



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ανασχεδιασμός της υδροδότησης της Μυκόνου

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

Λώλος Άρης
Μοσχοπούλου Νικολέτα
Μπλούνας Γεώργιος
Τούμπας Ηλίας

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΜΑΜΑΣΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Αθήνα
Μάρτιος, 2022

Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Ολοκληρωμένο Θέμα Υδραυλικού Σχεδιασμού της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Εκπονήθηκε από τους φοιτητές Λώλος Άρης, Μοσχοπούλου Νικολέτα, Μπλούνας Γεώργιος, Τούμπας Ηλίας.

Η μελέτη αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί δίχως τη διαρκή επίβλεψη και τη συνεχή καθοδήγηση τόσο των συντονιστών καθηγητών κων Κουτσογιάννη Δημήτριου, Μαμάση Νικόλαου όσο και της Δρ. Μηχανικού Θεανούς Ηλιοπούλου

Περιεχόμενα

<i>Ευχαριστίες</i>	2
1. Εισαγωγή	5
1.1 Γενικά	5
1.2 Αντικείμενο της Μελέτης	6
2.1 Η περιοχή Μελέτης	7
2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία	7
2.1.2 Κοινωνικά και Οικονομικά Στοιχεία	8
2.1.3 Θέση, Γεωγραφία, Γεωμορφολογία και Γεωλογία	10
2.1.4 Λεκάνες Απορροής και Υδατικά Διαμερίσματα	12
2.1.5 Κλίμα	15
2.1.6 Βροχοπτώσεις και Θερμοκρασία	15
2.1.7 Ανεμολογικά στοιχεία	16
3. Υφιστάμενη κατάσταση-Υδατικοί Πόροι	16
3.1. Φράγματα-ταμιευτήρες	17
3.2. Μονάδες αφαλάτωσης	19
3.3. Γεωτρήσεις	19
3.4. Μεταφορά νερού με πλοία	19
3.5. Συμβάσεις έργων ύδρευσης Μυκόνου	20
4. Διερεύνηση Παροχών	21
4.1. Υπολογισμός παροχών σχεδιασμού	21
4.1.1. Παροχή μόνιμων κατοίκων	21
4.1.2. Παροχή τουριστών – Ξενοδοχειακών Μονάδων	21
4.1.3. Παροχή εποχιακών κατοίκων - παραθεριστών	22
4.1.4. Παροχή κάμπινγκ	22
4.1.5. Παροχή βιομηχανιών	22

4.1.6. Παροχή σκαφών	23
4.2. Προσφορά – Ζήτηση νερού	23
4.3. Προτεινόμενα Έργα	23
5. Σχεδιασμός Εξωτερικού Υδραγωγείου	23
5.1. Επιλογή υλικού αγωγού	23
5.2. Χωροθέτηση δεξαμενών	24
5.2.1 Αρχική θέση	24
5.2.2 Εναλλακτική θέση	25
5.3. Δεξαμενές	28
5.4 Επιλογή αντλιοστασίου	29
6. Εσωτερικό Υδραγωγείο	30
6.1 Παροχές σχεδιασμού	30
6.2 Κύριος Τροφοδοτικός Αγωγός	31
6.3 Δίκτυα Διανομής	33
6.3.1 Ακτινωτά Δίκτυα Ύδρευσης	33
6.3.2 Κλειστά Δίκτυα Ύδρευσης	33
6.4 Δίκτυο Διανομής Χώρας Μυκόνου	34
6.4.1 Αγωγοί δικτύου	34
6.4.2 Ορισμός κόμβων - EPANET	35
6.4.3 Υψόμετρα κόμβων	36
6.4.4 Αναγωγή κατανεμημένης ζήτησης στους κόμβους- Πολύγωνα Thiessen	37
6.4.5 Προσομοίωση λειτουργίας δικτύου μέσω Epanet	40
6.5 Αποτελέσματα-Συμπεράσματα	47
6.6 Ενέργειες προστασίας και ελέγχου δικτύου	50
7. Οικονομική αποτίμηση του έργου	51
	Error! Bookmark not defined.
8. Βιβλιογραφία	54

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Το νερό είναι ένας φυσικός πόρος που έχει μεγάλη σημασία γιατί είναι από τους βασικούς παράγοντες για τη ζωή και την ανάπτυξη. Το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό του νερού που βρίσκεται στη φύση αποτελεί το θαλασσινό νερό, ενώ το μικρότερο ποσοστό εντοπίζεται τόσο σε λίμνες και ποτάμια, όσο και στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών.

Αν μπορούσαμε να κατανείμουμε ομοιόμορφα τα αποθέματα του νερού σε όλη την επιφάνεια του πλανήτη μας, θα δημιουργούσαμε ένα υδάτινο μανδύα βάθους περίπου 3 χιλιομέτρων. Το νερό όμως δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε όλες τις περιοχές του πλανήτη και αν ο παρατηρητής πλησίαζε τη Γη θα έβλεπε σε άλλες περιοχές πλημμύρες και σε άλλες λειψυδρία.

Τα δύο αυτά φαινόμενα είναι άμεσα συνυφασμένα με τον κύκλο του νερού από την άποψη ότι πραγματοποιείται μία συνεχόμενη ανταλλαγή του νερού μέσα στην υδρόσφαιρα, δηλαδή μεταξύ ατμόσφαιρας, επιφανειακού νερού, εδαφικού νερού, υπόγειου νερού και βιόσφαιρας.

Το νερό κινείται αέναα μεταξύ αυτών των περιοχών του υδρολογικού κύκλου που αποτελείται κυρίως από τις ακόλουθες μεταφορικές διεργασίες:

- Εξάτμιση του νερού από τις επιφάνειες των ωκεανών, τις υπόλοιπες υδάτινες επιφάνειες (όπως ταμιευτήρες φραγμάτων) αλλά και τη διαπνοή της βιόσφαιρας στην ατμόσφαιρα.
- Συμπύκνωση σε σύννεφα που περιέχουν σταγονίδια ή και παγοκρυστάλλους και κατακρήμνιση του νερού από τα σύννεφα με τις μορφές των διαφόρων μετεωρολογικών φαινομένων.
- Επιστροφή με αποστράγγιση στη θάλασσα, σε άλλες υδάτινες επιφάνειες (όπως ταμιευτήρες φραγμάτων) και στη βιόσφαιρα.

Δεδομένης λοιπόν της ανομοιομορφίας διάθεσης υδατικών πόρων ανά τις περιοχές στον πλανήτη, έχει προκύψει επιτακτική η ανάγκη ορθής διαχείρισής τους και η κατανομή τους στις διάφορες χρήσεις (ύδρευση, άρδευση, οικολογική παροχή).

Προκειμένου να εξασφαλισθεί το πόσιμο νερό, οι ανθρώπινες κοινωνίες, ήδη από την αρχαιότητα, κατέφευγαν σε διάφορες λύσεις με κυριότερη τη κατασκευή υδραγωγείων και δικτύων ύδρευσης. Οι αρχαίες πόλεις χτίζονταν συνήθως σε μέρη όπου υπήρχε άφθονο νερό, και το μετέφεραν με αγωγούς στις δημόσιες βρύσες ή λουτρά. Όταν το ανάγλυφο του εδάφους δεν ευνοούσε για έναν απλό επιφανειακό αγωγό ή οι ανάγκες της πόλης δεν καλύπτονταν από την κοντινότερη πηγή ή πηγές, τότε άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα υδραγωγεία.

Άλλωστε όπως ορίζει και ο έκτος στόχος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών χρειάζεται να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα και η βιώσιμη διαχείριση του νερού και των εγκαταστάσεων υγιεινής για όλους.

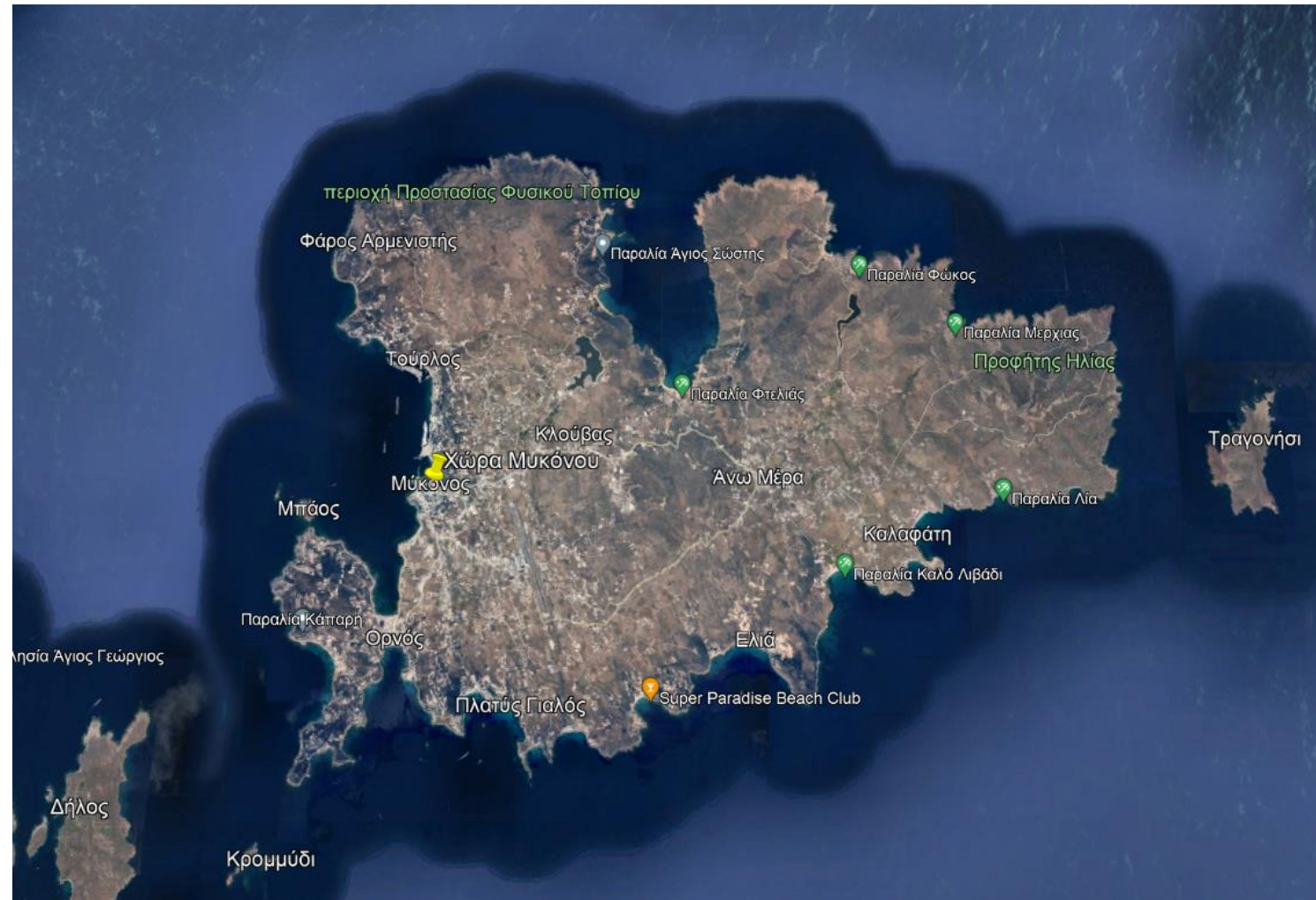
Στον πλανήτη υπάρχει επαρκές γλυκό νερό για τη κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών. Εξαιτίας όμως των κακών οικονομικών συνθηκών και των ελλιπών υποδομών, κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι και ιδίως παιδιά, πεθαίνουν από ασθένειες που συνδέονται με την ανεπαρκή παροχή νερού, την

αποχέτευση και την υγιεινή. Επομένως, το καθαρό και προσβάσιμο νερό για όλους είναι ένα απαραίτητο κομμάτι του κόσμου στον οποίο θέλουμε να ζούμε.

1.2 Αντικείμενο της Μελέτης

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τον ανασχεδιασμό του δικτύου ύδρευσης της νήσου Μυκόνου. Έπειτα από επικοινωνία με τον σύμβουλο του δημάρχου της νήσου Μυκόνου κο Πελέκη, έγινε αντιληπτό πως τους θερινούς μήνες το υδροδοτικό δίκτυο του νησιού δεν επαρκεί για τη κάλυψη των αναγκών ύδρευσης εξαιτίας της τεράστιας συρροής τουριστών. Η ανεπάρκεια αυτή οφείλεται αφενός στο φαινόμενο χαμηλών πιέσεων και αφετέρου στη καταστροφή είτε διάβρωση ορισμένων τμημάτων του δικτύου.

Εξαιτίας ελλιπών δεδομένων για το υδροδοτικό δίκτυο και τις καταναλώσεις νερού του νησιού, αποφασίστηκε με προτροπή των διδασκόντων, η μελέτη και ο σχεδιασμός εκ του μηδενός του υδροδοτικού δικτύου ενός μεγάλου τμήματος της Χώρας της Μυκόνου. Για τη μελέτη, έγινε χρήση των προγραμμάτων QGIS και EPANET 2.2.



Εικόνα 1: Νησί της Μυκόνου (πηγή: Google Earth)

2.1 Η περιοχή Μελέτης

2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία

Το νησί συνδέεται στη μυθολογία με τον ήρωα Μύκονο, ενώ το όνομα της φαίνεται να σημαίνει σωρός λίθων ή πετρώδης τόπος. Κατοικήθηκε πρώτη φορά από τους Κάρες και τους Φοίνικες, κυριαρχήθηκε το 1000 π.Χ. από τους Ίωνες, για να περάσει μετά από αιώνες διαδοχικά στα χέρια των Ρωμαίων και των Βυζαντινών. Τον 12^ο αι. Βρίσκεται υπό τον έλεγχο των Βενετών, οι οποίοι δεν αποσύρονται από την περιοχή, ακόμη και επί Οθωμανική κυριαρχίας. Εγκαταλείπουν οριστικά το 1718, ενώ το νησί εκείνη την εποχή κατά μία έννοια αυτοδιοικείται. Τα προεπαναστατικά χρόνια η Μύκονος λόγω γεωγραφικής θέσεως, αναδεικνύεται σε σημαντικό σταθμό ανεφοδιασμού για τα ξένα εμπορικά πλοία με τους ντόπιους να επιδίδονται στη ναυτιλία και το εμπόριο. Έχουν ενεργή συμμετοχή στα Ορλωφικά (1770 – 1974) και στη συνέχεια συμμετέχουν στην επανάσταση με την ηρωίδα του νησιού Μαντώ Μαυρογένους. Με τη σύσταση του νέου ελληνικού κράτους αναδεικνύονται η αστική και μικροαστική τάξη, ενώ τα επόμενα χρόνια θα υπάρξει κύμα μετανάστευσης από

το νησί προς ελληνικές και ευρωπαϊκές πόλεις. Τελικά, δημογραφική ανάκαμψη θα παρατηρηθεί πάλι μετά τα πρώτα οικονομικά σκιρτήματα του Τουρισμού, τη δεκαετία του '30.

2.1.2 Κοινωνικά και Οικονομικά Στοιχεία

Κατά τον 19ο αιώνα η Μύκονος δεν αποτελούσε πόλο έλξης τουριστών, ωστόσο προσέλκυε μεγάλο αριθμό επισκεπτών με σκοπό την άλεση στους ανεμόμυλους και τις ανασκαφές στον αρχαιολογικό χώρο της Δήλου, που γίνονταν κυρίως από άτομα γαλλικής προέλευσης με αποτέλεσμα οι ντόπιοι να έρχονται σε επαφή με ξένους. Το νησί της Δήλου φαίνεται πως ήταν βασική αιτία της αναπτυξιακής τουριστικής πορείας της Μυκόνου, καθώς κάθε επισκέπτης της Δήλου αναπόφευκτα θα απολάμβανε το διάλειμμα του στη Μύκονο. Τον 20ο αιώνα παρατηρήθηκαν τέσσερα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του τουρισμού του νησιού. Αρχικά, σημειώθηκε σημαντικός αριθμός αφίξεων τουριστών από το 1920 έως το 1945 με καθοριστική την δεκαετία του 1930. Την περίοδο αυτή υπήρχαν μόνο ταβέρνες, καφενεία και ένα μόνο ξενοδοχείο που λεγόταν Δήλος, καθώς και χώροι για ξεκούραση σε σπίτια κατοίκων επί πληρωμή. Η ναυτιλία, το εμπόριο, η γεωργία και η περιορισμένη κτηνοτροφία αποτέλεσαν βασικά πεδία εργασίας κατά τον 19ο μέχρι και τις αρχές του 20ου αιώνα. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο η Ελλάδα βρισκόταν σε κακή οικονομική κατάσταση. Στο πρόβλημα αυτό άμεση λύση έδωσε ο τουρισμός ιδιαίτερα στα νησιά και στις παραθαλάσσιες περιοχές. Με την αύξηση του τουρισμού παράλληλα αυξήθηκε το εισόδημα των κατοίκων λόγω των μεγαλύτερων εσόδων και μεταβλήθηκε η γη από αγροτική σε οικιστική. Αναπτυγμένο φάνηκε πως ήταν το επίπεδο των τουριστών καθώς ήταν άνθρωποι των γραμμάτων, πολιτικοί και καλλιτέχνες. Ωστόσο, η έλλειψη υποδομών σε συνδυασμό με την κακή οικονομική κατάσταση προκαλούσε δυσарέσκεια και παράπονα στους τουρίστες με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέες εγκαταστάσεις που αφορούσαν στην ασφάλεια και στην εξυπηρέτηση τους. Αργότερα, από το 1965 έως το 1990 το νησί προσέλκυε χιλιάδες επισκέπτες με σκοπό τη διασκέδαση και έτσι παρατηρήθηκε αύξηση των ξενοδοχειακών μονάδων από δύο το 1961 σε 40 το 1981 και των δωματίων από 54 σε 895. Τέλος, στο τελευταίο στάδιο από το 1990 έως σήμερα το νησί χαρακτηρίζεται ως μία πυκνοκατοικημένη περιοχή, όπου τα αρχαιολογικά στοιχεία θεωρούνται παρωχημένα και οι επισκέπτες είναι προσανατολισμένοι κυρίως στον τρόπο διασκέδασης τους. Τόσο η γεωγραφική της θέση όσο και η φυσική ομορφιά και η γραφικότητα των κατοικιών αποτελούν τις βασικές αιτίες ανάπτυξης της νήσου.

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ, παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα ο πληθυσμός της Μυκόνου:

Πίνακας 1: Πληθυσμός Μυκόνου (πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

Περιγραφή	Μόνιμος Πληθυσμός
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΥΚΟΝΟΥ	10,134
ΔΗΜΟΣ ΜΥΚΟΝΟΥ (Έδρα: Μύκονος)	10,134
Δημοτική Κοινότητα Άνω Μεράς	1,737
Άνω Μερά	1,459
Καλαφάτη	278
Κταπόδια	0
Τραγονήσιο	0
Δημοτική Κοινότητα Μυκονίων	8,397
Άγιος Ιωάννης Διακόφτης	259
Άγιος Στέφανος	178
Δήλος	24
Κάβουρας	0
Κλουβάς	953
Κρομμύδι	0
Μαρμαρονήσιο	0
Μπάος	0
Μύκονος	3,783
Ορνός	1,025
Πλατύς Γιαλός	833
Πλιντρί	544
Ρήνεια	0
Σφοντήλι	0
Τούρλος	669
Φάρος Αρμενιστής	109

Η Μύκονος είναι ένα από τα πλέον τουριστικά νησιά της χώρας με αποτέλεσμα το σύνολο των παραγωγικών διαδικασιών του νησιού να έχει στραφεί σε τουριστικές υπηρεσίες. Απόρροια αυτού είναι η ολοένα αυξανόμενη κατασκευή ξενοδοχειακών μονάδων. Μάλιστα, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ του 2020 στο νησί υπάρχουν **205** ξενοδοχεία και **133** camping, όπως φαίνεται παρακάτω:

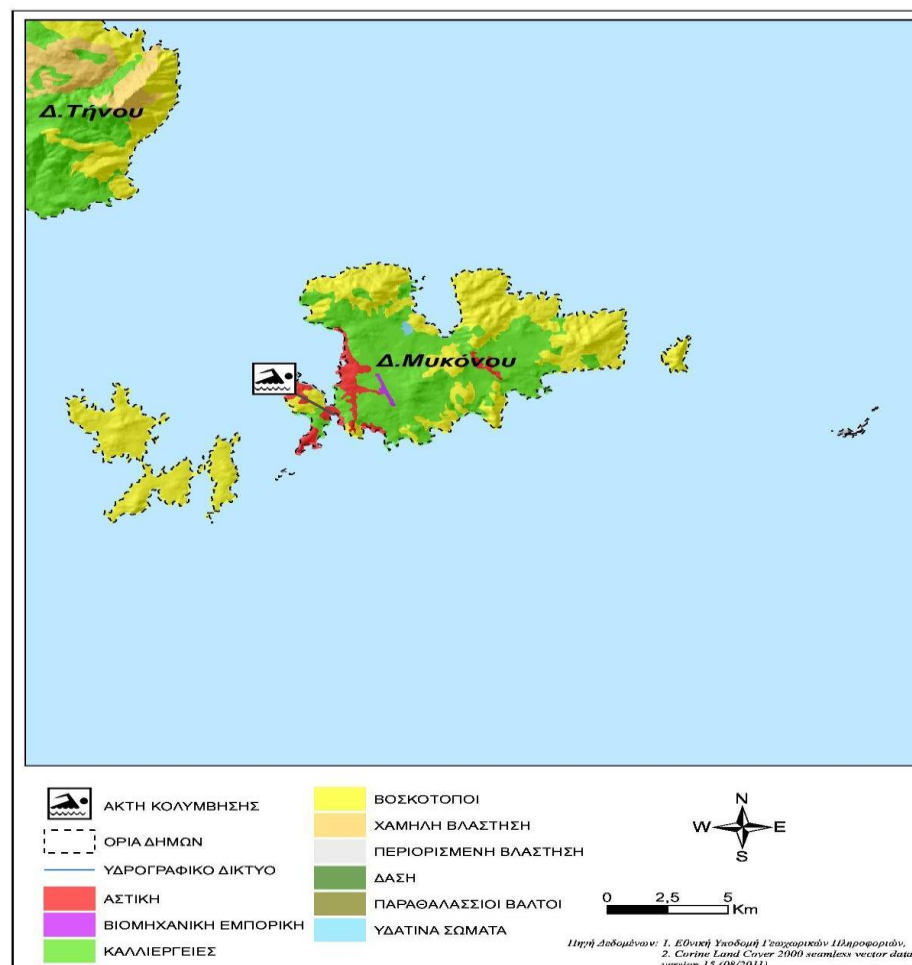
Πίνακας 2: Ξενοδοχειακές Μονάδες Μυκόνου (πηγή ΕΛΣΤΑΤ)

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	5*****			4****			3***			2**			1*			ΣΥΝΟΛΟ		
		Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες	Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες	Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες	Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες	Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες	Ξενοδοχ.	Δωμάτια	Κλίνες
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΥΚΟΝΟΥ	50	2,782	5,833	56	1,977	4,108	39	1,011	2,653	28	652	1,288	32	440	879	205	6,862	14,761

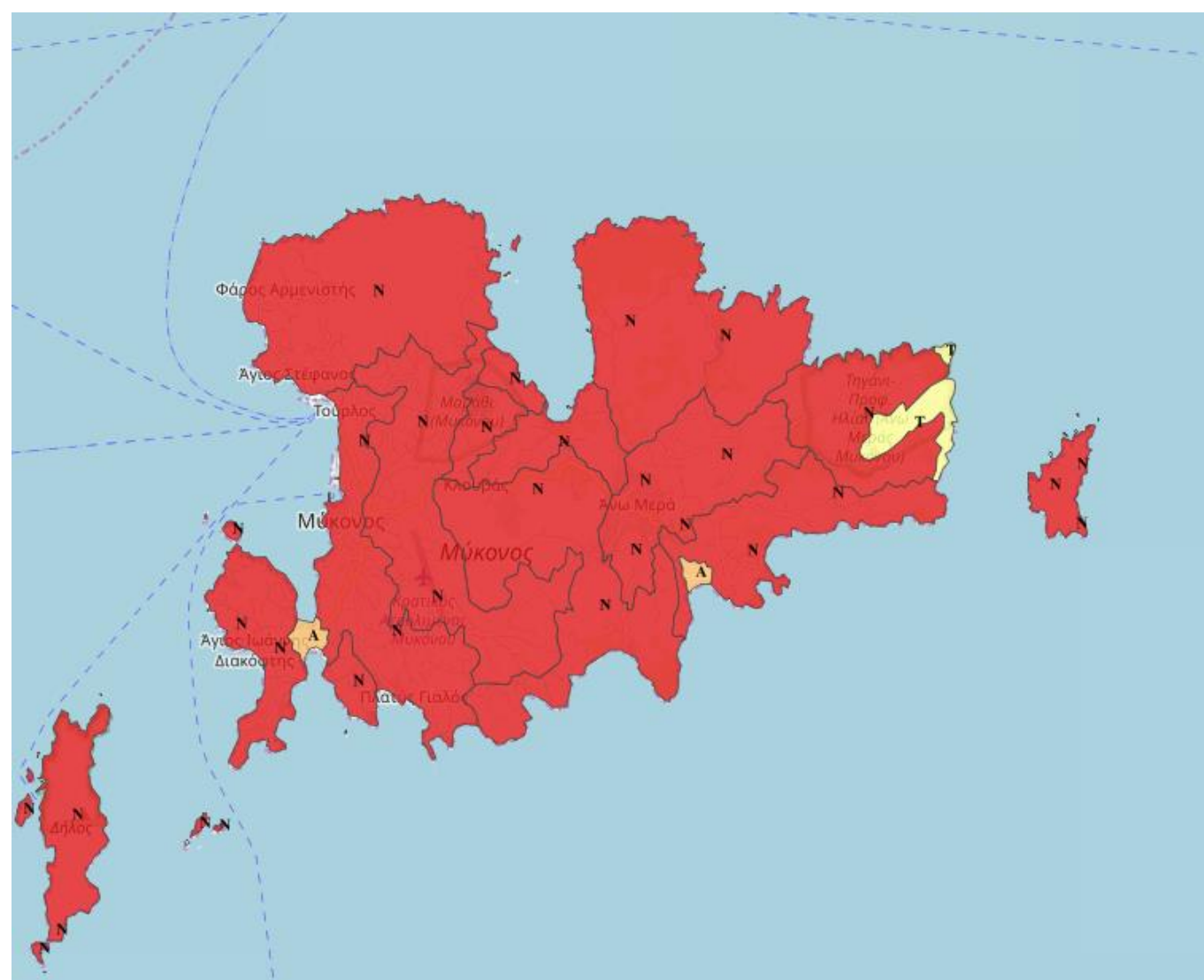
2.1.3 Θέση, Γεωγραφία, Γεωμορφολογία και Γεωλογία

Η Μύκονος είναι νησί του Αιγαίου Πελάγους και βρίσκεται στις κεντρικές Κυκλάδες, με μόνιμους κατοίκους 10134 σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ και την απογραφή του 2011. Η έκταση της αγγίζει τα 85,5 km², ενώ η ακτογραμμή της, μήκους περίπου 89 km, χαρακτηρίζεται από μικρούς και μεγάλους κόλπους. Η ψηλότερη κορυφή του νησιού είναι ο Ανωμερίτης (372,7 m) και το σημαντικότερο λιμάνι το Νέο Λιμάνι στον Τούρλο. Έξι μίλια Νοτιοδυτικά βρίσκεται η Δήλος, ενώ περιμετρικά της Μυκόνου, αλλά σε μεγαλύτερη απόσταση, συναντώνται και τα νησιά Τήνος, Ικαρία, Πάρος, Νάξος. Διοικητικά, το νησί αποτελείται από έναν δήμο, τον δήμο Μυκόνου, που περιλαμβάνει δύο δημοτικές κοινότητες, αυτές της Άνω Μεράς και των Μυκονίων, με πολλούς ακόμα μικρούς οικισμούς.

Όσον αφορά τις χρήσεις γης, το μεγαλύτερο μέρος του νησιού καλύπτεται από γεωργικές καλλιέργειες, ενώ μεγάλη είναι και η έκταση λιβαδιών-βοσκοτόπων. Ωστόσο, πολλά σημεία του νησιού παρουσιάζουν μέτριους έως έντονους περιορισμούς σε ό,τι αφορά τη γαιοικανότητά του, πολλές φορές λόγω του βραχώδους υποβάθρου. Ο αστικός ιστός παρουσιάζεται στον παρακάτω χάρτη με κόκκινο, ενώ επίσης φαίνεται το μικρό ποσοστό κάλυψης από δάση. Η βλάστηση κυριαρχείται από αειθαλή πλατύφυλλα δέντρα, ενώ από τις κυριότερες καλλιέργειες είναι τα σύκα το κριθάρι και η σίκαλη.



Χάρτης 1: Χρήσεις Γης (πηγή ΥΠΕΝ)



Χάρτης 2: Χάρτης πετρωμάτων (πηγή ΥΠΕΝ)



Εικόνα 2: Υπόμνημα χάρτη πετρωμάτων (πηγή ΥΠΕΝ)

Η νήσος Μύκονος ανήκει στη Πελαγονική Γεωτεκτονική ζώνη, στην οποία περιλαμβάνεται όλη η Αττικοκυκλαδική κρυσταλλοσχιτώδης μάζα. Από στρωματογραφικής άποψης μπορούν να αναγνωριστούν στον παραπάνω χάρτη οι ακόλουθες ενότητες λιθολογικών σχηματισμών: α) Τριτογενείς αποθέσεις, β) Κολλούβια περιδοτιτών, γ) Αλλούβια, δ) μεταμορφωμένα πετρώματα και πετρώματα μετασώματωσης.

Το κυρίαρχο μέρος της νήσου δομείται από γρανίτη και γρανοδιορίτη τα οποία πρωτογενώς χαρακτηρίζονται ως ημιμεταμορφωμένα αδιαπέρατα πετρώματα. Όταν είναι υγιή προσφέρουν πολύ υψηλές αντοχές. Ωστόσο, η παρουσία ρηγματώσεων έχει δημιουργήσει στον εν λόγω σχηματισμό δευτερογενές πορώδες σχετικά μικρής κλίμακας. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα νεότερης ηλικίας ρήγματα η διεύθυνση των οποίων είναι $B15^{\circ}$ - $\Delta 20^{\circ}$ και τα οποία σε πολλές θέσεις δεν έχουν πληρωθεί από δευτερογενές υδατοστεγές υλικό, επιτρέποντας την κατείδυση του βρόχινου νερού. Ωστόσο και αυτές οι επιφάνειες ασυνέχειες μετά το βάθος των 10 - 15 m φράζουν από υδατοστεγές υλικό οπότε η διαπερατότητα μειώνεται δραστικά. Παρόλα τα παραπάνω, τα συγκεκριμένα ρήγματα αποτελούν τα μοναδικές δομικές μονάδες εντός των οποίων μπορούν να ανευρεθούν ποσότητες υπόγειου ύδατος. Την ίδια διεύθυνση με τα παραπάνω ρήγματα εμφανίζουν και οι χαραδρώσεις του νησιού, μαρτυρώντας την ρηξιγενή τους προέλευση. Μέσω αυτών των

χαραδρώσεων, το ρέον νερό μεταφέρει το προϊόν της αποσάθρωσης των γρανιτών, το οποίο συνίσταται από υλικό αμμώδους κοκκομετρίας, προς τα κατάντη των χειμάρρων, στους όρμους και κυρίως στο λεκανοπέδιο του Μαραθίου και της Άνω Μεράς. Αποτέλεσμα της απόθεσης αυτού του υλικού είναι η δημιουργία 10 προσχώσεων μικρού πάχους, οι οποίες επιτρέπουν τον σχηματισμό ασθενούς φρεάτιο υδροφόρου ορίζοντα. Ο φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας δεν περιορίζεται μόνο εντός των προσχώσεων, αλλά εισχωρεί και στον μανδύα αποσάθρωσης του γρανιτικού πετρώματος. Εκτός των λεκανοπεδίων Μαραθίου και Άνω Μεράς, ως υδρολογικός σχηματισμός μπορούν να θεωρηθούν και οι αμμώδεις παραλίες του νησιού, οι οποίες όμως έχουν περιορισμένη έκταση και οι υδροφόροι που μπορούν να σχηματίσουν παρουσιάζονται υποβαθμισμένοι λόγω εισχώρησης του θαλάσσιου ύδατος. Η πιο αξιόλογη αμμώδης παραλιακή έκταση βρίσκεται στην περιοχή του Κόρφου, μεταξύ Μυκόνου και της χερσονήσου του Ιακώφτη - Αναβολούσης. Εντός της έκτασης αυτής σχηματίζεται αξιοσημείωτος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος καλύπτει κάποιες αρδευτικές ανάγκες. Από όλα τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι η νήσος Μύκονος παρουσιάζεται ιδιαίτερα πτωχή από την άποψη των υδάτινων πόρων που διαθέτει.

2.1.4 Λεκάνες Απορροής και Υδατικά Διαμερίσματα

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ θέτει την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και τους οικολογικούς στόχους στο επίκεντρο μιας προσέγγισης με βάση την ενοποιημένη διαχείριση των υδάτων σε κλίμακα λεκάνης απορροής ποταμού. Σε σχέση με την εφαρμογή των απαιτήσεων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, έχουν ολοκληρωθεί, μεταξύ άλλων, οι ακόλουθες ενέργειες:

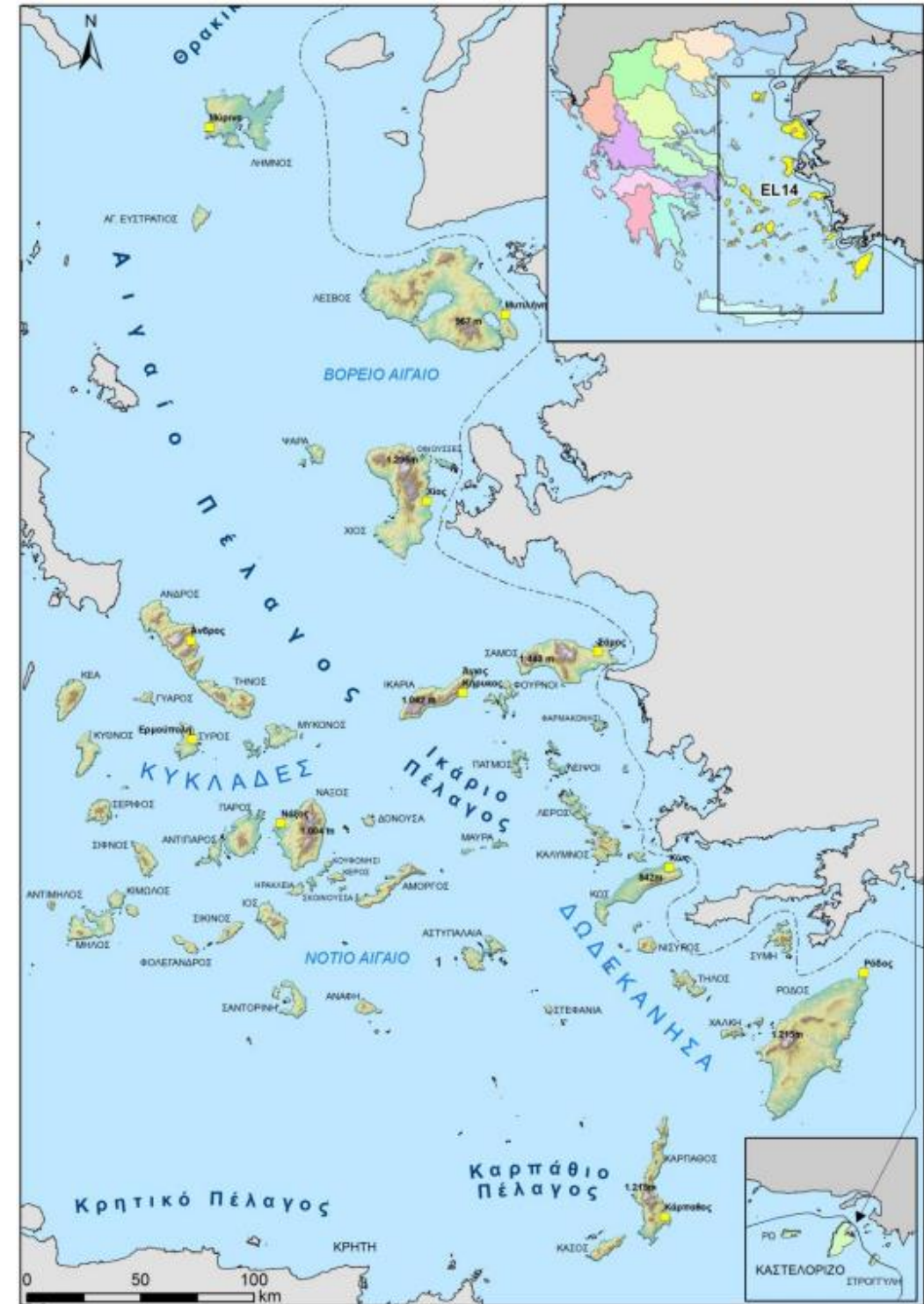
- Έχουν προσδιοριστεί και καταγραφεί, με την Απόφαση 706/16-07-2010 (ΦΕΚ 1383/Β'/2010 & ΦΕΚ 1572/Β'/2010), της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων «περί καθορισμού των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους», οι επιμέρους Λεκάνες Απορροής Ποταμών και τα Υδατικά Διαμερίσματα (περιοχές Λεκανών Απορροής Ποταμών) όπως αυτή ισχύει μετά την έγκριση των Πρώτων Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών των 14 Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας.
- Έχουν καταρτιστεί, εγκριθεί και υποβληθεί στην ΕΕ 1 τα πρώτα Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών όλων (και των 14) των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας για την περίοδο (2009-2015). Τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης περιλαμβάνουν όλες τις αναλυτικές πληροφορίες που απαιτούνται από το Άρθρο 13 και το Παράρτημα VII της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
- Έχουν συνταχθεί από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (Δεκέμβριος 2014) και υποβληθεί στην ΕΕ η Ενδιάμεση Εκθέσεις Προόδου “Εφαρμογή των Προγραμμάτων Μέτρων των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών”.

Το νησί της Μυκόνου ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου (EL14). Γεωγραφικά, το ΥΔ Νήσων Αιγαίου εντάσσεται στην ευρύτερη γεωγραφική ενότητα του Αρχιπελάγους του Αιγαίου, μια γεωγραφική ενότητα που κυριαρχούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της νησιωτικότητας και που διακρίνονται τρεις κύριες ενότητες νησιών, του Ανατολικού Αιγαίου, των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων. Η συνολική έκτασή του ΥΔ ανέρχεται σε 17.957,21 km², εκ των οποίων τα 9.104,68 km² αφορούν στο χερσαίο τμήμα του και τα 8.852,53 km² στα παράκτια Υδατικά Συστήματα (ΥΣ). Η ακτογραμμή του ΥΔ ανέρχεται σε 7.090,76 Km (εξαιρουμένων των βραχονησίδων). Το έδαφος του συνόλου των νησιών του Υδατικού Διαμερίσματος κατανέμεται σε πεδινό, ορεινό και ημιορεινό, με τα μεγαλύτερα υψόμετρα να συναντώνται στη Σάμο (1.433 m), στη Χίο (1.297 m), στη Ρόδο (1.215 m) και στην Κάρπαθο (1.215 m). Τα μικρά ύψη βροχής που δέχονται πολλά από τα νησιά (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα), σε συνδυασμό με τη γεωλογική διαμόρφωσή τους και την μικρή έκτασή τους, δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη πυκνού υδρογραφικού δικτύου και αξιόλογων υδρολογικών λεκανών. Έτσι η αποστράγγιση των νερών της βροχής πραγματοποιείται μέσω μικρών παράκτιων ρεμάτων, πολλές φορές σε ακτινωτή διάταξη, ενώ εξαίρεση αποτελούν τα νησιά Λέσβος, Ρόδος και Χίος, που

ξεπερνούν έκαστο σε έκταση τα 500 km² (αντίστοιχα 1.630, 1.398 και 841 km²). Ειδικότερα, όσον αφορά τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, αυτά έχουν συνολική έκταση 3.835,9 km² , με το ανάγλυφο του εδάφους να διαφέρει σημαντικά από νησί σε νησί, με τη Σάμο να παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό ορεινών εκτάσεων και τη Λήμνο το μεγαλύτερο ποσοστό πεδινών εκτάσεων. Οι Κυκλάδες έχουν έκταση 2.572 km² και αποτελούν ένα νησιωτικό σύμπλεγμα από 29 κατοικημένα νησιά και δεκάδες ακατοίκητα, με την Νάξο και την Άνδρο να αποτελούν τα μεγαλύτερα σε έκταση νησιά. Το ανάγλυφο των νησιών των Κυκλάδων μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημιορεινό – ορεινό ενώ ο κυριότερος παράγοντας διαμόρφωσής του είναι οι διαδικασίες διάβρωσης και τεκτονικής. Τα Δωδεκάνησα βρίσκονται στο νότιο ανατολικό άκρο του Αιγαίου και αποτελούν το πιο απομακρυσμένο σύνορο της ΝΑ Ευρώπης. Έχουν συνολική έκταση 2.714 km² και αποτελούν ένα σύμπλεγμα 25 κατοικημένων νησιών και πλήθος ακατοίκητων με την Ρόδο, την Κω και την Κάρπαθο να αποτελούν τα μεγαλύτερα σε έκταση νησιά. Μεγάλο τμήμα του ανάγλυφου είναι πεδινό, ενώ σε ορισμένα νησιά διαμορφώνονται ορεινοί όγκοι που ξεπερνούν τα 1000m, όπως στην Ρόδο όπου αναπτύσσεται ο ορεινός όγκος του Αταβυρίου (1.240 m) και στην Κάρπαθο η οροσειρά Κυμαράς (1.290 m). Το Αιγαίο Πέλαγος είναι μία από τις τέσσερις μεγαλύτερες λεκάνες της ανατολικής Μεσογείου καλύπτοντας μια έκταση 240.000 km² . Στα βόρεια και τα δυτικά περιβάλλεται από την ελληνική ηπειρωτική χώρα, στα ανατολικά από τα μικρασιατικά παράλια και στο νότο από τα νησιά του Κρητικού τόξου. Το Αιγαίο πέλαγος συνδέεται με τη θάλασσα του Μαρμαρά και τη Μαύρη θάλασσα μέσω των στενών των Δαρδανελίων. Από μορφολογική άποψη το Αιγαίο αποτελεί μια σχετικά ρηχή θάλασσα, καθώς προέρχεται από την καταβύθιση της Αιγηίδας γης. Ο βυθός του όμως αυλακώνεται από αρκετές τάφρους, ορισμένα σημεία των οποίων έχουν αρκετά μεγάλο βάθος, ενώ αυτός ο πλούσιος θαλάσσιος διαμελισμός έχει σαν συνέπεια να δημιουργούνται πολλοί μικροί και μεγάλοι κόλποι, ακρωτήρια και φυσικά λιμάνια.



Χάρτης 3: Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας (πηγή ΥΠΕΝ)



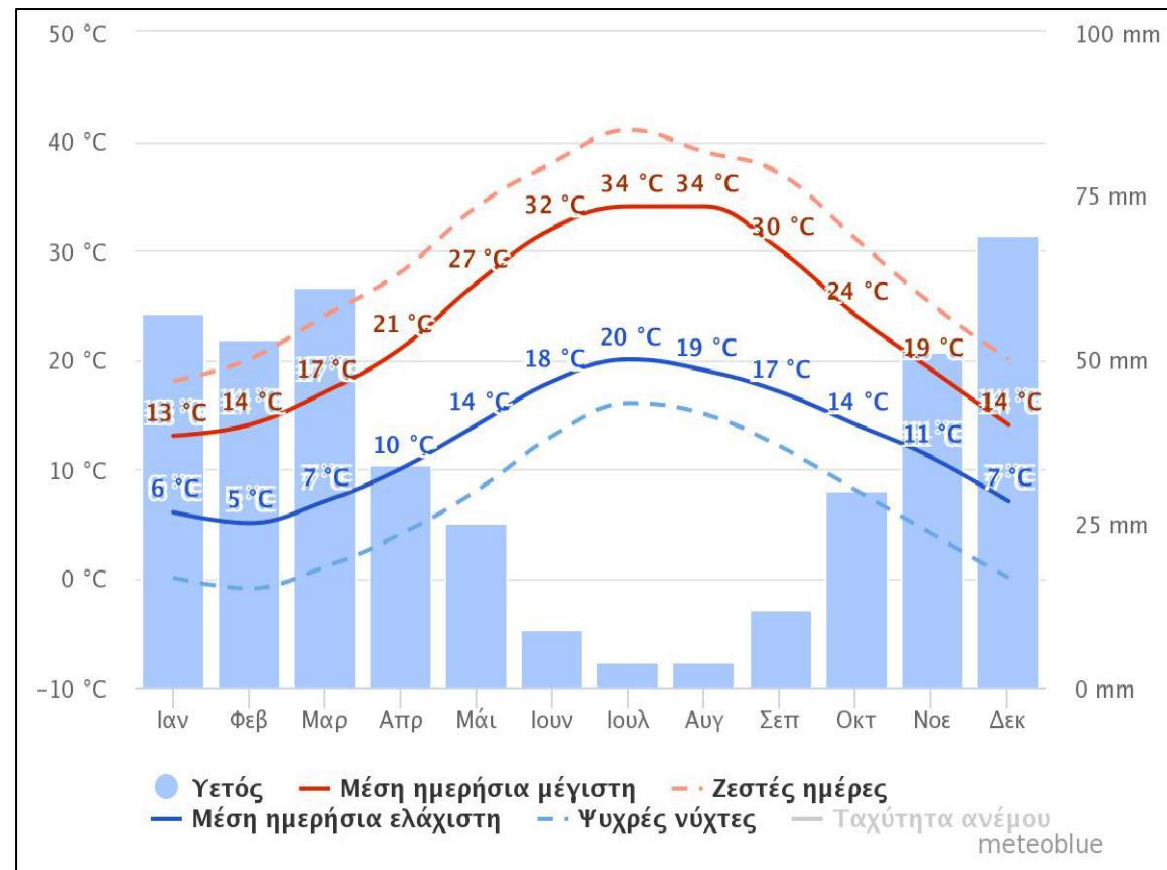
Χάρτης 4: Μορφολογικά χαρακτηριστικά και ΛΑΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (πηγή ΥΠΕΝ)

2.1.5 Κλίμα

Τα νησιά του Νότιου Αιγαίου παρουσιάζουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ως προς το κλίμα, δεδομένης της γεωγραφικής θέσης, του μεγέθους και της απόστασης των νησιών από τις πλησιέστερες ηπειρωτικές ακτές. Στις Κυκλάδες και συγκεκριμένα στη Μύκονο το κλίμα είναι εύκρατο μεσογειακό, προσφέροντας ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, με την ατμόσφαιρα παραμένει, όμως, δροσερή εξαιτίας της επίδρασης των ανέμων και της θάλασσας. Το γεγονός ότι το φθινόπωρο είναι αρκετά θερμό(θερμότερο της άνοιξης), δίνει τη δυνατότητα παράτασης της τουριστικής περιόδου.

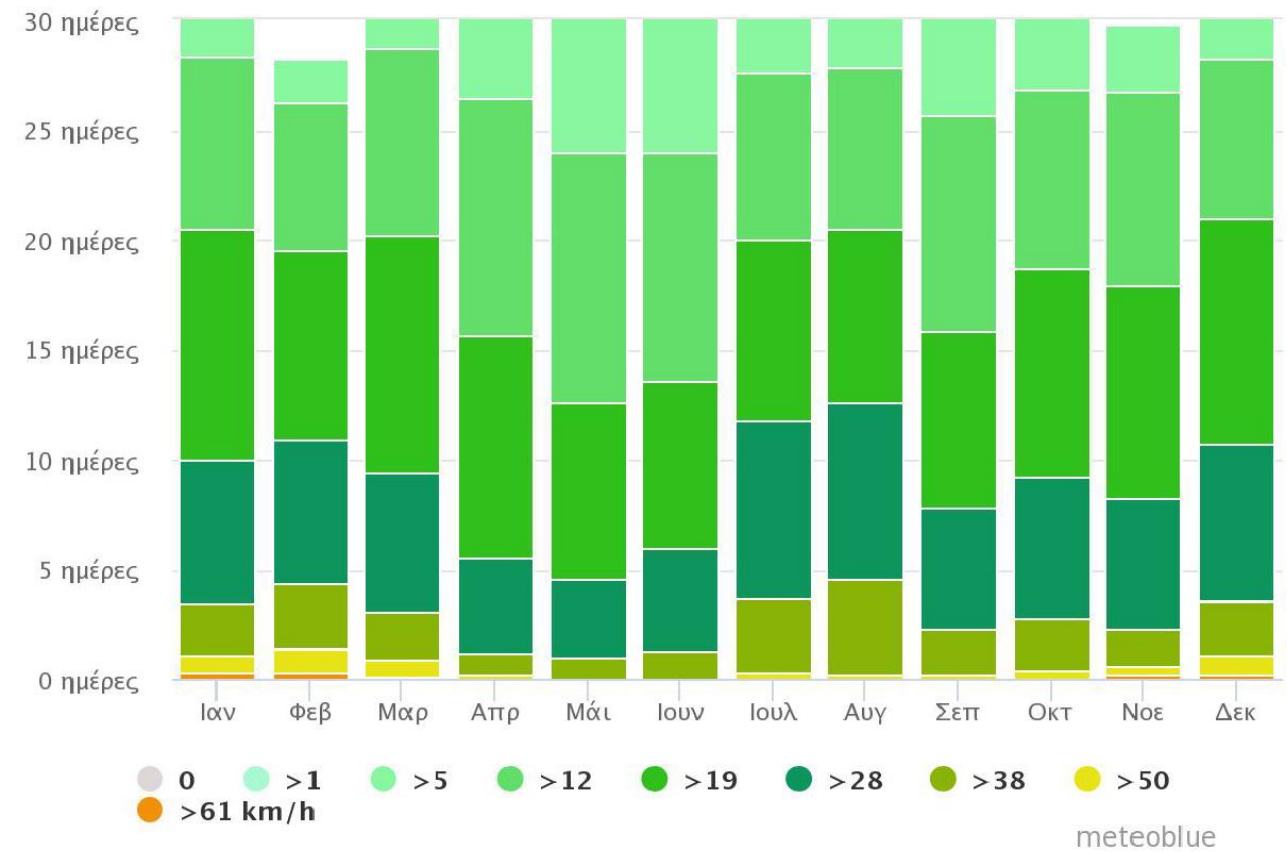
2.1.6 Βροχοπτώσεις και Θερμοκρασία

Η μέγιστη θερμοκρασία μιας μέσης μέρας για κάθε μήνα ξεχωριστά απεικονίζεται με την κόκκινη συμπαγή γραμμή. Η ελάχιστη θερμοκρασία μιας μέσης μέρας για κάθε μήνα ξεχωριστά απεικονίζεται στην μπλε συμπαγή γραμμή. Οι ζεστές ημέρες για κάθε ξεχωριστό μήνα τα τελευταία 30 χρόνια απεικονίζονται στη διακεκομμένη κόκκινη γραμμή υποδεικνύοντας τον μέσο όρο της πιο ζεστής μέρας. Οι κρύες νύχτες για κάθε ξεχωριστό μήνα τα τελευταία 30 χρόνια απεικονίζονται στη διακεκομμένη μπλε γραμμή υποδεικνύοντας τον μέσο όρο της πιο κρύας νύχτας. Τέλος, η μπλε κάθετη μπάρα υποδεικνύει τον μέσο όρο των ποσών του υετού κάθε μήνα, δηλαδή, την κάθε πτώση στο έδαφος προϊόντων του ύδατος. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, οι πιο ζεστές μέρες έχουν ξεπεράσει τους 40 βαθμούς Κελσίου, ενώ τις ψυχρότερες νύχτες το θερμόμετρο μπορεί να πέσει στους 0 βαθμούς. Για την περιοχή, αφορά κυρίως βροχοπτώσεις, αφού, όπως αναφέρθηκε ήδη, το χιόνι και η ομίχλη σπανίζουν. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, οι πιο ζεστές μέρες έχουν ξεπεράσει τους 40 βαθμούς Κελσίου, ενώ τις ψυχρότερες νύχτες το θερμόμετρο μπορεί να πέσει στους 0 βαθμούς.



Εικόνα 3: Υετόγραμμα (πηγή meteoblue)

2.1.7 Ανεμολογικά στοιχεία



Εικόνα 4: Ραυδόγραμμα επικρατέστερων ανέμων (πηγή meteoblue)

Παρουσιάζονται στο παραπάνω ραυδόγραμμα τα χαρακτηριστικά των ανέμων, που πνέουν στο νησί. Οι Νότιοι, με 325 ώρες ανά έτος, πνέουν από 12 έως 19 km/h, οι Βοριοδυτικοί από 19 έως 28 km/h, με συχνότητα 708 ώρες ανά έτος, ενώ κυριαρχούν οι Βόριοι άνεμοι με ταχύτητα μεγαλύτερη του διαστήματος 19-28 km/h και για 645 ώρες ανά έτος. Δεν είναι τυχαίο πως η Μύκονος αποκαλείται το νησί των ανέμων με τους Βόριους ανέμους να τη χαρακτηρίζουν κατά τους θερινούς μήνες, τα γνωστά μελτέμια.

3. Υφιστάμενη κατάσταση-Υδατικοί Πόροι

Η ύδρευση στο νησί της Μυκόνου εξασφαλίζεται μέσω τεσσάρων συστημάτων:

1. Φράγματα-ταμιευτήρες Μαραθίου και Άνω Μεράς σε συνδυασμό με ταχυδιυλιστήρια
2. Μονάδες αφαλατώσεων Κόρφου και Παλαιού Λιμανιού
3. Γεωτρήσεις
4. Σε σπάνιες περιπτώσεις με μεταφορά νερού μέσω πλοίου.

3.1. Φράγματα-ταμιευτήρες

Τα φράγματα χρησιμοποιούνται ώστε να συλλέγεται το νερό των ποταμών και των χειμάρρων με εκμετάλλευση των έντονων κλίσεων και των μεγάλων υψομετρικών διαφορών των εδαφών των νησιών. Το έντονο ανάγλυφο της νήσου διευκολύνει το σχηματισμό χειμάρρων που μεταφέρουν νερό προς τη θάλασσα, για αυτό το λόγο κατασκευάστηκαν τα φράγματα που θα αναφερθούν στη συνέχεια. Στη νήσο Μύκονο έχουν κατασκευαστεί και βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία δύο ταμιευτήρες, το φράγμα Μαραθίου και το φράγμα Άνω Μεράς όπως προαναφέρθηκαν. Το Φράγμα Μαραθίου κατασκευάστηκε στη βορειοδυτική πλευρά του νησιού, σε ευθεία απόσταση από την Χώρα της Μυκόνου 4 km περίπου, επί του χειμάρρου Μαραθιά σε απόσταση 500 m περίπου από την θάλασσα. Σκοπός του έργου είναι η αξιοποίηση των επιφανειακών απορροών για την αντιμετώπιση των αναγκών σε νερό ύδρευσης αλλά και άρδευσης λόγω των αυξημένων αναγκών που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες στο δημοτικό διαμέρισμα της Μυκόνου.



Εικόνα 5: Ταμιευτήρας Μαραθίου

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά Ταμιευτήρα Μαραθίου

Φράγμα Μαραθίου	
Χαρακτηριστικά	
Ωφέλιμο απόθεμα (hm ³)	2.85
Συνολικό απόθεμα (hm ³)	2.95
Ύψος αναχώματος (m)	30
Όγκος αναχώματος (m ³)	32250
Μήκος στέψης (m)	265
Πλάτος στέψης (m)	5
Επιφάνεια λίμνης (km ²)	0.5
Στέψη υπερχειλιστή (m)	32.5
Επιφάνεια λεκάνης (km ²)	9.6
Μέση ετήσια εισροή κατά τη μελέτη (hm ³)	0.6
Πραγματική μέση ετήσια εισροή (hm ³)	0.22
Έτος κατασκευής	1992
Έτος λειτουργίας	2000

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά Ταμιευτήρα Άνω Μεράς

Φράγμα Άνω Μεράς	
Χαρακτηριστικά	
Ωφέλιμο απόθεμα (hm ³)	0.96
Συνολικό απόθεμα (hm ³)	1.06
Ύψος αναχώματος (m)	31
Όγκος αναχώματος (m ³)	44000
Μήκος στέψης (m)	170
Πλάτος στέψης (m)	5
Επιφάνεια λίμνης (km ²)	0.15
Στέψη υπερχειλιστή (m)	29
Επιφάνεια λεκάνης (km ²)	6.5
Μέση ετήσια εισροή κατά τη μελέτη (hm ³)	0.34
Πραγματική μέση ετήσια εισροή (hm ³)	0.13
Έτος κατασκευής	1991
Έτος λειτουργίας	2001

Το φράγμα Άνω Μεράς βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά του νησιού, σε ευθεία απόσταση από τη χώρα της Μυκόνου 10 km περίπου, επί του χειμάρρου Μαού Λαγκάδα σε απόσταση 600 m περίπου από τη θάλασσα. Σκοπός του έργου είναι η αξιοποίηση των επιφανειακών απορροών για την αντιμετώπιση των αναγκών σε νερό άρδευσης αλλά και ύδρευσης κυρίως των υπόλοιπων οικισμών του νησιού.



Εικόνα 6: Ταμιευτήρας Άνω Μεράς

Τα φράγματα Μαραθίου και Άνω Μεράς που έχουν ήδη κατασκευαστεί, είναι τύπου βαρύτητας από RCC (Rolled Compacted Concrete – Ισχνό Κυλινδρούμενο Σκυρόδεμα) με ενσωματωμένο υπερχειλιστή. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα φράγματα αυτού του τύπου είναι σχετικά νέας τεχνολογίας, έχουν μικρότερο κόστος και κατασκευάζονται ταχύτερα από τα αντίστοιχα μεγέθους λιθόρριπτα και χωμάτινα. Η κατασκευή τους όμως απαιτεί βραχώδες υπόβαθρο και διαθέσιμα υλικά καλής μηχανικής αντοχής σε γειτονικό λατομείο, κάτι που παρέχει το νησί της Μυκόνου εξαιτίας των γρανιτικών πετρωμάτων.

Προκειμένου το νερό των ταμιευτήρων να γίνει πόσιμο, οδηγείται στα ταχυδιωλιστήρια. Το νερό του φράγματος Μαραθίου κατευθύνεται στο διωλιστήριο της Αγίας Σοφίας το οποίο έχει δυναμικότητα 1750 m³/ day και έπειτα αποθηκεύεται στις 4 κεντρικές δεξαμενές της Χώρας συνολικής χωρητικότητας 8000 m³. Από την άλλη, το νερό του φράγματος Άνω Μεράς κατευθύνεται στο διωλιστήριο της Άνω μεράς, το οποίο έχει δυναμικότητα 6000 m³/ day και έπειτα αποθηκεύεται στις 2 δεξαμενές του Αγίου Παταπίου (κοντά στην Άνω Μερά).

3.2. Μονάδες αφαλάτωσης

Η αφαλάτωση είναι μια διεργασία μέσω της οποίας απομακρύνονται τα άλατα από το νερό, το οποίο μπορεί να είναι είτε υφάλμυρο είτε θαλασσινό και χρησιμοποιείται για διάφορους λόγους μεταξύ των οποίων και η παραγωγή πόσιμου νερού. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αφαλάτωσης εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως η τοποθεσία, οι ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής, η διαθέσιμη ενέργεια, η προέλευση του νερού, κ.α. Οι αφαλατώσεις που λειτουργούν στα νησιά του Αιγαίου έχουν επικουρικό ρόλο, δηλαδή συμπληρώνουν την παροχή του νερού ύδρευσης, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου η ζήτηση αυξάνεται. Στη νήσο της Μυκόνου, υπάρχουν σε λειτουργία 2 συστήματα μονάδων αφαλάτωσης, στη θέση «Κόρφος Μυκών» του Δήμου Μυκονίων και στη περιοχή του Παλαιού Λιμανιού, όπου χρησιμοποιούν αντίστροφη όσμωση. Η μέθοδος της Αντίστροφης Όσμωσης είναι σχετικά νέα, με εμπορική επιτυχία από τις αρχές του 1970. Η μέθοδος αυτή αποτελεί ίσως το πιο διαδεδομένο τρόπο αφαλάτωσης αλατούχου νερού, καθώς μπορεί να παράγει υψηλής ποιότητας νερό ύδρευσης.

Στη περιοχή του Κόρφου, λειτουργούν 5 μονάδες αφαλάτωσης, εκ των οποίων οι 3 είναι καινούριες με καθαρή παροχή 250 m³/ day έκαστη και οι 2 παλιές με 550 m³/ day έκαστη. Κατα κύριο λόγο, λειτουργούν 14-16 ώρες ταυτόχρονα οι 4 μονάδες, προσδίδοντας δυναμικότητα 2000 m³/ day, ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα λειτουργούν με μειωμένη παροχή. Το λειτουργικό κόστος κάθε μονάδας είναι περίπου 1 €/m³.

Η άλλη μονάδα αφαλάτωσης του Παλιού Λιμανιού, κατασκευάστηκε το 2015 μέσω χρηματοδότησης ΕΣΠΑ και αποτελείται από 2 μηχανές απόδοσης 500 m³/ day έκαστη.

Το σύνολο του παραγόμενου καθαρού νερού από τις μονάδες αφαλάτωσης αποθηκεύεται στις 4 κεντρικές δεξαμενές της Χώρας.

3.3. Γεωτρήσεις

Στη νήσο Μύκονο η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών γίνεται επίσης με προμήθεια νερού από περίπου 1000 ιδιωτικές γεωτρήσεις οι οποίες υπολογίζονται με παροχές από 1,5 έως 10 m³/h. Η σημαντικότερη γεώτρηση βρίσκεται στη θέση Αγίας Σοφίας με παροχή 3,5 m³/h. Η ετήσια εκμετελλεύσιμη ποσότητα είναι περίπου 580000 m³. Οι γεωτρήσεις και τα φρέατα παρέχουν συνήθως νερό χαμηλής ποιότητας με αυξημένη περιεκτικότητα σε άλας. Οι ποσότητες των υδάτων των υπόγειων υδροφορέων δεν είναι σε θέση να καλύψουν την υψηλή ζήτηση, καθώς η υπεράντληση των αποθεμάτων του υδροφόρου ορίζοντα κάθε νησιού οδηγεί σε περαιτέρω επιδείνωση της ποιότητας του νερού αυτού.

3.4. Μεταφορά νερού με πλοία

Στο νησί, όπως και στα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, υπάρχει αντλιοστάσιο μεταφοράς πόσιμου νερού από υδροφόρα πλοία προς τις κεντρικές δεξαμενές ύδρευσης της Χώρας Μυκόνου. Βέβαια η λύση αυτή είναι ξεπερασμένη και δεν χρησιμοποιείται πλέον.

Συνοψίζοντας, για την ύδρευση του δημοτικού διαμερισμάτος της Μυκόνου, χρησιμοποιούνται πέντε μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού στη θέση Κόρφος Μυκών, το φράγμα Μαραθίου όπως και κάποιες γεωτρήσεις με κυριότερη εκείνη στη θέση της Αγίας Σοφίας. Στο δδ λειτουργούν 4 δεξαμενές όγκου 8000 m³, ενώ το υφιστάμενο δίκτυο είναι μήκους 45 km, κατασκευασμένο από αμιαντοσιμεντοσωλήνες και PVC.

Για την ύδρευση του δημοτικού διαμερίσματος Ανω Μεράς χρησιμοποιείται το φράγμα Ανω Μεράς και διάφορες γεωτρήσεις. Το υφιστάμενο δίκτυο έχει μήκος 6 km και είναι σχετικά καλής ποιότητας.



Χάρτης 5: Γενική Διάταξη Έργων Υδροληψίας

3.5. Συμβάσεις έργων ύδρευσης Μυκόνου

Για την αντιμετώπιση των χαμηλών πιέσεων που παρατηρούνται κατά κύριο λόγο τους καλοκαιρινούς μήνες, λόγω του μεγάλου όγκου τουριστών που καταφθάνουν στο νησί, ο Δήμος Μυκόνου ανακοίνωσε την επιτυχή ένταξη του έργου με τίτλο ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΕΥΑ ΜΥΚΟΝΟΥ» στο πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης» του ΥΠ.ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ εξασφαλίζοντας χρηματοδότηση 6.697.000. Το προτεινόμενο έργο αφορά στην ολοκληρωμένη διαχείριση και βελτίωση των υφιστάμενων υποδομών ύδρευσης και περιλαμβάνει 3 κύρια υποέργα. Το 1ο υποέργο αφορά την αντικατάσταση τμήματος του υφιστάμενου καταθλιπτικού αγωγού μεταφοράς νερού από το φράγμα Μαραθίου προς το δυλιστήριο Αγ.Σοφίας με συνολικό μήκος 3700m. Το τμήμα που θα αντικατασταθεί είναι 1890 m. Το 2ο Υποέργο αφορά την μεταφορά νερού από την μονάδα αφαλάτωσης Κόρφου με δυναμικότητα 1000m³/d προς κεντρικές

δεξαμενές της ΔΕΥΑ Μυκόνου. Οι κυριότερες εργασίες που προβλέπεται να υλοποιηθούν είναι οι εξής:

- 1) Η κατασκευή νέου αντλιοστασίου ύδρευσης πλησίον της μονάδας αφαλάτωσης Κόρφου(προκατασκευασμένο-εντός container)
- 2) Η κατασκευή νέου δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού με σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας HDPE 3ης γενιάς Φ355,μήκους 3380m
- 3) Ονομαστικές πιέσεις αγωγού κατά τμήματα PN25/PN20/PN16
- 4) Η εγκατάσταση συσκευών ελέγχου και ασφάλειας δικτύου(αερεξαγωγοί και δικλείδες εκκένωσης,διάταξη PRV μείωσης και διατήρησης πίεσης ανάντι των κεντρικών δεξαμενών της ΔΕΥΑ Μυκόνου

Το 3ο Υποέργο αφορά την εγκατάσταση τηλεμετρίας και εξοπλισμού μέτρησης πίεσης. Οι κυριότερες εργασίες που θα υλοποιηθούν είναι:

- 1) Η δημιουργία Σταθμών Μέτρησης Παροχής Πίεσης(Σ.Μ.Π.Π) σε σημεία που παρατηρούνται φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας
- 2) Η δημιουργία Τοπικών Σταθμών Ελέγχου Κατανάλωσης(Τ.Σ.Ε.Κ.) σε σημεία που παρατηρούνται φαινόμενα υποεγγραφής των υφιστάμενων υδρομετρητών και δημιουργίας πλασματικής ζήτησης
- 3) Η εγκατάσταση Σταθερού Δικτύου(Fixed Network AMR) σε όλο το δίκτυο της ΔΕΥΑΜ
- 4) Η προμήθεια Φορητών Σταθμών Ελέγχου(Φ.Σ.Ε)
- 5) Η προμήθεια και εγκατάσταση λογισμικών επέκτασης του κεντρικού σταθμού ελέγχου(Κ.Σ.Ε.)

4. Διερεύνηση Παροχών

4.1. Υπολογισμός παροχών σχεδιασμού

Η μελέτη του έργου που θα επιλεγεί δε θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να βασίζεται στα τρέχοντα δεδομένα του έτους 2021, καθώς το έργο πρόκειται να εξυπηρετεί τις μελλοντικές ανάγκες του νησιού. Για τον λόγο αυτό, ο σχεδιασμός έγινε με βάση τις μελλοντικές ανάγκες σε βάθος εικοσαετίας, δηλαδή για το έτος 2041.

Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί αρχικά ο προσδιορισμός της μέγιστης ημερήσιας παροχής ($Q_{\max\eta\mu\epsilon\rho\eta\sigma\iota\omicron}$).

Προκειμένου να βρεθεί η συνολική παροχή σχεδιασμού, χρειάστηκε να ετιμηθούν οι μελλοντικές καταναλώσεις των επί μέρους κατηγοριών:

1. Μόνιμοι Κάτοικοι
2. Τουρίστες - Ξενοδοχειακές Μονάδες
3. Εποχιακοί κάτοικοι – Παραθεριστές
4. Κάμπινγκ
5. Βιομηχανίες
6. Σκάφη (Ιστιοπλοϊκά, Θαλαμηγοί)

Στις παραπάνω κατηγορίες δε χρειάζεται να υπολογιστούν οι ζητήσεις νερού για αρδευτικούς σκοπούς και για την εξυπηρέτηση των κρουαζιερόπλοιων που πιθανώς θα ελλιμενιστούν στο νησί.

4.1.1. Παροχή μόνιμων κατοίκων

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί η προμελέτη αφορά το Δημοτικό Διαμέρισμα της Μυκόνου. Από τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ ο μόνιμος πληθυσμός του διαμερίσματος ανέρχεται σε 8.397 κατοίκους. Λαμβάνοντας υπ' όψιν μια αύξηση της τάξης 10%, ο πληθυσμός για το 2041 εκτιμήθηκε σε 9.237 κατοίκους.

Από τη βιβλιογραφία, η μέση κατανάλωση για τους μόνιμους κατοίκους ανέρχεται σε 180 lt/κατ./ημέρα. Από τη σχέση:

$$Q_E = q * \Pi$$

υπολογίστηκε η μέση παροχή (Q_E) για το 2041, ίση με $Q_E=1662,61 \text{ m}^3/d$. Με δεδομένο τον συντελεστή ημερήσιας αιχμής $\lambda_H=1,5$ για τους μόνιμους κατοίκους, προέκυψε η $Q_{\max\eta\mu}=2493,91 \text{ m}^3/d$ μέσω της σχέσης:

$$Q_{\max\eta\mu} = \lambda_H * Q_E$$

4.1.2. Παροχή τουριστών – Ξενοδοχειακών Μονάδων

Για τον υπολογισμό της παροχής ημερήσιας αιχμής τουριστών, έγινε μια αύξηση κατά 10% των κλινών για το 2041, και θεώρηση 100% πληρότητας των κλινών στις ξενοδοχειακές μονάδες.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία για τις μέσες καταναλώσεις κλινών ανάλογα με την κατηγορία των ξενοδοχείων, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα οι τιμές τους:

Πίνακας 5: Ειδικές Καταναλώσεις κλινών

Κατανάλωση κλινών:		
1 αστέρι	150	L/day/κλιν
2 αστέρια	250	L/day/κλιν
3 αστέρια	300	L/day/κλιν
4 αστέρια	350	L/day/κλιν
5 αστέρια	450	L/day/κλιν

Επίσης, στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η προσαύξηση των κλινών:

Πίνακας 6: Προσαύξηση κλινών για το έτος σχεδιασμού

Κατηγορία ξενοδοχειακής μονάδας	Αριθμός κλινών(2020)	Αριθμός κλινών(2041)
1 αστέρι	752	827.2
2 αστέρια	1021	1123.1
3 αστέρια	2653	2918.3
4 αστέρια	4108	4518.8
5 αστέρια	5833	6416.3
SUM	14367	15804

Με αυτόν τον τρόπο, υπολογίστηκε η μέση παροχή (Q_E), η οποία πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή ημερήσιας αιχμής $\lambda_H=1,1$ για τους τουρίστες οδηγεί στην $Q_{\max\mu 1}=6324,19 \text{ m}^3/\text{d}$.

Πίνακας 7: Παροχές Ξενοδοχείων

Κατηγορία ξενοδοχειακής μονάδας	Συνολική Παροχή Κλινών(l/day)	(m ³ /day)
1 αστέρι	124080	124.08
2 αστέρια	280775	280.775
3 αστέρια	875490	875.49
4 αστέρια	1581580	1581.58
5 αστέρια	2887335	2887.335
sum QE		5749.26
sum QmaxHμ		6324.19

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον ελληνικό οργανισμό τουρισμού (ΕΟΤ) υπάρχει ένα ποσοστό περί 20% των ολικών κλινών, το οποίο δεν είναι καταγεγραμμένο. Η παροχή αυτή λήφθηκε υπ' όψιν και ανέρχεται σε $Q_{\max\mu 2}=1150 \text{ m}^3/\text{d}$.

Αθροίζοντας τις δύο παραπάνω παροχές, προκύπτει η συνολική $Q_{\max\mu}=7474,19 \text{ m}^3/\text{d}$.

4.1.3. Παροχή εποχιακών κατοίκων - παραθεριστών

Με τον όρο εποχιακοί κάτοικοι, θεωρείται ο πληθυσμός που διαθέτει κατοικία στον εκάστοτε τόπο αλλά δε διαμένει μόνιμα σε αυτόν. Σύμφωνα με δεδομένα για το ΔΔ Μυκόνου αυτός ο πληθυσμός αποτελεί το 20% του μόνιμου, δηλαδή 1.848.

Η μέση κατανάλωση των παραθεριστών, σύμφωνα με βιβλιογραφία, ανέρχεται σε 220 lt/κατ./ημέρα. Συνεπώς, προκύπτει η $Q_E=616,59 \text{ m}^3/\text{d}$ και με συντελεστή ημερήσιας αιχμής $\lambda_H=1,1$, η $Q_{\max\mu}=678,25 \text{ m}^3/\text{d}$.

4.1.4. Παροχή κάμπινγκ

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, συλλέχτηκαν δεδομένα από την ΕΛΣΤΑΤ για τον αριθμό διανυκτερεύσεων σε καταλύματα κάμπινγκ στο πεντάμηνο της σεζόν, αναφορικά με το έτος 2019 που αποτέλεσε την τελευταία χρονιά μέγιστης πληρότητας, ελέω πανδημίας (Covid19). Τα δεδομένα αυτά, προσαυξήθηκαν κατά 10% και εν τέλη ο συνολικός αριθμός διανυκτερεύσεων για το 2041 ανέρχεται σε 18.351, δηλαδή 123 διανυκτερεύσεις ανά ημέρα. Γνωρίζοντας ότι η μέση κατανάλωση στο κάμπινγκ είναι 100 lt/κατ./ημέρα και ότι ο συντελεστής ημερήσιας αιχμής είναι $\lambda_H=1,1$, προέκυψε η μέγιστη ημερήσια καταναλωση $Q_{\max\mu}$ όπως φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 8: Παροχές Κάμπινγκ

κατανάλωση camping 2041:	
Αριθμός διανυκτερεύσεων στο 5μηνο σεζόν:	18350.2
Ημερήσια:	122.3
QE(m ³ /d)	12.23
Qmaxhm(m ³ /d)	13.46

4.1.5. Παροχή βιομηχανιών

Στην νήσο Μύκονο έχουν καταγραφεί επτά βιομηχανίες, οι οποίες ανήκουν στις εξής κατηγορίες:

- Οινοποιεία
- Παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος
- Παραγωγή και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος
- Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση γαλακτοκομικών προϊόντων

Η ποσότητα νερού που καταναλώνεται από τις παραπάνω βιομηχανίες ανέρχεται στα 10259,59 m³ με σταθερή μηνιαία κατανάλωση και άρα $Q_{\max\mu}=342 \text{ m}^3/\text{d}$. Σε αυτήν την κατηγορία δεν έγινε προσαύξηση για το έτος 2041, διότι το βιομηχανικό δυναμικό του νησιού δε μπορεί να μεταβληθεί σημαντικά.

4.1.6. Παροχή σκαφών

Το νησί της Μυκόνου, ως ένας από τους δημοφιλέστερους τουριστικούς προορισμούς της χώρας μας, φιλοξενεί μεγάλο αριθμό τουριστικών σκαφών και για αυτόν τον λόγο πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στον σχεδιασμό και οι παροχές ανεφοδιασμού. Τα λιμάνια της Μυκόνου είναι τρία: Νέος λιμένας Μυκόνου, Παλαιό λιμάνι Μυκόνου και Λιμάνι Όρνου. Από αυτά, το Παλαιό λιμάνι είναι αυτό το οποίο ανήκει στην περιοχή μελέτης μας. Σύμφωνα με το Masterplan του Παλαιού λιμένα, οι θαλαμηγοί που μπορούν να ελλιμενιστούν ανέρχονται σε 71, ενώ τα ιστιοπλοϊκά ανέρχονται σε 130. Λαμβάνοντας υπ' όψιν κάποια πιθανή επέκταση του λιμένα, έγινε μία προσάυξηση της τάξης του 10% των θέσεων. Για τις θαλαμηγούς βρέθηκε μέση κατανάλωση 1000 lt/σκάφος/ημέρα, ενώ για τα ιστιοπλοϊκά 100 lt/σκάφος/ημέρα. Με αυτόν τον τρόπο, προέκυψε η $Q_{\max\eta\mu}=92,4 \text{ m}^3/\text{d}$.

Αθροίζοντας τις παραπάνω επί μέρους παροχές, βρέθηκε η συνολική μέγιστη ημερήσια παροχή ίση με $\text{sum}Q_{\max\eta\mu}=11094,25 \text{ m}^3/\text{d}$.

4.2. Προσφορά – Ζήτηση νερού

Τα φυσικά και τεχνητά μέσα τα οποία συνεισφέρουν στην εξασφάλιση πόσιμου νερού για την περιοχή μελέτης μας (Χώρα της Μυκόνου) φαίνονται στον πίνακα παρακάτω:

Πίνακας 9: Υδατική Δυναμικότητα ΔΔ Μυκόνου

Ταχ Μαραθίου	1750	m ³ /d
Αφαλάτωση Κόρφου	2000	m ³ /d
Αφαλάτωση Παλαιού Λιμανιού	1000	m ³ /d
Γεώτρηση	84	m ³ /d
Συνολική παροχή πόσιμου νερού	4834	m ³ /d

Είναι επομένως αντιληπτό, ότι τους θερινούς μήνες υπάρχει έλλειμμα νερού της τάξης των $6.170,25 \text{ m}^3/\text{d}$.

Αντίθετα, τους χειμερινούς μήνες, σαν καταναλώσεις λαμβάνονται μόνο αυτές των μόνιμων κατοίκων και των βιομηχανιών. Έτσι, προκύπτει μία μέγιστη ημερήσια κατανάλωση την χειμερινή περίοδο 2041 ίση με $3.351,8 \text{ m}^3/\text{d}$.

Συμπεραίνεται λοιπόν, πως το μείζον πρόβλημα εντοπίζεται στους θερινούς μήνες και για αυτόν το λόγο η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται σε αυτό.

4.3. Προτεινόμενα Έργα

Οι πιθανές λύσεις για την αντιμετώπιση της έλλειψης νερού είναι δύο:

1. Κατασκευή νέων μονάδων αφαλάτωσης.
2. Κατασκευή νέας διάταξης εξωτερικού-εσωτερικού υδραγωγείου.

Με μία πρώτη εκτίμηση, η λύση των μονάδων αφαλάτωσης κρίνεται αντιοικονομική και δε διορθώνει τις χαμηλές πιέσεις στο δίκτυο διανομής νερού, οπότε επιλέχθηκε η κατασκευή νέας διάταξης εξωτερικού υδραγωγείου, δεξαμενών αποθήκευσης νερού, εσωτερικού υδραγωγείου. Αντλώντας νερό από νέο σημείο εντός του ταμιευτήρα του Μαραθίου, βελτιώνεται το πρόβλημα των πιέσεων.

5. Σχεδιασμός Εξωτερικού Υδραγωγείου

5.1. Επιλογή υλικού αγωγού

Το υλικό που προτιμήθηκε για τη κατασκευή του καταθλιπτικού αγωγού είναι το πολυαιθυλένιο. Αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα πλαστικά για την μεταφορά πόσιμου νερού. Αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο και δεν περιέχει αλογόνα. Το πολυαιθυλένιο δεύτερης και τρίτης γενιάς χρησιμοποιείται περισσότερο σε συστήματα σωληνώσεων.

Οι λόγοι που το πολυαιθυλένιο είναι τόσο διαδεδομένο είναι τα φυσικά του χαρακτηριστικά. Είναι ελαφρύ, εύκαμπτο, δεν διαβρώνεται, δεν είναι αγωγίμο, δεν είναι επικίνδυνο και είναι ουδέτερο σε γεύση και οσμή. Η επιφάνεια των σωλήνων πολυαιθυλενίου είναι πολύ λεία, ανθεκτικό σε

ατέλειες και με υψηλή αντίσταση στην τριβή. Οι σωλήνες PE είναι ανθεκτικοί σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, ακτινοβολία UV light και μεγάλο εύρος χημικών.

Κατά συνέπεια, οι σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι πολύ ανθεκτικοί και έχουν μέσο όρο ζωής για πάνω από 100 χρόνια. Επίσης είναι 100% ανακυκλώσιμοι.

5.2. Χωροθέτηση δεξαμενών

5.2.1 Αρχική θέση

Αρχικά για να καλυφθεί το έλλειμμα που αναφέρθηκε χρειάστηκε να ορισθούν η στάθμη υδροληψίας από τον ταμιευτήρα Μαραθίου και η θέση κατασκευής νέων δεξαμενών. Με δεδομένο την θεωρητικά επαρκή ετήσια εισροή στον ταμιευτήρα της τάξεως των 220000 m³/year, και άρα έναν πλήρη ωφέλιμο όγκο (2.850.000 m³) κρίθηκε ορθή μία στάθμη υδροληψίας στα +15 m. Η εκτίμηση αυτή δεν είναι απόλυτα ακριβής διότι δεν υπάρχει η καμπύλη στάθμη-αποθέματος του ταμιευτήρα. Επίσης, γνωρίζοντας πως τα υψόμετρα στη Μύκονο κυμαίνονται μεταξύ +0,00 m και +370,00 m (χάρτης ΙΓΜΕ), αρχικά επιλέχθηκε η θέση με υψόμετρο +112 m.



Χάρτης 6: Χάρτης ισοψών (πηγή ΙΓΜΕ)

Έπειτα, έγινε έλεγχος επάρκειας των αποθεμάτων του ταμιευτήρα, αφαιρώντας την αναγκαία παροχή των 5 θερινών μηνών από τον ωφέλιμο όγκο. Ο υπολειπόμενος όγκος νερού ανέρχεται σε **1817059 m³**.



Χάρτης 7: Αρχική τοποθέτηση δεξαμενών

Η παραπάνω περιοχή, εκ πρώτης όψεως ενδείκνυται για την κατασκευή τέτοιου έργου λόγω της έλλειψης αστικού ιστού. Προκειμένου όμως να ελεγχθεί η καταλληλότητα του αγωγού, βασικό κριτήριο αποτελεί η πιεζομετρική γραμμή να μην τέμνει τη γραμμή εδάφους. Για να ελεγχθεί αυτό, έγινε διαστασιολόγηση του αγωγού, μέσω της γενικευμένης εξίσωσης Manning ως προς τη διάμετρο και σε συνδυασμό με τις τυπικές διαστάσεις εμπορίου, υπολογίστηκε η απαιτούμενη διάμετρος $D_{\text{ονομαστικό}} = 250 \text{ mm}$ αγωγού HDPE 10 atm. Στη συνέχεια, μέσω της εξίσωσης ενέργειας και των γραμμικών απωλειών αποτυπώθηκε η πιεζομετρία του αγωγού όπου διαπιστώθηκε ότι η πιεζομετρική γραμμή τέμνει τη γραμμή του εδάφους, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα σπηλαίωσης λόγω των αρνητικών πιέσεων. Αυτό φαίνεται στο προφίλ της παρακάτω μηκοτομής.



Χάρτης 8: Εξωτερικό υδραγωγείο



Εικόνα 7: Πιεζομετρική γραμμή εξωτερικού υδραγωγείου

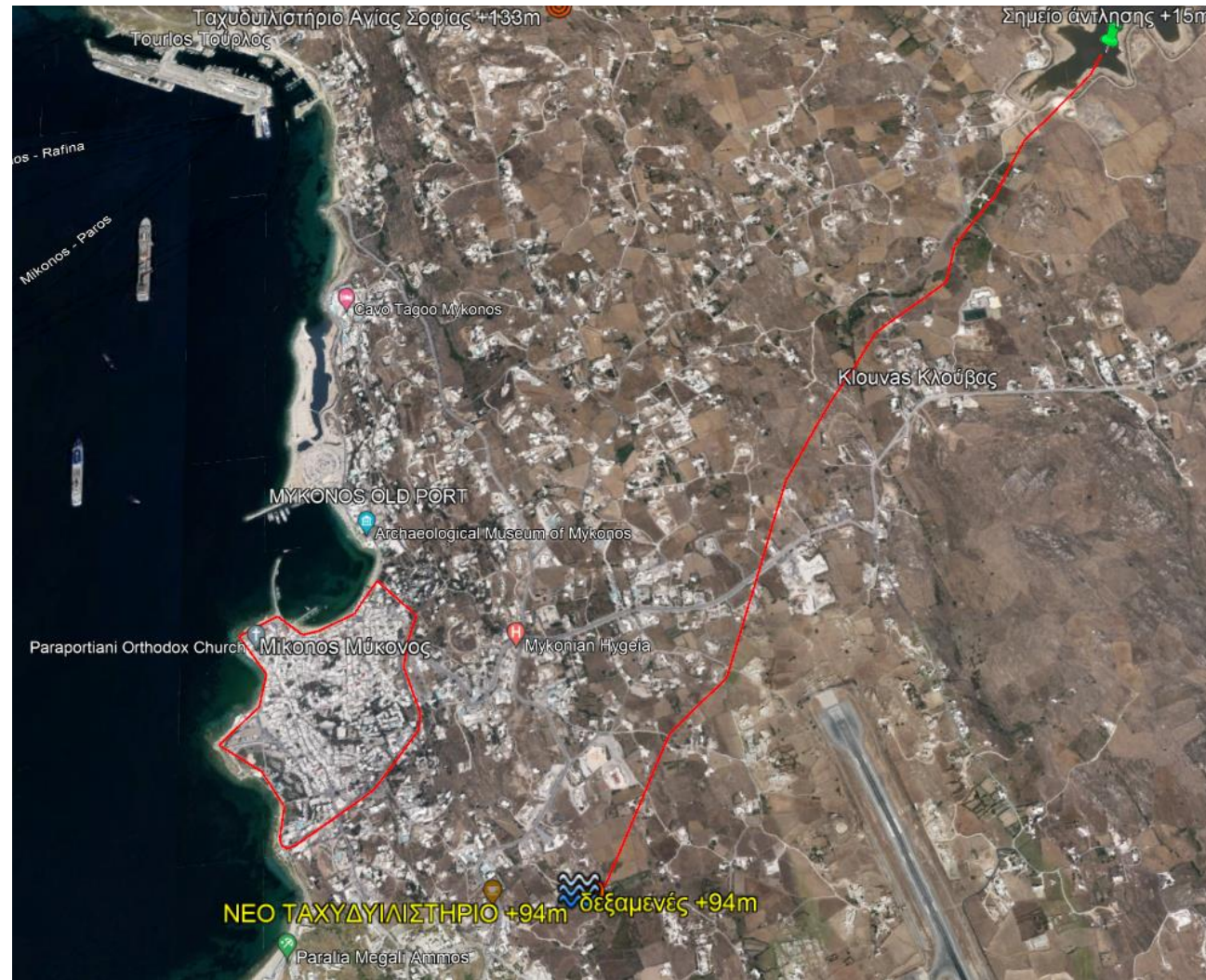
Για το δυσμενέστερο σημείο κατά μήκος της μηκτομής ($x=+1050$ m) από τις δεξαμενές, πραγματοποιήθηκε όπως αναφέρθηκε έλεγχος ελάχιστων πιέσεων. Οριακή συνθήκη αποτελεί ότι $p/\gamma \leq -7$ m. Κάτι τέτοιο δεν πληρείται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 10: Έλεγχος ελάχιστων πιέσεων

x = + 1050 m	
J	0.01
L(m)	1050
hf(m)	10.5
Εξίσωση ενέργειας	
Hδεξ = Hσημείου + hf + hT	
Hδεξ(m)ΚΣΥ	112
hT(m)	0.221
Hσημείου(m)	101.28
z τοπογραφικό σημείου(m)	110
p/γ σημείου(m)	-8.868

5.2.2 Εναλλακτική θέση

Κρίθηκε λοιπόν απαραίτητη, η εύρεση νέας τοποθεσίας για τις δεξαμενές αποθήκευσης και συνεπώς η αναδιαμόρφωση των αγωγών. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η τοποθέτησή τους πλησιέστερα της χώρας της Μυκόνου σε υψόμετρο +94 m.



Χάρτης 9: Νέα θέση δεξαμενών και εξωτερικό υδραγωγείο

$$H_v = \frac{f \times L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

και γνωρίζοντας για την νέα θέση, το μήκος L του αγωγού από το Google Earth ίσο με **3210 m**, υπολογίστηκε η κλίση της γραμμής ενέργειας (J). Οι υπολογισμοί παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 11 : Γραμμικές απώλειες ενέργειας

ΑΠΩΛΕΙΣ	
Ks(mm)	1
Re	368429.15
μ(m ² /sec)	0.0000011
αρχικο f	0.0286
1/sqrt(f)	5.8897154
f	0.0288
ΔΗΓΡΑΜΜ	51.531795
J	0.0161

Σε επόμενο βήμα, με δεδομένο την παροχή από το ισοζύγιο ελλείμματος θερινών μηνών ίση με **6.170,25 m³/d** δηλαδή **0.079 m³/sec** και θεωρώντας απώλειες παροχής σε βάθος χρόνου, της τάξης του 10% για τον νέο καταθλιπτικό αγωγό, υπολογίστηκε μέσω της γενικευμένης εξίσωσης Manning:

$$D = \left(\frac{4^{3+\beta} N^2 Q^2}{\pi^2 J^{1+\gamma}} \right)^{\frac{1}{5+\beta}}$$

η ονομαστική διάμετρος αγωγού HDPE 10 atm, D_{ονομαστικό} = 280 mm όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Σε πρώτο στάδιο, προκειμένου να προσδιορισθεί η κλίση της γραμμής ενέργειας, χρειάστηκε να βρεθούν οι γραμμικές απώλειες. Με δεδομένα τον αριθμό Reynolds και με αρχική υπόθεση συντελεστή τριβών f, μέσω του τύπου **Colebrook-White** για μεταβατική περιοχή:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \log \left(\frac{k_s / D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \text{ (Colebrook - White)}$$

Υπολογίστηκε ο τελικός συντελεστής τριβών **f = 0,0288**. Με τη χρήση του f, προέκυψαν οι γραμμικές απώλειες στον αγωγό με την χρήση του τύπου:

Πίνακας 12 : Διαστασιολόγηση εξωτερικού υδαγωγείου, μέσω εξίσωσης Manning

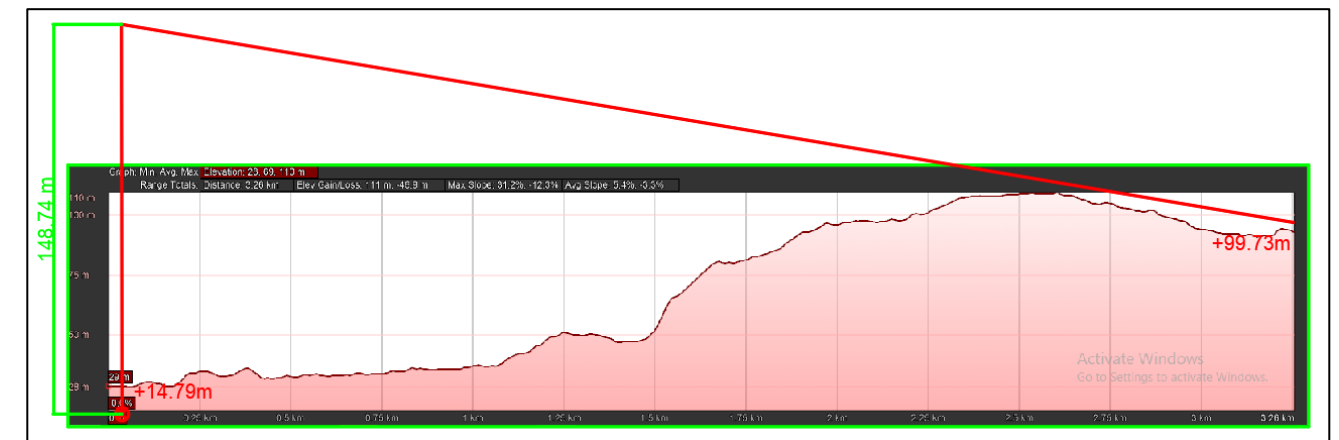
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	
Qmaxhm2041 (m3/s) (10%)	0.079
Hδεξαμενες (m)	100.00
Hταχυδυλ	94.00
Σημείο άντλησης	15.00
ε=0.001	0.001
ε*	20
β	0.310145985
γ	0.013333333
N	0.012020401
Λεξωτ.	3210
J	0.016053519
4^(3+b)	98.37991959
N ²	0.00014449
Q ²	0.006171112
π ²	9.869604401
Δεσωτερική (m)	0.246148001
Δονομαστικό HDPE 10 atm (mm)	280
Δεσωτερική εμπορίου (m)	0.2468

Πίνακας 13 : Υπολογισμός ύψους ενέργειας

ΕΞΙΣΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
Hταμ=Hδεξ+hL+ΣhT-Hm	
Hταμ (m)	15
Hδεξ	100.00
hf (m)	51.532
V=Q/A (m/sec)	1.642
V ² /2g	0.137437112
κεισ	0.5
κεξ	1
hΤεισ	0.0687
hΤεξ	0.1374
Hm (m)	148.74

Προκειμένου να κριθεί κατάλληλη η διάταξη που προτάθηκε, χρειάστηκε να γίνουν ξανά δύο έλεγχοι:

1. Η πιεζομετρική γραμμή να μην τέμνει τη γραμμή εδάφους.



Εικόνα 8: Πιεζομετρική γραμμή νέου εξωτερικού υδραγωγείου

2. Οι ταχύτητες του αγωγού να μην υπερβαίνουν τα 2 m/sec.

V=Q/A (m/sec)	1.642
---------------	-------

Τελικό στάδιο αποτέλεσε η εύρεση των τοπικών απωλειών στην είσοδο-έξοδο του αγωγού, ο υπολογισμός του όρου $V^2/2g$ για την χάραξη της πιεζομετρικής γραμμής καθώς και το απαραίτητο μανομετρικό ύψος το οποίο προέκυψε μέσω της εξίσωσης ενέργειας. Για την εξίσωση ενέργειας, ως ενεργειακό υψόμετρο των δεξαμενών χρησιμοποιήθηκε η Ανώτατη Στάθμη Ύδατος, και τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

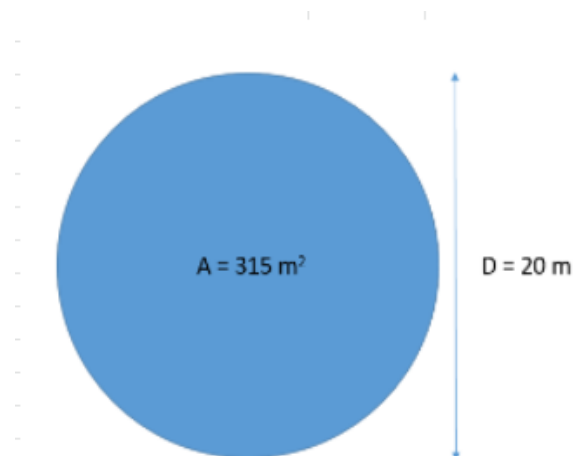
5.3. Δεξαμενές

Όσον αφορά τη διαστασιολόγηση των δεξαμενών, ο απαιτούμενος όγκος που πρέπει να έχουν, σύμφωνα με την παροχή σχεδιασμού, είναι $V = Q * t = 0,079 \text{ m}^3/\text{sec} * 86400 \text{ sec} = 6787,275 \text{ m}^3$. Προκειμένου όμως το σύστημα να λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και όχι αποκλειστικά για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών τους θερινούς μήνες στο νησί, έγινε μία αρχική διαστασιολόγηση τέτοια ώστε ο συνολικός όγκος των δεξαμενών να είναι $V_{\text{δεξ}} = 8000 \text{ m}^3$.

Πρόκειται για 4 κυκλικές δεξαμενές (και 1 εφεδρική) διαμέτρου $D = 20 \text{ m}$ και συνολικού βάθους $H = 6,8 \text{ m}$.

Πίνακας 14 : Διαστασιολόγηση δεξαμενών

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ					
Απαιτούμενος Όγκος	6886.275	m ³	Τελικός όγκος	8000	m ³
Free Board	0.5	m			
Ύψος επικαθίσεων	0.3	m			
Ωφέλιμο Ύψος	6	m			
Συνολικό Βάθος	6.8	m			
Επιφάνεια	1012.6875	m ²	Τελική επιφάνεια δεξαμενών	1176.4706	m ²
Ανώτατη Στάθμη Υδατος	100	m			
Κατώτατη Στάθμη Υδατος	94	m			



Εικόνα 9: Τυπική κάτοψη επιφάνειας δεξαμενής

Προκειμένου όμως, να εξετασθεί εάν ο όγκος των δεξαμενών επαρκεί, έγινε έλεγχος σε δύο περιπτώσεις:

1. Βλάβη του εξωτερικού υδραγωγείου για 5 ώρες,
2. Πυρκαγιά διάρκειας 2-3 ώρες όπου ενεργοποιούνται 2 πυροσβεστικοί κρουνοί παροχής 5 lt/s.

Ο τελικός όγκος έκαστης δεξαμενής, προκύπτει σαν επαλληλία ενός ρυθμιστικού όγκου δεξαμενής και ενός όγκου ασφαλείας σύμφωνα με το δυσμενέστερο σενάριο, δηλαδή αυτό της βλάβης του αγωγού εξωτερικού υδραγωγείου, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 15 : Έλεγχος απαιτούμενου όγκου δεξαμενών

ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΓΚΩΝ	
$Q_{\text{max}} h_{m2041} \text{ (m}^3/\text{s)}$	0.079
$V_{\text{ρυθμιστικός}} = 0.30 * V_{\text{max}} h_{m} \text{ (m}^3)$	2036.183
Νασφαλείας = max(Vβλαβης, Vπυρκαγιας)	
$V_{\text{βλαβης}} = Q_{\text{αγωγού}} * t_{\text{βλαβης}}$ οπου $t_{\text{βλαβης}} = 2-6 \text{ h}$ (παίρνουμε 5 h)	1414.016
$V_{\text{πυρκαγιας}} = Q_{\text{κρουνων}} * t_{\text{πυρκαγιας}}$ οπου $t_{\text{πυρκαγιας}} = 2-3 \text{ h}$	72
Άρα $V_{\text{δεξαμενης}} = V_{\text{ρυθμιστικός}} + V_{\text{ασφαλειας}} \text{ (m}^3)$	862.550 < 2000
Άρα $H_{\text{ωφέλιμο}} = V_{\text{δεξ}} / A_{\text{δεξ}} \text{ (m)}$	2.7 < 6

Συνεπώς ο σχεδιασμός όγκου των δεξαμενών είναι ορθός διότι υπερκαλύπτει τα δυσμενέστερα σενάρια.

Το νερό των δεξαμενών, έπειτα από επεξεργασία που θα υφίσταται στο ταχυδουλίστήριο δυναμικότητας 8000 m³/day, θα διανέμεται μέσω του κύριου τροφοδοτικού αγωγού όπως θα μελετηθεί παρακάτω.



Χάρτης 10: Τυπική χωροθέτηση δεξαμενών-ταχυδιυλιστηρίου

5.4 Επιλογή αντλιοστασίου

Έχοντας υπολογίσει το μανομετρικό ύψος στο σημείο άντλησης ($H_m = 148.74 \text{ m}$), και γνωρίζοντας την παροχή που πρέπει να μεταφερθεί στις δεξαμανές ($Q = 141,4 \text{ m}^3/\text{h}$), αναζητήθηκαν οι διάφοροι τύποι πιθανών αντλιών συμβατές με το έργο.


Επιλέχθηκε η χρήση 2 αντλιών (+1 εφεδρική) οριζόντιας διάταξης, με 3 πτερωτές, τύπου E-MPA 100B- 2950rpm με ισχύ $P = 105 \text{ kW}$ υπολογισμένη μέσω της σχέσης:

$$P_A = \frac{\rho g Q H_m}{\eta}$$

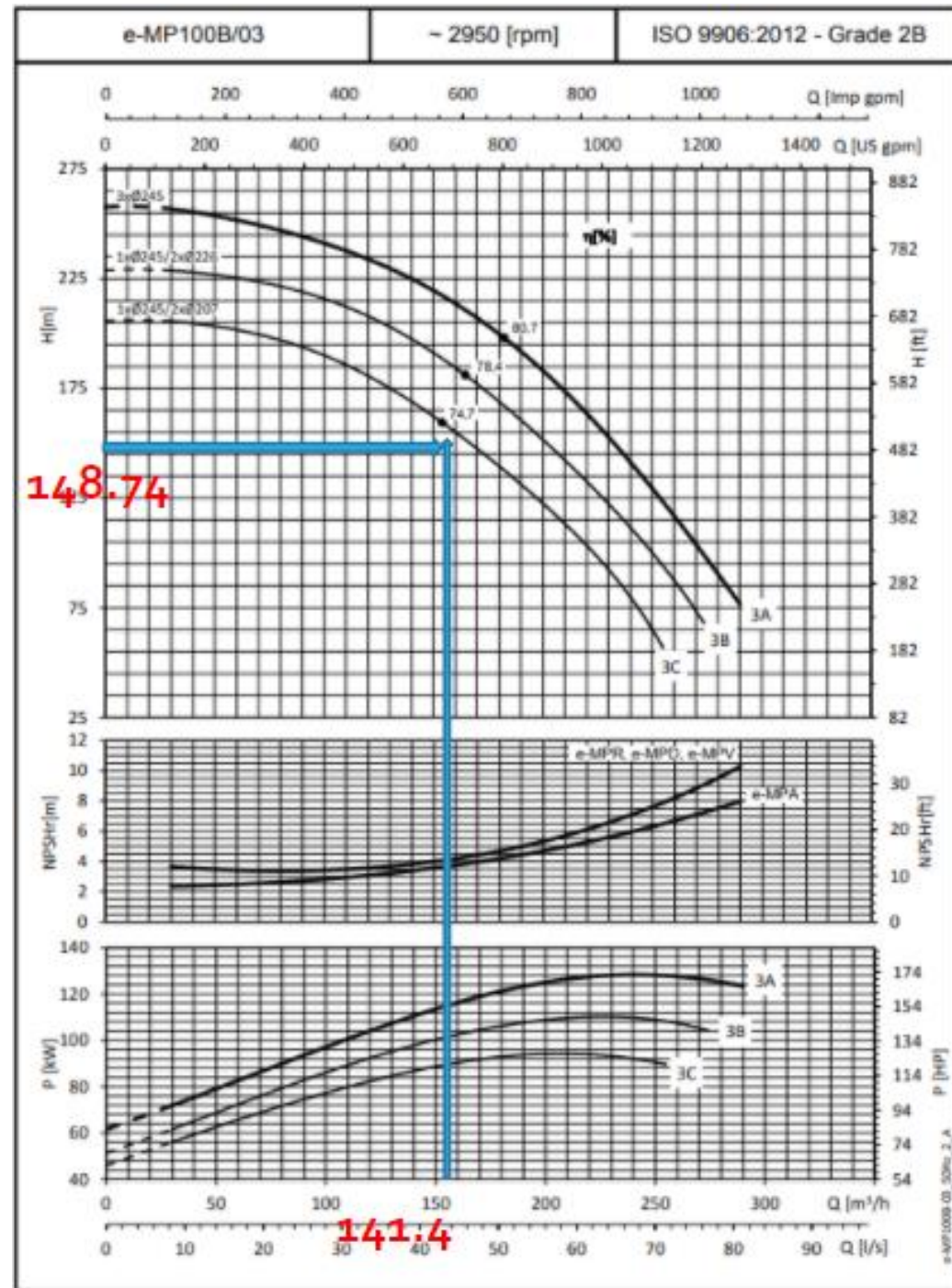
, όπου Q η επιμερισμένη παροχή ανάλογα με τον αριθμό αντλιών που επιλέχθηκε, δηλαδή τρεις.



e-MP SERIES DESIGN VERSIONS

CONFIGURATION	DESCRIPTION
<p>Model MPA</p> 	<p>Closed radial Impeller and U-turn diffuser design</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horizontal shaft design • Axial suction nozzle • Radial discharge nozzle (left, top, right) • Drive on discharge side • Radial/Axial roller bearing on drive side • Plain bearing on suction side • Axial thrust balancing by drum design • Shaft sealing on discharge side only • Bare shaft or pump unit • Driver: electric motor - IEC or NEMA standard • IC-engine, turbine • Temperature range: (-25) -10°C to 140°C (180°C) • Inlet pressure: up to 10 bar

Εικόνα 10: Αντλία E-MPA 100B εμπορίου



Εικόνα 11: Καμπύλη δυναμικότητας αντλιών

Σύμφωνα με την καμπύλη δυναμικότητας της αντλίας, προκύπτει ο συντελεστής απωλειών $n = 0,747$. Επιλέγεται οι αντλίες να λειτουργούν 18 ώρες την ημέρα, οπότε η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος πρέπει να είναι $P_{εγκατ} = 315 \text{ kW}$.

6. Εσωτερικό Υδραγωγείο

Μετά την περάτωση της διαδικασίας χωροθέτησης των δεξαμενών και σχεδιασμού των έργων εξωτερικού υδραγωγείου, ακολούθησε ο σχεδιασμός των έργων εσωτερικού υδραγωγείου, δηλαδή η διαστασιολόγηση του Κύριου Τροφοδοτικού Αγωγού και ο σχεδιασμός του δικτύου ύδρευσης το οποίο αφορά τη περιοχή μελέτης στην οποία τελικά θα διανέμεται το πόσιμο νερό. Έπειτα από υπόδειξη των διδασκόντων, αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω ελλειπών δεδομένων για το ήδη υπάρχον δίκτυο ύδρευσης της Χώρας Μυκόνου, ο σχεδιασμός του δικτύου διανομής έγινε εξ' ολοκλήρου από την αρχή.

6.1 Παροχές σχεδιασμού

Σχεδιάζοντας το εσωτερικό υδραγωγείο, γίνεται λόγος για μέγιστες ωριαίες παροχές ($Q_{\max\omega}$). Προκειμένου να βρεθεί η συνολική παροχή σχεδιασμού, χρειάστηκε απλώς να πολλαπλασιαστούν με τους αντίστοιχους συντελεστές ωριαίας αιχμής (λ_{ω}) οι μέγιστες ημερήσιες καταναλώσεις του έτους 2041 που έχουν ήδη υπολογιστεί στα έργα του εξωτερικού υδραγωγείου. Οι επί μέρους κατηγορίες παραμένουν ίδιες:

1. Μόνιμοι Κάτοικοι
2. Τουρίστες - Ξενοδοχειακές Μονάδες
3. Εποχιακοί κάτοικοι – Παραθεριστές
4. Κάμπινγκ
5. Βιομηχανίες
6. Σκάφη (Ιστιοπλοϊκά, Θαλαμηγοί)

Οι αντίστοιχοι συντελεστές ωριαίας αιχμής για κάθε κατηγορία από τη βιβλιογραφία, είναι:

1. $\lambda_{\omega} = 2$
2. $\lambda_{\omega} = 1.5$
3. $\lambda_{\omega} = 1.5$
4. $\lambda_{\omega} = 1.5$

5. $\lambda_{\omega} = 24/t_{\text{βιομηχανίας}}$ όπου μετά από μία εύλογη θεώρηση 16 ωρών λειτουργίας την ημέρα προέκυψε $\lambda_{\omega} = 1.5$
6. $\lambda_{\omega} = 1.5$

Με αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκαν οι επί μέρους παροχές όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 16 : Μέγιστες ωριαίες παροχές

Κατηγορίες	Παροχές
Μόνιμοι	4987.82
Τουρίστες, Παραθεριστές, Κάμπινγκ	12156.13
Βιομηχανία	513.0
Σκάφη (Θαλαμηγοί)	117.15
Σκάφη (Ιστιοπλοικά)	21.45
Άθροισμα Παροχής (m³/day)	17795.53

Καθώς όμως στην παροχή σχεδιασμού ωριαίας αιχμής λαμβάνεται υπ' όψιν το δυσμενέστερο σενάριο λειτουργίας 2 πυροσβεστικών κρουών, παροχής $Q_{\text{κρουών}} = 5 \text{ l/sec}$ έκαστος και 20% απώλειες σε βάθος χρόνου, η τελική ολική παροχή προκύπτει:

$$Q_{\text{max}\omega} = 23391.4 \text{ m}^3/\text{day} \text{ δηλαδή } 0.259 \text{ m}^3/\text{sec}$$

6.2 Κύριος Τροφοδοτικός Αγωγός

Πρόκειται για τον αγωγό που συνδέει τις δεξαμενές αποθήκευσης του νερού, με τον εξωτερικό κόμβο του δικτύου. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκε ο Κόμβος 1 με υψόμετρο +30 m.



Χάρτης 11: Κόμβος 1, σύνδεσης ΚΤΑ με δίκτυο διανομής

Στη συνέχεια, έγιναν οι υδραυλικοί υπολογισμοί για τον αγωγό. Γνωρίζοντας από τη βιβλιογραφία πως επιλογή της διαμέτρου του κύριου τροφοδοτικού αγωγού (ΚΤΑ) γίνεται υποθέτοντας μια εύλογη κλίση ενέργειας (π.χ. 1.0%), ορίσθηκε η κλίση γραμμής ενέργειας $J = 0,01$.

Με μία πρώτη χάραξη του αγωγού, ώστε να μην δημιουργεί όχληση σε οικιστική χρήση, το μήκος του αγωγού εκτιμήθηκε σε $L = 744 \text{ m}$.



Χάρτης 12: Αποτύπωση εσωτερικού υδραγωγείου

Προκύπτουν έτσι οι απώλειες ενέργειας hf , και μέσω εξίσωσης ενέργειας από την Κατώτατη Στάθμη Ύδατος μέχρι τον Κόμβο 1, βρέθηκε το ενεργειακό υψόμετρο του κόμβου.

Σαν παροχή εσωτερικού υδραγωγείου, χρησιμοποιήθηκε η $Q_{τελικό}=0,203 \text{ m}^3/\text{sec}$, δηλαδή η Q_{max} μειωμένη κατά την παροχή που προσφέρουν οι μονάδες αφαλάτωσης, ο ταμιευτήρας και η γεώτρηση.

Για τη διαστασιολόγηση του κύριου τροφοδοτικού αγωγού, εφαρμόσθηκε η γενικευμένη εξίσωση Manning ως προς τη διάμετρο:

$$D = \left(\frac{4^{3+\beta} N^2 Q^2}{\pi^2 J^{1+\gamma}} \right)^{\frac{1}{5+\beta}}$$

και σε συνδυασμό με τις τυπικές διαστάσεις εμπορίου, υπολογίστηκε η απαιτούμενη διάμετρος $D_{ονομαστικό} = 450 \text{ mm}$ αγωγού HDPE 10 atm.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 17 : Διαστασιολόγηση ΚΤΑ, μέσω εξίσωσης Manning

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	
Ηκομβου1(m)	30
Ηδεξ(ΚΣΥ)	94
L(m)	744
Ηδεξ=Ηκομβου1+hL+ht (Ηκομβου1 σε m)	86.4
hfl	7.44
J	0.01
Qτελικό(m³/s)(20% απώλειες)	0.203
ε=0.001	0.001
ε*	20
β	0.310146
γ	0.013333
N	0.01202
L	744
J	0.0100
4 ^Λ (3+b)	98.37992
N ²	0.000144
Q ²	0.04129
π ²	9.869604
Δεσωτερική (m)	0.385379
Δονομαστικό HDPE 10 atm (mm)	450
Δεσωτερική εμπορίου (m)	0.3966
V (m/s)	1.64
V ² /2g	0.1379

Για να επιβεβαιωθεί ότι η διάταξη που επιλέχθηκε είναι ορθή, χρειάστηκε να γίνουν ξανά δύο έλεγχοι:

1. Η πιεζομετρική γραμμή να μην τέμνει τη γραμμή εδάφους. Για τον λόγο αυτόν, υπολογίστηκαν οι τοπικές απώλειες.

Πίνακας 18 : Υπολογισμοί τοπικών Απωλειών

Τοπικές απώλειες	
κεισ	0.5
κεξ	1
ρ/γ Κόμβου 1(m)	56.2
hΤεισ	0.0690
hΤεξ	0.1379



Εικόνα 12: Πιεζομετρική γραμμή ΚΤΑ

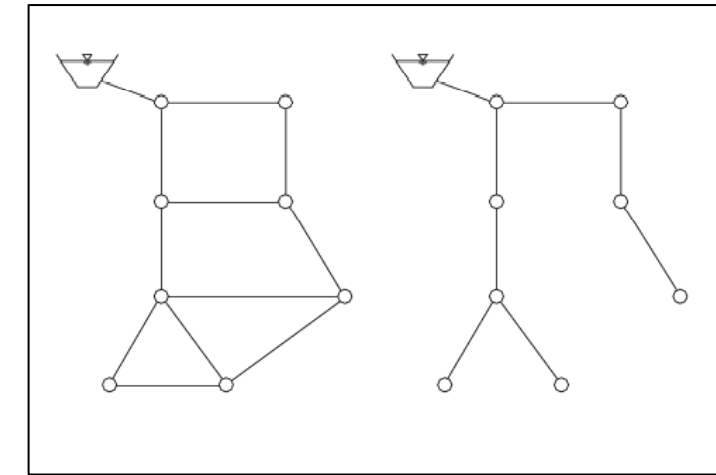
Παρατηρείται πως στο $x = +340$ m, η πιεζομετρική γραμμή τέμνει το έδαφος, οπότε σε εκείνο το σημείο θα γίνει εκσκαφή του εδάφους.

2. Οι ταχύτητες στον ΚΤΑ, να μην υπερβαίνουν τα 2 m/sec.

V (m/s)	1.64
---------	------

6.3 Δίκτυα Διανομής

Τα δίκτυα ύδρευσης χωρίζονται σε ακτινωτά και βρογχωτά ή κλειστά δίκτυα, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο έχουν τοποθετηθεί οι αγωγοί τους.



Εικόνα 13: Ακτινωτή και Βρογχωτή Μορφή Δικτύων Ύδρευσης (πηγή Χ. Μακρόπουλος, Α. Ευστρατιάδης & Π. Κοσιέρης, Ανάλυση δικτύων

6.3.1 Ακτινωτά Δίκτυα Ύδρευσης

Ακτινωτά είναι τα δίκτυα, τα οποία υδροδοτούνται από ένα μοναδικό σημείο (κεφαλή) και δεν σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών (βρόχοι). Κάθε σημείο εξόδου τροφοδοτείται μέσω μιας μοναδικής διαδρομής. Στα δίκτυα αυτά υπάρχει ένας κεντρικός αγωγός μεταφοράς και όλοι οι δευτερεύοντες αγωγοί ή τριτεύοντες καταλήγουν πάντα στον κεντρικό αγωγό. Τα πλεονεκτήματα των δικτύων αυτών, είναι η ελαχιστοποίηση του μήκους του δικτύου, άρα και η ελαχιστοποίηση του κόστους των αγωγών. Ενώ, μειονεκτήματα είναι η αυξημένη ενεργειακή απώλεια και ότι σε περίπτωση βλάβης επιβάλλεται η απομόνωση των κατάντη κλάδων του δικτύου και απαιτούνται έργα προστασίας, έναντι υδραυλικού πλήγματος.

6.3.2 Κλειστά Δίκτυα Ύδρευσης

Τα βρογχωτά ή κλειστά, αντίθετα από τα ακτινωτά, τροφοδοτούνται από ένα ή περισσότερα σημεία, στα οποία σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών. Σε κάθε σημείο οδηγούν περισσότερες από μία διαδρομή, με αφετηρία από τις κεφαλές του δικτύου. Τα πλεονεκτήματά τους είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Με τα κλειστά δίκτυα επιτυγχάνεται καλύτερη κυκλοφορία του νερού και κατά συνέπεια καλή ποιότητα νερού, σε αντίθεση με τα ακτινωτά δίκτυα, όπου δεν υπάρχει καλή κυκλοφορία του νερού στα απόμακρα τμήματα των οικισμών. Επίσης, παρατηρούνται

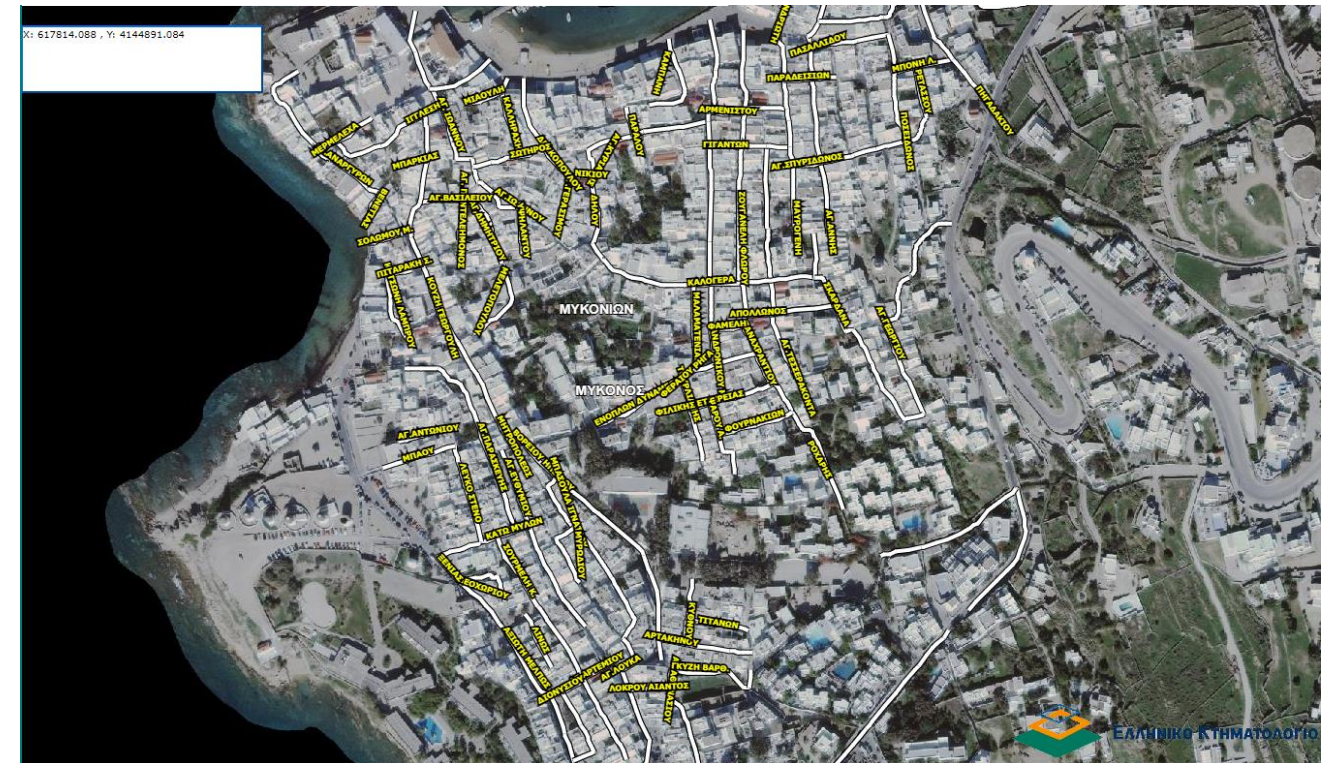
μειωμένες ενεργειακές απώλειες και σε περιπτώσεις βλαβών, επειδή, ακριβώς, υπάρχουν εναλλακτικές δυνατότητες για την κίνηση του νερού, δεν ακυρώνεται η λειτουργία της υδροδότησης των κατάντη κλάδων του δικτύου. Μειονέκτημα θεωρείται η σημαντική αύξηση του μήκους του δικτύου, συνεπώς και στην αύξηση του κόστους κατασκευής. Το κόστος αυτό αντισταθμίζεται, εν μέρει, από το χαμηλότερο κόστος της χρήσης μικρότερων διαμέτρων. Όπως, επίσης, και η μεγάλη δυσκολία στην διαχείρισή τους αλλά και στην εποπτεία τους.

6.4 Δίκτυο Διανομής Χώρας Μυκόνου

Η Χώρα της Μυκόνου, όντας παραθαλάσσια περιοχή, γίνεται αντιληπτό πως περιλαμβάνει και σημεία ενδιαφέροντος τοπογραφικού υψομέτρου +0.00 m. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Χρήστος Μακρόπουλος, Ανδρέας Ευστρατιάδης & Παναγιώτης Κοτσιέρης) προκειμένου να ικανοποιηθεί η μέγιστη πίεση λόγω τοπογραφίας, η πιεζομετρική ζώνη οφείλει να εξυπηρετεί διαφορά υψομέτρων $\Delta H = 60 - 70$ m. Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως στη προκειμένη περιοχή μελέτης, η υψομετρική απόσταση των δεξαμενών με το κατώτερο σημείο εξασφάλισης ύδρευσης, απέχουν $\Delta H' = 94$ m, γεγονός που συνεπάγεται τον χωρισμό του δικτύου σε πιεζομετρικές ζώνες με την τοποθέτηση καποιου ενδιάμεσου φρεατίου. Έπειτα όμως από προτροπή του κου Κουτσογιάννη, αποφασίστηκε να γίνει αξιοποίηση και των υφιστάμενων δεξαμενών της Χώρας, υψομέτρου +84 m, με τρόπο τέτοιο ώστε οι χαμηλότερες υψομετρικά δεξαμενές να εξυπηρετούν και τα χαμηλότερα υψομετρικά σημεία ενδιαφέροντος. Ουσιαστικά, πρόκειται για μία διάταξη 2 συστημάτων δεξαμενών οι οποίες χωρίζουν το δίκτυο σε 2 ζώνες ανάλογα είτε με τα «χαμηλά» είτε «υψηλά» υψόμετρα.

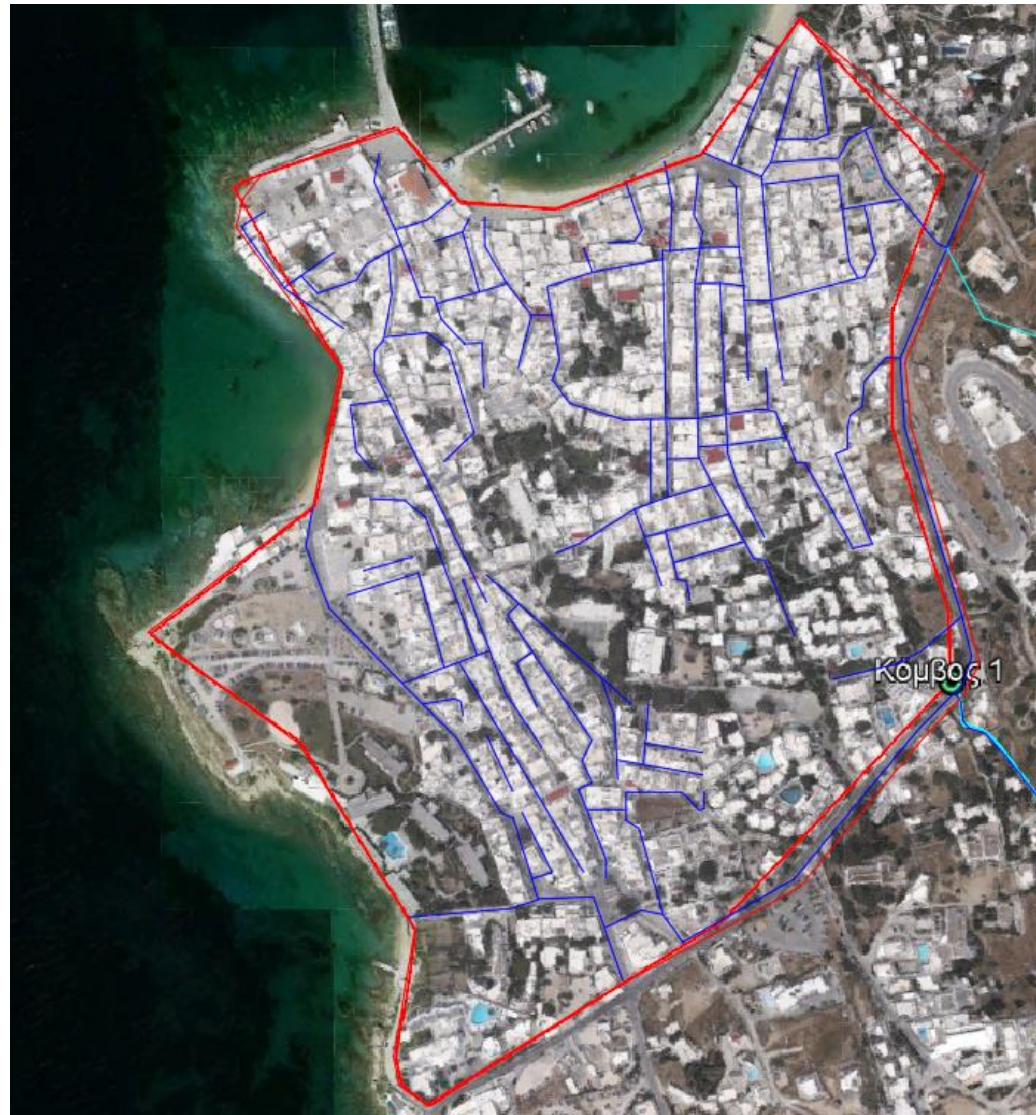
6.4.1 Αγωγοί δικτύου

Αρχικό στάδιο για τον σχεδιασμό του δικτύου διανομής, αποτέλεσε η εύρεση των κατάλληλων διαδρομών χάραξης των αγωγών. Για τη διαδικασία αυτή, αναζητήθηκαν σχέδια από το Ελληνικό Κτηματολόγιο προκειμένου να χαραχθεί το υφιστάμενο οδικό δίκτυο.



Χάρτης 13: Αποτύπωση Οδικού δικτύου ΔΔ Μυκόνου (πηγή Ελληνικό Κτηματολόγιο)

Η χάραξη των αγωγών του δικτύου σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να συμβαδίζει με τους οδικούς άξονες. Το οδικό δίκτυο περάστηκε στο Autocad με υπόβαθρο την περιοχή μελέτης όπως φαίνεται στο Google Earth.



Χάρτης 14: Οριοθέτηση περιοχής Μελέτης

Με μπλε χρώμα παρουσιάζεται μία πρώτη αποτύπωση του δικτύου στο Autocad.

6.4.2 Ορισμός κόμβων - EPANET

Γενικά οι κόμβοι του δικτύου τοποθετούνται:

- Στα σημεία τροφοδοσίας (δεξαμενές, υδατόπυργοι).
- Στα σημεία διακλαδώσεων (όχι όμως απαραίτητα σε στροφές αγωγών).
- Στα σημεία αλλαγής υλικού, τραχύτητας ή διαμέτρου αγωγού .
- Στα σημεία αλλαγής των χρήσεων νερού (αστική, ημιαστική, τουριστική).

- Στα σημεία αλλαγής της πυκνότητας του πληθυσμού και της δόμησης.
- Στις θέσεις των ειδικών καταναλωτών (π.χ. βιομηχανίες, ξενοδοχεία).
- Στις θέσεις των πυροσβεστικών κρουνών.
- Στις θέσεις των ειδικών διατάξεων (φρεάτια, βαλβίδες, αντλίες).

Η τοποθέτηση κόμβων στο συγκεκριμένο δίκτυο πραγματοποιήθηκε για τις περιπτώσεις που θα αναφερθούν παρακάτω. Σε σημεία τομής δύο αγωγών τοποθετήθηκαν κόμβοι. Επίσης κόμβοι τοποθετήθηκαν και σε σημεία με πιθανές σημαντικές καταναλώσεις δηλαδή σχολεία, νοσοκομεία, μεγάλα ξενοδοχεία. Στη συγκεκριμένη περιοχή, εντοπίζονται 1 σχολείο και 4 ξενοδοχειακές μονάδες με πολλές κλίνες οι οποίες φαίνονται ακολούθως:

Πίνακας 19: Καταναλώσεις σημαντικών ξενοδοχείων

	ΑΣΤΕΡΙΑ	ΚΛΙΝΕΣ 2021	ΚΛΙΝΕΣ 2041	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΛΙΝΩΝ(L/day/κλιν)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ 2041(L/s)
ΜΥΚΟΝΟΣ OLD HARBOR	5	20	22	450	0.115
ΜΥΚΟΝΟΣ DOWNTOWN	5	20	22	450	0.115
ΜΥΚΟΝΙΑΝ SECRET	4	70	77	350	0.312
DIMELAL ΜΥΚΟΝΟΣ	5	20	22	450	0.115

Επιπρόσθετα όπως προαναφέρθηκε, οι πυροσβεστικοί κρουνοί αποτελούν κόμβους. Προκειμένου να προφυλαχθεί η περιοχή μελέτης σε περίπτωση εκδήλωση πυρκαγιάς, τοποθετήθηκαν 23 κρουνοί ανά 200 m μεταξύ τους απόσταση. Εν τέλει, στη περιοχή μελέτης δημιουργήθηκαν 120 κόμβοι.

Η σχηματοποίηση και απεικόνιση των παραπάνω έγινε με τη χρήση του λογισμικού EPANET, μετατρέποντας το αρχείο Autocad σε metafile έτσι ώστε να υπάρχει στο υπόβαθρο η περιοχή μελέτης.



Χάρτης 15: Κόμβοι (πηγή EPANET)

6.4.3 Υψόμετρα κόμβων

Απαραίτητο δεδομένο για τον ορισμό των κόμβων (junctions) αλλά και προκειμένου να ορισθούν οι δύο ζώνες, χαμηλών-υψηλών υψομέτρων, βρέθηκαν τα απόλυτα ύψη από την επιφάνεια της στάθμης θάλασσας (+0 m). Κριτήριο ταξινόμησης των κόμβων, αποτέλεσε η υπέρβαση του υψομέτρου των 11 m, γεγονός που τα κατέταξε στην υψηλή ζώνη. Σε αντίθετη περίπτωση κατατάχθηκαν στην χαμηλή ζώνη. Κάνοντας μία γενική παρατήρηση, τα σημεία με υψόμετρο μεγαλύτερο των 11 m εντοπίζονται περιμετρικά της Χώρας Μυκόνου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι δύο ζώνες όπως αποτυπώνονται παρακάτω.



Χάρτης 16: Κόμβοι Χαμηλής Ζώνης (πηγή EPANET)



Χάρτης 17: Κόμβοι Υψηλής Ζώνης (πηγή EPANET)

6.4.4 Αναγωγή κατανεμημένης ζήτησης στους κόμβους- Πολύγωνα Thiessen

Η εκτίμηση της κατανάλωσης του δικτύου έγινε ξεχωριστά για κάθε χρήση νερού, για την οποία εκτιμάται η αντίστοιχη μέγιστη ωριαία παροχή. Ως σημειακοί χρήστες (ή ειδικοί καταναλωτές) νοούνται βιομηχανίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, πάρκα, πυροσβεστικοί κρουνοί κτλ., και γενικά κάθε μεγάλος καταναλωτής που υδροδοτείται από συγκεκριμένη θέση του δικτύου. Ως μη σημειακοί (κατανεμημένοι) χρήστες νοούνται οι οικιακοί καταναλωτές, οι κάτοικοι παραθεριστικών περιοχών, και οι τουρίστες που καταλύουν σε εκτεταμένες περιοχές όπου αναπτύσσονται μικρής κλίμακας τουριστικές μονάδες, π.χ. ενοικιαζόμενα δωμάτια (μεμονωμένα ξενοδοχειακά συγκροτήματα μεγάλης κλίμακας αναπαρίστανται ως σημειακοί καταναλωτές νερού). Οι μέγιστες ωριαίες παροχές των ειδικών καταναλωτών μεταφέρονται απευθείας ως σημειακές φορτίσεις στον εγγύτερο κόμβο. Για τους κατανεμημένους καταναλωτές, η συνολική μέγιστη ωριαία παροχή q_k ανά χρήση νερού k επιμερίζεται στους κόμβους του δικτύου, με χρήση κατάλληλων συντελεστών κατανομής:

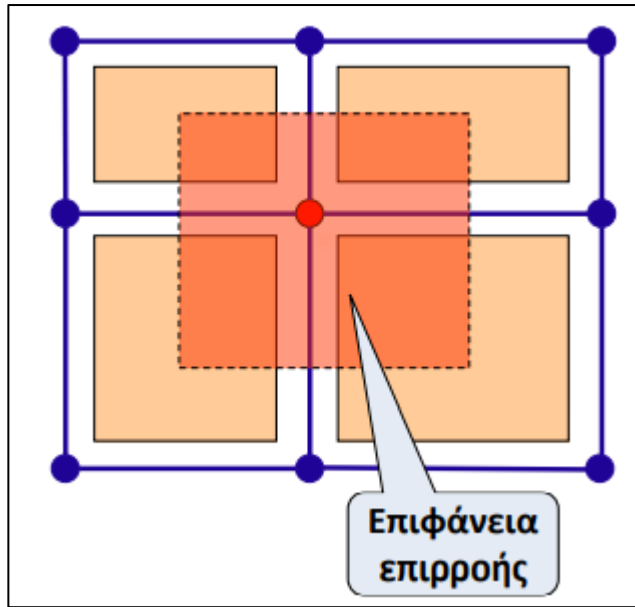
$$c_{jk} = w_{jk} q_k$$

Ο συντελεστής w_{jk} εκφράζει το ποσοστό της συνολικής ζήτησης κάθε μη σημειακής (κατανεμημένης) χρήσης k που εξυπηρετείται από τον κόμβο j . Η παροχή εξόδου κάθε κόμβου προκύπτει ως άθροισμα όλων των καταναλώσεων c_{jk} από τις σημειακές και μη σημειακές χρήσεις νερού.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αναγωγή της κατανεμημένης ζήτησης στους κόμβους υπήρχε η επιλογή ανάμεσα σε δύο μεθόδους:

1. Μέθοδος επιφανειών επιρροής
2. Μέθοδος ισοδύναμων μηκών επιρροής

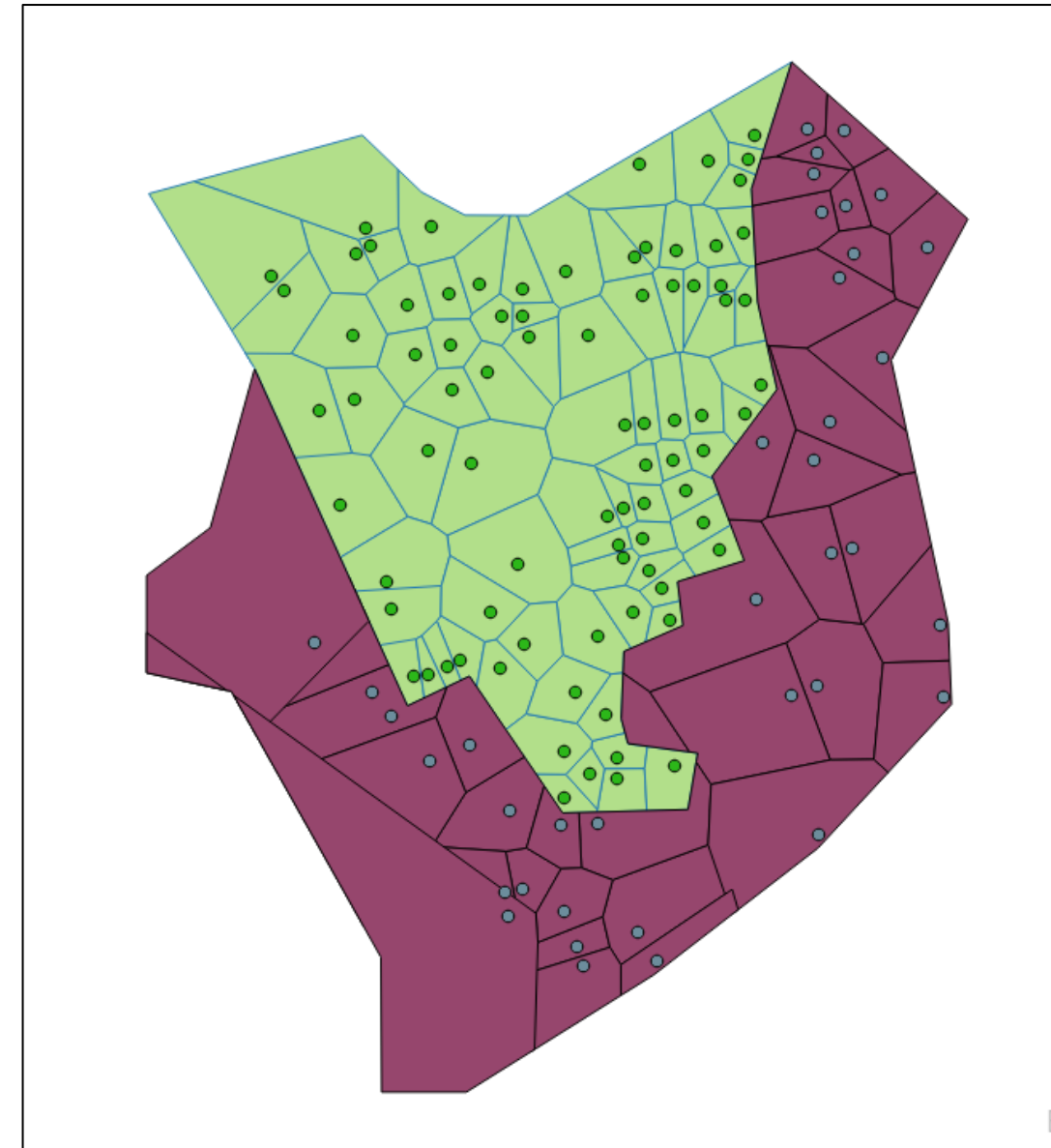
Επιλέχθηκε η 1^η μέθοδος όντας ακριβέστερη. Σύμφωνα με τη μέθοδο, κάθε κόμβος j εξυπηρετεί συγκεκριμένη επιφάνεια α_j , οπότε το ποσοστό συμμετοχής του κόμβου στη συνολική κατανάλωση εκτιμάται από τη σχέση: $w_j = \alpha_j / \sum \alpha_j$



Εικόνα 14: Διαμόρφωση μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης δικτύου διανομής (πηγή Α. Ευστρατιάδης, Χ. Μακρόπουλος & Π. Κοσιέρης)

Η χάραξη των επιφανειών γίνεται με τεχνικές χωρικής ολοκλήρωσης, στην προκειμένη με πολύγωνα Voronoi, γνωστά και ως πολύγωνα Thiessen.

Επόμενο βήμα αποτέλεσε η εισαγωγή των δεδομένων του αρχείου Epanet (κόμβοι, αγωγοί) και των ορίων της περιοχής μελέτης στο λογισμικό QGIS. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν για κάθε μία από τις δύο ζώνες, οι αντίστοιχες περιοχές επιρροής (επιφάνειες) κάθε κόμβου.



Εικόνα 15: Πολύγωνα Thiessen, μωβ για υψηλή ζώνη, πράσινο για χαμηλή (πηγή QGIS)

Τα αποτελέσματα των ποσοστών συμμετοχής κάθε κόμβου στη συνολική κατανάλωση παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 20: Ποσοστό Συμμετοχής Κόμβων Υψηλής ζώνης (πηγή EPANET)

Junctions	area_m2	wi = ai / Σai
F10	16337.58	0.04478
F11	16651.57	0.04565
F20	43595.14	0.11950
F4	3034.08	0.00832
F5	9398.29	0.02576
F6	10373.79	0.02844
F7	6586.37	0.01805
F8	6832.38	0.01873
J1	6313.96	0.01731
J10	3295.91	0.00903
J20	9760.14	0.02675
J26	9721.33	0.02665
J27	6824.19	0.01871
J3	6676.49	0.01830
J4	6782.39	0.01859
J5	4391.21	0.01204
J51	14727.2	0.04037
J53	10917.14	0.02993
J54	9569.99	0.02623
J55	51733.75	0.14181
J56	3924.07	0.01076
J57	2452.89	0.00672
J58	8894.97	0.02438
J59	11294.87	0.03096
J6	1725.23	0.00473
J60	3028.13	0.00830
J7	3906.75	0.01071
J70	6295.52	0.01726
J73	2363.88	0.00648
J76	1292.86	0.00354
J78	5599.17	0.01535
J79	3627.00	0.00994
J80	6797.47	0.01863
J81	4888.32	0.01340
J91	16481.19	0.04518
J92	5930.01	0.01626
MYKONIANSECRET	20436.86	0.05602
MYKONOSDOWNTOWN	2340.62	0.00642

Πίνακας 21: Ποσοστό Συμμετοχής Κόμβων Χαμηλής ζώνης (πηγή EPANET) (1/2)

Junctions	area_m2	wi = ai / Σai
J91	3508.24	0.01259
DIMELALMYKONOS	2057.02	0.00738
F1	5989.36	0.02149
F12	2096.76	0.00752
F13	3958.63	0.01421
F14	1617.26	0.00580
F15	3278.67	0.01177
F16	3168.11	0.01137
F17	8984.45	0.03224
F18	6629.77	0.02379
F19	3957.56	0.01420
F2	5149.85	0.01848
F21	9891.29	0.03550
F22	6223.12	0.02233
F23	4532.63	0.01627
F3	3710.38	0.01332
F9	3078.1	0.01105
J11	1659.83	0.00596
J12	2279.82	0.00818
J13	2212.32	0.00794
J14	1833.94	0.00658
J15	1517	0.00544
J16	2133.94	0.00766
J17	1039.58	0.00373
J18	2554.35	0.00917
J19	1855.08	0.00666
J2	3493.7	0.01254
J21	1559.01	0.00559
J22	2996.72	0.01075
J23	2618.47	0.00940
J24	1172.58	0.00421
J25	1673.39	0.00601
J28	1821.02	0.00654
J29	1976.42	0.00709
J30	6532.85	0.02344

Πίνακας 22: Ποσοστό Συμμετοχής Κόμβων Χαμηλής ζώνης (πηγή EPANET) (2/2)

Junctions	area_m2	wi = ai / Σai
J31	1352.16	0.00485
J32	5166.18	0.01854
J33	2140.63	0.00768
J34	1438.51	0.00516
J35	1368.9	0.00491
J36	1874.6	0.00673
J37	1330.41	0.00477
J38	2682.42	0.00963
J39	2873.37	0.01031
J40	1653.09	0.00593
J41	3314.37	0.01189
J42	12746.96	0.04575
J43	13395.75	0.04807
J44	5424.27	0.01947
J45	3579.38	0.01285
J46	1727.6	0.00620
J47	3358.33	0.01205
J48	4778.94	0.01715
J49	6720.99	0.02412
J50	2254.1	0.00809
J52	928.93	0.00333
J61	3703.43	0.01329
J62	4668.47	0.01675
J63	3521.15	0.01264
J64	1799.93	0.00646
J65	1192.6	0.00428
J66	6999.16	0.02512
J67	1549.53	0.00556
J68	2071.4	0.00743
J69	1317.43	0.00473
J71	1401.02	0.00503
J72	3765.5	0.01351
J74	2187.85	0.00785
J75	6697.75	0.02404
J77	1164.61	0.00418
J8	819.94	0.00294
J82	1402.31	0.00503
J83	1019.82	0.00366
J84	2451.21	0.00880
J85	3364.79	0.01208
J86	4860.71	0.01744
J87	9042.36	0.03245
J88	2124.16	0.00762
J89	2310.1	0.00829
J9	4233.81	0.01519
J90	1025.26	0.00368
MYKONOSOLDHARBOR	5083.3	0.01824
SUM	278648.71	1

6.4.5 Προσομοίωση λειτουργίας δικτύου μέσω Epanet

Το λογισμικό EPANET, αναπτύχθηκε έπειτα από την ανάγκη ενός συστήματος διανομής νερού να παραδίδει νερό στους καταναλωτές με την κατάλληλη ποιότητα, ποσότητα και πίεση, από την πηγή του μέχρι το σημείο χρήσης. Η βέλτιστη διαχείριση αυτών των συστημάτων απαιτεί δεδομένα και πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένου ενός ψηφιακού μοντέλου του συστήματος νερού που απεικονίζει τους σωλήνες, τις βαλβίδες, τις αντλίες, τις δεξαμενές και άλλα χαρακτηριστικά.

Μέχρι αυτό το σημείο, έχουν ορισθεί οι κόμβοι με τα υψόμετρα τους, και η διάταξη των αγωγών. Προκειμένου να εκτελεσθεί το πρόγραμμα, έγιναν οι εξής ενέργειες:

1. Υπολογίσθηκαν οι παροχές (base demands) κάθε κόμβου. Έχοντας υπολογίσει το ποσοστό συμμετοχής κάθε κόμβου w_i και με δεδομένη τη μέγιστη ωριαία παροχή $Q_{\text{τελικό}}=0,203 \text{ m}^3/\text{sec}$, βρέθηκαν οι παροχές εξόδου των κόμβων όπως παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Όπως θα παρατηρηθεί, με τη μέθοδο αυτή δίνονται κάποιες επιμερισμένες παροχές ακόμα και στους κρουνοί, γεγονός όμως που θα αλλάξει εξαιτίας των σεναρίων εκδήλωσης πυρκαγιών.

Πίνακας 23: Παροχές Κόμβων Υψηλής ζώνης
(πηγή EPANET)

Junctions	ci = wi * q (lt/sec)	sum(demand,ci)
F10	9.09	
F11	9.27	
F20	24.26	
F4	1.69	
F5	5.23	
F6	5.77	
F7	3.67	
F8	3.80	
J1	3.51	
J10	1.83	
J20	5.43	
J26	5.41	
J27	3.80	
J3	3.72	
J4	3.77	
J5	2.44	
J51	8.20	
J53	6.08	
J54	5.33	
J55	28.79	
J56	2.18	
J57	1.36	
J58	4.95	
J59	6.29	
J6	0.96	
J60	1.69	
J7	2.17	
J70	3.50	
J73	1.32	
J76	0.72	
J78	3.12	
J79	2.02	
J80	3.78	
J81	2.72	
J91	9.17	
J92	3.30	
MYKONIANSECRET	11.37	11.68
MYKONOSDOWNTOWN	1.30	1.42

Πίνακας 24: Παροχές Κόμβων Χαμηλής ζώνης
(πηγή EPANET) (1/2)

Junctions	ci = wi * q (lt/sec)	sum(demand,ci)
J91	0.71	
DIMELALMYKONOS	0.41	0.53
F1	1.20	
F12	0.42	
F13	0.80	
F14	0.33	
F15	0.66	
F16	0.64	
F17	1.81	
F18	1.33	
F19	0.80	
F2	1.03	
F21	1.99	
F22	1.25	
F23	0.91	
F3	0.75	
F9	0.62	
J11	0.33	
J12	0.46	
J13	0.44	
J14	0.37	
J15	0.30	
J16	0.43	
J17	0.21	
J18	0.51	
J19	0.37	
J2	0.70	
J21	0.31	
J22	0.60	
J23	0.53	
J24	0.24	
J25	0.34	
J28	0.37	
J29	0.40	
J30	1.31	

Πίνακας 25: Παροχές Κόμβων Χαμηλής ζώνης (πηγή EPANET) (2/2)

Junctions	ci = wi * q (lt/sec)	sum(demand,ci)
J31	0.27	
J32	1.04	
J33	0.43	
J34	0.29	
J35	0.28	
J36	0.38	
J37	0.27	
J38	0.54	
J39	0.58	
J40	0.33	
J41	0.67	
J42	2.56	
J43	2.69	
J44	1.09	
J45	0.72	
J46	0.35	
J47	0.67	
J48	0.96	
J49	1.35	
J50	0.45	
J52	0.19	
J61	0.74	
J62	0.94	
J63	0.71	
J64	0.36	
J65	0.24	
J66	1.41	
J67	0.31	
J68	0.42	
J69	0.26	
J71	0.28	
J72	0.76	
J74	0.44	
J75	1.35	
J77	0.23	
J8	0.16	
J82	0.28	
J83	0.20	
J84	0.49	
J85	0.68	
J86	0.98	
J87	1.82	
J88	0.43	
J89	0.46	
J9	0.85	
J90	0.21	
MYKONOSOLDHARBOR	1.02	1.14

2. Υπολογίσθηκαν για όλους τους αγωγούς το μήκος (m), η εσωτερική διάμετρος (mm) και η τραχύτητα (mm). Σε πρώτη φάση, όλες οι διαμέτροι των αγωγών ορίσθηκαν ίσες με την ελάχιστη εσωτερική διάμετρο αγωγού 10 atm HDPE δηλαδή **79.2 mm**.

Πίνακας 26: Εσωτερικές Διάμετροι Αγωγών Χαμηλής ζώνης (πηγή EPANET) (1/3)

Link ID	Length m	Diameter mm
Pipe 12	17	110.2
Pipe 14	10	79.2
Pipe 15	23	110.2
Pipe 21	52	141
Pipe 22	30	110.2
Pipe 23	19	141
Pipe 24	10	141
Pipe 25	28	141
Pipe 26	28	141
Pipe 27	26	110.2
Pipe 28	18	123.4
Pipe 29	17	141
Pipe 30	22	123.4
Pipe 31	12	141
Pipe 32	27	110.2
Pipe 33	87	96.8
Pipe 34	51	141
Pipe 35	64	110.2
Pipe 36	23	176.2
Pipe 37	20	158.6
Pipe 38	31	176.2
Pipe 40	29	141
Pipe 41	23	123.4
Pipe 42	28	110.2
Pipe 43	21	123.4
Pipe 44	24	123.4
Pipe 45	23	123.4
Pipe 46	27	110.2
Pipe 47	13	110.2
Pipe 48	13	141
Pipe 51	47	123.4
Pipe 52	23	123.4

**Πίνακας 27: Εσωτερικές Διάμετροι Αγωγών
Χαμηλής ζώνης (πηγή ΕΡΑΝΕΤ) (2/3)**

Link ID	Length m	Diameter mm
Pipe 53	53	123.4
Pipe 54	19	123.4
Pipe 55	60	110.2
Pipe 56	11	123.4
Pipe 61	34	141
Pipe 64	28	123.4
Pipe 67	48	79.2
Pipe 68	55	96.8
Pipe 69	12	79.2
Pipe 70	10	79.2
Pipe 71	52	123.4
Pipe 72	17	79.2
Pipe 73	61	79.2
Pipe 74	51	123.4
Pipe 75	75	123.4
Pipe 76	50	79.2
Pipe 77	27	79.2
Pipe 91	11	110.2
Pipe 92	14	110.2
Pipe 93	10	79.2
Pipe 94	47	110.2
Pipe 95	23	110.2
Pipe 96	150	110.2
Pipe 100	34	110.2
Pipe 101	76	110.2
Pipe 102	44	110.2
Pipe 103	35	110.2
Pipe 104	44	110.4
Pipe 105	61	79.2
Pipe 106	20	79.2
Pipe 107	15	79.2
Pipe 108	41	110.2

**Πίνακας 28: Εσωτερικές Διάμετροι Αγωγών
Χαμηλής ζώνης (πηγή ΕΡΑΝΕΤ) (3/3)**

Link ID	Length m	Diameter mm
Pipe 111	96	123.4
Pipe 112	94	123.4
Pipe 121	21	158.6
Pipe 122	7	123.4
Pipe 123	16	123.4
Pipe 124	118	123.4
Pipe 125	20	141
Pipe 126	21	123.4
Pipe 127	15	123.4
Pipe 128	21	123.4
Pipe 129	44	110.2
Pipe 130	32	110.2
Pipe 136	38.81	79.2
Pipe 137	31.55	79.2
Pipe 140	74.92	123.4
Pipe 141	78.36	123.4
Pipe 143	66.16	123.4
Pipe 144	20.52	123.4
Pipe 145	58.97	123.4
Pipe 147	28.04	110.4
Pipe 148	49.61	123.4
Pipe 142	109.48	123.4
Pipe 149	23.44	123.4
Pipe 153	69.55	79.2
Pipe 154	75.87	79.2
Pipe 155	22.23	110.2
Pipe 156	55.1	100.2
Pipe 157	27.64	123.4
Pipe 158	38.32	176.2
Pipe 159	47.3	176.2
Pipe ΚΤΑΡΑΛΙΟΣ	326.56	246.8

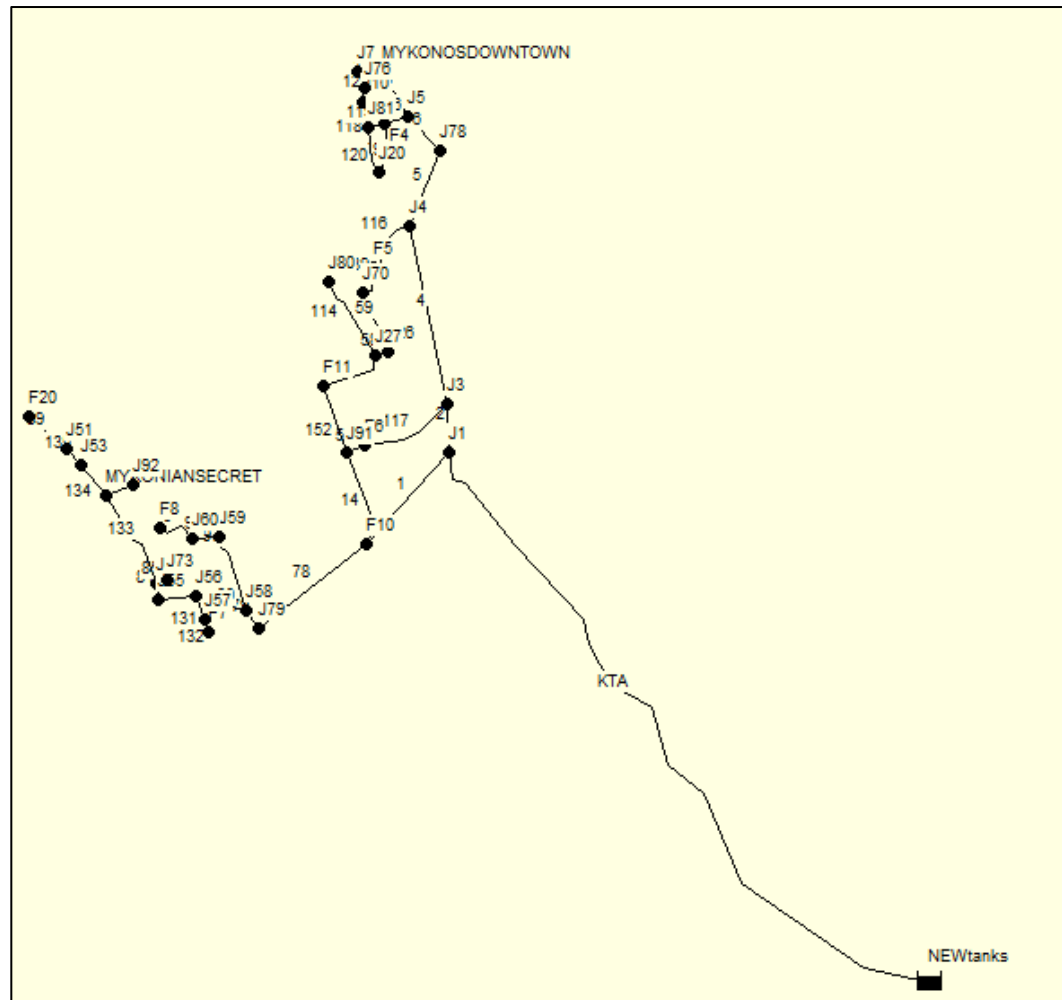
**Πίνακας 29: Εσωτερικές Διάμετροι Αγωγών
Υψηλής ζώνης (πηγή ΕΡΑΝΕΤ) (1/2)**

Link ID	Length m	Diameter mm
Pipe 1	135	220.4
Pipe 2	58	141
Pipe 4	190	110.2
Pipe 5	86	110.2
Pipe 6	47	141
Pipe 8	27	110.2
Pipe 9	56	110.2
Pipe 10	27	110.2
Pipe 18	35	110.2
Pipe 19	18	110.2
Pipe 39	33	141
Pipe 58	14	123.4
Pipe 59	70	141
Pipe 78	123	220.4
Pipe 79	24	220.4
Pipe 80	45	158.6
Pipe 83	39	158.6
Pipe 84	16	123.4
Pipe 85	15	79.2
Pipe 89	50	110.2
Pipe 97	82	123.4
Pipe 98	28	141
Pipe 114	26	110.4
Pipe 116	63	141
Pipe 117	105	220.4
Pipe 118	24	79.2
Pipe 119	16	110.2
Pipe 120	52	79.2
Pipe 131	23	158.6
Pipe 132	15	123.4

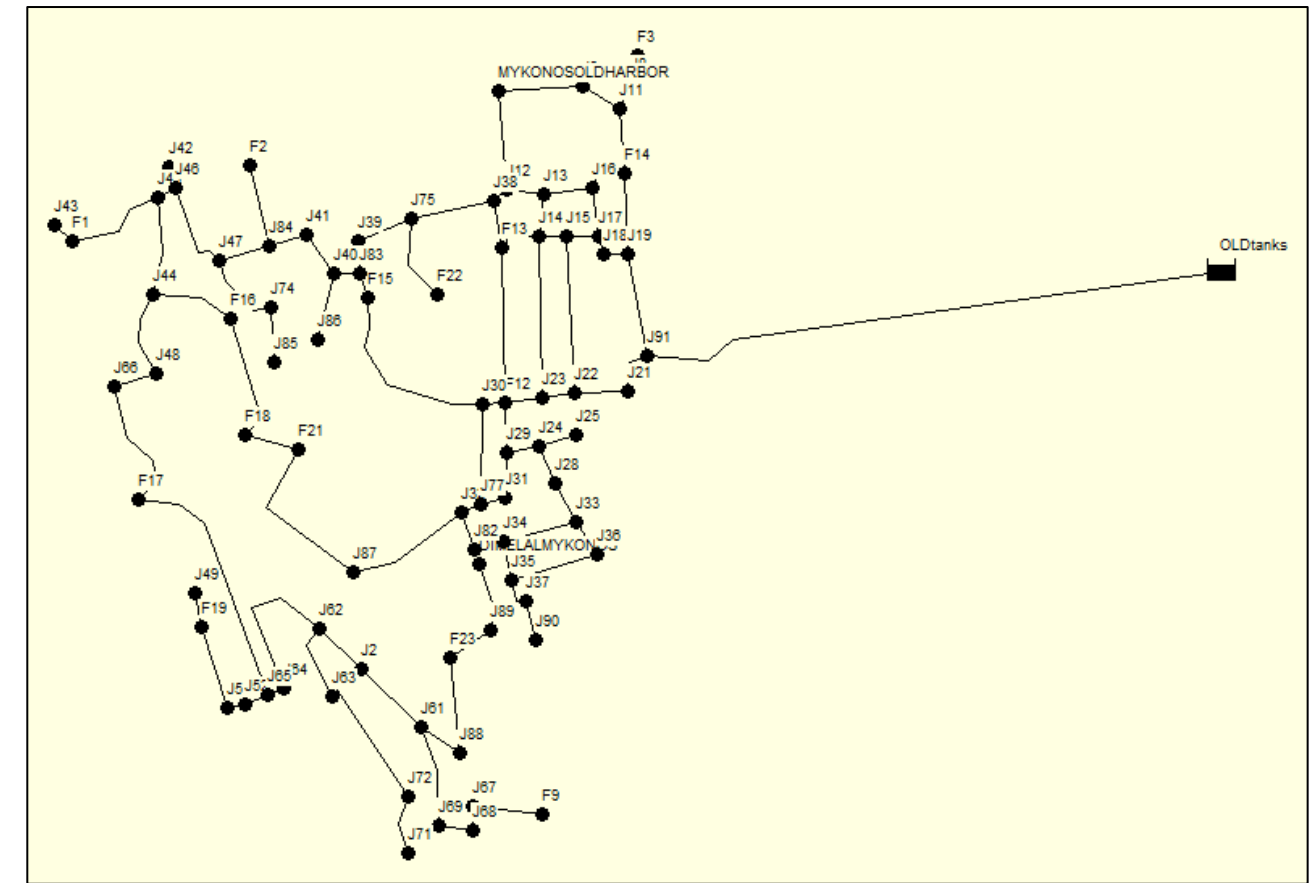
**Πίνακας 30: Εσωτερικές Διάμετροι Αγωγών
Υψηλής ζώνης (πηγή ΕΡΑΝΕΤ) (2/2)**

Pipe 133	117	123.4
Pipe 134	34	123.4
Pipe 135	21	123.4
Pipe 151	22.68	246.8
Pipe 152	91.36	158.6
Pipe ΚΤΑ	744	396.6
Pipe 3	39.10	110.2
Pipe 7	32	110.2
Pipe 11	20.77	79.2
Pipe 12	11.97	79.2
Pipe 13	46.49	110.2
Pipe 14	98.15	110.2

3. Ορίσθηκαν οι πηγές ύδρευσης για τα δύο δίκτυα. Για το σενάριο της υψηλής ζώνης, η τροφοδοσία γίνεται μέσω των νέων δεξαμενών ενώ για τη χαμηλή ζώνη μέσω των υφιστάμενων. Για τον συμβολισμό των δεξαμενών στο Epanet, έγινε χρήση της του αντικειμένου Reservoir με μοναδικό δεδομένο την Ανώτατη Στάθμη Ύδατος (100.3 m για τις νέες δεξαμενές, 78 m για τις υφιστάμενες) . Οι δεξαμενές αυτές συνδέθηκαν με τα αντίστοιχα δίκτυα μέσω των Κυρίων Τροφοδοτικών Αγωγών. Βέβαια τα δύο δίκτυα πρόκειται να συνδέονται με αγωγούς μεταξύ τους έτσι ώστε σε δυσμενή περίπτωση να υπάρχει κάλυψη των αναγκών ύδρευσης μέσω συνδυασμού των δικτύων.



Εικόνα 16: Δίκτυο υψηλών υψομέτρων (πηγή EPANET)

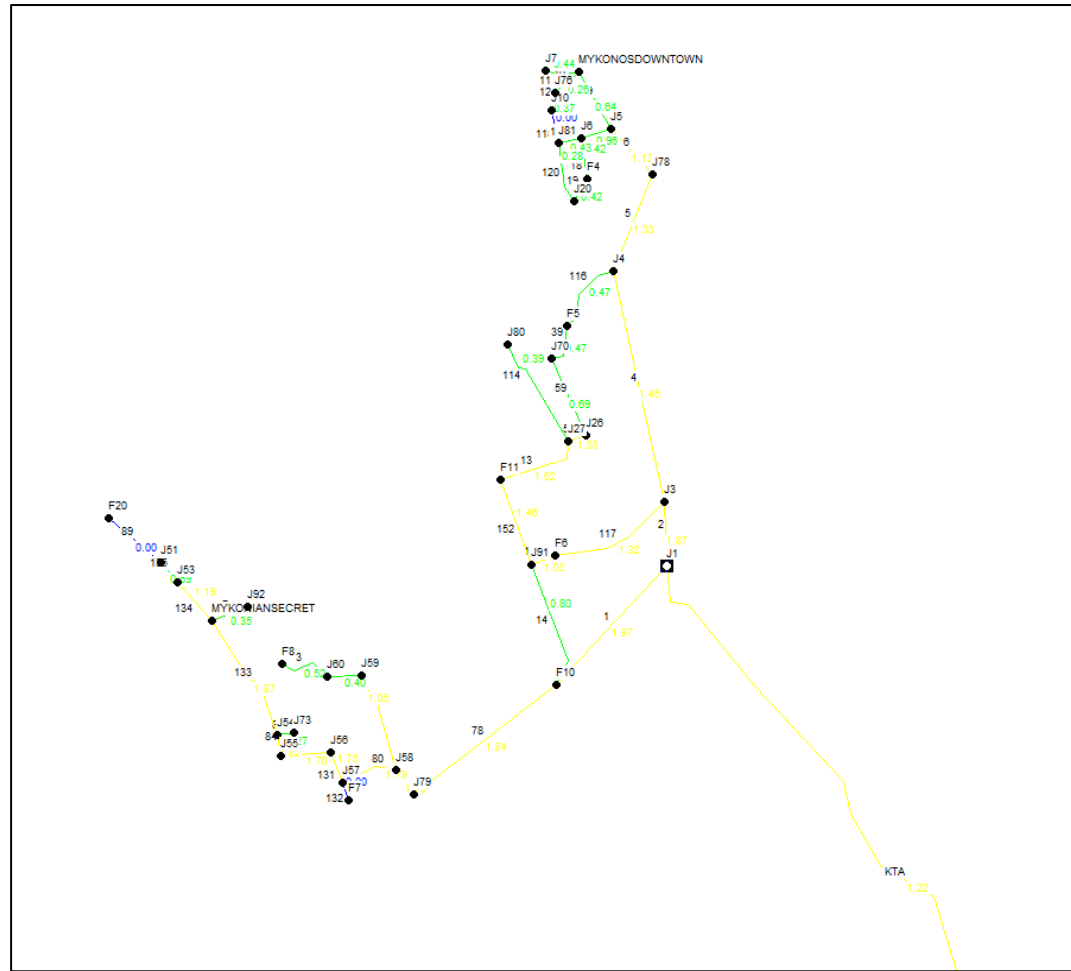


Εικόνα 17: Δίκτυο χαμηλών υψομέτρων (πηγή EPANET)

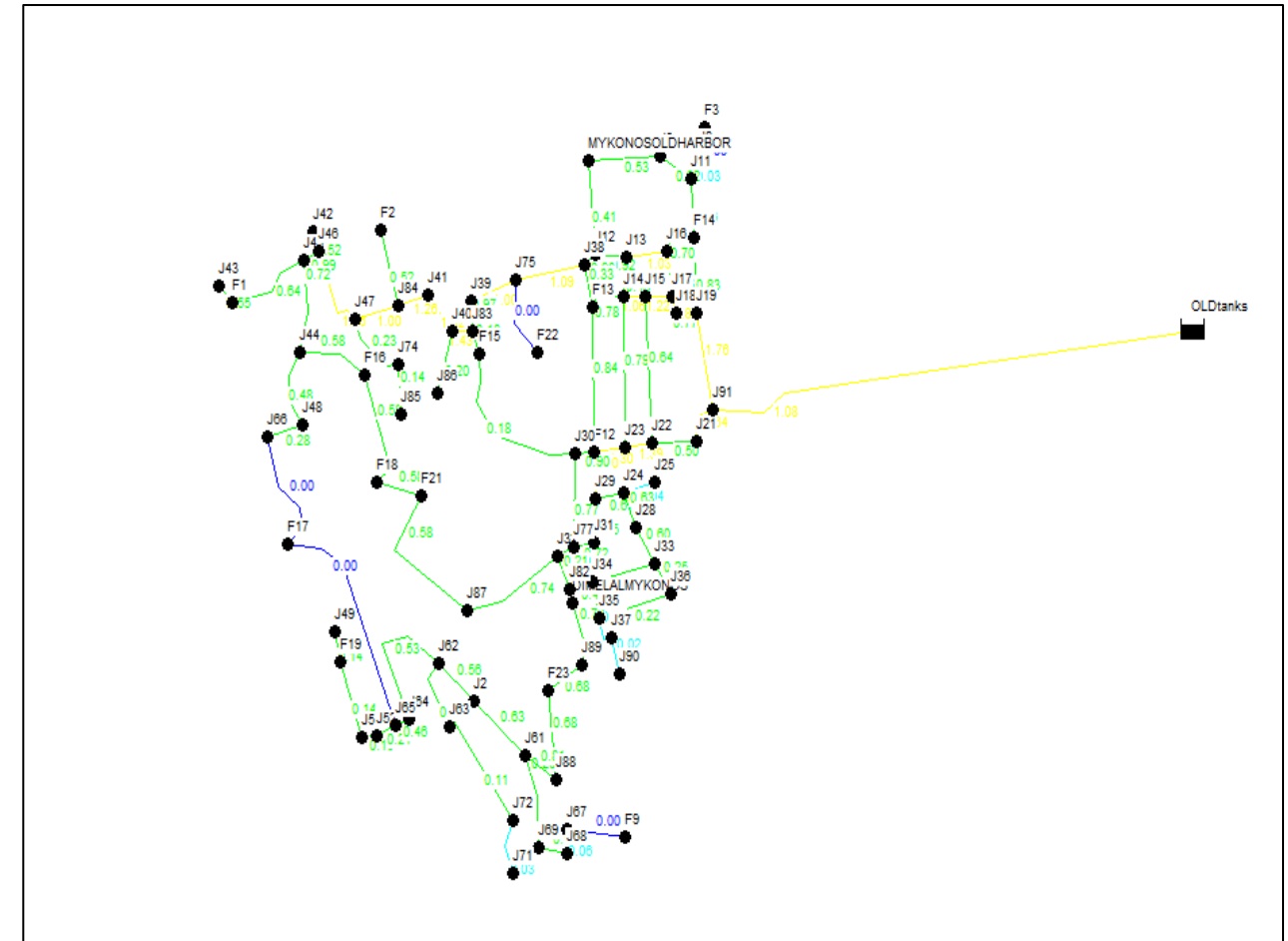
- Εξετάσθηκαν τα δυσμενέστερα σενάρια λειτουργίας πυροσβεστικών κρουνών. Τα σενάρια περιελάμβαναν τη λειτουργία 2 γειτονικών κρουνών. Δυσμενέστερη κατάσταση για τη χαμηλή ζώνη κρίθηκε η λειτουργία των κρουνών F1,F2 (χαμηλά υψόμετρα κρουνών), ενώ για την υψηλή κρίθηκε η λειτουργία των κρουνών F8,F11 (χαμηλά υψόμετρα κρουνών).

Η εκτέλεση του προγράμματος Epanet για τις δύο ζώνες επαναλήφθηκε τόσες φορές ώστε να πληρούνται τα κριτήρια:

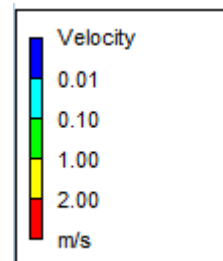
- Οι ταχύτητες ροής των αγωγών, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 1.5-2.0 m/s και δεν πρέπει να έχουν τιμές κάτω από 0.5 m/s. Μηδενικές ταχύτητες στους αγωγούς επιτρέπονται μόνο εφόσον ο ένας κόμβος αποτελεί κρουνό σε αδράνεια δηλαδή με μηδενική παροχή εξόδου.



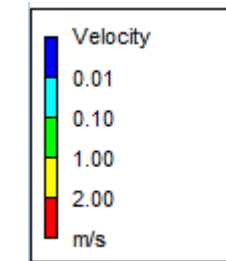
Εικόνα 18: Ταχύτητες αγωγών υψηλής ζώνης (πηγή EPANET)



Εικόνα 20: Ταχύτητες αγωγών χαμηλής ζώνης (πηγή EPANET)



Εικόνα 19: Υπόμνημα ταχυτήτων



Εικόνα 21: Υπόμνημα ταχυτήτων

- Κάνοντας μία εκτίμηση του μέγιστου αριθμού ορόφων $n=5$ εξαιτίας των ξενοδοχειακών μονάδων, οι πιέσεις στους κόμβους πρέπει να είναι μεγαλύτερες από $4(n+1)$ και μικρότερες από 70 m.

Πίνακας 31: Έλεγχοι πιέσεων

Έλεγχος πίεσης σε κόμβους		
$p/\gamma(\kappa) \geq$		24 (m)
$p/\gamma(\kappa) \leq$		70 (m)

6.5 Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Η βέλτιστη λύση προέκυψε με τη βοήθεια της κυρίας Ηλιοπούλου, μεγαλώνοντας τις διαμέτρους των αγωγών και δημιουργώντας περισσότερους βρόγχους στο δίκτυο δηλαδή με προσθήκη αγωγών. Το τελικό δίκτυο αποτελείται από αγωγούς συνολικού μήκους **6741.95 m**.

Προκείμενου τα δύο δίκτυα να μην λειτουργούν σαν αυτοτελή, προβλέφθηκε η συνένωση των δύο δικτύων με αγωγούς οι οποίοι θα λειτουργούν σε περίπτωση ανάγκης. Τα αποτελέσματα των πιέσεων των κόμβων για τα δύο δίκτυα μέσω του EPANET παραθέτονται στη συνέχεια.

**Πίνακας 32: Πιέσεις Κόμβων Χαμηλής ζώνης
(πηγή EPANET) (1/3)**

Node ID	Demand LPS	Pressure m
Junc J2	0.70	66.27
Junc DIMELALMYKONOS	0.53	67.97
Junc F1	5.00	64.63
Junc F2	5.00	67.84
Junc F3	0.00	72.88
Junc F9	0.00	64.49
Junc F12	0.00	69.92
Junc F13	0.00	71.19
Junc F14	0.00	67.11
Junc F15	0.00	67.73
Junc F16	0.00	66.08
Junc F17	0.00	68.44
Junc F18	0.00	67.46
Junc F19	0.00	68.40
Junc J8	0.16	71.88
Junc J9	0.85	73.72
Junc J11	0.30	70.88
Junc J12	0.46	72.27
Junc J13	0.44	71.55
Junc J14	0.37	70.44
Junc J15	0.30	69.74
Junc J16	0.43	71.92
Junc J17	0.21	70.06
Junc J18	0.51	70.48
Junc J19	0.37	68.56
Junc J21	0.31	67.16
Junc J22	0.60	69.07
Junc J23	0.53	69.40
Junc J24	0.24	67.40
Junc J25	0.34	66.40
Junc J28	0.37	66.27
Junc J29	0.40	68.56
Junc J30	1.31	69.79

**Πίνακας 33: Πιέσεις Κόμβων Χαμηλής ζώνης
(πηγή EPANET) (2/3)**

Junc J31	0.27	67.29
Junc J32	1.04	70.04
Junc J33	0.43	66.15
Junc J34	0.29	68.08
Junc J35	0.28	67.08
Junc J36	0.38	66.12
Junc J37	0.27	67.08
Junc J38	0.54	72.14
Junc J39	0.58	69.95
Junc J40	0.33	67.26
Junc J41	0.67	66.54
Junc J42	2.56	67.13
Junc J43	2.69	64.49
Junc J44	1.09	68.81
Junc J45	0.72	64.96
Junc J46	0.35	65.22
Junc J47	0.67	65.49
Junc J48	0.96	68.50
Junc J49	1.35	62.39
Junc J50	0.45	68.42
Junc J52	0.19	68.43
Junc J61	0.74	69.58
Junc J62	0.94	62.08
Junc J63	0.71	65.06
Junc J64	0.36	64.50
Junc J65	0.24	64.44
Junc J66	1.41	68.44
Junc J67	0.31	65.49
Junc J68	0.42	64.49
Junc J69	0.26	69.50
Junc J71	0.28	69.04
Junc J72	0.76	65.04
Junc J74	0.44	66.42
Junc J75	1.35	68.38
Junc J77	0.23	68.17

**Πίνακας 34: Πιέσεις Κόμβων Χαμηλής ζώνης
(πηγή EPANET) (3/3)**

Junc J77	0.23	68.17
Junc MYKONOSOLDHARBOR	1.14	73.46
Junc J82	0.28	69.03
Junc J83	0.20	68.72
Junc J84	0.49	67.05
Junc F21	0.00	69.87
Junc F22	0.00	70.38
Junc F23	0.00	68.31
Junc J85	0.68	69.40
Junc J86	0.98	71.22
Junc J87	1.82	68.43
Junc J88	0.43	66.89
Junc J89	0.46	67.45
Junc J90	0.21	66.08
Junc J91	0.71	65.92
Resvr OLDtanks	-51.69	0.00

**Πίνακας 35: Πιέσεις Κόμβων Υψηλής ζώνης
(πηγή EPANET) (1/2)**

Node ID	Demand LPS	Pressure m
Junc J1	3.51	66.71
Junc MYKONIANSECRET	11.68	71.25
Junc F4	0.00	60.22
Junc F5	0.00	64.59
Junc F6	0.00	82.03
Junc F7	0.00	75.16
Junc F8	5.00	79.56
Junc F10	0.00	71.09
Junc F11	5.00	81.82
Junc F20	0.00	70.38
Junc J3	3.72	67.31
Junc J4	3.77	53.41
Junc J5	2.44	61.76
Junc MYKONOSDOWNTOWN	1.42	69.36
Junc J6	0.96	64.33
Junc J7	2.17	78.24
Junc J10	1.83	72.28
Junc J20	5.43	61.16
Junc J26	5.41	69.10
Junc J27	3.80	70.48
Junc J51	8.20	69.38
Junc J53	6.08	69.53
Junc J54	5.33	74.34
Junc J55	28.79	76.90
Junc J56	2.18	76.68
Junc J57	1.36	76.16
Junc J58	4.95	75.16
Junc J59	6.29	78.81
Junc J60	1.29	80.75
Junc J70	3.50	69.68
Junc J73	1.32	76.31
Junc J76	0.72	74.32
Junc J78	3.12	55.51
Junc J79	2.02	71.62
Junc J80	3.78	80.41

**Πίνακας 36: Πιέσεις Κόμβων Υψηλής ζώνης
(πηγή ΕΡΑΝΕΤ) (2/2)**

Junc J81	2.72	67.28
Junc J91	9.17	81.88
Junc J92	3.30	72.18
Resvr NEWtanks	-150.26	0.00

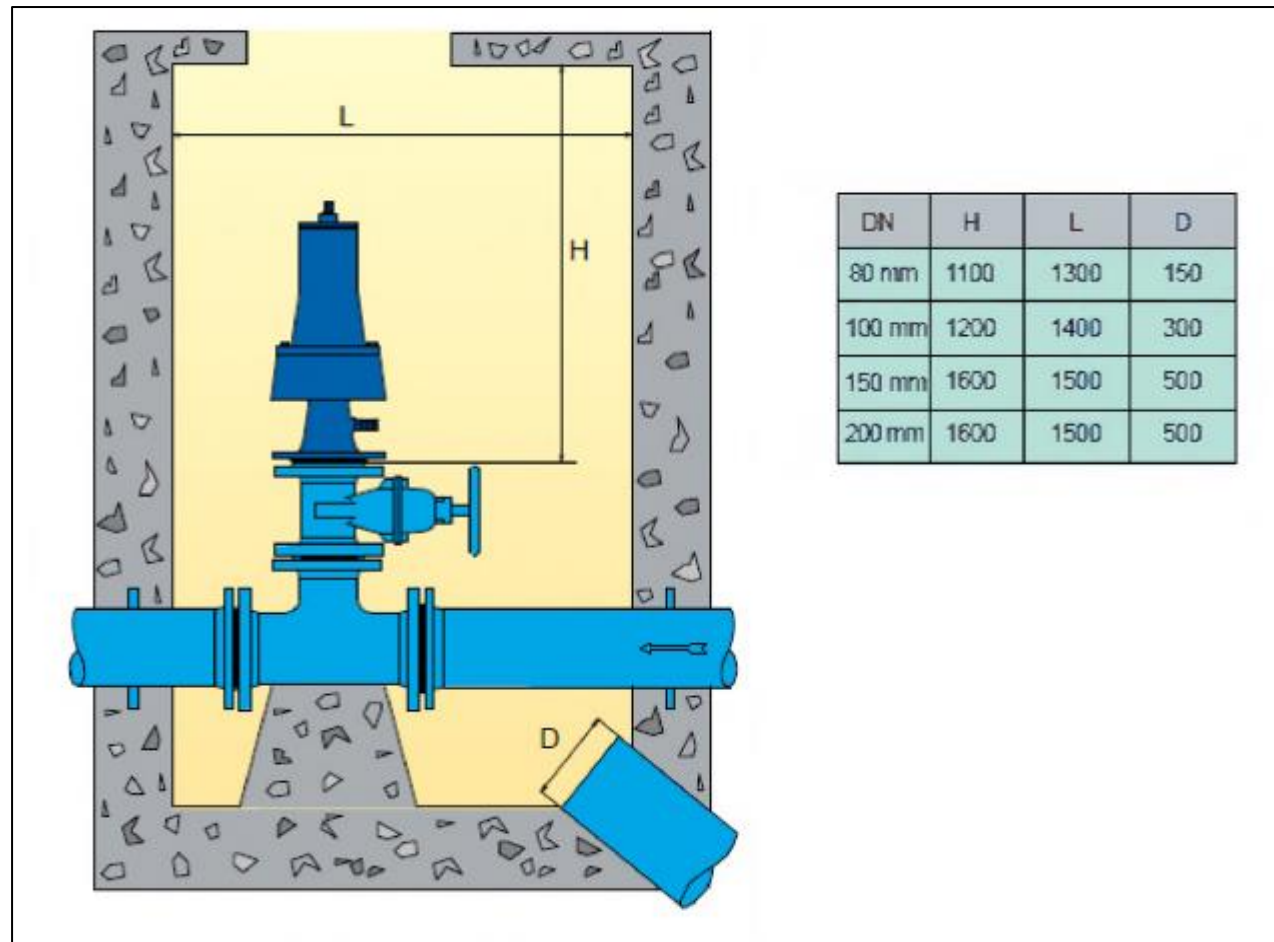
6.6 Ενέργειες προστασίας και ελέγχου δικτύου

Η διαχείριση των πιέσεων θεωρείται η πιο σημαντική και οικονομικά αποδοτική δραστηριότητα για τον έλεγχο των διαρροών. Οι περισσότερες θραύσεις σωλήνων συμβαίνουν όχι μόνο λόγω της υψηλής πίεσης, αλλά λόγω των συνεχών διακυμάνσεων της πίεσης που αναγκάζουν τους σωλήνες να διαστέλλονται και συστέλλονται, οδηγώντας σε αστοχίες λόγω κόπωσης. Ωστόσο, υπάρχει μια φυσική σχέση μεταξύ της πίεσης και του ρυθμού απωλειών. Όσο υψηλότερη ή χαμηλότερη είναι η πίεση, τόσο υψηλότερος ή χαμηλότερος είναι ο ρυθμός απωλειών αντίστοιχα. Επομένως η πίεση πρέπει να διατηρείται στο ελάχιστο επίπεδο που δεν επηρεάζει τις ανάγκες των καταναλωτών.

Σε κάποια σημεία τα ύψη πιέσεις κόμβων βρίσκονται πάνω από το επιτρεπτό όριο των 70 m πίεσης. Για αυτόν τον λόγο αφενός πρόκειται να εγκαταθούν μετρητές πίεσης στα κρίσιμα σημεία (ύψος πίεσης μεγαλύτερο των 80 m) και αφετέρου πρόκειται να τοποθετηθούν στο δίκτυο βαλβίδες προστασίας από υδραυλικό πλήγμα. Αυτές οι βαλβίδες έχουν σχεδιαστεί για να αποφεύγεται το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος, που μερικές φορές μπορεί να είναι καταστροφικό, σε δίκτυα αγωγών. Ο σκοπός είναι να αποφευχθεί η αύξηση της πίεσης πάνω από μια προκαθορισμένη τιμή, χάρη στην ικανότητά της να απορρίπτει μια επαρκή ποσότητα νερού κατευθείαν στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 22: Τυπική Βαλβίδα



Εικόνα 23: Φρεάτιο Τοποθέτησης Βαλβίδας

7. Οικονομική αποτίμηση του έργου

Η κατασκευή των έργων πρόκειται να πραγματοποιηθεί τους χειμερινούς μήνες. Η κοστολόγηση του έργου έγινε με βάση τα κρατικά τιμολόγια του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) όπως αυτά εκδόθηκαν τη χρονολογία 2017, για τιμή έργου μεγαλύτερη των 5.000.000 €, αλλά έχουν ληφθεί και τιμές από το εμπόριο. Στα τιμολόγια δεν περιέχεται ο φόρος προστιθέμενης αξίας (ΦΠΑ), ενώ έχουν ληφθεί υπόψη και τα κόστη απρόβλεπτων δαπανών.

Για την απόθεση των στερεών απορριμμάτων (για παράδειγμα: προϊόντα εκσκαφών) θα χρησιμοποιηθεί ο ΧΥΤΑ του νησιού, ο οποίος απέχει 4.63 km από την Χώρα της Μυκόνου.

Η συνολική διάρκεια κατασκευής των έργων εκτιμάται σε 7 μήνες, και προβλέπεται απασχόληση 25 εργατών, 172 € ημερομισθίου έκαστος.

Ο όγκος των εκσκαφών για τη τοποθέτηση των αγωγών, προέκυψε υπολογίζοντας εκσκαφή 1 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι ποσότητες των χωματισμών από τις εκσκαφές και ο όγκος σκυροδέματος δεξαμενών.

**Πίνακας 37: Ποσότητες χωματισμών
αγωγών**

ποσοτητα χωματισμων	
εκσκαφη αγωγων	
βαθος εκσκαφης(m)	2
πλατος εκσκαφης(m)	2
μηκος εκσκαφης(m)	10695.95
ογκος εκσκαφης(m3)	42783.8

**Πίνακας 38: Ποσότητες χωματισμών
δεξαμενών**

ποσοτητα χωματισμων	
εκσκαφη δεξαμενων	
επιφανεια	1012,688
βαθος εκσκαφης	2
ογκος εκσκαφης(m3)	2025,38
Απόθεση στον ΧΥΤΑ Μυκόνου (km)	4,63

**Πίνακας 39: Όγκος απαιτούμενου
σκυροδέματος**

ογκος σκυροδεματος δεξαμενων	
εσωτερικη διαμετρος(m)	20
διαμετρος κατασκευης(m)	21
υψος δεξαμενων(m)	6.8
Αεσ(m2)	314.16
Αεξ(m2)	346.36
Veσ(m3)	2136.28
Veξ(m3)	108812.39
Vσκυροδεμ(m3)	106676.11
Συνολο(5 δεξ)	533380.53

Τέλος, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα κόστη εργασιών. Η κατηγορία των λιμενικών έργων αποτελεί το πλεονάζον τμήμα του προϋπολογισμού, ενώ το σύνολο ανέρχεται στις **63.184.553 €**.

Πίνακας 40: Οικονομικός προϋπολογισμός

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΡΓΟΥ						
α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ(€)	ΤΕΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
1	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 90 mm / PN 10 atm	m	680,52	7,00	4.763,64 €
2	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 110 mm / PN 10 atm	m	142,00	9,30	1.320,60 €
3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 125 mm / PN 10 atm	m	1762,11	11,00	19.383,21 €
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 140 mm / PN 10 atm	m	1686,10	14,00	23.605,40 €
5	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 160 mm / PN 10 atm	m	612,00	16,00	9.792,00 €
6	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 200 mm / PN 10 atm	m	139,62	21,90	3.057,68 €
7	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 225 mm / PN 10 atm	m	0,00	27,90	0,00 €
8	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 250 mm / PN 10 atm	m	387,00	33,00	12.771,00 €
9	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 280 mm / PN 10 atm	m	349,24	44,90	15.680,88 €
10	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2, Ονομ. διαμέτρου DN 450 mm / PN 10 atm	m	744,00	110	81.840,00 €
11	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες με πλάτος πυθμένα έως 3,00 m, για βάθος ορύγματος έως 4,00 m, με την φόρτωση των προϊόντων εκσκαφής επί αυτοκινήτου, την σταλία του αυτοκινήτου και την μεταφορά σε οποιαδήποτε απόσταση.	m3	6,90	44809,18	309.183,31 €
12	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Καθαρή μεταφορά προϊόντων εκσκαφών, κατεδαφίσεων και κλαδέματος με αυτοκίνητο	m3/km	9678,01	0,32	3.096,96 €
13	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Μετρητής πίεσης Ονομαστικής διαμέτρου Φ 125 mm / PN10 / HS100	τεμ	3,00	7980	23.940,00 €
14	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Αντλιοστάσιο	Mw	1000000,00	0,306889	306.889,00 €
15	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση σκυροδέματος,για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25	m3	533380,53	81	43.203.822,73 €
16	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Υποδομές διωλιστηρίου(διαμορφώσεις χώρου, κτιριακές, υδραυλικές)	-	-	60000	60.000,00 €
17	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Διωλιστήριο (φίλτρα, δοσομετρικές, ηλ. Πινάκας και αυτοματισμοί)	1	-	150000	150.000,00 €
18	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Σύνδεση με δίκτυο ΔΕΔΔΗΕ	-	-	10000	10.000,00 €
19	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Βαλβίδες πίεσης ΑΝΚ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ (ΒΕΛΟΝΟΕΙΔΗΣ), PN10/16	τμχ	2,00	35000	70.000,00 €
20	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ	Κρουός Πεζοδρομίου Ύψος 1.455mm Είσοδος 3'	τμχ	23,00	409,2	9.411,60 €
21	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	Ημερομίσθιο	ημέρα	4550,00	172	782.600,00 €
						44.309.146,41 €
Απρόβλεπτες δαπάνες (15%)						6.646.371,96 €
ΦΠΑ (24%)						12.229.324,41 €
Σύνολο						63.184.843 €

8. Βιβλιογραφία

- Μονάδες αφαλάτωσης στη Μύκονο, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://www.e-mykonos.gr/nees-afalatoiseis-stin-mykono/>, την 15/10/2021
- Διαχείριση Υδατικών Πόρων Άνυδρων Νησιών. Το Υδροσύστημα Μυκόνου, Μπούζιος Ιωάννης(2016), Μεταπτυχιακή εργασία
- Ανάλυση δικτύων διανομής, Χρήστος Μακρόπουλος, Ανδρέας Ευστρατιάδης & Παναγιώτης, Αθήνα 2020
- Διαμόρφωση μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης δικτύου διανομής και έλεγχοι πιέσεων, Χρήστος Μακρόπουλος, Ανδρέας Ευστρατιάδης & Παναγιώτης, Αθήνα 2020
- Ροή σε αγωγούς υπό πίεση, Γραμμικές απώλειες, Νάνου-Γιάνναρου 2020
- ΥΠΕΝ, Υψομετρικές ζώνες, ανακτήθηκε την 17/10/2021
- ΥΠΕΝ, Σχέδια διαχείρισης κινδυνών πλημμύρας, Νήσοι Αιγαίου, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο:
 - https://floods.ypeka.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=199&Itemid=522, την 20/10/2021
- ΥΠΕΝ, Οδηγία-πλαίσιο για τα νερά , ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoi-poroi/odigia-plaisio-gia-ta-nera/>, την 21/10/2021
- ΥΠΕΝ, Γεωργικές πληροφορίες και Χάρτες, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <http://mapsportal.ypen.gr/maps/?limit=20&offset=0>, την 21/10/21
- Ειδική γραμματεία υδάτων, Ταυτότητα Υδάτων, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <http://www.bathingwaterprofiles.gr/bathingprofiles/GRBW149290167>, την 21/10/2021
- ΕΛΣΤΑΤ, ξενοδοχεία, κάμπινγκ και ενοικιαζόμενα καταλύματα 2021, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/STO12/->, την 22/10/2021
- ΕΛΣΤΑΤ, διανυκτερεύσεις στο ΔΔ Μυκόνου το 2019, ανακτήθηκε την 29/10/2021
- Ελληνικό Κτηματολόγιο, Οδικό δίκτυο, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>, την 1/11/2021
- Μεταλλευτικός Χάρτης της Ελλάδας, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο https://www.oryktosploutos.net/2010/10/blog-post_12-28/, την 3/11/2021
- Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Μυκόνου, Λιμάνια της Μυκόνου, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://mykonosports.gr/facilities/new-port/>, την 7/11/2021
- ΕΥΔΑΠ, Μονάδες Επεξεργασίας Νερού, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/WaterPlants/>, την 9/11/2021
- Οδηγίες εγκατάστασης του προγράμματος EPANET, Κουτσογιάννης, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <http://users.ntua.gr/dkoutsoq/courses/aye/epanet.html>, την 26/12/2021
- Οδηγίες χρήσης του προγράμματος EPANET, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: https://epanet22.readthedocs.io/en/latest/6_objects.html, την 26/12/2021
- Ρυθμιστική βαλβίδα και οφείλη, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: <https://www.avkvalves.gr/el-gr/%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82/%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%B2%CE%AF%CE%B4%CE%B5%CF%82->

[%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85/%CE%B3%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%AF-%CE%BD%CE%B1-%CF%87%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B5-%CF%81%CF%85%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%B2%CE%AF%CE%B4%CE%B5%CF%82;](#), την 28/12/2021

- *Ο Ρόλος των Έκτακτων Περιστατικών στη Διαμόρφωση Κριτηρίων Προληπτικής Συντήρησης και Αντικατάστασης των Αγωγών στα Δίκτυα Ύδρευσης, Κανακούδης, Β. (1998), Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, ανακτήθηκε την 2/1/2022*
- *ΥΠΕΧΩΔΕ, Περιγραφικά τιμολόγια έργων 2017, ανακτήθηκε από τον ιστότοπο: [https://www.gqde.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=964:%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CF%81%CE%B3%CF%89%CE%BD-%CF%83%CE%B5-%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B7-%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%AE-2017&Itemid=326](#), την 13/1/2022*
- *e-MP Series MPA, MPR, MPD, MPV 50 Hz HIGH PRESSUREMULTISTAGE PUMPS ACCORDING TO ISO 5199 by LOWARA*