

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ψηφιοποίηση του εξωτερικού δικτύου ύδρευσης της Κοζάνης, εκτίμηση του ενεργειακού δυναμικού του και ανάδειξη πιθανών σημείων εγκατάστασης υδροτουρμπινών για ανάκτηση ενέργειας



ΘΕΟΦΙΛΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (ΑΜ: 0811016)

Επιβλέπων: Κανακούδης Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τα βαθύτατα ευχαριστήριά μου ως προς όλους που συνέβαλλαν είτε άμεσα είτε έμμεσα στη διαδικασία περάτωσης της εν λόγω διπλωματικής εργασίας.

Σε πρώτο βαθμό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, για όλα όσα μου έχουν προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια και την υποστήριξή τους με κάθε δυνατό τρόπο, σε κάθε έκφανση της ζωής μου. Αισθάνομαι πως σε αυτούς οφείλω τα πάντα.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα μου αναπληρωτή καθηγητή κ. Β. Κανακούδη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και για τη βοήθεια που μου προσέφερε. Για όλη την υπομονή και επιμονή που επέδειξε απέναντι στο πρόσωπό μου.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα τον υποψήφιο διδάκτορα Μ. Πατέλη για την καθοδήγηση και επεξήγηση σε όλη την πορεία περάτωσης της εργασίας. Την προσφορά προσωπικού χώρου και χρόνου όποτε ήταν αναγκαίο. Την καθολική παρέμβαση του σε όποιο πρόβλημα εμφανίστηκε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου που ήταν δίπλα μου σε κάθε δύσκολη και εύκολη στιγμή της συνολικής μου φοίτησης στην πολυτεχνική σχολή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Τους ευχαριστώ για όλες τις όμορφες αναμνήσεις και συναισθήματα που χάρισαν.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract	6
1. Εισαγωγή.....	7
1.1. Σκοπός της Εργασίας.....	7
2. Το Δίκτυο Ύδρευσης της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης.....	7
2.1. Η Εταιρία Ύδρευσης	7
2.2. Γενικές Πληροφορίες Δικτύου	8
2.3. Γεωγραφικές Συντεταγμένες του Δικτύου.....	9
2.4. Περιοχή Υδροληψίας.....	9
2.4.1. Υδρολογική Λεκάνη Πτολεμαΐδας – Σαριγκιόλ.....	10
2.4.2. Υδρολογική Λεκάνη Κοζάνης – Σερβίων	10
2.5. Πηγές Υδροληψίας.....	10
2.5.1. Πηγές Ερμακιάς – Γκιώνας	10
2.5.2. Πηγές Ακρινής.....	11
2.5.3. Γεωτρήσεις Βαθυλάκου.....	11
2.5.4. Πηγές Οινόης – Πτελέας και Γεώτρηση Πετρανών	11
2.6. Χωροθέτηση του Υφιστάμενου Έργου	11
2.7. Ισχύουσες Χωροταξικές και Πολεοδομικές Ρυθμίσεις	11
2.8. Περιβαλλοντική Μελέτη - Κατάταξη του Υφιστάμενου Δικτύου	11
3. Υφιστάμενη Κατάσταση του Περιβάλλοντος στην Περιοχή του Εξωτερικού Υδραγωγείου.....	12
3.1. Κλιματικά και Βιοκλιματικά Χαρακτηριστικά.....	12
3.1.1. Θερμοκρασία.....	12
3.1.2. Βροχόπτωση	12
3.1.3. Άνεμος.....	13
4. Σχεδιασμός και Ψηφιοποίηση του Υφιστάμενου Δικτύου στο Λογισμικό WaterCAD V8i	13
4.1. Γενικά σχόλια	13
4.2. Όδεση του Κάτω Τμήματος του Δικτύου.....	18
4.2.1. Τμήμα Διασύνδεσης των Γεωτρήσεων του Βαθυλάκου – με τη Δεξαμενή Κρεβατάκια.....	18
4.2.2. Ύδρευση των οικισμών Οινόης, Πτελέας και Πετρανών.....	19
4.2.3. Τμήμα Τροφοδότησης της Πόλης της Κοζάνης.....	20
4.3. Όδεση του Άνω Τμήματος του Δικτύου.....	20
4.3.1. Τμήμα του Δικτύου Μεταφοράς Ύδατος από τις Πηγές της Ακρινής, της Ερμακιάς και της Γκιώνας έως το Σημείο Bypass #2	20
4.3.2. Τμήμα Διασύνδεσης του Σημείου Bypass #2 έως τη Δεξαμενή της Αγίας Παρασκευής	23
4.3.3. Τμήμα Υδροδότησης των Οικισμών του Αγίου Δημητρίου και του Ρυακίου.....	23
4.3.4. Τμήμα Υδροδότησης του Οικισμού της Κοιλιάδας	24

4.3.5. Τμήμα Υδροδότησης του Οικισμού της Νέας Χαραυγής	25
4.3.6. Τμήμα Υδροδότησης των Οικισμών των Κοίλων, της Νέας Νικόπολης, των Μελισσίων και των Βιομηχανιών – Βιοτεχνιών	25
4.3.7. Τμήμα Υδροδότησης της Πόλης της Κοζάνης και Σύνδεσης των Δεξαμενών της Αγίας Παρασκευής και της Μαντζής – Ράχης	26
5. Υδροτουρμπίνες	28
6. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων και Ανάδειξη Πιθανών Σημείων Εγκατάστασης Υδροτουρμπινών στο Δίκτυο	30
6.1. Διαδικασία Επιλογής Πιθανών Σημείων Εγκατάστασης Υδροτουρμπινών	30
6.2. ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ	34
6.2.1. Εκτίμηση ενέργειας αγωγού για κάθε θέση.....	35
6.3. ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ.....	38
6.3.1. Εκτίμηση ενέργειας αγωγού για κάθε θέση.....	39
6.4. Σχόλια Περί Αποτελεσμάτων	42
7. Περιγραφή της Εγκατάστασης και της Διάταξης μιας Εγκατεστημένης Υδροτουρμπίνας	43
7.1. Οικίσκος Στέγασης και Περιβάλλον Χώρος	43
7.2. Θεμελίωση Οικίσκου.....	43
7.3. Εσωτερική Διάταξη Οικίσκου	43
8. Κόστος Υλοποίησης - Οικονομοτεχνική Μελέτη	45
8.1. Κόστος Γεννήτριας.....	45
8.2. Κόστος Οικίσκου.....	47
8.3. Κόστος Αγωγού Bypass	47
8.4. Κόστος PRV	48
8.5. Κόστος Εγκατάστασης Δεξαμενής.....	48
8.6. Κόστος Μεταφοράς του Παραγόμενου Ηλεκτρικού Ρεύματος στον Πλησιέστερο Υποσταθμό της Δ.Ε.Η.	49
8.7. Ολικό Κόστος της Κατασκευής.....	53
9. Σύγκριση Εσόδων – Εξόδων και Πραγματικό Κέρδος.....	53
9.1. Σύγκριση Πραγματικών και Δυναμικών Εσόδων.....	53
9.2. Παρουσίαση Κέρδους.....	54
Βιβλιογραφία	55
Παράρτημα Α	56
Παράρτημα Β	58
Παράρτημα Γ	59

Περίληψη

Η εν λόγω διπλωματική εργασία έχει στόχο να αναδείξει ότι η διαδικασία της θραύσης της πίεσεως σε ένα δίκτυο μεταφοράς νερού μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και με τη χρήση υδροτουρμπινών, πέρα από τον κλασσικό τρόπο της χρήσης πιεζοθραυστικών φρεατίων – δεξαμενών ηρεμίας, διαδικασία που οδηγεί και στην ανάκτηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Το εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης που εξετάστηκε ήταν αυτό της πόλης της Κοζάνης, το οποίο βρίσκεται υπό τη δικαιοδοσία της ΔΕΥΑ Κοζάνης. Η ψηφιοποίηση και η προσομοίωσή του έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος 'WaterCAD V8i' της εταιρείας 'Bentley Systems'.

Η μελέτη αρχικά περιλαμβάνει τον εκ του μηδενός σχεδιασμό του δικτύου σε ψηφιακό περιβάλλον και έπειτα την ανάδειξη των κατάλληλων πιθανών και πλέον αποδοτικών σημείων τοποθέτησης υδροτουρμπινών.

Στη συνέχεια αναζητήθηκε ο κατάλληλος υλικοτεχνικός εξοπλισμός και συντάχθηκε μία πλήρης οικονομοτεχνική μελέτη περιλαμβάνοντας όλα τις απαιτούμενες εργασίες και υλικά.

Τέλος πραγματοποιήθηκε η σύγκριση μεταξύ κόστους και ετησίων εσόδων με σκοπό να υπολογισθεί το απαραίτητο χρονικό διάστημα για την απόσβεσή της εκάστοτε εγκατάστασης.

Abstract

The main purpose of this thesis is to prove that water pressure can also be released by the use of a hydro-pump a water supply inside network. In future, this procedure could be significant considering the fact that it provides urban areas with the production of a great amount of energy.

However, this study examines the external water supply networks. More specific the one located in the district of Kozani in Greece and being under the jurisdiction of DEYA Kozanis, the organization which is responsible to provide clear and potable water. The digitization, so as the simulation, of this network took place on the digital environment of 'WaterCAD V8i' of the company 'Bentley Systems'.

The research initially involved the drawing of whole network in the last software and then the identification of the probably most appropriate and efficient spots to place and operate hydro-turbines.

Afterwards, a complete economic and technical study was prepared including not only the cost of the necessary equipment, but also the cost of all the required handiwork.

Finally, a comparison was made between the total cost and the annual revenue from all the spots, in order to calculate the exact amount of time required to pay off the cost of each installation scenario and the annual profit after that occurs.

1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός της Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική μελετά την πιθανότητα υπάρξης συγκεκριμένων σημείων στο υπάρχον δίκτυο μεταφοράς και διανομής της ύδρευσης που βρίσκεται υπό την ευθύνη της τοπικής αρμόδιας υπηρεσίας ύδρευσης, τη Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης. Έχει στόχο τόσο την τοποθέτηση υδροτουρμπινών για την αποδοτική (οικονομικά συμφέρουσα) ανάκτηση και εκμετάλλευση της ενέργειας που υφίσταται μέσα στο εξωτερικό δίκτυο και καταστρέφεται μέσω της πιεζόθραυσης όσο και την εν μέρη ρύθμιση της πίεσεως.

Πιο συγκεκριμένα, αφορά το σχεδιασμό και την προσομοίωση όχι μόνο του υπάρχοντος δικτύου αλλά και του επιπρόσθετου απαραίτητου εξοπλισμού στο ψηφιακό πρόγραμμα Bentley Systems CAD V8i.

Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται η ενεργειακή ανάλυση τόσο του συνολικού ενεργειακού δυναμικού του δικτύου μεταφοράς όσο και των αναγκών της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης επί του εξωτερικού δικτύου ύδρευσης και ο υπολογισμός της συνολικής ενέργειας που απαιτείται για την ενεργειακή αυτονομία της προκειμένης υπηρεσίας. Έπειτα από έρευνα οδηγούμαστε στην ανάδειξη όλων των πιθανών κατάλληλων θέσεων τοποθέτησης υδροτουρμπινών, συνοδευόμενων και από τον κατάλληλο υλικό-τεχνικό εξοπλισμό.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και αναφέρεται εκτενώς στο κύριο μέρος της εργασίας, αποτελεί αντικείμενο έρευνας για ένα μεγάλο αριθμό μελετητών και κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες εφαρμογής της από άλλες εταιρίες ύδρευσης ανά την υφήλιο..

Μοναδικός στόχος της εργασίας είναι τα εξαγόμενα αποτελέσματα να είναι πλήρως εφαρμόσιμα και να μπορούν να λειτουργήσουν με ασφάλεια υπό την επίβλεψη της αρμόδιας εταιρίας ύδρευσης ώστε να συμβάλουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση του πληθυσμού - καταναλωτών.

2. Το Δίκτυο Ύδρευσης της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης

2.1. Η Εταιρία Ύδρευσης

Με στόχο την ορθή λειτουργία και γνώμονα τον πολίτη η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης της Κοζάνης (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.) δραστηριοποιείται στην τριγύρω ομώνυμη περιοχή από το 1988. Μπορεί μεν η ίδρυσή της να έγινε τι 1985 ωστόσο λειτούργησε για πρώτη φορά τρία χρόνια μετά.

Μέρος του εύρους των εργασιών που προσφέρει η εταιρία είναι η κατασκευή, η λειτουργία, η συντήρηση και η διαχείριση τόσο του δικτύου ύδρευσης όσο και του αποχετευτικού δικτύου ολόκληρου του ομώνυμου δήμου. Αξίζει να σημειωθεί το καινοτόμο (για τα ελληνικά δεδομένα) δίκτυο τηλεθέρμανσης που ξεκίνησε να λειτουργεί εν έτη 1992 και ακόμα και σήμερα διακατέχει σημαντική θέση στην καθημερινότητα των κατοίκων της περιοχής.

Το προσωπικό που την πλαισιώνει ανέρχεται στους 121 πλήρως καταρτισμένους υπαλλήλους. Η έδρα της εταιρίας βρίσκεται στο δεύτερο χιλιόμετρο της εθνικής οδού Κοζάνης-Θεσσαλονίκης στις νέες κτιριακές υποδομές που κατασκευάστηκαν το 2016.

2.2. Γενικές Πληροφορίες Δικτύου

Η πόλη της Κοζάνης οριοθετείται εντός του γεωγραφικού διαμερίσματος της Μακεδονίας και υπάγεται στη διοικητική περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας. Σύμφωνα με την απογραφή του πληθυσμού το 2011, 170.196 κάτοικοι ζουν και δραστηριοποιούνται σε αυτή. Το δίκτυο ύδρευσης της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Κοζάνης χαρακτηρίζεται ως ένα διευρυμένο δίκτυο, με διαφορετικά υδροσημεία, που στοχεύει στην κάλυψη των υδρολογικών αναγκών των 23 οικισμών του Δήμου Κοζάνης, όπως αυτός διαμορφώθηκε τα τελευταία έτη με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Μελλοντικά υπάρχει πλάνο που αφορά τη διεύρυνσή του ώστε να καλύψει και τις ανάγκες ύδρευσης της Νέας Ποντοκόμης, εκτιμώμενου πληθυσμού 1.300 κατοίκων, που πρόκειται να μετεγκατασταθεί πλησίον της πόλης της Κοζάνης καθώς και τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας που χωροθετούνται στην περιοχή της ΖΕΠ, του οποίου οι υδρευτικές ανάγκες προσδιορίζονται αναλογικά με 600 κατοίκους. Πιο συγκεκριμένα καλύπτονται οι ανάγκες:

- 2 οικισμών της Δημοτικής Ενότητας Δημητρίου Υψηλάντη,
- 4 οικισμών της Δημοτικής Ενότητας Ελλησπόντου και
- 7 οικισμών της Δημοτικής Ενότητας Κοζάνης.

Όπως αυτές αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα που ακολουθεί.

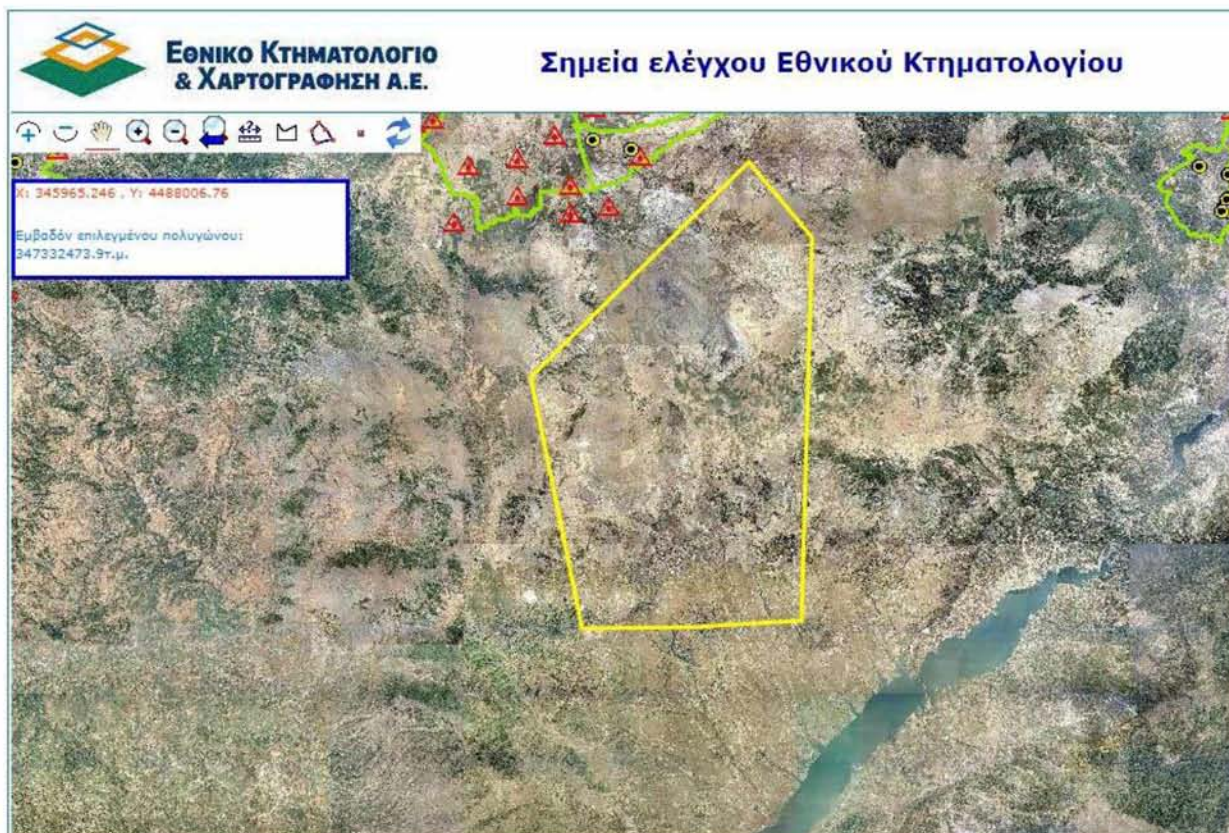
Πίνακας 1. Οικισμοί χωρισμένοι σε δημοτικές ενότητες

	Οικισμός	Δημοτική Ενότητα		Οικισμός	Δημοτική Ενότητα
1	Ακρινή	Ελλησπόντου	1	Κοζάνη	Κοζάνης
2	Ρυάκιο		2	Οινόη	
3	Άγιος Δημήτριος		3	Πτελέα	
4	Κοιλιάδα		4	Πετρανά	
1	Νέα Νικόπολη	Δημητρίου Υψηλάντη	5	Κοίλα	
2	Βιομηχανίες - Βιοτεχνίες		6	Μελίσσια	
			7	Νέα Χαραυγή	

Πέρα από την κάλυψη των αναγκών για πόσιμο νερό, το υπάρχον δίκτυο εξυπηρετεί και τις υδρευτικές ανάγκες διαφόρων άλλων δραστηριοτήτων, όπως βιομηχανικές και βιοτεχνικές δραστηριότητες καθώς και τις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής, ενώ στις εξωαστικές περιοχές και σε μικρά χωριά χρησιμοποιείται το νερό της για το πότισμα των προκηπίων. Αποτελείται από τα εσωτερικά δίκτυα των οικισμών, τα εξωτερικά υδραγωγεία (δίκτυο αγωγών, δεξαμενές, φρεάτια, αντλιοστάσια) και τις πηγές υδροληψίας, όπως θα περιγραφούν ακολούθως.

Το έργο αποτελεί κατά κύριο λόγο υφιστάμενο έργο, που κατασκευάστηκε στο παρελθόν, τμηματικά προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της υδροδότησης των επιμέρους οικισμούς. Για την καλύτερη διαχείριση του νερού και την μείωση προβλημάτων επάρκειας, με την πάροδο του χρόνου έγινε διασύνδεση των δικτύων ύδρευσης των οικισμών που βρίσκονται γύρω από την πόλη της Κοζάνης με το δίκτυο ύδρευσης της πόλης, ενώ χρησιμοποιήθηκαν με την πάροδο του χρόνου και διαφορετικές πηγές υδροληψίας, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι υδρευτικές ανάγκες είτε λόγω της αύξησης αυτών από την μετακίνηση του πληθυσμού σε περιοχές στα ή κοντά στα αστικά κέντρα της περιοχής, είτε λόγω της μειωμένης παροχαρακτηριστικότητας που παρουσίασαν ορισμένα υδροσημεία, για διάφορους λόγους, όπως οι γεωτρήσεις στην περιοχή της Σαριγκιόλ λόγω της εξορυκτικής δραστηριότητας της ΔΕΗ και της καταστροφής της αποθηκευτικής ικανότητας του υδροφόρου της περιοχής. Σημειώνεται ότι το υδραγωγείο της Κοζάνης επικοινωνεί με δύο άλλα υδραγωγεία, του Ελλησπόντου και της Ελίμειας. Με το υδραγωγείο του Ελλησπόντου συνδέεται στη δεξαμενή της Κοιλιάδας και συγκεκριμένα, από το δίκτυο της Κοζάνης υδροδοτείται όταν απαιτείται και το χωριό

Γαλάνη, το οποίο υδροδοτείται από το από το εξωτερικό υδραγωγείο του Ελλησπόντου. Η διασύνδεση με το υδραγωγείο Ελίμειας γίνεται στην δεξαμενή του Κρόκου.



Εικόνα 1. Το πολυγώνου που περικλείει το δίκτυο ύδρευσης στο Εθνικό Σύστημα Συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87

2.3. Γεωγραφικές Συντεταγμένες του Δικτύου

Από το αρχείο της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης προκύπτουν οι συντεταγμένες του πολυγώνου που περικλείει το δίκτυο ύδρευσης στο Εθνικό Σύστημα Συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87

Πίνακας 2. Γεωγραφικές συντεταγμένες στο ΕΣΣ ΕΓΣΑ '87

X: 320800	Y: 4482462
X: 316403	Y: 4486961
X: 303221	Y: 4473522
X: 306705	Y: 4458561
X: 313342	Y: 4458494
X: 320996	Y: 4458914

2.4. Περιοχή Υδροληψίας

Η πόλη της Κοζάνης καθώς και οι οικισμοί που την περικλείουν υδροδοτούνται από δύο διαφορετικούς υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι ναι μεν ανήκουν και οι δύο στο υδατικό διαμέρισμα GR09 Δυτική Μακεδονία, αλλά σε διαφορετικές λεκάνες αυτού, όπως αυτά σχηματίστηκαν από το Υ-

πουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, με όσες αλλαγές έχουν προκύψει.

2.4.1. Υδρολογική Λεκάνη Πτολεμαΐδας – Σαριγκιόλ

Σε αυτήν περιέχονται οι δύο βασικές ομάδες πηγών, της Ερμακιάς και Γκιώνας, που καλύπτουν περίπου το 30% και το 10% αντίστοιχα των αναγκών του υδρευτικού δικτύου. Πρόκειται για φυσικές πηγές που έχουν αξιοποιηθεί εδώ και πολλές δεκαετίες, προκειμένου να ληφθεί το απαραίτητο πόσιμο νερό για την ύδρευση της πόλης της Κοζάνης και των παρακείμενων οικισμών. Οι πηγές αυτές βρίσκονται στις πλαγιές του όρους Βερμίου και παρέχουν νερό κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οπότε και υπάρχουν κατακρημνίσματα ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο συνήθως μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η παροχή τους και συνεπώς η συνεισφορά τους στο δίκτυο.

Τέλος, εκτός από τις προηγούμενες υπάρχουν άλλες δύο πηγές και πέντε γεωτρήσεις που από τη μεριά τους καλύπτουν σχεδόν το 6% των συνολικών υδρευτικών αναγκών του δικτύου.

2.4.2. Υδρολογική Λεκάνη Κοζάνης – Σερβίων

Η κύρια πηγή τροφοδοσίας απολήψιμου νερού είναι οι γεωτρήσεις του Βαθυλάκου, από όπου λαμβάνεται με άντληση νερό από τον υπόγειο υδροφόρα καλύπτοντας τις ανάγκες του δικτύου σε ποσοστό περίπου 48,5%. Ο καρστικός αυτός υδροφόρας, επικοινωνεί με την τεχνητή λίμνη του Πολυφύτου, όπου εκβράζει με τη μορφή πηγών κάτω από τη Νεράιδα.

Οι γεωτρήσεις Βαθυλάκου ανορύχθηκαν στο παρελθόν προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της πόλης της Κοζάνης, δεδομένου ότι η στάθμη των τότε υφιστάμενων γεωτρήσεων στην περιοχή της Σαριγκιόλ είχε υποβαθμιστεί σημαντικά καθιστώντας ασύμφορη την άντληση νερού πλέον από αυτές. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν εννέα (9) γεωτρήσεις (δύο ομάδες γεωτρήσεων) καθώς και μια πιεζομετρική γεώτρηση σε περιοχή δυτικά του Βαθυλάκου.

Ωστόσο, πέρα από τις προαναφερόμενες γεωτρήσεις υπάρχουν και άλλες πηγές και γεωτρήσεις χωροθετημένες στην ευρύτερη περιοχή που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά μόνο για την κάλυψη των αναγκών συγκεκριμένων κοντινών οικισμών και στη συνέχεια ενοποιήθηκαν και αφομοιώθηκαν από το κύριο υδρευτικό δίκτυο της πόλης της Κοζάνης. Πιο συγκεκριμένα, αναφερόμαστε στο πλήθος των οκτώ γεωτρήσεων και τεσσάρων πηγών, που καλύπτουν συνολικά το 5,8% περίπου των αναγκών του συνολικού δικτύου.

2.5. Πηγές Υδροληψίας

Η ετήσια απολήψιμη ποσότητα νερού για την τροφοδότηση του εξωτερικού δικτύου ύδρευσης ανέρχεται στα $8 - 9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και από τις δύο υδρολογικές λεκάνες. Πιο συγκεκριμένα το έτος 2014 η συνολική ποσότητα νερού στο δίκτυο ήταν $8.324.000 \text{ m}^3$. Η λεκάνη Πτολεμαΐδας – Σαριγκιόλ παρείχε $3.832.800 \text{ m}^3$ και με τα υπόλοιπα $4.491.200 \text{ m}^3$ συνέβαλε η λεκάνη Κοζάνης – Σερβίων, σύμφωνα με στοιχεία της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης. Ακολούθως παρουσιάζεται το σύνολο των πηγών και η συμμετοχή της εκάστοτε στην ύδρευση των οικισμών και στο συνολικό δίκτυο.

2.5.1. Πηγές Ερμακιάς – Γκιώνας

Χωροθετούνται στην υδρολογική λεκάνη Πτολεμαΐδας - Σαριγκιόλ και αποτελούν μία ομάδα πηγών της οποίας η συνολική ετήσια ποσότητα νερού που χρησιμοποιήθηκε εν έτη 2014 ανέρχεται σε $3.657.000 \text{ m}^3$.

2.5.2. Πηγές Ακρινής

Αποτελούνται από ένα σύμπλεγμα πηγών τοποθετημένες και αυτές εντός της υδρολογικής λεκάνης της Πτολεμαΐδας – Σαριγκιόλ, από τις οποίες το έτος 2014 αντλήθηκαν συνολικά 175.800 m³.

2.5.3. Γεωτρήσεις Βαθυλάκου

Αποτελούν ομάδα γεωτρήσεων που υπάγονται στην υδρολογική λεκάνη Κοζάνης - Σερβίων, των οποίων η ετήσια απόληψη ήταν ίση με 4.468.000 m³.

2.5.4. Πηγές Οινόης – Πτελέας και Γεώτρηση Πετρανών

Εν αντιθέσει με τις προαναφερθέντες, αυτές οι πηγές-γεωτρήσεις δεν θεωρούνται ως μία κοινή ομάδα πηγών από τη Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης. Μόνο και μόνο για λόγους ευχέρειας ώστε να προβούμε στον καλύτερο σχεδιασμό του δικτύου μας σε ψηφιακή μορφή τις θεωρήσαμε κοινές. Παρά την μικρή απόσταση που τις χωρίζει, ανήκουν όλες τους στην υδρολογική λεκάνη Κοζάνης – Σερβίων και κύριος στόχος τους είναι η εξυπηρέτηση των ομώνυμων οικισμών και έπειτα η παροχέτευση του δικτύου με το υπολειπόμενο νερό. Το έτος 2014 η συνολική τους παροχή ανήλθε στα 23.200 m³, νούμερο που μπορεί να θεωρηθεί σχετικά μικρό σε σύγκριση με την ποσότητα που διοχέτευσαν οι δέκα γεωτρήσεις στην περιοχή του Βαθυλάκου.

2.6. Χωροθέτηση του Υφιστάμενου Έργου

Το ήδη υπάρχον έργο χωροθετείται στους παρακάτω δήμους της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης που υπάγεται στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας:

- Δήμος Κοζάνης: όπου βρίσκεται το μεγαλύτερο τμήμα του δικτύου,
- Δήμος Εορδαίας: όπου υπάρχουν οι πηγές Ερμακιάς και Γκιώνας και
- Δήμος Σερβίων – Βελβεντού: όπου χωροθετούνται οι γεωτρήσεις του Βαθυλάκου.

2.7. Ισχύουσες Χωροταξικές και Πολεοδομικές Ρυθμίσεις

Το έργο της ύδρευσης αποτελεί έργο κοινής ωφέλειας με άωτερο σκοπό την πλήρη ικανοποίηση της ανάγκης των κατοίκων των εκάστοτε οικισμών - πόλεων για την ύπαρξη ασφαλούς και επαρκούς νερού καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας σε ετήσια βάση. Κατά συνέπεια, το έργο είναι απόλυτα συμβατό και σχετικό με τον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό που προϋπάρχει και συμφωνεί με την υπάρχουσα νομοθεσία.

2.8. Περιβαλλοντική Μελέτη - Κατάταξη του Υφιστάμενου Δικτύου

Πρόκειται για ένα έργο ύδρευσης, το οποίο αποτελείται από επί μέρους υφιστάμενα έργα. Το έργο έχει αδειοδοτηθεί περιβαλλοντικά στο σύνολό του. Στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης του έργου έχουν εκδοθεί οι αποφάσεις έγκρισης περιβαλλοντικών όρων όπως αυτές παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.

3. Υφιστάμενη Κατάσταση του Περιβάλλοντος στην Περιοχή του Εξωτερικού Υδραγωγείου

3.1. Κλιματικά και Βιοκλιματικά Χαρακτηριστικά

Οι παράμετροι της μετεωρολογίας που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μέσω του κύκλου του νερού τους υδροφορείς είναι: η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου, η ευστάθεια της ατμόσφαιρας και ειδικά για τους φωτοχημικούς ρύπους η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η διάρκεια της ηλιοφάνειας. Άλλες παράμετροι που συντελούν στη διαμόρφωση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούν να θεωρηθούν η βροχόπτωση, η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και έμμεσα η θερμοκρασία.

Στην περιοχή που βρίσκεται το έργο υπάρχουν δύο μετεωρολογικοί σταθμοί με φορέα λειτουργίας την *Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.)*.

- Ο μετεωρολογικός σταθμός (Μ.Σ.) Κοζάνης, ο οποίος βρίσκεται σε Γεωγραφικό μήκος 21° 50' E και Γεωγραφικό πλάτος 40° 17' N. Είναι σε λειτουργία έως και σήμερα, διαθέτει δε πλήρη επεξεργασμένα και δημοσιευμένα στοιχεία για την περίοδο 1955 – 1997.
- Μετεωρολογικός σταθμός (Μ.Σ.) Πτολεμαΐδας, ο οποίος εδρεύει σε Γεωγραφικό μήκος 21° 41' E και Γεωγραφικό πλάτος 40° 31' N. Διαθέτει πλήρη επεξεργασμένα και δημοσιευμένα στοιχεία για τα έτη 1975 - 1997, οπότε σταμάτησε η λειτουργία του.

Οι εν λόγω μετεωρολογικοί σταθμοί καταγράφουν παραμέτρους όπως θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, υγρασία, νέφωση, χιόνι, χαλάζι, καταγίδες.

3.1.1. Θερμοκρασία

Από πλευράς της θερμοκρασίας του αέρα, ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία του αέρα στην Πτολεμαΐδα 1,8 βαθμούς της κλίμακας Κελσίου. Η βόρεια περιοχή της κοιλάδας εμφανίζεται σημαντικά ψυχρότερη από τη νοτιά σε ότι αφορά τις ελάχιστες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα. Από τις κλιματικές παρατηρήσεις προκύπτει ότι η μέση τιμή των απολύτως ελαχίστων τιμών της θερμοκρασίας του αέρα είναι για την Πτολεμαΐδα $-11,5^{\circ}\text{C}$, ενώ στην πόλη της Κοζάνης εμφανίζεται σχετικά μικρή αύξηση της τάξεως των περίπου δύο βαθμών Κελσίου ($-9,7^{\circ}\text{C}$). Αντίστοιχα και η μέση ελαχίστη θερμοκρασία στην Πτολεμαΐδα ($-2,7^{\circ}\text{C}$) είναι μικρότερη από εκείνη της Κοζάνης ($-2,1^{\circ}\text{C}$) κατά το μήνα αυτό.

Κατά την εαρινή περίοδο, ως θερμότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με τη μέση θερμοκρασία του αέρα να αγγίζει τους $24,3^{\circ}\text{C}$ για τον οικισμό της Κοζάνης και τους $23,8^{\circ}\text{C}$ για τον αντίστοιχο της Πτολεμαΐδας. Εν αντιθέσει με προηγουμένως εδώ η τιμή των μεγίστων θερμοκρασιών που παρατηρούνται τους θερμούς μήνες (πιο συγκεκριμένα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο) είναι η ίδια και τόσο για την πόλη της Πτολεμαΐδας όσο και για αυτή της Κοζάνης και ανέρχεται κοντά στους 35°C .

3.1.2. Βροχόπτωση

Το ύψος βροχόπτωσης διακυμαίνεται μεταξύ τριών μεγίστων το τέλος του Χειμώνα (Μάρτιος), της Άνοιξης (Μάιος) και του Φθινοπώρου (Οκτώβριος/Νοέμβριος). Σε γενικές γραμμές οι τιμές του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης στην κοιλάδα βρίσκονται μεταξύ των 580 χιλιοστών έως και των 660. Να σημειωθεί ότι αυτές οι τιμές παρατηρούνται ιδιαίτερα στο βορειότερο τμήμα της κοιλάδας και πιο συγκεκριμένα στην πόλη της Πτολεμαΐδας και των κοντινών οικισμών.

Άλλο ένα χαρακτηριστικό στοιχείο της περιοχής αποτελεί το γεγονός ότι τις περιόδους στα τέλη της Άνοιξης και κατά το Φθινόπωρο περίπου το ποσοστό βροχόπτωσης αγγίζει σχεδόν το 35% σε ημερήσιο επίπεδο. Ενώ κατά τους ψυχρούς χειμερινούς μήνες στην κοιλάδα η πιθανότητα χιονόπτωσης σε μηνιαίο επίπεδο είναι κοντά στις 4 με 6 ημέρες το μήνα. Για τους θερινούς μήνες όπως τον Ιούνιο και Ιούλιο, το αντίστοιχο ποσοστό για την εμφάνιση καταιγίδας είναι 3 με 5 ημέρες το μήνα.

3.1.3. Άνεμος

Δεδομένου των μορφολογικών χαρακτηριστικών της ευρύτερης περιοχής της Κοζάνης οι άνεμοι αναγκάζονται να ακολουθήσουν κατά κύριο λόγο είτε μία Βόρειο - Βορειοδυτική διεύθυνση είτε την αντίρροπη Νότιο – Νοτιοανατολική. Αξιοσημείωτο δε είναι το γεγονός ότι το ποσοστό των ημερών άπνοιας είναι ιδιαίτερα υψηλό κατά την περίοδο του χειμώνα. Καθώς ότι οι άνεμοι που παρατηρούνται στο βορειότερο μέρος της περιοχής έχουν γενικά υψηλότερες ταχύτητες από αυτούς που πνέουν στο αντίστοιχο νότιο τμήμα.

Άνεμοι με ταχύτητα ίση με 10 χλμ/ώρα έχουν πιθανότητα εμφανίσεως άνω του 25% ειδικά όταν αυτοί πνέουν από το βόρειο τμήμα της κοιλάδας και κοντά στο 17% όταν η διεύθυνση τους είναι από το νότιο τμήμα αυτής. Συνοψίζοντας, κατά κύριο λόγο οι ισχυροί άνεμοι έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανιστούν κατά τους ψυχρούς μήνες του χρόνου και έπειτα τους ανοιξιάτικους μήνες, ενώ οι ασθενείς άνεμοι κάνουν την εμφάνισή τους κυρίως τους φθινοπωρινούς μήνες.

4. Σχεδιασμός και Ψηφιοποίηση του Υφιστάμενου Δικτύου στο Λογισμικό WaterCAD V8i

4.1. Γενικά σχόλια

Έως τώρα οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί από μηχανικούς (και ιδιαίτερα από πολιτικούς μηχανικούς) έχουν εστιάσει κατά κύριο λόγο στην ψηφιοποίηση μοντέλων εσωτερικού δικτύου ύδρευσης, ενώ η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία καλείται να μελετήσει ένα μοντέλο εξωτερικού δικτύου ύδρευσης ως προς το υδραυλικό δυναμικό του καθώς και να το ψηφιοποιήσει.

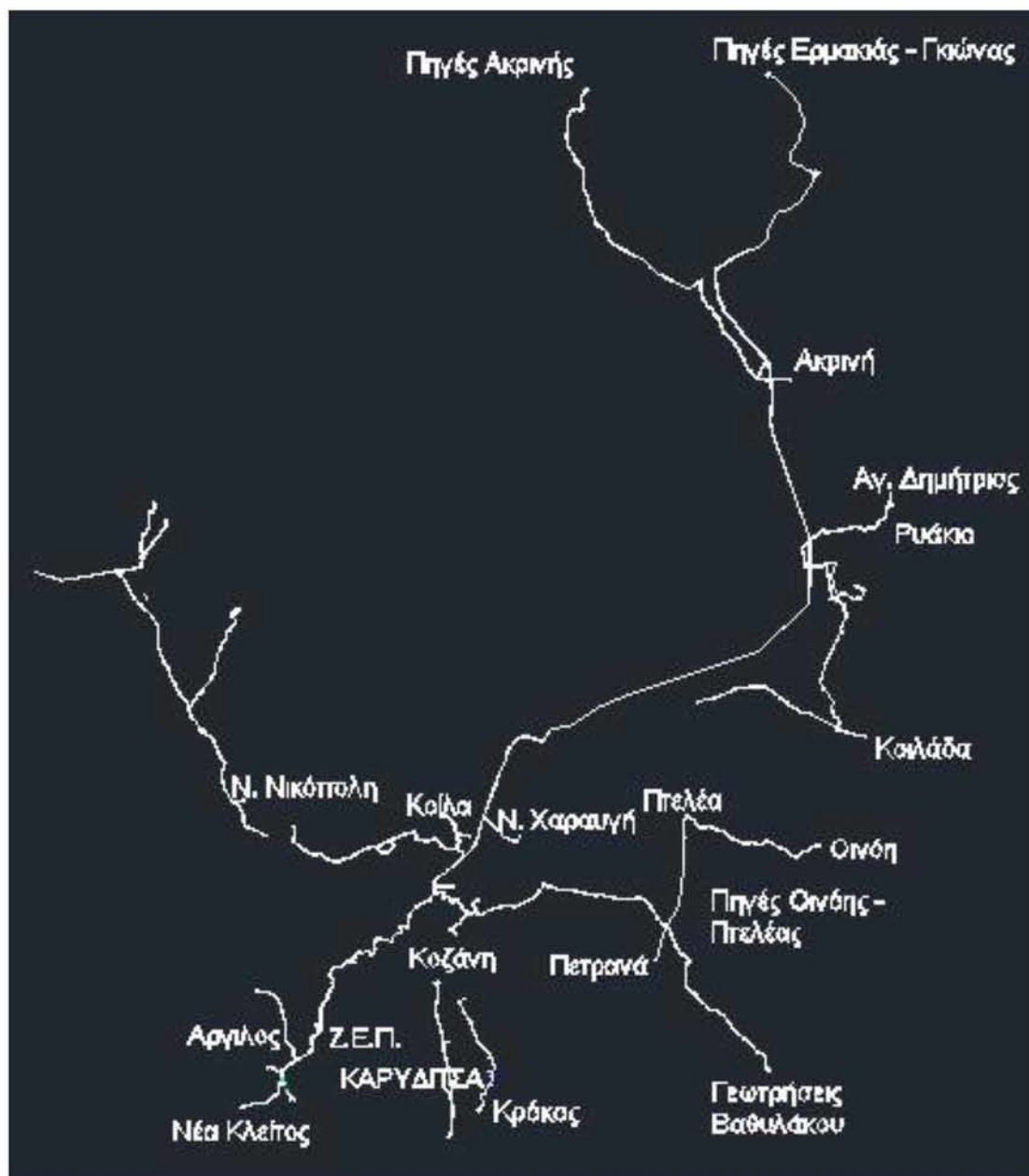
Τέτοιας κλίμακας έργα εμπεριέχουν τόσο τις τοποθεσίες όσο και σύνολο των μηχανισμών απόληψης πόσιμου νερού, όπως οι λίμνες και τα ποτάμια, οι πηγές και οι γεωτρήσεις, τα αντλητικά συστήματα που δραστηριοποιούνται σε αυτούς, οι δεξαμενές συλλογής των οικισμών, οι αγωγοί μεταφοράς στους οικισμούς.

Αρκετά συχνά γίνεται η λανθασμένη θεώρηση πως τα εσωτερικά υδραγωγεία έχουν πολύ μικρές διαφορές από τα εξωτερικά, βασιζόμενη στο γεγονός πως και τα δύο αποτελούν δίκτυα ύδρευσης. Ωστόσο παρουσιάζουν αρκετά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αρχικά το εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης αποτελεί ένα έργο πολύ μεγαλύτερης κλίμακας σε σύγκριση με τα εσωτερικά, δεδομένου ότι οι αρκετά μεγάλες ποσότητες νερού που απαιτούνται από τις πόλεις και τους οικισμούς για κατανάλωση σπανίως συγκεντρώνονται πλησίον τους. Για αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται από πολυμήκεις αγωγούς. Από την άλλη πλευρά στα εσωτερικά υδραγωγεία μπορεί μεν οι αγωγοί να είναι βραχείς αλλά είναι αρκετά περισσότεροι και με πολυάριθμες διακλαδώσεις.

Σε αντίθεση με τα εσωτερικά υδραγωγεία οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές που επικρατούν στα συγκεκριμένα δίκτυα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την εμφάνιση υψηλών πιέσεων, των οποίων την αξιοποίηση πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική. Επιπλέον τα εξωτερικά υδραγωγεία αποτελούνται κατά το πλείστον από αγωγούς μεγάλων διαστάσεων (οι εσωτερικές διαμέτροι του

μοντέλου που εξετάστηκε φτάνουν έως και $\text{Ø}700 \text{ mm}$), εντός των οποίων η ροή πραγματοποιείται είτε υπό πίεση είτε με ελεύθερη επιφάνεια, πράγμα αδύνατο σε ότι αφορά τα εσωτερικά δίκτυα στα οποία η ροή βρίσκεται συνεχώς υπό πίεση.

Έπειτα από επικοινωνία με στελέχη της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. αρμόδια για την επίβλεψη και την ορθή λειτουργία του δικτύου, παραχωρήθηκαν κάποια μέρη του σε ψηφιακή μορφή στο πρόγραμμα AutoCAD της εταιρίας AutoDESK (δηλαδή αρχεία τύπου '.dwg') και κάποια άλλα (όπως κάποιες γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, πηγές και δεξαμενές) σε αρχεία τύπου '.kmz', αρχεία που επεξεργάζονται μέσω του προγράμματος Google Earth.



Εικόνα 2. Αρχική ανεπεξέργαστη μορφή του δικτύου σε αρχείο AutoCAD

Από την πρώτη στιγμή που ξεκίνησε η επεξεργασία του δοθέντος υλικού, έγινε ξεκάθαρο ότι θα έπρεπε να δημιουργηθεί ένα νέο αρχείο που να εμπεριέχει το σύνολο των πληροφοριών του αρχικού υλικού. Το δύσκολο ωστόσο μέρος της διαδικασίας αυτής, ήταν να επιλεγθούν ποια τμήματα θα έπρεπε να χαραχθούν και να αποτυπωθούν σε τελικό στάδιο ώστε να μην προκύπτουν λειτουργικά προβλήματα.

Στα τοπογραφικά του εξωτερικού υδραγωγείου υπήρχαν τμήματα αγωγών, τα οποία είτε δεν λειτουργούσαν είτε δεν είχαν κατασκευασθεί ακόμα. Παρά την πολυπλοκότητα του, πραγματοποιήθηκε μία σοβαρή προσπάθεια ώστε το μοντέλο να προσαρμοσθεί στα σημερινά δεδομένα και να παρέχει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα, σε ότι αφορά ένα μικρό αριθμό εν ενεργεία αγωγών και οικισμών μιας και υπήρχε έλλειψη στοιχείων τους, όπως οι καταναλώσεις των οικισμών και οι διατομές ορισμένων αγωγών. Αναλυτικότερα αυτά ήταν τα τμήματα με τους οικισμούς

1. Σιδερών, Λιβερών και Κτενών,
2. Αγίων Θεοδώρων, Βατερού, Αργίλου, Παναγίτσας, Νέου Κλείτους και Πρωτοχωριού,
3. Λευκόβρυσης, Αγίων Θεοδώρων, Βατερού, περιοχής Ζ.Ε.Π., Καρυδίτσας και Κρόκου
4. Γαληνήσης.

Τελικά το δίκτυο που ψηφιοποιήθηκε περιείχε τους οικισμούς που παρουσιάστηκαν στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας μας και είχε την ακόλουθη μορφολογία. Με στόχο τον πιο εύκολο προσανατολισμό του αναγνώστη έχει σημειωθεί με κόκκινο η πόλη της Κοζάνης.



Εικόνα 3. Αρχική επεξεργασμένη μορφή του δικτύου σε αρχείο WaterCAD

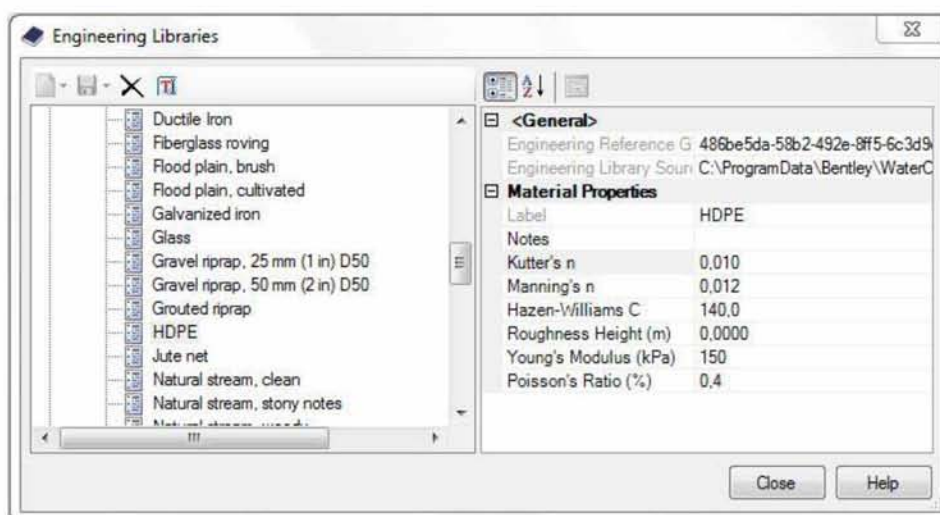
Το κύριο πρόβλημα που παρουσιάστηκε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης ήταν το γεγονός ότι δεν ήταν εύκολο να πραγματοποιηθεί η άμεση μετατροπή του υλικού που προϋπήρχε από αρχεία AutoCAD σε αρχεία WaterCAD. Έπειτα από εκτενή έρευνα στο διαδίκτυο και κατά κύριο

λόγο στη σελίδα της ίδιας της *Bentley Communities*, παρατηρήθηκε πως η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η μετατροπή των αρχείων μέσω ενός εργαλείου εν ονόματι *Modelbuilder*, το οποίο είναι εγκατεστημένο σε όλες τις εκδόσεις του προγράμματος. Ωστόσο η προσπάθεια χαρακτηρίστηκε ως άκαρπη διότι οι γραμμές (δηλαδή οι αγωγοί) μετατράπηκαν σε πολύγωνα. Πράγμα που δε συμβαδίζει με τη μεθοδολογία χάραξης δικτύων ύδρευσης.

Εν συνεχεία παρουσιάστηκε ως εναλλακτική λύση η εξαγωγή των αρχείων “.dwg” σε “.dxf”. Ακόμα και κατ’ αυτήν την προσέγγιση τελικό αποτέλεσμα δεν ήταν ικανοποιητικό εφόσον ένα μεγάλος αριθμός των αγωγών δεν είχε αποτυπωθεί σωστά. Εν ολίγοις, πολλοί ήταν οι αγωγοί που είχαν ανακρίβειες σε ότι αφορά τη διεύθυνση της όδυσής τους και το συνολικό τους μήκος. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι σημεία όπως οι οικισμοί, τα αντλιοστάσια, οι δεξαμενές, τα πιεζοθραυστικά φρεάτια και τα φρεάτια διακλάδωσης είχαν υποστεί σημαντικές μετατοπίσεις κατά τη μετατροπή του αρχείου με αποτέλεσμα και αυτή η κατάληξη να μην είναι αντιπροσωπευτική.

Ως βέλτιστη λύση επιλέχθηκε τελικά, να εξαχθούν ως αρχεία *bitmap* από το AutoCAD σε μορφή “.jpeg” και εν συνεχεία να τα εισαχθούν στο WaterCAD ως “layers”. Για να υλοποιηθεί αυτό το σχέδιο, λήφθηκαν συνολικά 12 αρχεία “*bitmap images*”. Ουσιαστικά αυτό που συνέβη, θα μπορούσε να παρομοιασθεί και με την αποτύπωση ενός χάρτη πάνω σε ένα διαφανές χαρτί. Η δυσκολία σε αυτό το βήμα ήταν να ορισθούν σωστά οι συντεταγμένες της εκάστοτε εικόνας στο πρόγραμμα ώστε να υπάρχει συνέχεια και αλληλουχία στο δίκτυο.

Μετά το πέρας της μετατροπής των αρχείων, υπήρχε το κατάλληλο υλικό για την πραγμάτωση της χάραξη του εξωτερικού υδραγωγείου στο εν λόγω λογισμικό. Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού του, ξεκίνησε η πλήρης διαστασιολόγηση και συμπλήρωση όλων των απαραίτητων τεχνικών χαρακτηριστικών του κάθε αγωγού, δεξαμενής, αντλιοστασίου. Να σημειωθεί πως για την πιστή αναπαράσταση του δικτύου χρειάστηκε να εμπλουτισθούν οι βιβλιοθήκες της αρχικής έκδοσης του προγράμματος WaterCAD που χρησιμοποιήθηκε με νέα υλικά, όπως για παράδειγμα το υλικό εν ονόματι πολυαιθυλένιο ευρέως γνωστό και ως HDPE. Ο εμπλουτισμός αυτός έγινε μετά από εκτενή έρευνα στο διαδίκτυο και στη διεθνή βιβλιογραφία, απ’ όπου και λήφθηκαν τιμές όπως το μέτρο Hazen-Williams, το μέτρο του Manning, το μέτρο του Kutter.



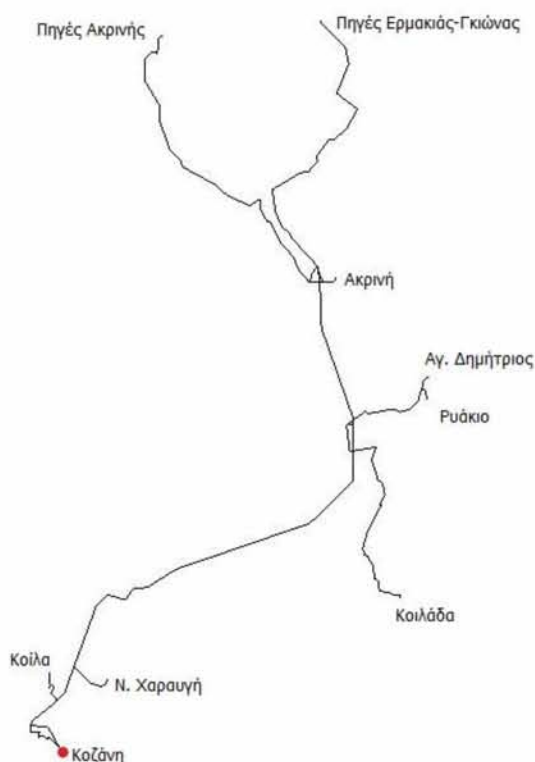
Εικόνα 4. Τιμές που εισήχθησαν για τη δημιουργία των αγωγών από υλικό HDPE

Ενώ το προαναφερθέντο δίκτυο ήταν μια πιστή αναπαράσταση της πραγματικότητας δεν κατάφερε να λειτουργήσει πλήρως ορθά μετά το πέρας των είκοσι-τεσσάρων ωρών. Το πρόβλημα ήταν ότι οι δεξαμενές είχαν έναν αμφίρροπο αγωγό με σκοπό να συνδέονται με το υπόλοιπο δίκτυο. Δεδομένου αυτού, η δεξαμενή έπρεπε είτε να τροφοδοτείται είτε να τροφοδοτεί με νερό κάποιον οικισμό,

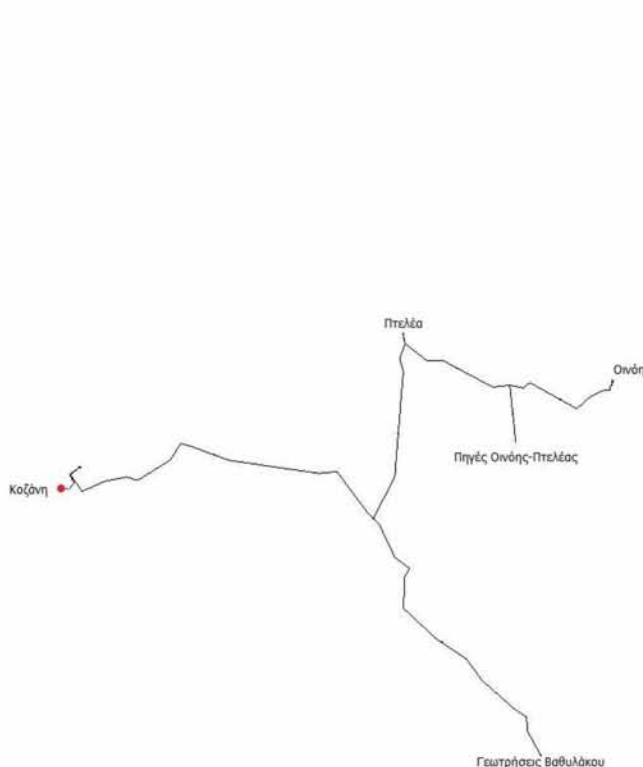
αλλά σε καμία περίπτωση και τα δύο ταυτοχρόνως. Σαν λύση σε αυτό το πρόβλημα οι ζητήσεις των οικισμών ενσωματώθηκαν στις αντίστοιχες δεξαμενές που τους τροφοδοτούν.

Για τον καλύτερο έλεγχο και επεξεργασία του δικτύου, αποφασίστηκε να μελετηθεί τμηματικά. Αυτό είναι εφικτό αφού οι πηγές της Ερμακιάς, Γκιώνας και Ακρινής δεν επηρεάζονται από αυτές της Οινόης, Πτελέας και από τις γεωτρήσεις του Βαθυλάκου και των Πετρανών και το αντίστροφο. Για αυτό τον λόγο ολόκληρο το εξωτερικό υδραγωγείο διχοτομήθηκε σε άνω και κάτω τμήμα.

Το άνω συμπεριλαμβάνει τις πηγές της Ερμακιάς, της Γκιώνας και της Ακρινής καθώς και τους αγωγούς μεταφοράς ύδατος και τους τριγύρω οικισμούς που εξυπηρετούνται από αυτούς. Ομοίως, το κάτω εμπεριέχει τις γεωτρήσεις του Βαθυλάκου και των Πετρανών, τις πηγές της Οινόης και της Πτελέας, τους υφιστάμενους αγωγούς τροφοδοσίας και τους παρακείμενους ομώνυμους οικισμούς. Ακολουθεί και οπτικά αυτό που μόλις περιγράφηκε.



Εικόνα 5. Το άνω τμήμα του δικτύου μας αποτυπωμένο στο λογισμικό WaterCAD



Εικόνα 6. Το κάτω τμήμα του δικτύου μας αποτυπωμένο στο λογισμικό WaterCAD

Στις εικόνες 5 και 6 παρατηρείται ότι έχουν σημειωθεί με κόκκινο χρώμα δύο σημεία του δικτύου. Αυτά δεν είναι άλλα παρά η πόλη της Κοζάνης, ο κατά κύριο λόγο τερματικός σταθμός όλων των εργασιών μεταφοράς ύδατος. Η πόλη τροφοδοτείται τόσο από το άνω όσο και από το κάτω μέρος, με το ποσοστό συμμετοχής του εκάστοτε τμήματος να διακυμαίνεται ανάλογα με τη χρονική περίοδο στην οποία βρισκόμαστε μέσα στο έτος. Γίνεται αναλυτική αναφορά στα παρακάτω κεφάλαια.

Ακόμη και τότε προβλήματα συνέχιζαν να κάνουν την εμφάνισή τους και να δυσκολεύουν τη μελέτη. Για παράδειγμα ορισμένες φορές ο όγκος του εισερχόμενου νερού στο δίκτυο δεν επαρκούσε για την κάλυψη του συνόλου των υδατικών αναγκών, ή άλλες φορές η πίεση εμφάνιζε ακραίες τιμές. Για την αντιμετώπισή τους κατασκευάστηκε το υδατικό ισοζύγιο όλης της περιοχής της μελέτης, ώστε να υπολογισθεί η ποσότητα του επιπλέον υδατικού όγκου που απαιτείται από το δίκτυο για να λειτουργεί σωστά. Με άλλα λόγια πόσο είναι το μη μετρούμενο νερό εντός αυτού.

Η προκειμένη ποσότητα νερού μοιράστηκε αναλογικά στο σύνολο των πηγών χωρίς όμως να λυθούν στο έπακρο όλα τα προβλήματα πίεσεως. Για το λόγο αυτό αντικαταστάθηκαν οι κόμβοι που αντιπροσώπευαν τις πηγές με δεξαμενές παροχής ύδατος (reservoir).

4.2. Οδευση του Κάτω Τμήματος του Δικτύου

4.2.1. Τμήμα Διασύνδεσης των Γεωτρήσεων του Βαθυλάκου – με τη Δεξαμενή Κρεβατάκια

Οι γεωτρήσεις της περιοχής του Βαθυλάκου συντελέστηκαν μετά το έτος 2000 με σκοπό την υδροδότηση της πόλης της Κοζάνης από διαφορετικό υδροφόρο ορίζοντα, μιας και είχε παρατηρηθεί σημαντική μείωση της στάθμης του αντίστοιχου υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής της Σαριγκιόλ, από τις οποίες υδροδοτείτο αποκλειστικά έως τότε η πόλη σε συνδυασμό βέβαια με τις πηγές της Ερμακιάς και της Γκιώνας.

Ο αριθμός των γεωτρήσεων που ανορύχθηκαν έφτασε τις δέκα συμπεριλαμβανομένης και μιας πιεζομετρικής γεώτρησης που τοποθετήθηκε σε κοντινή περιοχή δυτικά του Βαθυλάκου. Οι γεωτρήσεις αυτές αποτελούν σήμερα την κύρια πηγή υδροδότησης της Κοζάνης, αφού καλύπτουν σε ποσοστό κοντά στα 48,5% των ετήσιων αναγκών των κατοίκων της.

Στον Πίνακα 3 αποτυπώνονται τα σημεία στα οποία έλαβαν χώρα οι γεωτρήσεις με σκοπό να αντληθεί η κατάλληλη-αναγκαία ποσότητα νερού για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της τριγύρω περιοχής. Είναι ευρέως διαδεδομένο, πως σε ορισμένες γεωτρήσεις, σύμφωνα με το βάθος εκσκαφής τους, χρειάζεται να εγκατασταθεί ένα υποβρύχιο αντλητικό σύστημα ώστε να ‘ανεβάζει’ το νερό στην επιφάνεια του εδάφους. Στο συγκεκριμένο έργο όλες οι γεωτρήσεις ανεξαρτήτως έχουν ένα τέτοιο σύστημα με τη μέγιστη παροχή να φτάνει τα 200 m³/h.

Πίνακας 3. Παρουσίαση γεωτρήσεων που ορύχθηκαν στην περιοχή του Βαθυλάκου

α/α	Υδροσημεία	Υδρολογική Λεκάνη	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87	
			X	Y
1	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.538	4.459.732
2	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.541	4.459.568
3	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	320.947	4.459.055
4	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.618	4.459.333
5	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.023	4.458.804
6	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	320.928	4.459.474
7	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	320.998	4.458.908
8	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.577	4.459.454
9	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	321.090	4.458.899
10	Γεώτρηση	Κοζάνης - Σερβίων	320.944	4.459.048

Οι γεωτρήσεις είναι περιφραγμένες τριγύρω αλλά και εγκατεστημένες εντός ειδικά διαμορφωμένων οικίσκων ώστε να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες. Η επικοινωνία καθεμιάς με το πρώτο αντλιοστάσιο μεταφοράς γίνεται μέσα από ειδικά διαμορφωμένους αγωγούς (διαφόρων διατομών, ανάλογα με την κλίση που ακολουθεί το έδαφος) που έχουν κατάληξη στη δεξαμενή αναρρόφησης του αντλιοστασίου, η οποία εδρεύει σε υψόμετρο 456,00 m.

Για την προσφορά του απολήψιμου νερού των γεωτρήσεων στους καταναλωτές του δικτύου της Κοζάνης, κατασκευάστηκε το έτος 2007 εξ' ολοκλήρου δεξαμενή (Δεξαμενή Κρεβατάκια) ωφέλιμου όγκου ίσου με 9.000 m³ σε συγκεκριμένο ύψωμα πλησίον της πόλεως στην περιοχή του Κασλά. Η εν λόγω δεξαμενή αποτελεί μία από τις πιο πρόσφατες προσθήκες στο εξωτερικό υδραγωγείο μιας και το μέσο έτος εγκατάστασης των δεξαμενών είναι το 1991.

Για τη διασύνδεση όλων των προαναφερθέντων σχεδιάστηκε και τοποθετήθηκε αγωγός κατασκευασμένος από χυτοσίδηρο συνολικού μήκους 13.170 m, με διάμετρο Ø700 mm. Σχεδόν στα μισά αυτού του αγωγού (δηλαδή στα 6.170 m από το αντλιοστάσιο του Βαθυλάκου) ο αγωγός διασπάται σε δύο τμήματα καθώς εκεί εδρεύει το φρεάτιο Ράχης – Πετρανών.

Τέλος, η δεξαμενή Κρεβατάκια είναι κυκλικού τύπου και τοποθετημένη σε υψόμετρο που αγγίζει τα 760 m (πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας). Η διάμετρός της φτάνει τα 66,90 m και το ωφέλιμο εσωτερικό ύψος της τα 2,60 m. Το αρχικό ύψος λειτουργίας είναι 1,00 m.

Πίνακας 4. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Κρεβατάκια

Δεξαμενή Κρεβατάκια	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
		9.000	313.327,00	

4.2.2. Ύδρευση των οικισμών Οινόης, Πτελέας και Πετρανών

Όπως έχει προαναφερθεί κατά την παρουσίαση των πηγών ύδρευσης, η γεώτρηση των Πετρανών και οι πηγές της Οινόης και τις Πτελέας έχουν θεωρηθεί ως μία ομάδα πηγών. Από τις συγκεκριμένες (δηλαδή από τα 719 m υψόμετρο) ξεκινά αγωγός πολυαιθυλενίου διαμέτρου Ø140 mm και ολικού μήκους 60 m έως το φρεάτιο διακλάδωσης που έχει υψόμετρο ίσο με 720 m. Σε εκείνο το σημείο ο αγωγός διχοτομείται και με τις ίδιες διαστάσεις συνεχίζει 2,1 km δεξιά προς τη δεξαμενή του οικισμού της Οινόης και άλλα 2,2 km αριστερά προς την αντίστοιχη της Πτελέας.

Η δεξαμενή που τροφοδοτεί τον οικισμό της Οινόης έχει κατασκευαστεί το 1974. Βρίσκεται σε υψόμετρο 800,64 m και έχει κυκλική μορφή. Η διάμετρός της είναι 8,40 m και ο ωφέλιμος όγκος της 100 m³. Το συνολικό εσωτερικό της ύψος είναι 1,80 m και το αρχικό ύψος λειτουργίας 1,50 m.

Πίνακας 5. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Οινόης

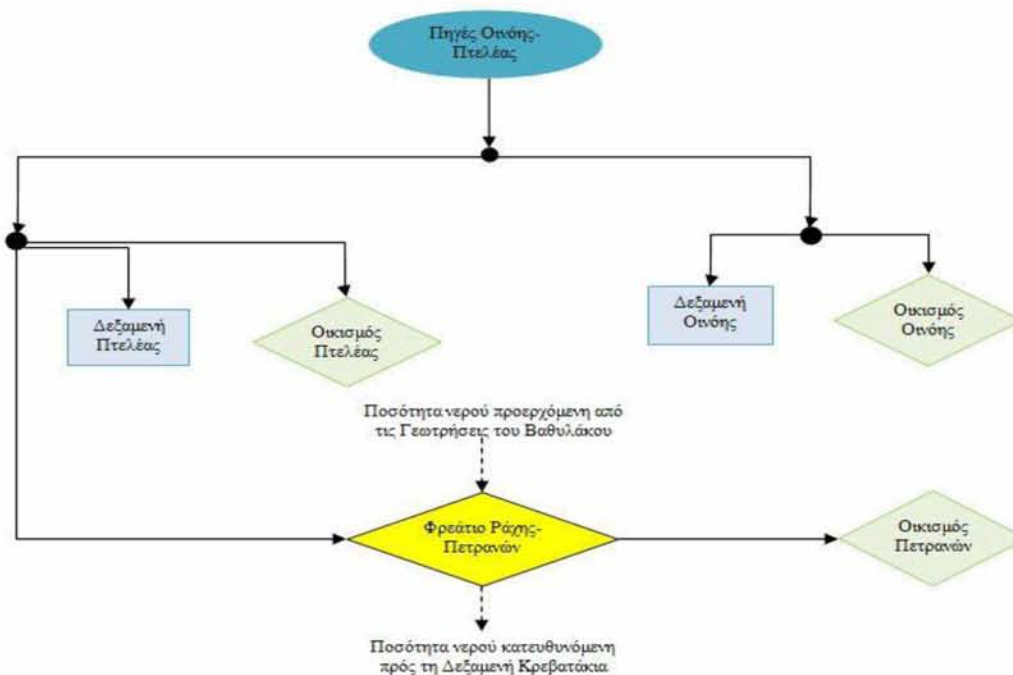
Δεξαμενή Οινόης	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
		100	322.818,00	

Η ομόλογη δεξαμενή του οικισμού της Πτελέας είναι κατασκευασμένη από το 1985 σε υψόμετρο 731,20 m. Ο όγκος της κάθε άλλο παρά αμελητέος μπορεί να θεωρηθεί αφού φτάνει κοντά στα 230 m³. Ομοίως έχει κυκλικό σχήμα με διάμετρο 9,90 m και ύψος ίσο με 3,00 m. Το αρχικό ύψος λειτουργίας της είναι κοντά στα 1,30 m. Αυτό το τμήμα παρουσιάζει μεγάλη αυτάρκεια και συνήθως οι υδατικές του ανάγκες καλύπτονται από την προαναφερόμενη ομάδα πηγών. Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια ορισμένων μηνών (όπως των χειμερινών) παρουσιάζεται η ανάγκη για την εισαγωγή περισσότερου όγκου νερού σε αυτό το τμήμα ώστε να συνεχισθεί η ορθή και αποτελεσματική λειτουργία του δικτύου. Γεγονός που πραγματοποιείται με έναν αγωγό μεταφοράς που οδεύει από το φρεάτιο της Ράχης – Πετρανών έως και λίγο πριν τη δεξαμενή της Πτελέας σε τοποθεσία με ανερχόμενο υψόμετρο ίσο με 731,00m. Το μήκος του ανέρχεται στα 3,4 km και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά είναι τα εξής, διατομή Ø140 mm και υλικό πολυαιθυλένιο (HDPE). Συνοψίζοντας, αυτός ο αγωγός διασυνδέει τους οικισμούς της Οινόης και της Πτελέας με το απολήψιμο νερό της ομάδας των γεωτρήσεων που εδρεύουν στην περιοχή του Βαθύλακου.

Πίνακας 6. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Πτελέας

Δεξαμενή Πτελέας	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
		230	319.110,00	

Στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται όλη η υδατική κίνηση για την οποία έγινε αναφορά στις προηγούμενες παραγράφους.



Εικόνα 7. Διάγραμμα ύδρευσης των οικισμών της Οινόης, της Πετλέας και των Πετρανών

4.2.3. Τμήμα Τροφοδότησης της Πόλης της Κοζάνης

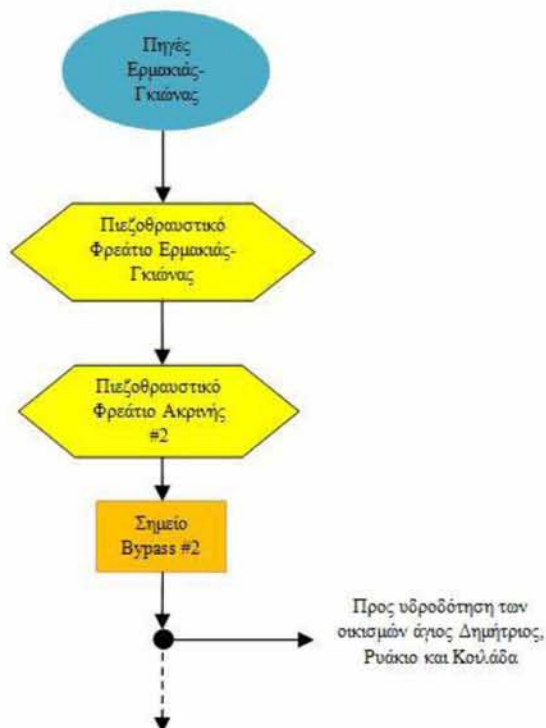
Ως αφετηρία αυτού του τμήματος ορίζεται ο τερματικός σταθμός όλων των προηγούμενων, δηλαδή η δεξαμενή Κρεβατάκια. Από το υψόμετρο των 760,00 m αναχωρεί αγωγός από χυτοσίδηρο και με εσωτερική διάμετρο ίση με $\varnothing 500$ mm και οδεύει προς τα περίχωρα της πόλης της Κοζάνης. Το συνολικό του μήκος δεν ξεπερνά τα 670 m και η μέση κλίση του μπορεί να θεωρηθεί ομαλή μιας και στο λογισμικό μας έχουμε θεωρήσει πως το υψόμετρο της πόλεως είναι ίσο με 746,00 m, δηλαδή η υψομετρική διαφορά που εμφανίζεται στο ολικό μήκος του αγωγού δεν είναι παραπάνω από 14 m.

4.3. Οδευση του Άνω Τμήματος του Δικτύου

4.3.1. Τμήμα του Δικτύου Μεταφοράς Ύδατος από τις Πηγές της Ακρινής, της Ερμακιάς και της Γκιώνας έως το Σημείο Bypass #2

Σε αυτό το τμήμα, ως πολυτιμότερη πηγή απολήψιμου νερού θεωρείται η ομάδα των πηγών της Ερμακιάς και της Γκιώνας που όπως έχει προαναφερθεί οριοθετούνται εντός της υδρολογικής λεκάνης της Σαριγκιόλ. Από αυτές ξεκινά αγωγός από ασφάλι και διατομής $\varnothing 500$ mm που οδεύει για 6,0 km μέχρι που συναντά το πρώτο και πιο ψηλά τοποθετημένο πιεζοθραυστικό φρεάτιο του δικτύου, της Ερμακιάς – Γκιώνας που εδρεύει σε υψόμετρο 1.013,00 m.

Από εκεί τη σκυτάλη τη λαμβάνει ένας αγωγός όμοιων χαρακτηριστικών (διατομής και υλικού) που συνεχίζει να κινείται παράλληλα με το οδόστρωμα και καταλήγει μετά από 5,0 km στο πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής #2 που έχει υψόμετρο ίσο με 933,11 m. Έπειτα από 131,0 m συναντά το σημείο Bypass #2 που ουσιαστικά αποτελεί το δεύτερο σημείο αποτροπής των νερών της Ακρινής πάνω στον αγωγό που κινείται από τις πηγές της Ερμακιάς και της Γκιώνας (το πρώτο βρίσκεται λίγο πριν το πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής #2).

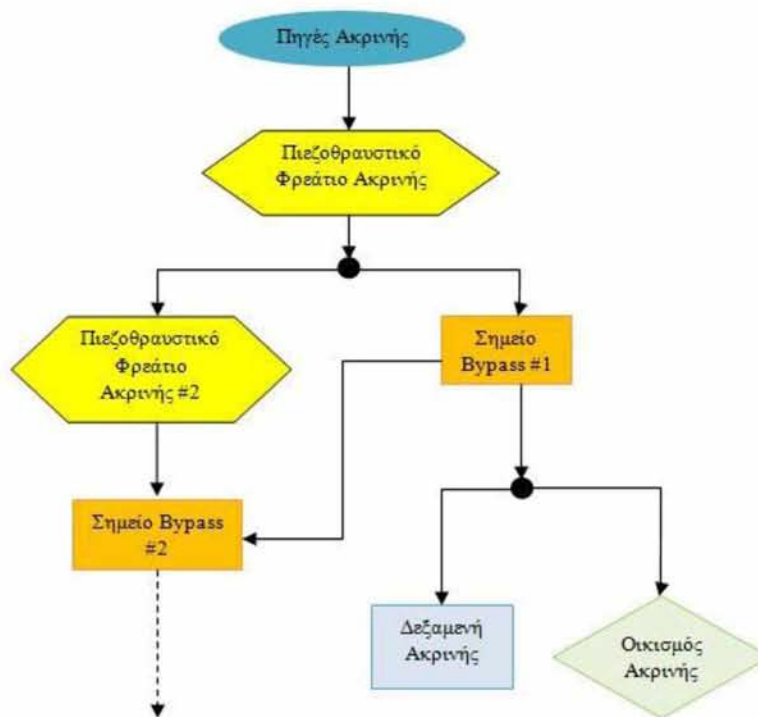


Εικόνα 8. Διάγραμμα ροής του αγωγού που ξεκινά από την ομάδα των πηγών της Ερμακιάς – Γκιώνας

Από τα δυτικά, οι πηγές της Ακρινή βρίσκονται στα 1.068,57 m και τροφοδοτούν τον αγωγό από αμίαντο και διατομής Ø200 mm που έχει κατάληξη στο πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής #1 που είναι εγκατεστημένο στα 922,00 m. Εν συνεχεία ο αγωγός μικραίνει και η διατομή του γίνεται των Ø150 mm για 472,0 m όπου και αλλάζει ολικά και γίνεται αγωγός πολυαιθυλενίου διατομής 180 mm και αναλαμβάνει τη μεταφορά του νερού για τα επόμενα 1.115,0 m. Έπειτα το νερό εισέρχεται σε αγωγό ιδίου υλικού μα μικρότερης διαμέτρου (Ø150 mm) όπου και φτάνει μέχρι το σημείο διακλάδωσης (κόμβο J-47) που βρίσκεται στα 860,0 m υψόμετρο.

Από εκεί και πέρα το νερό διακλαδώνεται σε δύο κατευθύνσεις. Στα αριστερά υπάρχει μονόδρομος αγωγός Ø125 mm από πολυαιθυλένιο που μεταφέρει το νερό για 575,0 m και το εκβάλλει λίγο πριν το πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής #2 (πρώτο σημείο αποτροπής του μεταφερόμενου νερού από της πηγές της Ακρινής στον κύριο αγωγό μεταφοράς πηγαίου νερού του υδραγωγείου). Ενώ από την άλλη πλευρά αγωγός κατασκευασμένος από χυτοσίδηρο και εσωτερικής διατομής ίση με Ø150 mm, ακολουθεί ευθεία πορεία μέχρι το σημείο Bypass #1 που βρίσκεται στα 872,73 m.

Για ακόμη μία φορά το νερό συνεχίζει σε δύο διαφορετικές κατευθύνσεις. Ο αριστερός αγωγός από πολυαιθυλένιο (στο πρόγραμμα έχει τον κωδικό P-173) δεν είναι αμφίδρομος, ενώ η εσωτερική του διατομή είναι των Ø200 mm και το συνολικό του μήκος φτάνει τα 306,0 m. Έχει σχεδιαστεί με σκοπό να 'ξεφουσκώνει' τον αγωγό που μεταφέρει το πηγαίο νερό από την Ακρινή και να βοηθά κυρίως στην ικανοποίηση των αναγκών της Κοζάνης. Ο δεξιός αγωγός από την άλλη συνεχίζει να είναι από χυτοσίδηρο και διατομής Ø150 mm και οδεύει για 440,0 m ωστόσο απολήξει εντός της δεξαμενής της Ακρινής.

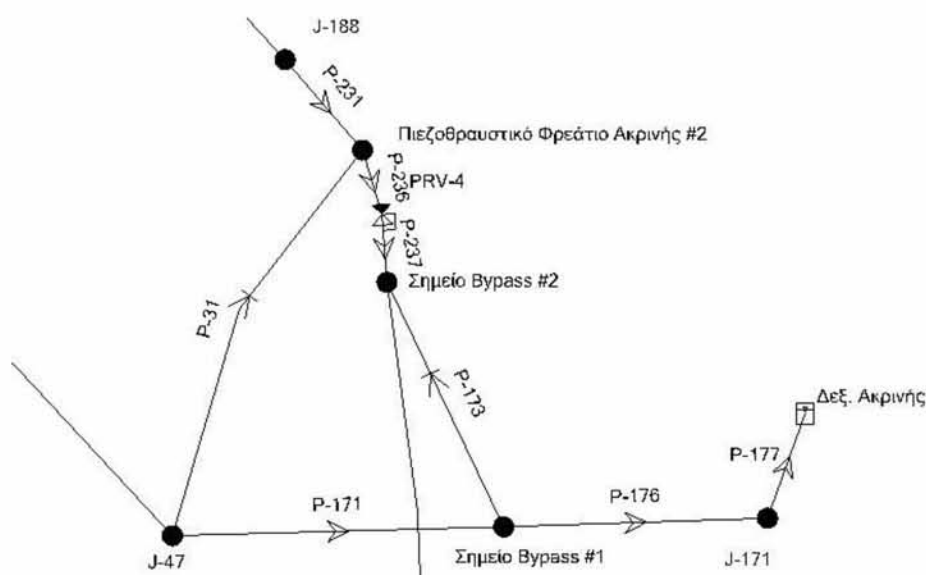


Εικόνα 9. Ροϊκό διάγραμμα του αγωγού που ξεκινά από τις Ακρινές

Η δεξαμενή που τροφοδοτεί τον οικισμό της Ακρινής εδρεύει στα 909,77 m και ο όγκος του νερού που μπορεί να φιλοξενήσει φτάνει τα 100 m³. Το σχήμα της είναι κυλινδρικό και η διάμετρός της φτάνει τα 7,45 m. Εγκαταστάθηκε και συνδέθηκε για πρώτη φορά στο δίκτυο εν έτη 1976. Το ολικό εσωτερικό της ύψος αγγίζει τα 1,30 m και το αρχικό ύψος λειτουργίας της δεξαμενής ανέρχεται στα 1,23 m. Η εικόνα που ακολουθεί βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του τμήματος του δικτύου για το οποίο έγινε αναφορά προ ολίγου.

Πίνακας 7. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Ακρινής

Δεξαμενή Ακρινής	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
	100	321.839,00	4.478.596,00	909,77



Εικόνα 10. Τμήμα του δικτύου μας αποτυπωμένο στο λογισμικό WaterCAD

4.3.2. Τμήμα Διασύνδεσης του Σημείου Bypass #2 έως τη Δεξαμενή της Αγίας Παρασκευής

Χωρίς να αλλάξει διαστάσεις και υλικά ο αγωγός συνεχίζει την πορεία του προς την πόλη της Κοζάνης. Αφού διανύσει τα πρώτα 5.021 m συναντά τη διακλάδωση (κόμβος J-149 με υψόμετρο τα 708,00 m) που οδηγεί στο πλησίον βανοστάσιο (υψόμετρο 692,47 m) που επιτρέπει τη ροή προς τους οικισμούς του Ρυακίου, του Αγίου Δημητρίου και της Κοιλιάδας (στους οποίους θα αναφερθούμε λίγο παρακάτω). Το ίδιο συμβαίνει και για τα επόμενα 12,7 km ώσπου ο αγωγός πάλι διχοτομείται (στον κόμβο J-141 με υψόμετρο ίσο με 683,00 m) με στόχο να τροφοδοτήσει τους καταναλωτές του οικισμού της Νέας Χαραυγής. Έπειτα από άλλα 1.350 m συναντά και διακλαδώνεται με τον αγωγό μεταφοράς νερού προς τους οικισμούς των Κοίλων, της Νέας Νικόπολης, των Μελισσιών και των βιομηχανιών – βιοτεχνιών (στον κόμβο J-117 με υψόμετρο στα 736,00 m). Οδεύοντας για ακόμα 1.220 m φτάνει στο φρεάτιο διακλάδωσης, στο οποίο τα νερά από τον κεντρικό αγωγό που περιγράφουμε ενώνονται με αυτά της δεξαμενής Μαντζής – Ράχης. Τέλος, ο συγκεκριμένος αγωγός πλησιάζει 50 m ακόμα πιο κοντά στην Κοζάνη όπου και εκχύνεται στη δεξαμενή της Αγίας Παρασκευής.

Η τελευταία κατασκευάστηκε το 2007 και μπορεί να φιλοξενήσει μία αξιόλογη ποσότητα νερού ισάριθμη με 1000 m³. Βρίσκεται εδραιωμένη στα 816,40 m και όπως και οι προηγούμενες είναι κυκλικής διατομής με διάμετρο κοντά στα 21,32 m. Το ωφέλιμο εσωτερικό της ύψος φτάνει τα 2,80 m και το αρχικό ύψος λειτουργίας της είναι στα 1,80 m.

Πίνακας 8. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Αγίας Παρασκευής.

Δεξαμενή Αγίας Παρασκευής	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
	1.000	312.091,80	4.464.616,70	816,40

4.3.3. Τμήμα Υδροδότησης των Οικισμών του Αγίου Δημητρίου και του Ρυακίου

Όπως ειπώθηκε και στην προηγούμενη υποενότητα, η ύδρευση των τμημάτων που βρίσκονται στη δεξιά πλευρά του κεντρικού αγωγού μεταφοράς νερού καθώς αυτός ρέει προς τους καταναλωτές της Κοζάνης περνά από το βανοστάσιο που βρίσκεται τοποθετημένο στα 692,47 m. Η διασύνδεση αυτού με τον κύριο αγωγό γίνεται μέσω ενός αγωγού HDPE διατομής Ø225 mm και μήκους 10 m.

Στο βανοστάσιο η ροή λαμβάνει 2 διαφορετικές κατευθύνσεις. Η μία κινούμενη προς τα δεξιά, έχει στόχο να υδροδοτήσει τους οικισμούς του Αγίου Δημητρίου και του Ρυακίου, ενώ η αντίστοιχη προς τα αριστερά να εξυπηρετήσει τους καταναλωτές του οικισμού της Κοιλιάδας. Κατά τη ροή προς τα δεξιά ο αγωγός συνεχίζει να έχει τις ίδιες διαστάσεις και υλικό με πριν διακλαδωθεί. Το μήκος του φτάνει τα 2.805 m όπου και ανέρχεται σε υψόμετρο 807,47 m. Από εκεί και πέρα για τα επόμενα 200 m ο αγωγός είναι από υλικό PVC και έχει διάμετρο Ø140 mm. Να σημειωθεί ότι η εδαφική κλίση στο συγκεκριμένο τμήμα δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα, δεδομένου ότι ο αγωγός ξεκινά από τα 807,37 m και καταλήγει στα 822,59 m.

Για τα επόμενα 97 m και μέχρι να διακλαδωθεί στα 830,94 m (κόμβος J-56 στο λογισμικό), ο αγωγός διατηρεί τη διατομή του ίδια με πριν, μα αλλάζει υλικό και από PVC γίνεται HDPE. Η μία διαδρομή έχει συνολικό μήκος 260 m και απόληξη στη δεξαμενή του Αγίου Δημητρίου, η ροή πραγματοποιείται από αγωγό PVC διατομής Ø140 mm. Ενώ η άλλη έχει μήκος 165 m και κατάληξη στη δεξαμενή του Ρυακίου, με τη ροή της να συμβαίνει μέσω ενός αγωγού HDPE εσωτερικής διατομής Ø125 mm.

Η δεξαμενή του οικισμού του Αγίου Δημητρίου είναι κατασκευασμένη το 1980 και ο εν δυνάμει όγκος της ανέρχεται στα 150 m³. Το υψόμετρό της ανέρχεται στα 860,32 m και το ωφέλιμο ύψος της στα 2,20 m. Είναι κυλινδρική με εσωτερική διάμετρο κοντά στα 9,32 m και αρχικό ύψος πλήρωσης περίπου ίσο με 1,18 m.

Πίνακας 9. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Αγίου Δημητρίου

Δεξαμενή Αγίου Δημητρίου	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
		150	324.822,00	

Λίγο πιο χαμηλά στα 833,48 m υψόμετρο, βρίσκεται άλλη μία κυλινδρική δεξαμενή, αυτή που τροφοδοτεί τον οικισμό του Ρυακίου και είναι κατασκευασμένη εν έτη 1980. Οι διαστάσεις της κυμαίνονται στα 2,00 m (ύψος) επί 8,00 m (διάμετρο). Τέλος το αρχικό ύψος λειτουργίας της είναι κοντά στο 1,00 m.

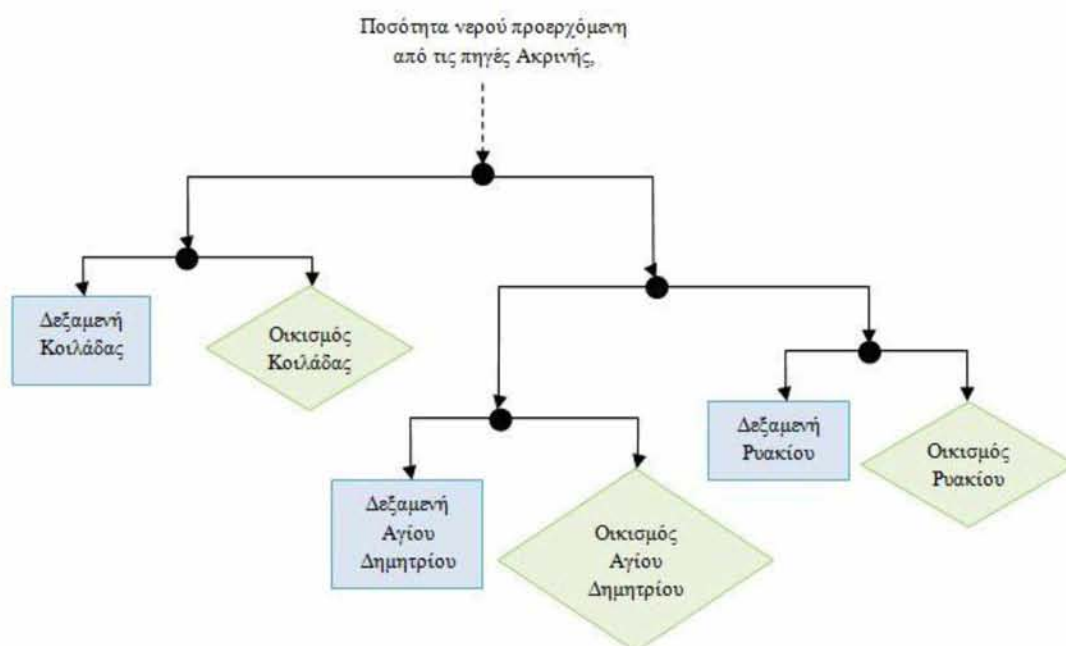
Πίνακας 10. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Ρυακίου

Δεξαμενή Ρυακίου	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
		100	324.877,00	

4.3.4. Τμήμα Υδροδότησης του Οικισμού της Κοιλιάδας

Αφού το νερό διέλθει από το βανοστάσιο θα λάβει δύο ροές με διαφορετικές κατευθύνσεις. Αν ακολουθήσει αυτήν προς το νότο, θα εισέλθει σε έναν αγωγό από πολυαιθυλένιο (HDPE) διαμέτρου Ø180 mm και θα οδεύσει για 1.605 m ωστόσο φτάσει στα 690,19 m υψόμετρο (κόμβος J-61). Από εκεί και για τα επόμενα 3.710 m η διατομή συρρικνώνεται στα Ø125 mm, χωρίς όμως να αλλάξει κάτι στο υλικό του αγωγού.

Στην προκειμένη στιγμή βρισκόμαστε στα 658,00 m (στον κόμβο J-62), ο αγωγός που έπεται για τα επόμενα 280 m είναι από PVC και διατομής Ø140 mm. Από τα 657,00 m και μέχρι τα 656,00 m (δηλαδή για μια απόσταση συνολικού μήκους 140 m) ο αγωγός που επιτρέπει τη ροή είναι κατασκευασμένος από υλικό HDPE και διαμέτρου Ø180 mm. Στο τελευταίο μέρος αυτού του τμήματος διανύει 2.070 m μέχρι τελικά να απολήξει στην ομώνυμη δεξαμενή που τροφοδοτεί τον οικισμό της Κοιλιάδας. Σχηματικά όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 11. Το διάγραμμα ροής που ακολουθεί το νερό για να ικανοποιήσει τους οικισμούς της Κοιλιάδας, του Αγίου Δημητρίου και του Ρυακίου

Η δεξαμενή της κοιλάδας συνδέθηκε στο δίκτυο της ύδρευσης για πρώτη φορά το 1980 και ο όγκος της ανέρχεται στα 120 m³. Η βάση της είναι τοποθετημένη σε υψόμετρο ίσο με 701,20 m και το μέγιστο ύψος στο οποίο μπορεί να φτάσει η ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής είναι τα 703,60 m. Η διατομή της έχει κυκλικό χαρακτήρα με διάμετρο ίση κοντά στα 8,0 m και το αρχικό ύψος λειτουργίας είναι περίπου 1,30 m.

Πίνακας 11. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Κοιλιάδας

Δεξαμενή Κοιλιάδας	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
	120	324.119,00	4.468.925,00	701,20

4.3.5. Τμήμα Υδροδότησης του Οικισμού της Νέας Χαραυγής

Την υδροδότηση αυτού του οικισμού την έχει αναλάβει ένας ατσάλινος αγωγός εσωτερικής διατομής Ø150 mm ξεκινώντας από τον κόμβο J-141 με υψόμετρο ίσο με 683,00 m και κατευθυνόμενος προς τα ανατολικά για 1.405 m, μέχρι που εκχύεται στην παρακείμενη δεξαμενή του οικισμού της Νέας Χαραυγής.

Η προαναφερθέντα εγκαταστάθηκε το 1992 με σκοπό να αντικαταστήσει την προκάτοχό της που δεν πληρούσε τα κριτήρια καταλληλότητας. Με γνώμονα την παροχή καλύτερου ποιοτικά νερού και την ορθότερη λειτουργία του δικτύου η Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης αποφάσισε να σχεδιάσει μία κυλινδρική δεξαμενή όγκου 700 m³ με διάμετρο περίπου 14 m και ωφέλιμο ύψους ίσο με 4,50 m και να την εδράσει στο υψόμετρο των 803,54 m. Τέλος, με σκοπό να αποφευχθούν τα λειτουργικά προβλήματα στο λογισμικό θεωρήθηκε ότι το αρχικό ύψος λειτουργίας της είναι ίσο με 1,46 m, που αντιστοιχεί σε υψόμετρο 805,00 m άνω της θαλάσσιας επιφάνειας.

Πίνακας 12. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Νέας Χαραυγής

Δεξαμενή Νέας Χαραυγής	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
	700	314.510,00	4.466.129,00	803,54

4.3.6. Τμήμα Υδροδότησης των Οικισμών των Κοίλων, της Νέας Νικόπολης, των Μελισσίων και των Βιομηχανιών – Βιοτεχνιών

Την εξυπηρέτηση των οικισμών των Κοίλων, της Νέας Νικόπολης, των Μελισσίων και των παρακείμενων βιομηχανιών και βιοτεχνιών την έχει αναλάβει ένα ζεύγος κυλινδρικών δεξαμενών. Στη μία αναφερόμαστε ως δεξαμενή Κοίλων Παλιά και στην άλλη ως Κοίλων Νέα. Αντίθετα από τους τίτλους τους και οι δύο είναι προσφάτως εγκαταστημένες. Η πρώτη εγκαταστάθηκε το 2014 όπου και αντικατέστησε την προηγούμενη που λειτουργούσε από το 1985 και η δεύτερη το 2015 σε μία προσπάθεια της αρμόδιας τοπικής υπηρεσίας ύδρευσης να αντιμετωπίσει την όλο ένα και αυξανόμενη ζήτηση των τριγύρω καταναλωτών.

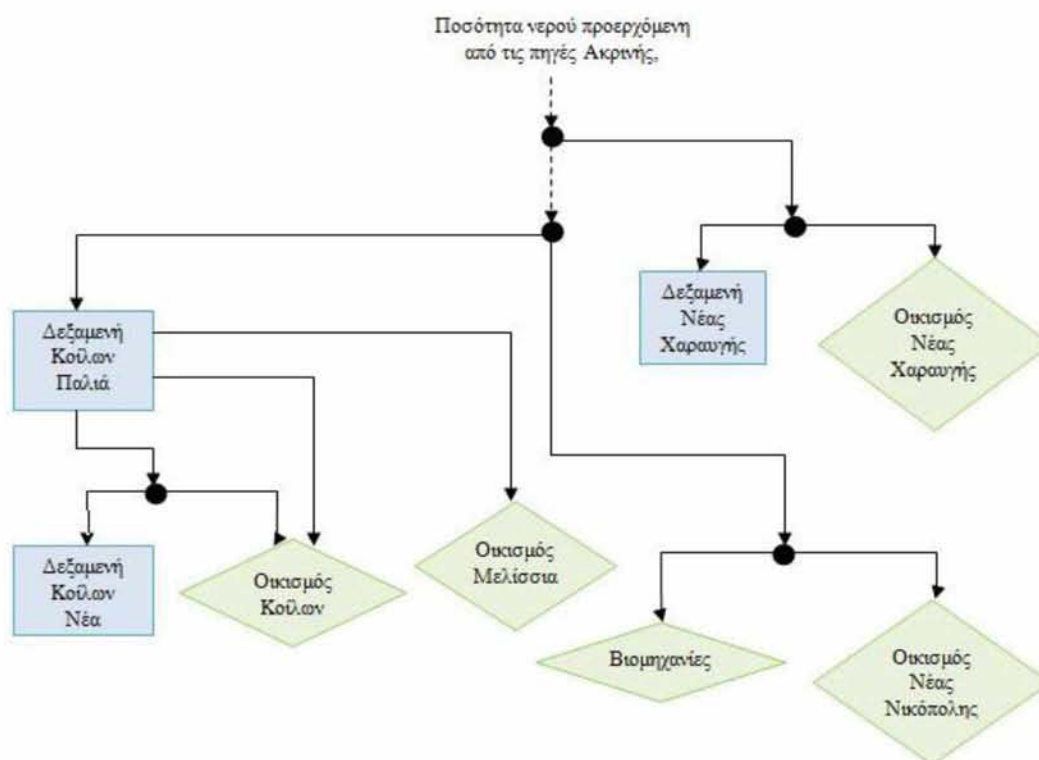
Η παλιά δεξαμενή των Κοίλων βρίσκεται στα 720,20 m και ο όγκος της είναι της τάξης των 1.000 m³. Το μέγιστο υψόμετρο που μπορεί να φτάσει η ελεύθερη επιφάνειά της είναι τα 723,00 m (δηλαδή έχει 2,80 m ωφέλιμο ύψος) και η διάμετρός της φτάνει περίπου τα 21,50 m. Ομοίως και η νέα δεξαμενή εδράζεται στα 720,00 m με όγκο που ανέρχεται στα 230 m³. Η διάμετρός της είναι σαφώς μικρότερη από την παρακείμενή της φτάνοντας τα 10,60 m, ενώ το ύψος πλήρωσής της αγγίζει ο-

μοίως τα 2,60 m. Τέλος, ως αρχικό ύψος λειτουργίας και των δύο δεξαμενών έχει οριστεί στα 1,40 m ώστε να μην προκύψουν ανακρίβειες κατά τη λειτουργία του λογισμικού.

Πίνακας 13. Πληροφορίες για τις δεξαμενές των Κοίλων

Δεξαμενή Κοίλων Παλιά	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
1.000		312.707,00	4.466.060,00	720,20
Δεξαμενή Κοίλων Νέα	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
230		312.690,00	4.466.332,00	720,00

Αυτές οι δεξαμενές επικοινωνούν με τον κύριο αγωγό του δικτύου (αυτόν με διατομή Ø500 mm) μέσω ενός αγωγού πολυαιθυλενίου και εσωτερικής διαμέτρου Ø200 mm. Ο συγκεκριμένος ξεκινά από τα 736,00 m (κόμβος J-117) και κατευθύνεται 850 m βορειοδυτικά μέχρι που διχотоμείται στα 721,50 m (κόμβος J-176). Οι αγωγοί που συνεχίζουν και προς τις δύο κατευθύνσεις έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Πιο αναλυτικά είναι και οι δύο τους από πολυαιθυλένιο (HDPE) και διαμέτρου Ø160 mm. Η μόνη τους διαφορά είναι ότι ο ανάντη που καταλήγει στην παλιά δεξαμενή οδεύει μόνο για περίπου 5 m ενώ ο κατάντη για 365 m.



Εικόνα 12. Το διάγραμμα ροής της τροφοδοσίας των οικισμών της Νέας Χαραυγής, της Νέας Νικόπολης, των Κοίλων και των παρακείμενων βιομηχανιών - βιοτεχνιών.

4.3.7. Τμήμα Υδροδότησης της Πόλης της Κοζάνης και Σύνδεσης των Δεξαμενών της Αγίας Παρασκευής και της Μαντζής – Ράχης

Η διασύνδεση της δεξαμενής Μαντζής – Ράχης με τον κύριο αγωγό μεταφοράς ύδατος του εξωτερικού υδραγωγείου της Κοζάνης πραγματοποιείται μέσω ενός ατσάλινου αγωγού διαμέτρου Ø250 mm και μήκους 620 m. Ο εν λόγω αγωγός είναι αμφίδρομος επιτρέποντας στη δεξαμενή Μαντζή – Ράχη, τόσο να συμμετέχει στην πλήρωση της δεξαμενής της Αγίας Παρασκευής όταν η στάθμη της

τελευταίας χαμηλώσει αρκετά, όσο και να αποθηκεύει μέρος των πηγαιών υδάτων που απορρέουν από τις ομάδες των πηγών της Ερμακιάς, της Γκιώνας και της Ακρινής.

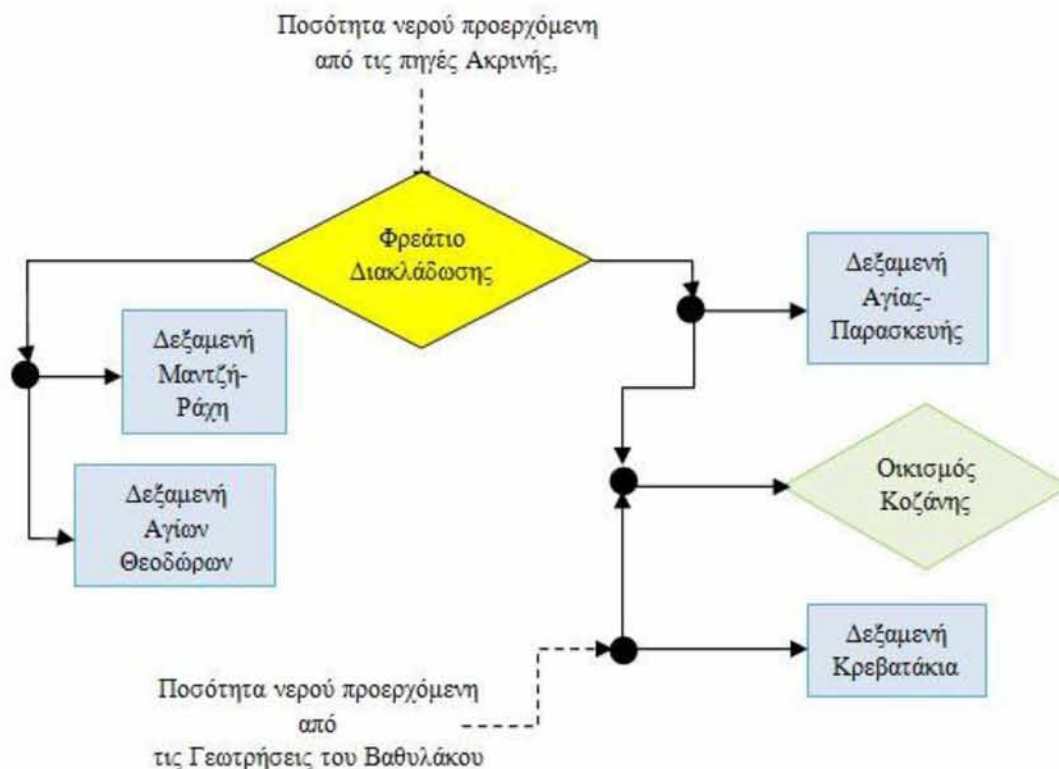
Το πιο σημαντικό τμήμα του εξωτερικού δικτύου ύδρευσης της Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης είναι αυτό που τροφοδοτεί την ομώνυμη πόλη. Τόσο ο αγωγός μεταφοράς νερού από τη δεξαμενή της Αγίας Παρασκευής όσο και αυτός με απαρχή αυτήν της Μαντζής – Ράχης είναι κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο και εσωτερικής διαμέτρου $\varnothing 500$ mm. Ο πρώτος έχει συνολικό μήκος ίσο με 1.950 m και ο δεύτερος με 1.000 m.

Η δεξαμενή της Αγίας Παρασκευής σχεδιάστηκε το 2007 με σκοπό να εκσυγχρονίσει το υπάρχων δίκτυο μεταφοράς νερού. Τα 1.000 m³ νερού που μπορεί να αποθηκεύσει ανακουφίζουν το υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης. Το υψόμετρο έδρασης της βάσης της ξεπερνά για λίγο τα 816 m (πιο συγκεκριμένα φτάνει τα 816,40 m). Ομοίως με τις προεγκατεστημένες δεξαμενές είναι και αυτή κυλινδρικής διατομής διαμέτρου 21,32 m και ωφέλιμου ύψους 2,80 m. Το αρχικό υψόμετρο λειτουργίας που της δόθηκε κατά το σχεδιασμό της στο ψηφιακό πρόγραμμα είναι κοντά στα 1,60 m.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 90', η τοπική εταιρία ύδρευσης ήρθε αντιμέτωπη με τα πρώτα προβλήματα υδροδότησης των οικισμών για τους οποίους ήταν υπεύθυνη και κατά κύριο λόγο την ικανοποίηση των υδατικών αναγκών της πόλης της Κοζάνης. Με σκοπό να σταθεί επάξια των περιστάσεων εγκατέστησε το 1996 έπειτα από προσεκτική έρευνα δεξαμενή όγκου 2.500 m³ στην περιοχή Μαντζή – Ράχη, δίνοντάς της και την ομώνυμη κωδική ονομασία. Η βάση της βρίσκεται στα 846,20 m υψόμετρο και το υψόμετρο αρχικής λειτουργίας της είναι τα 1,80 m. Η εσωτερική της διάμετρος είναι ίση με 31,54 m και το εσωτερικό ωφέλιμο ύψος της με 3,20 m. Το επόμενο διάγραμμα βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της μορφής του δικτύου στην εν λόγω περιοχή.

Πίνακας 14. Πληροφορίες για τη δεξαμενή Μαντζή - Ράχη

Δεξαμενή Μαντζής - Ράχης	Χωρητικότητα (m ³)	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87		Υψόμετρο Βάσης (m)
		X	Y	
	2.500	312.672,00	4.464.731,00	846,20



Εικόνα 13. Το διάγραμμα ροής της τροφοδοσίας της πόλης της Κοζάνης.

5. Υδροτουρμπίνες

Από την αρχαιότητα ο όρος της ενέργειας ήταν στενά συνδεδεμένος με αυτόν της ζωής και της ανάπτυξης αφού αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα τελευταία χρόνια λόγω των κλιματικών αλλαγών που συμβαίνουν και της υπερκατανάλωσης της ενέργειας ο άνθρωπος αναζητεί συνεχώς νέες εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μιας και το νερό μαζί με τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία υπάρχει σε πληθώρα γύρω μας. Επίσης από αυτήν παράγεται το 16,40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται ανά την υφήλιο [1]. Το πρώτο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο και συνεπώς υδροηλεκτρικό σύστημα έκανε την εμφάνιση του τη δεκαετία του 1880 [1]. Κύριο μέτρο σύγκρισης αυτών των συστημάτων είναι το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας.

1. Μικρής κλίμακας: εγκαταστάσεις που όπως υποδηλώνεται από το όνομά τους παράγουν μικρά ποσοστά ενέργειας (τύπου από 1 kW έως 1 MW). Η βασική τους χρήση είναι η κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών μικρών οικισμών (χωριών, κωμοπόλεων) ή μικρών εργοστασίων συνήθως δευτερογενούς παραγωγής.
2. Μεσαίας κλίμακας: εδώ η παραγωγή ενέργειας μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 20 MW. Παρά το γεγονός ότι η κατασκευή τους χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα και αποδοτικά κατά τη λειτουργία τους. Συνηθέστερα ηλεκτροδοτούν είτε αστικές περιοχές, είτε μεγάλες παραγωγικές μονάδες με σχετικά υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις που δεν μπορούν να καλυφθούν μόνο από το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο.
3. Μεγάλης κλίμακας: η παραγόμενη ενέργεια ξεπερνά τα 20 MW και η λειτουργία τους προϋποθέτει την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων.

Η αρμόδια υπηρεσία ύδρευσης στην προσπάθειά της να εκτονώσει την ενέργεια που βρίσκεται κρυμμένη μέσα στη ροή του νερού εγκατέστησε προ δεκαετιών τρία πιεζοθραυστικά φρεάτια λίγα μόλις χιλιόμετρα μετά τις αφετηρίες των πηγών της Ερμακιάς, της Γκιώνας και της Ακρινής. Αυτά δεν είναι τίποτε άλλο παρά δεξαμενές ηρεμίας στις οποίες από τη μία απορρέει ένας αγωγός και από την άλλη ξεκινά ένας άλλος με ροή μηδενικής πίεσεως δεδομένου ότι όλη η πίεση έχει εκτονωθεί τη στιγμή που το νερό εκχύεται μέσα σε αυτές.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι τόσο να αντικαταστήσει αυτά τα πιεζοθραυστικά σημεία με υδροτουρμπίνες κατάλληλων χαρακτηριστικών, όσο και να εξετάσει την ύπαρξη άλλων πιθανών σημείων του δικτύου που ενδείκνυνται για την τοποθέτηση υδροτουρμπινών προτού το νερό εισαχθεί στην πόλη της Κοζάνης.

Παρατηρώντας το ανάγλυφο της περιοχής της δραστηριοποίησης του εξωτερικού υδραγωγείου γίνεται αντιληπτό πως η ρύθμιση της πίεσης είναι δυνατόν να γίνει και με την τοποθέτηση αντλιών που θα λειτουργούν ως υδροτουρμπίνες, με αυτόν τον τρόπο όχι μόνο θα επιτυγχάνεται η απαιτούμενη πιεζόθραυση στο δίκτυο αλλά και η παραγωγή ικανοποιητικών ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας.

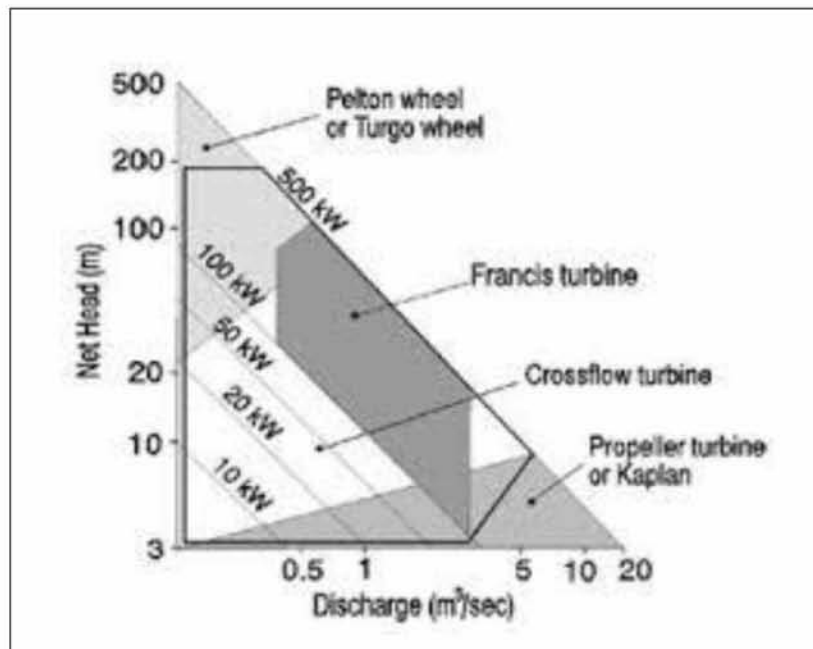
Οι υδροτουρμπίνες είναι αντλίες που ως βασική αρχή έχουν αυτή της φυγόκεντρης δύναμης και λειτουργούν κατά την αντίστροφη φορά. Απλούστερα, η είσοδος της αντλίας γίνεται έξοδος στην τουρμπίνα και το ανάστροφο. Οι υδροτουρμπίνες κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το μανομετρικό ύψος λειτουργίας τους, τη ροή του νερού που διέρχεται μέσα από αυτές και τέλος την ενέργεια που καταναλώνουν κατά τη λειτουργία τους [2,3, Παράρτημα Γ].

1. Από τη σκοπιά του μανομετρικού ύψους διακρίνονται σε:
 - Χαμηλό μανομετρικό ύψος, μικρότερο των 50 m
 - Μεσαίο μανομετρικό ύψος, κυμαίνεται από τα 50 – 250 m

- Υψηλό μανομετρικό ύψος, κυμαίνεται από τα 250 – 1800 m
2. Ανάλογα με τη ροή του νερού παρατηρούνται οι εξής τύποι: axial flow, radial in axial out, inward flow και outward flow.
 3. Σύμφωνα με την καταναλισκόμενη ενέργειά τους σε: impulse turbines και reaction turbines.

Βασιζόμενοι στις προαναφερθέντες κατηγορίες, οι κατασκευαστές έχουν διακρίνει τα ακόλουθα είδη υδροτουρμπινών [2,3]:

- **Pelton turbine:** το συγκεκριμένο είδος υπάγεται στις impulse turbines για μεσαίο - υψηλό μανομετρικό ύψος λειτουργίας και χαμηλή ροή.
- **Francis Turbine:** ανάλογα με την ενέργεια κατατάσσεται στις reaction turbines για μεσαίο και χαμηλό μανομετρικό ύψος λειτουργίας και πολύ υψηλή ροή.
- **Cross-flow ή Banki turbine:** ανήκει στις impulse turbines για μεσαίο και ακόμη χαμηλότερο μανομετρικό ύψος λειτουργίας και πολύ υψηλή ροή.
- **Propeller turbine:** αυτό το είδος υδροτουρμπίνας σε ότι αφορά την ενέργεια κατατάσσεται στις reaction turbines για πολύ χαμηλό μανομετρικό ύψος λειτουργίας και τεράστια ροή. Μία αρκετά σημαντική υποκατηγορία αυτών των υδροτουρμπινών είναι η Kaplan turbine.
- **Turgo turbine:** εμπεριέχεται στις impulse turbines για μεσαίο - υψηλό μανομετρικό ύψος λειτουργίας και χαμηλή – μεσαία ροή.
- **Pump as Turbine (PAT):** πρόκειται για φυγόκεντρες αντλίες, που βρίσκονται σε αντίστροφη λειτουργία για την παραγωγή ενέργειας, λειτουργώντας ως τουρμπίνες. Κατατάσσονται στην κατηγορία των impulse turbines για μεσαίο μανομετρικό ύψος λειτουργίας.



Εικόνα 14. Ενέργεια (kW), που παράγεται από τις τουρμπίνες, σε σχέση με το μανομετρικό ύψος (m) και την αποφόρτιση του νερού (m³/sec). (Paish.O.2002)

6. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων και Ανάδειξη Πιθανών Σημείων Εγκατάστασης Υδροτουρμπινών στο Δίκτυο

6.1. Διαδικασία Επιλογής Πιθανών Σημείων Εγκατάστασης Υδροτουρμπινών

Πρώτη επιλογή ήταν να μελετηθεί το δίκτυο κατά τη διάρκεια τεσσάρων διαφορετικών τριμήνων, δεδομένου ότι οι μηνιαίες παροχές τόσο από τις πηγές όσο και από τις γεωτρήσεις δεν ακολουθούν κανονική κατανομή σε ετήσια βάση. Τα τρίμηνα επιλέχθηκαν ως εξής:

1. Τρίμηνο Α' : Ιανουάριος, Φεβρουάριος και Μάρτιος
2. Τρίμηνο Β' : Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος
3. Τρίμηνο Γ' : Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος
4. Τρίμηνο Δ' : Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος

Τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από τη Δ.Ε.Υ.Α. Κοζάνης αφορούσαν τις μηνιαίες παροχές των πηγαίων νερών για το έτος 2011 και τις συνολικά ετήσιες για το 2014. Ωστόσο όπως αναφέρθηκε και στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας, η συνολική έρευνα έλαβε υπόψιν της και ανέλυσε τα δεδομένα του υδρολογικού έτους 2014.

Με γνώμονα την ακρίβεια έγινε προσπάθεια να αναχθεί η συνολική απολήψιμη ποσότητα του 2014 σε μηνιαία. Για να επιτευχθεί αυτό, αρχικά επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί κανονική κατανομή, ωστόσο αυτό δεν ήταν ορθό διότι η συνδρομή των πηγαίων νερών και των γεωτρήσεων διαφέρει από μήνα σε μήνα. Για παράδειγμα κατά τους εαρινούς μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο τα πηγαία νερά είναι η κινητήρια δύναμη του δικτύου μιας και τα βουνά έχουν αποθηκεύσει μεγάλες ποσότητες χιονιού κατά τη χειμερινή περίοδο οι οποίες λιώνουν και κατευθύνονται προς τα χαμηλότερα. Εν αντιθέσει τους θερινούς, τους φθινοπωρινούς και τους χειμερινούς μήνες και πιο συγκεκριμένα από τον Ιούλιο έως και το Δεκέμβριο, η κύρια πηγή τροφοδότησης του με πόσιμο νερό είναι οι γεωτρήσεις και κατά κύριο λόγο αυτές που εδράζονται στο Βαθύλακο, παρακειμένως της τεχνητής λίμνης του Πολυφύτου του ποταμού Αλιάκμονα. Για αυτόν το λόγο υπολογίστηκε η κατανομή του έτους 2011 τόσο για το άνω τμήμα όσο και για το κάτω. Συνομίζοντας, προέκυψε το ποσοστό συμμετοχής του κάθε μήνα για τα νερά που προέρχονται από τις πηγές Ερμακιάς, Γκιώνας και Ακρινής και το αντίστοιχο των γεωτρήσεων του Βαθυλάκου και των πηγών της Οινόης και της Πτελέας (Πίνακας 15).

Πίνακας 15. Κατανομή των νερών του 2011.

Ετήσια Κατανομή των Νερών του έτους 2011						
			ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ		ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ	
A/A	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΕΡΜΑΚΙΑ (m ³)	% συμμετοχής	ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ (m ³)	% συμμετοχής
1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	329.535,50	11,27	246.565,47	5,47
2	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	279.331,51	9,55	254.295,52	5,64
3	ΜΑΡΤΙΟΣ	31	512.983,45	17,54	100.954,50	2,24
4	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	443.063,47	15,15	158.909,61	3,52
5	ΜΑΪΟΣ	31	500.123,54	17,10	145.458,22	3,23
6	ΙΟΥΝΙΟΣ	30	387.422,52	13,25	252.922,79	5,61
7	ΙΟΥΛΙΟΣ	31	175.492,44	6,00	529.574,63	11,74
8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	105.472,69	3,61	544.299,73	12,07
9	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	74.477,28	2,55	561.425,00	12,45
10	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	51.302,40	1,75	563.284,31	12,49
11	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	31.689,40	1,08	555.197,66	12,31
12	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	33.383,97	1,14	596.676,06	13,23
	ΣΥΝΟΛΟ	365	2.924.278,19	100,00	4.509.563,51	100,00

Στη συνέχεια διερευνήθηκε ο τρόπος με τον οποίο κατανέμεται το νερό στα δύο τμήματα του εξωτερικού υδραγωγείου (Πίνακας 16). Ουσιαστικά προσδιορίστηκε το ποσοστό συνεισφοράς της κάθε υδατικής πηγής, δηλαδή πόσο είναι το νερό που προέρχεται από την Ακρινή και πόσο από την ομάδα των πηγών της Ερμακιάς και της Γκιώνας στο άνω μέρος, αντιστοίχως και στο κάτω τμήμα.

Πίνακας 16. Ποσοστό συνεισφοράς των νερών στο εκάστοτε τμήμα του δικτύου το 2014

	Έτος 2014		ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΚΑΘΕ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ (%)
	ΜΗΝΙΑΙΑ (m ³)	ΕΤΗΣΙΑ (m ³)	
ΑΚΡΙΝΗ	14.650,00	175.800,00	ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΩ ΜΕΡΟΣ 4,59
ΕΡΜΑΚΙΑΣ-ΓΚΙΩΝΑΣ	304.750,00	3.657.000,00	3.832.800,00 95,41
ΟΙΝΟΗΣ-ΠΤΕΛΕΑΣ	1.933,33	23.200,00	ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ 0,52
ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ	372.333,33	4.468.000,00	4.491.200,00 99,48
	ΣΥΝΟΛΟ	8.324.000,00	

Ακολουθώντας, χρησιμοποιώντας τα ποσοστά του πίνακα 15 και τις συνολικές ποσότητες ύδατος για το άνω και το κάτω μέρος του εξωτερικού υδραγωγείου και του πίνακα 16, εκτιμήθηκαν οι μηνιαίες παροχές των αντίστοιχων τμημάτων.

Πίνακας 17. Μηνιαία κατανομή των νερών των τμημάτων του δικτύου για το έτος 2014.

Ετήσια Κατανομή των Νερών του έτους 2014				
Α/Α	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ	ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ
			ΕΡΜΑΚΙΑ (m ³)	ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ (m ³)
1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	431.916,39	245.561,43
2	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	366.114,90	253.260,00
3	ΜΑΡΤΙΟΣ	31	672.358,39	100.543,40
4	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	580.715,50	158.262,51
5	ΜΑΪΟΣ	31	655.503,12	144.865,90
6	ΙΟΥΝΙΟΣ	30	507.787,89	251.892,86
7	ΙΟΥΛΙΟΣ	31	230.014,86	527.418,14
8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	138.241,20	542.083,27
9	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	97.616,06	559.138,81
10	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	67.241,16	560.990,54
11	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	41.534,74	552.936,82
12	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	43.755,79	594.246,32
	ΣΥΝΟΛΟ	365	3.832.800,00	4.491.200,00

Τέλος, για τον υπολογισμό των εισερχόμενων υδατικών ποσοτήτων του δικτύου λήφθηκαν υπόψη τα ποσοστά του πίνακα 16 και οι μηνιαίες καταγραφές του πίνακα 17. Έτσι δημιουργήθηκε ο πίνακας 18 με τις μηνιαίες ποσότητες όλων των υδατικών πόρων του δικτύου που μελετάται. Στο τελευταίο μέρος της δεδομένης εργασίας και συγκεκριμένα στο παράρτημα Α, παρατίθενται διαγράμματα με τα ποσοστά συμμετοχής της κάθε υδροληπτικής πηγής.

Οι μόνες τιμές που έπρεπε να εισαχθούν στο λογισμικό για να υπάρχει μία επαρκώς λειτουργική προσομοίωση του δικτύου είναι αυτές των ζητήσεων και των καταναλώσεων των υφιστάμενων οικισμών και των δραστηριοτήτων των βιομηχανιών και των βιοτεχνιών που δραστηριοποιούνται στα περίχωρα της πόλης της Κοζάνης.

Πίνακας 18. Μηνιαία κατανομή των νερών όλων των πηγών και των γεωτρήσεων του δικτύου για το έτος 2014.

ΑΝΟΙΓΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014 (m ³)					
A/A	ΜΗΝΑΣ	ΑΚΡΙΝΗ	ΕΡΜΑΚΙΑ-ΓΚΙΩΝΑ	ΟΙΝΟΗ-ΠΤΕΛΕΑ	ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ
1	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	19.810,82	412.105,57	1.268,49	244.292,94
2	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	16.792,68	349.322,22	1.308,25	251.951,74
3	ΜΑΡΤΙΟΣ	30.839,23	641.519,16	519,37	100.024,03
4	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	26.635,82	554.079,68	817,53	157.444,98
5	ΜΑΪΟΣ	30.066,13	625.437,00	748,33	144.117,57
6	ΙΟΥΝΙΟΣ	23.290,83	484.497,05	1.301,19	250.591,67
7	ΙΟΥΛΙΟΣ	10.550,15	219.464,71	2.724,46	524.693,68
8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6.340,74	131.900,46	2.800,22	539.283,06
9	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4.477,38	93.138,68	2.888,32	556.250,49
10	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	3.084,17	64.156,99	2.897,88	558.092,66
11	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1.905,08	39.629,66	2.856,28	550.080,54
12	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2.006,96	41.748,83	3.069,67	591.176,65
	ΣΥΝΟΛΟ	175.800,00	3.657.000,00	23.200,00	4.468.000,00

Σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και παραχωρήθηκαν από την αρμόδια δημοτική επιχείρηση ύδρευσης συστάθηκε ο επόμενος πίνακας με τις ετήσιες υδατικές ποσότητες που καταναλώθηκαν εν έτη 2014. Τέλος, έγινε αναγωγή των ετήσιων δεδομένων σε ημερήσια και έτσι προέκυψε ο πίνακας 20.

Πίνακας 19. Καταγραφές των ζητήσεων για το έτος 2014.

ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΟ ΚΑΤΑ ΤΟ 2014 (m ³)	
ΑΚΡΙΝΗ	308.800,00
ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	266.000,00
ΡΥΑΚΙΟ	87.800,00
ΚΟΙΛΑΔΑ	86.500,00
ΟΙΝΟΗ	73.200,00
ΠΤΕΛΕΑ	25.100,00
ΠΕΤΡΑΝΑ	98.600,00
ΚΟΖΑΝΗ	5.636.400,00
Ν. ΧΑΡΑΥΓΗ	248.700,00
ΜΕΛΙΣΣΙΑ	9.498,00
ΚΟΙΛΑ	591.200,00
Ν. ΝΙΚΟΠΟΛΗ	21.100,00
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ	160.000,00
ΣΥΝΟΛΟ	7.612.898,00

Πίνακας 20. Ημερήσιες καταγραφές των ζητήσεων για το έτος 2014.

ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΟ ΓΙΑ ΤΟ 2014 (m ³ /day)	
ΑΚΡΙΝΗ	846,03
ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	728,77
ΡΥΑΚΙΟ	240,55
ΚΟΙΛΑΔΑ	236,99
ΟΙΝΟΗ	200,55
ΠΤΕΛΕΑ	68,77
ΠΕΤΡΑΝΑ	270,14
ΚΟΖΑΝΗ	15.442,19
Ν. ΧΑΡΑΥΓΗ	681,37
ΜΕΛΙΣΣΙΑ	26,02
ΚΟΙΛΑ	1.619,73
Ν. ΝΙΚΟΠΟΛΗ	57,81
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ	438,36
ΣΥΝΟΛΟ	20.857,28

Με βάση το γεγονός ότι διερευνάται το δίκτυο τμηματικά προήλθε ο προβληματισμός για το σε ποιο τμήμα θα συμπεριληφθεί η πόλη της Κοζάνης. Η πιο ορθολογική απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι και στα δύο, διότι η Κοζάνη υδροδοτείται τόσο από τα πηγαία νερά της Ακρινής, της Ερμακιάς και της Γκιώνας όσο και από τις γεωτρήσεις του Βαθυλάκου. Ωστόσο ως τώρα ήταν γνωστή μόνο η μέση ημερήσια ζήτηση της πόλεως. Έτσι λοιπόν υπήρξε η σκέψη ότι αν μετρηθεί το απολήψιμο νερό κάθε τμήματος για τα τέσσερα συνολικά τρίμηνα (συνεπώς και το ετήσιο απολήψιμο νερό για κάθε τρίμηνο), θα μπορούσε να υπολογισθεί και το τριμηνιαίο ποσοστό συμμετοχής του κάθε τμήματος στην εξυπηρέτηση της ζήτησης της Κοζάνης.

Οι επόμενοι τρεις πίνακες εμπεριέχουν όλη τη διαδικασία που έλαβε χώρα στα υπολογιστικά φύλλα του προγράμματος *Microsoft Excel* για να την παραπάνω διαδικασία.

Πίνακας 21. Ημερήσιες καταγραφές των ζητήσεων για το έτος 2014.

	ΑΠΟΛΕΙΨΙΜΟ ΝΕΡΟ ΑΝΩ ΜΕΡΟΥΣ (m ³ /d)	ΑΠΟΛΕΙΨΙΜΟ ΝΕΡΟ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΥΣ (m ³ /d)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΠΟΛΕΙΨΙΜΟ ΝΕΡΟ (m ³ /d)
Α ΤΡΙΜΗΝΟ	48.697,30	20.209,67	68.906,97
Β ΤΡΙΜΗΝΟ	57.428,71	18.344,94	75.773,65
Γ ΤΡΙΜΗΝΟ	15.133,10	53.138,01	68.271,10
Δ ΤΡΙΜΗΝΟ	4.965,04	55.696,93	60.661,97

Πίνακας 22. Ποσοστά συμμετοχής του κάθε τμήματος στο δίκτυο για το έτος 2014.

	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΑΝΩ ΜΕΡΟΥΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΥΣ
Α ΤΡΙΜΗΝΟ	70,67	29,33
Β ΤΡΙΜΗΝΟ	75,79	24,21
Γ ΤΡΙΜΗΝΟ	22,17	77,83
Δ ΤΡΙΜΗΝΟ	8,18	91,82

Πίνακας 23. Συνολικές ποσότητες απολήψιμου νερού που παρέχει το κάθε τμήμα για το έτος 2014.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ ΑΝΩ ΜΕΡΟΣ (m ³ /d)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΟΖΑΝΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ (m ³ /d)
Α ΤΡΙΜΗΝΟ	10.913,16	4.529,03
Β ΤΡΙΜΗΝΟ	11.703,61	3.738,58
Γ ΤΡΙΜΗΝΟ	3.422,94	12.019,25
Δ ΤΡΙΜΗΝΟ	1.263,91	14.178,28

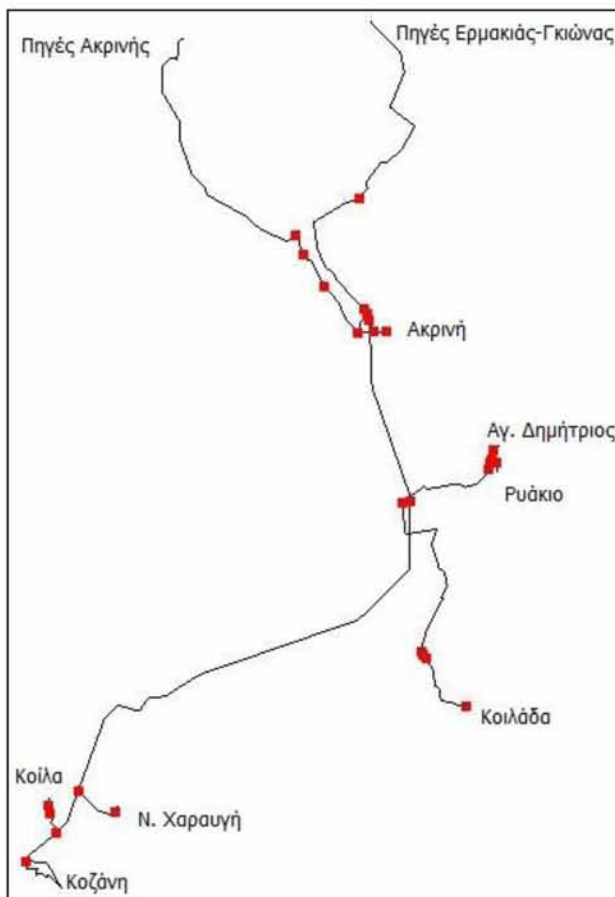
Έπειτα από την εφαρμογή του δικτύου στο προγραμματιστικό περιβάλλον διαπιστώθηκε ότι ήταν πλήρως λειτουργικό, συνεπώς και ο σχεδιασμός του έγινε σωστά. Για την κατάλληλη επιλογή υδροτουρμπίνας χρειάζεται να είναι γνωστά δύο πράγματα. Πρώτον το μανομετρικό ύψος του σημείου που θα εγκατασταθεί ο εξοπλισμός και δεύτερον η παροχή (flow) που έχει ο αγωγός που καταλήγει σε αυτό. Εξετάζοντας το σύνολο των κόμβων του δικτύου παρατηρήθηκε μία σχετικά μικρή αστάθεια τόσο στις μεν τιμές του μανομετρικού ύψους όσο και στις δε τιμές της ροής. Αυτό συνέβη γιατί εξετάστηκαν οι τιμές του πρώτου μονάχα εικοσιτετραώρου που όπως είναι λογικό το μοντέλο δεν έχει εξισορροπηθεί, διότι οι δεξαμενές ξεκινάνε με μικρότερο ύψος λειτουργίας σε σύγκριση με τα επόμενα εικοσιτετράωρα. Για αυτό το λόγο έγινε αλλαγή της ρύθμισης του χρόνου υπολογισμού στο πρόγραμμα. Στις ρυθμίσεις υπολογισμού (calculation options) επιλέχθηκε η κατάσταση 'Steady State / EPS Solver' και μέσα σε αυτό η ρύθμιση 'Duration Time' άλλαξε από 24 ώρες σε 48 και ξαναεφαρμόστηκε το μοντέλο. Επίσης ορίστηκε και το 'Reporting Time' ίσο με 0.50, δηλαδή το πρόγραμμα να εξάγει αποτελέσματα κάθε μισή ώρα και όχι κάθε στιγμή που πραγ-

ματοποιείται η παραμικρή αλλαγή στο δίκτυο, για παράδειγμα η πτώση της στάθμης σε μια δεξαμενή κατά 40 cm.

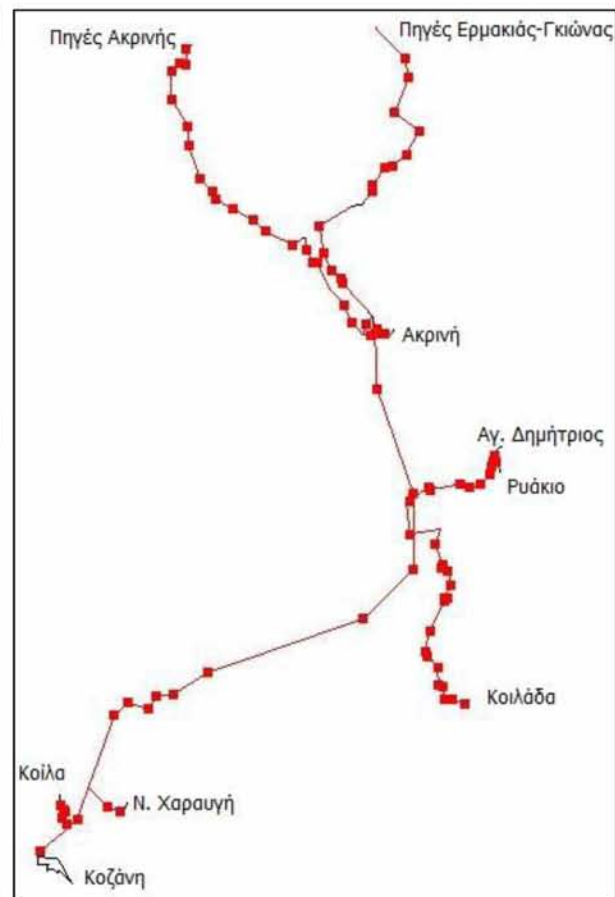
Όπως ήταν αναμενόμενο, μετά από αυτές τις αλλαγές η ισορροπία του δικτύου είχε επέλθει και κατά το δεύτερο εικοσιτετράωρο στα αποτελέσματα που εξετάστηκαν. Για την επεξεργασία τους δημιουργήθηκαν τέσσερα νέα αρχεία υπολογιστικών φύλλων *Excel*, ένα για κάθε τρίμηνο. Το κάθε αρχείο αποτελείται από δύο καρτέλες όπου στη πρώτη αναλύεται το άνω τμήμα του εξωτερικού υδραγωγείου και στη δεύτερη το κάτω.

6.2. ΑΝΩ ΤΜΗΜΑ

Σε πρώτο βαθμό δεν υπήρχαν κάποια συγκεκριμένα κριτήρια επιλογής για την εξέταση των πιθανών σημείων εγκατάστασης υδροτουρμπινών στο δίκτυο. Όλα τα σημεία που λήφθηκαν υπόψιν σε αρχικό στάδιο, καθώς και οι πλησίον αγωγοί ήταν κοινά για όλα τα τρίμηνα ανά τμήμα. Για την καλύτερη κατανόηση έχουν επιχρωματισθεί με κόκκινο στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 15. Εξεταζόμενοι κόμβοι για το άνω τμήμα



Εικόνα 16. Εξεταζόμενοι αγωγοί για το άνω τμήμα

Σε δεύτερο χρόνο, έπρεπε να κριθούν ποια από τα παραπάνω σημεία του υδραγωγείου ήταν ικανά να εναποθέσουν πιθανές τοποθεσίες εγκατάστασης υδροτουρμπινών. Το κριτήριο για να συμβεί αυτό είναι ο εξεταζόμενος κόμβος να βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο από τον επόμενο, σύμφωνα πάντα με τη φορά της ροής στο δίκτυο. Με άλλα λόγια ο αγωγός σε εκείνη την περιοχή να εμφανίζει αρνητική κλίση (κατωφέρεια).

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω αποκλείστηκαν τα εξής σημεία : J-56, J-58, J-47, J-117, J-186, Φρεάτιο Διακλάδωσης (της Αγίας Παρασκευής και Μαντζής - Ράχης), J-146, J-178, J-174, J-173, J-141, J-171, Σημείο Bypass #1, J-135, J-63, J-62 και J-64. Με αποτέλεσμα τα εναπομείναντα σημεία είναι τα ακόλουθα: J-61, J-60, Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2, J-188, J-189, J-190, Σημείο Bypass #2, J-149, J-145, J-176, J-177, J-63, J-62, Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής και Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς – Γκιώνας. Από τα προαναφερθέντα η εγκατάσταση υδροτουρμπινών στα τρία πιεζοθραυστικά φρεάτια θεωρείτο ήδη δεδομένη.

6.2.1. Εκτίμηση ενέργειας αγωγού για κάθε θέση

Για τις υπόλοιπες δώδεκα εξεταζόμενες θέσεις θα πρέπει να υπολογισθεί η θεωρητικά ελάχιστη υδραυλική ισχύ που μπορεί να παραχθεί στα σημεία αυτά. Τόσο ένα πλήθος επιστημονικών άρθρων (όπως αυτά του B. A. Nasir 2013 [1] και του O. Paish 2002 [2]) όσο και ορισμένοι κατασκευαστές (ACTEC) [3] υποστηρίζουν ότι η υδραυλική ισχύς που μπορεί να βρίσκεται κρυμμένη μέσα σε ένα αγωγό μπορεί να μετρηθεί από την εξίσωση (1). Η τιμές της τελευταίας επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από την παροχή του αγωγού και την τιμή του μανομετρικού ύψους επί του σημείου και μετ' έπειτα από την αποδοτικότητα της υδροτουρμπίνας καθ' αυτής.

$$P_{el} = \Delta h \cdot Q \cdot g \cdot \rho \cdot \eta_{turb.} \cdot \eta_{gen.} \text{ (Watt)} \quad (1)$$

$$P_{el} = (m) \cdot (m^3/s) \cdot (m/s^2) \cdot (kg/m^3) = (kg \cdot m^2) / (s^3) = \text{Joule/sec} = \text{Watt}$$

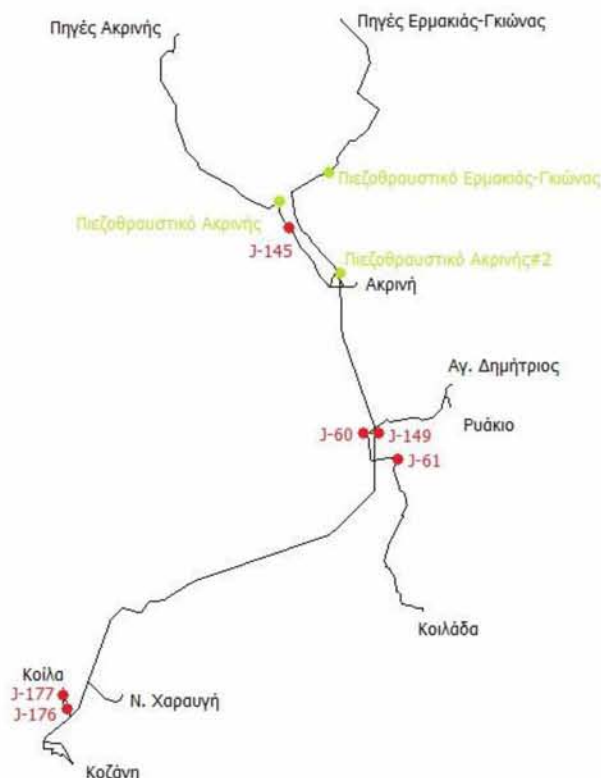
Όπου:

- P_{el} : η πιθανή υδραυλική ισχύς που μπορεί να εμφανισθεί κατά τη λειτουργία υδροτουρμπίνας.
- Q : η παροχή που έχει ο αγωγός που καταλήγει στο σημείο μελέτης (m^3/s)
- g : η επιτάχυνση της βαρύτητας ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)
- ρ : η πυκνότητα του νερού ($\rho=1.000 \text{ kg/m}^3$)
- $\eta_{turb.}$: ο συντελεστής απόδοσης της τουρμπίνας (συνήθεις τιμές 0,80 – 0,90)
- $\eta_{gen.}$: ο συντελεστής απόδοσης της γεννήτριας (συνήθεις τιμές 0,80 – 0,90)

Να σημειωθεί πως για την υλοποίηση της έρευνας ο συντελεστής απόδοσης της τουρμπίνας θεωρήθηκε ίσος με 0,85 και ο συντελεστής απόδοσης της γεννήτριας ίσος με 0,90.

Σύμφωνα με την εξίσωση (1) υπολογίστηκε η παραχθείσα ισχύς των έντεκα σημείων στα οποία έγινε αναφορά προηγουμένως. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα αποκλείστηκε το σημείο 'Σημείο Bypass #2' λόγω του ότι παράγει μηδενική ισχύ. Παρά το γεγονός ότι οι κόμβοι J-188, J-189 και J-190 παράγουν σημαντικά υψηλές τιμές ισχύος (1.362,59 , 110,62 και 6.790,70 MWatt το χρόνο αντίστοιχα) αν παρατηρηθεί λίγο καλύτερα το δίκτυο μεταφοράς ύδατος συμπεραίνεται ότι είναι λογικό να απορριφθούν διότι είναι κόμβοι ακριβώς πριν τα τρία πιεζοθραυστικά του δικτύου, στα οποία σίγουρα θα εγκατασταθούν υδροτουρμπίνες. Στην παρακάτω εικόνα έχουν σημειωθεί με πράσινο χρώμα οι τρεις θέσεις των υφιστάμενων πιεζοθραυστικών και με κόκκινο χρώμα τα εναπομείναντα έξι πιθανά σημεία.

Παρατηρώντας την τοποθεσία έδρασης του κόμβου J-145 γίνεται αντιληπτό ότι δεν πληροί τα κριτήρια καταλληλότητας, δεδομένου ότι βρίσκεται μεταξύ δύο πιεζοθραυστικών σημείων. Πράγμα που σημαίνει πως κατά πάσα πιθανότητα ο αγωγός που καταλήγει σε αυτόν δε θα έχει προλάβει να σχηματιστεί την κατάλληλη ποσότητα ενέργειας αμέσως μετά την πιεζόθραυση. Τώρα τα υπόλοιπα πέντε σημεία θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι ανήκουν σε δύο ομάδες σημείων διότι εδράζονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Έτσι τελικώς θα επιλεγούν δύο σημεία, το J-176 που σημειώνεται με μωβ χρώμα στην επόμενη εικόνα και το J-149 με μπλε χρώμα.



Εικόνα 17. Πιθανά και σίγουρα σημεία τοποθέτησης υδροτουρμπινών στο άνω τμήμα



Εικόνα 18. Απεικόνιση των επιπλέον σημείων τοποθέτησης υδροτουρμπινών πέρα από τα τρία πιεζοθραυστικά στο άνω τμήμα

Η διαδικασία υπολογισμού της εξίσωσης (1) καθώς και η πιθανή παραγόμενη ισχύς σε αυτά τα σημεία για κάθε τρίμηνο παρουσιάζονται στους επόμενους τέσσερις πίνακες.

Πίνακας 24. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Α τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Α					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	90				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Δh (m)	193,82	73,59	59,63	297,21	140,15
Q (m ³ /hrs)	1.251,19	353,01	1.251,19	1.251,18	43,22
Q (m ³ /s)	0,35	0,10	0,35	0,35	0,01
g (m/s ²)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m ³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	505.546,94	54.157,70	155.536,03	775.193,85	12.627,35
Pel (KW)	505,55	54,16	155,54	775,19	12,63

Πίνακας 25. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Β τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Β					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	91				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Δh (m)	183,59	9,44	51,49	285,29	140,39
Q (m ³ /hrs)	1.550,20	596,67	1.550,20	1.550,16	41,43

Q (m ³ /s)	0,43	0,17	0,43	0,43	0,01
g (m/s ²)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m ³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	593.283,76	11.742,36	166.382,25	921.927,12	12.124,42
Pel (KW)	593,28	11,74	166,38	921,93	12,12

Πίνακας 26. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Γ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Γ					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		92			
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Δh (m)	194,72	35,07	60,35	298,25	141,43
Q (m ³ /hrs)	1.260,20	610,31	1.260,20	1.260,20	34,45
Q (m ³ /s)	0,35	0,17	0,35	0,35	0,01
g (m/s ²)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m ³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	511.543,50	44.614,24	158.529,78	783.528,72	10.156,89
Pel (KW)	511,54	44,61	158,53	783,53	10,16

Πίνακας 27. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Δ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Δ					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		92			
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Δh (m)	192,20	12,42	58,34	295,32	140,63
Q (m ³ /hrs)	1.336,20	700,31	1.336,20	1.336,20	39,94
Q (m ³ /s)	0,37	0,19	0,37	0,37	0,01
g (m/s ²)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m ³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	535.381,48	18.131,36	162.510,85	822.617,79	11.708,08
Pel (KW)	535,38	18,13	162,51	822,62	11,71

Ως ενδεικτική τιμή πώλησης του ρεύματος στην αρμόδια επιχείρηση ηλεκτροδότησης (Δ.Ε.Η.) έχει οριστεί από το ελληνικό κράτος η τιμή των 0,16 € για το κάθε Kilowatt. Από υπολογισμούς προκύπτει πως τα ενδεικτικά έσοδα για την εταιρία (σε τριμηνιαία αλλά και ετήσια βάση) θα ανέρχονται στα ποσά που παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 28. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Α τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Α					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		90			
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Pel (Mwatt στο Α τρίμηνο)	1.091,98	68,24	335,96	1.674,42	27,28
Τιμή πώλησης για το Α τρίμηνο για κάθε Kwatt	174.717,02 €	10.918,19 €	53.753,25 €	267.906,99 €	4.364,01 €

Πίνακας 29. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Β τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Β					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	91				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Pel (Mwatt στο Β τρίμηνο)	1.295,73	25,11	363,38	2.013,49	25,38
Τιμή πώλησης για το Β τρίμηνο για κάθε Kwatt	207.317,08 €	4.017,77 €	58.140,61 €	322.158,21 €	4.060,23 €

Πίνακας 30. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Γ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Γ					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	92				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Pel (Mwatt στο Γ τρίμηνο)	1.129,49	88,25	350,03	1.730,03	17,75
Τιμή πώλησης για το Γ τρίμηνο για κάθε Kwatt	180.718,09 €	14.119,52 €	56.005,40 €	276.805,03 €	2.840,68 €

Πίνακας 31. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το Δ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Δ					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	92				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Pel (Mwatt στο Δ τρίμηνο)	4.689,94	158,83	1.423,60	7.206,13	102,56
Τιμή πώλησης για το Δ τρίμηνο για κάθε Kwatt	750,39 €	25,41 €	227,78 €	1.152,98 €	16,41 €

Πίνακας 32. Ετήσια δυναμικά έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο άνω τμήμα για το 2014

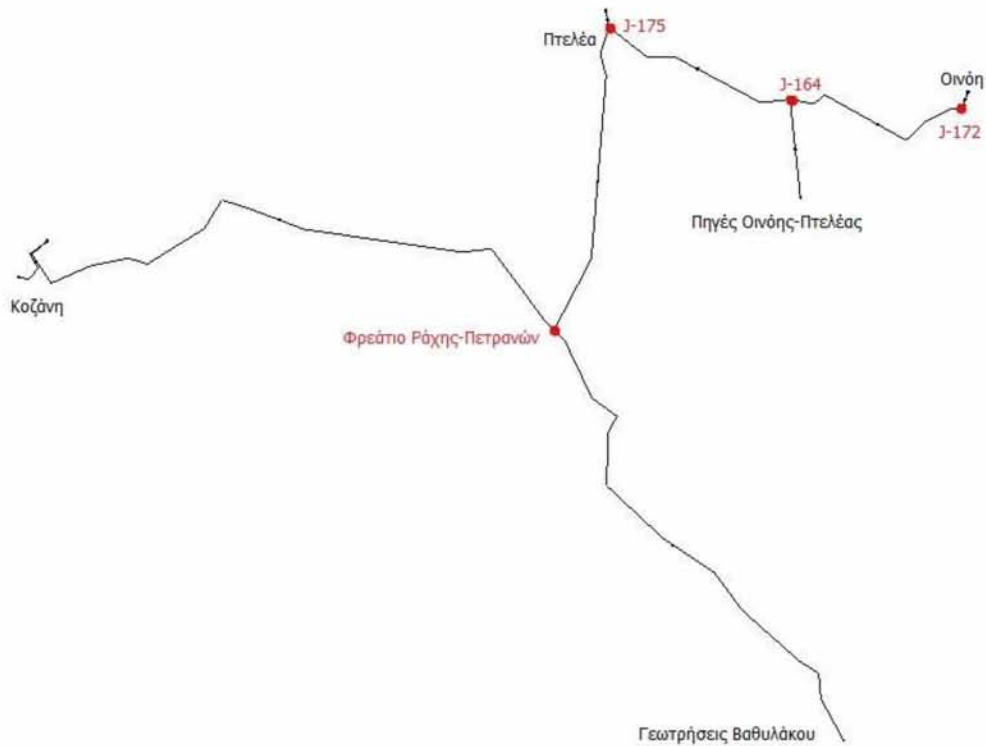
ΕΤΟΣ 2014					
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	365				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Pel (Mwatt/year)	8.207,14	340,43	2.472,97	12.624,07	172,97
Τιμή πώλησης ετησίως για κάθε Kwatt	563.502,58 €	29.080,89 €	168.127,04 €	868.023,22 €	11.281,33 €

6.3. ΚΑΤΩ ΤΜΗΜΑ

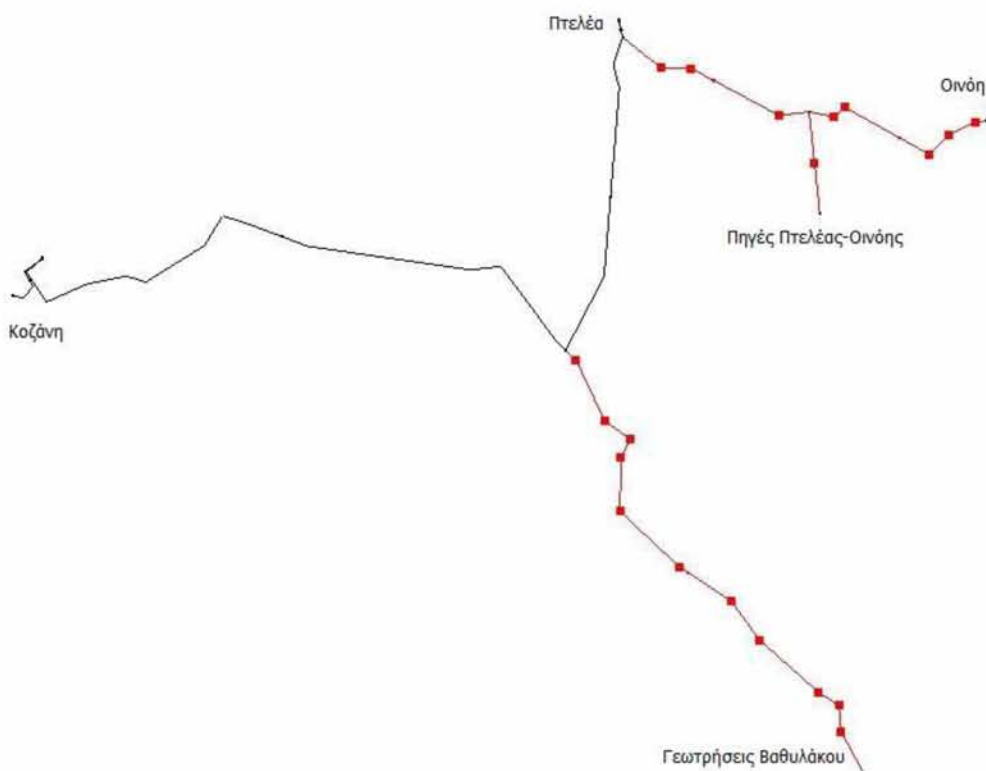
Σε ότι αφορά το κάτω τμήμα του εξωτερικού υδραγωγείου γίνεται εύκολα κατανοητό πως οι κόμβοι J-164, J-172, J-175 και 'Φρεάτιο Ράχης – Πετρανών' έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν πιθανά σημεία εγκαθίδρυσης υδροτουρμπινών, δεδομένου ότι είναι και τα μοναδικά σημεία που υπάρχουν στο δίκτυό μας.

6.3.1. Εκτίμηση ενέργειας αγωγού για κάθε θέση

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και σε αυτό το βήμα της πειραματικής ανάλυσης είναι ίδια με προηγούμενως. Πιο αναλυτικά και εδώ πρωτεύον στόχος είναι να επιλυθεί η εξίσωση (1) με σκοπό να βρεθεί η θεωρητικά πιθανή τιμή της ισχύος που μπορεί να παραχθεί. Οι κόμβοι που θα εξετασθούν, καθώς και οι αγωγοί που οδηγούν σε αυτούς έχουν επιχρωματισθεί με κόκκινο χρώμα στις εικόνες 19-20. Οι τιμές που προέκυψαν από την εξίσωση (1) για κάθε τρίμηνο ακολουθούν.



Εικόνα 19. Εξεταζόμενοι κόμβοι για το κάτω τμήμα



Εικόνα 20. Εξεταζόμενοι αγωγοί για το κάτω τμήμα

Πίνακας 33. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Α τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Α				
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		90		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Δh (m)	68,39	73,02	1,27	51,56
Q (m³/hrs)	838,00	4,00	40,00	44,00
Q (m³/s)	0,23	0,00	0,01	0,01
g (m/s²)	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	119.471,57	608,88	105,90	4.729,26
Pel (KW)	119,47	0,61	0,11	4,73

Πίνακας 34. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Β τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Β				
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		91		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Δh (m)	67,80	72,74	1,25	51,16
Q (m³/hrs)	760,00	4,00	41,00	45,00
Q (m³/s)	0,21	0,00	0,01	0,01
g (m/s²)	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	107.416,56	606,54	107,26	4.799,22
Pel (KW)	107,42	0,61	0,11	4,80

Πίνακας 35. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Γ τρίμηνο του 2014.

ΤΡΙΜΗΝΟ Γ				
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		92		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Δh (m)	85,88	78,88	1,41	61,99
Q (m³/hrs)	2.203,00	11,00	21,00	33,00
Q (m³/s)	0,61	0,00	0,01	0,01
g (m/s²)	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	394.397,79	1.808,79	61,73	4.264,45
Pel (KW)	394,40	1,81	0,06	4,26

Πίνακας 36. Ποσότητες ισχύος που θα παράγει η κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Δ τρίμηνο του 2014.\

ΤΡΙΜΗΝΟ Δ				
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ		92		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Δh (m)	87,76	79,38	1,44	63,03
Q (m³/hrs)	2.309,00	12,00	19,00	31,00
Q (m³/s)	0,64	0,00	0,01	0,01
g (m/s²)	9,81	9,81	9,81	9,81
ρ (kg/m³)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
nturb.	0,85	0,85	0,85	0,85
ngen.	0,90	0,90	0,90	0,90
Pel (Watt)	422.423,91	1.985,85	57,04	4.073,21
Pel (KW)	422,42	1,99	0,06	4,07

Η κοστολόγηση είναι ίδια με πριν οπότε τα ενδεικτικά έσοδα για την εταιρία θα ανέρχονται στις συνολικές τιμές που παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 37. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Α τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Α				
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	90		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Pel (Mwatt στο Α τρίμηνο)	1.046,57	5,33	0,93	41,43
Τιμή πώλησης για το Α τρίμηνο για κάθε Kwatt	167.451,35 €	853,40 €	148,43 €	6.628,54 €

Πίνακας 38. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Β τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Β				
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	91		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Pel (Mwatt στο Β τρίμηνο)	940,97	5,31	0,94	42,04
Τιμή πώλησης για το Β τρίμηνο για κάθε Kwatt	150.555,05 €	850,13 €	150,33 €	6.726,59 €

Πίνακας 39. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Γ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Γ				
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	92		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Pel (Mwatt στο Γ τρίμηνο)	3.454,92	15,84	0,54	37,36
Τιμή πώλησης για το Γ τρίμηνο για κάθε Kwatt	552.787,94 €	2.535,20 €	86,51 €	5.977,06 €

Πίνακας 40. Έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το Δ τρίμηνο του 2014

ΤΡΙΜΗΝΟ Δ				
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	92		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Pel (Mwatt στο Δ τρίμηνο)	3.700,43	17,40	0,50	35,68
Τιμή πώλησης για το Δ τρίμηνο για κάθε Kwatt	592.069,35 €	2.783,37 €	79,94 €	5.709,01 €

Πίνακας 41. Ετήσια έσοδα για κάθε υδροτουρμπίνα στο κάτω τμήμα για το 2014

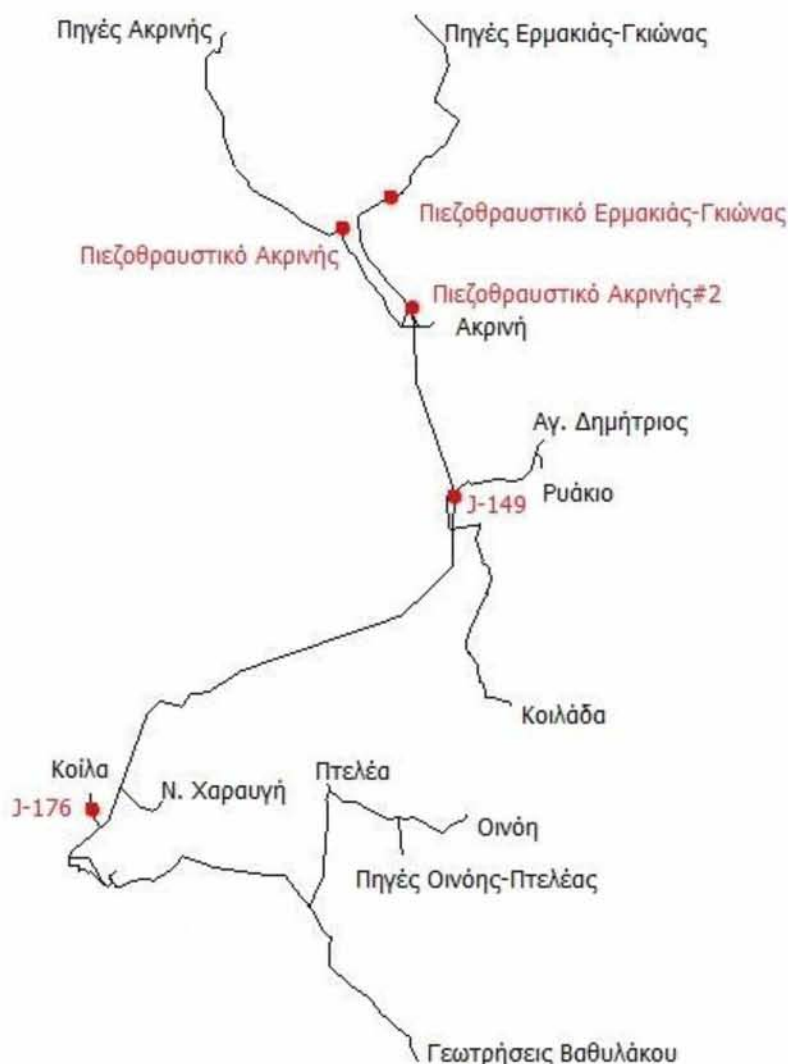
ΕΤΟΣ 2014				
	ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ	365		
	Φρεάτιο Ράχης - Πετρανών	J-164	J-172	J-175
Pel (Mwatt/year)	9.142,90	43,89	2,91	156,51
Τιμή πώλησης ετησίως για κάθε Kwatt	1.462.863,69 €	7.022,10 €	465,21 €	25.041,20 €

Παρατηρώντας τις τιμές του τελευταίου είναι κατανοητό πως τα σημεία ‘Φρεάτιο Ράχης – Πετρανών’, J-164 και J-175 είναι ικανά να προσφέρουν επαρκή έσοδα στην εταιρία ύδρευσης, ενώ το εναπομείναν χαρακτηρίζεται ως ανεπαρκές. Με μια πιο προσεκτική ματιά στα υψόμετρα των κόμβων J-164 και J-175 και βασιζόμενοι στο γεγονός ότι οι κλίσεις στα τμήματα που καταλήγουν σε αυτά είναι θετικές (ανωφέρειες), συμπεραίνεται πως δεν είναι δυνατό να εγκατασταθεί εξοπλισμός σε αυτά λόγω του ότι η ροή θα είναι αδύνατον να συνεχισθεί μετά την πιεζόθραυση. Από την άλλη, ο κόμβος του Φρεατίου Ράχης – Πετρανών βρίσκεται σε υψόμετρο 698,0 m και μεταξύ των γεωτρήσεων του Βαθυλάκου και της δεξαμενής Κρεβατάκια. Ο αγωγός που διέρχεται από εκεί, ξεκινά

από υψόμετρο 436,0 m και καταλήγει στα 760,0 m. Αν αναλογισθεί κανείς τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί μία υδροτουρμπίνα, εύκολα θα καταλάβει ότι το σημείο αυτό είναι άκρως ακατάλληλο για την φιλοξενία μίας τέτοιας, δεδομένου ότι η ροή μετά το εν λόγω σημείο θα έχει υποστεί θραύση της πίεσης, ενώ παράλληλα θα πρέπει να οδεύσει για άλλα επτά χιλιόμετρα με θετική κλίση και να αναρριχηθεί εξήντα μέτρα καθ' ύψους ώσπου και θα απολήξει στην προαναφερθείσα δεξαμενή. Εν τέλει, κανένα σημείο στο κάτω τμήμα του υδραγωγείου δεν αποτελεί πιθανό ικανό σημείο για την εγκατάσταση και αποτελεσματική λειτουργία υδροτουρμπίνας.

6.4. Σχόλια Περί Αποτελεσμάτων

Συνοψίζοντας το δίκτυο που μελετήθηκε, κρύβει μέσα του αρκετά υψηλές ποσότητες ενέργειας και πίεσεως που έως σήμερα εκτονώνονται είτε με τη χρήση δεξαμενών ηρεμίας είτε με βαλβίδες απελευθέρωσης της πίεσης, τις γνωστές και ως 'PRV' (Pressure Release Valve). Αυτό το γεγονός είναι απολύτως λογικό εφόσον η απόλυτη υψομετρική διαφορά εντός του δικτύου είναι της τάξεως των 557,0 m περίπου, δεδομένου ότι το πόσιμο νερό ξεκινά τη διαδρομή του από τα 1.340,0 m και απολήγει στα 683,0 m. Έπειτα από την προσεκτική και λεπτομερή ψηφιοποίηση του δικτύου, προκύπτει πως τα πλέον συμφέροντα σημεία τοποθέτησης υδροτουρμπινών είναι τα 'Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής', 'Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής#2', 'Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς – Γκιώνας', J-149 και J-176.



Εικόνα 21. Όλες οι θέσεις εγκατάστασης υδροτουρμπινών στην παρούσα μελέτη.

7. Περιγραφή της Εγκατάστασης και της Διάταξης μιας Εγκατεστημένης Υδροτουρμπίνας

7.1. Οικίσκος Στέγασης και Περιβάλλον Χώρος

Όλος ο υλικοτεχνικός εξοπλισμός που θα εγκατασταθεί και θα χρησιμοποιηθεί, πρέπει κάπου να στεγασθεί ώστε να είναι προστατευμένος τόσο από τις καιρικές συνθήκες όσο και από επιτήδειους συμπολίτες μας που βιοπορίζονται από την τεχνική της ληλασίας και της μεταπώλησης. Βασίζομενοι στο γεγονός ότι το κόστος πρέπει να μείνει όσο το δυνατόν χαμηλότερα γίνεται και στο ότι επιζητείται η δημιουργία μίας κατασκευής με όχι τόσο υψηλά κριτήρια μόνωσης και στεγανότητας, συμπεραίνεται ότι η καλύτερη επιλογή είναι η χρήση προκατασκευασμένων μεταλλικών οικίσκων.

Έχοντας κατακλίσει στις μέρες μας την αγορά οι προκατασκευασμένοι οικίσκοι, γνωστοί ως και λυόμενα ή 'γκοκατ', δεν είναι τίποτα άλλο παρά κατασκευαστικά συστήματα που συνθέτονται από προκατασκευασμένες κυψέλες. Οι τελευταίες έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται επιτόπου στο έργο και να λαμβάνουν σχεδόν οποιαδήποτε μορφή ορίσει ο κατασκευαστής. Αν αναλογισθεί κανείς και το χαμηλό βάρος που τις διακατέχει, αντιλαμβάνεται το πόσο μεγάλη ευχέρεια στο κομμάτι του σχεδιασμού και της δημιουργίας προσφέρουν στους μηχανικούς τέτοιου τύπου μικροκατασκευές.

Κατά τη διάρκεια της παραγωγής τους ενσωματώνονται όλα τα αναγκαία ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, οι μονώσεις, τα ανοίγματα και τα κουφώματα που χρήζουν αναγκαία, με αποτέλεσμα η κατασκευή να είναι έτοιμη προς εγκατάσταση και λειτουργία από τη στιγμή που αποχωρήσει από το εργοστάσιο παραγωγής της.

Το πιο ευρέως διαδεδομένο υλικό που χρησιμοποιείται στους κόλπους της αγοράς είναι το GRP (Glass Reinforce Polyester), που αποτελείται από πολυεστέρα ενισχυμένο με fiberglass ή αλλιώς υαλοβάμβακα. Το εν λόγω υλικό εξασφαλίζει υψηλές αντοχές και σχετικά χαμηλό βάρος. Όλες οι κατασκευές τέτοιου τύπου χαρακτηρίζονται από διπλούς μεταλλικούς τοίχους, οι οποίοι στο εσωτερικό τους περικλείουν εγχυμένο στρώμα πολυουρεθάνης συνήθους πάχους 4 εκατοστών. Επιπλέον θεωρούνται πλήρως ανθεκτικοί απέναντι στην οξείδωση του σιδήρου (σκουριά) και ανεπηρέαστοι από τις οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες, στα όρια του φυσιολογικού πάντα.

7.2. Θεμελίωση Οικίσκου

Οι κυψέλες μετά την παραγωγή τους θεμελιώνονται πάνω σε θεμελιοδοκούς ανεξάρτητα από τον τύπο έδρασης του εδάφους. Όπως και στις περισσότερες τυπικές κατασκευές από σκυρόδεμα έτσι και εδώ για τη δημιουργία της θεμελίωσης χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και χάλυβας ποιότητας B500. Οι πιο συνήθεις διαστάσεις της θεμελιοδοκού είναι 30 x 30 cm στις πλευρές που εδράζεται μονάχα μία κυψέλη και 30 x 60 cm στις πλευρές που πατάνε δύο. Το βάθος της θεμελίωσης θα φτάσει το ένα μέτρο και θα εδρασθεί πάνω σε μετόν καθαριότητας τύπου C12/15 και πάχους 20 εκατοστών.

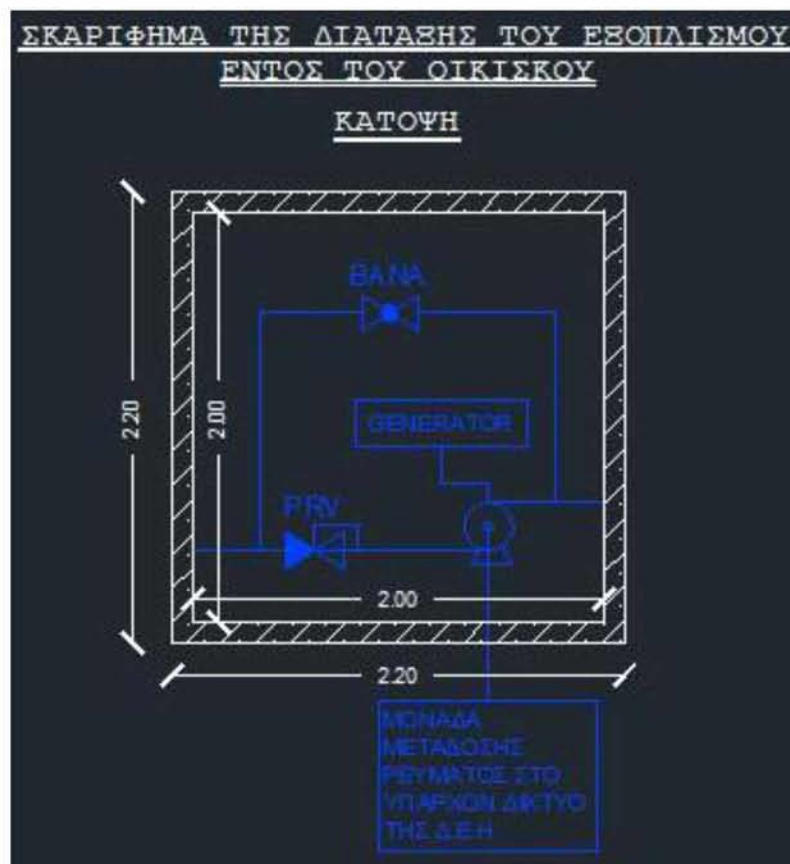
7.3. Εσωτερική Διάταξη Οικίσκου

Η εγκατάσταση υδροτουρμπινών σε ένα δίκτυο ύδρευσης και ιδιαίτερα με αγωγούς μεγάλων διαστάσεων κάθε άλλο παρά εύκολη διαδικασία είναι. Στο εσωτερικό του προκατασκευασμένου οικί-

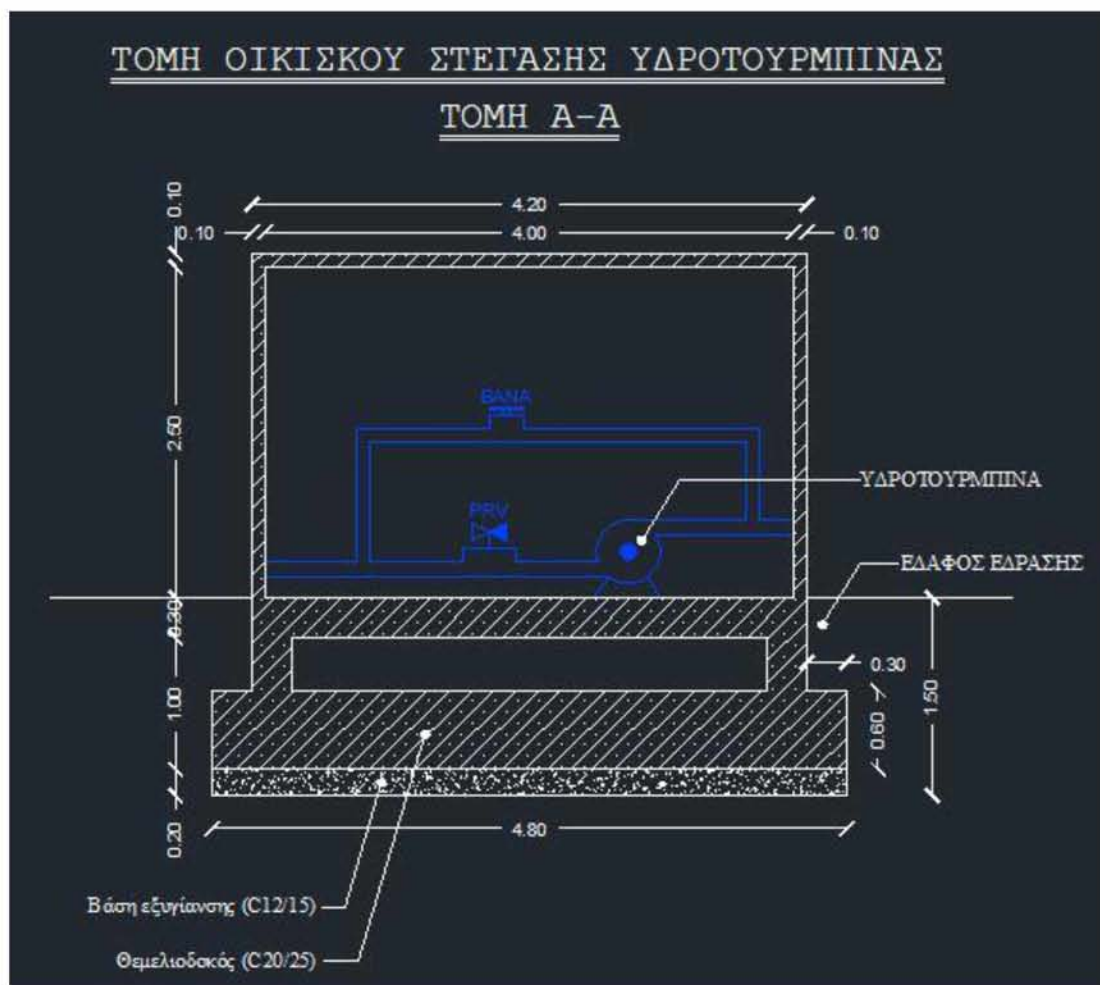
σκου θα στεγάζεται ολάκερος ο υλικοτεχνικός εξοπλισμός που απαιτείται για τη μετατροπή της ροϊκής ορμής του αγωγού σε ηλεκτρικό ρεύμα. Για να καταστεί αυτό εφικτό θα πρέπει η εγκατεστημένη αντλία που θα λειτουργεί ως υδροτουρμπίνα να είναι συνδεδεμένη με ένα ρότορα (generator) που θα είναι υπεύθυνος για τη σωστή και συνεχή λειτουργία της. Απαραίτητα είναι και τα κατάλληλα καλώδια ώστε να μεταφέρεται το ηλεκτρικό ρεύμα στον πλησιέστερο υποσταθμό της αρμόδιας εταιρίας ηλεκτρισμού.

Λίγο προτού η ροή εισέλθει στην υδροτουρμπίνα θα πρέπει να διέρχεται από μία βαλβίδα απελευθέρωσης της πίεσεως (PRV) ώστε να ρυθμίζονται οι απότομες αυξομειώσεις της ροής. Αυτό συμβαίνει διότι αν στην τουρμπίνα εισερχόταν ροή με παραπάνω ορμή από όση μπορεί να δεχθεί (σύμφωνα πάντα με τα όρια του κατασκευαστή της), τα αποτελέσματα θα ήταν καταστροφικά για τον εξοπλισμό. Αν τώρα αναλογιστεί κανείς και το κόστος υλοποίησης αυτών των τόσο μεγάλων υδραυλικών έργων, καταλαβαίνει ότι χρειάζονται ειδική και προσεκτική μεταχείριση.

Δεδομένου ότι το νερό είναι αναγκαίο αγαθό για την επιβίωση του ανθρώπου και για την περάτωση πολλών βιολογικών και μη αναγκών του αντιλαμβανόμαστε ότι η ροή σε ένα αγωγό οφείλει να είναι αδιάκοπη ώστε να μην εμφανιστούν προβλήματα υδροδότησης. Πόσο μάλλον όταν αναφερόμαστε σε αγωγούς του εξωτερικού υδραγωγείου, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη μεταφορά του πηγαίου νερού στους παρακείμενους οικισμούς. Για αυτό το λόγο κάθε σταθμός υδροτουρμπίνας θα πρέπει να έχει και ένα σύστημα 'Bypass' το οποίο θα τίθεται σε λειτουργία κάθε φορά που είτε διακόπτεται η ροή εντός της PRV ή της τουρμπίνας, είτε αν πραγματοποιείται η καθιερωμένη συντήρηση του εξοπλισμού. Ο αγωγός του αυτού του τμήματος θα έχει διατομή αντίστοιχη με αυτή του αγωγού προτού φτάσει στην PRV και η λειτουργία του θα ελέγχεται από μία χειροκίνητη (ή αν είναι οικονομικά ανεκτό ακόμα και από μία τηλεκατευθυνόμενη) βάννα. Για να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η διάταξη εντός του οικίσκου, παρατίθενται τα παρακάτω σχέδια που δημιουργήθηκαν στο λογισμικό AutoCAD 2011.



Εικόνα 22. Σκαρίφημα της διάταξης του εξοπλισμού εντός του οικίσκου.



Εικόνα 23. Εσωτερική τομή του οικίσκου.

8. Κόστος Υλοποίησης - Οικονομοτεχνική Μελέτη

8.1. Κόστος Γεννήτριας

Η εφαρμογή του αποδοτικότερου σεναρίου για την αρμόδια εταιρία ύδρευσης συνδέεται άμεσα με την επιλογή του οικονομικότερου και καταλληλότερου εξοπλισμού. Αναπόσπαστο μέρος αυτής της επιλογής είναι η σχέση μεταξύ οφέλους και κόστους. Στο πρώτο κομμάτι αυτής της σχέσης εμπεριέχεται η ορθή διαχείριση της πίεσης εντός του δικτύου, η κάλυψη των καταναλωτικών αναγκών και φυσικά η αξιοποίηση και παραγωγή της ενέργειας. Αντίθετα το δεύτερο σκέλος της κρύβει μέσα του την αγορά, την εγκατάσταση και την τακτική συντήρηση του εξοπλισμού. Είναι ευνόητο πως η μέγιστη παραγωγή ενέργειας με τον οικονομικότερο τρόπο οδηγεί με άμεσο τρόπο στην αύξηση των εσόδων της εταιρίας και συνεπώς στην μείωση των τιμολογίων ως προς τους καταναλωτές αλλά και στην καλύτερη παροχή υπηρεσιών προς αυτούς.

Ανεξάρτητα από τα οικονομικά οφέλη υπάρχει και πληθώρα περιβαλλοντικών. Η εκμετάλλευση της ενέργειας που έως τώρα απλά χανόταν μπορεί να μειώσει σημαντικά τα ποσοστά της ενέργειας που παράγεται από άλλου τύπου ρυπογόνες πηγές, όπως από την καύση λιγνίτη που στις μέρες μας αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για το κράτος μας και κατά κύριο λόγο δραστηριοποιείται στην Πτολεμαΐδα (στην Κοζάνη) και στην Μεγαλόπολη (στην Αρκαδία). Αν κανείς αναλογιστεί και το γεγονός ότι η μετατροπή της ενέργειας κατά αυτόν τον τρόπο δεν κατασπαταλά υδατικούς πόρους

και ότι δεν αποτελεί ρυπογόνα διαδικασία, τότε και μόνο τότε μπορεί να αντιληφθεί το πόσο ευεργετική μπορεί να είναι η υλοποίηση αυτής της μελέτης και όχι μόνο για την εταιρία αλλά κυρίως για τον άνθρωπο. Ακολούθως παρατίθεται μία προσεγγιστική οικονομοτεχνική μελέτη σε ότι αφορά την εγκατάσταση των υδροτουρμπινών και του εξοπλισμού εξαγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας μέχρι τον κοντινότερο ηλεκτρικό σταθμό της επιχείρησης ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.).

Σε γενικές γραμμές, σύμφωνα με προηγούμενους ερευνητές [4,5] το κόστος της τοποθέτησης μεγάλων αντλιών που θα λειτουργούν ως τουρμπίνες (δηλαδή τοποθετημένες ανάποδα, η έξοδος θα είναι είσοδος και η είσοδος έξοδος) ποικίλει ανάλογα με την ισχύ λειτουργίας της. Για μικρές υδροτουρμπίνες (ισχύος μικρότερης των 500KW) η ενδεικτική τιμή κοστολόγησης της γεννήτριας (generator) και των καλωδίων λειτουργίας της κυμαίνεται στα 2000 € ανά εγκατεστημένο KW. Από την άλλη για τουρμπίνες μεγάλης κλίμακας, δηλαδή με ισχύ λειτουργίας άνω των 500 KW το κόστος πέφτει στα 1000 € για κάθε εγκατεστημένο KW. Όπως και σε κάθε κατασκευαστική εργασία, έτσι και εδώ το δύσκολο κομμάτι είναι η επιλογή του πλέον κατάλληλου εξοπλισμού. Το κριτήριο για την επιλογή της εκάστοτε υδροτουρμπίνας για την εγκατάστασή της θα είναι κατά κύριο λόγο η ελάχιστη στιγμιαία ισχύς που παράγεται σε εκείνο το σημείο, δηλαδή το αποτέλεσμα της εξίσωσης (1).

Πίνακας 42. Ισχύς σε κάθε πιθανό σημείο εγκατάστασης υδροτουρμπινών

	Pel (KW) (στιγμιαία)				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Α ΤΡΙΜΗΝΟ	505,55	54,16	155,54	775,19	12,63
Β ΤΡΙΜΗΝΟ	593,28	11,74	166,38	921,93	12,12
Γ ΤΡΙΜΗΝΟ	511,54	44,61	158,53	783,53	10,16
Δ ΤΡΙΜΗΝΟ	535,38	18,13	162,51	822,62	11,71

Πίνακας 43. Ισχύς λειτουργίας της κάθε υδροτουρμπίνας σε κάθε πιθανό σημείο εγκατάστασης της

	Pel (KW) (Ονομαστική Ισχύς)				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Ισχύς	500	12	150	750	10

Στη συνέχεια αυτή η τιμή θα πρέπει, ανάλογα με την τάξη της ισχύος της τουρμπίνας, να πολλαπλασιαστεί με την αντίστοιχη τιμή κοστολόγησης όπως αυτή προσδιορίστηκε προηγουμένως. Έτσι θα σχηματιστεί μία αντιπροσωπευτική τιμή που θα εμπεριέχει το κόστος της αγοράς και της εγκατάστασης της γεννήτριας και των αναγκαίων καλωδίων για τη λειτουργία της.

Πίνακας 44. Ονομαστική ισχύς λειτουργίας και ενδεικτική κοστολόγηση για κάθε υδροτουρμπίνα

	Pel (KW) (στιγμιαία)				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Ισχύς	500	12	150	750	10
Ενδεικτικό Κόστος	500.000,0 €	24.000,0 €	300.000,0 €	750.000,0 €	20.000,0 €

Παρ' όλα αυτά η τιμή αυτή δεν είναι η τελική αν σκεφτεί κανείς ότι θα πρέπει να προστεθεί το κόστος της στέγασης και της περιφράξης των εγκαταστάσεων για τα οποία θα γίνει αναφορά εκτενώς σε επόμενες υποενότητες του κεφαλαίου μας.

8.2. Κόστος Οικίσκου

Η κοστολόγηση των προκατασκευασμένων οικίσκων ναι μεν έχει μία σταθερή τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (για παράδειγμα 650 €/m², βέβαια αυτή η τιμή καθορίζεται από την εκάστοτε κατασκευαστική εταιρία) για τις συνήθεις τυπικές κατασκευές που κυκλοφορούν στην αγορά (όπως αποθήκες, οικίες, μονάδες ζωικής παραγωγής), αλλά σε ότι αφορά αυτές που απαιτεί η μελέτη μας δεν υπάρχει κάποια σταθερή τιμή. Ανάλογα με το μέγεθος και την απόδοση του υλικοτεχνικού εξοπλισμού αυξομειώνεται και η ενδεικτική αξία του. Αυτή η τιμή δεν εμπεριέχει μονάχα το κουβούκλιο στέγασης. Συμπεριλαμβάνει όλες τις δαπάνες για το σύνολο την προμήθεια, τη μεταφορά, τη συναρμολόγηση και την τελική εγκατάσταση του σταθμού με όλα τα απαιτούμενα υλικά και εργασίες (εκσκαφές – επιχώσεις, σκυροδετήσεις).

Έπειτα εξετάζοντας το γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις οι κλωβοί (όπως τα τρία ήδη υπάρχοντα πιεζοθραυστικά σημεία) θα τοποθετηθούν σε αρκετά υψηλά υψόμετρα, άνω των 1.000 m, γίνεται αντιληπτό πως είναι αναγκαίο να τοποθετηθεί και ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, το οποίο θα συνοδεύεται και από γείωση με δύο εξωτερικές συνδέσεις.

Στα κατασκευαστικά έξοδα θα πρέπει να προστεθούν τα έργα οδοποιίας και τα έργα περίφραξης. Τα πρώτα αφορούν τη χάραξη αμμοχαλικοστρωμένης οδού κυκλοφορίας από το πλησιέστερο οδικό δίκτυο μέχρι τον περιβάλλοντα χώρο της κατασκευής. Ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται από την περιμετρική περίφραξη ύψους 2,50m από γαλβανισμένο δικτυωτό συρματόπλεγμα τοποθετημένο πάνω σε ορθοστάτες από γαλβανισμένο σιδερωσώληνα διαμέτρου 6 cm. Επιπλέον στην κορυφή της θα τοποθετηθεί συρματόπλεγμα νατοϊκού τύπου με σκοπό να αποτρέψει την είσοδο σε άτομα δίχως αρμοδιότητα. Λόγω της μεταλλικότητας της περίφραξης θα πρέπει και αυτή με τη σειρά της να είναι συνδεδεμένη ανά τακτά διαστήματα με τις γειώσεις του σταθμού.

Τέλος, στην κοστολόγηση έρχονται να προστεθούν η θεμελίωση της περίφραξης και ο φωτισμός του σταθμού και του περιβάλλοντος χώρου. Οι ορθοστάτες θα πακτωθούν σε πέδιλο διαστάσεων 30 x 60 x 60 cm από σπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C 16/20 και χάλυβα κατηγορίας B500. Ως ελάχιστο βάθος έμπηξης λαμβάνονται τα 30 cm υπό την επιφάνεια του εδάφους.

Πιο αναλυτικά για τις εγκαταστάσεις με μικρό εξοπλισμό, όπως ο κόμβος J-176 και το Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής μπορεί να θεωρηθεί ότι το συνολικό κόστος του οικίσκου, δηλαδή όλες οι προαναφερθέντες εργασίες κατά υλικά ανέρχεται στα 5.000 ευρώ ανά οικίσκο. Ενώ για την εγκατάσταση με τον μεγαλύτερο ενεργειακό εξοπλισμό (Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς – Γκιώνας) φτάνει τα 20.000 ευρώ. Τώρα για τα υπόλοιπα δύο σημεία η κοστολόγηση τους γίνεται προσεγγιστικά με την απλή μέθοδο των τριών. Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω τιμές.

Πίνακας 45. Ενδεικτική κοστολόγηση για κάθε οικίσκο

	Κόστος Οικίσκων				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Ισχύς	500	12	150	750	10
Ενδεικτικό Κόστος	15.000,0 €	5.000,0 €	7.850,0 €	20.000,0 €	5.000,0 €

8.3. Κόστος Αγωγού Bypass

Βασιζόμενοι σε έρευνα παλαιότερων συναδέλφων μας και πιο συγκεκριμένα του Μ. Πατέλη και του Ι. Βασιλόπουλου [6,7] μία ενδεικτική κοστολόγηση του αγωγού 'bypass' είναι τα 5.000 € για αγωγό εσωτερικής διατομής Ø250 mm. Για αγωγούς τώρα διαφορετικών διαμέτρων το κόστος με-

ταβάλλεται αναλογικά. Για παράδειγμα αν πρέπει να γίνει εκτροπή αγωγού διατομής Ø500 mm το κόστος θα φτάσει τις 10.000 €. Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, πως η προαναφερθείσα τιμή είναι ίση με το συνολικό κόστος τόσο της αγοράς του αγωγού εκτροπής, της βάνας και των περαιτέρω γωνιών αλλαγής της διεύθυνσεως της ροής, όσο και της εγκατάστασης στο δίκτυο.

Πίνακας 46. Κοστολόγηση του αγωγού Bypass σε κάθε υδροτουρμπίνα

	Κόστος Bypass				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Αγωγός	Ø 500 mm	Ø 200 mm	Ø 500 mm	Ø 500 mm	Ø 200 mm
Ενδεικτικό Κόστος	10.000,0 €	4.000,0 €	10.000,0 €	10.000,0 €	4.000,0 €

8.4. Κόστος PRV

Η συγκεκριμένη μελέτη κρύβει μέσα της σημαντικά μεγάλα ποσοστά ενέργειας για αυτό και άλλωστε αποτελείται από αρκετά περίπλοκο και ακριβό εξοπλισμό. Για να είναι συνεχώς αποδοτικό το εγχείρημα που μελετάται θα πρέπει ο εξοπλισμός να λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών του και να μην υπόκειται σε έντονες και απότομες μεταβολές της πίεσεως. Την επίτευξη αυτής της εργασίας την έχουν αναλάβει οι βαλβίδες απελευθέρωσης της πίεσεως που τοποθετούνται πριν την εκάστοτε υδροτουρμπίνα. Η κοστολόγηση και σε αυτό το σημείο γίνεται σύμφωνα με τη διατομή του αγωγού και πάλι βασίζόμενοι σε παλαιότερες μελέτες. Μία ενδεικτική τιμή πώλησης της PRV διατομής Ø250 mm είναι τα 6.000 € και τα κόστη των υπόλοιπων μεγεθών υπολογίζονται αναλογικά.

Πίνακας 47. Κοστολόγηση του εξοπλισμού της PRV σε κάθε υδροτουρμπίνα

	Κόστος PRV				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Αγωγός	Ø 500 mm	Ø 200 mm	Ø 500 mm	Ø 500 mm	Ø 200 mm
Ενδεικτικό Κόστος	12.000,0 €	4.800,0 €	12.000,0 €	12.000,0 €	4.800,0 €

8.5. Κόστος Εγκατάστασης Δεξαμενής

Η ταχύτητα της ροής του νερού αφού διέλθει μέσα από την υδροτουρμπίνα συνεχίζει να έχει μία αρκετά υψηλή τιμή, μικρότερη βέβαια από αυτήν που είχε προτού εισέλθει στον εν λόγω εξοπλισμό. Η πτώση της ταχύτητας είναι σχετικά μικρή διότι είναι ανάλογη της δύναμης της τριβής του νερού πάνω στους έλικες - πτερωτές που κρύβει στο εσωτερικό της μία τουρμπίνα.

Είναι γνωστό πως σε κάθε σταθμό υδροτουρμπίνας πραγματοποιείται πιεζόθραυση. Αυτό συνεπάγεται ότι η ροή μετέπειτα από αυτά τα κομβικά σημεία συνεχίζει με μηδενική πίεση, δηλαδή σαν να έχουμε πίεση ελεύθερης επιφάνειας. Για να πραγματοποιηθεί αυτό ο αγωγός που εξέρχεται από τον εκάστοτε οικίσκο θα πρέπει να καταλήγει σε μία δεξαμενή, η οποία θα λειτουργεί ως δεξαμενή η-ρεμίας. Πιο απλά θα υποδέχεται το νερό με την οποιαδήποτε ορμή αυτό έχει και θα το εκτρέπει σε έναν άλλο αγωγό με ορμή που σχεδόν θα τείνει να μηδενιστεί.

Βασίζόμενοι στο γεγονός ότι από τα πέντε πιθανά σημεία που εξετάζει αυτή η διπλωματική εργασία τα τρία τυχαίνει να είναι σημεία έδρασης πιεζοθραυστικών φρεατίων, αντιλαμβανόμαστε πως

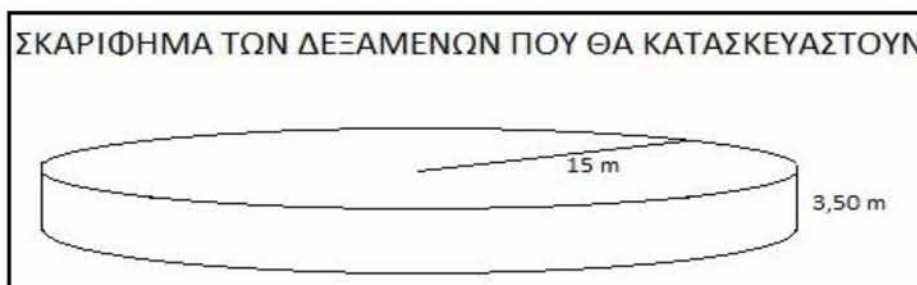
μόνο τα υπόλοιπα δύο σημεία απαιτούν την εγκατάσταση δεξαμενής. Στα πιεζοθραυστικά φρεάτια προϋπάρχουν δεξαμενές, αφού είναι αυτές που πραγματοποιούν την εκτόνωση της πίεσεως δρώντας ως δεξαμενές ηρεμίας.

Συνοψίζοντας τα δύο σημεία που χρήζουν την κατασκευή δεξαμενών είναι τα σημεία J-149 και J-176. Η κατασκευή αυτών των δομικών στοιχείων θα γίνει από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και χάλυβα κατηγορίας B500. Η τιμολόγηση που επικρατεί αυτή τη στιγμή στην αγορά για τέτοιου είδους κατασκευές κυμαίνεται κοντά στα 250 €/m³ οπλισμένου σκυροδέματος και αυτή θα ληφθεί υπόψιν ως ενδεικτική. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτεί το επόμενο βήμα καθώς δεν πρέπει να μπερδευτεί κανείς και να τιμολογήσει τον ωφέλιμο όγκο των δεξαμενών, αλλά το δομικό τους, δηλαδή τα τοιχώματά τους και τις βάσεις τους καθώς πρόκειται για ανοικτές δεξαμενές και συνεπώς δεν έχουν οροφή.

Για περισσότερη ευκολία θα κατασκευαστούν δύο όμοιες δεξαμενές διαμέτρου 30 m και ύψους 3,50 m με συνολικό ωφέλιμο όγκο 2.500 m³. Το πάχος της κατασκευής θα είναι ίσο με 30 cm συνεπώς ο δομικός όγκος και η τιμολόγηση της κάθε δεξαμενής θα ανέρχονται στις τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 48.

Πίνακας 48. Κοστολόγηση των δεξαμενών στα σημεία που χρήζουν την εγκατάστασή τους

	Κόστος Δεξαμενών	
	J-149	J-176
Ακτίνα (m)	15,00	15,00
Διάμετρος (m)	30,00	30,00
Ύψος (m)	3,50	3,50
Πάχος (m)	0,30	0,30
Δομικός Όγκος (m ³)	311,00	311,00
Ενδεικτικό Κόστος	77.750,0 €	77.750,0 €



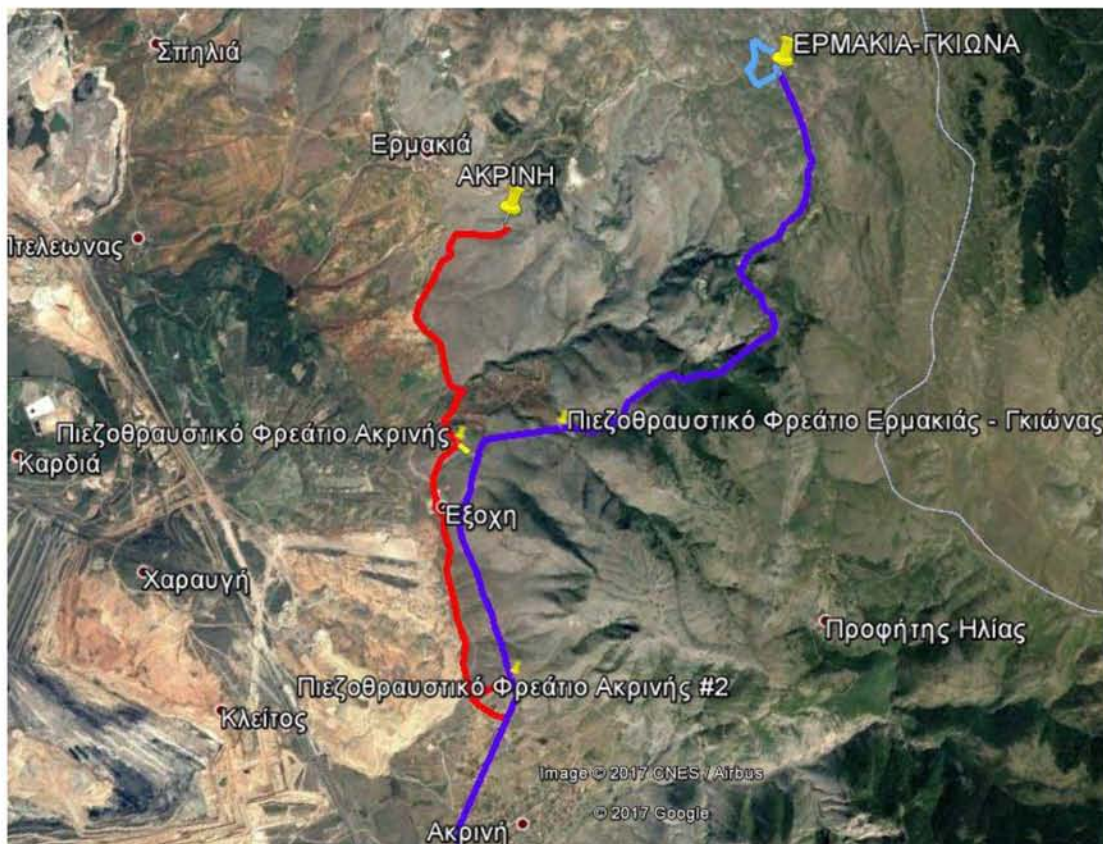
Εικόνα 24. Σκαρίφημα των δεξαμενών που θα κατασκευαστούν.

8.6. Κόστος Μεταφοράς του Παραγόμενου Ηλεκτρικού Ρεύματος στον Πλησιέστερο Υποσταθμό της Δ.Ε.Η.

Ένα σημαντικό εμπόδιο στη μελέτη είναι το πόσο εύκολη ή δύσκολη είναι η μεταφορά του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος στο ήδη υπάρχον δίκτυο ηλεκτροδότησης με στόχο την όδυσή του προς τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης και επεξεργασίας του. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως τα εξεταζόμενα σημεία βρίσκονται σε ορεινή περιοχή με αποτέλεσμα να πρέπει να εξετασθεί κατά πόσο δύσβατη ώστε να υλοποιηθεί η μεταφορά και η τοποθέτηση του εξοπλισμού.

Επί το έργο, για να γίνει αντιληπτό το πόσο θα κοστίσει η μεταφορά του ρεύματος, θα πρέπει να μετρηθεί η κοντινότερη απόσταση του πιθανού σημείου από το οδικό δίκτυο κυκλοφορίας από το οποίο θα διέρχεται καλώδιο υδροδότησης της αρμόδιας εταιρίας ηλεκτρισμού. Για να επιτευχθεί αυτό θα βασιστούμε σε πιστικά σκαριφήματα που δημιουργήθηκαν στο πρόγραμμα 'Google Earth'

και παρουσιάζονται παρακάτω. Γενικότερα το μέσο ενδεικτικό κόστος για έργα τέτοιου μεγέθους για κάθε καλώδιο διασύνδεσης ανέρχεται στα 50 €/m καλωδίου.



Εικόνα 25. Τοπογραφικό σκαρίφημα της περιοχής γύρω από τα πιεζοθραυστικά φρεάτια της Ακρινής και της Ερμακιάς - Γκιώνας

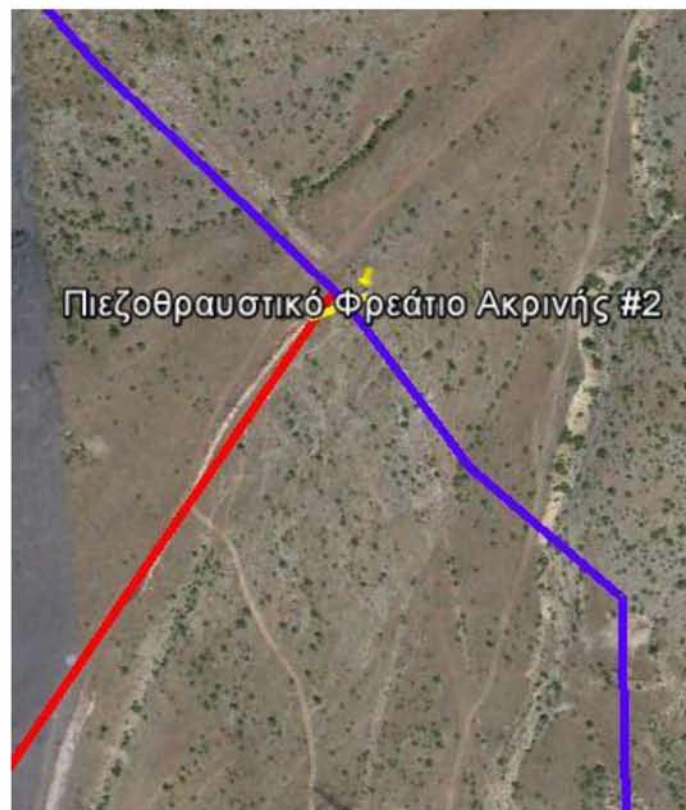
Στη συνέχεια ακολουθούν εικόνες όπου έχει χαραχθεί με κίτρινο χρώμα το εκάστοτε καλώδιο μεταφοράς του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος που θα εγκατασταθεί.



Εικόνα 26. Τοπογραφικό σκαρίφημα της οδού του καλωδίου από το πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ερμακιάς - Γκιώνας



Εικόνα 27. Τοπογραφικό σκαρίφημα της όδευσης του καλωδίου από το πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής



Εικόνα 28. Τοπογραφικό σκαρίφημα της όδευσης του καλωδίου από το πιεζοθραυστικό φρεάτιο της Ακρινής#2



Εικόνα 29. Τοπογραφικό σκαρίφημα της όδευσης του καλωδίου από το σημείο J-149



Εικόνα 30. Τοπογραφικό σκαρίφημα της όδευσης του καλωδίου από το σημείο J-176

Στον Πίνακα 49 περιέχεται το συνολικό κόστος μεταφοράς του ρεύματος στο πλησιέστερο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο.

Πίνακας 49. Κοστολόγηση των εκάστοτε καλωδίων μεταφοράς ρεύματος.

	Κόστος Μεταφοράς Ρεύματος				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Απόσταση (m)	19,0	21,0	32,0	32,0	155,0
Ενδεικτικό Κόστος	950,0 €	1.050,0 €	1.600,0 €	1.600,0 €	7.750,0 €

8.7. Ολικό Κόστος της Κατασκευής

Για να συγκροτηθεί μία συνολική εικόνα του κόστους όλων των εργασιών και του εξοπλισμού που χρειάζεται θα πρέπει να αθροισθούν όλα τα ποσά που αναλύθηκαν και παρουσιάστηκαν στις τελευταίες σελίδες.

Πίνακας 50. Συνολικό κόστος μελέτης.\

	Συνολικά Κόστη				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Υδροτουρμπινών	500.000	24.000	300.000	750.000	20.000
Αγωγού Bypass	10.000	4.000	10.000	10.000	4.000
PRV	12.000	4.800	12.000	12.000	4.800
Δεξαμενή	77.750	77.750	-	-	-
Ουκίσκοι	15.000	5.000	7.850	20.000	5.000
Καλώδια Μεταφοράς Ρεύματος	950	1.050	1.600	1.600	7.750
Σύνολο	615.700 €	116.600 €	331.450 €	793.600 €	41.550 €

9. Σύγκριση Εσόδων – Εξόδων και Πραγματικό Κέρδος

9.1. Σύγκριση Πραγματικών και Δυναμικών Εσόδων

Ο όρος δυναμικά έσοδα αναφέρεται στο ποσό των χρημάτων που θα εισέπραττα η εταιρία αν η κάθε τουρμπίνα λειτουργούσε με τον άκρως αποδοτικό τρόπο την εκάστοτε στιγμή. Πράγμα αδύνατο διότι παρουσιάζονται διακυμάνσεις τόσο στη ροή όσο και στην πίεση στο εσωτερικό του δικτύου που μελετάται. Είναι αυτά που παρουσιάζονται στον πίνακα 36 των προηγούμενων κεφαλαίων. Όπως είναι φυσικό αποκλίνουν είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω με τα πραγματικά έσοδα που μόλις αναδείχθηκαν. Αυτό συμβαίνει διότι έχει εγκατασταθεί εξοπλισμός ώστε να καλύπτει όλο το εύρος των τιμών που εμφανίζονται στο δίκτυο, δηλαδή σε ένα σημείο κάποια δεδομένη στιγμή η ισχύς της τουρμπίνας που θεωρητικά θα λειτουργούσε ήταν 600 kW αλλά τοποθετήθηκε υδροτουρμπίνα με ονομαστική ισχύ 540 kW ώστε να μπορέσει να ικανοποιήσει το δίκτυο λειτουργώντας ορθά και σε άλλη χρονική στιγμή.

Πίνακας 51. Σύγκριση δυναμικών και πραγματικών εσόδων

	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Δυναμικά Έσοδα	563.503 €	29.081 €	168.127 €	868.023 €	11.281 €
Πραγματικά Έσοδα	700.800 €	16.819 €	210.240 €	1.051.200 €	14.016 €

9.2. Παρουσίαση Κέρδους

Η ετοιμολογία της λέξης ‘κέρδος’ είναι η θετική διαφορά μεταξύ εσόδων και εξόδων σε οποιαδήποτε επιχειρηματική ή άλλου είδους οικονομική δραστηριότητα. Αποτελεί προτεραιότητα κάθε κερδοσκοπικού οργανισμού μιας και είναι ο μοναδικός βιώσιμος παράγοντάς τους. Μέχρι τώρα στην οικονομοτεχνική μελέτη που έχει προηγηθεί από τη μία έχουν παρουσιαστεί τα συνολικά έσοδα και από την άλλη το ολικό κόστος τόσο του εξοπλισμού όσο και των απαιτούμενων εργασιών για την τοποθέτησή τους.

Παρ’ όλα αυτά δεν έχει γίνει καθόλου αναφορά στο κόστος συντήρησης του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων κι αυτό δικαιολογημένα εφόσον το κόστος συντηρήσεως προκύπτει από τα έσοδα. Αναλυτικότερα, τα έξοδα αυτά προκύπτουν από την αφαίρεση του 25% των εσόδων είτε αυτά υπολογίζονται σε μηνιαία είτε ετήσια βάση.

Πίνακας 52. Κόστος συντηρήσεως για κάθε σημείο εγκατάστασης τουρμπίνας

	Ετήσια Έξοδα Συντηρήσεως του Εξοπλισμού				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Κόστος Συντήρησης	175.200 €	4.205 €	52.560 €	262.800 €	3.504 €

Τα ποσά που αφορούν στην εταιρία παρουσιάζονται στον Πίνακα 53.

Πίνακας 53. Ετήσια κέρδη για κάθε σημείο εγκατάστασης τουρμπίνας

	Ετήσια Κέρδη - Ζημιά για την εταιρία				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Κόστη	615.700 €	116.600 €	331.450 €	793.600 €	41.550 €
Κόστος Συντήρησης	175.200 €	4.205 €	52.560 €	262.800 €	3.504 €
Έσοδα	700.800 €	16.819 €	210.240 €	1.051.200 €	14.016 €
Έσοδα Χωρίς τη Συντήρηση	525.600 €	12.614 €	157.680 €	788.400 €	10.512 €
Κέρδος - Ζημιά	-90.100,00 €	-103.985,60 €	-173.770,00 €	-5.200,00 €	-31.038,00 €

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως η εταιρία δε θα μπορεί να έχει κέρδη μέσα στον πρώτο χρόνο, μιας και θα χρειαστεί κάποιο χρονικό διάστημα για να αποσβέσει το κάθε σημείο τον εξοπλισμό του. Τα αρνητικά ποσά δεν είναι τίποτα παραπάνω παρά τα επιπλέον χρήματα που πρέπει να δαπανηθούν για την υλοποίηση του έργου. Παρακάτω παρουσιάζεται σε πίνακα ο απαιτούμενος χρόνος για την απόσβεση της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 54. Απαιτούμενες ημέρες για την απόσβεση του εξοπλισμού.

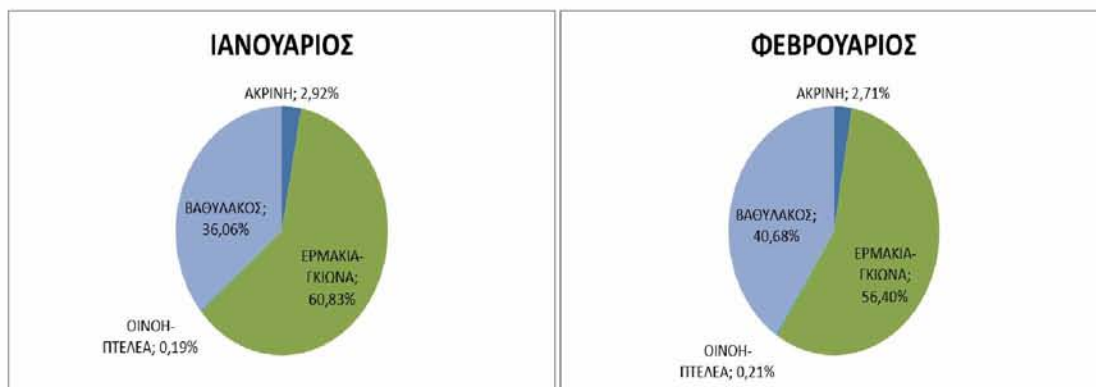
	Ημέρες που χρειάζονται για να αποσβέσει ο εκάστοτε εξοπλισμός				
	J-149	J-176	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής #2	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ερμακιάς-Γκιώνας	Πιεζοθραυστικό Φρεάτιο Ακρινής
Ημέρες από την Έναρξη Λειτουργίας	427	3.333	762	367	1.428

Βιβλιογραφία

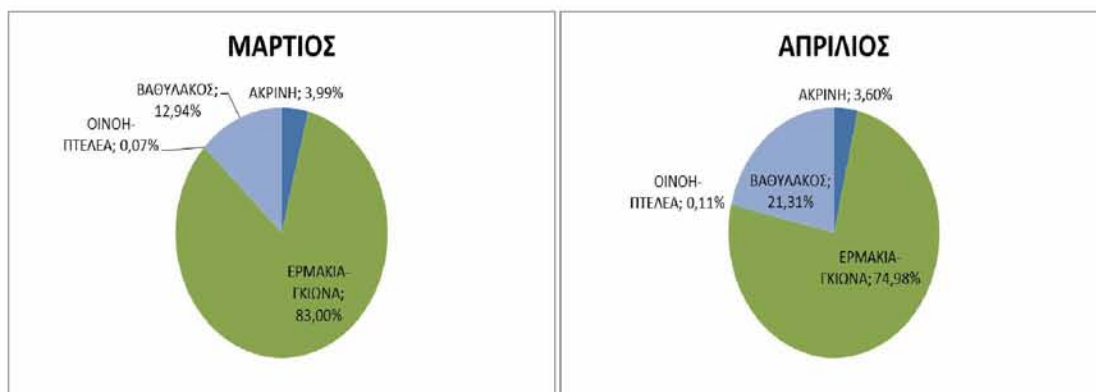
- [1] Nasir, B.A. (2013). Design of Micro - Hydro - Electric Power Station. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2(5), 2249-8958.
- [2] Διαδίκτυο:
- www.pumpiran.org/english
 - www.desmie.gr
 - <http://www.deyakozeanis.gr>
 - http://www.ac-tec.it/index_en.html
 - <http://greenbugenergy.com/get-educated-knowledge/types-of-turbines>
 - <http://www.microhydro.ie/section/TypesofTurbines>
 - <http://www.ashden.org/sustainable-energy/ashden-guides/micro-hydro>
 - <http://www.pumpfundamentals.com/applets.htm>
 - http://www.uprm.edu/aret/docs/Ch_8_Micro_hydro.pdf
 - http://www.globalspec.com/learnmore/flow_transfer_control/pumps/turbine_pumps
 - https://www.homepower.com/sites/default/files/articles/481/docs/Microhydro_Guide_HP136_0.jpg
 - <https://www.gerenewableenergy.com/hydro-power/large-hydropower-solutions/hydro-turbines/pump-turbine.html>
- [3] Paish, O. (2002). Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 537-556.
- [4] Fontana, N., Giugni, M. & Portolano, D. (2012). Losses Reduction and Energy Production in Water Distribution Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*. doi: 10.1061/(ASCE)WR.1943.
- [5] De Marchis, M., Fontanazza, C., Freni, G., Messineo, A., Milici, B. et al. *Energy recovery in water distribution networks. Implementation of pumps as turbine in a dynamic numerical model. Procedia Engineering*, 70, 439-448.
- [6] Πατέλης, Μ. (2013). *Μείωση των απωλειών νερού σε αστικά δίκτυα ύδρευσης με διαμόρφωση Στεγανών Υποζωνών (District Metered Areas - DMAs) για την αποτελεσματικότερη διαχείριση της πίεσης: η περίπτωση της πόλης της Κοζάνης*. (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- [7] Βασιλόπουλος, Ι. (2017). *Εκτίμηση δυναμικού ενέργειας του δικτύου ύδρευσης της πόλης της Κοζάνης και εγκατάσταση μικρο-υδροτουρμπινών για ανάκτηση ενέργειας και ρύθμιση πίεσης*. (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- [8] Κανακούδης, Β. & Τσιτσιφλή, Σ. (2015). *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελλήνων Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- [9] Πατέλης, Μ., Βασιλόπουλος, Ι., Κανακούδης, Β. & Γκονέλας, Κ. (2016). Exploiting energy recovery potential in a water distribution network along with reliable pressure management. Στο 13th International Conference on Protection and Restoration of the Environment. Μύκονος, Ελλάδα: Ιούλιος 2016.

Παράρτημα Α

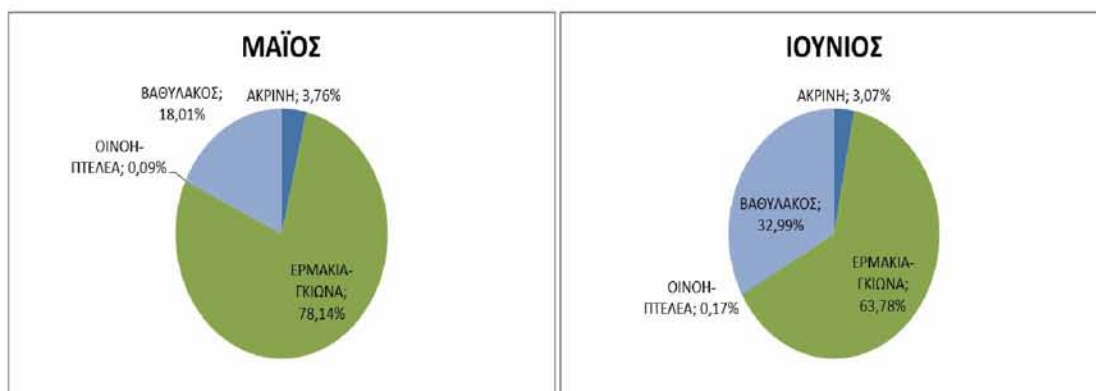
Ποσοστά συμμετοχής της κάθε υδροληπτικής πηγής του εξωτερικού υδραγωγείου.



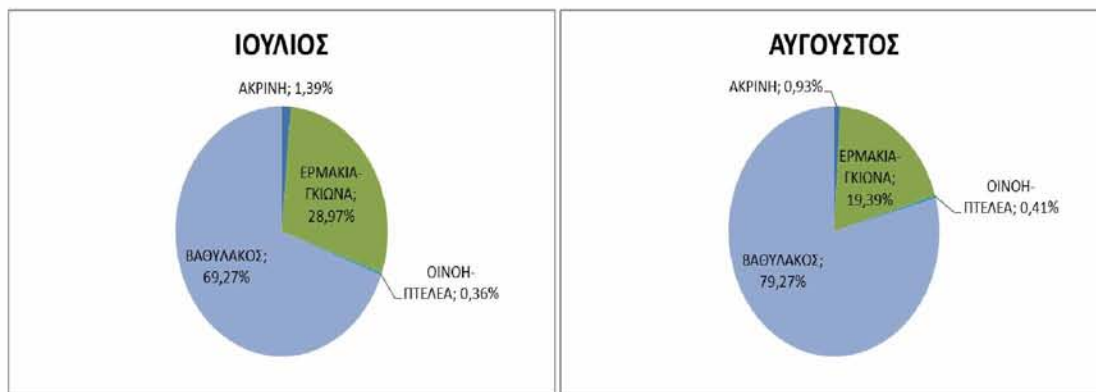
Γράφημα 1. Ποσοστά Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου.



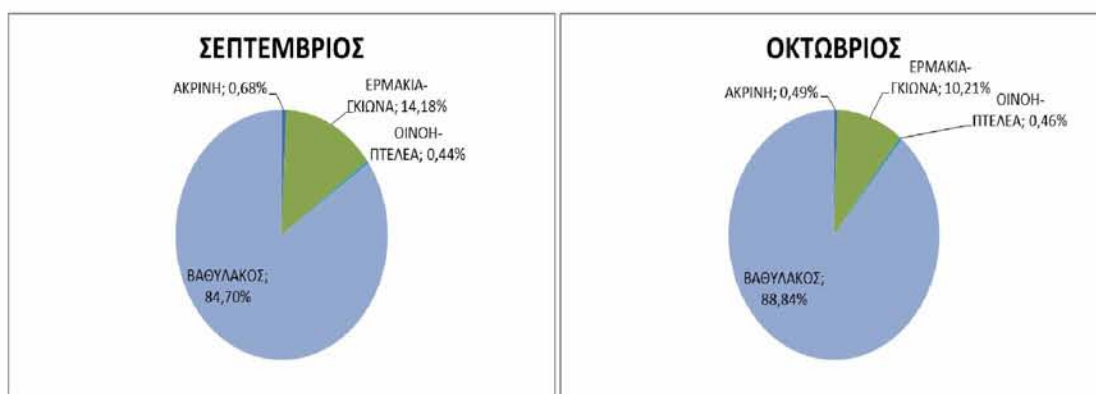
Γράφημα 2. Ποσοστά Μαρτίου και Απριλίου.



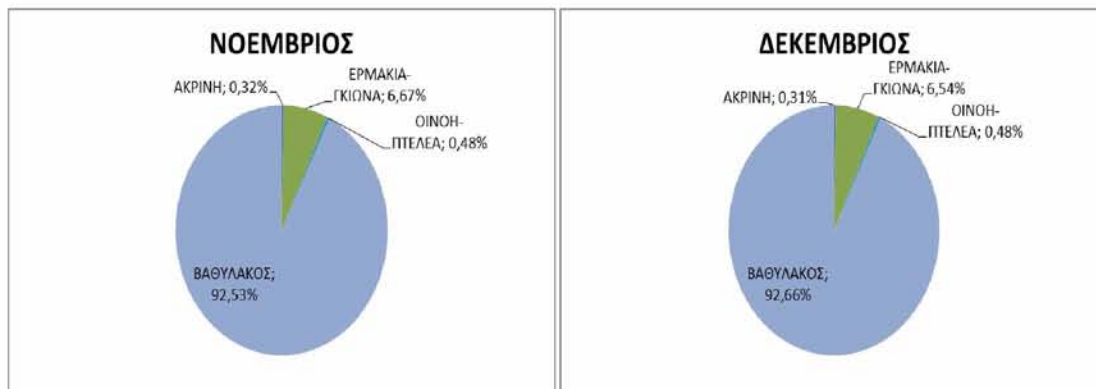
Γράφημα 3. Ποσοστά Μαΐου και Ιουνίου.



Γράφημα 4. Ποσοστά Ιουλίου και Αυγούστου.



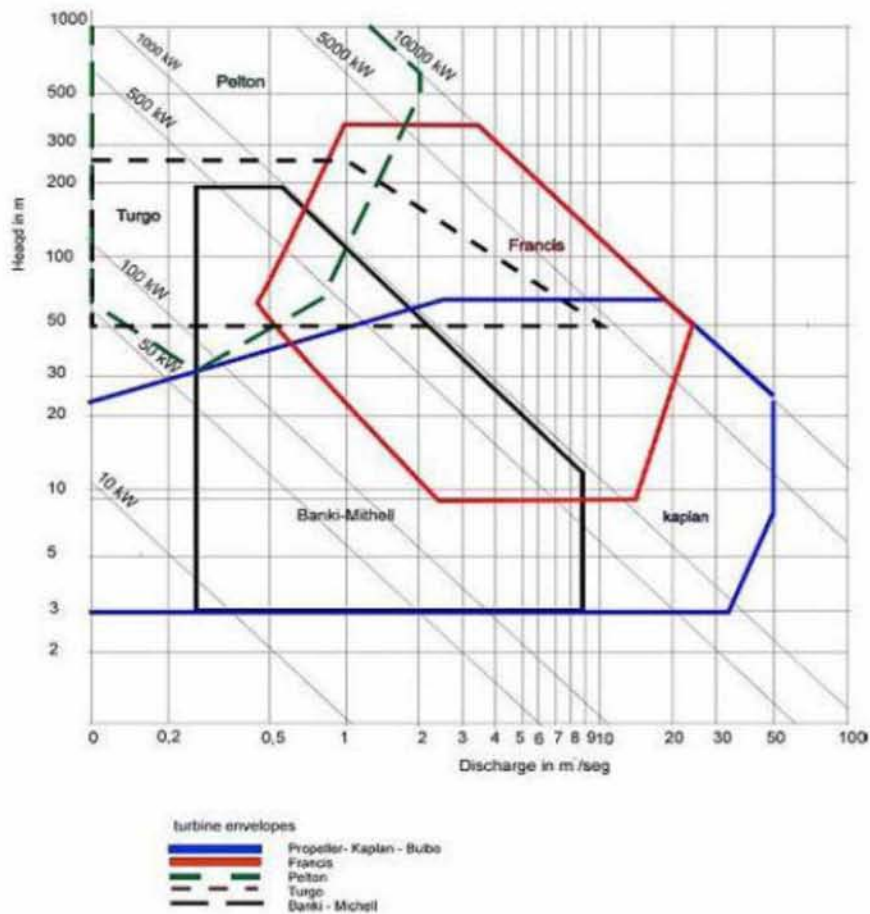
Γράφημα 5. Ποσοστά Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου.



Γράφημα 6. Ποσοστά Νοεμβρίου και Δεκεμβρίου.

Παράρτημα Β

Τύποι υδροτουρμπινών.



Normal range of operation by Turbine type

Παράρτημα Γ

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 1958/2012 όπως αυτή τροποποιήθηκε με την Υπουργική Απόφαση 173829/2014 και παρουσιάζεται στις επόμενες σελίδες, το έργο ανήκει στο σύνολό του στην Α2 υποκατηγορία υδραυλικών έργων και δραστηριοτήτων, διότι τα μικρότερα έργα που το πλαισιώνουν ανήκουν και αυτά με τη σειρά τους σε έργα υποκατηγορίας Α2. Πιο αναλυτικά η κατάταξη των επιμέρους έργων του εξωτερικού υδραγωγείου γίνεται ως εξής:

1. Οι πηγές της Ακρινής, της Ερμακιάς και της Γκιώνας έχουν απολήψιμη ποσότητα έκαστος μικρότερη από 5.000.000 m³ ετησίως αλλά συνάμα και μεγαλύτερη από 10.000 m³. Άρα κατατάσσονται στην υποκατηγορία Α2 των υδραυλικών έργων όπως ορίζονται από την ελληνική νομοθεσία.
2. Οι γεωτρήσεις στην περιοχή του Βαθυλάκου κατατάσσονται στην α/α 6 στην κατηγορία Α2 βασιζόμενοι στο γεγονός ότι η συνολική ποσότητα νερού που παρέχουν στο δίκτυο ετησίως είναι μεγαλύτερη των 30.000 m³ και ταυτόχρονα μικρότερη των 5.000.000 m³.
3. Στο σύνολό τους οι δεξαμενές δε θα μπορούσαν να καταταχθούν ξεκάθαρα σε μία υποκατηγορία υδραυλικών έργων μιας και ο συνολικός ωφέλιμος όγκος της κάθε μιας δεν ξεπερνά τα 10.000 m³.
4. Εν κατακλείδι, το ολικό αθροιστικό μήκος των αγωγών ξεπερνά τα είκοσι χιλιόμετρα τηρώντας τα κριτήρια κατάταξής του στην υποκατηγορία Α2.

	Τίτλος	Αριθμός Πρωτοκόλλου	Ημερομηνία έκδοσης ΑΕΠΟ	Ημερομηνία λήξης ΑΕΠΟ
1	Εγκριση Περιβαλλοντικών όρων για το έργο: «Εξωτερικό υδρευτικό σύστημα πόλης Κοζάνης & Δημοσικών Διαμερισμάτων με την αξιοποίηση του καρστικού υδροφορέα του Νότιο – Δυτικού Βερμίου περιοχής Πετρανών» στο Ν. Κοζάνης.	1786	10.10.2003	13.12.2013
2	Εγκριση Περιβαλλοντικών όρων για το έργο: Δεξαμενή και εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης οικισμού Νέου Κλείτους" στο Δήμο Κοζάνης του Ν. Κοζάνης	92521/2614	13.09.2006	13.09.2016
3	Εγκριση περιβαλλοντικών όρων για το έργο: "Αντικατάσταση εξωτερικού δικτύου ύδρευσης και γεωτρήσεις ύδρευσης" του οικισμού Δ.Δ. Αργίλου του Δήμου Κοζάνης	1707	30.09.2010	30.09.2020
4	Εγκριση περιβαλλοντικών όρων για το έργο: Αντικατάσταση εξωτερικού δικτύου ύδρευσης οικισμού Οινόης του Δήμου Κοζάνης" στο Ν. Κοζάνης	2211	18.11.2010	20.11.2020
5	Εγκριση περιβαλλοντικών όρων για το έργο: " Αντικατάσταση εξωτερικού δικτύου ύδρευσης οικισμού Ν. Νικόπολης Δήμου Κοζάνης", στην Τ.Κ. Νέας Νικόπολης, της Δ.Ε. Κοζάνης του Δήμου Κοζάνης της Περιφερειακής Ενότητας Κοζάνης στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	12337/944	09.06.2011	06.06.2021
6	Εγκριση περιβαλλοντικών όρων του έργου: "Ανάγερση Πενεπσημιούπολης Δυτικής Μακεδονίας στη Ζώνη Ενεργού Πολεοδομίας (ΖΕΠ) Δήμου Κοζάνης του Ν. Κοζάνης".	58878/2396	31.10.2012	31.10.2022
7	Εγκριση Περιβαλλοντικών όρων του έργου: "Νέο εξωτερικό δίκτυο υδροδότησης οικισμών Αγίου Δημητρίου, Ρυακίου, Ακρινής, Κοιλιάδας, Γαλανίου, Θυμαριάς & Κρεμαστής του Δήμου Κοζάνης από τον αγωγό Ερμακιάς DN 500".	50542/2337	14.06.2013	14.06.2023
8	Εγκριση Περιβαλλοντικών όρων του έργου: "Βελτίωση Εξωτερικού υδραγωγείου οικισμών Σιδερών και Λιβερών", που θα πραγματοποιηθεί στην κτηματική περιοχή της Τα.Κ. Νέας Νικόπολης, της Δ.Ε. Κοζάνης του ομώνυμου Δήμου, της Π.Ε. Κοζάνης.	87780/5563	24/12/2013	24/12/2023

Ομάδα 2 ^η : Υδραυλικά έργα					
α/α	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
2	Έργα ταμίευσης υδάτων (εφεξής «ταμιευτήρες»), όπως: ταμιευτήρες φραγμάτων, λιμνοδεξαμενές, ομβροδεξαμενές και υδατοδεξαμενές κλπ	Μικτός όγκος ταμιευτήρα στη στάθμη υπερχειλίσσης ($V > 10.000.000 \text{ m}^3$) ή Μέγιστο ύψος εξωποτάμιου τοιχώματος (h), ταμιευτήρα $> 20\text{m}$	α) Ταμιευτήρας εκτός περιοχών Natura 2000: $10.000.000 \text{ m}^3 \geq V > 100.000 \text{ m}^3$ και $20\text{m} \geq h > 5\text{m}$ β) Ταμιευτήρας εντός περιοχής Natura 2000: $10.000.000 \text{ m}^3 \geq V > 10.000 \text{ m}^3$ και $20\text{m} \geq h > 5\text{m}$	$h \leq 5\text{m}$ και α) Ταμιευτήρας εκτός περιοχών Natura 2000 $100.000 \text{ m}^3 \geq V > 10.000 \text{ m}^3$ β) Ταμιευτήρας εντός περιοχής Natura 2000: $10.000 \text{ m}^3 \geq V > 2.000 \text{ m}^3$	α) Ως h λαμβάνεται η μέγιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ του τεχνητού τοιχώματος του ταμιευτήρα και του εδάφους αμέσως κατόπιν του εξωτερικού πόδα αυτού, όπως θα διαμορφωθεί μετά την υλοποίηση του έργου. Σε περιπτώσεις ταμιευτήρων που κατασκευάζονται υπό τη στάθμη του εδάφους $h = 0$. β) Τα κριτήρια κατάταξης του παρόντος είδους εξετάζονται συνδυαστικά με αυτά των ειδών της παρούσας ομάδας με α/α 1 (φράγματα) και α/α 3 (υδροληψία από υδατορέματα). γ) Τα κριτήρια ύψους τοιχώματος δεν λαμβάνονται υπόψη για ταμιευτήρες με $V \leq 2.000 \text{ m}^3$.

5	Υδρομαστεύσεις πηγών	Ποσότητα νερού προς απώληση (V) > 5.000.000 m ³ /έτος	<p>α) Εάν θέση υδρομάστευσης εκτός περιοχής Natura 2000: 5.000.000 m³/έτος ≥ V > 100.000 m³/έτος</p> <p>β) Εάν θέση υδρομάστευσης εντός περιοχής Natura 2000: 5.000.000 m³/έτος ≥ V > 50.000 m³/έτος</p>	Οι περιπτώσεις που υπολείπονται της κατηγορίας Α	<p>α) Συμπεριλαμβάνονται και έργα εκμετάλλευσης πηγών με υποθαλάσσια εκδήλωση.</p> <p>β) Για το σκοπό της κατάταξης έργων και δραστηριοτήτων της παρούσας ομάδας, ως υδρομάστευση πηγής θεωρούνται τα έργα δέσμευσης νερού που κατασκευάζονται είτε στη θέση εκδήλωσης της (καλλιέργεια πηγής με δέσμευση νερού) είτε μέχρι απόσταση 200m κατάντη αυτών (πχ αναβαθμοί, διαφράγματα ή φρέατα συγκέντρωσης στην κοίτη του ρέματος που τροφοδοτείται από την πηγή). Επιπλέον ως υδρομαστεύσεις θεωρούνται και οι υδρογεωτρήσεις που ανορύσσονται εντός ακτίνας 200m από την εκδήλωση πηγής, όταν τεκμαίρεται βάσει της σχετικής υδρογεωλογικής μελέτης ότι αντλούν από τον υδροφόρο σχηματισμό τροφοδοσίας της πηγής.</p> <p>γ) Σε περίπτωση που η υδρομάστευση αποσκοπεί στη μεταφορά νερού σε άλλη λεκάνη απορροής ποταμού του Ν.3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α/2003) για χρήση ή εμπλουτισμό, οι οριακές τιμές για την κατηγοριοποίηση διαιρούνται δια του 2.</p>
---	----------------------	--	--	--	---

Ομάδα 2 ^η : Υδραυλικά έργα					
a/a	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία A1	Υποκατηγορία A2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
6	Υδρογεωτρήσεις και φρέατα κάθε χρήσης (εφεξής «υδρογεωτρήσεις»)	Ποσότητα νερού προς απόληψη (V) > 5.000.00 m ³ /έτος	<p>α) 5.000.000 m³/έτος ≥ V > 100.000 m³/έτος, εάν η υδρογεώτρηση:</p> <p>i) Ευρίσκεται εκτός των ορίων υδροτοπικών εκτάσεων</p> <p>και</p> <p>ii) Απέχει από όρια λιμνών περισσότερο των 1.000m</p> <p>και</p> <p>iii) Απέχει από τη θάλασσα περισσότερο των 1.000m ασχέτως υψόμετρου της, ή ευρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των +300m ασχέτως απόστασης από τη θάλασσα</p> <p>β) 5.000.000 m³/έτος ≥ V > 50.000 m³/έτος, εάν οποιαδήποτε από τις ως άνω προϋποθέσεις δεν ισχύει</p>	<p>α) 100.000 m³/έτος ≥ V > 50.000 m³/έτος, και:</p> <p>i) Ευρίσκεται εκτός των ορίων υδροτοπικών εκτάσεων</p> <p>και</p> <p>ii) Απέχει από όρια λιμνών περισσότερο των 1.000m</p> <p>και</p> <p>iii) Απέχει από τη θάλασσα περισσότερο των 1.000m ασχέτως υψόμετρου της, ή ευρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των +300m ασχέτως απόστασης από τη θάλασσα</p> <p>β) 50.000 m³/έτος ≥ V > 25.000 m³/έτος, εάν οποιαδήποτε από τις ως άνω προϋποθέσεις δεν ισχύει</p>	<p>α) Η απόσταση από τη θάλασσα ή τα όρια λίμνης υπολογίζεται, για τους σκοπούς της παρούσας, βάσει του πλέον πρόσφατου χάρτη ΓΥΣ ή ισοδύναμου.</p> <p>β) Ως υδροτοπικές εκτάσεις, για το σκοπό της κατάταξης υδρογεωτρήσεων, θεωρούνται οι περιοχές που έχουν καθορισθεί από κανονιστικές διατάξεις ως Απολύτου Προστασίας της Φύσης ή Προστασίας της Φύσης, και επιπλέον εμπεριέχουν εκτάσεις υδροτοπικού χαρακτήρα σύμφωνα με τις εν λόγω διατάξεις ή σχετική Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη.</p> <p>γ) Σε περίπτωση που το έργο αποτελείται από ομάδα υδρογεωτρήσεων, τα κριτήρια που αφορούν τη θέση αυτών εν σχέσει με τη θάλασσα, λίμνες και υδροτοπικές εκτάσεις εφαρμόζονται για έκαστη υδρογεώτρηση, ενώ ως V θεωρείται η ποσότητα που λαμβάνεται από το σύνολο των υδρογεωτρήσεων.</p> <p>δ) Σε περίπτωση υδρογεώτρησης υποκατηγορίας A2 ή κατηγορίας Β που ευρίσκεται εντός περιοχής με εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της, το οποίο περιλαμβάνει και προβλέψεις για τα ύδατα των υπόγειων υδροφορέων, η υδρογεώτρηση εξαιρείται από τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Ο έλεγχος για το κατά πόσον η υδρογεώτρηση εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής του Σχεδίου Διαχείρισης και είναι συμβατή με τις προβλέψεις του διενεργείται από την οικεία Δ/νση Υδάτων.</p> <p>ε) Δεν θεωρούνται ως υδρογεωτρήσεις για το σκοπό της κατάταξης έργων και δραστηριοτήτων:</p> <p>i) Οι γεωτρήσεις που ανορύσσονται αποκλειστικά για την εξυπηρέτηση έργων εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων.</p> <p>ii) Οι ερευνητικές υδρογεωτρήσεις, υπό την προϋπόθεση ότι εκτελούνται από ή για λογαριασμό δημόσιου φορέα που εκ του νόμου έχει δικαίωμα διεξαγωγής υδρογεωλογικών ερευνών, ή για τη διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή υλοποίησης έργων και δραστηριοτήτων άλλου είδους από το παρόν (πχ οδοί, φράγματα, μεταλλευτικές και λατομικές δραστηριότητες κλπ). Σε περίπτωση που ανορυχθείσα ερευνητική υδρογεώτρηση θα χρησιμοποιηθεί για την εξυπηρέτηση κάποιας χρήσης νερού, κατατάσσεται βάσει των κριτηρίων της παρούσας, και αδειοδοτείται περιβαλλοντικώς προς τυχόν υπολειπόμενες κατασκευαστικές εργασίες και τη λειτουργία της.</p>

Ομάδα 2 ^η : Υδραυλικά έργα					
α/α	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
7	Αγωγοί μεταφοράς νερού κάθε είδους και χρήσης, όπως: κλειστοί αγωγοί μεταφοράς νερού (συμπεριλαμβανομένου και του θερμού) ή αποχέτευσης ακαθάρτων ή ομβρίων, διώρυγες, τάφροι, σήραγγες μεταφοράς υδάτων κλπ		$\Sigma L > 20.000m$	$20.000m \geq \Sigma L > 1.000m$	<p>α) Ως ισοδύναμο μήκος (L) τμήματος αγωγού εσωτερικής διατομής $S \leq 1 m^2$ λαμβάνεται:</p> <p>αα) Για τμήματα εκτός περιοχών Natura 2000:</p> <p>i) Επί υφισταμένων οδών ή ερεισμάτων τους: το πραγματικό μήκος.</p> <p>ii) Εκτός υφισταμένων οδών και ερεισμάτων τους: το διπλάσιο του πραγματικού μήκους.</p> <p>ββ) Για τμήματα εντός περιοχών Natura 2000: το διπλάσιο των ως άνω υπολογιζόμενων ισοδύναμων μηκών.</p> <p>γγ) Για τμήματα κλειστών αγωγών που τοποθετούνται επιφανειακά ή υποθαλάσσια, καθώς και για τα τμήματα ανοικτών αγωγών(μη καλυμμένες τάφροι, διώρυγες, υδραύλακες κλπ), οι ως άνω υπολογιζόμενες τιμές πολλαπλασιάζονται επί 1,5.</p> <p>β) Ως L τμήματος αγωγού με $S > 1 m^2$ λαμβάνεται η υπολογιζόμενη σύμφωνα με τα προηγούμενα τιμή, πολλαπλασιαζόμενη επί την αδιάστατη τιμή της S (υπολογισμένης σε m^2).</p> <p>γ) Σε περίπτωση που τμήμα αγωγού οδεύει εντός ευρείας κοίτης υδατορέματος, τυχόν ύπαρξη οδού την οποία ακολουθεί δεν λαμβάνεται υπόψη για τους σκοπούς της παρούσας.</p> <p>δ) Το ΣL υπολογίζεται με άθροιση των L των επιμέρους τμημάτων.</p> <p>ε) Σε περιπτώσεις αρδευτικών ή (απο)στραγγιστικών δικτύων, τα υπόψη κριτήρια εφαρμόζονται μόνο για τους κύριους αγωγούς τους, ήτοι στα αρδευτικά δίκτυα για τους αγωγούς προσαγωγής από την υδροληψία προς τις δεξαμενές ή ελλείψει αυτών προς τα δίκτυα διανομής, και στα (απο)στραγγιστικά δίκτυα για τους τελικούς συλλεκτήριους αγωγούς.</p> <p>ατ) Οι κλειστοί υπόγειοι αγωγοί εντός ρυμοτομικού ή πολεοδομικού σχεδίου ή συγκεκριμένων ορίων οικισμών, που αφορούν διανομή νερού, ή αποχέτευση ακαθάρτων ή ομβρίων, καθώς και οι αγωγοί που αποτελούν τμήματα εγκαταστάσεων κάθε είδους και ευρίσκονται εντός του γηπέδου τους, δεν κατατάσσονται και δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ΣL. Εξαιρούνται οι αγωγοί ομβρίων που υποκαθιστούν ανοικτή κοίτη ρέματος, οι οποίοι κατατάσσονται ως αντιπλημμυρικά έργα.</p>