουμε ως βιολογικό αγαθό, και κατά συνέπεια θα διατείνεται σε μια ελάχιστη, συμβολική τιμή ; Θα το θεωρήσουμε οικονομικό αγαθό που θα πωλείται σε υψηλές τιμές ώστε να γίνει μεγαλύτερη εξοικονόμησή του ; Θα το αντιμετωπίσουμε σαν κοινωνικό ή κρατικό αγαθό με την ανάλογη αξιολόγηση και διάθεση στους πολίτες ;

Στον αγώνα για καλύτερες συνθήκες ζωής και οικονομικά οφέλη, η σύγχρονη κοινωνία είχε φθάσει στο σημείο να αντιμετωπίζει το νερό μόνο σαν ένα απόθεμα σε πρώτη ζήτηση, και όχι ως ένα οικοσύστημα που συντηρεί τον φυσικό κόσμο από τον οποίο εξαρτιόμαστε. Η εναρμόνιση των ανθρωπίνων αναγκών με τις ανάγκες ενός υγιούς περιβάλλοντος, απαιτούσε νέους τρόπους χρήσης και διαχείρισης του νερού.

Σε άμεση συνάρτηση με την πολιτική της διαχείρισης της ζήτησης, βρίσκεται και η οικονομική θεώρηση του νερού και η ανάγκη κοστολόγησής του σύμφωνα με την πλήρη αξία του. Το νερό, ως υποκείμενο στο νόμο της προσφοράς και της ζήτησης,

έχει μια οικονομική αξία σε όλες τις ανταγωνιστικές του χρήσεις και αυτό θα πρέπει να αναγνωριστεί προκειμένου να γίνει εφικτή η εκτίμηση της πραγματικής του αξίας.

Το κόστος του καθαρισμού του νερού, το κόστος της απορρύπανσης και της αποκατάστασης των υδατικών συστημάτων που είναι υποβαθμένα, καθώς και το κόστος της μεταφοράς νερού από μακριά σε περιπτώσεις εξάντλησης των τοπικών υδατικών αποθεμάτων υπενθυμίζουν, έστω και εκ των υστέρων, ότι η κάθε λογής επέμβαση στους υδατικούς πόρους, είτε με τη μορφή της χρήσης είτε με τη μορφή της ρύπανσης του νερού, υπόκειται στους νόμους της Οικονομίας, μια και έχει ένα κόστος που αργά ή γρήγορα οι πολίτες θα κληθούν να καταβάλουν.

Η υποτίμηση της αξίας του νερού και η μη θεώρηση του ως αγαθό που ήδη βρίσκεται σε ανεπάρκεια, συμβάλλει στην υποτίμηση της περιβαλλοντικής του αξίας, διογκώνοντας το πρόβλημα και οδηγώντας σε αλόγιστη χρήση και υπερεκμετάλλευση.

Βεβαίως η αντιμετώπιση του νερού ως οικονομικού αγαθού δεν είναι συνώνυμη ούτε με κατακόρυφες αυξήσεις στα τιμολόγια με τα αρνητικά αποτελέσματα στην κοινωνική αποδοχή των μέτρων, ούτε με την επιδίωξη της συγκέντρωσης επιπλέον εσόδων για την κάλυψη των ελλειμμάτων της δημοσιονομικής πολιτικής.

Ανεξάρτητα πάντως από τον τρόπο με τον οποίο ασκείται η οικονομική πολιτική και άσχετα από το εάν κάποιες κατηγορίες πολιτών υποχρεωθούν τελικά να πληρώσουν ή όχι, η σωστή (κατά τη γνώμη μας) αντιμετώπιση του νερού θα πρέπει να ξεκινήσει από την κατανόηση της σημασίας του για τη ζωή μας. *Το πραγματικό περιβαλλοντικό κόστος του νερού* θα πρέπει να γίνεται πάντοτε φανερό και να υπολογίζεται ακόμη και σε περιπτώσεις κρατικών ή άλλης μορφής επιδοτήσεων.

1.4 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ

Το νερό είναι ένα φυσικό αγαθό σε συνθήκες ανεπάρκειας, ανανεώσιμο μεν αλλά όχι ανεξάντλητο. Αυτή του η ιδιότητα σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση του στο παρελθόν, έχουν διαμορφώσει μια εξαιρετικά κρίσιμη και επικύνδυνη κατάσταση σε παγκόσμιο επίπεδο.

Μία χώρα θεωρείται ότι βρίσκεται σε κατάσταση «κρίσης νερού», όταν έχει ετήσια αποθέματα ανανεώσιμου νερού (EAAN) $1700\text{m}^3/\text{ατομο}$. Ο ετήσιος παγκόσμιος Μ.Ο είναι $7400\text{ m}^3/\text{ατομο}$. Μία χώρα όμως, είναι δυνατόν να αντιμετωπίζει πρόβλημα νερού ακόμη και αν δεν είναι άνυδρη ή δεν βρίσκεται σε κατάσταση «κρίσης νερού».

Οι αιτίες της κρίσης του νερού διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις φυσικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή μελέτης. Η συστηματικότερη όμως προσέγγιση θα μπορούσε να αναγνωρίσει την ύπαρξη κοινών χαρακτηριστικών, που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Μυλόπουλος 2000) :

- Σε μακροχρόνια κλίμακα, η συνολική ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη σε κάθε χώρα της γης, είναι περίπου σταθερή. Το πεπερασμένο των υδατικών πόρων κάθε χώρας είναι η κύρια αιτία εξάντλησης των μονίμων πέραν των ανανεώσιμων αποθεμάτων σε πολλές περιπτώσεις, (π.χ άντληση από βαθείς υδροφορείς στη Μέση Ανατολή), γεγονός που είναι αντίθετο με τη λογική της βιώσιμης διαχείρισης του νερού και πρόκειται να δημιουργήσει οξύτατα προβλήματα στο εγγύς μέλλον.
- Μέχρι σήμερα έχουν ήδη αξιοποιηθεί ή βρίσκονται ήδη στο στάδιο της αξιοποίησης κατά τεκμήριο οι τεχνικά ευκολότεροι και οικονομικά συμφερότεροι υδατικοί πόροι. Το αποτέλεσμα της παρατήρησης αυτής είναι ότι το κόστος ανάπτυξης νέων υδατικών πόρων στο εξής θα είναι σημαντικά ακριβότερο σε πραγματικές τιμές σε σχέση με το παρελθόν.
- Το νερό είναι απαραίτητο για την ίδια τη ζωή, αλλά και πρωταρχικής σημασίας για ένα μεγάλο πλήθος εξόχως σημαντικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου, ξεκινώντας από την ύδρευση και την παραγωγή τροφής, μέχρι τη βιομηχανική ανάπτυξη και την παραγωγή ενέργειας. Η αύξηση του πληθυσμού της γης, αυξάνει και τις συνολικές απαιτήσεις σε νερό, ενώ συγχρόνως η αλλαγή των συνηθειών διαβίωσης και η τεχνολογική ανάπτυξη προκαλούν αύξηση και των κατά κεφαλήν αναγκών σε νερό.

Σημαντική αιτία λειψυδρίας αποτελεί και η ιδιότητα του νερού να εμφανίζει έντονη χωρική και χρονική ανισοκατανομή (ψηλά βουνά με υδατικά αποθέματα και πεδινές ή νησιωτικές περιοχές με φτωχό ισοζύγιο, εύκρατα κλίματα με υγρούς χειμώνες και στεγνά καλοκαίρια).

Η ρύπανση είναι ένας επιπλέον ανταγωνιστικός χρήστης νερού, αφού καθιστά ένα σημαντικό μέρος των αποθεμάτων του μη αξιοποιήσιμο. Το πρόβλημα αποκτά σημαντικές διαστάσεις ,αφού δεν υπάρχουν διαθέσιμες μέθοδοι απομάκρυνσης ρυπαντών.

1.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ

Σε ολόκληρο τον πλανήτη μεγάλες περιοχές αντιμετωπίζουν σταδιακά όλο και μεγαλύτερο πρόβλημα με την επάρκεια του νερού. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι καταναλώνουν χρόνο και κόπο για να βρουν και να καταναλώσουν νερό.

Στη δεκαετία του 1950 μόνο 5 χώρες αντιμετώπιζαν μεγάλο πρόβλημα επάρκειας νερού. Στο τέλος του αιώνα, οι χώρες με αυτό το πρόβλημα ανέρχονται σε 26. Ο πληθυσμός τους αγγίζει τα 300 εκατ. Γενικά, στις μέρες μας 145 χώρες είναι εξαιρετικά ευπαθείς και αντιμετωπίζουν, έστω και περιοδικά, προβλήματα λειψυδρίας.

Πάνω από 1,2 δις. ανθρώπων δυσκολεύονται να έχουν πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Πάνω από 2,9 δις. άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε νερό που να πληρεί απόλυτα τις υγειονομικές προϋποθέσεις του πόσιμου νερού. Συνέπεια της μόλυνσης είναι να πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες πέντε εκατ. άνθρωποι, κυρίως παιδιά. Η μείωση του υδάτινου δυναμικού, λόγω της ανορθολογικής διαχείρισής του, δεν επηρεάζει μόνο το σήμερα. Όπως τονίζουν οι επιστήμονες, η σταδιακή μείωση των επιφανειακών υδάτινων πόρων συμβάλλει τα μέγιστα στην όξυνση μελλοντικά του φαινομένου της κλιματικής απορρύθμισης. Συμπληρώνουν ότι η μείωση και η μόλυνση των υπογείων υδάτων θα δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα στην παγκόσμια χλωρίδα και κατά συνέπεια στην πανίδα.

Οι προβλέψεις για το 2050, δείχνουν ότι σοβαρά προβλήματα έλλειψης νερού, θα αντιμετωπίζουν 66 χώρες και ο μισός πληθυσμός του πλανήτη, που αναμένεται να έχει φτάσει τα 9,4 δισεκατομμύρια.

Σε περιοχές, όπως η Μέση Ανατολή ή η Κεντρική Αφρική "χάνεται" μεγάλος όγκος νερού μέσα από σαθρά υδροδοτικά συστήματα. 22 χώρες στην Αφρική και την Ασία πλήττονται από λειψυδρία, ενώ άλλες 18 κινδυνεύουν ανά πάσα στιγμή καθώς βρίσκονται σε οριακή κατάσταση από άποψη υδατικών αποθεμάτων. Δύο δισεκατομμύρια επεισόδια ασθενειών αναφέρονται ως αποτέλεσμα της κακής ποιότητας του νερού, ενώ 2 εκατομμύρια παιδιά πεθαίνουν κάθε χρόνο από επιδημίες, καθώς δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό γλυκό νερό. Στην Αφρική, τα απόβλητα της αναπτυσσόμενης βιομηχανίας καταλήγουν, χωρίς καμία διεργασία, στα νερά των ποταμών. Η έλλειψη ολοκληρωμένου υδροδοτικού σχεδιασμού στερεί, σήμερα, από 300 εκατ. Αφρικανούς την πρόσβαση σε ασφαλές, πόσιμο νερό. Στη Μέση Ανατολή το πρόβλημα επιβαρύνεται από τις χρόνιες διαμάχες ανάμεσα στο Ισραήλ και τις αραβικές χώρες για τα κατεχόμενα αραβικά εδάφη, στα οποία καταλήγουν ή πηγάζουν τα ελάχιστα τρεχούμενα ύδατα της περιοχής. Επίσης το νερό προβλέπεται ότι θα αποτελέσει αιτία συγκρούσεων γειτονικών χωρών, δεδομένου ότι περίπου το 40% των κατοίκων της γης ζουν σε περισσότερες από 200 διακρατικές υδρολογικές λεκάνες (ήδη υπάρχουν προβλήματα μεταξύ Τουρκίας – Ιράκ, Πακιστάν – Ινδίας, κ.α.)

Στη Βόρεια Αμερική, στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη, αλλά και στη Νότια Ασία και τις περιοχές του Ειρηνικού, ως κύρια αιτία της έλλειψης υδάτινων πόρων και πόσιμου νερού εμφανίζεται η μόλυνση. Τα περισσότερα ποτάμια και οι λίμνες των περιοχών αυτών έχουν επιβαρυνθεί από νιτρικά άλατα, απόβλητα βιομηχανιών και βαρέα μέταλλα (όπως μόλυβδος ή χρώμιο). Μεγάλο μέρος του εδάφους της Λατινικής Αμερικής (κυρίως το Μεξικό και το Περού) αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας, ενώ τα πλούσια υδάτινα αποθέματα της υπόλοιπης ηπείρου είναι σε μεγάλο βαθμό προσβεβλημένα από διάφορα είδη μόλυνσης, εξαιτίας της ανεξέλεγκτης εκβιομηχάνισης. Η εκβιομηχάνιση των χωρών αυτών γίνεται με τη μεταφορά εκεί μεγάλων παραγωγικών μονάδων ξένων συμφερόντων, λόγω φτηνού κόστους εργασίας και φτηνών πρώτων υλών. Πολλές λατινοαμερικανικές χώρες, τα τελευταία χρόνια, έζησαν μεγάλες θανατηφόρες επιδημίες εξαιτίας του μολυσμένου νερού. Οι επιπτώσεις της μόλυνσης του νερού είναι ιδιαίτερα εμφανείς και στην πλούσια χλωρίδα και πανίδα της περιοχής.

Πρόσφατα, η Παγκόσμια Οργάνωση του ΟΗΕ για τα παιδιά σημείωσε ότι "περίπου 2,4 δισεκατομμύρια άνθρωποι - σχεδόν η μισή ανθρωπότητα - είναι παραδομένοι σε μια ζωή που θυμίζει Μεσαίωνα, εξαιτίας των ακάθαρτων εγκαταστάσεων υγιεινής", ενώ ο Διεθνής Οργανισμός Μετεωρολογίας (ΔΟΜ) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι "η έλλειψη νερού θα επηρεάσει την παροχή τροφίμων σε όλη την Ασία και τον Ειρηνικό" τονίζεται στην Έκθεση, ενώ οι "διεθνείς συρράξεις για το νερό γίνονται όλο και πιο συχνές, καθώς αυξάνεται ο ανταγωνισμός για τις πηγές". Ο ίδιος ο ΔΟΜ επισημαίνει πως υπάρχει μια καθορισμένη ποσότητα πόσιμου νερού προερχόμενου από φυσικές πηγές προς χρήση του ανθρώπινου είδους. Όμως ο πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται και να απαιτεί περισσότερο νερό κατά κεφαλήν. Στις πιθανές επιπτώσεις συγκαταλέγονται η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι συχνότερες και

σφοδρότερες καταιγίδες, πλημμύρες και ξηρασίες, καθώς και οι μεταβολές στα έμβια όντα και την παραγωγικότητα, όσον αφορά τις τροφές. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΟΗΕ, το 2025 ένας στους τρεις κατοίκους της γης δηλαδή περίπου 3,5 δις άνθρωποι σε 52 χώρες της γης, θα ζουν σε καθεστώς ανυδρίας ,που σημαίνει ότι η έλλειψη νερού θα είναι σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για τη συντήρηση της ζωής και την οικονομική ανάπτυξη. Αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο, και σε αναπτυσσόμενες και ανεπτυγμένες χώρες, θα εμφανιστούν ανάλογα προβλήματα.

Η κατανάλωση νερού σε ορισμένες ευρωπαϊκές πόλεις έχει αυξηθεί. Το 60% περίπου των μεγάλων ευρωπαϊκών πόλεων υπερεκμεταλλεύεται τους υπόγειους υδάτινους πόρους. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα διαθέσιμα αποθέματα και η ποιότητα του νερού ενδέχεται να θέτουν ολοένα περισσότερους φραγμούς στην αστική ανάπτυξη σε χώρες όπου παρατηρούνται φαινόμενα λειψυδρίας και ιδίως στη Νότια Ευρώπη. Οι συνέπειες των παραπάνω είναι οι εξής : Η αλάτωση του εδάφους πλήττει σχεδόν τέσσερα εκατομμύρια εκτάρια, κυρίως σε μεσογειακές και ανατολικοευρωπαϊκές χώρες. Οι κυριότερες αιτίες είναι η υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων λόγω των αρδεύσεων για τις καλλιέργειες, η αύξηση του πληθυσμού, η βιομηχανική και αστική ανάπτυξη, καθώς και η αύξηση του τουρισμού στις παράκτιες περιοχές και η ρύπανση.

1.6 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όσον αφορά τη χώρα μας, η Ελλάδα δεν βρίσκεται σε κατάσταση «κρίσης νερού», ούτε τίθεται θέμα ακόμη να χαρακτηριστεί άνυδρη. Τα συνολικά ανανεώσιμα αποθέματα ανέρχονται σε $70 \text{ m}^3 / \text{έτος}$, από τα οποία το 80% χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς ενώ το 2,5 – 4 % διατίθεται για βιομηχανική χρήση και παραγωγή ενέργειας. Παρόλα αυτά όμως, είναι μια χώρα η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη χωρική και χρονική ανισοκατανομή, πράγμα που σημαίνει ότι έχουμε επάρκεια σε νερό κυρίως εκεί που δεν μας χρειάζεται πολύ και σε λανθασμένη χρονική στιγμή. Η υφαλμύρωση των παράκτιων και νησιωτικών περιοχών καθώς και η υποτιμολόγηση του νερού στη χώρα μας με αποτέλεσμα να το θεωρούμε δεδομένο και να μην αναγνωρίζουμε την αξία του, είναι παράγοντες που εντείνουν το πρόβλημα. Στα παραπάνω προστίθενται η ανυπαρξία ενιαίας πολιτικής και η σαφής υποβάθμιση της ποιότητας και ο υποβιβασμός της στάθμης των υδροφορέων. Σοβαρό πρόβλημα αποτελεί και η ρύπανση των ελληνικών ποταμών και λιμνών. Στην Ελλάδα, ενώ η συνολική ποσότητα του υδατικού δυναμικού φαίνεται να είναι αρκετή για να καλύψει τις συνολικές ανάγκες, συμβαίνει να υπάρχουν περιοχές με έντονα προβλήματα ανεπάρκειας νερού. Ως αιτίες αυτού του φαινομένου αναφέρονται η μεγάλη χωρική και χρονική ανισοκατανομή (ψηλά βουνά με πλούσια υδατικά αποθέματα και πεδινές, παράκτιες ή νησιωτικές περιοχές με φτωχό ισοζύγιο, εύκρατα κλίματα με υγρούς χειμώνες που ακολουθούνται από στεγνά καλοκαίρια), αλλά και η άνιση κατανομή της ζήτησης, με τις υδροβόρες δραστηριότητες να αναπτύσσονται στις άνυδρες περιοχές και κατά τη διάρκεια ξηρής περιόδου (αγροτικές ανάγκες στις πεδινές περιοχές και τουρισμός στις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές κατά τους θερινούς μήνες). Το θετικό στοιχείο, όσον αφορά στην κατάσταση των υδατικών πόρων της χώρας μας, είναι ότι η Ελλάδα έχει πολλές λεκάνες απορροής, οπότε η ρύπανση περιορίζεται. Αντίθετα στην Ευρώπη, ένας ποταμός (όπως π.χ. ο Δούναβης) μπορεί να διασχίζει τη μισή ήπειρο, οπότε η ρύπανση μεταφέρεται (Μυλόπουλος Ν., 2001).

1.7 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

1.7.1 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

‘‘Anyone who solves the problem of water, deserves not one Nobel Prize but two – one for science and the other for peace’’.

J.F. Kennedy

Η περιβαλλοντική διάσταση του νερού αναδεικνύει μοιραία και την περιβαλλοντική διάσταση της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Η τελευταία, ως επιστήμη της ορθολογικής αξιοποίησης των υδατικών πόρων, πρέπει να συναντήσει την επιστήμη του περιβαλλοντικού σχεδιασμού των υδατικών συστημάτων, με κοινό στόχο, εκτός από την αξιοποίηση των υδατικών πόρων και την ικανοποίηση των αναγκών σε νερό, την προστασία και την διατήρηση του υδατικού περιβάλλοντος, με έμφαση στη μακρόπνοη συντήρηση της ζωής που είναι συνδεδεμένη με αυτό.

Η αδυναμία της τεχνολογίας να εφεύρει τρόπους αύξησης του βασικού φυσικού πόρου έχει οδηγήσει στην εύρεση μεθόδων και δραστηριοτήτων για την ορθολογική αξιοποίηση του ήδη υπάρχοντος υδατικού δυναμικού, με στόχο την πληρέστερη δυνατή κάλυψη των αναγκών σε νερό.

Η μεγάλη διαφορά μεταξύ της κρίσης των αποθεμάτων και της κρίσης διαχείρισης τους, που οφείλεται εξ’ ολοκλήρου σε αποτυχία της ακολουθουμένης υδατικής πολιτικής ή συχνά στην πλήρη απουσία της, αποτελεί ταυτόχρονα και το συγκριτικό πλεονέκτημα της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων, δηλαδή τη δυνατότητα αναπροσαρμογής της υδατικής πολιτικής, γεγονός που δίνει περιθώρια αποτελεσματικής παρέμβασης και βελτίωσης της κατάστασης.

Ο τομέας της επιστήμης, ο οποίος ασχολείται με τη διευθέτηση του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης του νερού στη γη, ορίζεται ως Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων έχει ως στόχο την αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και την ικανοποίηση των πάσης φύσεως αναγκών σε νερό. Καλείται να διευθετήσει και να σφραγίσει την ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης του νερού, ζήτησης νερού και διαθεσιμότητας φυσικών πόρων, να προστατεύσει και να διατηρήσει την ποιότητα του νερού και να συντονίσει τις απαραίτητες ενέργειες, ώστε να γίνεται σωστή πρόβλεψη της ζήτησης του φυσικού αυτού και πολύτιμου, για την συντήρηση κάθε μορφής ζωής στη γη, αγαθού.

Συνεπώς, η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων δεν εξαντλείται στην παραδοσιακή επιστημονική περιοχή της εκτίμησης της φυσικής προσφοράς του νερού με την εκπόνηση υδατικών ισοζυγίων σε επίπεδο υδρολογικών λεκανών, ούτε όμως και στο σχεδιασμό των υδραυλικών έργων για τη διευθέτηση και αξιοποίηση των διαθέσιμων

υδατικών αποθεμάτων. Η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων επεκτείνεται και καλύπτει περιοχές που φθάνουν μέχρι τη μελέτη και την εκτίμηση των κοινωνικών και των οικονομικών παραγόντων και συνθηκών που διαμορφώνουν τη ζήτηση του νερού, αντιμετωπίζοντας με τον τρόπο αυτόν σφαιρικά και ολοκληρωμένα τον κύκλο «προσφορά και ζήτηση» του νερού. Αποτελεί μια περιβαλλοντική επιστήμη και δραστηριότητα που σχετίζεται άμεσα με τη διαδικασία της ανάπτυξης.

Η παραδοσιακή μονόπλευρη διαχείριση της προσφοράς του νερού που αποτελούσε και αποτελεί ακόμη και σήμερα τη συνήθη πρακτική διαχείρισης νερού προκάλεσε αναμφισβήτητα το σημερινό αδιέξοδο που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.

Έτσι, οι αρμόδιες υπηρεσίες νερού σχεδόν σε όλα τα μέρη του κόσμου, χρησιμοποιούσαν τα αποθέματα για να καλύψουν όσο το δυνατόν περισσότερες ανάγκες ανεξάρτητα αν αυτές αποτελούσαν ανάγκες πρωταρχικής σημασίας ή απλώς συνήθειες. Η μέχρι τώρα προσέγγιση της «διαχείρισης προσφοράς» οδήγησε σε:

- αυξημένο κόστος ανάπτυξης,
- ελλείμματα κεφαλαίου,
- οικονομικούς περιορισμούς και πολύ περισσότερο σε
- σημαντική ελάττωση των αποθεμάτων νερού,
- μολύνσεις

και γενικότερα πολλές περιβαλλοντικές «αστοχίες», όπως την αυξημένη συχνότητα της εμφάνισης ξηρασιών την τελευταία δεκαετία, η οποία μεγάλωσε αρκετά τις ανταγωνιστικές χρήσεις του νερού στην ύδρευση και τη γεωργία και έκανε πιο έντονη την ανάγκη εύρεσης λύσης. (J.Boland 1998).

Οι τρεις τομείς που χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη κατανάλωση νερού – η γεωργία, η βιομηχανία και οι πόλεις – αυξάνουν σημαντικά τις απαιτήσεις τους. Η γεωργία απαιτεί τη μερίδα του λέοντος στο νερό που αντλείται από ποταμούς, λίμνες και υδατικά στρώματα και είναι υπεύθυνη για το 65% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού. Οι βιομηχανίες εγείρουν παγκοσμίως τη δεύτερη μεγαλύτερη απαίτηση πάνω στα υδατικά αποθέματα και είναι υπεύθυνες για το ένα τέταρτο της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού. Η αστική κατανάλωση είναι υπεύθυνη για λιγότερο από το ένα δέκατο της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού σήμερα. Παρ' όλα αυτά, η αντιμετώπιση αυτών των αναγκών δεν είναι εύκολη υπόθεση. Το πόσιμο νερό πρέπει να υποστεί επεξεργασία μέχρι την επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας και την παροχή του σε βαθμό αξιόπιστο, πράγμα που το κάνει ακριβό. Υπάρχει μεγάλη σπατάλη νερού τόσο στη γεωργική όσο και στην οικιακή χρήση – δεδομένου και του συχνού προβλήματος των διαρροών των δικτύων, ο έλεγχος και η συντήρηση των οποίων δεν εφαρμόζονται με συστηματικό και οργανωμένο τρόπο. Έτσι λοιπόν και οι καταναλωτές με τη σειρά τους πρέπει να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα που υπάρχει για τη λελογισμένη χρήση του νερού.

Ο επαναπροσδιορισμός των αρχών και μεθόδων της υδροδοτικής πολιτικής θεωρείται αναγκαίος καθώς πρέπει να βρεθούν εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης που να είναι πιο οικονομικές αλλά κυρίως πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Κάποιες τέτοιες λύσεις που συνήθως αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι :

- η μείωση των διαρροών,
- η ταυτόχρονη προστασία του νερού από μολυντές με τη χρήση νέων τεχνολογιών,

- η αποθήκευση περισσευόμενων ποσοτήτων επιφανειακών νερών (τράπεζες νερού),
- η διαχείριση σε τοπικό επίπεδο και το marketing νερού με στόχο την καλύτερη κατανομή του ανάμεσα στους διάφορους χρήστες.

Σημαντικότερη όμως θεωρείται η :

1.7.2 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Κάθε άνθρωπος έχει το δικαίωμα να κάνει χρήση του τόσο πολύτιμου αυτού πόρου, του νερού. Η παραδοχή αυτή αποτέλεσε το θεμέλιο στην πρόσβαση σε νερό καλής ποιότητας και ικανής ποσότητας, όλων των κατοίκων του πλανήτη χωρίς οικονομικούς, κοινωνικούς ή άλλους αποκλεισμούς. Από την άλλη πλευρά, η θεώρηση αυτή στάθηκε εμπόδιο στην αναγνώριση της πραγματικής αξίας του νερού, οδηγώντας σε σπάταλη χρήση και αλόγιστη ποιοτική υποβάθμιση. Ένα κοινωνικό αγαθό είναι δύσκολο να έχει μια τιμή που να ικανοποιεί όλους τους χρήστες και έτσι η κοινωνική θεώρηση του νερού, έρχεται σε αντίφαση με την προσπάθεια κοστολόγησης του.

Η πολιτική που επικρατεί σήμερα στη διαχείριση του νερού και των υδατικών πόρων είναι η διαχείριση της προσφοράς του νερού. Αυτή εκφράζεται κυρίως με την αναζήτηση νέων πηγών νερού κάθε φορά που η ζήτηση του νερού υπερβαίνει τη μέχρι τώρα παροχή του ή κάθε φορά που εγκαταλείπονται παλαιότερες, υποβαθμισμένες ή εκμεταλλευμένες πηγές. Η πολιτική αυτή, υλοποιείται μέσω του σχεδιασμού και της κατασκευής πολυδάπανων υδραυλικών έργων για την αξιοποίηση, συλλογή, αποθήκευση, μεταφορά και διανομή του νερού, με αποτέλεσμα να διαμορφωθεί στις κοινωνίες η αίσθηση της αφθονίας στη χρήση του νερού αφ' ενός και αφετέρου να γίνεται υπερεκμετάλλευση των υδροφορέων χωρίς ταυτόχρονα να εφαρμόζεται μια ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αντιμετώπιση. Έτσι, οι επιχειρήσεις ύδρευσης παραδοσιακά θεωρούν τη ζήτηση του νερού ως δεδομένη, διαχειρίζονται την προσφορά του νερού, σχεδιάζουν υδραυλικά έργα για να ικανοποιήσουν τη ζήτηση, υπολογίζουν το κόστος των έργων αυτών και στη συνέχεια καθορίζουν την απαιτούμενη τιμή για να καλυφθεί το κόστος αυτό (Beecher et al., 1994).

Έχοντας ως δεδομένο: α) την τρομακτική αύξηση της ζήτησης του νερού, η οποία κινείται σε ρυθμούς πολύ μεγαλύτερους από την αύξηση του πληθυσμού, και β) το γεγονός ότι τα αποθέματα του πόσιμου νερού παραμένουν σταθερά περίπου στο χρόνο σε κάθε υδρολογική λεκάνη ή υδατικό διαμέρισμα, διαπιστώνεται ότι η πολιτική της διαχείρισης της προσφοράς του νερού είναι τελικά αναποτελεσματική. Το πρόβλημα αυτό εντείνεται ακόμα, από το συνεχώς αυξανόμενο κόστος του νερού, που οφείλεται στα δυσκολότερα και μεγαλύτερα έργα, που χρειάζονται κάθε φορά για την κάλυψη των νέων αναγκών (Tate, 1990). Είναι λοιπόν φανερό, ότι οδηγούμαστε σε ένα τόσο οικονομικό όσο και περιβαλλοντικό αδιέξοδο, όπου στο τέλος οι υδατικοί πόροι θα εξαντληθούν.

Αν συνεχιστεί το ίδιο μοντέλο θεώρησης των πραγμάτων, τότε είναι σίγουρο ότι πολύ σύντομα το θέμα της λειψυδρίας θα πάρει δραματικές διαστάσεις και δεν έχουν άδικο αυτοί που μιλούν για πιθανό πόλεμο με μοναδική αιτία το νερό.

Η διαχείριση του νερού εξακολουθεί να στηρίζεται μέχρι και σήμερα στη μονόπλευρη επιδίωξη της διαχείρισης της φυσικής προσφοράς του, θεωρώντας πάντοτε τη ζήτηση ως δεδομένη. Η μονόπλευρη αυτή πολιτική της διαχείρισης της φυσικής προσφοράς του νερού είναι αναποτελεσματική, και οδηγεί με μαθηματική βεβαιότητα σε ένα οικονομικό και περιβαλλοντικό αδιέξοδο, με κύριο χαρακτηριστικό την εξάντληση των υδατικών πόρων.

Η ζήτηση του νερού είχε θεωρηθεί ως δεδομένο προσδιοριζόμενο από αντικειμενικά στοιχεία (π.χ. εξυπηρετούμενος πληθυσμός, αρδευόμενη έκταση) και από μοναδιαίους συντελεστές ζήτησης. Με αυτή την προσέγγιση η κάλυψη ή όχι της ανάγκης σε νερό μιας δεδομένης δραστηριότητας εξαρτάται μονομερώς από τη διαθεσιμότητα νερού ή την προσφορά νερού που προκύπτει ως η συνισταμένη των υπαρχόντων ή μελλοντικών υδραυλικών έργων. Την τελευταία δεκαετία αυτή η προσέγγιση αμφισβητήθηκε έντονα και προβλήθηκαν η ελαστικότητα της ζήτησης και οι εξ αυτής δυνατότητες διαχείρισής της (Κοκώσης και Κουτσογιάννης, 2000).

Συχνά η αμφισβήτηση έφτασε στην υπερβολή: υποτιμήθηκε η σημασία των αναπτυξιακών υδραυλικών έργων και υπερτιμήθηκε η δυνατότητα και η εφικτότητα διαχείρισης της ζήτησης. Αν εξαιρεθούν οι υπερβολές, η εν λόγω αμφισβήτηση είχε θετικά αποτελέσματα. Δεν είναι δυνατό να απορριφθεί καθολικά η τυπική μέθοδος υπολογισμού των υδατικών αναγκών και η έννοια της αντικειμενικότητας στον προσδιορισμό τους. Ωστόσο, η ελαστικότητα της ζήτησης είναι αποδεδειγμένο γεγονός και οφείλει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στη διαχείριση υδατικών πόρων.

Οι διαπιστώσεις αυτές δίνουν το μέτρο της ανάγκης του επαναπροσδιορισμού των αρχών και των μεθόδων της υδροδοτικής πολιτικής. Επειγόντως λοιπόν πρέπει να αλλάξουμε τη θεώρηση μας στο θέμα της διαχείρισης των υδάτινων αποθεμάτων. Απαιτείται μια περισσότερο βιώσιμη, φιλική προς το περιβάλλον προσέγγιση, αυτή της Διαχείρισης της Ζήτησης του νερού. Αυτός είναι ένας ιδιαίτερα αποτελεσματικός τρόπος ελέγχου των χρήσεων και προσανατολισμού των αναγκών στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης και της προστασίας του νερού (Baumann et al., 1997).

Ως διαχείριση της ζήτησης νερού ορίζεται το σύνολο των δράσεων που αποσκοπούν στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του νερού σε κάθε χρήση του με χρησιμοποίηση της μικρότερης δυνατής ποσότητας νερού. Οι δράσεις αυτές:

- είτε μειώνουν τη ζήτηση του νερού,
- είτε βελτιώνουν την αποδοτικότητα των χρήσεων νερού, και, σε κάθε περίπτωση,
- προστατεύουν τους υδατικούς πόρους από υποβάθμιση.

Η διαχείριση της ζήτησης έχει ως σκοπό λοιπόν, να καλύψει όσο το δυνατόν περισσότερες ανάγκες νερού διατηρώντας το ισοζύγιο των υδατικών αποθεμάτων.

Η μείωση της ζήτησης μέσω διαχείρισης θεωρείται ισοδύναμη με αύξηση της προσφοράς νερού και, μάλιστα, ως η πρώτη λύση επιλογής όταν οι πλέον εύκολα εκμεταλλεύσιμοι (κοντινοί) υδατικοί πόροι έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί πλήρως και οι διαθέσιμες λύσεις έχουν μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος.

Έχει ελεχθεί (Tate, 2001) ότι η διαχείριση της ζήτησης, είναι η μόνη λύση για βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων σε πλανητική κλίμακα. Το νερό ως στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος, συστατικό όλων των έμβιων όντων, αλλά και σημαντικός παράγων κάθε αναπτυξιακής διεργασίας, βρίσκεται, από τη φύση του, στον πυρήνα της βιώσιμης ανάπτυξης. Ο σύγχρονος ορισμός της «διαχείρισης των υδατικών πόρων» περιλαμβάνει το σύνολο των δράσεων του ανθρώπου με κατεύθυνση τη «χρήση» του νερού αλλά και την προστασία του για διατήρηση των υδατικών αποθεμάτων και της ποιότητάς του σε μελλοντικές χρονικές περιόδους.

Θα αναλύσουμε λεπτομερώς τη φιλοσοφία της αειφορικής διαχείρισης σε επόμενο κεφάλαιο, όμως σ' αυτό το σημείο, κρίνουμε σκόπιμο να αναφερθούμε στις βασικές αρχές της, οι οποίες καθιστούν «βιώσιμη» τη διαχείριση της ζήτησης :

1. Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών συστημάτων στην κατάλληλη χωρική κλίμακα (λεκάνη απορροής, υδατικό διαμέρισμα) με ενιαία αντιμετώπιση των τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων της διαχείρισης του νερού, σε αντίθεση με την παραδοσιακή τομεακή προσέγγιση (συνήθως σε κλίμακα μεμονωμένου έργου) και την, απαράδεκτη σε επιστημονικό επίπεδο, ανεξάρτητη θεώρηση των ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων.
2. Διαχείριση της ζήτησης του νερού, για βελτίωση του ισοζυγίου προσφοράς-ζήτησης σε αντίθεση με την παραδοσιακή προσέγγιση της συνεχούς αύξησης της προσφοράς δια της αναζήτησης και αξιοποίησης νέων υδατικών πόρων.
3. Οικονομική θεώρηση του νερού, ώστε να αποφεύγεται η αναποτελεσματική χρήση, η σπατάλη του πόρου καθώς και τα συνεπαγόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα από τη θεώρηση του νερού ως δωρεάν κοινωνικού αγαθού.
4. Αποκεντρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων με συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μερών.

Σήμερα, με τον όρο διαχείριση της ζήτησης εννοείται πλέγμα μέτρων όπως είναι τα ακόλουθα:

1. Εξοικονόμηση νερού άρδευσης μέσω κατάλληλης διαχείρισης αρδευτικών δικτύων
2. Εξοικονόμηση νερού ύδρευσης μέσω κατάλληλης ολοκληρωμένης διαχείρισης του αστικού νερού στο επίπεδο της λεκάνης απορροής με
 - Έλεγχο και μείωση αφανών διαρροών δικτύων διανομής υδρευτικού νερού και
 - Έλεγχο της πιεζομετρίας δικτύων διανομής υδρευτικού νερού
3. Κίνητρα για εξοικονόμηση νερού με
 - Κίνητρα (δάνεια και φοροαπαλλαγές) για την εγκατάσταση οικιακών συσκευών μειωμένης κατανάλωσης
 - Πρόστιμα για ρύπανση του νερού
 - Επιχορηγήσεις και φοροαπαλλαγές για εγκατάσταση και χρησιμοποίηση «καθαρών» τεχνολογιών παραγωγής στη βιομηχανία
 - Αυστηροί κανονισμοί ύδρευσης για νέα κτίρια
 - Κίνητρα για εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αποβλήτων, ανακύκλωσης του νερού, και επαναχρησιμοποίησης του νερού στη βιομηχανία
 - Φορολογική επιβάρυνση επικίνδυνων ουσιών (τοξικές ουσίες, γεωργικά φάρμακα, λιπάσματα, εντομοκτόνα)
 - Φορολογική επιβάρυνση προϊόντων παραγόμενων με υδροβόρες διεργασίες
4. Τιμολόγηση του νερού με μεγαλύτερη τιμή μονάδας για τις μεγάλες καταναλώσεις και πρόστιμα σε περιπτώσεις μεγάλης σπατάλης
5. Εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού (μέσω ΜΜΕ, της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων, του Διαδικτύου)
6. Επαναχρησιμοποίηση του νερού σε
 - Αστική χρήση (π.χ., χρήση διπλών δικτύων διανομής υδρευτικού νερού διπλής ποιότητας)
 - Αρδευτικό νερό

Οι ανάγκες σε νερό δεν θεωρούνται πλέον δεδομένες και τα υδατικά αποθέματα ανεξάντλητα, αλλά αντίθετα, η προσπάθεια έχει στόχο την προσαρμογή των αναγκών στα διαθέσιμα υδατικά αποθέματα. Η αναγνώριση της πραγματικής αξίας του νερού είναι το κυριότερο εργαλείο της σωστής εφαρμογής της διαχείρισης της ζήτησης.

Τα παραπάνω μέτρα θα μπορούσαν να θεωρηθούν κάτω από τη γενική επικεφαλίδα Πρακτικές διαχείρισης της ζήτησης με βάση οικονομικά εργαλεία. Για να είναι, όμως, δυνατή η εφαρμογή τους θα πρέπει να υφίσταται το κατάλληλο οργανωτικό πλαίσιο (θεσμικό και τεχνικό πλαίσιο με βάση τις χρήσεις νερού κ.α.) και συγκεκριμένα, οργανωμένους φορέας ή φορείς διαχείρισης του νερού.

Υπολογίζεται διεθνώς ότι η ζήτηση σε νερό αυξάνεται τρεις φορές πιο γρήγορα απ' ό τι ο πληθυσμός της γης. Συγχρόνως, η συνολική ποσότητα του νερού που διαθέτει κάθε χώρα παραμένει στο χρόνο περίπου σταθερή. Γίνεται λοιπόν φανερό το περιβαλλοντικό, αλλά και οικονομικό αδιέξοδο της πολιτικής της μονότονης και συστηματικής αναζήτησης διαρκώς νέων υδατικών αποθεμάτων προς αξιοποίηση. Οι υδατικοί πόροι είναι ούτως ή άλλως πεπερασμένοι και αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Αντί λοιπόν να προσπαθούμε να ικανοποιήσουμε την ακόρεστη ζήτηση νερού, επεκτείνοντας διαρκώς την εκμετάλλευση πεπερασμένων, από οικολογική και οικονομική άποψη, αποθεμάτων, είναι επιτακτική η ανάγκη πλέον να ενστερνιστούμε μια νέα ηθική στις σχέσεις μας με τα φυσικά συστήματα της γης, με τα άλλα είδη, αλλά και μεταξύ μας.

1.8 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η άμεση προτεραιότητα στη διαχείριση είναι η προμήθεια νερού επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την ικανοποίηση των αναγκών μας. Αυτό προϋποθέτει την προστασία των υδατικών πόρων από τη ρύπανση (ποιότητα) και τη διατήρηση των οικοσυστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος (ποσότητα). Αυτή η προσπάθεια μετατράπηκε σταδιακά στη μέριμνα για τη διατήρηση των αναγκαίων υδατικών αποθεμάτων στο μέλλον ώστε να αποφευχθούν μη αναστρέψιμες επεμβάσεις, στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των υδατικών πόρων αλλά ταυτόχρονα και τη διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος από ακραία φαινόμενα (πλημμύρες - ξηρασίες). Αν συγκεντρώσουμε και κατηγοριοποιήσουμε τα παραπάνω σε συνδυασμό με της βασικές επιδιώξεις της εξοικονόμησης του νερού, στην ουσία θα έχουμε απαριθμήσει τους κυριότερους στόχους της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων :

1. Διευθέτηση της φυσικής προσφοράς του νερού σε σχέση με τη ζήτηση.

Πρόκειται για το παραδοσιακό αντικείμενο της Υδρολογίας και των Υδραυλικών Έργων, προσανατολισμένο στην προοπτική της ικανοποίησης των αναγκών σε νερό. Η γνώση των φυσικών μηχανισμών της ανανέωσης των υδατικών αποθεμάτων στο πλαίσιο του υδρολογικού κύκλου, η προσομοίωση της λειτουργίας των υδατικών συστημάτων και η πρόγνωση της συμπεριφοράς τους για διάφορα πιθανά σενάρια μετεωρολογικών και υδρολογικών συνθηκών, οδηγεί στον πλήρη και σαφή προσδιορισμό του υπάρχοντος υδατικού δυναμικού και βοηθά στην αντικειμενική εκτίμηση των δυνατοτήτων του. Αποτέλεσμα αυτής της σύνθετης διαδικασίας είναι η καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, αλλά και η δυνατότητα αναζήτησης και εντοπισμού νέων πηγών νερού, προκειμένου να καλύπτουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι σημερινές και οι μελλοντικές ανάγκες σε νερό. Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση έργων συλλογής και αποθήκευσης, αναρίθμησης και διευθέτησης, καθώς και μεταφοράς, διανομής και εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων, αποτελεί το τελευταίο στάδιο αυτής της διαδικασίας αξιοποίησης και διευθέτησης της φυσικής προσφοράς του νερού σε σχέση με τη ζήτηση.

2. Διευθέτηση της ζήτησης του νερού σε σχέση με τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων.

Ο καθορισμός δηλαδή στην πράξη των αναγκών και δραστηριοτήτων που καταναλίσκουν νερό, σύμφωνα με τις υπάρχουσες φυσικές δυνατότητες των υδατικών πόρων. Η καταγραφή των υπάρχουσών χρήσεων του νερού αφενός και η γνώση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων του αφετέρου, έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα χάραξης πολιτικής νερού, με την έννοια της προσαρμογής των αναπτυξιακών προγραμμάτων και των σχετικών επενδύσεων στις φυσικές δυνατότητες των υπό μελέτη περιοχών.

3. Αντιμετώπιση των ανοιγμάτων ανάμεσα σε προσφορά και ζήτηση του νερού.

Η εκπόνηση υδατικών ισοζυγίων και ισοζυγίων προσφοράς και ζήτησης νερού σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης ή και υδατικού διαμερίσματος, αποτελεί την υποδομή που απαιτείται για τον έγκαιρο εντοπισμό και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των τυχόν ανοιγμάτων ανάμεσα σε προσφορά και ζήτηση του νερού.

4. Εξομάλυνση των συγκρούσεων ανάμεσα στις ανταγωνιστικές χρήσεις.

Πρόκειται για ένα σημαντικό ζήτημα που απασχολεί διεθνώς όσους ασχολούνται με τη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων. Οι δραστηριότητες που καταναλίσκουν νερό είναι άμεσα ανταγωνιστικές, με την έννοια ότι η ικανοποίηση των αναγκών κάποιων από αυτές συνήθως αποκλείει τη δυνατότητα ικανοποίησης των αναγκών κάποιων άλλων, μια και οι υδατικοί πόροι είναι πεπερασμένοι ποσοτικά και επιπλέον στην ανανέωση τους δεν υπάρχει δυνατότητα επέμβασης και ελέγχου. Έτσι, η διαχείριση των υδατικών πόρων ισοδυναμεί με μια διαδικασία αξιολόγησης αναγκών, ιεράρχησης προτεραιοτήτων και επίλυσης διαφορών, προκειμένου να ικανοποιούνται οι ανάγκες κατά τρόπο δίκαιο, ωφέλιμο και ορθολογικό.

5. Πρόληψη των απωλειών του νερού και η αξιοποίηση των πλεονασμάτων.

Η εξοικονόμηση νερού στον τομέα της ύδρευσης μπορεί να επιτευχθεί με τον έλεγχο των διαρροών του δικτύου. Οι απώλειες των τεχνικών έργων και των υδραυλικών δικτύων αποτελούν συχνά περιοριστικό παράγοντα στην πλήρη εκμετάλλευση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, καθώς συνήθως ανέρχονται σε υψηλά ποσοστά (στην Ελλάδα οι απώλειες στα δίκτυα ύδρευσης φτάνουν το 30%). Από την άλλη πλευρά, συμβαίνει συχνά εξαιτίας κακών υπολογισμών ή μεταβολών σε βασικούς παράγοντες σχεδιασμού να υπάρχουν πλεονάσματα νερού τα οποία να μην αξιοποιούνται επαρκώς. Η αντιμετώπιση και η εξομάλυνση παρόμοιων εκτροπών ανήκει στις βασικές αρμοδιότητες της διαχείρισης των υδατικών πόρων.

6. Προστασία και διατήρηση της ποιότητας του νερού.

Η δραστηριότητα αυτή θεωρείται πρωταρχική για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και όχι μόνον, για τους προφανείς λόγους της περιβαλλοντικής προστασίας και της διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας. Θεωρείται σημαντική διότι η προστασία και διατήρηση της ποιότητας του νερού σε ανεκτά επίπεδα αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την κάλυψη της ζήτησης και την ικανοποίηση των αναγκών. Ο σχεδιασμός λοιπόν των έργων προστασίας ή και αποκατάστασης των υδατικών πόρων, καθώς και η εκτίμηση των επιπτώσεων στα υδατικά συστήματα από την εκτέλεση και λειτουργία των υδραυλικών ή και των άλλου είδους τεχνικών έργων, αποτελεί σημαντική προτεραιότητα και πρέπει να εξετάζεται σύμφωνα με το πνεύμα και τις αρχές της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων.

7. Συντονισμό των δραστηριοτήτων έρευνας, αξιοποίησης, χρήσης και προστασίας των υδατικών πόρων.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, πέρα από την επιδίωξη της αντιμετώπισης καθενός ξεχωριστά από τα προαναφερθέντα προβλήματα, έχει την βασική αρμοδιότητα του συντονισμού όλων των επιμέρους δραστηριοτήτων της έρευνας, της αξιοποίησης, της χρήσης και της προστασίας του νερού, στην κατεύθυνση της ενιαίας και συνολικής αντιμετώπισης του ζητήματος της ορθολογικής ικανοποίησης των υδατικών αναγκών.

8. Πρόβλεψη της ζήτησης του νερού – Cost-Benefit Analysis

Για την εφαρμογή ενός σχεδίου εξοικονόμησης νερού, χρειάζεται η πρόβλεψη των ζήτησης του νερού, που μπορεί να υλοποιηθεί μετρώντας τις τιμές του νερού για κάθε κατηγορία καταναλωτή, τις διάφορες χρήσεις, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και τις προβλέψεις 5 τουλάχιστον χρόνων για τις επιπλέον ανάγκες νερού για τα επόμενα 15 χρόνια.

Ακολουθεί η σύγκριση του κόστους σε μοναδιαία βάση και υπολογίζονται οι περιβαλλοντικές συνέπειες. Για τη σύγκριση ποιοτικών παραμέτρων χρησιμοποιούνται μέθοδοι που τις αξιολογούν με 0 (αδιάφορο), + (θετικό), - (αρνητικό) για τη διαπίστωση της δυνατότητας και της ευκολίας εφαρμογής των μέτρων, της αποδοχής τους και των περιβαλλοντικών συνεπειών που αυτά πιθανόν να έχουν. Τέλος γίνεται αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων της ανάλυσης κόστους – οφέλους.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει πλέον αντιληπτό το γεγονός ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων συναρτάται άμεσα με πολλές πτυχές της διαχείρισης ενέργειας και συγκεκριμένα με την παραγωγή, την αποθήκευση και την κατανάλωση ενέργειας. Εύκολα μπορεί κανείς να αντιληφθεί την άμεση σχέση της διαχείρισης νερού με την ενέργεια: χωρίς ενεργειακούς περιορισμούς δεν θα υπήρχε πρόβλημα νερού (π.χ. όλα τα υδατικά ελλείμματα θα μπορούσαν να καλυφθούν με αφαλάτωση).

Την περίοδο που διανύουμε πραγματοποιούνται σημαντικές ανακατατάξεις στο ενεργειακό τοπίο, οι οποίες αναμφισβήτως θα ενταθούν στις επόμενες δεκαετίες. Κατά συνέπεια, δεν μπορεί να γίνει προγραμματισμός της διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων χωρίς αναφορά στη σχέση του νερού με την ενέργεια. Αυτός πιστεύουμε ότι θα είναι ο και ο νέος στόχος της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων στο μέλλον.

Σε κάθε περίπτωση, συμπεραίνουμε ότι ο πρωταρχικός στόχος που εμπεριέχει τους παραπάνω, είναι να βρεθεί τελικά η ισορροπία μεταξύ εκείνου του επιπέδου εξοικονόμησης νερού και των απαραίτητων έργων για την κάλυψη των αναγκών ακολουθώντας μια βιώσιμη πολιτική διαχείρισης της ζήτησης.

1.9 Η (ΜΗ) ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα, οι υδρολογικές και γεωμορφολογικές ανισότητες (άνιση χωροχρονική κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρηνησμάτων και κατά κύριο λόγο των απορροών, έντονες γεωμορφολογικές διαφοροποιήσεις ανά υδατικό διαμέρισμα), σε συνδυασμό με τη χρονική αντιστροφή της κατανομής της ζήτησης και της υπερσυγκέντρωσής της σε περιορισμένους χώρους με ασήμαντους υδατικούς πόρους, δεν ευνοούν βέβαια από οικονομοτεχνική άποψη την τεχνικά αξιόπιστη και οικονομικά εφικτή κάλυψη των αναγκών στις διάφορες χρήσεις του νερού.

Μια γεύση του πλαισίου διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα παίρνουμε από την παρουσίαση των κύριων σημείων του, ΥΠΙΑΝ κ.ά. (2003) :

1. Επάρκεια νερού στη χώρα, αλλά ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο – Συνέπεια οι ελλειμματικές περιοχές (Θεσσαλία, Ανατολική Πελοπόννησος, Νησιά Αιγαίου)
2. Ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς – Απαίτηση περιφερειακών πολιτικών
3. Πολύπλοκο και κατακερματισμένο ανάγλυφο – Συνέπεια μικρές κλίμακες υδρολογικών λεκανών και πολλά υδάτινα σώματα που απαιτούν παρακολούθηση και προστασία
4. Εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από υδατικούς πόρους γειτονικών κρατών – απαίτηση για διακρατικές συνεργασίες
5. Κυριαρχία των προβλημάτων ποσότητας έναντι της ποσότητας – αναξιοποίητα επιφανειακά νερά και υπεραντλημένα υπόγεια – ανάγκη για νέα έργα (μεγάλης κλίμακας, πολλαπλού σκοπού) Ανάγκη συνολικού (διατομεακού) σχεδιασμού και προγραμματισμού για αειφορική ανάπτυξη

Η κρισιμότητα των θεμάτων διαχείρισης υδατικών πόρων στη χώρα μας, εντείνεται από τις επιλογές που έχουν γίνει χωρίς σχεδιασμό και πρόβλεψη, την υποτίμηση των προβλημάτων ποιότητας και ποσότητας των υδατικών πόρων και την καθυστέρηση εισαγωγής του περιβαλλοντικού παράγοντα στον αναπτυξιακό σχεδιασμό και στην διαδικασία της αγοράς.

Η υπερβολική διάσπαση και η ανταγωνιστικότητα των σχετικών με τους υδατικούς πόρους αρμοδιοτήτων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, η απουσία προσωπικού και υλικοτεχνικής υποδομής, η έλλειψη σχεδιασμού και προγραμματισμού έχουν το προφανές αποτέλεσμα μιας περιστασιακής και μη ορθολογικής διαχείρισης.

Η σπατάλη χρηματικών αλλά και υδατικών πόρων έρχεται ως φυσική συνέπεια της απουσίας συνολικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης. Η ασυντόνιστη, και χωρίς υλική και τεχνική υποστήριξη, προσπάθεια αντιμετώπισης των υδατικών αναγκών, ιδιαίτερα των εποχικών, είχε ως αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση των τοπικών υδατικών πόρων - σχεδόν κατά αποκλειστικότητα των υπόγειων. Κύριες συνέπειες αυτής της κατάστασης ήταν η διαταραχή του υδατικού ισοζυγίου με

ιδιαίτερα μεγάλες πτώσεις στάθμης στους υδροφορείς, η επέκταση του φαινομένου της υφαλμύρωσης των παράκτιων υδροφορέων και η ρύπανση των υπόγειων νερών από λιπάσματα, βιομηχανικά και αστικά λύματα, κλπ. Φυσικό επακόλουθο είναι η ακαταλληλότητά τους πλέον για την ικανοποίηση των αναγκών μας και άρα η αναζήτηση νέων υδατικών πόρων. Οι νέοι αυτοί ανεκμετάλλευτοι υδατικοί πόροι, όπως είναι φυσικό, βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση και σε μεγαλύτερα βάθη, συνεπάγονται δηλαδή πολύ μεγαλύτερο κόστος. Έτσι λοιπόν έχουμε καταλήξει σε ένα φαύλο κύκλο.

Συμπληρωματικά στα παραπάνω πρέπει να αναφέρουμε δύο κυρίαρχα σημεία της καθυστέρησης της χώρας μας στα θέματα διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος:

- Την έλλειψη του σώματος των περιβαλλοντικών ελεγκτών
- Την απουσία ενός αξιόπιστου εθνικού συστήματος μέτρησης, ελέγχου και πρόληψης της ρύπανσης, που θα συνδέει με επίσημες, αξιόπιστες και τεχνικά βέλτιστες μεθόδους όλους εκείνους τους φορείς που λειτουργούν ως εργαστήρια ή σταθμοί παρακολούθησης του περιβάλλοντος.

Εξαιτίας λοιπόν της πολυδιάστατης σημασίας του νερού, η πολιτική διαχείρισης των υδατικών πόρων θα πρέπει να εντάσσεται σε μια γενικότερη πολιτική, που αφορά και άλλους τομείς, όπως άλλους φυσικούς πόρους, τον πολεοδομικό σχεδιασμό, το περιβάλλον κλπ. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα άλλων κρατών, όπως του Ισραήλ, της Κύπρου και της πολιτείας της Καλιφόρνια, ελλειμματικών σε νερό περιοχών, με πολυ άνιση χρονική και χωρική κατανομή ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, όπου η πολιτική των υδατικών πόρων, κεντρικά και περιφερειακά, εντάσσονται στη γενικότερη πολιτική σχεδιασμού και ανάπτυξής τους και φυσικά ενυπάρχει η ενιαία θεώρηση του συστήματος "υδατικός πόρος - χρήση του".

Στην Ελλάδα η κατάσταση που αφορά στη διαχείριση των κοιτασμάτων νερού, όπως έγινε κατανοητό και παραπάνω, δεν είναι και τόσο ρόδινη. Κοντά σε μια γεώτρηση για νερό προς ύδρευση, μπορεί να λειτουργεί βενζινάδικο, συνεργείο, ελαιοτριβείο ή αγροτική παραγωγή με χημικά λιπάσματα, με ό,τι και αν συνεπάγεται αυτό για την δημόσια υγεία.

Ακόμη, ένας υπόγειος υδροφορέας μπορεί να εκτείνεται πέρα από όρια νομών, ακόμη και κρατών. Στην Ελλάδα όμως αν το νερό του υδροφορέα αναβλύζει στο χωράφι κάποιου, αυτός ο κάποιος το καρπώνεται. Εμφανίζεται ως ιδιοκτήτης του φυσικού πόρου, ο οποίος αντί να ανήκει στο δημόσιο και να καλύπτει δημόσιες ανάγκες αφήνεται στον ιδιώτη να τον χειριστεί κατά το ατομικό του συμφέρον.

Βέβαια τα παραπάνω είναι άμεσο αποτέλεσμα της έλλειψης ενημέρωσης του κοινού για τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται όσον αφορά το νερό. Η έκδοση ενημερωτικών φυλλαδίων από τους Δήμους ή την εταιρία ύδρευσης σε κάποιες περιοχές γίνεται με πολύ δειλά βήματα και σε κάποιες δεν γίνεται καθόλου. Οι εφημερίδες και τα περιοδικά με τη σειρά τους αναφέρουν ελάχιστα πράγματα ενώ τα

υπόλοιπα μέσα μαζικής ενημέρωσης (τηλεόραση , ραδιόφωνο) ασχολούνται με άλλα θέματα της επικαιρότητας.

Διαφαίνεται λοιπόν η ανάγκη για την τήρηση μιας σωστής και υπεύθυνης στάσης απέναντι στην ορθολογική διαχείριση του νερού. Χρειάζεται αρχικά η τήρηση και όχι μόνον η θέσπιση νόμων που αφορούν την προστασία των υδατικών πόρων. Επιπλέον, βασικός παράγοντας είναι και η κατάλληλη ενημέρωση των καταναλωτών για τη σημασία του νερού και τα αποτελέσματα της έλλειψής του.

Σε όλα τα προηγούμενα πρέπει να προστεθεί και η συντήρηση των έργων ύδρευσης ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο δυνατό οι απώλειες που δυστυχώς σήμερα αγγίζουν το 50 % του εισερχόμενου νερού και ακόμη να μην επηρεάζεται η ποιότητα του νερού που δίνεται για κατανάλωση από τυχόν βλάβες του δικτύου.

Μέτρα διαχείρισης της ζήτησης σε μονιμότερη βάση (όχι δηλαδή μόνο σε περιόδους κρίσεων) αποσκοπούν στην εξοικονόμηση νερού, η οποία είναι εφικτή τόσο στην υδρευτική, όσο και στην αρδευτική χρήση. Οι διαρροές νερού σε υδρευτικά δίκτυα συχνά φτάνουν σε μερικές πόλεις (π.χ. Μεσολόγγι) σε πολύ μεγάλα ποσοστά, οπότε υπάρχει μεγάλο περιθώριο εξοικονόμησης χωρίς επιπτώσεις στις λειτουργίες της πόλης. Στα συστήματα επιφανειακής άρδευσης, οι απώλειες νερού είναι μεγάλες, και θα μπορούσαν να μειωθούν σημαντικά με τη χρήση κλειστών δικτύων καταιονισμού και ακόμη περισσότερο με στάγδην άρδευση. Ωστόσο, οι πρακτικές αυτές εξοικονόμησης νερού απαιτούν κατασκευαστικές παρεμβάσεις και προϋποθέτουν σημαντικές οικονομικές επενδύσεις. Επιπλέον, προϋποθέτουν τιμολόγηση του νερού και αντίστοιχα οικονομικά εργαλεία. Στις πιο ελλειμματικές περιοχές, έχει ιδιαίτερο νόημα η ανάκτηση υγρών αποβλήτων και η επαναχρησιμοποίησή τους εναλλακτικά για άρδευση, βιομηχανική χρήση ή εμπλουτισμό των υδροφορέων με στόχο την αντιμετώπιση της υφαλμύρωσης. Τέλος, τεράστια σημασία έχει η ανάγκη πρόβλεψης των μελλοντικών αναγκών για νερό.

1.9.1 ΕΡΓΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Στην Ελλάδα, οι μικρές κλίμακας λεκάνες απορροής σε συνδυασμό με το ξηρό κλίμα και τις έντονες ενδοετήσιες και υπερετήσιες διακυμάνσεις των υδρολογικών μεγεθών περιορίζουν αισθητά τις δυνατότητες αξιοποίησης των επιφανειακών ροών. Το γεγονός αυτό επιτείνεται από τη συγκέντρωση της ζήτησης το καλοκαίρι, οπότε η φυσική προσφορά νερού είναι ασήμαντη. Οι συνθήκες αυτές διαφέρουν αισθητά από αυτές σε πιο βόρειες ευρωπαϊκές χώρες, γεγονός που προσθέτει πολλές ιδιαιτερότητες στις πρακτικές διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων στην Ελλάδα (παρόλο που αυτό έχει συχνά λησμονηθεί και έχει επιχειρηθεί η μεταφορά και άκριτη εφαρμογή στερεοτύπων από τις «προηγμένες» χώρες της Ευρώπης).

Στις περισσότερες περιοχές της χώρας με εξαίρεση τη βορειοδυτική Ελλάδα, περιορίζεται σημαντικά ή και μηδενίζεται η φυσική προσφορά νερού τους θερινούς μήνες (π.χ. τα περισσότερα υδατορεύματα ξεραινόνται). Είναι όμως ιδιαίτερα ενδιαφέρον ότι τόσο στη σύγχρονη Ελλάδα, όσο και στην αρχαία, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πληθυσμού και δραστηριοτήτων, και η μεγαλύτερη πολιτιστική άνθιση παρατηρείται όχι στις πιο πλούσιες υδρολογικά, αλλά στις ξηρότερες περιοχές, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την Αττική, που μαζί με τις Κυκλάδες αποτελούν τις ξηρότερες περιοχές της χώρας. Αυτό ενδεχομένως μπορεί να αποδοθεί στην καλύτερη ποιότητα ζωής που προσφέρει το ξηρό κλίμα και στα υγιεινότερα χαρακτηριστικά του από πλευράς επιδημιολογίας των ασθενειών που σχετίζονται με το νερό, π.χ. ελονοσία. (Koutsoyiannis et al., 2007).

Με αυτές τις γεωγραφικές και κλιματολογικές συνθήκες, που μπορεί να εικαστεί ότι δεν άλλαξαν σημαντικά από την αρχαιότητα, οι τεχνολογικές παρεμβάσεις στην φυσική δίαιτα του νερού ήταν η μοναδική διέξοδος. Υδραυλικά έργα ξεκινούν να κατασκευάζονται στην Ελλάδα από τη μινωική και μυκηναϊκή εποχή. Τα προϊστορικά αυτά έργα αυτά αποσκοπούν στη συλλογή και αποθήκευση του βρόχινου νερού, την αξιοποίηση του υπόγειου νερού, τη μεταφορά του νερού των πηγών με υδραγωγεία και την αποστράγγιση λιμνών και ελωδών εκτάσεων (Koutsoyiannis et al., 2007). Η τεχνολογική ανάπτυξη συνεχίζεται σε όλη την κλασσική αρχαιότητα και φτάνει στην ακμή της στην ελληνιστική περίοδο.

Στη σύγχρονη Ελληνική ιστορία, οι υποδομές των υδραυλικών έργων θεωρήθηκαν ως δείκτης οικονομικής και πολιτιστικής προόδου. Παρόλα αυτά, συχνά υπήρξαν και αντιδράσεις τοπικών κοινωνιών που θίγονταν από την κατασκευή ενός μεγάλου έργου, π.χ. φράγματος, οι οποίες ήταν κατά κανόνα μεμονωμένες. Μόνο την τελευταία δεκαετία αναπτύχθηκαν γενικευμένες κινήσεις που εναντιώνονται στην κατασκευή μεγάλων υδραυλικών έργων (π.χ. έργα εκτροπής Αχελώου, φράγμα Αποσελέμη). Οι αντιδράσεις αυτές, που συνδυάζονται με γενικότερη κριτική των μεγάλων έργων στον ευρωπαϊκό και τον ευρύτερο διεθνή χώρο, είχαν πολλές θετικές επιπτώσεις, όπως τη μελέτη των νέων έργων με μεγαλύτερη προσοχή, τη δημιουργία ανταποδοτικών έργων, την καλύτερη ένταξή τους στο περιβάλλον, την επιβολή περιβαλλοντικών όρων στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των έργων με στόχο την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στην Ελλάδα, η συχνή έλλειψη κεντρικού προγραμματισμού και σχεδιασμού για την αξιοποίηση των υδατικών πόρων, η δυσλειτουργία του κρατικού μηχανισμού σε συνδυασμό με τη ανάγκη σοβαρής και μακρόχρονης μελετητικής προετοιμασίας, μέχρι να ξεκινήσει η υλοποίηση ενός μεγάλου έργου, το μεγάλο αρχικό κόστος και η δυσκολία χρηματοδότησης τέτοιων έργων έχουν σταθεί εμπόδιο στη σωστή

διαχείριση των πλούσιων υδατικών μας πόρων, μια διαχείριση που θα έπρεπε τουλάχιστον να είχε ξεκινήσει από τα βασικά, δηλαδή τη μείωση των απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης, από τη στιγμή που οι απώλειες αυτές ξεπερνούν το 50% του εισερχόμενου νερού στα δίκτυα.

1.10 ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Το νερό για να συνεχίσει και στο μέλλον να συντηρεί τη ζωή, δεν θα πρέπει να καταναλώνεται με ρυθμούς ταχύτερους από τους ρυθμούς της ετήσιας ανανέωσής του στο πλαίσιο του υδρολογικού κύκλου.

Η παραδοχή της Βιώσιμης ή Αειφόρου ανάπτυξης, σύμφωνα με την οποία η προσπάθεια για κάλυψη των σημερινών αναγκών δεν πρέπει να υπονομεύει την αντίστοιχη προσπάθεια και των μελλοντικών γενεών για να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Ξεκινώντας από την ανάγκη διασφάλισης της προτεραιότητας της ζωής εντός οικολογικών ορίων, δεν απορρίπτει τη συμβολή της επιστήμης και την αισιόδοξη προοπτική της προόδου, αντιμετωπίζοντας κριτικά ένα παρελθόν όπου κυριαρχούσαν μονότονα οι αρχές της τεχνολογικής προόδου, της επιστημονικής εξειδίκευσης και της οικονομικής ανάπτυξης.

Ο όρος πρωτοεμφανίζεται, με τη μορφή που τον ξέρουμε, στο κείμενο που υποβλήθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον» το 1987. Η επιτροπή αυτή συγκροτήθηκε με απόφαση του ΟΗΕ το 1983 και είχε ως στόχο τη μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης στον πλανήτη και την αναζήτηση βιώσιμων και ρεαλιστικών λύσεων που θα επιτρέψουν τη διατήρηση της ζωής στη γη και κατά τη διάρκεια των επόμενων γενεών. Έκτοτε η βιώσιμη ανάπτυξη έχει, τουλάχιστον θεωρητικά, επικρατήσει στη φιλολογία της περιβαλλοντικής διαχείρισης υποσχόμενη την έξοδο από τη σημερινή περιβαλλοντική κρίση, ενώ συγχρόνως εγγυάται την ανάπτυξη με ταυτόχρονη διατήρηση της ζωής .

Η μετάβαση από το μοντέλο της τεχνολογικής ανάπτυξης στην αντίληψη της αειφορίας, επιτυγχάνεται με την ολιστική θεώρηση των περιβαλλοντικών συστημάτων, που υλοποιείται με την προσέγγιση του οικοσυστήματος και την πολιτική της πρόληψης, της έγκαιρης επέμβασης και της ενεργού κοινωνικής συμμετοχής στη διαμόρφωση και τη λήψη των αποφάσεων.

Για τους υδατικούς πόρους, αυτό σημαίνει συνεργασία, συντονισμό και συνεννόηση όλων των φορέων, του επιστημονικού κόσμου και του κοινού, στην κατεύθυνση της άσκησης μιας ενιαίας και ορθολογικής περιβαλλοντικής πολιτικής σε επίπεδο υδατικού οικοσυστήματος, με πνεύμα πρόβλεψης και μακροχρόνιου σχεδιασμού και στόχο τόσο τη συνετή αξιοποίηση, όσο και τη διατήρηση του υδατικού πλούτου της χώρας και τη συντήρηση της ζωής που συνδέεται με αυτόν, δηλαδή μια καθολική (ολιστική) προσέγγιση. Ένα υδατικό οικοσύστημα οριοθετείται από τον υδροκρίτη

μιας λεκάνης απορροής και συμπεριλαμβάνει όλα τα υδατικά συστήματα, καθώς και όλες τις μορφές ζωής που αναπτύσσονται μέσα στα όρια αυτά και όλες τις διαδικασίες και τους παράγοντες που επηρεάζουν τόσο το νερό, όσο και τη ζωή.

Η ολιστική προσέγγιση εξειδικεύεται στη διαχείριση των υδατικών πόρων ,μέσω της συνύπαρξης, εντός ενός υδατικού οικοσυστήματος, όλων των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί συνυπάρχουν σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας, καθώς οι αποφάσεις που λαμβάνονται σε καθέναν από αυτούς τους τομείς, επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα και τους υπόλοιπους. Η ολιστική λοιπόν θεώρηση παραπέμπει στην ολοκληρωμένη διαχείριση και το συντονισμό του συνόλου των ενεργειών και των παρεμβάσεων που αφορούν είτε σε όλο το υδατικό οικοσύστημα, είτε σε επιμέρους στοιχεία του, εντός των φυσικών ορίων της υδρολογικής λεκάνης και λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων και στοιχείων που επηρεάζουν τη ζωή εντός αυτών των ορίων.

Η βιώσιμη ανάπτυξη δεν αποσκοπεί μόνο στην προστασία του περιβάλλοντος και τη διαχρονική συντήρηση της ζωής στη γη, αλλά και στην παρούσα ανάπτυξη και πρόοδο.

Ο στόχος της Βιώσιμης Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων υλοποιείται σε μια περιοχή, μόνον όταν η οικονομική ανάπτυξη στηρίζεται διαχρονικά στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων υδατικών αποθεμάτων, διασφαλίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο την προστασία και τη διατήρηση του μόνιμου υδατικού δυναμικού.

Ο επαναπροσδιορισμός της υδατικής πολιτικής σύμφωνα με την παραδοχή και τις αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης, προϋποθέτει σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, την υιοθέτηση και υλοποίηση των τεσσάρων βασικών αρχών που ακολουθούν (ASCE & UNESCO, 1998) :

- Ενιαία και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Έρχεται δηλαδή να αντικαταστήσει την παραδοσιακή, όσο και αναποτελεσματική πολιτική της αποσπασματικής διαχείρισης του νερού. Αστικές, αγροτικές, βιομηχανικές, ενεργειακές, τουριστικές και λοιπές δραστηριότητες και χρήσεις του νερού αντιμετωπίζονται ενιαία εντός των φυσικών ορίων της υδρολογικής λεκάνης και του υδατικού διαμερίσματος.

- Διαχείριση της ζήτησης, αντί της ζημιόγону περιβαλλοντικά, αλλά και αδιέξοδης οικονομικά πολιτικής της διαχείρισης της προσφοράς του νερού. Η λογική της εγκατάλειψης των πηγών του νερού κάθε φορά που αυτές εξαντλούνται ή υποβαθμίζονται και η αναζήτηση διαρκώς νέων υδατικών πόρων αντικαθίσταται από την οικονομικά αποδοτικότερη και συγχρόνως περιβαλλοντικά φιλικότερη πολιτική της διαχείρισης της ζήτησης του νερού, η οποία όπως συνηθίζεται να λέγεται, αποτελεί την πιο φθηνή εναλλακτική λύση για την ικανοποίηση των υδατικών αναγκών.

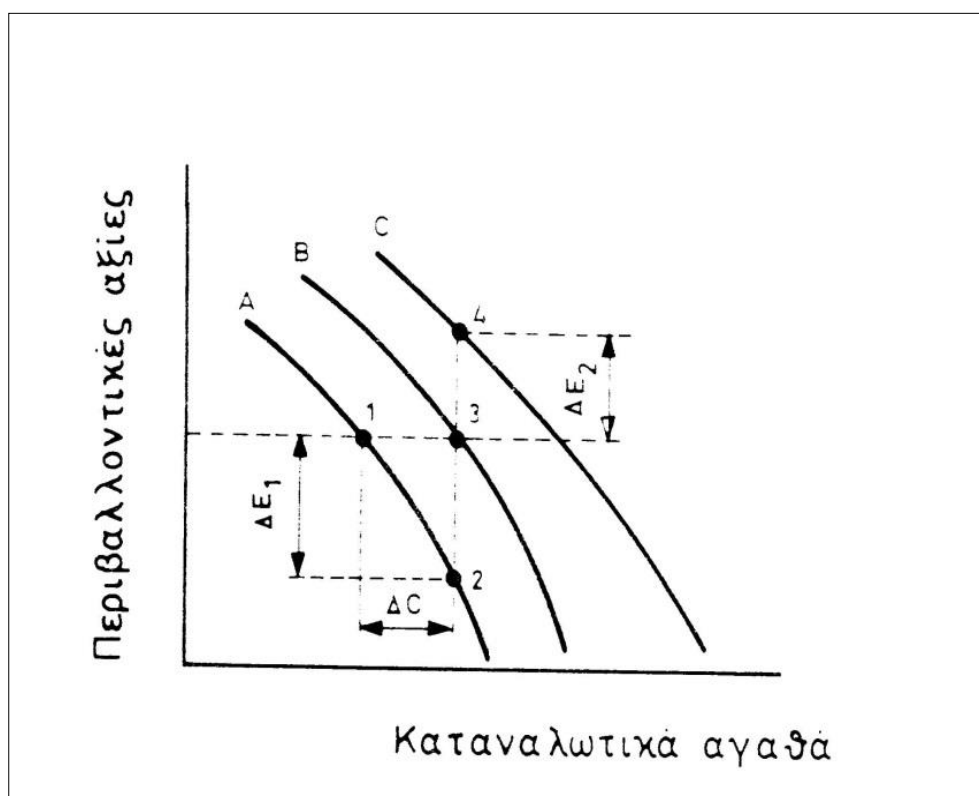
- Οικονομική θεώρηση του νερού, και κοστολόγησή του σύμφωνα με την πλήρη αξία του, η οποία αντανακλά την αξία της πλέον πολύτιμης εναλλακτικής ή δυνητικής χρήσης του.
- Αποκεντρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων με την ένταξη και συμμετοχή στην όλη διαδικασία των τελικών χρηστών του νερού, εκπροσώπων δηλαδή όλων των συναρμόδιων και άμεσα ενδιαφερόμενων τοπικών και κοινωνικών φορέων, καθώς και ανάμειξη και εμπλοκή και του ιδιωτικού τομέα.

Σύμφωνα με την παραδοχή της Βιώσιμης Ανάπτυξης, το περιβάλλον θεωρείται σήμερα ως η βάση του οικονομικού συστήματος, με την έννοια ότι η ανάπτυξη, στηρίζεται στα φυσικά αποθέματα της γης.

Με λίγα λόγια, να μπορεί ο άνθρωπος να πετύχει την «εκμετάλλευση» μεν των υδατικών φυσικών πόρων, χωρίς όμως να καταστρέφει το περιβάλλον και την οποιαδήποτε μορφή ζωής αυτού, και φυσικά χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι επόμενες γενιές θα αντιμετωπίζουν οποιαδήποτε συνέπεια αυτών των πράξεων είτε στην περίπτωση καταστροφής του περιβάλλοντος είτε με παντελή έλλειψη του νερού.

Ένας τρόπος εφαρμογής της Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι η κατάργηση του διαχωρισμού μεταξύ ποσοτικής και ποιοτικής διαχείρισης. Στην πραγματικότητα ο διαχωρισμός αυτός δεν υφίσταται. Ποσοτικές και ποιοτικές παράμετροι του νερού συνδέονται στο πλαίσιο του υδατικού οικοσυστήματος.

Η ιδέα της αειφόρου ανάπτυξης μπορεί να γίνει κατανοητή αν μελετήσουμε τις καμπύλες καταναλωτικών αγαθών και περιβαλλοντικών αξιών που παριστάνονται στο Σχήμα 1.10.1



Σχήμα 1.10.1 : Καμπύλες καταναλωτικών αγαθών – Περιβαλλοντικών αξιών

Από την καμπύλη A φαίνεται ότι αν αυξήσουμε την παραγωγή αγαθών κατά ΔC πρέπει να θυσιάσουμε ΔE_1 περιβαλλοντικά αγαθά.

Εάν όμως η αύξηση της παραγωγής αυξηθεί και με μια αλλαγή στη σχέση παραγωγή – περιβάλλον, με το να υιοθετήσουμε νέες τεχνολογίες και πρακτικές πιο φιλικές στο περιβάλλον και ισχύει η καμπύλη B, τότε η αύξηση της παραγωγής των καταναλωτικών αγαθών κατά ΔC δεν έχει καμία επίπτωση στο περιβάλλον. Είμαστε στην πραγματικότητα στην περίπτωση της αειφόρου, από πλευράς περιβάλλοντος, ανάπτυξης.

Εάν μάλιστα υιοθετηθεί μία σχέση παραγωγή – περιβάλλον, που παριστάνεται από την καμπύλη C, τότε είναι δυνατόν η αύξηση της παραγωγής κατά ΔC να συνοδευτεί και από την αύξηση των περιβαλλοντικών αξιών κατά ΔE_2 .

1.11 ΥΔΡΕΥΣΗ

Η ανάγκη μιας πόλης ή μιας βιομηχανίας για νερό ικανοποιείται μέσω των δικτύων ύδρευσης ή δικτύων διανομής νερού ή αλλιώς του εσωτερικού υδραγωγείου. Αυτά είναι ένα σύνολο κλειστών αγωγών που λειτουργούν υπό πίεση και σκοπό έχουν την μεταφορά και τη διανομή του νερού από τις περιοχές αποθήκευσης στις περιοχές κατανάλωσης. Ένα έργο ύδρευσης, όπως κάθε υδραυλικό έργο, συνεπάγεται μια τεχνικού τύπου παρέμβαση στο φυσικό κύκλο του νερού, με σκοπό την εκμετάλλευσή του από τον άνθρωπο. Τα έργα αυτά πρέπει να εξυπηρετούν όλες τις σύγχρονες απαιτήσεις νερού οικιακές, συλλογικές ανάγκες και παραγωγικές ανάγκες. Ο σχεδιασμός των έργων αυτών, είναι φανερό ότι αναφέρεται, αλλά και υλοποιείται σε δύο διαστάσεις : τη φυσική (κατανομή και διαθεσιμότητα) και την κοινωνικοοικονομική (κάλυψη υδατικών αναγκών – ζήτησης).

1.11.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η εξέλιξη των υδρευτικών έργων στο χρόνο αντανακλά τη σχέση μας με το νερό ,όπως αυτή διαμορφώθηκε στο πέρασμα των αιώνων. Η σχέση αυτή χαρακτηρίστηκε από τη διττή διάσταση που τη διέπει , μέχρι και στις μέρες μας, δηλαδή τη φυσική και την κοινωνικοοικονομική διάσταση. Η σχέση λοιπόν του ανθρώπου με το νερό είχε ως αποτέλεσμα, ανάλογα με τον τόπο και τη χρονική συγκυρία, κάθε πολιτισμός να αναπτύξει τη δική του συμπεριφορά απέναντι στους υδατικούς πόρους. Έτσι το νερό υποτάχθηκε, χρησιμοποιήθηκε ,καταναλώθηκε, λατρεύτηκε ως θεότητα, πρωταγωνίστησε σε μυθολογίες και ενέπνευσε έργα τέχνης από την ανάπτυξη των πρώτων πολιτισμών. Όσο για το πέρασμα του πολιτισμού στον ευρωπαϊκό χώρο ,η γνώμη του Αμερικανού J.C. Stobart είναι χαρακτηριστική: ‘‘Η ανθρωπότητα μόλις στα τέλη του 19^{ου} αιώνα μ.Χ. έφτασε σε συγκρίσιμο επίπεδο υγιεινής με αυτό των υδραυλικών εγκαταστάσεων της Μινωικής περιόδου, στην Κνωσό.’’

Κατά τη διάρκεια της νεολιθικής εποχής, οι άνθρωποι έσκαψαν τα πρώτα πηγάδια, από τα οποία γέμιζαν δοχεία με νερό και τα μετέφεραν στις εστίες τους. Πηγάδια κατασκευασμένα το 6500 π.Χ. έχουν βρεθεί σε περιοχές της Μέσης Ανατολής και της νότιας Ασίας. Το μέγεθος των ανθρώπινων οικισμών εξαρτιόνταν σε μεγάλο βαθμό από τη εγγύτητα του διαθέσιμου νερού. Μεγάλη τεχνική αξία έχουν τα έργα ύδρευσης στην αρχαία Ελλάδα, με σπουδαιότερα αυτά της Κνωσού και της Σάμου (6^ο π.Χ. αιώνα). Αργότερα, η τάση των Ρωμαίων για μεγάλα και επιβλητικά έργα συμπάρεσυρε και την ανάπτυξη στα έργα ύδρευσης σε όλη την αυτοκρατορία. Από τη ρωμαϊκή εποχή και έπειτα, η εξέλιξη των συστημάτων ύδρευσης έπαυσε να

διακρίνεται από ιδιαίτερες καινοτομίες και θα μπορούσαμε να πούμε ότι παρέμεινε κατά κάποιο τρόπο στάσιμη. Όλα αυτά όμως μέχρι το ξέσπασμα της βιομηχανικής επανάστασης, η οποία είχε ως αποτέλεσμα μια άνευ προηγουμένου αστικοποίηση. Η τεράστια συγκέντρωση ανθρώπων στα μικρά γεωγραφικά όρια των πόλεων έθεσαν επιτακτικά για επίλυση τα θέματα τόσο της αυξημένης ζήτησης σε νερό για την κάλυψη των νέων αναγκών, όσο και της ανάγκης για προστασίας της υγείας μέσω της παροχής νερού απαλλαγμένου από φορείς μολυσματικών ασθενειών. Επίσης προστέθηκαν και κάποια νέα τεχνικά ζητήματα, όπως αυτά της κάλυψης των αναγκών σε νερό των πολυκατοικιών, που είχαν μεγαλύτερο ύψος από τα έως τότε συνήθη κτίρια. Έτσι άρχισαν να υλοποιούνται λύσεις για την επίλυση των νέων προβλημάτων, όπως ήταν η κατασκευή των πρώτων υδατόπυργων, προς τα τέλη του 19ου αιώνα και η εφεύρεση της τεχνικής του καθαρισμού του πόσιμου νερού με χλώριο το 1910, από τον αμερικανό Carl Rogers Darnall. Το έργο του Darnall αποτέλεσε τη βάση των σημερινών συστημάτων καθαρισμού και απολύμανσης των υδάτων. Παρ' όλες τις τεχνολογικές προόδους όμως δεν κατέστη δυνατό να αντιμετωπιστεί η ραγδαία αύξηση της ζήτησης σε αστικά και ημιαστικά κέντρα πληθυσμού. Η έλλειψη επαρκών διαθέσιμων αποθεμάτων καθαρού και πόσιμου νερού είναι ένα δισεπίλυτο πρόβλημα που θέτει σημαντικά εμπόδια στους εμπειρογνώμονες που έχουν κληθεί να το επιλύσουν.

Σήμερα η κατανάλωση νερού στην Ευρώπη παρουσιάζει μεγάλη διαφορά από χώρα σε χώρα. Ο μέσος καταναλωτής στην Ελλάδα χρησιμοποιεί περίπου 154 λίτρα την ημέρα. Στην Ισπανία καταναλώνονται 265 λίτρα ημερησίως ανά άτομο, ακολουθούμενη από την Ολλανδία με 218 λίτρα και τη Γαλλία με 164 λίτρα ανά άτομο ανά ημέρα. Στον αντίποδα τη μικρότερη κατανάλωση παρουσιάζουν η Λιθουανία, η Εσθονία και το Βέλγιο με μέση κατανάλωση 85 ,100 και 115 λίτρα ανά άτομο ημερησίως, αντίστοιχα (Eurostat).

1.11.2 ΥΔΡΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ύδρευση είναι κοινωνικά καταξιωμένη και θεσμικά κατοχυρωμένη (Ν. 1739/87) ως η χρήση πρώτης προτεραιότητας. Παρόλο που στην Ελλάδα ποσοτικά αντιστοιχεί μόνο στο 12% περίπου των συνολικών καταναλωτικών χρήσεων (ή 920 hm³ ετησίως) οι ποιοτικές απαιτήσεις για την ύδρευση είναι πολύ υψηλές.

Παραδοσιακά, οι ανάγκες ύδρευσης καλύπτονταν κυρίως από υπόγεια νερά, πηγαία ή αντλούμενα μέσω γεωτρήσεων. Η υδροληψία από υπόγεια νερά είχε γενικά προτιμηθεί επειδή στις περισσότερες των περιπτώσεων απαιτούσε λιγότερο δαπανηρά έργα, ενώ παράλληλα η επεξεργασία του νερού ήταν απλούστερη (γινόταν μόνον απολύμανση). Όμως, σε μεγάλα αστικά κέντρα, με πρώτη την Αθήνα, τα υπόγεια νερά δεν είναι αρκετά για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών, οπότε επιστρατεύονται τα επιφανειακά νερά, που όμως απαιτούν σημαντικά έργα ταμίευσης και μεταφοράς. Σήμερα λοιπόν, τα βασικά προβλήματα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε είναι η αύξηση των υδρευτικών αναγκών, η εξάντληση των υπόγειων αποθεμάτων λόγω υπερεκμετάλλευσης, αλλά και η ποιοτική τους υποβάθμιση λόγω ρύπανσης, που δημιουργούν με τη σειρά τους ένα φαύλο κύκλο με ανησυχητική κατάληξη.

1.11.3 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΕΥΣΗ

Η ύδρευση είναι κυρίαρχη επιδίωξη της διαχείρισης αστικού νερού. Ο προγραμματισμός της διαχείρισης υδατικών πόρων πρέπει να παίρνει υπόψη τους στόχους της διαχείρισης αστικού νερού, τα χαρακτηριστικά των αστικών υδατικών πόρων, τις πολλαπλές λειτουργίες (χρήσεις), τις αλληλεξαρτήσεις, τις τοπικές ασυμβατότητες, τη διαχείριση μεγάλης κλίμακας, τις ωφέλειες από τις πολλαπλές χρήσεις, το φυσικό μονοπώλιο και την πολιτική τιμολόγησης.

Η πολλαπλή χρήση των αστικών νερών είναι αυτονόητη και πρέπει να λαμβάνεται διπλά υπόψη στη διαχείριση υδατικών πόρων, καθώς συνεπάγεται την επαναχρησιμοποίηση του νερού για διάφορους σκοπούς, με τελική συνέπεια συγκεκριμένα διαχειριστικά μέτρα να μπορούν να παρέχουν ωφέλειες από πολλαπλές χρήσεις. Οι πολλαπλές χρήσεις οφείλουν να ακολουθούν ορισμένες προτεραιότητες, με την ύδρευση να έχει την υψηλότερη προτεραιότητα.

Οι αλληλεξαρτήσεις των υδατικών πόρων και της χρήσης τους γίνονται ιδιαίτερα σημαντικές, όταν η χρήση είναι εντατική και ωθούν προς την ολοκληρωμένη

διαχείριση υδατικών πόρων. Οι ελεγχόμενες αλληλεξαρτήσεις βοηθούν στην ορθή κατανομή των ωφελειών που προκύπτουν από τέτοιες ενέργειες (Marsalek et al, 2001).

Σε αυτήν την ανάλυση, οφείλει να γίνεται μια διάκριση μεταξύ οικονομικού κόστους και αξίας, όπου το οικονομικό κόστος είναι ένας τρέχων, παροδικός δείκτης και όχι ένα ακριβές μέτρο της τελικής αξίας. Οι συμβατικές εκτιμήσεις της δαπάνης των έργων μας πρέπει να επεκταθούν ώστε να συμπεριλαμβάνουν και τις περιβαλλοντικές δαπάνες, οι οποίες συνεκτιμούν τις θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς επίσης και τις περιβαλλοντικές ζημιές που προκαλούνται από την υλοποίηση του έργου (Marsalek et al, 2001). Η γενική αξία του νερού στις έντονα αστικοποιημένες περιοχές είναι εύκολα αναγνωρίσιμη, ιδιαίτερα όσον αφορά την υδροδότηση, την παροχή νερού για τη βιομηχανία και τη γεωργία αλλά και για χρήσεις όπως η αλιεία, η ναυσιπλοΐα και η αναψυχή. Λιγότερο εμφανής και λιγότερο αναγνωρίσιμοι είναι οι περιβαλλοντικοί και οικολογικοί στόχοι της ενιαίας διαχείρισης υδατικών πόρων, οι οποίοι στηρίζουν την προστασία του περιβάλλοντος και την οικολογική ακεραιότητα.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων λαμβάνει υπόψη την πολυπλοκότητα των συστημάτων και την αλληλοεπίδραση των στοιχείων τους. Είναι ολιστική στην προσέγγισή της, η οποία χαρακτηρίζεται από την ανάμειξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών, των εργοδοτών, των οικολόγων και των υπεύθυνων για τη λήψη αποφάσεων, των πολιτικών, αλλά και του κοινού. Η μέγιστη πρόκληση που αντιμετωπίζεται στην εφαρμογή της ενιαίας διαχείρισης νερού είναι η δημιουργία της διατομεακής συνεργασίας και ο συντονισμός των διεπιστημονικών ενεργειών (Marsalek et al, 2001). Κατά συνέπεια, ο απώτερος σκοπός της ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων είναι "να επιτευχθεί η βιώσιμη, συντονισμένη διαχείριση των υδατικών πόρων εντός μιας λεκάνης απορροής, με στόχο τον έλεγχο και την προστασία του νερού, την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων, και την επίτευξη συγκεκριμένων και συμφωνημένων διαχειριστικών και κοινωνικών σκοπών". Σε αυτό το πλαίσιο, τα βιώσιμα συστήματα υδατικών πόρων καθορίζονται ως αυτά των οποίων "ο σχεδιασμός και η διαχείριση συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων της κοινωνίας, διατηρώντας την οικολογική, περιβαλλοντική και υδρολογική ακεραιότητά τους" και ικανοποιώντας τη ζήτηση χωρίς υποβάθμισή του συστήματος, τώρα και στο μέλλον (ASCE and UNESCO 1998).

Στην περίπτωση του αστικού νερού, οι κατηγορίες της διαχείρισής του, που αποτελούν μέρη του συνολικής διαχείρισης του κύκλου του νερού, μπορούν να οριστούν ως εξής:

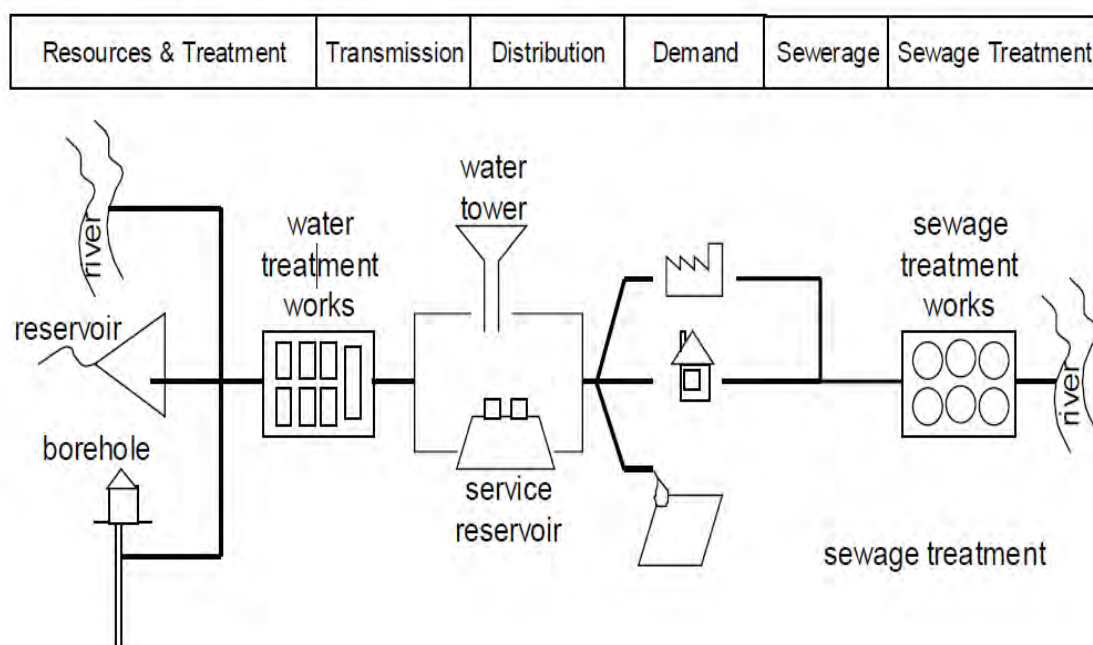
(α) η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ως βάση για τη διάθεση ρύπων ή την υποκατάσταση της παροχής μη πόσιμου νερού,

(β) η ολοκληρωμένη διαχείριση των ομβρίων, των υπόγειων νερών, της ύδρευσης και των υγρών αποβλήτων, ως βάση για την οικονομική και αξιόπιστη παροχή νερού (αναβολή επενδυτικών εκταμιεύσεων), την περιβαλλοντική διαχείριση ροής

(επιστροφή του νερού στα υδατορεύματα και τους υδροφορείς), τη δημιουργία αστικού υδατικού τοπίου και την υποκατάσταση των πηγών μη πόσιμου νερού (επαναχρησιμοποίηση των ομβρίων και των υγρών αποβλήτων, προστασία των κατάντη υδάτινων σωμάτων από τη ρύπανση)

(γ) οι στρατηγικές διατήρησης των υδατικών πόρων (μέσω διαχείρισης της ζήτησης) συμπεριλαμβανομένης της αποδοτικότερης χρήσης του νερού (συσκευές μείωσης κατανάλωσης, πρακτικές άρδευσης), της διαχείρισης της μορφής του τοπίου (μειωμένη απαίτηση νερού), και υποκατάσταση βιομηχανικών διεργασιών (μειωμένη απαίτηση νερού, ανακύκλωση).

Το χάσμα μεταξύ των αναγκών της κοινωνίας και της ικανότητας παροχής νερού από τη φύση ολοένα και διευρύνεται. Η ζήτηση νερού αυξάνεται και, με τη γρήγορη επέκταση των αστικών περιοχών, πολλές κοινότητες είναι, ή μπαίνουν σε μια κατάσταση συνεχούς έλλειψης νερού. Η υδροδότηση είναι ένα μέρος του γενικού κύκλου υπηρεσιών που αφορούν το νερό και προσπαθεί να γεφυρώσει το χάσμα μέσω της δημιουργίας ενός τεχνητού «κύκλου του νερού»



Σχήμα 1.11.3.1 : Κύκλος υπηρεσιών νερού (Latham 1990).

Η παραδοσιακή προσέγγιση στη διαχείριση της ύδρευσης με την ανάπτυξη νέων προγραμμάτων ανάπτυξης υδατικών πόρων και μεθόδων μεταφοράς, προκειμένου να κρατηθεί η παροχή πάνω από την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού και της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου, είναι μια πρακτική που δεν μπορεί να συνεχιστεί στο μέλλον. Η διαχείριση της ζήτησης μαζί με τη διαχείριση των απωλειών στο δίκτυο διανομής μέσω του ελέγχου της πίεσης,

καθώς επίσης η χρήση μετρητών και η διαχείριση των εγκαταστάσεων θεωρούνται ως πολλά υποσχόμενες μέθοδοι μείωσης των μελλοντικών απαιτήσεων σε νερό.

Η ολοκληρωμένη διαχείριση προσεγγίζεται με διαφορετικούς τρόπους από διαφορετικές κοινωνίες. Ενώ οι παραδοσιακές κοινωνίες υπογραμμίζουν την εσωτερική γνώση και τις δοκιμασμένες από τον χρόνο, επιτυχείς προσεγγίσεις μέσω μιας έμφυτης αντιστοίχισης πόρων και ζήτησης, στις αναπτυγμένες χώρες η έμφαση τοποθετείται στην τεχνολογία, όπως στις τεχνικές σχεδιασμού, και τη χρήση υπολογιστών και λογισμικού.

Η καλύτερη πρακτική ολοκληρωμένης διαχείρισης της υδροδότησης προϋποθέτει την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων και την ανάπτυξη διασύνδεσης των δικτύων μεταφορών, μέτρα διατήρησης του νερού βασισμένα στη δημόσια εκπαίδευση, ανάπτυξη τεχνικών μείωσης της ζήτησης νερού σε όλους τους τομείς και χρησιμοποίηση εναλλακτικών υδατικών πόρων. Οι εναλλακτικοί αυτοί πόροι περιλαμβάνουν την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων (π.χ. στο Ισραήλ, μέχρι και 70% των υγρών αποβλήτων επαναχρησιμοποιείται για γεωργικούς σκοπούς), τη συλλογή των ομβρίων και των επιφανειακών απορροών για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων, και για άλλους σκοπούς, και την αφαλάτωση των υφάλμυρων νερών (IWA, Water Reuse Committee, 2000).

Δύο είναι τα κύρια ζητήματα που αντιμετωπίζονται κατά την σύνθεση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου αστικού νερού μέσα στο πλαίσιο του σχεδίου της λεκάνης απορροής. Τα ζητήματα αυτά είναι:

- Οι αστικές περιοχές αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία της συνολικής λεκάνης απορροής, και
- Η διαχείριση του αστικού νερού, περιλαμβάνει συνήθως παροχή υπηρεσιών νερού, η οποία συμπεριλαμβάνει την υδροδότηση και μεταφορά του νερού, τη διαχείριση υγρών αποβλήτων και τη διαχείριση των υδάτινων αποδεκτών.

Η αστική υδροδότηση μπορεί να απαιτεί άντληση νερού από επιφανειακές και υπόγειες πηγές. Υπό αυτή την έννοια, η διαχείριση αστικού νερού επιδρά στον υδρολογικό κύκλο άλλων περιοχών. Είναι γενικά ευεργετικό να μειώνονται τέτοιες επιπτώσεις μέσω της διαχείρισης της ζήτησης και την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Ένα από τα αποτελεσματικότερα εργαλεία στη διαχείριση ζήτησης είναι η δημόσια ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΣΚΙΑΘΟΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

«Πολυδίψιος» ήταν από τα χρόνια του Ομήρου η ελληνική γη, όπως είναι και σήμερα. Η λειψυδρία ήταν το μόνιμο δεινό στο μεγαλύτερο μέρος του ελληνικού κόσμου και γι' αυτό οι Έλληνες έδωσαν μεγάλη σημασία στο νερό από τους πρωιμότερους χρόνους. Το νερό αποκτά μεγαλύτερη σημασία στα «ξηρά» νησιά του Αιγαίου, ακόμα και σ' αυτά που διαθέτουν πλούσια βλάστηση, όπως δηλαδή η Σκιάθος.

Η Σκιάθος κατοικείται ήδη από τα προϊστορικά χρόνια, κατά πάσα πιθανότητα από Πελασγούς και αργότερα πιθανόν και από Κρήτες. Αργότερα η πόλη της Σκιάθου ήταν σταθερά σύμμαχος των Αθηναίων, τόσο στην Α' όσο και στη Β' Αθηναϊκή Συμμαχία. Για τη Βυζαντινή περίοδο δεν έχουμε πολλές πληροφορίες. Είναι γνωστό πάντως πως το νησί υπέφερε πολύ από επιδρομές πειρατών. Το φαινόμενο της πειρατείας συνεχίστηκε τόσο κατά τη διάρκεια της σύντομης Ενετοκρατίας, όσο και στην Τουρκοκρατία. Η Σκιάθος είχε σημαντική συνεισφορά με το ναυτικό της στην Ελληνική Επανάσταση του 1821 και αποτέλεσε τμήμα του πρώτου ελληνικού κράτους.

Η Σκιάθος είναι το κοντινότερο στον Βόλο νησί των Βορείων Σποράδων. Απέχει 41 ναυτικά μίλια από την πρωτεύουσα του νομού Μαγνησίας, το Βόλο και μόλις 2,4 μίλια από τις ακτές του νοτίου Πηλίου. Η πόλη της Σκιάθου είναι ο μοναδικός οργανωμένος οικισμός στο νησί. Στο υπόλοιπο νησί υπάρχουν αρκετά σπίτια, ξενοδοχεία και άλλα οικήματα διάσπαρτα σε διάφορες περιοχές. Το κατάφυτο αυτό νησί είναι ο δημοφιλέστερος τουριστικός προορισμός των Σποράδων, και έναν από τους δημοφιλέστερους τουριστικούς προορισμούς του Αιγαίου Πελάγους. Η τουριστική περίοδος ξεκινάει από το Πάσχα και διαρκεί έως και το Φθινόπωρο. Η Σκιάθος είναι μια περιοχή που διαθέτει πλούσια βλάστηση με ζεστά καλοκαίρια και πολύ υγρασία.



Εικόνα 2.1 : Ανάγλυφο νησιού και η πόλη της Σκιάθου.

Από το 1999 έως το 2010, σύμφωνα με την τότε διοικητική διαίρεση της Ελλάδας, ανήκε στο νομό Μαγνησίας. Με τη διοικητική διαίρεση του 2011 (Σχέδιο Καλλικράτης), από 1 Ιανουαρίου 2011 τα διοικητικά όρια του δήμου και η έδρα του δε μεταβλήθηκαν. Η διοικητική του υπαγωγή όμως μεταφέρθηκε από τη νομαρχία Μαγνησίας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει τη Σκιάθο και τις γύρω νησίδες.

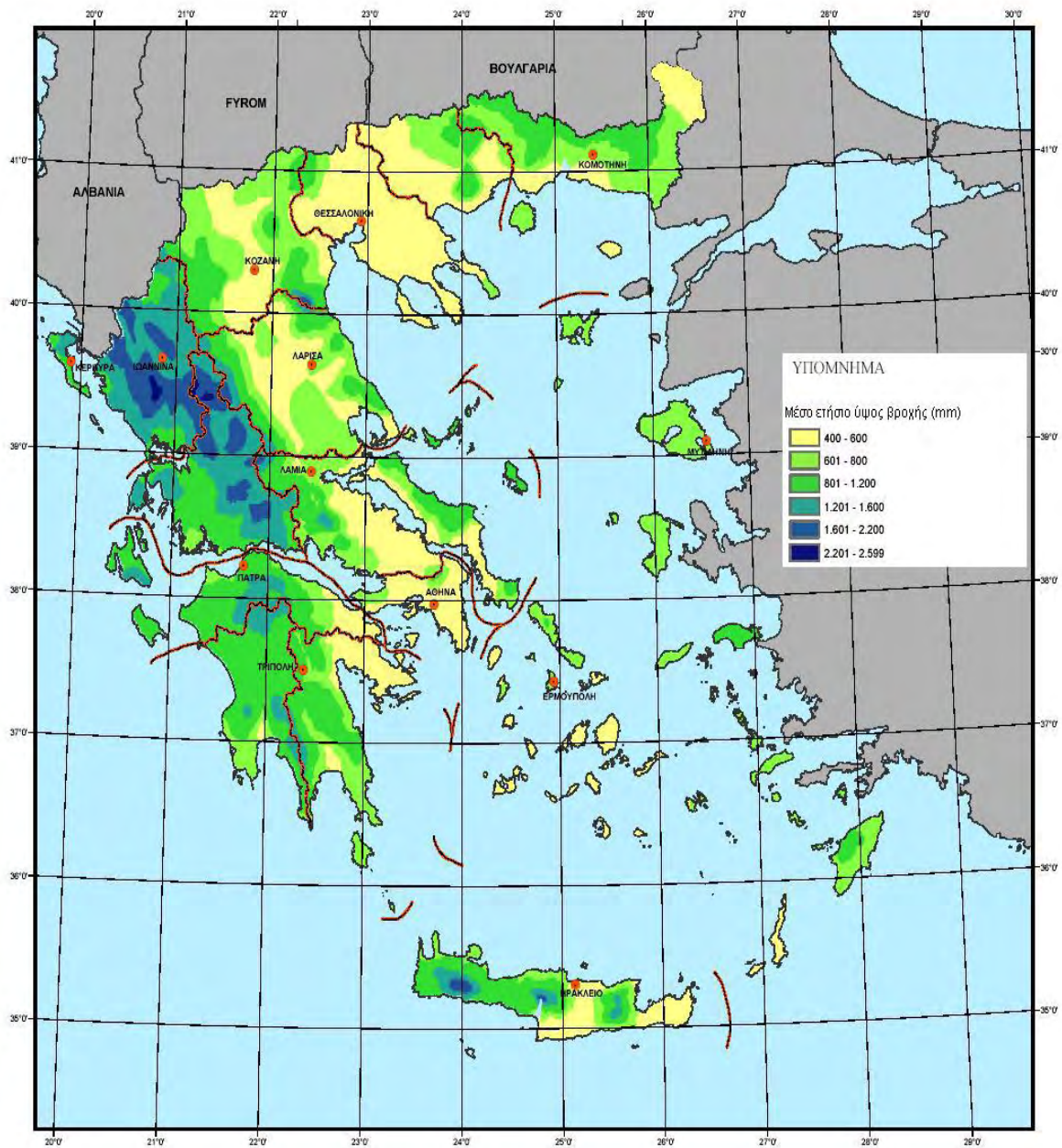
Αρχιπέλαγος	Αιγαίο Πέλαγος
Νησιωτικό σύμπλεγμα	Σποράδες
Έκταση	48 χλμ ²
Υψόμετρο	433 μ
Πληθυσμός	6.110 (απογραφής 2011)

Η Σκιάθος ανήκει στο 8^ο Υδατικό Διαμέρισμα, αυτό της Θεσσαλίας.

Πίνακας 2.1 : Ζήτηση νερού στο υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας σε ετήσια βάση ανά καταναλωτική χρήση (Μεγέθη σε hm³).

	Αρδεύση	Κτηνοτροφία	Υδρούση	Βιομηχανία	Νερό ψύξης	Σύνολο
Θεσσαλία	1 550.0	13.0	69.0			1 632.0
Σύνολο χώρας	6 859.5	106.8	956.6	161.4	100.0	8184.3

Πηγή: Κουτσογιάννης κ.ά. (2008)



Εικόνα 2.2 : Υδατικά διαμερίσματα

2.2 ΔΕΥΑ ΣΚΙΑΘΟΥ

2.2.1 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ – ΣΥΣΤΑΣΗ - ΣΚΟΠΟΣ

Η σύσταση της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης - Αποχέτευσης Σκιάθου έγινε το 1988(ΦΕΚ 111 Α /3-5-1989) και λειτουργεί σε πλήρη μορφή από το 1991 σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.1069/80.

Η Δ.Ε.Υ.Α. Σκιάθου είναι νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου με κοινωφελή χαρακτήρα (ειδικού σκοπού σύμφωνα με τον Ν. 3463/2006) και λειτουργεί με τους κανόνες ιδιωτικής οικονομίας. Ταυτόχρονα όμως εφαρμόζει και διατάξεις που αφορούν στο δημόσιο τομέα εφόσον στα σχετικά νομοθετήματα υπάρχει σχετική πρόβλεψη.

Η Δ.Ε.Υ.Α. Σκιάθου είναι μια μικρή Δ.Ε.Υ.Α. αν ληφθεί υπόψη ο αριθμός του μόνιμου πληθυσμού (3.700 υδρόμετρα συνολικά στο νησί) που εξυπηρετείται από τα δίκτυα και τις υποδομές της.

Η διακύμανση όμως του εξυπηρετούμενου πληθυσμού (χειμώνα – καλοκαίρι) είναι αυτή που υποχρεώνει την επιχείρηση να λειτουργεί και να συντηρεί δίκτυα και εγκαταστάσεις για πολλαπλάσιο πληθυσμό.

Τα αντικείμενα της Δ.Ε.Υ.Α. Σκιάθου είναι:

- Μελέτη, κατασκευή, επισκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση, διαχείριση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης, των γεωτρήσεων, των δεξαμενών και των αντλιοστασίων.
- Μελέτη, κατασκευή, επισκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων, των αντλιοστασίων αποχέτευσης καθώς επίσης και των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων.
- Έκδοση και είσπραξη λογαριασμών ύδρευσης και αποχέτευσης.
- Σύνταξη και εφαρμογή κανονισμού λειτουργίας δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης.
- Αστυνόμευση δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης και εφαρμογή του κανονισμού δικτύων.

2.2.2 ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΗΣ Δ.Ε.Υ.Α. ΣΚΙΑΘΟΥ

Οι βασικές υποδομές της Δ.Ε.Υ.Α.Σ. κατασκευάστηκαν με την συνδρομή κοινοτικών προγραμμάτων χρηματοδότησης και ανάλογα με το πρόγραμμα υπήρχε και ίδια συμμετοχή της επιχείρησης.

Για το σύνολο των υποδομών (ως το 2010) η Δ.Ε.Υ.Α. Σκιάθου έχει αντλήσει από χρηματοδοτικά προγράμματα το ποσό των 7.309.787 € και έχει καταβάλει ως ίδια συμμετοχή το ποσό των 2.449.435 €. (Στα παραπάνω ποσά δεν υπολογίζονται τα χρηματικά υπόλοιπα από τα έργα που είχαν ενταχθεί στο πρόγραμμα ΘΗΣΕΑΣ).

Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά τα ποσά και οι υποδομές που κατασκευάστηκαν:

1. Στα πλαίσια του Α΄ ΚΠΣ από την ίδρυσή της μέχρι 31/12/1995:

«Αποχέτευση ακαθάρτων και ομβρίων υδάτων – Α΄ Φάση»

- Κατασκευή 1100 μ. αγωγών ακαθάρτων
 - Κατασκευή 200 μ. αγωγών ομβρίων
 - Κατασκευή τεσσάρων (4) αντλιοστασίων αποχέτευσης
«Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Δήμου Σκιάθου»
 - Κατασκευή μονάδος Βιολογικού καθαρισμού
 - Κατασκευή υποθαλάσσιου αγωγού εκβολής επεξεργασμένων λυμάτων
 - Κατασκευή συγκροτήματος υποδοχής βοθρολυμάτων
- Σύνολο δαπάνης 1.500.800 €

Από ίδιους πόρους της επιχείρησης αποπληρώθηκε το ποσό των 402.000 €

2. Στα πλαίσια του Β'ΚΠΣ – Ταμείου Συνοχής Ι, την περίοδο 1994 –2000:

«Αποχέτευση ακαθάρτων και ομβρίων υδάτων – Β΄ Φάση»

- Κατασκευή 16.030 μ. αγωγών ακαθάρτων
 - Κατασκευή 6.789 μ. αγωγών ομβρίων
 - Κατασκευή 644 φρεατίων ελέγχου
«Εξοπλισμός συντήρησης – παρακολούθησης δικτύων»
 - Προμήθεια ειδικού αποφρακτικού οχήματος
- Σύνολο δαπάνης 2.758.620 €

Από ίδιους πόρους της επιχείρησης αποπληρώθηκε το ποσό των 690.000 €

3. Στα πλαίσια του ΠΕΠ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ 2000 – 2006:

«Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Κουκουναριών Σκιάθου»

Σύνολο δαπάνης 493.897,37 €

Από ίδιους πόρους της επιχείρησης αποπληρώθηκε το ποσό των 80.258,32 €

Διπλωματική εργασία: «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης»

«Αναβάθμιση Β/Κ δήμου Σκιάθου»

Σύνολο δαπάνης 1.512.627,10 €

Από ίδιους πόρους της επιχείρησης αποπληρώθηκε το ποσό των 245.801,90 €

«Κατασκευή αποχέτευσης και αντλιοστασίων Μεγάλης Άμμου, περιφερειακής οδού και λίμνης Αγίου Γεωργίου Σκιάθου»

Σύνολο δαπάνης 1.069.499,48 €

Από ίδιους πόρους της επιχείρησης αποπληρώθηκε το ποσό των 173.793,67 €

4. Στα πλαίσια των τεχνικών προγραμμάτων της Δ.Ε.Υ.Α.Σ.:

«Κατασκευή ιδιωτικών συνδέσεων αποχέτευσης μεγ. άμμου και συναφή έργα»

Σύνολο δαπάνης 257.583,51 € που αποπληρώθηκε από ίδιους πόρους της επιχείρησης

«Κατασκευή φρεατίων συνδέσεων στο δίκτυο αποχέτευσης και μικρές επεκτάσεις δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης»

Σύνολο δαπάνης 600.000 € που αποπληρώθηκαν από ίδιους πόρους της επιχείρησης

5. Στα πλαίσια του προγράμματος ΘΗΣΕΑΣ:

«Κατασκευή εξωτερικού δικτύου ύδρευσης – δεξαμενή νερού »

Σύμβαση έργου 781.056 €

«Ανόρυξη – αξιοποίηση υδρευτικών γεωτρήσεων »

Σύμβαση έργου 227.950 €

Η πόλη της Σκιάθου τροφοδοτείται από δύο δίκτυα : το δίκτυο ύδρευσης της Φτελιάς και το δίκτυο ύδρευσης του Προφήτη Ηλία.

ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΦΤΕΛΙΑΣ

Είναι το δίκτυο που τροφοδοτεί με νερό το μεγαλύτερο μέρος του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης της Σκιάθου.

Βασικά στοιχεία του δικτύου ύδρευσης είναι:

1. Φρέαρ τροφοδοσίας

Βρίσκεται στη περιοχή της Φτελιάς και έχει βάθος 16 μέτρα.

2. Αντλιοστάσιο

Στο φρέαρ είναι εγκατεστημένα τρία αντλητικά συγκροτήματα, τα οποία λειτουργούν κυκλικά και εξασφαλίζουν την πληρότητα των δεξαμενών.

3. Δεξαμενές ύδρευσης

Είναι κατασκευασμένες στην περιοχή του Αγ. Φανουρίου και έχουν χωρητικότητα 2.800 κυβικά μέτρα.

4. Σύστημα απολύμανσης

Δύο δοσομετρικές αντλίες χλωρίου τροφοδοτούν με χλώριο τις δεξαμενές έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απολύμανση του νερού. Στο αντλιοστάσιο της Φτελιάς είναι εγκατεστημένο αυτοματοποιημένο σύστημα μέτρησης υπολειμματικότητας χλωρίου πριν την είσοδο του νερού στο δίκτυο ύδρευσης. Έλεγχος υπολειμματικότητας γίνεται σε καθημερινή βάση και σε άλλα τέσσερα σημεία εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης.

5. Σύστημα ελέγχου – ρύθμισης πιέσεων δικτύου

Στο αντλιοστάσιο της Φτελιάς είναι εγκατεστημένος ο ρυθμιστής πίεσης του δικτύου καθώς και σύστημα συνεχούς καταγραφής της πίεσης εισόδου στο δίκτυο. Αντίστοιχα συστήματα συνεχούς καταγραφής των πιέσεων έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο της Δ.Ε.Υ.Α.Σ., στο Κοτρώνι και στην Παναγία.

6. Κεντρικό σύστημα ελέγχου – χειρισμών

Είναι εγκατεστημένο στο κτίριο της Δ.Ε.Υ.Α.Σ. και εξασφαλίζει την συνεχή παρακολούθηση όλων των λειτουργικών παραμέτρων του δικτύου ύδρευσης, όπως: Στάθμες δεξαμενών, πίεση δικτύου, υπολειμματικό χλώριο, στιγμιαία παροχή, συνολική παροχή, στάθμη φρέατος, ώρες λειτουργίας αντλιών.

ΔΙΚΤΥΟ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ (ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ)

Είναι το δίκτυο που τροφοδοτεί με πόσιμο νερό 20 κοινόχρηστες βρύσες που είναι διάσπαρτες στο πολεοδομικό συγκρότημα της πόλης της Σκιάθου.

Βασικά στοιχεία του δικτύου ύδρευσης είναι:

1. Πηγή Προφήτη Ηλία

Βρίσκεται στη περιοχή του Προφήτη Ηλία όπου το πηγαίο νερό καταλήγει σε μικρή δεξαμενή συλλογής.

2. Δεξαμενή διανομής

Είναι κατασκευασμένη στην περιοχή Πετράλωνο και έχει χωρητικότητα 800 κυβικά μέτρα.

3. Σύστημα απολύμανσης

Μία δοσομετρική αντλία χλωρίου τροφοδοτεί με χλώριο τη δεξαμενή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απολύμανση του νερού. Ο έλεγχος υπολειμματικότητας γίνεται με εγκατεστημένο αυτοματοποιημένο σύστημα συνεχούς μέτρησης χλωρίου πριν την είσοδο του νερού στο δίκτυο διανομής. Έλεγχος υπολειμματικότητας γίνεται σε καθημερινή βάση και σε άλλα τέσσερα σημεία εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης.

4. Σύστημα ελέγχου παροχής

Στο σημείο διαχωρισμού των δύο κλάδων του δικτύου (Δημοτικό – Αγ. Τριάδα) είναι εγκατεστημένοι μετρητές παροχής και σε καθημερινή βάση γίνεται καταγραφή των παροχών.

ΒΡΥΣΕΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Πίνακας 2.2 : Βρύσες πόσιμου νερού στο δίκτυο Πρ.Ηλία.

α/α	Κλάδος Αγ. Τριάδας	α/α	Κλάδος Δημοτικού
	Θέση		Θέση
1	Σφαγεία	12	Δημοτικό
2	Σκυλάδικα	13	Γήπεδο
3	Αγ. Φανούριος	14	Αμμουδιά
4	Μεγάλη Αμμος	15	Διαστάυρωση για Ι.Μ. Ευαγγελίστριας
5	Μπαλκονάκι - Ακρόπολη	16	Κοτρώνι - παλιό ΙΚΑ
6	Παιδική χαρά	17	Παιδικός σταθμός
7	Καποδιστρίου	18	Πηγάδια
8	Πνευματικό κέντρο	19	Αγ. Νικόλαος
9	Γυμνάσιο	20	Γλυκοφιλούσης
10	25ης Μαρτίου - Πρ. Ηλία (Νέρη)		
11	Εθνικής αντιστάσεως		

2.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Από το 2008, όπου και καθιερώθηκε, η Δ.Ε.Υ.Α.Σ. πραγματοποιεί κάθε χρόνο, σε συγκεκριμένες τακτές ημερομηνίες, μετρήσεις δειγμάτων νερού για την αξιολόγηση της ποιότητάς του, στα δίκτυα της Φτελιάς και του Προφήτη Ηλία. Από τη μελέτη και τη σύγκριση των δύο τελευταίων διαθέσιμων μετρήσεων (έτη 2011 και 2012) παρατηρήσαμε τα παρακάτω :

1. Μετρώνται οι παράμετροι : Οσμή, Γεύση , Χρώμα , Θολότητα , Θερμοκρασία , Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$) , Διαλ. οξυγόνο (mg/L) , Ολ.σκληρ.(mg/L σε CaCO_3) , Υπολειμματικό χλώριο (mg/L) , ΡΗ Αμμώνιο NH_4^+ (mg/L) , Νιτρικά NO_3^- (mg/L) , Χλωριούχα Cl^- (mg/L) , Φωσφορικά PO_4^{3-} (mg/L) , Θειικά SO_4^{2-} (mg/L) , Σίδηρος Fe (II), (III) (mg/L) , Νιτρώδη NO_2^- (mg/L) , NO_3 , Αργίλιο Al (mg/L) , Χαλκός Cu (mg/L) , Κυανιούχα CN^- (mg/L) , Φθοριούχα F- (mg/L) , Μαγγάνιο Mn (mg/L) , Χρώμιο Cr (mg/L) , Ολικά κολοβακτηριοειδή , Ολικά μικρόβια (22 οC), Ολικά μικρόβια (37 οC) , E. Coli , Εντερόκοκκοι, Υδράργυρος ($\mu\text{g}/\text{L}$).
2. Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά σε ηλεκτρονική μορφή.
3. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του 2011 με τα αντίστοιχα του 2012 παρατηρούμε ότι η αγωγιμότητα του νερού κατά το έτος 2012 αυξήθηκε μόνο στο δίκτυο Φτελιάς. Οι υπόλοιπες παράμετροι παραμένουν σχεδόν αναλλοίωτες, αλλά η μεγαλύτερη διαφορά είναι ότι η ποιότητα του νερού το 2012 υποβαθμίστηκε αρκετά όσον αφορά τα ολικά μικρόβια και τον Υδράργυρο, κυρίως στο δίκτυο της Φτελιάς. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, αν λάβουμε υπόψη την ήδη κακή ποιότητα του νερού, όπως προκύπτει από τις τιμές των υπολοίπων παραμέτρων.

2.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

Με αφορμή τις μετρήσεις των "Χημικών Εργαστηρίων Γούναρη" το νερό του δικτύου ύδρευσης της Σκιάθου κρίθηκε από την Εισαγγελία Βόλου ακατάλληλο για πόση και κατάλληλο μόνο για οικιακή χρήση. Με βάση αυτές τις μετρήσεις οι υπερβάσεις των τιμών του Υδραργύρου στο νερό αγγίζουν ακόμα και το υπερδιπλάσιο του επιτρεπόμενου ορίου.

Όλες οι μορφές του υδραργύρου μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ανόργανος υδράργυρος δεν έχει τεκμηριωθεί ότι προκαλεί τερατογένεση αλλά είναι γνωστό ότι μειώνει την γονιμότητα τόσο στους άντρες όσο και στις γυναίκες. Τοξικές επιδράσεις περιλαμβάνουν βλάβη του εγκεφάλου, των νεφρών, των πνευμόνων και η δηλητηρίαση από υδράργυρο μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες αρρώστιες όπως, ακροδυνία, το σύνδρομο Hunter-Russell, και η ασθένεια Minamata. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα νέας μέτρησης που πραγματοποιήθηκε εντός του Αυγούστου η τιμή του υδραργύρου είναι και πάλι αυξημένη έως και δύο φορές πάνω από το επιτρεπτό όριο.

Καταλαβαίνουμε δηλαδή τον κίνδυνο που απειλεί την δημόσια υγεία των κατοίκων του νησιού.

Υπολογίζεται ότι περίπου τα δύο τρίτα της ρύπανσης από υδράργυρο από ανθρώπινες δραστηριότητες προέρχεται από καύση, κυρίως του άνθρακα (λειτουργία τζακιών το χειμώνα). Άλλες πηγές υδραργύρου είναι η παραγωγή χρυσού, παραγωγή των μη σιδηρούχων μετάλλων, παραγωγή τσιμέντου, η διάθεση των αποβλήτων, παραγωγή καυστικής σόδας, χυτοσιδήρου και χάλυβα, παραγωγή υδραργύρου (κυρίως για τις ηλεκτρικές στήλες), καθώς και η καύση της βιομάζας.

Έπειτα από έρευνα που πραγματοποιήσαμε για τέτοια φαινόμενα στη Σκιάθο παρατηρήσαμε, όπως ήταν φυσικό, τα εξής :

1. Στο νησί λειτουργεί μια μονάδα παραγωγής τσιμέντου, στην οποία υπάρχει χυτοσίδηρος και χάλυβας
2. Η φυσική παρουσία του υδραργύρου στο περιβάλλον σχετίζεται με την σύσταση ηφαιστειογενών πετρωμάτων
3. Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται σε λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενεργειακές κυψέλες και σε εργαστηριακά όργανα
4. Η διάθεση των αποβλήτων για τις παραπάνω δραστηριότητες αλλά και δραστηριότητες που χρησιμοποιούν μέταλλα, δεν ακολουθεί την κατάλληλη διαδικασία για το περιβάλλον.

2.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Στις 8/9/2013 ο περιφερειάρχης Θεσσαλίας υπέγραψε τη σύμβαση κατασκευής του έργου «Διασύνδεση υδρευτικών γεωτρήσεων Σκιάθου με δεξαμενή νερού ύδρευσης», προϋπολογισμού 301.724 ευρώ. Το έργο αυτό θα προσπαθήσει να δώσει λύση στο πρόβλημα της ύπαρξης υδραργύρου στο νερό της Σκιάθου. Η προθεσμία περαίωσης του έργου είναι 19 μήνες από την υπογραφή της σύμβασης.

Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και το ΕΣΠΑ. Οι κάτοικοι ζητούσαν τεχνική παρέμβαση επί 30 έτη (!) καθώς βρίσκονται αντιμέτωποι με χρόνια προβλήματα ύδρευσης.

“Το έργο περιλαμβάνει την διασύνδεση της γεώτρησης, η οποία βρίσκεται στη περιοχή Πλαγιά (Αγ. Αντώνιος), σε υψόμετρο εδάφους 210,63 m , έχει εξοπλισθεί με υποβρύχιο συγκρότημα άντλησης δυναμικότητας 50 m³/hr και βρίσκεται σε απόσταση περίπου 2450 m από τη δεξαμενή νερού της Σκιάθου. Για μήκος περίπου 450 m ανάντη της δεξαμενής έχει ήδη εγκατασταθεί αγωγός μεταφοράς Φ140 (περιοχή Τσακαλάρ), ενώ η κατασκευή του υπολειπόμενου τμήματος αγωγού μήκους 2000 m περιλαμβάνεται στην παρούσα εργολαβία και διέρχεται από την περιοχή Αρκουδόρεμα. Στο πρόβλημα της εμφάνισης υδραργύρου άνω των επιτρεπόμενων από τη σχετική νομοθεσία ορίων στο νερό του δικτύου ύδρευσης της πόλης, αναμένεται με την υλοποίηση της πράξης να επιτευχθεί η μείωση της συγκέντρωσής του σε επιτρεπτά βάση της ΚΥΑ ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ. 38295/2007 (Φ.Ε.Κ. 630/Β’/2007) όρια. Έτσι αναμένεται η μείωση της υπεράντλησης υδάτων, η καταπολέμηση της υφαλμύρωσης και η αντιμετώπιση του προβλήματος του υδράργυρου.” (28/3/2013)

Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο και με συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και το ΕΣΠΑ, αναμένεται να ξεκινήσει το έργο «Κατασκευή Κεντρικού Αγωγού και Εσωτερικού Δικτύου Ύδρευσης Πόλης Σκιάθου», με προϋπολογισμό 2.200.000 €. Η περιβαλλοντική αδειοδότηση έχει εγκριθεί, ενώ εκκρεμεί η έγκριση χρηματοδότησης. Η μελέτη αναθεωρήθηκε τον Απρίλιο του 2012.

Το έργο αυτό αφορά την κατασκευή νέου κεντρικού αγωγού ύδρευσης της Σκιάθου καθώς και την ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό του υφιστάμενου εσωτερικού δικτύου ύδρευσης με αντικαταστάσεις παλαιών αγωγών και τοπικές επεκτάσεις του δικτύου για την πλήρη κάλυψη της υδροδότησης της πόλης της Σκιάθου . Το έργο αυτό είναι άμεσα συνυφασμένο με την κατασκευή νέων δεξαμενών νερού και που αποτελούν αντικείμενο άλλης μελέτης και ολοκληρώθηκαν πρόσφατα . Σκοπός του έργου είναι ο επανασχεδιασμός του εσωτερικού υδραγωγείου της Σκιάθου και η ανακαίνιση του δικτύου για να καλύψει τις ανάγκες υδροδότησης της επόμενης 20ετίας και 40ετίας.

ΖΩΝΕΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ:

Πίνακας 2.3 : Έκταση ζωνών εξυπηρετούμενου πληθυσμού όπως προβλέπονται από το έργο «Κατασκευή Κεντρικού Αγωγού και Εσωτερικού Δικτύου Ύδρευσης Πόλης Σκιάθου»

A/A	ΖΩΝΗ	ΕΚΤΑΣΗ (στρ)
1	Μεγ. Άμμος	113
2	Περιφερειακός	247
3	Αμμουδιά	113
4	Κέντρο	285
5	Μεσαία Ζώνη	63
ΣΥΝΟΛΟ:		822

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ : WEAP

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WEAP

Στην παρούσα εργασία για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα WEAP (Water Evaluation And Planning System).

Το WEAP δημιουργήθηκε το 1988 και συνεχίζει να αναπτύσσεται και υποστηρίζεται από το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης το οποίο είναι ένα μη κερδοσκοπικό ερευνητικό ίδρυμα που εδρεύει στο Πανεπιστήμιο Tufts, το οποίο βρίσκεται στο Somerville της Μασαχουσέτης. Χρησιμοποιείται ευρέως για μελέτες προσαρμογής όσον αφορά την κλιματική αλλαγή και έχει εφαρμοστεί από πάρα πολλούς ερευνητές και σχεδιαστές σε εκατοντάδες οργανώσεις σε όλο τον κόσμο. Διανέμεται χωρίς καμία επιβάρυνση σε μη κερδοσκοπικούς, ακαδημαϊκούς αλλά και κυβερνητικούς οργανισμούς που εδρεύουν σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα κάνουμε μια σύντομη περιγραφή του προγράμματος και των δυνατοτήτων του, έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτοί οι λόγοι που μας οδήγησαν στην επιλογή του συγκεκριμένου προγράμματος, αλλά και το πώς προέκυψαν τα αποτελέσματά μας από τα δεδομένα που θα δούμε στη συνέχεια.

Το WEAP είναι ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων και την πολιτική ανάλυσης αυτών. Ουσιαστικά είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία προσομοιώσεων. Οι προσομοιώσεις με τις οποίες μπορεί να ασχοληθεί το πρόγραμμα έχουν να κάνουν με τη ζήτηση του νερού, την προσφορά, την απορροή, την εξατμισοδιαπνοή, τη διήθηση, τις απαιτήσεις άρδευσης των καλλιεργειών, των υπηρεσιών οικοσυστήματος, της επιφανειακής και υπόγειας αποθήκευσης, τις δραστηριότητες ταμειωτήρων και την παραγωγή της ρύπανσης, την επεξεργασία και την ποιότητα νερού σε ποτάμια. Είναι σημαντικό να τονίσουμε πως οι παραπάνω προσομοιώσεις γίνονται σύμφωνα με σενάρια διαφορετικής πολιτικής λαμβάνοντας υπόψη την υδρολογία, το κλίμα, τη χρήση γης, την τεχνολογία και διάφορους κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες.

Επίσης το WEAP μπορεί να συνδεθεί δυναμικά με το μοντέλο υπόγειας ροής USGS MODFLOW και με μοντέλο των ΗΠΑ EPA QUAL2K που ασχολείται με την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων.

3.2 ΤΟ WEAP ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ

Περιγραφή

Ουσιαστικά μιλάμε για ένα ηλεκτρονικό εργαλείο προσομοίωσης που βασίζεται στους επιφανειακούς και υπόγειους πόρους όπως επίσης και στις αρχές που διέπουν το υδατικό ισοζύγιο. Πάνω σ' αυτές τις αρχές μπορούν να δοκιμαστούν εναλλακτικές συνθήκες μεταξύ της προσφοράς αλλά και της ζήτησης. Ο χρήστης μπορεί να προβάλλει τις αλλαγές στη ζήτηση του νερού, στην προσφορά και στη ρύπανση πάνω από ένα μακροπρόθεσμο ορίζοντα προγραμματισμού για την ανάπτυξη προσαρμοστικών στρατηγικών διαχείρισης.

Το WEAP έχει σχεδιαστεί ως ένα συγκριτικό εργαλείο ανάλυσης. Ένα βασικό σενάριο αναπτύσσεται και στη συνέχεια αξιολογούνται και συγκρίνονται εναλλακτικά σενάρια που δημιουργούνται σε σχέση με αυτό το βασικό σενάριο. Στοιχειώδη κόστη για επενδύσεις στον τομέα του νερού, αλλαγές στις πολιτικές λειτουργίας, οι επιπτώσεις αλλαγών σε προμήθειες και απαιτήσεις μπορούν να αξιολογηθούν οικονομικά.

Βασικά αποτελέσματα που εξάγονται

Ισοζύγια μάζας, εκτροπές νερού, χρήση του νερού σε διάφορους τομείς. Επιπλέον μπορούν να γίνουν συγκρίσεις σεναρίου οφέλους / κόστους και να παρατηρηθεί ο ρυθμός παραγωγής της ρύπανσης όπως και τα ρυπαντικά φορτία.

Εισαγωγή δεδομένων

Η διαμόρφωση του συστήματος (μπορεί να χρησιμοποιήσει στρώματα GIS για φόντο) γίνεται αξιοποιώντας τις δυνατότητες των κατασκευαστικών στοιχείων και των μεθόδων εκμετάλλευσης. Έτσι, τα δεδομένα που μπορούν να εισαχθούν στο πρόγραμμα κατηγοριοποιούνται στις τέσσερις παρακάτω ομάδες :

Απαίτηση σε νερό : Του «δίνουμε», με σαφήνεια, χωρικά δημογραφικές, οικονομικές απαιτήσεις, όπως και απαιτήσεις καλλιεργειών σε νερό. Δέχεται ακόμα σημερινές και μελλοντικές ανάγκες σε νερό και ρυθμό παραγωγής της ρύπανσης.

Τα οικονομικά δεδομένα : Τα ποσοστά χρήσης νερού, το κόστος κεφαλαίου, οι εκτιμήσεις προεξοφλητικού επιτοκίου.

Υδρευση : Ιστορικά δεδομένα εισροών σε μηνιαία βάση, πηγές υπόγειων υδάτων.

Σενάρια : Τροποποιήσεις στους κανόνες λειτουργίας της δεξαμενής , αλλαγές της ρύπανσης και στοχοθέτηση για μείωση αυτής ,κοινωνικοοικονομικές προβλέψεις ,προβλέψεις ύδρευσης.

Ευκολία χρήσης

Σχετικά εύκολο στη χρήση. Απαιτεί σημαντικό αριθμό στοιχείων για λεπτομερή ανάλυση.

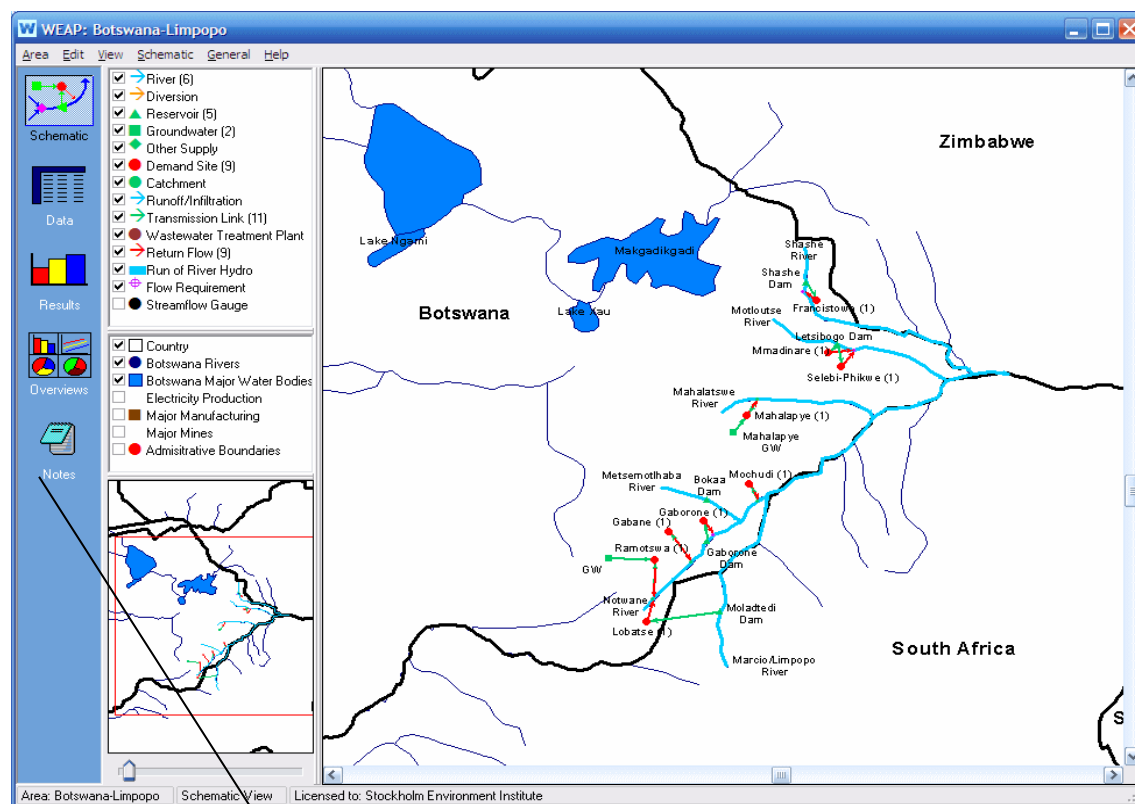
Απαραίτητη Εκπαίδευση

Μέτρια εκπαίδευση / εμπειρία στη μοντελοποίηση των πόρων που απαιτούνται για την αποτελεσματική χρήση.

Εφαρμογές

Έχει χρησιμοποιηθεί για έργα στην λίμνη Αράλη , στο Πεκίνο, στο Μεξικό ,στην Ινδία, στη Νότια Αφρική και στη Δυτική Αφρική, στην Καλιφόρνια, στο Τέξας και τη Νοτιοανατολική Αμερική. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στο Ουζμπεκιστάν για να αξιολογήσει την επάρκεια των υδάτινων πόρων σε σχέση με τις ανάγκες άρδευσης. Τέλος έχει βρει εφαρμογή και στην Κεντρική Ασία, στο Νεπάλ, στην Κορέα και στο Κάιρο.

3.3 ΤΟ ΜΕΝΟΥ ΕΝΤΟΛΩΝ ΤΟΥ WEAP



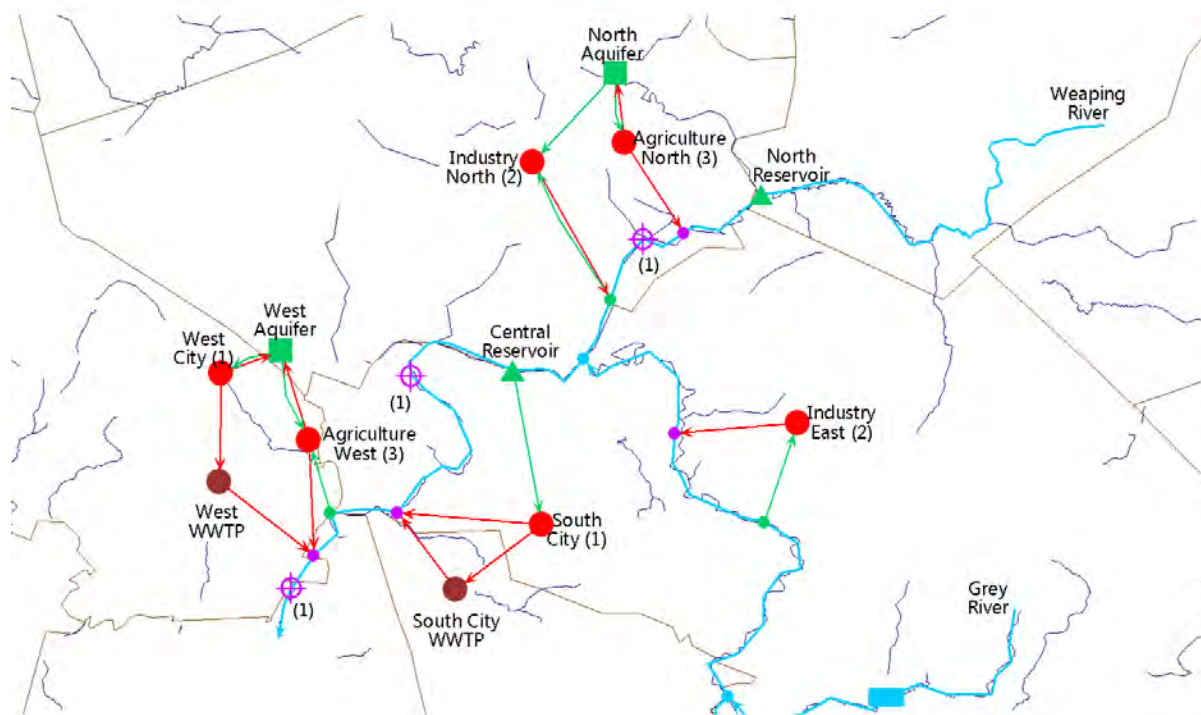
Εικόνα 3.1 : Κύριες εντολές του WEAP

Οι βασικές εντολές του προγράμματος βρίσκονται στο αριστερό μέρος της οθόνης, στη γαλάζια αυτή στήλη. Από αυτές ξεκινάμε για να «στήσουμε» το πρόβλημα, εισάγοντας την περιοχή μελέτης με τα δεδομένα της, ώστε να αποτυπώσουμε την υπάρχουσα κατάσταση.

Όπως παρατηρούμε οι βασικές εντολές είναι πέντε : Η σχηματική απεικόνιση (schematic), η προβολή δεδομένων (data view) , τα αποτελέσματα (results) , η διερεύνηση των σεναρίων (scenarios) και οι σημειώσεις που μπορούμε να εισάγουμε σε οποιοδήποτε βήμα της διαδικασίας που ακολουθούμε (notes). Πιο αναλυτικά :



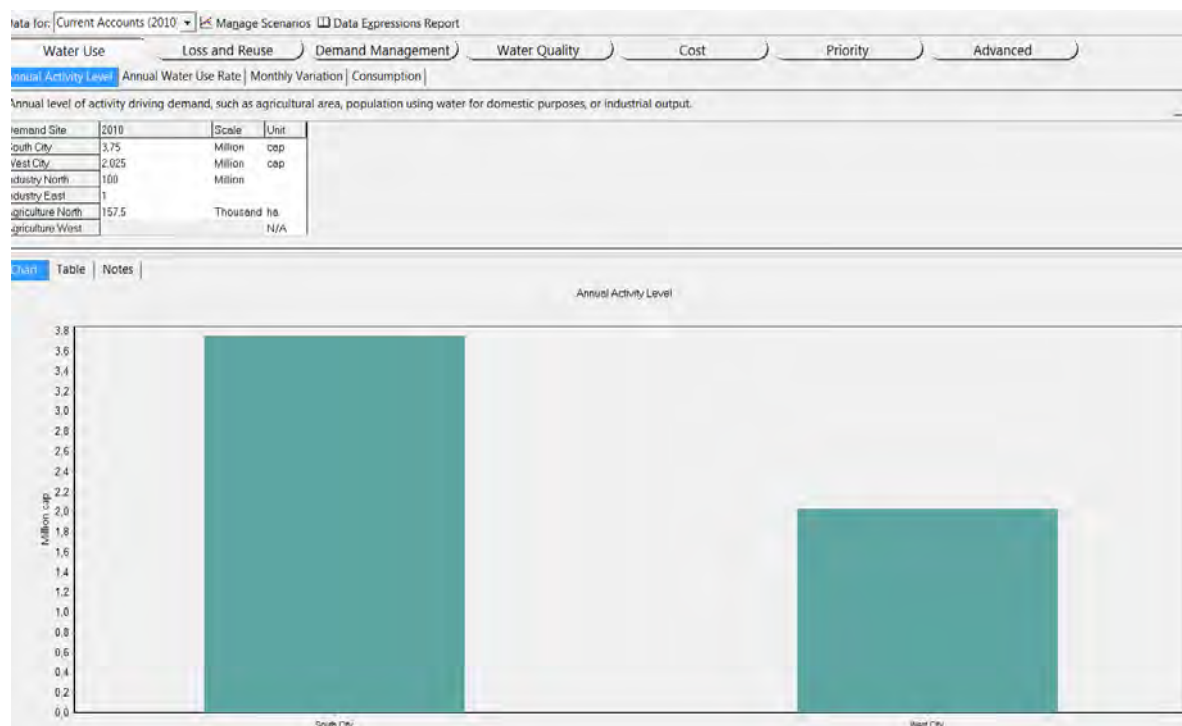
The Schematic View : είναι το σημείο εκκίνησης για όλες τις δραστηριότητες του WEAP. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του WEAP είναι η ευκολία στη χρήση που δίνει το "drag and drop", δηλαδή η γραφική διεπαφή η οποία χρησιμοποιείται για να περιγράψει και να απεικονίσει τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος ύδρευσης και της ζήτησης. Αυτή η χωρική διάταξη ονομάζεται σχηματική (schematic). Στρώματα GIS μπορούν να προστεθούν για λόγους σαφήνειας και αξιολόγησης των επιπτώσεων. Η Schematic View παρέχει με ένα κλικ πρόσβαση σε ολόκληρη την ανάλυσή μας - κάνοντας δεξί κλικ σε οποιοδήποτε στοιχείο στο schematic για πρόσβαση στα δεδομένα ή στα αποτελέσματα.



Εικόνα 3.2 : Το Schematic View σε παράδειγμα. Φαίνονται οι κόμβοι ζήτησης, δεξαμενές και στοιχεία υδροφορέων.



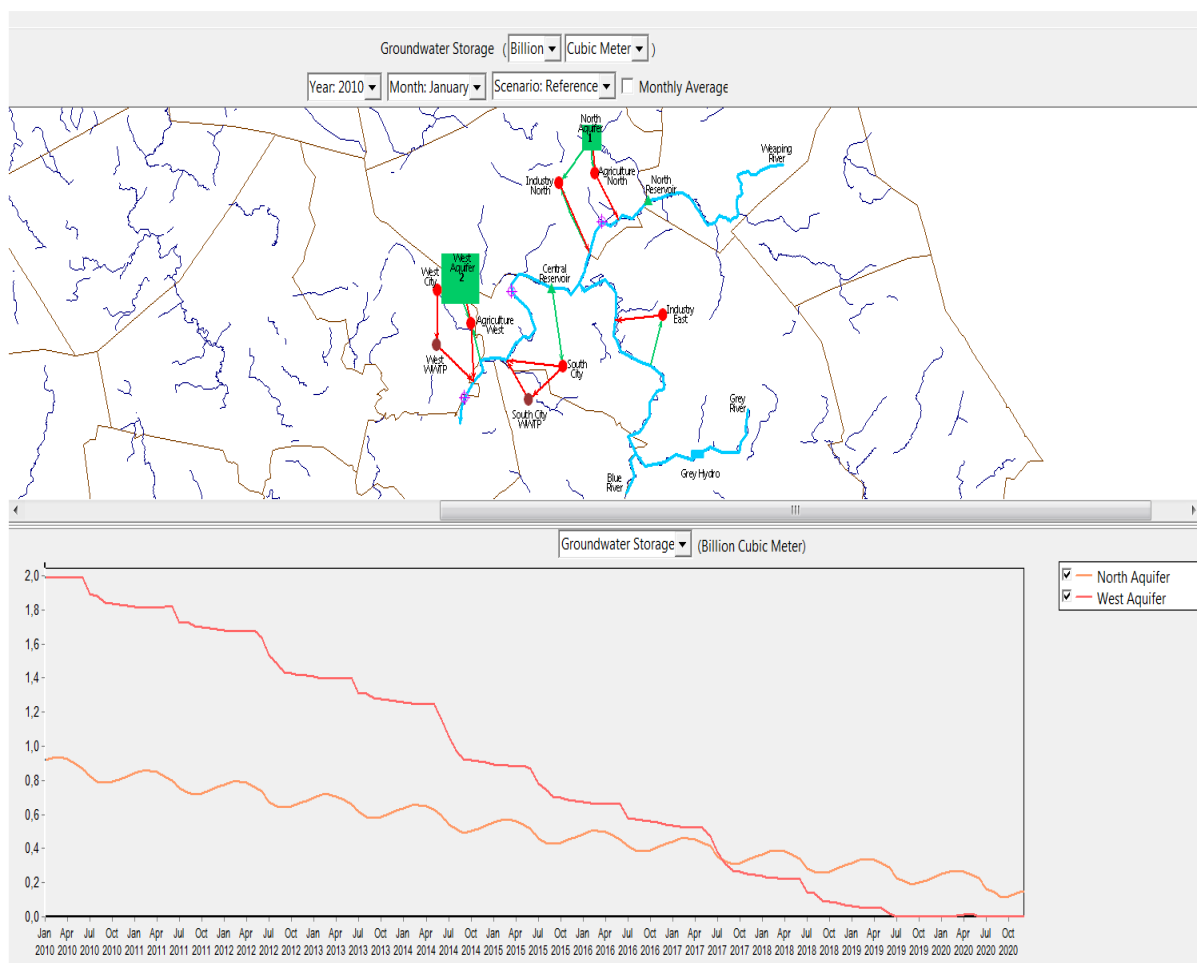
The Data View : είναι το μέρος όπου μπορούμε να δημιουργήσουμε δομές δεδομένων , τα μοντέλα και τις υποθέσεις μας στο WEAP. Στην προβολή δεδομένων , η οθόνη χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα. Στην επάνω αριστερή γωνία , ένα ιεραρχικό δέντρο χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει και να οργανώσει τις δομές δεδομένων σε έξι μεγάλες κατηγορίες βασικών παραδοχών: χώρων της ζήτησης , υδρολογίας , προμηθειών, φυσικών πόρων , περιβάλλοντος και άλλων υποθέσεων. Το δέντρο επίσης χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε τα στοιχεία που θέλουμε να επεξεργαστούμε , τα οποία εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά της οθόνης. Για παράδειγμα , κάνοντας κλικ στο " Demand Sites " το οποίο είναι κλαδί του δέντρου στο αριστερό μέρος της οθόνης , θα εμφανιστούν τα δεδομένα για όλους τους χώρους της ζήτησης στα δεξιά της οθόνης . Κάτω αριστερά στην οθόνη είναι ένα σχηματικό ένθετο δεδομένων. Κάνοντας κλικ σε ένα στοιχείο το σχηματικό θα οδηγήσει σε ένα άλμα της θέσης του πάνω στο δέντρο. Στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης , ένας πίνακας εισόδου δεδομένων χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των δεδομένων και για τη δημιουργία σχέσεων μοντελοποίησης. Οι πληροφορίες που εισάγονται εδώ εμφανίζονται γραφικά στο κάτω δεξιό τμήμα του παραθύρου, όπως φαίνεται ενδεικτικά στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.3 : Το μενού Data View



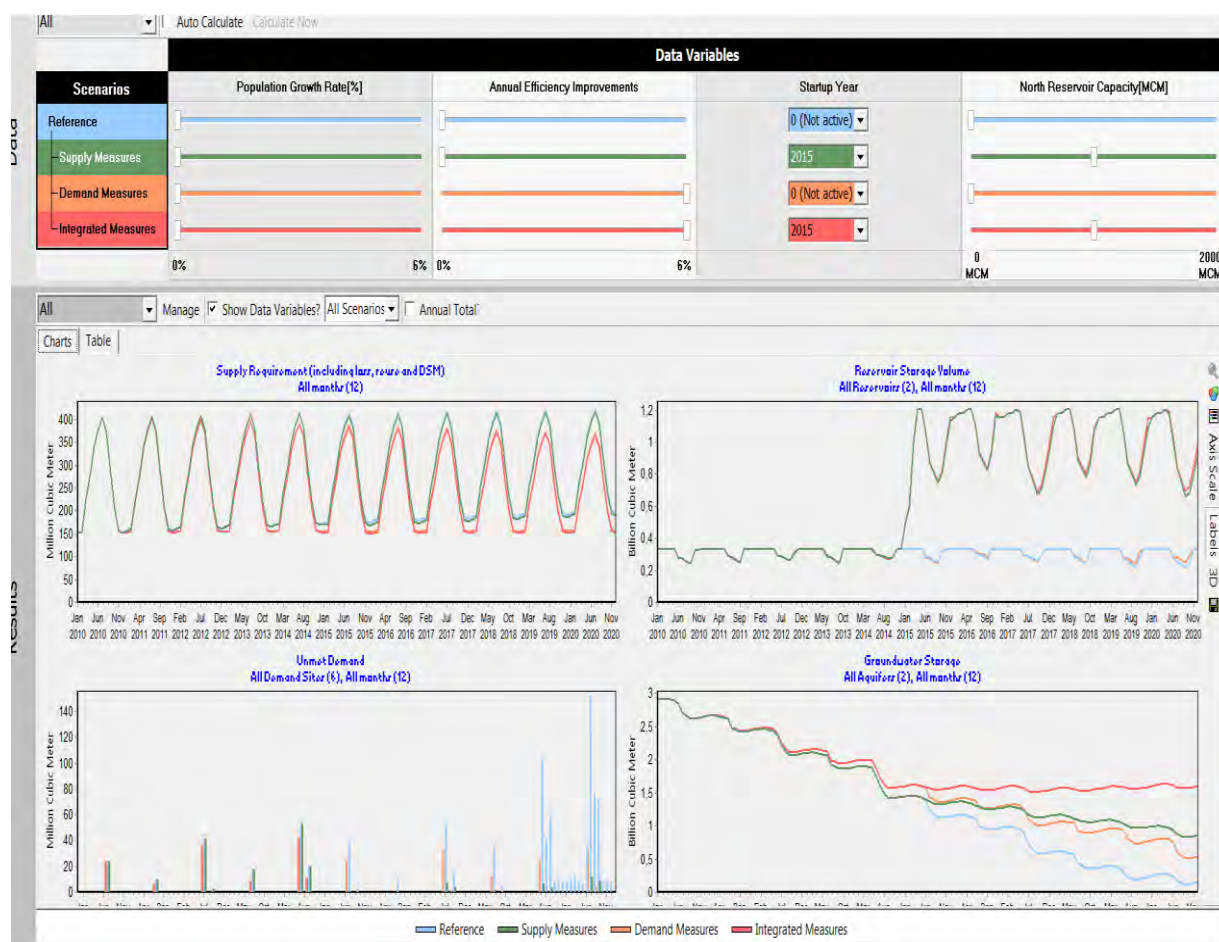
The Results View : εμφανίζει μια μεγάλη ποικιλία από διαγράμματα και πίνακες που καλύπτουν κάθε πτυχή του συστήματος : ζήτηση, προσφορά , το κόστος και τις περιβαλλοντικές φορτίσεις. Προσαρμόσιμες αναφορές μπορούν να προβληθούν για ένα ή περισσότερα σενάρια. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τα " Αγαπημένα " για να ξεχωρίσουμε τα πιο χρήσιμα διαγράμματα για την ανάλυσή μας.



Εικόνα 3.4 : Results View. Διάγραμμα με χρονοσειρές αποτελεσμάτων.



The Scenario Explorer View : χρησιμοποιείται για να ομαδοποιήσει " Αγαπημένα " διαγράμματα (που δημιουργήθηκαν νωρίτερα στο **The Results View**) σε " Επισκόπηση " για ταυτόχρονη προβολή. Με επισκόπηση , μπορούμε να πάρουμε μια προοπτική από ψηλά σε διάφορες σημαντικές πτυχές του συστήματός μας, όπως όσον αφορά τις απαιτήσεις , την κάλυψη , τις ροές , τα επίπεδα αποθήκευσης, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κόστος. Επιπλέον μπορούμε να δημιουργήσουμε πολλαπλές επισκόπησης , καθεμία από τις οποίες μπορεί να εμφανίσει έως και 25 διαφορετικά αγαπημένα. Εκτός από την παρουσίαση αποτελεσμάτων, το Scenario Explorer View μπορεί να εμφανίσει επιλεγμένα δεδομένα σε πολλά σενάρια, για να αποδείξει την επίπτωση των διαφόρων υποθέσεων και των πολιτικών σχετικά με τα αποτελέσματα. Αυτές οι τιμές εισόδου μπορούν να αλλάξουν επί τόπου και το WEAP να υπολογίσει εκ νέου και να ενημερώσει τα αποτελέσματα.



Εικόνα 3.5 : Διερεύνηση σεναρίων στο Scenario Explorer View



The Notes View : είναι ένα απλό εργαλείο επεξεργασίας κειμένου με το οποίο μπορούμε να εισάγουμε έγγραφα και αναφορές για κάθε κλαδί του δέντρου . Για να επεξεργαστούμε τις σημειώσεις , είτε πληκτρολογούμε άμεσα στο Notes Window, ή επιλέγουμε Edit για να εμφανιστεί ένα μεγαλύτερο παράθυρο με πρόσθετες δυνατότητες επεξεργασίας κειμένου. Οι σημειώσεις μπορούν να περιλαμβάνουν τη μορφοποίηση (έντονη γραφή, υπογράμμιση, γραμματοσειρές, κλπ.) αλλά και τα τυποποιημένα "objects" των Windows, όπως τα υπολογιστικά φύλλα (Excel).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η συλλογή των δεδομένων αποτέλεσε το πιο χρονοβόρο στάδιο της εργασίας. Πρώτα έπρεπε να αποφασιστεί τι είδους αναλύσεις θα ακολουθούσαν, ούτως ώστε να γνωρίζουμε τι δεδομένα μας χρειάζονται.

Το πρώτο και κυριότερο βήμα είναι η καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης στη Σκιάθο (υποδομές, προσφορά και ζήτηση νερού). Έτσι πήραμε αρχικά τα σχέδια της πόλης, με τις γεωτρήσεις, τις δεξαμενές, το δίκτυο ύδρευσης και τους κόμβους του. Στην κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος υδροδότησης της πόλης της Σκιάθου βοήθησαν και οι φωτογραφίες με το ανάγλυφο του νησιού και τα σημεία κατανομής του πληθυσμού (πυκνοκατοικημένα ή αραιοκατοικημένα).



Εικόνα 4.1.1 : Πανοραμική άποψη της Σκιάθου –συνολικός αριθμός υδρομέτρων του νησιού.

Επίσης, ήταν δύσκολο να έχουμε άμεσα μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης της ύδρευσης στο νησί, αφού, όπως είδαμε στο τέλος του 2^{ου} κεφαλαίου, την ίδια χρονική περίοδο πραγματοποιούνταν υδρευτικά έργα στην πόλη (Κατασκευή Κεντρικού Αγωγού και Εσωτερικού Δικτύου Ύδρευσης Πόλης Σκιάθου) , ενώ το άλλο μεγάλο έργο, η ‘Διασύνδεση υδρευτικών γεωτρήσεων Σκιάθου με δεξαμενή νερού ύδρευσης ’ είχε ολοκληρωθεί περίπου τη στιγμή που άρχισε να εκπονείται η παρούσα διπλωματική εργασία. Συνεπώς δεν υπήρχαν ακόμη καταγεγραμμένα όλα τα στοιχεία που χρειαζόμασταν. Αυτό το έργο προέβλεπε την τροφοδοσία της πόλης της Σκιάθου, εκτός από το νερό της παλιάς γεώτρησης, τώρα και με το νερό που αντλείται από τη νέα γεώτρηση (περιοχή Αγ. Αντωνίου).



Εικόνα 4.1.2 : Στην περιοχή Αγ.Φανουρίου βρίσκεται η δεξαμενή τροφοδοσίας της πόλης.



Εικόνα 4.1.3 : Υδρευτικές θέσεις της πόλης της Σκιάθου.

Και συγκεκριμένα, τα σημεία της φωτογραφίας δείχνουν τις παρακάτω τοποθεσίες :

ΘΕΣΗ 1 : Δεξαμενή ύδρευσης στον Αγ. Φανούριο χωρητικότητας 2.800 κυβικά μέτρα. Κοντά, προς τα δυτικά, βρίσκεται η παλιά γεώτρηση.

ΘΕΣΗ 2 : Φρέαρ τροφοδοσίας Φτελιάς βάθους 16 μέτρων.

ΘΕΣΗ 3 : Περιοχή Φτελιά. Το δίκτυο της Φτελιάς τροφοδοτεί την πόλη.

ΘΕΣΗ 4 : Εδώ βρίσκεται η γεώτρηση Αγ. Αντωνίου σε υψόμετρο 210,63 μέτρων. Το νερό που αντλείται καταλήγει στη δεξαμενή νερού της Σκιάθου (Αγ. Φανουρίου), που βρίσκεται σε απόσταση 2.450 μέτρων περίπου.

Κοντά στη γεώτρηση κατασκευάστηκε και δεξαμενή καταστροφής ενέργειας. Η δεξαμενή καταστροφής ενέργειας είναι μια δεξαμενή χωρητικότητας 50 κυβικών μέτρων σε υψόμετρο 125 μέτρων, που χρησιμοποιείται για τη μείωση των υψηλών στατικών πιέσεων που αναπτύσσονται στο δίκτυο.

Για τη νέα αυτή γεώτρηση και τα έργα που έγιναν στην περιοχή του Αγ. Αντωνίου χρειάστηκε να γίνουν εκχερσώσεις 300 μέτρων (στο λόφο δηλαδή που φαίνεται στη φωτογραφία), γιατί η περιοχή ήταν δύσβατη και η πρόσβαση περιορισμένη λόγω της κλίσης εδάφους και της φυτοκάλυψης.

ΘΕΣΗ 5 : Θέση δεξαμενής δικτύου Προφήτη Ηλία. Όπως προαναφέραμε (2^ο κεφάλαιο), το δίκτυο Πρ. Ηλία τροφοδοτεί με πόσιμο νερό 20 κοινόχρηστες βρύσες, διάσπαρτες στην πόλη. Το δίκτυο Πρ. Ηλία έχει τη δεξαμενή του στην περιοχή Πετράλωνο, με χωρητικότητα 800 κυβικά μέτρα.

Τα δεδομένα που καταφέραμε να συγκεντρώσουμε, όσον αφορά τις αντλήσεις, ήταν από το 2011 μέχρι το 2013, από την παλιά γεώτρηση σε ημερήσια βάση. Για την ίδια χρονική περίοδο είχαμε και τις τριμηνιαίες καταναλώσεις. Τέλος είχαμε στη διάθεσή μας και τα μετεωρολογικά στοιχεία του νησιού από το 2011 έως το 2013 σε ημερήσια βάση. Τα μετεωρολογικά δεδομένα εμπεριέχουν μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, καθώς και την ώρα καταγραφής της, βροχοπτώσεις μετρημένες σε χιλιοστά ύψους βροχής, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου.

4.2 ΠΡΟ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Αρχικά έγινε η “σύνθεση” των σχεδίων που είχαμε στη διάθεσή μας , ώστε να τοποθετηθούν στις κατάλληλες θέσεις οι γεωτρήσεις , οι παρεμβάσεις στο δίκτυο από τα νέα έργα , καθώς και το υπάρχον υδρευτικό δίκτυο της πόλης, όλα μαζί και ενιαία σε ένα σχέδιο.

Συγκεκριμένα είχαμε σε μορφή Autocad τον χάρτη της πόλης με το δίκτυο και τους κόμβους υδροληψίας. Αφού λοιπόν μετατρέψαμε το αρχείο μας από μορφή .dwg σε .shp (shape file), επειδή στο πρόγραμμα WEAP μπορούν να εισαχθούν μόνο shape file αρχεία (σαν εικόνες), αρχίσαμε την προσομοίωση :

Αυτό το σχέδιο χρησιμοποιήθηκε σαν υπόβαθρο στο πρόγραμμα WEAP (στο μενού schematics , όπως αναφέραμε στο 3^ο κεφάλαιο).

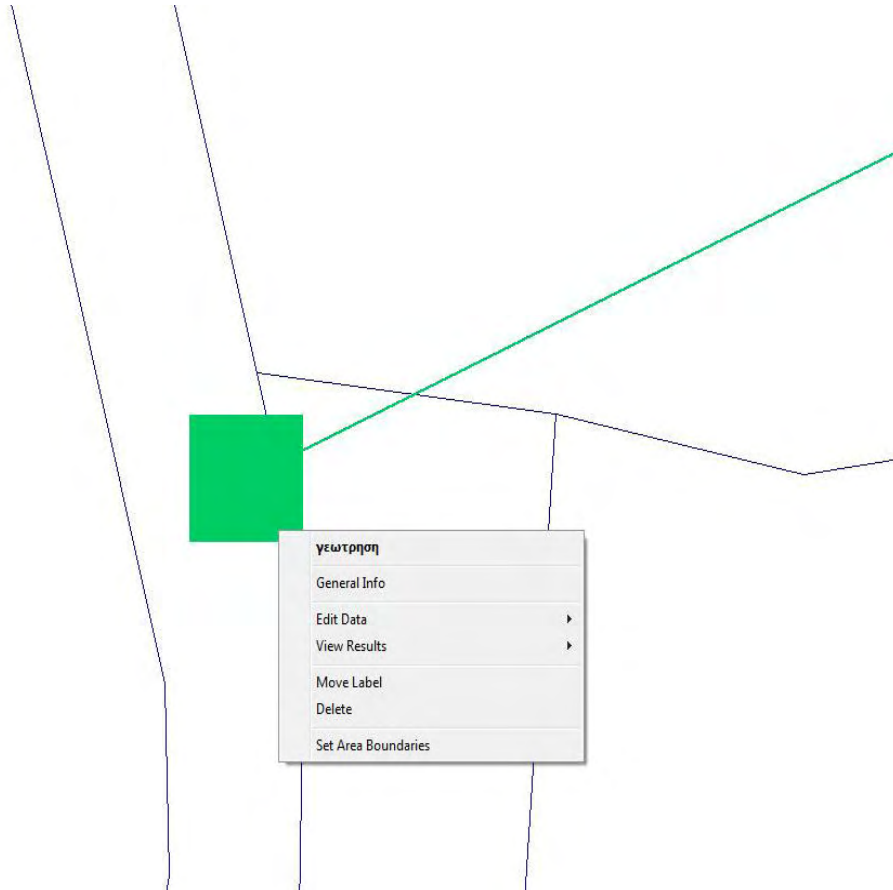


Εικόνα 4.2.1 : Υπόβαθρο με το δίκτυο της Σκιάθου.

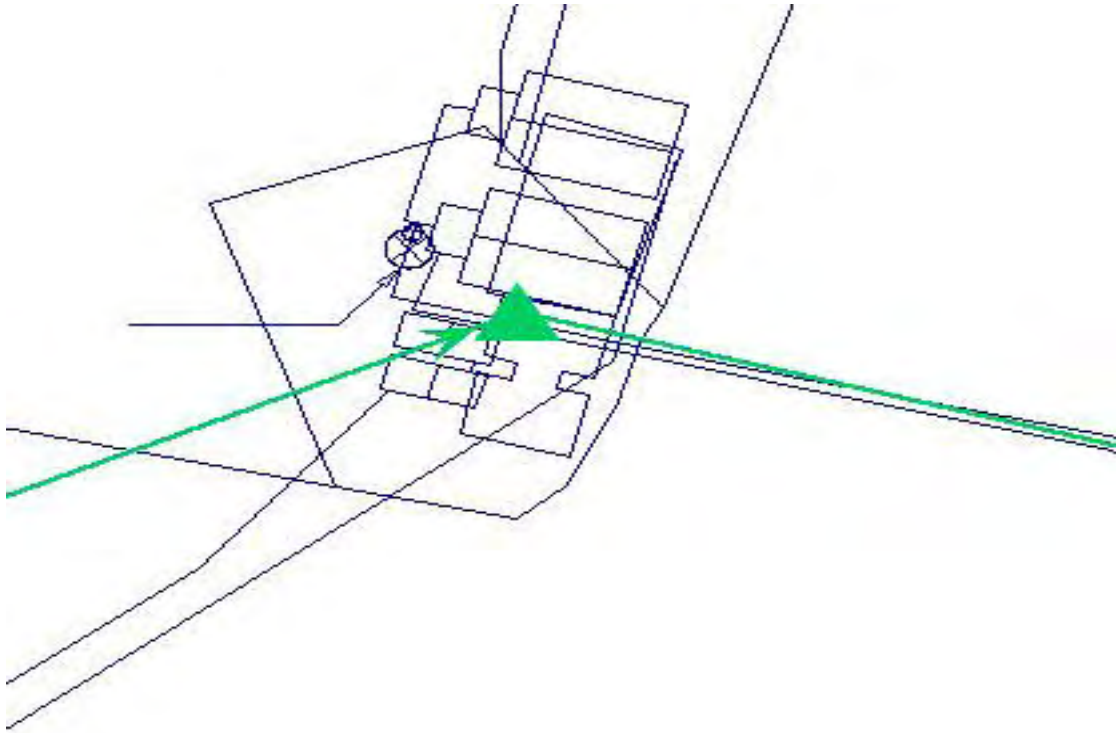
Έχοντας ως γνώμονα το σχέδιο του δικτύου ύδρευσης της πόλης περάσαμε στο WEAP πρώτα τις θέσεις γεώτρησης (Groundwater) , δεξαμενής (Reservoir) και στη συνέχεια όλους τους κόμβους του δικτύου (Demand Sites) , έναν προς έναν , συνολικά 132 κόμβους , τους οποίους και αριθμήσαμε. Με οδηγό και πάλι το σχέδιο των αγωγών του δικτύου ενώσαμε μεταξύ τους τους κόμβους ζήτησης με αγωγούς (εντολή αγωγών Transmission Link του WEAP). Ξεκινώντας από τη γεώτρηση

Διπλωματική εργασία: «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης»

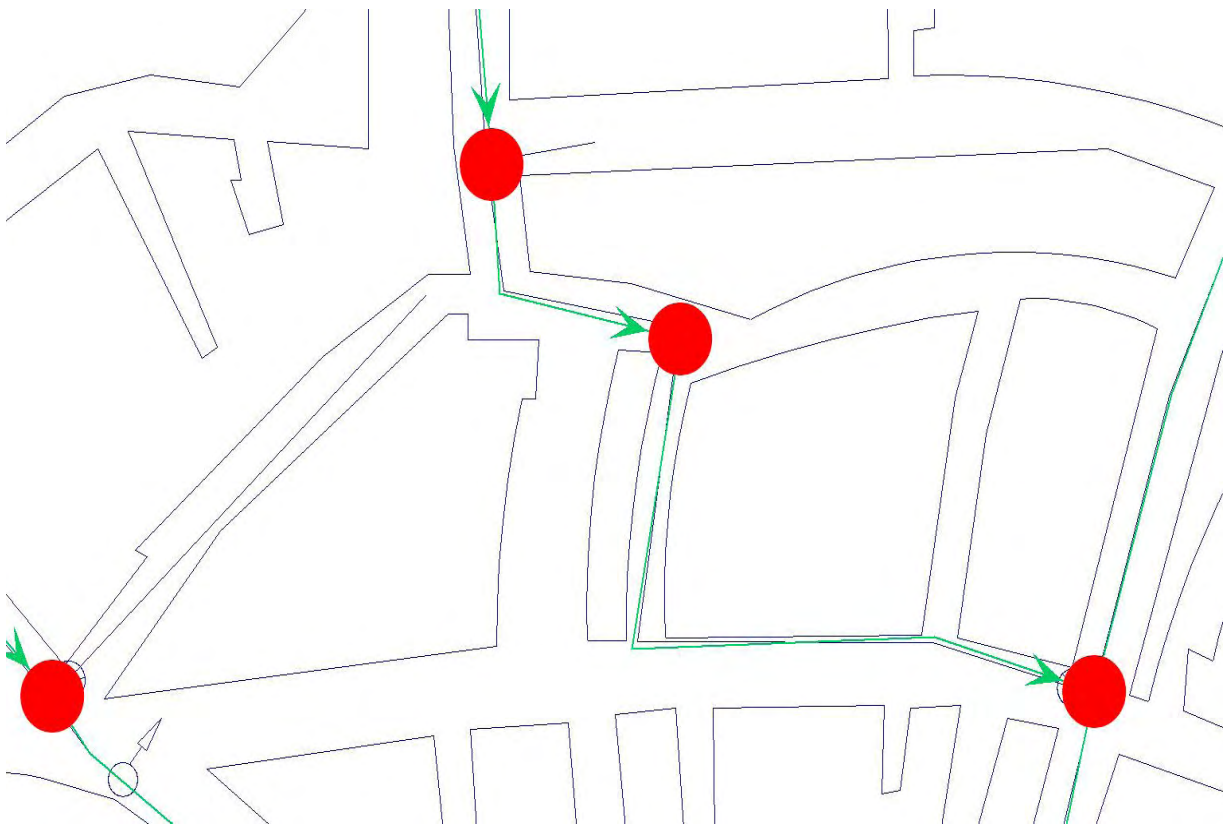
φτάσαμε στη δεξαμενή και από εκεί (ακολουθώντας πάντα την ίδια διαδρομή με την πραγματική του δικτύου) , σχηματίσαμε τελικά το δίκτυο ύδρευσης της Σκιάθου.



Εικόνα 4.2.2 : Γεώτρηση (Groundwater).



Εικόνα 4.2.3 : Δεξαμενή (Reservoir).



Εικόνα 4.2.4 : Κόμβοι και αγωγοί του δικτύου (Demand Sites – Transmission Links).

Αφού λοιπόν τελειώσαμε με το μενού schematics, το πρόγραμμα χρειάζεται πλέον τα βασικά δεδομένα (μενού data) των στοιχείων που του δώσαμε. Συγκεκριμένα :

- Για τη γεώτρηση δίνουμε τις αντλήσεις που πραγματοποιούνται
- Για τη δεξαμενή χρειαζόμαστε τη χωρητικότητά της, και
- Για τους κόμβους, τις καταναλώσεις που κατανέμονται στον καθένα.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε επιγραμματικά τις ενέργειες που ακολουθήσαμε ώστε να καταλήξουμε στην τελική μορφή των στοιχείων άντλησης και καταναλώσεων, τη μορφή δηλαδή που εισάγαμε στο WEAP.

4.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όπως προείπαμε, είχαμε στη διάθεσή μας τα μετεωρολογικά στοιχεία του νησιού από το 2011 έως το 2013 σε ημερήσια βάση. Τα μετεωρολογικά δεδομένα εμπεριέχουν μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, καθώς και την ώρα καταγραφής της, βροχοπτώσεις μετρημένες σε χιλιοστά ύψους βροχής, (καθώς και το άθροισμα των υψών βροχής για κάθε μήνα) , ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, πάλι με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές.

Αυτά τα δεδομένα μπορούν να εισαχθούν στο WEAP και να συνδυαστούν με τις αναλύσεις που αφορούν κυρίως την ύδρευση (ζήτηση), και γίνονται στο πρόγραμμα, καθώς και να δημιουργήσουμε σενάρια που θα αφορούν τις αυξομειώσεις τους (ξεχωριστά και συνδυαστικά – όπως θα δούμε παρακάτω).

Πριν να τα εισάγουμε στο πρόγραμμα, τα επεξεργαστήκαμε ξεχωριστά από τα υπόλοιπα δεδομένα με τη βοήθεια του Excel, απλώς για να διατυπώσουμε κάποια επιπλέον συμπεράσματα που θα δούμε παρακάτω. Τα αποτελέσματα αυτής της επεξεργασίας για κάθε μήνα φαίνονται στο παράρτημα.

Θεωρώντας αμελητέα την επίδραση του ανέμου στις αναλύσεις και τα σενάρια με τα οποία θα ασχοληθούμε, ξεχωρίζουμε τη βροχή και τη θερμοκρασία, από τα μετεωρολογικά στοιχεία που έχουμε, ως παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζήτηση και την κατανάλωση της πόλης :

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Αποτελεί σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει τη ζήτηση του νερού αφού αύξηση της βροχόπτωσης οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης και το αντίθετο. Για την επεξεργασία του παράγοντα αυτού χρησιμοποιήθηκαν οι ημερήσιες τιμές του, για μεγαλύτερη ακρίβεια, αλλά και οι μηνιαίες τιμές συνολικού ύψους βροχής για τα έτη 2011, 2012 και 2013. Όλες οι τιμές που αναφέρονται σε βροχόπτωση από εδώ και πέρα, θα είναι *σε mm ύψους βροχής*.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

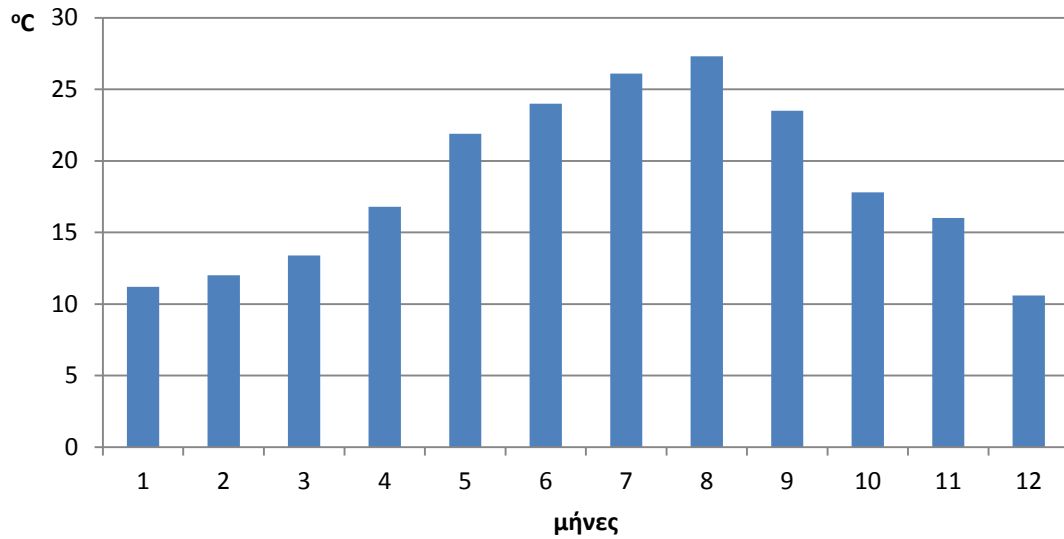
Είναι φανερή η επίδραση του θερμοκρασιακού παράγοντα στις υδρευτικές ανάγκες μας. Στους καλοκαιρινούς μήνες (ξηρές περίοδοι) όπου και επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες, έχουμε αυξημένες ανάγκες σε νερό. Αντίθετα, στις χειμερινές περιόδους χαμηλών θερμοκρασιών (και περισσότερων βροχοπτώσεων) δεν παρατηρείται μεγάλη κατανάλωση. Οι τιμές της θερμοκρασίας που χρησιμοποιούμε εδώ είναι ανάλογες με αυτές των βροχοπτώσεων, δηλαδή ημερήσιες αλλά και μέσες μηνιαίες τιμές για τα έτη 2011, 2012 και 2013. Όλες οι τιμές που αναφέρονται σε θερμοκρασία από εδώ και πέρα, θα είναι *σε βαθμούς κελσίου*.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ :

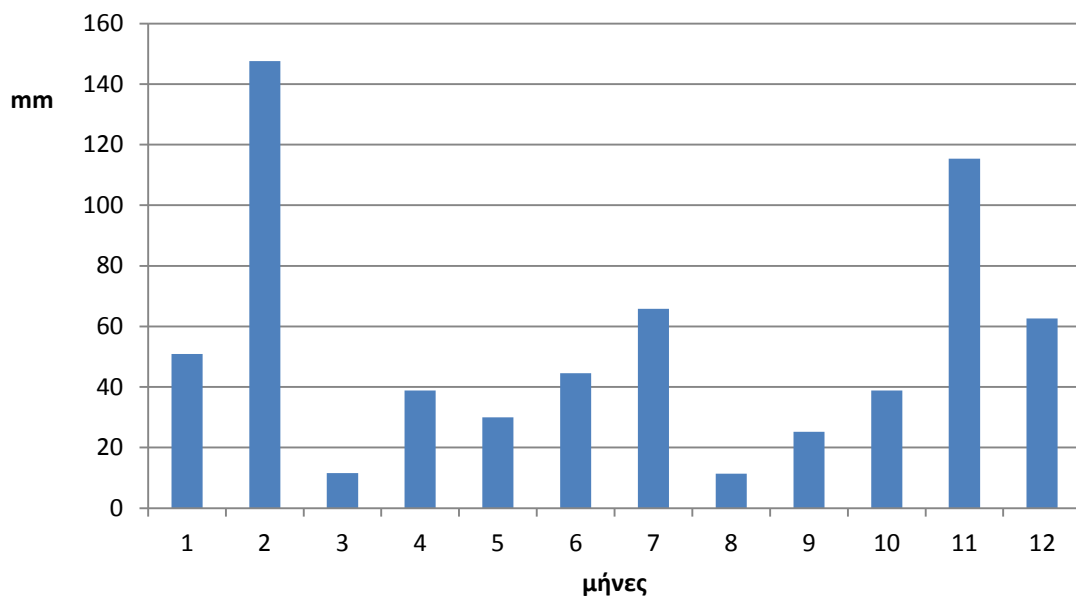




ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2013



ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2013



4.4 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΖΗΤΟΥΜΕΝΑ

Ξεκινώντας είχαμε ως δεδομένα :

- Τις **αντλήσεις** για τις χρονιές 2011-2013 της γεώτρησης του Αγίου Φανουρίου (Φτελιά) , αναλυτικά για όλες τις μέρες αυτών των 3 ετών.
- Τις **συνολικές καταναλώσεις** για τις χρονιές 2011-2013 όλων των υδρομέτρων του κέντρου της πόλης.
Οι καταναλώσεις αυτές μας δόθηκαν σε τρίμηνα ,προφανώς από τους λογαριασμούς που εκδίδει η ΕΥΔΑΣ στα συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Και από αυτά τα δεδομένα έπρεπε να καταλήξουμε, αρχικά, στο βασικό στοιχείο που χρειάζεται το λογισμικό για να μας δώσει την πλήρη εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης στην πόλη της Σκιάθου, δηλαδή τις καταναλώσεις για κάθε υδρόμετρο ξεχωριστά σε καθημερινή (ή μηνιαία όπως προτιμήθηκε τελικά) βάση. Για παράδειγμα, για ημερήσια ανάλυση, έπρεπε να περάσουμε στο πρόγραμμα 365 ημέρες * 3 χρόνια = 1095 τιμές για κάθε υδρόμετρο.

4.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ

Αρχικά από τη στιγμή που είχαμε τις αντλήσεις σε καθημερινή βάση θεωρήσαμε πως και οι καταναλώσεις θα ακολουθούσαν και αυτές μια κατανομή στο χρόνο σύμφωνα με τις αντλήσεις. Έτσι, προσθέτοντας τις αντλήσεις που είχαμε για κάθε μέρα προέκυψαν οι αντλήσεις σε μηνιαίο (και ανάλογα και σε τριμηνιαίο) χρονικό βήμα. Στη συνέχεια ήταν πολύ εύκολο να υπολογιστεί το ποσοστό αναγωγής της τριμηνιαίας κατανάλωσης σε μηνιαία. Αυτό επιτεύχθηκε διαιρώντας την άντληση του κάθε μήνα με την τριμηνιαία άντληση.

Για παράδειγμα:

- η άντληση για τον μήνα Ιανουάριο του έτους 2011 είναι : 32.668 κ.μ.
- η άντληση του 1^{ου} τριμήνου του έτους 2011 είναι : 97.649 κ.μ.

Το ποσοστό αναγωγής λοιπόν είναι : $(32.668 / 97.649) = 0,3345$ ή 33,45%

Άρα η συνολική κατανάλωση όλων των υδρομέτρων για το μήνα Ιανουάριο υπολογίστηκε σε $33,45\% * 62.237 = \underline{20.821,76 \text{ κ.μ.}}$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίστηκαν και οι υπόλοιπες καταναλώσεις για όλους τους μήνες των 3 ετών που μελετήσαμε.

Στη συνέχεια, ακριβώς με την ίδια λογική εξήλθαν και οι καταναλώσεις για όλες τις ημέρες της μελέτης μας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Επειδή στα δεδομένα των καταναλώσεων που μας δόθηκαν απουσίαζε η τιμή της κατανάλωσης για το τελευταίο τρίμηνο του 2013 , θεωρήσαμε ότι μια καλή προσέγγιση της τιμής αυτής θα ήταν η μέση τιμή των καταναλώσεων του ίδιου τριμήνου των 2 προηγούμενων ετών. Επίσης στο Δεκέμβριο του 2013 έλλειπαν κάποιες τιμές οι οποίες συμπληρώθηκαν ως μέσος όρος των υπόλοιπων τιμών του συγκεκριμένου μήνα.

Παρακάτω παρατίθενται τα βήματα υπολογισμού:

• **ΒΗΜΑ 1^ο** : ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

		ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΡΙΜΗΝΟΥ	ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
2011	1st TRIMESTER	97649		62239
	2nd TRIMESTER	146540		96278
	3rd TRIMESTER	230383		159113
	4th TRIMESTER	114661	589233	68693
2012	1st TRIMESTER	112993		57060
	2nd TRIMESTER	159464		96804
	3rd TRIMESTER	241035		151961
	4th TRIMESTER	121744	635236	54339
2013	1st TRIMESTER	116058		55027
	2nd TRIMESTER	164005		89328
	3rd TRIMESTER	242244		145365
	4th TRIMESTER	79223	601530	69890

• **ΒΗΜΑ 2^ο** : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

2011	ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
Jan	32668,000	0,335		20821,756
Feb	30087,000	0,308		19176,692
Mar	34894,000	0,357	97649,000	22240,552
Apr	38877,000	0,265		25542,587
May	47894,000	0,327		31466,848
Jun	59768,575	0,408	146539,575	39268,565
Jul	79030,980	0,343		54582,401
Aug	90228,000	0,392		62315,575
Sep	61124,000	0,265	230382,980	42215,024
Oct	41773,000	0,364		25026,057
Nov	36871,000	0,322		22089,286
Dec	36017,000	0,314	114661,000	21577,657

2012	ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
Jan	36101,000	0,319		18230,501
Feb	35712,320	0,316		18034,223
Mar	41179,900	0,364	<i>112993,220</i>	20795,275
Apr	44007,000	0,276		26714,830
May	50341,000	0,316		30559,939
Jun	65116,000	0,408	<i>159464,000</i>	39529,231
Jul	85555,000	0,355		53938,322
Aug	90205,000	0,374		56869,923
Sep	65275,000	0,271	<i>241035,000</i>	41152,755
Oct	49290,000	0,405		22000,011
Nov	36437,000	0,299		16263,226
Dec	36017,000	0,296	<i>121744,000</i>	16075,764

2013	ΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΓΩΓΗΣ	ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
Jan	41005,000	0,353		19441,849
Feb	34949,000	0,301		16570,496
Mar	40104,000	0,346	<i>116058,000</i>	19014,655
Apr	43466,000	0,265		23674,466
May	55197,000	0,337		30063,947
Jun	65342,000	0,398	<i>164005,000</i>	35589,587
Jul	82820,000	0,342		49698,359
Aug	93158,000	0,385		55901,953
Sep	66266,000	0,274	<i>242244,000</i>	39764,688
Oct	47343,000	0,598		41765,528
Nov	31880,000	0,402		28124,222
Dec	36017,000	0,455	<i>79223,000</i>	31773,843

Έπειτα, τα παραπάνω υπολογιστικά φύλλα Excel μετατράπηκαν σε αρχεία απλού κειμένου (σημειωματάρια), δεδομένου ότι μόνο τέτοιας μορφής αρχεία δέχεται το WEAP. Έτσι, περάστηκαν οι παραπάνω τιμές στους κόμβους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

5.1 Η ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Τα μοντέλα που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια είναι ουσιαστικά οι εξισώσεις που μας δίνουν τη μεταβολή της κατανάλωσης συναρτήσει των μεταβλητών που θα διαλέξουμε για τη δημιουργία των σεναρίων. Όπως θα δούμε, σ' αυτές τις εξισώσεις υπεισέρχεται η έννοια της ελαστικότητας.

Η ελαστικότητα μιας μεταβλητής ορίζεται ως το ποσοστό που επηρεάζει η μεταβλητή αυτή την κατανάλωση του νερού. Οι τιμές των ελαστικοτήτων χαρακτηρίζονται και από το τυπικό σφάλμα (standard error) το οποίο έχει επίπεδο σημαντικότητας 5%. Το πρόσημο της ελαστικότητας εκφράζει την ομόσημη (ή μη) επιρροή της μεταβλητής στο ζητούμενο αποτέλεσμα (την κατανάλωση). Για παράδειγμα ελαστικότητα - 0,35 σημαίνει ότι αύξηση της μεταβλητής κατά δέκα ποσοστιαίες μονάδες οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης, ίση με 3,5%. Αντίστοιχα ελαστικότητα 0,5 σημαίνει ότι αύξηση της μεταβλητής κατά δέκα ποσοστιαίες μονάδες οδηγούν σε αύξηση της κατανάλωσης ίσης με 5%.

Όπως προαναφέραμε (4^ο κεφάλαιο) , οι μεταβλητές που ξεχωρίσαμε για τη δημιουργία των σεναρίων είναι η θερμοκρασία και η βροχόπτωση.

Για την έναρξη της επεξεργασίας των δεδομένων και μέσα στο πρόγραμμα, πρέπει να οριστεί ένα έτος (από αυτά που έχουμε ήδη περάσει) ως έτος βάσης (base year) στο μενού data. Ως έτος βάσης χρησιμοποιήσαμε το 2012 και κατά συνέπεια, οι προβλέψεις των σεναρίων θα γίνουν με βάση τα δεδομένα του 2012.

5.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Για την εξάρτηση της κατανάλωσης από κάθε μία μεταβλητή ξεχωριστά, επιλέχθηκε το παρακάτω μοντέλο το οποίο επιτρέπει την εισαγωγή και άλλων σημαντικών παραμέτρων σε αυτό, εκτός από τους καταναλωτές της περιοχής. Χαρακτηριστικά στον υπολογισμό της τελικής τιμής είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλες σημαντικές μεταβλητές όπως :

- Βροχόπτωση
- Θερμοκρασία
- Εισόδημα καταναλωτών
- Πλούσιμο αυτοκινήτων
- Εξοχική κατοικία
- Ενημέρωση καταναλωτών
- Τιμή νερού κ.α

Δίνεται λοιπόν η δυνατότητα στον χρήστη να κατασκευάσει το δικό του μοντέλο και να επιλέξει τις μεταβλητές που θέλει να χρησιμοποιήσει για τον υπολογισμό της κατανάλωσης νερού, αρκεί φυσικά να διαθέτει τις τιμές των μεταβλητών και τις ελαστικότητες τους.

Η κατανάλωση λοιπόν του νερού με χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου δίνεται από τον τύπο :

$$Q_y = N \cdot q^* \cdot d_m \cdot (X_{i,y}/X_{i,b})^{\beta_i}$$

Όπου :

N = ο αριθμός των υδρομέτρων στην περιοχή που εξετάζουμε

q^* = η ειδική κατανάλωση ανά κάτοικο και ημέρα στο έτος βάση

d_m = ο αριθμός των ημερών του μήνα

$X_{i,y}$ = η τιμή της μεταβλητής i στο έτος y (δηλαδή στο έτος που επιθυμούμε να κάνουμε την πρόβλεψη)

$X_{i,b}$ = η τιμή της μεταβλητής i στο έτος βάσης b

β_i = η τιμή της ελαστικότητας της μεταβλητής i

Η παραπάνω εξίσωση, έτσι πως αναγράφεται, υπολογίζει μελλοντική κατανάλωση στο μήνα. Οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών μπορούν να διαφέρουν είτε μεταξύ ετών είτε και μεταξύ μηνών όπως είναι για παράδειγμα η βροχόπτωση, η θερμοκρασία κ.λ.π. Πάντως στο συγκεκριμένο μοντέλο δίνεται η ευκαιρία στον χρήστη να πετύχει πολύ μεγάλη ακρίβεια εισάγοντας όσο το δυνατόν περισσότερες μεταβλητές.

Τώρα, για τη διαμόρφωση των συνδυαστικών σεναρίων, στα οποία θα μελετηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης ταυτόχρονα στη κατανάλωση, χρησιμοποιήσαμε μία τροποποίηση της παραπάνω εξίσωσης.

Το παραπάνω μοντέλο για περισσότερες από μία μεταβλητές διαμορφώνεται ως εξής:

$$Q_y = N \cdot q^* \cdot (X_{1,y}/X_{1,b})^{\beta_1} \cdot (X_{2,y}/X_{2,b})^{\beta_2} \cdot (X_{3,y}/X_{3,b})^{\beta_3} \cdot (X_{4,y}/X_{4,b})^{\beta_4}$$

Όπου :

N = ο αριθμός των υδρομέτρων στην περιοχή που εξετάζουμε

Q^* = η ειδική κατανάλωση ανά κάτοικο ανά ημέρα στο έτος βάση

$X_{i,y}$ = η τιμή της μεταβλητής i στο ζητούμενο έτος y και

$X_{i,b}$ = η τιμή της μεταβλητής i στο έτος βάσης b

5.3 ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Επειδή δεν υπήρχαν δεδομένα για τον υπολογισμό της ελαστικότητας των μεταβλητών μας, θεωρήσαμε πως η ελαστικότητα της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης είναι η παρόμοια με αυτή της πόλης του Βόλου. Αυτές οι τιμές υπήρχαν στη βιβλιογραφία, καθώς είχαν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε προηγούμενες διπλωματικές εργασίες. Από τη στιγμή που η Σκιάθος απέχει μόλις 50 km σε ευθεία γραμμή από τον Βόλο, η θερμοκρασία και η βροχόπτωση μεταξύ των δύο πόλεων εμφανίζουν πολύ μικρές διαφορές, οι οποίες μας επιτρέπουν να κάνουμε αυτή την υπόθεση, χωρίς να μας δημιουργηθούν μεγάλα σφάλματα.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	0,109
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	-0,026

5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΕΤΟΣ ΒΑΣΗΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΔΕΥΑ για τη ΔΕΥΑ Σκιάθου έχουμε τα παρακάτω για το έτος 2012:

- αριθμός υδρομέτρων πόλης Σκιάθου 3.627
- κάτοικοι 4.992

Η συνολική κατανάλωση για το συγκεκριμένο έτος είναι 360.164 m³.

Επομένως η ειδική κατανάλωση στο έτος βάσης 2012 είναι:

$$q^* = 360.164 / (\underline{3.627} * 365) = 0,272 \text{ m}^3/\text{υδρομ/ημ} = 272 \text{ l/υδρομ/ημ}$$

άρα $q^* = 272 \text{ l/κατ/ημ}$ και $N = 3.627$ υδρόμετρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

6.1 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Όπως προείπαμε, στη συνέχεια θα αναπτύξουμε μια σειρά από σενάρια με στόχο την πρόβλεψη μελλοντικών καταναλώσεων. Ανακεφαλαιώνοντας, η εξίσωση - μοντέλο που χρησιμοποιείται έχει ως μεταβλητές την θερμοκρασία, τη βροχόπτωση αλλά και τον αριθμό των υδρομέτρων της πόλης της Σκιάθου. Ουσιαστικά με τα παρακάτω σενάρια έχουμε ως στόχο να δούμε πόσο επηρεάζουν την κατανάλωση οι μεταβολές του αριθμού των υδρομέτρων, της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης στο πέρασμα του χρόνου.

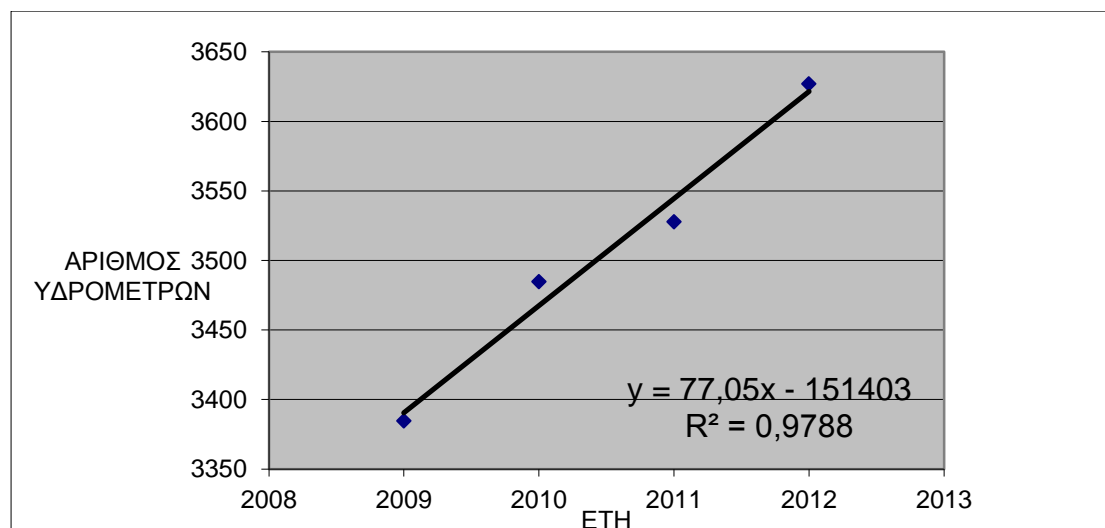
- Αριθμός Υδρομέτρων

Από τη Δ.Ε.Υ.Α. Σκιάθου συγκεντρώσαμε τα στοιχεία που αφορούν τον αριθμό των υδρομέτρων τα τελευταία 4 χρόνια (από το 2009 μέχρι το 2012). Παρατηρήθηκε μια σταδιακή αύξηση του αριθμού υδρομέτρων, η οποία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1 : Αριθμός υδρομέτρων

ΕΤΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΝ
2009	3385
2010	3485
2011	3528
2012	3627

Σε αυτό το σημείο θεωρήσαμε πως ο μελλοντικός αριθμός των υδρομέτρων θα ακολουθεί την εξίσωση της γραμμής τάσης που προκύπτει από τα παραπάνω δεδομένα. Η εξίσωση αυτή μας έδωσε έναν πολύ ικανοποιητικό συντελεστή συσχέτισης, οπότε προχωρήσαμε στη μελλοντική πρόβλεψη. Η εξίσωση καθώς και ο συντελεστής R^2 παρατίθενται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 6.1 : Το διάγραμμα της εξίσωσης για την πρόβλεψη του αριθμού υδρομέτρων.

Θέτοντας λοιπόν στην παραπάνω εξίσωση, όπου x το έτος, προέκυπτε ο αριθμός των υδρομέτρων. Επειδή όλα τα σενάρια έγιναν σε βάθος δεκαετίας υπολογίστηκε ο ετήσιος αριθμός των υδρομέτρων από το 2015 έως και το 2024. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 6.2 : Αριθμός προβλεπόμενων υδρομέτρων.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΝ
2015	3853
2016	3930
2017	4007
2018	4084
2019	4161
2020	4238
2021	4315
2022	4392
2023	4469
2024	4546

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι σε όλα τα σενάρια που ακολουθούν θεωρήθηκε ότι ισχύει αυτή η κατανομή των υδρομέτρων για τα έτη 2015 – 2024.

- **ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ**

Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, σε όλους τους υπολογισμούς μας θεωρήσαμε σαν έτος βάσης το 2012. Γνωρίζοντας λοιπόν την κατανάλωση για κάθε μήνα του 2012, υπολογίστηκε η ειδική κατανάλωση στον αντίστοιχο μήνα. Επειδή δεν ήταν δυνατό να γνωρίζουμε τον ακριβή πληθυσμό της πόλης της Σκιάθου για κάθε έτος, η ειδική κατανάλωση υπολογίστηκε σε λίτρα ανά υδρόμετρο ανά ημέρα, θεωρώντας ότι τα υδρόμετρα παραμένουν σταθερά μέσα στο έτος για κάθε μήνα.

Η κατανάλωση του 2012 για κάθε μήνα, σύμφωνα με τα στοιχεία που μας δόθηκαν και την επεξεργασία αυτών, προκύπτει:

Πίνακας 6.3 : Κατανάλωση μηνιαία, του έτους 2012.

ΜΗΝΑΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ 2012 (m ³)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	18231
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	18034
ΜΑΡΤΙΟΣ	20795
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	26715
ΜΑΙΟΣ	30560
ΙΟΥΝΙΟΣ	39529
ΙΟΥΛΙΟΣ	53938
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	56870
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	41153
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	22000
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	16263
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	16076
ΣΥΝΟΛΟ	360164

Άρα, αφού γνωρίζαμε ότι ο αριθμός των υδρομέτρων για το έτος 2012 είναι **3.627**, η ειδική κατανάλωση του κάθε μήνα προέκυψε διαιρώντας τη συνολική κατανάλωση με τον αριθμό των ημερών του αντίστοιχου μήνα καθώς και με τα υδρόμετρα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.4 : Τιμές ειδικής κατανάλωσης.

ΜΗΝΕΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (l / υδρ. / ημερ.)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	162
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	178
ΜΑΡΤΙΟΣ	185
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	246
ΜΑΙΟΣ	272
ΙΟΥΝΙΟΣ	363
ΙΟΥΛΙΟΣ	480
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	506
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	378
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	196
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	149
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	143

6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για όλα τα έτη μελλοντικής πρόβλεψης υποθέσαμε ότι ο αριθμός των υδρομέτρων θα αυξάνεται σύμφωνα με την εξίσωση της γραμμής τάσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν, όπως ακριβώς περιγράφηκε παραπάνω. Επίσης, σε όλα τα σενάρια που ακολούθησαν η ειδική κατανάλωση σε επίπεδο μήνα θεωρήθηκε σταθερή και ίση με αυτή του έτους βάσης, δηλαδή του έτους 2012. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για το κάθε σενάριο ήταν η εξής :

- Αρχικά καθορίζαμε ποιες μεταβλητές θα μεταβάλλονταν και προχωρούσαμε στην επεξεργασία τους σύμφωνα με τις μεταβλητές του έτους βάσης.
- Στη συνέχεια υπολογίζαμε την προβλεπόμενη κατανάλωση για τον κάθε μήνα με μία από τις εξισώσεις μελλοντικής πρόβλεψης (αναλόγως αν είχαμε μεταβολή της βροχόπτωσης ή της θερμοκρασίας ή και των δύο μεταβλητών ταυτόχρονα).
- Τέλος, αφού είχαμε τη μελλοντική κατανάλωση για κάθε μήνα, προσθέταμε όλες τις καταναλώσεις, βγάζοντας έτσι τη μελλοντική κατανάλωση ετησίως, για κάθε σενάριο.

6.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

1^ο Σενάριο

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

2^ο Σενάριο

Μείωση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος. (για όλους τους μήνες).

3^ο Σενάριο

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος – Αύγουστος).

4^ο Σενάριο

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος για τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος για τους χειμερινούς (Νοέμβριος - Φεβρουάριος).

5^ο Σενάριο

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

6^ο Σενάριο

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

7° Σενάριο

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος μόνο για τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο.

8° Σενάριο (Υγρασίας)

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και μείωση θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).

9° Σενάριο

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο - Αύγουστο.

10° Σενάριο (Ξηρασίας)

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).

11° Σενάριο

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο - Αύγουστο.

6.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

1^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος για όλους τους μήνες.

Στο σενάριο αυτό μελετάται γενικά η μεταβολή της θερμοκρασίας και η επίδραση αυτής στην κατανάλωση νερού. Με δεδομένη τη θετική ελαστικότητα της θερμοκρασίας, είναι προφανές ότι αν υπάρξει αύξηση της θερμοκρασίας, συνεπάγεται και αύξηση της κατανάλωσης. Έτσι λοιπόν θεωρούμε μια αύξηση θερμοκρασίας 2% ανά έτος, σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων στο μέλλον με πολύ υψηλές θερμοκρασίες πλέον.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη θερμοκρασία θεωρώντας ισόποση μηνιαία αύξησή. Για παράδειγμα, το έτος 2014 για το μήνα Ιανουάριο θα έχουμε : $\text{θερμ.Ιαν.2014} = 1.02 * \text{θερμ.Ιαν.2012}$.

Συνολικά οι υπολογισμοί για όλους τους μήνες σε όλα τα έτη πρόβλεψης φαίνονται στους πίνακες στο παράρτημα ενώ εδώ παραθέτουμε τον πίνακα με τη μέση αύξηση της θερμοκρασίας ανά 2 έτη πρόβλεψης:

Πίνακας 6.5 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

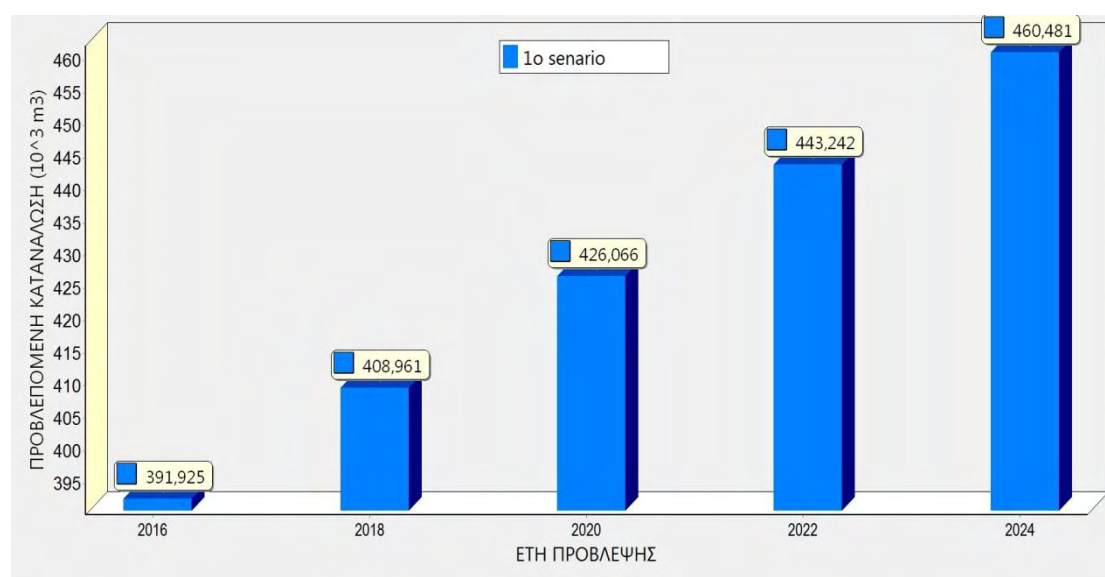
ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	19,0
2018	19,7
2020	20,4
2022	21,2
2024	21,9

Ο αριθμός των υδρομέτρων και η ειδική κατανάλωση λαμβάνονται σύμφωνα με τους πίνακες που προηγήθηκαν στο παρόν κεφάλαιο.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανα δύο χρόνια και για το εξεταζόμενο σενάριο έχουν ως εξής:

Πίνακας 6.6 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	391925
2018	408961
2020	426066
2022	433242
2024	460481



Εικόνα 6.2 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος (σενάριο 1).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 1^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

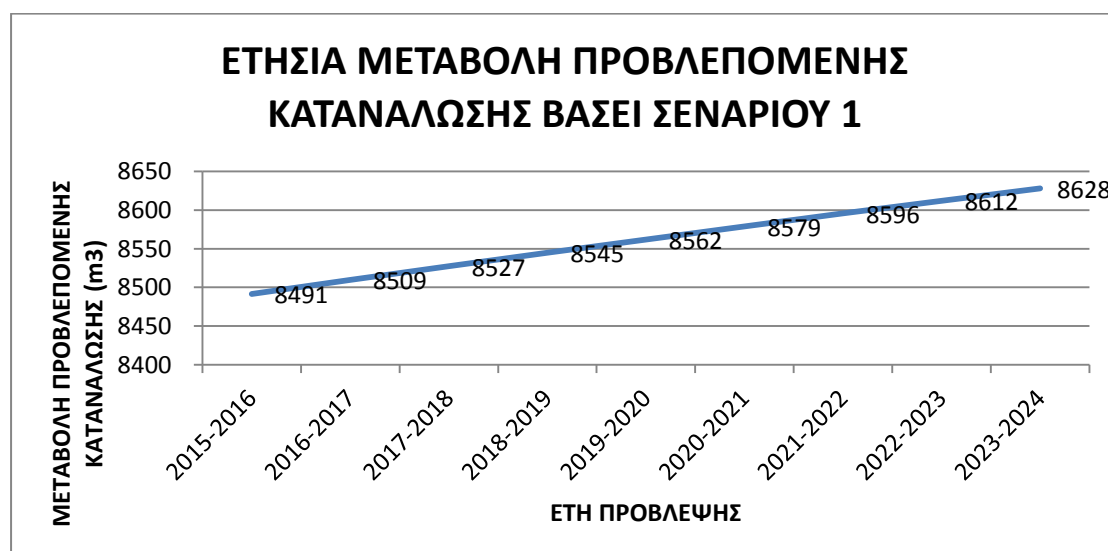
Στο σενάριο αυτό μελετάται η περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας σε όλους τους μήνες του κάθε έτους για τα επόμενα δέκα χρόνια. Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε, όπως ήταν αναμενόμενο, μια πολύ σημαντική αύξηση της κατανάλωσης. Συγκεκριμένα μέσα σε 10 μόνο χρόνια η κατανάλωση εκτοξεύεται από 383.433 m³ που προβλέπεται για το 2015 σε 460.482 m³ στο έτος 2024.

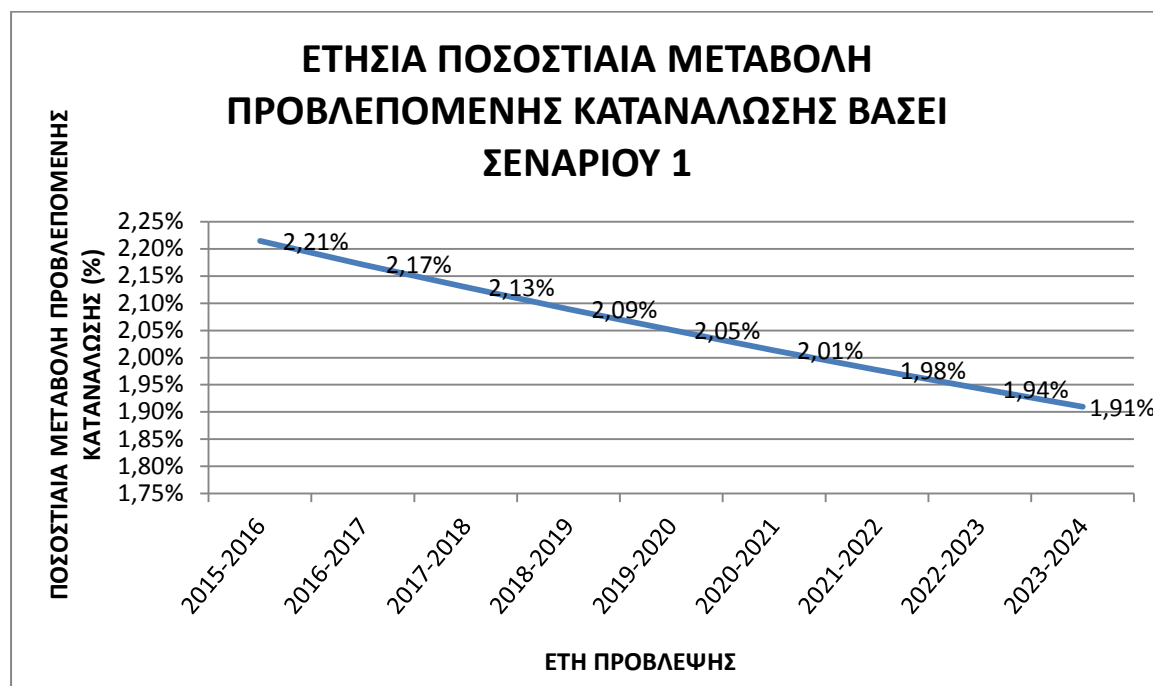
Ουσιαστικά μιλάμε για μια αύξηση της τάξης του 20,09 % περίπου (77.050 m³) και είναι απόλυτα λογικό καθώς υποθέσαμε πολύ έντονες κλιματολογικές αλλαγές.

Όσον αφορά την μεταβολή της προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά 2 έτη , παρατηρείται μια μικρή αλλά όχι αμελητέα μείωση αυτής στο πέρασμα των χρόνων. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα φαίνονται ξεκάθαρα στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί:

Πίνακας 6.7 : Μεταβολή κατανάλωσης ανά έτος βάσει 1^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	8491	2,21
2016-2017	8509	2,17
2017-2018	8527	2,13
2018-2019	8545	2,09
2019-2020	8562	2,05
2020-2021	8579	2,01
2021-2022	8596	1,98
2022-2023	8612	1,94
2023-2024	8628	1,91





Εικόνα 6.3 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος.

2^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Μείωση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος για όλους τους μήνες.

Το σενάριο αυτό είναι ακριβώς αντίθετο με το παραπάνω σενάριο. Εδώ υποθέτουμε μια μείωση της θερμοκρασίας σε όλους τους μήνες για τα επόμενα 10 χρόνια. Όπως είπαμε και προηγουμένως επειδή η θερμοκρασία έχει θετική ελαστικότητα από τη στιγμή που υποθέτουμε μείωση θερμοκρασίας, περιμένουμε και μείωση της κατανάλωσης.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη θερμοκρασία θεωρώντας ισόποση μείωση μηνιαία. Για παράδειγμα, το έτος 2014 για το μήνα Ιανουάριο θα έχουμε : $\text{θερμ.Ιαν.2014} = 0,98 * \text{θερμ.Ιαν.2012}$.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής:

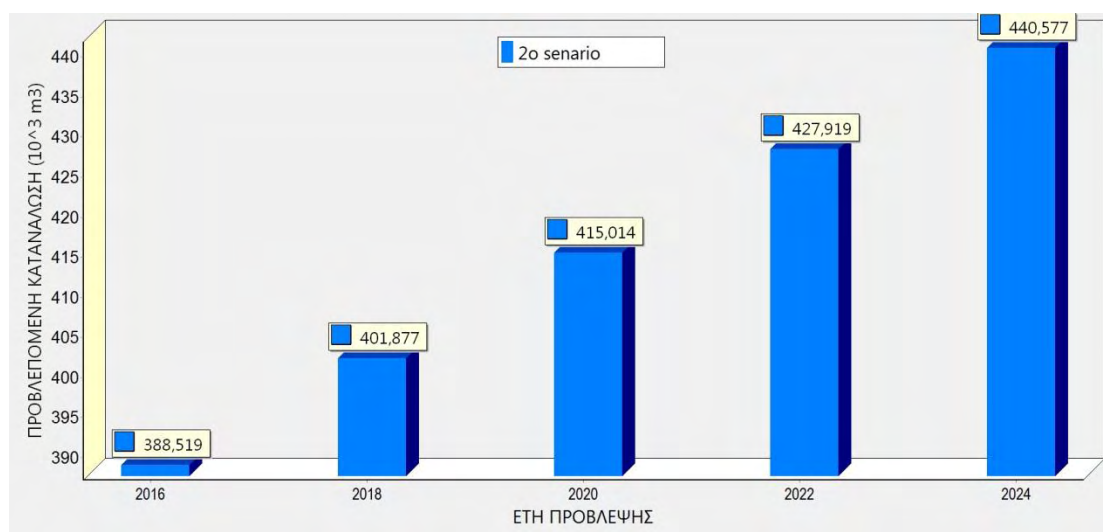
Πίνακας 6.8 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	17,5
2018	16,8
2020	16,1
2022	15,3
2024	14,6

Ο αριθμός των υδρομέτρων και η ειδική κατανάλωση λαμβάνονται ακριβώς όπως και στο 1^ο σενάριο και τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Πίνακας 6.9 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	388519
2018	401877
2020	415014
2022	427919
2024	440577



Εικόνα 6.4 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση μείωσης της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος (σενάριο 2).

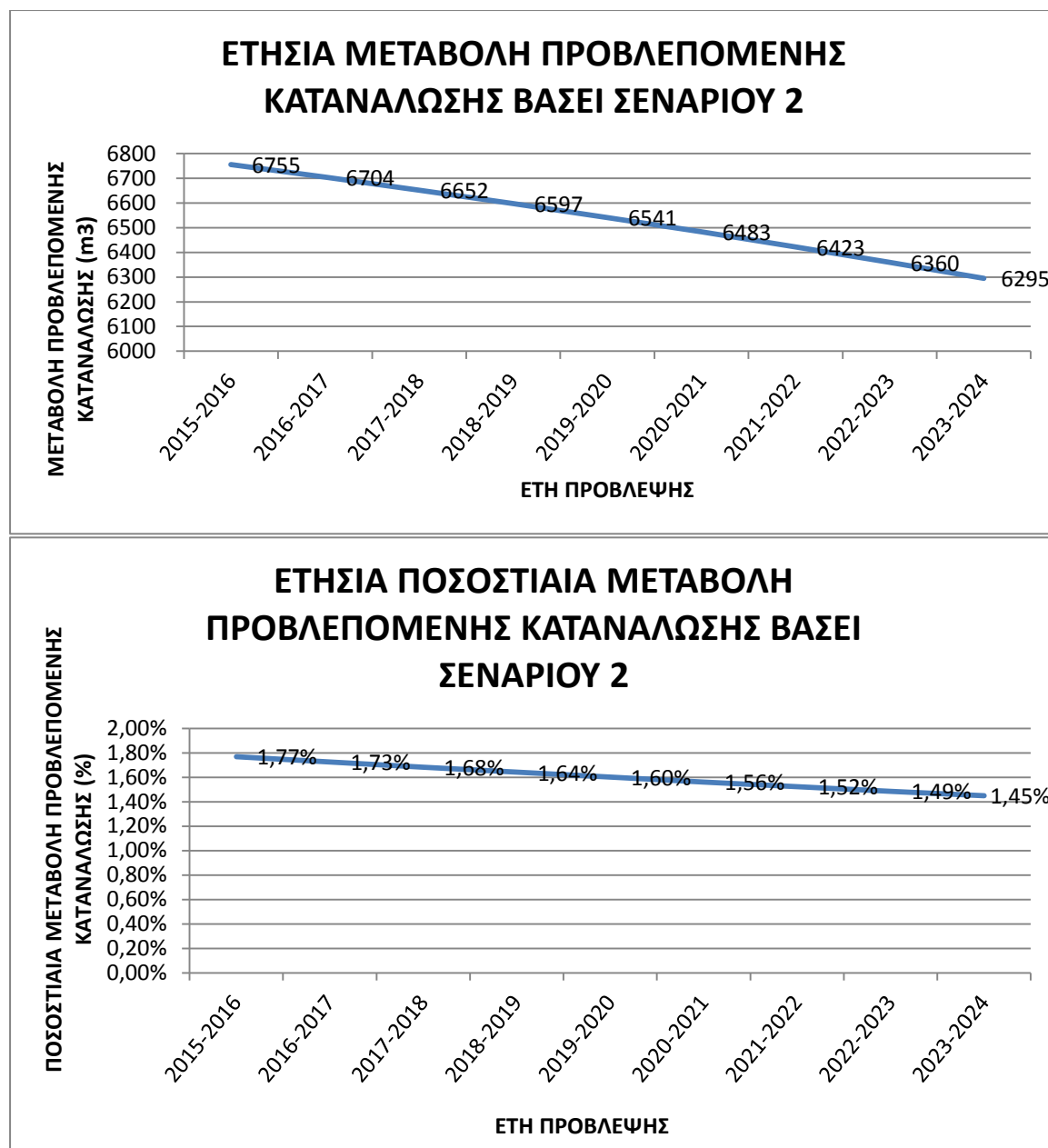
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 2^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Τα αποτελέσματα δεν είναι όπως ακριβώς τα περιμέναμε. Συγκεκριμένα η κατανάλωση από 381.764 m³ νερό που ήταν το 2015 αυξάνεται σε 440.574 m³ στα τέλη του 2024. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε αύξηση της κατανάλωσης της τάξεως του 15,4% , ή 58.810 m³. Σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε πως η αύξηση αυτή οφείλεται ξεκάθαρα στον αριθμό των υδρομέτρων ο οποίος έχει μεγαλύτερη επιρροή στην εξίσωση της μελλοντικής πρόβλεψης από την θερμοκρασία. Πολύ σημαντική παρατήρηση είναι ότι σε αυτό το σενάριο η μεταβολή της κατανάλωσης είναι κατά 4,3% μειωμένη από το πρώτο σενάριο και αυτό οφείλεται ξεκάθαρα στη μείωση της θερμοκρασίας.

Όσον αφορά τώρα τη μεταβολή της κατανάλωσης στα έτη παρατηρείται κι εδώ μικρή σταδιακή μείωση, όπως αναμέναμε, αφού μιλάμε για μεταβολή. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.10 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 2^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	6755	1,77
2016-2017	6704	1,73
2017-2018	6652	1,68
2018-2019	6597	1,64
2019-2020	6541	1,60
2020-2021	6483	1,56
2021-2022	6423	1,52
2022-2023	6360	1,49
2023-2024	6295	1,45



Εικόνα 6.5 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση μείωσης της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος.

3^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος – Αύγουστος).

Στο σενάριο αυτό μελετάται η μεταβολή της θερμοκρασίας και η επίδρασή της στην κατανάλωση του νερού. Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία έχει θετική ελαστικότητα, άρα με την αύξηση της θερμοκρασίας αναμένουμε αύξηση της κατανάλωσης. Έτσι λοιπόν θεωρούμε μια αύξηση θερμοκρασίας 2% ανά έτος, σε βάθος 10 ετών, μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων σε έτη με πολύ υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη θερμοκρασία θεωρώντας ισόποση αύξησή της στους καλοκαιρινούς μήνες (κρατώντας τη σταθερή για τους υπόλοιπους μήνες). Οπότε για παράδειγμα το έτος 2014, για το μήνα Ιούνιο θα έχουμε : $\text{θερμ.Ιουν.2014} = 1.02 * \text{θερμ.Ιουν.2012}$.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η μέση αύξηση της θερμοκρασίας στα έτη πρόβλεψης (ανά διετία) :

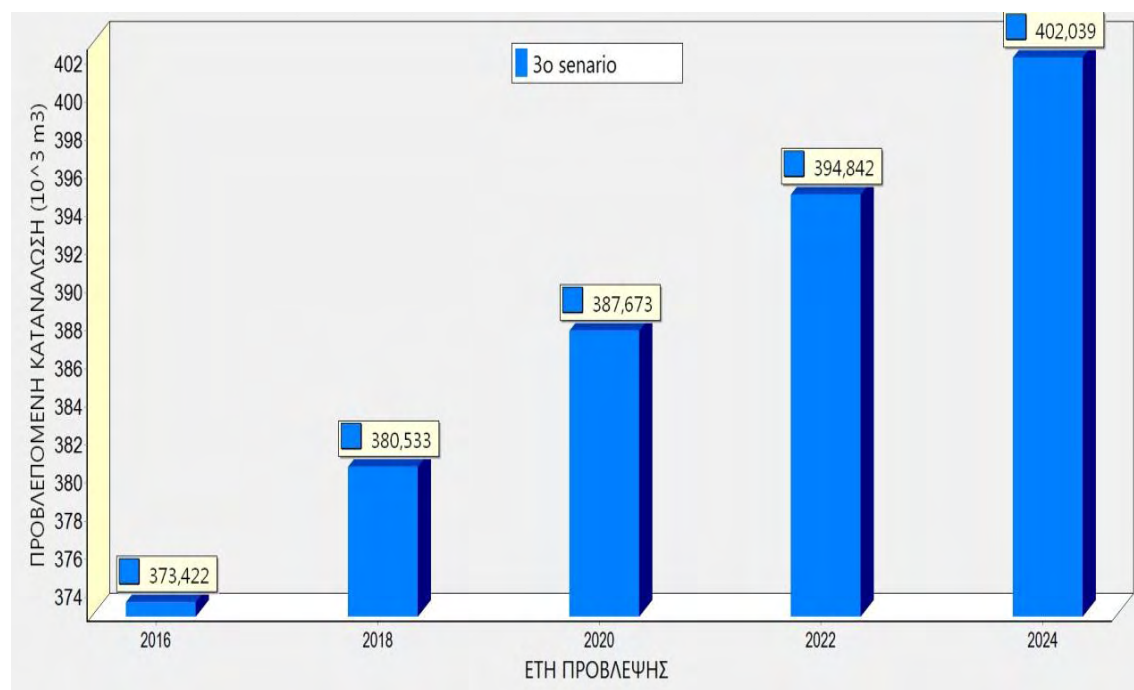
Πίνακας 6.11 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C ^ο)
2016	19,3
2018	20,0
2020	20,6
2022	21,3
2024	22,0

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανα δύο έτη και για το εξεταζόμενο σενάριο έχουν ως εξής:

Πίνακας 6.12 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	373422
2018	380533
2020	387673
2022	394842
2024	402039



Εικόνα 6.6 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο, ανά έτος (σενάριο 3).

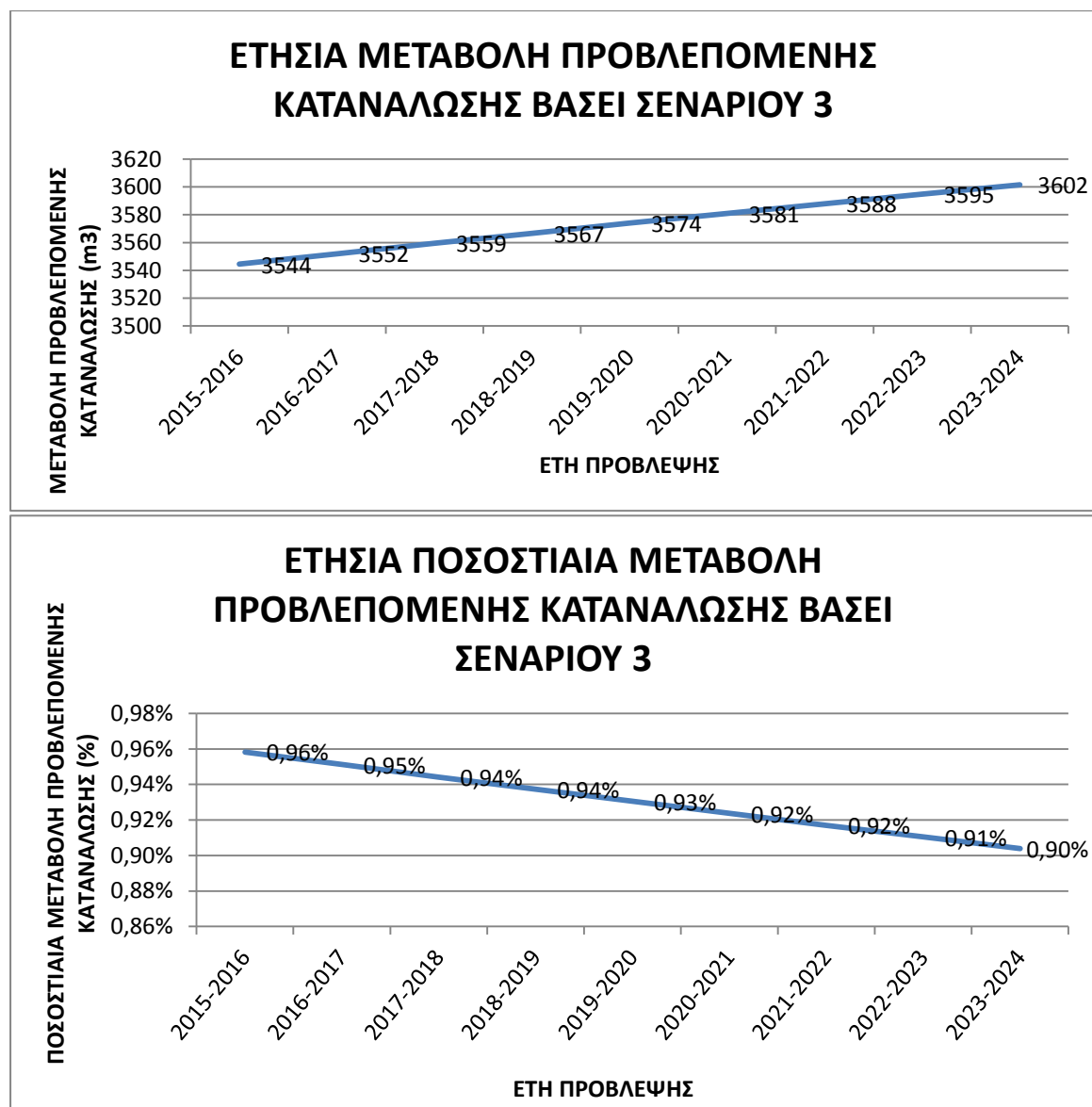
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 3^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Στο σενάριο λοιπόν αυτό μελετάται η περίπτωση στα επόμενα 10 χρόνια που θα ακολουθήσουν να υπάρξει μια αύξηση της θερμοκρασίας στους καλοκαιρινούς μήνες κάθε έτους. Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε, όπως ήταν αναμενόμενο, μια σημαντική αύξηση της κατανάλωσης. Συγκεκριμένα μέσα σε 10 χρόνια η κατανάλωση εκτοξεύεται από 369.877 m³ που προβλέπεται για το 2015 σε 402.038 m³ στο έτος 2024. Ουσιαστικά μιλάμε για μια αύξηση της τάξης του 8,7% (32.162 m³) και είναι απόλυτα λογικό καθώς υποθέσαμε αυστηρές κλιματολογικές αλλαγές, σε μήνες που ήδη έχουν μεγάλες απαιτήσεις ύδρευσης.

Όσον αφορά την μεταβολή της προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά 2 έτη , παρατηρείται μια πολύ μικρή αύξηση αυτής στο πέρασμα των χρόνων. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα φαίνονται ξεκάθαρα στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί:

Πίνακας 6.13 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 3^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	3544	0,96
2016-2017	3552	0,95
2017-2018	3559	0,94
2018-2019	3567	0,94
2019-2020	3574	0,93
2020-2021	3581	0,92
2021-2022	3588	0,92
2022-2023	3595	0,91
2023-2024	3602	0,90



Εικόνα 6.7 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% τους καλοκαιρινούς μήνες ανά έτος.

4^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος για τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος για τους χειμερινούς (Νοέμβρης - Φεβρουάριος).

Στο σενάριο αυτό μελετάται ξανά η μεταβολή της θερμοκρασίας και η επίδρασή της στην κατανάλωση του νερού. Όπως ακριβώς έγινε και στο προηγούμενο σενάριο, θεωρούμε μια αύξηση θερμοκρασίας 2% ανά έτος ,στους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, και επιπλέον μείωσή της κατά 2% τους χειμερινούς μήνες Νοέμβριο – Φεβρουάριο. Πάλι η πρόβλεψη γίνεται σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων σε έτη με πολύ υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες και πολύ χαμηλές χειμερινές.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη θερμοκρασία θεωρώντας ισόποση αύξησή της στους καλοκαιρινούς μήνες , ισόποση μείωσή της στους χειμερινούς (Νοέμβρη έως Φεβρουάριο) και κρατώντας τη σταθερή για τους υπόλοιπους μήνες.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η μέση μεταβολή της θερμοκρασίας στα έτη πρόβλεψης (ανά διετία) :

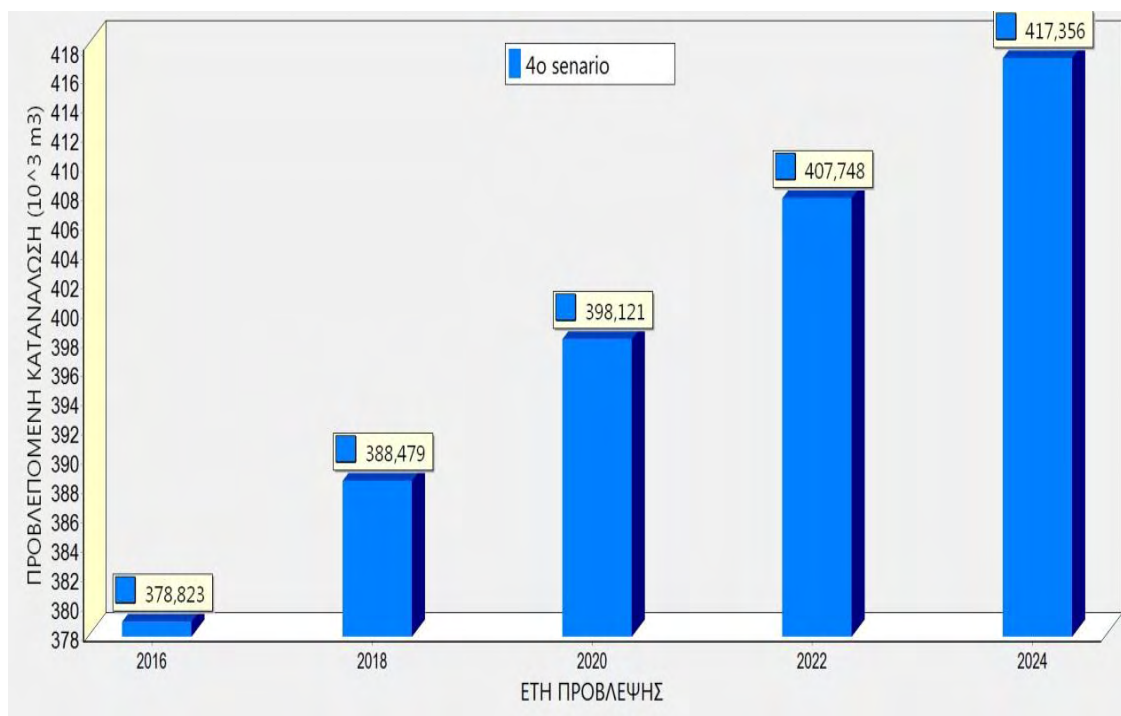
Πίνακας 6.14 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C ^ο)
2016	18,7
2018	19,0
2020	19,3
2022	19,7
2024	20,0

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανα δύο έτη και για το παραπάνω σενάριο έχουν ως εξής:

Πίνακας 6.15 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	378823
2018	388479
2020	398121
2022	407748
2024	417356



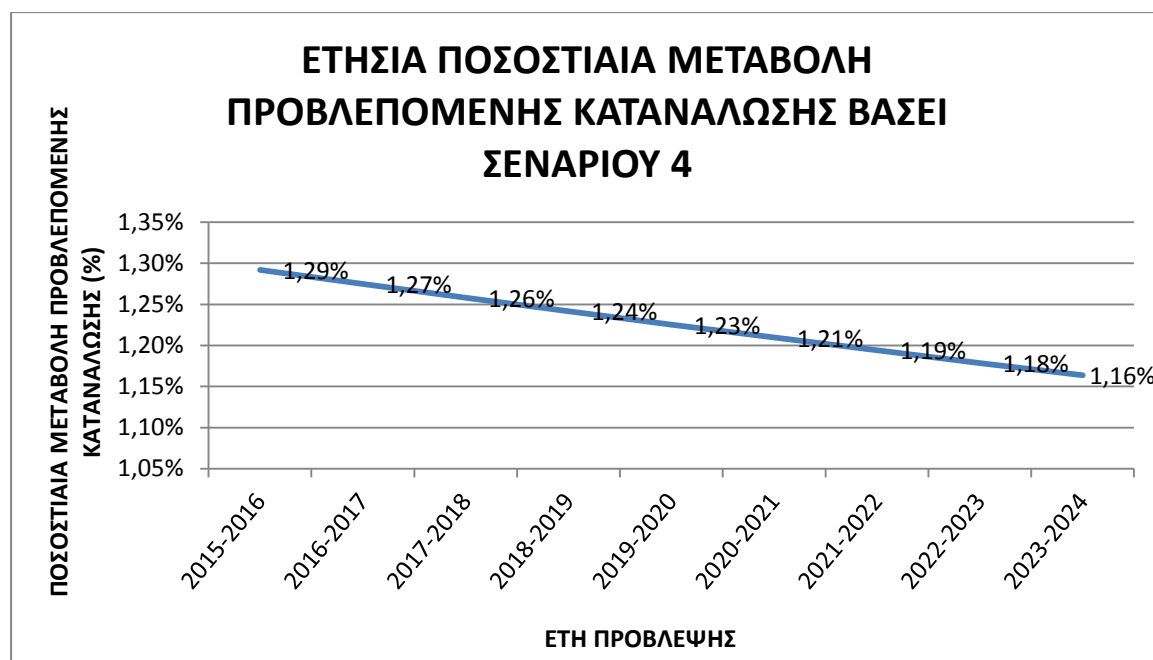
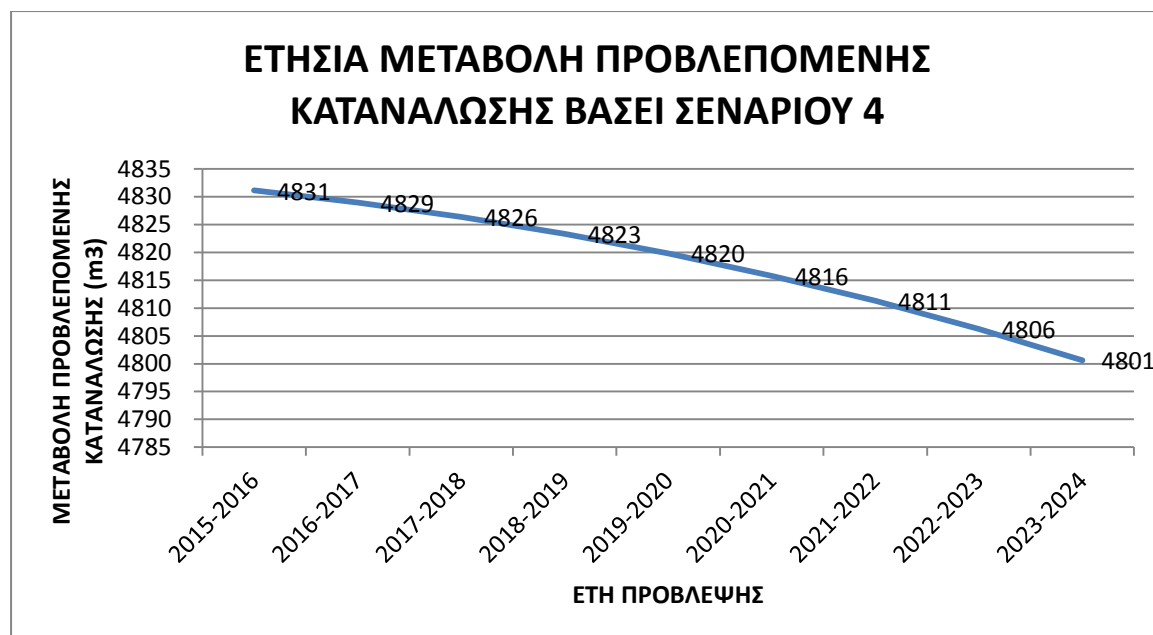
Εικόνα 6.8 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο και μείωσής της κατά 2% στους μήνες Νοέμβριο – Φεβρουάριο, ανά έτος (σενάριο 4).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 4^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Στο σενάριο λοιπόν αυτό μελετάται η περίπτωση στα 10 χρόνια που θα ακολουθήσουν να υπάρξει μια αύξηση της θερμοκρασίας στους καλοκαιρινούς και μείωσή της στους χειμερινούς μήνες κάθε έτους. Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε αύξηση της κατανάλωσης. Συγκεκριμένα μέσα στα 10 χρόνια η κατανάλωση εκτοξεύεται από 373.991 m³ που προβλέπεται για το 2015 σε 417.355 m³ στο έτος 2024. Ουσιαστικά μιλάμε για μια αύξηση της τάξης του 11,59% (43.364 m³), πράγμα που δε σημαίνει κατ' ανάγκη ότι η αύξηση θερμοκρασίας των καλοκαιρινών υπερिशχύει της μείωσης των χειμερινών, καθώς παίζει πολύ σημαντικότερο ρόλο ο αριθμός των υδρομέτρων μέσα στην εξίσωση. Η πραγματική κατάσταση φαίνεται καλύτερα στη μεταβολή της κατανάλωσης που ακολουθεί, που όπως βλέπουμε ακολουθεί φθίνουσα πορεία.

Πίνακας 6.16 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 4^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	4831	1,29
2016-2017	4829	1,27
2017-2018	4826	1,26
2018-2019	4823	1,24
2019-2020	4820	1,23
2020-2021	4816	1,21
2021-2022	4811	1,19
2022-2023	4806	1,18
2023-2024	4801	1,16



Εικόνα 6.9: Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2% τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωσής της τους χειμερινούς, ανά έτος.

5^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος για όλους τους μήνες.

Σε αυτό το σενάριο μελετάται η επίδραση της μεταβολής της βροχόπτωσης στην μελλοντική κατανάλωση νερού από τους κατοίκους της πόλης της Σκιάθου. Όπως ήδη έχει αναφερθεί και παραπάνω, η βροχόπτωση έχει αρνητική ελαστικότητα, άρα είναι προφανές πως αν υπάρξει αύξηση της βροχόπτωσης συνεπάγεται και μείωση της κατανάλωσης (αν ήταν η μοναδική μεταβλητή της εξίσωσης). Άρα θεωρούμε μια αύξηση βροχόπτωσης 4% ανά έτος, σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων σε έτη με πολύ έντονα καιρικά φαινόμενα.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη βροχόπτωση θεωρώντας ισόποση αύξηση βροχόπτωσης στους μήνες, οπότε για παράδειγμα για το έτος 2014 και για το μήνα Ιανουάριο θα έχουμε: $\text{βροχ.Ιαν.2014} = 1,04 * \text{βροχ.Ιαν.2012}$.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής:

Πίνακας 6.17: Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

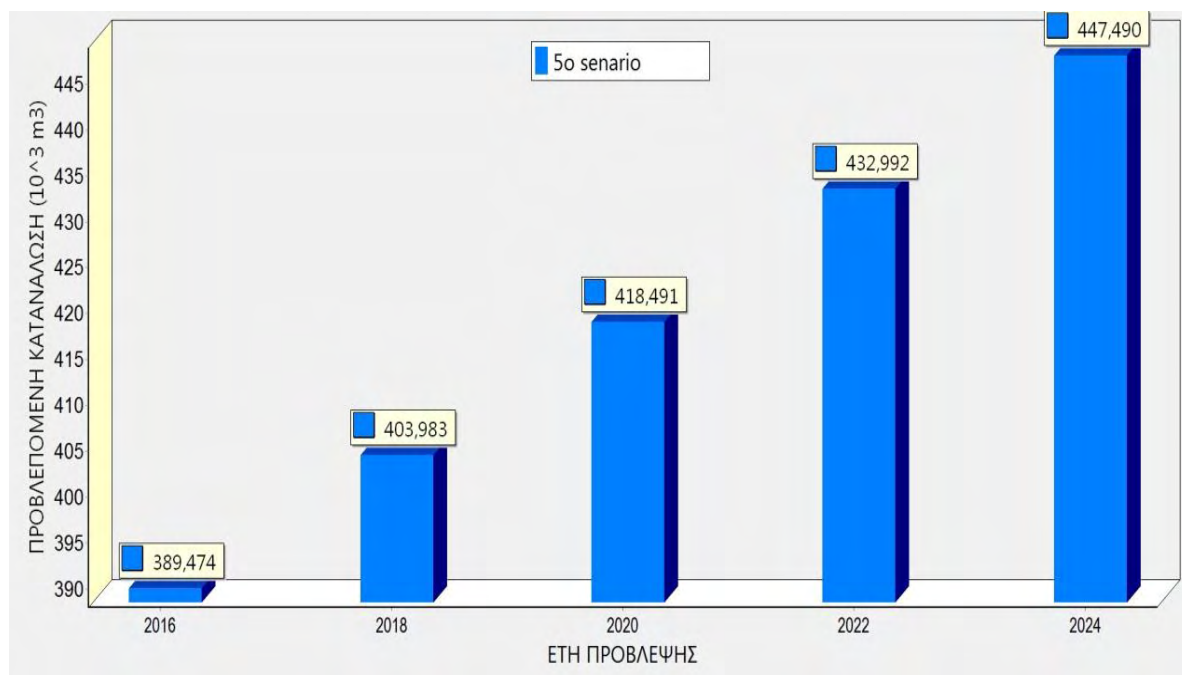
ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	78,3
2018	84,1
2020	89,9
2022	95,7
2024	101,5

Ο αριθμός των υδρομέτρων στο πέρασμα των χρόνων μεταβάλλεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τα προηγούμενα σενάρια.

Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω τιμές μελλοντικής κατανάλωσης :

Πίνακας 6.18 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	389474
2018	403983
2020	418491
2022	432992
2024	447490



Εικόνα 6.10 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση αύξησης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος (σενάριο 5).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 5^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Τα αποτελέσματα αυτού του σεναρίου δεν είναι αναμενόμενα. Παρατηρείται μια αύξηση της κατανάλωσης της τάξης του 17,08% (65.273 m³). Η αύξηση αυτή οφείλεται στον αυξανόμενο αριθμό των υδρομέτρων ο οποίος έχει μεγαλύτερη επιρροή στην εξίσωση της μελλοντικής πρόβλεψης από την βροχόπτωση. Αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς η βροχόπτωση έχει πολύ μικρή ελαστικότητα, μόλις 0,026 . Άρα ακόμα και με τεράστια μείωση ή αύξηση της βροχόπτωσης τα αποτελέσματα της μελλοντικής κατανάλωσης διαφέρουν λίγο.

Όσον αφορά την ετήσια μεταβολή της κατανάλωσης, έχουμε μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.19 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 5^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	7256	1,90
2016-2017	7256	1,86
2017-2018	7255	1,83
2018-2019	7254	1,80
2019-2020	7253	1,76
2020-2021	7252	1,73
2021-2022	7251	1,70
2022-2023	7249	1,67
2023-2024	7248	1,65



Εικόνα 6.11 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος.

6^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος για όλους του μήνες.

Σε αυτό το σενάριο μελετάται η επίδραση της μείωσης της βροχόπτωσης στην μελλοντική κατανάλωση νερού για την πόλη της Σκιάθου. Η βροχόπτωση έχει αρνητική ελαστικότητα, άρα με τη μείωση της βροχόπτωσης αναμένουμε αύξηση της κατανάλωσης (αν η βροχόπτωση ήταν η μοναδική μεταβλητή της εξίσωσης). Άρα θεωρούμε μια μείωση βροχόπτωσης 4% ανά έτος, σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων σε έτη με πολύ έντονα καιρικά φαινόμενα.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη βροχόπτωση θεωρώντας ισόποση μείωση βροχόπτωσης στους μήνες, οπότε για παράδειγμα για το έτος 2014 και για το μήνα Ιανουάριο θα έχουμε : $\text{βροχ.Ιαν.2014} = 0,96 * \text{βροχ.Ιαν.2012}$.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής :

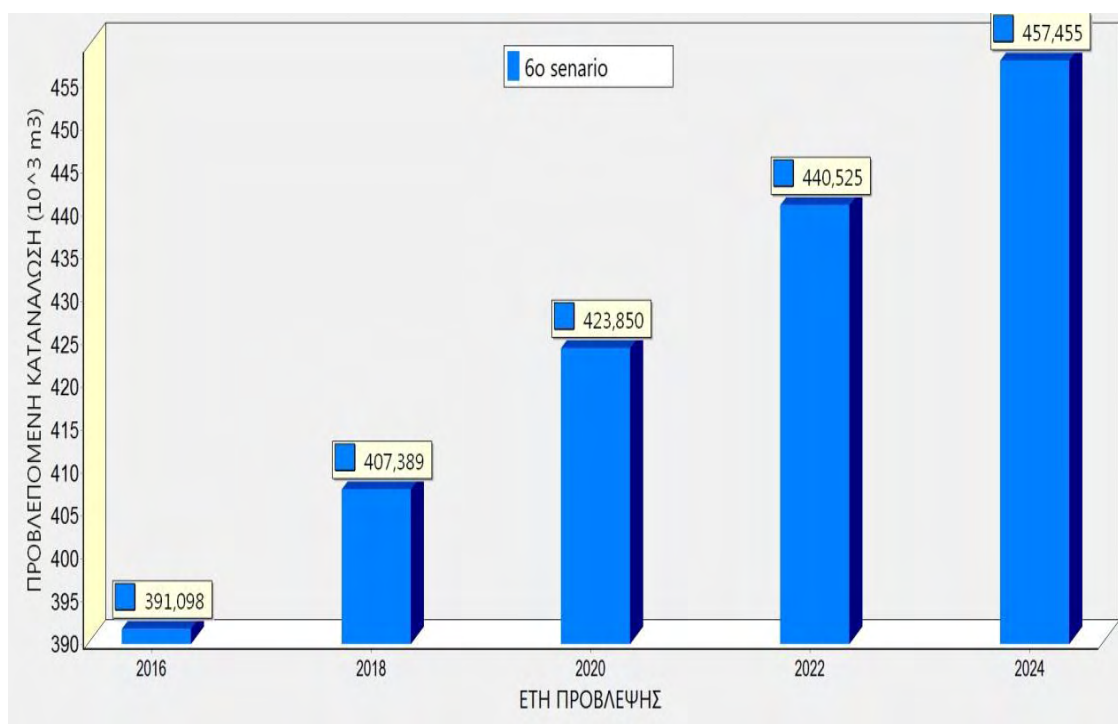
Πίνακας 6.20 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	63,8
2018	58,0
2020	52,2
2022	46,4
2024	40,6

Προκύπτουν οι παρακάτω τιμές μελλοντικής κατανάλωσης :

Πίνακας 6.21 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	391098
2018	407389
2020	423850
2022	440525
2024	457455



Εικόνα 6.12 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση μείωσης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος (σενάριο 6).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 6^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Όπως περιμέναμε, η μείωση της βροχόπτωσης επέφερε αύξηση της κατανάλωσης και σε συνδυασμό με την αύξηση του αριθμού των υδρομέτρων οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση κατανάλωσης από το προηγούμενο σενάριο. Συγκεκριμένα το 2015 η κατανάλωση προβλέπεται κοντά στις 383.012 m³ νερού και φτάνει το 2024 να κυμαίνεται στα 457.457 m³, δηλαδή διαφορά 19,44% (74.445 m³).

Όσον αφορά τώρα τη μεταβολή της κατανάλωσης, παρατηρείται και εδώ μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.22 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 6^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	8087	2,11
2016-2017	8124	2,08
2017-2018	8164	2,04
2018-2019	8208	2,01
2019-2020	8256	1,99
2020-2021	8308	1,96
2021-2022	8366	1,94
2022-2023	8430	1,91
2023-2024	8502	1,89



Εικόνα 6.13 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση μείωσης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος

7^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος μόνο για τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο.

Σε αυτό το σενάριο μελετάται η επίδραση της μεταβολής της βροχόπτωσης στην μελλοντική κατανάλωση. Η βροχόπτωση έχει αρνητική ελαστικότητα, άρα με αυτή την αύξηση αναμένουμε μείωση της κατανάλωσης. Άρα θεωρούμε μια αύξηση βροχόπτωσης 4% ανά έτος από Οκτώβριο έως Μάρτιο, σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων.

Ουσιαστικά στο σενάριο αυτό μεταβάλλουμε ανά έτος τη βροχόπτωση θεωρώντας ισόποση αύξηση βροχόπτωσης στους μήνες, οπότε για παράδειγμα για το έτος 2014 και για το μήνα Οκτώβριο θα έχουμε : $\text{βροχ.Οκτ.2014} = 1,04 * \text{βροχ.Οκτ.2012}$.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής :

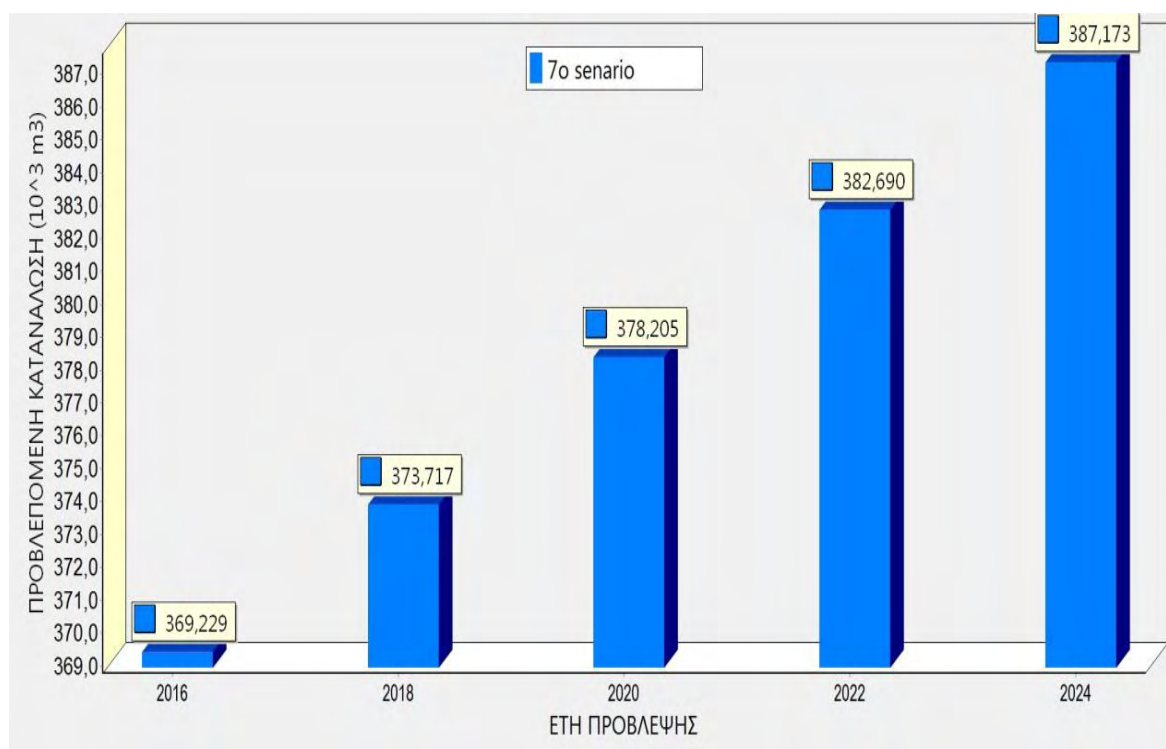
Πίνακας 6.23 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	76,8
2018	81,0
2020	85,3
2022	89,6
2024	93,8

Προκύπτουν οι παρακάτω τιμές μελλοντικής κατανάλωσης :

Πίνακας 6.24 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	369229
2018	373717
2020	378205
2022	382690
2024	378173



Εικόνα 6.14 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση αύξησης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο (σενάριο 7).

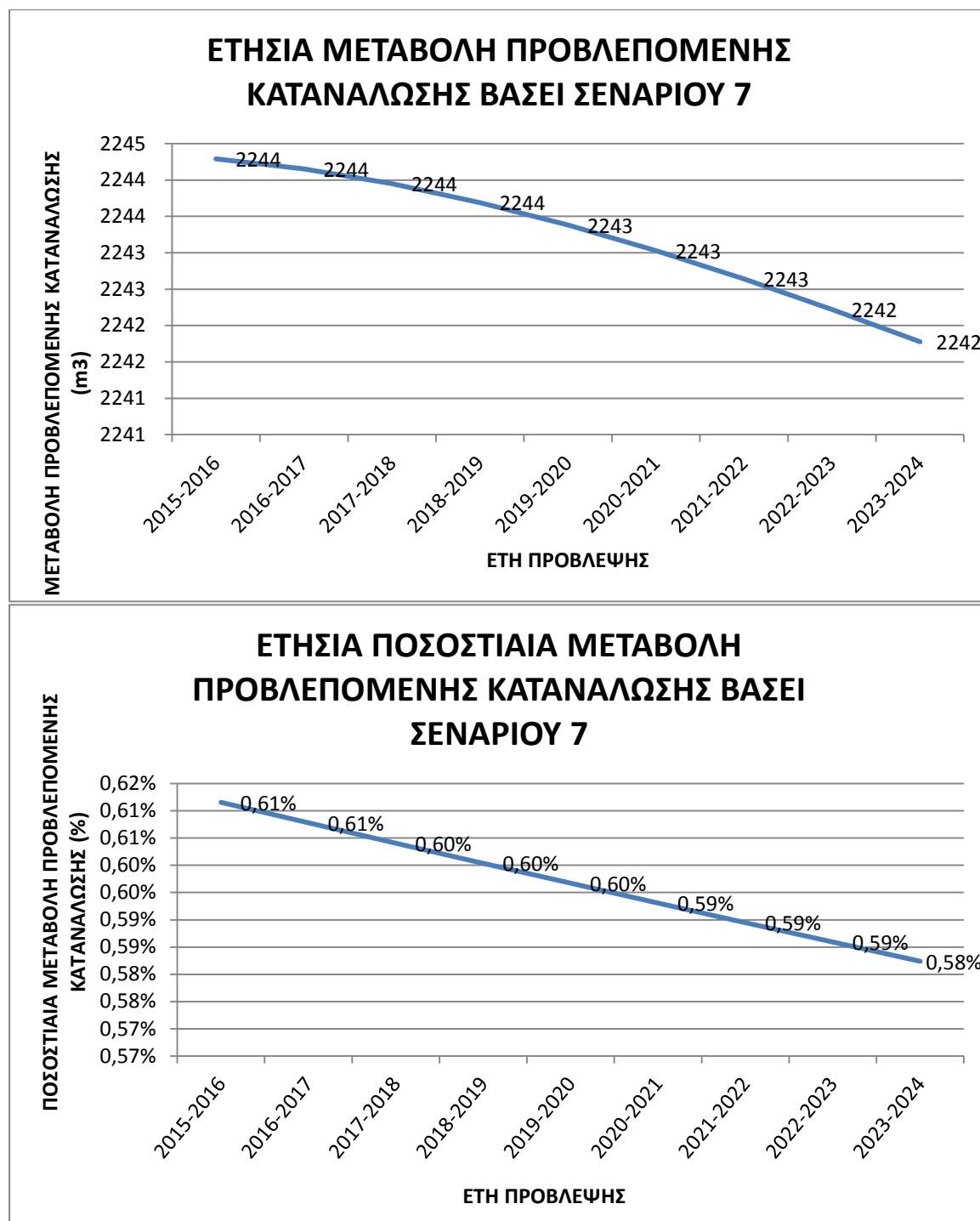
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 7^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Τα αποτελέσματα αυτού του σεναρίου δεν είναι αναμενόμενα. Παρατηρείται μια αύξηση της κατανάλωσης της τάξης του 5,5% (20.189 m³). Η αύξηση αυτή οφείλεται στον αυξανόμενο αριθμό των υδρομέτρων ο οποίος έχει μεγαλύτερη επιρροή στην εξίσωση της μελλοντικής πρόβλεψης από την βροχόπτωση. Αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς η βροχόπτωση έχει πολύ μικρή ελαστικότητα, μόλις 0,026. Άρα ακόμα και με τεράστια μείωση ή αύξηση της βροχόπτωσης τα αποτελέσματα της μελλοντικής κατανάλωσης διαφέρουν λίγο.

Όσον αφορά την ετήσια μεταβολή της κατανάλωσης, έχουμε μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.25 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 7^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	2244	0,61
2016-2017	2244	0,61
2017-2018	2244	0,60
2018-2019	2244	0,60
2019-2020	2243	0,60
2020-2021	2243	0,59
2021-2022	2243	0,59
2022-2023	2242	0,59
2023-2024	2242	0,58



Εικόνα 6.15 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης της βροχόπτωσης κατά 4% ανά έτος, μόνο για τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο.

8° ΣΕΝΑΡΙΟ

Υγρασία για όλα τα έτη πρόβλεψης (2014 -2024)

Στο σενάριο αυτό μελετάται η μεταβολή των κλιματολογικών συνθηκών και τι επιρροή έχει στην κατανάλωση του νερού. Αρχικά θεωρούμε συνθήκες υγρασίας. Οι συνθήκες αυτές επιτυγχάνονται αν θεωρήσουμε μεγάλη αύξηση της βροχόπτωσης και μικρή μείωση της θερμοκρασίας, καθώς εάν παρατηρήσουμε και τις ελαστικότητες, η ελαστικότητα της βροχόπτωσης έχει μικρή απόλυτη τιμή και είναι αρνητική, που σημαίνει ότι μικρή αύξησή της προκαλεί μεγάλη σχετικά μείωση της κατανάλωσης. Η ελαστικότητα της θερμοκρασίας έχει μεγάλη απόλυτη τιμή και είναι θετική, οπότε και μείωση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει μείωση της κατανάλωσης. Γι' αυτό λοιπόν θεωρούμε μείωση της θερμοκρασίας ίση με 2% ανά έτος και αύξηση της βροχόπτωσης ίση με 4% ανά έτος για να προσεγγίσουμε κατά το δυνατόν βέλτιστες συνθήκες υγρασίας.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής :

Πίνακας 6.26 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	17,5
2018	16,8
2020	16,1
2022	15,3
2024	14,6

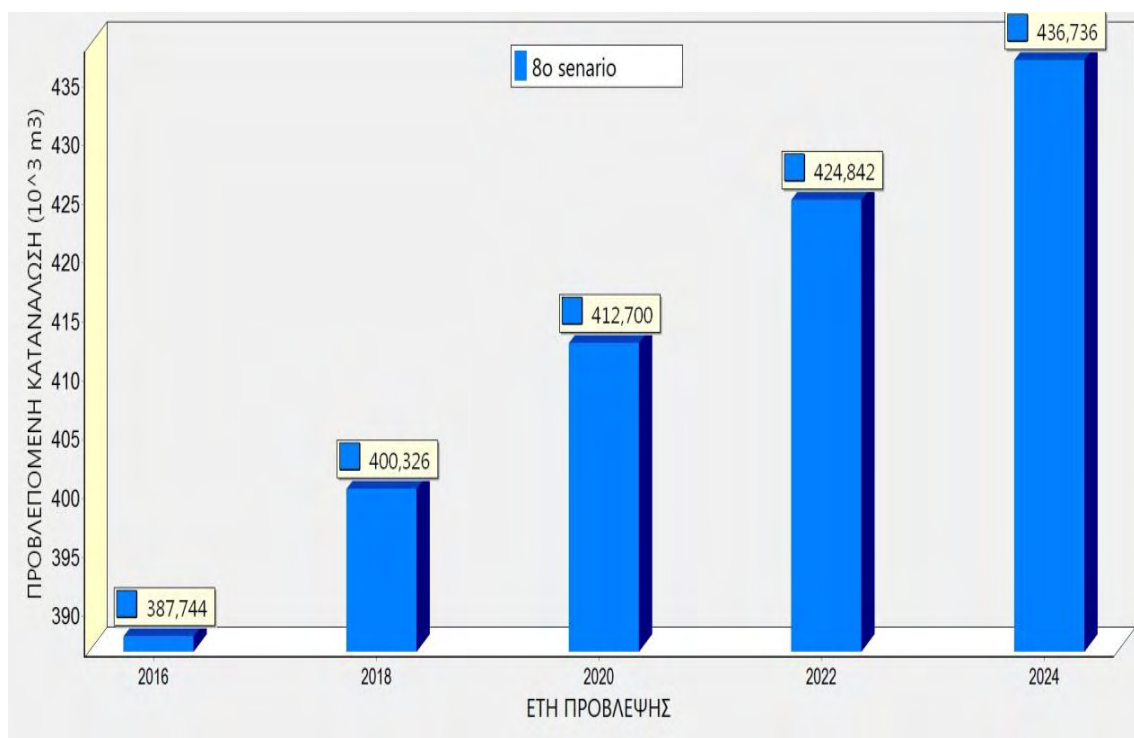
Πίνακας 6.27 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	78,3
2018	84,1
2020	89,9
2022	95,7
2024	101,5

Η πρόβλεψη του αριθμού των υδρομέτρων γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο και τα αποτελέσματα του σεναρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.28 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	387744
2018	400326
2020	412700
2022	424842
2024	436736



Εικόνα 6.16 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση για τα έτη 2016-2024 για την περίπτωση υγρασίας (σενάριο 8).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 8^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Και σε αυτό το σενάριο έχουμε αύξηση της κατανάλωσης αλλά σχετικά μειωμένη από τα προηγούμενα σενάρια. Εδώ η συνολική μεταβολή της κατανάλωσης είναι 14,52% (55.361 m³). Βέβαια σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε πως αν δεν υποθέταμε αύξηση του αριθμού των υδρομέτρων τότε η κατανάλωση σε καμία περίπτωση δεν θα αυξάνονταν αλλά αντίθετα όπως παρατηρούμε και στο διάγραμμα που ακολουθεί θα είχαμε σταδιακή μείωση αυτής.

Όσον αφορά τώρα τη μεταβολή της κατανάλωσης στα έτη παρατηρείται και εδώ μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.29 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 8^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	6368	1,67
2016-2017	6318	1,63
2017-2018	6267	1,59
2018-2019	6213	1,55
2019-2020	6158	1,51
2020-2021	6101	1,48
2021-2022	6041	1,44
2022-2023	5980	1,41
2023-2024	5916	1,37



Εικόνα 6.17 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά έτος μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση υγρασίας.

9^ο ΣΕΝΑΡΙΟ

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο.

Σε αυτό το σενάριο μελετάται η επίδραση της μεταβολής της βροχόπτωσης σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία στην μελλοντική κατανάλωση. Η βροχόπτωση έχει αρνητική ελαστικότητα, άρα με αυτή την αύξηση αναμένουμε μείωση της κατανάλωσης. Η θερμοκρασία έχει θετική ελαστικότητα οπότε με την αύξησή της αναμένουμε και αύξηση της κατανάλωσης. Άρα θεωρούμε μια αύξηση βροχόπτωσης 4% ανά έτος από Οκτώβριο έως Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος ,από Ιούνιο έως Αύγουστο, σε βάθος 10 ετών, με σκοπό την πρόβλεψη των καταναλώσεων.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής :

Πίνακας 6.30 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	76,8
2018	81,0
2020	85,3
2022	89,6
2024	93,8

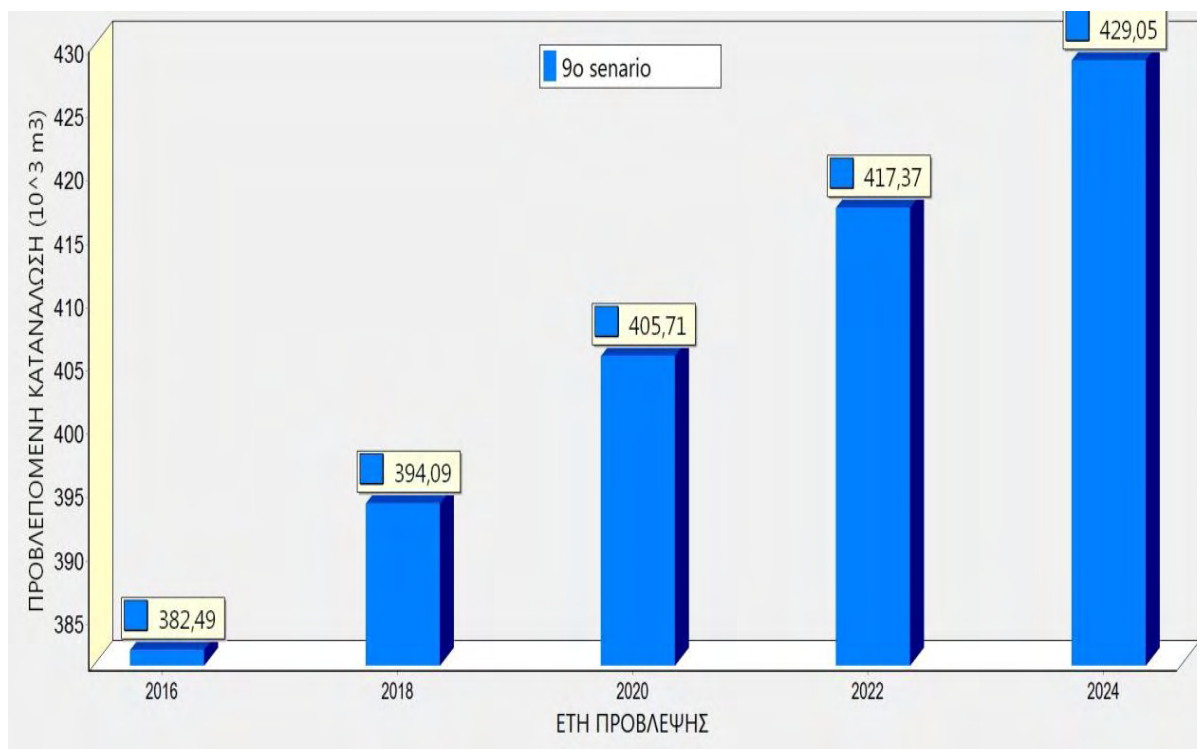
Πίνακας 6.31 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	19,3
2018	20,0
2020	20,6
2022	21,3
2024	22,0

Προκύπτουν οι παρακάτω τιμές μελλοντικής κατανάλωσης :

Πίνακας 6.32 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	382490
2018	394090
2020	405710
2022	417370
2024	429050



Εικόνα 6.18 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση στα έτη 2015-2024 για την περίπτωση αύξησης της βροχόπτωσης κατά 4% στους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος στους μήνες Ιούνιο έως Αύγουστο (σενάριο 9).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 9^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Τα αποτελέσματα αυτού του σεναρίου δεν είναι αναμενόμενα. Παρατηρείται μια αύξηση της κατανάλωσης της τάξης του 13,9% (52.351 m³). Η αύξηση αυτή οφείλεται στον αυξανόμενο αριθμό των υδρομέτρων ο οποίος έχει μεγαλύτερη επιρροή στην εξίσωση της μελλοντικής πρόβλεψης από την βροχόπτωση. Αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς η βροχόπτωση έχει πολύ μικρή ελαστικότητα, μόλις 0,026 . Άρα ακόμα και με τεράστια μείωση ή αύξηση της βροχόπτωσης τα αποτελέσματα της μελλοντικής κατανάλωσης διαφέρουν λίγο.

Όσον αφορά την ετήσια μεταβολή της κατανάλωσης, έχουμε μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6.33 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 9^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	5789	1,54
2016-2017	5796	1,52
2017-2018	5803	1,49
2018-2019	5810	1,47
2019-2020	5817	1,45
2020-2021	5824	1,44
2021-2022	5831	1,42
2022-2023	5837	1,40
2023-2024	5843	1,38





Εικόνα 6.19 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά 2 έτη μελλοντικής πρόβλεψης βάσει 9^{ου} σεναρίου.

10° ΣΕΝΑΡΙΟ

Ξηρασία για όλα τα έτη πρόβλεψης (2015 – 2024)

Το σενάριο αυτό είναι ακριβώς αντίθετο από το σενάριο της υγρασίας. Εδώ έχουμε σαν στόχο όσο το δυνατό καλύτερη προσέγγιση μιας μακράς περιόδου ξηρασίας. Ουσιαστικά αυτό επιτυγχάνεται αν υποθέσουμε ότι για τα επόμενα χρόνια θα έχουμε μείωση των βροχοπτώσεων, που όπως είδαμε και παραπάνω σημαίνει αύξηση της κατανάλωσης και αύξηση της θερμοκρασίας, που έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της κατανάλωσης. Γι' αυτό λοιπόν θεωρούμε αύξηση της θερμοκρασίας ίση με 2% ανά έτος και μείωση της βροχόπτωσης ίση με 4% ανά έτος για να προσεγγίσουμε κατά το δυνατόν βέλτιστες συνθήκες ξηρασίας.

Οι τιμές των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν για την μελλοντική πρόβλεψη κατανάλωσης είναι η εξής :

Πίνακας 6.34 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	19,0
2018	19,7
2020	20,4
2022	21,2
2024	21,9

Πίνακας 6.35 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

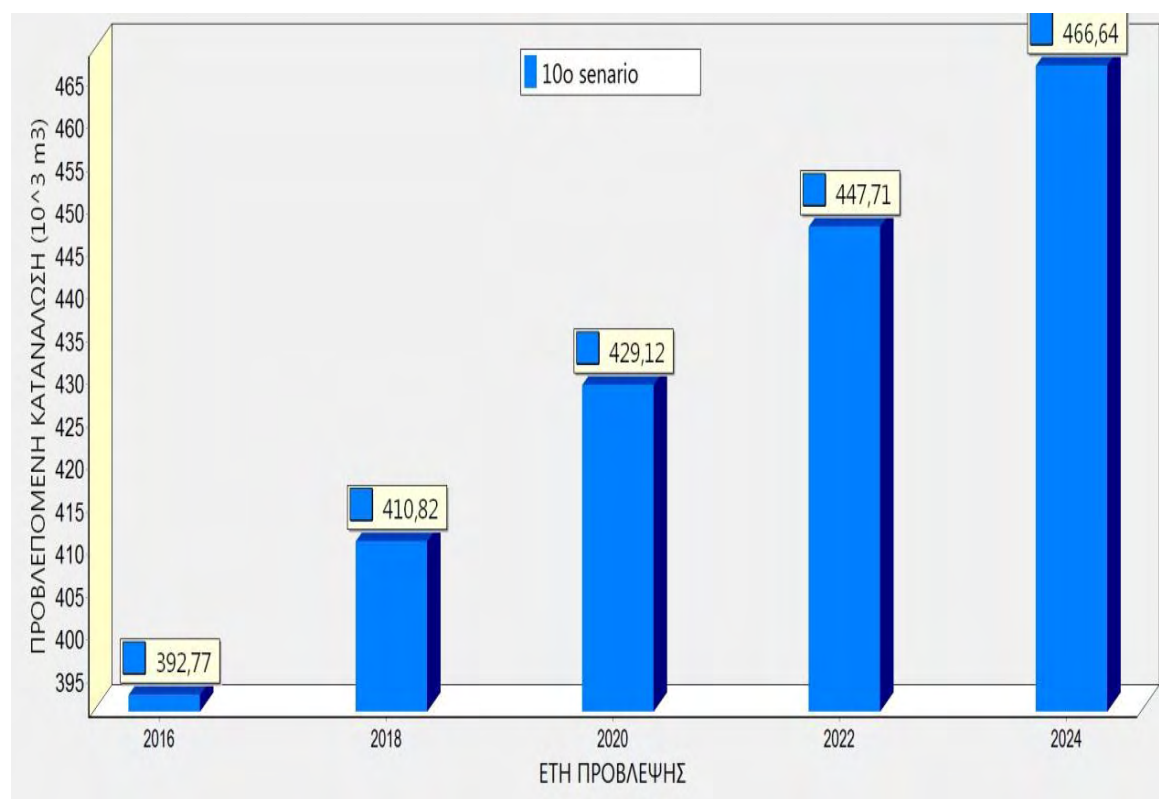
ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	63,8
2018	58,0
2020	52,2
2022	46,4
2024	40,6

Η πρόβλεψη του αριθμού των υδρομέτρων γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που έχουμε περιγράψει προηγουμένως.

Συνολικά οι υπολογισμοί για όλα τα έτη πρόβλεψης φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

Πίνακας 6.36 : Πρόβλεψη κατανάλωσης βάσει 10^ο σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	392770
2018	410820
2020	429120
2022	447710
2024	466640



Εικόνα 6.20 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση στα έτη 2015-2024 για την περίπτωση ξηρασίας (σενάριο 10).

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 10^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

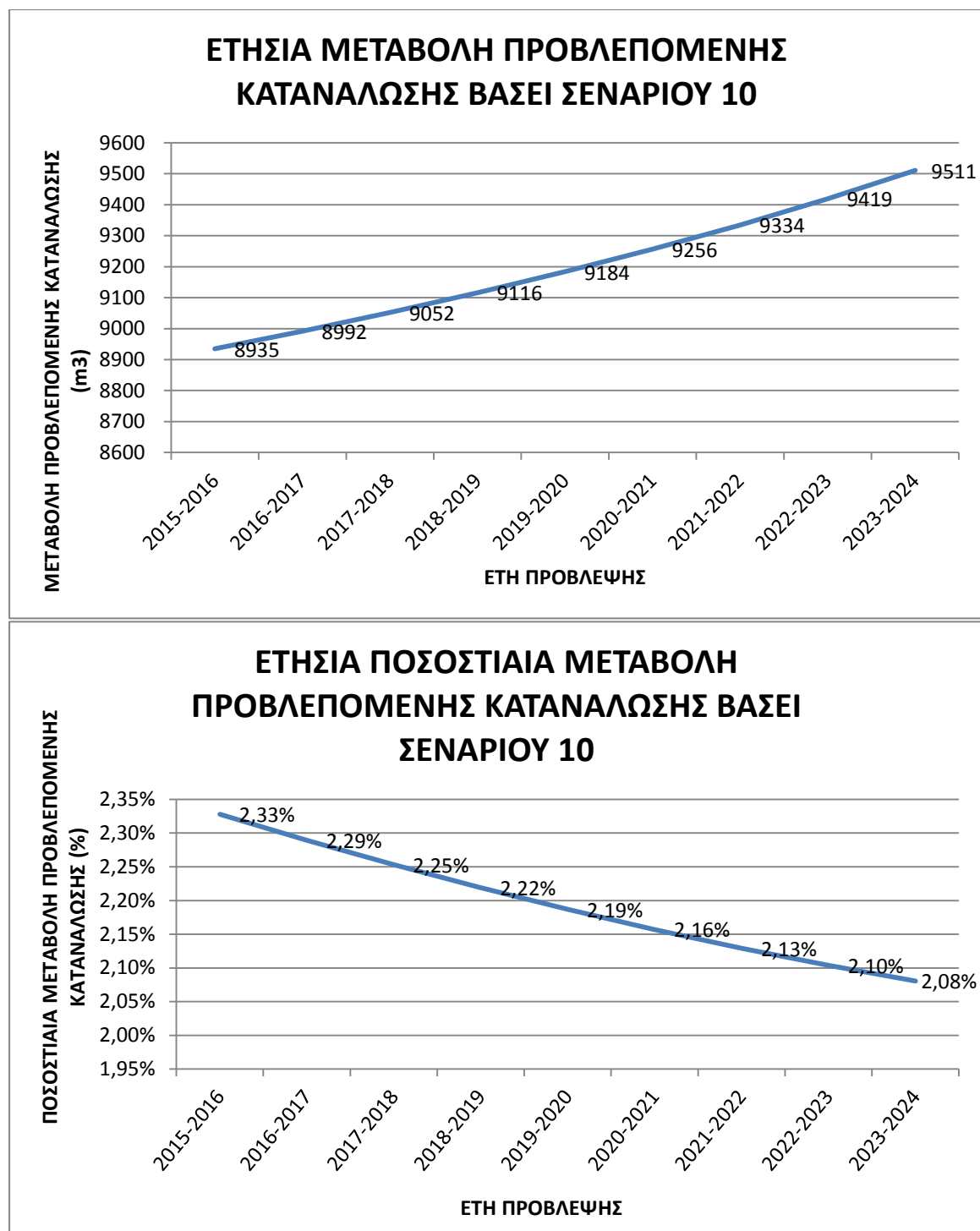
Όπως περιμέναμε ένα από τα πιο ακραία σενάρια που υποθέσαμε οδήγησε σε μεγάλη αύξηση της μελλοντικής κατανάλωσης . Η συνολική μεταβολή στο χρόνο είναι m^3 και κυμαίνεται από 383.840 m^3 στο έτος 2015 μέχρι 466.639 m^3 στο έτος 2024, δηλαδή 21,57%. Είναι εύκολο κανείς να παρατηρήσει πως είναι η μεγαλύτερη αύξηση κατανάλωσης (82.799 m^3) από όλα τα σενάρια που εξετάσαμε έως εδώ και είναι απόλυτα λογικό αν αναλογιστούμε την κατάσταση που επικρατεί σε χώρες με υψηλές θερμοκρασίες και ελάχιστες βροχοπτώσεις όσο αναφορά το νερό και την κατανάλωση αυτού.

Επιπλέον παρατηρήθηκε μείωση στη μεταβολή της κατανάλωσης από έτος σε έτος όσο απομακρυνόμαστε από το έτος βάσης. Βέβαια είναι πολύ χρήσιμο να αναφερθεί ότι παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη μεταβολή ανάμεσα στα χρόνια.

Αναλυτικά οι μεταβολές στα έτη παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 6.37 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 10^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m^3)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	8935	2,33
2016-2017	8992	2,29
2017-2018	9052	2,25
2018-2019	9116	2,22
2019-2020	9184	2,19
2020-2021	9256	2,16
2021-2022	9334	2,13
2022-2023	9419	2,10
2023-2024	9511	2,08



Εικόνα 6.21 : Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά 2 έτη μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση ξηρασίας.

11° ΣΕΝΑΡΙΟ:

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες (Οκτώβριος - Μάρτιος) και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% (Ιούνιος – Αύγουστος).

Αυτό το σενάριο είναι παρόμοιο με το 9° σενάριο με τη διαφορά πως εδώ υποθέτουμε μείωση της βροχόπτωσης στους μήνες από Οκτώβριο μέχρι Μάρτιο. Η αύξηση της θερμοκρασίας παραμένει ίδια με το 9° σενάριο.

Έτσι για τον μήνα Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο θεωρούμε ότι η ποσότητα της βροχόπτωσης θα είναι ίδια με το έτος βάσης μας και η θερμοκρασία θα υπολογίζεται ως εξής : $\text{θερμ.Ιουν}2014 = 1,02 * \text{θερμ.Ιουν}2012$.

Από την άλλη, για τους μήνες Οκτώβριο – Μάρτιο υποθέτουμε ότι οι θερμοκρασίες δεν θα μεταβληθούν με το πέρασμα του χρόνου και έτσι το μόνο που θα αλλάξει θα είναι η ποσότητα της βροχόπτωσης η οποία θα μειωθεί αισθητά. Ο υπολογισμός της βροχόπτωσης για τα χρόνια πρόβλεψης προκύπτει βάσει της σχέσης : $\text{βροχ.Οκτωβ.}2014 = 0,96 * \text{βροχ.Οκτωβ.}2012$.

Οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών και των βροχοπτώσεων παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν:

Πίνακας 6.38 : Μέση θερμοκρασία ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (C°)
2016	19,3
2018	20,0
2020	20,6
2022	21,3
2024	22,0

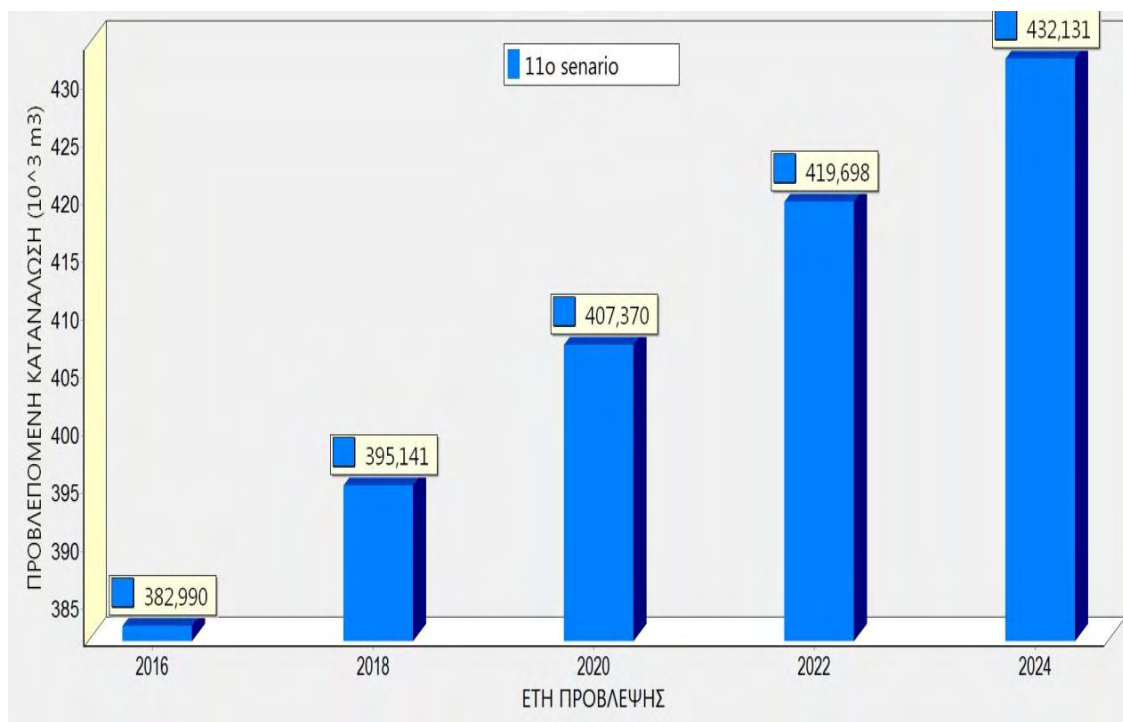
Πίνακας 6.39 : Μέση βροχόπτωση ετών πρόβλεψης.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
2016	66,24
2018	62,06
2020	57,87
2022	53,69
2024	49,50

Συνολικά οι υπολογισμοί για όλα τα έτη πρόβλεψης φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

Πίνακας 6.40 : Πρόβλεψη κατανάλωσης βάσει 11^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³)
2016	382990
2018	395141
2020	407370
2022	419698
2024	432131



Εικόνα 6.22 : Συνολική προβλεπόμενη κατανάλωση στα έτη 2015-2024 για την περίπτωση αύξησης θερμοκρασίας στους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση της βροχόπτωσης στους μήνες Οκτώβριο – Μάρτιο (σενάριο 11).

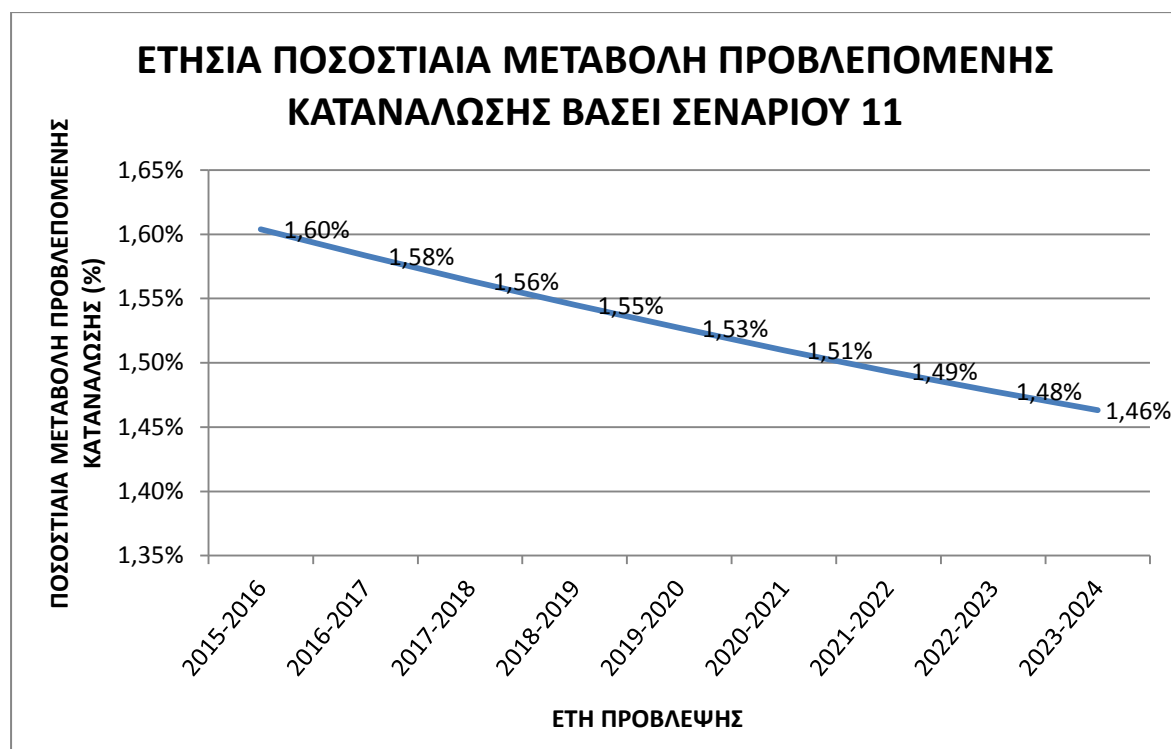
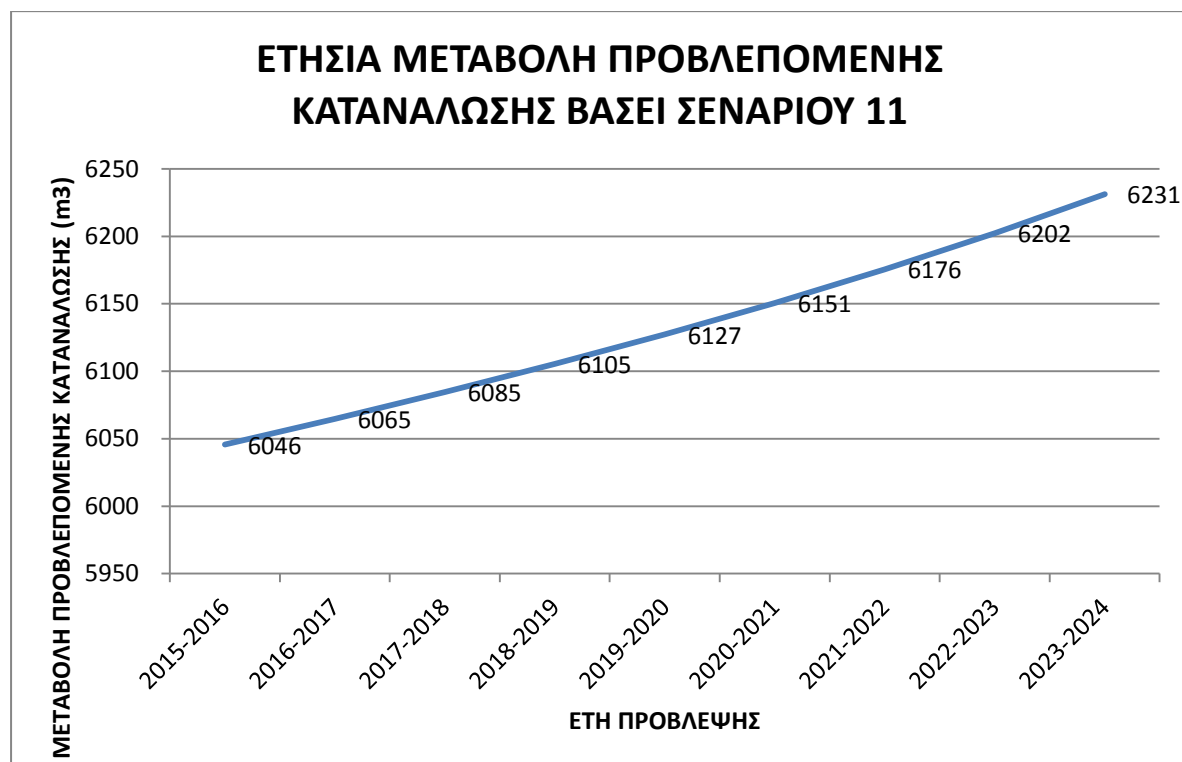
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ 11^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Και σε αυτό το σενάριο έχουμε αύξηση της κατανάλωσης και η συνολική μεταβολή στο πέρασμα του χρόνου είναι 55.187 m³ και ποσοστό 14,64% της κατανάλωσης του έτους 2014.

Όσον αφορά τώρα τη μεταβολή της κατανάλωσης στα έτη παρατηρείται και εδώ μικρή σταδιακή μείωση. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

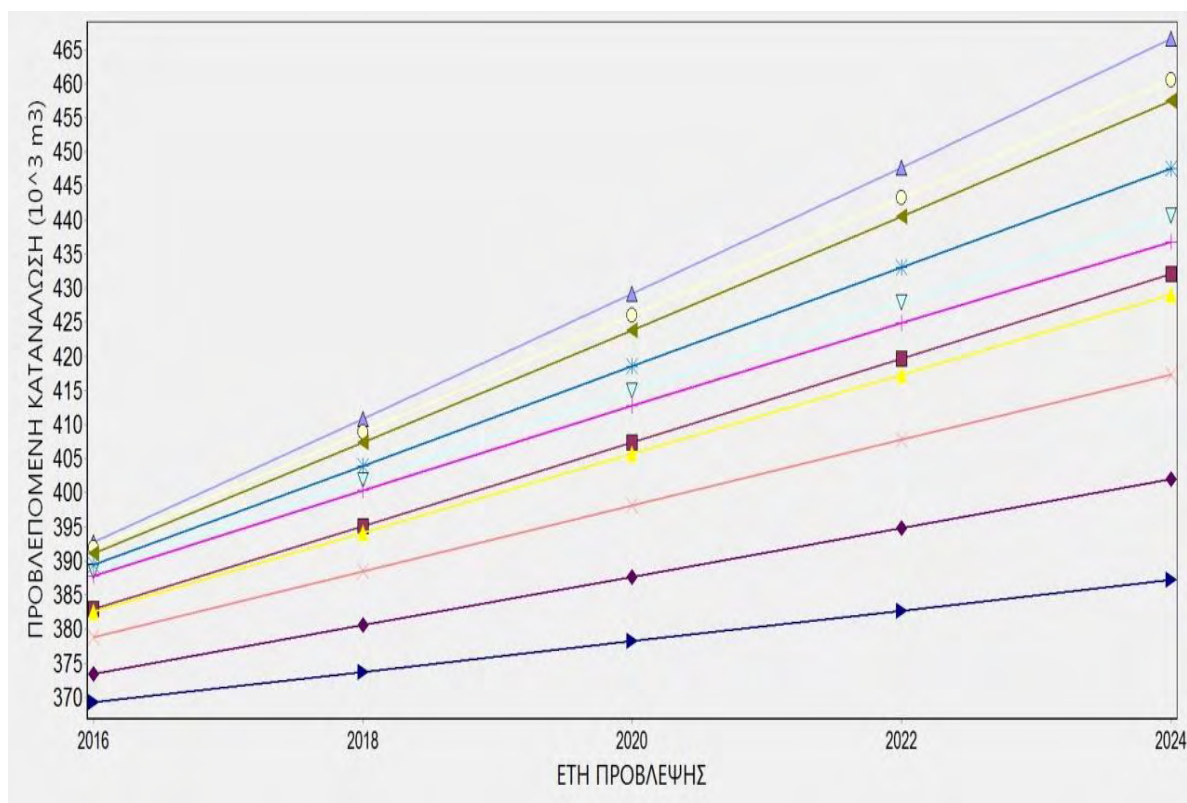
Πίνακας 6.41 : Μεταβολή κατανάλωσης βάσει 11^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m ³)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ(%)
2015-2016	6064	2,21
2016-2017	6065	2,17
2017-2018	6085	2,13
2018-2019	6105	2,09
2019-2020	6127	2,05
2020-2021	6151	2,01
2021-2022	6176	1,98
2022-2023	6202	1,94
2023-2024	6231	1,91

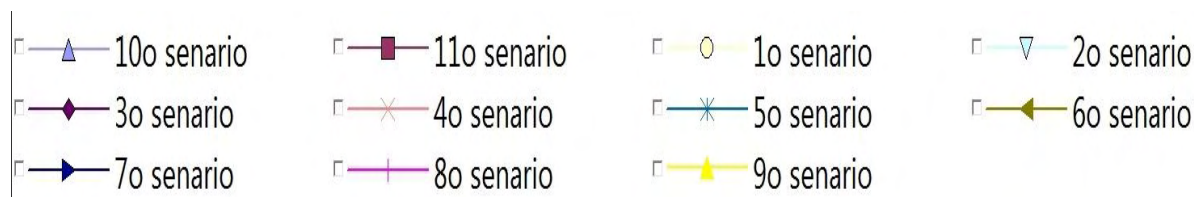


Εικόνα 6.23: Μεταβολή συνολικής προβλεπόμενης κατανάλωσης ανά 2 έτη μελλοντικής πρόβλεψης για την περίπτωση αύξησης θερμοκρασίας στους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση της βροχόπτωσης στους μήνες Οκτώβριο – Μάρτιο.

Τέλος, τα αποτελέσματα των σενάριων που μελετήσαμε τοποθετήθηκαν συνολικά σε ένα διάγραμμα, ώστε να εξάγουμε πιο εύκολα ορισμένα προφανή συμπεράσματα, να υπάρχει καλύτερη εποπτία και να δούμε τη βέλτιστη και τη χειρότερη (πιο ακραία) πρόβλεψη.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Εικόνα 6.24 : Συγκεντρωτικό διάγραμμα αποτελεσμάτων όλων των προηγούμενων σεναρίων, με το υπόμνημά του.

6.5 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Το νησί της Σκιάθου κάθε καλοκαίρι γίνεται πόλος έλξης πολλών τουριστών από όλο τον κόσμο, γεγονός το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική αύξηση της κατανάλωσης για αυτούς τους 3 μήνες. Πάνω σ' αυτή τη βάση θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η μεταβολή των καταναλώσεων υποθέτοντας αύξηση της τουριστικής κίνησης στην πόλη της Σκιάθου.

Έτσι δημιουργήθηκε ένα νέο σενάριο (σενάριο 12) στο οποίο έγινε η θεώρηση ότι η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί σε αύξηση της ειδικής κατανάλωσης (q^*) για τον κάθε μήνα του καλοκαιριού, ίση με 5% δηλαδή για τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο, ανά έτος. Η θεώρηση αυτή επιτρέπει τη χρήση του ίδιου μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε και στα προηγούμενα σενάρια (κεφάλαιο 6) για τη διερεύνηση της μεταβολής της κατανάλωσης, αφού υπάρχει ως μεταβλητή το q^* .

Για την εφαρμογή του νέου αυτού σενάριου, η αύξηση της ειδικής κατανάλωσης προσαρμόστηκε πάνω στα ήδη υπάρχοντα σενάρια. Από τα σενάρια που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 6.4 επιλέξαμε τα δύο δυσμενέστερα και τα δύο ευμενέστερα (από πλευράς ζήτησης σε νερό). Δηλαδή, από τα παραπάνω σενάρια επιλέχθηκαν αυτά που προβλέπουν πολύ μεγάλες (και πολύ μικρές ομοίως) τιμές κατανάλωσης στο πέρασμα των χρόνων και έγινε η υπόθεση σταδιακής αύξησης των εισερχόμενων τουριστών για τα καλοκαίρια που ακολουθούν στα επόμενα 10 χρόνια, μέσω της ειδικής κατανάλωσης.

Επιλέχθηκαν λοιπόν να εξετασθούν από τα παραπάνω σενάρια, εκείνα για τα οποία παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες μεταβολές κατανάλωσης και εκείνα για τα οποία παρατηρήθηκαν οι μικρότερες ώστε τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν να αφορούν τις πιο ακραίες μεταβολές και να είναι πιο χρήσιμα σαν προβλέψεις. Τα σενάρια στα οποία εντοπίστηκε μεγαλύτερη μεταβολή της κατανάλωσης ήταν το 1^ο και το 10^ο (για τα οποία η μεταβολή της κατανάλωσης παρατηρήθηκε περίπου ίση με 20% και 21% αντίστοιχα, επί της αρχικής κατανάλωσης). Όσον αφορά τα σενάρια με τη μικρότερη μεταβολή, αυτή παρατηρήθηκε στο 3^ο και στο 7^ο σενάριο.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα όλων των σεναρίων που είχαμε ως τώρα, και μπορεί να γίνει σύγκριση των προβλεπόμενων καταναλώσεων (σε ποσοστά μεταβολής της συνολικής κατανάλωσης με σταθερό και μεταβαλλόμενο q^*) για να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η απόφασή μας να επιλέξουμε τα σενάρια 1, 10, 3 και 7 για την εφαρμογή του νέου σεναρίου 12.

Πίνακας 6.42 : Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης με σταθερή και αυξανόμενη ειδική κατανάλωση βάση των σεναρίων 1 έως 11.

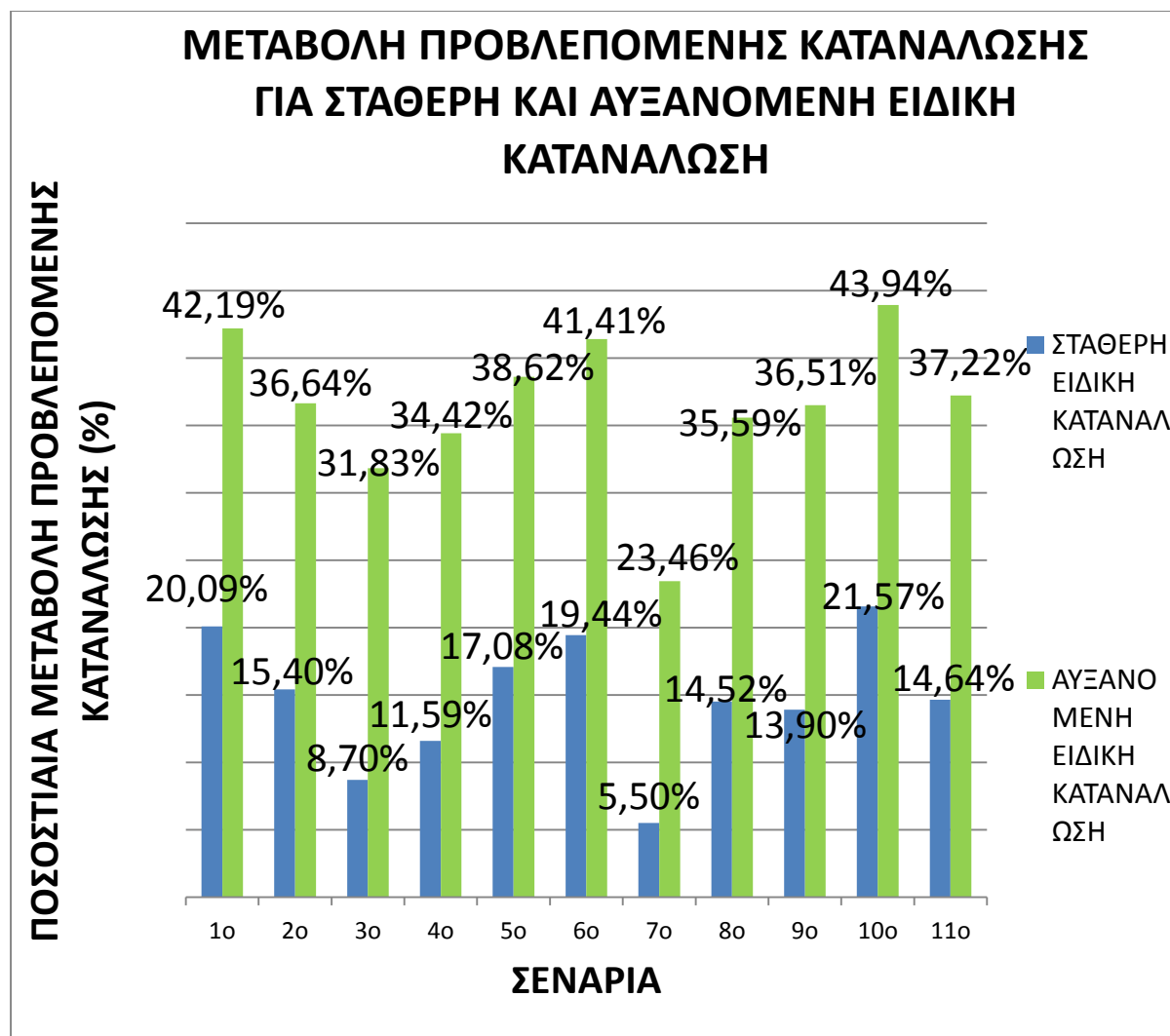
ΣΕΝΑΡΙΟ	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (%)	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (%)
1	20,09	42,19
2	15,40	36,64
3	8,70	31,83
4	11,59	34,42
5	17,08	38,62
6	19,44	41,41
7	5,50	23,46
8	14,52	35,59
9	13,90	36,51
10	21,57	43,94
11	14,64	37,22

Από όσα παρατέθηκαν γίνεται σαφές ότι η αύξηση του πληθυσμού στους καλοκαιρινούς μήνες επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την μελλοντική κατανάλωση. Συγκεκριμένα παρατηρείται σταδιακή αύξηση κατά τη διάρκεια των έτων. Παρατηρούμε ακόμα ότι στα περισσότερα σενάρια, στο τελευταίο έτος πρόβλεψης προκαλείται μεταβολή της μελλοντικής κατανάλωσης πάνω από 35% επί της κατανάλωσης του πρώτου έτους πρόβλεψης.

Πολύ σημαντική είναι επίσης και η σύγκριση μεταξύ των μεταβολών της προβλεπόμενης κατανάλωσης των σεναρίων με σταθερή ειδική κατανάλωση σε σχέση με αυτά στα οποία θεωρούμε αυξανόμενη ειδική κατανάλωση. Συγκεκριμένα παρατηρείται μια πολύ μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή στην υπόθεση της αυξανόμενης μεταβολής, σε σημείο που στα περισσότερα σενάρια παρατηρείται μεταβολή κατανάλωσης 20 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την υπόθεση σταθερής ειδικής κατανάλωσης. Αυτό φαίνεται αναλυτικότερα στον πίνακα που ακολουθεί.

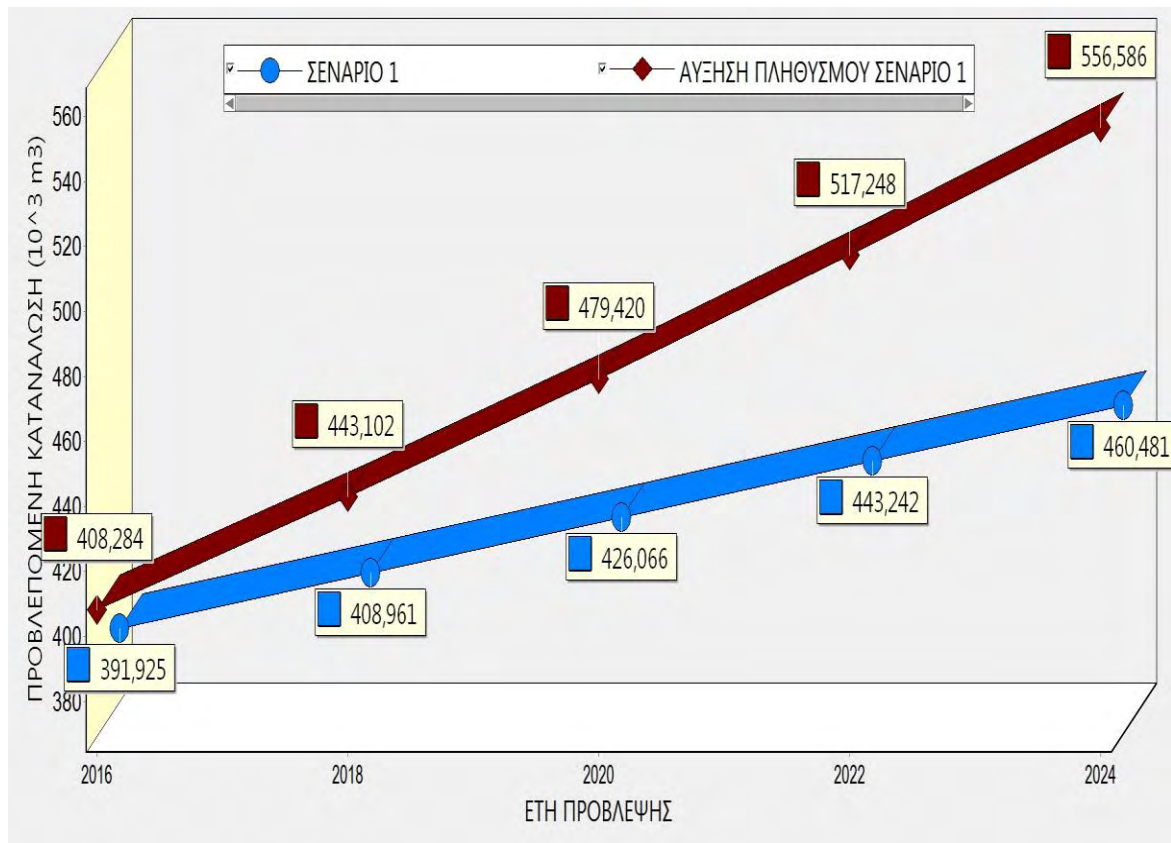
Πίνακας 6.43 : Διαφορές ποσοστιαίας μεταβολής κατανάλωσης με σταθερή και αυξανόμενη ειδική κατανάλωση βάση των σεναρίων 1 έως 11.

ΣΕΝΑΡΙΟ	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΙ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΕΙΔ.ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (%)
1	22,10
2	21,24
3	23,13
4	22,83
5	21,54
6	21,97
7	17,96
8	21,07
9	22,61
10	22,37
11	22,58

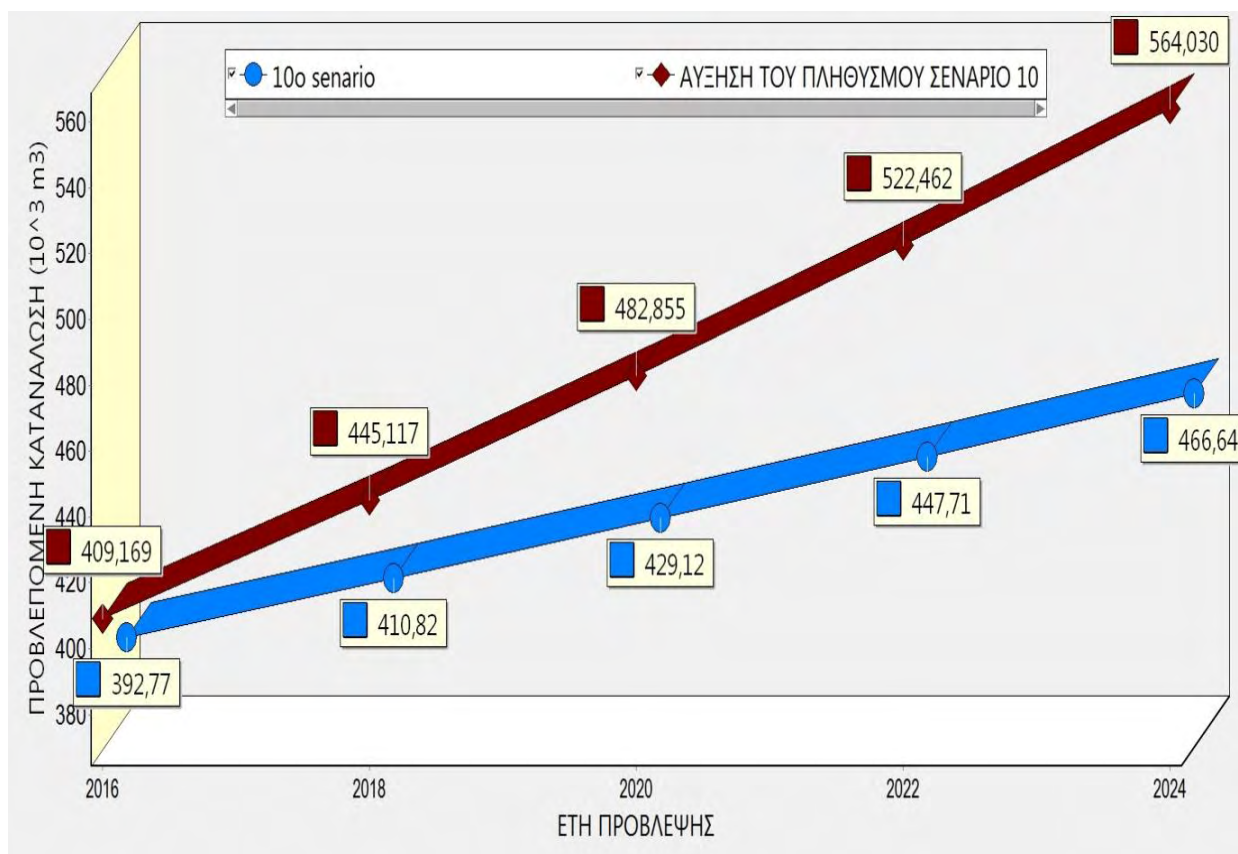


Εικόνα 6.25 : Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης με σταθερή και αυξανόμενη ειδική κατανάλωση βάση των σεναρίων 1 έως 11.

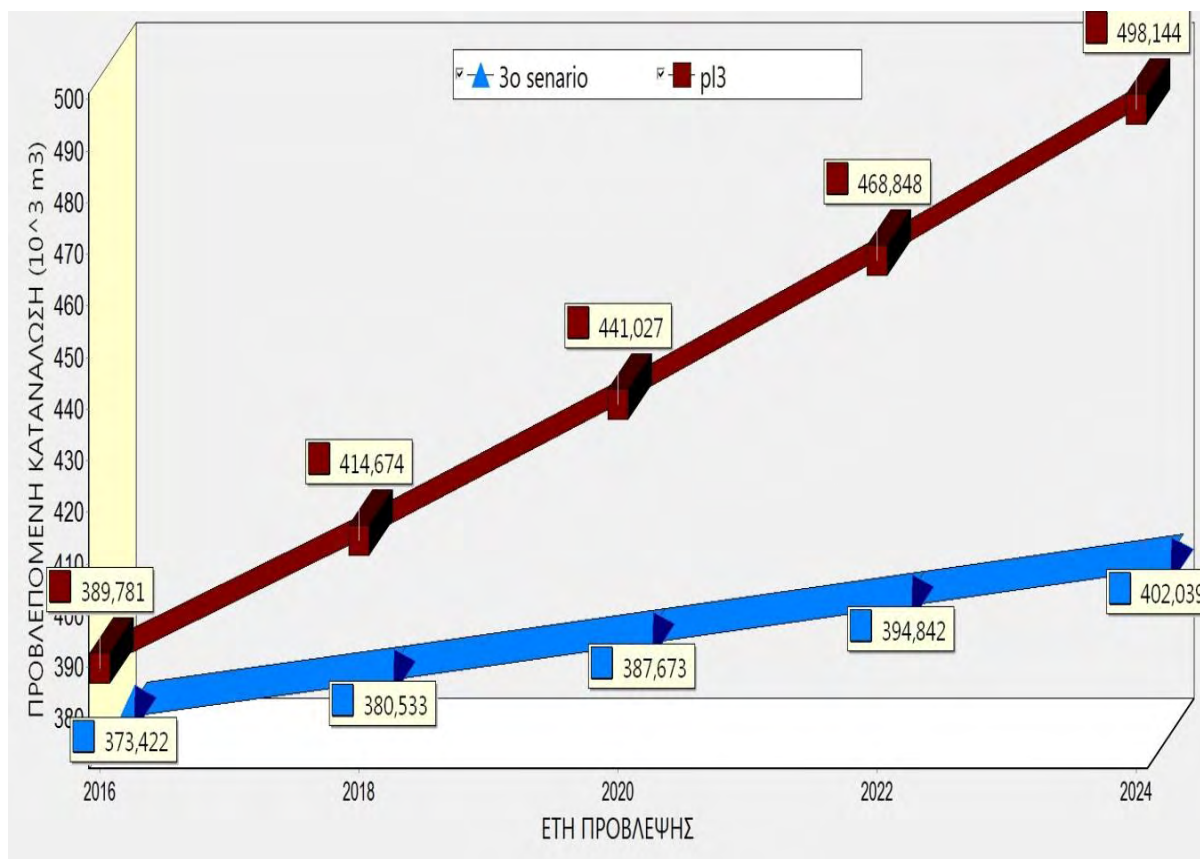
Επιπλέον, έγιναν τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις διαφορές στις μεταβολές των προβλεπόμενων καταναλώσεων των τεσσάρων περιπτώσεων που επιλέχθηκαν. Από τον πίνακα 7.2 φαίνεται ότι τις μέγιστες διαφορές μεταξύ σταθερής και αυξανόμενης ειδικής κατανάλωσης παρουσιάζουν τα σενάρια 3 και 4, ενώ τις αντίστοιχες ελάχιστες διαφορές, τα σενάρια 7 και 8. Απλώς για λόγους συνέχειας και πιο ολοκληρωμένης εποπτείας και σύγκρισης, παρουσιάζονται παρακάτω τα διαγράμματα για τα σενάρια που επιλέχθηκαν αρχικά, δηλαδή τα 1, 10, 3 και 7 για σταθερή και αυξανόμενη ειδική κατανάλωση.



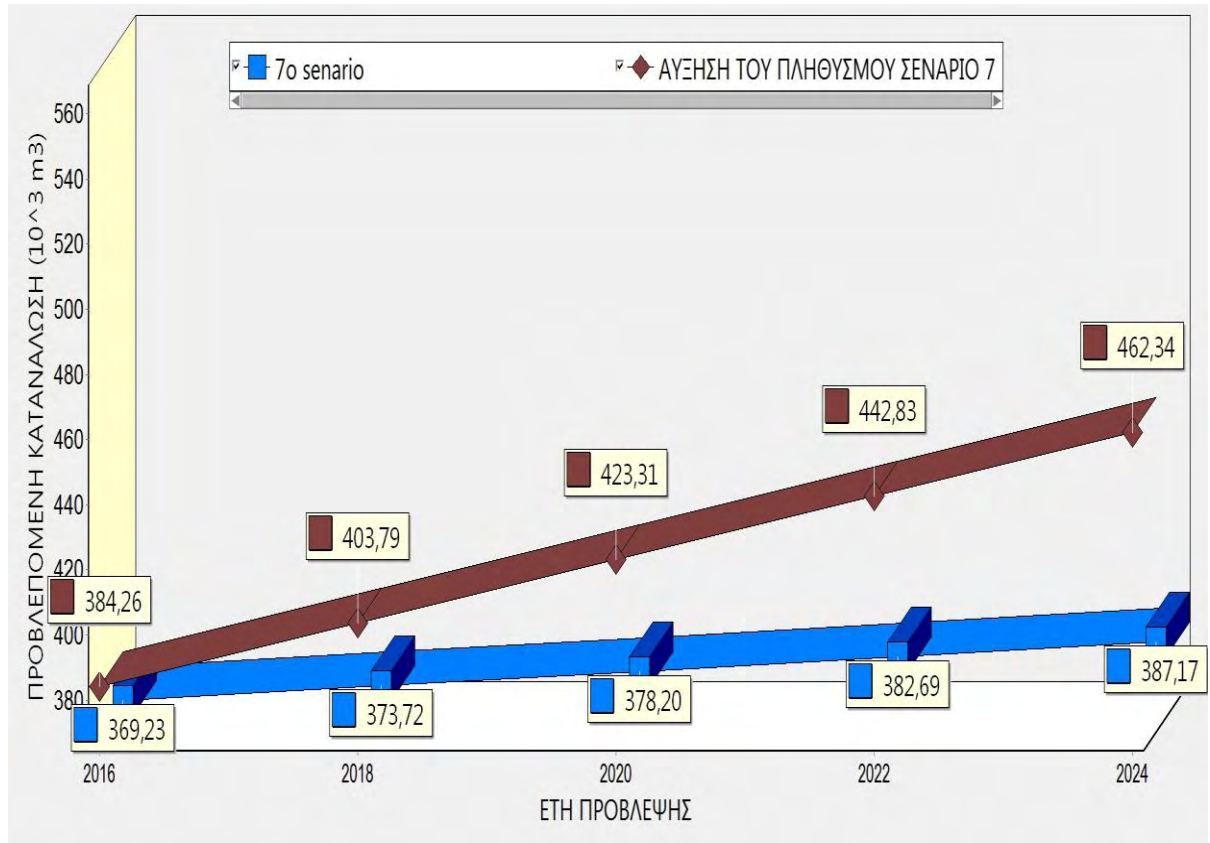
Εικόνα 6.26 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ανά διαιτία από την εφαρμογή του σεναρίου 12 πάνω στο σενάριο 1



Εικόνα 6.27 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ανά διαιτία από την εφαρμογή του σεναρίου 12 πάνω στο σενάριο 10



Εικόνα 6.28 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ανά διατία από την εφαρμογή του σεναρίου 12 πάνω στο σενάριο 3



Εικόνα 6.29 : Προβλεπόμενη κατανάλωση ανά διατήρα από την εφαρμογή του σεναρίου 12 πάνω στο σενάριο 7

Παρατηρώντας λοιπόν τα παραπάνω διαγράμματα, διακρίνουμε ότι σε κάθε σενάριο η αύξηση της ειδικής κατανάλωσης στους καλοκαιρινούς μήνες δίνει και αύξηση της συνολικής κατανάλωσης, μεγαλύτερη μάλιστα από τις περιπτώσεις στις οποίες η ειδική κατανάλωση παραμένει σταθερή.

Επίσης, ο ρυθμός αύξησης της συνολικής κατανάλωσης στα έτη πρόβλεψης όπου εφαρμόζεται το 12^ο σενάριο, γίνεται μεγαλύτερος κατά τα τελευταία έτη πρόβλεψης. Αντίθετα, στα σενάρια με σταθερή ειδική κατανάλωση (σε αυτά δηλαδή όπου δεν εφαρμόστηκε το σενάριο 12) ο ρυθμός αύξησης της συνολικής κατανάλωσης παραμένει σχεδόν ίδιος μέχρι και το τελευταίο έτος πρόβλεψης.

Όπως προαναφέρθηκε, αν θεωρήσουμε σταθερή ειδική κατανάλωση, το 1^ο σενάριο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μεταβολή συνολικής κατανάλωσης και το σενάριο 7 παρουσιάζει τη μικρότερη μεταβολή συνολικής κατανάλωσης.

Με βάση αυτά, η πιο σημαντική παρατήρηση είναι η εξής :

Με την εφαρμογή του σεναρίου 12 πάνω στο σενάριο 7 (όταν έγινε δηλαδή η υπόθεση αυξανόμενης ειδικής κατανάλωσης) η μεταβολή συνολικής κατανάλωσης εκτοξεύθηκε και ξεπέρασε τη μεταβολή του 1^{ου} σεναρίου, ενώ έφτασε σχεδόν τη μεταβολή του 10^{ου} σεναρίου.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν πόσο μεγάλο ρόλο παίζει στη συνολική κατανάλωση η εποχιακή αύξηση του πληθυσμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Οι συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν έγιναν με σκοπό να έχουμε μια καλύτερη εποπτία κάποιων καταστάσεων στα έτη πρόβλεψης, ώστε να εντοπιστεί ευκολότερα η δυσμενέστερη περίπτωση για την κάλυψη των αναγκών κατανάλωσης της πόλης της Σκιάθου.

Τα αποτελέσματα που συγκρίθηκαν ήταν μεταξύ :

- 1^ο και 5^ο σεναρίου
- 1^ο και 2^ο σεναρίου
- 1^ο και 6^ο σεναρίου
- 2^ο και 6^ο σεναρίου
- 5^ο και 6^ο σεναρίου
- 8^ο και 10^ο σεναρίου
- 9^ο και 11^ο σεναρίου

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 1^{ΟΥ} ΚΑΙ 5^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

1^ο Σενάριο

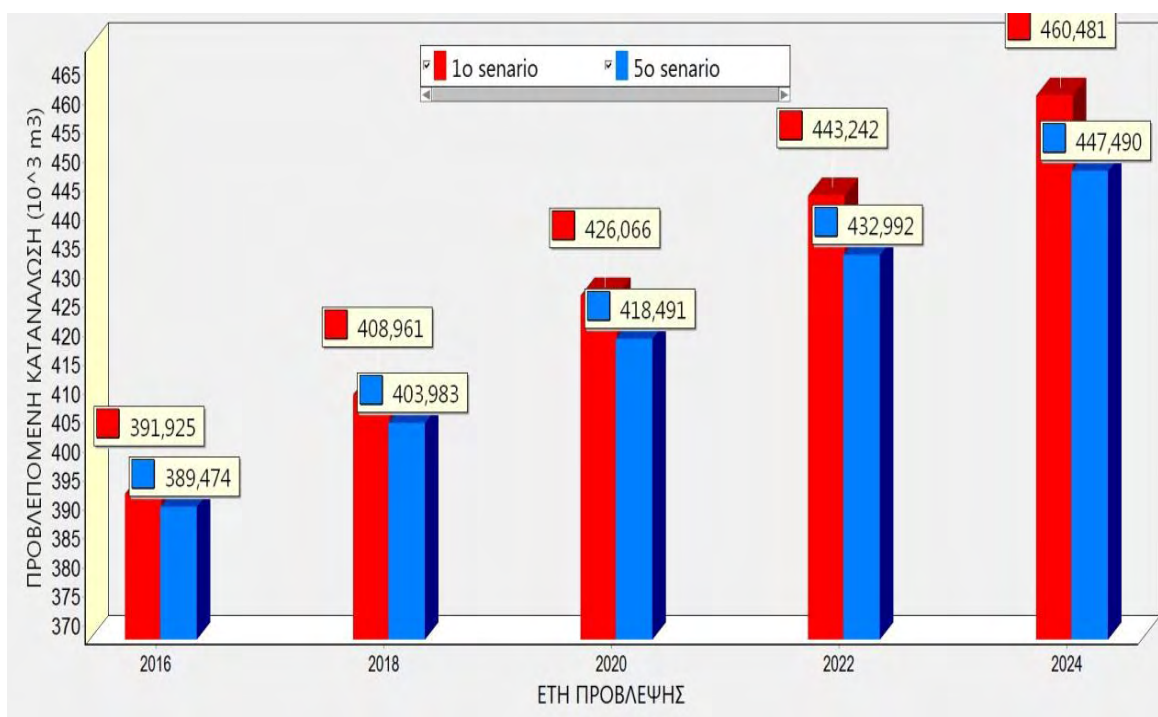
Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

5^ο Σενάριο

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

Από την σύγκριση αυτών των δύο σεναρίων επιδιώκουμε να δούμε τις ποσοτικές διαφορές της κατανάλωσης μεταξύ των ετών στα οποία υπάρχει μόνο αύξηση της

θερμοκρασίας και των ετών που υπάρχει μόνο αύξηση των βροχοπτώσεων. Όπως ήταν αναμενόμενο λόγω των τιμών της ελαστικότητας της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας, το πρώτο σενάριο εμφανίζει σαφώς μεγαλύτερη αύξηση της κατανάλωσης στα δέκα χρόνια πρόβλεψης. Συγκεκριμένα, το 2024 παρατηρείται μια διαφορά της τάξης του 12.991 m^3 μεταξύ των μελλοντικών καταναλώσεων, που όπως φαίνεται, είναι αρκετά μεγάλη. Πολύ σημαντικό στοιχείο επίσης, είναι το ότι η ποσοτική διαφορά κατανάλωσης μεταξύ αυτών των δύο σεναρίων αυξάνεται όσο οδηγούμαστε στα τελευταία χρόνια πρόβλεψης (όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα). Παραδείγματος χάριν, οι καταναλώσεις ενώ στον πρώτο χρόνο πρόβλεψης διαφέρουν κατά 2.451 m^3 μετά από δύο χρόνια αυξάνεται σε 7.575 m^3 , δηλαδή καταλήγουμε σε πενταπλάσια αύξηση.



Εικόνα 7.1 : Καταναλώσεις 1^{ου} και 5^{ου} σεναρίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 1^{ΟΥ} ΚΑΙ 2^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

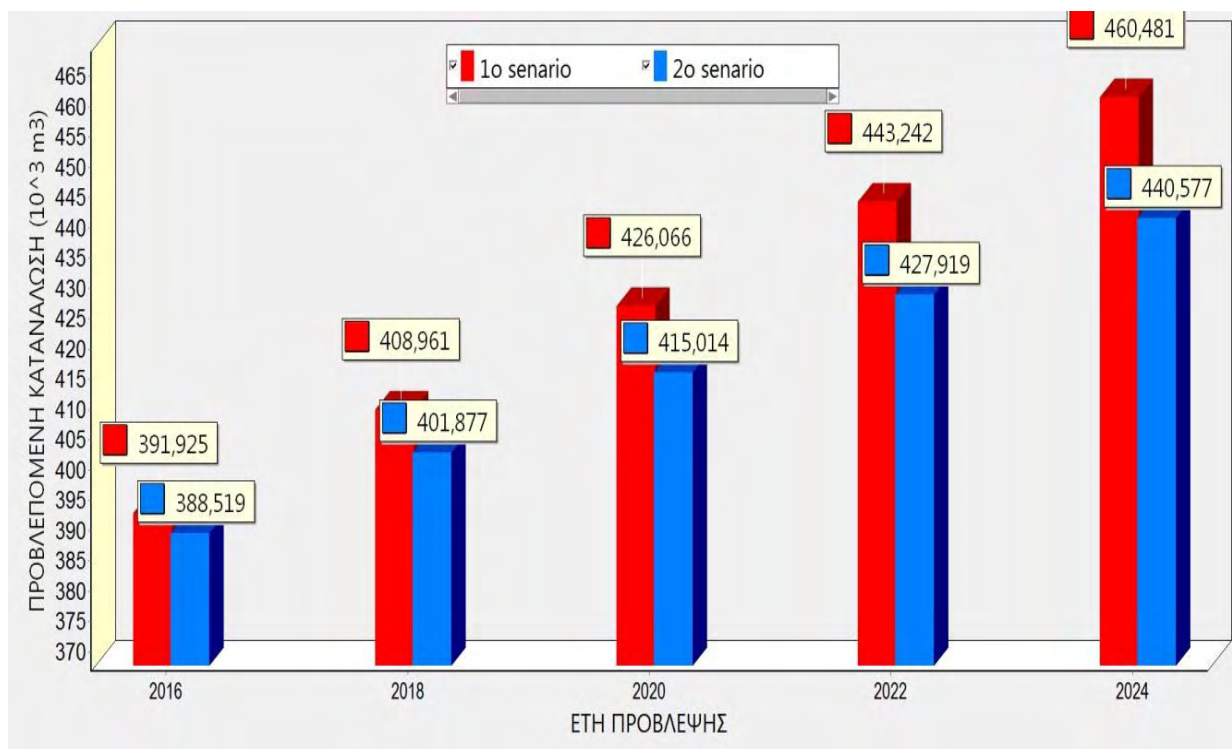
1^ο Σενάριο

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

2^ο Σενάριο

Μείωση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος. (για όλους τους μήνες).

Η σύγκριση αυτών των δύο σεναρίων αποσκοπεί στο να γίνουν διακριτές οι διαφορές που προκύπτουν στις καταναλώσεις μεταξύ ετών με πολύ υψηλές θερμοκρασίες και ετών με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι ξεκάθαρο πως όταν επικρατούν μεγάλες θερμοκρασίες ο οργανισμός μας έχει ανάγκη από νερό και το χρειάζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Σίγουρα, όλοι μας έχουμε παρατηρήσει ότι το νερό που πίνουμε για παράδειγμα το μήνα Ιούνιο είναι περισσότερο από τον μήνα Δεκέμβριο. Όπως είναι φυσιολογικό, και εδώ στο πέρασμα των χρόνων η κατανάλωση αυξάνεται, και η μεταβολή φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Στην προκειμένη σύγκριση, η μεταβολή της κατανάλωσης στο τελευταίο έτος πρόβλεψης φτάνει σε πολύ μεγαλύτερα επίπεδα σε σχέση με το έτος 2016.



Εικόνα 7.2 : Καταναλώσεις 1^ο και 2^ο σεναρίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 1^{ΟΥ} ΚΑΙ 6^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

1^ο Σενάριο

Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

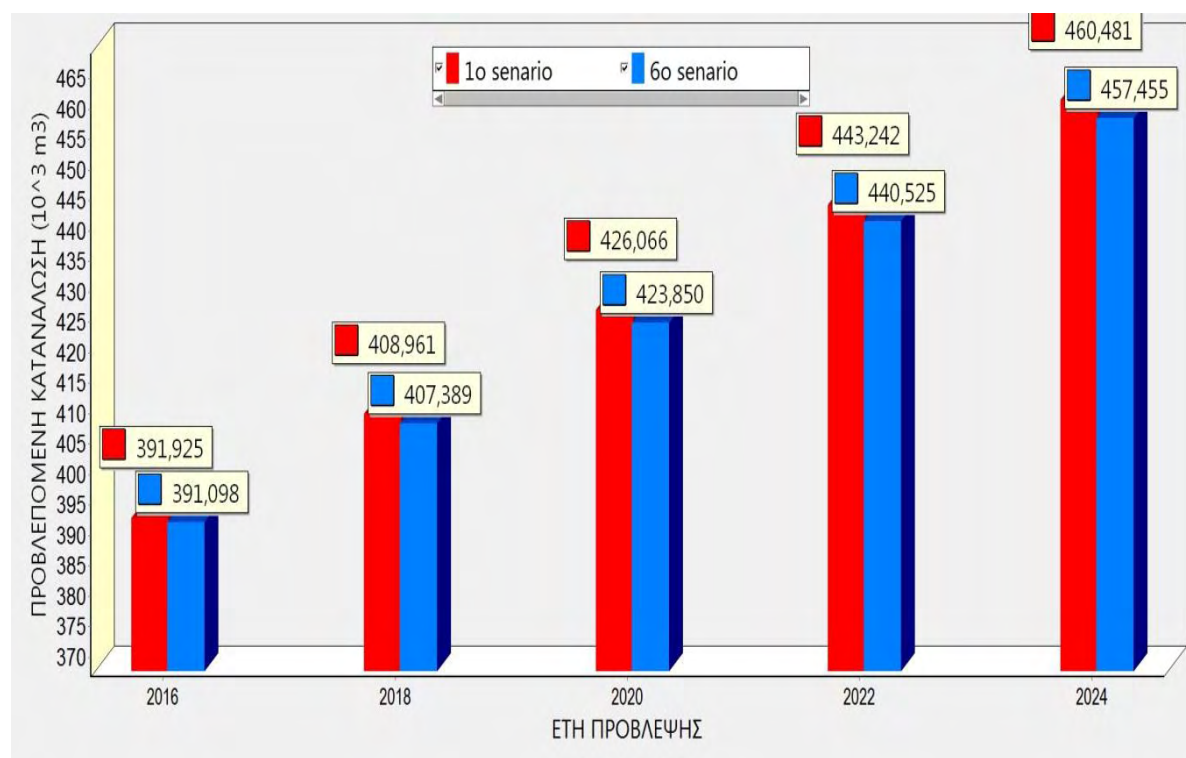
6^ο Σενάριο

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

Η σύγκριση γίνεται μεταξύ σεναρίων δίνουν τις καταναλώσεις σε έτη με υψηλές θερμοκρασίες και σε έτη με χαμηλές βροχοπτώσεις. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό και για τα δύο αυτά σενάρια, ακόμα και σε περίπτωση που δεν θα υπολογιζόταν και αύξηση του αριθμού των υδρομέτρων, και πάλι θα παρατηρούσαμε αύξηση της κατανάλωσης. Βέβαια σίγουρα η αύξηση αυτή δεν θα ήταν σε καμία των περιπτώσεων ίδιας ποσότητας. Αναλυτικά οι ποσοτικές διαφορές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Το βασικότερο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η αύξηση της θερμοκρασίας δίνει μεγαλύτερη αύξηση συνολικής κατανάλωσης από τη μείωση της βροχόπτωσης.

Πίνακας 7.1 : Διαφορά καταναλώσεων 1^{ου} και 6^{ου} σεναρίου.

ΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΣΕΝΑΡΙΩΝ 1-6 (m ³)
2016	827
2018	1572
2020	2216
2022	2717
2024	3026



Εικόνα 7.3 : Καταναλώσεις 1^{ου} και 6^{ου} σεναρίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 2^{ΟΥ} ΚΑΙ 6^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

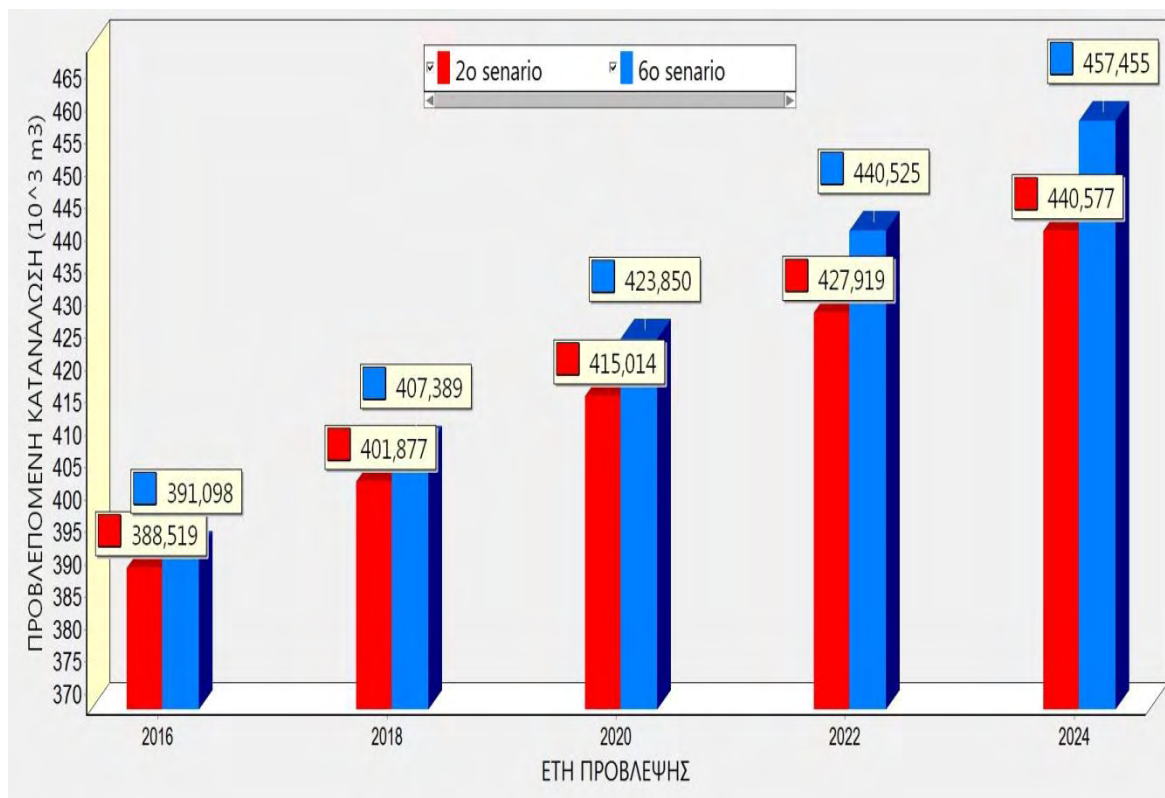
2^ο Σενάριο

Μείωση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος. (για όλους τους μήνες).

6^ο Σενάριο

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

Σε αυτό το σημείο γίνεται η σύγκριση μεταξύ δύο σεναρίων για τα οποία έχει γίνει η υπόθεση σταδιακής μείωσης της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για τα επόμενα δέκα χρόνια. Είναι ξεκάθαρο ότι στο σενάριο 2 η αύξηση της κατανάλωσης θα είναι μικρότερη από ότι στο σενάριο 6. Η διαφορά τους το 2024 αγγίζει τα 16.878 m³ ενώ το 2016 είναι μόλις 2.579 m³ , δηλαδή σχεδόν 14,5 φορές μικρότερη.



Εικόνα 7.4 : Καταναλώσεις 2^{οο} και 6^{οο} σεναρίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 5^{ΟΥ} ΚΑΙ 6^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

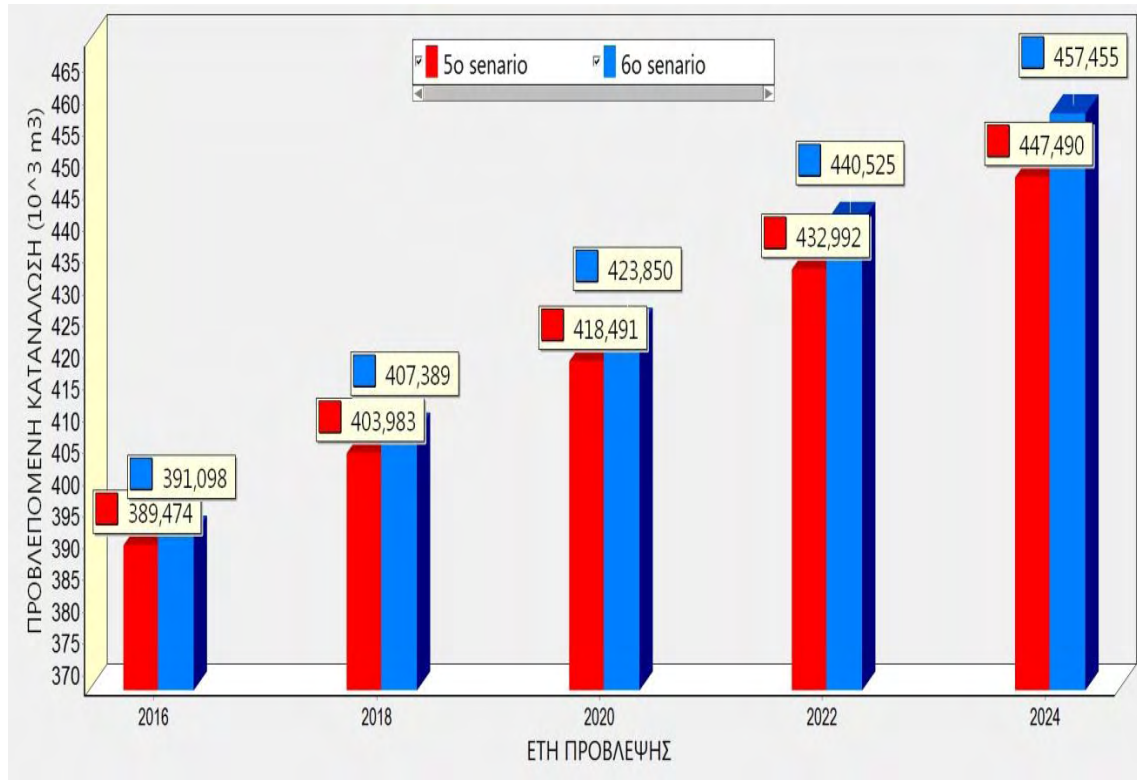
5^ο Σενάριο

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

6^ο Σενάριο

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).

Η συγκεκριμένη σύγκριση αφορά τη μεταβολή της μιας από τις δύο κλιματικές μεταβλητές που εξετάσαμε και αυτή δεν είναι άλλη από την βροχόπτωση. Η ποσοτική διαφορά και ποιο σενάριο έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη κατανάλωση είναι εύκολα κατανοητό και απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Ενώ λοιπόν στο 1^ο έτος πρόβλεψης έχουμε μια παρά πολύ μικρή διαφορά μεταξύ των καταναλώσεων (1.624 m³), αυτή μεγαλώνει με το πέρασμα των ετών και φτάνει περίπου σε 10 φορές μεγαλύτερη διαφορά.



Εικόνα 7.5 : Καταναλώσεις 5^{οο} και 6^{οο} σεναρίου

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 8^{ΟΥ} ΚΑΙ 10^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

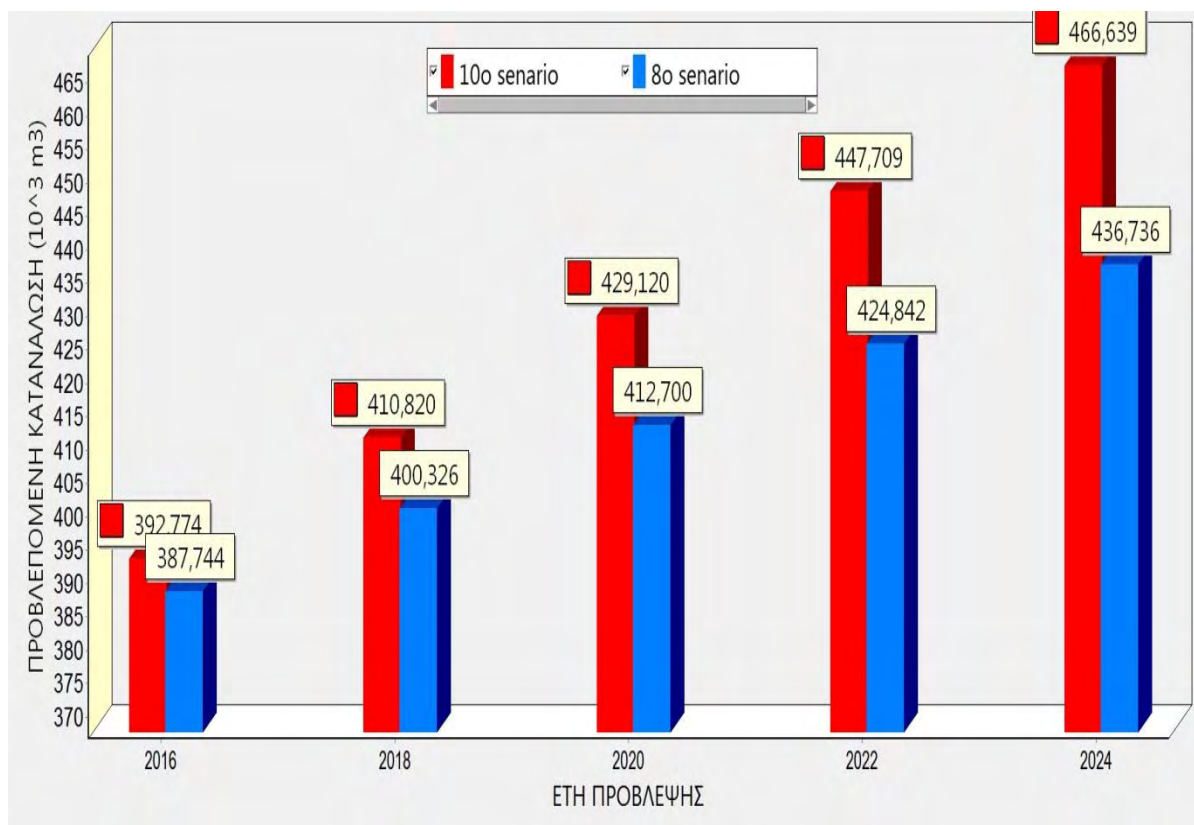
8^ο Σενάριο (Υγρασίας)

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και μείωση θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).

10^ο Σενάριο (Ξηρασίας)

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).

Εδώ συγκρίνονται δύο ακραία σενάρια για τα οποία έχουμε προβλέψει περιόδους ξηρασίας και υγρασίας αντίστοιχα για τα επόμενα δέκα χρόνια. Λογικά παρατηρούμε ότι οι καταναλώσεις που προβλέπονται για το σενάριο των υψηλών θερμοκρασιών και ελαχίστων βροχών, δηλαδή του σεναρίου της ξηρασίας, είναι μεγαλύτερες. Και εδώ παρατηρούμε ότι στο πέρασμα των χρόνων η ποσοτικές διαφορές μεταξύ των δύο σεναρίων αυξάνονται. Συγκεκριμένα ενώ το 2016 τα δύο σενάρια έχουν μόλις 5.030 m³ διαφορά, το 2024 η διαφορά αυτή εκτοξεύεται στις 29.903 m³. Μιλάμε δηλαδή στο τελευταίο έτος πρόβλεψης για μια διαφορά περίπου 25 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το αρχικό έτος.



Εικόνα 7.6 : Καταναλώσεις 8^{ου} και 10^{ου} σεναρίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ 9^{ΟΥ} ΚΑΙ 11^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Υπενθύμιση :

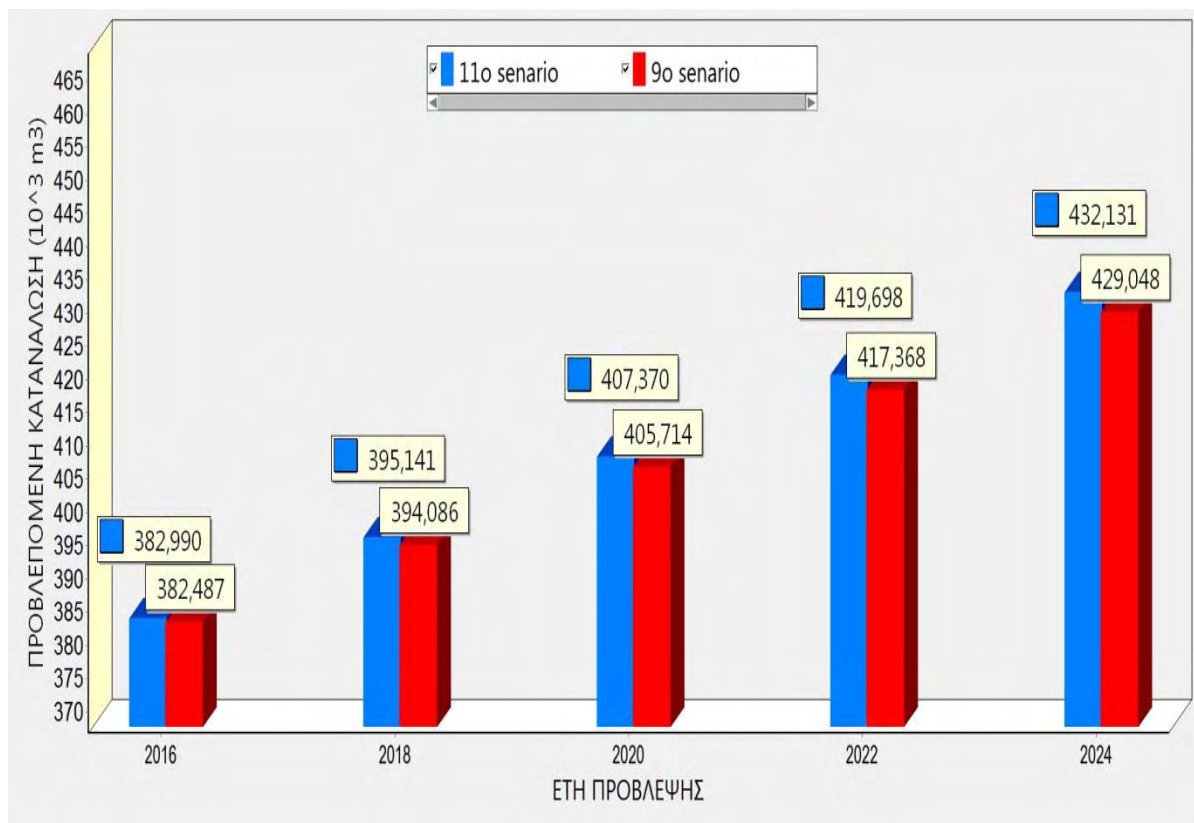
9^ο Σενάριο (Υγρασίας)

Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο.

11^ο Σενάριο (Ξηρασίας)

Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο.

Στα δύο αυτά σενάρια ο κύριος στόχος είναι η εποπτική απεικόνιση των διαφοροποιήσεων της μελλοντικής κατανάλωσης δύο σεναρίων με πολύ υψηλές θερμοκρασίες στους καλοκαιρινούς μήνες και διαφορετικές ποσότητες βροχής στους μήνες Οκτώβριο – Μάρτιο (όπου τότε συνήθως παρατηρούνται και οι περισσότερες βροχές). Ένα πολύ ενδιαφέρον στοιχείο που προκύπτει από αυτή τη σύγκριση είναι το εξής : βλέποντας το παρακάτω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι η πρόβλεψη κατανάλωσης του 11^{ου} σεναρίου, για παράδειγμα το έτος 2018, είναι πολύ κοντά με την κατανάλωση του 9^{ου} στην επόμενη διετία και αυτό παρατηρείται για όλα τα έτη πρόβλεψης.



Εικόνα 7.7 : Καταναλώσεις 9^ο και 11^ο σεναρίου.

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Από την ανάλυση που προηγήθηκε μπορούν να διεξαχθούν γενικότερα συμπεράσματα για την επιρροή των μεταβλητών και των ελαστικοτήτων τους στο μοντέλο πρόβλεψης της ζήτησης. Αρχικά πρέπει να αναφέρουμε ότι είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος του αριθμού των υδρομέτρων. Ακόμη όπως φαίνεται και από την γενικότερη εξίσωση της κατανάλωσης του μοντέλου πρόβλεψης είναι σημαντικός ο ρόλος των ελαστικοτήτων, αφού η τιμή τους είναι εκθέτης της μεταβολής της κάθε παραμέτρου και επηρεάζουν πολύ την κατανάλωση. Ουσιαστικά το βασικό πόρισμα που προκύπτει είναι ότι η ελαστικότητα δεν είναι άλλο παρά ο βαθμός που επηρεάζει η κάθε μεταβλητή την κατανάλωση του νερού. Θετική ελαστικότητα οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης και αρνητική σε μείωση της. Βασικός δείκτης μεταβολής της ζήτησης αποτελεί αναμφισβήτητα η ειδική κατανάλωση.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα των σεναρίων μεμονωμένα, καθώς και τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ τους, καταλαβαίνουμε πόσο σημαντικό ρόλο έπαιξε η εξίσωση – μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε. Το κύριο και το πιο προφανές σημείο που μας οδηγεί σε αυτή τη διαπίστωση είναι το εξής :

Για όλα τα σενάρια που εξετάστηκαν παρατηρήθηκε αύξηση της κατανάλωσης. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των υδρομέτρων. Η επίδραση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης στην εξίσωση πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης είναι μικρή (μικρή ελαστικότητα) και μετέβαλε μόνο την ποσότητα αύξησης της μελλοντικής κατανάλωσης στα δέκα χρόνια πρόβλεψης. Επομένως το μέγεθος που αξίζει να παρατηρούμε είναι η μεταβολή της κατανάλωσης (επειδή μας δείχνει αύξηση ή μείωση) και όχι η κατανάλωση (η οποία πάντα αυξάνεται).

Στην περίπτωση μας λοιπόν, τη μελέτη δηλαδή σεναρίων με κλιματολογικές αλλαγές, παρατηρούνται μεγάλες μεταβολές της ζήτησης νερού. Τα αποτελέσματα των σεναρίων μάς οδήγησαν σε σωστά συμπεράσματα (ποιοτικά τουλάχιστον) επειδή τα περισσότερα από αυτά ήταν αναμενόμενα (τα είχαμε σχολιάσει σε προηγούμενα κεφάλαια, πριν δηλαδή την εξαγωγή των αποτελεσμάτων).

Είχαμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, άρα και συμπεράσματα, επειδή κάποια από αυτά είναι προφανή, αν αναλογιστούμε ότι :

- Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση της μελλοντικής κατανάλωσης από την μείωση της βροχόπτωσης
- Αν υποθέσουμε αύξηση του πληθυσμού στους καλοκαιρινούς μήνες που συνεπάγεται αύξηση της ειδικής κατανάλωσης παρατηρούμε πολύ μεγάλες καταναλώσεις για τους μήνες του καλοκαιριού.
- Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της κατανάλωσης και η μείωση της θερμοκρασίας μείωση αυτής και αυτό οφείλεται στην θετική τιμή της ελαστικότητας.
- Η αύξηση της βροχόπτωσης προκαλεί μείωση της κατανάλωσης και η μείωση της βροχόπτωσης αύξηση αυτής και αυτό οφείλεται στην αρνητική τιμή της ελαστικότητας.

Κάποια λιγότερο προφανή συμπεράσματα που προκύπτουν, είναι τα παρακάτω :

- Όταν πραγματοποιήθηκαν τα σενάρια για σταθερό αριθμό υδρομέτρων, στο σενάριο της μείωσης της θερμοκρασίας και στο σενάριο της αύξησης της βροχόπτωσης παρατηρήθηκε μείωση της κατανάλωσης σε αντίθεση με τα σενάρια της αύξησης των υδρομέτρων.
Αυτή την αύξηση και τη μείωση της κατανάλωσης, στα αντίστοιχα σενάρια με μεταβολή όμως (αύξηση) του αριθμού υδρομέτρων, μπορεί να φανεί, όπως προαναφέρθηκε, εξετάζοντας τη μεταβολή της κατανάλωσης στα έτη πρόβλεψης.
Επιβεβαιώνεται δηλαδή η ερμηνία που δώθηκε αρχικά για την παρατηρούμενη αύξηση της κατανάλωσης λόγω της επιρροής του αριθμού των υδρομέτρων στο μοντέλο μας.
- Από τα σενάρια που εξετάστηκαν, το ευνοϊκότερο σενάριο, αυτό δηλαδή που μας δίνει τη μεγαλύτερη μείωση μεταβολής της κατανάλωσης, είναι αυτό για το οποίο προβλέπεται αύξηση των βροχοπτώσεων στους μήνες Οκτώβριο με Μάρτιο.

Επίσης, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς πόσο σημαντικές θα είναι οι μεταβολές της κατανάλωσης μετά από δέκα έτη συνεχούς ξηρασίας. Αυτό βέβαια οφείλεται και στο γεγονός ότι ο κόσμος (καταναλωτές) δεν είναι ενημερωμένος για τις μεγάλες περιόδους ξηρασίας με αποτέλεσμα να αδιαφορούν (ή και να αγνοούν) τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν αυτές στην ύπαρξη ή όχι του νερού.

Στο σενάριο των ξηρών συνθηκών (αύξηση θερμοκρασίας και μείωση βροχόπτωσης) η μεταβολή της κατανάλωσης αυξάνεται και το αντίθετο ισχύει φυσικά στην περίπτωση των υγρών συνθηκών. Αυτά τα σενάρια ξηρασίας και υγρασίας εξετάστηκαν ως ακραίες περιπτώσεις πρόβλεψης, οπότε τα αποτελέσματά τους ήταν και τα δυσμενέστερα. Το χειρότερο σενάριο αύξησης της κατανάλωσης είναι αυτό της πρόβλεψης μια ξηράς περιόδου δέκα χρόνων που εκτοξεύει ουσιαστικά την κατανάλωση.

Αξίζει να παρατηρήσει κανείς ότι για ταυτόχρονη μεταβολή της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας οι ποσοστιαίες μεταβολές είναι περίπου ίδιες για όλα τα μελλοντικά έτη. Βέβαια αυτό που πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι τα σενάρια κλιματικών αλλαγών δεν μπορούν να προσομοιαστούν ποτέ με βεβαιότητα, αφού δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τις κλιματολογικές συνθήκες επακριβώς μετά από κάποια έτη, γιατί είναι πολλοί οι παράγοντες που τις επηρεάζουν.

Από την αποτίμηση του 12^{ου} σεναρίου καταλαβαίνουμε πόσο πολύ επιδρά η τουριστική κίνηση στις καταναλώσεις. Η αύξηση του πληθυσμού από τις αφίξεις των τουριστών, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, προκαλούν πολύ μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης. Η αύξηση αυτή αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα αν αναλογιστούμε ότι συμβαίνει τους καλοκαιρινούς μήνες όπου οι ανάγκες σε νερό είναι ούτως ή άλλως αυξημένες και οι συνθήκες που επικρατούν είναι ξηρές. Το γεγονός αυτό δυσκολεύει την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών ακόμα περισσότερο.

Το ίδιο συμπέρασμα θα ισχύει κατ' αναλογία σε όλους τους τουριστικούς προορισμούς, και γενικεύοντας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτό είναι ένα πρόβλημα που μαστίζει το μεγαλύτερο μέρος της χώρας μας, αλλά και άλλων μεσογειακών χωρών με παρόμοια χαρακτηριστικά. Όσον αφορά την Ελλάδα, μεγαλύτερη ταύτιση με την παραπάνω διαπίστωση θα έχουμε στα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου όπου επικρατούν παρόμοιες (ξηρές) κλιματολογικές συνθήκες και τουριστική κίνηση το καλοκαίρι. Αυτό, χωρίς ωστόσο να είναι η μόνη αιτία, σε πολλές περιπτώσεις καθιστά αδύνατη την κάλυψη των αναγκών τους σε νερό (συχνό είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα νησιά αυτά τροφοδοτούνται με πλοία μεταφοράς νερού).

Σαν τελικό συμπέρασμα της ενασχόλησής μας με αυτά τα σενάρια, μπορεί να θεωρηθεί ότι οι κλιματολογικές συνθήκες είναι παράγοντες που δεν εξαρτώνται άμεσα από τον ανθρώπινο παράγοντα με την έννοια ότι δεν μπορούμε άμεσα να τις μεταβάλλουμε, όπως για παράδειγμα μπορούμε να μεταβάλλουμε την τιμή νερού, και μάλιστα το μόνο που ο άνθρωπος μπορεί να κάνει είναι να μελετήσει μέσω σεναρίων τις πιθανές μελλοντικές συνθήκες (όπως για παράδειγμα μια ενδεχόμενη ξηρασία). Και πάλι όμως οι συνθήκες αυτές θα δώσουν μια κατανάλωση η οποία για να καλυφθεί θα απαιτεί μια πολιτική σωστής διαχείρισης, ορθής τιμολόγησης και εφαρμογή σωστής πολιτικής ενημέρωσης των καταναλωτών. Πάνω σε αυτούς τους άξονες στηρίζονται και οι προτάσεις μας για την ικανοποίηση των υδρευτικών αναγκών της Σκιάθου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

8.1 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΤΟΥΝ

Τα προβλήματα που αποτελούν τροχοπέδη για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών και απαριθμούνται στη συνέχεια, είναι μια γενίκευση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τα σενάρια. Είναι σχετικά με την ύπαρξη, τη χρήση και τον έλεγχο των υδατικών πόρων, που είναι δυνατόν να απειλούν την αειφόρο ανάπτυξη των πόρων αυτών. Η ποικιλότητα των προβλημάτων που συνδέονται με την ανάπτυξη των υδατικών πόρων προέρχεται από τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της και από το επίπεδο της τεχνικής ανάπτυξής της.

Αυτά τα προβλήματα μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα:

- *Έλλειψης πληροφόρηση για τους υδατικούς πόρους*

Ένα βασικό πρόβλημα για πολλές περιοχές είναι η έλλειψης γνώση των υδατικών πόρων, άμεσα διαθέσιμων και δυνητικών, καθώς και στοιχείων για την απαίτηση του νερού.

Η ύπαρξη των υδατικών πόρων καθορίζεται από ένα σύνολο στοχαστικών παραμέτρων. Χρειάζεται η γνώση της διακύμανσης αυτών των παραμέτρων σε σχέση με τον τόπο και τον χρόνο. Η εκτίμηση της διαθεσιμότητας του νερού βασίζεται σε πληροφορίες σχετικές με τις κλιματικές συνθήκες (βροχόπτωση, θερμοκρασία, εξάτμισοδιαπνοή), την υπάρχουσα ποσότητα του νερού (επιφανειακού, υπογείου) και την ποιότητα του νερού. Η γνώση της διαθεσιμότητας του νερού οδηγεί στο σωστό σχεδιασμό για τη χρήση του υδατικού πόρου με μεθόδους και ρυθμούς που δε διαταράσσουν τη δυνατότητα της ανανέωσης του και επομένως της διατήρησής του.

- *Έλλειψη νερού*

Το βασικό πρόβλημα είναι απλά η έλλειψη νερού σε σχέση με την ζήτηση, που είναι δυνατόν να οφείλεται σε φυσικές (ξηρασία, κλιματικές αλλαγές) ή και ανθρωπογενείς αιτίες (υπερπληθυσμός μιας περιοχής, υποβάθμιση ποιότητας νερού)

- *Μη αποδοτική χρήση του νερού*

Προβλήματα που συνδέονται με τους υδατικούς πόρους συχνά συνδέονται με την αναποτελεσματική χρήση του νερού στη γεωργία, στη βιομηχανία και στους οικισμούς.

- *Μόλυνση νερού*

Είτε αυτή προκληθεί άμεσα (π.χ. από απορροές υγρών ακατέργαστων αποβλήτων αστικής ή βιομηχανικής προέλευσης, από διάχυση στο περιβάλλον χημικών ουσιών όπως φυτοφάρμακα, λιπάσματα κ.α), είτε έμμεσα (από χημικές ουσίες όπως SO₂ και CO₂ που αρχικά εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα ή απορρίπτονται στο έδαφος) το αποτέλεσμα είναι η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού καθιστώντας αδύνατη τη θεώρησή του ως χρησιμοποιούμενου πόρου.

8.2 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Αρχικά, αξίζει να σχολιαστεί το ποσοστό του νερού που αντλείται και δεν καταναλώνεται. Όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί, το ποσοστό αυτό τείνει να αυξάνεται στα επόμενα έτη, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να μειωθούν οι απώλειες και να υπάρξει ορθή διαχείριση των χρήσεων του νερού που αντλείται. Παρατηρούμε ακόμη ότι άντληση που γίνεται ώστε να τροφοδοτηθεί υδρευτικά η πόλη της Σκιάθου, είναι σχεδόν διπλάσια από τις καταναλώσεις, δηλαδή τις μετρήσεις των υδρομέτρων.

Επομένως, οι αντλήσεις αυτές μπορούν να καλύψουν τις καταναλώσεις των ετών 2011, 2012 και 2013. Αν όμως οι καταναλώσεις αυξηθούν, όπως γίνεται στις περιπτώσεις που προβλέπονται από κάθε σενάριο, και σε βάθος δεκαετίας, οι αντλήσεις αυτές δεν είναι αρκετές για την ικανοποίηση των υδρευτικών αναγκών της πόλης (αν θεωρήσουμε για τη σύγκριση αυτή ότι η ετήσια άντληση θα παραμείνει σταθερή στα επόμενα δέκα χρόνια).

Από τα δεδομένα των αντλήσεων έχουμε τη συνολική άντληση για τα έτη 2011, 2012 και 2013:

Πίνακας 8.1 : Συνολική άντληση, κατανάλωση και διαφορά αυτών σε για τα έτη 2011-2013

ΕΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΤΙΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ	ΜΗ ΤΙΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ
2011	589.233 m ³	386.323 m ³	65,6 %	34,4 %
2012	635.236,22 m ³	360.164 m ³	56,7 %	43,3 %
2013	601.530 m ³	289.794 m ³	48,2 %	51,8 %

Από τα αποτελέσματα των σεναρίων προκύπτουν αρκετά αυξημένες καταναλώσεις στο τέλος της περιόδου πρόβλεψης, σε σχέση με αυτές που είδαμε στον παραπάνω πίνακα, οι οποίες είναι προφανές ότι δε μπορούν να καλυφθούν.

Πίνακας 8.2 : Ανάγκες ύδρευσης της πόλης της Σκιάθου στο τέλος των ετών πρόβλεψης για κάθε σενάριο

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m ³) ΕΤΟΥΣ 2024
1	Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος (για όλους τους μήνες).	460.481
2	Μείωση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος. (για όλους τους μήνες).	440.577
3	Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος – Αύγουστος).	402.039
4	Αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα 10 χρόνια κατά 2% ανά έτος για τους καλοκαιρινούς μήνες και μείωση της θερμοκρασίας κατά 2% ανά έτος για τους χειμερινούς (Νοέμβριος - Φεβρουάριος).	417.356
5	Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).	447.490
6	Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος (για όλους τους μήνες).	457.455
7	Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος μόνο για τους μήνες Οκτώβριο έως Μάρτιο.	378.173

8	Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και μείωση θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).	436.736
9	Αύξηση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο.	429.050
10	Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% (για όλους τους μήνες).	466.640
11	Μείωση της βροχόπτωσης στα επόμενα 10 χρόνια κατά 4% ανά έτος στους μήνες Οκτώβριο - Μάρτιο και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2% στους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο.	432.131
12 (1)	Αύξηση της ειδικής κατανάλωσης τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο για το σενάριο 1.	556.586
12 (3)	Αύξηση της ειδικής κατανάλωσης τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο για το σενάριο 3.	498.144
12 (7)	Αύξηση της ειδικής κατανάλωσης τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο για το σενάριο 7.	462.340
12 (10)	Αύξηση της ειδικής κατανάλωσης τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο για το σενάριο 10.	564.030

8.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

Το πιο προφανές στοιχείο, που προκύπτει από τον πίνακα 10.1, όπως προαναφέρθηκε, είναι το μεγάλο ποσοστό του νερού που αντλείται αλλά δεν καταναλώνεται. Με μια λέξη το ορίσαμε ως τις απώλειες, όμως αυτή είναι μια γενίκευση.

Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι απώλειες μπορεί να αναλυθούν σε πραγματικές απώλειες και εμφανείς απώλειες (δηλαδή μη εξουσιοδοτημένη κατανάλωση και λάθη μετρητών/μετρήσεων).

Με τον όρο εμφανείς απώλειες εννοούμε τον όγκο του νερού που χάνεται λόγω κλοπών ή παράνομων χρήσεων (π.χ. παράνομη αφαίρεση νερού από κρουνοί, παράνομες συνδέσεις, παρακάμψεις ή επεμβάσεις στους μετρητές) ,αλλά και λάθη μετρητών και μετρήσεων (σφάλματα και ανακρίβειες οργάνων, καταγραφής και επεξεργασίας των δεδομένων).

Με τον όρο πραγματικές απώλειες εννοούμε τον όγκο του νερού που χάνεται λόγω διαρροών, θραύσεων ή υπερχειλίσεων στους κύριους αγωγούς του δικτύου, τις δεξαμενές και τις συνδέσεις μέχρι το σημείο που βρίσκονται οι μετρητές των καταναλωτών (Kanakoudis and Tsitsifli, 2013).

Επομένως η πρώτη και βασικότερη πρόταση θα είναι να μειωθεί αυτό το σύνολο των απωλειών αυτών, όσο γίνεται. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αντικατάσταση και εκσυγχρονισμό του δικτύου ύδρευσης. Οι απώλειες αυτές είναι σε πολλές περιπτώσεις πάνω του 40% , επομένως είναι απαραίτητη η επισκευή και η συντήρηση του δικτύου ύδρευσης. Πολύ σημαντικό παράγοντα στην εξοικονόμηση νερού αποτελεί ο έλεγχος των

διαρροών του δικτύου. Η αντικατάσταση των δικτύων ύδρευσης, που έχουν διαρροές με παράλληλη, διαρκή και σύγχρονη συντήρηση των δικτύων ύδρευσης θεωρείται απαραίτητη.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πόσο βασικό ρόλο παίζει και ο συνεχής έλεγχος του δικτύου ύδρευσης, αλλά και η επίβλεψή του. Πρέπει να ελέγχονται οι μετρητές και οι αγωγοί, ώστε να γίνεται αντικατάσταση με νέους όποτε αυτό είναι απαραίτητο.

Πρέπει επίσης να ελέγχονται τακτά και σωστά οι πιέσεις και οι παροχές για να εξασφαλιστεί η καλή υδρευτική λειτουργία της πόλης σε βάθος χρόνων.

Επιπρόσθετα, σκόπιμη κρίνεται η παρακολούθηση της παροχής και της ποιότητας νερού στις πηγές, στα δίκτυα και σε δημόσιους χώρους και η λήψη μέτρων για τυχόν ανεξέλεγκτη χρήση.

Σε κάποια δυσμενή σενάρια πρόβλεψης, η εύρεση νέων μεθόδων για συλλογή πόσιμου νερού είναι αναγκαία αν αναλογιστεί κανείς και την τρομακτική αύξηση του τουρισμού τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η νέα γεώτρηση στην περιοχή Αγ. Αντωνίου καθώς και η σειρά των έργων που πραγματοποιούνται αυτή την εποχή ή αναμένεται να ξεκινήσει η λειτουργία τους στα πλαίσια του προγράμματος «Κατασκευή Κεντρικού Αγωγού και Εσωτερικού Δικτύου Ύδρευσης Πόλης Σκιάθου» , σίγουρα θα βοηθήσουν στην κάλυψη των υδρευτικών αναγκών.

Τέλος, εκτός από το θέμα της επάρκειας των αντλήσεων, υπάρχει και το θέμα του αποθηκευτικού χώρου (χωρητικότητα δεξαμενών) έτσι ώστε το νερό που αντλείται να μην πηγαίνει χαμένο. Πρέπει να κατασκευαστεί συνεπώς δεξαμενή κατάλληλης χωρητικότητας, ικανή να ανταπεξέλθει σε δυσμενέστερες συνθήκες πρόβλεψης μελλοντικής κατανάλωσης.

8.4 ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ, ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ

Η εξασφάλιση των υδατικών πόρων για τις σημερινές ανάγκες αλλά και για τις μελλοντικές γενιές είναι δυνατό να γίνει με την εφαρμογή σωστής στρατηγικής.

Η στρατηγική αυτή πρέπει να είναι προνοητική, δηλαδή μέσω της πρόβλεψης να εφαρμόζεται μία πολιτική διαχείρισης των υδατικών πόρων που να έχει μεγάλη χρονική εμβέλεια και συγχρόνως δυναμική μορφή.

Αυτό σημαίνει συνεργασία, συντονισμό και συνεννόηση όλων των φορέων, του επιστημονικού κόσμου και του κοινού, στην κατεύθυνση της άσκησης μιας ενιαίας και ορθολογικής περιβαλλοντικής πολιτικής. Απαιτείται δηλαδή μια ολιστική θεώρηση για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Όπως αναλύθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο, η ολιστική αυτή προσέγγιση εξειδικεύεται στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων, μέσω της συνύπαρξης, εντός ενός υδατικού οικοσυστήματος, όλων των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί συνυπάρχουν σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας, καθώς οι αποφάσεις που λαμβάνονται σε καθέναν από αυτούς τους τομείς, επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα και τους υπόλοιπους. Γίνεται έτσι παραπομπή στην ολοκληρωμένη διαχείριση και το συντονισμό του συνόλου των ενεργειών και των παρεμβάσεων που αφορούν είτε όλο το υδατικό οικοσύστημα, είτε επιμέρους στοιχεία του, και λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων και στοιχείων που επηρεάζουν τη ζωή εντός αυτών των ορίων.

Η πολιτική της Διαχείρισης και Προστασίας των υδατικών συστημάτων, θα πρέπει εκτός από την ορθολογική αξιοποίηση του νερού για την κάλυψη των αναγκών, να ενσωματώσει στη διαδικασία της τόσο την προστασία και τη διατήρηση του υδατικού περιβάλλοντος, όσο και τη συντήρηση της ίδιας της ζωής στην περιοχή ευθύνης της, στα όρια δηλαδή του υδατικού οικοσυστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την ολοκληρωμένη διαχείριση του υδατικού οικοσυστήματος, με πνεύμα πρόβλεψης και έγκαιρης επέμβασης.

Η ολιστική προσέγγιση οδηγεί σε οικονομικότερη αντιμετώπιση σε μακροχρόνια κλίμακα, καθώς με αυτήν αποφεύγονται οι πολύπλοκες και εξαιρετικά δαπανηρές λύσεις αποκατάστασης και επαναφοράς των υδατικών συστημάτων.

Συνοψίζοντας τις ενέργειες που απαιτούνται για την αειφόρο ανάπτυξη των υδατικών πόρων έχουμε:

- *Σωστός σχεδιασμός για τους υδατικούς πόρους*, σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης ή υδατικού διαμερίσματος και όχι διοικητικής διαίρεσης.
- *Αξιολόγηση και προστασία των υδατικών πόρων*
Το μέγεθος, η διαθεσιμότητα και η διακύμανση των υδατικών πόρων μιας περιοχής, επιφανειακών και υπογείων, καθώς και η ποιότητά τους πρέπει να εκτιμάται με προσοχή, να ελέγχεται και με το σωστό σχεδιασμό να προστατεύεται.
- *Επίδραση των κλιματικών αλλαγών*
Οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν την υδρολογική ισορροπία και επομένως την αειφορία των υδατικών πόρων κάτω από ορισμένη διαχείριση. Βέβαια η κατασκευή των σεναρίων δε σημαίνει υποχρεωτικά και εξεύρεση λύσης για τις ακραίες περιπτώσεις. Σε πολλές όμως περιπτώσεις είναι δυνατόν η εκ των προτέρων γνώση συμπεριφοράς του συστήματος να δώσει τη δυνατότητα να ξεπεραστεί π.χ. μια περίοδος ξηρασίας.
- *Νομοθεσία σχετικά με τους υδατικούς πόρους*
Μέσα από σωστά νομοθετικά πλαίσια και ειδικές ρυθμίσεις είναι εφικτό να προστατευθούν οι υδατικοί πόροι και από πλευράς ποιότητας και από πλευράς ισορροπίας, ώστε να καταστούν διατηρήσιμοι φυσικοί πόροι.

Δύο βασικές ενέργειες για την αειφόρο ανάπτυξη των υδατικών πόρων που πρέπει να ξεχωρίσουμε και να αναφερθούμε ιδιαίτερος είναι η εκπαίδευση – πληροφόρηση του κοινού και η τιμολόγηση του νερού.

Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η σωστή ενημέρωση του κοινού που χρησιμοποιεί το νερό είναι απαραίτητη για την εξοικονόμηση του, κυρίως με τον προσδιορισμό της σπατάλης. Η ενημέρωση πρέπει να περιλαμβάνει τη διαθεσιμότητα του νερού, τα τυχόν προβλήματα και τις πρακτικές αποφυγής σπατάλης χωρίς να διαταράσσεται η παραγωγή στη γεωργία και την βιομηχανία, η υγεία και η ευεξία των υδρευμένων.

Η εκπαίδευση αποτελεί εργαλείο προσέγγισης των καταναλωτών με στόχο την ευαισθητοποίηση, διαπαιδαγώγηση, οργάνωση και κινητοποίηση τους, ώστε να διαφυλάξουν και να διατηρήσουν το νερό.

Με άλλα λόγια, καλλιεργεί ένα αίσθημα ευθύνης που διαπερνά όλη την ζωή της κοινωνίας τόσο στην παραγωγή, όσο και στην κατανάλωση. Αυτό το αίσθημα μπορεί να καλλιεργηθεί μέσα από κοινωνικοπολιτικές τεχνικές οι οποίες θα αναφέρονται στους τρόπους σωστής χρήσης και στα μέτρα που λαμβάνονται, ώστε να προτρέπονται οι χρήστες στην εξοικονόμηση του νερού.

Αυτό επιτυγχάνεται με:

- Προγράμματα λαϊκής επιμόρφωσης, στρατηγικής ενημέρωσης και εκπαίδευσης των καταναλωτών, για την ευαισθητοποίηση τους σε θέματα που αφορούν στο νερό (χρήση, μόλυνση, τιμολόγηση κλπ), ώστε να επιτευχθεί η κοινωνική αποδοχή της πολιτικής διαχείρισης της ζήτησης και η ενεργή συμμετοχή των πολιτών στη λήψη των αποφάσεων.
- Έρευνα εστιασμένη στον προσδιορισμό της φύσης των μέτρων που θα επιφέρουν θετικό αποτέλεσμα στον έλεγχο της ζήτησης του νερού.
- Έρευνες αγοράς (μέσω ερωτηματολογίων), που μετρούν τη γνώμη των καταναλωτών και μπορούν να δώσουν πληροφορίες για διάφορα θέματα (όπως η τιμολόγηση του νερού, η προθυμία πληρωμής κλπ).
- Προσδιορισμός της ελαστικότητας της τιμής για τις διάφορες χρήσεις, έτσι ώστε να σχεδιαστούν αποτελεσματικότερα και εναλλακτικά τιμολόγια νερού (περιόδων ξηρασίας) και να εκτιμηθούν οι μελλοντικές ανάγκες.
- Μελέτη για τη διαμόρφωση αποδοτικών τιμολογίων νερού (ένα τιμολόγιο θεωρείται επιτυχημένο αν καταφέρει να μειώσει την κατ' άτομο χρήση, να κερδίσει την κοινωνική αποδοχή, να προβλέψει ισότητα στον τρόπο τιμολόγησης των καταναλωτών και να αποφέρει στην επιχείρηση τα προβλεπόμενα έσοδα).

Μέσα από την εκπαίδευση και μόνο θα γίνει κατανοητό ότι πλέον αποτελεί αναγκαιότητα η δημιουργία, η θέσπιση και εφαρμογή ενός θεσμικού πλαισίου που θα κινείται με στόχο με βάση της χρέωση με βάση την κατανάλωση. Η πολιτεία, οι τοπικοί και αυτοδιοικητικοί παράγοντες σε συνεργασία με τις κατά τόπους εταιρείες ύδρευσης, αλλά και τους καταναλωτές οφείλουν να μεριμνήσουν, να «δουν» το πρόβλημα της διαχείρισης των υδατικών πόρων με ψυχραιμία, κάνοντας βήματα στην κατεύθυνση επίλυσης του. Το νερό είναι το βασικότερο συστατικό οποιασδήποτε μορφής ζωής, είναι πεπερασμένο και περιορισμένο στα αποθέματα του, ως εκ τούτου δεν υπάρχει άλλος χρόνος για «χάσιμο».

Η ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ

Το πιο βασικό πλεονέκτημα της τιμολόγησης είναι η δυνατότητα βελτίωσης της οικονομικής συμπεριφοράς από τη πλευρά των καταναλωτών νερού και η οικονομική αποδοτικότητα που αποκτούν οι επιχειρήσεις νερού διαμέσου της σωστής τιμολόγησης.

Πίνακας 8.3 : Πολιτικές τιμολόγησης νερού

ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Εισαγωγή μετρητών	Η παρακολούθηση και η χρέωση μέσω μετρητών δίνει πληροφορίες τόσο για την χρήση όσο και για τον τόπο.
Σχεδιασμός τιμολόγησης νερού	Η τιμολόγηση νερού μπορεί να επηρεάσει την κατανάλωση. Η σχεδίαση του τιμολογίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βραχυπρόθεσμη εξοικονόμηση νερού
Τιμολόγηση με βάση το οριακό κόστος	Η πρακτική αυτή να ορίζεται η τιμή ίση με το οριακό κόστος εξυπηρετεί την αποτελεσματικότερη χρήση των υδατικών πόρων, όμως δεν είναι εύκολα εφαρμόσιμη.
Κλιμακωτό τιμολόγιο	Η αύξηση της τιμής του νερού ανάλογα με την αύξηση της κατανάλωσης δημιουργεί ένα κίνητρο για εξοικονόμηση.
Εποχιακή τιμολόγηση	Η επιπλέον τιμολόγηση σε περιόδους αιχμής (καλοκαίρι) βοηθά στον έλεγχο της κατανάλωσης και στην ρύθμιση των εποχιακών χρηστών.
Τιμολόγηση με βάση τις αιχμές (χρήση, ώρα)	Μεγαλύτερες τιμές σε ώρες αιχμής καλύπτουν το κόστος των συστημάτων που είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε ορισμένες ροές.
Χρέωση υπερβολικής χρήσης	Επιπλέον χρέωση που προστίθεται στη δομή του τιμολογίου για την αποθάρρυνση των υπερβολικών καταναλώσεων.
Καλοκαιρινή επιβάρυνση	Μία επιπλέον πάγια χρέωση στο σύνολο του τιμολογίου για την κάλυψη του κόστους διανομής σε καλοκαιρινή χρήση.

Βέβαια, είναι λογικό να θεωρήσει κανείς ότι στο θέμα της τιμολόγησης υπάρχουν συγκρουόμενα συμφέροντα (εταιρειών ύδρευσης και καταναλωτών).

Από την πλευρά των εταιρειών ύδρευσης, εξοικονόμηση σημαίνει χαμηλότερο κόστος (οφέλη) και μειωμένες αποδοχές (κόστος). Με το πέρασμα του χρόνου τα οφέλη θα ξεπεράσουν το κόστος και αυτό θα σημαίνει ότι η εταιρεία θα βρεθεί σε καλύτερη οικονομική κατάσταση, σαν αποτέλεσμα της εξοικονόμησης. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στον οικονομικό σχεδιασμό. Γενικά οι χρεώσεις του νερού οφείλουν να είναι χαμηλές με ή χωρίς την επιβολή μέτρων εξοικονόμησης. Αν η εξοικονόμηση ξεκινήσει πρώτη και μετά προσαρμοστεί το τιμολόγιο, οι καταναλωτές θα θεωρήσουν ότι η προσπάθεια τους για εξοικονόμηση οδήγησε στις υψηλότερες τιμές. Επομένως, οι τιμές πρέπει να θέτονται πριν την εφαρμογή οποιουδήποτε προγράμματος εξοικονόμησης.

Από την πλευρά των καταναλωτών πρέπει να γίνει αντιληπτό, ότι η εφαρμογή κάποιου προγράμματος εξοικονόμησης είτε συνοδεύεται από αύξηση της τιμής του νερού είτε όχι, δεν αποτελεί κάποιο σημαντικό επιπρόσθετο οικονομικό φορτίο. Ένας τυπικός καταναλωτής μπορεί να πληρώνει παραπάνω για μια μικρή ποσότητα νερού, ο συνολικός όμως λογαριασμός θα είναι μικρότερος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ

Είναι γεγονός πως τα προβλήματα που συνδέονται με τους υδατικούς πόρους και την αξιοποίησή τους σε συνδυασμό με τα γενικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα ολοένα και αυξάνονται. Η κατάσταση αναμένεται να οξυνθεί ακόμα περισσότερο μελλοντικά εξαιτίας των επιπτώσεων από την αλλαγή του κλίματος (μείωση των βροχοπτώσεων και ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων).

Επιπρόσθετα στην Ελλάδα, η διαχείριση του νερού εξακολουθεί να στηρίζεται μέχρι και σήμερα στη μονόπλευρη επιδίωξη της διαχείρισης της φυσικής προσφοράς του, θεωρώντας πάντοτε τη ζήτηση ως δεδομένη. Καθώς τα υδατικά αποθέματα παραμένουν περίπου σταθερά κατά τη διάρκεια του χρόνου και η ζήτηση του νερού ολοένα και αυξάνει (αποτέλεσμα τόσο της πληθυσμιακής αύξησης όσο και της αύξησης των ανθρωπογενών υδροβόρων δραστηριοτήτων), διαπιστώνεται ότι η μονόπλευρη πολιτική της διαχείρισης της φυσικής προσφοράς του νερού είναι αναποτελεσματική, και οδηγεί με μαθηματική βεβαιότητα σε ένα οικονομικό και περιβαλλοντικό αδιέξοδο, με κύριο χαρακτηριστικό την εξάντληση των υδατικών πόρων. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στο να γίνει αντιληπτό αυτό το γεγονός και να καλλιεργήσει ακόμα και στον απλό αναγνώστη το αίσθημα ευθύνης απέναντι στους υδατικούς πόρους.

Μέσα από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έγινε η προσπάθεια ανάπτυξης ενός συστήματος πρόβλεψης των καταναλώσεων της πόλης της Σκιάθου. Η επέκταση και η υποστήριξη αυτού του συστήματος στο μέλλον μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων. Η τροφοδοσία του με καινούρια δεδομένα στο μέλλον είναι αναγκαία για την αποδοτικότερη λειτουργία του (στοιχεία αντλήσεων και καταναλώσεων μετά τη λειτουργία της γεώτρησης Αγ. Αντωνίου και τα έργα που πραγματοποιούνται αυτή την περίοδο στη Σκιάθο).

Επίσης νέα δεδομένα για καλύτερη και ακριβέστερη πρόβλεψη κατανάλωσης, μπορούν να προκύψουν με την εγκατάσταση συσκευών παρακολούθησης της κατανάλωσης του νερού στα υδρόμετρα, ώστε να είναι δυνατή η διερεύνηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών σε πραγματικό χρόνο και η εξαγωγή συμπερασμάτων και αναλυτικών δεδομένων για την περαιτέρω αξιοποίηση.

Αξίζει να επισημανθεί ότι η εργασία θα μπορούσε να δώσει πιο εποπτικά αποτελέσματα αν συνδυαστεί με κάποια άλλη εργασία η οποία θα διερευνούσε όλα τα σενάρια πηγών παροχής νερού μετά από κάποια έτη ώστε να μελετηθεί ακόμη καλύτερα και με περισσότερη ακρίβεια το ισοζύγιο προσφοράς και ζήτησης νερού, ή με κάποια μελέτη στην οποία θα δίνονται εναλλακτικά σενάρια εξοικονόμησης νερού (συσκευές ρετροφίτ, ανακύκλωση νερού και χρήση του για αγροτικές περιοχές κ.λ.π). Στο μέλλον ακόμη, σαν συνέχεια αυτής της διπλωματικής θα μπορούσαν να επιλυθούν τα σενάρια διαχείρισης της ζήτησης νερού με περισσότερα στοιχεία (μεταβλητές μοντέλου) εφόσον αυτά υπάρχουν και προέρχονται από έγκυρες πηγές (για παράδειγμα θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί και η τιμολόγηση του νερού και ο πληθυσμός). Έτσι θα μπορούσε να δοθεί μια πιο σφαιρική εικόνα της μελλοντικής κατάστασης και οι υπολογιζόμενες καταναλώσεις θα βρίσκονται ακόμη πιο κοντά στις πραγματικές.

Η συμβολή αυτής της διπλωματικής στην επιστημονική περιοχή που καλύπτει η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων εστιάζεται στα παρακάτω σημεία:

- Χρησιμοποιεί πρωτογενή δεδομένα, χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή οι τιμές των μεταβλητών μας όπως αυτές μετρήθηκαν.
- Οι τιμές αυτές επεξεργάστηκαν και πολλές από αυτές είναι πλέον διαθέσιμες σε ημερήσιο, μηνιαίο, τριμηνιαίο και ετήσιο χρονικό βήμα. Υπάρχουν ακόμη αθροιστικά δεδομένα, μέσες τιμές, ετήσιες μεταβολές και ποσοστά των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν.
- Η εύρεση της εξίσωσης πρόβλεψης που προσομοιάζει καλύτερα τη μελλοντική κατάσταση ζήτησης γίνεται με μαθηματικό τρόπο.
- Υπολογίζει τη μελλοντική ζήτηση σε νερό λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που την επηρεάζουν (κλιματικές μεταβολές, αύξηση αριθμού υδρομέτρων, αύξηση πληθυσμού εποχιακά) και με την εισαγωγή των ελαστικοτήτων των παραπάνω παραγόντων στα μοντέλα πρόβλεψης, εφαρμόζονται εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της κατανάλωσης του νερού σε βάθος 10ετίας.
- Το σχηματικό υπόβαθρο (ο χάρτης δηλαδή) της πόλης της Σκιάθου με το δίκτυο ύδρευσης, τις θέσεις δεξαμενών, γεωτρήσεων και κόμβων ζήτησης, οι μεταβλητές, τα αποτελέσματα των σεναρίων πρόβλεψης και πολλά διαγράμματα υπάρχουν στο λογισμικό πρόγραμμα WEAP που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας, και συνεπώς μπορούν να ληφθούν πια ως δεδομένα για άλλες μελέτες.

Η συμβολή της διπλωματικής στην ευαισθητοποίηση των πολιτών είναι σημαντική, διότι αποτελεί ένα ισχυρό επιχείρημα προς την επιχείρηση ύδρευσης της Σκιάθου, ώστε η τελευταία να δώσει έμφαση στην ενημέρωση των καταναλωτών.

Με την ενημέρωση θα δημιουργηθεί μεγαλύτερη προθυμία στους οικιακούς καταναλωτές να συμμετέχουν σε προγράμματα εξοικονόμησης νερού.

Όπως αναλύθηκε και στο 10^ο κεφάλαιο μέσω της εκπαίδευσης που πρέπει να γίνει πάνω σε ζητήματα νερού κατέχει υψηλή θέση στην ιεράρχηση των παραμέτρων που συντελούν στην εξοικονόμηση νερού, αποδεικνύουν ότι η ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης θα συντελέσει σημαντικά στην εξοικονόμηση νερού. Ένας καλά πληροφορημένος καταναλωτής, που γνωρίζει τα ζητήματα και τις τεχνικές εξοικονόμησης του νερού, μπορεί να περιορίσει την κατανάλωση του νερού του.

Επομένως, η ΔΕΥΑΣ θα πρέπει να δώσει έμφαση στην προώθηση προγραμμάτων εξοικονόμησης νερού. Αυτά περιλαμβάνουν:

- α) Ενημέρωση από τα ΜΜΕ και από έντυπο υλικό, ώστε να ενθαρρύνουν τη εξοικονόμηση του νερού και να καλλιεργήσουν την περιβαλλοντική συνείδηση με έμφαση τόσο σε θέματα εξοικονόμησης όσο και προστασίας των υδατικών πόρων,
- β) προγράμματα σχολικής εκπαίδευσης
- γ) προγράμματα για την εγκατάσταση των συσκευών εξοικονόμησης νερού στα υπάρχοντα σπίτια, με σκοπό να μειώσουν τη μακροπρόθεσμη ζήτηση νερού.

Για την αποτελεσματικότητα όμως όλων των παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η στελέχωση τόσο της επιχείρησης ύδρευσης καθώς και όλων των αρμόδιων φορέων με επαρκές και κατάλληλα εξειδικευμένο προσωπικό, καθώς και με την απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή για αποτελεσματική διαχείριση υδατικών πόρων, με χρήση σύγχρονων τεχνολογιών και αντιλήψεων διαχείρισης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το νερό, όπως είναι γνωστό, είναι το πολυτιμότερο φυσικό αγαθό. Η ύπαρξή του συνδέεται άμεσα με τη συνέχιση της ζωής στον πλανήτη. Είναι λοιπόν φανερό, ότι το νερό αποτελεί αγαθό ύψιστης σημασίας.

Η διαχείρισή του παγκοσμίως αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα. Η ζήτηση του νερού μπορεί να τροποποιηθεί κατάλληλα και συνετά, αλλά και ο χειρισμός των τρόπων χρήσης νερού μπορεί να βελτιώσει την επάρκεια και την αποτελεσματική χρήση των υδατικών πόρων.

Πρέπει να αντιληφθούμε όλοι την ευθύνη που έχουμε σαν καταναλωτές οικιακού νερού. Μια σειρά ενέργειες μπορούν να γίνουν από τον καθένα ξεχωριστά, αλλά και σα σύνολο. Με περιβαλλοντική συνείδηση, μπορούν να αξιοποιηθούν κάποιες από τις νέες τεχνολογίες (καζανάκια μειωμένης κατανάλωσης, συσκευές μείωσης κατανάλωσης στα ντους, στα πλυντήρια ρούχων και πιάτων).

Θα πρέπει να επανεξεταστεί η πρακτική της χρήσης καλής ποιότητας νερού για όλες τις δραστηριότητες, η οποία πλέον δεν είναι βιώσιμη. Η παροχή κατώτερης ποιότητας νερού σε εργασίες δευτερεύουσας σημασίας μπορεί να αυξήσει την βιωσιμότητα της παροχής πόσιμου νερού στο μέλλον. Για παράδειγμα το πλύσιμο ρούχων, οι τουαλέτες, αλλά και η βιομηχανία προσφέρουν πολλές ευκαιρίες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης νερού. Περαιτέρω μειώσεις είναι εφικτές ακολουθώντας την ίδια λογική, δηλαδή με την επαναχρησιμοποίηση νερού για διάφορες διαδικασίες που κινούνται από την υψηλότερη ποιότητα προς χαμηλότερη.

Λύσεις όπως η διάνοιξη νέων γεωτρήσεων, η εύρεση νέων πηγών τροφοδοσίας νερού ή η αφάλατωση, πλέον είναι αδύνατον να καλύψουν όλες τις ανάγκες ύδρευσης χωρίς να προκαλέσουν επιπρόσθετα περιβαλλοντικά προβλήματα. Πρέπει λοιπόν να λειτουργούν συμπληρωματικά σε μια ευρύτερη πολιτική ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων. Δεν πρέπει δηλαδή να αντικαταστήσουν τις προσπάθειες για συλλογή του βρόχινου νερού, τον περιορισμό των διαρροών από τα δίκτυο ύδρευσης, την επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών στην αγροτική παραγωγή (που να είναι λιγότερο υδροβόρες) και την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων (όπου είναι δυνατό), έτσι ώστε να γίνεται η μέγιστη εξοικονόμηση νερού.

Το γεγονός ότι σε λίγα χρόνια θα αντιμετωπίσουμε προβλήματα λειψυδρίας για την ικανοποίηση των αναγκών μας, όπως και η συνεχής υποβάθμιση της ποιότητας του νερού είναι πλέον γνωστό και το αναμένουμε, σαν αναγκαίο κακό. Το ανησυχητικό είναι ότι δεν προσπαθούμε να βρούμε λύσεις σ' αυτά τα προβλήματα ή ακόμα χειρότερα, οι προτάσεις μας δεν εισακούγονται από τους εκάστοτε διοικούντες. Η επιλογή μιας λανθασμένης μελέτης είναι ικανή να εξαφανίσει τα υδάτινα αποθέματα (πηγές, ποτάμια, λίμνες και κυρίως υπόγειο νερό). Επίσης η επιλογή μιας τέτοιας μελέτης σε τόσο σημαντικά ζητήματα, ακόμα κι αν συμφέρει οικονομικά στο κοντινό μέλλον, σε βάθος χρόνου θα κοστίζει πολύ ακριβά. Αυτό γιατί στερεύουν οι πηγές υδροληψίας και πέφτει η στάθμη του υπόγειου υδροφορέα (άρα αναγκαζόμαστε να φέρουμε νερό από πιο μακριά και να σκάψουμε βαθύτερα, που σημαίνει αύξηση κόστους).

Διπλωματική εργασία: «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης»

Αν όμως ακολουθηθεί μια λειτουργικά και περιβαλλοντικά σωστή μελέτη ώστε το νερό που θα καταναλώνεται να μπορεί να ξαναγεννηθεί φυσικά (υδρολογικός κύκλος) τότε θα υπάρχει νερό για πολλές γενιές ακόμη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανδρεαδάκης, Α., Α. Κατσίρη, Α. Στάμου, Α. Βαλασσόπουλος, Ε. Γαβαλάκη, Μ. Καπετανάκη, Ι. Κατσίρης, και Κ. Νουτσόπουλος, *Μελέτη ποιότητας νερού, Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 3, 133 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Βαβίζος, Γ., Κ. Ζαννάκη, Δ. Ζαφειρόπουλος & ΣΙΑ Α.Ε., και Ιωάννης Ζαχάρωφ ΣΥΝΘΕΣΗ & ΕΡΕΥΝΑ Ε.Π.Ε., *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επανορθωτικών μέτρων από την κατασκευή και λειτουργία του φράγματος Σμοκόβου και συναφών έργων*, Ανάδοχος: ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων (Δ7), Αθήνα, 1995.

Δουρίδας, Χ., *Ανάπτυξη συστήματος πληροφοριών για τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα στην Ελληνική επικράτεια*, Μεταπτυχιακή εργασία, 85 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Οκτώβριος 2006.

Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, *Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο Δράσης κατά της Ερημοποίησης*, Αθήνα, 2001.

Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας (Ε.Υ.Τ.), Τομέας ΥΠΥΘΕ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, *Πρόταση ποιοτικών ορίων και προδιαγραφών επαναχρησιμοποίησης λυμάτων*, Τελική Έκθεση στα πλαίσια του προγράμματος LIFE 99/ENV/GR/000590, Αθήνα, Απρίλιος 2003.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μαμάσης, *Υδρολογική μελέτη, Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 2, 70 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Ε. Ρόζος, Α. Τέγος, και Ι. Ναλμπάντης, *Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου προσομοίωσης υδρολογικών-υδρογεωλογικών διεργασιών λεκάνης απορροής «Υδρόγειος», Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 4a, 103 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Δεκέμβριος 2006.

Ευστρατιάδης, Α., Α. Κουκουβίνος, Ε. Ρόζος, Α. Τέγος, και Ι. Ναλμπάντης, Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου προσομοίωσης των υδρολογικών και υδρογεωλογικών διεργασιών λεκάνης απορροής «ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ», *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 4α, 103 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Δεκέμβριος 2006.

Ευστρατιάδης, Α., Γ. Καραβοκυρός, και Δ. Κουτσογιάννης, Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης της διαχείρισης υδατικών συστημάτων «ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ», *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 9, 91 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2007.

Ευστρατιάδης, Α., Δ. Κουτσογιάννης, και Σ. Κοζάνης, Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών μεταβλητών «Κασταλία», *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 3, 61 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Ευστρατιάδης, Α., Δ. Κουτσογιάννης, και Σ. Κοζάνης, Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών μεταβλητών «Κασταλία», *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 3, 61 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Ευστρατιάδης, Α., *Διερεύνηση μεθόδων αναζήτησης ολικού βελτίστου σε προβλήματα υδατικών πόρων*, Μεταπτυχιακή εργασία, 139 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2001.

Ευστρατιάδης, Α., και Ν. Ζερβός, *Βέλτιστη διαχείριση συστημάτων ταμιευτήρων - Εφαρμογή στο σύστημα Αχελώου-Θεσσαλίας*, Διπλωματική εργασία, 181 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 1999.

Ζαρρής, Δ., *Φερτά υλικά σε υπονόμους - Εφαρμογή στο δίκτυο της Αθήνας*, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 1995.

Θεοδωράκης, Μ., Ν. Σ. Μάργαρης και Η. Καϊνάδας, *Υγροβιότοποι της ΔΕΗ*, Καστανιώτης, Αθήνα, 2000.

Θεοδωράκης, Μ., Ν. Σ. Μάργαρης και Η. Καϊνάδας, *Υγροβιότοποι της ΔΕΗ*, Καστανιώτης, Αθήνα, 2000.

Ιωάννης Μυλόπουλος, 'Διαχείριση της ζήτησης και κοστολόγηση του νερού', Διαδίκτυο, 2004

Καραβοκυρός, Γ., Α. Ευστρατιάδης, και Δ. Κουτσογιάννης, Υδρονομέας (έκδοση 3.2) – Σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, Τεύχος 24, 142 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2004.

Καραβοκυρός, Γ., Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μανδέλλος, Ανάπτυξη μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης του υδροσυστήματος της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3*, Τεύχος 40, 161 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 1999.

Κασιτεροπούλου Δωροθέα, διπλωματική εργασία, Βόλος 2004.

Κοζάνης, Σ., Α. Χριστοφίδης, και Α. Ευστρατιάδης, Περιγραφή συστήματος διαχείρισης και επεξεργασίας δεδομένων "Υδρογνώμων", *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 2, 141 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Κοκώσης, Χ., και Δ. Κουτσογιάννης, Νερό για την πόλη: Στρατηγικός σχεδιασμός, διαχείριση της ζήτησης και έλεγχος των διαρροών στα δίκτυα, *Ημερίδα με θέμα Νερό για την πόλη: Στρατηγικός σχεδιασμός, διαχείριση της ζήτησης και έλεγχος των διαρροών στα δίκτυα*, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας, 2000.

Κουκουβίνος, Α., Α. Ευστρατιάδης, Λ. Λαζαρίδης, και Ν. Μαμάσης, Έκθεση δεδομένων, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου*, Τεύχος 1, 66 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιανουάριος 2006.

Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ανδρεαδάκης, Α. Μαυροδήμου κ.ά., Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, *Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων*, 748 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.

Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, Γ. Καραβοκυρός, Α. Κουκουβίνος, Ν. Μαμάσης, Ι. Ναλμπάντης, Ε. Ρόζος, Χ. Καρόπουλος, Α. Νασίκας, Ε. Νεστορίδου, Δ. Νικολόπουλος, Σχέδιο διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας - Έτος 2002-2003, ΕΥΔΑΠ, ΕΜΠ, 2003.

Κουτσογιάννης, Δ., Α. Ευστρατιάδης, και Ν. Μαμάσης, Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία,

Κουτσογιάννης, Δ., Από το μεμονωμένο υδραυλικό έργο στο υδροσύστημα: Το παράδειγμα του υδρολογικού σχεδιασμού των έργων Ευήνου, *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου των Τμημάτων Πολιτικών Μηχανικών*, Θεσσαλονίκη, 235-244, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1997.

Κουτσογιάννης, Δ., Ι. Ναλμπάντης, και Ν. Μαμάσης, *Υδρολογική διερεύνηση - Έκθεση, Προμελέτη ενίσχυσης του υδατικού δυναμικού του ταμιευτήρα Μόρνου από τη λεκάνη του ποταμού Ευήνου, Εισαγωγικό μέρος*, Εργοδότης: Διεύθυνση Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Ανάδοχοι: ΟΤΜΕ, Υδροηλεκτρική, ΥΔΡΟΤΕΚ, Δ. Κωνσταντινίδης, Γ. Καραβοκύρης, Θ. Γκόφας και Συνεργάτες, 192 σελίδες, Αθήνα, 1991.

Κουτσογιάννης, Δ., και Α. Ευστρατιάδης, Εμπειρία από την ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση μεγάλης κλίμακας υδροσυστημάτων της Ελλάδας, *Πρακτικά της Ημερίδας " Μελέτες και Έρευνες Υδατικών Πόρων στον Κυπριακό Χώρο"*, Λευκωσία, 159-180, 84 Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2003.

Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 2, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997.

Κουτσογιάννης, Δ., και Ι. Τσελέντης, Σχόλιο για τις προοπτικές ανάπτυξης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα σε σχέση με την Κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο για το νερό, *Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά - Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα, Πρακτικά*, 87-92, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, 2002.

Κουτσογιάννης, Δ., Μελέτη λειτουργίας ταμιευτήρων, Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 420 σελίδες, 1996.

Κουτσογιάννης, Δ., Ξανθόπουλος, Θ., *Τεχνική Υδρολογία*, ΕΜΠ, Αθήνα 1999.

Κουτσογιάννης, Δ., *Σημειώσεις Βελτιστοποίησης Συστημάτων Υδατικών Πόρων - Μέρος Α*, Έκδοση 2, 91 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2000.

Κουτσογιάννης, Δ., *Σημειώσεις Βελτιστοποίησης Συστημάτων Υδατικών Πόρων - Μέρος Α*, Έκδοση 2, 91 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2000.
Μαμάσης, Ν., Ρ. Μαυροδήμου, Α. Ευστρατιάδης, Μ. Χαϊνταρλής, Α. Τέγος, Α.

Κουκουβίνος, Π. Λαζαρίδου, Μ. Μαγαλιού, και Δ. Κουτσογιάννης, Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων οργάνωσης και λειτουργίας Φορέα Διαχείρισης έργων Σμοκόβου, *Διερεύνηση σεναρίων διαχείρισης του ταμιευτήρα Σμοκόβου*, Τεύχος 2, 73 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούνιος 2006.

Μπουλούγουρης, Β., και Α. Τσίτσης, *Υδρευση ανατολικής πλευράς Νομού Καρδίτσας, Προκαταρκτική μελέτη*, Ανάδοχος: Ροϊκός Α.Ε. Σύμβουλοι Μηχανικοί, Δεκέμβριος 2002.

Μπούτσικου, Ε. Ε., Εκτίμηση ρυπαντικού φορτίου απορροής αστικής λεκάνης, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 1995.

Ναλμπάντης, Ι., Μοντελοποίηση υδροδοτικού συστήματος, *Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών - Φάση 2*, Τεύχος 14, 133 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούνιος 1990.

Νικήτας Μυλόπουλος, 'Διαχείριση υδατικών πόρων', Οκτώβριος 2001.

Ξανθόπουλος, Θ., Δ. Χριστούλας, Μ. Μιμίκου, Μ. Αφτιάς, και Δ. Κουτσογιάννης, Το πρόβλημα των πλημμυρών της Αθήνας: Στρατηγική αντιμετώπισης, Αντιπλημμυρική προστασία του λεκανοπεδίου της Αθήνας, Αθήνα, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1995.

Ξανθόπουλος, Θ., Διαχείριση των υδατικών πόρων: θεωρητικές ελπίδες και ρεαλιστική προσέγγιση, *Συνέδριο ΤΕΕ – Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας*, Λάρισα, 13–16 Νοεμβρίου 1996.

Ξανθόπουλος, Θ., Διαχείριση των υδατικών πόρων: θεωρητικές ελπίδες και ρεαλιστική προσέγγιση, *Συνέδριο ΤΕΕ – Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας*, Λάρισα, 13–16 Νοεμβρίου 1996.

Οικονόμου, Α., *Αξιολόγηση της μεθόδου Παραμετροποίησης - Προσομοίωσης - Βελτιστοποίησης στη διαχείριση συστημάτων ταμιευτήρων*, Μεταπτυχιακή εργασία, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2000.

Ομάδα ερευνητικού έργου Πλαστήρα 2002, Συνοπτική έκθεση, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 1, 23 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Ομάδα ερευνητικού έργου Πλαστήρα 2002, Συνοπτική έκθεση, *Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα*, Τεύχος 1, 23 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

Παπαβρανούσης, Σ., Υδροηλεκτρικά, Ενημερωτικό δελτίο ΤΕΕ, 19 Μαρτίου 2002.

Παπαζαφειρίου, Ζ., Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1994.

Παπαντώνης, Δ., Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα (ΥΗΕ) στον ελληνικό χώρο, Πυρφόρος, Τεύχος 5, Ιούνιος 2002.

Πέππας, Α., *Προσομοίωση υδατικών πόρων και χρήσεων νερού στη Θεσσαλία*, Διπλωματική εργασία, 150 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2001.

Ρόζος, Ε., Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου εκτίμησης υδατικών αναγκών, *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)*, Ανάδοχος: NAMA, Τεύχος 5, 21 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Ρόπης, Κ., *Διερεύνηση της ποιότητας των υδάτων της λίμνης Σμοκόβου*, Μεταπτυχιακή εργασία, 94 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

Στεφανάκος, Ι. Το Υδροδυναμικό της Ελλάδας. Προοπτικές για παραπέρα ανάπτυξη και αξιοποίηση στην παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, Επιστημονικό συνέδριο Ενέργεια 2002, ΕΜΠ, Χαλκίδα, 2002.

Συμβούλιο Αγροτικής Πολιτικής (Σ.Α.Π.), Εισήγηση της ομάδας εργασίας στην 8^η συνεδρίαση του Σ.Α.Π. με θέμα: «Διαχείριση των υδατικών πόρων στη γεωργία», Ιούνιος 2000.

Ταμειυτήρων υδροδότησης της Αθήνας, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 2*, Τεύχος 14, 52 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Νοέμβριος 1995.

Διπλωματική εργασία: «ζήτηση νερού στην πόλη της Σκιάθου - εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης»

Τέγος, Α., *Συνδυασμένη προσομοίωση υδρολογικών-υδρογεωλογικών διεργασιών και λειτουργίας υδροσυστήματος Δυτικής Θεσσαλίας*, Διπλωματική εργασία, 132 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2005.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΩΝ ΣΤΗ ΣΚΙΑΘΟ.

Τσακαλίας, Γ., και Δ. Κουτσογιάννης, Πιλοτικό μοντέλο για τη διαχείριση του συστήματος

ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας*, Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, Ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 549 σσ., Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, Ιανουάριος 2003.

ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, και ΚΕΠΕ, *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας*, Συμπλήρωση της ταξινόμησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας, ανάδοχος: Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 549 σελίδες, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, Ιανουάριος 2003.

Υπουργείο Αιγαίου, ΕΜΠ, Ερευνητικό πρόγραμμα: Άνυδρα Νησιά του Αιγαίου: Υποπρόγραμμα Σύμη, ανάδοχος: Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΕΜΠ, επιστημονικός υπεύθυνος Γ. Τσακίρης, Υπουργείο Αιγαίου, 1999.

Υπουργείο Ανάπτυξης, 3η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το 2010, Αθήνα, 2005.

Υπουργείο Γεωργίας, Γεν. Διεύθυνση Εγγειοβελτιωτικών Έργων, Διαχείριση υδατικών πόρων στον αγροτικό τομέα, Ιανουάριος 2002.

Φαφούτης Χρυσόστομος, διδακτορική διατριβή, *Ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχείρισης της ζήτησης του νερού στον οικιακό τομέα. Κοστολόγηση σύμφωνα με την πλήρη αξία του*. Βόλος Μάιος 2008.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

American Society of Civil Engineers (ASCE), Water Resources Planning and Management Division & UNESCO International Hydrological Programme IV Project M-4.3 Task Committee on Sustainability Criteria, Sustainability criteria for water resource systems, ASCE, Reston, Virginia, USA, 1998.

Arranz, R. and M. McCartney. 2007. Application of the Water Evaluation And Planning (WEAP) model to assess future water demands and resources in the Olifants catchment, South Africa. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 103 pp. (IWMI Working Paper 116).

Biswas, A. K., *Systems Approach to Water Management*, McGraw-Hill, New York, 1976.

Bower, B. T., M. M. Hufschmidt, and W. H. Reedy, Operating procedures: Their role in the design and implementation of water resource systems by simulation analysis, in *Design of Water Resource Systems*, edited by A. Maass et al., chap. 11, pp. 443-458, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1962.

Brundtland, G.H. , & World Commission on Environment and Development *Our Common Future*, Oxford University Press, 1987.

Clark, E. J., New York control curves, *Journal of American Water Works Association*, 42(9), 823-827, 1950.

Clément, R., Calcul de débits dans les réseaux d'irrigation fonctionnant à la demande, *La Houille Blanche*, vol. 20, 1966.

Crabtree, G., N. Lewis, A. Nozik, M. Wasielewski, and P. Alivisatos, Solar Energy: Challenges and Opportunities, BES Workshop on Basic Research Needs for Solar Energy Utilization. April 21-24, 2005 Campbell, C, The end of the first half of the age of oil, IV International workshop on oil and gas depletion. Lisbon, Portugal, 2005

Deo, N., *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*, Prentice-Hall, 1974.

Dercas, N., Contribution au calcul des réseaux sous pression à la demande libre et restreinte. Proposition d'un modèle de simulation, Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technique du Languedoc (Université Montpellier II), France, pages 201, 1989.

Dreyfus, H., and S. Dreyfus, *Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*, Free Press, 1986.

Efstratiadis, A., and D. Koutsoyiannis, An evolutionary annealing-simplex algorithm for global optimisation of water resource systems, *Proceedings of the 5th International Conference on Hydroinformatics*, Vol. 2, 1423-1428, Cardiff, UK, July 2002, IAHR, IWA, IAHS, 2002.

Efstratiadis, A., D. Koutsoyiannis, and D. Xenos, Minimising water cost in the water resource

Eom, S. B., S. M. Lee, E. B. Kim, C. Somarajan, A survey of decision support system applications (1994-1998), *Journal of Operational Research*, 35(4), 109-120, 1998.

European Parliament and Council of the European Union, Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities, L 327, 72 pp., 2000.

Faber, B. A., and J. R. Stedinger, Reservoir optimization using sampling SDP with ensemble

Fredericks, J., J. Labadie, and J. Altenhofen, Decision support system for conjunctive stream-aquifer management, *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, 124(2), 69-78, 1998.

Global Water Partnership, *Integrated water resources management*, Tac Background, Paper No. 4. Stockholm, Sweden, 2000.

Goldberg, D. E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.

Grabtree, G. W. and N. S. Lewis, Solar energy conversion, *Physics Today*, 60(3), 37-42, 2007

Graham, L. P., J. W. Labadie, I. P. G. Hutchison, and K. A. Ferguson, Allocation of augmented water supply under a priority water rights system, *Water Resources Research*, 22(7), 1083-1094, 1986.

Grigg, N. S., *Water Resources Management*, McGraw-Hill, New York, 1996.

Hansen, E. 1994. WEAP — A system for tackling water resource problems. In *Water Management Europe 1993/94: An Annual Review of the European Water and Wastewater Industry*. Stockholm Environment Institute: Stockholm. U.S. Water News, Oct. 1992. Aral Sea is classic example of ecological suicide. No. V4, p. 12.

Hermanowicz, W.S., Asano T., and Abel Wolmans, “The metabolism of cities” Revisited: A Case for Water Recycling and Reuse, *Advanced Wastewater Treatment, Recycling and Reuse, Conference Proceedings*, Vol. 1, 1998.

Hubbert, M.K., Nuclear Energy and the Fossil Fuels, Presented before the Spring Meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, March 7-9, 1956.

Huber-Lee, A., D. Yates, D. Purkey, W. Yu, and B. Runkle. 2003. Water, climate, food, and environment in the Sacramento Basin — contribution to ADAPT: Adaptation strategies to changing environment. Stockholm Environment Institute, Boston, MA, USA.

International Water Association (IWA), Water Reuse Committee Newsletter, IWA, London, UK, June 2000.

Kerr, R.A. and Service, R.F., What Can Replace Cheap Oil--and When?, *Science*, 309, 101, 2005.

Kirkpatrick, S., C. D. Gelatt, and M. P. Vecchi, Optimization by simulated annealing, *Science*, 220, 671-680, 1983.

Koutsoyiannis, D., A. Efstratiadis, and G. Karavokiros, A decision support tool for the management of multi-reservoir systems, *Journal of the American Water Resources Association*, 38(4), 945-958, 2002.

Koutsoyiannis, D., and A. Economou, Evaluation of the parameterization-simulation-optimization approach for the control of reservoir systems, *Water Resources Research*, 39(6), 1170, 1-17, 2003.

Koutsoyiannis, D., N. Zarkadoulas, A. N. Angelakis, and G. Tchobanoglous, Urban water management in Ancient Greece: Legacies and lessons, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 2007 (in press).

Koutsoyiannis, D., Stochastic simulation of hydrosystems, *The Encyclopedia of Water*, edited by J. H. Lehr, New York, 2004b.

Kuczera, G., Fast multireservoir multiperiod linear programming models, *Water Resources Research*, 25(2), 169-176, 1989.

Labadie, J., *MODSIM: Technical manual river basin network model for water rights planning*, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1995.

Larson, R., The Future is Renewable Energy, *Solar Today*, 20(2), 4, 2006.

Lewis, N. S., and G. Crabtree, Basic research needs for solar energy utilization, Report on the Basic Energy Sciences Workshop, Office of Basic Energy Science, US Department of Energy, 2005

Loucks, D. P., and O. T. Sigvaldason, Multiple reservoir operation in North America, in *The*

Loucks, D.P., E. van Beek, J.R. Stedinger, J.P.M. Dijkman, *Water Resources Systems Planning and Management, An Introduction to Methods, Models and Applications*, Studies and Reports in Hydrology, UNESCO Publishing, 680 pages, Paris, 2005.

Lund, J. R., and J. Guzman, Derived operating rules for reservoirs in series or in parallel, *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, 125(3), 143-153, 1999.

Marsalek, J., Rochfort Q., and Savic D., Urban water as a part of integrated catchment management, in *Frontiers in Urban Water Management - Deadlock or Hope*, edited by Cedo Macsimovic and Jose Alberto Tejada-Guibert, IWA Publishing, 2001.

Mays, L. W., and Y. K. Tung, *Hydrosystems Engineering and Management*, McGraw-Hill, New York, 1992.

Mays, L. W., and Y. K. Tung, Systems analysis, in *Water Resources Handbook*, McGraw-Hill, New York, 1996.

Michalewicz, Z., *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag, New York, 1992.

Mylopoulos, N., A. Mentis, A sustainable framework for water resources management in an urban watershed: the case of Volos, Greece, submitted for publication in ?, 200?.

Mylopoulos, Y., E. Kolokytha, A. Mentis, and D. Vagiona, Urban water demand management - The city of Thessaloniki-Greece case study, in *Advances in Water Supply Management* (Maksimovic, Butler and Memon, eds), Swets and Zeitlinger, Lisse, 2003.

Nalbantis, I., and D. Koutsoyiannis, A parametric rule for planning and management of multiplereservoir systems, *Water Resources Research*, 33(9), 2165-2177, 1997.

Nelder, J. A., and R. Mead, A simplex method for function minimization, *Computer Journal*, 7(4), 308-313, 1965.
of Athens, *Urban Water Journal*, 1(1), 3-15, 2004.

Oliveira, R., and D. P. Loucks, Operating rules for multi-reservoir systems, *Water Resources Operation of Multiple Reservoir Systems*, edited by Z. Kaczmarck and J. Kindler, IIASA Collab.

Philbrick, C. R., and P. Kitanidis, Limitations of deterministic optimization applied to reservoir operations, *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, 125(3), 135-142, 1999.

prediction (ESP) forecasts, *Journal of Hydrology*, 249, 113-133, 2001.

Raskin, P., E. Hansen, Z. Zhu, and D. Stavisky. 1992. Simulation of water supply and demand in the Aral Sea region. *Water International* 17(2):55-67.

ReVelle, C., *Optimizing Reservoir Resources – Including a New Model for Reservoir Reliability*, John Wiley & Sons, New York, 1999.

Ripley, B. D., *Stochastic Simulation*, Wiley, New York, 1987.

S. French, *Decision analysis and decision support systems*, Lecture Notes, Management Business School, 3rd draft edition, 2000.

Smith, D. K., *Network Optimization Practice: A Computational Guide*, John Wiley and Sons, 1982.

SOGREAH, *Έργο αναπτύξεως υπογείων υδάτων Θεσσαλίας, Μαθηματικά ομοιώματα*, Υπουργείο Γεωργίας, 1979.

Sol, H. G., Processes and tools for decision support: Inferences for future developments, in: *Processes and Tools for Decision Support*, (ed. Sol, H. G.), North Holland, Amsterdam, pp. 1-6, 1983.87

Tate, D., An Overview of Water Demand Management and Conservation, Vision 21 synthesis paper, Water Supply and Sanitation Collaborative Council, 2001.

United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD), Agenda 21, New York, 1992.

Vernon, C., Will Nuclear Fusion Fill the Gap Left by Peak Oil, 2007

Wasimi, S., and P. K. Kitanidis, Real-time forecasting and daily operation of a multireservoir system during floods by linear quadratic Gaussian control, *Water Resources Research*, 19(6), 1511-1522, 1983.

Watkins, D. W., and D. C. McKinney, Recent developments associated with decision support systems in water resources, *U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994*, Reviews of Geophysics, Vol. 33 Supplement 1995, American Geophysical Union, 1995.

World Commission on Dams, *Dams and Development: A New Framework for Decision-*

Xenos, D., I. Passios, S. Georgiades, E. Parlisis, and D. Koutsoyiannis, Water demand management and the Athens water supply, *Proceedings of the 7th BNAWQ Scientific and Practical Conference "Water Quality Technologies and Management in Bulgaria"*, Sofia, Sofia, 2002.