



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WEAP: Η
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΑΞΟΥ, ΚΥΚΛΑΔΕΣ**

υπό

ΜΙΚΕ ΣΟΦΙΑ – ΝΤΟΙ ΜΑΡΚΕΛΓΙΑΝ



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού.

ΒΟΛΟΣ 2022



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Diploma Thesis

**RIVER BASIN MANAGEMENT PLAN AND INTEGRATED WATER
RESOURCES MANAGEMENT USING WEAP SOFTWARE: THE CASE OF THE
NAXOS BASIN, CYCLADES**

MIKE SOFIA - NTOI MARKELGIAN



Submitted to fulfill part of requirements for
acquisition of Diploma in
Civil Engineering

VOLOS 2022

© 2022 Μικέ Σοφία & Ντόι Μαρκελγιάν

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Νικήτας Μυλόπουλος
Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Λάμπρος Βασιλειάδης
Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Αθανάσιος Λουκάς
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων
Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς την αρωγή και την υποστήριξη ορισμένων σημαντικών ανθρώπων που είχαν καταλυτικό ρόλο στην επίτευξή της. Πρώτα και κύρια, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή της μελέτης αυτής, κ. Νικήτα Μυλόπουλο, Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Βόλου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που μας εμπιστεύτηκε και μας ανέθεσε την εργασία σχετικά με την διαχείριση των υδατικών πόρων της Νήσου Νάξου. Στην συνέχεια, ευχαριστούμε θερμά την υποψήφια διδάκτορα Αικατερίνη Λύρα καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα Γεώργιο Τζιάτζιο για τις στοχευμένες παρατηρήσεις τους, την συνολική βοήθεια και την άψογη συνεργασία όλο αυτό το διάστημα διεκπεραίωσης της έρευνας. Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαιτέρως τον κ. Ηλία Νόκα – Ζωγράφο, Γεωλόγο και Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Υδάτων Νοτίου Αιγαίου της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αιγαίου μιας και η συμβολή του κρίθηκε υψίστης σημασίας σε ότι αφορά την συλλογή δεδομένων και παροχής της μελέτης στην οποία και ο ίδιος συμμετείχε, με θέμα: « Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου, Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Τεύχος 25: Νήσος Νάξος, 2005». Σε πιο προσωπικό επίπεδο οφείλουμε επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην φίλη μας Φάλια Κορρέ για την συμπαράσταση και βοήθεια της κατά την διάρκεια της εργασίας. Τέλος, βασικότεροι πυλώνες στήριξης και κατά την διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων και κυρίως κατά το τελικό βήμα για την αποφοίτηση μας, στάθηκαν η οικογένεια, οι φίλοι και οι κοντινοί μας άνθρωποι, με συνέπεια η παρούσα διπλωματική εργασία να αφιερώνεται σε αυτούς.

Μαρκελιάν & Σοφία
Βόλος, 2022

**ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ WEAP: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΑΞΟΥ,
ΚΥΚΛΑΔΕΣ**

Μικέ Σοφία – Ντόι Μαρκελιάν
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2022

Επιβλέπων Καθηγητής: Μυλόπουλος Νικήτας

Περίληψη

Στόχοι της παρούσας εργασίας είναι, η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης σχετικά με την διαχείριση των υδατικών πόρων της Νήσου Νάξου, η διεξαγωγή υποθετικών σεναρίων για προβλεπόμενες εκτιμήσεις και η εύρεση εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης εάν αυτό κριθεί αναγκαίο, μέσω του λογισμικού προγράμματος WEAP. Αρχικά, με βάση την μελέτη «Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου» εκπονημένη από την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου για την περίοδο 1986-2001, μελετήθηκε εκ νέου η υπό έρευνα περιοχή για την ίδια χρονική περίοδο και η έρευνα επεκτάθηκε έως το 2021.

Μετά από μία εισαγωγή στο ζήτημα του νερού και στην αναγκαιότητα του θέματος της διαχείρισής του, περιγράφησαν τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης με έμφαση σε εκείνα που αφορούν στον υδρολογικό τομέα, όπως για παράδειγμα έργα ταμίευσης, υπόγεια ύδατα κ.λπ. Στη συνέχεια, γίνεται διεξοδική αναφορά στην μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την συλλογή και επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων, με σκοπό τη δημιουργία χρονοσειρών, οι οποίες και εισήχθησαν στο λειτουργικό πρόγραμμα WEAP. Το ομώνυμο πρόγραμμα κρίθηκε καταλληλότερο όσον αφορά στην συγκεκριμένη περιοχή μελέτης και στα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν γι' αυτήν με σκοπό πρώτον την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασής της και δεύτερον τη διεξαγωγή υποθετικών μελλοντικών σεναρίων πρόβλεψης

των υδατικών αναγκών της . Σε πρώτο επίπεδο, σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση, μέσω του προγράμματος εξήχθησαν κάποια συμπεράσματα που αφορούν στο υδατικό ισοζύγιο του νησιού, τα οποία αντιπαραβλήθηκαν με τα αντίστοιχα της έρευνας της περιφέρειας. Σε δεύτερο επίπεδο, αναπτύχθηκαν τα σενάρια ,τα οποία είχαν να κάνουν με αυξημένες υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες, είτε λόγω της πανδημίας του κορονοϊού και της αύξησης του τουριστικού κύματος, είτε λόγω της αύξησης των εκτάσεων των καλλιεργειών καθώς και σενάρια που αφορούσαν σε μετεωρολογικές συνθήκες και πιο συγκεκριμένα σε συνθήκες ξηρασίας.

Τέλος, με βάση τα παραπάνω, αναπτύσσονται τα συμπεράσματα καθώς και προτάσεις εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης, όπως για παράδειγμα η δημιουργία επιπλέον έργων ταμείωσης, η εδραίωση μονάδας αφαλάτωσης για την μόνιμη αντιμετώπιση των ελλειμματικών υδατικών ισοζυγίων που παρουσιάστηκαν και η ευρεία ενημέρωση των πολιτών και των αρμόδιων φορέων για την κρίση του νερού σε παγκόσμια κλίμακα, την σημαντικότητα του ζητήματος της διαχείρισής του και τις απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να υιοθετηθούν για αναχαίτηση του προβλήματος.

Λέξεις - Κλειδιά: Νήσος Νάξος, Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Σενάρια, WEAP,

Abstract

The aims of the present study are to analyze the current situation regarding the management of water resources of Naxos Island, to conduct hypothetical scenarios for predicted assessments and to find innovative ways of management, if necessary, through the WEAP software program. Initially, based on the study "Development of Water Resources Management Systems and Tools of the Aegean Islands Water Resources Management Area" conducted by the South Aegean Region for the period 1986-2001, the area under investigation was re-studied for the same period of time and the study was extended until 2021.

After an introduction to the issue of water and the necessity of water management, the characteristics of the study area were described, with emphasis on those related to the hydrological sector, such as for example impoundment projects, groundwater, etc. Afterwards, a detailed reference is made to the methodology followed for the collection and processing of the primary data, in order to create time series, which were imported into the WEAP operating program. The homonymous programme was considered the most appropriate for the specific study area and the data collected according to it, firstly to analyze its current situation and secondly to carry out hypothetical future scenarios to predict its water needs. At first level, regarding the current situation, the project drew some conclusions regarding the water balance of the island, which were compared with the regional survey. At second level, scenarios were developed that had to do with increased water supply and irrigation needs, either due to the coronavirus pandemic and the increase in the tourist wave, or due to the increase in the area of crops, as well as scenarios related to meteorological conditions, and more specifically to drought conditions.

Finally, based on the above, the conclusions are developed as well as proposals for enacting management methods, such as the creation of additional impoundment projects, the establishment of a desalination unit for permanent solution of the water balance deficits that were presented and the broad information of citizens and relevant bodies on the global water crisis, the importance of the issue of water management and the necessary actions to be taken for stopping the expansion of the problem.

Key words: Naxos Island, Water Resources Management, Scenarios, WEAP.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1 Σημασία του νερού για τον πλανήτη	1
1.2 Αποθέματα νερού και Υδρολογικός Κύκλος	1
1.3 Λειψυδρία	2
1.4 Κρίση νερού στον Κόσμο	4
1.4.1 Κρίση νερού στην Ελλάδα	5
1.4.2 Κρίση νερού στα νησιά του Αιγαίου	7
1.5 Διαχείριση Υδατικών Πόρων	9
1.6 Αναγκαιότητα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων – Λήψη Αποφάσεων	10
Κεφάλαιο 2 Περιοχή Μελέτης	11
2.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά Στοιχεία	11
2.2 Ιστορική Αναδρομή	15
2.3 Πληθυσμιακά Στοιχεία	17
2.4 Τουρισμός	19
2.5 Κλίμα	21
2.6 Φυσικό περιβάλλον	24
2.7 Γεωλογία	26
2.8 Υδρογεωλογία	29
2.9 Υδρολογία	33
2.9.1 Ήδη υπάρχοντα έργα ταμίευσης	38
2.9.2 Φράγματα ανάσχεσης: Η περίπτωση της Απειράνθου της Νάξου	42
Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία	46
3.1 Συλλογή δεδομένων – Εκτίμηση παραμέτρων	46
3.2 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης κ' μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας	46
3.2.1 Εισαγωγή	46
3.2.2 Μέθοδος Βροχοβαθμίδας	47
3.2.3 Μέθοδος θερμοβαθμίδας	53
3.3 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής	57
3.3.1 Μέθοδος Thornthwaite	57
3.4 Υδρευτικές Ανάγκες	60

3.4.1	Χρονική περίοδος 1985-2001	60
3.4.2	Χρονική περίοδος 2001-2021	63
3.5	Βιομηχανικές Ανάγκες	69
3.6	Κτηνοτροφικές Ανάγκες	72
3.6.1	Χρονική περίοδος 1985-2001	72
3.6.2	Χρονική περίοδος 2001-2021	73
3.7	Αρδευτικές Ανάγκες	77
3.7.1	Χρονική περίοδος 1985-2001	77
3.7.2	Χρονική περίοδος 2001-2021	80
	Κεφάλαιο 4 Λογισμικό πρόγραμμα WEAP	84
4.1	Το μοντέλο WEAP	84
4.1.1	Ανάπτυξη και εφαρμογή του μοντέλου	84
4.1.2	Δομή του μοντέλου	85
4.2	Εφαρμογή WEAP στην ευρύτερη περιοχή της Νήσου Νάξου	89
4.2.1	Καθορισμός γενικών παραμέτρων	89
4.2.2	Δημιουργία Λεκανών Απορροής (Catchment)	90
4.2.3	Δημιουργία Ρεμάτων (River)	93
4.2.4	Δημιουργία κόμβων προσφοράς (Groundwater)	95
4.2.5	Δημιουργία κόμβων ταμιευτήρων (Reservoir)	98
4.2.6	Δημιουργία Κόμβων ζήτησης (Demand Site)	104
4.2.7	Σύνδεσμοι επιφανειακής απορροής και κατεΐσδυσης (Runoff /Infiltration)	107
4.2.8	Σύνδεσμοι μεταφοράς (Transmission link)	112
	Κεφάλαιο 5 Αποτελέσματα	115
5.1	Γενικά	115
5.2	Αποτελέσματα μοντέλου WEAP	115
5.2.1	Έλλειμμα κόμβων ύδρευσης και άρδευσης (Unmet Demand)	115
5.2.2	Ποσοστό Κάλυψης των Αναγκών (Coverage)	120
5.2.3	Αποθηκευτικότητα (Storage)	121
5.3	Σύγκριση μοντέλων για την περίοδο 1985-2001	123
	Κεφάλαιο 6 Διαμόρφωση και Αποτίμηση Σεναρίων	128
6.1	Εισαγωγή	128
6.2	Σενάριο 1° : Κορονοϊός (Covid-19)	128
6.3	Σενάριο 2° : Αύξηση Τουρισμού	131

6.4	Σενάριο 3°: Συνδυαστικό Σενάριο: Covid-19 & Αύξηση Τουρισμού	134
6.5	Σενάριο 4° : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών	137
6.6	Σενάριο 5° : Ξηρασία	141
6.7	Σενάριο 6°: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία	145
6.8	Σενάριο 7°: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία	148
6.9	Σενάριο 8° : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία	151
6.10	Σύγκριση Σεναρίων	156
	Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και Προτάσεις	157
	Βιβλιογραφία	160

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2-1 Δημοτικά διαμερίσματα Νήσου Νάξου (Δήμου Νάξου κ Μικρών Κυκλάδων)..	12
Πίνακας 2-2 Πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές της Νήσου Νάξου. Πηγή: Προσχέδιο τελικής Έκθεσης -Δίκτυο Αειφόρων Νήσων.....	14
Πίνακας 2-3 Πληθυσμιακή μεταβολή της Νήσου Νάξου. Πηγή: (https://www.statistics.gr/)	18
Πίνακας 2-4 Αεροπορικές αφίξεις στο νησί της Νάξου κατά τα έτη 2007-2017. Πηγή: ΥΠΕΝ 2019 & Ζουμπουρλή 2019.....	20
Πίνακας 2-5 Αφίξεις στο λιμάνι της Νάξου κατά τα έτη 2012-2018. Πηγή: Naxostimes, 2018	21
Πίνακας 2-6 Συντεταγμένες Μετεωρολογικών Σταθμών Νάξου.....	22
Πίνακας 2-7 Προστατευόμενες περιοχές Νάξου (Natura 2000). Πηγή: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Φιλότης Τράπεζα στοιχείων για την ελληνική φύση.....	25
Πίνακας 2-8 Υδρογεωλογικές Λεκάνες Νάξου Πηγή: Νομός Κυκλάδων, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.	32
Πίνακας 2-9 Λεκάνες Απορροής Νήσου Νάξου. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.	36
Πίνακας 2-10 Χαρακτηριστικά υδρογραφικού δικτύου Νάξου. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.....	37
Πίνακας 2-11 Περιγραφή έργων ταμίευσης ύδατος. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.....	42
Πίνακας 3-1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί Νήσου Νάξου.....	48
Πίνακας 3-2 Μέσο Υψόμετρων Λεκανών Απορροής Νήσου Νάξου.....	50
Πίνακας 3-3 Απογραφή μόνιμου πληθυσμού Νήσου Νάξου (1981,1991,2001). (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)	60
Πίνακας 3-4 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών ανά κάτοικο (Μόνιμος πληθυσμός).....	61
Πίνακας 3-5 Ποσοστά τροποποίησης υδατικών αναγκών με βάση την εποχή. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	61
Πίνακας 3-6 Διανυκτερεύσεις εποχικού πληθυσμού για την χρονική περίοδο 1986-2001. (Πηγή: ΕΣΥΕ)	62

Πίνακας 3-7 Υπολογισμός γηγενή τουρισμού σε κάθε Δημοτική Κοινότητα. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου Νήσος Νάξος, 2005.	63
Πίνακας 3-8 Υδρευτικές Ανάγκες, Χρονική Περίοδος 1985-2001.....	63
Πίνακας 3-9 Απογραφή μόνιμου πληθυσμού Νήσου Νάξου (2001,2011). (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) ..	64
Πίνακας 3-10 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών ανά κάτοικο (Μόνιμος πληθυσμός) 2001-2021.	64
Πίνακας 3-11 Αριθμός κλινών την χρονική περίοδο 2005-2020. (Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)	65
Πίνακας 3-12 Ποσοστό πληρότητας κλινών Νήσου Νάξου. (Πηγή ΕΛΣΤΑΤ).....	66
Πίνακας 3-13 Διανυκτερεύσεις εποχικού πληθυσμού 2005-2021. (Πηγή ΕΛΣΤΑΤ).....	67
Πίνακας 3-14 Υδατικές Ανάγκες για βιομηχανική χρήση. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	70
Πίνακας 3-15 Αριθμός ζώων ανά Δημοτική Κοινότητα (1985-2001) Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	72
Πίνακας 3-16 Αριθμός ζώων ανά Δημοτική Κοινότητα (2001-2021). (Πηγή ΕΣΥΕ)	73
Πίνακας 3-17 Τιμές εποχιακού φυτικού συντελεστή Κ (σχέση Blaney–Criddle). (Α. Λουκάς & Λ. Βασιλειάδης)	78
Πίνακας 3-18 Κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) καλλιεργειών ανά Δημοτική Κοινότητα 1985-2001. (Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.)	79
Πίνακας 3-19 Ετήσιες ανάγκες νερού ανά είδος καλλιέργειας.	80
Πίνακας 3-20 Κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) καλλιεργειών ανά Δημοτική Κοινότητα 2001-2021. (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ).....	80
Πίνακας 4-1 Ονοματολογία κόμβων catchment στο WEAP.	93
Πίνακας 4-2 Ονοματολογία ρεμάτων στο WEAP.	94
Πίνακας 4-3 Ονοματολογία κόμβων προσφοράς στο WEAP. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	96
Πίνακας 4-4 Χαρακτηριστικά κόμβων υπόγειων υδάτων. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	98
Πίνακας 4-5 Χαρακτηριστικά κόμβων ταμιευτήρων. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	100

Πίνακας 4-6 Περιγραφή Κόμβων Ζήτητης. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.....	105
Πίνακας 4-7 Υδατικό Ισοζύγιο ανά λεκάνη απορροής. Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.	107
Πίνακας 4-8 Ποσοστά κατείδυσης και επιφανειακής απορροής.	108
Πίνακας 4-9 Σχηματοποίηση κατανομής επιφανειακής απορροής και κατείδυσης.	109
Πίνακας 4-10 Σχηματοποίηση και κατανομή προσφοράς και ζήτησης.....	112
Πίνακας 5-1 Ετήσιο Έλλειμμα Κόμβων Ζήτησης (m ³)	118
Πίνακας 5-2 Μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης αναγκών κόμβων ζήτησης.	120
Πίνακας 5-3 Μέσες μηνιαίες τιμές Αποθηκευτικότητας υπόγειων υδροφορέων (m ³)	122
Πίνακας 5-4 Μέσες μηνιαίες τιμές Αποθηκευτικότητας ταμιευτήρων (m ³).	123
Πίνακας 5-5 Ελλειμματικά Ισοζύγια.....	126
Πίνακας 6-1 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1 ^ο : Covid-19).....	130
Πίνακας 6-2 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 1 ^ο : Covid-19).	131
Πίνακας 6-3 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2 ^ο :Αύξηση Τουρισμού).....	133
Πίνακας 6-4 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 2 ^ο : Αύξηση Τουρισμού).	134
Πίνακας 6-5 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).136	
Πίνακας 6-6 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 3 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).	137
Πίνακας 6-7 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 4 ^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).	139
Πίνακας 6-8 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 4 ^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).	141
Πίνακας 6-9 Ετήσια Ελλείμματα όλων των Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).....	143
Πίνακας 6-10 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).....	145
Πίνακας 6-11 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).	147
Πίνακας 6-12 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 6 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).	147

Πίνακας 6-13 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 7 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).	150
Πίνακας 6-14 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 7 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).	151
Πίνακας 6-15 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 8 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).	154
Πίνακας 6-16 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 8 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).	155

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1 Παγκόσμιος χάρτης φυσικής και οικονομικής λειψυδρίας. (Πηγή: World Water Assessment Programme (WWAP), March 2012)	4
Εικόνα 1-2 Το φράγμα Treewaterskloof του Κέιπ Τάουν, χωρητικότητας 480 εκατ. Κυβικών μέτρων, σε μεγάλο βαθμό άδειο.	5
Εικόνα 1-3 Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας.	6
Εικόνα 2-1 Νησιωτικό Σύμπλεγμα Κυκλάδων.....	11
Εικόνα 2-2 Χάρτης Δημοτικών Κοινοτήτων Νάξου.	13
Εικόνα 2-3 Ανάγλυφο της Νήσου Νάξου.	15
Εικόνα 2-4 Χάρτης κατανομής του μόνιμου πληθυσμού ανά Τοπική Κοινότητα.	19
Εικόνα 2-5 Χάρτης Μετεωρολογικών Σταθμών Νάξου.....	23
Εικόνα 2-6 Περιοχή Natura 2000 Κεντρική και Νότια Νάξου.....	25
Εικόνα 2-7 Γεωλογικός Χάρτης Νήσου Νάξου (Mathhews, Mattley, & Baker, 2002).	27
Εικόνα 2-8 Αποθήκη φόρτωσης Σμύριδας, Μουτσούνα Νάξου. Πηγή: Φίλιππος Μανωλάς, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων.	28
Εικόνα 2-9 «Κρυσταλλίνα Νάξου» στην περιοχή Κινίδαρος. Πηγή: (https://stonenews.eu/)	29
Εικόνα 2-10 Χάρτης Υδρογεωλογικών Ενοτήτων Νάξου.	33
Εικόνα 2-11 Χάρτης Λεκανών Απορροής Νάξου.....	35
Εικόνα 2-12 Λιμνοδεξαμενή Εγγαρών, Ιανουάριος 2022. Πηγή: Ιδία λήψη φωτογραφίας..	39
Εικόνα 2-13 Φράγμα Φανερωμένης, Ιανουάριος 2022. Πηγή: Ιδία λήψη φωτογραφίας	40
Εικόνα 2-14 Χάρτης έργων ταμίευσης νήσου Νάξου.	41

Εικόνα 2-15 Κατασκευή μικρών φραγμάτων, Απείρανθος Νάξου 1987.	45
Εικόνα 3-1 Χάρτης Μέσης ετήσιας βροχόπτωσης λεκανών απορροής νήσου Νάξου.	52
Εικόνα 3-2 Χάρτης μέσης ετήσιας θερμοκρασίας λεκανών απορροής νήσου Νάξου.	56
Εικόνα 3-3 Χάρτης μέσης ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής λεκανών απορροής νήσου Νάξου.	59
Εικόνα 3-4 Χάρτης κατανομής των μέσων ετήσιων υδρευτικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.	68
Εικόνα 3-5 Μερίδιο παραγωγικών κλάδων στη συνολική βιομηχανική – βιοτεχνική κατανάλωση νερού.	70
Εικόνα 3-6 Χάρτης κατανομής μέσων ετήσιων βιομηχανικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.	71
Εικόνα 3-7 Χάρτης κατανομής των ζώων ανά Τοπική Κοινότητα.	74
Εικόνα 3-8 Χάρτης κατανομής μέσων ετήσιων κτηνοτροφικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.	76
Εικόνα 3-9 Χάρτης κατανομής των εκτάσεων των καλλιεργειών ανά Τοπική Κοινότητα.	81
Εικόνα 3-10 Χάρτης κατανομής μέσων ετήσιων αρδευτικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.	83
Εικόνα 4-1 Περιβάλλον του μοντέλου WEAP.	86
Εικόνα 4-2 Δεδομένα του μοντέλου WEAP.	87
Εικόνα 4-3 Αποτελέσματα του μοντέλου WEAP.	87
Εικόνα 4-4 Περιληπτική Σύνοψη του μοντέλου WEAP.	88
Εικόνα 4-5 Σημειώσεις του μοντέλου WEAP.	88
Εικόνα 4-6 Χάρτης ορίων περιοχής μελέτης.	89
Εικόνα 4-7 Καθορισμός υφιστάμενης χρονιάς.	90
Εικόνα 4-8 Κόμβοι catchment.	92
Εικόνα 4-9 Υδρογραφικό δίκτυο.	95
Εικόνα 4-10 Κόμβοι υπόγειων υδάτων.	97
Εικόνα 4-11 Κόμβοι ταμιευτήρων (Reservoir).	99
Εικόνα 4-12 Κόμβοι ζήτησης (Demand site).	106
Εικόνα 4-13 Σύνδεσμοι επιφανειακής απορροής και κατείδυσης.	111

Εικόνα 4-14 Ολοκληρωμένη Σχηματοποίηση (Schematic view).....	114
--	-----

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2-1 Πληθυσμιακή κατανομή της Νήσου Νάξου.	18
Διάγραμμα 3-1 Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση 8 Μετεωρολογικών Σταθμών Νήσου Νάξου...	48
Διάγραμμα 3-2 Εξίσωση Γενικής βροχοβαθμίδας	49
Διάγραμμα 3-3 Μέσες Μηνιαίες Βροχοπτώσεις ανά Λεκάνη Απορροής, Δυτικό Τμήμα Νήσου.	50
Διάγραμμα 3-4 Μέσες Μηνιαίες Βροχοπτώσεις ανά Λεκάνη Απορροής, Ανατολικό Τμήμα Νήσου.....	51
Διάγραμμα 3-5 Ετήσια Βροχόπτωση Νήσου Νάξου.	51
Διάγραμμα 3-6 Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μετεωρολογικών σταθμών Νάξου.	54
Διάγραμμα 3-7 Εξίσωση γενικής θερμοβαθμίδας	54
Διάγραμμα 3-8 Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες ανά Λεκάνη Απορροής, Δυτικό Τμήμα Νήσου.	55
Διάγραμμα 3-9 Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες ανά Λεκάνη Απορροής, Ανατολικό Τμήμα Νήσου.....	55
Διάγραμμα 3-11 Μέση μηνιαία επιφανειακή εξατμισοδιαπνοή της λεκάνης απορροής της Νήσου Νάξου.	58
Διάγραμμα 3-12 Υδρευτικές Ανάγκες, χρονική περίοδος 2001-2021.	67
Διάγραμμα 3-13 Κτηνοτροφικές Ανάγκες, χρονική περίοδος 2001-2021.	75
Διάγραμμα 3-14 Αρδευτικές Ανάγκες 2001-2021.....	82
Διάγραμμα 4-1 Καμπύλη Στάθμης Ύδατος - Χωρητικότητας λιμνοδεξαμενή Εγγαρών.....	100
Διάγραμμα 4-2 Καμπύλη Στάθμης Ύδατος – Χωρητικότητας φράγματος Φανερωμένης. ...	102
Διάγραμμα 4-3 Καθαρή εξάτμιση λιμνοδεξαμενής Εγγαρών.....	103
Διάγραμμα 4-4 Καθαρή εξάτμιση Φράγματος Φανερωμένης.	104
Διάγραμμα 5-1 Μέσο μηνιαίο έλλειμμα όλων των κόμβων.	116
Διάγραμμα 5-2 Ετήσιο έλλειμμα όλων των κόμβων.	116
Διάγραμμα 5-3 Ετήσιο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων.	117

Διάγραμμα 5-4 Ετήσιο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων.....	117
Διάγραμμα 5-5 Αποθηκευτικότητα υπόγειων υδροφορέων.....	121
Διάγραμμα 5-6 Αποθηκευτικότητα Ταμιευτήρων.	122
Διάγραμμα 5-7 Σύγκριση Βροχόπτωσης.	124
Διάγραμμα 5-8 Σύγκριση Δυνητικής Εξατμισοδιαπνοής.	124
Διάγραμμα 5-9 Σύγκριση Πραγματικής Εξατμισοδιαπνοής.	125
Διάγραμμα 5-10 Σύγκριση Επιφανειακής Απορροής.	125
Διάγραμμα 5-11 Σύγκριση Κατείσδυσης.....	126
Διάγραμμα 5-12 Σύγκριση Ελλειμματικών Υδατικών Ισοζυγίων.	127
Διάγραμμα 6-1 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1 ^ο : Covid-19).	129
Διάγραμμα 6-2 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1 ^ο : Covid-19).....	129
Διάγραμμα 6-3 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1 ^ο : Covid-19).....	130
Διάγραμμα 6-4 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2 ^ο : Αύξηση Τουρισμού).	132
Διάγραμμα 6-5 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2 ^ο : Αύξηση Τουρισμού).	132
Διάγραμμα 6-6 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2 ^ο : Αύξηση Τουρισμού).	133
Διάγραμμα 6-7 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).	135
Διάγραμμα 6-8 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).	135
Διάγραμμα 6-9 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).	136
Διάγραμμα 6-10 Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4 ^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).	138
Διάγραμμα 6-11 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4 ^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).	138
Διάγραμμα 6-12 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4 ^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).	139
Διάγραμμα 6-13 Ελλείμματα όλων των Κόμβων (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).....	141

Διάγραμμα 6-14 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).....	142
Διάγραμμα 6-15 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).	142
Διάγραμμα 6-16 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα όλων των Κόμβων (Σενάριο 5 ^ο : Ξηρασία).	143
Διάγραμμα 6-17 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).	146
Διάγραμμα 6-18 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).	146
Διάγραμμα 6-19 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).	147
Διάγραμμα 6-20 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).....	149
Διάγραμμα 6-21 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).	149
Διάγραμμα 6-22 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).	150
Διάγραμμα 6-23 Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).....	153
Διάγραμμα 6-24 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).	153
Διάγραμμα 6-25 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8 ^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).	154
Διάγραμμα 6-26 Συγκριτικό Ετήσιο Διάγραμμα Ελλειμμάτων όλων των Σεναρίων.	156

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Σημασία του νερού για τον πλανήτη

Το νερό είναι ύψιστης σημασίας αγαθό για την ύπαρξη, συντήρηση και διαίωνιση της ζωής στον πλανήτη. «Το νερό είναι η ψυχή της ζωής» σύμφωνα με τον Βρετανό ποιητή W.H. Auden. Από αρχαιοτάτων χρόνων, οι άνθρωποι εκτιμούσαν την αξία του νερού τόσο σε θρησκευτικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Το αγαθό αυτό, αποτέλεσε κατά κύριο λόγο την αιτία για τη δημιουργία της κοινωνίας και επομένως και για την ανάπτυξη των πρώτων πολιτισμών πάνω στη γη (Μπουλούμπαση, 2016). Σε περιοχές όπου η διαθεσιμότητα του νερού ήταν άφθονη (ποτάμια, λίμνες, πηγές) ευοδώθηκε η δημιουργία και ανάπτυξη ανθρώπινων κοινοτήτων. Είναι γνωστό ότι η ύπαρξη μορίων νερού σε κάποιο σημείο, πιθανόν να συνεπάγεται και με ύπαρξη ζωής (Μίχος, 2004). Αντίστοιχα, έχουν καταγραφεί και περιπτώσεις πολιτισμών που έχουν εξαλειφθεί λόγω έλλειψης διαθέσιμων πηγών νερού.

Το 70% του ανθρώπινου σώματος αποτελείται από νερό, ωστόσο ο ίδιος ο άνθρωπος δεν μπορεί να επιβιώσει στην φύση πάνω από 2-3 μέρες χωρίς αυτό. Ζωικοί και φυτικοί οργανισμοί αποτελούνται εξίσου από νερό, συστατικό το οποίο έχει κύριο ρόλο στην αναπαραγωγή και ανάπτυξή τους. Συν τοις άλλοις, στην σύγχρονη εποχή το νερό αποτελεί ιδιαίτερο μοχλό ανάπτυξης για την λειτουργία της κοινωνικής ζωής, εφόσον συνιστά το μέσο ικανοποίησης μιας πληθώρας αναγκών του σήμερα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η δημιουργία και διατήρηση του γεωργικού πλούτου, η επαγγελματική αλιεία, η παραγωγή ενέργειας, η βιομηχανία, οι μεταφορές και ο τουρισμός. Σαν χημικό στοιχείο, το νερό απαντάται σε τρεις καταστάσεις, την υγρή την αέρια και την στέρεη. Επιπρόσθετα, αποτελεί έναν πολύ καλό διαλύτη.

1.2 Αποθέματα νερού και Υδρολογικός Κύκλος

Το μεγαλύτερο τμήμα της Γης καλύπτεται με νερό. Το 97,9% αυτού του τμήματος απαντάται σε υγρή κατάσταση, ενώ από το συνολικό νερό της γης το 97,25% απαντάται σε αλμυρή κατάσταση, με αποτέλεσμα αυτό να μην καθίσταται κατάλληλο για άρδευση, πόση ή χρήση από την βιομηχανία. Από το διαθέσιμο νερό του πλανήτη, μόνο το 2,8% έχει χαμηλή

περιεκτικότητα σε άλατα (γλυκό νερό) και από αυτό το 77,25% απαντάται σε στέρεη κατάσταση (πάγοι και χιόνια). Σε αυτό το σημείο κρίνεται αναγκαίο να ειπωθεί ότι από το 0,62% του γλυκού νερού, σχεδόν το μισό εντοπίζεται σε βάθος μεγαλύτερο των 800m με αποτέλεσμα να είναι δύσκολα προσβάσιμο. Μόνο το 0,003% του παγκόσμιου όγκου του νερού διατίθεται με τη μορφή της εδαφικής υγρασίας, εκμεταλλεύσιμου υπόγειου νερού, υδρατμών, λιμνών και ποταμών (Miller, 1999)

Αν εξαιρέσουμε το νερό που βρίσκεται μόνιμα με την μορφή πάγου στους πόλους της Γης, το υπόλοιπο κινείται διαρκώς μεταξύ της ατμόσφαιρας, της υδρόσφαιρας, της λιθόσφαιρας και του εσωτερικού των έμβιων όντων (Προμπονά, 2006). Η θάλασσα, οι ποταμοί, οι λίμνες, η ατμόσφαιρα και το έδαφος βρίσκονται σε μία διαρκή κατάσταση μεταφοράς υδάτινων ποσοτήτων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται πρωτίστως μέσω της εξάτμισης και της εξατμισοδιαπνοής κατά την διάρκεια των οποίων, και με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, το νερό εν τέλει εξατμίζεται. Κατ' επέκταση, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται, δημιουργώντας σύννεφα που δίνουν κατακρημνίσματα είτε βροχή, είτε χιόνι, είτε χαλάζι, τα οποία η γη συλλέγει. Ακολούθως, τα κατακρημνίσματα αυτά ρέουν επιφανειακά, διεισδύουν στο έδαφος και τελικά ρέουν υπογείων (Zektser, I. S., & Everett, L. G. 2004). Η αέναη κίνηση του νερού και οι διαρκείς εναλλαγές της κατάστασής του (υγρή, στέρεη και αέρια) είναι γνωστές και ως υδρολογικός κύκλος ή κύκλος νερού του οποίου κινητήριος δύναμη είναι η ηλιακή ενέργεια (Μανιατάκη, 2019).

1.3 Λειψυδρία

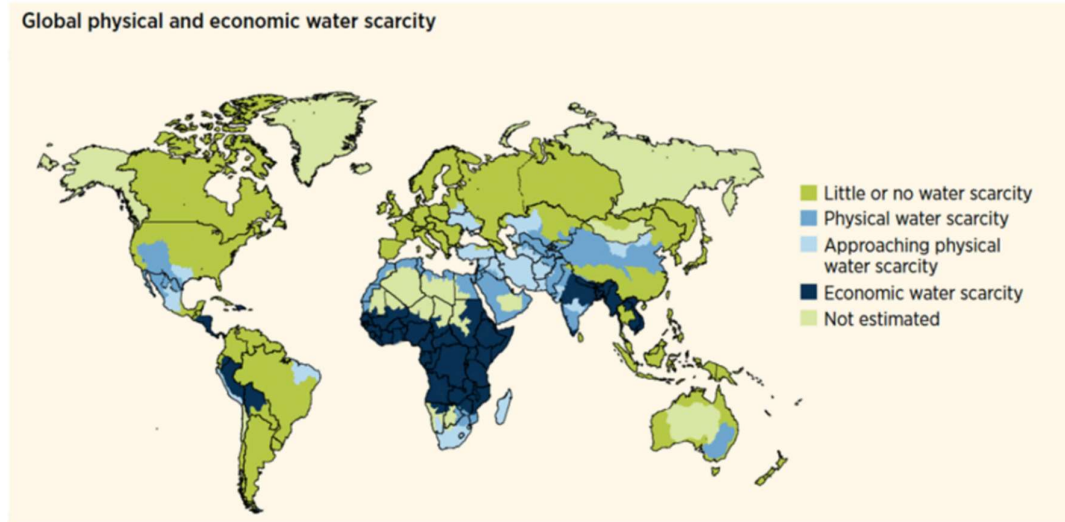
Το φαινόμενο της λειψυδρίας χαρακτηρίζεται από την μη επάρκεια του νερού για την κάλυψη των υδατικών αναγκών μίας περιοχής είτε λόγω εσφαλμένης διαχείρισης και αυξημένης ζήτησης από τον άνθρωπο, είτε λόγω φυσικών παραμέτρων. Η λειψυδρία χωρίζεται σε φυσική, οικονομική και ποιοτική (Κουτσόγιαννης, 1994):

- **Φυσική λειψυδρία:** Συμβαίνει όταν δεν υπάρχουν τα απαραίτητα αποθέματα νερού για να καλυφθούν οι απαιτήσεις τόσο των ανθρώπων όσο και των οικοσυστημάτων. Ένα από τα βασικότερα αίτια της φυσικής λειψυδρίας είναι η άνιση χωρική και χρονική κατανομή του νερού (ψηλά βουνά με υδατικά αποθέματα και νησιά με φτωχό υδατικό ισοζύγιο, ξηρά καλοκαίρια και υγρούς χειμώνες). Παρατηρείται ακόμη και σε μέρη όπου η

διαθεσιμότητα του νερού φαίνεται επαρκής, όμως λόγω της υπερανάπτυξης των υποδομών με στόχο την άρδευση, το περιβάλλον υποβαθμίζεται (αποξήρανση ποταμών ή λιμνών) και τα υπόγεια ύδατα μειώνονται ολοένα και περισσότερο. Είναι γεγονός, πως σε περιοχές που πλήττονται από φυσική λειψυδρία ζει σήμερα περίπου το ένα πέμπτο του παγκόσμιου πληθυσμού.

- **Οικονομική λειψυδρία:** Ορίζεται σαν την κατάσταση κατά την οποία ακόμη και αν υπάρχουν οι απαιτούμενοι υδατικοί πόροι, υπάρχει έλλειψη επενδύσεων σε υποδομές ύδρευσης και άρδευσης. Η ανεπάρκεια των τεχνολογικών εγκαταστάσεων, η μη σωστή συντήρησή τους και η μη έγκαιρη αντιμετώπιση από τους αρμόδιους φορείς οδηγούν στην μη σωστή διαχείριση του διαθέσιμου νερού. Η οικονομική λειψυδρία απαντάται κυρίως στην Αφρική, όπου η δημιουργία σωστών υποδομών θα μείωνε κατά πολύ τα όρια της φτώχειας.

- **Ποιοτική λειψυδρία:** Θα μπορούσε να ενταχθεί ως μέρος της οικονομικής λειψυδρίας, καθώς κρίνονται απαραίτητες οι επενδύσεις και οι κατάλληλες υποδομές για την βελτίωση της ποιότητας του νερού (Αλαμάνος, 2019). Αφορά στην χημική κατάσταση του νερού κατά την οποία αυτό κρίνεται κατάλληλο ή ακατάλληλο για χρήση. Η ποιότητα του νερού είναι αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων. Όσον αφορά στην ανθρώπινη κατανάλωση, αυτή ορίστηκε σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260, 7.10.2015), (2017). Η διάβρωση των πετρωμάτων, η επεμβατικότητα του ανθρώπου στο περιβάλλον, η διασπορά των λυμάτων και η βιομηχανική ρύπανση επηρεάζουν την σύστασή του. Οι αποδεκτές τιμές για τη συγκέντρωση συγκεκριμένων ρύπων, ομάδων ρύπων ή δεικτών ρύπανσης σε υπόγεια ύδατα, ορίστηκαν κατ' εφαρμογή της παραγράφου 2 του Άρθρου 3 της υπ' αριθμ.: 39626/2208/Ε130/2009 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 2075), (2011). Επίσης, ως προς το να χαρακτηριστεί «καλό» ή «κακό» ποιοτικά το νερό θα πρέπει να συμπεριληφθούν κριτήρια που αφορούν τόσο στην κατασκευή και στα υλικά των υδραυλικών εγκαταστάσεων, όσο και στη συνολική εικόνα του δικτύου ύδρευσης.



Εικόνα 1-1 Παγκόσμιος χάρτης φυσικής και οικονομικής λειψυδρίας.
(Πηγή: World Water Assessment Programme (WWAP), March 2012)

1.4 Κρίση νερού στον Κόσμο

Η υδατική κρίση περιγράφεται ως ένα από τα πλέον σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα στον πλανήτη, αν όχι το σημαντικότερο, που μπορεί να έχει ολέθριες επιπτώσεις στην εξέλιξή του (Nawaz, A., Raheel Shah, S. A., Su, X., Dar, A. A., Qin, Z., & Gadah, A., 2021). Η διάθεση πόσιμου νερού έχει λεχθεί πως μελλοντικά θα αποτελέσει την κύρια αιτία πολέμου υπερκερώντας άλλες όπως το πετρέλαιο ή ο χρυσός. Η ολοένα αυξανόμενη πληθυσμιακή κατανομή και οι ταχύτατα αυξανόμενες υδατικές ανάγκες έχουν οδηγήσει, ιδίως τις αναπτυγμένες χώρες, σε εκμετάλλευση υπέρ του δέοντος καθώς και ρύπανσή του. Στις ανεπτυγμένες χώρες, ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει περίπου 500-800 λίτρα νερού ημερησίως (300m^3 ετησίως), ενώ από την άλλη πλευρά στις αναπτυσσόμενες εκτιμάται ότι καταναλώνει 60-150 λίτρα ημερησίως (20m^3 ετησίως) (Αγγελή Αθηνά, Καρκάνη Ελένη, 2019).

Σε επίπεδο χωρών, το μεγαλύτερο πρόβλημα το αντιμετωπίζουν οι αναπτυσσόμενες χώρες και ειδικότερα η Υποσαχάρια Αφρική και η Αραβική Χερσόνησος. Η «Ημέρα Μηδέν» της απόλυτης λειψυδρίας για το Κέιπ Τάουν είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα των επιπτώσεων της κρίσης του νερού στην εποχή μας. Η πόλη, το 2018, έφτασε κοντά στην διακοπή της ροής νερού σε σπίτια και επιχειρήσεις καθώς τα αποθέματά της σε νερό ήταν μηδαμικά (M.J.Booyensa, C.Ripundaa, M.Visserb, 2019). Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν συνέβη

καθώς πάρθηκαν μέτρα εξοικονόμησης νερού με συνέπεια, τον Μάρτιο του 2018 το Κέιπ Τάουν να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση του νερού σε ημερήσια βάση. Μέσω της σωστής διαχείρισης και σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες (βροχοπτώσεις) το Κέιπ Τάουν κατάφερε να αυξήσει την χωρητικότητα των φραγμάτων του στο 43% και να ακυρώσει την εφαρμογή της «Ημέρας Μηδέν», τουλάχιστον μέχρι και το 2019. Έντεκα ακόμη μεγάλες πόλεις ενδέχεται να βρεθούν σε παρόμοια κατάσταση έκτακτης ανάγκης μέσα στο επόμενο διάστημα.



Εικόνα 1-2 Το φράγμα Treewaterskloof του Κέιπ Τάουν, χωρητικότητας 480 εκατ. Κυβικών μέτρων, σε μεγάλο βαθμό άδειο. (Πηγή: <https://www.arabnews.com/node/1238911/world>)

1.4.1 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο ελλαδικός χώρος όπως παρουσιάζεται και παρακάτω (Εικόνα 1-3), χωρίζεται σε 14 υδατικά διαμερίσματα. Κύρια γνωρίσματά του είναι η έντονη αναγλυφότητα, η περιορισμένη ενδοχώρα και το μεγάλο μήκος των ακτών του (Ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 2007).



Εικόνα 1-3 Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας.

(Πηγή: <http://4862.syzefxis.gov.gr/>)

Όσον αφορά στην διαθεσιμότητα του νερού, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα της χώρας υπολογίζονται σε 116,330 hm³/έτος, ενώ το καθολικό υδατικό δυναμικό εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 57,100 hm³/έτος, στα οποία συνυπολογίζονται εισερχόμενα νερά από γείτονες χώρες (<https://ypen.gov.gr/>). Από τα νερά που εισρέουν, το 84% καλύπτει αρδευτικές ανάγκες, το 13% υδρευτικούς σκοπούς και το 3% χρησιμοποιείται από την βιομηχανία. Αν και η Ελλάδα διαθέτει πλούσιους υπόγειους αλλά και επιφανειακούς υδατικούς πόρους με ικανοποιητική ένταση βροχοπτώσεων, παρατηρείται η έντονη χωρική και εποχιακή ανισοκατανομή τους. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το μεγαλύτερο ποσοστό των διαθέσιμων υδατικών πόρων χρησιμοποιείται στην άρδευση όπου υπάρχουν οι μεγαλύτερες ανάγκες αλλά και οι μεγαλύτερες απώλειες. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω γεγονότων οδηγεί στο συμπέρασμα πως αν και οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι είναι ικανοποιητικοί, συχνά παρατηρούνται ελλείματα νερού.

Τα ελλείματα νερού οφείλονται κυρίως στους παρακάτω λόγους. Αρχικά, οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες στη Δυτική Ελλάδα και τα νησιά της, σε σχέση με την Ανατολική Ελλάδα και το Νότιο Αιγαίο (Γκιώζος, Δ. & Μαζιώτης, Γ. 2017). Επίσης, παρατηρούνται κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες περιστατικά ανομβρίας αποτελούν συχνό φαινόμενο. Ταυτόχρονα, αντιμετωπίζει πρόβλημα

ανισοκατανομής των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα Νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη, όπου η ξηρασία και η ανομβρία που επικρατεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (περιορισμένοι υδατικοί πόροι) συμπίπτει με την άφιξη του τουριστικού κύματος γεγονός που αυξάνει κατακόρυφα την ζήτηση νερού. Παράλληλα, η πληθυσμιακή πυκνότητα των μεγάλων αστικών κέντρων εγείρει προβλήματα υδροδότησης. Τέλος, οι γεωργικές δραστηριότητες με χαρακτηριστικό παράδειγμα την περιοχή της Θεσσαλίας και τις υψηλές αρδευτικές ανάγκες τους οδηγούν σε πέραν του δέοντος εκμετάλλευση των διαθέσιμων υδατικών πόρων και σε σημαντικό έλλειμα των αποθεμάτων τους.

1.4.2 ΚΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Το 14^ο Υδατικό Διαμέρισμα της Ελλάδος, είναι αυτό των νησιών του Αιγαίου και με βάση το Άρθρο 3 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy — European Environment Agency, L 327 C.F.R. 2000) περιλαμβάνει τις Λεκάνες Απορροής του Ανατολικού Αιγαίου, των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων. (ΥΠΕΚΑ. 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος EL14 (GR14). Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Ειδική Γραμματεία Υδάτων) Στο διαμέρισμα αυτό, περιλαμβάνονται τα νησιωτικά συγκροτήματα των Νομών Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Λέσβου, Σάμου και Χίου, όλα τα νησιά δηλαδή των Περιφερειών Βόρειου και Νότιου Αιγαίου, εκτός από τη Κρήτη και τα Κύθηρα. Η συνολική έκτασή του ανέρχεται σε 9.104km² και απαρτίζεται από μικρά γεωγραφικά τμήματα ξηράς, τα νησιά. Η πληθυσμιακή πυκνότητα του Διαμερίσματος, το 1991 ανερχόταν σε 456.712 κατοίκους, το 2001 σε 508.807, ενώ το 2011 σε 508.206 κατοίκους (<https://www.statistics.gr/>). Η πληθυσμιακή κατανομή χωρίζεται σε αστική κατά 31.7%, ημιαστική κατά 20.3%, και αγροτική κατά 48.0%.

Το ανάγλυφο του συνολικού εδάφους των νησιών του Υδατικού Διαμερίσματος διακρίνεται σε πεδινό, ορεινό και ημιορεινό, με μέσο υψόμετρο τα 160m, ενώ ακολουθούν με φθίνουσα υψομετρική διαφορά η Ρόδος (1.215m), η Χίος (1.186m) και η Νάξος (1.002m)

(Γκιώζος, Δ. & Μαζιώτης, Γ. 2017). Η μικρή γεωγραφική έκταση των νησιών δεν βοηθά στην ανάπτυξη αξιόλογων υδρολογικών λεκανών με εξαίρεση τα νησιά της Λέσβου, Ρόδου και Χίου, που ξεπερνούν σε έκταση τα 500km². Κατ' επέκταση και η ανάπτυξη των πηγών δεν είναι η αναμενόμενη, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα που αφορούν στην ποιότητα του νερού. Όμως, η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων αυτών των πηγών, συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση της ζήτησης και κατά κύριο λόγο στον τομέα της ύδρευσης.

Η γεωγραφική θέση του διαμερίσματος και το μέγεθος και η απόσταση των νησιών από την κύρια ηπειρωτική χώρα επηρεάζουν επίσης το κλίμα του που γενικά είναι ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα. Με βάση τα ύψη βροχής, τα νησιά ταξινομούνται σε 5 ομάδες: α) κεντρικές και νότιες Κυκλάδες, β) βόρειες Κυκλάδες, γ) βόρειο Αιγαίο, δ) ανατολικό Αιγαίο και ε) Δωδεκάνησα. Στο Διαμέρισμα, η μέση θερμοκρασία ετησίως για το βόρειο άκρο κυμαίνεται περί τους 16.9°C (Λήμνος), ενώ στο νότιο περί τους 19.9°C (Ρόδος). (Δ. Γκιώζος Γ. Μαζιώτης, 2017).

Εδώ και τρεις δεκαετίες, με την επιταχυνόμενη κλιματική αλλαγή και την άνοδο του τουρισμού το πρόβλημα της λειψυδρίας εντείνεται όλο και περισσότερο. Τον τελευταίο καιρό, το ζήτημα της περιορισμένης διάθεσης νερού οξύνθηκε εξ' αιτίας:

- Της κλιματικής αλλαγής με ξηρότερες θερινές περιόδους που χαρακτηρίζονται από μηδενικά έως χαμηλά ποσοστά βροχοπτώσεων. Αυτό έχει ως συνέπεια την ποιοτική αλλοίωση και ποσοτική μείωση της υφιστάμενης κατάστασης των υδατικών πόρων.
- Της ταυτόχρονης αύξησης της τουριστικής κίνησης και της αύξησης της ζήτησης τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Της αλλαγής της κατεύθυνσης της οικονομίας από αγροτική/κτηνοτροφική (πρωτογενής τομέας) σε οικονομία παροχής υπηρεσιών και αγαθών (τριτογενής τομέας).
- Της παλαιότητας του δικτύου ύδρευσης που οδηγεί σε σημαντικές απώλειες νερού.
- Της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδάτων που οδηγούν στην υφαλμύριση τους.

Εν κατακλείδι, το ζήτημα της έλλειψης νερού στο νησιωτικό σύμπλεγμα του Αιγαίου χρήζει άμεσης αντιμετώπισης, διότι οι κλιματικές συνθήκες δεν αναμένεται να βελτιωθούν

στο μέλλον. Αντιθέτως, εκτιμάται από Διεθνείς Οργανισμούς ότι η κατάσταση για τις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου θα επιδεινωθεί. Με χρονικό ορίζοντα το 2050, αναμένεται ότι η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1.5°C και παράλληλα η ετήσια βροχόπτωση θα μειωθεί κατά 10-15%. Οι παράγοντες αυτοί θα οξύνουν ακόμα περισσότερο το ήδη δυσεπίλυτο πρόβλημα της λειψυδρίας (Bates, B., Kundzewicz, Z., Shaohong, W. & Palutikof, J. 2008).

1.5 Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Στην έννοια της "Διαχείρισης Υδατικών Πόρων" περιλαμβάνεται το σύνολο των μεθόδων και των ενεργειών που απαιτούνται για να αξιοποιηθεί ορθολογικά το υδατικό δυναμικό, με στόχο να καλυφθούν όσο το δυνατόν πληρέστερα οι ανάγκες σε νερό (Μυλόπουλος, 1994). Είναι η συντονισμένη δράση μέσω επιστημονικών και τεχνικών μεθόδων, επιχειρησιακών προσπαθειών και διοικητικών μέτρων με στόχο την βελτίωση της κατάστασης που επικρατεί στα υδατικά συστήματα, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή ωφέλεια από την εκμετάλλευσή τους, σύμφωνα με προκαθορισμένους όρους, προτεραιότητες και σκοπούς (Serageldin, 1995). Η έννοια δεν αφορά μόνο στην επιστήμη της Υδρολογίας, αλλά είναι μία πολύπλοκη και διεπιστημονική διαδικασία, που εμπεριέχει κλάδους όπως η υδραυλική, η γεωλογία, η υδρογεωλογία, η εδαφολογία, η μορφολογία του εδάφους, η μετεωρολογία, η πληροφορική, η κοινωνιολογία, τα νομικά, οι πολιτικές και οικονομικές επιστήμες, η στατιστική και η θεωρία πιθανοτήτων, η επιχειρησιακή έρευνα και η ανάλυση συστημάτων (Βασιλειάδης, 2014), και έχει ως στόχο να ισορροπήσει τις αντιθέσεις που εμφανίζονται σε πρακτικό επίπεδο, διευκολύνοντας έτσι την εξεύρεση βέλτιστων λύσεων.

Η έννοια της Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων, μπορεί να γίνει αντιληπτή μέσα από δύο διαστάσεις. Πρώτον την φυσική διάσταση, που περιλαμβάνει όλους τους φυσικούς τρόπους προσφοράς του νερού στην γη και δεύτερον, την κοινωνικοοικονομική διάσταση, που περιλαμβάνει όλους τους οικονομικούς και κοινωνικούς που λαμβάνονται υπόψιν για την διαχείριση της ζήτησης του νερού. Η αλληλεπίδραση των παραπάνω στοχεύει στα εξής:

1. Επαρκή προμήθεια σε ποσότητα και ποιοτική καταλληλότητα του νερού για την κάλυψη των αναγκών της ζήτησής του.

2. Διατήρηση των οικοσυστημάτων και του περιβάλλοντος μέσω της προστασίας του νερού από την ρύπανση.
3. Προστασία από ακραία υδρολογικά και καιρικά φαινόμενα.
4. Η επίγνωση του συνολικού υδατικού δυναμικού, η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης χρήσεων του νερού και η ανάπτυξη ειδικών προγραμμάτων και επενδύσεων με στόχο την βελτιστοποίηση της απόδοσής τους.
5. Η πρόληψη απωλειών του νερού και αξιοποίηση των πλεονασμάτων.

Παίρνοντας ως δεδομένο ότι ο άνθρωπος δε μπορεί να παρέμβει στη φυσική διαδικασία προσφοράς νερού, γίνεται αντιληπτό, ότι επόμενο απαραίτητο στάδιο της διαχείρισης είναι αυτό της "Διαχείρισης της Ζήτησης". Μοναδική λύση για ορθή λειτουργία και επίτευξη των στόχων που αναφέρθηκαν προηγουμένως, είναι να γίνεται διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών πόρων κατά το βέλτιστο δυνατό (Tate, 2001).

1.6 Αναγκαιότητα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων – Λήψη Αποφάσεων

Ο όρος "βιώσιμη" ή Αειφόρος ανάπτυξη, έχει ως στόχο την προστασία και τη διαίωνιση της ζωής στη Γη. Θεωρητικά, αφορά σε ένα αναπτυξιακό μοντέλο σχεδιασμού με μακροπρόθεσμα οφέλη, που έχει ως αρχή του ότι η κάλυψη των τωρινών αναγκών δεν πρέπει να υποσκάπτει την αντίστοιχη προσπάθεια, που πρέπει να καταβληθεί από τις μελλοντικές γενιές για την κάλυψη των δικών τους αναγκών. Είναι κοινώς αποδεκτό πως η ετήσια κατανάλωση των υδατικών πόρων δεν θα πρέπει να γίνεται ταχύτερα από όσο χρειάζεται για να ανανεωθούν με βάση πάντα τον υδρολογικό κύκλο (Μυλόπουλος, Ν. 2006).

Έτσι, η εφαρμογή βιώσιμων πολιτικών ανάπτυξης και διαχείρισης των υδατικών πόρων, πρέπει να εφαρμοστεί στο υδατικό περιβάλλον, εξαιτίας των πιέσεων που αυτό δέχεται. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό μέσα από τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την καλύτερη λειτουργία έργων υποδομής καθώς και μέσα από στοχευμένες παρεμβάσεις για την ρύθμιση της προσφοράς και της ζήτησης του νερού. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψιν και η διαχείριση ακραίων φαινομένων (π.χ. πλημμύρες, λειψυδρία) αλλά και πιο μακροπρόθεσμοι περιβαλλοντικοί στόχοι (προστασία ποιότητας νερού, διατήρηση οικοσυστημάτων κ.α.) (Σφύρης, Στ. 2016).

Κεφάλαιο 2 Περιοχή Μελέτης

2.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά Στοιχεία

Η Νάξος, αποτελεί μέρος του νησιωτικού συμπλέγματος των Κυκλάδων και κατέχει κεντρική γεωγραφική θέση στο Αιγαίο Πέλαγος. Είναι το μεγαλύτερο σε μέγεθος και πιο εύφορο νησί των Κυκλάδων και αποτελεί τμήμα του 14^{ου} υδατικού διαμερίσματος της Ελλάδος. Η έκταση της είναι 429,79 τ.χλμ. με μήκος ακτών 133 χλμ., όπου σχηματίζονται παραλίες διαφόρων μεγεθών. Το γεωγραφικό της πλάτος βρίσκεται μεταξύ 36° 55' και 37° 13' και το γεωγραφικό της μήκος μεταξύ 25° 20' και 25° 37'. Με βάση τα στοιχεία ΥΠΕΝ (<http://wfdgis.ypeka.gr/>) δημιουργήθηκε ο χάρτης (Εικόνα 2-1). Ανατολικά του νησιού, και σε μικρή απόσταση βρίσκεται η Πάρος. Γειτνιάζει νότια και νοτιοανατολικά με τα νησιά της Ηρακλειάς, Σχοινούσας, Κουφονησίου, Κέρου και Άνω και Κάτω Αντικερίου καθώς και με τις νησίδες Μάκαρες, Αγία Παρασκευή στα ανατολικά της. (Μπάνου, Στ. 2007)



Εικόνα 2-1 Νησιωτικό Σύμπλεγμα Κυκλάδων.

Με βάση το Πρόγραμμα Καλλικράτης, εντάσσεται στην Περιφερειακή Ενότητα Κυκλάδων της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου. Μαζί με τις Μικρές Κυκλάδες (Ηρακλεία, Σχοινούσα, Κουφονήσι, Δονούσα) αποτελούν τον ενιαίο Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων που χωρίζεται στις Δημοτικές Ενότητες Νάξου και Δρυμαλίας. Περιλαμβάνει, πλην της Χώρας, (Πρωτεύουσα του νησιού) 22 κοινότητες στις οποίες ανήκουν 59 χωριά από τα οποία τα 11 είναι παραθαλάσσια, τα 23 πεδινά και τα 25 ορεινά. Με βάση τα στοιχεία του Δήμου Νάξου (<https://naxos.getmap.gr/>) δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 2-2).

Πίνακας 2-1 Δημοτικά διαμερίσματα Νήσου Νάξου (Δήμου Νάξου κ Μικρών Κυκλάδων).

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	
Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΝΑΞΟΥ	Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ
ΜΕΛΑΝΕΣ	ΚΟΡΩΝΙΔΑ
ΣΑΚΓΡΙ	ΜΕΣΗ
ΚΙΝΙΔΑΡΟΣ	ΜΟΝΗ
ΕΓΓΑΡΕΣ	ΑΠΕΙΡΑΝΘΟΣ
ΓΛΙΝΑΔΟ	ΧΑΛΚΙ
ΓΑΛΑΝΑΔΟ	ΔΑΝΑΚΟΣ
ΒΙΒΛΟΣ	ΚΟΡΩΝΟΣ
ΑΓ.ΑΡΣΕΝΙΟΣ	ΣΚΑΔΟ
ΝΑΞΟΣ	ΦΙΛΟΤΙ
ΓΑΛΗΝΗ	ΚΕΡΑΜΩΤΗ
ΠΟΤΑΜΙΑ	ΔΑΜΑΡΙΩΝΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

□ ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Εικόνα 2-2 Χάρτης Δημοτικών Κοινοτήτων Νάξου.

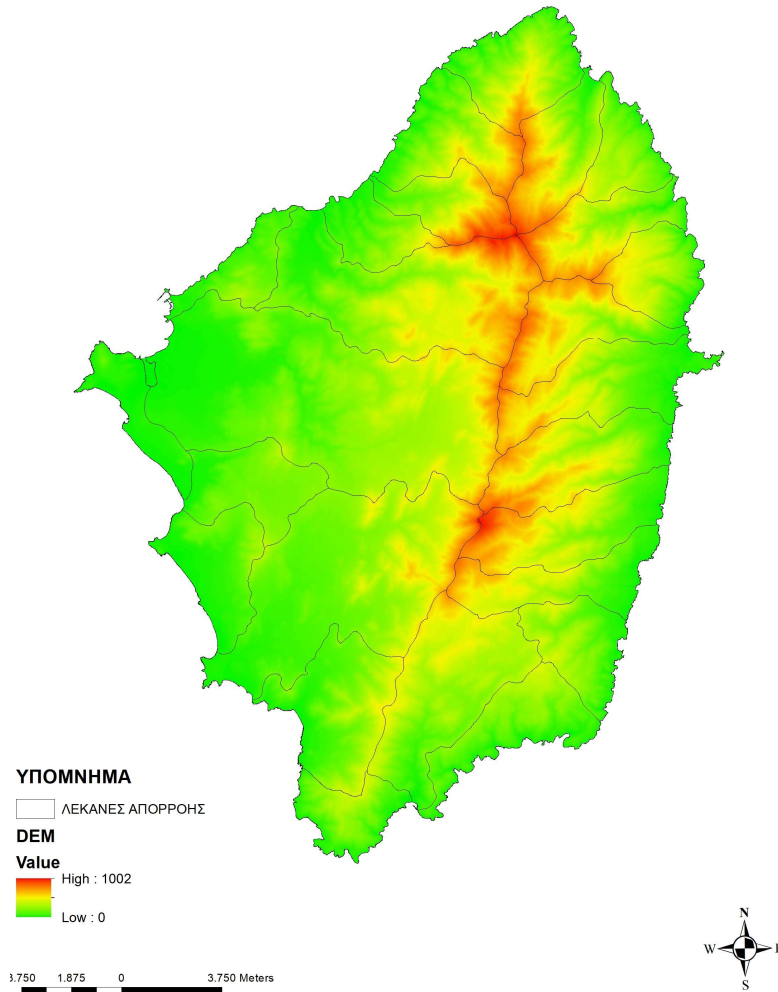
Η Νάξος χωρίζεται σε πεδινή και ορεινή. Η οροσειρά Ζευσ διασχίζει το νησί από τον βορά μέχρι τον νότο ενώ περίπου στο κέντρο της εντοπίζεται η υψηλότερη κορυφή (Ζευσ ή Ζας) με υψόμετρο 1002 μέτρα. Το 70% της έκτασής της έχει κλίσεις 10-30%, η ορεινή αυτή περιοχή ορίζεται περίπου από τον παλιό Δ. Δρυμαλίας, όπου βρίσκονται τα βουνά Ζεύς και Φανάρι (υψόμετρο 908μ). Το πεδινό τμήμα (κλίσεις 0- 5%), καταλαμβάνει το υπόλοιπο 30% της έκτασης και ορίζεται περίπου από τον παλιό Δ. Νάξου. (Σταματίου, Μ. 2021). Οι πεδινές εκτάσεις του νησιού εντοπίζονται κυρίως στην δυτική πλευρά του (πεδιάδα Λιβιάδι) στα νότια της πρωτεύουσας, ενώ στο βόρειο τμήμα του νησιού βρίσκεται ο κάμπος των Εγγαρών. Με

βάση τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε. η Νάξος είναι κατά κύριο λόγο ορεινή, με περιορισμένες πεδινές εκτάσεις (ΕΜΠ, 1999).

Πίνακας 2-2 Πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές της Νήσου Νάξου. Πηγή: Προσχέδιο τελικής Έκθεσης -Δίκτυο Αειφόρων Νήσων.

ΕΚΤΑΣΕΙΣ	ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΠΕΔΙΝΕΣ	143,5	33,4%
ΗΜΙΟΡΕΙΝΕΣ	41,7	9,7%
ΟΡΕΙΝΕΣ	244,6	56,9%
ΣΥΝΟΛΟ	429,8	100%

Για τη δημιουργία του παρακάτω χάρτη (Εικόνα 2-3) συλλέχθηκαν δεδομένα για το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=58a541efc59545e6b7137f961d7de883>).



Εικόνα 2-3 Ανάγλυφο της Νήσου Νάξου.

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, οι Θράκες ήταν οι πρώτοι κάτοικοι της Νάξου. Πρώτος κάτοικος του νησιού ήταν ο γιος του Βορέα, Βούτης, ο οποίος έφτασε μέχρι τη Θεσσαλία κυνηγώντας τις Βάκχες ώστε να βρει συζύγους για τους άνδρες του. Μεταξύ άλλων, απήχθησαν η Κορωνίδα (αποτελεί έκτοτε και τον ομώνυμο ορεινό οικισμό) και την Ιφιμέδεια.

Οι Θράκες κυριάρχησαν στο νησί διακόσια χρόνια. Όσον αφορά την προέλευση του ονόματος «Νάξος» αυτή φαίνεται να συνδέεται με την έλευση των πρώτων αποίκων στο νησί, οι οποίοι προέρχονταν από τη Μικρά Ασία και ονομάζονταν Κάρες. Σύμφωνα με μία εκδοχή ο τότε ηγεμόνας τους ήταν ο Νάξος, ο οποίος και έδωσε το όνομά του στο νησί. Κατά άλλους, η Νάξος πήρε το όνομά της από την αρχαία ελληνική λέξη «νάξαι» που μεταφράζεται ως «θύσαι» και σχετίζεται με την πληθώρα θυσιών που λάμβαναν μέρος στο νησί προς τιμήν των θεών. Η Νάξος ήταν γνωστή και ως Δία κατά την αρχαιότητα, αφού ως το μεγαλύτερο νησί των Κυκλάδων ανάθρεψε τον πατέρα των Θεών Δία. Επίσης θεωρείται πατρίδα του θεού Διόνυσου όπου και σύμφωνα με τον αντίστοιχο μύθο ερωτεύτηκε και απήγαγε την Αριάδνη που είχε προηγουμένως εγκαταλειφθεί από τον Θησέα μετά τη νίκη επί του Μινώταυρου στην Κρήτη (ΣΤ΄ Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο. Η Νάξος δια μέσου των αιώνων 2018).

Ιστορικά, η Νάξος κατοικείται αδιάλειπτα από την μέση παλαιολιθική εποχή μέχρι και σήμερα. Αυτό έχει αποδειχτεί μεταξύ άλλων από ανασκαφές που έχουν γίνει στην περιοχή «Στελίδα» και στη βραχώδη περιοχή «Γρόττα». Τόσο η Νάξος όσο και οι υπόλοιπες Κυκλάδες βίωσαν περίοδο ακμής κατά την Πρωτοκυκλαδική και Κυκλαδική περίοδο περί το 3.000 π.Χ. και μέχρι την αρχαϊκή περίοδο του 6ου αιώνα. Η Νάξος ήταν ένα αυτάρκες νησί με εύφορες πεδιάδες, πλήθος πηγών πλούσιο σε κρασί, κίτρο, τυρί, αλάτι αλλά και μάρμαρο και σμυρίγλι. Κατά τους Μυκηναϊκούς χρόνους οι Κυκλάδες χρησιμοποιήθηκαν σαν γέφυρες επικοινωνίας με την Ανατολή, ενώ κατά τους αρχαϊκούς χρόνους υπήρξε άνθηση στις τέχνες της γλυπτικής και της αρχιτεκτονικής. Την κλασική περίοδο η Νάξος υπέστη υλικές καταστροφές από τους Πέρσες που ήθελαν να επεκτείνουν την κυριαρχία τους στο Αιγαίο και η αυτονομία της περιορίστηκε σημαντικά μετά και την προσχώρηση στην Αθηναϊκή Συμμαχία. Το νησί έκτοτε δεν μπόρεσε να ανακάμψει και να ανακτήσει την πρότερη αίγλη του.

Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους η Νάξος αποτελεί τόπο εξορίας ενώ κατά την περίοδο της Βυζαντινής αυτοκρατορίας βρίσκεται στην αφάνεια. Παρατηρείται μετακίνηση του πληθυσμού από τις παραλιακές περιοχές προς το εσωτερικό, πιθανώς για προστασία των κατοίκων από τα φαινόμενα πειρατείας που ξεκινούν να κάνουν την εμφάνισή τους στο Αιγαίο. Το νησί της Νάξου γνώρισε την Ενετοκρατία με τον Μάρκο Σανούδο να κατακτά την ίδια και άλλα δεκαοκτώ νησιά έπειτα από πολιορκία. Κατάφερε να ιδρύσει το «Δουκάτο της

Νάξου» με πρωτεύουσα το ομώνυμο νησί και εγκαθίδρυσε το φεουδαρχικό σύστημα. Την περίοδο της Τουρκοκρατίας η Νάξος κατακτήθηκε από τους Τούρκους, υπό τον Μπαρμπαρόσα που όμως δεν εγκαταστάθηκαν στο νησί και περιορίστηκαν στην είσπραξη φόρων. Εκείνη την περίοδο το κυριότερο πρόβλημα προς αντιμετώπιση όσον αφορά τις Κυκλάδες και τη Νάξο ειδικότερα, λόγω του αγροτικού και βιοτεχνικού της πλούτου ήταν η πειρατεία. Η Νάξος αποτελούσε κομβικό σημείο μεταφοράς προϊόντων. Κατά τη νεότερη σύγχρονη εποχή οι δεσμοί της Νάξου με τα παράλια της Μικράς Ασίας αποδεικνύονται και από το γεγονός πως η Νάξος δέχθηκε μεγάλο κύμα εισροής προσφύγων μετά τη Μικρασιατική καταστροφή. Σήμερα, η Νάξος διατηρεί ένα μοντέλο ισόρροπης ανάπτυξης καθώς σε σύγκριση με άλλα νησιά δεν βασίζεται μόνο στον Τουρισμό, αλλά και στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα παραγωγής.

2.3 Πληθυσμιακά Στοιχεία

Όσον αφορά στο σήμερα, ο πληθυσμός της Νάξου ανέρχεται στους 18.340 κατοίκους. Η πρωτεύουσα του νησιού, η Χώρα έχει 7070 κατοίκους σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για το 2011, ενώ η πυκνότητα του πληθυσμού στις Κυκλάδες μαζί και με τη Νάξο είναι 49 κάτοικοι ανά τ.χλμ. (HiReach, 2019). Γενικά παρατηρείται πληθυσμιακή μετακίνηση από την ορεινή Νάξο και τα χωριά προς την Δημοτική Κοινότητα Νάξου (Χώρα). Με βάση τις απογραφές που πραγματοποιήθηκαν με έτος έναρξης το 1971, παρατηρείται μία διακύμανση στην μεταβολή του πληθυσμού της. Ειδικότερα, όπως φαίνεται και παρακάτω (Πίνακας 2-3) από τα στοιχεία που έχουν ληφθεί, η αύξηση του πληθυσμού στο νησί συμβαίνει με αργό ρυθμό τις δύο πρώτες δεκαετίες 1971-1991 κάτι που ανατρέπεται άρδην στα επόμενα δέκα χρόνια, σημειώνοντας μια αυξητική τάση.

Πίνακας 2-3 Πληθυσμιακή μεταβολή της Νήσου Νάξου.

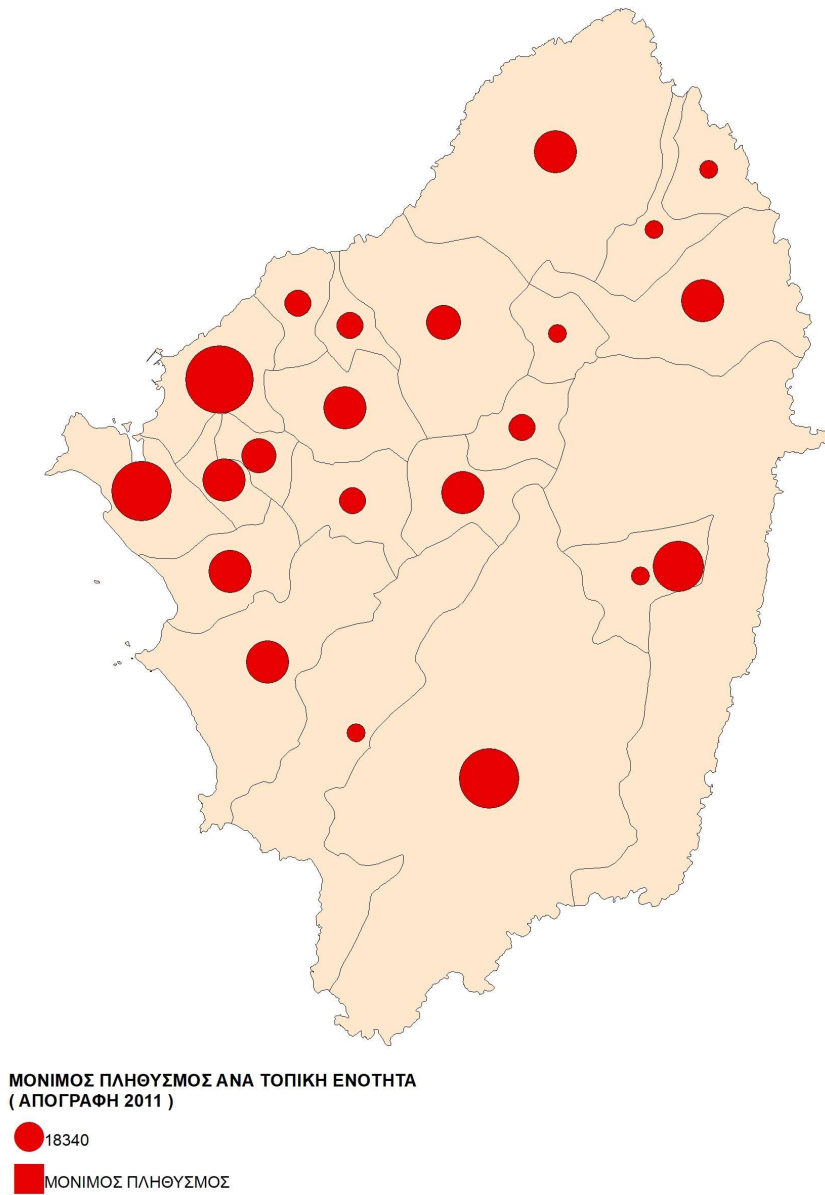
Πηγή: (<https://www.statistics.gr/>)

Έτος απογραφής	Πληθυσμός
1971	14.201
1981	14.038
1991	14.838
2001	18.188
2011	18.340



Διάγραμμα 2-1 Πληθυσμιακή κατανομή της Νήσου Νάξου.

Στον παρακάτω χάρτη (Εικόνα 2-4) παρουσιάζεται η κατανομή του μόνιμου πληθυσμού με βάση την απογραφή του 2011 ανά τοπική κοινότητα.



Εικόνα 2-4 Χάρτης κατανομής του μόνιμου πληθυσμού ανά Τοπική Κοινότητα.

2.4 Τουρισμός

Στο πέρασμα των χρόνων η Ελλάδα αναφορικά με το διεθνή τουρισμό παρουσίασε ταχύτατη ανάπτυξη καθώς ενδεικτικά το 1950 οι αφίξεις της ήταν λιγότερες από 70.000, το 1960 ήταν 529.000 ενώ το 2007 ο διεθνής τουρισμός ήταν περισσότερος από 17,5 εκατομμύρια. Στην Νάξο, η τουριστική ανάπτυξη θεωρείται πως άργησε, σε σχέση με

άλλα νησιά του Αιγαίου, καθώς αποτέλεσε παραδοσιακά ένα γεωργικό νησί (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2013). Οι τουριστικές αφίξεις έχουν διαχρονικά αυξηθεί κατά την διάρκεια των ετών 2010-2018, όπου συγκεκριμένα το 2018 το νησί σημείωσε ρεκόρ ακτοπλοϊκών αφίξεων καθώς τον Ιούλιο οι αφίξεις ήταν μεγαλύτερες από 125.000 (<https://naxostimes.gr/>). Σήμερα, ο τουρισμός είναι ο σημαντικότερος κλάδος του τριτογενούς τομέα στο νησί, που απασχολεί περισσότερο από το 30% του εργατικού δυναμικού. Παρ' όλα αυτά η εποχικότητα είναι αυτή που καθορίζει την τουριστική περίοδο για το νησί, η οποία είναι περιορισμένη. Τα ενθαρρυντικά σενάρια για την αύξηση των αφίξεων τουριστών στο νησί συμβάλουν στην άνοδο της οικοδόμησης τουριστικών υποδομών τα τελευταία χρόνια.

Οι αφίξεις μέσω αεροπλάνων και πλοίων αυξάνονται αισθητά, προσεγγίζοντας σε επίπεδο αφίξεων και αναχωρήσεων διπλάσια ποσοστά. Το αεροδρόμιο εξυπηρετεί κυρίως πτήσεις εσωτερικού και σε περιόδους μεγάλης κίνησης αυξάνονται αρκετά τα δρομολόγια.

Πίνακας 2-4 Αεροπορικές αφίξεις στο νησί της Νάξου κατά τα έτη 2007-2017.

Πηγή: ΥΠΕΝ 2019 & Ζουμπουρλή 2019.

ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΝΑΞΟΥ		
ΚΙΝΗΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ		
ΕΤΟΣ	ΑΦΙΞΕΙΣ	ΑΝΑΧΩΡΗΣΕΙΣ
2007	10.908	13.638
2008	10.997	14.093
2009	10.184	12.591
2010	10.112	11.507
2011	11.562	12.913
2012	9.982	11.757
2013	10.066	11.853
2014	14.305	15.913
2015	19.474	21.516
2016	16.537	18.598
2017	26.697	29.950

Το λιμάνι βρίσκεται στην πρωτεύουσα του νησιού και έχει σύνδεση με διάφορους προορισμούς. Τα δρομολόγια είναι καθημερινής βάσεως, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες το νησί συνδέεται με τακτικά δρομολόγια και με τα γύρω νησιά όπως Μύκονο, Κρήτη και

Σαντορίνη. Γι' αυτό άλλωστε οι περισσότεροι επιλέγουν την μεταφορά τους με πλοίο. Οι αφίξεις τα τελευταία χρόνια παρουσιάζουν σημαντική αύξηση όπως φαίνεται στον Πίνακα 2-5.

Πίνακας 2-5 Αφίξεις στο λιμάνι της Νάξου κατά τα έτη 2012-2018.
Πηγή: Naxostimes, 2018

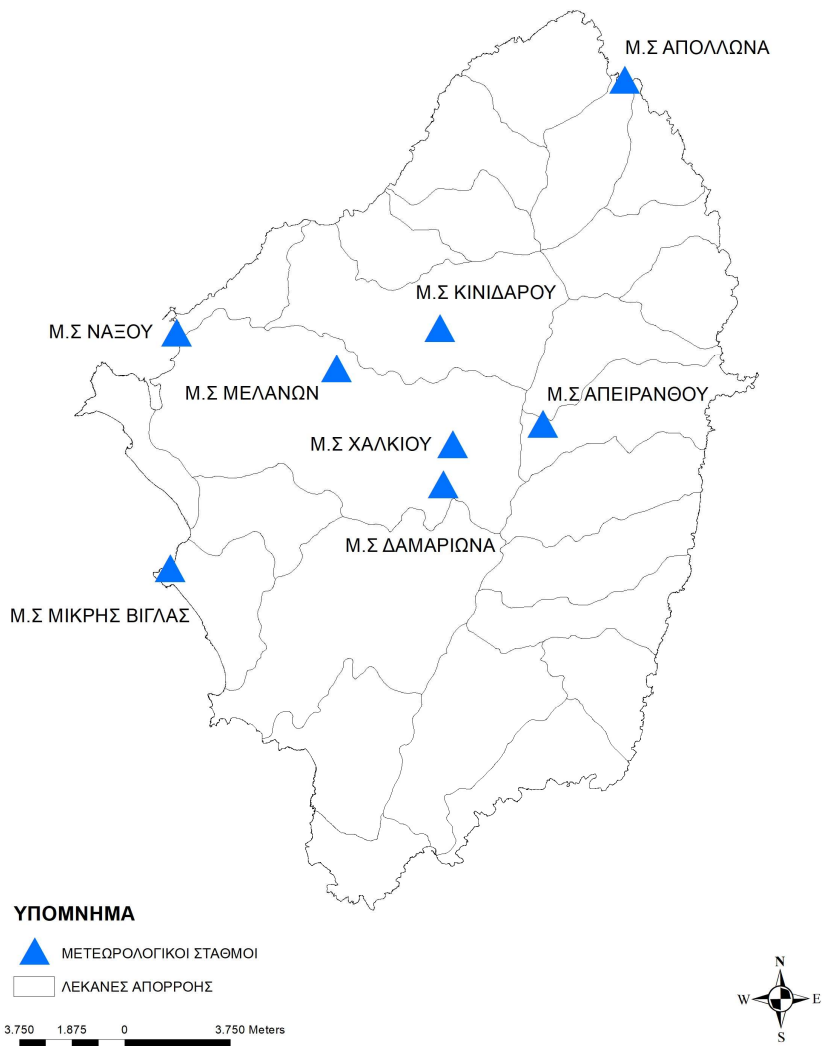
ΛΙΜΑΝΙ ΝΑΞΟΥ	
ΕΤΟΣ	ΑΦΙΞΕΙΣ
2012	77.585
2013	82.479
2014	90.964
2015	89.121
2016	101.864
2017	112.966
2018	125.317

2.5 Κλίμα

Το κλίμα της Νάξου, όπως και των περισσότερων κυκλαδίτικων νησιών, είναι εύκρατο μεσογειακού τύπου. Οι χειμερινοί μήνες του χρόνου χαρακτηρίζονται από ήπιας μορφής μετεωρολογικά φαινόμενα. Ο παγετός, το χιόνι και το χαλάζι δεν αποτελούν σύνηθες φαινόμενο για τα δεδομένα του νησιού, ενώ και οι καταιγίδες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα είναι μικρής έντασης και διάρκειας. Οι βροχοπτώσεις στις Κυκλάδες είναι από τις χαμηλότερες που καταγράφονται στην Ελλάδα. Στη Νάξο υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός Α τάξης (ΕΜΥ), που εδρεύει σε πεδινή περιοχή και από το 2012 κι έπειτα, λειτουργούν ακόμη επτά μετεωρολογικοί σταθμοί του Δήμου σε συνεργασία με το Εθνικό Αστεροσκοπείο, όπου με βάση τις συντεταγμένες τους δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 2-5).

Πίνακας 2-6 Συντεταγμένες Μετεωρολογικών Σταθμών Νάξου.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ(LAT)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ(LONG)
ΝΑΞΟΣ	37° 6' 9"	25° 22' 27"
ΜΙΚΡΗ ΒΙΓΛΑ	37°1'37.056"	25°22'13.296"
ΜΕΛΛΑΝΕΣ	37°5'24.324"	25°26'16.62"
ΔΑΜΑΡΙΩΝΑΣ	37°3'9.144"	25°28'47.28"
ΚΙΝΙΔΑΡΟΣ	37° 6' 10"	25° 28' 46"
ΧΑΛΚΙ	37° 3' 55"	25° 29' 2"
ΑΠΕΙΡΑΝΘΟΣ	37°4'16.572"	25°31'12.108"
ΑΠΟΛΛΩΝΑΣ	37°10'52.104"	25°33'17.856"



Εικόνα 2-5 Χάρτης Μετεωρολογικών Σταθμών Νάξου.

Τα μεγαλύτερα ύψη βροχής παρατηρούνται κατά τον Δεκέμβριο (68,7mm) και τον Ιανουάριο (67,6mm). Πιο συγκεκριμένα, το νησί της Νάξου είναι ένα από τα ξηρότερα μέρη της Ελλάδος με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής να είναι 366,8mm.

Από άποψη θερμοκρασίας, ο χειμώνας στις Κυκλάδες είναι αρκετά ήπιος. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 18°C, με ψυχρότερο μήνα του έτους τον Ιανουάριο με 12,2°C και μέση ημερήσια διακύμανση τους 4,9 °C με βάση την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ). Σε γενικές γραμμές, επικρατεί ηλιοφάνεια, ενώ οι νεφώσεις είναι περιορισμένες. Στις ορεινές περιοχές της Νάξου παρατηρείται πτώση της θερμοκρασίας

κατά 3-4°C. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας και δεν ξεπερνά τους 26°C, (με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο και μέση ημερήσια θερμοκρασιακή διακύμανση τους 5,1°C), γεγονός που οφείλεται στην επίδραση της θάλασσας, αλλά και στους ανέμους που παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα και ένταση με αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας.

2.6 Φυσικό περιβάλλον

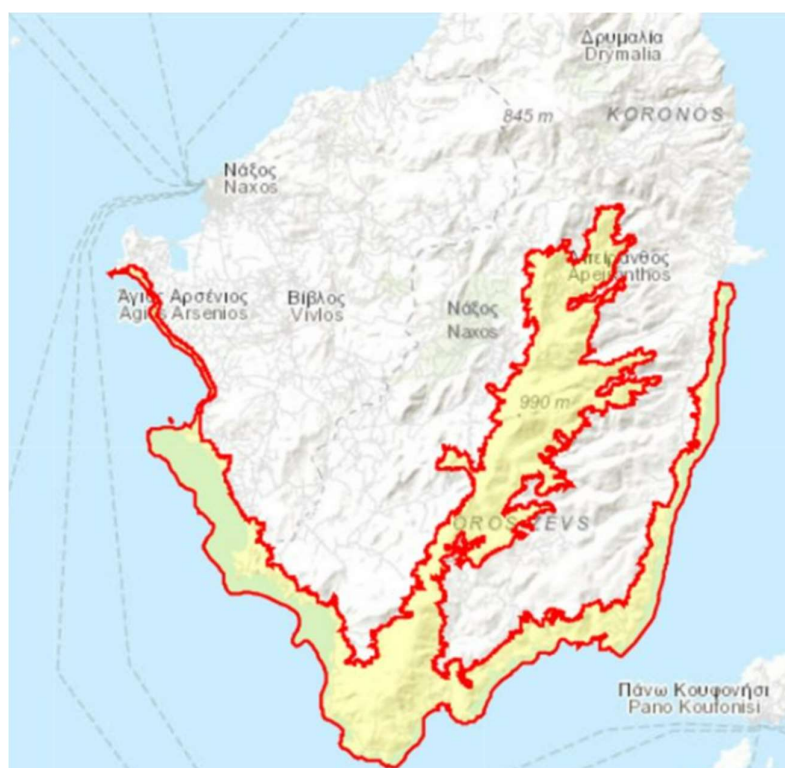
Η Νάξος εμφανίζει έντονη ποικιλομορφία τοπίων ανάλογη με τις διαφοροποιημένες γεωγραφικές της ζώνες. Τα βουνά είναι έχουν αραιή δάσωση αποτελούμενη από θαμνότοπους και βοσκότοπους. Σε σχέση με την έκταση του Δήμου, οι βοσκότοποι και η δασική γη (θαμνώδεις και φρυγανικές εκτάσεις) υπερέχουν της γεωργικής γης και υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό δασοκάλυψης (υψηλών δασών). Η γεωργική γη (ελαιώνες, αμπελώνες) εκτείνεται κατά κύριο λόγο στα πεδινά και ημιορεινά τμήματα του νησιού. Στις πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές της Νάξου βρίσκει κανείς, πλήθος οικοσυστημάτων και υγρότοπους όπως για παράδειγμα οι λιμνοθάλασσες της Χώρας, της Γλυφάδας, της Μικρής Βίγλας, οι Αλυκές του Αγίου Προκοπίου. Επιπλέον, στις νότιες ακτές εντοπίζονται οι αμμοθίνες με πυκνή βλάστηση και συστάδες κέδρων στην Αγία Άννα, στην Πλάκα, στην Ψιλή Άμμο, στα έλη στο Πυργάκι και στον Καλαντό αλλά και στην αγροτική περιοχή του Λιβαδιού με τους ανεμοφράχτες φτιαγμένους από καλάμια.

Σε οικολογικό επίπεδο, πολλές περιοχές του νησιού έχουν ενταχθεί στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών Natura 2000. Σε αυτές τις περιοχές συγκαταλέγονται το κεντρικό και νότιο τμήμα της Νάξου, από το όρος Ζας στα κεντροανατολικά και την Μικρή Βίγλα στα κεντροδυτικά έως το Μαυροβούνι στα νότια αλλά και την θαλάσσια ζώνη από τον όρμο Καράδες στα δυτικά έως τον όρμο Μουτσούνας στα ανατολικά. Πιο συγκεκριμένα οι δύο τόποι παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 2-7).

Πίνακας 2-7 Προστατευόμενες περιοχές Νάξου (Natura 2000).

Πηγή: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Φιλότης Τράπεζα στοιχείων για την ελληνική φύση.

GR4220014	Κεντρική και Νότια Νάξος Ζας και Μ.Βίγλα έως Μαυροβούνι
GR4220016	Αλυκή Νάξου



Εικόνα 2-6 Περιοχή Natura 2000 Κεντρική και Νότια Νάξος.

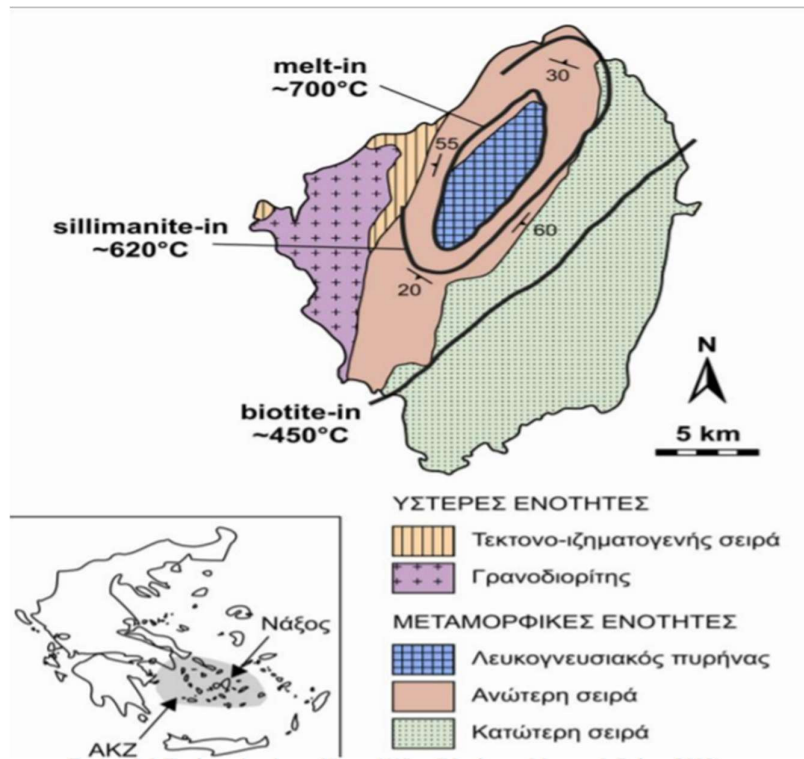
Η πανίδα του νησιού εμφανίζει έντονη ποικιλομορφία ιδιαίτερα όσον αφορά στα πτηνά. Διαθέτει επτά καταφύγια άγριας ζωής και φιλοξενεί πλήθος ξεχωριστών ζώων στους βιότοπούς της. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν πάνω από 100 διαφορετικά είδη πουλιών 49 από τα οποία είναι προστατευόμενα με την οδηγία 79/409/ΕΟΚ. Μεγάλη ποικιλία ειδών παρουσιάζει και η χλωρίδα. Στο νησί υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη φυτών με την

χλωρίδα της ορεινής Νάξου να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε σχέση με τα πεδινά καλλιεργούμενα τμήματά της. Σπάνια καλλιεργούμενα φυτά και προστατευόμενα από την ελληνική νομοθεσία (Προεδρικό Διάταγμα 67/81) φυτικά είδη βρίσκονται στο νησί.

2.7 Γεωλογία

Η Νάξος ανήκει γεωλογικά στο Αττικοκυκλαδικό σύμπλεγμα. Τα μάρμαρα, οι δολομίτες, οι μαρμαρυγιακοί και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι απαρτίζουν την Αττικοκυκλαδική μάζα. Το νησί έχει περάσει από τριφασική κλιμακούμενη μεταμόρφωση ενώ ιδιαίτερο γνώρισμα αποτελούν οι τεράστιοι όγκοι πετρωμάτων γρανιτικής ως επί των πλείστων σύστασης, οι οποίοι έχουν διεισδύσει στην περιοχή. Η παραπάνω μεταμόρφωση οφείλεται σε μεταβολές των φυσικών και χημικών περιστάσεων. Τα πετρώματα που επηρεάζονται κατά τη διαδικασία της μεταμόρφωσης είναι αυτά που βρίσκονται στο εσωτερικό του φλοιού και του μανδύα της γης. Η μεταμόρφωση προκαλείται κυρίως λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της πίεσης. Μέσω χημικών, ορυκτολογικών και ιστολογικών αλλαγών συμπεραίνουμε ότι από ήδη υπάρχοντα πετρώματα προκύπτουν τα μεταμορφωμένα.

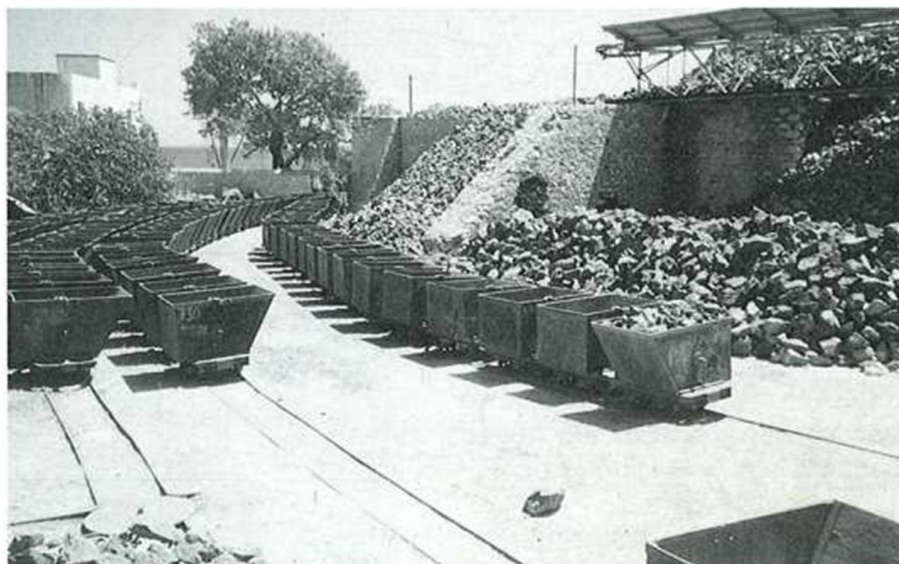
Αρχικά, αφενός το γεγονός ότι υπάρχει έντονη παρουσία κοιτασμάτων σμύριδας προς εκμετάλλευση και αφετέρου λόγω της τοποθεσίας της κεντρικά της κρυσταλλοσχιστώδους Αττικοκυκλαδικής μάζας (η οποία βρίσκεται μεταξύ των κρυσταλλικών περιοχών της Αττικής/ νότιας Εύβοιας και της μάζας του Μεντερέ της Τουρκίας), η Νάξος από γεωλογικής και γεωμορφολογικής απόψεως έχει αποτελέσει αντικείμενο πληθώρας ερευνητικών μελετών (Μαργαρίτη, 2015).



Εικόνα 2-7 Γεωλογικός Χάρτης Νήσου Νάξου (Mathhews, Mattley, & Baker, 2002).

Οι ορυκτές ύλες που έκαναν και συνεχίζουν να κάνουν γνωστή τη Νάξο είναι η σμύριδα και το μάρμαρο. Η σμύριδα συναντάται στο βόρειο τμήμα του νησιού, συγκεκριμένα σε ορεινές κοινότητες όπως η Απείρανθος, η Κόρωνος και το Φιλώτι και εντοπίζεται στο εσωτερικό των βουνών. Το μεταμορφωμένο πέτρωμα της σμύριδας ορίζεται σύμφωνα με πρόσφατες γεωλογικές και πετρογραφικές έρευνες ως ένας μεταμορφωμένος βωξίτης, ονόματι μεταβωξίτης. Τα μεγαλύτερα και πιο σημαντικά κοιτάσματα από μεταβωξίτες στο Αιγαίο εντοπίζονται στην Νάξο. Αποτέλεσε προϊόν εκμετάλλευσης από την αρχαιότητα, όπως αναφέρεται σε πηγές από τον Ησίοδο (7ος αιώνας π.Χ.) και τον Ηρόδοτο (5ος αιώνας π.Χ.). Στις συγκεκριμένες αναφορές γίνεται λόγος για τις εγκαταστάσεις των σμυριδωρυχείων και τη μοναδικότητα της σμύριδας, η οποία αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά αγαθά για την ορεινή Νάξο και ολόκληρο το νησί και συντέλεσε στην ευημερία του (Αντονίτσεβα Ρ, 2018). Χρησιμοποιείται ως λειαντικό για ξύλο, μέταλλα, γυαλί, ορυκτά, και καθαριστικό για το ρύζι. Έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα και σε οδοντόκρεμες. Επίσης χρησιμοποιείται ως αντιολισθητικό σε βιομηχανικά δάπεδα και σε πυρίμαχα δάπεδα

χυτηρίων, σε ράμπες φόρτωσης και σε πεζοδρόμια. Έχει αποδειχθεί επίσης, το καλύτερο για ασφαλτοτάπητες σε επικίνδυνα σημεία των αυτοκινητοδρόμων.



Εικόνα 2-8 Αποθήκη φόρτωσης Σμύριδας, Μουτσούνα Νάξου.
Πηγή: Φίλιππος Μανωλάς, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων.

Το μάρμαρο καλύπτει σημαντική έκταση του νησιού και αποτελεί βασικό πέτρωμά του. Εμφανίζεται στον Απόλλωνα, στην Απείρανθο - Φιλώτι και κυρίως σε πέντε βουνά στην περιοχή του Κινιδάρου, όπου ανήκει και η λευκή ποικιλία μαρμάρου γνωστή ως «Κρυσταλλίνα Νάξου». Η σύστασή της αποτελείται από χαλαζία σε ποσοστό 2% και από ασβεστίτη σε ποσοστό 98%, γεγονός που δικαιολογεί την αστραφτερή της όψη. Αντιπροσωπευτικότερα παραδείγματα κομψοτεχνημάτων αποτελούν η ναξιακή Σφίγγα στους Δελφούς (κατασκευασμένη περί το 570 π.Χ.), η Οικία των Ναξίων στη Δήλο και δύο από τις πρώτες κόρες της Ακρόπολης (περί το 550 π.Χ.) κατασκευασμένες εξ' ολοκλήρου από ναξιακό μάρμαρο.



Εικόνα 2-9 «Κρυσταλλίνα Νάξου» στην περιοχή Κινίδαρος.
Πηγή: (<https://stonenews.eu/>)

2.8 Υδρογεωλογία

Οι κυριότεροι υδρογεωλογικοί σχηματισμοί που εντοπίζονται στην Νάξο έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Υπ. Γεωργίας, 1995):

- **Αλλουβιακές αποθέσεις**

Η υδροπερατότητα των αλλουβιακών αποθέσεων μεταβάλλεται από χαμηλά έως μέτρια επίπεδα, εξαρτάται από την κοκκομετρική σύνθεση ανάλογα με την θέση και συνεπώς οι υδροφόροι ορίζοντες που σχηματίζονται, έχουν ανάλογη δυναμικότητα. Η κύρια υδροφορία στην μεγαλύτερη πεδιάδα του νησιού, «Λιβιάδι», είναι διαμορφωμένη από στρώμα άμμου, και εκτείνεται σε βάθος από 6 έως 10 μ. Κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το υπόβαθρο του στρώματος άμμου είναι γρανοδιοριτικό, ενώ στις παρυφές του μετατρέπεται σε χονδρόκοκκη άμμο και κροκάλες. Ο προσχωματικός υδροφόρος ορίζοντας που αναπτύσσεται, είναι μέτριας αποδοτικότητας και υδροδυναμικότητας αλλά παράλληλα από τους σημαντικότερους του νησιού.

- **Πλευρικά κορήματα και αποσαθρώματα**

Τα πλευρικά κορήματα και αποσαθρώματα, αναπτύσσονται είτε με τη μορφή ζώνης γύρω από τους βραχώδεις σχηματισμούς είτε με τη μορφή κώνων κορημάτων στα ρέματα. Τα υλικά αυτά είναι αδροκλαστικής και μεσοκλαστικής σύστασης μεγάλης διαπερατότητας.

- **Νεώτεροι ιζηματογενείς σχηματισμοί**

Οι νεώτεροι ιζηματογενείς σχηματισμοί απαρτίζονται από στρώματα κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και μαργών μεγάλης, μέτριας και μικρής διαπερατότητας αντίστοιχα. Το νερό κινείται μεταξύ των κροκαλοπαγών και των ψαμμιτών, καθώς και μέσα στις τεκτονικές διαρρήξεις. Αντιθέτως, τα υπόγεια διαφράγματα της κίνησης του νερού αποτελούνται από μαργαϊκές ενστρώσεις.

- **Γρανοδιορίτες - διορίτες**

Οι σχηματισμοί αυτοί έχουν ποικίλο βαθμό διαπερατότητας, που αντιστοιχεί στον βαθμό κερματισμού. Το υπόγειο νερό κινείται μεταξύ των ανοικτών διακλάσεων και των τεκτονικών διαρρήξεων.

- **Μάρμαρα - σχιστόλιθοι**

Το σύστημα αυτό, καταλαμβάνει το πιο μεγάλο μέρος της ανατολικής, κεντρικής και νότιας Νάξου. Συμπεριλαμβάνει πληθώρα Καρστικών υδροφόρων, διαμορφωμένων από την στρωματογραφική επαλληλία μεταξύ των υδροπερατών (ανθρακικών μερών) και των υδατοστεγανών (σχιστολιθικών) ενστρώσεων. Προκύπτει λοιπόν μία ιδιαίτερη «ζωνώδης» ανάπτυξη Καρστικών υδροφόρων, εντός των στρωμάτων μαρμάρων. Τα στρώματα αυτά εντοπίζονται σχεδόν παράλληλα προς τον κεντρικό άξονα του αντικλίνου του νησιού. Η υδροπερατότητα των Καρστικών αυτών υδροφόρων διαφοροποιείται για τις ζώνες μαρμάρων ανάμεσα στην ανατολική και δυτική Νάξο. Όσον αφορά στην πρώτη αυτή κυμαίνεται σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα, ενώ όσον αφορά στην δεύτερη, αυτή κυμαίνεται από υψηλή έως μέτρια. Η διαφορά αυτή έγκειται τόσο σε τεκτονικά αίτια όσο και στη λιθοφασική ανομοιογένεια. Έτσι, στην ανατολική Νάξο η παρουσία δολομιτικών οριζόντων, φακών και σχιστολιθικών παρεμβολών, παρεμπόδισε την ανάπτυξη ενιαίων και εκτεταμένων Καρστικών δικτύων. Αντίθετα στις ζώνες μαρμάρων, που περιβάλλονται από υδατοστεγείς σχηματισμούς (σχιστόλιθοι, μιγματίτες), κυρίως στο δυτικό τμήμα του νησιού, η αποκάρσωση παρουσιάζεται μεγαλύτερη στους ανώτερους τοπογραφικά ορίζοντες -και κατά συνέπεια και η υδροπερατότητα- ενώ στους βαθύτερους ορίζοντες η υδροπερατότητα συναρτάται με την ύπαρξη ρηγματώσεων. Οι διαμορφούμενοι εντός των "κλειστών ζωνών" μαρμάρου Καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες, είναι τοπικοί και μέτριας έως χαμηλής

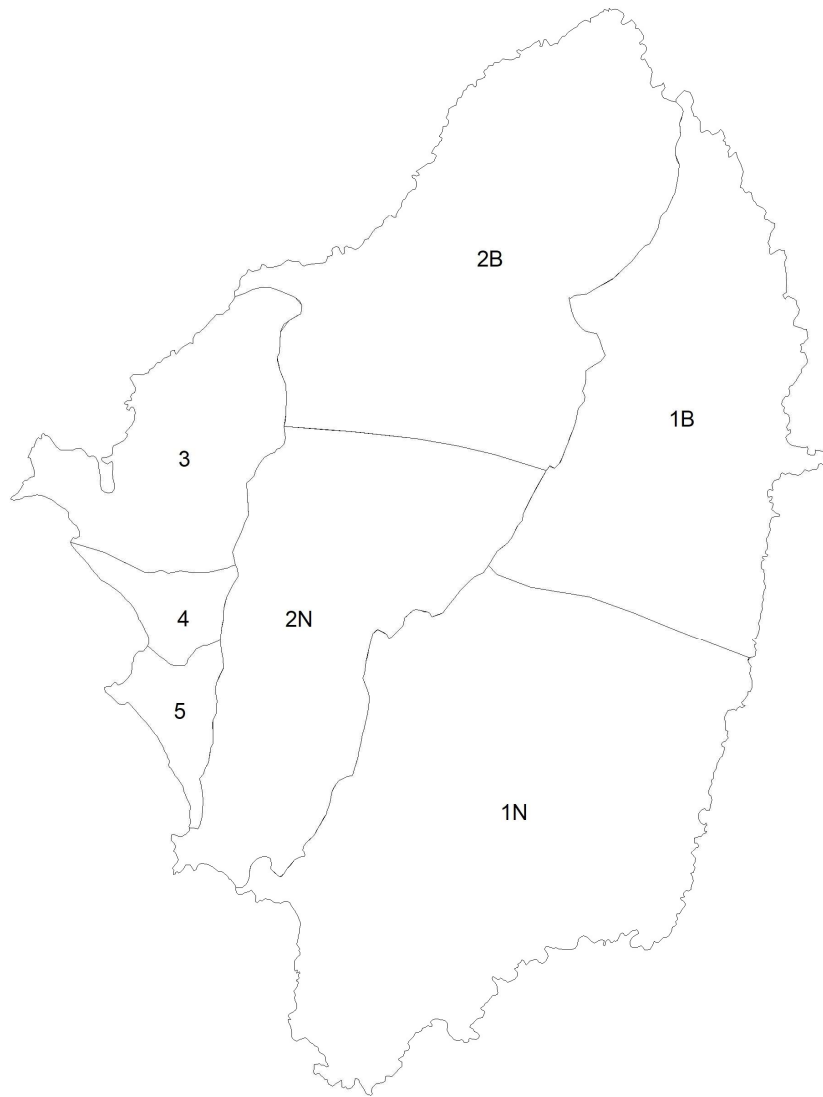
αποδοτικότητας (παραγωγικότητας), λόγω του συνήθους μικρού αναπτύγματος τους. Παρουσιάζουν όμως το πλεονέκτημα του συνεχούς εμπλουτισμού τους, είτε με νερά της επιφανειακής απορροής από υδρορεύματα που διατέμνουν αυτούς, είτε με την υπόγεια αποστράγγιση της ασθενούς υδροφορίας, που αναπτύσσεται στον μανδύα αποσάθρωσης των σχιστόλιθων ή των μιγματιτών, με τους οποίους έρχονται σε άμεση επαφή.

Ο κύριος υδροφορέας του νησιού αναπτύσσεται στα μάρμαρα, τα οποία χαρακτηρίζονται από έντονη καρστικοποίηση και ρήγματα και είναι ο πλέον εκμεταλλεύσιμος καθώς διασφαλίζει ικανοποιητική ποσότητα και ποιότητα νερού για την ικανοποίηση τοπικών αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών. Μία ποσότητα περίπου 21x10m³/γ, διηθούνται στα υδροφόρα, στρώματα ανθρακικού άλατος και έπειτα ένα μέρος αυτής της ποσότητας αναβλύζει στην επιφάνεια μέσω των πηγών (πηγές τόσο με υφάλμυρο όσο και με πόσιμο νερό). Στο κεντρικό τμήμα του νησιού, ο υδροφόρος ορίζοντας εκτείνεται σε βάθος περίπου 170 μέτρων πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Αντίθετα, στο δυτικό τμήμα της νήσου ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται 140 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, λόγω της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων (Vasalakakis, 2005).


Οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί ομαδοποιήθηκαν με βάση τα γεωλογικά, τεκτονικά, υδρολιθολογικά, και χωρικά τους χαρακτηριστικά. Οι σχηματισμοί κατατάχθηκαν σε 5 υδρογεωλογικές λεκάνες (Νομός Κυκλάδων, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005), οι οποίες αποτελούνται από τις ακόλουθες ενότητες όπου με βάση τα όρια τους δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 2-10):

Πίνακας 2-8 Υδρογεωλογικές Λεκάνες Νάξου
Πηγή: Νομός Κυκλάδων, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ	
ΛΕΚΑΝΗ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΝΟΤΗΤΑΣ
1	Ενότητα υπολοίπων σχηματισμών Ανατ. ακτών
	Ενότητα όρμου Ροού
	Καρστική ενότητα Ανατολικής Νάξου
	Ενότητα μεταμορφωμένων ανατολικής Νάξου
	Ενότητα Ακρωτηρίου Αγκάλι
	Κορήματα κοιλάδων και κλιτύων ΝΔ Νάξου
	Καρστική ενότητα Δυτικής Νάξου
2	Ενότητα μεταμορφωμένων Δυτικής Νάξου
	Ενότητα Πλειστοκαινικών σχηματισμών Αλανάδων - Μελ
	Προσχωσιγενείς υδροφορέας Αγίων Αποστόλων
	Πλειστοκαινικά Λιμένα
3	Ενότητα Μεταμορφωμένων Αγ. Αρσενίου
	Προσχωσιγενείς υδροφορέας Λειβαδιού-Γλίναδου
4	Ενότητα μεταμορφωμένων Αγίου Αρσενίου
	Προσχωσιγενείς υδροφορέας ΝΔ του Αγ. Αρσενίου
5	Μεταμορφωμένη ενότητα Καστρακίου
	Προσχωσιγενείς ενότητα Καστρακίου



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ



Εικόνα 2-10 Χάρτης Υδρογεωλογικών Ενοτήτων Νάξου.

2.9 Υδρολογία

Όσον αφορά στον νησιωτικό χώρο του Αιγαίου, οι μόνιμες απορροές σε επιφανειακά νερά αποτελούν σπάνιο φαινόμενο πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Το μικρό μέγεθος των

λεκανών απορροής, το έντονο ανάγλυφό τους, η σχετικά μικρή φυτοκάλυψη συνδυαστικά με τον περιορισμένο αριθμό πηγαίων εκφορτίσεων, αποτελούν τους κύριους μειωνεκτικούς λόγους για τους οποίους οι απορροές καθίστανται περιστασιακής μορφής. Στον κυκλαδικό χώρο η πιο αξιόλογη λεκάνη όσον αφορά στην έκταση είναι η λεκάνη Παράτρεχος Νάξου. Να σημειωθεί ότι, οι σημαντικότερες λεκάνες απορροής στις Κυκλάδες δεν ξεπερνούν κατά μέσο όρο τα 10 km².

Η Νάξος, έχει χωριστεί σε 25 λεκάνες απορροής (σύμφωνα με τη μελέτη: Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Νήσου Αιγαίου). Οι υδρολογικές λεκάνες στις οποίες διαιρείται η έκταση του νησιού, και οι ιδιότητές τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-8 σύμφωνα με την διάταξη τους από τα βόρεια προς τα νότια τμήματα του νησιού. Το εμβαδόν τους κυμαίνεται από τα 7 έως τα 67 km².



Εικόνα 2-11 Χάρτης Λεκανών Απορροής Νάξου.

Πίνακας 2-9 Λεκάνες Απορροής Νήσου Νάξου.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.

ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΝΑΞΟΥ					
Όνομα Λεκάνης	Έκταση (τ.χλμ)	Μέσο Υψόμ. (μ)	Μεγ. Υψόμ.(μ)	Μέση κλίση (%)	Δείκτης κυκλικότητας
Αγιά	14.21	246.5	802.5	34.2	0.52
Ρ. Μυλοπέραμα	14.29	271.8	812.9	29.6	0.43
Ρ.Καρβουκόλακος	8.26	207.8	555.7	27.1	0.41
Ρ. Ποταμός	12.66	421.3	918.9	34.8	0.56
Ρ. Φανερωμένη	9.46	438.1	920.7	34.7	0.50
Ρ. Περγαντί	8.22	153.8	813.5	19.9	0.47
Ρ. Τζουμαγιά	12.29	407.8	921.4	36.7	0.44
Νάξος	6.85	102.3	309.7	18.2	0.21
Ατσιπάπη	10.15	287.4	805.1	29.2	0.64
Ρ. Γαρίνου	36.35	360.3	924.4	25.6	0.43
Ρ. Πνίχτης	13.72	478.5	825.7	34.9	0.43
Ρ. Μεσονήσι	17.40	290.2	819.6	21.7	0.29
Ρ. Παράτρεχος	67.22	205.4	816.0	14.5	0.46
Αγ. Άννα	7.65	14.9	112.4	5.2	0.31
Ρ. Λίμνες	17.55	394.2	923.4	31.0	0.53
Βίβλος	12.31	138.2	319.1	9.1	0.49
Ρ. Σκοτεινό	16.23	371.8	999.8	25.7	0.44
Μικρή Βίγλα	12.37	72.3	311.8	10.1	0.50
Πυργάκι	45.65	232.2	989.5	18.8	0.39
Ρ. Ανακιών	12.52	292.9	810.2	21.5	0.30
Κλειδός	10.59	190.6	420.1	24.8	0.50
Ρ. Φύσας	24.51	302.4	715.0	23.5	0.48
Αγιασός	18.30	174.3	571.4	23.3	0.45
Πάνορμος	13.05	148.4	410.9	22.5	0.26
Βρεμένης	8.37	146.1	442.8	27.4	0.35
Σύνολο νήσου	430.17	262.0	999.8	22.9	0.31

Για την κάλυψη των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών της Νάξου, η επάρκεια του νερού δεν ήταν πάντοτε δεδομένη. Παρόλα αυτά, λόγω της μεγάλης έκτασής της και των ορεινών περιοχών της ήταν καλύτερη εν συγκρίσει με τα άλλα νησιά των Κυκλάδων. Οι υδατικές ανάγκες καλύπτονται κατά κύριο λόγο από τα υπόγεια νερά εκτός από κάποιους χειμερινούς μήνες όπου οι βροχοπτώσεις κρίνονται ικανοποιητικές (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, επιχειρησιακό σχέδιο ανάπτυξης 2014-2020).

Οι πιο σημαντικοί Χείμαροι (παροδικοί ποταμοί) που εμπλουτίζουν τον υπόγειο ορίζοντα του νησιού είναι:

1. Χείμαρος «Πλατύς» μήκους περίπου 15 χλμ. από το όρος Ζεύς – Φανάρι με εκβολή στη θέση Αλυκή της Χώρας Νάξου.
2. Χείμαρος της περιοχής Φιλωτίου-Σαγκρίου μήκους 10 χλμ. με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο με κατάληξη στη θέση Καλαντό.
3. Χείμαρος «Ρέμα χειμάρου» περιοχής Απειράθου - Φιλωτίου μήκους 10 χλμ. με διεύθυνση από Δυτικά προς Ανατολή και καταλήγει 1.000 μέτρα από τον όρμο «Ψιλή άμμος».

Πίνακας 2-10 Χαρακτηριστικά υδρογραφικού δικτύου Νάξου.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ			
Όνομα Λεκάνης	Συνολ. μήκος ρεμμάτων (χλμ)	Μήκος κύριας μισγάγγειας (χλμ)	Πυκνότητα υδρογρ. δικτύου
Αγιά	27.1	4.3	1.91
Ρ. Μυλοπέραμα	25.8	6.1	1.81
Ρ.Καρβουκόλακος	13.9	3.8	1.68
Ρ. Ποταμός	21.9	7.7	1.73
Ρ. Φανερωμένη	18.1	7.1	1.92
Ρ. Περγαντί	14.3	4.9	1.74
Ρ. Τζουμαγιά	24.0	7.4	1.95
Νάξος	11.5	3.3	1.68
Ατσιπάπη	20.3	4.4	2.00
Ρ. Γαρίνου	63.3	12.3	1.74
Ρ. Πνίχτης	22.3	9.2	1.63
Ρ. Μεσονήσι	23.8	9.6	1.37
Ρ. Παράτρεχος	100.1	13.6	1.49
Αγ. Άννα	0.8	1.8	0.11
Ρ. Λίμνες	24.0	9.0	1.37
Βίβλος	18.9	8.0	1.53
Ρ. Σκοτεινό	25.9	8.7	1.60
Μικρή Βίγλα	16.5	4.8	1.34
Πυργάκι	60.0	13.7	1.31
Ρ. Ανακίων	13.2	8.7	1.06
Κλειδός	23.4	4.9	2.21
Ρ. Φύσας	54.0	12.6	2.20
Αγιασός	46.4	5.7	2.53
Πάνορμος	22.9	3.4	1.75
Βρεμένης	19.8	2.3	2.37
Σύνολο Νήσου	712.2	13.7	1.66

2.9.1 Ήδη υπάρχοντα έργα ταμίευσης

Οι υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες της Νάξου ικανοποιούνται κυρίως μέσα από γεωτρήσεις στα πεδινά τμήματα του νησιού και μέσα από πηγάδια και πηγές κατά κύριο λόγο στα ορεινά. Οι υπάρχουσες υποδομές του τόπου κρίνονται μη επαρκείς, ενώ δύο αξιοσημείωτα έργα αποτελούν η λιμνοδεξαμενή των Εγγαρών και το φράγμα της Φανερωμένης. Στις γεωργικές εκτάσεις που υπάρχουν κοντά στην περιοχή της λιμνοδεξαμενής των Εγγαρών, οι υδατικές ανάγκες για άρδευση ικανοποιούνται από το ίδιο το νερό της λιμνοδεξαμενής και μέσα από αυτοσχέδιες υδροληψίες. Όσον αφορά στις υδατικές ανάγκες για γεωργικές χρήσεις γενικότερα, αυτές καλύπτονται από το νερό, το οποίο στα πεδινά προέρχεται μέσω γεωτρήσεων, ενώ στα ορεινά, μέσα από πηγάδια και πηγές.

- **Λιμνοδεξαμενή Εγγαρών**

Έχει κατασκευαστεί το 1994, με αρχικό στόχο την ικανοποίηση αρδευτικών σκοπών για τις γεωργικές εκτάσεις της πεδιάδας των Εγγαρών. Δευτερευόντως, χρησιμοποιείται για υδρευτικούς σκοπούς των κοντινών περιοχών και σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης για ύδρευση και στην Χώρα. Η θέση της δεξαμενής γίνεται σε φυσική κοιλάτη του εδάφους, έχει χωρητικότητα 605.000m³ (ωφέλιμος όγκος 570,000m³), είναι τοποθετημένη 650μ από την θάλασσα και 1.500μ από την Κοινότητα Εγγαρών και το μεγαλύτερο μέρος της βρίσκεται σε επαφή με τμήμα της επαρχιακής οδού Εγγαρές – Απόλλωνας. Στην ίδια περιοχή υπάρχει διυλιστήριο νερού με παροχή 10.000 κυβικών/ ημέρα (Δ.Βαινάλης, 1992).



Εικόνα 2-12 Λιμνοδεξαμενή Εγγαρών, Ιανουάριος 2022.
Πηγή: Ιδία λήψη φωτογραφίας

- **Φράγμα Φανερωμένης**

Είναι ένα έργο που κατασκευάστηκε το 2004 προκειμένου να αξιοποιηθούν τα ύδατα του χειμάρρου της Φανερωμένης χωρητικότητας $1.467.000\text{m}^3$. Το νερό χρησιμοποιείται για υδρευτικούς σκοπούς της πόλης της Νάξου, καθώς και για άρδευση της πεδιάδας Φανερωμένης και Λιβαδιού, 2.000στρ επιφάνειας αρδευόμενων εκτάσεων.



Εικόνα 2-13 Φράγμα Φανερωμένης, Ιανουάριος 2022.
Πηγή: Ιδία λήψη φωτογραφίας

Από τα στοιχεία του Δήμου Νάξου (<https://naxos.getmap.gr/>) δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 2-14):



Εικόνα 2-14 Χάρτης έργων ταμίευσης νήσου Νάξου.

- **Φράγμα Τσικαλαριού**

Το φράγμα του Τσικαλαριού πρόκειται να κατασκευαστεί κοντά στην κοίτη του ποταμού Ποταμιάς σε απόσταση 1χλμ. κατόντη του οικισμού της Κάτω Ποταμιάς. Ο

ταμιευτήρας του φράγματος θα είναι σε θέση να αποθηκεύει τόσο τα επιφανειακά νερά του χειμάρρου Ποταμιάς όσο και των λεκανών απορροής ανάντη των οικισμών Ποταμιάς και Σαγκρίου, που υπάγονται στη Δ. Κοινότητας Νάξου αλλά και των οικισμών Απειράνθου, Δαμαριώνα, Φιλωτίου και Χαλκίου που υπάγονται στη Δ. Κοινότητας Δρυμαλίας. Το φράγμα θα είναι λιθόρριπτο, με 46 μέτρα ύψος, με ανάντη πλάκα στεγάνωσης από οπλισμένο σκυρόδεμα και με ταμιευτήρα χωρητικότητας 3.000.000 m³ νερού, ωφέλιμου όγκου 2.850.000 m³ νερού (Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων). Για την καλύτερη αξιοποίηση των υδάτινων αποθεμάτων του ταμιευτήρα Τσικαλαριού, προβλέπεται επιπλέον, η κατασκευή αρδευτικών δικτύων σε ακτίνα 10.500 στρεμμάτων γεωργικών εκτάσεων του κάμπου Λιβαδιού, τα οποία μέχρι σήμερα αρδεύονται εξ' ολοκλήρου μέσω γεωτρήσεων και μέσα από πηγάδια (Δελτίο Τύπου Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2007-2013).

Συγκεντρωτικά στον Πίνακα 2-11 παρουσιάζονται τα έργα ταμίευσης ύδατος καθώς και η λεκάνη απορροής στην οποία βρίσκονται.

Πίνακας 2-11 Περιγραφή έργων ταμίευσης ύδατος.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.

Είδος	Κατασκευασμένο	Όνομα Έργου	Όγκος	Όνομα Λεκάνης
Λιμνοδεξαμενή	ΝΑΙ	Εγγαρών	605.000 m ³	Ρ. Γαρίνου
Φράγμα	ΝΑΙ	Φανερωμένης	1.467.000 m ³	Ρ. Φανερωμένης
Φράγμα	ΟΧΙ	Τσικαλαριού	2.850.000 m ³	Ρ. Παράτρεχος

2.9.2 Φράγματα ανάσχεσης: Η περίπτωση της Απειράνθου της Νάξου

Το υδρολογικό ισοζύγιο όσον αφορά στις Κυκλάδες κρίνεται ελλειμματικό και είναι ένα από τα χειρίστα εν συγκρίσει με τα υπόλοιπα της Ελλάδος. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην συνεχή αυξανόμενη ζήτηση ύδρευσης λόγω του τουρισμού και ταυτόχρονα στους περιορισμένους διαθέσιμους υδατικούς πόρους.

Πιο συγκεκριμένα το μεγαλύτερο νησί των Κυκλάδων, η Νάξος, τα τελευταία χρόνια έρχεται αντιμέτωπη με ολοένα και μεγαλύτερα ελλείμματα διαθέσιμου νερού. Το γεγονός αυτό οφείλεται όχι μόνο στον τουρισμό αλλά και στο ότι το νησί συγκριτικά με άλλα κυκλαδίτικα νησιά, στηρίζεται και στην γεωργία και στην κτηνοτροφία. Διαθέτει λοιπόν αρκετές καλλιεργούμενες εκτάσεις και συνεπώς έχει μεγαλύτερες αρδευτικές ανάγκες. Οι καλλιεργούμενες αυτές εκτάσεις εντοπίζονται κυρίως στο πεδινό τμήμα του νησιού όπου, λόγω της υπεράντλησης παρατηρούνται και φαινόμενα υφαλμύρισης (Προμπονά, 2006).

Από μετεωρολογικής άποψης, οι βροχοπτώσεις αποτελούν ένα σχετικά σπάνιο καιρικό φαινόμενο, που δικαιολογείται αν σκεφτεί κανείς πως απουσιάζουν οι μεγάλες οροσειρές. Οροσειρές, οι οποίες συμβάλλουν στην παρεμπόδιση των υδρατμών, ανυψώνουν τις αέριες μάζες και συμπυκνώνουν τους υδρατμούς με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία βροχής. Το νησί αποκτά αυξημένες υδατικές ανάγκες κατά κύριο λόγο τους καλοκαιρινούς μήνες, άμεση συνέπεια της αύξησης της κατανάλωσης των τουριστών, ενώ αντίθετα η ποσότητα του βρόχινου νερού που διαθέτει κινείται σταθερά σε μέτρια επίπεδα.

Οι βασικότερες παράμετροι για τον καθορισμό της επάρκειας ή μη των υδατικών πόρων της Νάξου είναι οι εξής:

- Το σχετικά μικρό μέγεθος συνδυαστικά με την έντονη αναγλυφότητα εμποδίζουν τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα.
- Οι υδατοστεγείς γεωλογικοί σχηματισμοί, καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στο νησί με αποτέλεσμα οι υπόγειοι υδροφορείς να μην έχουν ικανοποιητική απόδοση.
- Τα χαμηλά ύψη βροχής σε συνδυασμό με την λιγοστή βλάστηση περιορίζουν τόσο την επιφανειακή απορροή όσο και την κατείσδυση και ειδικότερα σε περιόδους ξηρασίας.
- Η αύξηση του εποχικού πληθυσμού του νησιού, που μπορεί να φτάσει να είναι και τετραπλάσιος του μόνιμου το καλοκαίρι, κάνει δυσμενέστερες τις ήδη υπάρχουσες υδρολογικές συνθήκες.

Σημαντικότερος παράγοντας στην όξυνση του προβλήματος της λειψυδρίας στα νησιά του Αιγαίου και ειδικότερα στην Νάξο είναι το ελλιπές σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων. Αν αναλογιστεί κανείς, ότι ένα ποσοστό της τάξης του 40-60% της βροχής στην Νάξο ρέει επιφανειακά καταλήγοντας στην θάλασσα και ένα άλλο ποσοστό της τάξης

30-40% εξατμίζεται λόγω των ισχυρών ανέμων και της έντονης ηλιοφάνειας αναρωτιέται πόσο ικανοποιητικά είναι τα εναπομείναντα αποθέματα νερού για την κάλυψη των αναγκών του τόπου. Σύμφωνα με τα παραπάνω γίνεται ευκρινές ότι η προσοχή για την αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας πρέπει να στραφεί προς την αναχαίτιση της χειμαρρικής ροής των όμβριων υδάτων προς τη θάλασσα και της υποχρεωτικής τους κατείσδυσης στους υδροφόρους ορίζοντες (Γλέζος, 2001).

Το 1986 λοιπόν, ο Μανώλης Γλέζος, τότε πρόεδρος της Κοινότητας Απεράθου Νάξου πρότεινε και εφάρμοσε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο προστασίας του περιβάλλοντος. Σχεδίασε και υλοποίησε ένα τεχνητό έργο εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων και παράλληλα εφάρμοσε ένα πρόγραμμα προστασίας του εδάφους. Η υλοποίηση του έργου αυτού ξεκίνησε το 1987 και περιλάμβανε την κατασκευή πλήθους μικρών φραγμάτων στην κοίτη του χειμάρρου του χωριού τ' Απεράθου, αφού μελέτησε προσεκτικά τις θέσεις κατασκευής τους. Τα φραγματίδια αυτά είχαν ως στόχο να ανακόψουν την πορεία του ύδατος προς τη θάλασσα και να το αποθηκεύσουν στο υπέδαφος προλαμβάνοντας την εξάτμιση και τη ρύπανσή του. Ο σχεδιασμός των φραγμάτων ήταν σύμφωνος με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική των Κυκλάδων, εναρμονίζοντας τα με το περιβάλλον. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιήθηκαν τοπικά υλικά, κυρίως πέτρα και μάρμαρο. Επιπλέον, χάρις στο μικρό τους μέγεθος, δεν κινδυνεύουν από φυσικά φαινόμενα όπως π.χ. σεισμοί, κατολισθήσεις κτλ.



Εικόνα 2-15 Κατασκευή μικρών φραγμάτων, Απείρανθος Νάξου 1987.

Πηγή: (<https://orinosaxotis.blogspot.com/>)

Η τελική κατασκευή των φραγμάτων ήταν πολλά υποσχόμενη, καθώς πηγές και πηγάδια που είχαν στερέψει απέκτησαν και πάλι υδάτινη ζωή. Επιπλέον επιμηκύνθηκε η χρονική περίοδος τροφοδότησης του χειμάρρου (από 3ις μόνο μήνες σε περίπου 12). Αυτό, έδωσε και το κίνητρο για εκμετάλλευση του έργου και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδατόπτωση ύψους 123 m. Γίνεται λοιπόν εμφανές πως το ολοκληρωμένο αυτό έργο χαίρει άκρας σημαντικότητας για τις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδος, αλλά και άλλες περιοχές με παρόμοιες συνθήκες, όπου τα φαινόμενα λειψυδρίας είναι πολύ έντονα.

Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία

3.1 Συλλογή δεδομένων – Εκτίμηση παραμέτρων

Η παρούσα εργασία βασίστηκε στην μελέτη "Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου", που έγινε το 2005 από την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, και συγκεκριμένα στο τεύχος 25 "Νήσος Νάξος, Νομός Κυκλάδων". Η μελέτη αφορούσε στην χρονική περίοδο 1986-2001. Αποφασίστηκε λοιπόν να μελετηθεί εκ νέου η περιοχή για το ίδιο χρονικό διάστημα με στόχο την σύγκριση των δύο εργασιών. Με την εύρεση επιπλέον δεδομένων από το 2002-2021 επεκτάθηκε η χρονική περίοδος μελέτης με στόχο αφενός την προσομοίωση της υπό εξέταση περιοχής και αφετέρου την ακριβέστερη διερεύνηση μελλοντικών σεναρίων. Όπως παρουσιάζεται και παρακάτω συλλέχθηκαν και υπολογίστηκαν εκ νέου τα μετεωρολογικά δεδομένα. Για την μελέτη και των δύο εργασιών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό WEAP.

3.2 Υπολογισμός μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης κ' μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας

3.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχουν φορές, όπου είναι αναγκαίος ο υπολογισμός του μεγέθους της βροχόπτωσης σε οποιοδήποτε σημείο της λεκάνης απορροής με στόχο την ορθότερη διαχείρισή της. Ο όρος βροχοβαθμίδα αναφέρεται στην μεταβολή του ύψους βροχής ανά μονάδα μεταβολής του υψομέτρου. Υπολογίζεται με βάση τα απόλυτα υψόμετρα των βροχομετρικών σταθμών και τα αντίστοιχα ύψη βροχών και βασίζεται στο γεγονός ότι η αύξηση του υψομέτρου συνεπάγεται την αύξηση του ύψους των κατακρημνισμάτων που δέχεται μία περιοχή. Δημιουργείται λοιπόν η καμπύλη μεταβολής του ύψους βροχής συναρτήσει του υψομέτρου των σταθμών. Στον άξονα των τετμημένων τοποθετείται το υψόμετρο των σταθμών ενώ στον άξονα των τεταγμένων το ύψος βροχής. Από την κλίση της καμπύλης δίνεται η βροχοβαθμίδα η οποία υπολογίζεται γραφικά από το διάγραμμα.

Πρόκειται για μια γραμμική σχέση της μορφής $y=ax+b$ όπου y το ύψος της βροχής, a, b συντελεστές και x το υψόμετρο των σταθμών.

Αντιστοίχως η θερμοβαθμίδα αναφέρεται στην μεταβολή της θερμοκρασίας ανά μονάδα μεταβολής του υψομέτρου. Δημιουργείται η αντίστοιχη καμπύλη όπου στον άξονα τον τετμημένων βρίσκεται το υψόμετρο των σταθμών ενώ στον άξονα των τεταγμένων οι τιμές της θερμοκρασίας. Δίνεται λοιπόν η καμπύλη με την θερμοβαθμίδα να υπολογίζεται γραφικά από το διάγραμμα. Η γραμμική σχέση είναι όμοιας μορφής με της βροχοβαθμίδας όπου y η θερμοκρασία a, b συντελεστές και x το υψόμετρο των σταθμών. Βασική διάκριση μεταξύ των δύο, είναι το γεγονός ότι η θερμοβαθμίδα παρουσιάζει παγκοσμίως την ίδια μεταβολή ($6,1^{\circ}\text{C}$ ανά χιλιόμετρο), ενώ αντίθετα η βροχοβαθμίδα παρουσιάζει έντονο τοπικό χαρακτήρα και συνεπώς συνίσταται να υπολογίζεται κατά περίπτωση.

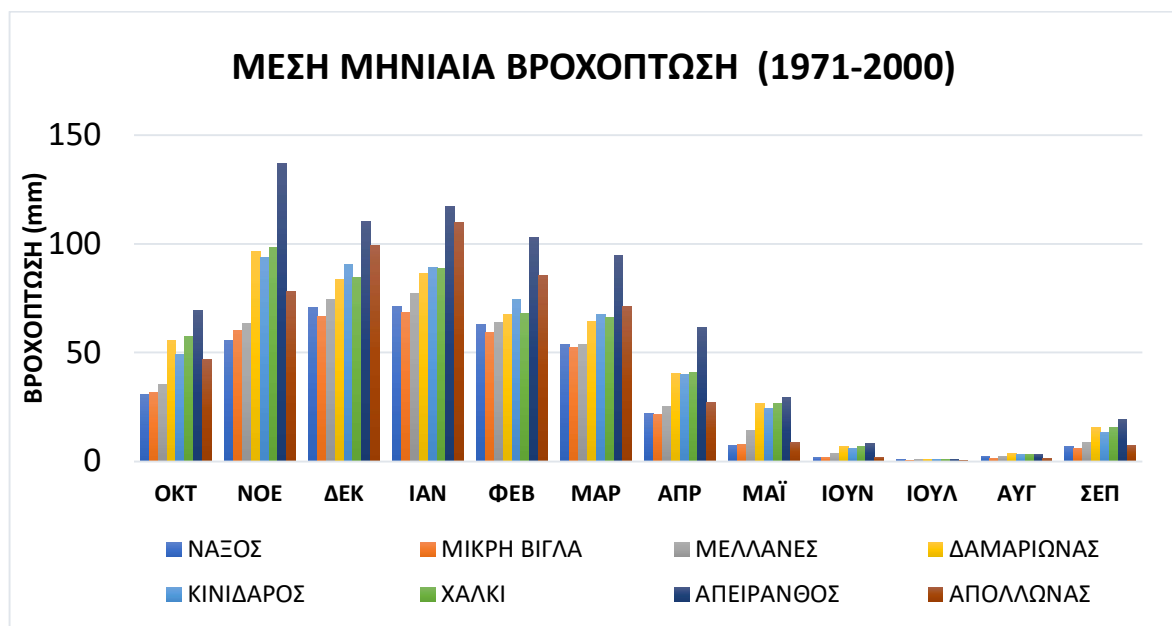
3.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΡΟΧΟΒΑΘΜΙΔΑΣ

Για την συγκεκριμένη μελέτη, συλλέχθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα από τον Κλιματικό Άτλαντα της Ε.Μ.Υ (<http://climatlas.hnms.gr/>) για την χρονική περίοδο 1970-2000. Τα μετεωρολογικά δεδομένα για τον μετεωρολογικό σταθμό Νάξου συλλέχθηκαν από το NOAA (<https://www.noaa.gov/>). Για την εκτίμηση της βροχόπτωσης της λεκάνης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα εκείνου του σταθμού με το πλησιέστερο υψόμετρο στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (σταθμός βάσης). Η περιοχή μελέτης έχει και άλλους 7 ακόμη μετεωρολογικούς σταθμούς σε διάφορα μέρη. Το υψόμετρό τους καθώς και η μέση ετήσια βροχόπτωση παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-1.

Πίνακας 3-1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί Νήσου Νάξου.

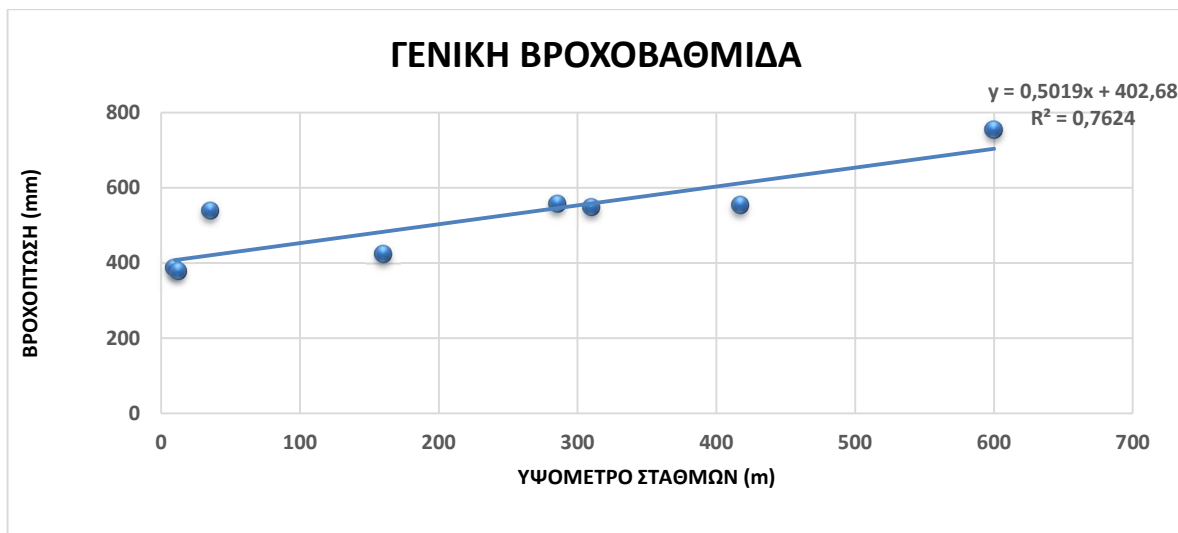
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)
ΝΑΞΟΣ	9,8	386,53
ΜΙΚΡΗ ΒΙΓΛΑ	12	377,88
ΜΕΛΛΑΝΕΣ	160	423,13
ΔΑΜΑΡΙΩΝΑΣ	310	548,85
ΚΙΝΙΔΑΡΟΣ	417	553,09
ΧΑΛΚΙ	285,7	557,74
ΑΠΕΙΡΑΝΘΟΣ	600	754,13
ΑΠΟΛΛΩΝΑΣ	35	538,38

Να σημειωθεί ότι οι υπολογισμοί γίνονται με βάση το υδρολογικό έτος. Το υδρολογικό έτος είναι όσο και το ημερολογιακό με διαφορά τον μήνα έναρξης. Η αρχή του υδρολογικού έτους συμπίπτει με την έναρξη της υγρής/βροχερής περιόδου. Το έτος αρχίζει την 1η Οκτωβρίου και λήγει την 30η Σεπτεμβρίου (Γεωργιάδου, 2015).



Διάγραμμα 3-1 Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση 8 Μετεωρολογικών Σταθμών Νήσου Νάξου.

Η μέθοδος της βροχοβαθμίδας χρησιμοποιήθηκε για κάθε λεκάνη απορροής του νησιού. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός της γενικής βροχοβαθμίδας για τους μετεωρολογικούς σταθμούς βάσει των υψομέτρων τους.

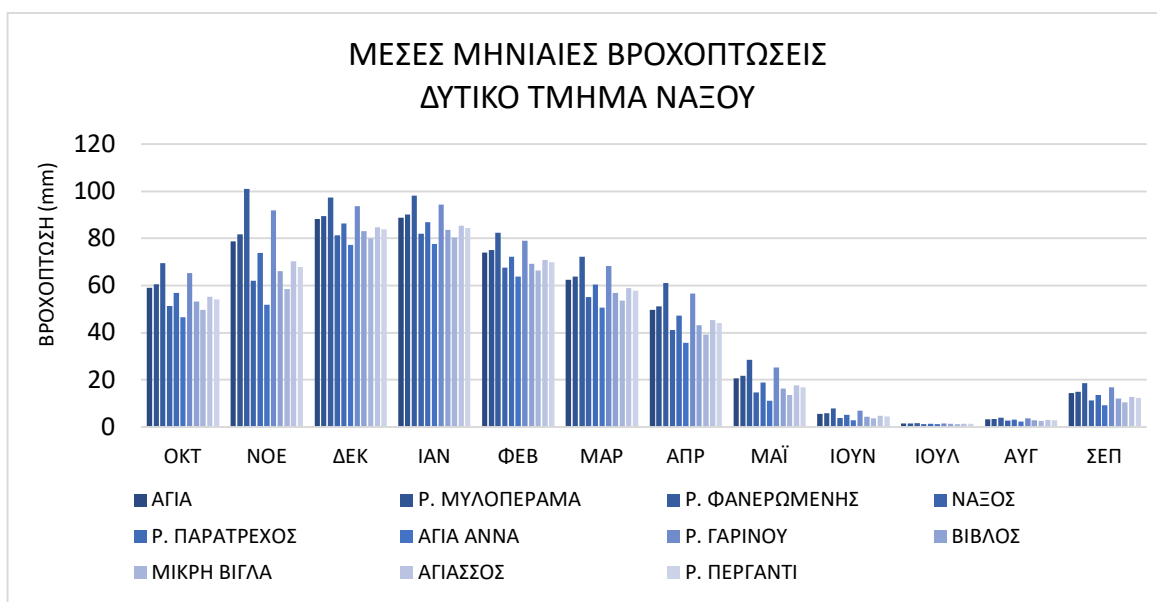


Διάγραμμα 3-2 Εξίσωση Γενικής βροχοβαθμίδας

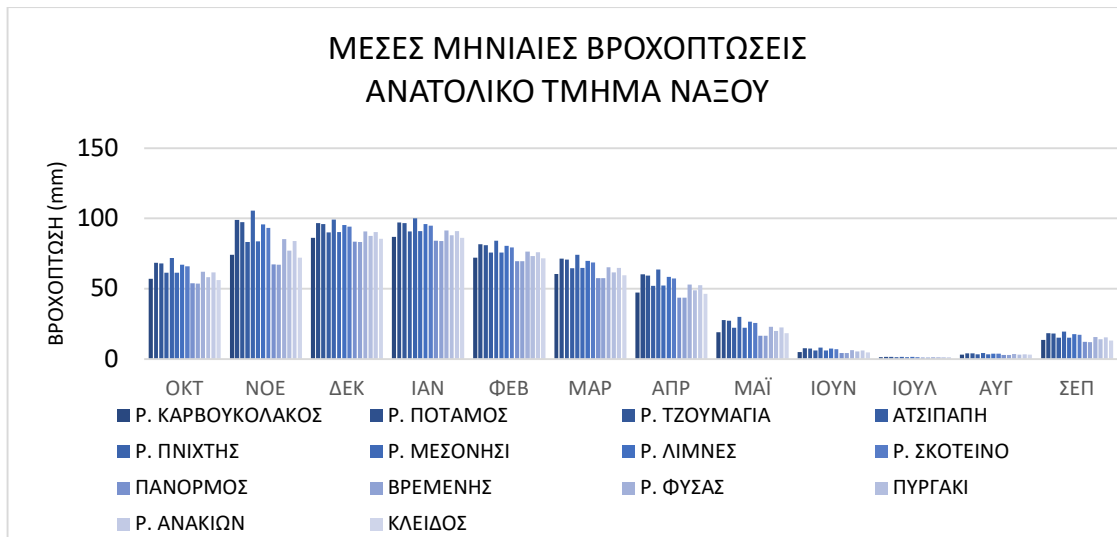
Στην συνέχεια υπολογίστηκαν οι τιμές των μέσων μηναίων βροχοπτώσεων που αντιστοιχούν στα μέσα υψόμετρα των λεκανών απορροής. Ακολουθούν αναλυτικά τα δεδομένα που προέκυψαν για κάθε λεκάνη ξεχωριστά.

Πίνακας 3-2 Μέσο Υψόμετρον Λεκανών Απορροής Νήσου Νάξου.

ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ					
	Όνομα Λεκάνης	Μέσο Υψόμ. (μ)		Όνομα Λεκάνης	Μέσο Υψόμ. (μ)
1	Αγιά	246.5	14	Αγ. Άννα	14.9
2	Ρ. Μυλοπέραμα	271.8	15	Ρ. Λίμνες	394.2
3	Ρ.Καρβουκόλακος	207.8	16	Βίβλος	138.2
4	Ρ. Ποταμός	421.3	17	Ρ. Σκοτεινό	371.8
5	Ρ. Φανερωμένη	438.1	18	Μικρή Βίγλα	72.3
6	Ρ. Περγαντί	153.8	19	Πυργάκι	232.2
7	Ρ. Τζουμαγιά	407.8	20	Ρ. Ανακιών	292.9
8	Νάξος	102.3	21	Κλειδός	190.6
9	Ατσιπάπη	287.4	22	Ρ. Φύσας	302.4
10	Ρ. Γαρίνου	360.3	23	Αγιασσός	174.3
11	Ρ. Πνίχτης	478.5	24	Πάνορμος	148.4
12	Ρ. Μεσονήσι	290.2	25	Βρεμένης	146.1
13	Ρ. Παράτρεχος	205.4		Σύνολο νήσου	262.0



Διάγραμμα 3-3 Μέσες Μηνιαίες Βροχοπτώσεις ανά Λεκάνη Απορροής, Δυτικό Τμήμα Νήσου.



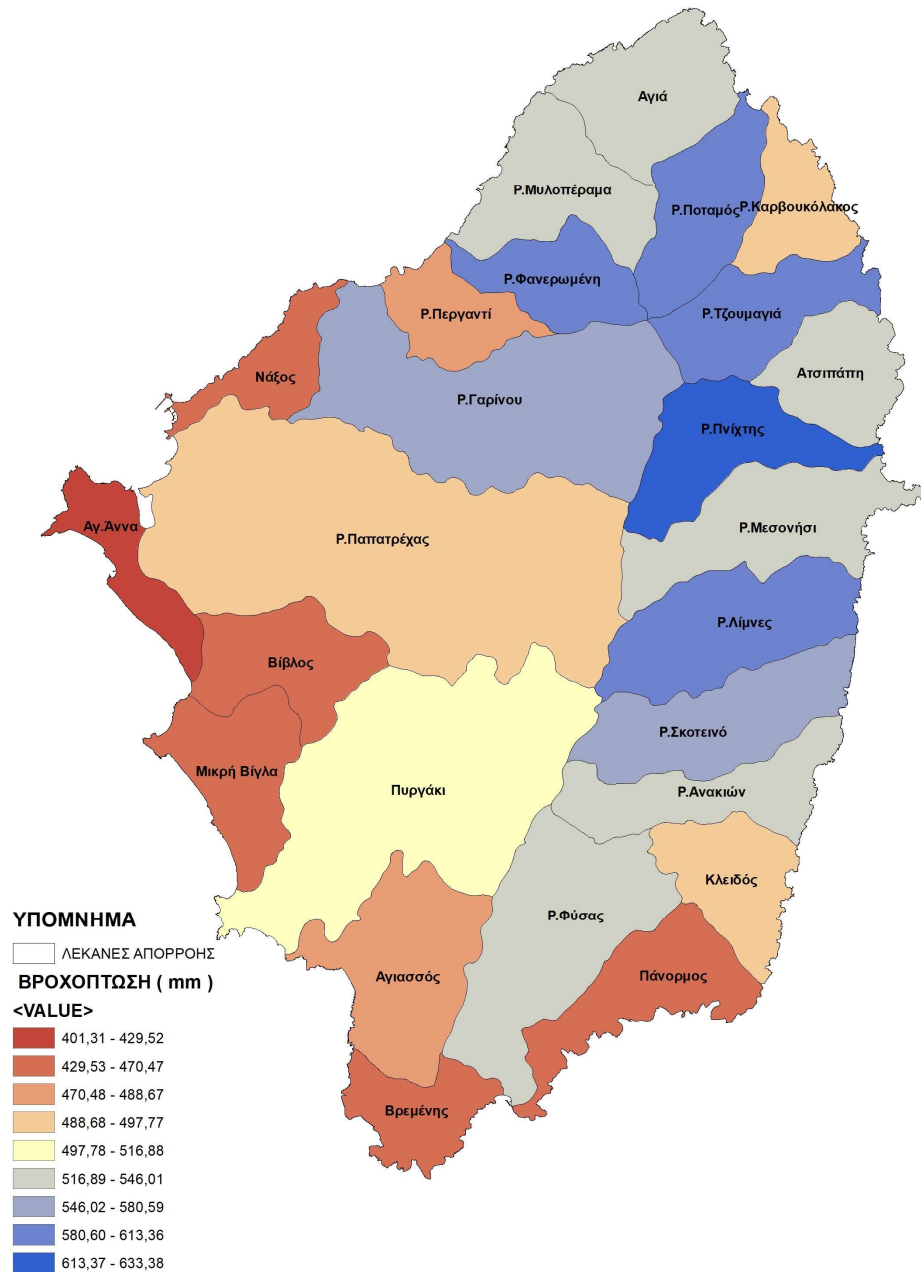
Διάγραμμα 3-4 Μέσες Μηνιαίες Βροχοπτώσεις ανά Λεκάνη Απορροής, Ανατολικό Τμήμα Νήσου.



Διάγραμμα 3-5 Ετήσια Βροχόπτωση Νήσου Νάξου.

Από τα παραπάνω παρατηρήθηκε ότι τα μεγαλύτερα ύψη βροχής, κάθε χρόνο, εμφανίζονται το τρίμηνο Νοέμβριο-Δεκέμβριο-Ιανουάριο. Το υδρολογικό έτος 2009-2010 ήταν ένα έτος με αρκετές βροχοπτώσεις (1410 mm) όπως και το 2004-2005 (1.100mm), σε

αντίθεση με τα τελευταία έτη (από το 2018 και μετά) όπου μειώθηκαν αρκετά. Τέλος, το πιο ξηρό έτος ήταν το 1989-1990 όπου σημειώθηκαν μόλις 386,9 mm.



Εικόνα 3-1 Χάρτης Μέσης ετήσιας βροχόπτωσης λεκανών απορροής νήσου Νάξου.

3.2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΕΡΜΟΒΑΘΜΙΔΑΣ

Δεδομένα απαραίτητα για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας συγκεντρώθηκαν από τους ίδιους 8 μετεωρολογικούς σταθμούς του νησιού. Για την εκτίμηση της θερμοκρασίας κάθε λεκάνης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα εκείνου του σταθμού με το πλησιέστερο υψόμετρο στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (σταθμός βάσης).

Η διαδικασία υπολογισμού της μέσης θερμοκρασίας κάθε λεκάνης υπολογίζεται με γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ του υψομέτρου z και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των σταθμών που βρίσκονται στην ευρύτερη ζώνη επιρροής της λεκάνης (Γεωργιάδου, 2015). Η γενική θερμοβαθμίδα βρέθηκε ότι είναι ίση με μείωση $0,73 \text{ }^\circ\text{C}$ ανά 100m .

Η διαδικασία υπολογισμού της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας για κάθε λεκάνη έχει ως εξής:

1. Υπολογίζεται με γραμμική παλινδρόμηση η γραμμική σχέση μεταξύ του υψομέτρου z και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των σταθμών που βρίσκονται στην ευρύτερη ζώνη επιρροής της λεκάνης. Οπότε προκύπτει μια εξίσωση της μορφής:

$$T = -\chi * z + y \quad (3.2.3.1)$$

από την (3.2.3.1) προκύπτει ότι η αύξηση του z κατά 100m προκαλεί μείωση της T κατά (100α) που αποτελεί και τη θερμοβαθμίδα.

2. Υπολογίζεται η μέση ετήσια T στη λεκάνη για το έτος i :

$$T_i = T_{T_i} - (\Delta_z * \alpha) \quad (3.2.3.2)$$

όπου T_i = η μέση ετήσια θερμοκρασία στην υδρολογική λεκάνη για το έτος i και

T_{T_i} = η μέση ετήσια θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για το έτος i

Δ_z = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης μείον το υψόμετρο του σταθμού βάσης

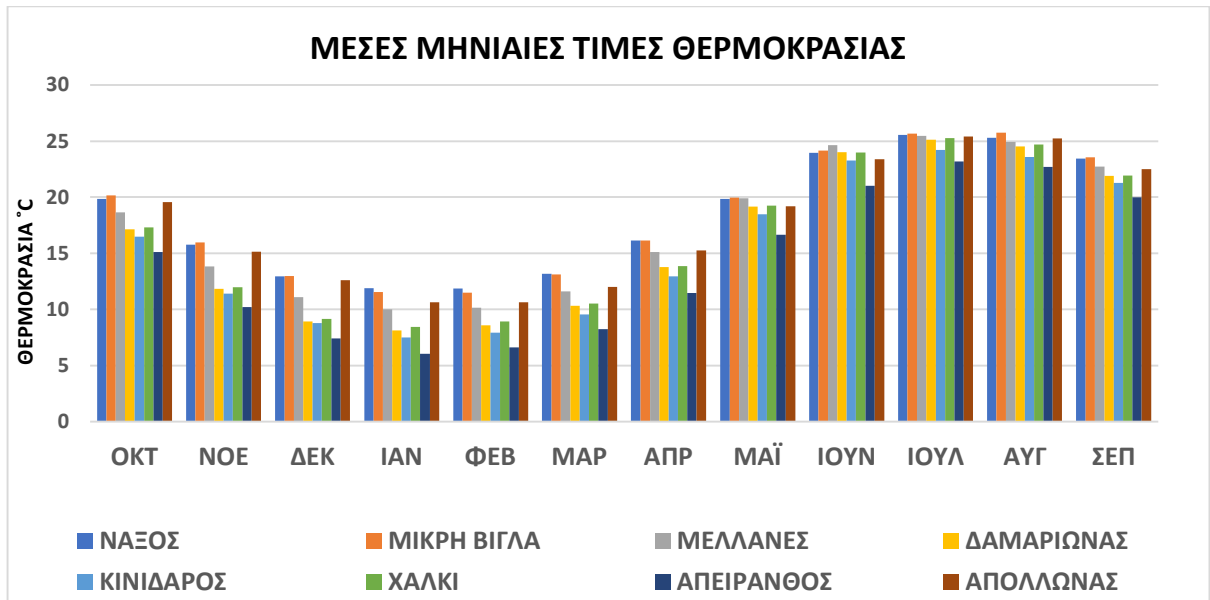
3. Υπολογίζεται η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη:

$$T_{ik} = T_{T_{ik}} * [T_i / T_{T(i)}] \quad (3.2.3.3)$$

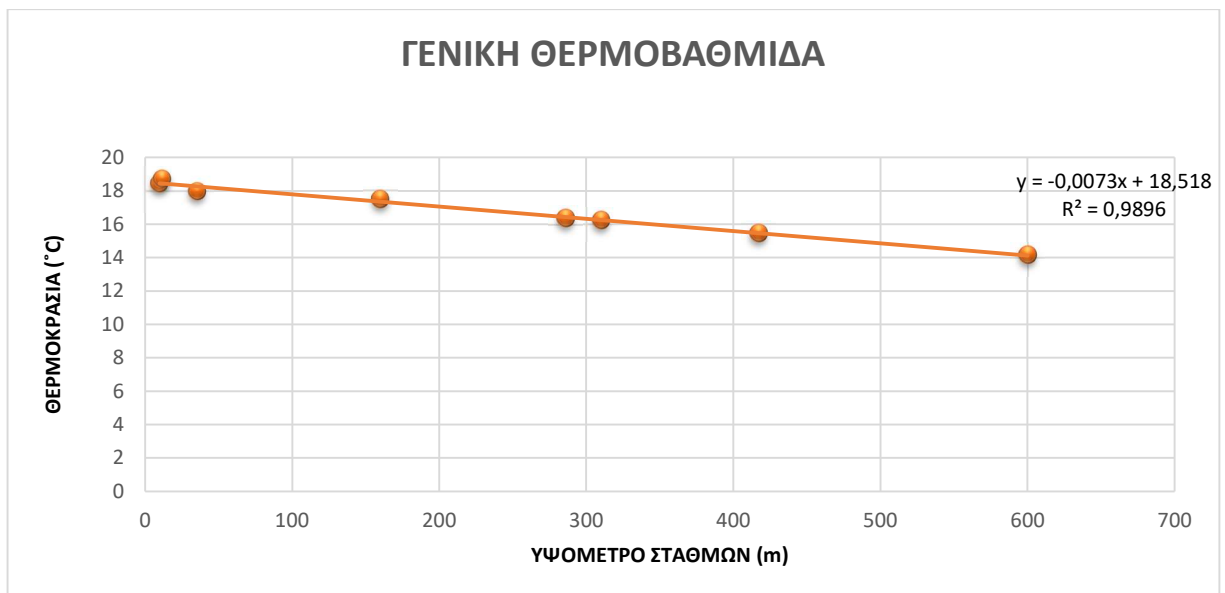
όπου T_{ik} = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη για τον μήνα k του έτους i

$T_{T_{ik}}$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για τον μήνα k του έτους i

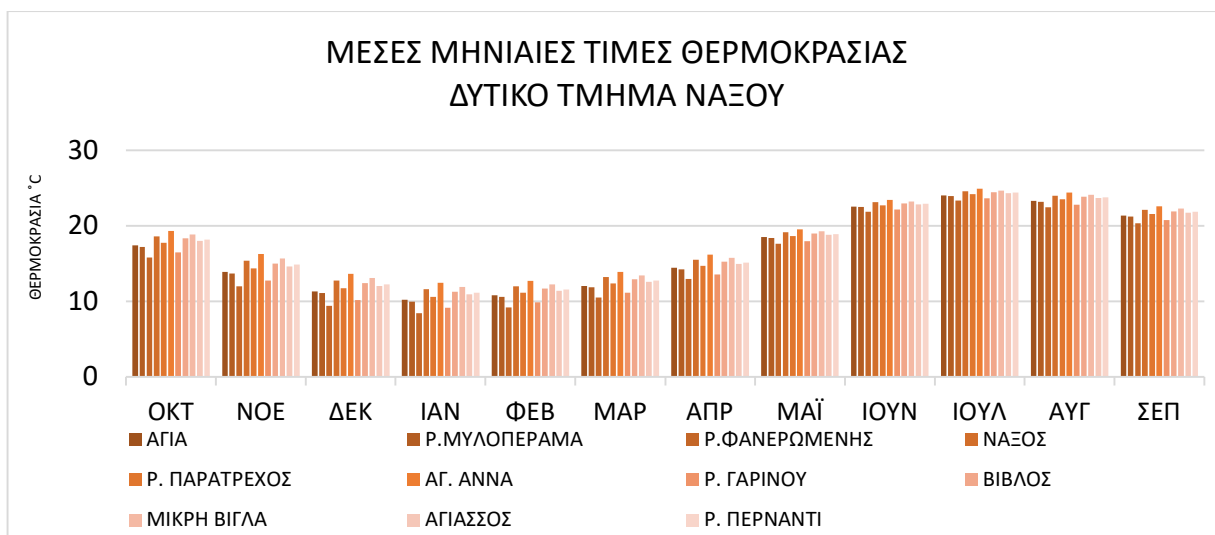
Με βάση τα παραπάνω προκύπτει η γραμμική σχέση καθώς και ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού. Μετά την εκτέλεση των παραπάνω προκύπτει για τη γενική θερμοβαθμίδα: $T = -0,0073z + 18,518$ και $R^2 = 0,9896$.



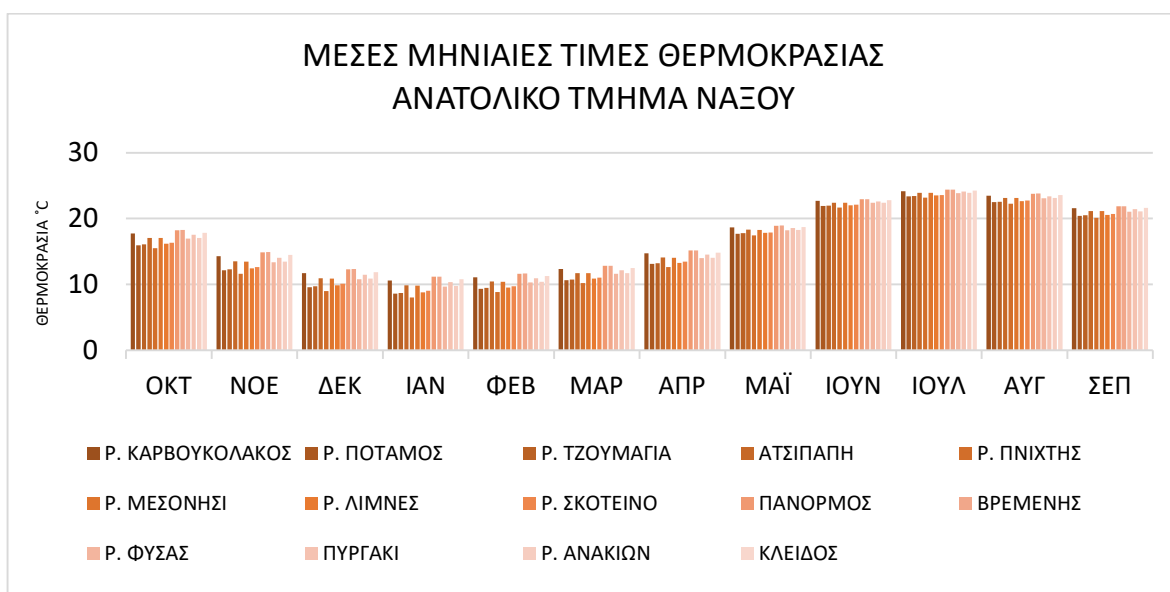
Διάγραμμα 3-6 Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μετεωρολογικών σταθμών Νάξου.



Διάγραμμα 3-7 Εξίσωση γενικής θερμοβαθμίδας.

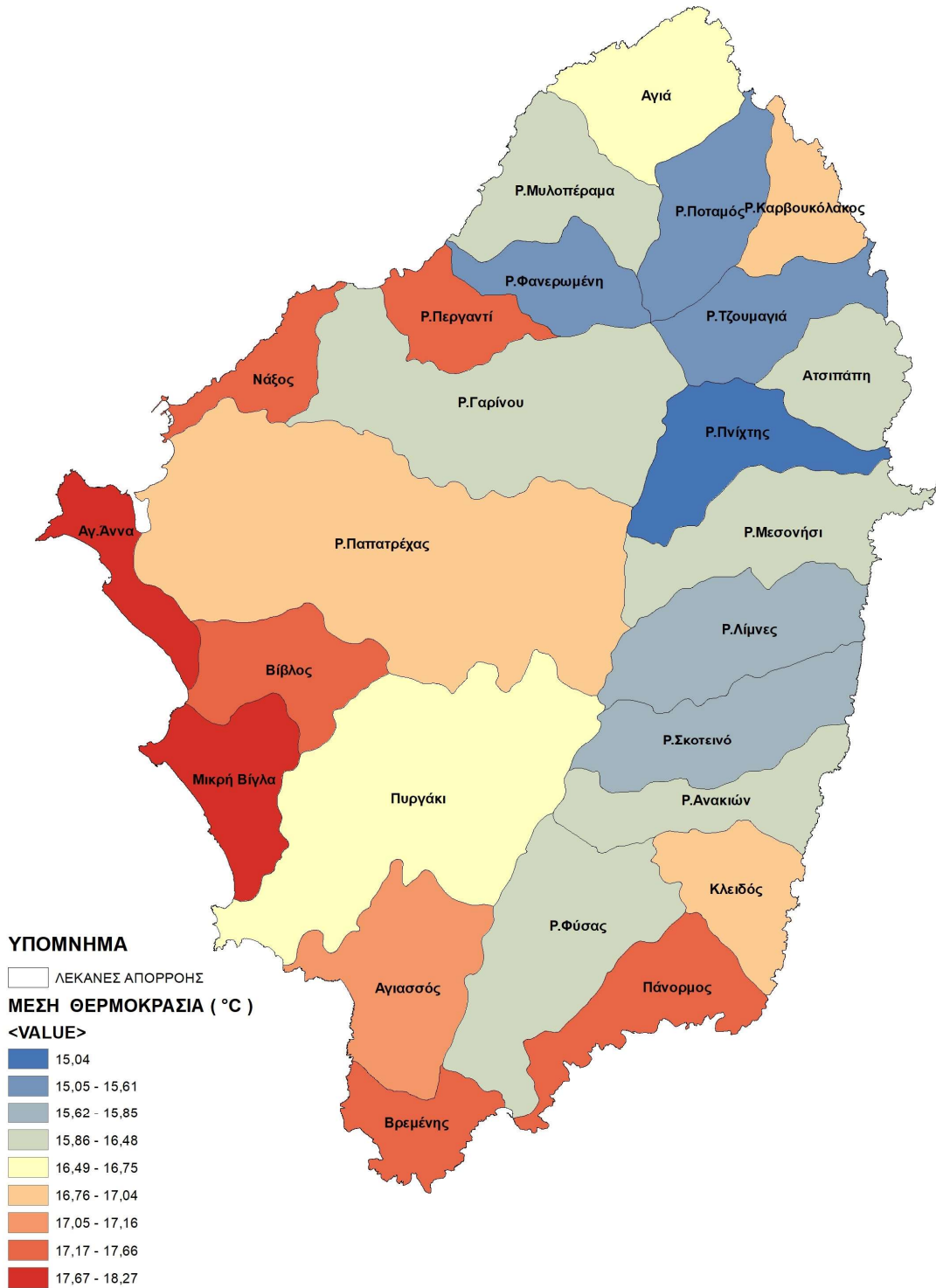


Διάγραμμα 3-8 Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες ανά Λεκάνη Απορροής, Δυτικό Τμήμα Νήσου.



Διάγραμμα 3-9 Μέσες Μηνιαίες Θερμοκρασίες ανά Λεκάνη Απορροής, Ανατολικό Τμήμα Νήσου.

Η θερμοκρασία σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς, παρουσιάζει αύξηση τους καλοκαιρινούς μήνες με μέσο όρο τους 25 °C, μιας και στο νησί επικρατούν ισχυροί άνεμοι, ιδιαίτερα την περίοδο αυτή.



Εικόνα 3-2 Χάρτης μέσης ετήσιας θερμοκρασίας λεκανών απορροής νήσου Νάξου.

3.3 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής

3.3.1 ΜΕΘΟΔΟΣ THORNTHWAITE

Η εξατμισοδιαπνοή (ET) ορίζεται ως η απώλεια του νερού που επιτυγχάνεται μέσω της εξάτμισης από την εδαφική επιφάνεια και την επιφάνεια των φυτών μέσω της φυτοκόμης (διαπνοής). Με τον όρο δυνητική εξατμισοδιαπνοή (E_p), περιγράφεται ο μέγιστος ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μια φυτοκαλυμμένη επιφάνεια, που έχει επάρκεια νερού, κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες. Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτή του Thornthwaite. Το 1948, ο Thornthwaite περιέγραψε την φυσική και βιολογική σημασία της εξατμισοδιαπνοής και ανέπτυξε μία εξίσωση για την εκτίμησή της. Η μέθοδος βασίζεται αποκλειστικά στην θερμοκρασία, οπότε κρίθηκε η καταλληλότερη για τους υπολογισμούς, λόγω έλλειψης περαιτέρω μετεωρολογικών δεδομένων των σταθμών, στην περιοχή μελέτης. Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση τα παρακάτω (Yang et al., 2017).

Υπολογίστηκε η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή με βάση την μέση μηνιαία θερμοκρασία από την σχέση (3.3.1.1).

$$E_p = 16 * \left(\frac{11}{12}\right) * \left(\frac{N}{30}\right) * \left(\frac{10 * T_a}{I}\right)^a \quad (3.3.1.1)$$

T_a : Η μέση μηνιαία θερμοκρασία της λεκάνης απορροής σε °C

N : Οι μέρες του μήνα

11 : Οι ώρες της ημέρας σε hr

a : συντελεστής που περιγράφεται από την εξίσωση

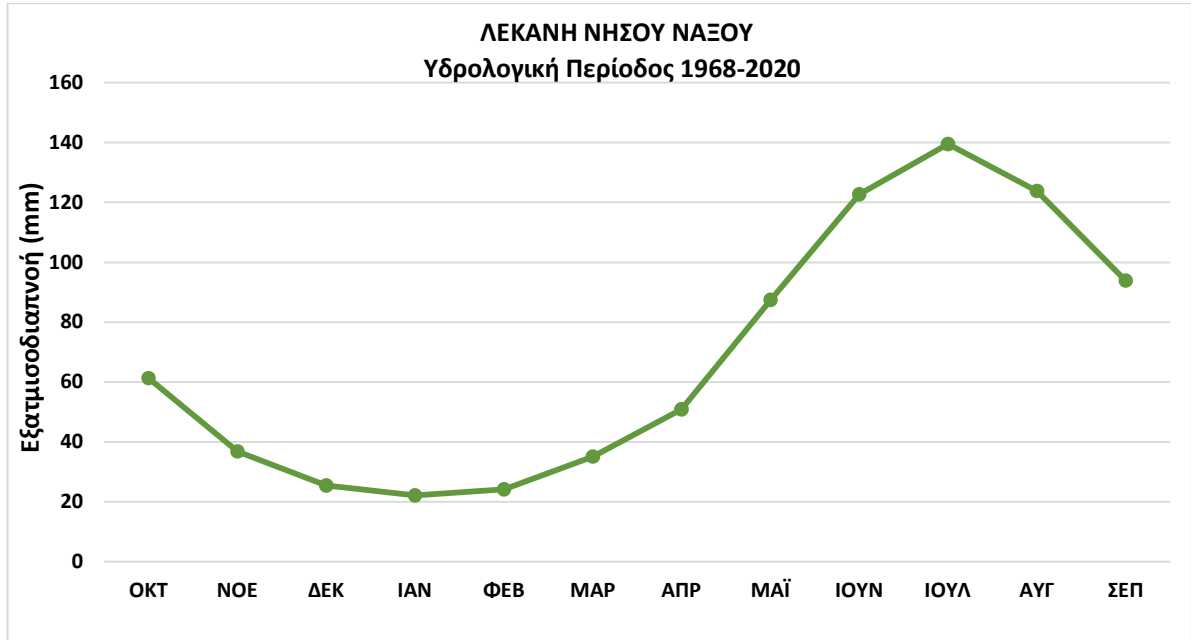
$$\alpha = 0.000000675 * I^3 - 0.000077 * I^2 + 0.01792 * I + 0.49239 \quad (3.3.1.2)$$

Όπου I είναι ο δείκτης θερμότητας και ισχύει:

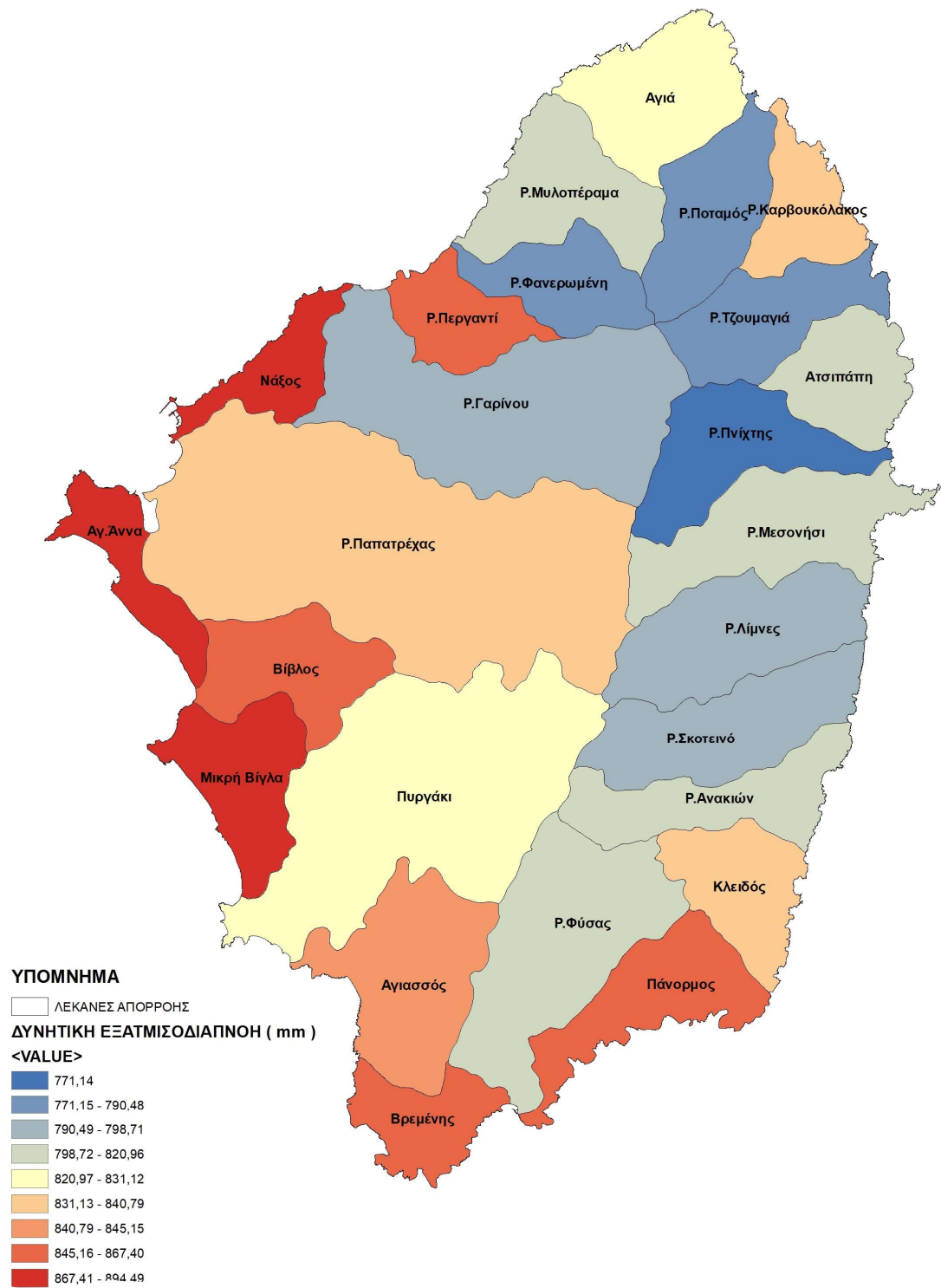
$$I = \sum_{n=1}^{12} \left(\frac{T_n}{5}\right)^{1.514} \quad (3.3.1.3)$$

T_n : Η κανονική θερμοκρασία κάθε μήνα

Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε για την λεκάνη απορροής της Νήσου Νάξου αλλά και για κάθε υπολεκάνη ξεχωριστά.



Διάγραμμα 3-10 Μέση μηνιαία επιφανειακή εξατμισοδιαπνοή της λεκάνης απορροής της Νήσου Νάξου.



Εικόνα 3-3 Χάρτης μέσης ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής λεκανών απορροής νήσου Νάξου.

3.4 Υδρευτικές Ανάγκες

3.4.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1985-2001

Μόνιμος πληθυσμός

Για τον υπολογισμό των υδρευτικών αναγκών σημαντικό ρόλο έχει η παράμετρος του πληθυσμού. Ο μόνιμος πληθυσμός υπολογίστηκε με βάση τα πληθυσμιακά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ (<https://www.statistics.gr/2021-pop-priv-results>), όπως φαίνονται στον Πίνακα 3-3.

Πίνακας 3-3 Απογραφή μόνιμου πληθυσμού Νήσου Νάξου (1981,1991,2001).
(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	1981	1991	2001	
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	Κορωνίδος	715	591	572	
	Μέσης	110	118	116	
	Μονής	260	215	230	
	Απεράθου	1.017	1.024	1.078	
	Χαλκείου	549	526	635	
	Δανακού	126	157	162	
	Κορώνου	644	848	744	
	Σκαδού	99	124	126	
	Φιλοτίου	1.474	1.679	1.803	
	Κεραμωτής	106	119	76	
	Δαμαριώνος	522	513	557	
	Σύνολο		5622	5914	6099
	ΝΑΞΟΥ	Μελάνων	630	605	649
		Σαγκρίου	439	389	513
Κινιδάρου		337	291	501	
Εγγαρών		153	219	197	
Γλινάδου		563	558	509	
Γαλανάδου		313	299	425	
Βίβλου		742	655	807	
Αγίου Αρσενίου		968	1.016	1.207	
Νάξου		3.844	4.442	6.727	
Γαλήνης		178	192	192	
Ποταμιάς		248	258	362	
Σύνολο			8415	8924	12089

Επίσης για την ζήτηση του νερού για ύδρευση κρίνεται αναγκαίος ο συνυπολογισμός της μέσης ημερήσιας υδατοκατανάλωσης ανά κάτοικο, των αναγκών ύδατος για δημόσια χρήση ή άλλες χρήσεις καθώς και των απωλειών των δικτύων.

Πίνακας 3-4 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών ανά κάτοικο (Μόνιμος πληθυσμός).
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2005.

Υδατοκατανάλωση Πραγματικού Πληθυσμού	150 l/cap-day
Ανάγκες Δημόσιας Χρήσης	10%
Απώλειες δικτύων	20%
Λοιπές ανάγκες	5%
Συνολική ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο	208 l/cap-day

Η ζήτηση του νερού για τις υδρευτικές ανάγκες της περιοχής υπολογίζεται τόσο σε ετήσιο επίπεδο όσο και σε μηνιαίο για κάθε Δημοτικό Διαμέρισμα της Νάξου. Για την εποχική κατανομή των αναγκών ύδρευσης του πραγματικού πληθυσμού, η μέση ημερήσια υδατοκατανάλωση ανά κάτοικο τροποποιείται σύμφωνα με τα παρακάτω ποσοστά.

Πίνακας 3-5 Ποσοστά τροποποίησης υδατικών αναγκών με βάση την εποχή.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

Καλοκαίρι (Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος)	+20%
Άνοιξη, Φθινόπωρο (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος, Οκτώβριος, Νοέμβριος)	0%
Χειμώνας (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος)	-20%

Εποχικός πληθυσμός

Όσον αφορά τον εποχικό πληθυσμό, ο υπολογισμός του έγινε με βάση τα στοιχεία της ΕΣΥΕ (<https://www.statistics.gr/statistics>). Λόγω έλλειψης πληθυσμιακών στοιχείων για την χρονική περίοδο 1985-2001 η μέτρηση έγινε κατά προσέγγιση με δεδομένα του έτους 2004. Για τον υπολογισμό των αναγκών ύδρευσης του εποχικού πληθυσμού χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των διανυκτερεύσεων ανά Δημοτικό Διαμέρισμα, καθώς και συντελεστές ημερήσιας υδατοκατανάλωσης ανά παραθεριστή. Στην συνολική ζήτηση νερού ύδρευσης του εποχικού

πληθυσμού συνυπολογίστηκαν οι επισκέπτες του νησιού οι οποίοι δεν χρησιμοποίησαν ξενοδοχειακά καταλύματα για την διαμονή τους. Ως τουριστική περίοδος λογίζεται το διάστημα Μάιος – Σεπτέμβριος (5 μήνες).

Πίνακας 3-6 Διανυκτερεύσεις εποχικού πληθυσμού για την χρονική περίοδο 1986-2001.
(Πηγή: ΕΣΥΕ)

Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ								
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Σύνολο
Διανυκτε- ρεύσεις	0	1403	2950	10770	16463	4331	0	35917
Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΝΑΞΟΥ								
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Σύνολο
Διανυκτε- ρεύσεις	532	9616	27381	121613	229758	50601	0	439501

Η μέση ημερήσια υδατοκατανάλωση ανά παραθεριστή εκτιμήθηκε από την μελέτη της περιφέρειας στα 225 l/cap-day. Όπως αναφέρθηκε, κατά την περίοδο μελέτης ένα μέρος των τουριστών διαμένει σε ενοικιαζόμενα δωμάτια, που δεν είναι εγκεκριμένα από τον ΕΟΤ με συνέπεια να μην υπολογίζονται στις διανυκτερεύσεις της ΕΣΥΕ. Γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η προσαύξηση των διανυκτερεύσεων κατά 30% στα δημοτικά διαμερίσματα με έντονη τουριστική κίνηση.

Σημαντικός παράμετρος για την ζήτηση του νερού για ύδρευση έχουν επίσης και οι κάτοικοι που μένουν στα νησιά κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε ιδιόκτητα σπίτια (**γηγενής τουρισμός**). Φαινόμενο που παρατηρείται σε πολλά νησιά και σε υψηλό ποσοστό. Ο ακριβής αριθμός του γηγενή τουρισμού δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί με ακρίβεια. Οπότε έγιναν οι εξής παραδοχές:

- Αφίξεις γηγενή πληθυσμού μόνο τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.
- Εκτίμηση μιας μέσης διάρκειας διαμονής των τουριστών ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε Δημοτικό Διαμέρισμα (πληροφορίες, υπάρχουσες μελέτες).

Τελικά, ο γηγενής πληθυσμός στην περίπτωση της Νάξου εκτιμήθηκε περίπου στο +50% του μόνιμου πληθυσμού. Για τον υπολογισμό της ζήτησης νερού του γηγενούς τουρισμού

χρησιμοποιούνται οι μέσες ημερήσιες υδατοκαταναλώσεις που αφορούν στον μόνιμο πληθυσμό.

Πίνακας 3-7 Υπολογισμός γηγενή τουρισμού σε κάθε Δημοτική Κοινότητα.

Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου Νήσος Νάξος, 2005.

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΜΗΝΑΣ	ΓΗΓΕΝΗΣ ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ	
		(άτομα)	(% μόνιμου πληθυσμού)
ΝΑΞΟΥ	ΙΟΥΛ	6671	50
ΝΑΞΟΥ	ΑΥΓ	6671	50
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	ΙΟΥΛ	3500	50
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	ΑΥΓ	3500	50

Πίνακας 3-8 Υδρευτικές Ανάγκες, Χρονική Περίοδος 1985-2001.

ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ	m ³
1985-1991	1532295
1992-2001	1599941

3.4.2 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2001-2021

Μόνιμος πληθυσμός

Ομοίως με την προηγούμενη χρονική περίοδο, με βάση την απογραφή του 2001 και 2011 (ΕΛΣΤΑΤ), ο μόνιμος πληθυσμός παρουσιάζεται ανά δημοτικό διαμέρισμα στον Πίνακα 3-8. Οι υδρευτικές ανάγκες διαφοροποιούνται με βάση τα ποσοστά που αναφέρθηκαν και στην προηγούμενη χρονική περίοδο (Πίνακας 3-5), ενώ το ποσοστό του γηγενή πληθυσμού διατηρείται σταθερό, στο 50%. Επίσης για την ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο λήφθηκαν υπόψιν τα παρακάτω:

- οικιακή χρήση μόνιμων κατοίκων 150-200 L/d/κάτοικο
- τουριστική χρήση 250-350 L/d/κλίνη

(Τσακίρης, 2016)

Πίνακας 3-9 Απογραφή μόνιμου πληθυσμού Νήσου Νάξου (2001,2011).
(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	2001	2011	
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	Κορωνίδος	572	611	
	Μέσης	116	98	
	Μονής	230	215	
	Απεράθου	1.078	914	
	Χαλκείου	635	546	
	Δανακού	162	109	
	Κορώνου	744	709	
	Σκαδού	126	83	
	Φιλοτίου	1.803	1476	
	Κεραμωτής	76	56	
	Δαμαριώνος	557	109	
	Σύνολο	6.099	5.313	
	ΝΑΞΟΥ	Μελάνων	649	647
		Σαγκρίου	513	558
Κινιδάρου		501	405	
Εγγαρών		197	176	
Γλινάδου		509	576	
Γαλανάδου		425	459	
Βίβλου		807	673	
Αγίου Αρσενίου		1.207	1422	
Νάξου		6.727	7596	
Γαλήνης		192	272	
Ποταμιάς	362	285		
Σύνολο	12.089	13.069		

Πίνακας 3-10 Εκτίμηση Υδατικών Αναγκών ανά κάτοικο (Μόνιμος πληθυσμός) 2001-2021.

Υδατοκατανάλωση Μόνιμου Πληθυσμού	200l/cap-day
Ανάγκες Δημόσιας Χρήσης	10%
Απώλειες δικτύων	20%
Λοιπές ανάγκες	5%
Συνολική ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο	270 l/cap-day

Εποχικός πληθυσμός

Για την υπολογισμό των διανυκτερεύσεων χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των κλινών καθώς και το ποσοστό πληρότητας αυτών σύμφωνα με τους Πίνακες 3-10 & 3-11. Η κατανομή των διανυκτερεύσεων ανά δημοτικό διαμέρισμα έγινε με βάση την κατανομή της προηγούμενης χρονικής περιόδου. Τέλος η ειδική κατανάλωση νερού ανά παραθεριστή όπως αναφέρθηκε παραπάνω ορίστηκε σε 300 L/d/κλίνη.

Πίνακας 3-11 Αριθμός κλινών την χρονική περίοδο 2005-2020.
(Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

Έτος	Ενοικιαζόμενα δωμάτια	Πηγή	Ξενοδοχεία	Πηγή
2020	14.142	INSETE	7768	ΕΛΣΤΑΤ
2019	14.142	INSETE	7.486	INSETE
2018	14.142	INSETE	7.226	INSETE
2017	11957	INSETE	7002	INSETE
2016	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6922	INSETE
2015	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6911	INSETE
2014	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6898	INSETE
2013	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6757	INSETE
2012	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6274	INSETE
2011	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6178	INSETE
2010	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	6003	INSETE
2009	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	5097	ΕΛΣΤΑΤ
2008	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	4523	ΕΛΣΤΑΤ
2007	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	4455	ΕΛΣΤΑΤ
2006	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	4239	ΕΛΣΤΑΤ
2005	9467	ΕΣΥΕ-μελέτη 2004	4111	ΕΛΣΤΑΤ

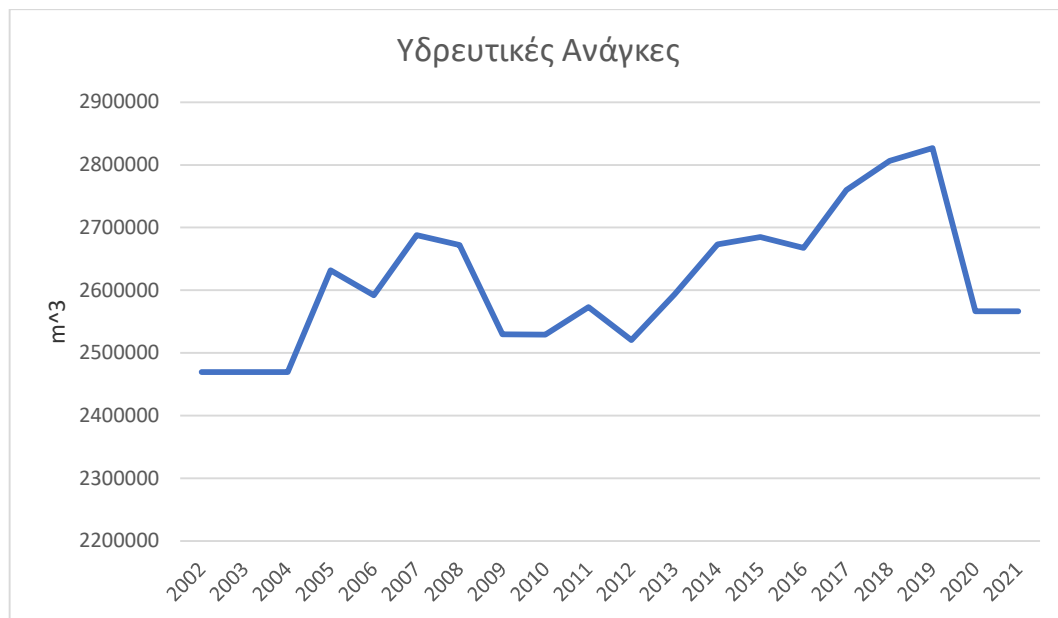
Πίνακας 3-12 Ποσοστό πληρότητας κλινών Νήσου Νάξου.
(Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

ΕΤΟΣ	%ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ	ΠΗΓΗ
2020	22,2	ΕΛΣΤΑΤ
2019	38,3	ΕΛΣΤΑΤ
2018	37,5	ΙΝΣΕΤΕ
2017	39,1	ΙΝΣΕΤΕ
2016	37,8	ΙΝΣΕΤΕ
2015	39,2	ΙΝΣΕΤΕ
2014	38,3	ΙΝΣΕΤΕ
2013	32,2	ΙΝΣΕΤΕ
2012	27,1	ΙΝΣΕΤΕ
2011	33,5	ΙΝΣΕΤΕ
2010	30,2	ΙΝΣΕΤΕ
2009	32,1	ΕΛΣΤΑΤ
2008	46,8	ΕΛΣΤΑΤ
2007	48,5	ΕΛΣΤΑΤ
2006	40,1	ΕΛΣΤΑΤ
2005	44,3	ΕΛΣΤΑΤ

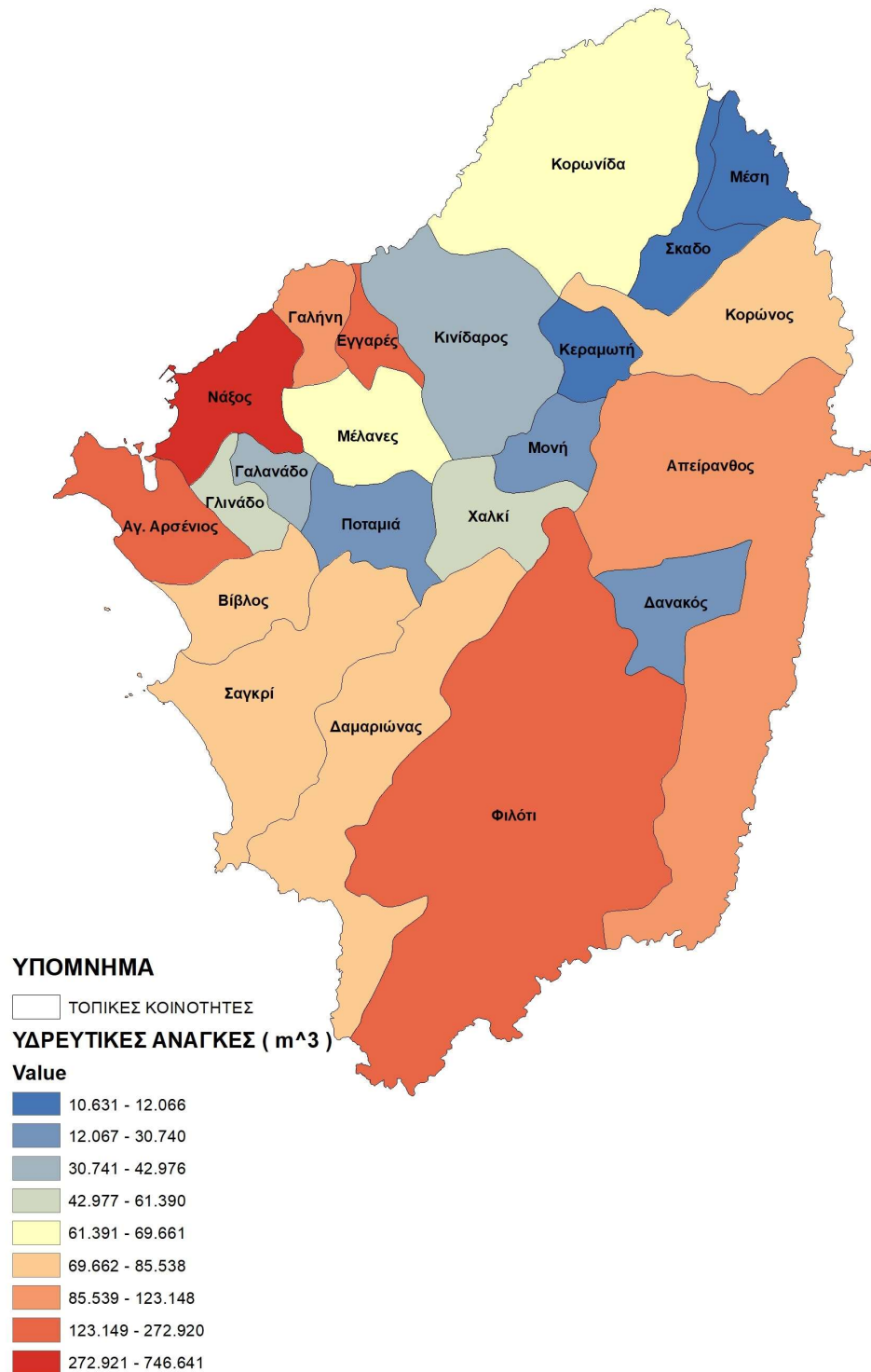
Με βάση τον αριθμό κλινών και το ποσοστό πληρότητάς τους υπολογίστηκαν οι συνολικές διανυκτερεύσεις, οι οποίες κατανεμήθηκαν μηνιαία σε κάθε δημοτικό διαμέρισμα με βάση τον Πίνακα 3-6.

Πίνακας 3-13 Διανυκτερεύσεις εποχικού πληθυσμού 2005-2021.
(Πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

ΕΤΟΣ	ΔΙΑΝΥΚΤΕΡΕΥΣΕΙΣ
2020	729603
2019	1242529
2018	1201950
2017	1111945
2016	929256
2015	963026
2014	940169
2013	783619
2012	639872
2011	786161
2010	700791
2009	701257
2008	982098
2007	1012826
2006	824416
2005	902258



Διάγραμμα 3-11 Υδρευτικές Ανάγκες, χρονική περίοδος 2001-2021.



Εικόνα 3-4 Χάρτης κατανομής των μέσων ετήσιων υδρευτικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.

3.5 Βιομηχανικές Ανάγκες

Γενικά, στα νησιά του Αιγαίου παρατηρείται ασθενής δραστηριότητα της βιομηχανίας, όπως αναφέρει και η μελέτη "Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου". Συγκεκριμένα στο Νησί της Νάξου έχουν καταγραφεί 16 βιομηχανικές μονάδες οι οποίες κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- Ελαιοτριβεία
- Λατομείο
- Οινοποιεία
- Παραγωγή - κατασκευή δομικών υλικών
- Παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος
- Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων
- Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση φρούτων και λαχανικών
- Σφαγείο

Σύμφωνα με την μελέτη προέκυψε πως στην Νάξο το ποσό νερού που χρησιμοποιείται για τις βιομηχανικές δραστηριότητες αγγίζει τα **29.097,50m³** ετησίως και κατανέμεται γεωγραφικά ως εξής:

- Δημοτική Κοινότητα Δρυμαλίας = 6.197 m³ (5 μονάδες),
- Δημοτική Κοινότητα Νάξου = 22.900 m³ (11 μονάδες)

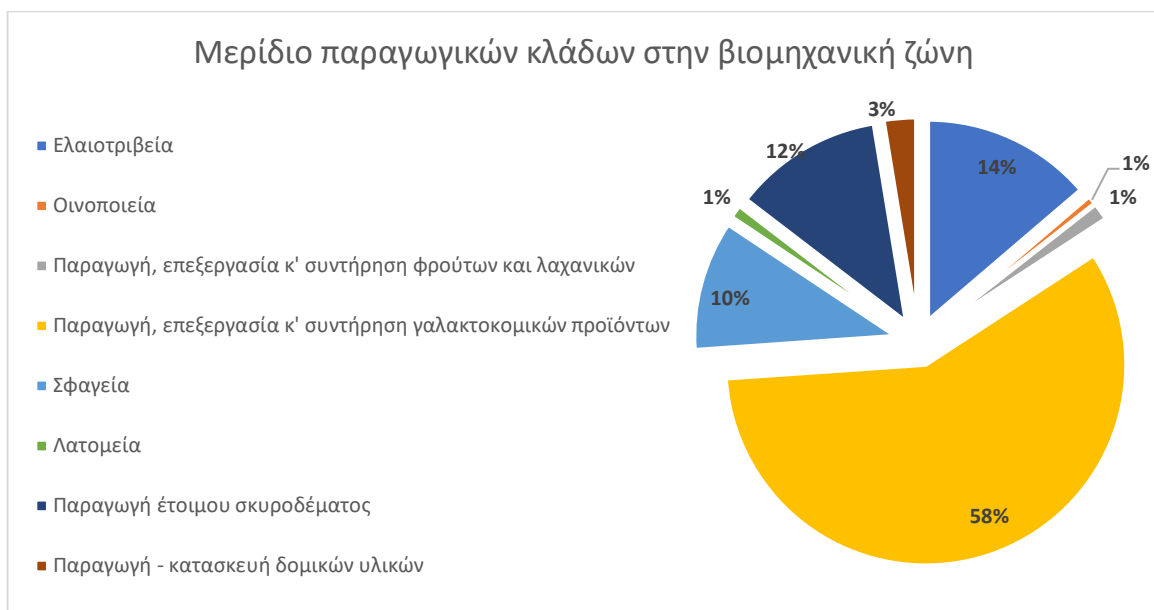
Όπως φαίνεται η Δημοτική Κοινότητα Νάξου εμφανίζει την πιο έντονη δραστηριότητα και ιδιαίτερα στους εξής κλάδους:

- Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων, με συνολική ετήσια κατανάλωση νερού 16.900 m³
- Παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος, με συνολική ετήσια κατανάλωση νερού 3500 m³
- Ελαιοτριβεία, με συνολική ετήσια κατανάλωση νερού 1000 m³

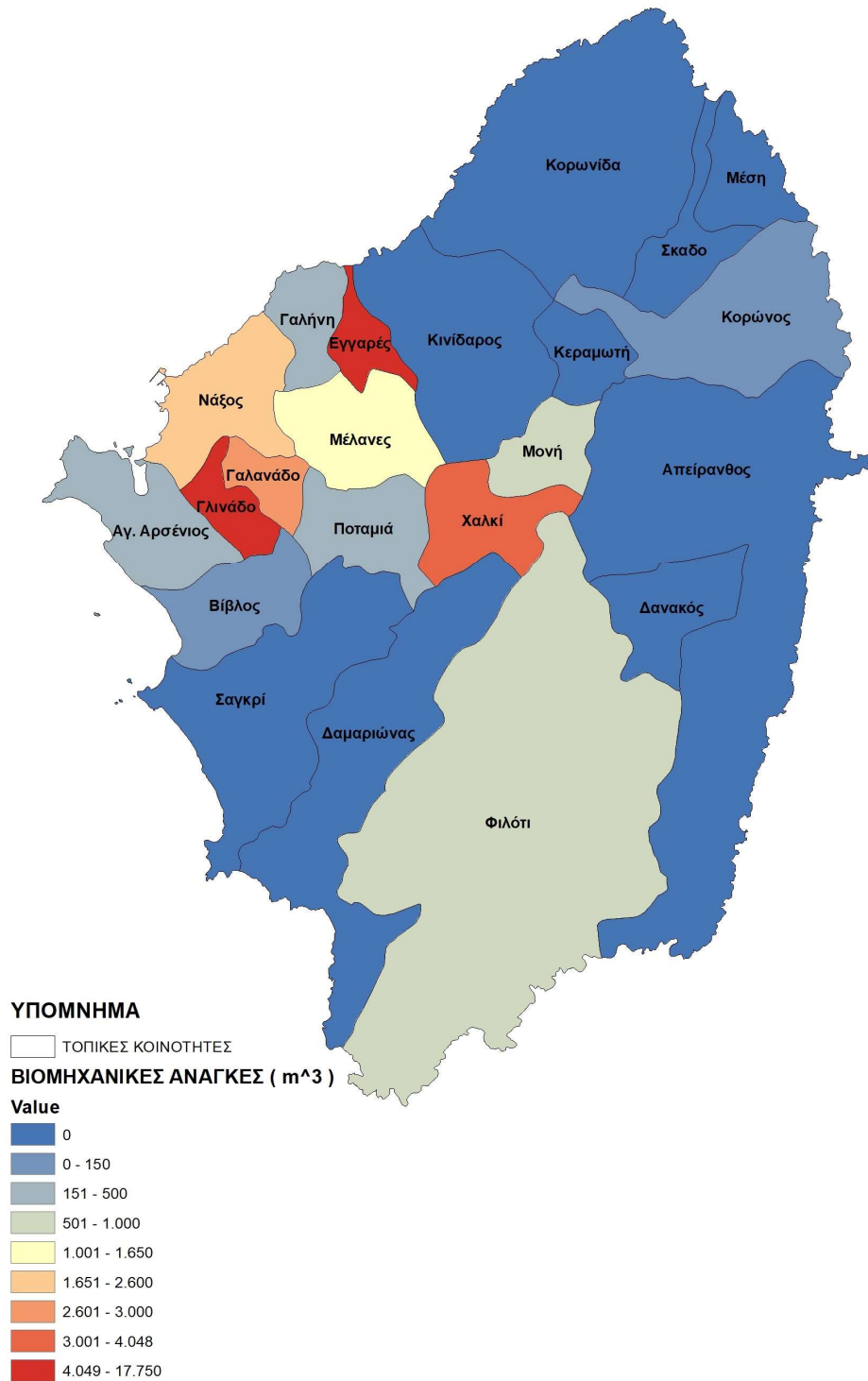
Ειδικότερα η κατηγορία παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων φαίνεται να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση νερού της βιομηχανίας στη Νήσο Νάξο.

Πίνακας 3-14 Υδατικές Ανάγκες για βιομηχανική χρήση.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

Παραγωγικός Κλάδος	Νερό σε m ³ /έτος
Επεξεργασία ελαιοκάρπου και παραγώγων του	
Ελαιοτριβεία	4.000
Ποτά	
Οινοποιεία	200
Τρόφιμα	
Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση φρούτων και λαχανικών	400
Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων	16.900
Σφαγεία	3.048
Δομικά Υλικά	
Λατομεία	300
Παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος	3.500
Παραγωγή - κατασκευή δομικών υλικών	750



Εικόνα 3-5 Μερίδιο παραγωγικών κλάδων στη συνολική βιομηχανική – βιοτεχνική κατανάλωση νερού



Εικόνα 3-6 Χάρτης κατανομής μέσων ετήσιων βιομηχανικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.

3.6 Κτηνοτροφικές Ανάγκες

Η κτηνοτροφία στην Νάξο είναι αρκετά ανεπτυγμένη σε σχέση με τα υπόλοιπα Κυκλαδίτικα νησιά. Στο δυτικό τμήμα του νησιού συναντάται η εκτροφή μεγάλων ζώων γαλακτοπαραγωγής και παχύνσεως, κυρίως βοοειδών, ενώ στο κεντρικό τμήμα η εκτροφή μικρών ζώων – αιγοπροβάτων. Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με την Ένωση Αγροτικού Συνεταιρισμού Νάξου (Ε.Α.Σ Νάξου) (<https://easnaxos.com/>), παράγονται ετησίως 1.000 τόνοι Γραβιέρας Νάξου (Π.Ο.Π) και 200 τόνοι άλλων τυροκομικών προϊόντων όπως Αρσενικό Νάξου κ.λπ. Παρακάτω εκτιμάται ο αριθμός ζώων για τις χρονικές περιόδους που αφορούν στην παρούσα εργασία.

3.6.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1985-2001

Για την καταγραφή των παραγωγικών ζώων σε επίπεδο Δημοτικού Διαμερίσματος χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της απογραφής της ΕΣΥΕ, που δίδονται στον Πίνακα 3-14:

Πίνακας 3-15 Αριθμός ζώων ανά Δημοτική Κοινότητα (1985-2001)
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΖΩΑ		
	ΜΕΓΑΛΑ	ΜΙΚΡΑ	ΟΡΝΙΘΕΣ
ΝΑΞΟΥ	11111	19774	33624
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	2191	95349	12612
ΣΥΝΟΛΟ	13302	115123	46236

Τα καταγεγραμμένα ζώα, για τα οποία πρέπει να εκτιμηθούν οι ανάγκες για ύδρευση είναι τα ιπποειδή, τα βοοειδή, οι χοίροι, τα αιγοπρόβατα και οι όρνιθες. Οι υδρευτικές ανάγκες για κτηνοτροφία εκτιμώνται με βάση τα εξής:

- Μεγάλα ζώα 40 l/day (ιπποειδή, βοοειδή, χοίροι)
- Μικρά ζώα 5 l/day (προβατοειδή, αίγες, κουνέλια)
- Όρνιθες 5 l/day ανά 100πτηνά (πουλερικά)

(Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.)

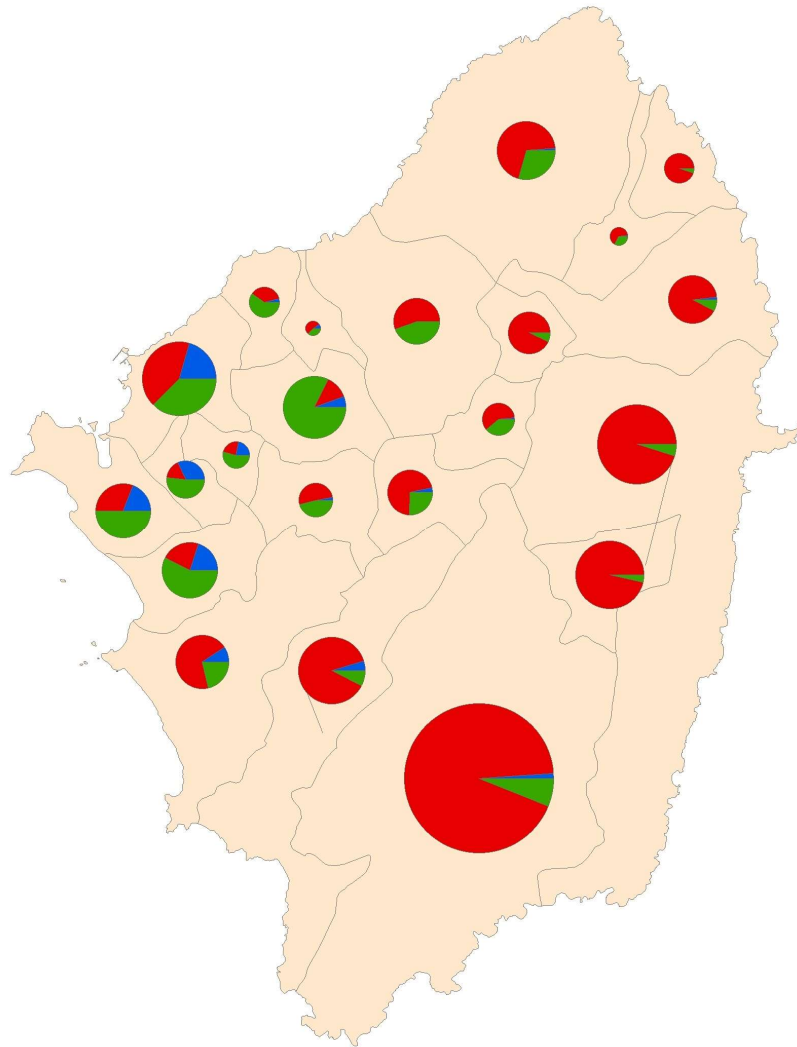
Οι ανάγκες ύδρευσης των παραγωγικών ζώων για την χρονική περίοδο 1985-2001 με βάση την μελέτη παρέμειναν σταθερές και ανέρχονται σε **412.765 m³** ετησίως.

3.6.2 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2001-2021

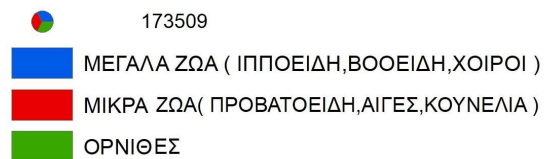
Με βάση τα στοιχεία της ΕΣΥΕ υπολογίστηκαν τα παρακάτω:

Πίνακας 3-16 Αριθμός ζώων ανά Δημοτική Κοινότητα (2001-2021).
(Πηγή ΕΣΥΕ)

ΕΤΟΣ	Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΜΕΓΑΛΑ ΖΩΑ	ΜΙΚΡΑ ΖΩΑ	ΟΡΝΙΘΕΣ
2003	ΝΑΞΟΥ	14423	33513	67978
	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	2843	164827	24878
2005	ΝΑΞΟΥ	17195	31847	71247
	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	3389	156633	26076
2007	ΝΑΞΟΥ	12095	27276	52819
	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	2382	134157	19331
2013	ΝΑΞΟΥ	9506	22111	34944
	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	1873	108751	12789
2016	ΝΑΞΟΥ	8233	20974	28945
	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	1625	103159	10594



ΚΕΦΑΛΕΣ ΖΩΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ (ΑΠΟΓΡΑΦΗ 2016)

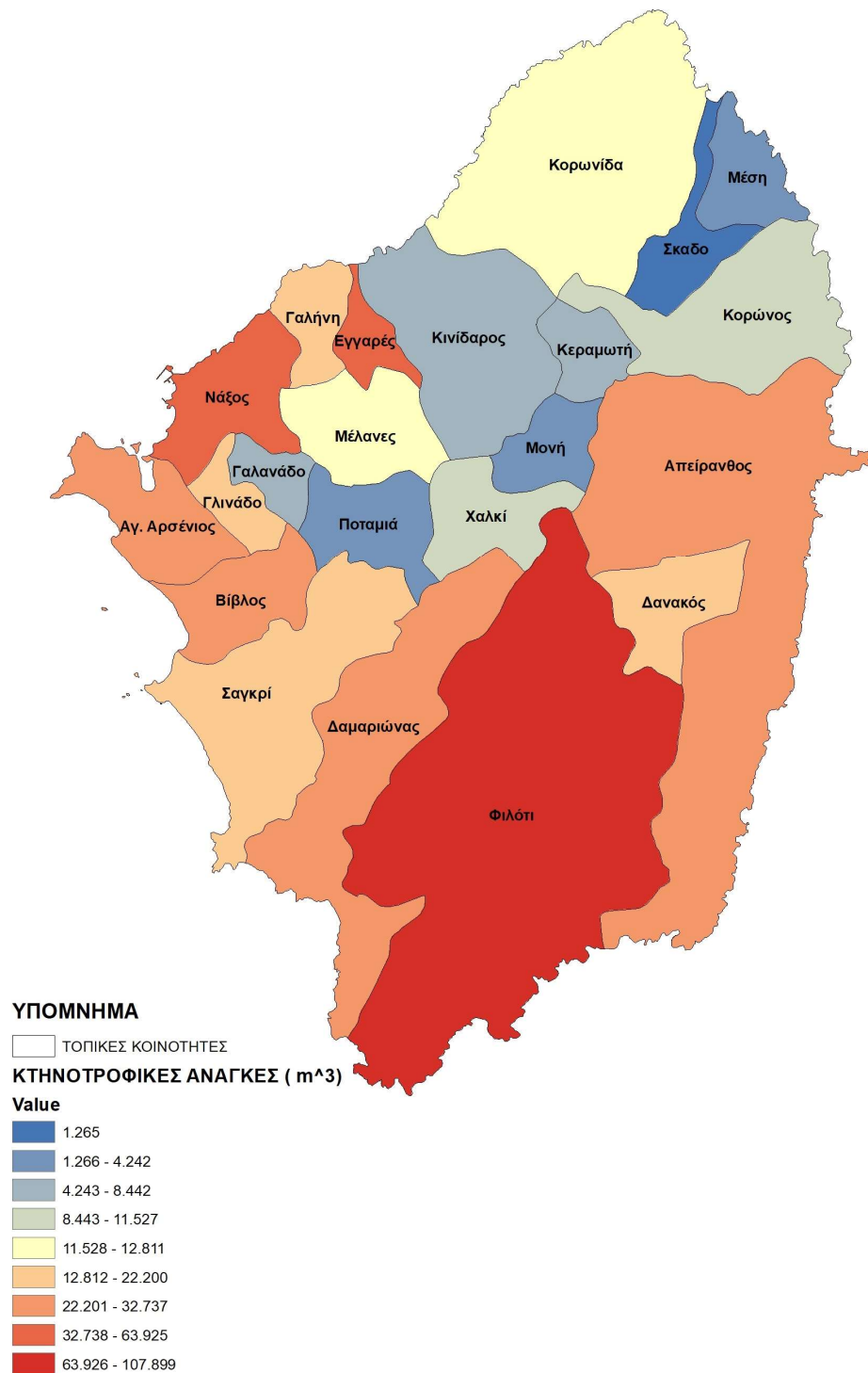


Εικόνα 3-7 Χάρτης κατανομής των ζώων ανά Τοπική Κοινότητα.

Οι ανάγκες ύδρευσης για την κτηνοτροφία, με βάση το είδος ζώου, υπολογίστηκαν με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη της περιφέρειας και παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3-13 σε ετήσια διακύμανση.



Διάγραμμα 3-12 Κτηνοτροφικές Ανάγκες, χρονική περίοδος 2001-2021.



Εικόνα 3-8 Χάρτης κατανομής μέσω ετήσιων κτηνοτροφικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.

3.7 Αρδευτικές Ανάγκες

Όσον αφορά στην διατήρηση και στην αύξηση της παραγωγής στην γεωργία και συνεπώς του συνολικού γεωργικού εισοδήματος ενός τόπου, η άρδευση έχει πρωταγωνιστικό ρόλο. Οι αρδεύσεις πραγματοποιούνται κατά κανόνα στις πεδινές εκτάσεις των νησιών, τα επονομαζόμενα και «Λιβιάδια». Σε αυτές τις περιοχές, η παροχή του νερού είναι δυνατή είτε λόγω της εκεί διαθεσιμότητας μέσα από υπόγεια νερά, είτε για λόγους διάθεσής του μέσω της βαρύτητας. Τα τελευταία χρόνια στα νησιά του Αιγαίου η μέθοδος άρδευσης, που φαίνεται να επικρατεί είναι αυτή των «τοπικών αρδεύσεων». Με τον όρο «τοπικές αρδεύσεις» νοούνται οι αρδεύσεις με σταγόνες «στάγδην άρδευση» και με χρήση «μπεκ», οι οποίες έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση στην κατανάλωση του νερού.

Σήμερα πιο πολύ από ποτέ, είναι επιτακτική η ανάγκη της χρήσης τοπικών αρδεύσεων για λόγους οικονομίας στους υδάτινους φυσικούς πόρους. Κατά την άρδευση των εδαφών με τοπικές μεθόδους, οι απώλειες στο χωράφι υπολογίζονται στο 5% περίπου της ποσότητας του χορηγούμενου νερού και οι απώλειες για την μεταφορά του νερού με κλειστούς αγωγούς στο 5% επίσης. Τέλος, λόγω της ιδιομορφίας του συστήματος τοπικών αρδεύσεων το ποσοστό διαβροχής που λαμβάνεται ανέρχεται στο 70% των εκτάσεων, σε αντίθεση με το 100% που λαμβάνονταν με τη χρήση άλλων μεθόδων. Κατά συνέπεια οδηγεί σε μείωση της εξατμισοδιαπνοής και των απωλειών νερού.

Οι προαναφερθείσες τοπικές μέθοδοι άρδευσης χρησιμοποιούνται και στο νησί της Νάξου. Βασικό καλλιεργήσιμο προϊόν της περιοχής είναι η εαρινή πατάτα και το σύστημα αμειψισποράς που εφαρμόζεται είναι η εναλλαγή κριθαριού-πατάτας κατά το διετές σύστημα.

3.7.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1985-2001

Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα που υπολογίστηκαν μέσω της βροχοβαθμίδας και της θερμοβαθμίδας χρησιμοποιείται η μέθοδος του Blaney-Criddle για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας. Οι Blaney-Criddle κατάρτισαν απλουστευμένο τύπο για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής, η εφαρμογή του οποίου δεν απαιτεί μεγάλο αριθμό στατιστικών και μετεωρολογικών στοιχείων. Με την

μέθοδο αυτή υπολογίζεται η μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε mm σύμφωνα με την σχέση: (Α. Λουκάς & Λ. Βασιλειάδης)

$$ET = k \frac{(1.8T+32)}{3.94} \quad (3.7.1.1)$$

Όπου ET: μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε mm

T: μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα σε °C

r: ποσοστό ωρών ημέρας του μήνα (από πίνακα)

k: συντελεστής καλλιέργειας

Πίνακας 3-17 Τιμές εποχιακού φυτικού συντελεστή K (σχέση Blaney–Criddle).
(Α. Λουκάς & Λ. Βασιλειάδης)

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΛΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (ΜΗΝΕΣ)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ
ΜΗΔΙΚΗ	μεταξύ παγετών	0.80-0.85
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	4	0.75-0.85
ΒΑΜΒΑΞ	7	0.60-0.70
ΣΙΤΗΡΑ	3	0.75-0.85
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	12	0.45-0.55
ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ	μεταξύ παγετών	0.60-0.70
ΦΥΤΙΚΟ ΛΙΒΑΔΙ	μεταξύ παγετών	0.75-0.85
ΠΑΤΑΤΑ	3 με 5	0.65-0.75
ΟΡΥΖΑ	3 με 5	1.00-1.10
ΣΑΚΧΑΡΟΤΕΥΚΛΑ	6	0.65-0.75
ΤΟΜΑΤΑ	4	0.65-0.70
ΛΑΧΑΝΙΚΑ	2 με 4	0.60-0.70

Σημείωση: Οι μικρότερες τιμές του K ισχύουν για παραθαλάσσιες περιοχές και οι μεγαλύτερες για περιοχές με ξηρό κλίμα.

Πίνακας 3-18 Κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) καλλιεργειών ανά Δημοτική Κοινότητα 1985-2001.
(Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.)

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ				
	ΑΡΟΤΡΙΑΙΕΣ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΕ Σ	ΟΠΩΡΟΦΟΡΕΣ	ΕΛΙΑΣ	ΑΜΠΕΛΙΩΝ
ΝΑΞΟΥ	2790	10387	1608	556	115
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	359	2512	111	163	0

Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό άρδευσης υπολογίστηκαν, όπως αναφέρθηκε, με την εφαρμογή της μεθόδου Blaney – Griddle. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοσθεί σε όλες τις γεωργοτεχνικές μελέτες που έχουν συνταχθεί για το Αιγαίο, είναι προσαρμοσμένη σε ικανοποιητικό βαθμό στις συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα και προσεγγίζει με μεγάλη ακρίβεια τις πραγματικές υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών του σχεδίου αξιοποίησης.

Οι καθαρές ανάγκες των φυτών σε νερό μπορεί να υπολογίζονται από τη σχέση:

$$E_D = ET - R; \mu \quad (3.7.1.2)$$

εφόσον για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής χρησιμοποιείται η απλοποιημένη μέθοδος των Blaney - Griddle, όπου:

- E_D = οι καθαρές ημερήσιες ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό σε $m^3 / στρέμμα$.
- ET = εξατμισοδιαπνοή (μηνιαία) σε mm.
- R = ενεργός βροχόπτωση σε mm.
- μ = ο αριθμός των ημερών του μήνα.

Για την εύρεση της ενεργούς βροχόπτωσης χρησιμοποιείται ο εμπειρικός τύπος:

$$R = B - \left[C + \frac{B}{8} \right] \quad (3.7.1.3)$$

όπου:

B = το συνολικό μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης

c = είναι εμπειρική σταθερά, που παίρνει τιμές από 10 μέχρι 20.

$c = 10$ προτείνεται για πεδινές περιοχές κοντά στη θάλασσα, για την παρούσα μελέτη επιλέχθηκε $c = 12$.

Πίνακας 3-19 Ετήσιες ανάγκες νερού ανά είδος καλλιέργειας.

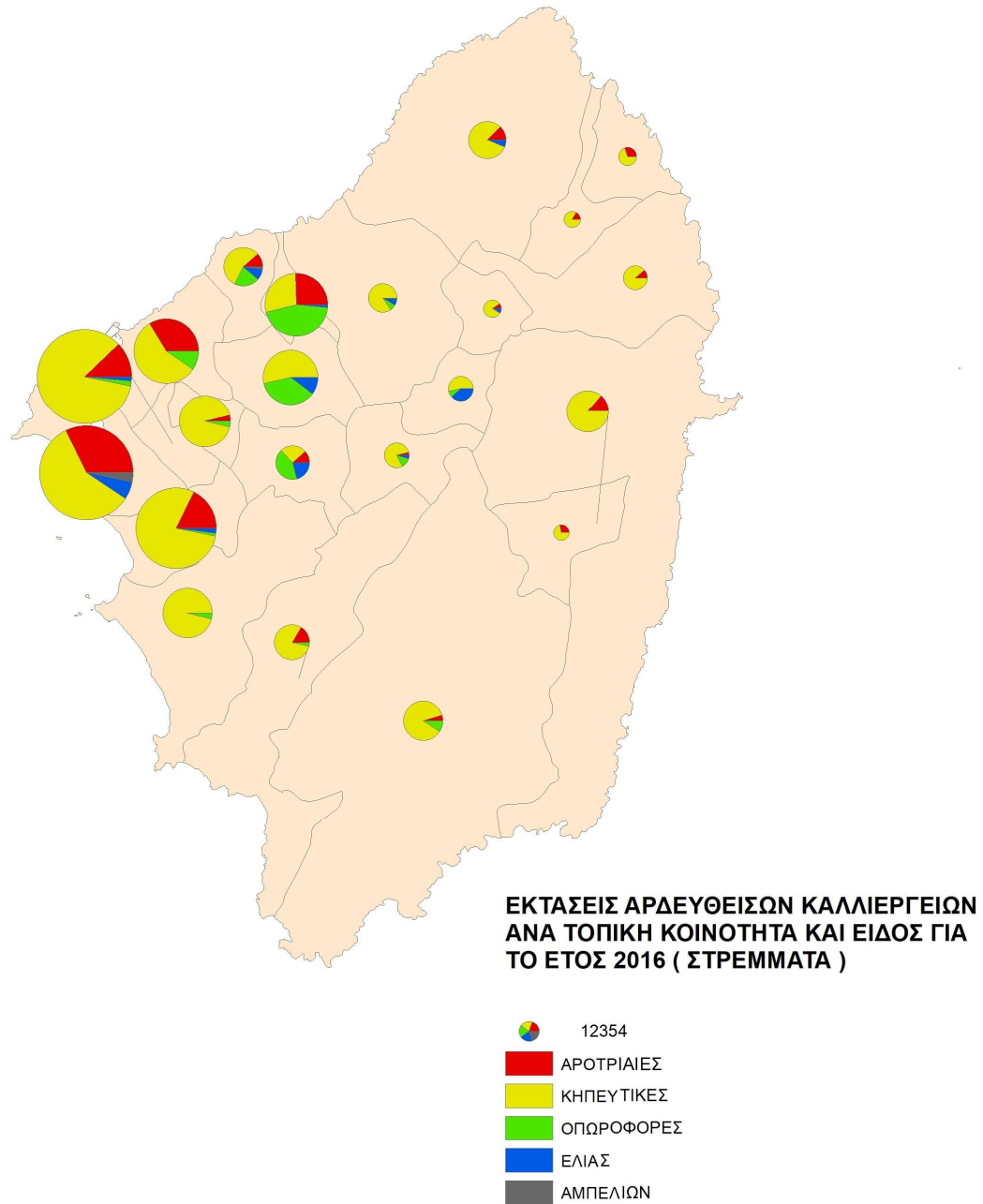
Δ.ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ (m ³)					
	Αροτριάιες	Κηπευτικά	Οπωρώνες	Ελιές	Άμπελοι	ΣΥΝΟΛΟ
ΝΑΞΟΥ	1801242	5536069	775182	172664	44722	8329878
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	223149	1285542	51760	39543	0	1599994
ΣΥΝΟΛΟ	2024391	6821611	826942	212206	44722	9929872

3.7.2 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2001-2021

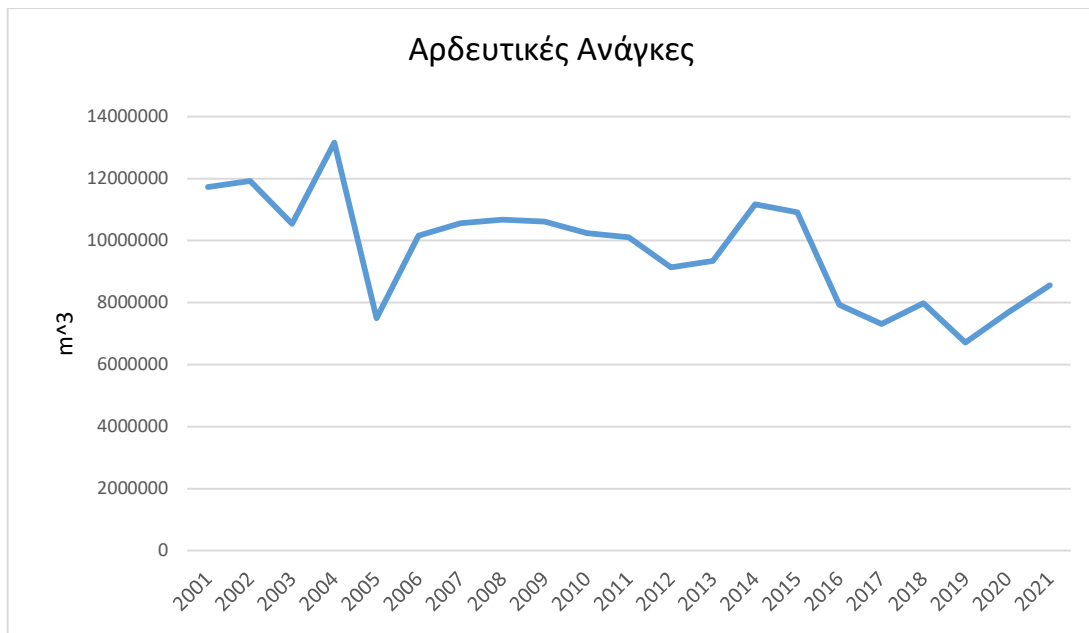
Για την χρονική περίοδο χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος υπολογισμού των υδατικών αναγκών (Blaney-Criddle) με δεδομένα για το είδος και καλλιεργήσιμες εκτάσεις από την ΕΣΥΕ για τις εξής χρονιές:

Πίνακας 3-20 Κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) καλλιεργειών ανά Δημοτική Κοινότητα 2001-2021.
(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

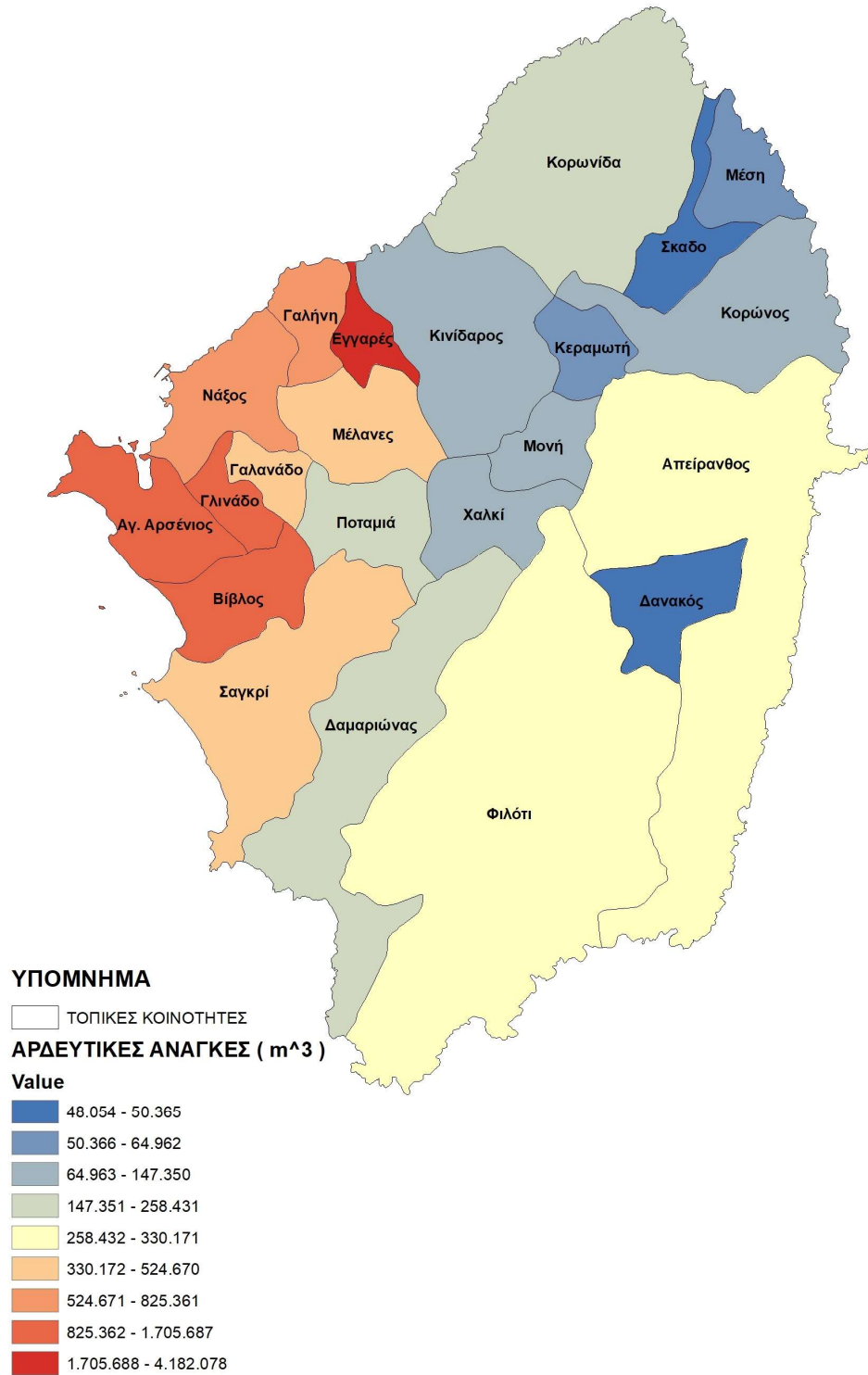
ΕΤΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΑΡΟΤΡΑΙΕΣ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΟΠΩΡΩΝΕΣ	ΕΛΙΕΣ	ΑΜΠΕΛΙΑ
2003	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	414	2908	129	153	0
	ΝΑΞΟΥ	3233	12035	1863	647	133
2005	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	829	6005	1090	181	3
	ΝΑΞΟΥ	1798	4344	407	326	100
2007	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	7,05	45	6,69	1	0
	ΝΑΞΟΥ	18043	16	2	2	1
2013	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	341	2401	107	126	0
	ΝΑΞΟΥ	2667	9927	1538	534	111
2016	ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	237	1672	74	87	0
	ΝΑΞΟΥ	1857	6910	1068	373	76



Εικόνα 3-9 Χάρτης κατανομής των εκτάσεων των καλλιεργειών ανά Τοπική Κοινότητα.



Διάγραμμα 3-13 Αρδευτικές Ανάγκες 2001-2021.



Εικόνα 3-10 Χάρτης κατανομής μέσων ετήσιων αρδευτικών αναγκών ανά τοπική κοινότητα.

Κεφάλαιο 4 Λογισμικό πρόγραμμα WEAP

4.1 Το μοντέλο WEAP

Το WEAP (Water Evaluation And Planning system), μοντέλο του 1988, είναι ένα ευπροσάρμοστο και προσιτό προς το χρήστη λογισμικό. Χρησιμοποιώντας ως αρχή το ισοζύγιο της μάζας, αποτελεί ιδανικό εργαλείο για ολοκληρωμένο σχεδιασμό, σωστή διαχείριση των υπαρχόντων υδατικών πόρων καθώς και εναλλακτικών τρόπων επεξεργασίας τους. Το μοντέλο αυτό, βρίσκει εφαρμογή σε αστικά και αγροτικά συστήματα, βασικές λεκάνες απορροής, σύνθετα συστήματα ποταμών ή και συνδυασμό των παραπάνω. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις απαιτήσεις των οικοσυστημάτων είναι σε θέση να προσομοιώνει φυσικά και τεχνητά τους στοιχεία, όπως για παράδειγμα την επιφανειακή και βασική απορροή, την αναπλήρωση των υπόγειων νερών, τις κλαδικές αναλύσεις ζήτησης και την επεξεργασία- ανακύκλωση νερού. Επιπλέον, υπολογίζει τη διανομή νερού βάση προτεραιοτήτων και φυσικών ή νομικών περιορισμών, τη λειτουργία ταμιευτήρων, την εξέταση της ρύπανσης και της ποιότητας νερού, καθώς και αναλύει τις οικονομικές λειτουργίες με στόχο την ορθή σύγκριση κόστους- οφέλους προς τον χρήστη.

4.1.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Ο σχεδιασμός και η δημιουργία του μοντέλου WEAP προήλθε από το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης (Stockholm Environment Institute – SEI), που αποτελεί ένα μη κερδοσκοπικό ερευνητικό ίδρυμα με έδρα το Πανεπιστήμιο Tufts της Μασαχουσέτης. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά καιρούς υποστηρίζεται οικονομικά και από το Κέντρο Υδρολογικής Μηχανικής του Αμερικανικού Στρατού Μηχανικών των ΗΠΑ (Hydrologic Engineering Center of the US Army Corps of Engineers) που συνέβαλε και σε αρκετές βελτιώσεις του. Οικονομική ενίσχυση έχουν προσφέρει και άλλοι οργανισμοί μεταξύ των οποίων: η Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank), ο Οργανισμός Διεθνούς Ανάπτυξης των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Agency for International Development USAID) και το Παγκόσμιο Ταμείο Υποδομών της Ιαπωνίας (Global Infrastructure Fund of Japan). Πολλές είναι οι χώρες που έχουν κάνει χρήση

του προγράμματος WEAP στα πλαίσια επιστημονικών μελετών και ερευνών. Ανάμεσα σε αυτές βρίσκονται οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Μεξικό, η Βραζιλία, η Γερμανία, η Γκάνα, η Μπουρκίνα Φάσο, η Κένυα, η Νότια Αφρική, η Μοζαμβίκη, η Αίγυπτος, το Ισραήλ, το Ομάν, η Κεντρική Ασία, η Σρι Λάνκα, η Κίνα, η Νότια Κορέα, η Ταϊλάνδη, η Ιορδανία, η Συρία, ο Λίβανος, το Ιράν και η Ελλάδα (SEI, 2012). Παρατηρείται ότι η χρήση του μοντέλου γίνεται τόσο από αναπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες χώρες και μάλιστα στις τελευταίες χωρίς οικονομική επιβάρυνση σε ακαδημαϊκούς και κυβερνητικούς οργανισμούς.

4.1.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Γενικά, η εφαρμογή του προγράμματος ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Ορισμός της μελέτης: Καθορίζεται το χρονοδιάγραμμα, οριοθετείται ο χώρος, θέτονται οι συνιστώσες του συστήματος και διατυπώνεται το πρόβλημα.
- Τρέχοντες υπολογισμοί: Αποτυπώνεται η τρέχουσα ζήτηση νερού, τα ρυπαντικά φορτία, οι πόροι και οι προμήθειες του συστήματος.
- Σενάρια: Δίνεται η δυνατότητα διερεύνησης εναλλακτικών υποθέσεων λαμβάνοντας υπ' όψιν πιθανές μελλοντικές μεταβολές (π.χ. πληθυσμού, ζήτησης και προσφοράς νερού κ.λπ.).
- Αξιολόγηση: Η επάρκεια του νερού, το κόστος και το όφελος, η συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς στόχους και η ευαισθησία ως προς την αβεβαιότητα έναντι σε μεταβλητές – «κλειδιά» είναι οι γνώμονες με τους οποίους αξιολογούνται τα σενάρια.

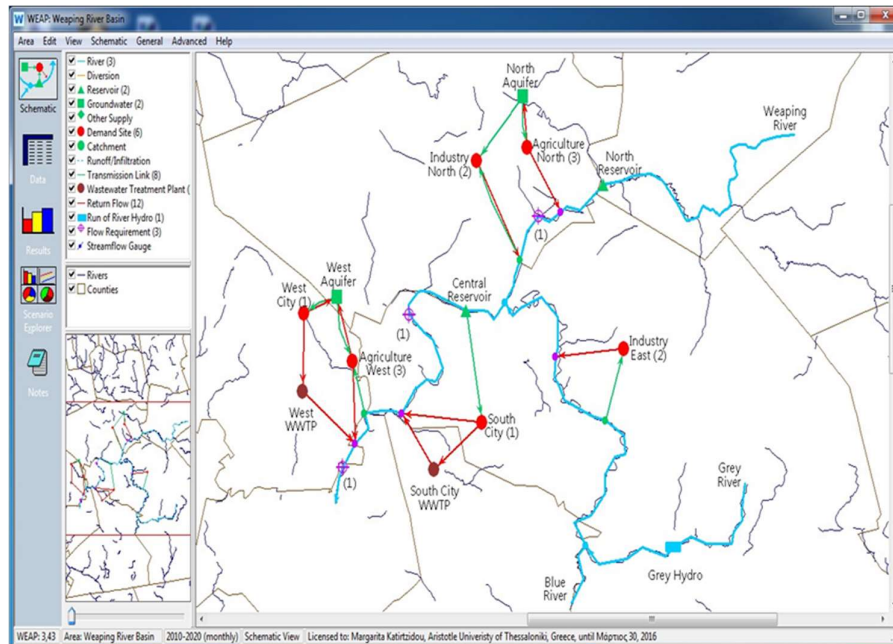
Ειδικότερα, το μοντέλο WEAP αποτελείται από πέντε βασικές θεματικές ενότητες:

- a. Σχηματική Απεικόνιση (Schematic)
- b. Δεδομένα (Data)
- c. Αποτελέσματα (Results)
- d. Περιληπτική Σύνοψη (Overviews)
- e. Σημειώσεις (Notes)

a) Σχηματική Απεικόνιση

Από αυτό το σημείο δίνεται η δυνατότητα έναρξης όλων των δραστηριοτήτων του WEAP. Μέσω του “drag and drop” δηλαδή της γραφικής διεπαφής δίνεται η δυνατότητα στον

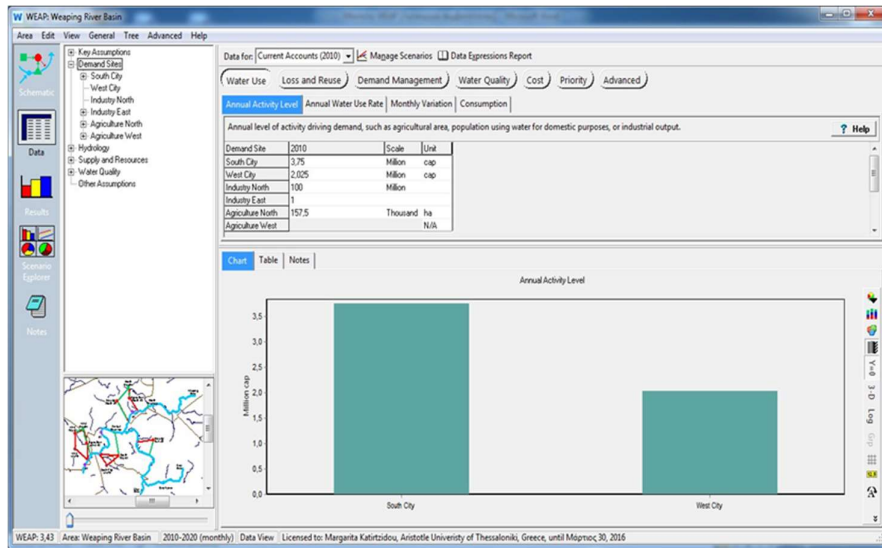
χρήστη να μπορεί εύκολα να περιγράψει και να αποτυπώσει τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος της ύδρευσης και της ζήτησης. Αυτή η χωρική διάταξη ονομάζεται σχηματική (schematic). Δίνεται επίσης η δυνατότητα πρόσθεσης στρωμάτων GIS με στόχο την σαφήνεια και βαθμονόμηση των πιθανών επιπτώσεων. Το Schematic View δίνει με ένα κλικ πρόσβαση σε ολόκληρη την ανάλυσή μας κάνοντας δεξί κλικ σε οποιοδήποτε στοιχείο στο schematic για πρόσβαση στα δεδομένα ή στα αποτελέσματα.



Εικόνα 4-1 Περιβάλλον του μοντέλου WEAP.

b) Δεδομένα

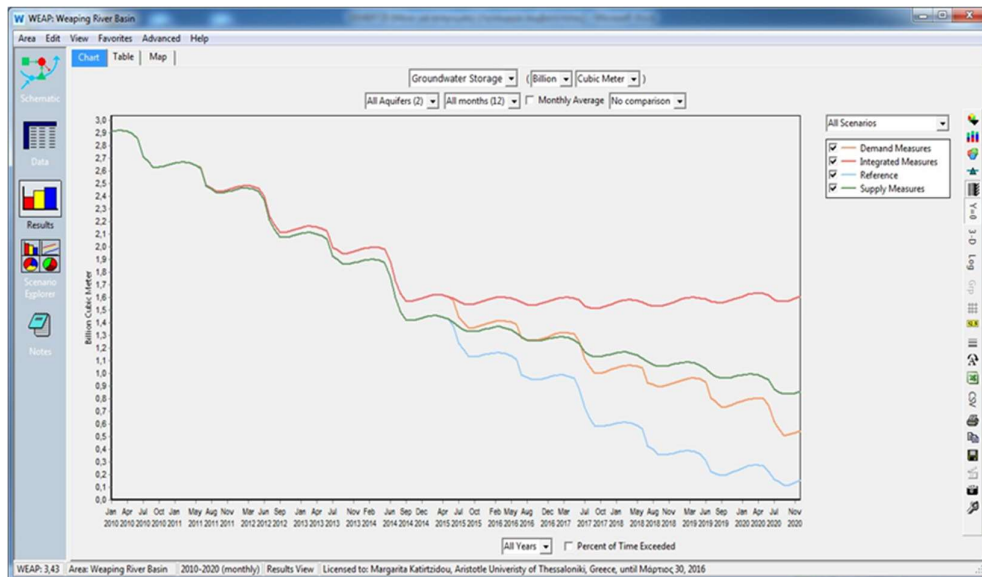
Η κατηγορία «Δεδομένα» επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει μεταβλητές και σχέσεις, να χρησιμοποιήσει μαθηματικές εκφράσεις για να εισάγει υποθέσεις, αλλά και να συνδεθεί με αρχεία του Excel.



Εικόνα 4-2 Δεδομένα του μοντέλου WEAP.

c) Αποτελέσματα

Η κατηγορία «Αποτελέσματα» δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να παρουσιάσει τα αποτελέσματα υπό την μορφή πινάκων/ διαγραμμάτων, αλλά και με την ταυτόχρονη σχηματική τους απεικόνιση.



Εικόνα 4-3 Αποτελέσματα του μοντέλου WEAP

d) Περιληπτική Σύνοψη

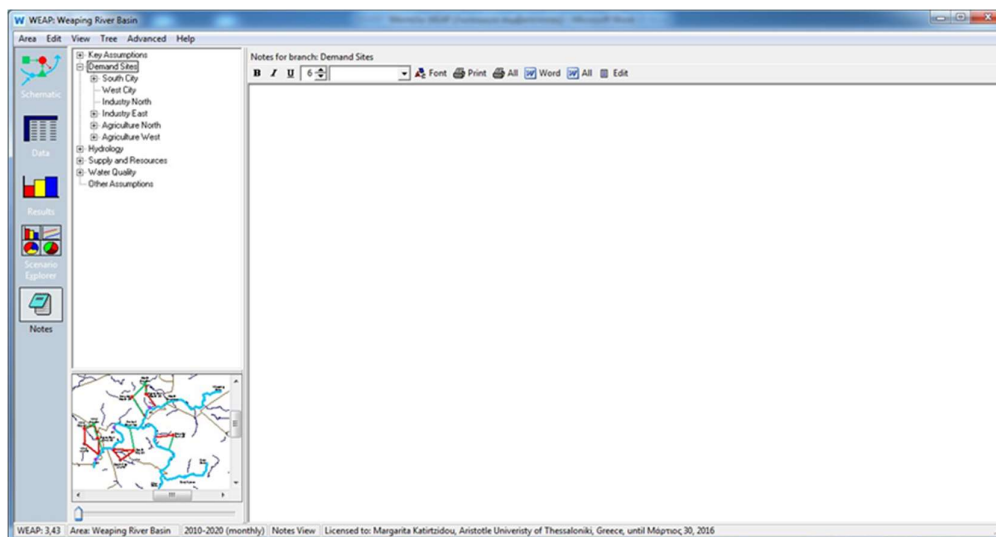
Στην κατηγορία «Περιληπτική Σύνοψη» δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να παρουσιάσει συγκεντρωτικά τα σημαντικότερα σχεδιαγράμματα που θεωρεί ο ίδιος.



Εικόνα 4-4 Περιληπτική Σύνοψη του μοντέλου WEAP

e) Σημειώσεις

Η κατηγορία «Σημειώσεις» επιτρέπει στον χρήστη να συγκερατήσει ορισμένες σημειώσεις και υποθέσεις αναφορικά με την υπό μελέτη περιοχή.

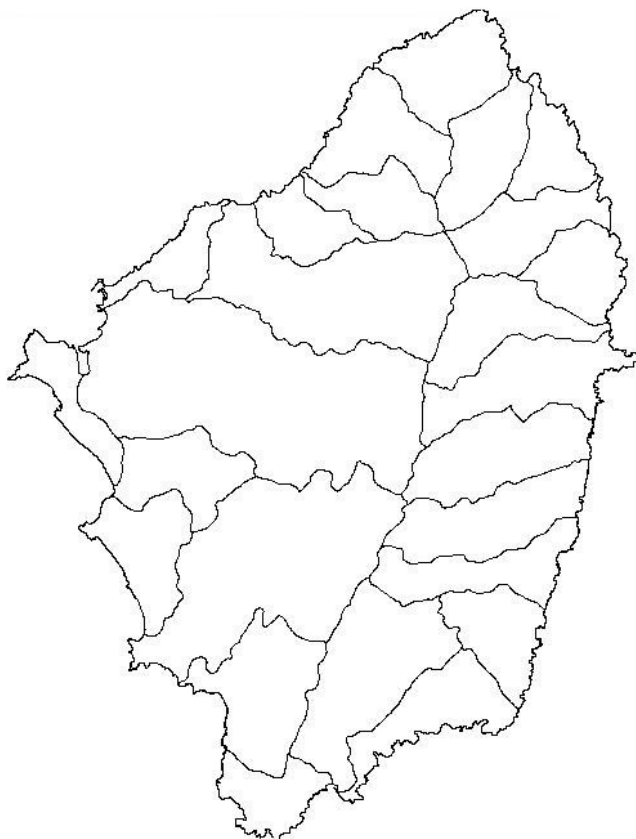


Εικόνα 4-5 Σημειώσεις του μοντέλου WEAP.

4.2 Εφαρμογή WEAP στην ευρύτερη περιοχή της Νήσου Νάξου

4.2.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

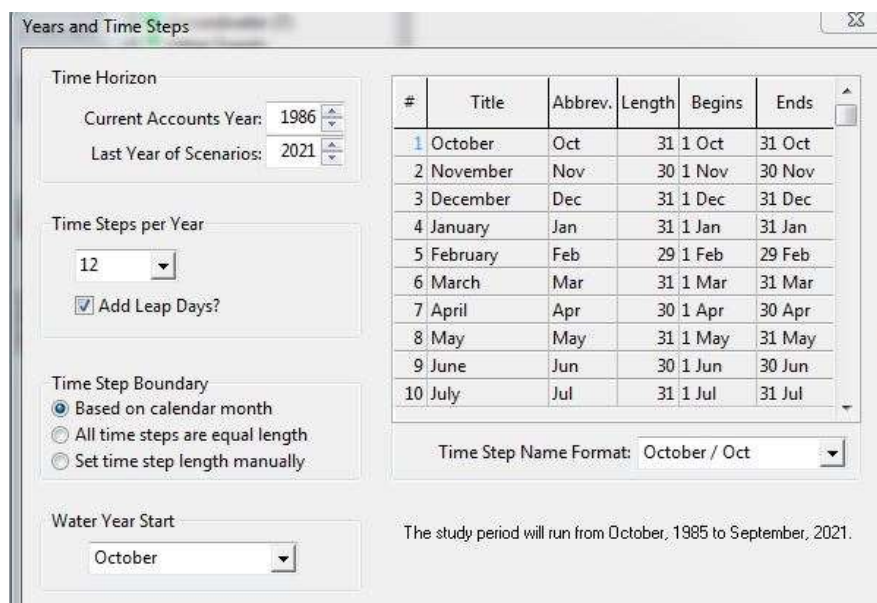
Αρχικά ορίστηκαν τα όρια της περιοχής μελέτης σε περιβάλλον GIS και στην συνέχεια έγινε μετατροπή του αρχείου σε shape file καθώς στο πρόγραμμα εισάγονται αρχεία μόνο υπό αυτή τη μορφή (σαν εικόνα).



Εικόνα 4-6 Χάρτης ορίων περιοχής μελέτης.

Έπειτα ορίστηκαν κάποιες γενικές παράμετροι οι οποίες παρέμειναν σταθερές σε κάθε σενάριο που πραγματοποιήθηκε. Αρχικά επιλέχθηκε το χρονικό βήμα και η χρονιά έναρξης, και στην συνέχεια οι μονάδες μέτρησης. Πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις με υφιστάμενη κατάσταση μια σειρά ετών από το 1986 έως το 2021. Ως χρονιά έναρξης ορίστηκε το 1986. Ως χρονικό βήμα time step per year επιλέχθηκε το 12 με μήνα έναρξης του

υδρολογικού έτους τον Οκτώβριο (του 1985). Επίσης επιλέχθηκαν οι ανάλογες μονάδες μέτρησης (SI).



#	Title	Abbrev.	Length	Begins	Ends
1	October	Oct	31	1 Oct	31 Oct
2	November	Nov	30	1 Nov	30 Nov
3	December	Dec	31	1 Dec	31 Dec
4	January	Jan	31	1 Jan	31 Jan
5	February	Feb	29	1 Feb	29 Feb
6	March	Mar	31	1 Mar	31 Mar
7	April	Apr	30	1 Apr	30 Apr
8	May	May	31	1 May	31 May
9	June	Jun	30	1 Jun	30 Jun
10	July	Jul	31	1 Jul	31 Jul

Εικόνα 4-7 Καθορισμός υφιστάμενης χρονιάς.

4.2.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)

Η λεκάνη απορροής είναι μια περιοχή που ορίζεται από το χρήστη εντός του σχήματος στην οποία καθορίζονται διεργασίες όπως η βροχόπτωση, η εξατμισοδιαπνοή, η συσσώρευση και το λιώσιμο χιονιού και πάγου, η απορροή, η άρδευση και οι αποδόσεις σε γεωργικές και μη γεωργικές εκτάσεις. Για μια λεκάνη απορροής, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από μία έως πέντε διαφορετικές μεθόδους για τον υπολογισμό της χρήσης νερού, της απορροής και της διήθησης από γεωργικές και άλλες καλύψεις γης.

Στην παρούσα μελέτη, με βάση τα πρωτογενή δεδομένα που υπήρχαν διαθέσιμα έγινε επιλογή της παρακάτω μεθόδου:

Rainfall Runoff Method (Simplified Coefficient Method)

Η μέθοδος Rainfall Runoff προσδιορίζει την εξατμισοδιαπνοή για αρδευόμενες καλλιέργειες χρησιμοποιώντας συντελεστές καλλιέργειας. Το υπόλοιπο της βροχόπτωσης που δεν καταναλώνεται από την εξατμισοδιαπνοή προσομοιώνεται ως απορροή σε ένα ποτάμι ή μπορεί να αναλογεί μεταξύ της απορροής σε ένα ποτάμι και της ροής στα υπόγεια ύδατα μέσω συνδέσμων απορροής/διήθησης. Ο προσδιορισμός αυτός γίνεται με βάση τις παρακάτω εξισώσεις:

$$PrecipAvailableForET = Precip \times Area \times 10^{-5} \times PrecipEffective \quad (4.2.2.1)$$

$$ETActual = Min(ETpotential, PrecipAvailableForET) \quad (4.2.2.2)$$

$$Runoff = Max(0, PrecipAvailableForET - ETpotential) + (Precip \times (1 - PrecipEffective)) \quad (4.2.2.3)$$

$$RunoffToGW = Runoff \times RunoffToGWFraction \quad (4.2.2.4)$$

$$RunoffToSurfaceWater = Runoff \times (1 - RunoffToGWFraction) \quad (4.2.2.5)$$

Όπου:

PrecipAvailableForET: Βροχόπτωση διαθέσιμη για εξατμισοδιαπνοή

Precip: Βροχόπτωση

Area: Έκταση

PrecipEffective: Ενεργός βροχόπτωση

ETActual: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή

ETpotential: Δυνητική εξατμισοδιαπνοή

Runoff : Απορροή

RunoffToGW: Κατείσδυση

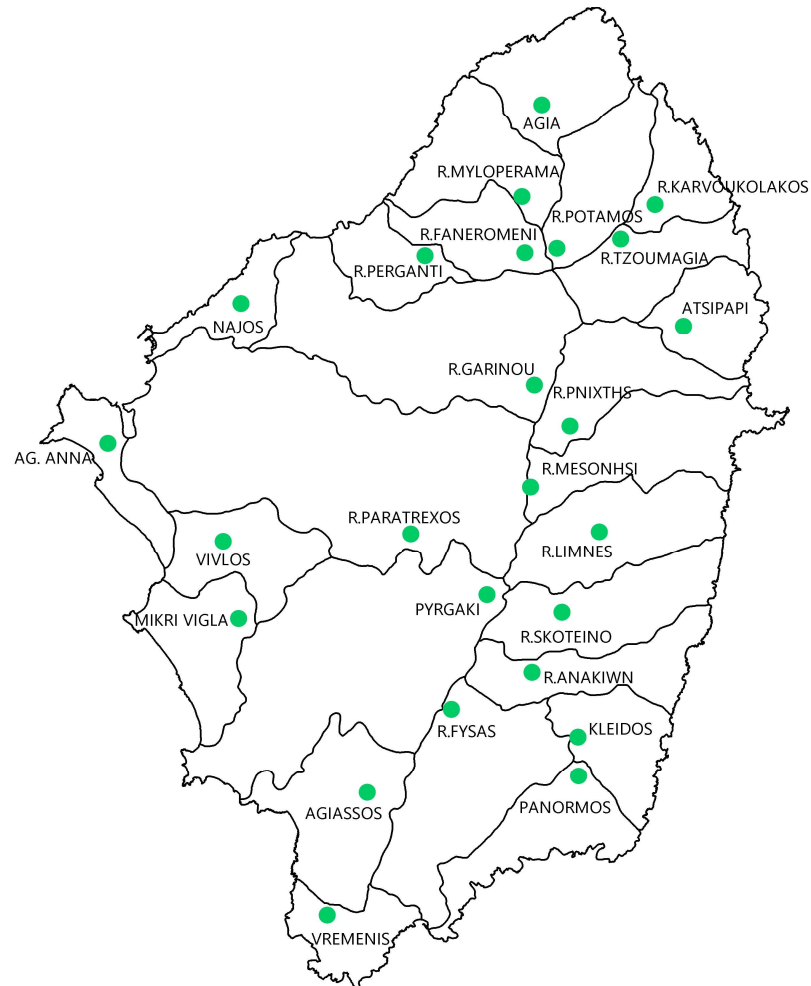
RunoffToGWFraction: Ποσοστό κατείσδυσης

RunoffToSurfaceWater: Επιφανειακή απορροή

(Λογισμικό Πρόγραμμα WEAP)

Μέσω της διαδικασίας του drag & drop, στο schematic view, έγινε εισαγωγή των κόμβων λεκανών απορροής και στην συνέχεια στο data εισήχθησαν όλα τα απαραίτητα δεδομένα: Στο Land Use(χρήσεις γης) προστέθηκε η έκταση των λεκανών σε km², στο Climate

μέσω χρονοσειρών σε μορφή csv file η βροχόπτωση κάθε λεκάνης όπως υπολογίστηκε από την βροχοβαθμίδα καθώς και η εξατμισοδιαπνοή (ETref) όπως υπολογίστηκε με την μέθοδο Thornthwaite.

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)

Εικόνα 4-8 Κόμβοι catchment.

Πίνακας 4-1 Ονοματολογία κόμβων catchment στο WEAP.

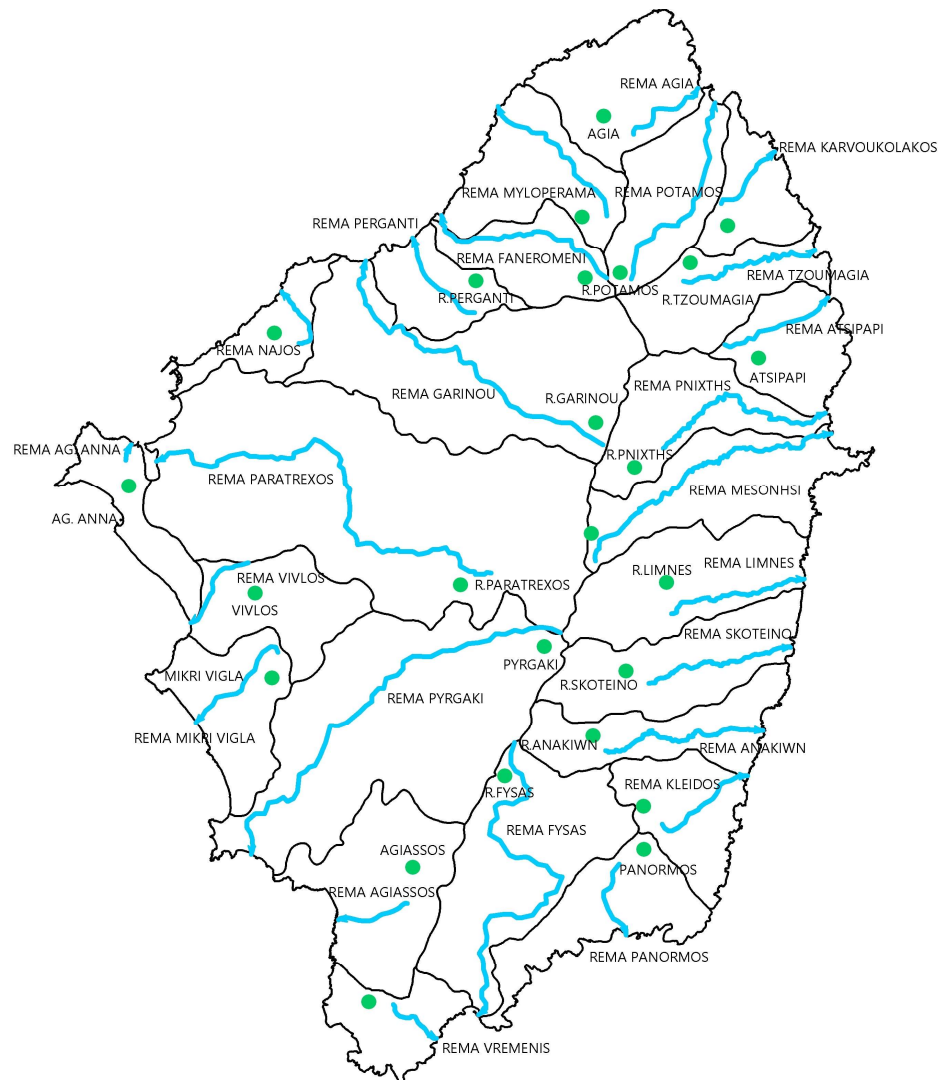
	Όνομα Λεκάνης	Ονομασία Κόμβων Catchment	Area (km ²)
1	Αγιά	AGIA	14.21
2	Ρ. Μυλοπέραμα	R.MYLOPERAMA	14.29
3	Ρ. Καρβουκόλακος	R.KARVOUKOLAKOS	8.26
4	Ρ. Ποταμός	R.POTAMOS	12.66
5	Ρ. Φανερωμένη	R.FANEROMENI	9.46
6	Ρ. Περγαντί	R.PERGANTI	8.22
7	Ρ. Τζουμαγιά	R.TZOUMAGIA	12.29
8	Νάξος	NAJOS	6.85
9	Ατσιπάπη	ATSIPAPI	10.15
10	Ρ. Γαρίνου	R.GARINOY	36.35
11	Ρ. Πνίχτης	R.PNIXTHS	13.72
12	Ρ. Μεσονήσι	R.MESONHSI	17.40
13	Ρ. Παράτρεχος	R.PARATREXOS	67.22
14	Αγ. Άννα	AG.ANNA	7.65
15	Ρ. Λίμνες	R.LIMNES	17.55
16	Βίβλος	VIVLOS	12.31
17	Ρ. Σκοτεινό	R.SKOTEINO	16.23
18	Μικρή Βίγλα	MIKRI VIGLA	12.37
19	Πυργάκι	PYRGAKI	45.65
20	Ρ. Ανακίων	R.ANAKIWN	12.52
21	Κλειδός	KLEIDOS	10.59
22	Ρ. Φύσας	R.FYSAS	24.51
23	Αγιασός	AGIASSOS	18.30
24	Πάνορμος	PANORMOS	13.05
25	Βρεμένης	VREMENIS	8.37

4.2.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΡΕΜΑΤΩΝ (RIVER)

Το νησί δεν διαθέτει ποτάμια μόνιμης ροής, με αυτά του Γαρίνου και της Φανερωμένης παρόλα αυτά καταχρηστικά μέσω του schematic view σχεδιάστηκε ένα ρέμα για κάθε λεκάνη απορροής ώστε να προσομοιωθεί το σύνολο των χειμάρρων κάθε λεκάνης. Η ονοματολογία των ρεμάτων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4-2 Ονοματολογία ρεμάτων στο WEAP.

Όνομασία Κόμβων Catchment	Όνομασία River
AGIA	REMA AGIA
R.MYLOPERAMA	REMA MYLOPERAMA
R.KARVOUKOLAKOS	REMA KARVOUKOLAKOS
R.POTAMOS	REMA POTAMOS
R.FANEROMENI	REMA FANEROMENI
R.PERGANTI	REMA PERGANTI
R.TZOUMAGIA	REMA TZOUMAGIA
NAJOS	REMA NAJOS
ATSIPAPI	REMA ATSIPAPI
R.GARINOY	REMA GARINOY
R.PNIXTHS	REMA PNIXTHS
R.MESONHSI	REMA MESONHSI
R.PARATREXOS	REMA PARATREXOS
AG.ANNA	REMA ANNA
R.LIMNES	REMA LIMNES
VIVLOS	REMA VIVLOS
R.SKOTEINO	REMA SKOTEINO
MIKRI VIGLA	REMA VIGLA
PYRGAKI	REMA PYRGAKI
R.ANAKIWN	REMA ANAKIWN
KLEIDOS	REMA KLEIDOS
R.FYSAS	REMA FYSAS
AGIASSOS	REMA AGIASSOS
PANORMOS	REMA PANORMOS
VREMENIS	REMA VREMENIS



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)
- ΡΕΜΑΤΑ (RIVER)

Εικόνα 4-9 Υδρογραφικό δίκτυο.

4.2.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΒΩΝ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ (GROUNDWATER)

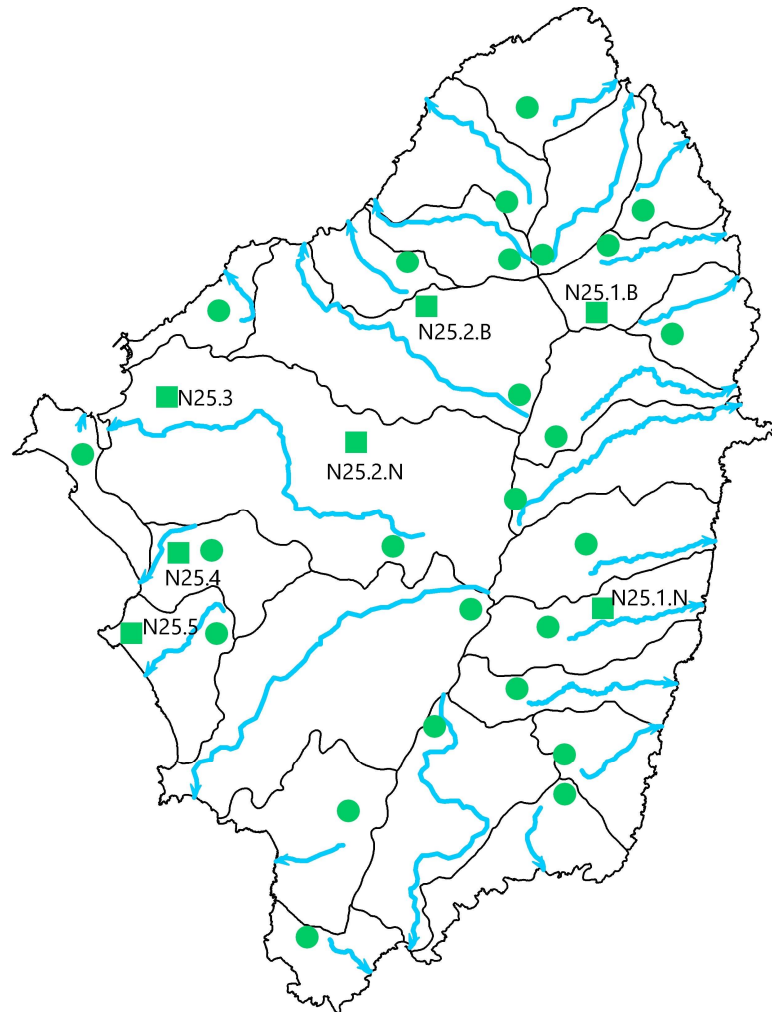
Οι κόμβοι υπόγειων υδάτων μπορεί να έχουν φυσική εισροή, διήθηση από τις λεκάνες απορροής, εισροές από διαρροές συνδέσμων μεταφοράς και επιστροφής, αλληλεπιδράσεις

με ποτάμια και ικανότητα αποθήκευσης. Ένας κόμβος παροχής υπόγειων υδάτων μπορεί να συνδεθεί με οποιονδήποτε αριθμό περιοχών ζήτησης.

Η κύρια προσφορά ύδατος στο νησί προέρχεται από τους υπόγειους υδροφορείς. Δημιουργούνται λοιπόν πέντε υδρογεωλογικές λεκάνες, η λεκάνη Αν. Νάξου (κόμβος N25.1), η λεκάνη Κεντρικής Νάξου (κόμβος N25.2), η λεκάνη Λιβαδίου (κόμβος N25.3), η λεκάνη Πλάκας (κόμβος N25.4), η λεκάνη Πολίχνης (κόμβος N25.5). Με βάση τη λειτουργία της διαχειριστικής ενότητας (κάλυψη ζήτησης), και για την ακριβέστερη προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης κρίνεται σκόπιμο να διαχωρισθούν οι υδρογεωλογικές ενότητες N25.1, σε N25.1B και N25.1N, και N25.2 σε N25.2B και N25.2N. Να σημειωθεί ότι για κάθε κόμβο προσφοράς υπογείων υδάτων σχηματοποιείται κόμβος εκφόρτισής του στη θάλασσα. Οι κόμβοι εκφόρτισης εισάγονται σαν κόμβοι ζήτησης και ονομάζονται N25.THAL.

Πίνακας 4-3 Ονοματολογία κόμβων προσφοράς στο WEAP.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ (Groundwater)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
N25.1B	Βόρειο τμήμα υδρογεωλογικής ενότητας ανατολικής Νάξου
N25.1N	Νότιο τμήμα υδρογεωλογικής ενότητας ανατολικής Νάξου
N25.2B	Βόρειο τμήμα υδρογεωλογικής ενότητας κεντρικής Νάξου
N25.2N	Νότιο τμήμα υδρογεωλογικής ενότητας κεντρικής Νάξου
N25.3	Υδρογεωλογική λεκάνη Λιβαδιού
N25.4	Υδρογεωλογική λεκάνη Πλάκας
N25.5	Υδρογεωλογική λεκάνη Πολίχνης

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- ΚΟΜΒΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (GROUNDWATER)
- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)
- ΡΕΜΑΤΑ (RIVER)

Εικόνα 4-10 Κόμβοι υπόγειων υδάτων.

Η θεωρητική μέγιστη αποθηκευτικότητα των υπόγειων κόμβων προσφοράς ρυθμίζεται όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα, και σαν αρχική ποσότητα λαμβάνεται το 20% της μέγιστης αποθηκευτικότητας. Τα χαρακτηριστικά των κόμβων υπόγειας προσφοράς διαμορφώνονται ως εξής :

Πίνακας 4-4 Χαρακτηριστικά κόμβων υπόγειων υδάτων.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ (Groundwater)	ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ (m ³)	ΑΡΧΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ (m ³)	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ (ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ %)
N25.1B	10000000	7000000	15
N25.1N	35000000	2000000	15
N25.2B	4000000	800000	31,66
N25.2N	5300000	1060000	40
N25.3	1600000	320000	85
N25.4	180000	36000	45
N25.5	370000	74000	45

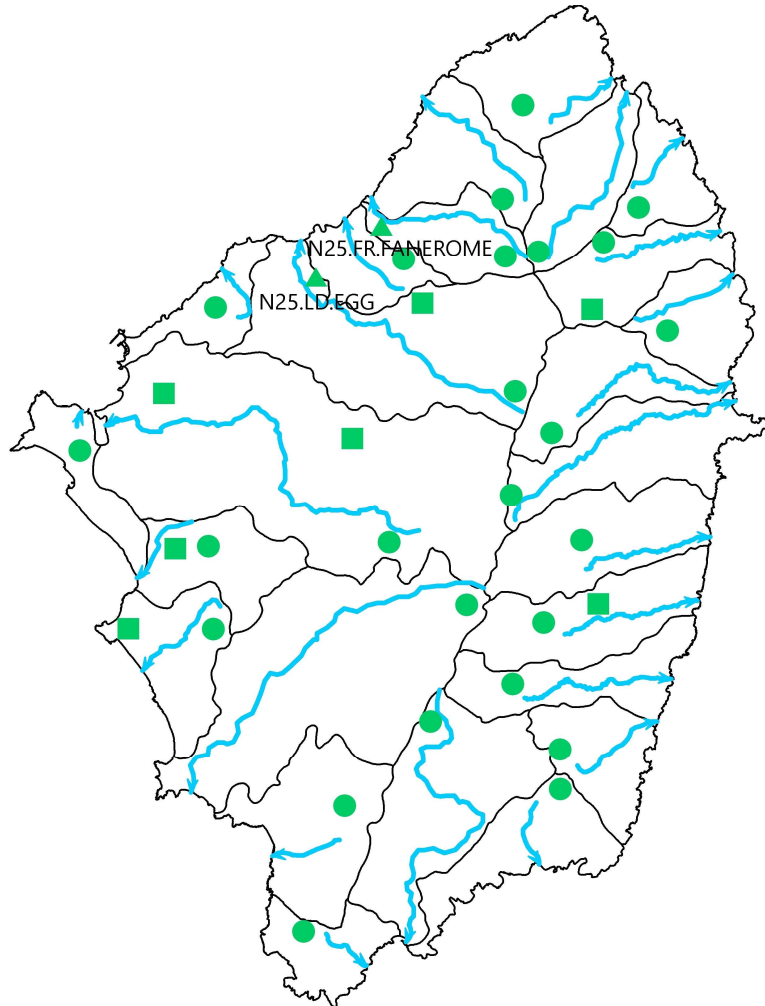
Με βάση τις ανωτέρω απολήψεις, ρυθμίζονται οι εκφορτίσεις των υπόγειων κόμβων προσφοράς προς τη θάλασσα σαν τη διαφορά των ποσοστών των απολήψεων από τις κατεισδύουσες ποσότητες.

4.2.5 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΒΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ (RESERVOIR)

Στην Νάξο όπως αναφέρεται και στο 2^ο κεφάλαιο υπάρχουν 2 έργα ταμίευσης ύδατος. Το φράγμα Φανερωμένης και η λιμνοδεξαμενή Εγγαρών. Οι δύο ταμιευτήρες συμβάλλουν στην κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του Δήμου Νάξου, με την δεύτερη να αρδεύει επίσης εκτάσεις στα δ.δ Γαλήνης και Εγγαρών.

Οι κόμβοι ταμιευτήρων αντιπροσωπεύουν θέσεις ταμιευτήρων σε έναν ποταμό. Ένας κόμβος ταμιευτήρα ποταμού μπορεί να απελευθερώσει νερό απευθείας σε περιοχές ζήτησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Έγινε λοιπόν εισαγωγή δύο ταμιευτήρων στο wear μέσω του κόμβου reservoir με ονομασία για το φράγμα φανερωμένης : FR.FANEROMENI και για την λιμνοδεξαμενή Εγγαρών: LD EGGARON . Στην συνέχεια προστέθηκαν και η αποθηκευτικότητα και η αρχική αποθηκευτικότητα όπως φαίνεται παρακάτω.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

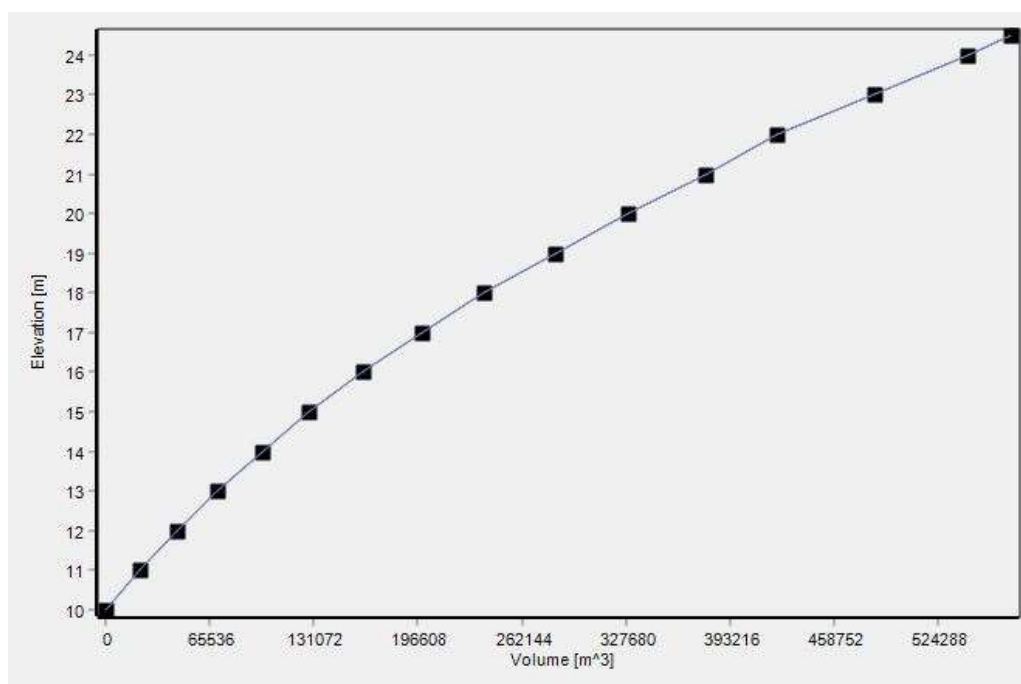
- ▲ ΚΟΜΒΟΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ (RESERVOIR)
- ΚΟΜΒΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (GROUNDWATER)
- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)
- ΠΕΜΑΤΑ (RIVER)

Εικόνα 4-11 Κόμβοι ταμιευτήρων (Reservoir).

Πίνακας 4-5 Χαρακτηριστικά κόμβων ταμιευτήρων.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

ΕΡΓΑ ΤΑΜΙΕΥΣΗΣ (Reservoir)	ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ (m ³)	ΑΡΧΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ (m ³)
FR. FANEROMENI	1450000	290000
LD. EGGARON	570000	114000

Απαραίτητη παράμετρος για τους κόμβους των ταμιευτήρων ήταν η προσθήκη της καμπύλης στάθμης ύδατος-χωρητικότητας (volume elevation curve). Ο υπολογισμός όγκου της λιμνοδεξαμενής Εγγαρών έγινε με γεωμετρικό τρόπο χωρίζοντας τον πυθμένα σε τρίγωνα και τα περιμετρικά πρηνή σε πλάγιες σφήνες (Οριστική Μελέτη Μικρών Λιμνοδεξαμενών Νησιών Νοτίων Κυκλάδων, Υπουργείο Γεωργίας, Δ.Βαϊνάλης, 1992).

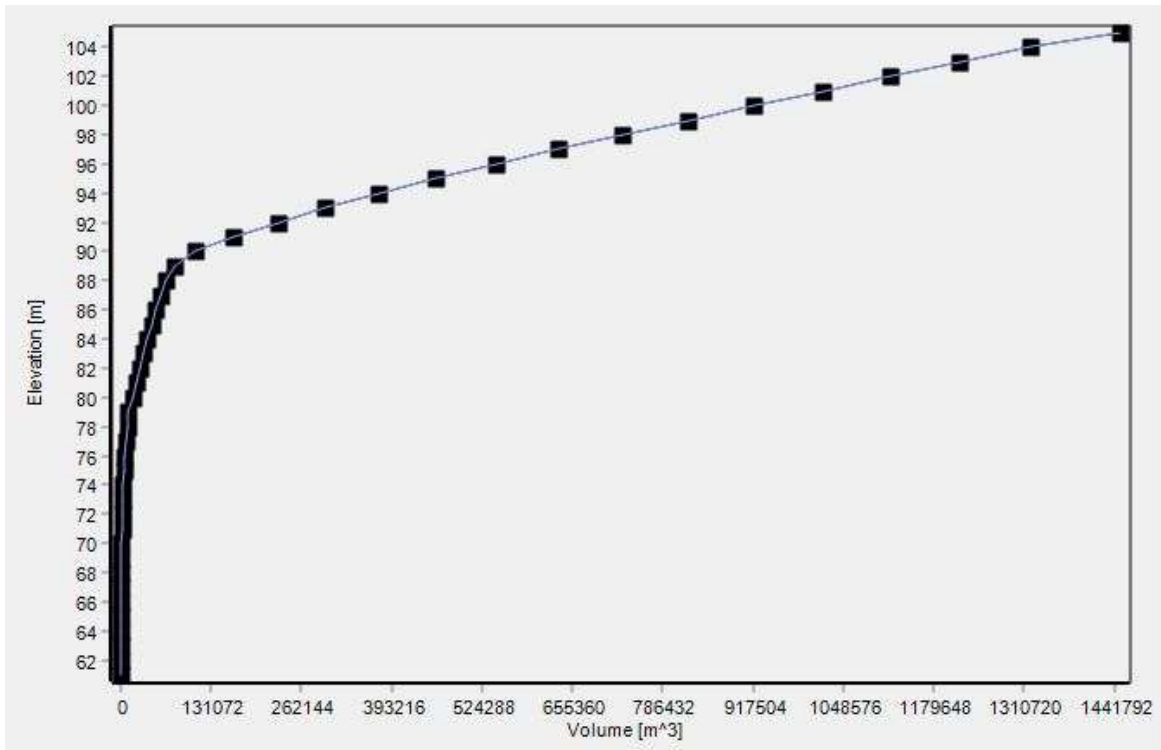


Διάγραμμα 4-1 Καμπύλη Στάθμης Ύδατος - Χωρητικότητας λιμνοδεξαμενή Εγγαρών.

Για τη δημιουργία της καμπύλης στάθμης ύδατος - χωρητικότητας για το φράγμα Φανερωμένης έγινε η παραδοχή ότι εδράζεται σε φυσικό έδαφος. Η καμπύλη δημιουργήθηκε αφού χρησιμοποιήθηκαν σαν πρωτογενή δεδομένα το ψηφιακό μοντέλο

εδάφους της νήσου Νάξου(DEM), τα όρια του φράγματος σε μορφή αρχείου shape file (Δήμος Νάξου) <https://naxos.getmap.gr/> καθώς και το ύψος αναχώματος του φράγματος έως τη στέψη του υπερχειλιστή το οποίο είναι 44m (Υπουργείο Γεωργιάς). Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGIS ακολουθώντας μια σειρά βημάτων στο περιβάλλον του:

- Αρχικά περιορίστηκε το grid του ψηφιακού μοντέλου εδάφους ως προς τα όρια του επιφανειακού ταμιευτήρα που έχει σαν αποτέλεσμα να παραχθεί το μοντέλο εδάφους για τη λεκάνη κατάκλυσης.
- Χρησιμοποιώντας την εντολή Area & Volume statistics υπολογίζεται για κάθε μέτρο φράγματος ποιος όγκος νερού του αντιστοιχεί. Η συγκεκριμένη εντολή του ArcGIS υπολογίζει τη διαφορά του όγκου μεταξύ του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και ενός οριζόντιου επιπέδου που επιλέγεται από τον χρήστη του ArcGIS και αντιστοιχίζεται με το επιθυμητό υψόμετρο της λεκάνης κατάκλυσης. Το text file που προκύπτει από το προηγούμενο βήμα και εμπεριέχει σε διαφορετικά πεδία την πληροφορία "ύψος φράγματος" και "αποθηκευμένος όγκος", εισάγεται στο Excel και δημιουργείται με απλές εντολές το τελικό διάγραμμα (Μυρωνίδης, Δ. 2015)



Διάγραμμα 4-2 Καμπύλη Στάθμης Ύδατος – Χωρητικότητας φράγματος Φανερωμένης.

Τέλος υπολογίστηκε η εξάτμιση των ταμειυτήρων (net evaporation, καθαρή εξάτμιση). Για τον υπολογισμό του net evaporation έγινε εισαγωγή μέσω της επιλογής plugin του μοντέλου υπολογισμού Hargreaves το οποίο διαθέτει το πρόγραμμα wear.

Επειδή πολλές φορές είναι δύσκολο να έχουμε διαθέσιμα όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλοί ερευνητές καταφεύγουν στη χρήση απλούστερων μοντέλων για τον υπολογισμό της. Μία από αυτές τις μεθόδους είναι η διπαραμετρική εξίσωση του Hargreaves. Η εξίσωση των Hargreaves and Samani (1985) υπολογίζεται μόνο σε ημερήσιο χρονικό βήμα HG(d) και δίνεται από τη σχέση: (Α.Λουκάς & Λ. Βασιλειάδης)

$$ET_o = a_h(T_{mean} + b_h)(T_{max} - T_{min})^{c_h} R_a \quad (4.2.5.1)$$

όπου ET_o η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς (mm day⁻¹)

T_{mean} η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα (°C)

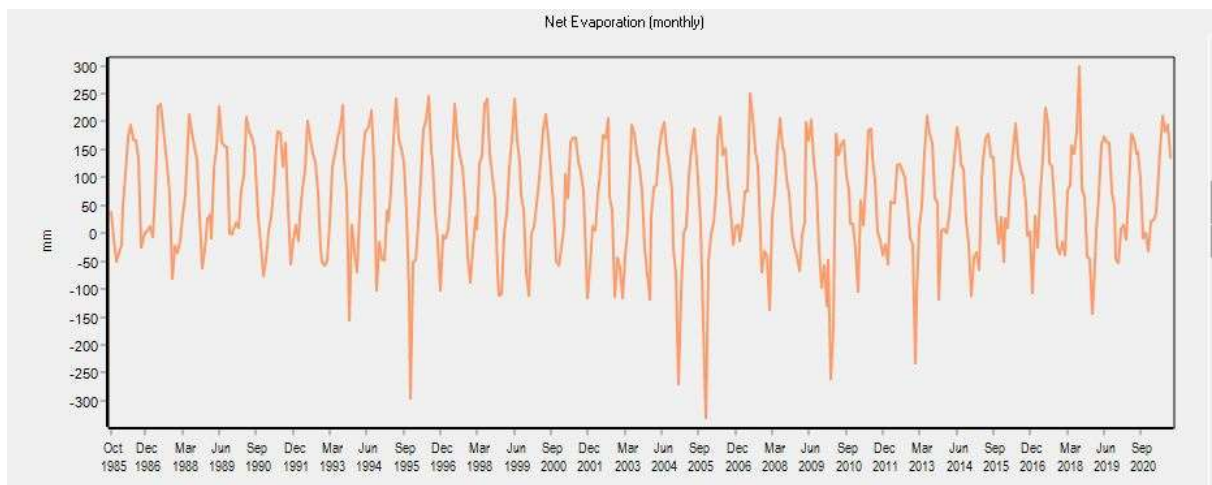
T_{min} η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα (°C)

T_{max} η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα (°C)

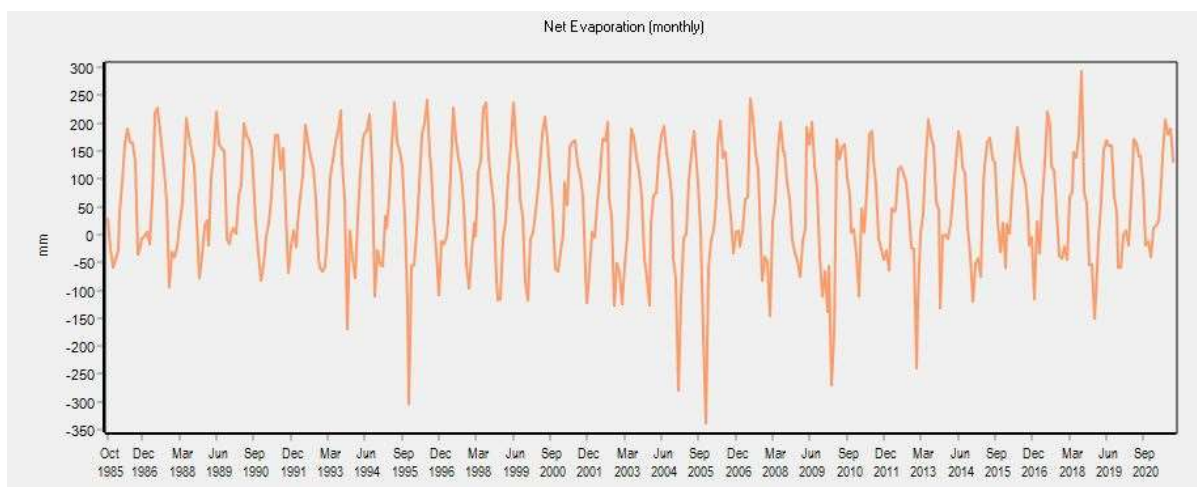
R_a η ολική ημερήσια εξωγήινη ηλιακή ακτινοβολία (mm day⁻¹)

και a_h, b_h, c_h εμπειρικοί συντελεστές της εξίσωσης του Hargreaves ($a_h = 0.0023, b_h = 17.8, c_h = 0.5$).

Οι παραπάνω συντελεστές προστέθηκαν με βάση τα αποτελέσματα της βροχοβαθμίδας και θερμοβαθμίδας και συγκεκριμένα με βάση την βροχόπτωση, μέση, ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία των λεκανών απορροής Φανερωμένης και Γαρίνου όπου βρίσκεται το φράγμα και η λιμνοδεξαμενή αντίστοιχα. Τα παραπάνω δεδομένα προστεθήκαν μέσω χρονοσειράς σε μορφή csv file.



Διάγραμμα 4-3 Καθαρή εξάτμιση λιμνοδεξαμενής Εγγαρών.



Διάγραμμα 4-4 Καθαρή εξάτμιση Φράγματος Φανερωμένης.

Ο μηνιαίος ρυθμός εξάτμισης μπορεί να είναι θετικός ή αρνητικός για να ληφθεί υπόψη η διαφορά μεταξύ εξάτμισης και βροχόπτωσης στην επιφάνεια του ταμιευτήρα. Μια θετική (αρνητική) καθαρή εξάτμιση αντιπροσωπεύει μια καθαρή απώλεια από (κέρδος προς) τον ταμιευτήρα.

4.2.6 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΟΜΒΩΝ ΖΗΤΗΣΗΣ (DEMAND SITE)

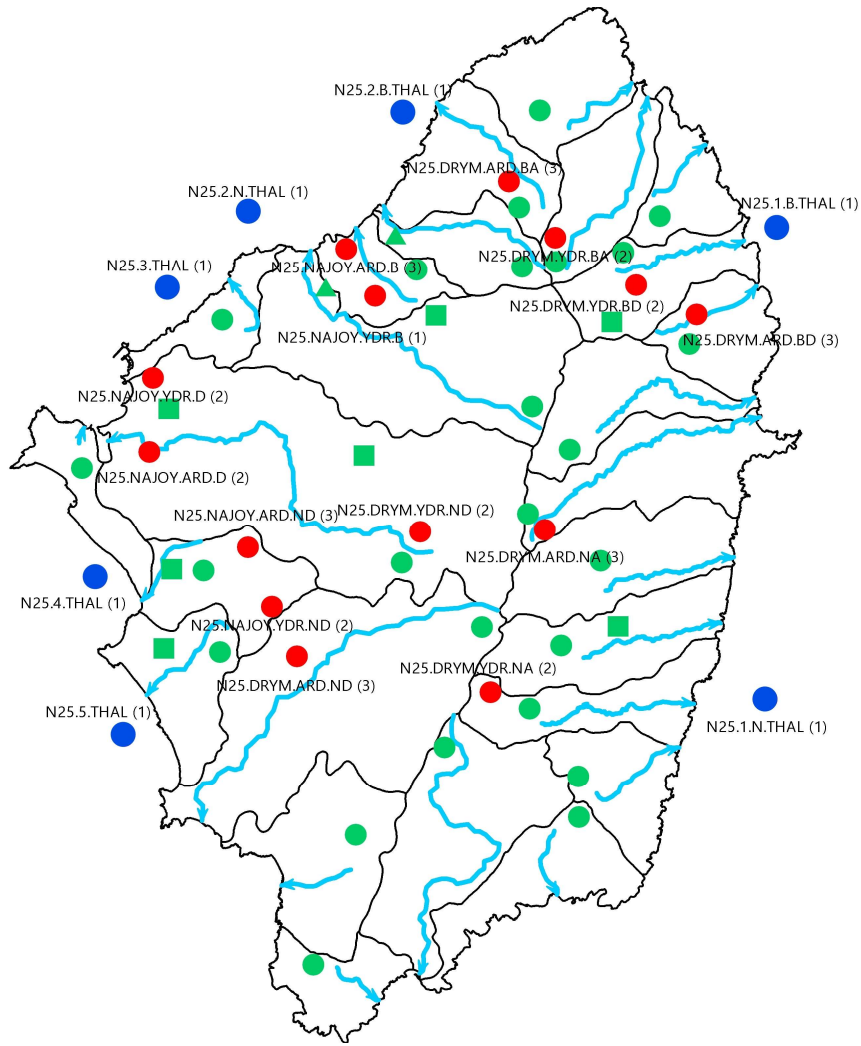
Οι κόμβοι ζήτησης περιλαμβάνουν κόμβους ύδρευσης και άρδευσης. Στους κόμβους ύδρευσης περιλαμβάνονται οι ανάγκες για ύδρευση των Δημοτικών Διαμερισμάτων καθώς και οι βιομηχανικές ανάγκες. Ενώ οι κόμβοι άρδευσης περιλαμβάνουν τις ανάγκες νερού των καλλιεργειών καθώς και τις κτηνοτροφικές ανάγκες. Σε κάθε κόμβο έγινε εισαγωγή χρονοσειράς σε μηνιαίο χρονικό βήμα των αναγκών που υπολογίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Επιπλέον, έγινε αντιστοίχιση προτεραιοτήτων σε κάθε είδος κόμβου. Στους κόμβους εκφόρτισης στην θάλασσα δόθηκε προτεραιότητα 1 για να προσομοιωθεί σωστά το ποσοστό απολήψεων, στους κόμβους ύδρευσης προτεραιότητα 2 και στους κόμβους άρδευσης προτεραιότητα 3.

Πίνακας 4-6 Περιγραφή Κόμβων Ζήτησης.

Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

Δ. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΝΑΞΟΥ	N25.NAJOU.YDR.D	Περιλαμβάνει τη ζήτηση ύδρευσης και βιομηχανίας των δδ Νάξου, Αγ.Αρσενίου, Γλινάδου, Γαλανάδου, Βίβλου
	N25.NAJOU.YDR.ND	Περιλαμβάνει τη ζήτηση ύδρευσης και βιομηχανίας των δδ Σαγκρίου, Ποταμιάς, Μελάνων
	N25.NAJOU.YDR.B	Περιλαμβάνει τη ζήτηση ύδρευσης και βιομηχανίας των δδ Κινιδάρου, Εγγαρών, Γαλήνης
	N25.NAJOU.ARD.D	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Νάξου, Αγ.Αρσενίου, Γλινάδου, Γαλανάδου, Βίβλου
	N25.NAJOU.ARD.ND	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Σαγκρίου, Ποταμιάς, Μελάνων
	N25.NAJOU.ARD.B	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Κινιδάρου, Εγγαρών, Γαλήνης
ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	N25.DRYMALIA.YDR.ND	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Δαμαριώνα, Χαλκείου, Μονής
	N25.DRYMALIA.YDR.NA	Περιλαμβάνει τη ζήτηση ύδρευσης και βιομηχανίας των δδ Φιλοτίου, Απεράθου, Δανακού
	N25.DRYMALIA.ARD.NA	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Φιλοτίου, Απεράθου, Δανακού
	N25.DRYMALIA.ARD.ND	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Δαμαριώνα, Χαλκείου, Μονής
	N25.DRYMALIA.YDR.BD	Περιλαμβάνει τη ζήτηση ύδρευσης και βιομηχανίας των δδ Κορώνου, Σκαδού, Μέσης
	N25.DRYMALIA.YDR.BA	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Κορωνίδος, Κεραμωτής
	N25.DRYMALIA.ARD.BA	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Κορωνίδος, Κεραμωτής
	N25.DRYMALIA.ARD.BD	Περιλαμβάνει τη ζήτηση άρδευσης και κτηνοτροφίας των δδ Κορώνου, Σκαδού, Μέσης



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΚΟΜΒΟΙ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
- ▲ ΚΟΜΒΟΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ (RESERVOIR)
- ΚΟΜΒΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (GROUNDWATER)
- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)
- ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ (DEMAND SITES)
- ΡΕΜΑΤΑ (RIVER)

Εικόνα 4-12 Κόμβοι ζήτησης (Demand site).

4.2.7 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ (RUNOFF /INFILTRATION)

Το υδρολογικό μοντέλο που επιλέχθηκε απαιτεί την εισαγωγή του ποσοστού νερού που κατεισδύει στον υπόγειο υδροφόρα και του ποσοστού που απορρέει επιφανειακά. Τα ποσοστά αυτά προκύπτουν από τη διαφορά ανάμεσα στην πραγματική εξατμισοδιαπνοή και τη βροχόπτωση. Για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιήθηκε το υδρολογικό ισοζύγιο της μελέτης της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου που εμφανίζεται στον Πίνακα 4-7:

Πίνακας 4-7 Υδατικό Ισοζύγιο ανά λεκάνη απορροής.
Πηγή: Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Νήσος Νάξος, 2005.

ΟΝΟΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (mm)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (mm)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ (mm)	ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ (mm)
ΑΓΙΑ	14,21	512	876	290	193	29
ΜΥΛΟΠΕΡΑΜΑ	14,29	534	874	301	208	25
ΚΑΡΒΟΥΚΟΛΑΚΟΣ	8,26	479	880	270	157	52
Ρ. ΠΟΤΑΜΟΣ	12,66	678	859	309	344	25
ΦΑΝΕΡΩΜΕΝΗ	9,46	696	857	337	334	25
Ρ. ΠΕΡΓΑΝΤΙ	8,22	434	885	270	138	26
ΤΖΟΥΜΑΓΙΑ	12,29	664	860	301	307	56
ΝΑΞΟΣ	6,85	419	889	325	76	18
ΑΤΣΙΠΑΠΗ	10,15	548	872	284	202	63
Ρ. ΓΑΡΙΝΟΥ	36,35	617	865	311	272	33
Ρ. ΠΝΙΧΤΗΣ	13,72	739	853	302	382	55
Ρ. ΜΕΖΟΝΗΣΙ	17,4	626	872	302	270	55
ΠΑΡΑΤΡΕΧΟΣ	67,22	541	880	297	208	36
ΑΓΙΑ ΑΝΝΑ	7,65	326	897	261	43	21
Ρ. ΛΙΜΝΕΣ	17,55	738	862	314	365	59
ΒΙΒΛΟΣ	12,31	458	886	332	100	25
Ρ. ΣΚΟΤΕΙΝΟ	16,23	714	864	316	328	70
ΜΙΚΡΗ ΒΙΓΛΑ	12,37	387	892	294	60	33
ΠΥΡΓΑΚΙ	45,65	567	877	304	211	52
Ρ. ΑΝΑΚΙΩΝ	12,52	629	871	311	257	62
ΚΛΕΙΔΟΣ	10,59	526	881	292	173	61
Ρ. ΦΥΣΑΣ	24,51	640	870	305	271	64
ΑΓΙΑΣΣΟΣ	18,3	511	882	292	163	55
ΠΑΝΟΡΜΟΣ	13,05	487	885	283	146	58
ΒΡΕΜΕΝΗΣ	8,37	485	885	279	146	61

Με βάση τον Πίνακα 4-7 προκύπτουν τα παρακάτω ποσοστά:

Πίνακας 4-8 Ποσοστά κατείδυσης και επιφανειακής απορροής.

Όνομα Λεκάνης	Ποσοστό Κατείδυσης (%)	Ποσοστό Επιφανειακής Απορροής (%)
Αγιά	13	87
Ρ. Μυλοπέραμα	11	89
Ρ. Καρβουκόλακος	25	75
Ρ. Ποταμός	7	93
Ρ. Φανερωμένη	7	93
Ρ. Περγαντί	16	84
Ρ. Τζουμαγιά	15	85
Νάξος	19	81
Ατσιπάπη	12	88
Ρ. Γαρίνου	11	89
Ρ. Πνίχτης	13	87
Ρ. Μεσονήσι	17	83
Ρ. Παράτρεχος	15	85
Αγ. Άννα	32	68
Ρ. Λίμνες	14	86
Βίβλος	2	98
Ρ. Σκοτεινό	18	82
Μικρή Βίγλα	35	65
Πυργάκι	2	98
Ρ. Ανακιών	19	81
Κλειδός	26	74
Ρ. Φύσας	19	81
Αγιασός	25	75
Πάνορμος	28	72
Βρεμένης	3	97

Το ποσοστό της επιφανειακής απορροής ήταν πιο εύκολο να υπολογιστεί καθώς κάθε λεκάνη απορροής διαθέτει και από ένα ρέμα. Όσον αφορά το ποσοστό της κατείδυσης η διαδικασία ήταν λίγο πιο περίπλοκη καθώς διαθέτουμε 25 λεκάνες απορροής αλλά μόνο 7 υπόγειους υδροφορείς. Για αυτό το σκοπό δημιουργήθηκαν συντελεστές βαρύτητας ανάλογα με το εμβαδόν κάθε λεκάνης ως προς το εμβαδόν του αντίστοιχου υδροφορέα που κατειδύουν τα νερά της. Στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκαν με το ποσοστό κατείδυσης που υπολογίστηκε από τον Πίνακα 4-8. Έτσι δημιουργήθηκε ο Πίνακας 4-9 όπου παρουσιάζονται τα ποσοστά που εισήχθησαν στο λογισμικό πρόγραμμα.

Πίνακας 4-9 Σχηματοποίηση κατανομής επιφανειακής απορροής και κατείδυσης.

ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ	ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ			
	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ			
	N25.1B	N25.1N	N25.2B	N25.2N
ΑΠΟΡΡΟΗΣ	κατείδυση(%)	κατείδυση(%)	κατείδυση(%)	κατείδυση(%)
VREMENIS		30		
AGIASSOS		25		
PANORMOS		28		
R.FYSAS		19		
KLEIDOS		26		
R.ANAKIWN		19		
PYRGAKI		10		10
R.SKOTEINO	3	15		
MIKRI VIGLA				12
VIVLOS				12
R.LIMNES	10	4		
R.PARATREXOS	1	1		8
AG.ANNA				
R.MESONHSI	17			
R.PNIXTHS	13			
R.GARINOU			10	
NAJOS			2	
ATSIPAPI	12			
R.TZOUMAGIA	15			
R.MYLOPERAMA			11	
R.KARVOUKOLAKOS	25			
R.POTAMOS	7			
AGIA			13	
R.FANEROMENI			7	
R.PERGANTI			16	

	ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ			
ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ			ΠΟΤΑΜΙΑ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ	N25.3	N25.4	N25.5	
	κατείδυση(%)	κατείδυση(%)	κατείδυση(%)	επιφανειακή απορροή(%)
VREMENIS				70
AGIASSOS				75
PANORMOS				72
R.FYSAS				81
KLEIDOS				74
R.ANAKIWN				81
PYRGAKI				80
R.SKOTEINO				82
MIKRI VIGLA			23	65
VIVLOS		8		80
R.LIMNES				86
R.PARATREXOS	5			85
AG.ANNA	22	10		68
R.MESONHSI				83
R.PNIXTHS				87
R.GARINOU	1			89
NAJOS	17			81
ATSIPAPI				88
R.TZOUMAGIA				85
R.MYLOPERAMA				89
R.KARVOUKOLAKOS				75
R.POTAMOS				93
AGIA				87
R.FANEROMENI				93
R.PERGANTI				84

4.2.8 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (TRANSMISSION LINK)

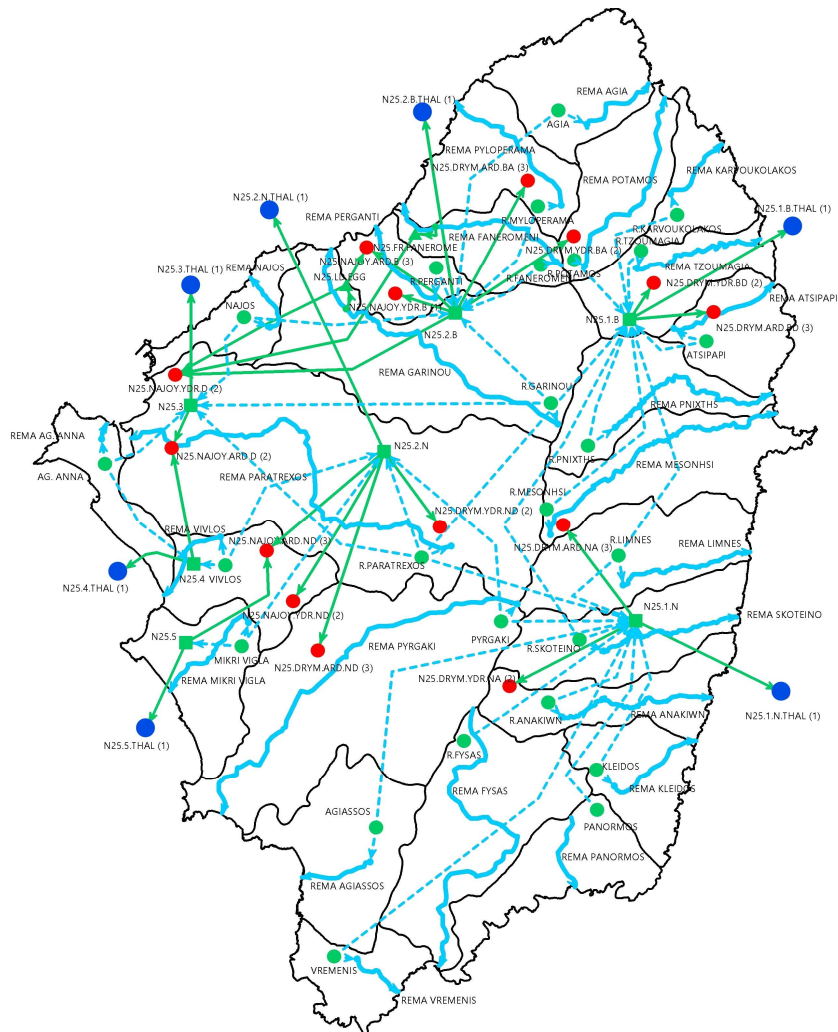
Οι σύνδεσμοι μεταφοράς παρέχουν νερό από επιφανειακά ύδατα (κόμβοι ταμειυτήρων και κόμβοι απόληψης), υπόγεια ύδατα και άλλα αποθέματα για την ικανοποίηση της τελικής ζήτησης στις περιοχές ζήτησης. Επίσης μπορούν να οριστούν προτεραιότητες κατά τη σύνδεση των κόμβων προσφοράς με τους κόμβους ζήτησης. Στον Πίνακα 4-10 αναφέρονται αναλυτικά οι συνδέσεις και οι προτεραιότητες.

Πίνακας 4-10 Σχηματοποίηση και κατανομή προσφοράς και ζήτησης.

		ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ					
		N25.1B		N25.1N		N25.2B	
ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)
N25.NAJΟΥ.YDR.D	2					1	20
N25.NAJΟΥ.YDR.ND	2						
N25.NAJΟΥ.YDR.B	2					1	100
N25.NAJΟΥ.ARD.D	2						
N25.NAJΟΥ.ARD.ND	3						
N25.NAJΟΥ.ARD.B	3					2	20
N25.DRYMALIA.YDR.ND	2						
N25.DRYMALIA.YDR.NA	2			1	100		
N25.DRYMALIA.ARD.NA	3			2	100		
N25.DRYMALIA.ARD.ND	3						
N25.DRYMALIA.YDR.BD	2	1	100				
N25.DRYMALIA.YDR.BA	2					1	100
N25.DRYMALIA.ARD.BA	3					2	100
N25.DRYMALIA.ARD.BD	3	2	100				

		ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ					
		N25.2N		N25.3		N25.4	
ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)
N25.NAJΟΥ.YDR.D	2						
N25.NAJΟΥ.YDR.ND	2	1	100				
N25.NAJΟΥ.YDR.B	2						
N25.NAJΟΥ.ARD.D	2			1	79	1	21
N25.NAJΟΥ.ARD.ND	3	2	75				
N25.NAJΟΥ.ARD.B	3						
N25.DRYMALIA.YDR.ND	2	1	100				
N25.DRYMALIA.YDR.NA	2						
N25.DRYMALIA.ARD.NA	3						
N25.DRYMALIA.ARD.ND	3	2	100				
N25.DRYMALIA.YDR.BD	2						
N25.DRYMALIA.YDR.BA	2						
N25.DRYMALIA.ARD.BA	3						
N25.DRYMALIA.ARD.BD	3						

		ΚΟΜΒΟΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ					
		N25.5		LD EGGARON		FR. FANEROMENI	
ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)	ΠΡΟΤ	ΚΑΤ(%)
N25.NAJΟΥ.YDR.D	2			1	20	1	60
N25.NAJΟΥ.YDR.ND	2						
N25.NAJΟΥ.YDR.B	2						
N25.NAJΟΥ.ARD.D	2						
N25.NAJΟΥ.ARD.ND	3	1	25				
N25.NAJΟΥ.ARD.B	3			1	80		
N25.DRYMALIA.YDR.ND	2						
N25.DRYMALIA.YDR.NA	2						
N25.DRYMALIA.ARD.NA	3						
N25.DRYMALIA.ARD.ND	3						
N25.DRYMALIA.YDR.BD	2						
N25.DRYMALIA.YDR.BA	2						
N25.DRYMALIA.ARD.BA	3						
N25.DRYMALIA.ARD.BD	3						



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΚΟΜΒΟΙ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
- ▲ ΚΟΜΒΟΙ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ (RESERVOIR)
- ΚΟΜΒΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (GROUNDWATER)
- ΚΟΜΒΟΙ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (CATCHMENT)
- ΚΟΜΒΟΙ ΖΗΤΗΣΗΣ (DEMAND SITES)
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (TRANSMISSION LINK)
- ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ/ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ (RUNOFF / INFILTRATION)
- ΡΕΜΑΤΑ (RIVER)

Εικόνα 4-14 Ολοκληρωμένη Σχηματοποίηση (Schematic view).

Κεφάλαιο 5 Αποτελέσματα

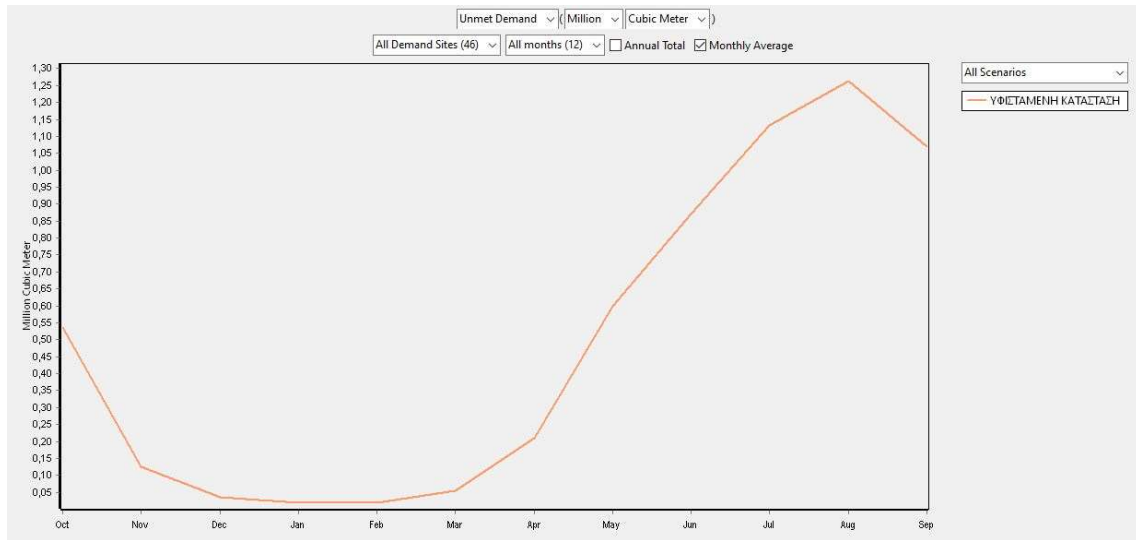
5.1 Γενικά

Εφόσον ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων και η δημιουργία κόμβων στην σχηματική απεικόνιση του μοντέλου, στη συνέχεια ακολουθεί η εκτέλεσή του. Η διαδικασία του «τρεξίματος» (Results), υλοποιεί τους απαραίτητους υπολογισμούς που οδηγεί στην εξαγωγή αποτελεσμάτων. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται πολυεπίπεδα και αφορούν στους κόμβους ζήτησης (εμφάνιση ή μη ελλείματος από την είσοδο του νερού στους κόμβους, την εκεί κατανάλωσή του και το ποσοστό που τελικά αποθηκεύεται σε αυτούς), στο ποσοστό κάλυψης των υδατικών αναγκών εν γένει, στο νερό που εισέρχεται και εξέρχεται από τους υπόγειους υδροφορείς καθώς και το μέγεθος αποθηκευτικότητας που διαθέτουν οι υδροφορείς. Κατά αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει πιθανά ελλείματα σε κόμβους, να παρακολουθεί εάν ικανοποιούνται οι ανάγκες των κόμβων ζήτησης σε νερό κλπ. Το πρόγραμμα WEAP παρέχει επίσης τη δυνατότητα αναπαράστασης των αποτελεσμάτων με τη μορφή εικόνων, διαγραμμάτων και πινάκων, ενώ προχωρά ένα βήμα ακόμη, παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα σε ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια βάση δίνοντας τη δυνατότητα απλούστερης και ακριβέστερης έρευνας αυτών.

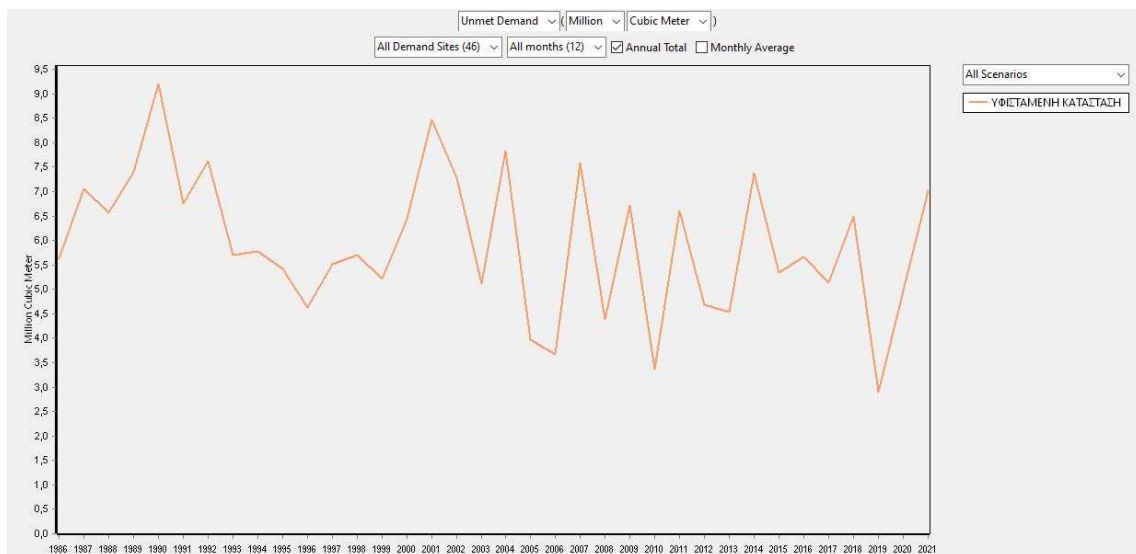
5.2 Αποτελέσματα μοντέλου WEAP

5.2.1 ΈΛΛΕΙΜΜΑ ΚΟΜΒΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (UNMET DEMAND)

Ένα σημαντικό μέρος της μελέτης της υφιστάμενης κατάστασης αποτελεί το έλλειμμα των κόμβων ζήτησης (Unmet Demand), όπου μέσω του μοντέλου μπορεί να παρουσιαστεί σε ετήσια ή μέση μηνιαία βάση. Μέσω του γραφήματος δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να παρατηρήσει ποιους μήνες υπάρχει έλλειμμα στους κόμβους, δηλαδή ποιους μήνες οι κόμβοι ζήτησης δεν καλύπτονται πλήρως από τους κόμβους προσφοράς. Τα αίτια εμφάνισης ελλειμμάτων στους κόμβους οφείλονται στην αδυναμία κάλυψης των αναγκών με ανανεώσιμα αποθέματα.

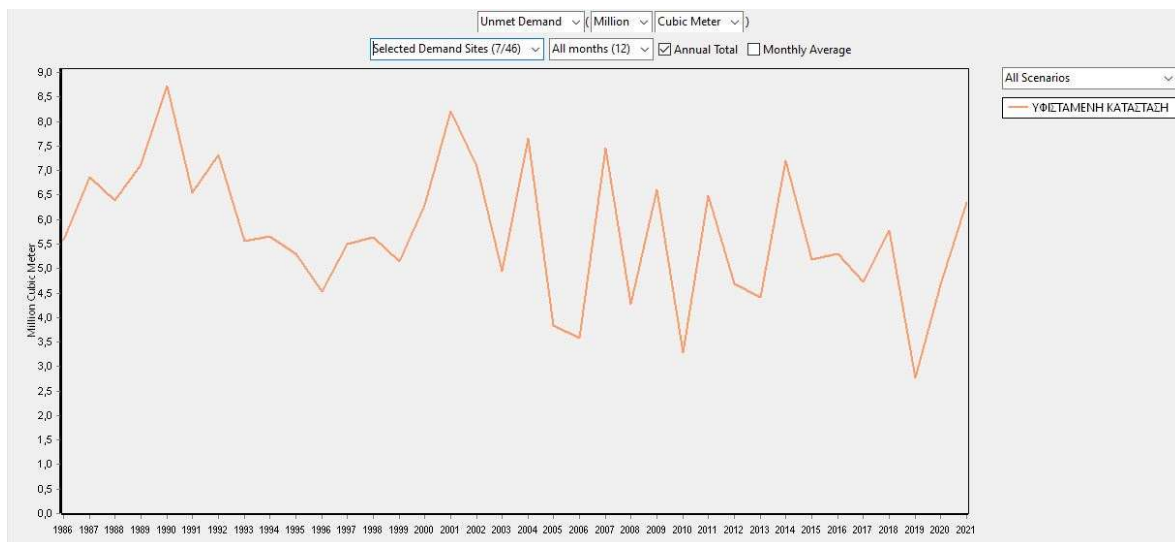


Διάγραμμα 5-1 Μέσο μηνιαίο έλλειμμα όλων των κόμβων.

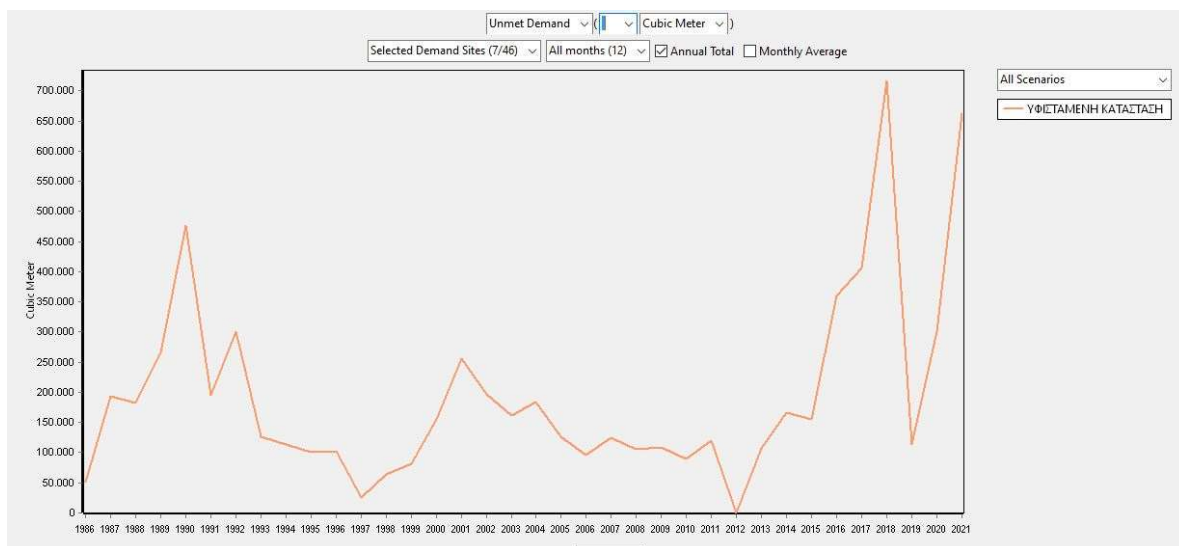


Διάγραμμα 5-2 Ετήσιο έλλειμμα όλων των κόμβων.

Οι ελλειμματικές χρονιές οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι προηγήθηκαν ξηρές χρονιές όσον αφορά στη βροχόπτωση. Από τα παραπάνω έντονα ελλειμματικές φαίνονται οι χρονιές 1990, 2001, 2004, 2007, 2014 κ 2020.



Διάγραμμα 5-3 Ετήσιο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων.



Διάγραμμα 5-4 Ετήσιο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων.

Από τα Διαγράμματα 20 & 21 παρατηρείται η μεγάλη διαφορά ελλείψεων των αρδευτικών κόμβων σε σχέση με τους κόμβους ύδρευσης. Πιο συγκεκριμένα, οι αρδευτικοί κόμβοι εμφανίζουν μέσα ετήσια ελλείμματα της τάξης των 6 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων σε αντίθεση με τους υδρευτικούς που φτάνουν μόλις τα 0,2 εκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Πίνακας 5-1 Ετήσιο Έλλειμμα Κόμβων Ζήτησης (m³)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
N25.DRYM.ARD.BA	0	0	89227,1	159428	302920	118736	175077
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	0	298387	213156	299359	468604	236757	311339
N25.DRYM.YDR.BA	0	0	6774	20345,6	48068	15407,3	23427,5
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	0	66919	44486	55857	113428	44486	63351
N25.NAJOY.ARD.B	385319	349165	440577	466796	604513	424653	521936
N25.NAJOY.ARD.D	5078672	5461150	5108645	5443150	6177810	5178884	5523321
N25.NAJOY.ARD.ND	118965	754083	535629	753432	1178316	593933	783565
N25.NAJOY.YDR.B	0	0	5326	13686	35613	5327,38	16170,8
N25.NAJOY.YDR.D	51229	51229	75025	110825	160726	78546,4	126671
N25.NAJOY.YDR.ND	0	74919	50858	64229	119341	50858	71779
Sum	5634186	7055852	6569704	7387108	9209339	6747587	7616637

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N25.DRYM.ARD.BA	21384	21384	31525,4	21384	0	0	0
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	116992	103738	137433	30087	0	51981,4	57460,9
N25.DRYM.YDR.BA	5098	1496,26	0	5098	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	21585	21585	21922	9378	0	0	9378
N25.NAJOY.ARD.B	418196	431622	348809	418194	339887	408373	407886
N25.NAJOY.ARD.D	4727241	4882675	4462465	3974040	5146184	4982838	4530263
N25.NAJOY.ARD.ND	283083	218146	330568	87502	11260	188417	142357
N25.NAJOY.YDR.B	4824	0	0	4824	0	0	0
N25.NAJOY.YDR.D	73713	68322	53314	73713	25315	63513	63513
N25.NAJOY.YDR.ND	21424	21424	25177,1	9141	0	0	9141
Sum	5693540	5770392	5411214	4633361	5522646	5695123	5220000

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
N25.DRYM.ARD.BA	0	101726	90922	32529	0	17362,6	0
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	221053	356366	182581	45607	87718,6	55654	0
N25.DRYM.YDR.BA	0	8303,56	7917,04	6101	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	42500	73426	26952	13558	17574	13558	0
N25.NAJoy.ARD.B	405259	574347	666502	490727	686494	320685	304879
N25.NAJoy.ARD.D	5121805	6289514	5696117	4273114	6653546	3303195	3273306
N25.NAJoy.ARD.ND	537787	898564	448141	113813	220265	141462	0
N25.NAJoy.YDR.B	0	5583	4824	7979	0	0	0
N25.NAJoy.YDR.D	63513	87012	129274	119954	148185	97825	96689
N25.NAJoy.YDR.ND	49183	81636	27940	14219	18799	14219	0
Sum	6441100	8476477	7281170	5117601	7832581	3963961	3674874

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
N25.DRYM.ARD.BA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	0	0	49438,5	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	0	0	0	0	0	0	0
N25.NAJoy.ARD.B	441160	270194	394959	282015	441996	0	371466
N25.NAJoy.ARD.D	6837450	3994828	5986761	3002739	6004331	4538142	3998957
N25.NAJoy.ARD.ND	184386	11622,2	171728	0	44582,7	144889	50943,5
N25.NAJoy.YDR.B	0	0	0	0	0	0	0
N25.NAJoy.YDR.D	124729	104757	107991	89325	119749	0	106882
N25.NAJoy.YDR.ND	0	0	0	0	0	0	0
Sum	7587725	4381402	6710879	3374079	6610659	4683031	4528249

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N25.DRYM.ARD.BA	0	0	30425	112600	168067	25027	67918	217717
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	112239	55084,8	295898	181689	253344	36050	120096	338604
N25.DRYM.YDR.BA	0	0	2237,41	31645	45774,7	6266	22367,5	54112,9
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	17913	12125	113257	64934	115528	12125	46750	125082
N25.NAJOY.ARD.B	443870	424102	276056	277339	409047	233558	273493	347132
N25.NAJOY.ARD.D	6342819	4574053	4139448	3746412	4308067	2394322	3965849	4632216
N25.NAJOY.ARD.ND	308947	133346	562745	410702	632021	89353	238177	824012
N25.NAJOY.YDR.B	0	0	0	30774	44772	7658	8918	59417
N25.NAJOY.YDR.D	128055	129280	101381	190587	361647	74321	159661	271214
N25.NAJOY.YDR.ND	20898	13924	142350	88299	148417	13924	62821	152755
Sum	7374741	5341915	5663797	5134981	6486685	2892604	4966051	7022261

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5-1 οι πλέον ελλειμματικοί κόμβοι είναι οι αρδευτικοί, με τους αρδευτικούς κόμβους της Δημοτικής Κοινότητας Νάξου να εμφανίζουν το μεγαλύτερο έλλειμμα.

5.2.2 ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ (COVERAGE)

Μέσω του προγράμματος δίνεται επίσης η δυνατότητα παρουσίασης του ποσοστού κάλυψης των αναγκών των κόμβων ζήτησης.

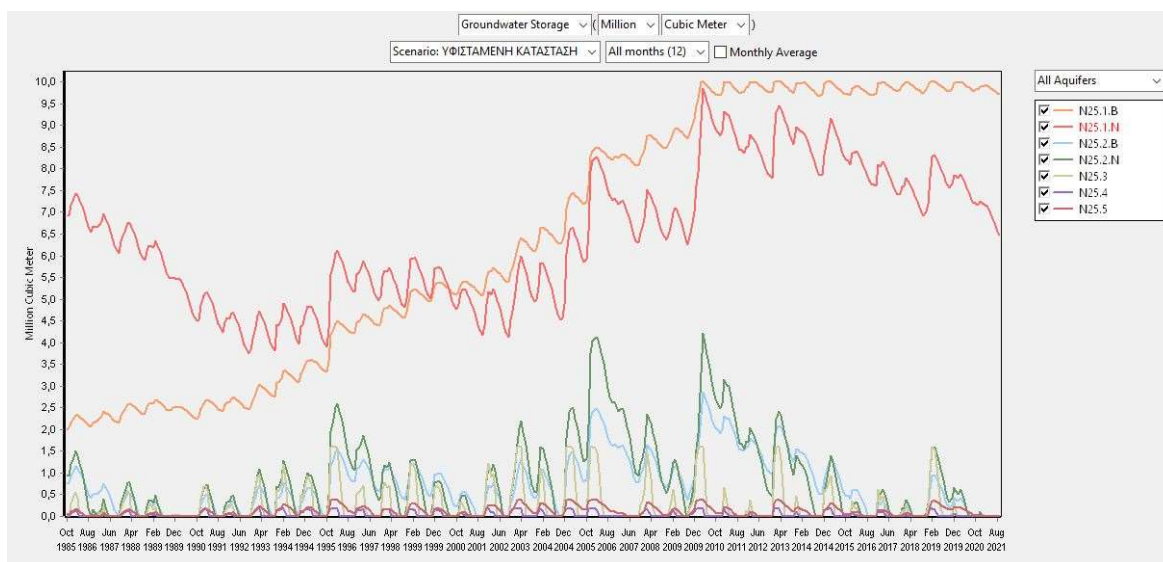
Πίνακας 5-2 Μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης αναγκών κόμβων ζήτησης.

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.ARD.BA	70	97	100	100	100	99	94	94	92	85	73	65
N25.DRYM.ARD.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.ARD.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.ARD.ND	48	89	92	97	98	94	94	93	79	70	56	41
N25.DRYM.YDR.BA	74	100	100	100	100	100	94	94	94	91	79	70
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.ND	53	96	94	97	100	97	94	94	86	78	63	47
N25.NAJOY.ARD.B	38	95	100	100	100	99	99	99	97	67	18	16
N25.NAJOY.ARD.D	15	58	83	92	91	87	66	30	13	1	0	0
N25.NAJOY.ARD.ND	46	87	92	97	98	95	94	93	79	68	54	40
N25.NAJOY.YDR.B	79	100	100	100	100	100	94	94	94	92	83	72
N25.NAJOY.YDR.D	81	99	100	100	100	100	99	99	99	97	80	74
N25.NAJOY.YDR.ND	53	96	94	97	100	97	94	94	86	78	63	47

Με βάση τα παραπάνω παρατηρείται ότι αδυνατούν να καλυφθούν οι ανάγκες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, γεγονός που οφείλεται στις αυξημένες αρδευτικές ανάγκες καθώς και στην αύξηση των υδρευτικών αναγκών λόγω του τουρισμού, σε συνδυασμό με την ξηρασία που επικρατεί τα καλοκαίρια. Σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, όπου σε κάποιους κόμβους παρατηρείται κάλυψη έως και 100%.

5.2.3 ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ (STORAGE)

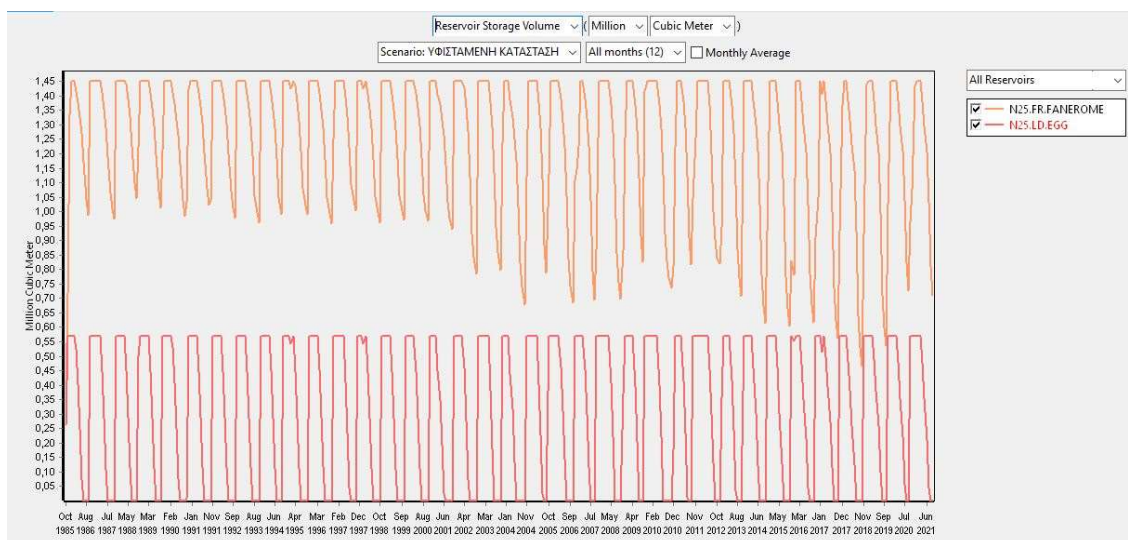
Η ποσότητα των ανανεώσιμων αποθεμάτων, στο τέλος του μήνα, φαίνεται μέσω της αποθηκευτικότητας των υπόγειων υδροφορέων. Όταν οι απαιτούμενες ανάγκες καλύπτονται, το επιπλέον νερό αποθηκεύεται στους υπόγειους υδροφορείς, και χρησιμοποιείται τους ξηρούς μήνες του έτους. Έλλειμμα εμφανίζεται όταν και η τελευταία ποσότητα εξαντληθεί.



Διάγραμμα 5-5 Αποθηκευτικότητα υπόγειων υδροφορέων.

Πίνακας 5-3 Μέσες μηνιαίες τιμές Αποθηκευτικότητας υπόγειων υδροφορέων (m³)

	N25.1B	N25.1N	N25.2B	N25.2N	N25.3	N25.4	N25.5	Sum
Oct	6157834	6032676	443813	433978	19017,4	4450,85	31871,8	13123641
Nov	6257981	6160512	547630	568117	128098	27209,9	57381,4	13746929
Dec	6392346	6401501	715286	850198	388972	78919,3	110736	14937957
Jan	6504539	6629869	873506	1112767	628736	110240	167397	16027054
Feb	6580527	6795548	987258	1297479	728877	112139	200463	16702292
Mar	6620267	6865168	1036482	1366713	648395	88459,5	203045	16828531
Apr	6601064	6804495	991071	1267717	367649	24928,5	178032	16234957
May	6560984	6674454	890692	1067491	132104	0	139143	15464868
Jun	6516398	6526932	781352	872992	9190,11	0	102011	14808874
Jul	6464005	6356169	644485	670697	0	0	68931,5	14204288
Aug	6413776	6191696	514113	508030	0	0	45126,4	13672742
Sep	6374858	6066478	439785	419932	0	0	30952,4	13332006



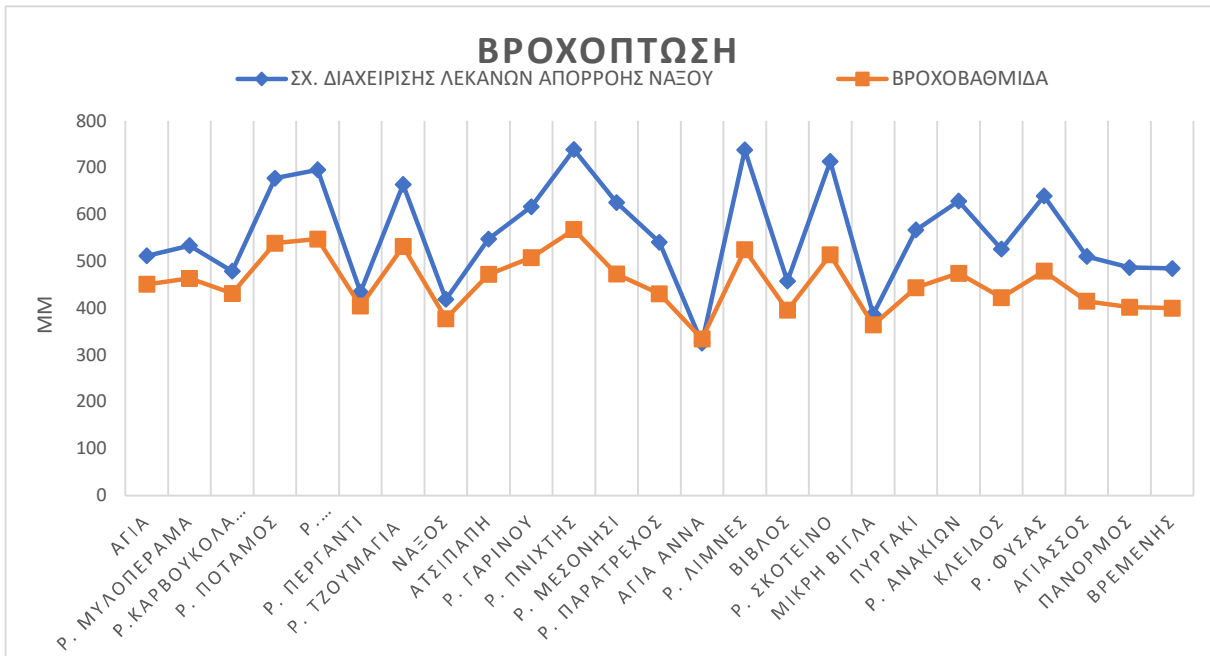
Διάγραμμα 5-6 Αποθηκευτικότητα Ταμιευτήρων.

Πίνακας 5-4 Μέσες μηνιαίες τιμές Αποθηκευτικότητας ταμιευτήρων (m³).

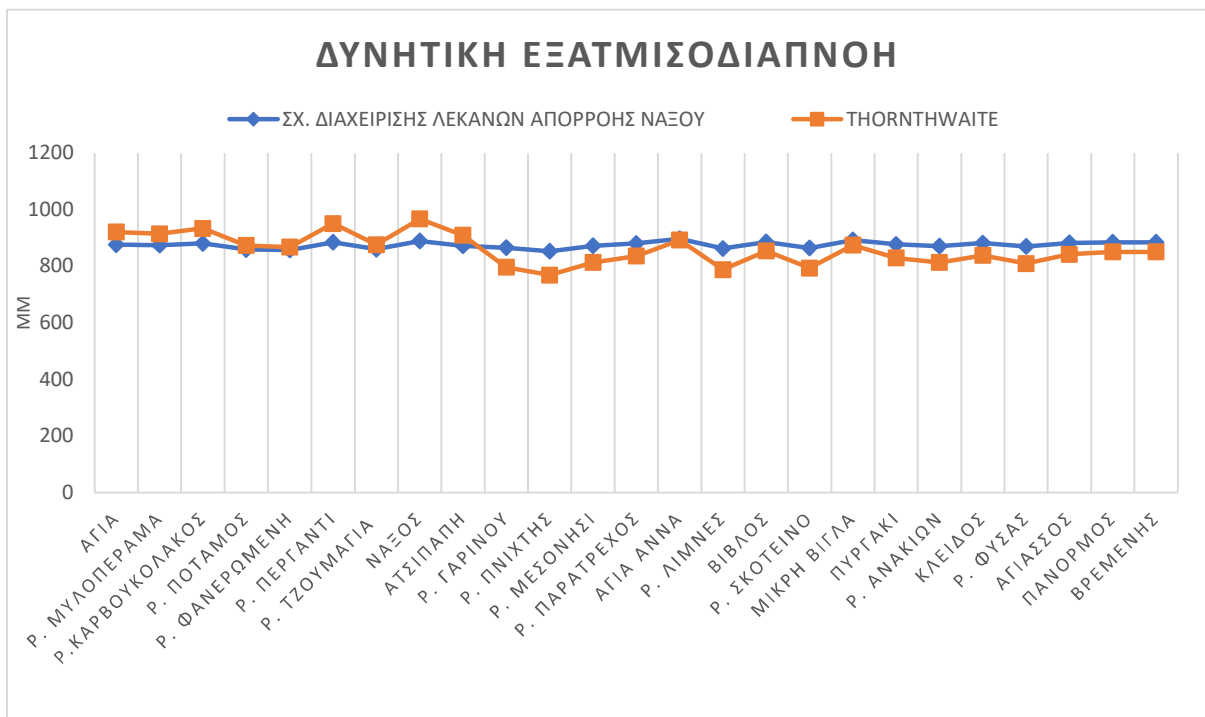
	N25.FR.FANEROME	N25.LD.EGG	Sum
Oct	896496	148170	1044666
Nov	1242244	532815	1775059
Dec	1368442	552750	1921191
Jan	1437433	570000	2007433
Feb	1447326	566960	2014286
Mar	1443182	558285	2001467
Apr	1407179	474490	1881669
May	1342149	324028	1666177
Jun	1265213	157308	1422521
Jul	1120925	21820,1	1142745
Aug	937398	3621,29	941019
Sep	857856	0,446389	857856

5.3 Σύγκριση μοντέλων για την περίοδο 1985-2001

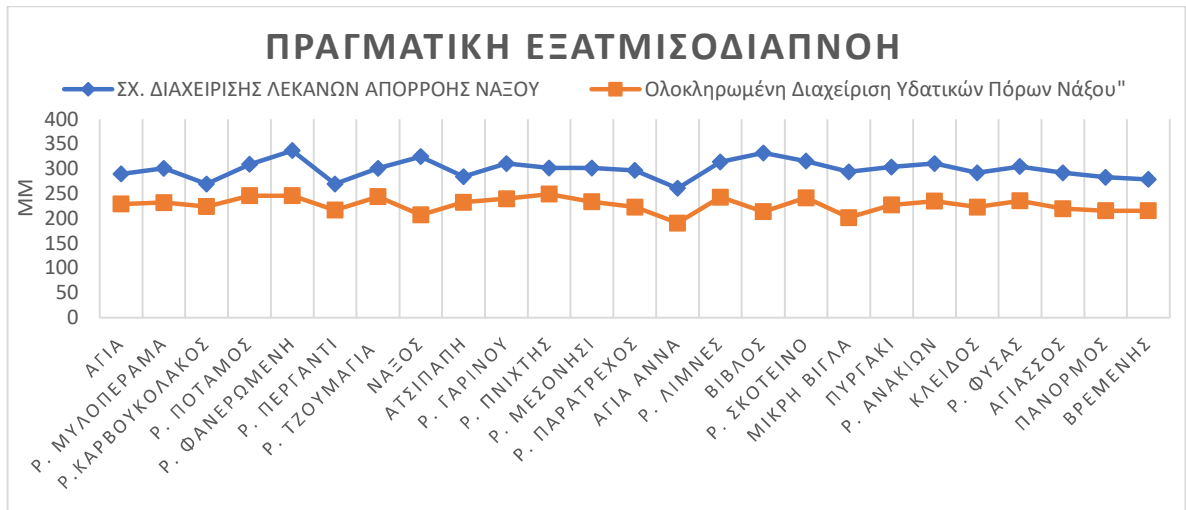
Έχοντας λοιπόν τα αποτελέσματα της υφιστάμενης κατάστασης για την χρονική περίοδο 1985-2021 πραγματοποιήθηκε σύγκριση του μοντέλου με το αντίστοιχο μοντέλο της Περιφέρειας για την χρονική περίοδο 1985-2001 όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα.



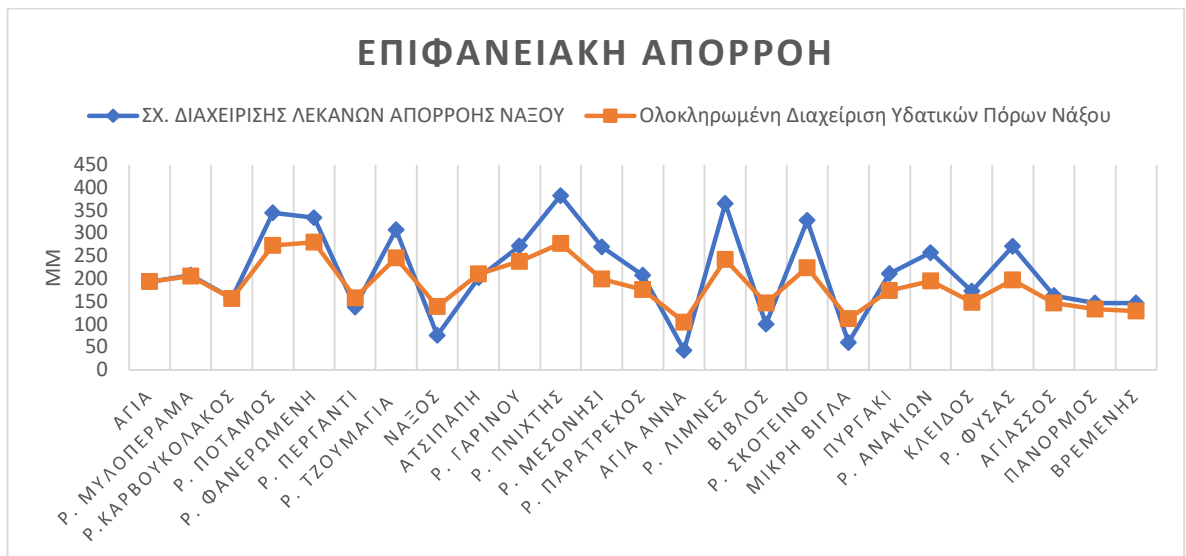
Διάγραμμα 5-7 Σύγκριση Βροχόπτωσης.



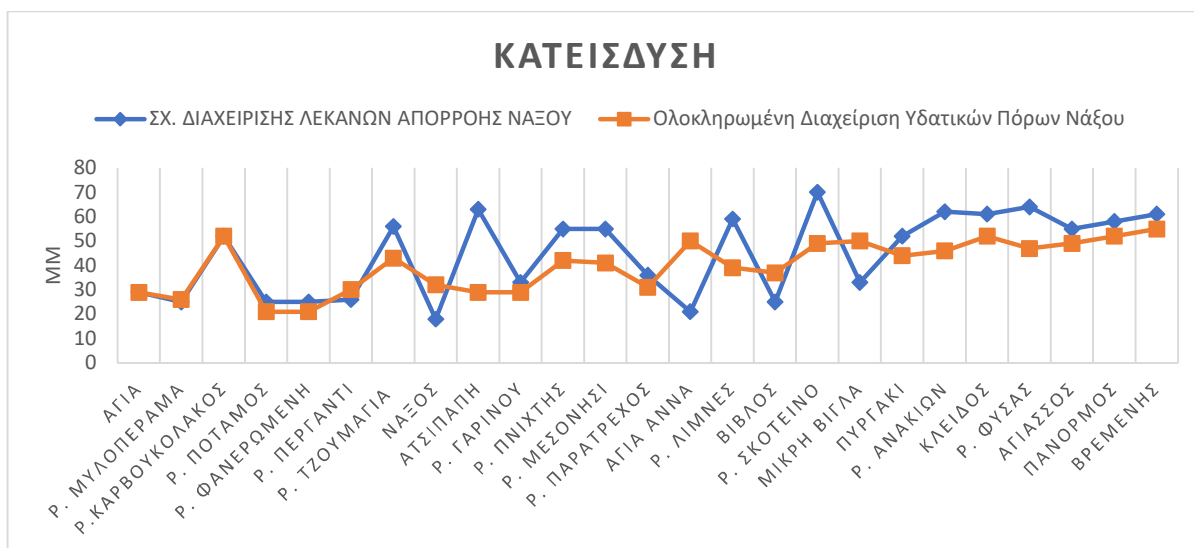
Διάγραμμα 5-8 Σύγκριση Δυνητικής Εξατμισοδιαπνοής.



Διάγραμμα 5-9 Σύγκριση Πραγματικής Εξατμισοδιαπνοής.



Διάγραμμα 5-10 Σύγκριση Επιφανειακής Απορροής.



Διάγραμμα 5-11 Σύγκριση Κατείσδυσης.

Πίνακας 5-5 Ελλειμματικά Ισοζύγια.

Ελλειμματικό Υδατικό Ισοζύγιο (Μm ³)		
ΕΤΟΣ	ΣΧ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ Λεκανών Απορροής Νάξου	Δ.Υ.Π & Ανάλυση Πολιτικής Νάξου
1986	5,66	5,63
1987	5,9	7,06
1988	6,2	6,57
1989	6,25	7,39
1990	9,3	9,21
1991	6,15	6,75
1992	6,58	7,62
1993	6,54	5,69
1994	6,21	5,77
1995	5,32	5,41
1996	6,23	4,63
1997	6,25	5,52
1998	6,56	5,7
1999	6,22	5,22
2000	8,36	6,44
2001	7,4	8,48
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	6,57	6,44



Διάγραμμα 5-12 Σύγκριση Ελλειμματικών Υδατικών Ισοζυγίων.

Κεφάλαιο 6 Διαμόρφωση και Αποτίμηση Σεναρίων

6.1 Εισαγωγή

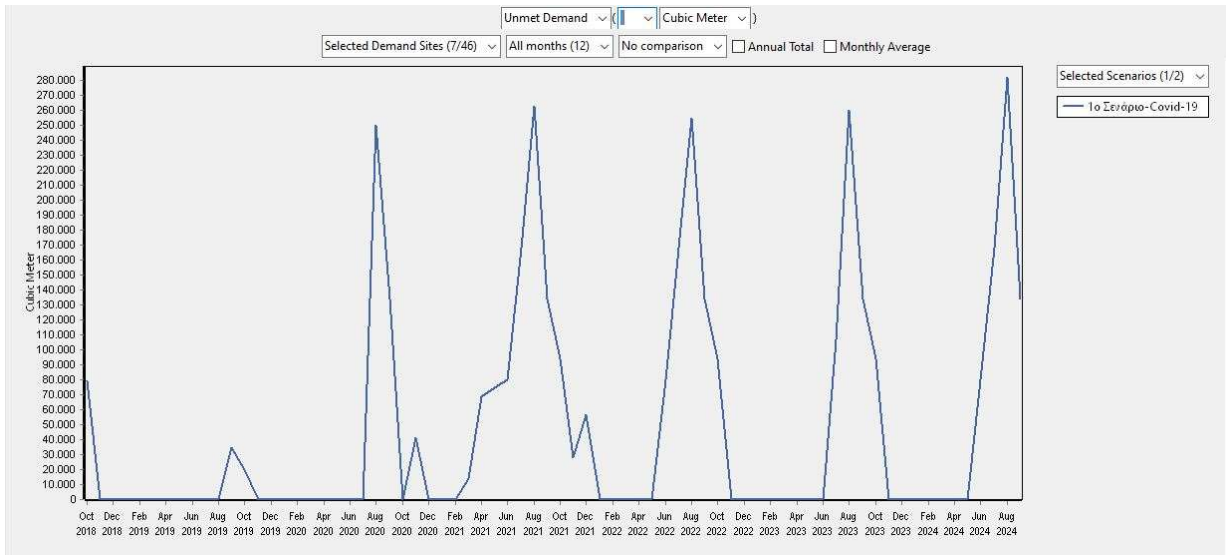
Στόχος του κεφαλαίου είναι η ανάπτυξη μίας σειράς σεναρίων με σκοπό την πρόβλεψη μελλοντικών καταναλώσεων νερού και τυχόν ελλειμμάτων του. Για την διεξαγωγή τους κρίθηκε αναγκαίος ο καθορισμός κάποιων παραμέτρων. Αρχικά ως έτος βάσης ορίστηκε το 2019 μιας και το 2020 εμφανίστηκε η πανδημία Covid-19, και τα τελευταία δύο χρόνια θεωρήθηκε ότι δεν ανταποκρίνονται στην κανονικότητα. Τέλος, όσον αφορά στα μετεωρολογικά δεδομένα, έγινε εκτίμησή τους με βάση την εντολή “cycle” του WEAP. Η εντολή αυτή δίνει την δυνατότητα μετά το πέρας των πρωτογενών μετεωρολογικών δεδομένων (2021), να χρησιμοποιηθούν εκ νέου κατά σειρά δεδομένα προηγούμενης περιόδου αντίστοιχης με το διάστημα της μελέτης.

6.2 Σενάριο 1^ο : Κορονοϊός (Covid-19)

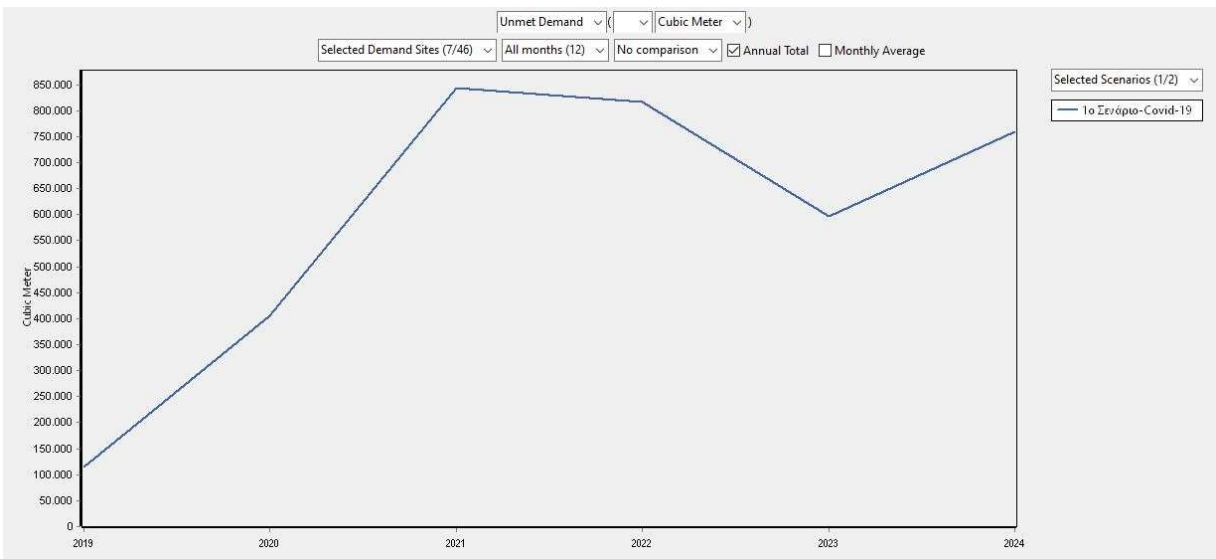
Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε Ευρωπαϊκές Χώρες το 2021 παρατηρήθηκε ότι κατά την διάρκεια της πανδημίας η κατανάλωση νερού ανά κάτοικο αυξήθηκε. Το γεγονός αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο κατά την περίοδο των περιορισμών της κυκλοφορίας του πληθυσμού. Στην Ιρλανδία για παράδειγμα, παρουσιάστηκε αύξηση κατά 24 λίτρα/κάτοικο/ημέρα με αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής ζήτησης του νερού κατά 20% (COVID-19 water sector responses in Europe: A scoping review of preliminary governmental interventions, Sarpong Hammond Antwi, David Getty, Suzanne Linnane, Alec Rolston).

Στο 1^ο σενάριο λοιπόν, με βάση την παραπάνω έρευνα ορίστηκε αύξηση των υδρευτικών αναγκών κατά 20% για την χρονική περίοδο 2019-2024 μιας και εκτιμάται ότι μελλοντικά η πανδημία του κορονοϊού θα μετατραπεί σε ενδημία. Όπως παρατηρήθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια το καλοκαίρι του 2020 υπήρξε μείωση των αφίξεων των τουριστών λόγω της πανδημίας, οπότε για την πενταετία 2019-2024 θεωρήθηκε ως δεδομένο πως οι τουρίστες είναι ίσοι με αυτούς του 2020.

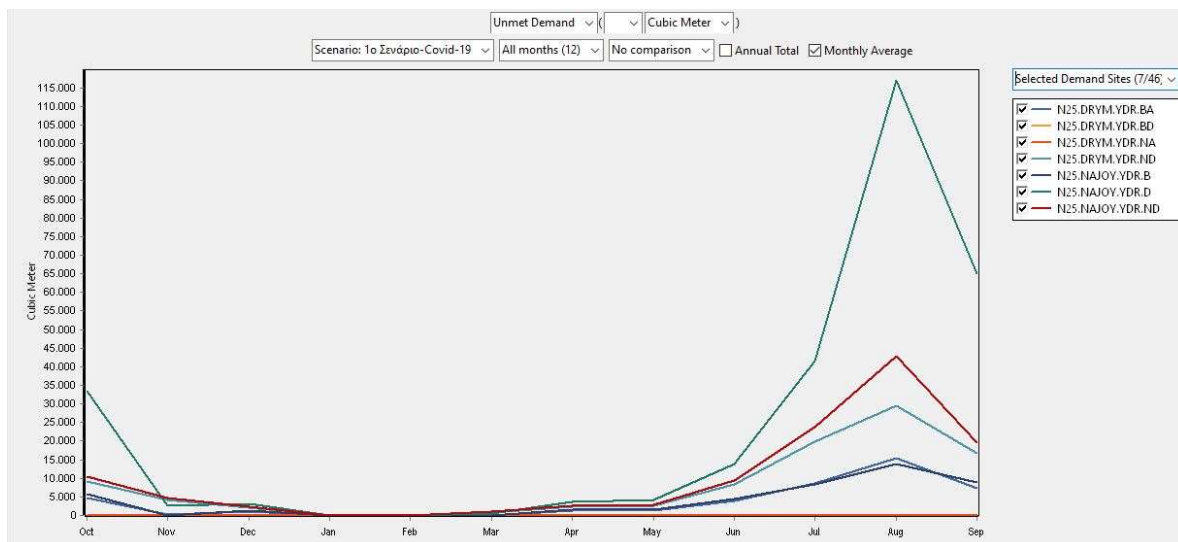
Με βάση τις παραπάνω εκτιμήσεις, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:



Διάγραμμα 6-1 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1^ο : Covid-19).



Διάγραμμα 6-2 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1^ο : Covid-19).



Διάγραμμα 6-3 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1^ο : Covid-19).

Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα και πιο αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες, τα ελλείματα δείχνουν να έχουν μία αυξητική τάση, η οποία οφείλεται στην αύξηση των υδρευτικών αναγκών κατά τη διάρκεια της πανδημίας σε συνδυασμό με την ξηρασία αυτών των ετών.

Πίνακας 6-1 Ετήσια Ελλείματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 1^ο : Covid-19).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.YDR.BA	6266	27307	65134,6	62686,5	43074,4	56833
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	55524	153142	145156	86478,2	120797
N25.NAJOU.YDR.B	7658	27381	70925	69316	36519	62081
N25.NAJOU.YDR.D	74321	219418	367572	360920	318679	368616
N25.NAJOU.YDR.ND	13924	74890	187332	178252	111284	150901
Sum	114294	404520	844106	816330	596034	759228

Πίνακας 6-2 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 1^ο : Covid-19).

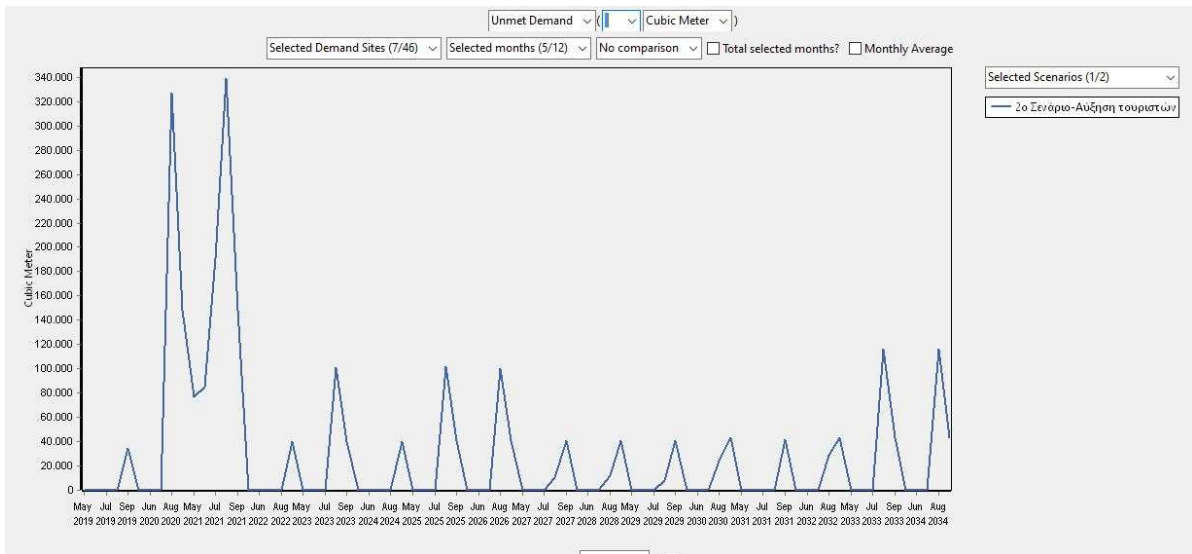
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.YDR.BA	33	98	83	100	100	100	83	83	50	40	17	17
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.ND	33	71	83	100	100	94	83	83	50	42	17	17
N25.NAJOY.YDR.B	33	100	83	100	100	100	83	83	50	50	17	17
N25.NAJOY.YDR.D	70	98	97	100	100	100	97	97	90	87	71	63
N25.NAJOY.YDR.ND	33	71	83	100	100	94	83	83	50	42	17	17

6.3 Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού

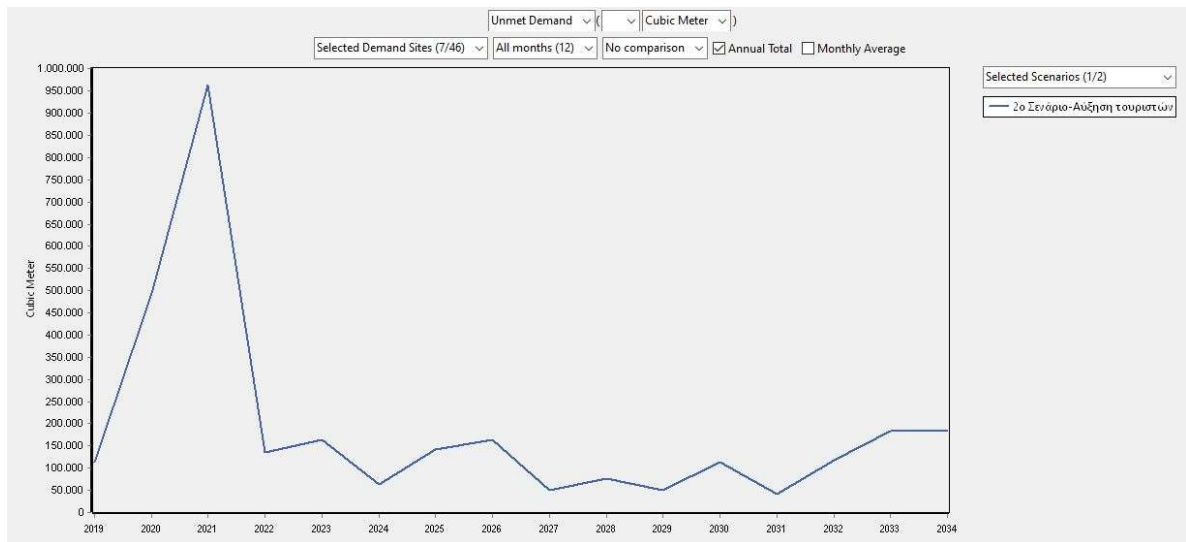
Ο τουρισμός έχει σημαντικό όφελος για μια Χώρα σε κοινωνικό, περιβαλλοντικό και κυρίως οικονομικό επίπεδο. Η πρόσφατη έκθεση του Παγκόσμιου Συμβουλίου Ταξιδιών και Τουρισμού (WTTC) έδειξε ότι θα υπάρξει συνεχής άνοδος τουλάχιστον για τα επόμενα δέκα χρόνια στον ελληνικό τουρισμό, με επακόλουθη αύξηση του ΑΕΠ των επενδύσεων και της απασχόλησης γενικότερα (Γανώση. Μ, 2018).

Στο 2^ο Σενάριο λοιπόν, ορίστηκε αύξηση του τουρισμού για την δεκαπενταετία 2019-2034. Πιο συγκεκριμένα, την πρώτη πενταετία (2019-2024) θεωρήθηκε ότι ο τουρισμός αυξάνεται κατά 20% σε σχέση με το έτος βάσης (2019). Την δεύτερη πενταετία (2025-2029) θεωρήθηκε αύξηση 30% σε σχέση με το έτος βάσης και τέλος, την πενταετία 2029-2034 θεωρήθηκε αύξηση 50%. Τα μετεωρολογικά δεδομένα ορίστηκαν και σε αυτό το σενάριο μέσω της εντολής “cycle”.

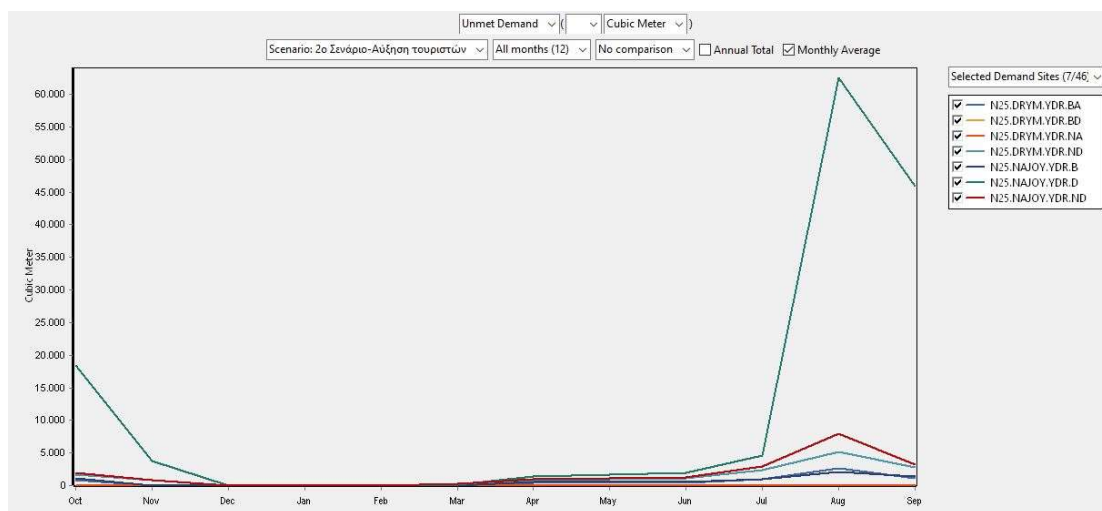
Με βάση τις παραπάνω εκτιμήσεις, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:



Διάγραμμα 6-4 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού).



Διάγραμμα 6-5 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού).



Διάγραμμα 6-6 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού).

Πίνακας 6-3 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
N25.DRYM.YDR.BA	6266	30313	68957,6	7424	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	63027	167473	14308	0	0	0	0
N25.NAJOY.YDR.B	7658	27622	71286	9138	0	0	0	0
N25.NAJOY.YDR.D	74321	284557	447248	87480	164781	63660	142756	164785
N25.NAJOY.YDR.ND	13924	89198	209406	16510	0	0	0	0
Sum	114294	494717	964371	134860	164781	63660	142756	164785

	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
N25.DRYM.YDR.BA	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.NAJOY.YDR.B	0	0	0	0	0	0	0	0
N25.NAJOY.YDR.D	51326	76285	49436	113135	41927	117697	182602	182602
N25.NAJOY.YDR.ND	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	51326	76285	49436	113135	41927	117697	182602	182602

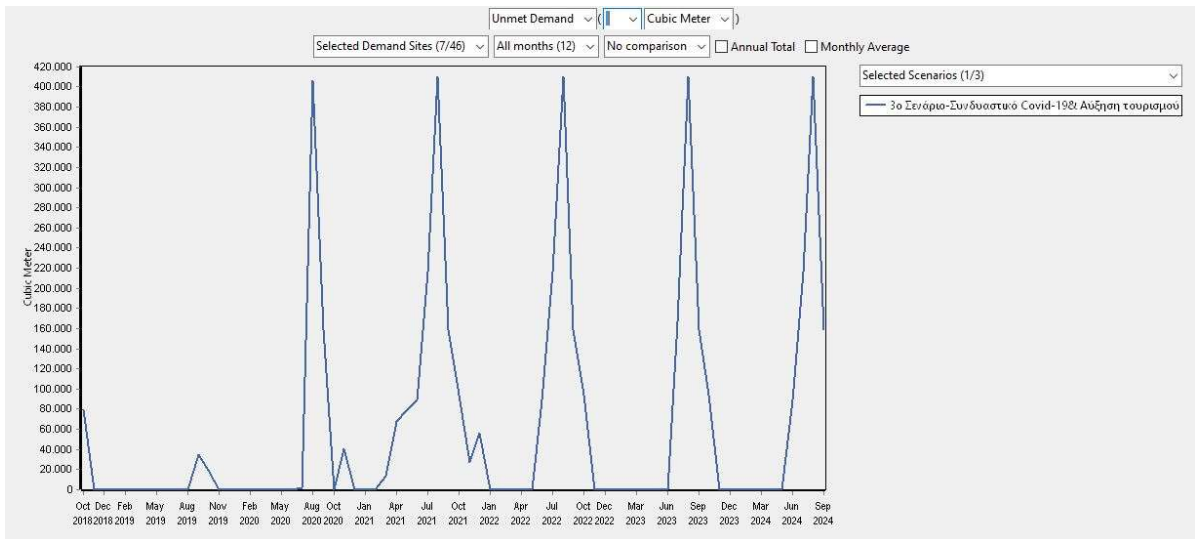
Πίνακας 6-4 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 2^ο : Αύξηση Τουρισμού).

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.YDR.BA	88	99	100	100	100	100	94	94	94	94	88	88
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.ND	88	95	100	100	100	98	94	94	94	94	88	88
N25.NAJOY.YDR.B	88	100	100	100	100	100	94	94	94	94	88	88
N25.NAJOY.YDR.D	84	97	100	100	100	100	99	99	99	99	88	78
N25.NAJOY.YDR.ND	88	95	100	100	100	98	94	94	94	94	88	88

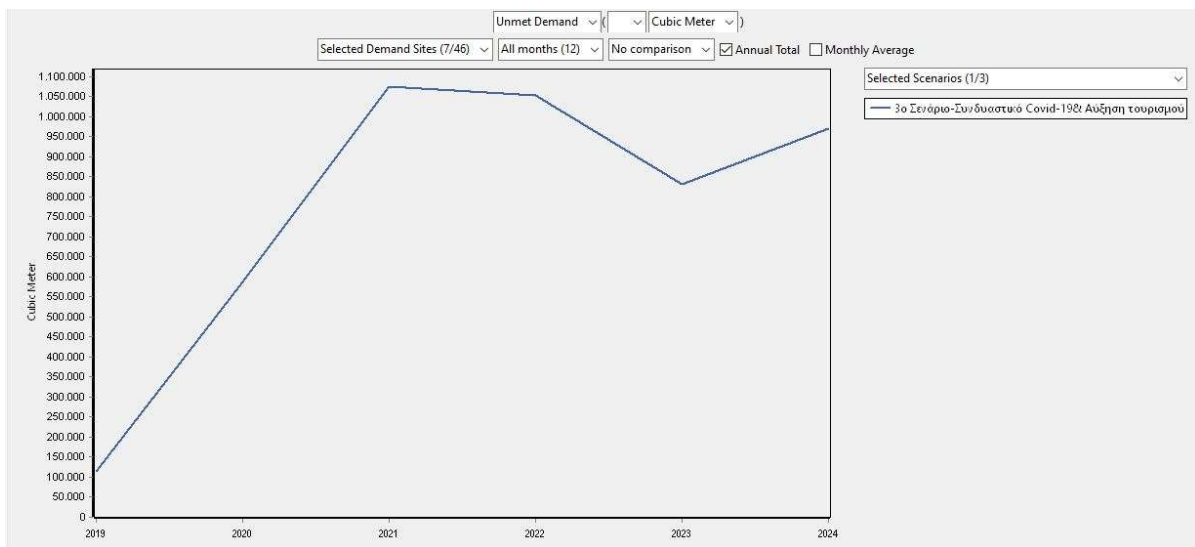
Με βάση τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι παρόλο που ο τουρισμός αυξήθηκε έως και 50%, τα ελλείμματα δεν παρουσιάζουν ραγδαία αύξηση τέτοια ώστε να καθιστά το σύστημα μη διαχειρίσιμο. Γίνεται έτσι αντιληπτό πως με μερικές παρεμβάσεις στη διαχείριση των Υδατικών Πόρων του νησιού τέτοιου είδους ελλείμματα μπορούν να αντιμετωπιστούν. Είναι λοιπόν βιώσιμη μία τέτοια αύξηση του τουρισμού.

6.4 Σενάριο 3^ο: Συνδυαστικό Σενάριο: Covid-19 & Αύξηση Τουρισμού

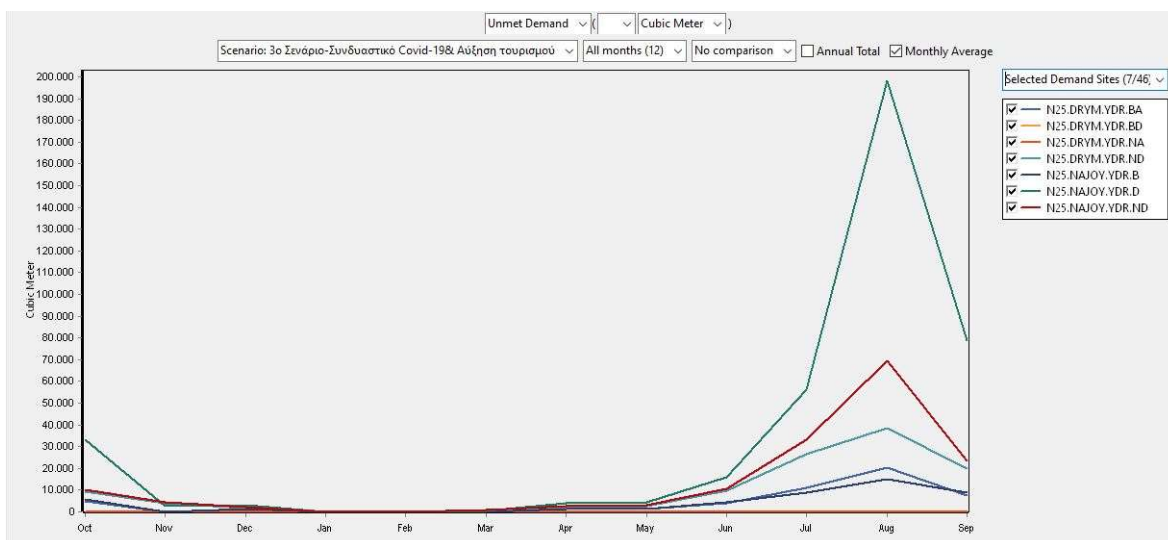
Το 3^ο Σενάριο αποτελεί συνδυασμό των δύο προηγούμενων σεναρίων. Πιο συγκεκριμένα, για την πενταετία 2019-2024 που αφορά στο σενάριο της πανδημίας του κορονοϊού, όπου είχαμε αύξηση της ειδικής κατανάλωσης κατά 20% γίνεται και προσθήκη του παράγοντα της αύξησης του τουρισμού κατά 20% (σε σχέση με το 2019). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 6-7 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).



Διάγραμμα 6-8 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).



Διάγραμμα 6-9 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).

Πίνακας 6-5 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 3^ο: Συνδυαστικό Σενάριο).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.YDR.BA	6266	33300,2	73147,6	70656,5	56948,7	64803
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	70034	180617	171746	113267	147413
N25.NAJOY.YDR.B	7658	28572	73092	71483	38995,1	64248
N25.NAJOY.YDR.D	74321	343582	509470	508881	457185	489447
N25.NAJOY.YDR.ND	13924	111464	239273	229895	163699	203222
Sum	114294	586952	1075599	1052661	830095	969133

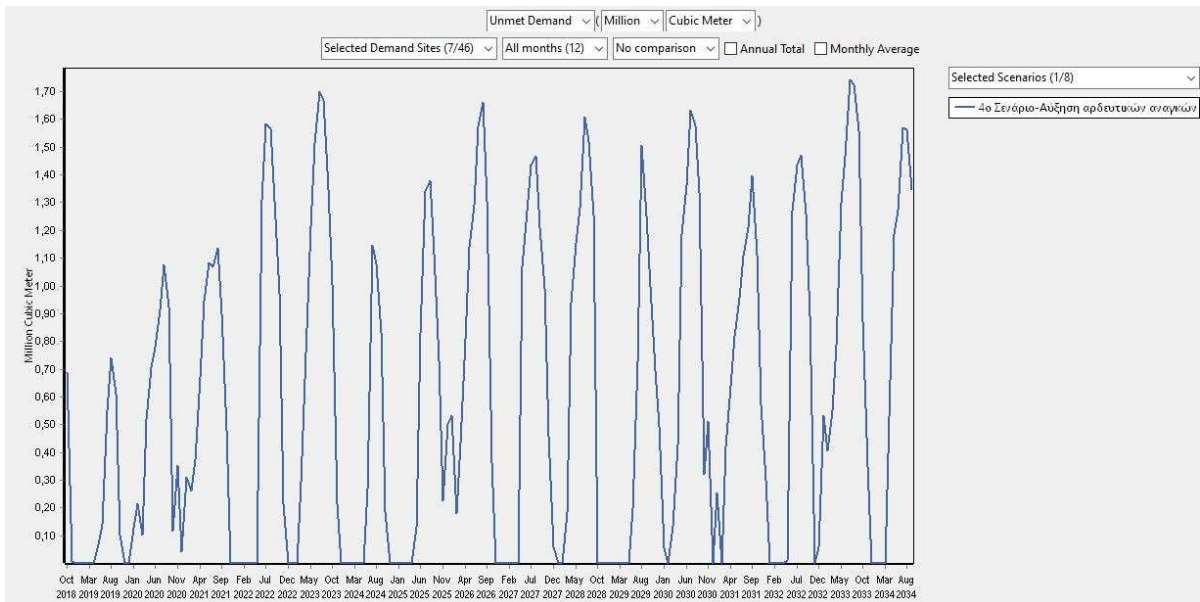
Πίνακας 6-6 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 3^ο : Συνδυαστικό Σενάριο).

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.YDR.BA	33	98	83	100	100	100	83	83	50	33	17	17
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.ND	33	72	83	100	100	95	83	83	50	39	17	17
N25.NAJOY.YDR.B	33	100	83	100	100	100	83	83	50	49	17	17
N25.NAJOY.YDR.D	70	98	97	100	100	100	97	97	90	87	67	63
N25.NAJOY.YDR.ND	33	72	83	100	100	95	83	83	50	39	17	17

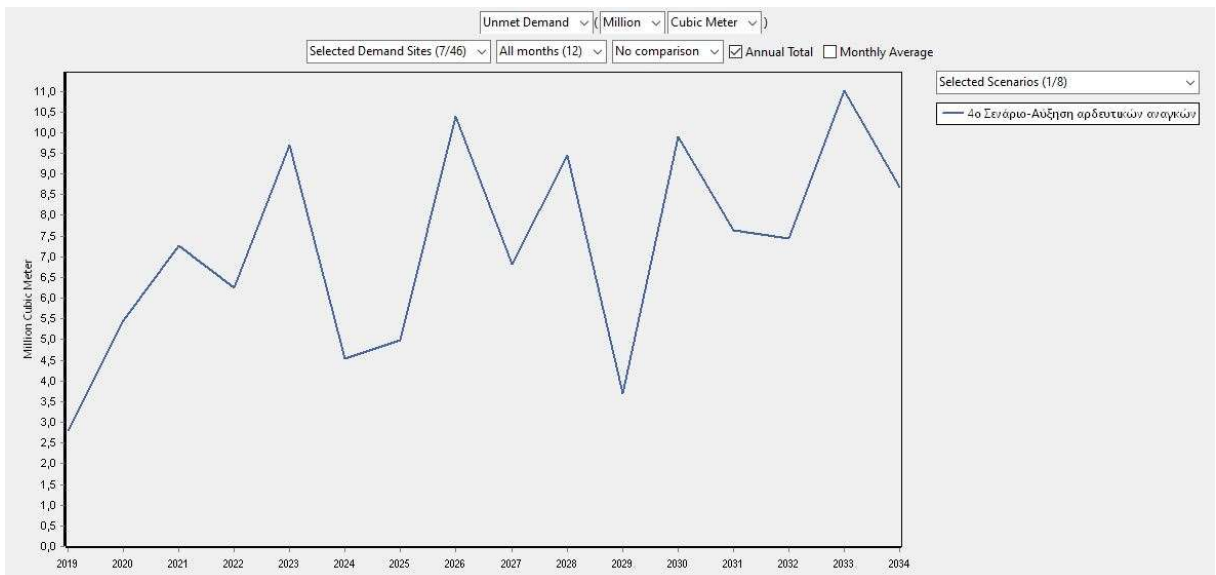
Στα παραπάνω αποτελέσματα, εμφανίζεται μια αύξηση των ελλειμάτων σε σχέση με το 1^ο Σενάριο, όπως είναι λογικό, μιας και εκτός από την αύξηση της ημερήσιας κατανάλωσης λόγω Covid-19, έχουμε και αύξηση του τουρισμού την ίδια χρονική περίοδο.

6.5 Σενάριο 4^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών

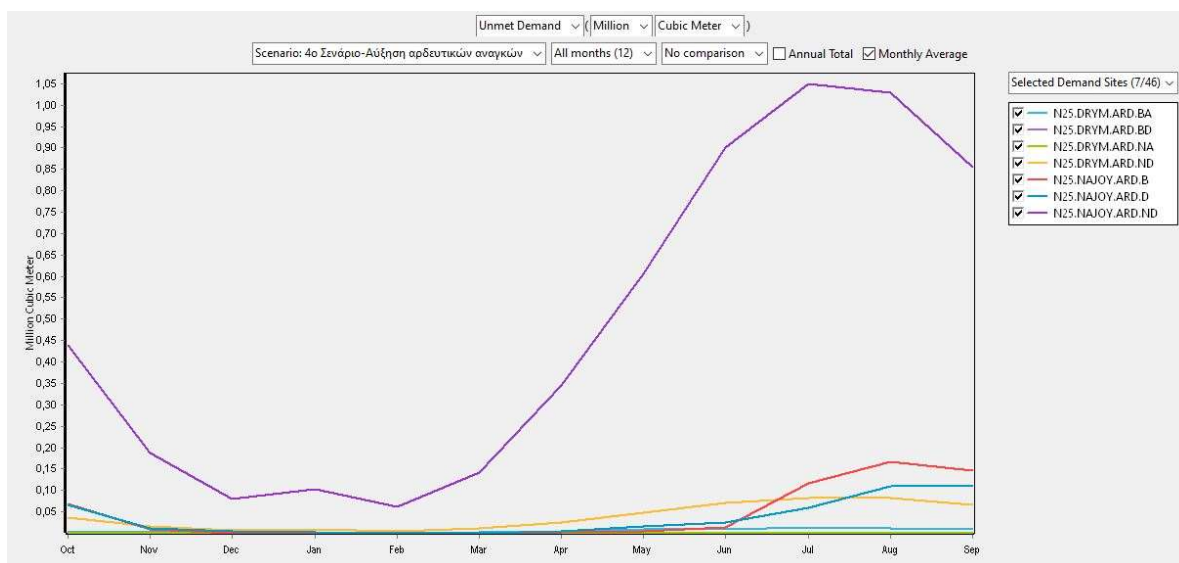
Το 4^ο Σενάριο, αφορά τις αρδευτικές ανάγκες, όπου για την χρονική περίοδο 2019-2034 γίνεται σταδιακή αύξηση των εκτάσεων των καλλιεργειών. Με έτος βάσης το 2019, πραγματοποιείται αύξηση των εκτάσεων των καλλιεργειών κατά 10% για την πενταετία 2019-2024, έπειτα για την χρονική περίοδο 2025-2029 γίνεται αύξηση 20%, και τέλος την πενταετία 2030-2034 έχουμε αύξηση 30%.



Διάγραμμα 6-10 Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).



Διάγραμμα 6-11 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4^ο : Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).



Διάγραμμα 6-12 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 4^ο: Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).

Πίνακας 6-7 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 4^ο: Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών).

	2019	2020	2021	2022	2023
N25.DRYM.ARD.BA	25027	69348,2	355911	1290	15090,7
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	36050	352213	417698	412797	632200
N25.NAJOY.ARD.B	233558	326270	392184	552772	900135
N25.NAJOY.ARD.D	2422132	349108	792769	136479	175101
N25.NAJOY.ARD.ND	89841	4369024	5297613	5141080	7963943
Sum	2806607	5465963	7256175	6244418	9686470

	2025	2026	2027	2028	2029
--	------	------	------	------	------

N25.DRYM.ARD.BA	0	0	0	127618	0
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	320346	669767	461372	572664	217068
N25.NAJOU.ARD.B	469807	593743	423432	720206	447217
N25.NAJOU.ARD.D	57607,9	652416	119005	138858	58569
N25.NAJOU.ARD.ND	4132451	8470565	5807361	7889185	2963232
Sum	4980211	10386492	6811170	9448531	3686087

	2030	2031	2032	2033	2034
N25.DRYM.ARD.BA	0	0	47271,1	304005	65711
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	656696	524432	465323	675854	564417
N25.NAJOU.ARD.B	696609	127320	600619	882401	659046
N25.NAJOU.ARD.D	175648	370752	331911	462412	219452
N25.NAJOU.ARD.ND	8366769	6608713	5985280	8693991	7175659
Sum	9895721	7631216	7430404	11018662	8684284

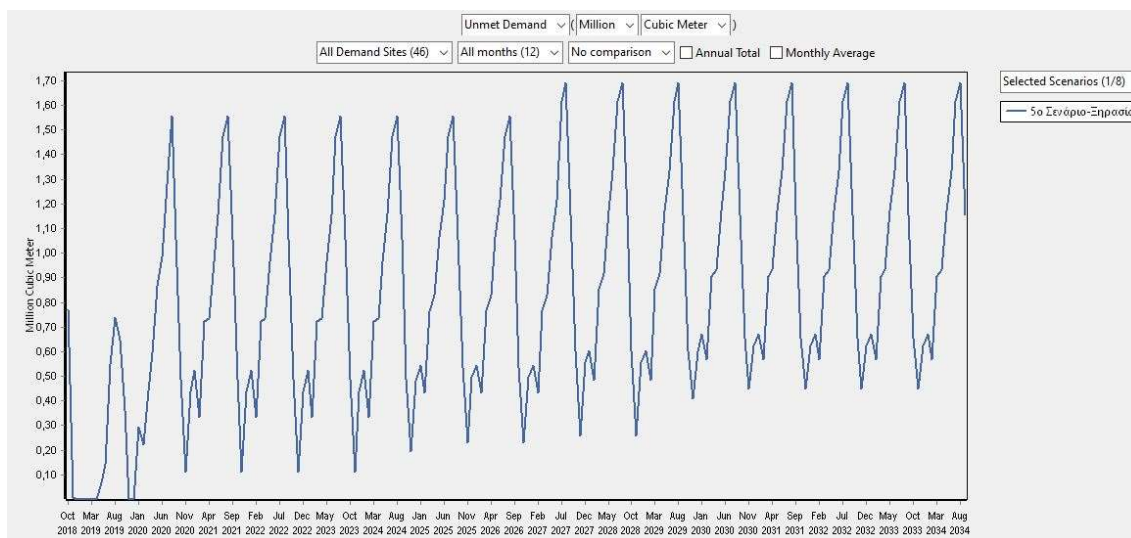
Με βάση τα παραπάνω, σε σχέση με το έτος βάσης, παρατηρείται μία αλματώδης αύξηση των ελλειμμάτων των αρδευτικών κόμβων. Αντιλαμβάνεται κανείς ότι η αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων μιας τέτοιας τάξης θα είχε αρνητικό αντίκτυπο στα μελλοντικά υδατικά ισοζύγια.

Πίνακας 6-8 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 4° : Αύξηση
Αρδευτικών Αναγκών).

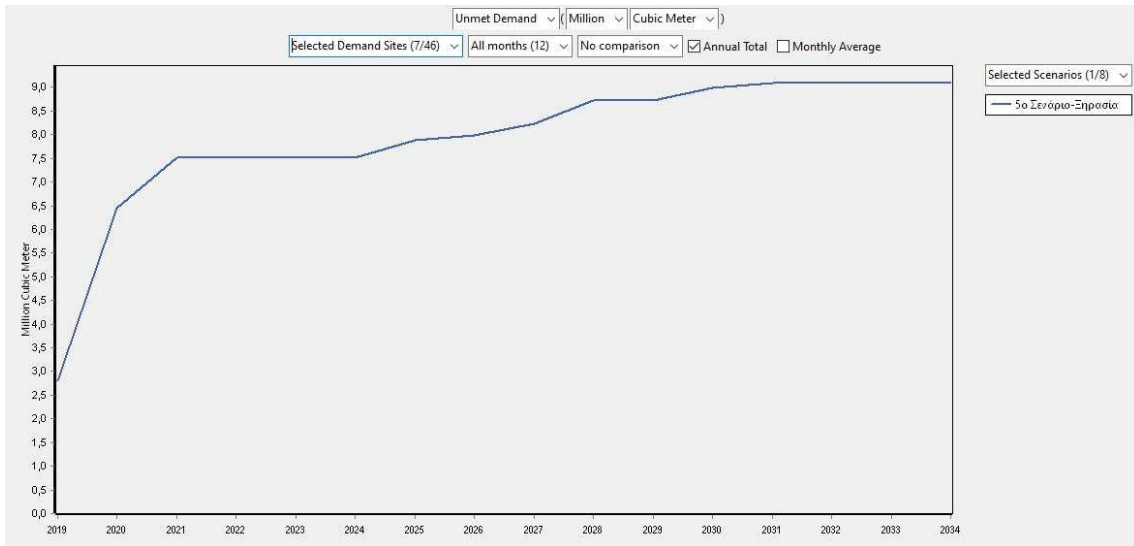
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25DRYMARDBA	75	87	94	100	100	97	94	88	88	75	69	66
N25DRYMARDBD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25DRYMARDNA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25DRYMARDND	14	44	76	71	77	68	46	38	19	10	6	6
N25NAJOYARDB	40	87	99	100	100	99	99	97	94	51	19	14
N25NAJOYARDD	57	85	92	99	100	99	95	91	90	82	60	50
N25NAJOYARDND	14	44	76	71	78	68	46	37	18	10	6	6

6.6 Σενάριο 5° : Ξηρασία

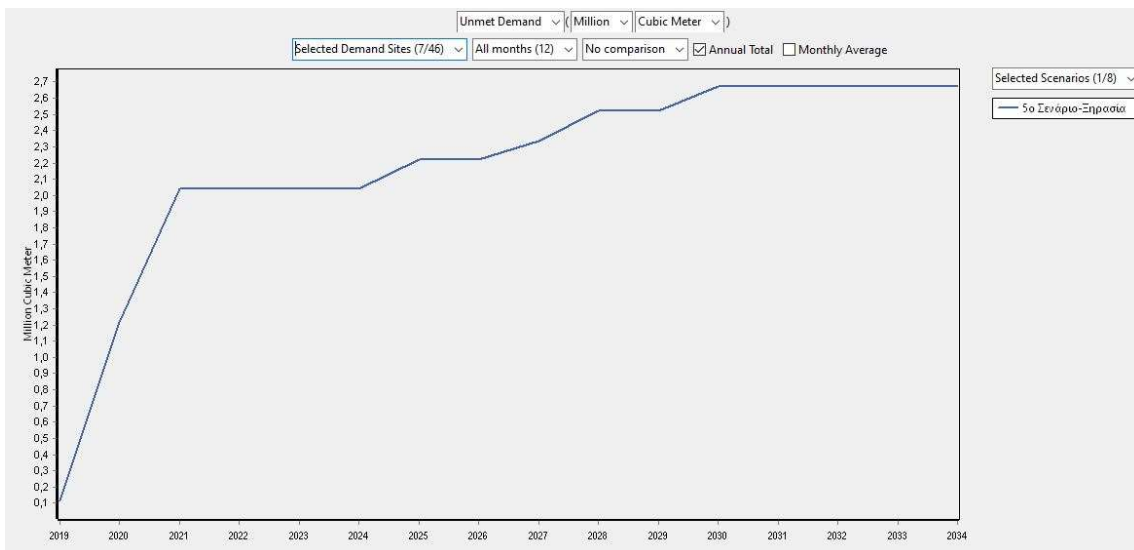
Το Σενάριο αυτό αφορά και πάλι την δεκαπενταετία 2019-2034, όπου τα 5 πρώτα χρόνια γίνεται μείωση της βροχόπτωσης κατά 10% και ταυτόχρονα αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%. Τα επόμενα πέντε χρόνια η βροχόπτωση μειώνεται κατά 20% και η θερμοκρασία, όπως και προηγουμένως, αυξάνεται κατά 10%. Την τελευταία πενταετία γίνεται μείωση της βροχόπτωσης κατά 30%, και η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 10%. Οι παραπάνω αυξομειώσεις γίνονται με βάση το 2019.



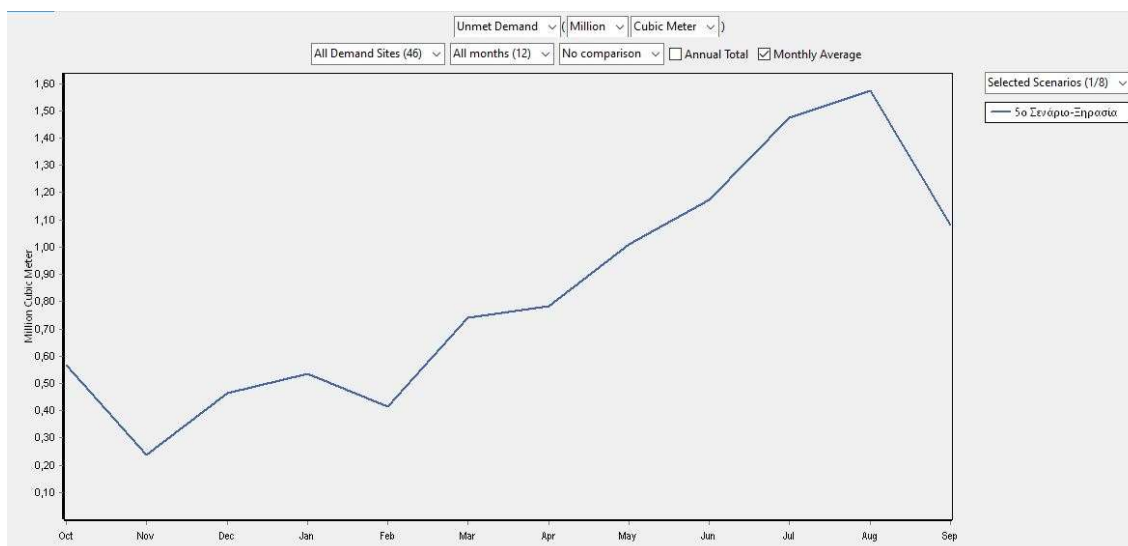
Διάγραμμα 6-13 Ελλείμματα όλων των Κόμβων (Σενάριο 5° : Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-14 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 5° : Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-15 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 5° : Ξηρασία).

Διάγραμμα 6-16 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα όλων των Κόμβων (Σενάριο 5^ο: Ξηρασία).Πίνακας 6-9 Ετήσια Ελλείμματα όλων των Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 5^ο: Ξηρασία).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.ARD.BA	25027	145819	210525	210525	210525	210525
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	36050	289968	420040	420040	420040	420040
N25.DRYM.YDR.BA	6266	52371,8	81807,2	81807,2	81807,2	81807,2
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	118465	174718	174718	174718	174718
N25.NAJoy.ARD.B	233558	401339	503641	500984	503935	505675
N25.NAJoy.ARD.D	2422132	4927255	5272577	5272577	5272577	5272577
N25.NAJoy.ARD.ND	89841	678648	1114785	1114785	1114785	1114785
N25.NAJoy.YDR.B	7658	52397	87224	87224	87224	87224
N25.NAJoy.YDR.D	74321	841446	1482159	1482177	1482180	1482187
N25.NAJoy.YDR.ND	13924	151462	215413	215413	215413	215413
Sum	2920901	7659172	9562890	9560251	9563205	9564952

	2025	2026	2027	2028	2029
N25.DRYM.ARD.BA	216906	219463	219463	219463	219463
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	258996	739588	739588
N25.DRYM.ARD.ND	431415	436913	436913	436913	436913
N25.DRYM.YDR.BA	85423,7	85423,7	85423,7	85423,7	85423,7
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	117514	298780	298780
N25.DRYM.YDR.ND	182466	182466	182466	182466	182466
N25.NAJoy.ARD.B	705264	715504	716491	716612	717700
N25.NAJoy.ARD.D	5371773	5439938	5439938	5439938	5439938
N25.NAJoy.ARD.ND	1154493	1170059	1170059	1170059	1170059
N25.NAJoy.YDR.B	90428,7	90428,7	90428,7	90428,7	90428,7
N25.NAJoy.YDR.D	1638438	1638438	1638435	1638447	1638444
N25.NAJoy.YDR.ND	224342	224342	224342	224342	224342
Sum	10100949	10202975	10580470	11242460	11243545

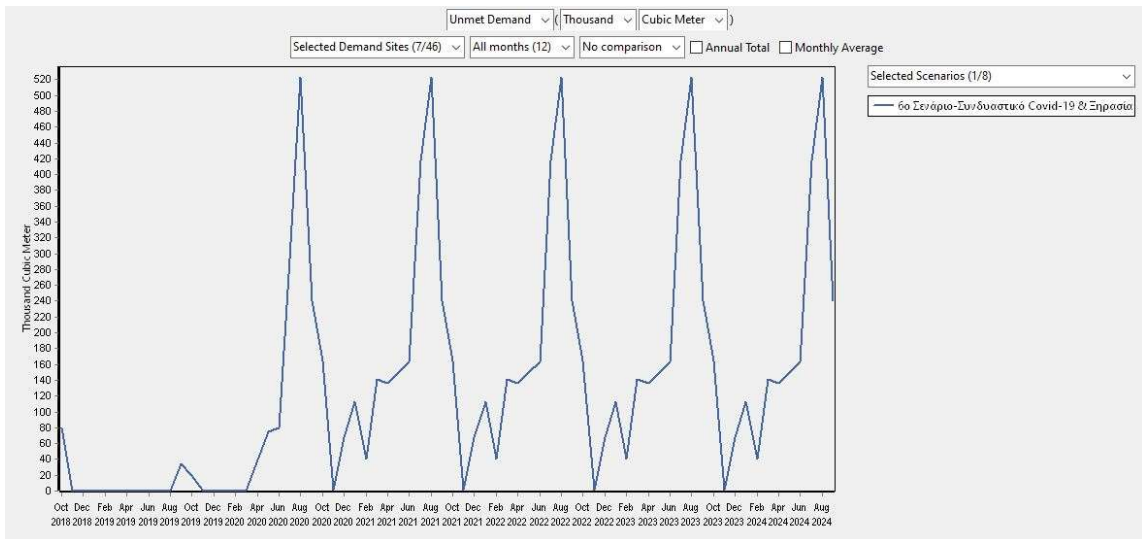
	2030	2031	2032	2033	2034
N25.DRYM.ARD.BA	220872	223429	223429	223429	223429
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	751439	759129	759129	759129	759129
N25.DRYM.ARD.ND	446177	451581	451581	451581	451581
N25.DRYM.YDR.BA	90840,5	90840,5	90840,5	90840,5	90840,5
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	316360	316360	316360	316360	316360
N25.DRYM.YDR.ND	190795	190795	190795	190795	190795
N25.NAJoy.ARD.B	857403	867764	867765	867764	867764
N25.NAJoy.ARD.D	5518567	5586732	5586732	5586732	5586732
N25.NAJoy.ARD.ND	1192192	1207853	1207853	1207853	1207853
N25.NAJoy.YDR.B	93277,4	93277,4	93277,4	93277,4	93277,4
N25.NAJoy.YDR.D	1747932	1748365	1749178	1748598	1748653
N25.NAJoy.YDR.ND	233643	233643	233643	233643	233643
Sum	11659498	11769768	11770582	11770001	11770056

Πίνακας 6-10 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 5^ο: Ξηρασία).

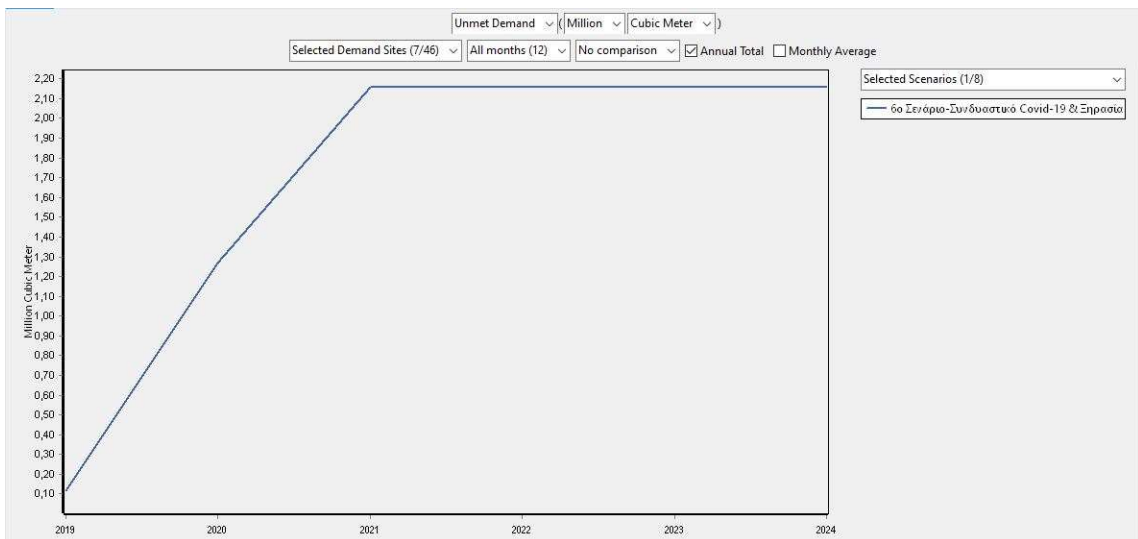
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.ARD.BA	6	28	13	13	13	13	6	6	6	6	6	6
N25.DRYM.ARD.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.ARD.NA	56	59	56	56	56	56	56	56	56	50	50	50
N25.DRYM.ARD.ND	6	46	13	13	13	13	7	6	6	6	6	6
N25.DRYM.YDR.BA	6	65	13	13	29	13	12	6	6	6	6	6
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	56	80	56	56	57	56	56	56	56	50	50	50
N25.DRYM.YDR.ND	6	81	13	13	41	13	13	6	6	6	6	6
N25.NAJOY.ARD.B	1	82	58	57	57	43	31	31	19	6	2	1
N25.NAJOY.ARD.D	0	34	13	7	10	6	6	6	5	1	0	0
N25.NAJOY.ARD.ND	6	48	15	13	15	13	8	8	8	7	6	6
N25.NAJOY.YDR.B	6	98	13	13	50	13	13	6	6	6	6	6
N25.NAJOY.YDR.D	9	77	48	27	37	24	17	16	16	10	6	5
N25.NAJOY.YDR.ND	6	81	13	13	41	13	13	6	6	6	6	6

6.7 Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία

Στο σενάριο αυτό έγινε συνδυασμός του σεναρίου της πανδημίας του κορονοϊού με το σενάριο της ξηρασίας για την πενταετία 2019-2024.



Διάγραμμα 6-17 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-18 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-19 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).

Πίνακας 6-11 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.YDR.BA	6266	61936,7	92715,4	92715,4	92715,4	92715,4
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	127315	189811	189811	189811	189811
N25.NAJOY.YDR.B	7658	62081	103671	103671	103671	103671
N25.NAJOY.YDR.D	74321	861648	1543455	1543480	1543481	1543481
N25.NAJOY.YDR.ND	13924	157860	229315	229315	229315	229315
Sum	114294	1270841	2158967	2158992	2158993	2158993

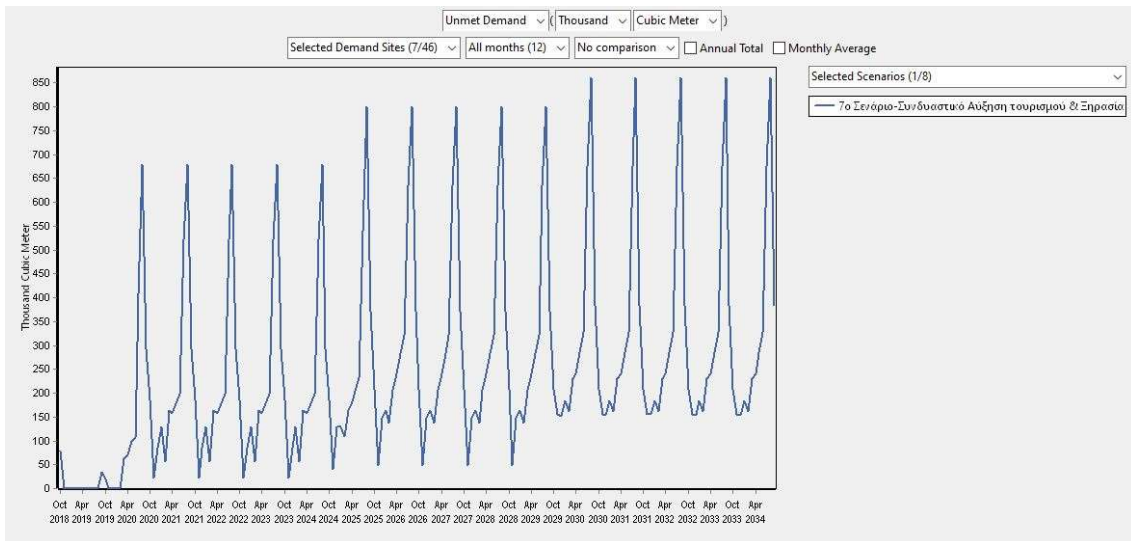
Πίνακας 6-12 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 6^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Covid-19 & Ξηρασία).

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.YDR.BA	69	100	75	75	90	75	71	69	69	69	69	69
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

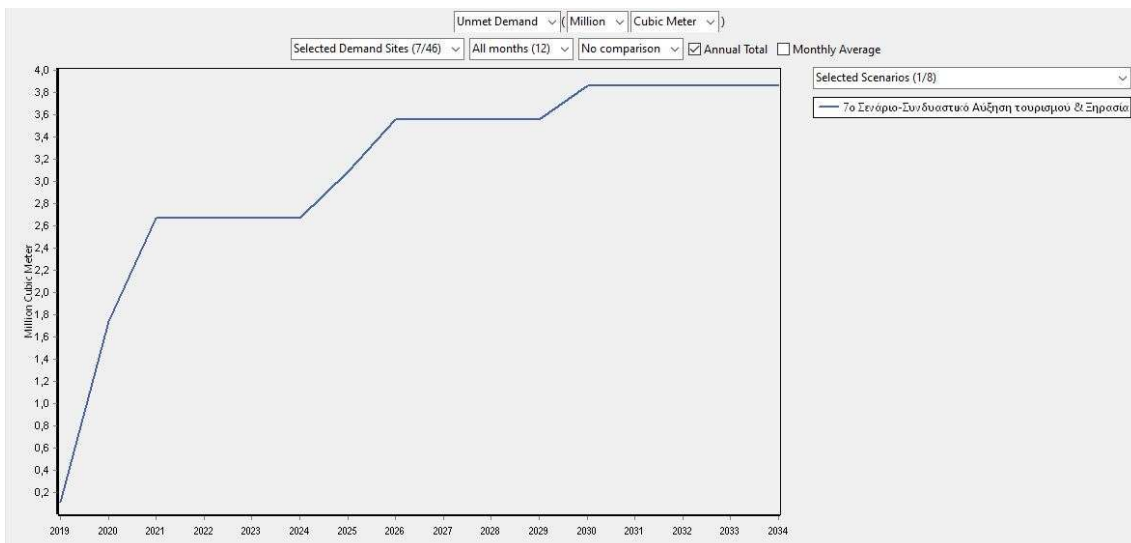
N25.DRYM.YDR.NA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.ND	69	100	75	75	96	75	73	69	69	69	69	69
N25.NAJOU.YDR.B	69	100	75	75	100	75	75	69	69	69	69	69
N25.NAJOU.YDR.D	71	100	92	80	90	80	79	79	79	71	69	67
N25.NAJOU.YDR.ND	69	100	75	75	96	75	73	69	69	69	69	69

6.8 Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία

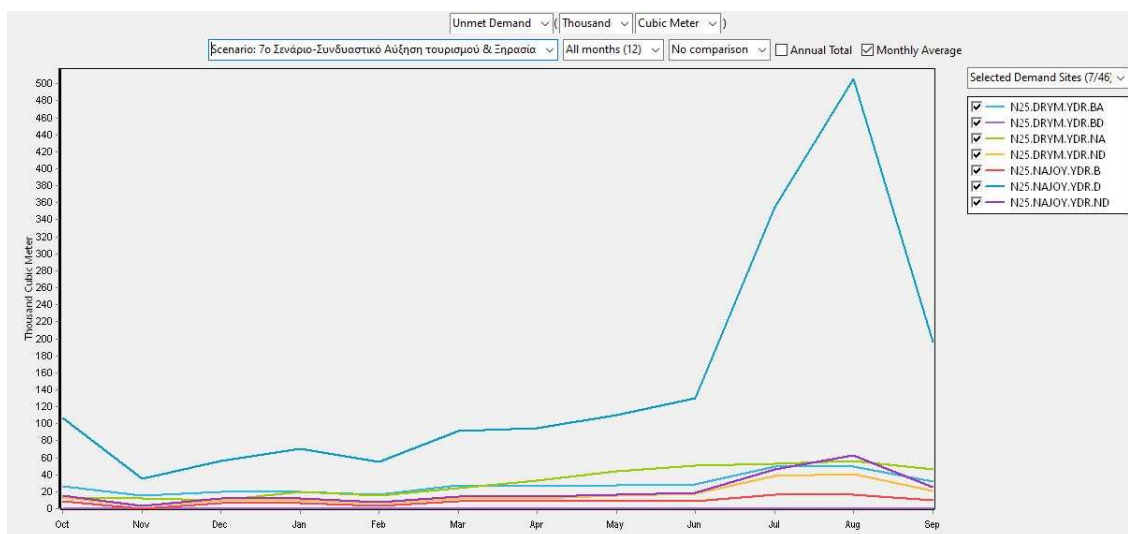
Σε αυτό το σενάριο έχουμε και πάλι συνδυασμό σεναρίων και πιο συγκεκριμένα, της αύξησης του τουρισμού και της ξηρασίας. Το σενάριο αφορά την χρονική περίοδο 2019-2034, όπου την χρονική περίοδο 2019-2024 έχουμε αύξηση του τουρισμού κατά 20%, μείωση της βροχόπτωσης κατά 10% και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%. Την επόμενη πενταετία έχουμε αύξηση του τουρισμού κατά 30%, μείωση της βροχόπτωσης κατά 20% και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%. Τέλος, την πενταετία 2030-2034 έχουμε αύξηση του τουρισμού κατά 50%, μείωση της βροχόπτωσης κατά 30% και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%.



Διάγραμμα 6-20 Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-21 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-22 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Υδρευτικών Κόμβων (Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).

Πίνακας 6-13 Ετήσια Ελλείμματα Υδρευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.YDR.BA	6266	256466	353195	353195	353195	353195
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.ND	12125	141646	204142	204142	204142	204142
N25.NAJOY.YDR.B	7658	80424	104032	104032	104032	104032
N25.NAJOY.YDR.D	74321	1081537	1757897	1757922	1757923	1757923
N25.NAJOY.YDR.ND	13924	179934	251389	251389	251389	251389
Sum	114294	1740007	2670654	2670679	2670680	2670680

	2025	2026	2027	2028	2029
N25.DRYM.YDR.BA	370417	370417	370417	370417	370417
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0

N25.DRYM.YDR.NA	163930	636730	636730	636730	636730
N25.DRYM.YDR.ND	215748	215748	215748	215748	215748
N25.NAJOY.YDR.B	108904	108904	108904	108904	108904
N25.NAJOY.YDR.D	1966404	1966404	1966404	1966404	1966404
N25.NAJOY.YDR.ND	265957	265957	265957	265957	265957
Sum	3091360	3564160	3564160	3564160	3564160
	2030	2031	2032	2033	2034
N25.DRYM.YDR.BA	386985	386985	386985	386985	386985
N25.DRYM.YDR.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.YDR.NA	661927	661927	661927	661927	661927
N25.DRYM.YDR.ND	233867	233867	233867	233867	233867
N25.NAJOY.YDR.B	113935	113935	113935	113935	113935
N25.NAJOY.YDR.D	2177209	2180120	2180933	2180353	2180407
N25.NAJOY.YDR.ND	288869	288869	288869	288869	288869
Sum	3862793	3865704	3866517	3865937	3865991

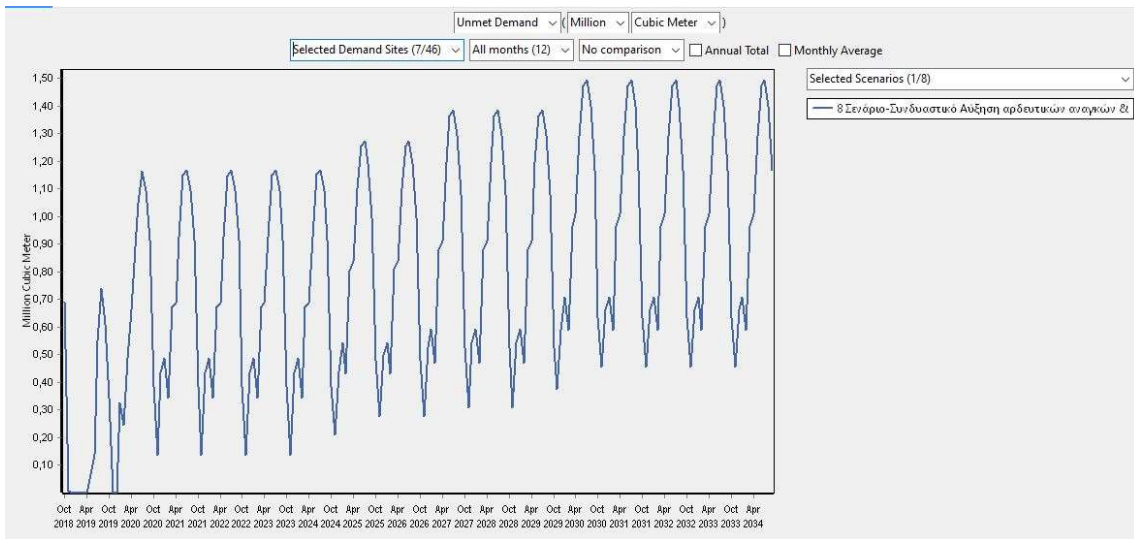
Πίνακας 6-14 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 7^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Τουρισμού & Ξηρασία).

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.YDR.BA	6	47	13	13	17	6	6	6	6	6	6	6
N25.DRYM.YDR.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.YDR.NA	44	70	44	44	45	44	44	44	44	44	38	38
N25.DRYM.YDR.ND	6	79	13	13	36	13	10	6	6	6	6	6
N25.NAJOY.YDR.B	6	96	13	13	49	6	6	6	6	6	6	6
N25.NAJOY.YDR.D	9	69	40	24	34	22	16	16	16	8	6	5
N25.NAJOY.YDR.ND	6	79	13	13	36	13	10	6	6	6	6	6

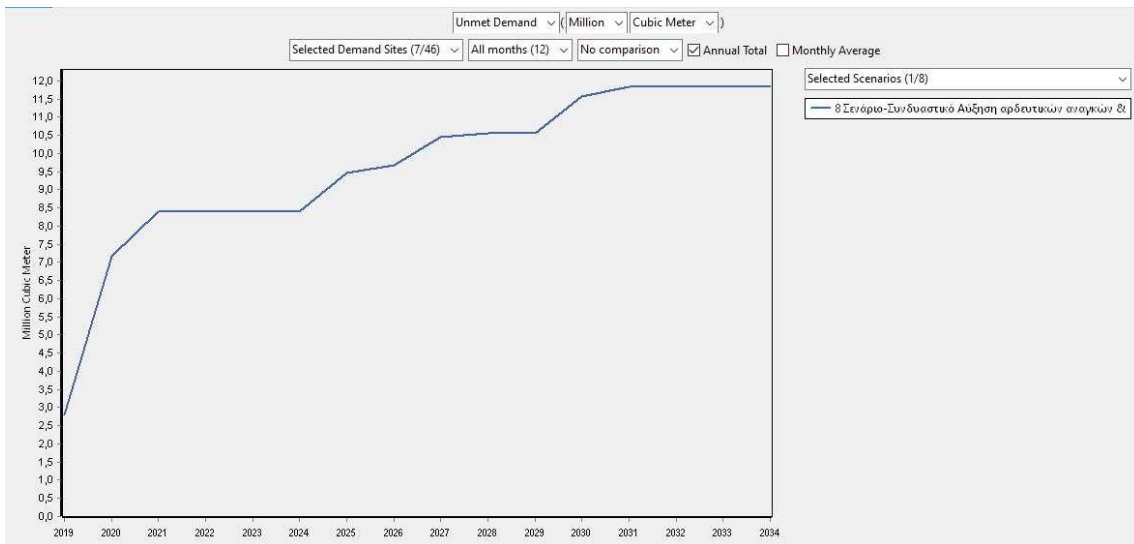
6.9 Σενάριο 8^ο : Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία

Σε αυτό το σενάριο γίνεται συνδυασμός της ξηρασίας και της αύξησης των αρδευτικών αναγκών για την χρονική περίοδο 2019-2034. Την πενταετία 2019-2024 γίνεται αύξηση των εκτάσεων των καλλιεργειών κατά 10%, μείωση της βροχόπτωσης κατά 10%

καθώς και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%. Την επόμενη πενταετία 2025-2029, γίνεται αύξηση των εκτάσεων των καλλιεργειών κατά 20%, μείωση των βροχοπτώσεων κατά 20% και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%. Τέλος, την πενταετία 2030-2034 πραγματοποιείται αύξηση των εκτάσεων των καλλιεργειών κατά 30%, μείωση των βροχοπτώσεων κατά 30% και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10%.



Διάγραμμα 6-23 Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-24 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).



Διάγραμμα 6-25 Μέσο μηνιαίο Έλλειμμα Αρδευτικών Κόμβων (Σενάριο 8^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).

Πίνακας 6-15 Ετήσια Ελλείμματα Αρδευτικών Κόμβων/ Πενταετία (Σενάριο 8^ο: Συνδυαστικό Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
N25.DRYM.ARD.BA	25027	224376	324252	324252	324252	324252
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.ND	36050	322395	459585	459585	459585	459585
N25.NAJOY.ARD.B	233558	474282	587486	584983	587866	589472
N25.NAJOY.ARD.D	2422132	5387514	5802296	5802296	5802296	5802296
N25.NAJOY.ARD.ND	89841	761055	1227443	1227443	1227443	1227443
Sum	2806607	7169622	8401062	8398560	8401443	8403048

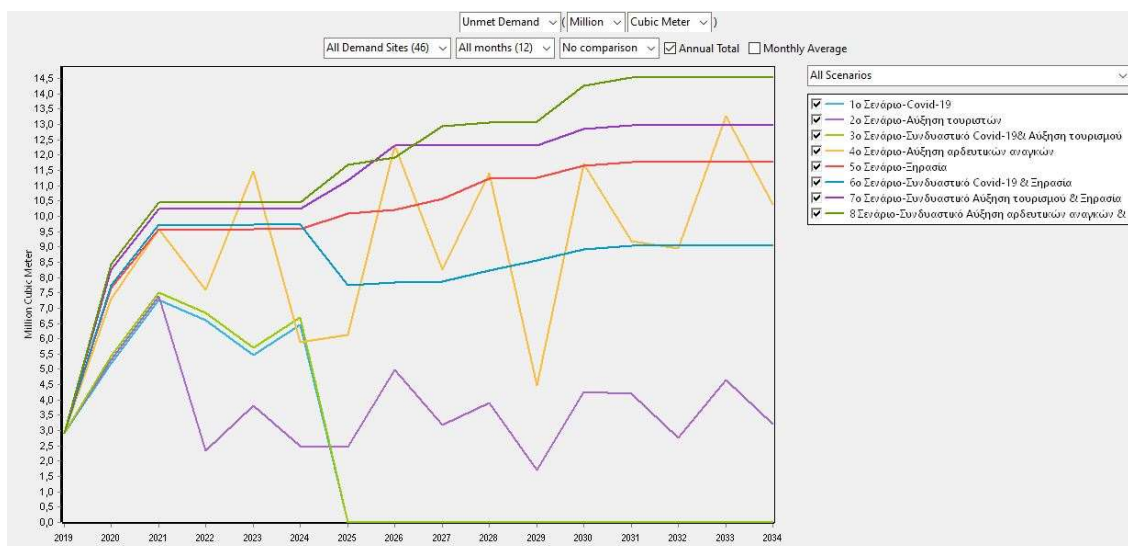
	2025	2026	2027	2028	2029
N25.DRYM.ARD.BA	356053	364161	364161	364161	364161
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	0	0	766056	860789	860789
N25.DRYM.ARD.ND	506397	518073	518073	518073	518073
N25.NAJOY.ARD.B	865901	885515	885515	885516	885516
N25.NAJOY.ARD.D	6369256	6520515	6520515	6520515	6520515
N25.NAJOY.ARD.ND	1366984	1399836	1399836	1399836	1399836
Sum	9464591	9688100	10454157	10548890	10548890

	2030	2031	2032	2033	2034
N25.DRYM.ARD.BA	391397	400241	400241	400241	400241
N25.DRYM.ARD.BD	0	0	0	0	0
N25.DRYM.ARD.NA	925973	944506	944506	944506	944506
N25.DRYM.ARD.ND	563083	575715	575715	575715	575715
N25.NAJOY.ARD.B	1105191	1124969	1124969	1124969	1124969
N25.NAJOY.ARD.D	7074414	7239305	7239305	7239305	7239305
N25.NAJOY.ARD.ND	1523814	1559923	1559923	1559923	1559923
Sum	11583871	11844659	11844659	11844659	11844659

Πίνακας 6-16 Μέσο Μηνιαίο Ποσοστό Μη Κάλυψης Αναγκών (Σενάριο 8^ο: Συνδυαστικό
Σενάριο Αύξηση Αρδευτικών Αναγκών & Ξηρασία).

	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
N25.DRYM.ARD.BA	6	23	13	13	13	12	6	6	6	6	6	6
N25.DRYM.ARD.BD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N25.DRYM.ARD.NA	56	59	52	50	50	50	50	50	50	50	50	50
N25.DRYM.ARD.ND	6	43	13	13	13	13	6	6	6	6	6	6
N25.NAJOY.ARD.B	1	83	57	57	57	33	31	31	10	6	2	1
N25.NAJOY.ARD.D	0	31	13	7	9	6	6	6	5	1	0	0
N25.NAJOY.ARD.ND	6	45	15	13	15	13	8	8	8	6	6	6

6.10 Σύγκριση Σεναρίων



Διάγραμμα 6-26 Συγκριτικό Ετήσιο Διάγραμμα Ελλειμμάτων όλων των Σεναρίων.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα και όπως είναι και λογικό, τα μεγαλύτερα ελλείμματα εμφανίζονται στο 8^ο σενάριο μιας και αποτελεί συνδυασμό 2 δυσμενών σεναρίων, της αύξησης των αρδευτικών αναγκών και της ξηρασίας. Όσο αυξάνονται οι αρδευτικές ανάγκες και ταυτόχρονα μειώνονται οι βροχοπτώσεις παρατηρείται αύξηση των ελλειμμάτων.

Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και Προτάσεις

Ανακεφαλαιώνοντας, οι αυξανόμενες υδατικές ανάγκες λόγω της αυξημένης ζήτησης του νερού και ταυτόχρονα η συμβολή του ανθρώπου σε ρυπογόνες δραστηριότητες έχουν οδηγήσει σε υποβάθμισή του ποσοτικά και ποιοτικά. Είναι εύλογο λοιπόν, ότι πρέπει να ληφθούν δραστικά μέτρα για την αντιμετώπιση της σοβαρής αυτής κατάστασης. Την απάντηση έρχεται να δώσει η διαχείριση των υδατικών πόρων, μέσα από ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης, που βασίζονται στις αρχές της βιώσιμης - αειφόρου ανάπτυξης και μπορούν να διασφαλίσουν ποσοτικά και ποιοτικά την επάρκεια των υπόγειων και επιφανειακών υδατικών πόρων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αφού σχηματοποιήθηκε η υφιστάμενη κατάσταση της Νήσου Νάξου και προσδιορίστηκαν τα υδατικά της ελλείμματα, διεξήχθησαν διάφορα σενάρια μελλοντικής πρόβλεψης ελλειμμάτων που έχουν να κάνουν με την ζήτηση του νερού καθώς και την ξηρασία. Με βάση τα παραπάνω, διαπιστώθηκε ότι η περιοχή μελέτης κρίνεται εν μέρη ελλειμματική κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι υδατικές ανάγκες του νησιού σε ύδρευση φαίνεται να καλύπτονται ικανοποιητικά σε αντίθεση με τις αρδευτικές ανάγκες που παρουσιάζουν τα περισσότερα ελλείμματα. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στα ελλείμματα της ύδρευσης, αυτά εντοπίζονται κυρίως στην πρωτεύουσα του νησιού που εκτός από τον περισσότερο μόνιμο πληθυσμό δέχεται και το μεγαλύτερο τουριστικό κύμα. Σχετικά με τα ελλείμματα της άρδευσης, αυτά παρατηρούνται κυρίως στην περιοχή Λιβάδια όπου η υπεράντληση των υπόγειων υδροφορέων εντείνει την ήδη υπάρχουσα υποβάθμισή τους.

Η Νάξος καλύπτει τις υδατικές της ανάγκες πρωτίστως με εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων και δευτερευόντως από τα έργα ταμίευσης που βρίσκονται στο νησί. Οι υπόγειοι υδροφορείς με την μεγαλύτερη αποθηκευτικότητα εντοπίζονται στο βόρειο και νότιο τμήμα της ανατολικής Νάξου, ωστόσο η ζήτηση των περιοχών που εξυπηρετούν δεν είναι υψηλή με αποτέλεσμα να υπάρχουν ανεκμετάλλευτα αποθέματα σε νερό. Αντίθετα, οι υπόγειοι υδροφορείς του δυτικού τμήματος του νησιού παρουσιάζουν μικρότερη αποθηκευτικότητα αλλά η περιοχή που εξυπηρετούν είναι αυτή που εμφανίζει τις μεγαλύτερες υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες.

Τα παραπάνω ελλείμματα, όπως αναφέρθηκε και στο 6^ο κεφάλαιο, πολλαπλασιάστηκαν κατά την διεξαγωγή των σεναρίων που εφαρμόστηκαν για την παρούσα διπλωματική εργασία. Επιβεβλημένη είναι η ανάγκη να ληφθούν υπόψιν τα αποτελέσματα της έρευνας, όπου νέα μέτρα σε συνδυασμό με τα μέτρα που ήδη λαμβάνουν χώρα να οδηγήσουν σε μία βέλτιστη αντιμετώπιση της επικείμενης κατάστασης.

Μερικές προτάσεις για την αντιμετώπιση αυτή μπορούν να θεωρηθούν οι ακόλουθες:

- Δημιουργία επιπλέον έργων ταμίευσης. Εξαιτίας του ιδιαίτερου ανάγλυφου του νησιού μεγάλο ποσοστό νερού απορρέεται επιφανειακά και καταλήγει ανεκμετάλλευτο στην θάλασσα. Η σχεδίαση λοιπόν φραγμάτων ή λιμνοδεξαμενών θα ωφελούσε στην αποθήκευση μέρους του επιφανειακού νερού. Το προτεινόμενο φράγμα του Τσικαλαριού που είναι προς κατασκευή αποτελεί ένα βήμα προς την επίτευξη αυτού του στόχου.
- Διεύρυνση του δυναμικού και αξιοποίηση των πλεοναζόντων υπόγειων υδροφορέων. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στο ανατολικό τμήμα του νησιού υπάρχει περίσσιο απόθεμα νερού προς διάθεση το οποίο παραμένει μη αξιοποιήσιμο λόγω της χαμηλής ζήτησης στην εκεί περιοχή.
- Λειτουργία μονάδας αφαλάτωσης. Τα τελευταία χρόνια όπου παρατηρείται αύξηση του τουρισμού και ταυτόχρονα φαινόμενα ξηρασίας τοποθετήθηκε μονάδα αφαλάτωσης παροδικής λειτουργίας (4ις μήνες) για να αντιμετωπίσει το οξύ πρόβλημα. Προτείνεται μόνιμη εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης δυνατότητας παραγωγής περισσότερων κυβικών μέτρων νερού για ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος. Για να είναι φιλικότερη προς το περιβάλλον και οικονομικότερη προτείνεται η αφαλάτωση να γίνει ακόμη και με την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
- Άμβλυση της ελλειμματικότητας του υδατικού ισοζυγίου. Το παράδειγμα κατασκευής φραγματιδίων της Απειράνθου μπορεί να ακολουθηθεί και από άλλες περιοχές με στόχο την αποθήκευση επιφανειακού νερού.
- Περιορισμός αρδευτικών αναγκών. Προς αποφυγή φαινομένων υφαλμύρισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν εγγειοβελτιωτικά έργα που έχουν ως βασικό σκοπό την

εξασφάλιση και εξοικονόμηση του νερού για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών διατηρώντας τους εδαφικούς, υδατικούς και γεωργικούς πόρους ασφαλείς.

- Συντήρηση δικτύων ύδρευσης. Η μείωση των απωλειών των δικτύων μπορεί να επιτευχθεί με την συντήρηση ή αναβάθμιση των ήδη τοποθετημένων έργων υποδομής με σύγχρονα και φιλικά προς το περιβάλλον υλικά με στόχο την μέγιστη απόδοση.
- Συλλογική ευθύνη και περιβαλλοντική ευαισθησία. Όπως όλα τα προβλήματα που αφορούν στην καθημερινή ζωή χρειάζεται ενημέρωση για την αναγκαιότητα διαχείρισης και αφύπνιση των πολιτών. Η κρίση του νερού είναι παγκόσμιο φαινόμενο και πρέπει να παρθούν συλλογικά μέτρα οικονομίας νερού για να περιοριστεί η αλόγιστη σπατάλη.
- Δημιουργία ενός κοινού φορέα υπεύθυνου για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ερευνών και έργων ρύθμισης των εκάστοτε προβλημάτων.

Βιβλιογραφία

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Baltas, E. Mimikou, M. Fragiskou, A. (2012). *Hydrological balance and application of the MedWater Model on Naxos Island*. Published in: *Water International*, Volume 37, Issue 1.
- Bates, B., Kundzewicz, Z., Shaohong, W. & Palutikof, J. (2008). *Climate Change and Water*, IPCC technical Paper Vi.
- HiReach. (2019). *Νάξος και μικρές Κυκλάδες*. <http://hireach-project.eu/content/greece>.
- Miller, T. (1999). *Βιώνοντας στο περιβάλλον / Αρχές περιβαλλοντικών επιστημών*. ΙΩΝ ΑΘΗΝΑ.
- M.J.Booyse, C.Ripundaa, M.Visserb (2019). *Results from a water-saving maintenance campaign at Cape Town schools in the run-up to Day Zero* Published in: *Sustainable Cities and Society*, Volume 50, 101639.
- Nawaz, A., Raheel Shah, S. A., Su, X., Dar, A. A., Qin, Z., & Gadah, A. (2021). *Analytical strategies to sense water stress level: An analysis of ground water fluctuations sensing SDGs under pandemic scenario*. Published in: *Chemosphere*, Volume 291, Part 3.
- Sarpong Hammond Antwi, David Getty, Suzanne Linnane, Alec Rolston (2021). *COVID-19 water sector responses in Europe: A scoping review of preliminary governmental interventions*. Published in: *Science of The Total Environment*, Vol. 762.
- Serageldin, I. (1995). *Water Resource Managment - A new policy for a Sustainable Development, Water Resources Development*. Published in: *International Journal of Water Resources Development*, Vol.11, No. 3.
- Tate, D. (2001). *An Overview of Water Demand Management and Conservation, Vision 21 synthesis paper, Water Supply and Sanitation Collaborative Council*, Social Science No 23.
- Vasalakis A., Voudouris K., Fytikas M., Dimopoulos G. (2005). *Groundwater quality in Naxos island, Cyclades Greece*, Published in: *Proceedings of 9th International Conference on Environmental Science and Technology*, vol.B [2005] p.981-987.
- YANG, Qing, και συν. «Sensitivity of Potential Evapotranspiration Estimation to the Thornthwaite and Penman–Monteith Methods in the Study of Global Drylands.» *ADVANCES IN ATMOSPHERIC SCIENCES* (2017): 1382-1383.
- Zektser, I. S., & Everett, L. G. (2004). *Groundwater resources of the world and their use*. Paris: UNESCO.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Άγας, Ι. (2016). *Εξασφάλιση Μελλοντικής Υδροδότησης στη Φολέγανδρο*. Διπλωματική Διατριβή, Τομέας Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π, Αθήνα.

Αγγελή, Α. & Καρκάνη, Ε. (2019). *Αειφορική διαχείριση υδατικών πόρων μέσω υδροοικονομικού μοντέλου και ποιότητας νερού: εφαρμογή στη λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας*. Διδακτορική Διατριβή Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Αλαμάνος, Ά. (2019). *Ολοκληρωμένο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Βιώσιμη Διαχείριση Υδατικών Πόρων, μέσω Υδρο-Οικονομικής Μοντελοποίησης και Πολυκριτηριακής Ανάλυσης*. Διδακτορική Διατριβή Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Αντονίτσεβα Ρ,Κ., Γιαννακοπούλου, Σ. Καλαμπόκη, Ε. Μανασσάκη, Θ. Σκαλίδη, Φ(2018). *Γεωπολιτιστική Ανάδειξη Νήσου Νάξου*. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΔΠΜΣ Γεωπληροφορική

Βαϊνάλης, Δ. (1992). *Οριστική Μελέτη Μικρών Λιμνοδεξαμενών Νησιών Νοτίων Κυκλάδων, Λιμνοδεξαμενή Εγγαρών Νήσου Νάξου*. Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα

Βασιλειάδης, Λ. (2014). *Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων* Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Γανώση. Μ (2018). *Σύγχρονος Τουρισμός στην Ελλάδα*. Πτυχιακή Διατριβή Τμήμα χρηματοοικονομικής & λογιστικής Α.Ε.Ι Πειραιά.

Γεωργιάδου, Ι. (2015). *Προσομοίωση και διαχείριση υπόγειου υδροφορέα στη λεκάνη απορροής του Αλμυρού, Μαγνησίας*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Γκιώζος, Δ. & Μαζιώτης, Γ. (2017). *Συγκριτικές παρατηρήσεις μεταξύ των υδατικών διαμερισμάτων Ηπείρου και Νήσων Αιγαίου*. Πτυχιακή Διατριβή Σχολή Περιβάλλοντος, Γεωγραφίας και Εφαρμοσμένων Οικονομικών Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Γλέζος, Μ. (2001). *ΥΔΩΡ ΑΥΡΑ ΝΕΡΟ*. Εκδόσεις Καστανιώτης, Αθήνα.

Δενδρινός, Β. (2008). *Συστήματα Διαχείρισης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων σε Ξενοδοχειακές Υποδομές, Περίπτωση Νάξου*. Πτυχιακή Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Δήμος Νάξου κ Μικρών Κυκλάδων Νομικό Πρόσωπο Πολιτισμού, Αθλητισμού, Περιβάλλοντος, Παιδείας, Πρόνοιας & Αλληλεγγύης (Νο.Π.Π.Α.Π.Π.Α.) ΣΤ' Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο. Η Νάξος δια μέσου των αιώνων. (2018).

Δούκισσας, Λ. & Κατσιγιάννη, Ξ. (2018). Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι και Διαχείριση Υδατικών Πόρων στις Νησιωτικές Περιοχές των Κυκλάδων: Η Περίπτωση της Άνδρου. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών (1999). Προσχέδιο Τελικής Έκθεσης, Δίκτυο Αειφόρων Νήσων. Αθήνα.

Ελευθερίου, Α. (2012) Περιβαλλοντική μελέτη των αιγιαλών της νήσου Νάξου. Μεταπτυχιακή Διατριβή Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος π.μ.ς. εφαρμοσμένη περιβαλλοντική γεωλογία. Αθήνα.

Ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. (2007). Στρατηγική Εκτίμηση Περιαυτολογικών Επιπτώσεων Επιχειρησιακού Προγράμματος Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013. ΑΘΗΝΑ, σελ. 70

Ευελπίδου, Ν. (2001). Γεωμορφολογικές και περιβαλλοντικές Παρατηρήσεις στη νήσο Νάξο, με τη Χρησιμοποίηση μεθόδων τηλεανίχνευσης και G.I.S. Διδακτορική Διατριβή: Τμήμα Γεωλογίας τομέας Γεωγραφίας- Κλιματολογίας Ε.Κ.Π.Α, Αθήνα.

Κατηρτζίδου, Μ. (2018). Διαχείριση υδατικών πόρων υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής με τη χρήση πολυκριτηρικής ανάλυσης. Διδακτορική Διατριβή Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κορρέ, Ε. (2001). Χωρική Ανάλυση και Χωροθετική Αξιολόγηση Τουριστικών Δραστηριοτήτων. Η περίπτωση της νήσου Νάξου. Πτυχιακή Διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Κορρές, Ε. (2021) Εκτίμηση πλημμυρικής παροχής και στερεοαπορροής υδρολογικής λεκάνης Κορωνίδας Νάξου. Πτυχιακή Διατριβή: Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Ε.Μ.Π, Αθήνα.

Κορωνίδης, Π. (2009). Εναλλακτικές στρατηγικές διαχείρισης των υδατικών πόρων με τη χρήση του λογισμικού WEAP. Εφαρμογή στην περιοχή της Ρόδου. Μεταπτυχιακή Διατριβή : Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Ρ., Χριστοφίδης, Α., Μαμάσης, Ν., Ευστρατιάδης, Α.,Κουκουβίνος, Α., Καραβοκυρός,Α., Κοζάνης, Σ., Μαμάης, Δ. και Νουτσόπουλος, Κ. (2008). Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα.

- Λαθουράκης, Ν. (2020). Σχεδιασμός πρότυπης υπόγειας εκμετάλλευσης κοιτασμάτων σμυρίδας στη νήσο Νάξο. Πτυχιακή Διατριβή: Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τομέας Μεταλλευτικής, Αθήνα.
- Λουκάς Α. Σημειώσεις Υδρολογίας. Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Μανασσάκη Θ. (2019). Χωρικός Σχεδιασμός για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη της ΒΑ Νάξου. Πτυχιακή Διατριβή: Δ.Π.Μ.Σ.: "Γεωπληροφορική", Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- Μανιατάκη, Ε. (2019). Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Ανάλυσης για την ιεράρχηση παραμέτρων εξοικονόμησης αστικού νερού: Το παράδειγμα του Βόλου. Πτυχιακή Διατριβή : Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Μαργαρίτη, Σ. (2015). Η ανάδειξη της μεταλλευτικής ιστορίας της Νάξου και η αειφορική αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου της στον 21ο αιώνα. Μεταπτυχιακή Διατριβή: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Νάξος.
- Μαρκάκης, Β. (2020) Διαχείριση των υδατικών πόρων της ευρύτερης περιοχής Μαλίων - Χερσονήσου με χρήση του μοντέλου WEAP και εξέταση μελλοντικών σεναρίων. Πτυχιακή Διατριβή : Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος , Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Μίχος, Δ. (2004). Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε νησιωτικά συστήματα. Επιλογές αρδευτικού εφοδιασμού στην Νήσο Σύρο. Μεταπτυχιακή Διατριβή: Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Αθήνα.
- Μπαλατσούκα, Ε. (2020). Βιώσιμη διαχείριση υδατικών πόρων σε περιοχές με φαινόμενα λειψυδρίας: η περίπτωση της λίμνης Τάνα στην Αιθιοπία. Πτυχιακή Διατριβή: Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Μπάνου, Στ. (2007). Διαχείριση Υδατικών Πόρων Κυκλάδων, Ευρύτερη περιοχή Νήσων Πάρου και Νάξου. Μεταπτυχιακή Διατριβή: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.
- Μπουλούμπαση, Μ. (2016). «Διαχείριση υδατικών πόρων στην Ίο». Πτυχιακή Διατριβή: Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Χανιά.
- Μυλόπουλος, Ν. (2006). Διαχείριση Υδατικών Πόρων, διδακτικές σημειώσεις - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Βόλος.
- Μυλόπουλος, Ν. (1994). Στοχαστική προσομοίωση και Ανάλυση αποφάσεων στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων υπό Συνθήκες Επικινδυνότητας. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Μυρωνίδης, Δ. (2015). Δημιουργία διαγράμματος στάθμης - χωρητικότητας και οριοθέτηση

της κατώτατης στάθμης υδροληψίας ταμιευτήρα. Διατριβή Erasmus+: National Institute of Hydrology and Water Management , Βουκουρέστι.

Νόκας - Ζωγράφος, Η. (2011). *Νερό για τα Νησιά*. Εκδόσεις: Ελληνική ετ. Περιβάλλοντος & Πολιτισμού.

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. (2020). *Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020*.

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. (2005). *Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικού διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου, Νομός Κυκλάδων Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου*, Τεύχος 25: Νήσος Νάξος.

Προμπονά, Ά. (2006). *Μελέτη των Υδατικών Πόρων της Νήσου Νάξου*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.

Σταματίου, Α. (2021). *Διαστασιολόγηση οικιακών ομβροδεξαμενών σε περιοχές με διαφορετικό βροχομετρικό καθεστώς*. Πτυχιακή Διατριβή: Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.

Σφύρης, Σ. (2016). *Ζήτηση νερού στην πόλη του Βόλου - Εναλλακτικά σενάρια πρόβλεψης της μελλοντικής κατανάλωσης μέσω μοντέλου WEAP*. Διπλωματική Διατριβή: Βόλος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τσακίρης, Γ. (2016). *Σχεδιασμός και Διαχείριση, Τόμος Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα», Εκδόσεις Συμμετρία*. Αθήνα.

Ψαρρά, Ε. (2019). *Διερεύνηση ορίων τουριστικής ανάπτυξης παράκτιου χώρου: Προσδιορισμός δείκτη φέρουσας ικανότητας με πεδίο εφαρμογής τη νήσο Νάξο*. Πτυχιακή Διατριβή: Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π, Αθήνα.