

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΥΔΑΤΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ ΣΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ:
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ

Υπεύθυνος Σπουδαστής:

Κωνσταντίνος Β. Κουλουψούζης – Α.Μ. 43374

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αιμιλία Κονδύλη

Συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια: Χριστιάνα Παπαποστόλου

2018

«Ἄριστον μὲν ὕδωρ,

ὁ δὲ χρυσὸς αἰθόμενον πῦρ ἅτε διαπρέπει νυκτὶ μέγανος ἔξοχα πλούτου.».

Πίνδαρος

Ολυμπιονίκος I,1 (476 π.Χ.)

Πίνακας περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	4
1.1.	Σκοπός και αντικείμενο παρούσας εργασίας.....	4
1.2.	Περιεχόμενα εργασίας.....	4
2.	Υδάτινοι πόροι: Νομοθετικό πλαίσιο υδάτινων πόρων	5
2.1.	Νομοθετικό πλαίσιο Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	6
2.2.	Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα	7
2.3.	Επόμενες Δράσεις -Έργα.....	9
3.	Υδάτινοι πόροι στα νησιά του Αιγαίου	13
3.1.	Ιστορική Αναδρομή.....	13
3.2.	Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Ανατολικού Αιγαίου	18
3.3.	Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Δωδεκανήσων	25
3.4.	Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Κυκλάδων	33
3.5.	Σύγκριση υδατικών ισοζυγίων για τις περιφέρειες Βορείου και Νοτίου Αιγαίου... ..	41
3.6.	Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης.....	42
4.	Κριτήρια / δείκτες αξιολόγησης υδάτων	45
4.1.	Γενικά	45
4.2.	Δείκτης Χρηματοοικονομικού κόστους	49
4.3.	Δείκτης Περιβαλλοντικού κόστους	50
4.4.	Άλλοι δείκτες αξιολόγησης	51
5.	Αξιολόγηση εναλλακτικών μεθόδων παροχής νερού	59
5.1.	Μελέτη περίπτωσης και προτεινόμενες λύσεις	59
5.2.	Αποτελέσματα	64
6.	Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	73
7.	Πηγές και Βιβλιογραφία	76
8.	Παράρτημα	82
8.1.	Ελληνική Νομοθεσία.....	82

1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός και αντικείμενο παρούσας εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε για να καταγραφεί, να μελετηθεί και να απεικονιστεί η παρούσα κατάσταση, στην οποία βρίσκονται οι υδάτινοι πόροι στα νησιά του Αιγαίου, για να μπορέσουν να αξιολογηθούν εναλλακτικοί μέθοδοι παροχής νερού μέσω μιας παραδειγματικής μελέτης περίπτωσης σε ένα τυπικό νησί του Αιγαίου.

1.2. Περιεχόμενα εργασίας

Τα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζουν πολυδιάστατους συντελεστές, που επηρεάζουν σημαντικά τους υδάτινους πόρους, και πιο συγκεκριμένα, αυτούς των νησιών του Αιγαίου. Γίνεται εκτενής περιγραφή της νομοθεσίας, που υφίσταται αυτή τη στιγμή, στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα, γιατί καθορίζει το πλαίσιο μέσα στο οποίο κινούνται οι διαχειριστές των υδάτων. Επίσης από αυτήν καθορίζονται οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν, οι πρακτικές που θα ακολουθηθούν, οι μελλοντικοί στόχοι που θα οριστούν και οι δράσεις που πρέπει να γίνουν, ούτως ώστε να επιτευχθεί η αειφορία των υδατικών συστημάτων, έχοντας πάντα περιβαλλοντικό υπόβαθρο. Επιπροσθέτως μελετάται η πορεία που ακολουθήθηκε και οι συντελεστές που διαμόρφωσαν την σημερινή κατάσταση, των υδάτινων πόρων στα νησιά του Αιγαίου. Έτσι δίνεται η δυνατότητα να διερευνηθεί η παρούσα κατάσταση, χρησιμοποιώντας δεδομένα που προκύπτουν από τα αρμόδια υπουργεία και φορείς, τα οποία οδηγούν σε συμπεράσματα για τα ελλείματα που δημιουργούνται στα ισοζύγια του νερού. Ακόμη παρουσιάζονται εκτενώς, κριτήρια και δείκτες που συντελούν την διακυβέρνηση των υδάτων, μέσα από την ελληνική και στην παγκόσμια επιστημονική βιβλιογραφία, γιατί μόνο με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται η δυνατότητα να ποσοτικοποιηθούν, να συγκριθούν, να αποτυπωθούν και να αξιολογηθούν, με απτά μεγέθη, όλα όσα απασχολούν τους διαχειριστές και τους υπεύθυνους για την λήψη αποφάσεων σε ζητήματα που αφορούν το νερό. Συνδυάζοντας όλα αυτά, γίνεται διερεύνηση, πάνω σε παραδειγματική μελέτη περίπτωσης και προτείνεται πιθανή λύση σε νησί του Αιγαίου, βασισμένη σε μοντέλο που λαμβάνει υπόψη την ποσοτική, την περιβαλλοντική και την οικονομική αειφορία μιας επένδυσης, για να καταλήξει σε συμπεράσματα και να αξιολογηθούν εναλλακτικές μέθοδοι παροχής νερού.

2. Υδάτινοι πόροι: Νομοθετικό πλαίσιο υδάτινων πόρων

Ο όρος διαχείρισης υδάτινων πόρων είναι η επιστημονική και επιχειρησιακή πρακτική διευθέτησης του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης του νερού, που έχει ως επιδίωξη την ισότιμη ικανοποίηση των αναγκών σε νερό και ταυτόχρονα την διατήρηση των περιβαλλοντικών συστημάτων σε καλή κατάσταση (Φραγκούδης, 2016).

Το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν, όπως όλα τα υπόλοιπα, γιατί αποτελεί παρακαταθήκη, η οποία πρέπει να προστατεύεται και να μεταχειρίζεται καταλλήλως.

Ο στόχος της διαχείρισης των υδάτων έχει να κάνει προπαντός με την ποιότητα. Η καλή ποιότητα πόσιμου ύδατος θα εξασφαλίσει την παροχή στον πληθυσμό. Ο έλεγχος της ποσότητας είναι συμπληρωματικό στοιχείο που συνεργεί στη διασφάλιση της καλής ποιότητας του νερού.

Η ποσοτική κατάσταση ενός συστήματος υπογείων υδάτων μπορεί να προξενήσει συνέπειες στα συστήματα που συνδέονται μαζί του, όπως στην οικολογική ποιότητα των επιφανειακών και των χερσαίων υδάτων. Έτσι καθίσταται αναγκαίο να υφίστανται κοινές αρχές στις προσπάθειες που κάνουν τα κράτη, για να προστατεύσουν και να βελτιώσουν ποιοτικά και ποσοτικά τα κοινοτικά ύδατα.

Έτσι τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλουν να δημιουργήσουν σχέδια δράσεων που θα αποσκοπούν:

- α. Στην αποτροπή περαιτέρω επιδείνωσης, έτσι ώστε να αναβαθμίσουνε και να προφυλάξουν την κατάσταση των υδάτων, μαζί με όσα χερσαία οικοσυστήματα και υδροτόπους σχετίζονται μαζί τους
- β. Στην τέλεση προωθητικών ενεργειών για τη βιώσιμη μεταχείριση του, έχοντας ως έναυσμα την προστασία των διαθέσιμων πόρων
- γ. Στη λήψη ειδικευμένων μέτρων για να ελαττωθούν οι απορρίψεις, οι εκπομπές και οι διαρροές επιφοβών ουσιών, για να προστατευθεί και να αναβαθμιστεί περαιτέρω το υδατικό περιβάλλον.
- δ. Στην μετρίαση της ρύπανσης τους και στην αποσόβηση παραπάνω ρύπανσής τους μελλοντικά
- ε. Στη μείωση των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες

Έτσι θα συνεισφέρουν:

- στην εξασφάλιση ικανοποιητικής παροχής επιφανειακού και υπόγειου ύδατος, το οποίο θα είναι καλής ποιότητας
- στο να περιορισθεί η ρύπανση των υπογείων υδάτων,
- στην προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και
- στην επίτευξη των στόχων των συναφών διεθνών συμφωνιών, όπως όσων αναφέρονται στην καταπολέμηση της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, για τη μείωση των απορρίψεων, των εκπομπών και των διαρροών επικίνδυνων ουσιών (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2007).

2.1. Νομοθετικό πλαίσιο Ευρωπαϊκής Ένωσης

Το Δεκέμβριο του 2000, τέθηκε σε ισχύ η Ευρωπαϊκή Οδηγία – Πλαίσιο για τη διαχείριση των Υδάτων (Οδηγία 2000/60/ΕΚ), η οποία έβαλε τις βάσεις για τις αρχές που θα διέπουν τα ύδατα και καθιέρωσε την οικολογική σπουδαιότητα του νερού, για πρώτη φορά, με τα μέτρα τα οποία εισηγείται για να διατηρηθούν και να προστατευθούν όλα τα είδη υδάτων (λίμνες, ποτάμια, υπόγεια, και παράκτια ύδατα). Στόχος της είναι η ολοκληρωμένη και αειφόρος διαχείριση των υδατικών πόρων, για οποιαδήποτε χρήση και αν προορίζονται. Έτσι τα μέτρα και οι αρχές που διευθετούν την λειτουργία των υδατικών οικοσυστημάτων θα είναι κοινά, για οποιοδήποτε από τα κράτη μέλη. Με τον αυτό τρόπο, στοχεύεται η επίτευξη της καλής κατάστασής τους, μέσα από μία πολυετή διαδικασία, η οποία καθ' όλη τη διάρκειά της αξιολογείται και επαναπροσδιορίζεται. Η διαφορά της συγκεκριμένης οδηγίας από τις προηγούμενες, συνίσταται στο ότι αντιμετωπίζει το νερό όχι μόνο ως πόρο για τον άνθρωπο αλλά ευρύτερα ως περιβαλλοντικό πόρο.

Για την εκτέλεση των παραπάνω, απαιτείται από την οδηγία, η πραγματοποίηση πολλών προκαταρκτικών εργασιών που θα συντελέσουν τα Προγράμματα - Μέτρα, που θα ενταχθούν με την σειρά τους στα εκάστοτε Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών. Ο πρώτος κύκλος της εφαρμογής των Σχεδίων έληξε το 2015 και ακολουθούν δύο επιπλέον εξαετή κύκλοι, έχοντας σαν λήξη της περιόδου εφαρμογής το 2027. Η εφαρμογή των παραπάνω είναι υποχρέωση κάθε Κράτους Μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι κυριότερες δράσεις που έπρεπε να τελέσουν τα Κράτη – Μέλη στο πλαίσιο της Οδηγίας ήταν:

1. Να προσδιορίσουν τις επιμέρους λεκάνες απορροής ποταμών και να ορίσουν τις αρμόδιες αρχές.
2. Να κατηγοριοποιήσουν τα συστήματα επιφανειακών υδάτων σε ποτάμια, λίμνες, μεταβατικά ύδατα, παράκτια ύδατα, τεχνητά συστήματα επιφανειακών υδάτων και ιδιαιτέρως τροποποιημένα υδατικά συστήματα και στη συνέχεια για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων να διαιρεθούν σε τύπους σύμφωνα με τα υδρομορφολογικά, φυσικοχημικά αλλά και οικολογικά γνωρίσματα τους.
3. Να χαρακτηρίσουν τα υπόγεια ύδατα σε υπόγεια υδατικά συστήματα και να προσδιορίσουν τις χρήσεις για τις οποίες προορίζονται αλλά και τις πιέσεις που δέχονται.
4. Να προσδιορίσουν τις ανθρωπογενής πιέσεις στα επιφανειακά υδατικά συστήματα, καθώς και να κρίνουν πόσο ευαίσθητα είναι στις πιέσεις αυτές.
5. Να προβούν σε οικονομική ανάλυση των χρήσεων των υδάτων.
6. Να δημιουργήσουν μητρώα προστατευμένων περιοχών.
7. Να καθορίσουν ενιαίες παραμέτρους και μεθόδους για την ταξινόμηση υδατινών σωμάτων σύμφωνα με την οικολογική κατάστασή τους.
8. Να καταρτίσουν και να ξεκινήσουν προγράμματα παρακολούθησης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και προστατευμένων περιοχών.
9. Να θεσπίσουν μέτρα για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων, με αποδοτικά οικονομικούς τρόπους.
10. Να καταρτίσουν και να δημοσιεύσουν τα Σχέδια Διαχείριση Υδατινών Πόρων για κάθε Υδατικό Διαμέρισμα.
11. Να πληροφορήσουν τους πολίτες και τους φορείς και να κάνουν δημόσια διαβούλευση για την Οδηγία.

12. Να παρέχουν κίνητρα για να διασφαλιστεί η ανάκτηση του κόστους από τις διάφορες χρήσεις του νερού (νοικοκυριά, βιομηχανία και γεωργία).
13. Να εφαρμόσουν τα μέτρα για να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι.

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ ενσωματώνει, ουσιαστικά, άλλες Οδηγίες που αφορούσαν την διαχείριση των υδάτινων πόρων και αναπληρώνει - καλύπτει Οδηγίες όπως (75/440 ΕΟΚ, 77/795, 79/869/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ, 80/68/ΕΟΚ και 76/464/ΕΟΚ).

2.2. Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας, εναρμονίστηκε με την οδηγία 2000/60/ΕΚ (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017a) με τον Νόμο 3199/09.12.2003 (ΦΕΚ280/Α/2003) για την «προστασία και διαχείριση των υδάτων - εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». Η σύνθεση ολόκληρου του νομικού πλαισίου στην Ελλάδα είναι αρκετά περίπλοκη. Μέχρι και σήμερα έχουν εκδοθεί συνολικά

- 6 Νόμοι
- 2 Προεδρικά διατάγματα και
- 1 Διάταγμα
- 31 Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις
- 19 Υπουργικές Αποφάσεις
- 6 Αποφάσεις

που οριοθετούν όσα πρέπει να γίνουν στην, σχετικά με τα ύδατα. Αναλυτικός κατάλογος υπάρχει στο παράρτημα.

Για την επίτευξη των στόχων της οδηγίας, μείζονος σημασίας είναι η εφαρμογή του Προγράμματος Μέτρων που αφορά την προστασία και την αποκατάσταση των υδάτων. Το Πρόγραμμα αυτό βασίζεται σε προγενέστερα στάδια της Οδηγίας και καθορίζει όλες τις κινήσεις που πρέπει να γίνουν, ούτως ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν καθοριστεί, σε κάθε έναν από τους εξαιρείς κύκλους.

Χωρίζεται σε βασικά και σε συμπληρωματικά μέτρα.

Τα βασικά μέτρα είναι όλες οι στοιχειώδεις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται. Τέτοια είναι τα:

- I. Μέτρα που αφορούν την εφαρμογή της Κοινοτικής και της Εθνικής νομοθεσίας για την προστασία των υδάτων και αναφέρονται:
 1. Στην ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.
 2. Στην ποιότητα των υδάτων για κολύμβηση.
 3. Στην επεξεργασία και στη διάθεση των αστικών λυμάτων.
 4. Στην προφύλαξη των υδάτων από τη νιτρορρύπανση που προέρχεται από τη γεωργία.

5. Στη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων, της άγριας πανίδας και χλωρίδας καθώς και στην διατήρηση των άγριων πτηνών.
 6. Στην αντιμετώπιση των κινδύνων που υπάρχουν λόγω μεγάλων ατυχημάτων που μπορεί να έχουν σχέση με επικίνδυνες ουσίες.
 7. Στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων.
 8. Στην προστασία του περιβάλλοντος και του εδάφους όταν γίνεται χρήση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία.
 9. Στον καθορισμό πλαισίου κοινοτικής δράσης που σκοπεύει στην επίτευξη ορθολογικής χρήσης των γεωργικών φαρμάκων .
 10. Στην ολοκληρωμένη πρόληψη και στον έλεγχο της ρύπανσης που πηγάζει από βιομηχανικές εκπομπές.
- II. Μέτρα για την εφαρμογή της αρχής ανάκτησης κόστους.
 - III. Μέτρα που θα προωθούν την αποδοτική και αειφόρα χρήση των υδάτων.
 - IV. Μέτρα που διασφαλίζουν τη ποιότητα του νερού, για να περιορίζονται έτσι οι όποιες οι απαιτήσεις καθαρισμού του.
 - V. Μέτρα για τον έλεγχο της απόληξης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων αλλά και της αποθήκευσης του επιφανειακού νερού.
 - VI. Μέτρα ελέγχου του τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων, μαζί με όσα συνδέονται με την αδειοδότησή του.
 - VII. Μέτρα που άπτονται σε σημειακές πηγές απορρίψεων που μπορεί να προξενήσουν ρύπανση.
 - VIII. Μέτρα ενάντια στη διοχέτευση ρύπων από διάχυτες πηγές απορρίψεων, που μπορεί να γίνουν ρυπογόνες.
 - IX. Μέτρα που θα αντιμετωπίζουν αρνητικές επιδράσεις στην κατάσταση του νερού.
 - X. Μέτρα που προλαμβάνουν την απόρριψη ρύπων απευθείας στα υπόγεια ύδατα, αλλά και που δίνουν περαιτέρω πληροφορίες, όπου επιτρέπεται η απευθείας απόρριψη.
 - XI. Μέτρα για την εξάλειψη της ρύπανσης επιφανειακών υδάτων από ουσίες προτεραιότητας και μείωση της ρύπανσης, προοδευτικά, από επικίνδυνες ή άλλες ουσίες.
 - XII. Μέτρα που προλαμβάνουν τη σημαντική διαρροή ρύπων από τεχνικές εγκαταστάσεις και μέτρα που προλαμβάνουν ή μειώνουν τις επιβαρύνσεις από διάφορα επεισόδια ρύπανσης, από ατυχήματα ή από ακραία φυσικά φαινόμενα.

Τα συμπληρωματικά αυτά μέτρα σχετίζονται κυρίως με τις εξής κατηγορίες μέτρων:

- A. Νομοθετικά Μέτρα
- B. Διοικητικά Μέτρα
- Γ. Οικονομικά ή Φορολογικά Μέτρα
- Δ. Έλεγχος απολήψεων
- Ε. Έλεγχοι εκπομπής ρύπων
- ΣΤ. Μέτρα διαχείρισης της ζήτησης
- Z. Μέτρα αποτελεσματικότητας και επαναχρησιμοποίησης
- Η. Τεχνητός εμπλουτισμός υδροφορέων
- Θ. Ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υδροβιότοπων
- I. Έργα δομικών κατασκευών
- ΙΑ. Έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών
- ΙΒ. Εγκαταστάσεις Αφαλάτωσης
- ΙΓ. Έργα έρευνας, ανάπτυξης και επίδειξης (βέλτιστων πρακτικών)
- ΙΔ. Εκπαιδευτικά μέτρα

- ΙΕ. Περιβαλλοντικές συμφωνίες μετά από διαπραγμάτευση
- ΙΣΤ. Λοιπά μέτρα

2.3. Επόμενες Δράσεις - Έργα

2.3.1. Ενωσιακό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον έως το 2020 «Ευημερία εντός των ορίων του πλανήτη»

Το 7ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον (Απόφαση 1386/2013/ΕΕ σχετικά με γενικό ενωσιακό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον έως το 2020 «Ευημερία εντός των ορίων του πλανήτη μας») προσδιορίζει τις προτεραιότητες που θέτονται και το που στοχεύει η ευρωπαϊκή πολιτική σε ότι αφορά το περιβάλλον μέχρι το 2020. Επίσης στο 7^ο Πρόγραμμα δράσης περιγράφονται και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, τα οποία πρόκειται να συμβάλλουν στην υλοποίηση της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα Αειφόρου ανάπτυξης. Το (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017a), παρουσιάζει μια συνολική εικόνα για τις ενέργειες και τις δράσεις που πρέπει να γίνουν.

Ορίζονται εννιά στόχοι και αναφέρονται οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν από την Ευρωπαϊκή Ένωση, ούτως ώστε να επιτευχθούν μέχρι 2020. Αυτοί είναι οι εξής:

- Να προστατευθεί, να διατηρηθεί και να ενισχυθεί το φυσικό κεφάλαιο
- Να μετατραπεί η Ε.Ε. σε μια ανταγωνιστική πράσινη οικονομία, η οποία θα έχει χαμηλά επίπεδα ανθρακικών εκπομπών και που θα γίνεται αποδοτική χρήση των πόρων της
- Να προστατευθούν οι πολίτες από κινδύνους για την υγεία και την ευημερία και από περιβαλλοντικές πιέσεις
- Να βελτιωθεί η εφαρμογή για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη της περιβαλλοντικής νομοθεσίας
- Να βελτιωθεί η βάση γνώσεων και αποδεικτικών στοιχείων για την περιβαλλοντική πολιτική της
- Να διασφαλιστούν επενδύσεις για τη περιβαλλοντική και την κλιματική πολιτική και να αντιμετωπιστεί το περιβαλλοντικό εξωτερικό κόστος
- Να βελτιώσει την ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης και της συνοχής των πολιτικών
- Να ενισχυθεί η αειφορία των πόλεων
- Να γίνει πιο αποτελεσματική η ΕΕ, όταν αντιμετωπίζει διεθνείς περιβαλλοντικές και κλιματικές προκλήσεις.

Οι τομείς προτεραιότητας που προσδιορίζονται είναι τρεις:

- Ο πρώτος τομέας συνδέεται με το «φυσικό κεφάλαιο» – από τα γόνιμα εδάφη και τις παραγωγικές χερσαίες και θαλάσσιες εκτάσεις, έως τα γλυκά ύδατα και τον καθαρό αέρα – καθώς και την βιοποικιλότητα που το ενισχύει.
- Ο δεύτερος τομέας δράσης έχει να κάνει με τις συνθήκες που θα μεταβάλουν την Ευρωπαϊκή Ένωση σε μια οικονομία χαμηλών επιπέδων ανθρακικών εκπομπών στην οποία θα γίνεται αποδοτική χρήση πόρων.

- Ο τρίτος αφορά την ευημερία και την υγεία των ανθρώπων, και επιδίδεται με την αντιμετώπιση φαινομένων όπως αυτή της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτων, της ηχορύπανσης και τις τοξικές χημικές ουσίες

2.3.2. Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή εγκρίθηκε τον Απρίλιο του 2013. Η στρατηγική παρέχει το περίγραμμα και τους μηχανισμούς που θα αναβαθμίσουν την ετοιμότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ότι αφορά τις σημερινές και τις μελλοντικές επιβαρύνσεις που θα υπάρχουν λόγω της κλιματικής αλλαγής. Επίσης αναγνωρίζεται η σημασία της χρηματοδότησης, για να επιτευχθεί μία Ευρώπη που θα είναι ανθεκτική στο κλίμα. Στόχος του πλαισίου, το οποίο έχει διάρκεια από το 2014 μέχρι το 2020, είναι η διασφάλιση ότι το 20% του ευρωπαϊκού προϋπολογισμού, θα πηγαίνει για την υποστήριξη, την προσαρμογή και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Όλα τα κράτη μέλη, συντάσσουν εθνικά σχέδια μεταχείρισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Στη χώρα μας, το 2016, το Υπουργείο Περιβάλλοντος συγκρότησε την Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στη Κλιματική Αλλαγή. Σε αυτή περιλαμβάνονται οι γενικοί στόχοι, οι κατευθυντήριες αρχές αλλά και τα μέσα για να υλοποιηθεί.

Για τον τομέα των υδατικών πόρων οι δράσεις αυτές περιέχουν τα ακόλουθα:

Δράση 1: Κατασκευή γεωπύλης (geo-portal), που θα ενσωματώνει πληροφορίες για επιβαρύνσεις της κλιματικής αλλαγής στους υδατικούς πόρους. Επιδίωξη της είναι η περισυλλογή του συνόλου της πληροφορίας (περιγραφική πληροφορία, δεδομένα, μελέτες) και της διάθεσης της στο διαδίκτυο.

Δράση 2: Έργα κατά των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στους υδατικούς πόρους για τα παρακάτω:

- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας / Παράκτιες ζώνες.
Πρέπει να αξιολογηθεί πόσο επιδρά η άνοδος της στάθμης της θάλασσας ή/και η διάβρωση των ακτών, για να υποστηριχθούν αναλόγως οι φορείς που θα σχεδιάσουν και θα πραγματοποιήσουν τα έργα για την αντιμετώπιση του φαινομένου.
- Μείωση (ποσοτική και ποιοτική) αποδοτικότητας των υδροληπτικών έργων.
Αναφέρεται στο αν υπάρχει ποσοτική - ποιοτική μείωση της αποδοτικότητας των υδροληπτικών έργων σε παράκτιες περιοχές. Για την αντιμετώπισή της μειώνεται ή διακόπτεται τελείως η άντληση των παράκτιων υδάτων ή των απολήψεων επιφανειακού νερού που καταλήγει στη θάλασσα.
- Μεταβολή του επιπέδου βάσης της απορροής.
Είναι η μεταβολή της διάβρωσης και της απόθεσης. Αντιμετωπίζεται με την ειδικευμένα μοντέλα που εντοπίζουν και ποσοτικοποιούν τις συνέπειες.
- Μεταβολή του φαινομένου βάρους κατασκευών.
Όταν εισχωρεί η θάλασσα στην ενδοχώρα, αυξάνονται αυτομάτως τα επίπεδα της υπόγειας υδροφορίας και αυτά με τη σειρά τους αλλάζουν το βάρος των κατασκευών εξαιτίας της άνωσης, με απόρροια οι αυξομειώσεις να προξενούν καταπονήσεις στα θεμέλια. Αντιμετωπίζεται με την μελέτη ανά περίπτωση όπως στο προηγούμενο έργο.

Προληπτικά μέτρα

- **Μελέτη τρωτότητας υπόγειων υδατικών συστημάτων και σωμάτων.**
Είναι αναγκαία η σύνταξη χαρτών τρωτότητας. Τα είδη που υπάρχουν είναι της εσωτερικής ή φυσικής τρωτότητας (natural or intrinsic vulnerability) και της ειδικής ή ολοκληρωτικής τρωτότητας (specific or integrated vulnerability).
- **Μελέτη υδρογραμμάτων πηγαίων εκφορτίσεων.**
Εμπεριέχει τη κατασκευή, την ανάλυση και τη μελέτη υδρογράμματος βασικών πηγαίων εκφορτίσεων. Επιδίωξη της μελέτης είναι να εκτιμηθεί η διαθέσιμη παροχή την ξηρή περίοδο του έτους.
- **Αντιδιαβρωτική προστασία εδαφών.**
Είναι συχνό φαινόμενο από τους κυματισμούς και τις μικροκαταστροφές του ερπυσμού, μέχρι σημαντικής κλίμακας ολισθήσεις, καταπτώσεις, καθιζήσεις ή άλλες εδαφικές αστάθειες
- **Ερημοποίηση.**
Προκαλείται από παράγοντες όπως είναι το κλίμα, η γεωλογία, η Υδρολογία, η φυσιογραφία, η Υδρογεωλογία, το έδαφος, καθώς και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (γεωργική υπερεκμετάλλευση, η υπερβόσκηση κ.α.). Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου, ο κίνδυνος αγγίζει το 35% του χερσαίου χώρου.
- **Διατήρηση οικολογικής παροχής.**
Κάθε υδατικό σώμα έχει καθορισμένο ρόλο στη διατήρηση του οικοσυστήματος και επηρεάζεται από την έλλειψη της οικολογικής παροχής.
- **Αρδευτικό νερό.**
Λόγω της κλιματικής αλλαγής υπάρχουν επιπτώσεις στην προσφορά του αρδευτικού ύδατος. Σε συνδυασμό και με την αύξηση των θερμοκρασιών, και άρα με την αύξηση των περιόδων που άρδευσης το πρόβλημα εντατικοποιείται.
- **Αρδευτικά δίκτυα.**
Λόγω παλαιότητας και ακατάλληλης συντήρησης υπάρχουν μεγάλες απώλειες στα δίκτυα αρδευτικού νερού. Για την αντιμετώπισή του, θα πρέπει μαζί με τους εκάστοτε συνεταιρισμούς να επισκευαστούν τα δίκτυα, να καλλιεργούνται ποικιλίες με μικρότερες αρδευτικές ανάγκες, να εγκατασταθούν υδρομετρητές κ.α.
- **Επιστρεφόμενη αρδευτική ροή.**
Παρουσιάζεται όταν το νερό που αρδεύεται προέρχεται από την ίδια περιοχή που αντλείται. Μετά από κάθε κύκλο άντλησης-άρδευσης το νερό γυρίζει στον υδροφόρο ορίζοντα ρυπασμένο από τέσσερις διαδικασίες. Για αυτό πρέπει, όπου είναι δυνατόν, να γίνεται εναλλαγή της χρήσης του αρδευτικού ύδατος.
- **Υδρευτικά δίκτυα.**
Όπως με τα αρδευτικά δίκτυα, έτσι και στα υδρευτικά υπάρχουν σημαντικές απώλειες νερού, αλλά επιπροσθέτως υπάρχουν και τμήματα που συνίστανται από αμιαντοτσιμεντοσωλήνες, οι οποίοι είναι επικίνδυνοι για τη δημόσια υγεία, για αυτό πρέπει να αντικατασταθούν.
- **Εμφιαλωμένα νερά.**
Το εμφιαλωμένο νερό είναι πόσιμο νερό το οποίο επιβάλλεται να τηρεί ποιοτικές προδιαγραφές. Έτσι υπάρχουν ζώνες περιμετρικής προστασίας υδροληψιών και εγκαταστάσεων εμφιάλωσης, για να αποφεύγεται η ρύπανση των υπόγειων υδάτων. Οι ζώνες χωρίζονται σε Ζώνη I (άμεσης προστασίας – direct protection zone,) Ζώνη II

(βιολογικής προστασίας – biological protection zone), Ζώνη ΙΙΙ (χημικής προστασίας – chemical protection zone). Υπάρχει επίσης η Γραμμή Χ Ημερών για τους βασικούς παθογόνους μικροοργανισμούς (pathogenic microorganisms), αντίστοιχα με την ταχύτητα κίνησης του κάθε μικροοργανισμού.

- Διασυννοριακά νερά.
Στα διασυννοριακά ύδατα μπορεί να εμφανίζονται προβλήματα είτε στον ποσοτικό τομέα, πχ έλλειψη νερού είτε στον ποιοτικό τομέα όπως η ρύπανση ή ο χημισμός του νερού.
- Αφαλατώσεις.
Υπάρχουν δυσκολίες με την αντιμετώπιση της λειψυδρίας στα νησιά, χρησιμοποιώντας μικρές μονάδες αφαλάτωσης. Τέτοια ενδεικτικά προβλήματα είναι το υψηλό κόστος αγοράς, το υψηλό κόστος συντήρησης, το κόστος λειτουργίας κλπ. Για αυτό είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες κατά την μελέτη εγκατάστασης.

Δράση 3. Εξοικονόμηση νερού – Αποτελεσματική χρήση – Μείωση της άντλησης των υδροφόρων οριζώντων.

Κατά κύριο λόγο αναφέρεται σε περιοχές που υπάρχει έλλειψη νερού και την χειμερινή και την θερινή περίοδο. Έτσι από τη δράση:

- Μέτρο 1. Προωθείται η ανακύκλωση των όμβριων υδάτων και υποστηρίζεται η εξοικονόμηση νερού σε όλους τους τομείς και τις χρήσεις.
- Μέτρο 2. Ενθαρρύνεται η επεξεργασία αποβλήτων και η χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου ύδατος στη φυτική παραγωγή
- Μέτρο 3. Βελτιώνει την αποδοτικότητα της ενέργειας με όρους υδατικής απόληψης και κατανάλωσης και μελλοντικών υδροηλεκτρικών ενεργειακών σταθμών.
- Μέτρο 4. Βελτιστοποιεί το υδατικό απόθεμα που υφίσταται σήμερα στη γεωργία και συγκαταλέγει τη δημιουργία τεχνητών ταμιευτήρων.
- Μέτρο 5. Ενθαρρύνει την αντικατάσταση του καταναλωτικού τρόπος σκέψης και προτύπων στους ιδιώτες.

Δράση 4. Ανάπτυξη των δραστηριοτήτων και των χρήσεων γης που είναι συμβατές με τους τοπικούς διαθέσιμους υδάτινους πόρους. Η δράση με τα παρακάτω μέτρα:

- Μέτρο 1. Καθορίζει σενάρια για προσαρμογές δράσεων ανάλογα με τις χρήσεις υδάτων.
- Μέτρο 2. Βελτιστοποιεί τις μεθόδους αποθήκευσης του νερού και δημιουργεί νέες εάν απαιτείται.
- Μέτρο 3. Εξορθολογίζει τις χρήσεις του νερού στην γεωργία, τον τουρισμό κλπ.
- Μέτρο 4. Βελτιώνει το δυναμικό κατείσδυσης του εδάφους, για να χρησιμοποιείται και το νερό της βροχής.

Δράση 5. Ένταξη των επιβαρύνσεων από την κλιματική αλλαγή στον υδατικό πλάνο και την υδατική διαχείριση.

Δράση 6. Εκτίμηση επιδράσεων από την κλιματική αλλαγή στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Επιδιώξή της είναι να μελετήσει και να αξιολογήσει τις επενέργειες (οικονομικές, κοινωνικοοικονομικές, περιβαλλοντικές) λόγω μείωσης της επιφανειακής απορροής.

Δράση 7. Προγράμματα εκπαίδευσης για την επιρροή των κλιματικών αλλαγών στους υδατικούς πόρους

3. Υδάτινοι πόροι στα νησιά του Αιγαίου

3.1. Ιστορική Αναδρομή

3.1.1. Γενικά

Τα νησιά του Αιγαίου παρουσιάζουν πρόβλημα λειψυδρίας εδώ και τρεις δεκαετίες, το οποίο υπάρχει κυρίως στα μικρότερα νησιά και εξαπλώνεται και στα μεγαλύτερα. Το πρόβλημα οφείλεται σε **δυσμενείς υδρολογικούς και υδρογεωλογικούς παράγοντες** (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015), οι κυριότεροι των οποίων είναι :

1. Το μικρό μέγεθος των περισσότερων νησιών, οδηγεί στην αποτροπή της ανάπτυξης εκτεταμένων υπόγειων και επιφανειακών λεκανών.
2. Το έντονο του ανάγλυφου των νησιών, που έχει σαν επακόλουθο την ταχεία κίνηση των επιφανειακών υδάτων προς τη θάλασσα.
3. Η επιφανειακή απορροή και η κατείσδυση είναι μικρές, επειδή η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι αρκετά χαμηλή. Το πρόβλημα από τη υψηλή μέση ετήσια θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια που επικρατούν στα νησιά.
4. Σε αρκετά νησιά όπου υπάρχουν ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, οι υδροφόροι που αναπτύσσονται έχουν υφάλμυρο νερό γιατί η απόστασή τους από τη θάλασσα είναι μικρή. Επίσης, υπάρχουν αρκετά νησιά, που τα πετρώματα που έχουν είναι αδιαπέραστα (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι). Έτσι γίνεται ακόμη δυσκολότερη η δημιουργία αξιοσημείωτων υδροφορέων.

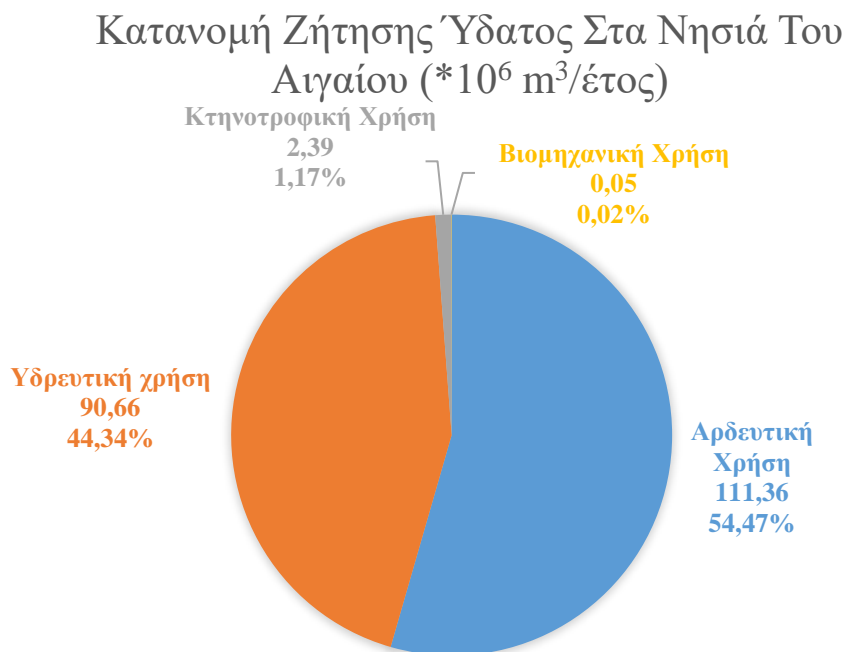
Το πρόβλημα έλλειψης νερού επιδεινώθηκε ακόμη περισσότερο τα τελευταία χρόνια εξαιτίας:

1. Του χαμηλού ποσοστού βροχοπτώσεων.
2. Της αυξανόμενης τουριστικής κίνησης, η οποία οδηγεί στην αύξηση της ζήτησης τους θερινούς μήνες.
3. Της αλλαγής από αγροτικές/κτηνοτροφικές οικονομίες των νησιών σε οικονομίες παροχής υπηρεσιών (ξενοδοχεία, κλπ.).
4. Της ασύμμετρα αυξανόμενης ζήτησης, σε σχέση με την αύξηση του τουρισμού και του πληθυσμού.
5. Των απωλειών που προέρχονται από τα δίκτυα ύδρευσης και μπορεί να φτάσει και το 30%..
6. Της αύξησης των αναγκών σε αρδευτικό νερό. Αυτό οφείλεται στην αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων που είναι αποτέλεσμα της κατασκευής αρδευτικών δικτύων και της αντικατάστασης των ξηρικών καλλιεργειών με άλλου είδους που απαιτούν άρδευση.
7. Της εγκατάλειψης παραδοσιακών τρόπων συλλογής βρόχινου ύδατος (ομβροδεξαμενές).
8. Της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων νερών με επακόλουθο τη δημιουργία συνθηκών που οδηγούν στην υπαλμύριση και στην εισροή ρυπασμένων υδάτων στους υδροφορείς.
9. Της γεωργικής δραστηριότητας, που συσσωρεύει νιτρικά ιόντα στα υπόγεια ύδατα.
10. Της ανυπαρξίας πολιτικής πρόγνωσης και πρόληψης για την αντιμετώπιση των παραγόντων που προξενούν την αυξανόμενη ζήτηση νερού.
11. Της μη ύπαρξης ολοκληρωμένου σχεδιασμού, σε κάθε περιφέρεια, γεγονός που προκύπτει από την ελλιπή υλοποίηση των νομοθεσιών.
12. Του μεγάλου κατακερματισμού στις όποιες προσπάθειες αναβαθμίσεως και τελικά στο μεγάλο κόστος των αναγκαίων παρεμβάσεων.

13. Της περαιτέρω όξυνσης των συνθηκών λόγω της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Για το χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2050 αναμένεται μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης κατά 10-15% με άνοδο της θερμοκρασίας κατά 1.5 °C.
14. Της υποβάθμισης της κατάστασης των επιφανειακών υδατικών συστημάτων. Αυτό πηγάζει από α) σημειακές πηγές ή από διάχυτες πηγές ρύπανσης που συνδέονται με την κτηνοτροφία, τις μεταποιητικές μονάδες τροφίμων και ποτών (π.χ. ελαιοτριβεία, τυροκομεία), τα αστικά υγρά απόβλητα
15. Της ποσοτικής διαχείρισης των επιφανειακών υδατικών συστημάτων αφού τα περισσότερα ποτάμια είναι χείμαρροι περιοδικής ροής.
16. Της προστασίας υδροτόπων.

Ποιοι είναι οι συντελεστές που καθορίζουν την ζήτηση ύδατος στα νησιά;

Η ζήτηση κατανέμεται ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται τα ύδατα. Το νερό χρησιμοποιείται για την κάλυψη αρδευτικών, υδρευτικών κτηνοτροφικών και βιομηχανικών αναγκών. Η κατανομή όμως δεν είναι ισόποση. Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες επίσημες εκτιμήσεις (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b) για την χρήση του νερού, πάνω από το 54% προορίζεται για αρδευτικές ανάγκες των νησιών. Η ύδρευση φτάνει στο 44% ενώ η Κτηνοτροφία και η Βιομηχανία καταλαμβάνουν συνολικά το 1,1%. Η κατανομή αποτυπώνεται στο παρακάτω



Γράφημα 1 Κατανομή Ζήτησης Ύδατος Στα Νησιά Του Αιγαίου Ανάλογα Με Την Χρήση (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b)

Γεωγραφικά, τα νησιά του Αιγαίου χωρίζονται σε 3 διαμερίσματα

1. Του Ανατολικού Αιγαίου ή Βορείου Αιγαίου (GR 36)
2. των Κυκλάδων (GR 37)
3. των Δωδεκανήσων (GR 38)

Οι Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα αποτελούν αθροιστικά το Νότιο Αιγαίο.

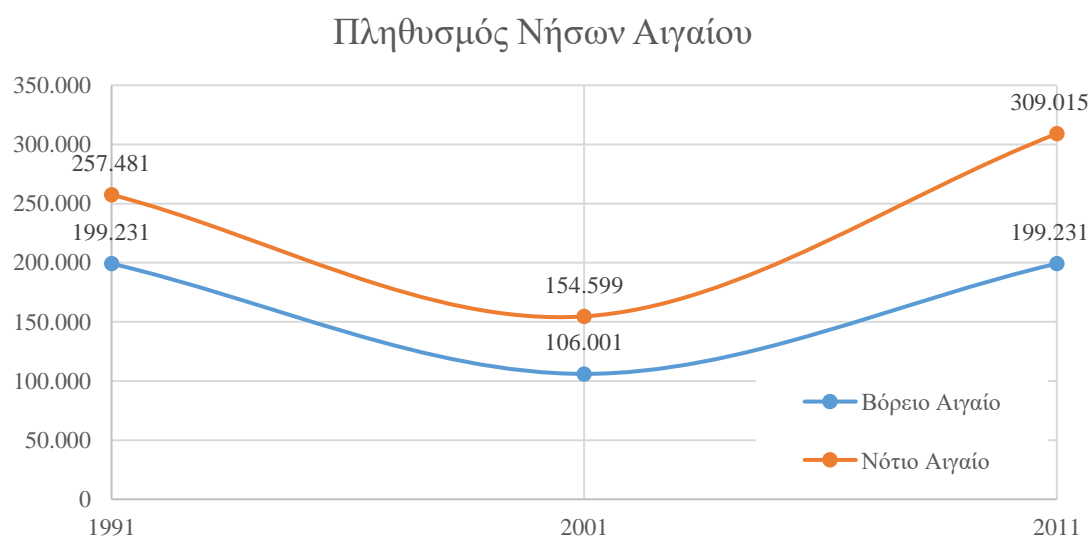
Για να γίνει κατανοητή η παρούσα κατάσταση των υδάτινων πόρων και της διαχείρισής τους στα νησιά του Αιγαίου, είναι αναγκαία μια ιστορική αναδρομή που θα αποτυπώνει την πορεία που ακολούθησαν.

3.1.2. Πληθυσμός

Αναλυτικότερα, ο μόνιμος πληθυσμός των νησιών απαρτίζει τον βασικότερος παράγοντας της υδρευτικής και της αρδευτικής κατανάλωσης .

Την τελευταία εικοσαετία έχουν γίνει τρεις απογραφές πληθυσμού στην Ελλάδα. Η πρώτη έγινε το 1991, η δεύτερη το 2001 και η τελευταία το 2011 με αναθεώρηση των αποτελεσμάτων στις 20/03/2014 (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011).

Το Βόρειο Αιγαίο έχει παραμείνει στα ίδια επίπεδα κατοίκων που ήταν και το 1991, παρόλο που είχε μία πτώση του πληθυσμού της σχεδόν στο μισό, τον ανέκτησε και επέτυχε να κάνει αυξητική πορεία. Από την άλλη πλευρά, τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου υπέστησαν μεγάλη μείωση του πληθυσμού τους, τον οποίο επίσης ανέκτησαν και παρουσίασαν και συνολική αύξηση περίπου 20%, γεγονός που προκαλεί ταυτοχρόνως και αύξηση στη ζήτηση ύδατος. Τα παραπάνω αποτυπώνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



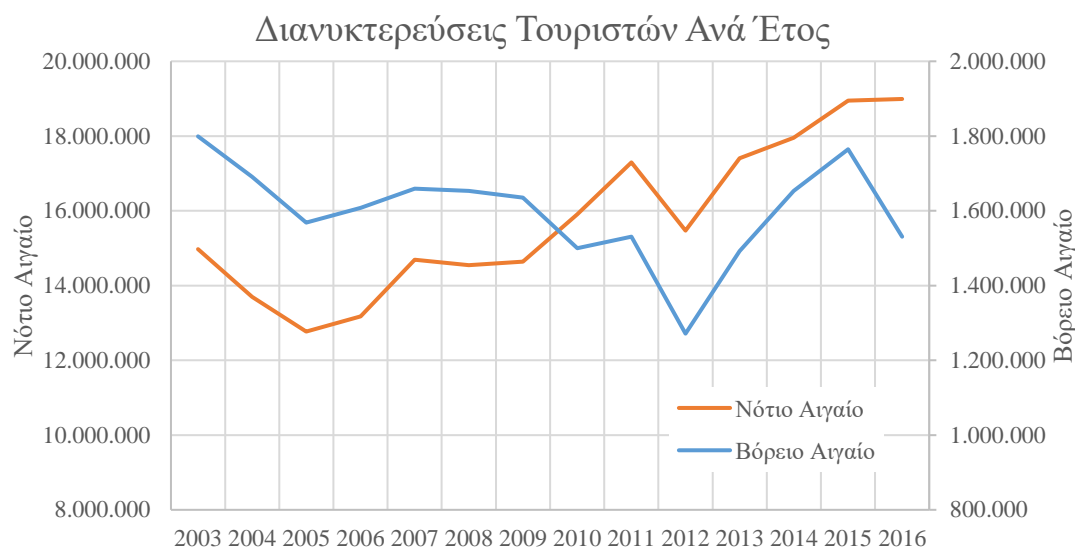
Γράφημα 4 Πληθυσμός Νήσων Αιγαίου Ανά Έτος (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)

3.1.3. Τουρισμός

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την ζήτηση του πόσιμου νερού είναι ο τουρισμός στα νησιά. Ο τουρισμός αποτελείται είτε από τους αλλοδαπούς που επισκέπτονται την χώρα μας είτε από τους ημεδαπούς που είναι οι κάτοικοι της χώρας και επισκέπτονται διάφορες περιοχές. Σαν μέτρο σύγκρισης του τουρισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης των διανυκτερεύσεων στα νησιά. Οι διανυκτερεύσεις υπολογίζονται για κάθε άτομο μεμονωμένα και οι αναφορές είναι σε άθροισμα διανυκτερεύσεων ατόμων και όχι σε σύνολο

διανυκτερεύσεων κατά δωμάτιο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται όλες οι διανυκτερεύσεις από το 2003 μέχρι το 2016 σε ξενοδοχεία και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Η γραμμή του Νοτίου Αιγαίου ανήκει στον αριστερό άξονα αναφοράς και η γραμμή του Βόρειου Αιγαίου αναφέρεται στον δεξί. Ευκόλως γίνεται αντιληπτό από τους άξονες ότι ο τουρισμός στο Νότιο Αιγαίο είναι 10 φορές μεγαλύτερος, σε μέγεθος, από του Βόρειου Αιγαίου.

Κατά μέσο όρο, προκύπτει ότι τα στο Βόρειο Αιγαίο υπάρχει μία μικρή μείωση. Αντιθέτως την ίδια στιγμή στο Νότιο Αιγαίο υπάρχει αύξηση κατά 27%. Επακόλουθο να παρασυρθεί ανοδικά, με ποσοστό πάνω από 20%, ο συνολικός τουρισμός των νησιών του Αιγαίου.



Γράφημα 5 Διανυκτερεύσεις Τουριστών Ανά Έτος (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017)

3.1.4. Γεωργικές Εκτάσεις

Σχετικά με τις αρδευτικές ανάγκες στα διαμερίσματα των Νήσων Αιγαίου, λόγω της στροφής του πληθυσμού σε τομείς εργασίας που αφορούν τον τουρισμό, λόγω της γήρανσης του αγροτικού πληθυσμού, αλλά και της έλλειψης υδατικών πόρων, την τελευταία εικοσαετία διακρίνεται μείωση των γεωργικών εκτάσεων.

Η χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση ήταν 1.466.000 στρέμματα το 2009 μειωμένη κατά 6,3% σε σχέση με το 1999 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Η μέση χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση των εκμεταλλεύσεων ήταν το 2009 48,05 χιλιάδες στρέμματα στο Βόρειο Αιγαίο μειωμένη σε ποσοστό 15% στη δεκαετία και 45,44 χιλιάδες στρέμματα στο Νότιο Αιγαίο μειωμένη κατά 1,43% στη δεκαετία. Η συνολική αρδευόμενη έκταση του Υδατικού Διαμερίσματος είναι 150.000 στρέμματα, ενώ η αρδευθείσα έκταση 114.000 στρέμματα.

3.1.5. Κτηνοτροφία - Βιομηχανία

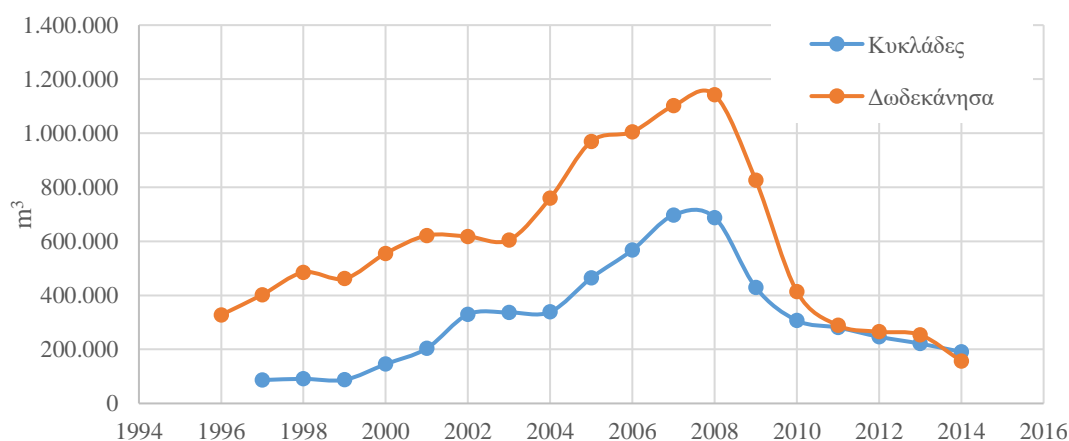
Στα νησιά του Αιγαίου η Κτηνοτροφία δεν συγκροτεί αξιόλογη οικονομική δραστηριότητα και σχετικά με την βιομηχανία δεν υπάρχουν συγκροτημένες Βιομηχανικές Περιοχές για αυτό και τα ποσοστά τους παραμένουν σε τόσο μικρά μεγέθη (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).

3.1.6. Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού

Συμπληρωματικά, ένας επιπλέον δείκτης που χρήζει αξιολόγησης είναι αυτός των μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού στα νησιά. Υπάρχουν νησιά του Αιγαίου τα οποία προμηθεύονται νερό μόνο με πλοία καθώς και νησιά του τα οποία λαμβάνουν νερό με πλοία ως συμπλήρωμα σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όπου υπάρχει ανάγκη π.χ. τους μήνες όπου η ζήτηση αυξάνεται κατά πολύ λόγω τουρισμού. Σημειώνεται ότι συγκεκριμένος τρόπος παροχής νερού είναι ο πιο δαπανηρός και με μηδενική αναπτυξιακή προοπτική.

Η παροχή νερού με πλοία στα νησιά του Βόρειου Αιγαίου δεν υφίσταται, έτσι τα στοιχεία που αποτυπώνονται παρακάτω αφορούν μόνο τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα. Οι μεταφερόμενες ποσότητες νερού εκτοξεύτηκαν και στις δύο περιπτώσεις, στην τετραετία από το 2004 έως το 2008. Έκτοτε σαν απόλυτη τιμή έχει μειωθεί. Αυτό οφείλεται στις διάφορες ενέργειες με έργα υποδομών που έχουν πραγματοποιηθεί στα νησιά αλλά η καθοδική πορεία ανακόπτεται από το 2011 και μετά.

Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Ανά Έτος



Γράφημα 6 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Ανά Έτος (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

3.2. Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Ανατολικού Αιγαίου

Το Ανατολικό Αιγαίο έχει συνολική έκταση 3.836 km² (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015), οι γεωργικές εκτάσεις ήταν 712 χιλιάδες στρέμματα. Τα 69 χιλ. ήταν Αρδευόμενη έκταση και τα 56 χιλ. Αρδευθείσα. Το μεγαλύτερο σε έκταση νησί είναι η Λέσβος (1633,83 km²) και το μικρότερο είναι οι Οινούσσες (14,382 km²) (Wikipedia, 2018b). Ο συνολικός πληθυσμός ανέρχεται στους 199.231 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011). Για τις χρονιές 2012 – 2016 στα παραπάνω νησιά διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 1.542.464 αλλοδαποί και γηγενείς τουρίστες σε ξενοδοχειακές μονάδες και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Στα νησιά αυτά η κτηνοτροφία και βιομηχανία δεν είναι αρκετά μεγάλης κλίμακας, συνεπώς και η κατανάλωση των υδάτων και η παραγωγή τους επιμερίζεται μόνο για την χρήση ύδρευσης και άρδευσης.

Στα νησιά του Βορείου Αιγαίου (Λεκάνη Απορροής Ανατολικού Αιγαίου), για την κάλυψη αυτών των αναγκών, η κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα. Μάλιστα σε νησιά όπως η Λέσβος, η Λήμνος, ο Άγιος Ευστράτιος και τα Ψαρά επιτυγχάνεται πλήρης κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό από υπόγεια ύδατα. Στο διαμέρισμα Ανατολικού Αιγαίου υπάρχουν 3 μονάδες αφαλάτωσης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015), συνολικής ημερήσιας δυναμικότητας 5400 m³/ημέρα. Την παρούσα χρονική περίοδο υπάρχουν 6 έργα μονάδων αφαλατώσεως είτε ως προτάσεις είτε σε στάδια υλοποίησης είτε είναι υπό ένταξη (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016). Τέλος υπάρχουν 12 λιμνοδεξαμενές και 6 φράγματα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015) που συμβάλλουν στην υδροδότηση των νησιών τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες τους χωρίς την χρήση μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού.

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

Όλα τα παραπάνω αναλύονται στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

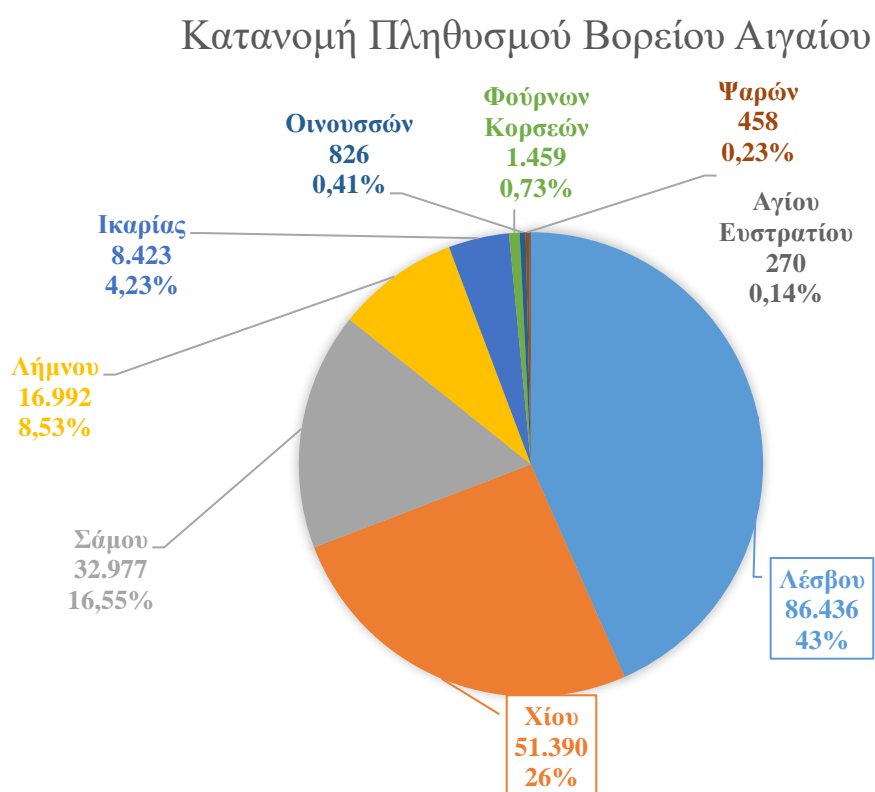
3.2.1. Ζήτηση

Νησιά

Το Ανατολικό Αιγαίο έχει συνολική έκταση 3.836 km² και αποτελείται από τις περιφέρειες της Λέσβου, της Λήμνου (Λήμνος & Άγιος Ευστράτιος), της Χίου (Χίος, Οινούσες & Ψαρών), της Σάμου και της Ικαρίας (Ικαρία & Φούρνοι Κορσεών).

Πληθυσμός

Ο συνολικός πληθυσμό ανέρχεται στους 199.231 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011). Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού βρίσκεται στην Λέσβο με ποσοστό 43%, και ακολουθεί η Χίος με 26% η Σάμος με 17%, η Λήμνος με 9% και η Ικαρία με 4%. Το υπόλοιπο 1% μοιράζεται στα υπόλοιπα μικρά νησιά. Συγκεντρωτικά η ποσοστιαία κατανομή τους φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Γράφημα 7 : Κατανομή Πληθυσμού Βορείου Αιγαίου (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)

Τουρισμός

Εκτός του μόνιμου πληθυσμού, σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση του νερού για ύδρευση κατέχει και ο τουρισμός. Για τις χρονιές 2012 – 2016 στα παραπάνω νησιά διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 1.542.464 αλλοδαποί και γηγενείς τουρίστες σε ξενοδοχειακές μονάδες και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες που ο τουρισμός αγγίζει στα υψηλότερα επίπεδά του, η ανάγκη για πόσιμο νερό να αυξάνεται κατακόρυφα.

Γεωργικές Εκτάσεις

Εκτός του τουρισμού όμως στα νησιά υφίσταται και γεωργικές εκτάσεις. Αν και την δεκαετία μεταξύ 1999 με 2009 συρρικνώθηκε ο αριθμός των γεωργικών εκτάσεων παρουσιάζοντας πτώση της τάξης του 15%, το 2012 οι γεωργικές εκτάσεις ήταν 712 χιλιάδες στρέμματα. Τα 69 χιλιάδες ήταν Αρδευόμενη έκταση και τα 56 χιλιάδες Αρδευθείσα. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Κτηνοτροφία - Βιομηχανία

Επειδή η κτηνοτροφική και βιομηχανική κατανάλωση των υδάτων δεν είναι μεγάλης κλίμακας, η παραγωγή νερού επιμερίζεται μόνο για την χρήση ύδρευσης και άρδευσης.

3.2.2. Προσφορά

Πώς καλύπτεται όμως η παραπάνω ζήτηση;

Η κάλυψη των αναγκών των νησιών του ΥΔ Νήσων Αιγαίου σε πόσιμο νερό πραγματοποιείται μέσω γεωτρήσεων εκμετάλλευσης του υπόγειου δυναμικού των υδάτινων πόρων, από μονάδες αφαλάτωσης, καθώς και από λιμνοδεξαμενές.

Στα νησιά του Βορείου Αιγαίου (Λεκάνη Απορροής Ανατολικού Αιγαίου), για την κάλυψη αυτών των αναγκών, η κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα. Μάλιστα σε νησιά όπως η Λέσβος, η Λήμνος, ο Άγιος Ευστράτιος και τα Ψαρά επιτυγχάνεται πλήρης κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό από υπόγεια ύδατα.

Μονάδες Αφαλάτωσης

Ένα μικρό ποσοστό καλύπτεται από μονάδες αφαλάτωσης και ταμειυτήρες (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Μονάδες αφαλάτωσης υπάρχουν στην Χίο και στις Οινούσες. Στη Χίο υφίστανται 2 μονάδες αφαλατώσεως που φτάνουν συνολικά την δυναμικότητα των 5000 m³/ημέρα. Η μία είναι στην περιοχή του Θόλου και άλλη στην περιοχή Μιλιγκάς. Στις Οινούσες η μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί είναι μικρότερης δυναμικότητας και μπορεί να φτάσει τα 400 m³/ημέρα.

Βέβαια υπάρχουν έργα μονάδων αφαλατώσεως είτε ως προτάσεις, είτε υπό ένταξη είτε σε στάδια υλοποίησης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντικής Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016) τα οποία είναι:

Στην περιοχή Φούρνοι, Καμάρι με δυναμικότητα 50 m³/ημέρα και στην περιοχή Φούρνοι, Χώρα με δυναμικότητα 300 m³/ημέρα που βρίσκονται σε στάδιο υλοποίησης. Υπό ένταξη είναι η κατασκευή υποδομών και προμήθεια μονάδας αφαλάτωσης 2.000 m³/ημέρα για τις ανάγκες της Δ.Ε Αγίου Μηνά (Δικαιούχος ΔΕΥΑ Χίου). Ταυτόχρονα έχουν προταθεί Μονάδες αφαλάτωσης στις περιοχές Μούδρος Λήμνου, Πλατύ Λήμνου και Παναγιά Λήμνου.

Λιμνοδεξαμενές και Φράγματα

Στα νησιά του Βορείου Αιγαίου υπάρχουν 18 ταμειυτήρες – λιμνοδεξαμενές - φράγματα που χρησιμοποιούνται για ύδρευση ή άρδευση (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Οι δύο είναι στην Ικαρία και το νερό που συγκεντρώνουν προορίζεται για ύδρευση και άρδευση. Η πρώτη βρίσκεται στην περιοχή Αγ. Κήρυκος (Χριστός) και πρόκειται για μία λιμνοδεξαμενή με εξωποτάμια ακάλυπτη μεμβράνη, κατασκευής του 2001, η οποία λαμβάνει τα ύδατα από την

πλαγιά της περιοχής Χριστού, με ωφέλιμο όγκο 80.000 m³ και καταλαμβάνει συνολικά 17.600 m². Δεύτερο είναι το Φράγμα των Ταχων (Πεζίου) και πρόκειται για χωμάτινο φράγμα με αργιλικό πυρήνα, κατασκευής 1995, που λαμβάνει νερό από το χειμάρρο Πέξι, με πολύ μεγαλύτερο ωφέλιμο όγκος από αυτόν του Αγ. Κήρυκου, που μπορεί να φτάσει έως 1.000.000 m³. Είναι συνολικής έκτασης 100.000 m².

Στην Σάμο υπάρχουν άλλοι τέσσερις ταμιευτήρες. Ο πρώτος βρίσκεται στην περιοχή Κεραμίου Καλλονής, είναι μια λιμνοδεξαμενή τύπου εξωποτάμιας ακάλυπτης μεμβράνης και συγκεντρώνει νερό από ποτάμια της περιοχής. Ο ωφέλιμος όγκος μπορεί να φτάσει τα 560.000 m³ και καταλαμβάνει επιφάνεια 100.000 m². Είναι ένα έργο κατασκευής του 1996 και τα ύδατα που συγκεντρώνονται προορίζονται μόνο για άρδευση. Ο δεύτερος είναι στην Μηθυμνά και είναι ίδιου τύπου με τον πρώτο και κατασκευάστηκε την ίδια χρονιά. Συγκεντρώνει νερό από το ρέμα Λυγώνα και από το ρέμα Βαφειού ενώ μπορεί να φτάσει 580.000 m³ ωφέλιμου όγκου αλλά το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ύδρευση και για άρδευση. Ο τρίτος είναι το φράγμα του Ερεσού που είναι χωμάτινος με αργιλικό πυρήνα. Τα ύδατα που συγκεντρώνει προέρχονται από την περιοχή Χαλάντρα. Έχει πολύ μεγαλύτερο ωφέλιμο όγκο από τους προηγούμενους αφού μπορεί να φτάσει τα 2.450.000 m³ και καταλαμβάνει 750.000 m² επιφάνειας. Το έργο ολοκληρώθηκε το 2002 για να συμβάλει στην τροφοδοσία νερού άρδευσης. Ο τελευταίο ταμιευτήρας που είναι το φράγμα Σεδούντα το οποίο δεν λειτουργεί.

Η Σάμος έχει τρεις λιμνοδεξαμενές κατασκευασμένες για να συμβάλουν στην άρδευση του νησιού. Οι δύο κατασκευάστηκαν το 1995 και είναι τύπου εξωποτάμιας με καλυμμένη μεμβράνη. Η πρώτη λιμνοδεξαμενή είναι στην περιοχή Βελανίδια Μαραθόκαμπου, συγκεντρώνει τα ύδατα από το ρέμα Καμάρες και από το Μέγα Ρέμα φτάνοντας έτσι τον ωφέλιμο όγκο των 342.000 m³. Η δεύτερη είναι στην περιοχή του Μυτιληνίων λαμβάνοντας το νερό συγκεντρώνοντας το νερό από το ρέμα Γιάννου με δυνατότητα συγκέντρωσης ωφέλιμου όγκου τα 150.000 m³. Η τρίτη λιμνοδεξαμενή βρίσκεται στο πλατανάκι Μιτιληνίων αλλά δεν είναι λειτουργεί την παρούσα χρονική στιγμή.

Η Λήμνος έχει μία λιμνοδεξαμενή και ένα φράγμα που συμβάλουν στην άρδευση του νησιού. Η λιμνοδεξαμενή είναι στην περιοχή Θάνους κατασκευάστηκε το 1997 και είναι εξωποτάμια με ακάλυπτη μεμβράνη. Συγκεντρώνει ύδατα από το χειμάρρο Θάνους και μπορεί να φτάσει τα 90.000 m³ ωφέλιμο όγκο. Το φράγμα Κοντία που είναι χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα κατασκευάστηκε το 1976. Μπορεί να φτάσει ωφέλιμο όγκο τα 1.100.000 m³ και καταλαμβάνει 320.000 m² επιφάνειας.

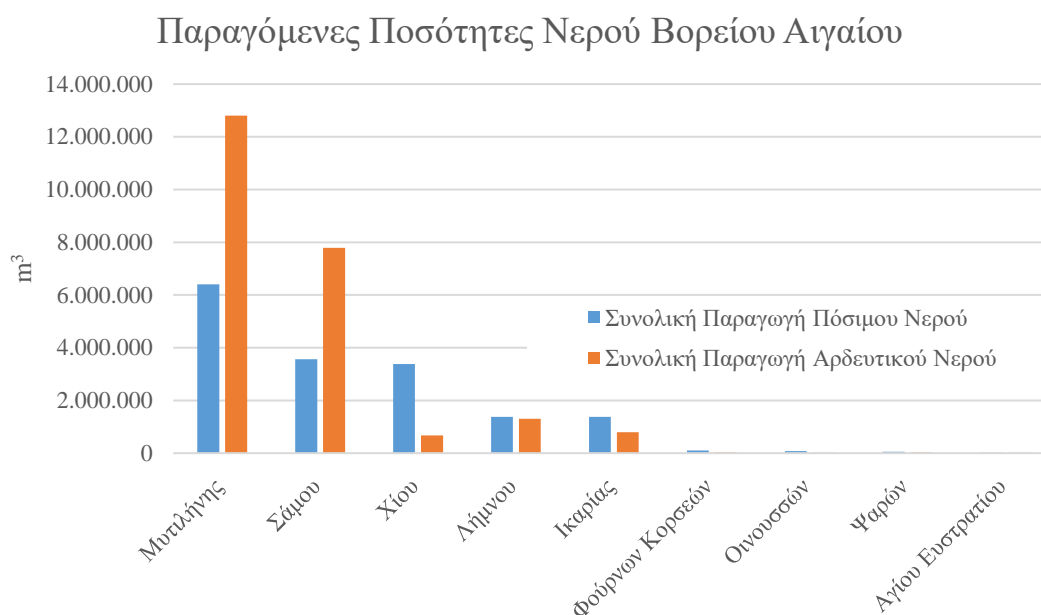
Τέλος η Χίος έχει 5 λιμνοδεξαμενές και δύο φράγματα. Οι δύο λιμνοδεξαμενές, που λειτουργούν, κατασκευάστηκαν το 1999 και είναι εξωποτάμιας με ακάλυπτη μεμβράνη. Η πρώτη βρίσκεται στην περιοχή Αγ. Γεωργίου Συκούση και συγκεντρώνει το νερό από τα ρέματα Αγ. Βικτωρία και Κακόραχη. Μπορεί να φτάσει τα 180.000 m³ ωφέλιμου όγκου νερού, το οποίο διοχετεύει και για ύδρευση και για άρδευση. Η δεύτερη λιμνοδεξαμενή βρίσκεται στην τοποθεσία Βικίου (Νένηντα) και λαμβάνει το νερό από το ρέμα Βίκι. Μπορεί να συγκεντρώσει 30.000 m³ λιγότερο ωφέλιμο όγκο νερού από την πρώτη, το οποίο διοχετεύει μόνο για αρδευτική χρήση. Οι άλλες τρεις λιμνοδεξαμενές δεν λειτουργούν την παρούσα χρονική περίοδο. Όταν θα ολοκληρωθούν, η λιμνοδεξαμενή Αυγονημων και η λιμνοδεξαμενή Έπους Ομηρούπολης θα συμβάλουν στην ύδρευση του νησιού σε αντίθεση με την λιμνοδεξαμενή Πιτίου που θα συμβάλει στην άρδευση. Σε ότι αφορά τα φράγματα το ένα βρίσκεται στην περιοχή Καλαμωτής Κατράκη και το άλλο στην Ζυφια το οποίο ολοκληρώθηκε το 1994 είναι χωμάτινο ομογενές και συγκεντρώνει τα ύδατα του χειμάρρου της Ζυφιάς. Ο ωφέλιμος όγκος του είναι τα 370.000 m³ νερού που προορίζονται για αρδευτική χρήση.

Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού

Σημαντικό γεγονός είναι ότι στο Βόρειο Αιγαίο δεν υπάρχει η παροχή νερού η οποία να γίνεται με πλοία, μια επιλογή που συνήθως ανεβάζει αισθητά το κόστος του νερού.

Παραγωγή Νερού

Πόσα m^3 παράγονται, δηλαδή, από τις διάφορες πηγές νερού ανά έτος για ύδρευση και άρδευση. Η μεγαλύτερη παραγωγή νερού για ύδρευση και άρδευση επιτυγχάνεται από τα νησιά της Μυτιλήνης, και της Σάμου, σύμφωνα με τα παρακάτω διαγράμματα. Η Μυτιλήνη παράγει το 36,16% του πόσιμου νερού του συνόλου όλων των νησιών και η Σάμος το 21,80%, ενώ αντίστοιχα για το νερό που προορίζεται για άρδευση η πρώτη παράγει το 54,59% και η δεύτερη το 33,24%. Και στις δύο περιπτώσεις η συνολική παραγωγή αρδευτικού νερού είναι περίπου διπλάσια από αυτή της συνολικής παραγωγής πόσιμου νερού. Ακολουθούν τα νησιά της Χίου, με την παραγωγή πόσιμου νερού να είναι στο ποσοστό 20,68% του σύνολο των νησιών και ταυτόχρονα πολύ μεγαλύτερη από την παραγωγή του αρδευτικού νερού στο ίδιο το νησί, της Λήμνου και της Χίου που τα ποσοστά είναι περίπου τα ίδια. Τα υπόλοιπα νησιά οι παραγωγές είναι μηδενικές συγκριτικά με τα πρώτα. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)



Γράφημα 8 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού Βορείου Αιγαίου Σε m^3 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών έρχεται σε πρώτη προτεραιότητα τόσο γιατί πρέπει να καλυφθούν οι υδρευτικές ανάγκες του πληθυσμού και του τουρισμού.

3.2.3. Ισοζύγιο

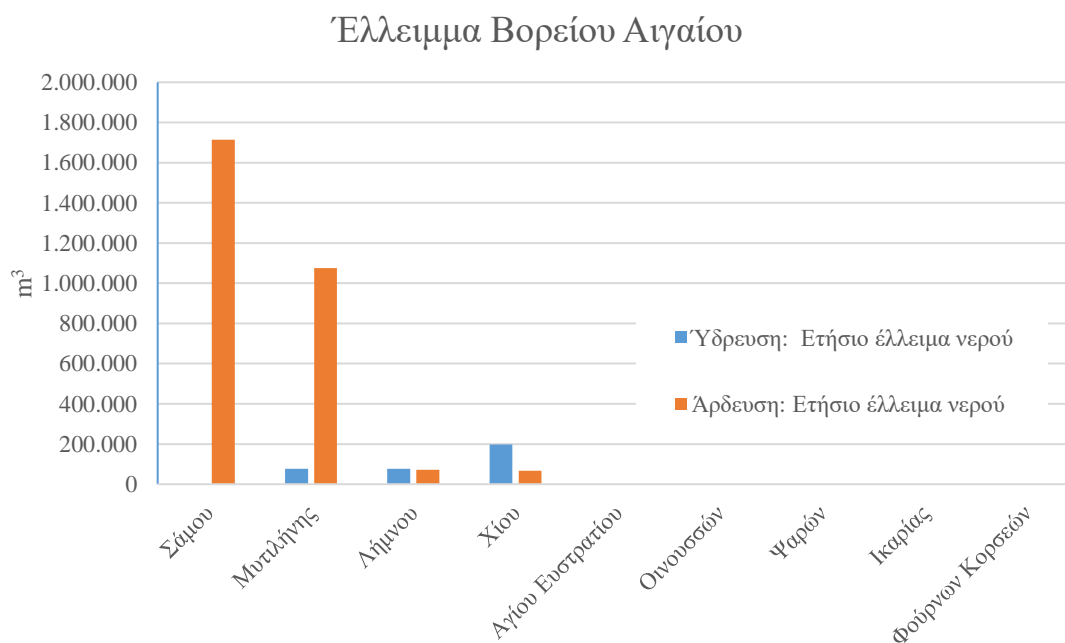
Από πού προέρχεται όμως το έλλειμμα νερού στα νησιά;

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

Στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου δεν υπάρχουν μεταφερόμενες ποσότητες νερού..

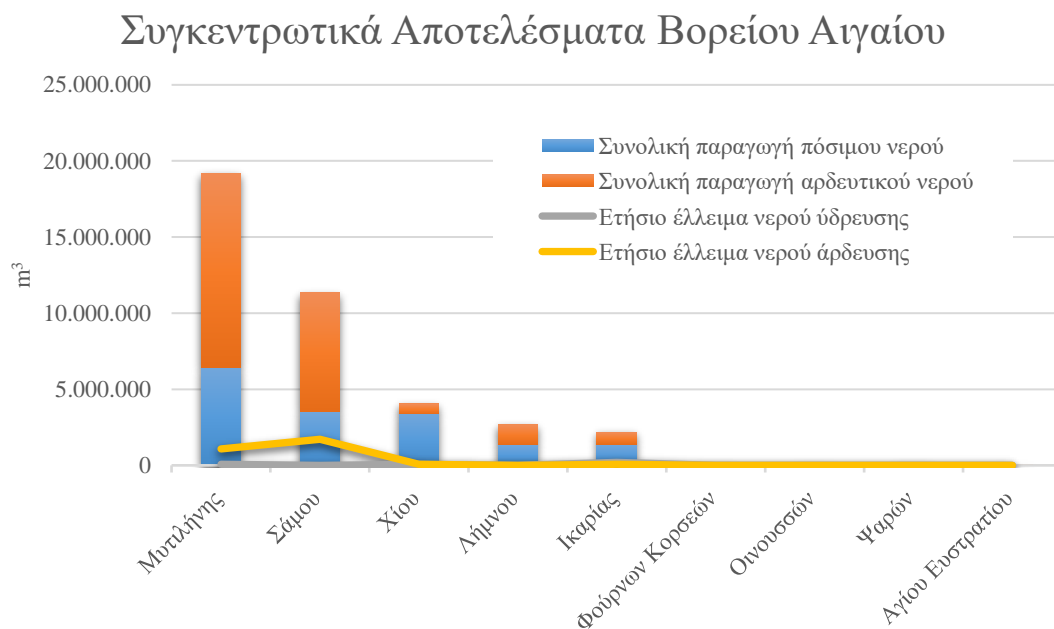
Έλλειμμα

Το έλλειμμα εντοπίζεται στα νησιά που κάνουν και τις μεγαλύτερες παραγωγές όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Κατά κύριο λόγο αφορά ύδατα που προορίζονται για άρδευση. Το μεγαλύτερο έλλειμμα το έχει η Σάμος και η Μυτιλήνη, που μαζί συγκεντρώνουν το 95,27% των ελλειμάτων όλων των νησιών.



Γράφημα 9 Έλλειμμα (m³) Βορείου Αιγαίου (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Συγκεντρώνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα, η Μυτιλήνη και η Σάμος έχουν ετήσιο έλλειμμα νερού 9,60% και 22%, σε σχέση με αυτό που παράγουν.



Γράφημα 10 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Βορείου Αιγαίου (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

3.3. Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Δωδεκανήσων

3.3.1. Εισαγωγικά

Ο νομός Δωδεκανήσων ορίζεται βόρεια από τη Σάμο, βορειοδυτικά από τις Κυκλάδες, δυτικά από το Κρητικό πέλαγος, νότια από το Λιβυκό πέλαγος και ανατολικά από τις Μικρασιατικές ακτές. Συνολικά, υπάρχουν εκεί 18 μεγάλα νησιά, πολλά μικρότερα και πληθώρα βραχονησίδων. Από την Αρχαιότητα, τα νησιά αυτά ανήκαν στο ευρύτερο σύμπλεγμα των Νοτίων Σποράδων.

Τα Δωδεκάνησα έχουν συνολική έκταση 2.714 km². Οι γεωργικές εκτάσεις είναι 543 χιλιάδες στρέμματα. Τα 81χιλ. είναι Αρδευόμενη έκταση και τα 58 χιλ. Αρδευθείσα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Το μεγαλύτερο, σε έκταση νησί είναι η Ρόδος (1.401,46 km²) και το μικρότερο το Φαρμακονήσι (3,866 km²). Έχει συνολικό πληθυσμό 190.988 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011). Για τις χρονιές 2012 – 2016 στα νησιά του νοτίου Αιγαίου διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 17.755.031 σε καταλύματα και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Η κτηνοτροφία και βιομηχανία δεν είναι αρκετά μεγάλης κλίμακας, συνεπώς και η κατανάλωση των υδάτων και η παραγωγή τους επιμερίζεται μόνο για την χρήση ύδρευσης και άρδευσης.

Στα νησιά των Δωδεκανήσων κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα (πλήρης κάλυψη των αναγκών από υπόγεια ύδατα π.χ. στην Κάρπαθο, αλλά σε μεγάλο ποσοστό οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από μονάδες αφαλάτωσης από μεταφορά νερού με πλοία (Λειψοί, Αγαθονήσι κ.α.) και από ταμιευτήρες. Στα Δωδεκάνησα υπάρχουν 5 μονάδες αφαλάτωσης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015) συνολικής ημερήσιας δυναμικότητας 3.700 m³/ημέρα. Υπάρχουν και άλλα 15 έργα μονάδων αφαλατώσεως (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντικής Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016) είτε ως προτάσεις, είτε ως οριστικές μελέτες, είτε υπό ένταξη, είτε σε στάδιο υλοποίησης. Κάποια νησιά, στα οποία λόγω μικρού πληθυσμού δεν υφίστανται οι υποδομές, εφοδιάζονται με τις κατάλληλες ποσότητες του νερού αποκλειστικά με πλωτά μέσα ή λόγω εποχιακού ελλείματος του νερού, η μεταφορά ύδατος μπορεί να έχει και συμπληρωματικό χαρακτήρα. Πρώτη σε μεταφερόμενες ποσότητες τα τελευταία χρόνια έρχεται Σύμη (215.763 M.O. m³/έτος) γεγονός που αυξάνει το κόστος του νερού. Επίσης υπάρχουν 10 Λιμνοδεξαμενές και 11 Φράγματα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015), τα οποία συμβάλλουν με σημαντικό ποσοστό στις παραγόμενες ποσότητες νερού.

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

Όλα τα παραπάνω αναλύονται στο κεφάλαιο παρακάτω.

3.3.2. Ζήτηση

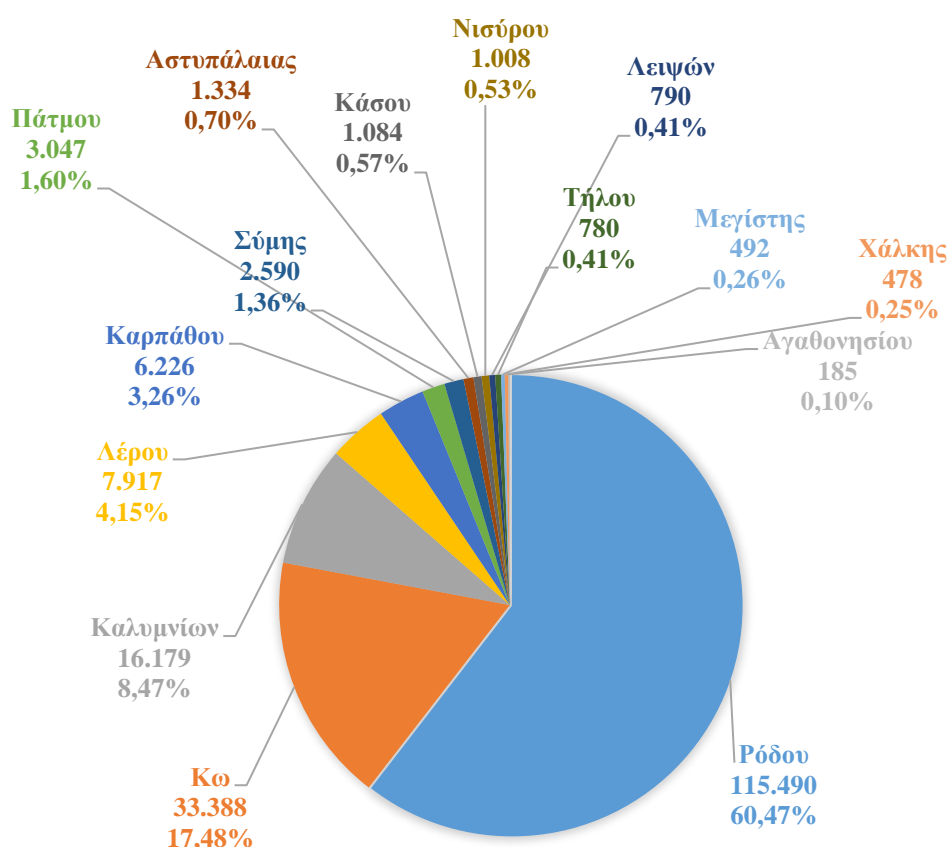
Νησιά

Τα Δωδεκάνησα έχουν συνολική έκταση 2.714 km². Συνίστανται από τις περιφέρειες Καλύμνου (Καλυμνίων, Αστυπάλαιας, Αγαθονήσι, Λειψά, Λέρος και Πάτμος), της Καρπάθου (Κάρπαθος και Κάσος), της Κω (Κω και Νίσυρος) καθώς και της Ρόδου (Ρόδος, Τήλος, Σύμη, Μεγίστη, Χάλκη).

Πληθυσμός

Έχει πληθυσμό 190.988 κατοίκων (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011). Το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού είναι στην Ρόδο, φτάνοντας το 60%, και έπεται η Κω με 18%. Από εκεί και έπειτα το υπόλοιπο 22% μοιράζεται με μικρά ποσοστά στα υπόλοιπα νησιά. Η ποσοστιαία κατανομή των οποίων φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πληθυσμός Δωδεκανήσων



Γράφημα 11 Κατανομή Πληθυσμού Περιφέρειας Δωδεκανήσων (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)

Τουρισμός

Εκτός όμως, των μόνιμων κατοίκων, σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση του νερού για ύδρευση καταλαμβάνει και ο τουρισμός, Για τις χρονιές 2012 – 2016 στα νησιά Νοτίου Αιγαίου διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 17.755.031 σε καταλύματα και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Τονίζεται ότι τουρισμός στα νησιά υφίσταται από Μάιο έως

Σεπτέμβριο περίπου με αποτέλεσμα σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα η ζήτηση για το πόσιμο νερό να αυξάνεται ραγδαία.

Γεωργικές Εκτάσεις

Εκτός του τουρισμού όμως στα νησιά υφίσταται και γεωργικές εκτάσεις. Την δεκαετία 1999 με 2009 έχουν μειωθεί αισθητά παρουσιάζοντας πτώση της τάξης του 1,43%. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Κτηνοτροφία - Βιομηχανία

Επειδή η κτηνοτροφική και βιομηχανική κατανάλωση των υδάτων δεν είναι σημαντικής κλίμακας, η χρήση νερού επιμερίζεται μόνο για την χρήση ύδρευσης (πόσιμο νερό) και άρδευσης.

3.3.3. Προσφορά

Η κάλυψη των αναγκών των νησιών σε πόσιμο νερό πραγματοποιείται μέσω γεωτρήσεων εκμετάλλευσης του υπόγειου δυναμικού, με μεταφορά νερού με υδροφόρα πλοία, από μονάδες αφαλάτωσης, καθώς και από λιμνοδεξαμενές.

Στα νησιά των Δωδεκανήσων βασική πηγή πόσιμου υδάτων είναι τα υπόγεια ύδατα (πλήρης κάλυψη των αναγκών από υπόγεια ύδατα π.χ. στην Κάρπαθο, αλλά σε μεγάλο ποσοστό οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από μονάδες αφαλάτωσης από μεταφορά νερού με πλοία (Λειψοί, Αγαθονήσι κ.α.) και από ταμιευτήρες.

Μονάδες Αφαλάτωσης

Αναλυτικότερα στα Δωδεκάνησα υπάρχουν 5 μονάδες αφαλάτωσης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Η μεγαλύτερη βρίσκεται στη Σύμη και μπορεί να παράγει ημερησίως έως 2.400 m³ νερού και ακολουθεί της Νισύρου με ημερήσια δυναμικότητα έως 1.020 m³ νερού. Εν συνεχεία, της Μεγίστης και του Αγαθονησίου είναι αισθητά μικρότερες αφού η πρώτη παράγει 200 m³ νερού/ημέρα και η δεύτερη 80 m³ νερού/ημέρα. Τέλος υπάρχει άλλη μία στη Καλόλιμνο, η οποία όμως χρησιμοποιείται για στρατιωτική φρουρά.

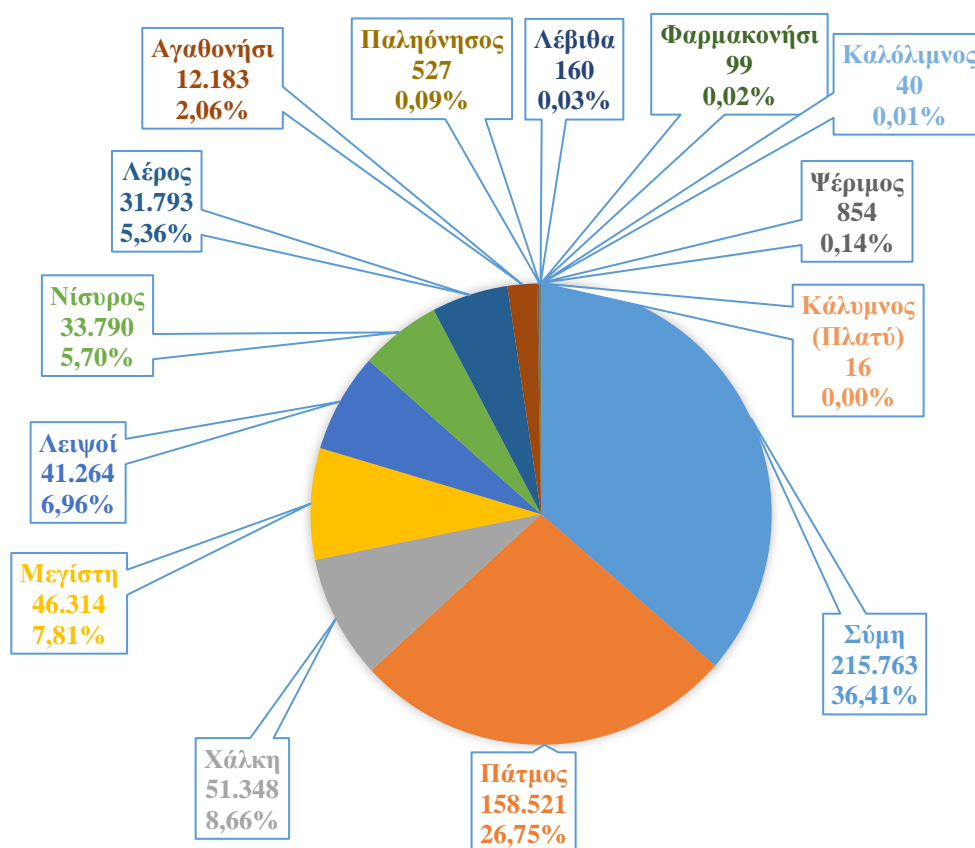
Υπάρχουν και άλλα 15 έργα μονάδων αφαλατώσεως (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016) είτε ως προτάσεις, είτε ως οριστικές μελέτες, είτε υπό ένταξη, είτε σε στάδιο υλοποίησης. Σε στάδιο υλοποίησης είναι η μονάδα αφαλάτωσης της Χάλκης με δυναμικότητα 600 m³/ημέρα, στην περιοχή Συνοδινού της Πάτμου όπου θα εγκατασταθούν δύο μονάδες, όπου η κάθε μία θα μπορεί να φτάσει σε δυναμικότητα τα 600 m³/ημέρα, στην Ιερά Μονή Πανορμίτη στη Σύμη που θα έχει δυναμικότητα 80 m³/ημέρα, η μονάδα αφαλάτωσης στους Λειψούς με δυναμικότητα 600 m³, στη Μεγίστη που θα επιτύχει παραγωγή νερού έως και 300 m³/ημέρα και μία μονάδα στην Στρογγύλη με δυναμικότητα 20 m³/ημέρα μαζί με φωτοβολταϊκό σύστημα 10 KWp. Ένα έργο έχει ενταχθεί και πρόκειται για προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 2.000 m³/ημέρα στον δήμο Λέρου. Οριστικές προτάσεις υπάρχουν για δύο έργα που αφορούν την εγκατάσταση Αφαλατώσεων στο Δήμο Λέρου και στους νήσους Λεβίθα και Κίναρο. Τέλος έχουν προταθεί 6 σχέδια για προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.) για τον Δήμο Καλύμνου. Οι προτεινόμενες μονάδες ξεκινούν από 100 m³/ημέρα και φτάνουν τα 7000 m³/ημέρα και αποσκοπούν είτε στην κάλυψη των αναγκών της ίδιας της

Καλύμνου, των οικισμών της όπως είναι Πόθια ή η Ρίνα Βαθύ είτε νησιά που ανήκουν στον Δήμο όπως της νήσου Τελένδου, της Νήσου Ψερίμου.

Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού

Υπάρχουν όμως και κάποια νησιά των Δωδεκανήσων τα οποία λόγω του μικρού πληθυσμού εφοδιάζονται με τις κατάλληλες ποσότητες νερού αποκλειστικά με πλωτά μέσα. Τα νησιά αυτά είναι η Πάτμος με 3.047 κατοίκους, οι Λειψοί με 790, η Μεγίστη με 492, η Χάλκη με 478 και τέλος η Σύμη 23, ενώ για τη Ρω δεν δηλώνονται μόνιμοι κάτοικοι. Η υδροδότησή τους επιτυγχάνεται με μεταφορά νερού από την Κάλαθο Ρόδου. Λόγω του ελλείματος του νερού, η μεταφορά ύδατος μπορεί να έχει και συμπληρωματικό χαρακτήρα. Αυτό συμβαίνει στα νησιά Νίσυρος, Λέρος, Αγαθονήσι, Ψέριμος, Παληόνησος, Λέβιθα, Φαρμακονήσι, Καλόλιμνος, και Κάλυμνος. Από μετρήσεις των τοπικών αυτοδιοικήσεων σχετικά με της μεταφερόμενες ποσότητες νερού από το 1996 έως το 2014 προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα που απεικονίζει τους μέσους όρους μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού σε m³. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα (m³)



Γράφημα 12 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα (m³) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα το μεγαλύτερο ποσοστό το κατέχει η Σύμη με 36%, Ακολουθεί η Πάτμος με 27%, η Χάλκη και η Μεγίστη με 8%. Από εκεί και έπειτα τα ποσοστά είναι μικρότερα.

Λιμνοδεξαμενές και Φράγματα

Στα νησιά των Δωδεκανήσων υπάρχουν και Λιμνοδεξαμενές και Φράγματα από τα οποία προέρχεται σημαντικό ποσοστό παραγόμενων ποσοτήτων νερού. Η Αστυπάλαια έχει ένα φράγμα στην περιοχή του Λιβαδιού που κατασκευάστηκε το 1997. Ο τύπος του είναι χωμάτινο ομογενές και συγκεντρώνει τα ύδατα από τον τοπικό χείμαρρο. Ο ωφέλιμος όγκος του μπορεί να φτάσει τα 875.000 m³ νερού που χρησιμοποιούνται για ύδρευση και άρδευση. Ο δήμος Καλυμνίων έχει μία λιμνοδεξαμενή στην περιοχή Βαθύ, κατασκευής του 2002, τύπου εξωποτάμια με ακάλυπτη μεμβράνη για να συγκεντρώνει τα ύδατα τεσσάρων χειμάρρων συνολικού ωφέλιμου όγκου έως 155.000 m³, που διοχετεύονται για ύδρευση και άρδευση. Η Κάρπαθος έχει ένα φράγμα στην τοποθεσία Σχοινιά το οποίο έχει συνολικό ωφέλιμο όγκο τα 2.000.000 m³ το οποίο όμως δεν είναι εν ενεργεία. Στη Κω υπάρχουν δύο εξωποτάμια λιμνοδεξαμενές και ένα φράγμα. Η πρώτη είναι της Μεσσαριάς με καλυμμένη μεμβράνη και κατασκευάστηκε το 1996 για να συγκεντρώνει τα ύδατα από το ρέμα της Μεσσαριάς. Έχει ωφέλιμο όγκο νερού έως 225.000 m³ το οποίο προορίζεται για άρδευση. Η δεύτερη είναι της Πλατέως με ακάλυπτη μεμβράνη και κατασκευάστηκε το 2001 για να λαμβάνει ύδατα από τους χειμάρρους του Πλατύ και της Γιατύλης. Έχει ωφέλιμο όγκο 342.000 m³ τα οποία προορίζονται και για ύδρευση και για άρδευση. Το φράγμα της Κω βρίσκεται στην τοποθεσία Μια, έχει ωφέλιμο όγκο 1.000.000 και αλλά δεν είναι εν ενεργεία. Στους Λειψούς υπάρχει μία Λιμνοδεξαμενή, αυτή της Παναγίας. Ο τύπος της είναι εξωποτάμια με καλυμμένη μεμβράνη και κατασκευάστηκε το 1996 για να συγκεντρώνει νερό από το ρέμα του Μηλιού και της Λιας. Έχει ωφέλιμο όγκο έως 36.000 m³ και το νερό διοχετεύεται στο δίκτυο για ύδρευση και άρδευση. Η Λέρος έχει ένα χωμάτινο φράγμα με αργιλικό πυρήνα, κατασκευασμένο από το 2002 στην περιοχή Παρθένι, που μπορεί να συγκεντρώσει 785.000 m³ νερού από τον ομώνυμο χείμαρρο για ύδρευση και άρδευση. Στη Μεγίστη υπάρχει μία εξωποτάμια λιμνοδεξαμενή με ακάλυπτη μεμβράνη που κατασκευάστηκε το 2001. Τα ύδατα που συγκεντρώνει προορίζονται για ύδρευση και άρδευση και προέρχονται από όμβρια ύδατα πίστας αεροδρομίου και από λεκάνες απορροής συνολικού ωφέλιμου όγκου 82.500 m³. Στη Νίσυρο υφίσταται μία λιμνοδεξαμενή στην περιοχή Πάλιοι από το 2003. Είναι εξωποτάμια με ακάλυπτη μεμβράνη και συγκεντρώνει έως 78.000 m³ όμβρια ύδατα για να χρησιμοποιηθούν για ύδρευση και άρδευση. Η Πάτμος έχει δύο φράγματα. Το πρώτο βρίσκεται στην περιοχή του Λιβαδιού και είναι Λιθόρριτο με ανάντη πλάκα σκυροδέματος. Κατασκευάστηκε το 2005 για να λαμβάνει τα ύδατα από το Χείμαρρο του Λιβαδιού. Έχει ωφέλιμο όγκο έως 450.000 m³ και το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ύδρευση και για άρδευση. Το δεύτερο φράγμα είναι του Γροικού με ωφέλιμο όγκο τα 105.000 m³ νερού αλλά δεν είναι εν ενεργεία. Η Ρόδος όντας το μεγαλύτερο νησί με τον περισσότερο πληθυσμό και αποτελώντας ουσιαστικά κέντρο διανομής υδάτων για τα γύρω νησιά έχει 5 φράγματα και 2 λιμνοδεξαμενές. Το πρώτο φράγμα είναι της Απολακκίας και κατασκευάστηκε χωμάτινο με αργιλικό πυρήνα το 1989, για να συγκεντρώνει ύδατα από τον χείμαρρο Απολακκιώτη. Μπορεί να φτάσει ωφέλιμο όγκο τα 7.600.000 m³ που διοχετεύει για ύδρευση και άρδευση. Το δεύτερο φράγμα είναι στην περιοχή Γαδούρα με ωφέλιμο όγκο 60.000.000 m³ και κατασκευάστηκε το 2007. Τα υπόλοιπα τρία φράγματα δεν είναι εν ενεργεία. Ονομαστικά είναι στην περιοχή Λάρδου, Κρητηνίας και Σορώνης με 6.600.000 m³, 2.000.000 m³ και 2.580.000 m³ ωφέλιμου όγκου νερού αντίστοιχα. Σε ότι αφορά τις λιμνοδεξαμενές η μία βρίσκεται στην περιοχή Σκολωνίτης είναι εξωποτάμια με καλυμμένη μεμβράνη κατασκευής 1995 και λαμβάνει ύδατα από τον ομώνυμο χείμαρρο, έχοντας την δυνατότητα να συγκεντρώσει έως 450.000 m³ νερού τα οποία προορίζονται μόνο για άρδευση. Η δεύτερη είναι η λιμνοδεξαμενή Ασκληπείου με ωφέλιμο όγκο έως 450.000 m³ η οποία όμως δεν είναι εν ενεργεία. Τέλος η Σύμη έχει την λιμνοδεξαμενή Πεδίου με ωφέλιμο όγκο 155.000

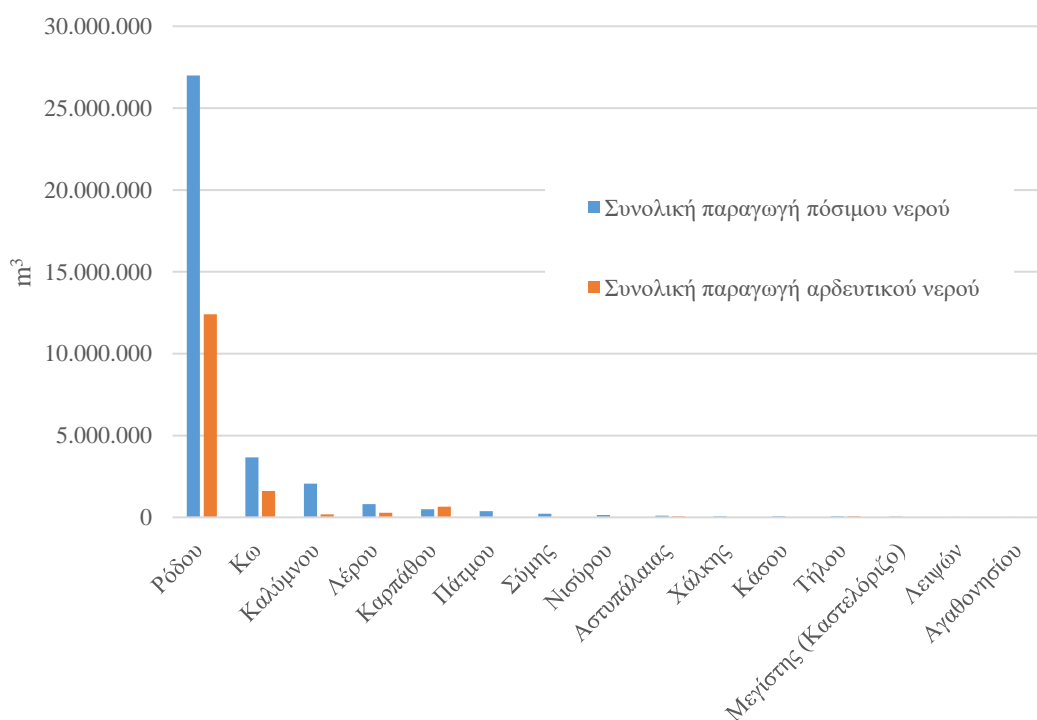
m³, η οποία δεν είναι εν ενεργεία και η Τήλος μία λιμνοδεξαμενή, αυτή της Αγίας Ειρήνης η οποία είναι Εξωποτάμια με ακάλυπτη μεμβράνη, λαμβάνει νερό από τον χειμάρρο Μ. Ρέγια, έχει ωφέλιμο όγκο έως 312.000 m³ και από το 2003 που κατασκευάστηκε διοχετεύει τις ποσότητες αυτές για ύδρευση και άρδευση. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την συνολική διαχείριση υδάτων σε κάθε νησί ούτως ώστε να διευκρινιστεί αν υπάρχει και πόση είναι η έλλειψη των υδάτων.

Παραγωγή Νερού

Η μεγαλύτερη παραγωγή νερού επιτυγχάνεται στην Ρόδο και στην Κω, με πολύ μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα νησιά. Η Ρόδος κατέχει το 76,80% της παραγωγής του πόσιμου νερού και το 81,23% της παραγωγής του νερού για αρδευτική χρήση, ενώ αθροιστικά έχει το 78,14% της συνολικής παραγωγής του νερού στα Δωδεκάνησα. Η Κως κατέχει το 10,44% της παραγωγής πόσιμου νερού και το 10,48 % της παραγωγής νερού για αρδευτική χρήση. Και στις δύο περιπτώσεις η παραγωγή πόσιμου νερού είναι περίπου διπλάσια από της αρδευτικής χρήσης. Από εκεί και πέρα τα νησιά που απομένουν παράγουν πολύ μικρό ποσοστό νερού για οποιαδήποτε από τις δύο χρήσεις. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Παραγόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα



Γράφημα 13 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα σε m³ (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

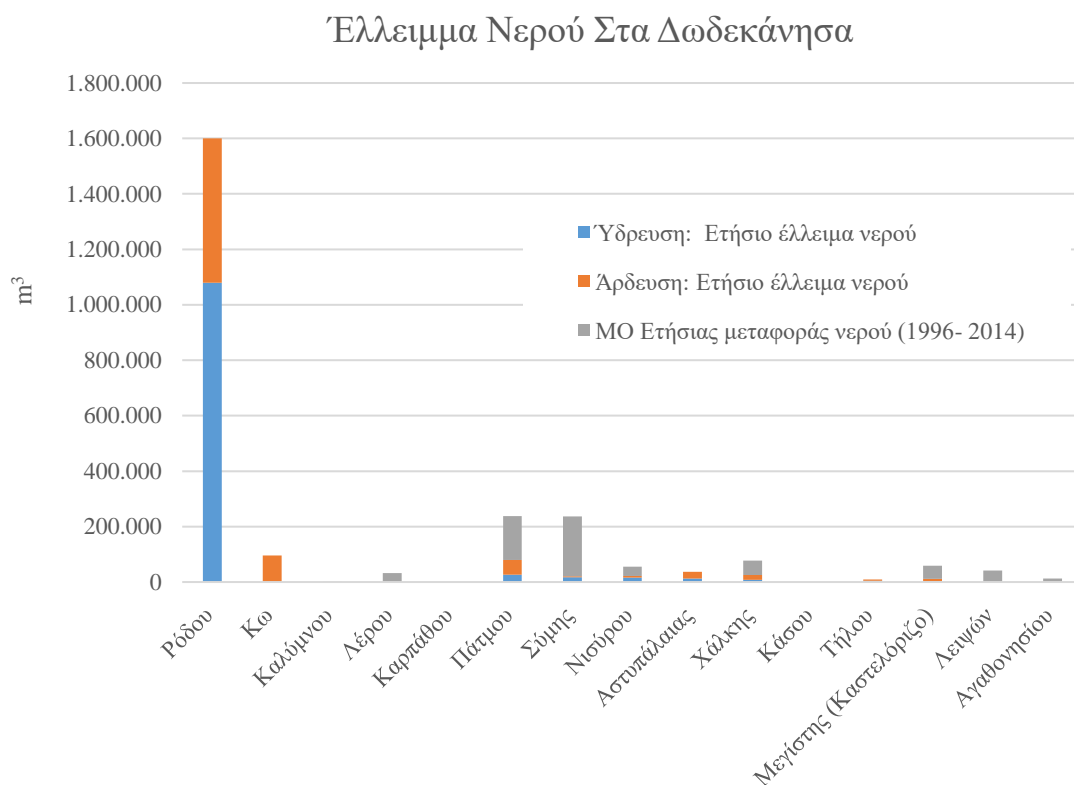
Η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών έρχεται σε πρώτη προτεραιότητα τόσο γιατί πρέπει να καλυφθούν οι υδρευτικές ανάγκες του πληθυσμού όσο και για την συντήρηση του βασικού τομέα της οικονομίας των νησιών, τον τουρισμό.

3.3.4. Ισοζύγιο

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

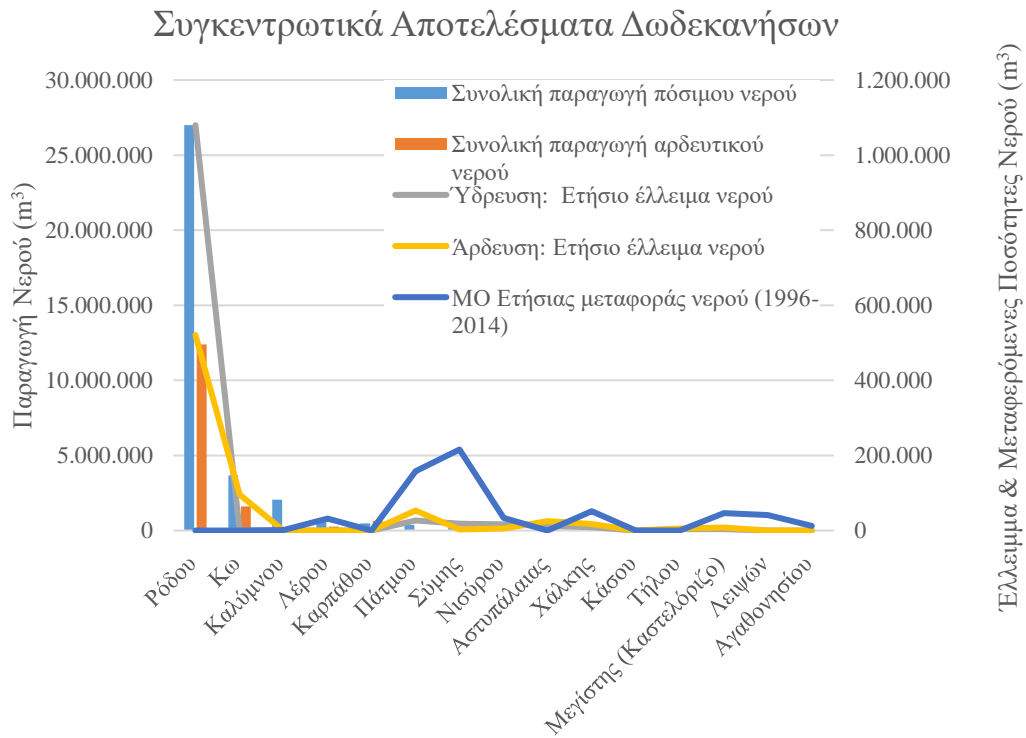
Έλλειμμα

Το μεγαλύτερο έλλειμμα εμφανίζεται στα νησιά με το την μεγαλύτερη παραγωγή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το έλλειμμα υπάρχει στην Ρόδο. Είναι το 92,31% του ελλείματος των νησιών των Δωδεκανήσων σε ότι αφορά την ύδρευση και το 71,01% του ελλείματος σε ότι αφορά την άρδευση (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).



Γράφημα 14 Έλλειμμα νερού στα Δωδεκάνησα σε m³ (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Συγκεντρώνοντας όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η στην Ρόδο υπάρχει μεγάλο πρόβλημα που αφορά την ύδρευση και την άρδευση του νησιού γιατί εκτός του ότι έχει τις μεγαλύτερες τιμές ελλείματος αποτελεί και κέντρο διανομής νερού πράγμα που καθιστά τον ρόλο του νησιού ακόμη πιο σπουδαίο.



Γράφημα 15 Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Δωδεκανήσων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

3.4. Προσφορά – ζήτηση και ισοζύγιο Κυκλάδων

Οι Κυκλάδες είναι νησιωτικό σύμπλεγμα στο Αιγαίο πέλαγος που βρίσκεται μεταξύ των 36ου και 38ου Βόρειων παραλλήλων και μεταξύ των 24ου και 26ου Ανατολικών μεσημβρινών. Η διάταξη των νησιών είναι σε δύο παράλληλες ευθείες σε συνέχεια του Σουνίου και της Ευβοίας προσδίδοντας την επιμέρους διάκριση σε Δυτικές και Ανατολικές Κυκλάδες, οι οποίες αποτελούν τον ομώνυμο νομό Κυκλάδων. Το όνομα τους δόθηκε από τους αρχαίους γεωγράφους λόγω της κυκλικής διάταξης γύρω απ' την ιερή νήσο Δήλο (γενέτειρα της θεάς Άρτεμης και του Απόλλωνα) σε αντιδιαστολή των υπολοίπων νήσων του Αιγαίου που τις αποκαλούσαν Σποράδες. ('Ιστορία Προϊστορία και πρωτοϊστορία Κυκλάδων', no date)

Το διαμέρισμα των Κυκλάδων έχει συνολική έκταση 2.554 km² (wikipedia, 2017). Το μεγαλύτερο, σε έκταση, νησί είναι η Νάξος (429,785 km²) και το μικρότερο η Δήλος (3,536 km²) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Ο συνολικός πληθυσμός ανέρχεται στους 308.975 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Για τις χρονιές 2012 – 2016, τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου επισκέφθηκαν και διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 17.755.031 τουρίστες σε καταλύματα και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017). Ούτε και στα νησιά των Κυκλάδων η κτηνοτροφία και βιομηχανία είναι αρκετά μεγάλης κλίμακας, συνεπώς και η κατανάλωση των υδάτων επιμερίζεται περισσότερο για την χρήση ύδρευσης και άρδευσης.

Στα νησιά του των Κυκλάδων κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα (πλήρης κάλυψη των αναγκών από υπόγεια ύδατα π.χ. στα νησιά Αντίπαρος, Κέα, Κύθνος, κ.α.), αλλά σε μεγάλο ποσοστό οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από μονάδες αφαλάτωσης (πλήρης κάλυψη στη Σύρο και μεγάλο ποσοστό σε αρκετά νησιά), από μεταφορά νερού με πλοία (Αμοργός, Κίμωλος, κ.α.) και από ταμειυτήρες (π.χ. Ανάφη). Στις Κυκλάδες υπάρχουν πάνω από 20 μονάδες Αφαλατώσεων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015) συνολικής ημερήσιας δυναμικότητας 27.690 m³/ημέρα. Την παρούσα χρονική περίοδο υπάρχουν και άλλα 16 έργα μονάδων αφαλατώσεως είτε ως προτάσεις, είτε υπό ένταξη, είτε σε στάδια υλοποίησης (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντος & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016). Κάποια νησιά των Κυκλάδων, στα οποία λόγω μικρού πληθυσμού δεν υφίστανται οι υποδομές, εφοδιάζονται με τις απαραίτητες ποσότητες του νερού αποκλειστικά με πλωτά μέσα ή λόγω εποχιακού ελλείματος του νερού, η μεταφορά ύδατος μπορεί να έχει και συμπληρωματικό χαρακτήρα. Πρώτη σε μεταφερόμενες ποσότητες τα τελευταία χρόνια έρχεται η Μήλος (119.257 M.O. m³/έτος). Αυτό είναι ένα φαινόμενο το οποίο είναι απαραίτητο να μετριάσει καθώς αυξάνει το κόστος χρήσης του νερού. Στα νησιά των Κυκλάδων υπάρχουν 11 Λιμνοδεξαμενές και 20 Φράγματα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015), τα οποία συμβάλλουν με σημαντικό ποσοστό στις παραγόμενες ποσότητες νερού.

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

Όλα τα παραπάνω αναλύονται στη συνέχεια.

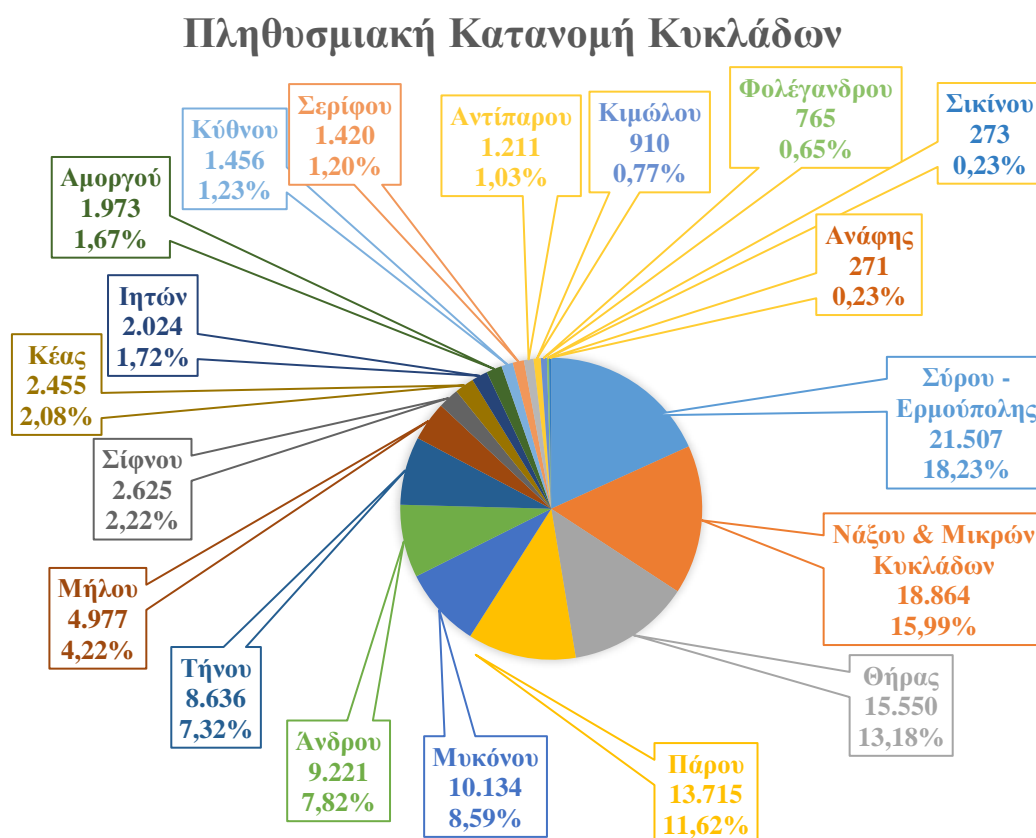
3.4.1. Ζήτηση

Νησιά

Το διαμέρισμα των Κυκλάδων έχει συνολική έκταση 2.554 km² και αποτελείται από τα τις περιφέρειες Άνδρου, Θήρας (Ανάφη, Θήρα, Ιητών, Σίκινος, Φολέγανδρος), Κέας, Κύθνου, Μήλου (Μήλο;, Κίμωλος, Σέριφος, Σίφνο;), Μυκόνου, Νάξου (Νάξος & Μικρών Κυκλάδων, Αμοργού, Πάρου (Πάρος , Αντίπαρος), Σύρου και Τήνου.

Πληθυσμός

Ο συνολικό πληθυσμός ανέρχεται στους 308.975 κατοίκους (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011). Το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού βρίσκεται στην Σύρο με ποσοστό 18%. Ακολουθεί η Νάξος μαζί με περίχωρα νησιά με ποσοστό 16 %, η Σαντορίνη με 13%, η Πάρος με 12%, η Μύκονος με 9% και η Άνδρος και η Τήνος με 8% και 7% αντίστοιχα. Το υπόλοιπο ποσοστό μοιράζεται στα υπόλοιπα μικρά νησιάκια. Η ποσοστιαία διανομή των κατοίκων αποτυπώνεται και στο παρακάτω διάγραμμα:



Γράφημα 16 Πληθυσμιακή Κατανομή Κυκλάδων (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)

Τουρισμός

Εκτός όμως, του μόνιμου πληθυσμού, σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση του νερού για ύδρευση κατέχει και ο τουρισμός, Για τις χρονιές 2012 – 2016 στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου διανυκτέρευσαν κατά μέσο όρο 17.755.031 σε καταλύματα και Camping's (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017).

Γεωργικές Εκτάσεις

Στα νησιά υφίσταται και γεωργικές εκτάσεις. Την δεκαετία 1999 με 2009 έχουν μειωθεί, παρουσιάζοντας πτώση της τάξης του 1,43%. (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Κτηνοτροφία - Βιομηχανία

Επειδή η κτηνοτροφική και βιομηχανική κατανάλωση των υδάτων είναι πολύ μικρή, η παραγωγή νερού επιμερίζεται κατά κύριο λόγο για την χρήση ύδρευσης και άρδευσης.

3.4.2. Προσφορά

Πώς καλύπτεται η παραπάνω ζήτηση;

Η κάλυψη των αναγκών των νησιών του ΥΔ Νήσων Αιγαίου σε πόσιμο νερό πραγματοποιείται μέσω γεωτρήσεων εκμετάλλευσης του υπόγειου δυναμικού, με μεταφορά νερού με υδροφόρα πλοία, από μονάδες αφαλάτωσης, καθώς και από λιμνοδεξαμενές.

Στα νησιά του των Κυκλάδων η βασικότερη πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα (100% κάλυψη των αναγκών από υπόγεια ύδατα π.χ. στα νησιά Αντίπαρος, Κέα, Κύθνος, κ.α.), αλλά μεγάλο ποσοστό οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από μονάδες αφαλάτωσης (πλήρης κάλυψη στη Σύρο και σημαντικό ποσοστό σε αρκετά νησιά), από μεταφορά νερού με πλοία (Αμοργός, Κίμωλος, κ.α.) και από ταμιευτήρες.

Μονάδες Αφαλάτωσης

Αναλυτικότερα στις Κυκλάδες υπάρχουν πάνω από 20 μονάδες Αφαλατώσεων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Πέντε βρίσκονται στη Σύρο με ημερήσια δυναμικότητα έως 8.400 m³ και ακολουθούν της Μυκόνου, στην περιοχή Κόρφος με 6.750 m³, της Σαντορίνης στην περιοχή Οία με δυναμικότητα που μπορεί να φτάσει τα 4.900 m³/ημέρα, της Μήλου στην Συκιά Τριοβασάλου με 2.000 m³/ημέρα, της Σίφνου στις Καμάρες και στον Πλατύ Γιαλό με 1.300 m³/ημέρα, της Πάρου στην Νάουσα με 1.200 m³, της Τήνου στον Άγιο Φωκά και της Ίου στο Μυλοπόταμο με ημερήσια δυναμικότητα τα 1.000 m³, της Φολέγανδρου στην περιοχή Καραβοστάσι με 700 m³, της Σίκινου στην Χώρα με 200 m³/ημέρα, της Θηρασιάς με 140 m³/ημέρα η οποία βρίσκεται στην περιοχή Ρίβα και της Σχοινούσας στην θέση Μερσίνη με 100 m³/ημέρα.

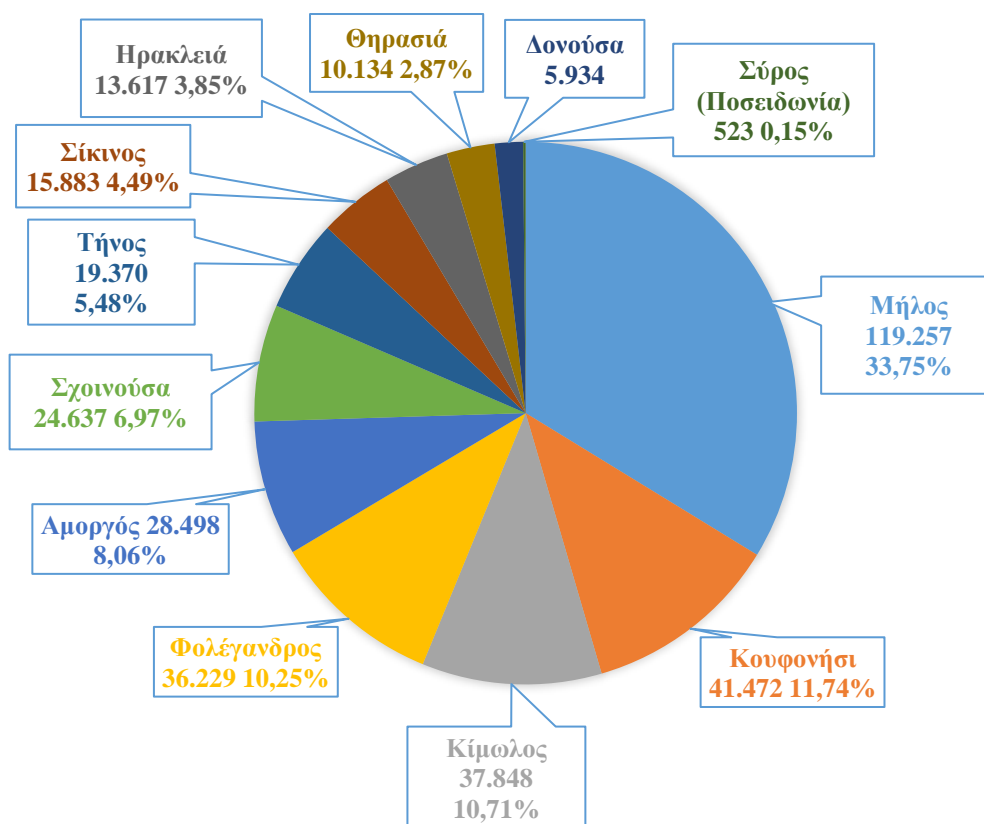
Βέβαια υπάρχουν και άλλα 16 έργα μονάδων αφαλατώσεως είτε ως προτάσεις, είτε υπό ένταξη, είτε σε στάδια (Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2014; Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2016). Σε στάδιο υλοποίησης είναι οι 9 μονάδες. Μια είναι στα Κουφονήσια και όταν θα ολοκληρωθεί θα είναι σε θέση να παράγει 600 m³/ημέρα. Η δεύτερη είναι στην Αιγιαλή Αμοργού με δυναμικότητα 500 m³/ημέρα, ενώ υπολογίζεται ότι λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης τη περιοχής συντόμως θα είναι απαραίτητη άλλη μία μονάδα. Η τρίτη υλοποιείται στον οικισμό Ακρωτηρίου Θήρας και θα φτάνει ημερησίως τα 250 m³. Το τέταρτο έργο είναι στον Παράσπορο Παροικιάς στην Πάρο όπου θα εγκατασταθούν 2 μονάδες που συνολικά θα φτάνουν τα 2.500 m³/ημέρα, στον Άγιο Αντώνιο Κιμώλου με 600 m³/ημέρα και στη Δονούσα με 150 m³/ημέρα. Ακόμη υλοποιούνται 3 επεκτάσεις σε είδη υπάρχουσες μονάδες στις Καμάρες και στον Πλατύ Γιαλό της Σίφνου για να επιτευχθεί δυναμικότητα 750 m³/ημέρα, στην Μερσίνη Νάξου – Σχοινούσας για να επιτευχθεί δυναμικότητα 100 m³/ημέρα και 400 m³/ημέρα και στην Τήνο που η μονάδα που υπάρχει θα αυξήσει την δυναμικότητά της από 500 m³/ημέρα σε 700 m³/ημέρα. Ενταγμένα

είναι τρία έργα, στην Μέριχα Κύθνου όπου θα εγκατασταθούν δύο συστήματα 300 m³/ημέρα, στην Αντίπαρο άλλων δύο συστημάτων αφαλάτωσης 300 m³/ημέρα και στον δήμο Τήνου όπου θα τοποθετηθεί κινητή μονάδα αφαλάτωσης δυναμικότητας 500 m³/ημέρα. Τέλος έχουν προταθεί 4 νέα έργα, εγκατάσταση στην Ρίβα Θήρας με δυναμικότητα 150 m³/ημέρα, εγκατάσταση στην περιοχή Καταπόλων Αμοργού με 500 m³/ημέρα δυναμικότητα, εγκατάσταση στην περιοχή Χωράφι Αγίου Γεωργίου με δυναμικότητα m³/ημέρα και επέκταση της μονάδας που βρίσκεται στην Σίκινο για να επιτευχθεί δυναμικότητα 200 m³/ημέρα.

Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού

Υπάρχουν όμως και κάποια νησιά των Κυκλάδων τα οποία εφοδιάζονται τις κατάλληλες ποσότητες του νερού αποκλειστικά με πλωτά μέσα. Τα νησιά αυτά είναι η Αμοργός με 1.973 κατοίκους, το η Κιμωλός με 910, το Κουφονήσι με 391, η Σχοινούσα με 227, η Δανούσα με 167 και η Ηράκλεια με 141. Η υδροδότηση των νησιών αυτών γίνεται με μεταφορά νερού που προμηθεύεται από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ στην Αττική. Λόγω του ελλείματος του νερού, η μεταφορά ύδατος μπορεί να έχει και συμπληρωματικό χαρακτήρα. Αυτό συμβαίνει στα νησιά Φολέγανδρος, Τήνος, Σίκινο, Θηρασιά, Μήλος και Σύρος. Από μετρήσεις των τοπικών αυτοδιοικήσεων σχετικά με της μεταφερόμενες ποσότητες νερού από το 1997 έως το 2014 προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα που απεικονίζει τους μέσους όρους μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού σε m³ (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).

Μεταφερόμενες ποσότητες νερού στις Κυκλάδες σε m³



Γράφημα 17 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού στις Κυκλάδες Σε m³ (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Όπως αποτυπώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό μεταφερόμενων ποσών νερού το κατέχει η Μήλος με 34%. Ακολουθεί το Κουφονήσι με 12%, η Κίμωλος με 11%, η Φολέγανδρος με 10% και η Αμοργός με 8%.

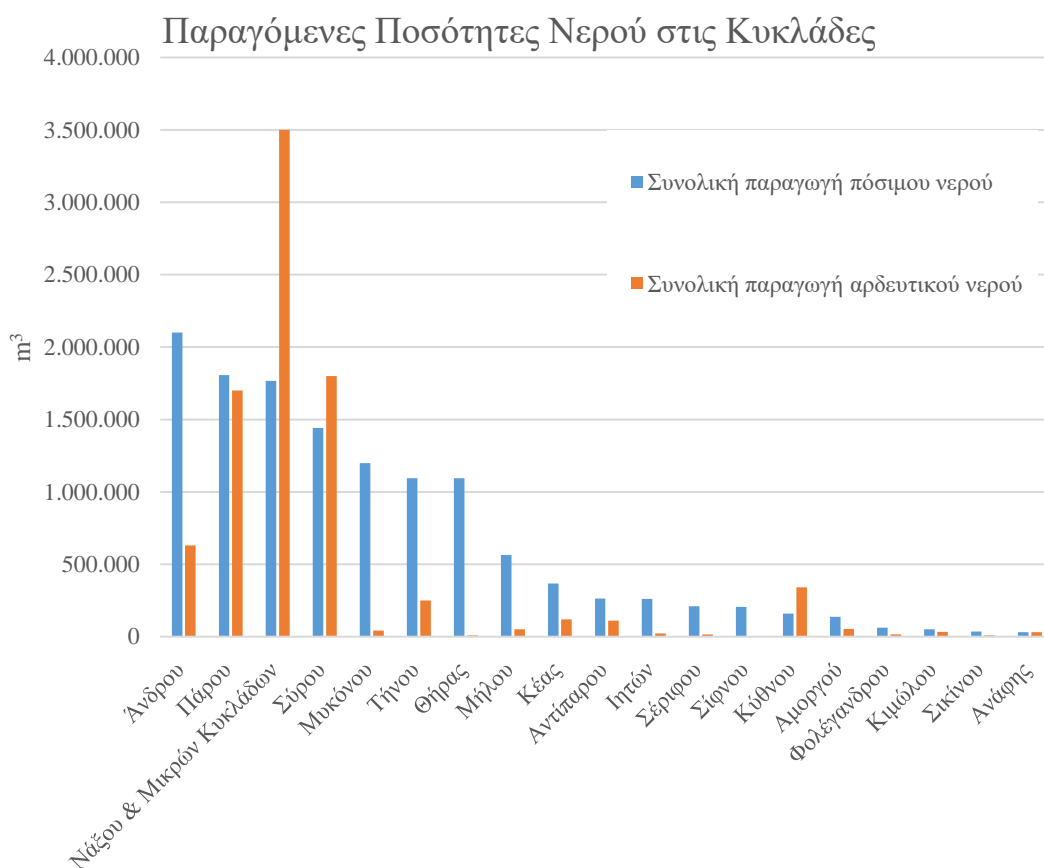
Λιμνοδεξαμενές και Φράγματα

Στα νησιά των Κυκλάδων υπάρχουν Λιμνοδεξαμενές και Φράγματα, από τα οποία προέρχεται σημαντικό ποσοστό παραγόμενων ποσοτήτων νερού. Η Αμοργός έχει μία λιμνοδεξαμενή στην περιοχή Καταπόλων με ωφέλιμο όγκο 250.000 m³, η οποία όμως δεν είναι εν λειτουργία, και ένα φράγμα στην ίδια περιοχή με ωφέλιμο όγκο 110.000 m³. Στην Ανάφη υπάρχει το Φράγμα Ρούκουνα με ωφέλιμο όγκο 70.000 m³ και η λιμνοδεξαμενή Αγ. Ειρήνης με ωφέλιμο όγκο 235.000 m³. Και τα δύο έργα δεν είναι εν ενεργεία σήμερα. Η Άνδρος έχει το Φράγμα Ατενι με ωφέλιμο όγκο 1.100.000 m³ το οποίο δεν είναι εν ενεργεία. Η Σαντορίνη έχει δύο λιμνοδεξαμενές του Αεροδρομίου Α και του Αεροδρομίου Β ωφέλιμου όγκου 85.000 m³ και 135.000 m³ αντίστοιχα τα οποία επίσης δεν είναι εν ενεργεία. Στους Ιητές υπάρχει το φράγμα Μυλοποτάμου. Πρόκειται για ένα φράγμα Λιθόρριπτου αναχώματος με μεμβράνη στον ταμιευτήρα, που συγκεντρώνει τα ύδατα από τον χειμάρρο του Μυλοποτάμου και έχει ωφέλιμο όγκο 215.000 m³. Κατασκευάστηκε το 1995 για προμηθεύει το νησί με νερό για ύδρευση και άρδευση. Στο νησί υπάρχει ακόμα το φράγμα του Κεραμιδίου το οποίο έχει ωφέλιμο όγκο 2.000.000 m³ και η λιμνοδεξαμενή Επάνω Κάμπου με ωφέλιμο όγκο 230.000 m³ τα οποία όμως δεν λειτουργούν αυτή τη στιγμή. Η Κίμωλος έχει ένα φράγμα, αυτό του Πύργου, το οποίο έχει ωφέλιμο όγκο 350.000 m³ το οποίο δεν είναι εν ενεργεία. Η Κύθνος έχει και αυτή ένα φράγμα, ωφέλιμου όγκου 1.000.000 m³ το οποίο δεν λειτουργεί και βρίσκεται στην Επισκοπή. Η Λέρος έχει ένα φράγμα στην τοποθεσία Παρθένη που ολοκληρώθηκε το 2002 και η Μήλος ένα φράγμα στον Αγ. Ιωάννη ωφέλιμου όγκου 1.300.000 m³, το οποίο όμως δεν είναι εν ενεργεία. Η Μύκονος έχει δύο φράγματα. Το πρώτο κατασκευάστηκε το 1992 στην περιοχή Μαραθιά και συγκεντρώνει τα ύδατα από τον ομώνυμο χειμάρρο και έχει ωφέλιμο όγκο 2.900.000 m³. Το δεύτερο βρίσκεται στην περιοχή Άνω Μέρα και κατασκευάστηκε το 1997 για να συγκεντρώνει το νερό από τον χειμάρρο της Άνω Μέρας με δυνατότητα ωφέλιμου όγκου 1.000.000 m³. Και τα δύο είναι με στεγανωτική πλάκα σκυροδέματος ανάντη και το νερό που συγκεντρώνεται διοχετεύεται στο δίκτυο και για ύδρευση και για άρδευση. Η Νάξος και τα Μικρά νησιά των Κυκλάδων έχουν δύο φράγματα και δύο λιμνοδεξαμενές. Το ένα φράγμα είναι αυτό της Φανερωμένης, που κατασκευάστηκε το 2004 για να επιτύχει την υδροληψία από τον χειμάρρο Σίκινου. Είναι τύπου Λιθόρριπτο-ανάντη πλάκας σκυροδέματος, με ωφέλιμο όγκο 1.467.000 m³ και το νερό προορίζεται για ύδρευση και άρδευση. Το δεύτερο φράγμα είναι στην περιοχή Τσικαλαρίου με ωφέλιμο όγκο 2.850.000 m³ κυβικά μέτρα αλλά δεν είναι εν ενεργεία. Σχετικά με τις λιμνοδεξαμενές η μία βρίσκεται στην περιοχή Εγγάρων για να συγκεντρώνει το ύδατα από τον ομώνυμο χειμάρρο το 1994. Είναι τύπου εξωποτάμια με ακάλυπτη μεμβράνη που συγκεντρώνει ωφέλιμο όγκο 570.000 m³ νερού για ύδρευση και άρδευση. Η δεύτερη λιμνοδεξαμενή είναι της Κινιδάρου με ωφέλιμο όγκο νερού τα 130.000 m³ αλλά δεν είναι σε λειτουργία. Η Πάρος έχει τρεις λιμνοδεξαμενές και δύο φράγματα. Η μία λιμνοδεξαμενή είναι του Καβουροποτάμου με ωφέλιμο όγκο 186.000 m³, η δεύτερη είναι στην τοποθεσία Συρίγου με ωφέλιμο όγκο 285.000 m³ και η τρίτη στη Μαρπήσσα με ωφέλιμο όγκο 370.000 m³. Το πρώτο φράγμα είναι του Τουρλού και το δεύτερο της Βρόντας με 42.000 m³ και 97.000 m³ αντίστοιχα. Κανένα από αυτά όμως δεν είναι σε λειτουργία σήμερα. Στη Σέριφο υπάρχει το φράγματα του Στενού, που κατασκευάστηκε το 2003 για να συγκεντρώνει το νερό από τον τοπικό χειμάρρο. Μπορεί να φτάσει ωφέλιμο όγκο τα 720.000 m³ κυβικά μέτρα νερού τα οποία τα διοχετεύει για ύδρευση και άρδευση. Η Σίφνος έχει το φράγμα των Καμαρών με ωφέλιμο όγκο 410.000 m³ και η Σύρος το φράγμα του Αετού με 360.000 m³ κανένα εκ των οποίων δεν

είναι εν ενεργεία. Τέλος η Τήνος έχει την λιμνοδεξαμενή στην περιοχή Λιβαδά που κατασκευάστηκε το 2003 και μπορεί να φτάσει σε ωφέλιμο όγκο τα 298.000 m³, καθώς και δύο φράγματα της Βακέτας και του Βόλακα με ωφέλιμους όγκους 139.000 m³ και 387.000 m³ κυβικά μέτρα νερού αντίστοιχα, τα οποία όμως δεν είναι εν ενεργεία (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).

Παραγωγή Νερού

Σχετίζεται με τα πόσα m³ παράγονται από τις διάφορες πηγές νερού ανά έτος για ύδρευση και άρδευση. Η μεγαλύτερη κατά ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής νερού ύδρευσης και άρδευσης αθροιστικά επιτυγχάνεται από την Νάξο με 24,40%, από την Πάρο το 16,24%, από την Σύρο 15,02 % και από την Άνδρο το 12,65%, αν και συμμετέχει με μικρό ποσοστό στην παραγωγή αρδευτικού νερού, ενώ τα υπόλοιπα νησιά συμμετέχουν με μικρότερα ποσοστά. Επίσης σημαντικό είναι να κατανοήσει κανείς ότι σε αυτά τα τέσσερα νησιά παράγεται πάνω από το 50% του πόσιμου νερού, πάνω από το 85% του αρδευτικού νερού, με την Νάξο να κατέχει το 40% (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).



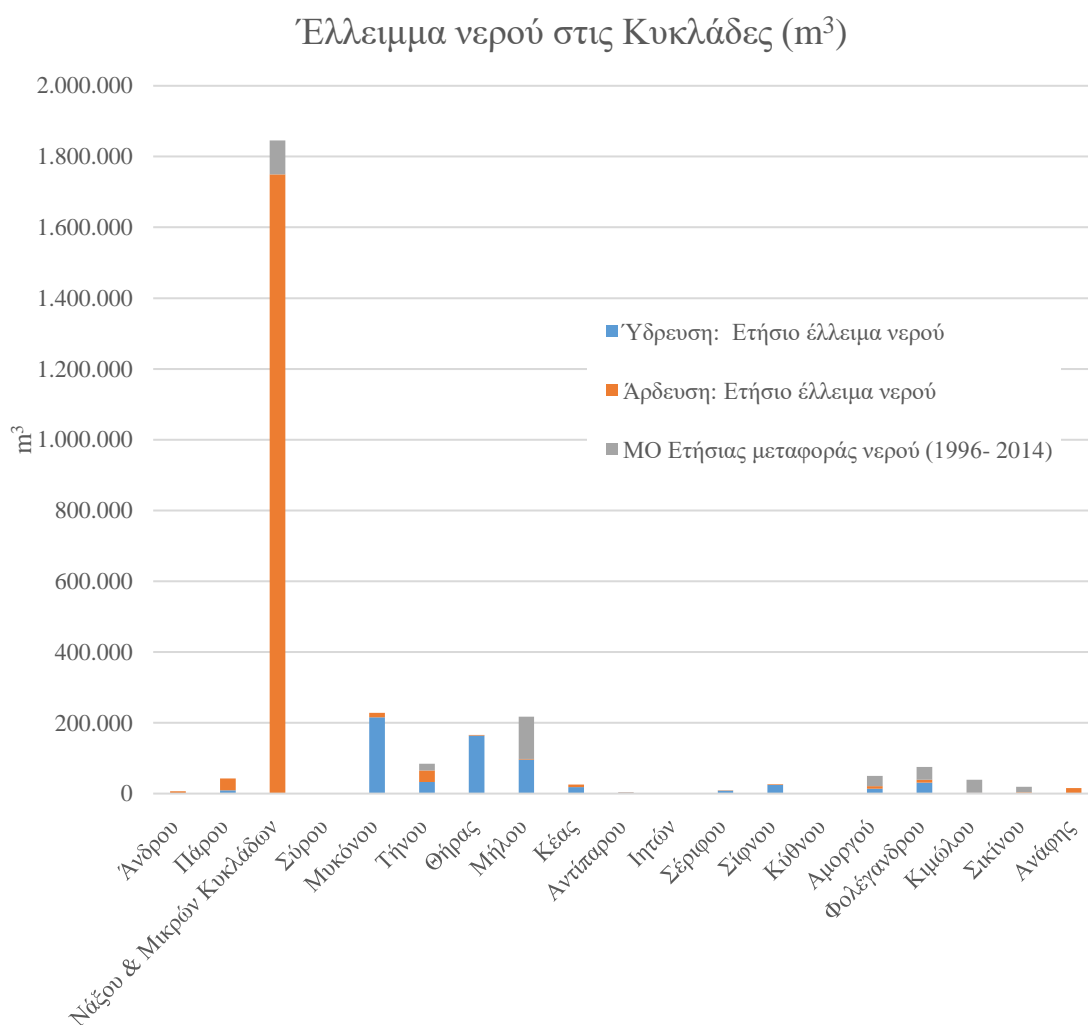
Γράφημα 18 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού στις Κυκλάδες (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

3.4.3. Ισοζύγιο

Γενικότερα το έλλειμμα στα νησιά του Αιγαίου θεωρείται ως το άθροισμα του μεταφερόμενου νερού και του ελλείματος από την ποσότητα που λείπει ώστε να πληρείται η επιθυμητή επάρκεια σε νερό καλής ποιότητας.

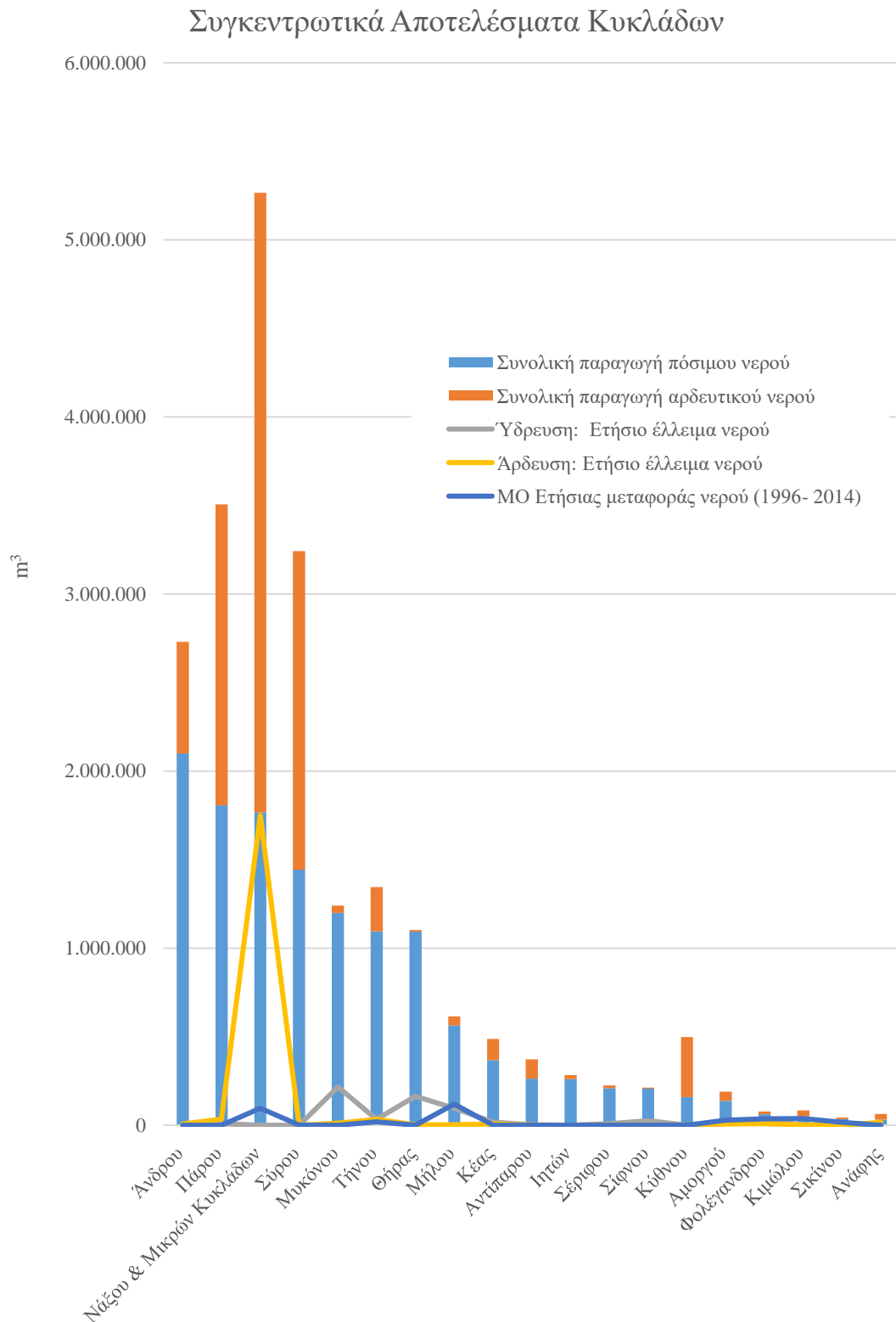
Έλλειμμα

Το μεγαλύτερο έλλειμμα εντοπίζεται στην Νάξο και των υπολοίπων μικρών Κυκλάδων με τεράστια διαφορά από τα υπόλοιπα, φτάνοντας το 92,90% του συνόλου του ελλείματος στο νερό για αρδευτική χρήση και όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω κατέχει το 27% του συνόλου των μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).



Γράφημα 19 Έλλειμμα νερού στις Κυκλάδες (m³) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

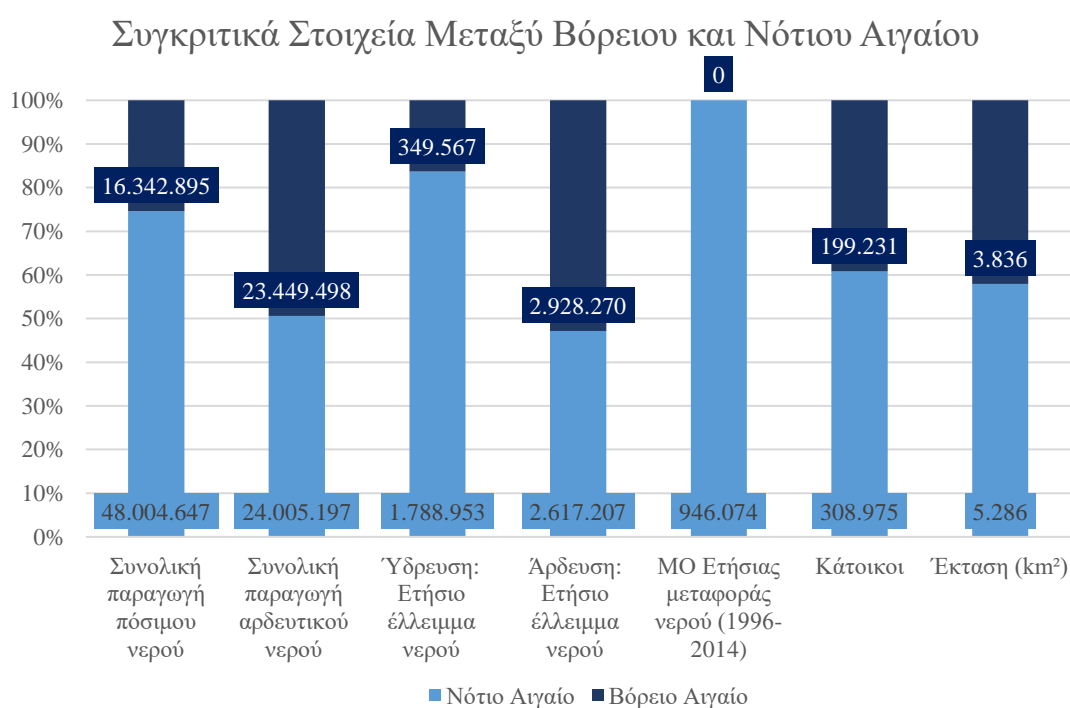
Συγκεντρώνοντας όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι η στην Νάξο υπάρχει το σημαντικότερο πρόβλημα που αφορά την άρδευση του νησιού αφού το έλλειμμα είναι σχεδόν ίσο με το 50% της ετήσιας παραγωγής του νερού. Σημαντικό πρόβλημα ελλείμματος έχουν επίσης η Άνδρος, η Πάρος, η Σύρος, η Μύκονος και η Τήνος.



Γράφημα 20 Συγκεντρωτικά Στοιχεία Κυκλάδων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

3.5. Σύγκριση υδατικών ισοζυγίων για τις περιφέρειες Βορείου και Νοτίου Αιγαίου

Συνοψίζοντας όλα τα όσα έχουν αναφερθεί, μπορεί να βγουν συμπεράσματα από την σύγκριση της περιφέρειας του Βόρειου Αιγαίου και της περιφέρειας του Νοτίου Αιγαίου (Κυκλάδες & Δωδεκάνησα). Το 74,60% της συνολικής παραγωγής πόσιμου νερού προέρχεται από την Νότιο Αιγαίο, το οποίο όμως υστερεί στην παραγωγή αρδευτικού ύδατος. Στα ετήσια ελλείματα το νότιο Αιγαίο έχει το 83,65% του ετήσιου ελλείματος νερού ύδρευσης και το Βόρειο Αιγαίο το 52,80% του ελλείματος στο νερό που προορίζεται για αρδευτικούς σκοπούς. Βέβαια στο Βόρειο Αιγαίο δεν υφίστανται μεταφορά νερού με πλοία. Για την καλύτερη αντιστοιχία των δεδομένων ακολουθεί η γραφική αποτύπωση τους.



Γράφημα 21 Συγκριτικά Στοιχεία Μεταξύ Βόρειου και Νοτίου Αιγαίου

3.6. Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης

Αρκετά στοιχεία που αντλήθηκαν και επεξεργάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο προέρχονται από το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (GR14) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Στο τέλος του 2017, εγκρίθηκε η πρώτη αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b), χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας.

Το Πρόγραμμα Μέτρων, της αναθεωρημένης έκδοσης του Σχεδίου, καθορίζει τις κανονιστικές διατάξεις (Βασικά Μέτρα), που θα πρέπει να εφαρμοστούν για να επιτευχθούν οι στόχοι μέχρι το τέλος του εξαετούς κύκλου (2021). Παραδείγματα τέτοιων είναι η επέκταση των ευαίσθητων ή τρωτών περιοχών, το σύστημα αδειοδοτήσεων και εγκρίσεων που θα πρέπει να υφίσταται, ο καθορισμός περιοχών προστασίας υδατικών πόρων, έλεγχος απορρίψεων κ.α.. Συμπεριλαμβάνονται, επίσης, μέτρα τιμολόγησης, που θα παρέχουν στους χρήστες κίνητρα για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των υδάτων. Τέλος, για να επιτευχθούν οι καθορισμένοι στόχοι, όπου κρίνεται απαραίτητο προτείνεται και η λήψη Συμπληρωματικών Μέτρων.

Σύντομη Περιγραφή Αναθεώρησης

Σύμφωνα λοιπόν με το Αναθεωρημένη έκδοση, οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού στο Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου (EL14) ανήλθαν στα $204,5 \times 10^6 \text{m}^3$ (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b) από $123,43 \times 10^6 \text{m}^3$ (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015). Οι κυριότερες ανάγκες νερού είναι για άρδευση και ύδρευση, που αποτελούν αντίστοιχα το 54,5% και 44,3% της συνολικής ζήτησης. Οι ανάγκες για την κάλυψη αναγκών της κτηνοτροφίας αποτελούν το μικρό ποσοστό του 1,2%, ενώ οι ανάγκες για βιομηχανική χρήση είναι μηδαμινές.

Τα σπουδαιότερα ζητήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων, που εξετάζονται στο αναθεωρημένο σχέδιο αφορούν στα εξής:

1. Στην ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση των υπόγειων υδροφορέων. Αυτό συμβαίνει λόγω της υπεράντλησης των πόρων για την κάλυψη υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών. Ειδικότερα στους παράκτιους υδροφορείς, οδηγεί συχνά σε υφαλμύρισης του υπόγειου υδροδορέα, επειδή διεισδύει το θαλάσσιο νερό. Η πλειονότητα των υδατικών συστημάτων των νησιών συνδέεται με τη θάλασσα, πράγμα που κάνει το φαινόμενο να μεγιστοποιείται.
2. Στην κάλυψη της ζήτησης νερού. Πρώτη σε προτεραιότητα είναι η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του πληθυσμού και του τουρισμού και σε δεύτερη προτεραιότητα είναι το νερό για αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες.

Υδατικά Συστήματα

Στα νησιά του Αιγαίου εντοπίζονται 90 ποτάμια, τα 9 εκ των οποίων αφορούν σε ταμειυτήρες φραγμάτων. Δεν προσδιορίζονται ούτε λιμναία ούτε μεταβατικά Υδατικά Συστήματα. Προσδιορίστηκαν 87 φυσικά παράκτια Υδατικά Συστήματα, και 116 Υπόγεια Υδατικά

Συστήματα. Ύστερα από την εκτέλεση της μεθοδολογίας προσδιορισμού Ιδιαίτερως Τροποποιημένων Υδατικών Συστημάτων και Τεχνητών Υδατικών Συστημάτων, προέκυψαν 15 αρχικά (9 ταμιευτήρες και 6 ποτάμια) Ιδιαίτερως Τροποποιημένα Υδατικά Συστήματα και 13 οριστικά ιδιαίτερος Τροποποιημένα Υδατικά Συστήματα (9 ταμιευτήρες και 4 ποτάμια ΥΣ) σε σύνολο 177 επιφανειακών Υδατικών Συστημάτων.

Μητρώο Προστατευόμενων Περιοχών

Το Μητρώο Προστατευόμενων Περιοχών, που επικαιροποιήθηκε, περιλαμβάνει τους εξής τύπους περιοχών:

- α. Περιοχές αρμόζουσες για άντληση ύδατος για ανθρώπινη κατανάλωση (9 περιοχές)
- β. Περιοχές που προορίζονται για προστασία υδρόβιων ειδών με οικονομική σημασία (1 περιοχή),
- γ. Υδατικά συστήματα χαρακτηρισμένα ως ύδατα αναψυχής, συμπεριλαμβανομένων όσων έχουν χαρακτηριστεί ως ύδατα κολύμβησης (405 Περιοχές Νερών Κολύμβησης),
- δ. Περιοχές ευαίσθητες στην παρουσία θρεπτικών ουσιών, μαζί με τις ευπρόσβλητες ζώνες, και όσες έχουν χαρακτηριστεί ευαίσθητες (1 περιοχή),
- ε. Περιοχές που προορίζονται για την προστασία οικοτόπων ή ειδών (78 περιοχές).

Πιέσεις

Επίσης αναγνωρίστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν οι πιέσεων των υδατικών συστημάτων και ταξινομήθηκαν σε:

- Σημειακές πηγές ρύπανσης
- Διάχυτες πηγές ρύπανσης
- Απολήψεις ύδατος
- Τεχνητός εμπλουτισμός υπογείων υδάτων
- Έργα για τη ρύθμιση της ροής του ύδατος και υδρομορφολογικές αλλοιώσεις
- Επιβάρυνση των υδάτων από άλλες πηγές
- Μεταβολή στάθμης υπόγειου νερού ή του όγκου
- Άλλα είδη ανθρωπογενών πιέσεων

Ταξινόμηση της Κατάστασης των Υδατικών Συστημάτων

Στα νησιά του Αιγαίου από τα 177 Επιφανειακά Υδατικά Συστήματα, τα 18 είναι σε κατάσταση κατώτερη της καλής (οικολογική ή χημική ή συνολική) ή άγνωστη. Σε ότι αφορά τα υπόγεια υδατικά συστήματα από τα 116, τα 28 είναι σε κακή χημική και ποσοτική κατάσταση.

Οικονομική ανάλυση Χρήσεων Ύδατος

Στα νησιά πάροχοι υπηρεσιών νερού ύδρευσης, είναι δώδεκα (12) Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ). Σε όσες περιοχές δεν υπάρχουν, τι υπηρεσίες τις παρέχουν οι Δήμοι, πράγμα που γίνεται σε τριάντα ένας (31) Δήμους.

Οι συνολικές απολήψεις νερού για ύδρευση υπολογίζονται στο Ανατολικό Αιγαίο σε 19,4 εκ m³ στις Κυκλάδες 9,2 εκ. m³ και στα Δωδεκάνησα 39,7 εκ. m³. Οι συνολικές απολήψεις για τη βιομηχανία ανέρχονται σε 60 χιλ. m³ και αθροίζονται στην χρήση ύδρευσης.

Το συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος παροχής νερού ύδρευσης / αποχέτευσης φτάνει τα 75.954.461 €. Η ανάκτηση του χρηματοοικονομικού κόστους ύδρευσης/αποχέτευσης αγγίζει το 81,91%, με τα έσοδα να προσδιορίζονται σε 62,22 εκ. € έναντι δαπανών 75,95 εκ. €.

Οι συνολικές απολήψεις νερού για άρδευση, φτάνουν τα 51,07 εκ m³ ανά έτος στο Ανατολικό Αιγαίο, 30,8 εκ. m³ στις Κυκλάδες και 28,7 εκ. m³ στα Δωδεκάνησα. Η κτηνοτροφία έχει απολήψεις της τάξης του 1,5 εκ. m³ και αθροίζεται με την χρήση της άρδευσης. Το συνολικό χρηματοοικονομικό κόστος παροχής νερού για αγροτική χρήση εκτιμήθηκε σε 2.910.879 €, συνολικά. Στο κόστος συνυπολογίστηκε και η χρήση της κτηνοτροφίας. Η ανάκτηση του χρηματοοικονομικού κόστους παροχής νερού για αγροτική χρήση στο σύνολο φτάνει το 70,79%, (έσοδα 2.060.523 €, έναντι 2.910.879 € των εξόδων).

Το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος, φτάνει τις 295.000 €. Το συνολικό ετήσιο περιβαλλοντικό κόστος είναι 73.750€. Το 70% είναι από το Ανατολικό Αιγαίο, το 7% από τις Κυκλάδες και το 23% από τα Δωδεκάνησα. Το μοναδιαίο περιβαλλοντικό κόστος σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος εκτιμάται σε 0,0004 €/m³.

Το Κόστος Πόρου για όλο το Υδατικό Διαμέρισμα είναι 400.000 € όλο προέρχεται από τις Κυκλάδες. Το μοναδιαίο ετήσιο κόστος Πόρου για όλο το υδατικό διαμέρισμα εκτιμάται σε 0,0014 €/m³.

Τα επίπεδα ανάκτησης του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους πόρου θα είναι δυνατόν να καθοριστούν μετά τις 30/6/2019.

4. Κριτήρια / δείκτες αξιολόγησης υδάτων

4.1. Γενικά

Μερικοί συγγραφείς έχουν αναπτύξει δείκτες βιωσιμότητας, όπως ο Δείκτης Βιωσιμότητας του Περιβάλλοντος (Environmental Sustainability Index) (Esty C. Daniel, 2005), το Βαρόμετρο Αειφορίας (the Barometer of Sustainability) (Prescott-Allen, 1997), οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Πίεσης (Environmental Pressure Indices) (Jesinghaus, 1999), τα Συστήματα δεικτών βιωσιμότητας (Sustainability Indicator Systems) (Spangenberg and Bonniot, 1998) και οι δείκτες βιωσιμότητας βασισμένοι σε πιέσεις (Pressure-State-Response (PSR) based sustainability indicators) (Spangenberg and Bonniot, 1998). Ορισμένοι δείκτες βιωσιμότητας είναι ειδικοί για συγκεκριμένο τομέα, όπως οι δείκτες για το περιβάλλον, τη γεωργία, τα ορυκτά καύσιμα και τους υδάτινους πόρους. Δείκτες για τη βιωσιμότητα των υδάτινων πόρων, για παράδειγμα, είναι ο Δείκτης Φτώχειας Υδάτων (Water Poverty Index - WPI) (Lawrence, Meigh and Sullivan, 2002), ο Καναδικός Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα (Canadian Water Sustainability Index – CWSI) (Policy Research Initiative Government of Canada, 2007), ο Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα (Watershed Sustainability Index – WSI) (Chaves and Alipaz, 2007) και ο Δείκτης Βιωσιμότητας Υδάτων Δυτικής Ιάβας (West Java Water Sustainability Index – WJWSI) (Juwana, Perera and Muttill, 2010). Όλοι αυτοί οι δείκτες, έχουν τον ίδιο στόχο για τη μέτρηση της βιωσιμότητας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω για να βοηθηθούν οι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη για να επιτύχουν βιωσιμότητα. Επιπλέον, οι δείκτες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να κοινοποιήσουν την πρόοδο της βιωσιμότητας στην ευρύτερη κοινότητα. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές ενός δείκτη βιωσιμότητας ύδατος σε μια λεκάνη απορροής για διαφορετικά έτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει στην κοινότητα πώς προχώρησε η λεκάνη απορροής προς την αειφορία του νερού. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μία εκτενής αναφορά σε διάφορους δείκτες οι οποίοι σχετίζονται με το νερό. Αρχικά περιγράφονται τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν τους δείκτες, και στην συνέχεια ταξινομούνται σε αυτούς που σχετίζονται με το χρηματοοικονομικό κόστος, σε αυτούς που σχετίζονται με το περιβαλλοντικό κόστος, σε αυτούς που σχετίζονται με την εκτίμηση της βιωσιμότητας των υδάτων, σε αυτούς που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και πώς αυτή επηρεάζει τους πόρους και σε αυτούς που σχετίζονται με την λειψυδρία και ξηρασία.

Πριν αναλυθούν όμως οι δείκτες πρέπει να προσδιοριστεί τι είναι η βιωσιμότητα των υδάτων, την οποία οι δείκτες καλούνται να μετρήσουν. Δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα των ζητημάτων που σχετίζονται με τους υδάτινους πόρους έχει αυξηθεί, εφαρμόζοντας αρχές βιωσιμότητας, αναμένεται ότι οι διαθέσιμοι υδάτινοι πόροι μπορούν να αξιοποιηθούν υπεύθυνα, όχι μόνο από τη σημερινή γενιά αλλά και από τις μελλοντικές γενιές.

Τι είναι η βιωσιμότητα των υδατικών πόρων

Οι (Loucks and Gladwell, 1999) ορίζουν τη βιωσιμότητα των υδατικών πόρων ως: «συστήματα υδάτινων πόρων που έχουν σχεδιαστεί να συμβάλουν πλήρως στους στόχους της κοινωνίας, στο παρόν και στο μέλλον, διατηρώντας ταυτόχρονα την οικολογική, περιβαλλοντική και υδρολογική ακεραιότητά τους.»

Άλλοι συγγραφείς έχουν ορίσει τη βιωσιμότητα των υδατικών πόρων ως:

«την ικανότητα να παρέχει και να διαχειρίζεται την ποσότητα του νερού έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις σημερινές ανάγκες των ανθρώπων και των περιβαλλοντικών οικοσυστημάτων, χωρίς να βλάπτει τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών να κάνουν το ίδιο.» (Mays, 2011)

«την ικανότητα χρήσης νερού σε επαρκείς ποσότητες και ποιότητα από την τοπική και παγκόσμια κλίμακα για την κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων για το παρόν και το μέλλον για τη διατήρηση της ζωής και για την προστασία του ανθρώπου από τις ζημιές που προκαλούνται από φυσικές αιτίες και ανθρώπινες δραστηριότητες που επηρεάζουν τη διατήρηση της ζωής.» (Mays, 2011)

«μια διαδικασία που προωθεί τη συντονισμένη ανάπτυξη και την διαχείριση των υδάτων, της γης και των συναφών πόρων, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η οικονομική και κοινωνική ευημερία που προκύπτει με δίκαιο τρόπο, χωρίς να διακυβεύεται η βιωσιμότητα των ζωτικών οικοσυστημάτων.» (Global Water Partnership, 2000)

Η ανάγκη ενσωμάτωσης των ζητημάτων, που σχετίζονται με το νερό επισημαίνεται επίσης από τους (Loucks and Gladwell, 1999). Αναφέρουν, ότι η βιωσιμότητα των υδάτων υποστηρίζει τα προγράμματα που σχετίζονται με το νερό και πως πρέπει να κατευθύνονται προς μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση. Τα έργα που σχετίζονται με το νερό δεν μπορούν πλέον να τονιστούν από καθαρά τεχνική άποψη, αγνοώντας τις κοινωνικές και οικονομικές ανησυχίες (Loucks and Gladwell, 1999). Για την καλύτερη κατανόηση των αρχών της βιωσιμότητας των υδάτων, οι (Loucks and Gladwell, 1999) προσφέρουν κατευθυντήριες γραμμές για την αειφορία του νερού, οι οποίες περιλαμβάνουν τη σημασία των υποδομών ύδρευσης, της περιβαλλοντικής ποιότητας, της οικονομίας και της χρηματοδότησης, των θεσμών και της κοινωνίας, της ανθρώπινης υγείας και της ευημερίας. Ο (Mays, 2007) εισάγει επτά απαιτήσεις για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των συστημάτων των υδατικών πόρων. Είναι οι βασικές ανάγκες του νερού για τη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας, το ελάχιστο επίπεδο ποιότητας των υδάτων, τη διατήρηση της υγείας των υδάτινων οικοσυστημάτων, η μακροπρόθεσμη ανανέωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων, τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με τους υδάτινους πόρους, τα θεσμικά συστήματα για την επίλυση των συγκρούσεων για τα ύδατα και τη δημοκρατική λήψη αποφάσεων σχετικά με το νερό.

Ο (Jakeman *et al.*, 2005) εισάγει ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν στην ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων, τα οποία περιλαμβάνουν την προσφορά και τη ζήτηση ύδατος, την μείωση της φτώχειας, την διατήρηση και την σωστή χρήση γεωργικών γαιών καθώς και περιβαλλοντικά ζητήματα όπως η διάβρωση του εδάφους και η συντήρηση των δασών. Όλα αυτά τα ζητήματα είναι ουσιώδη επειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την ανάπτυξη προγραμμάτων βελτίωσης των υδάτινων πόρων, προκειμένου να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα διαφορετικά θέματα επηρεάζουν τις παρούσες και τις μελλοντικές γενιές.

Τί είναι Δείκτης

Ένας δείκτης είναι ένα μέτρο, είτε ποιοτικό είτε ποσοτικό, γεγονότων ή προϋποθέσεων συγκεκριμένου (ων) θέματος (ων). Αν οι δείκτες παρατηρούνται τακτικά, μπορούν να αναλύσουν τις αλλαγές κατά την περίοδο παρατήρησης (Nardo *et al.*, 2005). Ορισμένοι δείκτες μπορούν να ομαδοποιηθούν για να σχηματίσουν ένα στοιχείο, ή ένας συγκεκριμένος δείκτης

μπορεί να εξηγηθεί περαιτέρω με τη χρήση υποδείξεων. Μια ομάδα συστατικών στοιχείων, τα οποία συνδυάζονται μαζί, καλείται δείκτης ή σύνθετος δείκτης.

Χαρακτηριστικά Δεικτών

Από (Liverman *et al.*, 1988) προτείνονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για την επιλογή δεικτών:

Ευαισθησία στην αλλαγή του χρόνου

Ένας αξιόπιστος δείκτης πρέπει να είναι παρατηρήσιμος σε όλες τις επιμέρους χρονοσειρές δεδομένων, διαφορετικά ο δείκτης δεν θα είναι σε θέση να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο, με τον οποίο τα θέματα που σχετίζονται με τον δείκτη, έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου.

Ευαισθησία στην αλλαγή στο χώρο ή μέσα σε ομάδες

Ένας δείκτης θα πρέπει να αντικατοπτρίζει τις αλλαγές που σημειώθηκαν στο χώρο ή μέσα στις ομάδες. Εάν όχι, ο δείκτης θα είναι λιγότερο χρήσιμος για τη μέτρηση μιας κατάστασης. Το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) αποτελεί παράδειγμα οικονομικού δείκτη που δεν είναι ευαίσθητο στις αλλαγές εντός των ομάδων. Η τιμή του ΑΕΠ μπορεί να αυξηθεί, αν και για την πλειονότητα των κοινοτικών ομάδων η οικονομική κατάσταση μπορεί να επιδεινώνεται. Στην περίπτωση αυτή, ένας τέτοιος δείκτης μπορεί να αντικατασταθεί από έναν δείκτη που μετρά την κατανομή του εισοδήματος.

Δυνατότητα πρόβλεψης

Όσον αφορά τη βιωσιμότητα, οι αξιόπιστοι δείκτες θα πρέπει να είναι σε θέση να προβλέψουν τα σημάδια μη βιώσιμων συνθηκών. Στη συνέχεια, μόλις ληφθεί το σήμα, μπορούν να επιλεγούν οι δείκτες για να εντοπιστούν οι κύριες αιτίες του μη βιώσιμου σήματος. Μόλις εντοπιστούν τα αίτια της μη βιώσιμης κατάστασης, μπορούν να αναπτυχθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση αυτών των αιτιών.

Διαθέσιμες τιμές αναφοράς ή οριακές τιμές

Οι δείκτες που έχουν επιλεγεί θα είναι λιγότερο χρήσιμοι όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές αναφοράς ή οριακές τιμές για την αξιολόγησή τους. Επομένως, εάν τα όρια ή η τιμή αναφοράς δεν είναι διαθέσιμα για έναν δείκτη, η ένδειξη μπορεί να πρέπει να αντικατασταθεί από έναν «παρόμοιο» δείκτη, για τον οποίο υπάρχουν τα προαναφερθέντα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, αυτό αποτελεί βασικό μέλημα, δεδομένου ότι τα δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση των δεικτών ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμα ή ακριβή (Juwana, Perera and Muttill, 2010)

Αμεροληψία

Οι παρεκκλίσεις στην επιλογή δεικτών μπορεί να προκύψουν για διάφορους λόγους, όπως η υπάρχουσα γνώση του δημιουργού των δεικτών, τα πολιτικά συμφέροντα κ.α.. Ίσως να μην είναι δυνατό να εξαιρεθούν αυτές οι προκαταλήψεις. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό, για τον υπεύθυνο ανάπτυξης δεικτών, να εντοπίζονται οι πιθανές πηγές προκατάληψης και να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την ελαχιστοποίησή τους.

Κατάλληλος μετασχηματισμός δεδομένων

Για τους περισσότερους δείκτες, τα ακατέργαστα δεδομένα μπορεί να μην δύναται να χρησιμοποιηθούν. Επομένως, για να ληφθεί η τιμή για τον δείκτη, απαιτούνται κατάλληλοι

μετασχηματισμοί ή υπολογισμοί δεδομένων. Είναι σημαντικό να αναπτυχθεί προσεκτικά ή να υιοθετηθεί η κατάλληλη μέθοδος για τη μετατροπή των δεδομένων σε σημαντική τιμή δείκτη.

Ικανότητα Ενσωμάτωσης

Η σημασία της ενοποίησης ή της σύνθεσης δεικτών είναι η παροχή σημείων σχετικά με τις συνθήκες που δεν είναι βιώσιμες. Οι ανώτεροι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τους όρους που βασίζονται σε αυτά τα σημεία, οι οποίοι θα αναλυθούν για να εντοπιστούν οι κύριες αιτίες που οδηγούν σε συνθήκες που δεν είναι βιώσιμες.

Ορισμένες ανησυχίες σχετικά με τη σημασία της επιλογής δείκτη παρουσιάζονται από τους (Nardo *et al.*, 2005), όπου τονίζεται η ποιότητα των βασικών δεδομένων για τους δείκτες και οι διαδικασίες για την επιλογή των δεικτών. Οι απαιτήσεις για την ποιότητα των βασικών δεδομένων είναι η συνάφεια, η ακρίβεια, η επικαιρότητα, η προσβασιμότητα, η δυνατότητα ερμηνείας και η συνοχή. Οι ανησυχίες για τις διαδικασίες περιλαμβάνουν το σχεδιασμό του θεωρητικού πλαισίου, τη λήψη τιμών, τη σύνδεση με άλλους δείκτες και την ανάλυση ευρωστίας.

Αξιολόγηση της βιωσιμότητας των δεικτών ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτινων πόρων

Οι δείκτες είναι ισχυρά εργαλεία λήψης αποφάσεων και η παρακολούθηση της προόδου προς την αειφόρο ανάπτυξη συνιστάται έντονα από τους επιστήμονες, τους διεθνείς οργανισμούς, τις κυβερνήσεις, τον επιχειρηματικό τομέα και από μη κυβερνητικές οργανώσεις.

IWRM, βιώσιμη ανάπτυξη και δείκτες

Οι δείκτες που έχουν επιλεγεί για να αντιμετωπίσουν τις βασικές ανησυχίες των διαχειριστών νερού παρέχουν κρίσιμα δεδομένα για τη διαχείρισή του. Η διακυβέρνηση των υδάτων είναι ένα σύνολο πολιτικών, κοινωνικών, οικονομικών και διοικητικών συστημάτων που καθιστούν δυνατή την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων (Hooper, 2006). Η ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων (IWRM – Integrated Water Resources Management) λαμβάνει υπόψη την αειφόρο ανάπτυξη και την εφαρμόζει στον τομέα των υδάτων. Το IWRM έγινε γνωστό στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και αποτελεί στην πραγματικότητα μια «ομπρέλα που περιλαμβάνει πολλαπλές αρχές», η οποία στοχεύει σε μια πιο συντονισμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Η IWRM υιοθετεί την εξής προσέγγιση: όπως αναφέρεται από το (The United Nations World Water Development Report, 2003) ο σκοπός του IWRM μεγιστοποιεί τα οικονομικά οφέλη και την κοινωνική ευημερία της χρήσης του νερού χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα του οικοσυστήματος. Ο (Hooper, 2006) εξηγεί επίσης ότι το IWRM περιλαμβάνει τη διατομεακή συνεργασία, την προσαρμοστική διαχείριση και το σχεδιασμό των χερσαίων και υδάτινων πόρων. Μία από τις αρχές του IWRM είναι η ενσωμάτωση της διασύνδεσης μεταξύ διαφόρων πτυχών: π.χ. μέγιστο και ελάχιστο ποιότητας και ποσότητας των υδάτινων πόρων · οικονομικών και περιβαλλοντικών αναγκών · τεχνικές και πολιτικές αποφάσεις κλπ. (Ludwig, van Slobbe and Cofino, 2014).

Τέσσερις διαστάσεις - προοπτικές χρήσης και της διαχείρισης του ύδατος

Οι τέσσερις διαστάσεις στη συνέχεια μεταφράστηκαν στις προοπτικές της χρήσης και της διαχείρισης του ύδατος:

Κοινωνική βιωσιμότητα: η εξασφάλιση της πρόσβασης στα ύδατα, ποιοτικά και ποσοτικά που είναι απαραίτητη για τις ανθρώπινες ανάγκες.

Οικονομική βιωσιμότητα : η εξασφάλιση του χειρισμού και της αποδοτικής χρήσης των υδάτων που προάγουν την αστική και αγροτική ανάπτυξη.

Περιβαλλοντική βιωσιμότητα : η εξασφάλιση της κατάλληλης προστασίας των φυσικών πόρων: έδαφος, ζώντες οργανισμοί και νερό.

Θεσμική Αειφορία : η εξασφάλιση ενός κατάλληλου θεσμικού πλαισίου.

Ο δείκτης με το υψηλότερο μέσο όρο (9.2) είναι ο «δείκτης φτώχειας των υδάτων», ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις σχέσεις πέντε συστατικών, συμπεριλαμβανομένης της φυσικής έκτασης της διαθεσιμότητας νερού, της ευκολίας άντλησης και του επιπέδου κοινωνικής ευημερίας (Sullivan, 2002).

4.2. Δείκτης Χρηματοοικονομικού κόστους

Το Χρηματοοικονομικό κόστος των υδάτων αναφέρεται στα χρηματοοικονομικά έξοδα (κόστος επένδυσης και κόστος λειτουργίας – εργατικά, ενέργεια, έξοδα διοίκησης, κ.λπ.) που είναι απαραίτητα για τη συλλογή, την μεταφορά, την επεξεργασία και τη παροχή του νερού. Το άμεσο κόστος αποτελεί μέχρι σήμερα τη συνήθη πρακτική τιμολόγησης του νερού (European Commission, 2000).

Το χρηματοοικονομικό κόστος αποτελείται από :

- 1) Το κόστος κεφαλαίου, που αντιστοιχεί στο κόστος της ετήσιας απόσβεσης (Επικαιροποιημένες συνολικές αποσβέσεις).
- 2) Το κόστος διοίκησης.
- 3) Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης, που αφορά σε:
 - α. Αμοιβές Προσωπικού.
 - β. Παροχές τρίτων.
 - γ. Υλικά.
 - δ. Ενέργεια (ΔΕΗ κλπ.).
 - ε. Συντήρηση των έργων του δικτύου (Ενέργειες επισκευής και καθαρισμού, ενέργειες ανανέωσης έργων).
 - στ. Λοιπά και Γενικά Έξοδα.
- 4) Οι Χρεωστικοί τόκοι

Σχετικά με την εκτίμηση των επιπέδων ανάκτησης κόστους ανά πάροχο υπηρεσιών ύδατος και χρήση (Υδρευση και Άρδευση), **το ποσό ανάκτησης** υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Α_{\text{ΧΟΚ}} = \Sigma Ε - \text{ΧΟΚ σε (€/ έτος)}$$

ενώ το επίπεδο ανάκτησης του χρηματοοικονομικού κόστους από τη σχέση:

$$ΠΑ_{\text{ΧΟΚ}} = [(\Sigma Ε - ΕΠ) / \text{ΧΟΚ}] * 100\%, \text{ όπου:}$$

ΠΑΧΟΚ: Ποσοστό ανάκτησης του Χ. Κ.

ΣΕ: Συνολικά έσοδα από τους χρήστες των υπηρεσιών νερού

ΕΠ: Επιχορηγήσεις

ΧΟΚ: Χρηματοοικονομικό κόστος των υπηρεσιών νερού στους παρόχους

4.3. Δείκτης Περιβαλλοντικού κόστους

Περιβαλλοντικό κόστος ορίζεται το κόστος της περιβαλλοντικής καταστροφής που πηγάζει από την υποβάθμιση που προξενεί μία χρήση ύδατος (απόληψη νερού ή ρύπανση), η οποία απαρτίζεται από:

- την υποβάθμιση του υδατικού πόρου σε σχέση με την υγιή κατάστασή του ανεξάρτητα από την ανθρώπινη χρήση του
- την οικονομική επιβάρυνση στους σημερινούς και μελλοντικούς χρήστες του πόρου

Ζημιά θεωρείται ότι υπάρχει όταν:

- Στους επιφανειακούς υδατικούς πόρους: υφίσταται διαφορά μεταξύ της παρούσας κατάστασης (κατάστασης αναφοράς) και της καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης (στοχευόμενης κατάστασης).
- Για υπόγειους υδατικούς πόρους: υπάρχει διαφορά μεταξύ της παρούσας κατάστασης (κατάστασης αναφοράς) και της καλής χημικής και ποσοτικής κατάστασης (στοχευόμενης κατάστασης).

Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες ποσοτικής αξιολόγησης του περιβαλλοντικού κόστους, όπως μέθοδοι αγοράς, μέθοδοι με βάση το κόστος, μέθοδοι προτίμησης ή μέθοδοι πρόθεσης πληρωμής (WATECO, 2003).

- α. Ύδρευση: λογίζεται ότι όλοι οι χρήστες νερού θα επιβαρύνονται έστω με το περιβαλλοντικό κόστος που αντιστοιχεί στον καθαρισμό των αποβλήτων τους. Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων - ΕΕΛ γεγονός ότι η επεξεργασία γίνεται με αερισμό δίνεται από τις κάτωθι σχέσεις:
Κόστος Κατασκευής Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (Κκ):
$$K = 5000 * \Pi^{0.7}$$

Για ισοδύναμο πληθυσμό $\Pi > 2.000$ κατοίκους
Ετήσιο Κόστος λειτουργίας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (Κλ):
Εκτιμάται ως 2% της δαπάνης κατασκευής
- β. Βιομηχανία και Βιοτεχνία: Είναι το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων που σχετίζονται με την πρόληψη ρύπανσης ή την επεξεργασία αποβλήτων με την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία (ΒΑΤ) που είναι οικονομικά εφικτή.
- γ. Για την άρδευση: Παρότι οι γεωργία έχει αξιόλογες επιβαρύνσεις στα υδατικά συστήματα λόγω της χρησιμοποίησης λιπασμάτων, για το Υδατικό Διαμέρισμα των Νήσων Αιγαίου δεν προκύπτει να υφίσταται εκτενές ποιοτικό πρόβλημα στα υπόγεια ύδατα ή στα επιφανειακά ύδατα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).

4.4. Άλλοι δείκτες αξιολόγησης

4.4.1. Δείκτες εκτίμησης βιωσιμότητας υδάτων

Υφιστάμενοι δείκτες βιωσιμότητας νερού

Η προσέγγιση αξιολόγησης της βιωσιμότητας, βάσει δεικτών, έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, για την ανάπτυξη δεικτών βιωσιμότητας των υδάτων, όπως παρουσιάζεται από την μελέτη των (Juwana, Muttill and Perera, 2012). Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι: Δείκτης φτώχειας των υδάτων (Water Poverty Index - WPI) από (Sullivan, 2002), Καναδικός Δείκτης βιωσιμότητας του Υδροφόρου Ορίζοντα (Canadian Water Sustainability Index - CWSI) από την (Policy Research Initiative Government of Canada, 2007), Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα (Watershed Sustainability Index - WSI) από (Chaves and Alipaz, 2007) και ο Δείκτης Βιωσιμότητας Υδάτων της Δυτικής Ιάβας (West Java Water Sustainability Index - WJWSI) από (Juwana, Perera and Muttill, 2010).

Δείκτης φτώχειας των υδάτων (Water Poverty Index - WPI)

Ο δείκτης φτώχειας των υδάτων (WPI) αναπτύχθηκε για να αξιολογήσει τη σχέση μεταξύ φτώχειας και διαθεσιμότητας ύδατος (Sullivan, 2002). Οι δημιουργοί του WPI πιστεύουν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ διαθεσιμότητας νερού και φτώχειας. Το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα διεξήχθη διεθνώς το 2003, στο οποίο συμμετείχαν 147 χώρες παγκοσμίως (Lawrence, Meigh and Sullivan, 2002).

Καναδικός Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα (Canadian Water Sustainability Index - CWSI)

Η εφαρμογή του WPI το 2003 σε διεθνές επίπεδο, με τη συμμετοχή των περισσότερων χωρών στον κόσμο, ενέπνευσε την Πρωτοβουλία Έρευνας Πολιτικής (Policy Research Initiative - PRI) για την ανάπτυξη του CWSI (Canadian Water Sustainability Index). Στην εφαρμογή του WPI το 2003, ο Καναδάς κατέλαβε τη δεύτερη θέση (από 147 συμμετέχουσες χώρες). Παρόλο που οι επιδόσεις των καναδικών υδάτινων πόρων θεωρήθηκαν εξαιρετικές την εποχή εκείνη, το PRI πίστευε ότι ο Καναδάς εξακολουθούσε να έχει προβλήματα υδάτινων πόρων ιδιαίτερα στις αγροτικές κοινότητες. Θεωρήθηκε ότι τα οφέλη από τους υδάτινους πόρους, που λαμβάνονται από τις τοπικές κοινότητες, διακυβεύονταν. Το CWSI αναπτύχθηκε ειδικά για να επισημάνει αυτές τις ανισότητες. Παρόμοια με το WPI, η ανάπτυξη του πλαισίου CWSI επιδιώκει να ενσωματώσει τις φυσικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές πτυχές των υδάτινων πόρων στον Καναδά.

Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα ((Watershed Sustainability Index - WSI)

Ο Δείκτης βιωσιμότητας του υδροφόρου ορίζοντα (WSI) εφαρμόστηκε ειδικά σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Προσπάθησε να ενσωματώσει θέματα υδρολογίας, περιβάλλοντος, ζωής και πολιτικής σε έναν ενιαίο και συγκρίσιμο αριθμό (Chaves and Alipaz, 2007). Οι δημιουργοί του δείκτη έδειξαν ότι οι προηγούμενοι δείκτες για τους υδάτινους πόρους δεν έλαβαν υπόψη τη σχέση αιτίου-αποτελέσματος των δεδομένων τους. Η εφαρμογή των δεικτών βιωσιμότητας σε επίπεδο της λεκάνης είναι σημαντική καθώς η εκτίμηση της βιωσιμότητας των υδάτινων πόρων δεν μπορεί να κατακερματίζεται με δικαιοδικά σύνορα (Chaves and Alipaz, 2007). Για να δοθεί συνέχεια στις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος μεταξύ των δεικτών, το WSI χρησιμοποίησε το μοντέλο PSR (Pressure-State-Response) για την αντιμετώπιση των

διαστάσεων Υδρολογίας-Περιβάλλοντος-Ζωής-Πολιτικής (Hydrology-Environment-Life-Policy – HELP) (Chaves and Alipaz, 2007).

Δείκτης Βιωσιμότητας Υδάτων της Δυτικής Ιάβας (West Java Water Sustainability Index - WJWSI)

Η ανάπτυξη του αναμένεται να ωφελήσει τους ενδιαφερόμενους της Δυτικής Ιάβας για τον εντοπισμό όλων των παραγόντων που συμβάλλουν στη βελτίωση των υδάτινων πόρων, ώστε οι πόροι να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των σημερινών και μελλοντικών αναγκών. Επίσης αναμένεται να βοηθήσει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να δώσουν προτεραιότητα σε θέματα και προγράμματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτινων πόρων και να κοινοποιήσουν την τρέχουσα κατάσταση των υφιστάμενων υδάτινων πόρων στην ευρύτερη κοινότητα.

Όλοι οι δείκτες έχουν κοινούς στόχους, δηλαδή την παροχή πληροφοριών σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες των υδάτινων πόρων, την παροχή συμβουλών στους φορείς λήψης αποφάσεων και την ιεράρχηση των ζητημάτων που σχετίζονται με το νερό. Ωστόσο, δεδομένου ότι κάθε δείκτης αναπτύσσεται λαμβάνοντας υπόψη τα τοπικά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, ενδέχεται να μην ισχύει σε άλλες χωρικές κλίμακες (περιφερειακές, εθνικές ή διεθνείς). Ως εκ τούτου, οι δείκτες έχουν επίσης κάποιες διαφορές.

4.4.2. Δείκτες που λαμβάνουν υπόψη την κλιματική αλλαγή

Γενικά

Έχουν αναπτυχθεί δείκτες για την ποσοτικοποίηση της βιώσιμης διαχείριση των υδάτινων πόρων, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, σύμφωνα με τους (Jun *et al.*, 2011). Τέσσερις δείκτες υδροδυναμικής ευαισθησίας είναι: Ο δείκτης πιθανής ζημιά από πλημμύρες (Potential Flood Damage - PFDC), ο δείκτης πιθανής ζημιά από ξηρασία (Potential Drought Damage - PDDC), ο δείκτης δυνητικής υποβάθμισης της ποιότητας του νερού (Potential Water Quality Deterioration - PWQDC) και ο δείκτης αξιολόγησης της λεκάνης απορροής (Watershed Evaluation Index – WEIC).

Δείκτες από επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής

Παρόλο που υπάρχουν αρκετοί δείκτες για το περιβάλλον και τη λειψυδρία, δεν αντικατοπτρίζουν τη βιωσιμότητα μιας λεκάνης απορροής σε σχέση με την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Από τους (Chung and Lee, 2009) αναπτύχθηκε ο δείκτης πιθανών ζημιών από τις πλημμύρες (Potential Flood Damage - PFD), ο δείκτης πιθανής μείωσης απορροής (Potential Streamflow Depletion - PSD), ο δείκτης πιθανής επιδείνωσης της ποιότητας του νερού (Potential Water Quality Deterioration - PWQD) και ο δείκτης αξιολόγησης των λεκανών απορροής (Watershed Evaluation Index - WEI) βασισμένοι στο πλαίσιο πιέσεων – κράτους - απόκρισης (Pressure-State-Response - PSR), πλαίσιο που αναπτύχθηκε από τον (OECD, 1993). Η αλλαγή του κλίματος έχει καταστεί μια πρόσθετη απειλή που ασκεί αυξημένη πίεση σε υδρολογικά συστήματα και υδάτινους πόρους. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη εμφανείς στις θερμοκρασιακές και βροχομετρικές μεταβλητές, οι οποίες έχουν αυξηθεί και ενταθεί παγκοσμίως τις τελευταίες τρεις δεκαετίες (Hewitson and Crane, 2006) (Chung, Park and Lee, 2011).

4.4.3. Δείκτες λειψυδρίας και ξηρασίας

Γενικά

Οι πιο συχνοί δείκτες ξηρασίας είναι ο δείκτης επιδείνωσης της ξηρασίας Palmer (PDSI – Palmer Drought Severity Index) (Palmer and Wayne C, 1965), ο δείκτης υγρασίας καλλιέργειας (CMI – Crop Moisture Index) (Palmer, 1968), ο δείκτης εφοδιασμού σε επιφανειακά ύδατα (SWSI – Surface Water Supply Index) (Shafer, B. and Dezman, I., 1982), ο τυποποιημένος δείκτης καθίζησης (SPI – Standardized Precipitation Index) (Mckee, Doesken and Kleist, 1993) και ο Αναγνωριστικός Δείκτης Ξηρασίας (RDI – Reconnaissance Drought Index) (Tsakiris and Vangelis, 2005).

Για να εκτιμηθεί η λειψυδρία, οι συνηθέστερες προσεγγίσεις είναι ο δείκτης ευπάθειας των υδατικών πόρων (Water Resource Vulnerability Index – WRVI) (Raskin, 1997), ο δείκτης υδατικών πιέσεων (Water Stress Index – WSI) (Falkenmark, Lundqvist and Widstrand, 1989), ο δείκτης IWMI – International Water Management Institute (Seckler *et al.*, 1998), και ο δείκτης φτώχειας των υδάτων που αναλύθηκε παραπάνω (Water Poverty Index – WPI) (Sullivan, 2002). Όλα τα παραπάνω αναλύονται από τους (Pedro-Monzonis *et al.*, 2015)

SEEAW

Το SEEAW – System of Environmental-Economic Accounting for Water αναπτύχθηκε από τη Διεύθυνση Στατιστικών των Ηνωμένων Εθνών (UNSD) σε συνεργασία με την Ομάδα του Λονδίνου για την περιβαλλοντική λογιστική (United Nations, 2012). Ο κύριος στόχος της ήταν η τυποποίηση των εννοιών που σχετίζονται με τη λογιστική του νερού, παρέχοντας ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την οργάνωση οικονομικών και υδρολογικών πληροφοριών. Υπό αυτή την έννοια, η λογιστική του νερού γενικά, και ειδικότερα η SEEAW, αναμένεται να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για να βοηθήσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε θέματα κατανομής των υδάτινων πόρων και βελτίωσης της απόδοσης των υδάτων. Με αυτή την έννοια, το SEEAW αποτελεί μια δομημένη βάση δεδομένων από την οποία οι ερευνητές μπορούν να αποκτήσουν πολλούς δείκτες που σχετίζονται με το νερό (United Nations, 2012).

Όπως σημειώνεται από την παραπάνω αναφορά, είναι επίσης δυνατό να συνδεθεί ο κατάλογος των δεικτών που προτάθηκαν στη δεύτερη έκθεση για την παγκόσμια ανάπτυξη του νερού (UN, 2006) και στον SEEAW. Οι αναφερόμενοι δείκτες είναι ο δείκτης της μη βιώσιμης χρήσης του νερού (non-sustainable water use), ο δείκτης σχετικής υδατικής πίεσης (relative water stress index), ο δείκτης επαναχρησιμοποίησης νερού (water reuse index), ο συνολικός όγκος των πραγματικών ανανεώσιμων υδάτινων πόρων (total actual renewable water resources TARWR), τα επιφανειακά ύδατα ως ποσοστό του TARWR (surface water as a percentage of TARWR) και η ανάπτυξη των υπόγειων υδάτων ποσοστό TARWR (groundwater development (groundwater as a percentage of TARWR).

Δείκτης Εκμετάλλευσης Νερού - Water Exploitation Index

Ο Δείκτης Εκμετάλλευσης των Υδάτων (Water Exploitation Index - WEI) (EEA, 2005) λαμβάνεται ως ποσοστό της μέσης ετήσιας συνολικής ζήτησης για γλυκά ύδατα σε σχέση με τους μακροπρόθεσμους μέσους ετήσιους πόρους γλυκού νερού και δείχνει σε ποιο βαθμό η συνολική ζήτηση νερού ασκεί πίεση στους υδάτινους πόρους. Οι τιμές του WEI σε μια λεκάνη απορροής ποταμού μεταξύ 0% και 20% δείχνουν μια κατάσταση χωρίς πίεση. Τιμές μεταξύ 21% και 40% υποδηλώνουν την πίεση του νερού και οι τιμές άνω του 40% αντιπροσωπεύουν ακραίες συνθήκες στις λεκάνες απορροής. Παρά το γεγονός ότι είναι ο δείκτης που χρησιμοποιείται από την ΕΕ, υπάρχουν βασικά ζητήματα που θέτουν σε κίνδυνο τη χρήση

αυτού του δείκτη. Ένα από αυτά είναι η εποχικότητα. Δεδομένου ότι βασίζεται σε ετήσιους μέσους όρους, δεν είναι σε θέση να εμφανίσει ένα γεγονός έλλειψης σε μηνιαία κλίμακα. Μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες ο ετήσιος μέσος όρος των πόρων και της ζήτησης να είναι εντελώς διαφορετικός λόγω των παρατυπιών των πόρων (EEA EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013). Είναι χρήσιμο να αναλύονται οι μηνιαίες αναλογίες και να προτείνεται μια μέθοδος συσσωμάτωσης για την περιγραφή της κατάστασης των υδατικών πιέσεων στη λεκάνη απορροής ποταμού. Από την άλλη πλευρά, η αβεβαιότητα στην εκτίμηση των απαιτήσεων και των υδάτινων πόρων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες τιμές του δείκτη.

Για την επίλυση των περιορισμών που παρουσιάστηκαν από τον WEI, έχει καθοριστεί ένας τροποποιημένος δείκτης εκμετάλλευσης νερού ο WEI+ ('Synthesis_Water_and_Marine_Directors_Copenhagen', 2012). Ο δείκτης επικεντρώνεται στην εκτίμηση της καθαρής κατανάλωσης και ορίζεται σε μηνιαίο επίπεδο ως εξής:

1. WEI+

$$WEI+ = \frac{\text{(απολήψεις - επιστροφές)}}{\text{Ανανεώσιμοι υδατικοί πόροι}}$$

όπου οι απολήψεις (abstractions) σημαίνουν τον όγκο του νερού που χρησιμοποιείται για καθορισμένη χρήση (αγροτική, αστική, βιομηχανική) και οι επιστροφές (returns) αφορούν τον όγκο νερού που επανέρχεται στο περιβάλλον μετά τη χρήση.

Υπάρχουν δύο τρόποι υπολογισμού των ανανεώσιμων υδατικών πόρων (renewable water resources - RWR): α) με την χρήση της εξίσωσης υδρολογικής ισορροπίας, χρησιμοποιώντας την κατακρήμνιση (precipitation P), τις εξωτερικές εισροές (external inflows (ExIn)), την πραγματική εξατμισοδιαπνοή (actual evapotranspiration - E_t) και τις αλλαγές των φυσικών αποθεμάτων (change in natural storages (DS)) ή με πολιτογράφηση (naturalisation) των ροών, χρησιμοποιώντας τις εκροές και την αλλαγή στην αποθήκευση των τεχνητών δεξαμενών (ΔS_{art}) όπως φαίνεται παρακάτω:

$$AYΠ = Eξ. \text{Εισροές} + \text{Κατακρύμνηση} - \text{Εξατμισοδιαπνοή} - A. \Phi. \text{Αποθεμάτων}$$

ή

$$AYΠ = \text{Εκροές} + (\text{Απολήψεις} - \text{Επιστροφές}) - \text{Εκ. Τεχνητών Δεξαμενών}$$

Λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές τις δυσκολίες, εξετάστηκαν αρκετοί δείκτες για το νερό (EEA EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013). Ο WEI έχει εξομαλυνθεί ώστε να αντικατοπτρίζει το σύνολο των πόρων πριν γίνει η άντληση.

Ο nWEI υπολογίζεται μηνιαίως και σε κλίμακα επιμέρους λεκάνης ως εξής:

2. nWEI

$$nWEI = \frac{\text{Απολήψεις}}{\text{Εκροές} + \text{Απολήψεις} - \text{Επιστροφές}}$$

Ενώ οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις δεν εξετάζονται ρητά στους πίνακες SEEAW, οι οικολογικές ανάγκες αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ζήτημα, από την άποψη αυτή ο

δυναμικός δείκτης της οικολογικής πίεσης για τους ποταμούς (potential indicator of ecological stress for rivers - ESIR) έχει οριστεί παρόμοια με τον nWEI:

3. ESIR

$$ESIR = \frac{\text{Εκροές}}{\text{Εκροές} + \text{Απολήψεις} - \text{Επιστροφές}}$$

Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει πρόβλημα όταν ο παρονομαστής τείνει στο μηδέν εάν οι εκροές είναι σπάνιες.

Ο επόμενος δείκτης αντιπροσωπεύει τον δείκτη κατανάλωσης (WEI_{+c}) και υπολογίζεται ως εξής:

4. WEI_{+c}

$$WEI_{+c} = \frac{(\text{Απολήψεις} - \text{Επιστροφές})}{\text{Εκροές} + \text{Απολήψεις} - \text{Επιστροφές}}$$

Δεδομένου ότι οι nWEI, ESIR και WEI_{+c} ορίζονται σε μηνιαίο επίπεδο, απαιτείται κάποια συσσωμάτωση πριν από την παρουσίασή τους. Ο (EEA EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013) πρότεινε μια ποσοστιαία κατανομή για τη συγκέντρωση των δεικτών κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, η χαρτογράφηση των δεικτών στο 50% υποδηλώνει διαρθρωτικά ζητήματα διαθεσιμότητας νερού. Αντίθετα, οι δείκτες στο 90% δείχνουν ότι μπορεί να υπάρξει ένα επαναλαμβανόμενο πρόβλημα ύδρευσης.

Αποτύπωμα νερού και εικονικό νερό

Η προσέγγιση του αποτυπώματος νερού (Water Footprint) εισήχθη από τον (Hoekstra, 2003) λόγω της ανάγκης για έναν δείκτη που βασίζεται στη χρήση γλυκού νερού. Ορίζεται ως ο συνολικός όγκος γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από ένα άτομο ή μια κοινότητα (Hoekstra, A. Y. and Charagain, 2008). Το αποτύπωμα νερού επιτρέπει τη διαφοροποίηση του αναλωμένου νερού ανάλογα με την προέλευσή του, διαχωρίζοντας το γαλάζιο αποτύπωμα νερού, το αποτύπωμα του πράσινου νερού και το αποτύπωμα γκριζου νερού. Το μπλε αποτύπωμα νερού αντιπροσωπεύει την κατανάλωση υγρού ύδατος που διατίθεται σε ποτάμια, λίμνες, υδροτόπους και υδροφορείς. Το πράσινο αποτύπωμα νερού αναφέρεται στη χρήση βρόχινου νερού που αποθηκεύεται στο έδαφος ως υγρασία και διατίθεται στα φυτά. και το γκριζό υδατικό αποτύπωμα ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για την αφομοίωση του φορτίου των ρύπων με βάση τα υπάρχοντα πρότυπα ποιότητας των υδάτων περιβάλλοντος (Hoekstra, 2009).

Σε στενή σχέση με την έννοια του αποτυπώματος νερού είναι το εικονικό νερό (Allan, 1998), το οποίο κατανοείται ως ο όγκος του νερού που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ενός αγαθού, ή μιας υπηρεσίας. Αναφέρεται στην ιδέα ότι όταν μια χώρα εισάγει ένα χιλιόγραμμα προϊόντος (ανεξαρτήτως αγαθού ή υπηρεσίας), σιωπηρά, η χώρα εισάγει επίσης την ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του. Και οι δύο έννοιες (εικονικό νερό και αποτύπωμα νερού) είναι ενδιαφέρουσες για τις χώρες λειψυδρίας επειδή η αξιολόγησή τους θα μπορούσε να ενημερώσει τους υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη δυνατότητα παραγωγής των αγαθών που ταιριάζουν καλύτερα στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Aldaya, Martínez-Santos and Llamas, 2010).

Όταν γίνεται η λογιστική του νερού σε μια χώρα, (Zeng *et al.*, 2012) υπάρχουν διάφοροι όροι που δεν κάνουν διάκριση μεταξύ των χρήσεων ύδατος για την εγχώρια κατανάλωση, για την παραγωγή προϊόντων εξαγωγής, για τη χρήση νερού εκτός της χώρας και για την υποστήριξη των εθνικών καταναλώσεων. Το αποτύπωμα νερού σε ένα έθνος έχει δύο όρους: το εσωτερικό αποτύπωμα νερού (το ποσό των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνεται από τον εθνικό πληθυσμό) και το εξωτερικό αποτύπωμα νερού. Η πρώτη λαμβάνεται ως η διαφορά μεταξύ των χρήσεων του νερού εντός του έθνους μείον το εικονικό νερό που εισάγεται από άλλες χώρες. Με τον ίδιο τρόπο, το εξωτερικό αποτύπωμα νερού (το ποσό των υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται σε άλλα έθνη για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από τον εθνικό πληθυσμό) λαμβάνεται ως το εικονικό νερό που εισάγεται στο έθνος μείον την ποσότητα εικονικού νερού που εξάγεται προς τα άλλα έθνη. Αυτός ο διαχωρισμός επιτρέπει την αξιολόγηση του λόγου εξάρτησης των υδάτινων πόρων σε μια χώρα (WD – Water Dependency).

5. $WD_{(%)}$

$$WD (\%) = \frac{\text{Εξωτερικό Αποτύπωμα Νερού}}{\text{Εθνικό Αποτύπωμα Νερού}} * 100$$

Δεδομένου ότι το αποτύπωμα νερού αποτελείται από το σύνολο αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από ένα άτομο ή μια κοινότητα, μπορεί να υπολογιστεί σε διαφορετικά επίπεδα καταναλωτικής δραστηριότητας (Fulton, Cooley and Gleick, 2014). Έτσι, εάν οι ερευνητές επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τη λογιστική απεικόνιση αποτυπώματος ύδατος ως δείκτη της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, η καλύτερη εδαφική μονάδα είναι η λεκάνη απορροής ποταμού (Francisco Pellicer-Martínez, 2013), αν και, όπως σημειώνεται από τους (Zeng *et al.*, 2012), οι μελέτες αξιολόγησης αποτυπώματος ύδατος σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού είναι σπάνιες στη βιβλιογραφία, κυρίως λόγω της έλλειψης στατιστικών στοιχείων σε αυτό το επίπεδο.

Η προσέγγιση του αποτυπώματος νερού έχει χρησιμοποιηθεί και στον ορισμό του δείκτη λειψυδρίας (Water Scarcity Index) (Zeng, Liu and Savenije, 2013). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει τη σοβαρότητα της λειψυδρίας, με τη μορφή μετρητή λειψυδρίας, ώστε να καταστεί δυνατή μια εύκολη ερμηνεία.

Δείκτες απόδοσης

Όπως σημειώνεται από τους (Hashimoto, Stedinger and Loucks, 1982) η λειτουργική κατάσταση ενός συστήματος υδατικών πόρων μπορεί να χαρακτηριστεί ως ικανοποιητική ή μη ικανοποιητική. Το επίπεδο απόδοσης ενός συστήματος περιεγράφηκε από τρεις διαφορετικές οπτικές γωνίες: (1) πόσο συχνά το σύστημα αποτυγχάνει (αξιοπιστία), (2) πόσο γρήγορα το σύστημα επιστρέφει σε ικανοποιητική κατάσταση όταν έχει αποτύχει (ελαστικότητα) και (3) πόσο σημαντικές μπορεί να είναι πιθανές συνέπειες της αποτυχίας (ευπάθεια).

Δείκτης βιωσιμότητας

Για να ποσοτικοποιήσει τη βιωσιμότητα των συστημάτων υδάτινων πόρων, ο (LOUCKS, 1997) πρότεινε τον δείκτη βιωσιμότητας (SI - Sustainability Index), με στόχο να διευκολύνει την αξιολόγηση και τη σύγκριση των πολιτικών διαχείρισης των υδάτων. Αυτός ο δείκτης

βασίζεται σε έννοιες αξιοπιστίας (Rel - Reliability), ελαστικότητας (Res - resilience) και ευπάθειας (Vul - vulnerability). Για i - χρήστες του νερού ο δείκτης που προτάθηκε από τον (LOUCKS, 1997) ήταν:

6. SI^i

$$SI^i = \text{Αξιοπιστία}^i * \text{Ελαστικότητα}^i * (1 - \text{Ευπάθεια}^i)$$

Οι (Sandoval-Solis, McKinney and Loucks, 2011) προτείνουν μια παραλλαγή του SI του Loucks λαμβάνοντας υπόψη έναν γεωμετρικό μέσο όρο των M κριτηρίων απόδοσης (C_m^i) για i χρήστες:

7. SI

$$SI^i = \left[\prod_{m=1}^M C_m^i \right]^{1/M}$$

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του δείκτη είναι ότι επιτρέπει την συμπερίληψη άλλων κριτηρίων ανάλογα με τις ανάγκες κάθε περιοχής και τη χρήση του γεωμετρικού μέσου για την κλιμάκωση των τιμών του SI.

Δείκτες αποδοτικότητας

Οι (Martin-Carrasco *et al.*, 2013) προτείνουν τέσσερις δείκτες ύδατος για την εκτίμηση της λειψυδρίας σε κλίμακα λεκάνης απορροής ποταμού. Η χρήση των δεικτών αποδοτικότητας απαιτεί ομαδοποίηση των αναγκών σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την αντίστοιχη χρήση νερού. Για κάθε κατηγορία ζήτησης, τα αποτελέσματα αναλύονται μέσω της καμπύλης ζήτησης-αξιοπιστίας. Με βάση αυτή την καμπύλη, είναι δυνατός ο προσδιορισμός των τεσσάρων δεικτών νερού:

Δείκτης Ικανοποίησης Ζήτησης (Demand Satisfaction Index -IS), ο οποίος αξιολογεί την ικανότητα του συστήματος να ικανοποιεί τις απαιτήσεις.

Δείκτης αξιοπιστίας ζήτησης (Demand Reliability Index - IR), ο οποίος ποσοτικοποιεί την αξιοπιστία του συστήματος για την ικανοποίηση των απαιτήσεων.

Δείκτης βιωσιμότητας (Sustainability Index I_U), η οποία αξιολογεί τους φυσικούς πόρους που διατίθενται για την ανάπτυξη του συστήματος.

Δείκτης Δυναμικού Διαχείρισης (Management Potential Index - I_M), ο οποίος ποσοτικοποιεί το ποσοστό της ζήτησης με μη αποδεκτή αξιοπιστία που είναι κοντά στο αποδεκτό επίπεδο. Σε συστήματα που επηρεάζονται από προβλήματα λειψυδρίας, οι δείκτες μπορούν επίσης να εντοπίσουν τις αιτίες τους και να προβλέψουν πιθανές λύσεις.

Δείκτης Κατανομής Νερού - Water Allocation Index WAI

Οι (Milano *et al.*, 2013) χρησιμοποιούν το Δείκτη Κατανομής Νερού (Water Allocation Index - WAI) για να αξιολογήσουν την ικανότητα των υδάτινων πόρων για την κάλυψη των σημερινών και μελλοντικών απαιτήσεων ύδατος. Ο δείκτης αυτός προκύπτει από το πηλίκο μεταξύ της παροχής ύδατος και της ζήτησης νερού (%) για κάθε έτος μιας δεδομένης

περιόδου. Χρησιμοποιώντας αυτόν τον δείκτη, καθορίστηκαν διαφορετικές κατηγορίες ικανοποίησης της ζήτησης νερού για τις απαιτήσεις περιβαλλοντικής ροής για τον εγχώριο τομέα και για τον γεωργικό τομέα.

Το κριτήριο είναι ένα απλό δυαδικό κριτήριο (συμμορφώνεται / δεν συμμορφώνεται). Υποδεικνύει ότι για την κατανομή των πόρων η αστική ζήτηση θεωρείται ικανοποιημένη όταν το έλλειμμα ενός μηνός δεν υπερβαίνει το 10% της αντίστοιχης μηνιαίας ζήτησης και όταν σε 10 συναπτά έτη το άθροισμα των ελλειμμάτων είναι μικρότερο από 8% της ετήσιας ζήτησης. Ομοίως, η αγροτική ζήτηση θεωρείται ικανοποιημένη όταν το έλλειμμα ενός έτους δεν υπερβαίνει το 50% της αντίστοιχης ζήτησης, για δύο συνεχή έτη, το άθροισμα του ελλείμματος δεν υπερβαίνει το 75% της ετήσιας ζήτησης και σε δέκα διαδοχικά έτη, το άθροισμα του ελλείμματος δεν υπερβαίνει το 100% της ετήσιας ζήτησης.

Δείκτης σταθμισμένης απόδοσης - Performance Weighted Index IPOC

Ο δείκτης σταθμισμένης απόδοσης (Performance Weighted Index - IPOC) χρησιμοποιήθηκε στο Εθνικό Υδρολογικό Σχέδιο της Ισπανίας (MMA, 2001). Ο δείκτης αυτός αξιολογεί την παγκόσμια απόδοση ενός συστήματος υδατικών πόρων κατά μέσο όρο του λόγου μεταξύ του ελλείμματος σε ένα, δύο και δέκα συνεχή έτη και το αποδεκτό έλλειμμα κατά τις ίδιες περιόδους για κάθε θεωρούμενη ζήτηση. Εάν δεν υπάρχει σφάλμα στο σύστημα, το IPOC είναι 1 και εάν υπάρχει αποτυχία σε μία ή περισσότερες απαιτήσεις, το IPOC θα είναι μεγαλύτερο από 1.

Εκμεταλλεύσιμοι υδάτινοι πόροι

Προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η διαθεσιμότητα ύδατος, το AQUASTAT (Παγκόσμιο Σύστημα Πληροφοριών για το Νερό) προτείνει τη χρήση του δείκτη των εκμεταλλεύσιμων υδάτινων πόρων (Exploitable Water Resources.). Ο εν λόγω δείκτης ορίζεται ως μέρος των υδάτινων πόρων που θεωρούνται ότι είναι διαθέσιμοι για ανάπτυξη υπό συγκεκριμένες τεχνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά παρά τη σπουδαιότητά του, υπάρχει διαφωνία όσον αφορά την καλύτερη διαδικασία υπολογισμού των εκμεταλλεύσιμων υδάτινων πόρων (United Nations, 2012) .

Οι (Pedro-Monzonís *et al.*, 2015) έχουν καθορίσει τα βασικά ζητήματα για τον προσδιορισμό αυτού του δείκτη σε μια λεκάνη απορροής της Μεσογείου. Στο έργο αυτό, οι εκμεταλλεύσιμοι υδάτινοι πόροι έχουν ληφθεί ως η μέγιστη ζήτηση που μπορεί να εξυπηρετηθεί σε ένα σύστημα εκμετάλλευσης του νερού, ενώ τηρούνται τα κριτήρια αξιοπιστίας που ορίζει ο νόμος. Τα βήματα που χρησιμοποιήθηκαν για αυτόν τον δείκτη είναι τα εξής: (α) να επιλεγούν οι πιθανές θέσεις στο σύστημα όπου θα μπορούσαν να κατανεμηθούν νέες ποσότητες νερού που απαιτούνται και τον τύπο χρήσης τους (αστικές ή αγροτικές) · (β) να αναλυθεί η δυνατότητα αύξησης κάθε ενιαίας ζήτησης λαμβάνοντας υπόψη τις άλλες απαιτήσεις ως μηδέν και να εκτελεστεί το μοντέλο προσομοίωσης.

5. Αξιολόγηση εναλλακτικών μεθόδων παροχής νερού

5.1. Μελέτη περίπτωσης και προτεινόμενες λύσεις

Όλα όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα συνδυάζονται στο κεφάλαιο που ακολουθεί σε μια μελέτη περίπτωσης. Γίνεται επιλογή νησιού, με βάση τα χαρακτηριστικά του, προτείνεται εξειδικευμένη λύση σύμφωνα με τα δεδομένα που υπάρχουν και εξετάζονται εναλλακτικά σενάρια λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και την βέλτιστη περιβαλλοντική στρατηγική.

Για την εύρεση την βέλτιστης πρότασης χρησιμοποιείται ένα μοντέλο βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας παροχής και ενέργειας, που χρειάζεται η παραγωγή του νερού.

5.1.1. Μελέτη Περίπτωσης

Η επιλογή του νησιού γίνεται με βάση τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, το μέγεθός του, τις εγκαταστάσεις του, τις υποδομές του και το έλλειμμα που έχει. Λαμβάνοντας υπόψη όλα όσα έχουν αναφερθεί, το νησί που επιλέχθηκε είναι η Ανάφη.

Η Ανάφη είναι ανατολικά της Σαντορίνης, στο νοτιοανατολικότερο σημείο των Κυκλάδων, και η απόσταση από τον Πειραιά είναι 150 μίλια. Πρωτεύουσα είναι η Ανάφη (Χώρα) και οι μόνιμοι κάτοικοι του νησιού είναι 271, γεγονός που την ταξινομεί στην τελευταία θέση της κατάταξης του πληθυσμού των Κυκλάδων.

Έχει σχήμα σχεδόν τριγωνικό, με μία ανατολική χερσόνησο και η συνολική της επιφάνεια εκτιμάται στα 38,636 km². Είναι ορεινό νησί με τη μεγαλύτερη κορυφή της να είναι η Βίγλα, στη μέση της νήσου, με ύψος τα 582 m. Άλλες αξιοσημείωτες κορυφές είναι ο Κάλαμος (386 m), ο οποίος είναι στη νοτιοανατολική χερσόνησο, ο Άγιος Ιωάννης ο Θεολόγος (350 m), που βρίσκεται στα βόρεια του νησιού, το Καστέλι και ο Προφήτης Ηλίας.

Η γεωλογική σύστασή της είναι στο κέντρο γρανιτική ενώ στη περιφέρεια κρυσταλλική νεογενής. Εντοπισμοί ελαφρόπετρας που διακρίνονται προέρχονται από τη έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης το 1500 π.Χ.. Στο υπέδαφος εντοπίζεται ύπαρξη μεταλλευμάτων κυρίως γαληνίτη, σμιθσονίτη, σιδήρου καθώς και μολύβδου. (Wikipedia, 2018a).

Σχετικά με τα υδατικά χαρακτηριστικά του νησιού, στην Ανάφη δε εντοπίζονται ποταμοί, παρά μόνο χείμαρροι. Έχει ακτές έκτασης 125,61 km² και η περίμετρός τους είναι 143,28 km. Τα υπόγεια υδατικά συστήματα του νησιού έχουν έκταση τα 38,19 km². Στο νησί υπάρχει το φράγμα Ρούκουνα οφέλιμου όγκου έως 70.000 m³ και η λιμνοδεξαμενή της Αγ. Ειρήνης οφέλιμου όγκου 235.000 m³. Πάραυτα, η υδροδότηση του νησιού γίνεται αποκλειστικά με τη χρήση δημόσιων γεωτρήσεων. Το νερό παρέχεται στο δίκτυο, για την ύδρευση, στην τιμή του 1€/m³ (+ΦΠΑ) και για την άρδευση στην τιμή των 0,35 €/m³ (+ΦΠΑ) (στοιχεία από αρμόδιους τοπικούς φορείς). Σε ότι αφορά την αποθήκευσή του νερού υπάρχουν 2 δεξαμενές συνολικού οφέλιμου όγκου περίπου 1.300 m³.

Η μέση ετήσια τροφοδοσία είναι $1,38 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, και η μέση ετήσια απόληψη για άρδευση είναι $0,14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Η συνολική παραγωγή πόσιμου νερού είναι 62.000 m³/έτος για ύδρευση και

31.577 m³/έτος για άρδευση. Έλλειμμα παρουσιάζεται στην άρδευση της τάξης του 15.788,5 m³/έτος. Αν και δεν έχει μεταφερόμενες ποσότητες νερού, έχει σημαντικό έλλειμμα στην άρδευση. Σε συνδυασμό με το ότι η παραγωγή του νερού της προέρχεται μόνο από γεωτρήσεις οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μελλοντικά θα δημιουργηθεί πρόβλημα υπερεκμετάλλευσης πόρων και καταστροφής υδατικών συστημάτων. Συνεπώς η λύση προτείνεται με σκοπό την αποτροπή μελλοντικών καταστροφών.

Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση της βέλτιστης λύσης, και χρησιμοποιείται για την Ανάφη, αναπτύχθηκε από (Papapostolou, Kondili and Tzanes, 2018), λαμβάνοντας υπόψη την μεγιστοποίηση του συνολικού οφέλους, σε όλα τα στάδια που συγκροτούν μια πρόταση. Στόχος του είναι η επέκταση του μοντέλου βελτιστοποίησης της υδροδότησης, ώστε να ληφθούν υπόψη όλοι οι πιθανοί παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων και στον σχεδιασμό επενδύσεων μιας μονάδας υδροδότησης, πάντοτε με περιβαλλοντικό υπόβαθρο. Για την μελέτη που πραγματοποιείται, η λύση προέρχεται από την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης και θεωρείται δεδομένο ότι οφείλει να παράγει τόσο νερό όσο είναι το έλλειμά του νησιού. Για να αντιμετωπιστούν οι πρόσθετες επιβαρύνσεις λόγω ζήτησης ενέργειας, και για να μειωθεί περαιτέρω το συνολικό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος του συστήματος, αξιολογείται η επιλογή εγκατάστασης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Έτσι η απαιτούμενη ενέργεια, για την ομαλή λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης, προέρχεται από τον συνδυασμό μιας γεννήτριας πετρελαίου, μιας ανεμογεννήτριας και μίας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει και η δυνατότητα αποθήκευσης σε μπαταρίες. Έτσι το πρόβλημα της εύρεσης της βέλτιστης λύσης υδροδότησης έχει μεταφραστεί σε ένα αλγεβρικό μοντέλο, που περιγράφεται από τις παρακάτω εξισώσεις.

$$\left. \begin{aligned} & \text{Ελαχιστοποίηση} \left\{ \text{Επενδυτικό Κόστος} \right. \\ & \left. + \sum_{t=1}^{8760} \text{Κόστος Παροχής Ηλεκτρισμού} + \sum_{t=1}^{8760} \sum_{wr=1}^2 \text{Κόστος Παροχής Νερού} \right\} \end{aligned} \right\}$$

Εξίσωση 1 Αντικειμενική Συνάρτηση Μοντέλου (Papapostolou, Kondili and Tzanes, 2018)

Όπου wr=1: Πλοία, wr=2: Μονάδα Αφαλάτωσης

$$\sum_{er=1}^4 \text{Power Production} (t) - \sum_{ed=1}^2 \text{Power Demand} (t) = 0$$

Εξίσωση 2 Ισοζύγιο ενέργειας (Papapostolou, Kondili and Tzanes, 2018)

Όπου er=1:Ανεμογεννήτρια, er=2:Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση, er=3:Μπαταρίες er=4: Γεννήτρια Πετρελαίου

Και

ed=1: Νησιού, ed=2: Μονάδας Αφαλάτωσης

$$\text{Στάθμη Δεξ.} (t) = \sum_{wr=1}^2 \text{Παροχή}(t) - \text{Στάθμη Δεξ.} (t - 1) - \text{Ζήτηση} (t)$$

Εξίσωση 3 Ισοζύγιο Νερού (Papapostolou, Kondili and Tzanes, 2018)

Όπου wr=1: Πλοία, wr=2: Μονάδα Αφαλάτωσης



Εικόνα 1 Λειτουργία Μοντέλου Βελτιστοποίησης Εφοδιαστικής Αλυσίδας Ενέργειας & Παραγωγής Νερού (Papapostolou, Kondili and Tzanes, 2018)

Για την επίλυση είναι απαραίτητη η χρήση ενός συστήματος επίλυσης αλγεβρικών προβλημάτων. Στη προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το Σύστημα Γενικής Αλγεβρικής Μοντελοποίησης (General Algebraic Modeling System - GAMS) (GAMS, 2018), το οποίο είναι ένα σύστημα υψηλού επιπέδου για προγραμματισμό μαθηματικών προβλημάτων. Αποτελείται από έναν μεταγλωττιστή γλώσσας και ένα λύτη υψηλών επιδόσεων. Είναι προσαρμοσμένο για πολύπλοκες εφαρμογές μοντελοποίησης μεγάλης κλίμακας και επιτρέπει την δημιουργία μεγάλων μοντέλων τα οποία μπορούν να προσαρμοστούν γρήγορα. Είναι σχεδιασμένο για τη μοντελοποίηση γραμμικών, μη γραμμικών και άλλων προβλημάτων και επιτρέπει στους χρήστες του να διαμορφώνουν μαθηματικά μοντέλα με τρόπο παρόμοιο με τη μαθηματική τους περιγραφή. Για τη χρήση του αποκτήθηκε ακαδημαϊκή άδεια.

Στο μοντέλο επίλυσης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που εξειδικεύονται στην Ανάφη.

Αρχικά τα κόστη που σχετίζονται με δύο κατηγορίες, α) το αρχικό επενδυτικό κόστος και β) το σταθερό κόστος λειτουργίας, για μια διάρκεια ζωής του έργου, 25 ετών. Το κόστος επένδυσης για τη γεννήτρια πετρελαίου εκτιμάται στα 800 €/kW, για την ανεμογεννήτρια στα 1350 €/kW, για το φωτοβολταϊκό συστήματος στα 1150 €/kW και για την αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες στα 1200 €/kWh. Το κόστος εγκατάστασης μιας μονάδας αφαλάτωσης εκτιμάται στα 1300 €/m³. Το σταθερό κόστος λειτουργίας εκτιμάται για την γεννήτρια πετρελαίου στα 0,04 €/kW και το κόστος πετρελαίου για την λειτουργία της στα 0,25 €/kWh, για την ανεμογεννήτρια στα 0,03 €/kW, για την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στα 0,02 €/kW και για τις μπαταρίες στα 0,02 €/kWh (Καραγιάννης Φώτιος, 2012). Τέλος σχετικά με τους συντελεστές κόστους παροχής νερού η αφαλάτωση εκτιμήθηκε στο 1 €/m³ και οι μεταφερόμενες ποσότητες με πλοία στα 10 €/m³.

Συγκεντρωτικά, τα μεγέθη που λαμβάνονται σαν παράμετροι για την μελέτη περίπτωσης, παρουσιάζονται στο πίνακα που ακολουθεί:

Παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο επένδυσης	
Ετήσιο κόστος επένδυσης για κάθε πόρο για 25 έτη	
Γεννήτρια Πετρελαίου	800 (€/kW)
Ανεμογεννήτρια	1.350 (€/kW)
Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση	1.150 (€/kW)
Αποθήκευση - Μπαταριές	1.200 (€/kWh)
Σταθερό Κόστος Λειτουργίας	
Γεννήτρια Πετρελαίου	0,04 (€/kW)
Ανεμογεννήτρια	0,03 (€/kW)
Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση	0,02 (€/kW)
Αποθήκευση - Μπαταριές	0,02 (€/kWh)
Παράμετροι κόστους παροχής νερού (€/m³)	
Αφαλάτωση	1
Πλοία	10

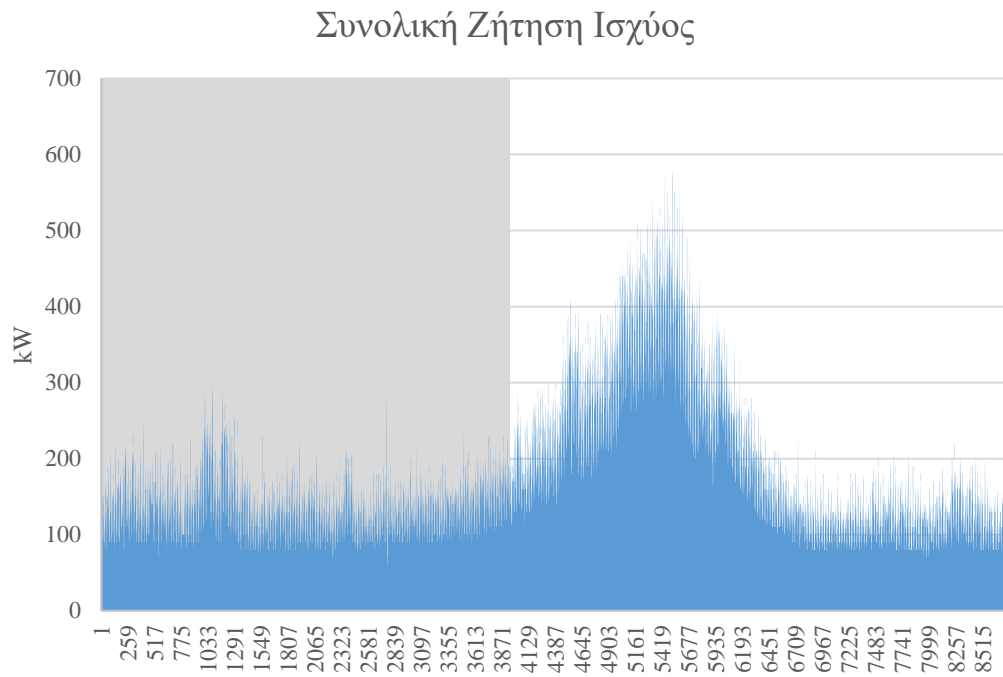
Πίνακας 1 Παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο επένδυσης (Καραγιάννης Φώτιος, 2012) , (Al-Karaghoul, Renne and Kazmerski, 2010)

Το προφίλ αναγκών της Ανάφης αποτελείται από την ζήτηση ύδατος και από την ζήτηση ισχύος, για την λειτουργία της εγκατάστασης και μεταφράζεται σε δεδομένα που αντιστοιχούν σε τιμές για κάθε ώρα μέσα στη διάρκεια ενός έτος. Η ζήτηση προέρχεται από το έλλειμμα που υφίσταται στο νησί και το οποίο πρέπει να καλυφθεί μέσω της πρότασης. Οι ανάγκες ανά χρονική στιγμή μοιράστηκαν θεωρώντας ότι η ζήτηση αυξάνεται τμηματικά μήνα-μήνα με το μέγιστο να εμφανίζεται τους καλοκαιρινούς μήνες εξαιτίας του τουρισμού και των θερμοκρασιών που ανεβαίνουν. Κατά μέσο όρο η ζήτηση του νερού είναι 1,80 m³/ώρα με ελάχιστη τιμή τα 0,61 m³ και μέγιστη τα 4,06 m³ δημιουργώντας το συνολικό άθροισμα των 15.788,50 m³/έτος

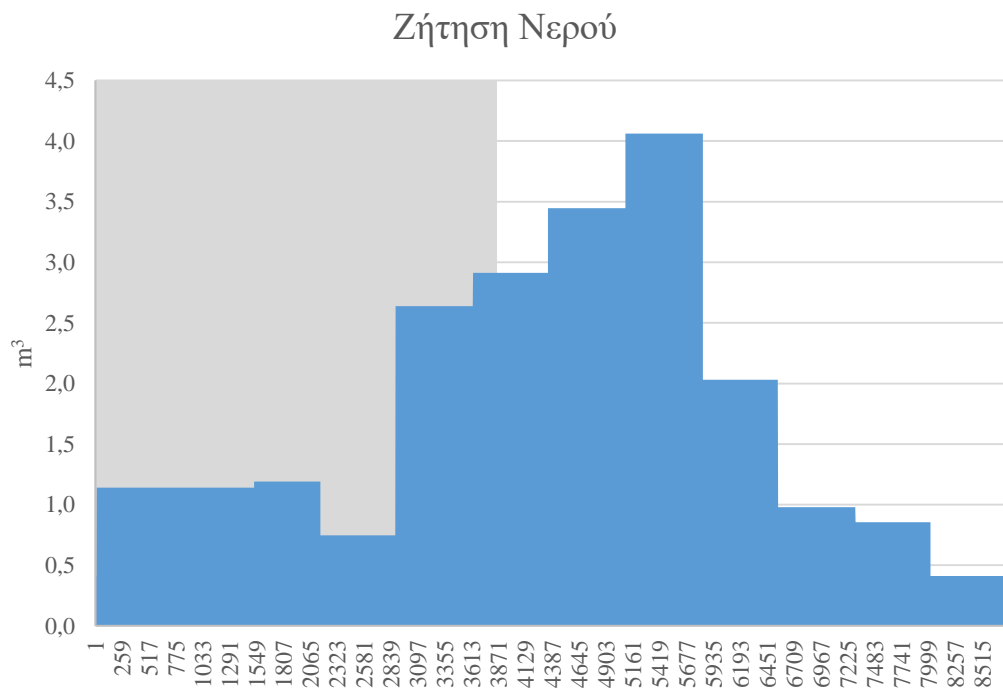
Δεδομένα	Μέσος Όρος	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
		Τιμή	Τιμή	
Συνολική Ζήτηση (kW)	172,08	60	580	1.507.460
Ζήτηση Νερού	1,80 (m ³ /ώρα)	0,41 (m ³)	4,06 (m ³)	15.788,50 (m ³ /έτος)

Πίνακας 2 Δεδομένα Ανάφης

Ακολουθούν τα διαγράμματα που αποτυπώνουν την κατανομή σε όλη την διάρκεια του έτους.



Γράφημα 22 Συνολική Ζήτηση Ισχύος



Γράφημα 23 Προφίλ Ζήτησης Νερού

5.2. Αποτελέσματα

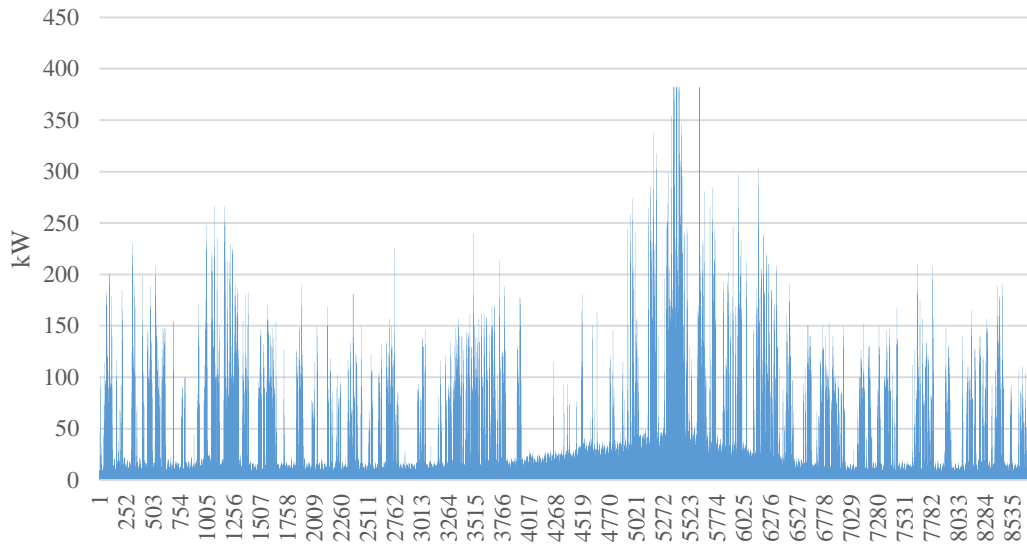
Τα αποτελέσματα που προκύπτουν ως λύση στο πρόβλημα λαμβάνουν υπόψη τη βέλτιστη απόδοση σε ενεργειακό επίπεδο και κατά συνέπεια και σε οικονομικό επίπεδο. Έτσι μία εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης στην Ανάφη με την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους θα πρέπει να καλύπτει κατ'ελάχιστο τις εξής απαιτήσεις: Η γεννήτρια πετρελαίου θα πρέπει να έχει ονομαστική ισχύς 0,382 MW, η ανεμογεννήτρια 0,553 MW και η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ισχύ 0,285 MW. Για την αποθήκευση ενέργειας πρέπει να εγκατασταθούν μπαταρίες χωρητικότητας 0,136 MWh. Ο συνολικός όγκος δεξαμενών της Ανάφης είναι 1.300 m³ σύμφωνα με τις είδη υπάρχουσες υποδομές. Η μονάδα αφαλάτωσης για να μπορεί να καλύπτει την ζήτηση ύδατος θα πρέπει να έχει δυναμικότητα τουλάχιστον 140,88 m³/ημέρα ή 5,86 m³/ώρα. Συνολικά το έργο θα κοστίσει, με έξοδα επένδυσης και λειτουργίας για 25 έτη, 5,87 εκατομμύρια € .

Ονομαστική Ισχύς Γεννήτριας Πετρελαίου (MW)	0,382
Ονομαστική Ισχύς Ανεμογεννήτριας (MW)	0,553
Ονομαστική Ισχύς Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης (MW)	0,285
Χωρητικότητα Αποθηκευτικού Συστήματος (MWh)	0,136
Μέγιστη Τιμή Πλήρωσης Δεξαμενής (m ³)	1.300
Κόστος Επένδυσης (€)	5.575.822,21
Μέγιστη Παροχή Νερού	140,88 m ³ /ημέρα 5,86 m ³ /ώρα

Πίνακας 3 Αποτελέσματα Μοντέλου

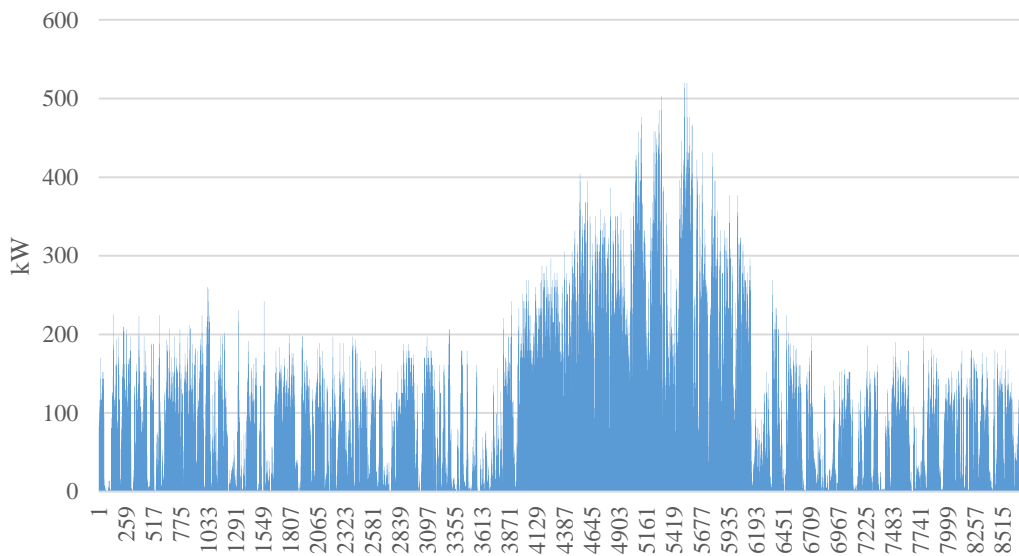
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η παραγωγή ισχύος από την γεννήτρια πετρελαίου, την ανεμογεννήτρια και την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, σε όλη την διάρκεια του έτους, χωρισμένο σε ώρες.

Ισχύς Γεννήτριας Πετρελαίου

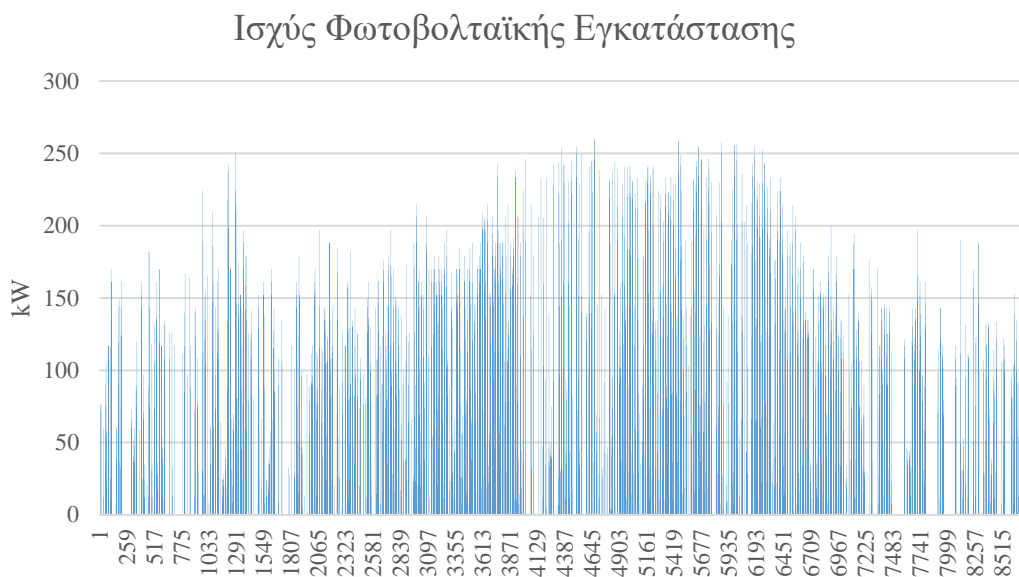


Γράφημα 24 Ισχύς Γεννήτριας Πετρελαίου

Ισχύς Ανεμογεννήτριας



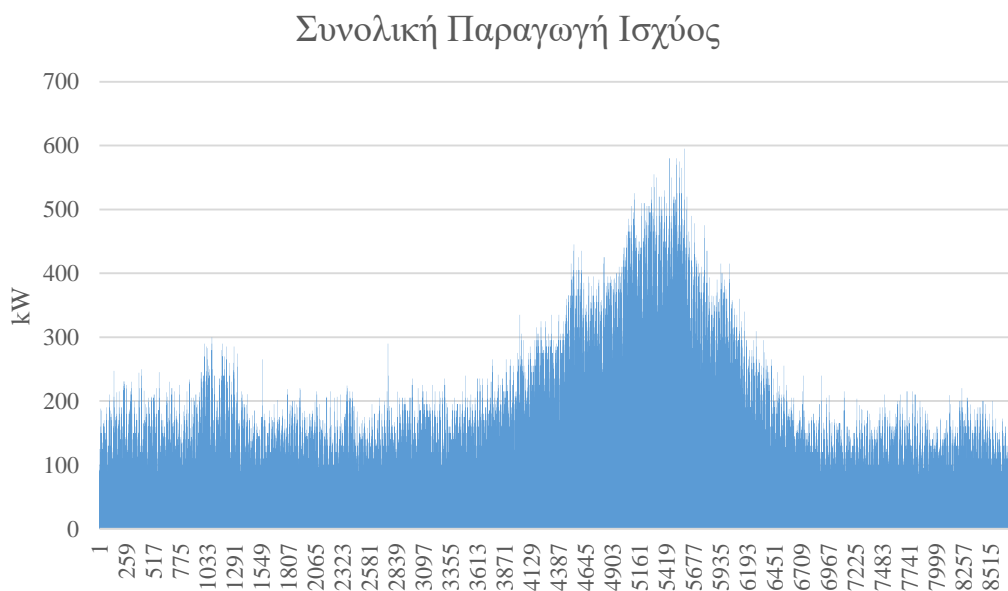
Γράφημα 25 Ισχύς Ανεμογεννήτριας



Γράφημα 26 Ισχύς Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης

Και τα τρία διαγράμματα αποτυπώνουν την αύξηση της παραγόμενης ισχύος τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω της αύξημένης ζήτησης νερού, που μεταφράζεται σε αυξημένη ζήτηση ενέργειας, την συγκεκριμένη εποχή.

Το άθροισμα των παραπάνω συνθέτει και τη συνολική παραγωγή ισχύος για την κάλυψη των αναγκών.



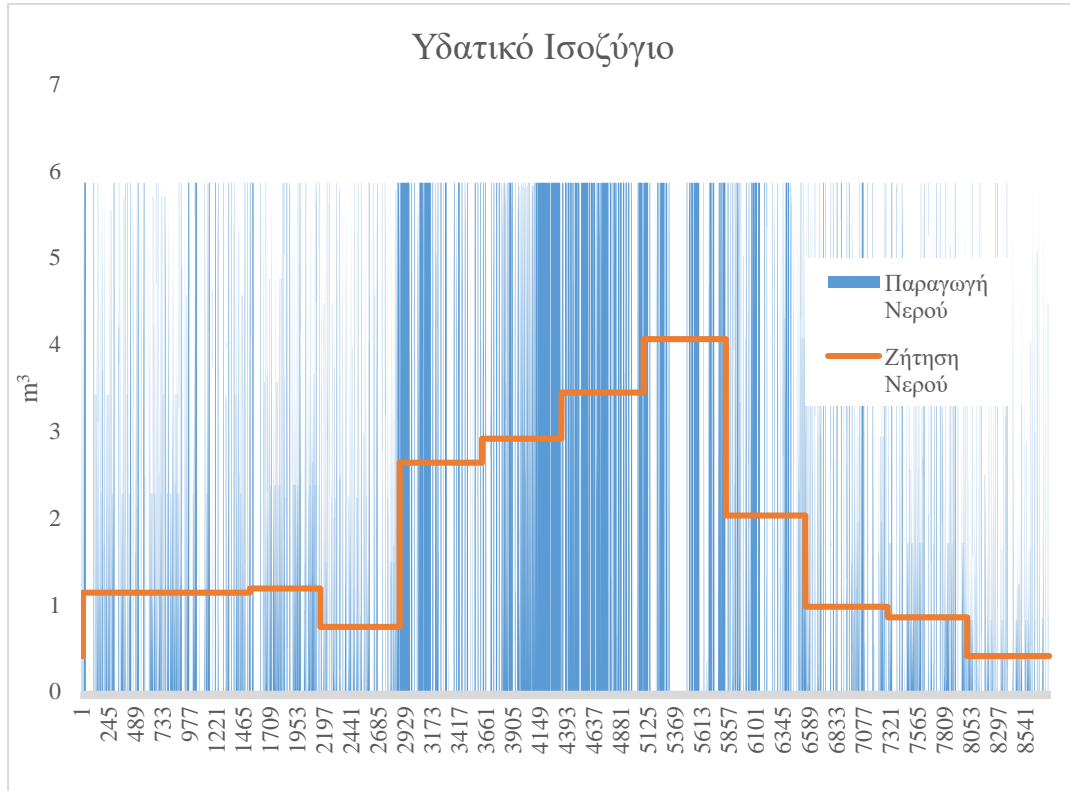
Γράφημα 27 Συνολική Παραγωγή Ισχύος

Σε ότι αφορά το νερό, το επόμενο διάγραμμα σχετίζεται με το επίπεδο στάθμης της δεξαμενής και παρουσιάζει τα m^3 που υπάρχουν στην δεξαμενή και παρέχονται από την μονάδα αφαλάτωσης, ανά χρονική στιγμή.



Γράφημα 28 Επίπεδο Στάθμης Δεξαμενής

Τέλος, σχετικά με το υδατικό ισοζύγιο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, παρουσιάζει αύξηση της παραγωγής τους καλοκαιρινούς μήνες για να μπορέσει να καλυφθεί η ζήτηση. Σημειώνεται ότι στο σχήμα που ακολουθεί τα εμβαδά που δημιουργούνται από κάθε γραμμή και από τους άξονες, είναι ακριβώς ίσα μεταξύ τους και ισούνται με 15.788,50 m³/έτος.



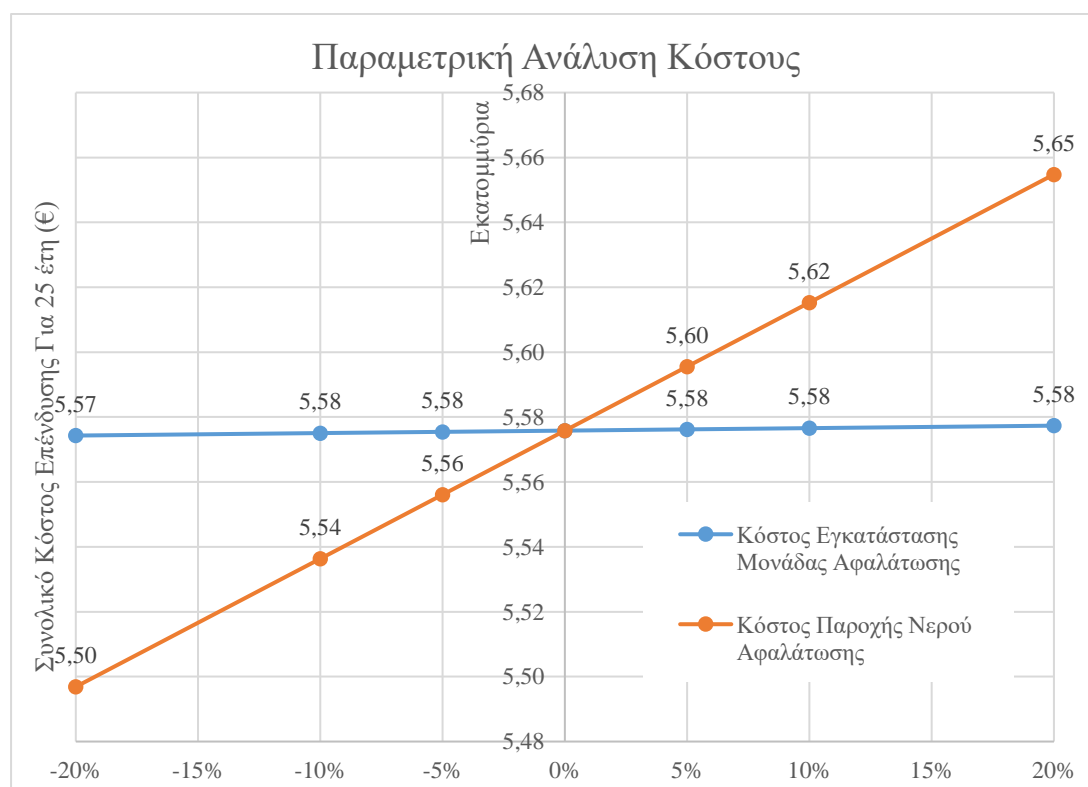
Γράφημα 29 Υδατικό Ισοζύγιο

5.2.1. Παραμετρική Ανάλυση

Το παραπάνω μοντέλο οδηγεί σε ακριβή αποτελέσματα για ένα έργο που καλύπτει το έλλειμμα που υπάρχει σε ένα νησί, που χρησιμοποιείται σαν παράδειγμα. Αυτό το επιτυγχάνει με τον βέλτιστο τρόπο. Ο επόμενος παράγοντας που καθορίζει την λήψη αποφάσεων είναι το κόστος και πώς αυτό μπορεί να μεταβληθεί μελλοντικά, λόγω αλλαγών στις παραμέτρους που το συνθέτουν.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο εξετάζονται τρεις παράμετροι που επηρεάζουν το τελικό κόστος. Αρχικά εξετάζεται το κόστος εγκατάστασης της μονάδας αφαλάτωσης και το κόστος παραγωγής του νερού. Στη προκειμένη περίπτωση, όπως προαναφέρθηκε, το κόστος εγκατάστασης εκτιμήθηκε στα 1.300 €/m³ ενώ το κόστος παροχής νερού στο 1 €/m³ (Ευαγγελούδου, 2013).

Σε ένα εύρος $\pm 20\%$ διερευνήθηκε κατά πόσο αλλάζουν οι τιμές των αποτελεσμάτων.



Γράφημα 30 Παραμετρική Ανάλυση Κόστους

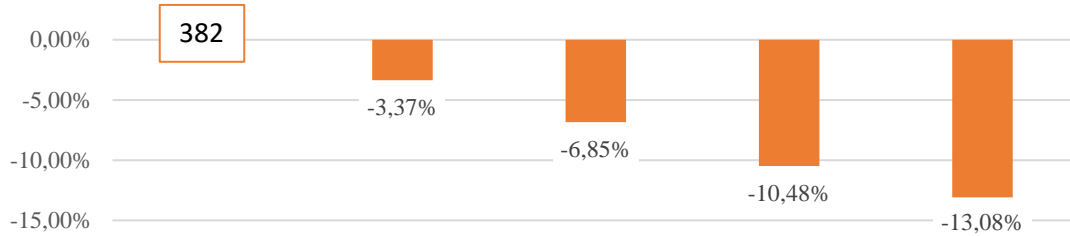
Από το διάγραμμα προκύπτει ότι το κόστος εγκατάστασης δεν παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη συνολική επένδυση, όταν πρόκειται για 25 ετής διάρκεια, αφού η συνολική διαφορά 40 % έχει αντίκτυπο 3.049 €. Αντιθέτως η παράμετρος του συντελεστή κόστους παροχής του νερού μπορεί να δημιουργήσει διαφορά έως και 157.885 χιλιάδων €, για το ίδιο εύρος ποσοστού αλλαγής τιμών, ποσό που αντιστοιχεί στο 2,79 % της συνολικής επένδυσης.

Η τρίτη παράμετρος κόστους που διερευνάται είναι το περιβαλλοντικό κόστος. Στην προκειμένη περίπτωση θεωρήθηκε ότι λόγω της χρήσης πετρελαίου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ή για την μεταφορά νερού, η τιμή του καυσίμου θα έπρεπε να

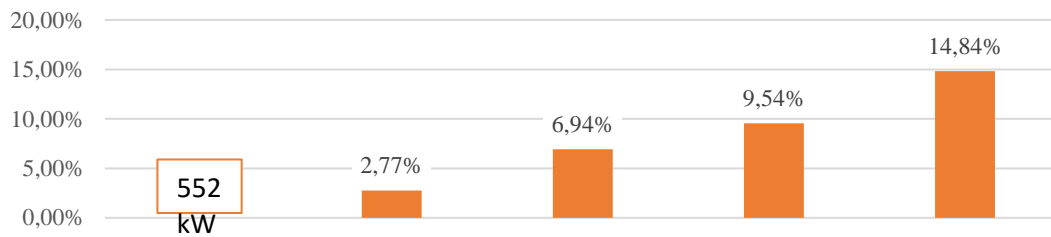
διαφοροποιείται και να συμβάλει στο περιβαλλοντικό κόστος. Αυτό συμβαίνει γιατί το πετρέλαιο κατά την καύση του παράγει εκπομπές CO₂ από 700 kg CO₂/MWh έως 900 kg CO₂/MWh, ανάλογα με την ενεργειακή απόδοση (30 % – 40 %) (Τσακαλάκης, 2003). Η τιμή εκπομπών ρύπων την παρούσα χρονική περίοδο υπολογίζεται περίπου 16 €/τόνο (*European Emission Allowances (EUA)*, 2018) έχοντας προβλέψεις για ανοδικές μελλοντικές τάσεις (Ferdinand, 2014). Συνεπώς θα πρέπει να συνυπολογίζεται η επιπρόσθετη περιβαλλοντική επιβάρυνση που δημιουργείται για οποιαδήποτε εγκατάσταση χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα. Για να εξεταστεί πώς το περιβαλλοντικό κόστος από τις εκπομπές CO₂ επιδρά στο μοντέλο εγκατάστασης της Ανάφης, προστέθηκε στην τιμή του πετρελαίου για την παραγωγή ισχύος από την γεννήτρια. Η αρχική τιμή είχε οριστεί στα 0,25 €/kW. Έτσι έγιναν 4 επιπλέον αναλύσεις, όπου συνυπολογίστηκε το κόστος εκπομπών ρύπων από 0,02 €/kW έως 0,11 €/kW. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί:

Παραμετρική Ανάλυση Κόστους (Περιβαλλοντικό Κόστος)

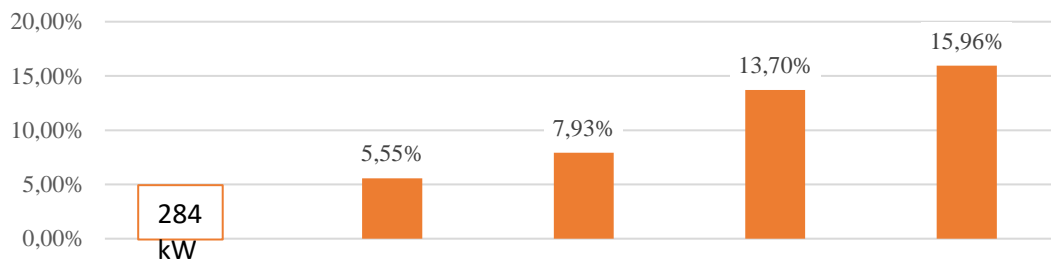
Ονομαστική Ισχύς Γεννήτριας Πετρελαίου (kW)



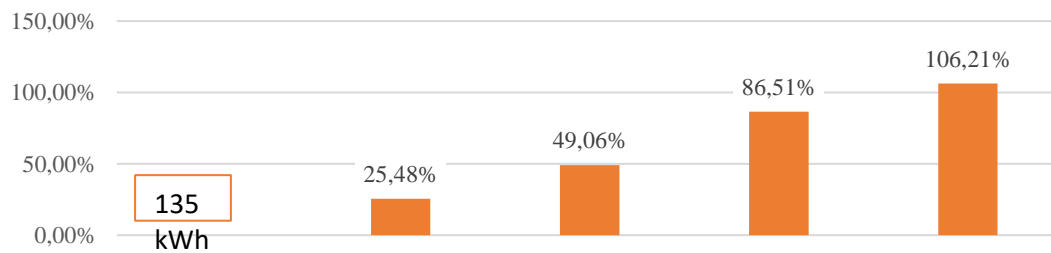
Ονομαστική Ισχύς Ανεμογεννήτριας (kW)



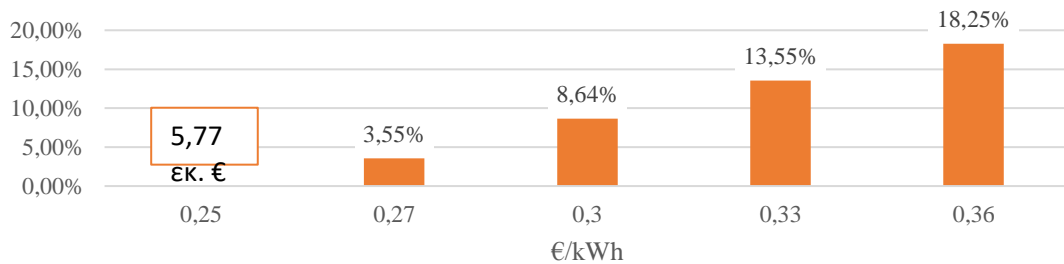
Ονομαστική Ισχύς Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης (kW)



Χωρητικότητα Μπαταριών (kWh)



Κόστος Επένδυσης (€)



Γράφημα 31 Παραμετρική Ανάλυση - Περιβαλλοντικό Κόστος

Η επιρροή του περιβαλλοντικού κόστους, στην λήψη αποφάσεων, για μια επένδυση είναι αρκετά σημαντική αφού αλλάζει συνολικά το αποδοτικότερο και οικονομικότερο μίγμα. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι μια αλλαγή από 8 % έως 44 % στο κόστος καυσίμου ανά μονάδα παραγόμενης ισχύος, μπορεί να επιφέρει αλλαγές όπως μείωση της χρήσης της γεννήτριας πετρελαίου, αύξηση ισχύος της ανεμογεννήτριας, αύξηση της ισχύος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, αύξησης χωρητικότητας μπαταριών και αύξησης του συνολικού κόστους επένδυσης για 25 χρόνια.

6. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν στα κεφάλαια της παρούσας πτυχιακής, γίνεται κατανοητό πόσο σημαντική είναι η διευθέτηση του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης του νερού, με ταυτόχρονη διατήρηση της καλής κατάστασης στα περιβαλλοντικά συστήματα. Αυτό έχει τεθεί σαν προτεραιότητα από την Ευρωπαϊκή Ένωση και με την οδηγία του 2000, για το πλαίσιο διαχείρισης των υδάτων, και με το 7ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον, στο οποίο μάλιστα προβλέπεται, ότι μέχρι το 2020, το 20% του ευρωπαϊκού προϋπολογισμού θα αφιερώνεται σε αυτό. Αυτό γίνεται γιατί το νερό αποτελεί κοινωνικό αγαθό και πολύ σημαντικό πόρο για τον άνθρωπο και για το περιβάλλον. Με αυτή την στρατηγική προσπαθεί να εναρμονιστεί και η Ελλάδα, η οποία πραγματοποιεί βήματα προς αυτή την κατεύθυνση, αν και το νομοθετικό της πλαίσιο έχει κατακερματιστεί και αναθεωρηθεί αρκετές φορές, και ταυτόχρονα έχουν περιοριστεί τα έργα υποδομών, εξαιτίας της οικονομικής κατάστασης της χώρας.

Σε ότι αφορά την σημερινή κατάσταση στα νησιά του Αιγαίου, εντοπίζονται αρκετά προβλήματα. Αυτά αφορούν εγκαταστάσεις και υποδομές που υπάρχουν αυτή την στιγμή (π.χ. απώλειες νερού λόγω παλαιότητας δικτύων), λανθασμένη διαχείρισης των υδάτων ή υπέρ-εκμετάλλευση πόρων, επιλογή προμήθειας νερού με πολύ δαπανηρό τρόπο (πλοία) και επιπτώσεων από το ίδιο το περιβάλλον (π.χ. με την κλιματική αλλαγή οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν, οι περίοδοι ξηρασίας αυξάνονται και μαζί τους και οι περίοδοι άρδευσης). Όλα αυτά έχουν αντίκτυπο στο ισοζύγιο παραγωγής – ζήτησης του νερού, με αποτέλεσμα να υπάρχουν ελλείμματα για την ύδρευση και για την άρδευση. Η κρισιμότητα της κατάστασης εντοπίζεται στο γεγονός ότι στο μέλλον το πρόβλημα αναμένεται να οξυνθεί και οι ενέργειες που γίνονται δεν είναι επαρκείς για να μπορέσουν να οδηγήσουν προς μια αειφόρο λύση. Αρκεί να σκεφτεί κανείς τον τουρισμό που έχει αυξηθεί μέχρι σήμερα κατά 20%, και συνεχίζει να αυξάνεται χρόνο με το χρόνο, την αύξηση της θερμοκρασίας, την μείωση των βροχοπτώσεων λόγω κλιματικής αλλαγής κλπ. Επίσης η δυνατότητα να πραγματοποιείται αενάως υπέρ-εκμετάλλευση πόρων, δεν νοείται, αφού κάποια στιγμή θα οδηγηθούμε σε καταστροφή υδάτινων συστημάτων. Όλα αυτά οδηγούν στο ότι πρέπει να ληφθούν αποφάσεις οι οποίες θα συμβάλλουν στην αειφορία των υδάτων.

Πιο συγκεκριμένα για τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των νησιών, το μεγαλύτερο πρόβλημα εμφανίζεται στα μεγαλύτερα νησιά γιατί σε πολλές περιπτώσεις τροφοδοτούν τα νησιά που είναι κοντά τους. Για παράδειγμα η Σάμος και η Μυτιλήνη, μαζί συγκεντρώνουν το 95,27% των ελλειμάτων όλων των νησιών του Βορείου Αιγαίου. Η Ρόδος έχει το 92,31% του ελλείματος των νησιών των Δωδεκανήσων, σε ότι αφορά την ύδρευση, και το 71,01% του ελλείματος σε ότι αφορά την άρδευση. Η Νάξος και οι υπόλοιπες μικρές Κυκλάδες, φτάνουν το 92,90% του συνόλου του ελλείματος στο νερό για αρδευτική χρήση και έχουν το 27% του συνόλου των μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού, σύμφωνα με τον μέσο όρο των τελευταίων ετών. Το Νότιο Αιγαίο αν συγκριθεί με το Βόρειο Αιγαίο έχει μεγαλύτερο πρόβλημα στην ύδρευση γιατί καταλαμβάνει το 83,65% του συνολικού ελλείματος. Όλα αυτά σε μια εποχή που οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού στο Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου ανήλθαν στα $204,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, αυξήθηκαν δηλαδή περίπου 65% από το 2014, παρουσιάζοντας οικονομικό έλλειμμα στην ύδρευση και στη βιομηχανία 18,09 %, και στην άρδευση και τη κτηνοτροφία 29,21 %.

Στην παρούσα εργασία γίνεται και αναφορά σε αρκετούς δείκτες αξιολόγησης νερού. Ορισμένοι από αυτούς επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό των πιέσεων στους υδάτινους πόρους, άλλοι αφορούν την οικονομική αξιολόγηση του και κάποιοι σχετίζονται με την αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης. Επειδή υπάρχει τεράστιος όγκος δεικτών, απαιτείται η συλλογή πληροφοριών σχετικών με των επιστημονικών κλάδων που καλείται κάποιος να αξιολογήσει. Έτσι δεν υπάρχει ένας μοναδικός δείκτης κατάλληλος για όλους τους τομείς. Με αυτή την έννοια, υπάρχει σαφής ανάγκη χρήσης διαφορετικών δεικτών σύμφωνα με τους στόχους που υφίστανται. Για να γίνει αυτό, είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος τους περιορισμούς τους. Σε κάθε περίπτωση, η συνδυασμένη χρήση των δεικτών μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Αξιοποιώντας όλα τα παραπάνω, έγινε και η παραδειγματική μελέτη περίπτωσης, στο τελευταίο κεφάλαιο, για να παρουσιαστούν τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος και να μπορεί να υπολογίζεται με σχετική ευκολία και ακρίβεια, η απαιτούμενη επένδυση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που απαρτίζουν μία εγκατάσταση εναλλακτικής μεθόδου παροχής νερού. Αυτό δίνει και την δυνατότητα ποσοτικοποίησης παραγόντων, συντελεστών και παραμέτρων που αφορούν μία εγκατάσταση, για να λαμβάνονται πιο ορθές αποφάσεις. Πιο συγκεκριμένα, η Ανάφη χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη περίπτωσης γιατί αποτελεί ένα κλασικό παράδειγμα μικρού νησιού, το οποίο παρουσιάζει δυσανάλογο έλλειμμα σε σχέση με το μέγεθός του. Για να μπορέσουν να μειωθούν οι πιέσεις που δέχονται οι πόροι του νησιού, προτείνεται η εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης σε συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα αποτελέσματα είναι ότι με μια επένδυση περίπου 5 εκατομμυρίων €, για 25 χρόνια, που περιλαμβάνει το κόστος εγκατάστασης και το κόστος λειτουργίας, δίνεται μία λύση που έχει προοπτικές αιεφορίας.

Από την στιγμή που το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, μπορεί να προσαρμοστεί πάνω στις ανάγκες οποιουδήποτε νησιού, δίνεται η δυνατότητα να βγουν συμπεράσματα και για τις παραμέτρους που συνθέτουν το τελικό κόστος. Τέτοια παράμετρος είναι το κόστος εγκατάστασης της μονάδας αφαλάτωσης, για το οποίο συμπεραίνεται ότι δεν παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στο ύψος της συνολικής επένδυσης. Αυτό προκύπτει γιατί όταν πρόκειται για 25ετής διάρκεια επένδυσης, ακόμα και αν διαφοροποιηθεί το κόστος της παραμέτρου κατά 40 %, έχει αντίκτυπο λιγότερο από 0,001% του τελικού κόστους. Αντιθέτως η παράμετρος του συντελεστή κόστους παροχής νερού, από μία μονάδα αφαλάτωσης, μπορεί να δημιουργήσει πολύ μεγαλύτερη διαφορά. Για το ίδιο εύρος τιμών δημιουργεί διαφορά μέχρι 2,8 % στην συνολική επένδυση. Σημειώνεται ότι καμία από τις δύο παραμέτρους δεν επιφέρει αλλαγές στον συνδυασμό των ενεργειακών πόρων που εγκαθίστανται. Πολύ σημαντική είναι και η παράμετρος της επιρροής του περιβαλλοντικού κόστους. Το περιβαλλοντικό κόστος εκτιμάται ότι προέρχεται και από τις εκπομπές CO₂. Έτσι μια αλλαγή μέχρι 30% στο κόστος καυσίμου ανά μονάδα παραγόμενης ισχύος, η οποία προκύπτει από τον συνυπολογισμό του κόστους που έχει η εκπομπή ενός τόνου CO₂, μπορεί να επιφέρει αλλαγές και στην διάταξη ολόκληρης της εγκατάστασης και στο τελικό κόστος επένδυσης. Αναλυτικότερα οι αλλαγές αφορούν μέχρι 13,08 % μείωση της χρήσης της γεννήτριας πετρελαίου, μέχρι 14,84 % αύξηση ισχύος της ανεμογεννήτριας, μέχρι 15,96 % αύξηση ισχύος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, έως 106,21 % αύξηση χωρητικότητας μπαταριών (σχεδόν διπλασιασμό για να μπορέσει να λειτουργήσει ορθά η εγκατάσταση), και έως 18,25 % αύξηση του συνολικού κόστους επένδυσης για τα 25 χρόνια, πάντα σύμφωνα με το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη περίπτωσης.

Πίνακας Γραφημάτων

Γράφημα 1 Κατανομή Ζήτησης Ύδατος Στα Νησιά Του Αιγαίου Ανάλογα Με Την Χρήση (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b)	14
Γράφημα 2 : Κατανομή Πληθυσμού Βορείου Αιγαίου (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)Γράφημα 3 Κατανομή Ζήτησης Ύδατος Στα Νησιά Του Αιγαίου Ανάλογα Με Την Χρήση (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017b)	14
Γράφημα 4 Πληθυσμός Νήσων Αιγαίου Ανά Έτος (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)	15
Γράφημα 5 Διανυκτερεύσεις Τουριστών Ανά Έτος (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2017).....	16
Γράφημα 6 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Ανά Έτος (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	17
Γράφημα 7 : Κατανομή Πληθυσμού Βορείου Αιγαίου (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011).....	19
Γράφημα 8 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού Βορείου Αιγαίου Σε m^3 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	22
Γράφημα 9 Έλλειμμα (m^3) Βορείου Αιγαίου (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).....	23
Γράφημα 10 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Βορείου Αιγαίου (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).....	24
Γράφημα 11 Κατανομή Πληθυσμού Περιφέρειας Δωδεκανήσων (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011).....	26
Γράφημα 12 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα (m^3) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	28
Γράφημα 13 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού Στα Δωδεκάνησα σε m^3 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	30
Γράφημα 14 Έλλειμμα νερού στα Δωδεκάνησα σε m^3 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).....	31
Γράφημα 15 Συγκεντρωτικό Διάγραμμα Δωδεκανήσων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)..	32
Γράφημα 16 Πληθυσμιακή Κατανομή Κυκλάδων (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2011)	34
Γράφημα 17 Μεταφερόμενες Ποσότητες Νερού στις Κυκλάδες Σε m^3 (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	36
Γράφημα 18 Παραγόμενες Ποσότητες Νερού στις Κυκλάδες (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).....	38
Γράφημα 19 Έλλειμμα νερού στις Κυκλάδες (m^3) (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)	39
Γράφημα 20 Συγκεντρωτικά Στοιχεία Κυκλάδων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015).....	40
Γράφημα 21 Συγκριτικά Στοιχεία Μεταξύ Βόρειου και Νότιου Αιγαίου.....	41
Γράφημα 22 Συνολική Ζήτηση Ισχύος.....	63
Γράφημα 23 Προφίλ Ζήτησης Νερού	63
Γράφημα 24 Ισχύς Γεννήτριας Πετρελαίου	65
Γράφημα 25 Ισχύς Ανεμογεννήτριας	65
Γράφημα 26 Ισχύς Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης	66
Γράφημα 27 Συνολική Παραγωγή Ισχύος	66
Γράφημα 28 Επίπεδο Στάθμης Δεξαμενής	67
Γράφημα 29 Υδατικό Ισοζύγιο	68
Γράφημα 30 Παραμετρική Ανάλυση Κόστους	69
Γράφημα 31 Παραμετρική Ανάλυση - Περιβαλλοντικό Κόστος.....	71

7. Πηγές και Βιβλιογραφία

Al-Karaghoul, A., Renne, D. and Kazmerski, L. L. (2010) 'Technical and economic assessment of photovoltaic-driven desalination systems', *Renewable Energy*. Pergamon, 35(2), pp. 323–328. doi: 10.1016/J.RENENE.2009.05.018.

Aldaya, M. M., Martínez-Santos, P. and Llamas, M. R. (2010) 'Incorporating the Water Footprint and Virtual Water into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain', *Water Resources Management*. Springer Netherlands, 24(5), pp. 941–958. doi: 10.1007/s11269-009-9480-8.

Allan, J. A. (1998) 'Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits', *Ground Water*. Wiley/Blackwell (10.1111), 36(4), pp. 545–546. doi: 10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x.

Chaves, H. M. L. and Alipaz, S. (2007) 'An Integrated Indicator Based on Basin Hydrology, Environment, Life, and Policy: The Watershed Sustainability Index', *Water Resources Management*. Kluwer Academic Publishers, 21(5), pp. 883–895. doi: 10.1007/s11269-006-9107-2.

Chung, E.-S. and Lee, K. S. (2009) 'Identification of Spatial Ranking of Hydrological Vulnerability Using Multi-Criteria Decision Making Techniques: Case Study of Korea', *Water Resources Management*. Springer Netherlands, 23(12), pp. 2395–2416. doi: 10.1007/s11269-008-9387-9.

Chung, E.-S., Park, K. and Lee, K. S. (2011) 'The relative impacts of climate change and urbanization on the hydrological response of a Korean urban watershed', *Hydrological Processes*. Wiley-Blackwell, 25(4), pp. 544–560. doi: 10.1002/hyp.7781.

EEA (2005) *The European environment - State and outlook 2005 — European Environment Agency*. Available at: https://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1 (Accessed: 18 March 2018).

EEA EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) *Implementing Water Assets Accounts in the EEA area*. Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/water-assets-accounts-report> (Accessed: 18 March 2018).

Esty C. Daniel (2005) 'Environmental Sustainability Index World Economic Forum'. Available at: http://archive.epi.yale.edu/files/2005_esi_report.pdf (Accessed: 25 March 2018).

European Commission (2000) 'ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/EK ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ'.

European Emission Allowances (EUA) (2018). Available at: <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/spot-market/european-emission-allowances#!/2018/07/13> (Accessed: 14 July 2018).

Falkenmark, M., Lundqvist, J. and Widstrand, C. (1989) 'Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches', *Natural Resources Forum*. Wiley/Blackwell (10.1111), 13(4), pp. 258–267. doi: 10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x.

Ferdinand, M. (2014) 'Scenario visualisation tool'. Available at: <https://www.ceps.eu/sites/default/files/Ferdinand.pdf> (Accessed: 15 July 2018).

Francisco Pellicer-Martínez (2013) 'La evaluación de la Huella Hídrica Gris en una Demarcación Hidrográfica'. Available at: <http://www.conama2012.conama.org/conama10/download/files/conama2014/CT2014/1896711645.pdf> (Accessed: 18 March 2018).

- Fulton, J., Cooley, H. and Gleick, P. H. (2014) 'Water Footprint Outcomes and Policy Relevance Change with Scale Considered: Evidence from California', *Water Resources Management*. Springer Netherlands, 28(11), pp. 3637–3649. doi: 10.1007/s11269-014-0692-1.
- GAMS (2018) *GAMS - Cutting Edge Modeling*. Available at: <https://www.gams.com/> (Accessed: 14 July 2018).
- Global Water Partnership (2000) 'Integrated Water Resources Management Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC) Global Water Partnership'. Available at: www.gwpforum.org (Accessed: 25 March 2018).
- Hashimoto, T., Stedinger, J. R. and Loucks, D. P. (1982) 'Reliability, resiliency, and vulnerability criteria for water resource system performance evaluation', *Water Resources Research*. Wiley-Blackwell, 18(1), pp. 14–20. doi: 10.1029/WR018i001p00014.
- Hewitson, B. C. and Crane, R. G. (2006) 'Consensus between GCM climate change projections with empirical downscaling: precipitation downscaling over South Africa', *International Journal of Climatology*. Wiley-Blackwell, 26(10), pp. 1315–1337. doi: 10.1002/joc.1314.
- Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. K. (2008) 'In Globalization of Water', in *Globalization of Water*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, p. doi: 10.1002/9780470696224.ch1.
- Hoekstra, A. Y. (2003) 'Virtual water trade Value of Water'. Available at: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf> (Accessed: 18 March 2018).
- Hoekstra, A. Y. (2009) 'Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis', *Ecological Economics*. Elsevier, 68(7), pp. 1963–1974. doi: 10.1016/J.ECOLECON.2008.06.021.
- Hooper, B. P. (2006) 'Key Performance Indicators of River Basin Organizations'. Available at: <http://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/2006-VSP-01.pdf> (Accessed: 25 March 2018).
- Jakeman, A. J. *et al.* (2005) 'Integrating knowledge for river basin management'. Available at: [http://aciarr.gov.au/files/node/694/Part 1.pdf](http://aciarr.gov.au/files/node/694/Part%201.pdf) (Accessed: 25 March 2018).
- Jesinghaus, J. (1999) *A European system of environmental pressure indices Environmental Pressure Indices Handbook*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11001713>.
- Jun, K. S. *et al.* (2011) 'Development of spatial water resources vulnerability index considering climate change impacts', *Science of The Total Environment*. Elsevier, 409(24), pp. 5228–5242. doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2011.08.027.
- Juwana, I., Muttill, N. and Perera, B. J. C. (2012) 'Indicator-based water sustainability assessment — A review', *Science of The Total Environment*. Elsevier, 438, pp. 357–371. doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2012.08.093.
- Juwana, I., Perera, B. J. C. and Muttill, N. (2010) 'A water sustainability index for West Java. Part 1: developing the conceptual framework', *Water Science & Technology*. IWA Publishing, 62(7), p. 1629. doi: 10.2166/wst.2010.452.
- Lawrence, P., Meigh, J. and Sullivan, C. (2002) 'Keele Economics Research Papers The Water Poverty Index: an International Comparison'. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.536.2948&rep=rep1&type=pdf> (Accessed: 18 March 2018).
- Liverman, D. M. *et al.* (1988) 'Global sustainability: Toward measurement', *Environmental Management*. Springer-Verlag, 12(2), pp. 133–143. doi: 10.1007/BF01873382.
- LOUCKS, D. P. (1997) 'Quantifying trends in system sustainability', *Hydrological Sciences*

- Journal*. Taylor & Francis Group , 42(4), pp. 513–530. doi: 10.1080/02626669709492051.
- Loucks, D. P. and Gladwell, J. S. (1999) ‘Sustainability Criteria for Water Resource Systems’. Available at: <http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam032/98029507.pdf> (Accessed: 25 March 2018).
- Ludwig, F., van Slobbe, E. and Cofino, W. (2014) ‘Climate change adaptation and Integrated Water Resource Management in the water sector’, *Journal of Hydrology*. Elsevier, 518, pp. 235–242. doi: 10.1016/J.JHYDROL.2013.08.010.
- Martin-Carrasco, F. *et al.* (2013) ‘Diagnosing Causes of Water Scarcity in Complex Water Resources Systems and Identifying Risk Management Actions’, *Water Resources Management*. Springer Netherlands, 27(6), pp. 1693–1705. doi: 10.1007/s11269-012-0081-6.
- Mays, L. W. (2007) *Water resources sustainability*. McGraw-Hill.
- Mays, L. W. (2011) *Water resources engineering*. John Wiley. Available at: [https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=Nh8Y3vIjXK8C&oi=fnd&pg=PR5&dq=L.W.+Mays+Water+resources+sustainability+McGraw-Hill+Professional+\(2006\)&ots=xfqwn93Pr&sig=e1vbh1uSIn7_cWlxlMIX6A-Eoc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=Nh8Y3vIjXK8C&oi=fnd&pg=PR5&dq=L.W.+Mays+Water+resources+sustainability+McGraw-Hill+Professional+(2006)&ots=xfqwn93Pr&sig=e1vbh1uSIn7_cWlxlMIX6A-Eoc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (Accessed: 25 March 2018).
- Mckee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J. (1993) ‘THE RELATIONSHIP OF DROUGHT FREQUENCY AND DURATION TO TIME SCALES’, *Eighth Conference on Applied Climatology*, pp. 17–22. Available at: http://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf (Accessed: 18 March 2018).
- Milano, M. *et al.* (2013) ‘Modeling the current and future capacity of water resources to meet water demands in the Ebro basin’, *Journal of Hydrology*. Elsevier, 500, pp. 114–126. doi: 10.1016/J.JHYDROL.2013.07.010.
- MMA (2001) *Plan Hidrológico Nacional - Planificación hidrológica - Planificación hidrológica - Agua - mapama.es*. Available at: http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/Plan_hidrologico_Nacional.aspx (Accessed: 18 March 2018).
- Nardo, M. *et al.* (2005) ‘Handbook on Constructing Composite Indicators METHODOLOGY AND USER GUIDE’. doi: 10.1787/533411815016.
- OECD (1993) ‘OECD CORE SET OF INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL PERFORMANCE REVIEWS A synthesis report by the Group on the State of the Environment ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT COMPLETE DOCUMENT AVAILABLE ON OLIS IN ITS ORIGINAL FORMAT’. Available at: <http://enrin.grida.no/htmls/armenia/soe2000/eng/oecdind.pdf> (Accessed: 18 March 2018).
- Palmer, W. C. (1968) ‘Keeping Track of Crop Moisture Conditions, Nationwide: The New Crop Moisture Index’, *Weatherwise*. Taylor & Francis Group , 21(4), pp. 156–161. doi: 10.1080/00431672.1968.9932814.
- Palmer and Wayne C (1965) ‘Meteorological Drought. Research Paper No. 45, 1965, 58 p.’ Available at: <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf> (Accessed: 18 March 2018).
- Papapostolou, C. M., Kondili, E. M. and Tzanes, G. (2018) ‘Optimisation of water supply systems in the water – energy nexus: Model development and implementation to support decision making in investment planning’.
- Pedro-Monzonís, M. *et al.* (2015) ‘A review of water scarcity and drought indexes in water

resources planning and management’, *Journal of Hydrology*. Elsevier, 527, pp. 482–493. doi: 10.1016/J.JHYDROL.2015.05.003.

Policy Research Initiative Government of Canada (2007) *Research Brief—The Canadian Water Sustainability Index / Policy Horizons Canada*. Available at: <http://www.horizons.gc.ca/en/content/research-brief---canadian-water-sustainability-index> (Accessed: 18 March 2018).

Prescott-Allen, R. (1997) ‘Barometer of Sustainability Measuring and communicating wellbeing and sustainable development’. Available at: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/54761/IDL-54761.pdf?sequence=1> (Accessed: 25 March 2018).

Raskin, P. (1997) ‘Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Problems’. Available at: <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-Report-WaterFutures-AssessmentOfLongRangePatternsAndProblems-1997.pdf> (Accessed: 18 March 2018).

Sandoval-Solis, S., McKinney, D. C. and Loucks, D. P. (2011) ‘Sustainability Index for Water Resources Planning and Management’, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 137(5), pp. 381–390. doi: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000134.

Seckler, D. *et al.* (1998) ‘World Water Demand and Supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues’. Available at: http://www.wri.org/publications/2000/01/seckler_1998_world_water_demand_and_supply_1990_to_2025_scenarios_and_issues (Accessed: 18 March 2018).

Shafer, B., A. and Dezman, I., E. (1982) ‘DEVELOPMENT OF A SURFACE WATER SUPPLY INDEX (SWSI)’. Available at: <https://westernsnowconference.org/sites/westernsnowconference.org/PDFs/1982Shafer.pdf> (Accessed: 18 March 2018).

Spangenberg, J. H. and Bonniot, O. (1998) ‘Sustainability Indicators - A Compass on the Road Towards Sustainability’. Available at: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/721/file/WP81.pdf> (Accessed: 25 March 2018).

Sullivan, C. (2002) ‘Calculating a Water Poverty Index’, *World Development*. Pergamon, 30(7), pp. 1195–1210. doi: 10.1016/S0305-750X(02)00035-9.

‘Synthesis_Water_and_Marine_Directors_Copenhagen’ (2012). Copenhagen.

The United Nations World Water Development Report (2003) ‘World Water Assessment Programme Water for People Water for Life’. Available at: www.unesco.org/water/wwap (Accessed: 25 March 2018).

Tsakiris, G. and Vangelis, H. (2005) ‘Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration’. Available at: http://www.ewra.net/ew/pdf/EW_2005_9-10_01.pdf (Accessed: 18 March 2018).

UN (2006) ‘Water: a shared responsibility; the United Nations world water development report 2, executive summary; 2006’. Available at: www.unesco.org/water/wwap (Accessed: 18 March 2018).

United Nations (2012) ‘SEEA - WATER System of Environmental-Economic Accounting for Water’. Available at: <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawaterwebversion.pdf> (Accessed: 18 March 2018).

WATECO (2003) ‘Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Economics and the environment The implementation challenge of the Water Framework Directive’. Available at: <http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/home.htm>

(Accessed: 25 March 2018).

wikipedia (2017) *Κυκλάδες - Βικιπαίδεια*. Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki/Κυκλάδες> (Accessed: 10 December 2017).

Wikipedia (2018a) *Ανάφη - Βικιπαίδεια*. Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki/Ανάφη> (Accessed: 29 June 2018).

Wikipedia (2018b) *Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου - Βικιπαίδεια*. Available at: https://el.wikipedia.org/wiki/Περιφέρεια_Βορείου_Αιγαίου (Accessed: 12 December 2017).

Zeng, Z. *et al.* (2012) ‘Assessing water footprint at river basin level: a case study for the Heihe River Basin in northwest China’, *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(8), pp. 2771–2781. doi: 10.5194/hess-16-2771-2012.

Zeng, Z., Liu, J. and Savenije, H. H. G. (2013) ‘A simple approach to assess water scarcity integrating water quantity and quality’, *Ecological Indicators*. Elsevier, 34, pp. 441–449. doi: 10.1016/J.ECOLIND.2013.06.012.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2015) ‘Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (GR14)’.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων and Υπουργείο Περιβάλλοντος & Κλιματικής Αλλαγής (2014) ‘ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ / ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ / ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ (GR14)’.

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2011) *Δημογραφικά χαρακτηριστικά*. Available at: <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM03/-> (Accessed: 10 December 2017).

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2017) *Ξενοδοχεία, κάμπινγκ και ενοικιαζόμενα καταλύματα*. Available at: <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/STO12/-> (Accessed: 10 December 2017).

Ευαγγελοπούλου, Σ. (2013) *Οικονομοτεχνική Ανάλυση και Αξιολόγηση Συστήματος Αφαλάτωσης από ΑΠΕ*. Available at: http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/8585/Evaggelopoulos_Spyridoula.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Accessed: 14 July 2018).

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (2007) ‘Φ.Ε.Κ. 54/A/8-3-2007 - Π.Δ. 51’, pp. 43–50. Available at: <http://ci.nii.ac.jp/naid/110007087422/>.

‘Ιστορία Προϊστορία και πρωτοϊστορία Κυκλάδων’ (no date). Available at: <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/kykladon/pr30hi.pdf> (Accessed: 10 December 2017).

Καραγιάννης Φώτιος (2012) ‘Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα’. Available at: <http://users.itia.ntua.gr/nikos/energy/Paragogi.pdf> (Accessed: 14 July 2018).

Τσακαλάκης, Κ. (2003) ‘Παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα και από εναλλακτικές πηγές ενέργειας’. Available at: http://www.environment-develop.ntua.gr/uploads/k_7.pdf (Accessed: 14 July 2018).

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2017a) ‘1 Η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Των Λεκανών Απορροής Ποταμών Του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΕΙ 14) Ενδιάμεση Φάση : 1 . Παραδοτέο 2 : Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων’, (ΕΙ 14).

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2017b) ‘1η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Των Λεκανών Απορροής Ποταμών Του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΕΙ 14)’.

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (2016) ‘1η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΕΛ 14)’, (ΕΙ 14).

Φραγκούδης, Φ. (2016) ‘Υδάτινοι Πόροι Βιώσιμη Διαχείριση’, pp. 1–134. Available at: <http://docplayer.gr/281436-3-ydatikoi-poroi-viosimi-diaheirisi-18.html>.

8. Παράρτημα

8.1. Ελληνική Νομοθεσία

Σύμφωνα με το (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2017a) το θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας έχει εναρμονισθεί με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ, με τις ακόλουθες νομοθετικές διατάξεις:

1. Το Νόμο 3199/09.12.2003 (ΦΕΚ280/Α/2003) για την «προστασία και διαχείριση των υδάτων -εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει. Σημειώνεται ότι οι τελευταίες τροποποιήσεις του έγιναν το 2013 με το Νόμο 4117/04.02.2013 (ΦΕΚ 29/Α/2013) «Κύρωση της από 31 Οκτωβρίου 2012 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Τροποποίηση της παρ. 16 του άρθρου 49 του Ν. 4030/2011 «Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις (Α' 249)» και το 2014 με το Νόμο 4315/24.12.2014 (ΦΕΚ 296/Α/2014) «Πράξεις εισφοράς σε γη και σε χρήμα Ρυμοτομικές απαλλοτριώσεις και άλλες διατάξεις».
2. Το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμό 51/08.03.2007 (ΦΕΚ 54/Α/2007) «Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000», κατ' εξουσιοδότηση των διατάξεων του Άρθρου 15, παράγραφος 1 του Νόμου 3199/2003, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει. Σημειώνεται ότι οι τροποποιήσεις του ΠΔ 51/2007 έγιναν με τρεις (3) Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις το 2010, 2011, 2013 [ΚΥΑ υπ' αριθμ. 51354/2641/Ε103/10 (ΦΕΚ 1909 Β/2010) περί τροποποίησης του παραρτήματος ΙΧ του ΠΔ 51/2007, ΚΥΑ υπ' αριθμ. 48416/2037/Ε.103/2011 (ΦΕΚ 2516/Β/2011) περί τροποποίησης του άρθρ. 12 του ΠΔ 51/2007, ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ.178960/16 (ΦΕΚ 1635/Β/2016) περί τροποποίησης του Παραρτήματος ΙΙΙ του ΠΔ 51/2007] και με το Ν.4117/2013(ΦΕΚ 29/Α/2013) «Κύρωση της από 31 Οκτωβρίου 2012 Πράξης Νομοθετικού Περιεχομένου «Τροποποίηση της παρ. 16 του άρθρου 49 του Ν. 4030/2011 «Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις (Α' 249)» περί τροποποίησης του άρθρ. 8 του ΠΔ 51/2007.

Κατ' εξουσιοδότηση των διατάξεων του Νόμου 3199/2003, έχουν εκδοθεί οι παρακάτω Αποφάσεις:

3. Η ΚΥΑ 47630/16.11.2005 (ΦΕΚ 1688/Β/2005) «Διάρθρωση της Διεύθυνσης Υδάτων της Περιφέρειας», με την οποία συγκροτήθηκαν οι Διευθύνσεις Υδάτων των 13 Περιφερειών της χώρας, όπως αυτή ισχύει μετά το Ν.3852/2010 (ΦΕΚ / 87/Α/2010) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» και τα κατ' εξουσιοδότηση αυτού Προεδρικά Διατάγματα περί Οργανισμών των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων της χώρας.
4. Η ΚΥΑ 49139/24.11.2005 (ΦΕΚ 1695/Β/2005), «Οργάνωση της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων», όπως αυτή αντικαταστάθηκε με την ΚΥΑ 322/21.3.2013 (ΦΕΚ Β'679) «Οργάνωση της Ειδικής

Γραμματείας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».

5. Το ΠΔ 100/2014 (ΦΕΚ 167/Α/2014) «Οργανισμός Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» το οποίο καθορίζει τους Στρατηγικούς σκοπούς της ΕΓΥ και τη διάρθρωσή της.
6. Η ΥΑ με αριθ. 26798/22.06.2005 (ΦΕΚ 895/Β/2005) «Τρόπος λειτουργίας του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων».
7. Η ΥΑ με αριθ. 34685/6.12.2005 (ΦΕΚ 1736/Β/2005) «Συγκρότηση Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει. Η πλέον πρόσφατη συγκρότηση του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων έγινε με την υπ. αριθμ. 155126/08-03-2013 ΥΑ (ΑΔΑ: ΒΕΥΤΟ-ΘΩΔ)
8. Η Απόφαση Αριθμ. Οικ. 706/16.07.2010 της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (ΦΕΚ 1383/Β/2010) «Καθορισμός των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους», σε εφαρμογή του Άρθρου 3 του ΠΔ 51/2007, όπως διορθώθηκε με το ΦΕΚ 1572/Β/2010 και τροποποιήθηκε με την υπ'αριθμ. οικ. 1300/24.12.2014 Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων (ΦΕΚ 3365/Β/2014).
9. Η ΚΥΑ 140384/19.8.2011 (ΦΕΚ 2017/Β/2011) «Ορισμός Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας των υδάτων με καθορισμό των θέσεων (σταθμών) μετρήσεων και των φορέων που υποχρεούνται στη λειτουργία τους, κατά το άρθρο 4, παράγραφος 4 του Ν.3199/2003».
10. Η ΚΥΑ 146896/2014 (ΦΕΚ 2878/Β/2014) «Κατηγορίες αδειών χρήσης και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης των υδάτων. Διαδικασία και όροι έκδοσης των αδειών, περιεχόμενο και διάρκεια ισχύος τους και άλλες συναφείς διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε όπως τροποποιήθηκε με τις ΚΥΑ οικ.101123/10.07.2015 (ΦΕΚ 1435/Β/2015) και οικ.170766/22.01.2016 (ΦΕΚ 69/Β/2016) και ισχύει, και με την οποία αντικαταστάθηκαν οι ΚΥΑ 43504/05.12.2005 (ΦΕΚ 1784/Β/2005) και ΚΥΑ 150559/10.06.2011 (ΦΕΚ 1440/Β/2011).
11. Η ΚΥΑ 135275/22.05.2017 (ΦΕΚ 1751/Β/2017) «Έγκριση γενικών κανόνων κοστολόγησης και τιμολόγησης υπηρεσιών ύδατος. Μέθοδος και διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του».
12. Η υπ'αριθμ. οικ. 412/ 08-09-2015 Απόφαση της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων με την οποία εγκρίθηκε το 1ο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΦΕΚ 2019/Β/2015).

Άμεσα συναφές με την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ είναι και το θεσμικό πλαίσιο, με το οποίο ενσωματώθηκε, στο Εθνικό δίκαιο, η ενωσιακή νομοθεσία για την προστασία των υδάτων, όπως ορίζεται στο Παράρτημα VI της Οδηγίας (Μέρος Α) και τυχόν άλλες διατάξεις του εθνικού δικαίου, που σχετίζονται με θέματα προστασίας και διαχείρισης υδατικών πόρων:

- i. Η ΚΥΑ 8600/416/Ε103/23.02.2009 (ΦΕΚ 356/Β/2009) σχετικά με την «ποιότητα και μέτρα διαχείρισης των υδάτων κολύμβησης, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/7/ΕΚ “σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ” όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το άρθρο 18 της ΚΥΑ 145116/8.3.2011 «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β/2011).

- ii. Η υπ' αριθμ. Υ2/2600/21.06.2001 (ΦΕΚ 892/Β/2001) απόφαση σχετικά «με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» με την οποία ενσωματώθηκε η Οδηγία 98/83/ΕΚ για το πόσιμο νερό, όπως τροποποιήθηκε από τις ΥΑ Δ.ΥΓ2/5932/2006, (ΦΕΚ 141/Β/2006), ΥΑ ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ 38295/2007 (ΦΕΚ 630/Β/2007) και ΥΑ Π/112/1057/2016/2016 (ΦΕΚ 241/Β/2016).
- iii. Η ΚΥΑ 172058/2016, (ΦΕΚ 354/Β/2016) «Καθορισμός κανόνων, μέτρων και όρων για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης σε εγκαταστάσεις ή μονάδες, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2012/18/ΕΕ «για την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετιζομένων με επικίνδυνες ουσίες και για την τροποποίηση και στη συνέχεια την κατάργηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Ιουλίου 2012. Αντικατάσταση της υπ' αριθ. 12044/613/2007 (376/Β/2007), όπως διορθώθηκε (ΦΕΚ 2259/Β/2007)».
- iv. Ο Ν.1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α/1986) με τον οποίο ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο η Οδηγία 85/337/ΕΟΚ «για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον» και η μεταγενέστερη σχετική διάταξη Ν.3010/2002 (ΦΕΚ Α' 91) «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΚ και 96/61/ΕΚ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις» για την ενσωμάτωση της οδηγίας 97/11/ΕΚ “περί τροποποίησης της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον” αλλά και της οδηγίας 96/61/ΕΚ “σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης”.
- v. Ο Ν.4258/14.04.2014 (ΦΕΚ 94/Α/2014) για την «Διαδικασία Οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα – ρυθμίσεις Πολεοδομικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις» και εκδόθηκε η ΚΥΑ 140055/2017 με «Διαδικασία Οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα – ρυθμίσεις Πολεοδομικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Β' 428).
- vi. Η ΚΥΑ 80568/4225/05.07.1991 (ΦΕΚ 641/Β/1991) «Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων» για την εναρμόνιση με τις διατάξεις της υπ' αριθμ. 86/278/ΕΟΚ οδηγίας “σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία”.
- vii. Η ΚΥΑ 5673/400/05.03.1997 (ΦΕΚ 192/Β/1997) «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» και οι τροποποιητικές αυτής αποφάσεις ΥΑ 19661/1982/2.8.1999 (ΦΕΚ 1811/Β/1999) και ΥΑ 48392/939/28.3.2002 (ΦΕΚ 405/Β/2002), σχετικά με την εναρμόνιση του εθνικού δικαίου με τις διατάξεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ “για την επεξεργασία αστικών λυμάτων” και την τροποποιητική αυτής Οδηγία 98/15/ΕΚ.
- viii. Η ΚΥΑ 16190/1335/19.05.1997 (ΦΕΚ 519/Β/1997) «Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης» για την εναρμόνιση με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ “για την προστασία από τη νιτρορύπανση”.
- ix. Η Υ.Α. οικ. 19652/1906/1999 (ΦΕΚ 1575/Β/1999) «Προσδιορισμός των νερών που υφίστανται νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης – Κατάλογος ευπρόσβλητων ζωνών, σύμφωνα με τις παραγράφους 1 και 2 αντίστοιχα του άρθρου 4 της υπ' αριθμ. 16190/1335/1997 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης» (Β 519). Τροποποίηση των άρθρων 3, 4, 5 και 8 της απόφασης αυτής». όπως τροποποιήθηκε με την ΥΑ 20419/2522/2001 (ΦΕΚ 1212/Β/2001), την ΥΑ 24838/1400/Ε103/2008 (ΦΕΚ

- 1132/B/2008), την ΥΑ 106253/2010 (ΦΕΚ 1843/B/2010), την ΥΑ 190126/2013 (ΦΕΚ 983/B/2013), την ΥΑ 147070/2014 (ΦΕΚ 3224/B/2014) και ισχύει.
- x. Ο Ν. 4036/27.01.2012 (ΦΕΚ 8/A/2012) «Διάθεση γεωργικών φαρμάκων στην αγορά, ορθολογική χρήση αυτών και συναφείς διατάξεις» για την έγκριση και έλεγχο φυτοπροστατευτικών προϊόντων, προς εφαρμογή των Κ 1107/2009, Κ 396/2005 και της Οδηγίας 2009/128/ΕΚ, σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά και την κατάργηση των οδηγιών 79/117/ΕΟΚ και 91/414/ΕΟΚ του Συμβουλίου όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.
- xi. Η ΥΑ 1420/82031/2015 (ΦΕΚ 1709/B/2015) «Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης» όπως τροποποιήθηκε από την ΥΑ 2001/118518/2015, (ΦΕΚ 2359/B/2015) «Τροποποίηση της αριθ. 1420/82031 (ΦΕΚ 1709/B/2015) απόφασης του Αναπληρωτή Υπουργού Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος και Ενέργειας «Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης»
- xii. Η ΚΥΑ Η.Π. 37338/1807/Ε103/1.9.2010 (ΦΕΚ 1495/B/2010) «Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση της άγριας ορνιθοπανίδας και των οικοτόπων/ενδιαιτημάτων της, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ “Περί διατηρήσεως των άγριων πτηνών”, του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 2ας Απριλίου 1979, όπως κωδικοποιήθηκε με την οδηγία 2009/147/ΕΚ» και η τροποποιητική αυτής ΚΥΑ Η.Π. 8353/276/Ε103/2012 (ΦΕΚ 415/B/2012).
- xiii. Η ΚΥΑ 33318/3028/11.12.1998 (ΦΕΚ 1289/B/1998) «καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων (ενδιαιτημάτων) καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» και την τροποποίηση αυτής ΚΥΑ ΗΠ 14849/853/Ε103/2008 (ΦΕΚ 645/B/2008) σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ “για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας”.

καθώς και οι διατάξεις που αναφέρονται σε μεταγενέστερες ή θυγατρικές Οδηγίες που συμπληρώνουν την Οδηγία 2000/60/ΕΚ:

- α. Η ΚΥΑ 39626/2208/Ε130/25.9.2009 (ΦΕΚ 2075/B/2009), σχετικά με τον καθορισμό μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών από τη ρύπανση και την υποβάθμιση, με την οποία ενσωματώθηκε η Θυγατρική Οδηγία 2006/118/ΕΚ σχετικά με «την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση», κατ' εφαρμογή των διατάξεων του Άρθρου 17 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε από την Υ.Α. 182314/1241/2016, (ΦΕΚ 2888/B/2016).
- β. Η ΥΑ Η.Π. 51354/2641/Ε103/24.11.2010 (ΦΕΚ 1909/B/2010) «Καθορισμός Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2008/105/ ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2008 "σχετικά με Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και σχετικά με την τροποποίηση και μετέπειτα κατάργηση των οδηγιών του Συμβουλίου 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ ΕΟΚ και 86/280/ΕΟΚ και την τροποποίηση της οδηγίας 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου", καθώς και για τις συγκεντρώσεις ειδικών ρύπων στα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα και άλλες

- διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε από την ΚΥΑ οικ.170766/2016 (ΦΕΚ 69/Β/2016), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2013/39/ΕΚ και ισχύει
- γ. Η ΚΥΑ 38317/1621/Ε103/6.9.2011 (ΦΕΚ 1977/Β/2011) «Τεχνικές προδιαγραφές και ελάχιστα κριτήρια επιδόσεων των αναλυτικών μεθόδων για τη χημική ανάλυση και παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2009/90/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 31^{ης} Ιουλίου 2009 «για τη θέσπιση τεχνικών προδιαγραφών για τη χημική ανάλυση και παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων, σύμφωνα με την οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου».
- δ. Η ΥΑ 1811/22.12.2011 του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ 3322/Β/2011) «Ορισμός ανώτερων αποδεκτών τιμών για τη συγκέντρωση συγκεκριμένων ρύπων, ομάδων ρύπων ή δεικτών ρύπανσης σε υπόγεια ύδατα, σε εφαρμογή της παραγράφου 2 του Άρθρου 3 της υπ' αριθμ.: 39626/2208/Ε130/2009 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 2075)».
- ε. Η ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β/2011) «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις», όπως έχει τροποποιηθεί από την ΚΥΑ οικ.191002/2013 (ΦΕΚ 2220/Β/2013) και ισχύει.