



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Υδραυλική ανάλυση αρδευτικού δικτύου περιοχής Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπάς Ιωάννης, ΑΕΜ: 108883

Επιβλέπων Καθηγητής: Μιχαήλ, Σπηλιώτης, Αναπληρωτής καθηγητής

Ξάνθη, 2023



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Υδραυλική ανάλυση αρδευτικού δικτύου περιοχής Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παππάς Ιωάννης, ΑΕΜ: 108883

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων καθηγητής: Μιχαήλ Σπηλιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής

2ο Μέλος: Χρήστος Ακράτος, Αναπληρωτής Καθηγητής

3ο Μέλος: Αχιλλέας Σαμαράς, Επίκουρος Καθηγητής

Ξάνθη, 2023



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
FACULTY OF ENGINEERING OF XANTHI
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
SECTOR OF HYDRAULIC ENGINEERING

Hydraulic analysis of the Poros irrigation network in the basin of Ioannina

DIPLOMA THESIS

Pappas Ioannis, REGISTRATION NUMBER: 108883

EXAMINATION COMMITTEE

Supervisor: Michail Spiliotis, Associate Professor

2nd Member: Christos Akratos, Associate Professor

3rd Member: Achilleas Samaras, Assistant Professor

Xanthi, 2023

Ευχαριστίες

Με το πέρας των ενεργειών εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και ουσιαστικά την ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής σχολής του Δ.Π.Θ. θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς ορισμένα άτομα και φορείς που στιγμάτισαν την πανεπιστημιακή μου πορεία. Πιο συγκεκριμένα, ευχαριστώ τον καθηγητή Μιχάλη Σπηλιώτη επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου και στο πρόσωπό του όλους τους καθηγητές του τομέα υδραυλικών έργων και του τμήματος γενικότερα για το υψηλό επίπεδο διδασκαλίας που μας προσέφεραν, το γνωστικό επίπεδο κατάρτισης που μας καλλιέργησαν και τα πρότυπα συμπεριφοράς που μας υπέδειξαν σε δύσκολες οικονομικά και κοινωνικά συνθήκες. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την αμέριστη υποστήριξή τους στην πανεπιστημιακή μου διαδρομή. Τέλος, ευχαριστώ την τοπική κοινωνία της Ξάνθης για την ζεστή φιλοξενία της καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου, σε μια εποχή που η πολυπολιτισμική της ιδιαιτερότητα δημιουργεί ανασφάλεια στην υπόλοιπη Ελλάδα.

Επιπρόσθετα για την πολύτιμη συνεισφορά τους θα ήθελα να κάνω κάποιες ξεχωριστές αναφορές και να ευχαριστήσω τους εξής:

- 1.Τον πρόεδρο του του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων Βαγγέλη Πρέντζα που συντόνισε όλες τις ενέργειες για την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων και με παρέπεμψε στους αρμοδίους.
- 2.Την Καλλιόπη Αλεξίου Πολιτικό Μηχανικό, υπεύθυνη της τεχνικής υπηρεσίας της περιφέρειας Ηπείρου και επιβλέπουσα του έργου εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων αρδευτικών δικτύων Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που μου έδωσε τις τεχνικές εκθέσεις και τα σχέδια της μελέτης καθώς και το κρίσιμο τμήμα της Γεωργοτεχνικής-Γεωργοοικονομικής μελέτης του Ν.Σούλη
- 3.Την υπάλληλο της υπηρεσίας Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων οικονομολόγο Γεωργία Βλάχου που με ενημέρωσε για την λειτουργία του δικτύου καθώς και την τιμολογιακή πολιτική που ακολουθείται με τους παραγωγούς
- 4.Τον γεωλόγο και τοπογράφο του Α.Π.Θ. Χρήστο Μυριούνη για τις επισημάνσεις τεχνικής φύσεως
- 5.Τον παραγωγό της περιοχής Τάσο Κατέρη για τον δανεισμό του εξοπλισμού πλαισιώνει την φωτογραφική κάλυψη της εργασίας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	1
Ακρωνύμια.....	5
Περίληψη.....	6
ABSTRACT	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1.Εγγειοβελτιωτικά έργα	8
1.2.Αρδευτικά & Στραγγιστικά Έργα	9
1.3.Τύποι-κατηγορίες αρδευτικών δικτύων.....	10
1.4.Τρόποι-μέθοδοι άρδευσης	13
1.4.1. Επιφανειακή άρδευση.....	13
1.4.2. Άρδευση με εκτοξευτήρες.....	16
1.4.3. Αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού.....	18
1.4.4. Μικροάρδευση.....	20
2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	26
2.1.Μυκηναϊκή εποχή.....	26
2.1.1. Εγγειοβελτιωτικά έργα των Μινυών στην Κωπαΐδα.....	27
2.2. Μινωική Κρήτη.....	29
2.3. Κλασική εποχή (480-323 π.Χ.).....	29
2.3.1. Αρχαία Αθήνα.....	29
2.3.2. Υδραγωγείο Νάξου.....	30
2.3.3. Ευπαλίνειο Όρυγμα	31
2.4. Ελληνιστική & Ρωμαϊκή περίοδος (323 π.Χ.-476 μ.Χ.).....	32
2.4.1. Αρχαία Αθήνα Ελληνιστικών χρόνων.....	32
2.4.2. Εγγειοβελτιωτικά έργα στο Δίον αρχαίας Μακεδονίας.....	33
2.5. Νεότερη & σύγχρονη εποχή	34
3.ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	36
3.1. Γενικά	36
3.2. Προγενέστερη κατάσταση δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου & γενικότερης περιοχής.....	38
3.2.1. Ιστορικό προγενέστερων έργων.....	38
3.2.2. Προγενέστερα αντιπλημμυρικά έργα.....	39

3.2.3. Προγενέστερα αποχετευτικά-στραγγιστικά έργα.....	41
3.2.4. Προγενέστερο αρδευτικό δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.....	41
3.2.5. Πρώην αρδευτικό δίκτυο Ανατολής.....	42
3.2.6. Προγενέστερο αγροτικό οδικό δίκτυο.....	47
3.3. Υφιστάμενη κατάσταση περιοχής δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.....	48
3.3.1. Γενική περιγραφή.....	48
3.3.2. Δίκτυα Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.....	49
3.3.3. Εξοπλισμός ελέγχου & προστασίας δικτύου	50
3.3.4. Προβλήματα λειτουργίας δικτύου.....	57
3.3.5. Δεξαμενές Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου	59
3.3.6. Αντλιοστάσια Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.....	63
3.3.7. Η/Μ εξοπλισμός έργου.....	69
3.3.8. Ενδεικτικές ποσότητες και κόστος κατασκευής	72
3.3.9. Ετήσιες εισφορές νερού	74
4. ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΡΟΥ.....	76
4.1. Γενικά	76
4.2. Κλιματικός παράγοντας f.....	76
4.3. Δυναμική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αναφοράς.....	79
4.4. Δυναμική εξατμισοδιαπνοή καλλιεργειών.....	80
4.4.1. Καλλιέργειες αρδευτικού δικτύου Π1 περιοχής Πόρου.....	80
4.4.2. Φυτικοί συντελεστές για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των Καλλιεργειών που αρδεύονται από το δίκτυο της Π1.....	81
4.4.3. Πίνακες τελικών αποτελεσμάτων.....	91
4.5. Ενεργός βροχόπτωση.....	89
4.6. Καθαρό ύψος σε αρδευτικό νερό.....	94
5. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	92
5.1. Αρδευόμενη περιοχή.....	92
5.2. Ειδική παροχή άρδευσης.....	92
5.3. Χρήση 1 ^{ου} νόμου Clement.....	93
5.4. Απώλειες ενέργειας.....	134
5.5. Υπολογισμός ύψους πίεσης.....	162
5.6. Έλεγχος επάρκειας δικτύου.....	164

5.7.Συνοπτικοί υπολογισμοί παροχής σχεδιασμού και ενεργειακών απωλειών με ειδική παροχή μελέτης.....	165
6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	167
7.ΠΗΓΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	170

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

Τ.Ο.Ε.Β. - Τοπικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων

Γ.Ο.Ε.Β. - Γενικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων

Γ.Π.Σ.- Γενικό Πολεοδομικό σχέδιο

Ζ.Ο.Ε.- Ζώνη Οικιστικού ελέγχου

Δ.Ε.Υ.Α.Ι.- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Ιωαννίνων

Σ.ΥΔ.Λ.Ι.- Σύνδεσμος Ύδρευσης Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η υδραυλική ανάλυση της λειτουργίας του δικτύου Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που λειτουργεί με ελεύθερη ζήτηση. Ειδικότερα, στην εργασία παρουσιάζονται οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό που προέκυψαν με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες και τα είδη των καλλιεργειών για την συγκεκριμένη αρδευόμενη περιοχή των Ιωαννίνων σύμφωνα με τις μετρήσεις αγρομετεωρολογικού σταθμού. Συνακόλουθα με την χρήση του 1^{ου} νόμου Clement υπολογίζεται η παροχή σχεδιασμού του δικτύου καθώς και οι παροχές όλων των τμημάτων του. Στο τελευταίο στάδιο της ανάλυσης, γίνεται υδραυλική ανάλυση και έλεγχος επάρκειας δικτύου με βάση τα στοιχεία από την μελέτη κατασκευής του έργου σε συνδυασμό με την χρήση της αρχής διατήρησης ενέργειας, ελέγχοντας την επάρκεια πίεσης στα υδροστόμια. Παράλληλα, αναφέρονται στοιχεία διαχείρισης για την χερσαία και την λιμναία περιοχή της λίμνης Παμβώτιδας, πρακτικά προβλήματα που αντιμετωπίζονται στα δίκτυα του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου ενώ προτείνονται καινούριες πρακτικές διαχείρισης καθώς και εναλλακτικοί τρόποι άρδευσης στα πλαίσια μίας περισσότερο ολιστικής αντιμετώπισης της ευρύτερης περιοχής..

Λέξεις κλειδιά: αρδευτικό δίκτυο, αγωγοί υπό πίεση, λίμνη Παμβώτιδα, νόμος του Clement για αρδευτικά δίκτυα, φυτικός συντελεστής.

ABSTRACT

The scope of the present diploma thesis is the hydraulic analysis of the P1 network's operation of the Local Organization for Land Reclamation (TOEB) of Poros in the basin of Ioannina. In particular, the paper presents the need for irrigated water based on the climatological conditions and the types of cultivation for the specific irrigated area of Ioannina according to the agrometeorological station's measurements. Since the irrigation network is an on-demand irrigation network, the first law of Clement was exploited. Finally, a hydraulic analysis based on the pressure requirements at the hydrants takes place to check the suitability of the network. At the same time, new management practices as well as alternative ways of irrigation are investigated based on an holistic integrated consideration of the total area.

Key works: irrigation network, an on-demand irrigation network,, Lake Pamvotida, crop factor, Pressurized Pipes

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εγγειοβελτιωτικά έργα

Πριν την έναρξη του κυρίου μέρους της εργασίας είναι αναγκαίο να επισημανθούν και να εξηγηθούν ορισμένες έννοιες που αφορούν το γενικότερο πλαίσιο του αντικειμένου της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, εγγειοβελτιωτικά ονομάζονται τα έργα που αφορούν την κατασκευή υποδομών με σκοπό την εξασφάλιση και εξοικονόμηση νερού για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών, την ορθολογική διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων, τη μέριμνα για την ποιότητα των αρδευτικών νερών και την προστασία του εδάφους. Παράλληλα, αποτελούν περισσότερο σύνθετα έργα από τις άλλες κατηγορίες υδραυλικών έργων επειδή περιλαμβάνουν και άλλους πόρους εκτός των υδραυλικών αλλά και εξαιτίας του γεγονότος ότι επιδρούν και επηρεάζονται από πολλούς κλάδους της οικονομίας ενώ απασχολούν ποικίλες επιστημονικές ειδικότητες.

Οι κατηγορίες των **Εγγειοβελτιωτικών Έργων** είναι πολλές. Ορισμένες εξ αυτών είναι οι εξής:

α) **Αρδευτικά Έργα**

β) **Στραγγιστικά Έργα**

γ) **Έργα διευθέτησης υδατορευμάτων-Ανιπλημμυρικά Έργα**

δ) **Έργα αγροτικής οδικής επικοινωνίας**

(Τσακίρης 2006)

Στην συγκεκριμένη διπλωματική θα γίνει πιο εκτεταμένη αναφορά καθώς και υδραυλικοί υπολογισμοί σε περίπτωση **αρδευτικού έργου**.



Εικόνα 1-1: Σύστημα εφαρμογής αρδευτικού δικτύου

(πηγή: <https://pelop.gr/aigialeia-fakelos-ardefsi-miso-ekat-evro-zimia-ton-chronou>)

1.2 Αρδευτικά & Στραγγιστικά έργα

Αρδευτικά ονομάζονται τα έργα μέσα από τα οποία προσάγεται νερό σε καλλιέργειες με τεχνικά μέσα με σκοπό την κανονική τους ανάπτυξη, την βελτιστοποίηση της απόδοσής τους καθώς και την διατήρηση εδαφικών γεωργικών πόρων.

Στα αρδευτικά έργα διακρίνουμε συνήθως τα εξής μέρη:

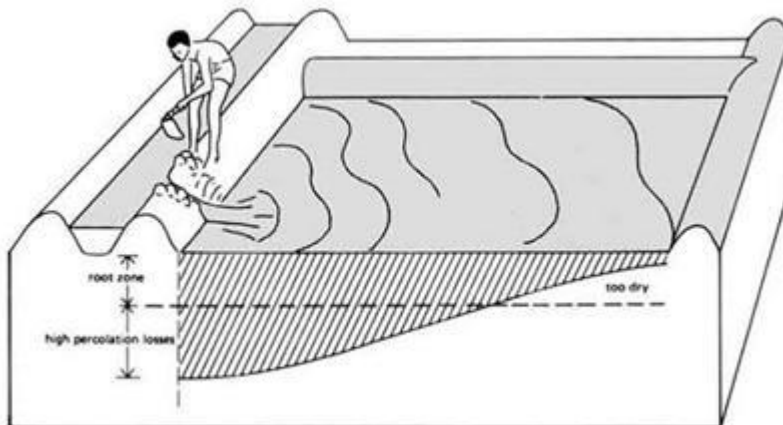
1. Έργα συλλογής, αποθήκευσης ή υδροληψίας
2. Σύστημα μεταφοράς και διανομής του αρδευτικού νερού
3. Σύστημα εφαρμογής
4. Δίκτυο συλλογής και απομάκρυνσης του πλεονάζοντος νερού
5. Έργο απόθεσης στον τελικό αποδέκτη

Τα 4. και 5. υπάρχουν με την προϋπόθεση ότι το αρδευτικό έργο συνοδεύεται με αντίστοιχο στραγγιστικό.

Στραγγιστικά έργα είναι εκείνα μέσω των οποίων απομακρύνεται το πλεονάζον νερό από τις γεωργικές εκτάσεις με τεχνικά μέσα και μεθόδους με σκοπό την ανάπτυξη, την απόδοση των καλλιεργειών καθώς και την διατήρηση εδαφικών γεωργικών πόρων. Τα έργα αυτά είναι συνήθως δίκτυα ανοικτών ανεπένδυτων αγωγών-τάφρων (δίκτυα αποστράγγισης ή αποχέτευσης) ή δίκτυα κλειστών σωληνωτών αγωγών (δίκτυα υποστράγγισης).

Η παραπάνω ταξινόμηση έχει γενικό μόνο χαρακτήρα. Πολλές φορές στα αρδευτικά ή στραγγιστικά έργα χρησιμοποιούνται συνδυασμοί δικτύων των παραπάνω κατηγοριών.

(Τσακίρης 2006)



Εικόνα 1-2 Σκίτσο απλοποιημένης στράγγισης για την απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού (πηγή: <https://docplayer.gr/48976702-Straggiseis-straggistika-erga.html>)

1.3 Τύποι-Κατηγορίες αρδευτικών δικτύων

Ως δίκτυο νοείται ένα σύστημά μεταφοράς και διανομής του νερού αποτελούμενο από αγωγούς είτε ανοικτούς, είτε κλειστούς το οποίο εξασφαλίζει την απόδοση του νερού για κάθε έκταση.

Τα δίκτυα άρδευσης διακρίνονται σε επιμέρους τύπους-κατηγορίες με βάση ορισμένα κριτήρια. Στο σημείο αυτό παρατίθενται συνοπτικά μερικά από τα κριτήρια διαχωρισμού καθώς και οι κατηγορίες που προκύπτουν από το καθένα.

Ανάλογα με το είδος του αγωγού κατά την μεταφορά και διανομή του νερού:

- 1) **Επιφανειακά** (κυρίως ανοικτές διώρυγες άοπλου σκυροδέματος)
Στον συγκεκριμένο τύπο δικτύου η χάραξη του δικτύου προσαρμόζεται στη τοπογραφία του εδάφους και απαιτεί ορθογωνικά αγροτεμάχια. Επίσης, η ροή του νερού γίνεται με τη βαρύτητα.

(Παντελάκης 2017)

Οι ανοικτοί αγωγοί διακρίνονται σε φυσικούς όπως είναι τα ποτάμια και τεχνητούς. Οι τεχνητοί αγωγοί που έχουν αμετάβλητη διατομή και κλίση πυθμένα ονομάζονται πρισματικοί.

(Παπαμιχάηλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2020)

- 2) **Δίκτυα υπό πίεση** (κλειστοί αγωγοί, υπόγειοι)

Η χάραξη του δικτύου ακολουθεί σε γενικές γραμμές την τοπογραφία του εδάφους χωρίς να είναι βέβαια κανόνας. Η ροή του νερού γίνεται υπό πίεση με τη βοήθεια αντλιοστασίων αν χρειάζονται. Η παροχέτευση του νερού στα χωράφια γίνεται από υδροληψίες.

(Παντελάκης 2017)

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται και το δίκτυο Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που μελετάται στην συνέχεια της εργασίας.

Ανάλογα με την μέθοδο διανομής του αρδευτικού νερού:

- 1) **Δίκτυα συνεχούς ροής**

Στην μέθοδο αυτή το αρδευτικό νερό διανέμεται κατά τρόπο συνεχή, χωρίς διακοπή δηλαδή σε όλες τις αρδευτικές διώρυγες σύμφωνα με το δικαίωμα για χρήση ή ανάλογα με τις αρδευόμενες εκτάσεις.

2) Δίκτυα εκ περιτροπής

Στην συγκεκριμένη μέθοδο οι διώρυγες έχουν οργανωθεί σε ομάδες και σύμφωνα με το καθορισμένο πρόγραμμα κάθε ομάδα λειτουργεί ορισμένες ημέρες. Παρόμοια οργάνωση ισχύει και για τα αγροτεμάχια στα οποία δίνεται νερό σε προκαθορισμένο χρόνο και διάρκεια. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι ιδιαίτερα δύσκολη σε εκτάσεις που καλύπτονται από διαφορετικές καλλιέργειες, με διαφορετικές ανάγκες σε αρδευτικό νερό. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν δίκτυα υπό πίεση που λειτουργούν με το σύστημα εκ περιτροπής διανομής.

3) Δίκτυα ελεύθερης ζήτησης

Στην μέθοδο αυτή ο κάθε γεωργός είναι εκείνος που καθορίζει τον χρόνο και την διάρκεια άρδευσης του αγροτεμαχίου του καθώς οι παράμετροι αυτοί ρυθμίζονται από υδροληψίες (υδροστόμια) που υπάρχουν σε διάφορα σημεία του δικτύου. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε μέσα στα δίκτυα υπό πίεση. Αντίστοιχο σύστημα εφαρμόζεται και σε δίκτυα ύδρευσης.

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται και το δίκτυο Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που μελετάται στην συνέχεια της εργασίας

(Σουλιώτης 2019)

Ανάλογα με τον αριθμό των υδροληψιών του δικτύου

1) Ατομικά

2) Συλλογικά

Τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα είναι υδραυλικά συστήματα που έχουν ως σκοπό να μεταφέρουν νερό από το σημείο της υδροληψίας στην αρδευτική περίμετρο και να το διανέμουν στις διάφορες αρδευτικές μονάδες.

Σε αυτή την κατηγορία με βάση το συγκεκριμένο κριτήριο εντάσσεται και το δίκτυο Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων που μελετάται στην συνέχεια.

(Σιδηρόπουλος)

Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας

1) Ακτινωτά

Τα ακτινωτά δίκτυα τροφοδοτούνται από ένα μοναδικό σημείο, που ονομάζεται κεφαλή του δικτύου, στο οποίο δεν σχηματίζονται κλειστές διαδρομές (βρόχοι) και τροφοδοτείται το κάθε σημείο μέσω μιας μοναδικής διαδρομής.

2) Κυκλοφοριακά

Τα κυκλοφοριακά δίκτυα τροφοδοτούνται από ένα ή και περισσότερα σημεία, στα οποία σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών. Κάθε υδροληψία έχει περισσότερες από μία πιθανές διαδρομές που καταλήγουν στην κεφαλή του δικτύου. Ωστόσο χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε υδρευτικά δίκτυα και δεν συναντιόνται σε αρδεύσεις.

3) Διανομής

Τα δίκτυα διανομής είναι συστήματα αγωγών που τροφοδοτούνται με νερό από διάφορες πηγές και οδηγούνται προς πολλαπλά σημεία στο αγροτεμάχιο.

(Σουλιώτης 2019)



Εικόνα 1-3 Τμήμα Επιφανειακού αρδευτικού δικτύου με ανοικτές διώρυγες (πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/Αρδευση>)



Εικόνα 1-4 Βάνα υδροληψίας (υδροστόμιο) αρδευτικού δικτύου κλειστών υπό πίεση αγωγών (πηγή: <https://docplayer.gr/177346929-Ardeyseis-georgiki-mihanologia.html>)

1.4 Τρόποι-Μέθοδοι άρδευσης

Για να θεωρηθεί επιτυχής η εφαρμογή του νερού στο αγροτεμάχιο πρέπει να αποθηκεύει στον αγρό ύψος νερού ίσο με το καθαρό ύψος αναγκών σε νερό άρδευσης και με τις μικρότερες δυνατές απώλειες σε βαθιά διήθηση και επιφανειακή απορροή. Για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός είναι απαραίτητο το νερό να εφαρμόζεται κατά το δυνατόν ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του αγρού και να παραμένει επί όσο χρόνο απαιτείται για την αποθήκευση του παραπάνω ύψους νερού.

Η μέθοδος άρδευσης είναι μια πάρα πολύ βασική παράμετρος στον σχεδιασμό των αρδευτικών δικτύων καθώς επιλέγεται με βάση την απαιτούμενη πίεση στο υδροστόμιο.

Ανάλογα λοιπόν με τον τρόπο εφαρμογής του αρδευτικού νερού στο αγροτεμάχιο διακρίνουμε τέσσερις κύριες μεθόδους άρδευσης:

1. **Επιφανειακή άρδευση**
2. **Άρδευση με εκτοξευτήρες** (κλασσικός καταιονισμός)
3. **Άρδευση με αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού**
4. **Μικροάρδευση**

1.4.1 Επιφανειακή άρδευση

Θεωρείται ο αρχαιότερος τρόπος άρδευσης. Στην συγκεκριμένη μέθοδο το νερό εφαρμόζεται στην επιφάνεια του χωραφιού και κατανέμεται με ελεύθερη ροή. Ενδείκνυται για εφαρμογή σε περιοχές που φυσούν άνεμοι, σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες καθώς και σε περιοχές που καλύπτονται από καλλιέργειες φυτών των οποίων το φύλλωμα δεν πρέπει να βρέχεται. Οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης έχουν συνήθως χαμηλό βαθμό απόδοσης και χαρακτηρίζονται από σπατάλη αρδευτικού νερού. Ωστόσο, ένα σημαντικό μέρος της αρδευόμενης έκτασης της Ελλάδας συνεχίζει να αρδεύεται με επιφανειακές μεθόδους χρησιμοποιώντας το νερό από τα υπάρχοντα αρδευτικά δίκτυα.

Στην επιφανειακή άρδευση το νερό εφαρμόζεται στην επιφάνεια του χωραφιού είτε στατικά, είτε κινούμενο. Στην πρώτη περίπτωση η επιφάνεια του χωραφιού έχει πρακτικά μηδενική κλίση και για τον λόγο αυτό η άρδευση λέγεται οριζόντια. Στην δεύτερη περίπτωση, η επιφάνεια του χωραφιού παρουσιάζει κλίση που επιτρέπει την κίνηση του νερού προς τα κάτω και για τον λόγο αυτό η άρδευση λέγεται κεκλιμένη.

Στην επιφανειακή άρδευση διακρίνουμε τρεις υποκατηγορίες:

- 1. Μέθοδος με κατάκλυση (ή μέθοδος λεκανών)**
- 2. Μέθοδος με περιορισμένη διάχυση (ή μέθοδος λωρίδων)**
- 3. Μέθοδος με αυλάκια**

Η περίπτωση 1 ανήκει στην οριζόντια επιφανειακή άρδευση ενώ οι 2 και 3 στην κεκλιμένη.

1. Άρδευση με κατάκλυση (μέθοδος λεκανών)

Αποτελεί τον πιο απλό τρόπο επιφανειακής άρδευσης. Στην μέθοδο αυτή το χωράφι χωρίζεται με χωμάτινα αναχώματα σε σχεδόν οριζόντιες λεκάνες, στις οποίες παροχετεύεται νερό σε ένα ή περισσότερα σημεία, μέχρι να φτάσει σε βάθος ίσο με το ολικό ύψος του νερού άρδευσης οπότε διακόπτεται η παροχή και το νερό αφήνεται να διηθηθεί. Με την μέθοδο αυτή μπορούν να αρδευτούν πολλές καλλιέργειες και ιδιαίτερα καλλιέργειες σε πυκνή σπορά όπως είναι η μηδική, διάφορες άλλες χορτοδοτικές καλλιέργειες και το ρύζι. Η μέθοδος προσαρμόζεται καλύτερα σε εδάφη με μέτρια έως μικρή διηθητικότητα.

Οι λεκάνες διακρίνονται σε ορθογωνικές και λεκάνες κατά τις ισοϋψείς.

2. Άρδευση με περιορισμένη διάχυση (μέθοδος λωρίδων)

Στην μέθοδο αυτή το χωράφι χωρίζεται σε λωρίδες με κατασκευή παράλληλων αναχωμάτων κατά την φορά της μέγιστης κλίσης. Το νερό παροχετεύεται στο πάνω άκρο των λωρίδων και κινείται προς τα κάτω. Όταν ο απαιτούμενος όγκος νερού έχει παροχετευτεί στην λωρίδα, η παροχή του νερού διακόπτεται. Το νερό που δεν μπόρεσε στο διάστημα αυτό να διηθηθεί παραμένει προσωρινά στην επιφάνεια της λωρίδας και κινείται προς τα κάτω μέχρι να συμπληρωθεί η άρδευση. Η επιφανειακή απορροή μπορεί να αποφευχθεί με την κατασκευή αναχώματος στο κάτω άκρο της λωρίδας.

Με την μέθοδο της περιορισμένης διάχυσης μπορεί να αρδευτούν καλλιέργειες που φυτεύονται σε πυκνή σπορά, εκτός από το ρύζι και όποιες καλλιέργειες αναπτύσσονται σε λιμνάζοντα νερά. Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα περισσότερα εδάφη αλλά καλύτερα προσαρμόζεται σε εδάφη που έχουν μέση διηθητικότητα.

3. Άρδευση με αυλάκια

Η μέθοδος αυτή, εφαρμόζεται κυρίως για της άρδευση γραμμικών καλλιεργειών, με το χωράφι να διαμορφώνεται σε αυλάκια συνήθως με κατεύθυνση προς την μέγιστη κλίση, στο πάνω μέρος των οποίων παροχετεύεται νερό με μικρή σχετική παροχή.

Το νερό κινείται κατά μήκος των αυλακιών, αρδευοντας τα φυτά που βρίσκονται στις ράχες που σχηματίζονται μεταξύ των αυλακιών. Η διήθηση του νερού στα αυλάκια είναι κατακόρυφη και πλευρική. Τέλος, η παροχή που εφαρμόζεται στα αυλάκια είναι

συνάρτηση των διαστάσεων και της διαβρωτικότητάς τους με την διαβρωτικότητα να εξαρτάται από το έδαφος και την ταχύτητα του νερού.



Εικόνα 1-5 επιφανειακή άρδευση

(πηγή: <https://eclass.teiep.gr/modules/units/?course=TEXG108&id=698>)



Εικόνα 1-6 επιφανειακή άρδευση με αυλάκια

(πηγή: Άρδεύσεις Γεωργική Μηχανολογία Παντελάκης Δ., 2017)

1.4.2. Άρδευση με εκτοξευτήρες (κλασσικός καταιονισμός)

Στην μέθοδο εφαρμογής με καταιονισμό, η μεταφορά και η διανομή του νερού γίνεται με δίκτυο κλειστών σωληνωτών αγωγών υπό πίεση χωρίς βέβαια να αποκλείονται και οι περιπτώσεις που η μεταφορά γίνεται με δίκτυο ανοικτών αγωγών και το δίκτυο εφαρμογής χρησιμοποιεί αντλητικό συγκρότημα για την λειτουργία των εκτοξευτήρων.

Όπως γίνεται φανερό η μέθοδος καταιονισμού διαφέρει από τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης, κατά το ότι απαιτεί κάποιο υδραυλικό φορτίο για την λειτουργία των εκτοξευτήρων και την εφαρμογή του αρδευτικού νερού.

Στον κλασικό καταιονισμό το νερό εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού ως τεχνητή απομίμηση της βροχής, που διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα υπό ακόρεστες συνθήκες ροής. Το κύριο εξάρτημα της μεθόδου αυτής είναι το κανόνι που στέλνει το νερό στον αέρα με τη μορφή σταγόνων μέσω των ακροφυσίων του, τα οποία ρυθμίζουν την παροχή, την κατανομή και το μέγεθος των σταγόνων.

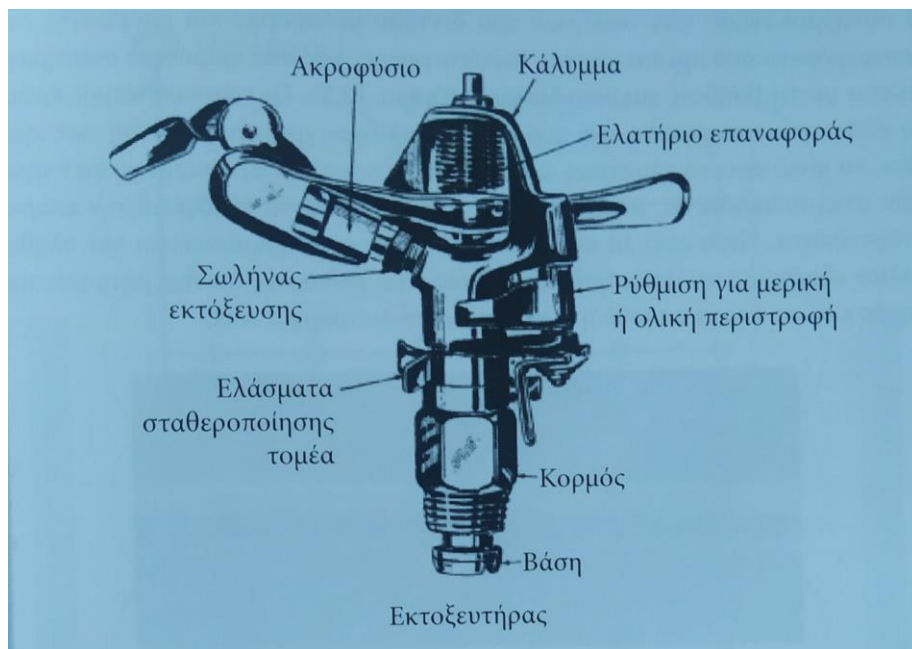
Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου καταιονισμού σε σχέση με τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης, είναι τα παρακάτω:

1. Ποιοτικά καλύτερη εφαρμογή του αρδευτικού νερού (μεγαλύτερος βαθμός ομοιομορφίας κατανομής)

2. Καλύτερος έλεγχος εφαρμογής του νερού (δυνατότητα εφαρμογής του ύψους που απαιτείται, δυνατότητα εφαρμογής μικρών δόσεων)
3. Δυνατότητα άρδευσης εδαφών και περιοχών μη κατάλληλων για επιφανειακή άρδευση. Ιδιαίτερα η μέθοδος του καταιονισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση χωραφιών με μεγάλες κλίσεις, με ανώμαλη τοπογραφία και χωραφιών με εδάφη μεγάλης διηθητικότητας χωρίς να είναι απαραίτητη η ισοπέδωσή τους.
4. Δυνατότητα αξιοποίησης μικρών παροχών νερού
5. Δυνατότητα χρήσης του δικτύου για άλλους σκοπούς (π.χ. αντιπαγετική προστασία)



Εικόνα 1-7 άρδευση με καταιονισμό
(πηγή: <https://www.patris.gr/2020/02/14/i-ardeysi-perna-sti-lotzia-poy-stelnei-ton-logariasmo/>)



Εικόνα 1-8 εξάρτημα εκτοξευτήρα

(πηγή: Εφαρμοσμένη Γεωργική Υδραυλική Παπαμιχαήλ Δ., Μπαμπατζιμόπουλος Χ.)



Εικόνες 1-9 & 1-10: Εκτοξευτήρας καταιονισμού δανεισμένος από παραγωγό περιοχής Πόρου

1.4.3. Άρδευση με αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού

Ο κλασικός καταιονισμός με τον οποίο το νερό διανέμεται σε έναν ή περισσότερους εκτοξευτήρες που λειτουργούν παραμένοντας για ορισμένο χρόνο στάσιμοι και που κατανέμουν το νερό περιστρεφόμενοι, φαίνεται ότι χάνει έδαφος ύστερα από την εμφάνιση των αυτοπροωθούμενων συστημάτων καταιονισμού. Το σύστημα καταιονισμού με αυτοπροωθούμενο εκτοξευτήρα (καρούλι) χρησιμοποιείται με ιδιαίτερα αυξανόμενους ρυθμούς για τα Ελληνικά δεδομένα εξαιτίας της προοδευτικής μείωσης των εργατικών χεριών για την γεωργία και της συνεχούς βελτίωσης των καλλιεργούμενων ειδών που οδήγησε σε καλλιέργειες πολύ αποδοτικές των οποίων όμως η μεγάλη ανάπτυξη και πυκνότητα σποράς ή φύτευσης καθιστούν το χειρισμό και την μετακίνηση των υλικών του κλασικού καταιονισμού στο αγροτεμάχιο, δύσκολη και κουραστική.

Ο αυτοκινούμενος εκτοξευτήρας υψηλής πίεσης (καρούλι) είναι μεγάλος υψηλής πίεσης εκτοξευτήρας που τροφοδοτείται με νερό μέσω ενός εύκαμπτου σωλήνα από πολυαιθυλένιο και κινείται από το ένα μέχρι το άλλο άκρο του αγρού αρδύοντας μία λωρίδα εδάφους. Το όλο συγκρότημα αποτελείται από ένα φορείο πάνω στο οποίο βρίσκεται ο εκτοξευτήρας και από ένα άλλο φορείο πάνω στο οποίο τυλίγεται ο εύκαμπτος σωλήνας πολυαιθυλενίου. Στο φορείο αυτό καταλήγει ο κύριος αγωγός μεταφοράς που φέρνει το νερό από την υδροληψία και συνδέεται με τον εύκαμπτο σωλήνα που είναι τυλιγμένος στο τύμπανο. Το τύμπανο περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός μηχανισμού που είναι είτε μια υδραυλική τουρμπίνα είτε ένα έμβολο. Το άλλο άκρο του σωλήνα συνδέεται με εκτοξευτήρα.

Με την έναρξη της άρδευσης το τύμπανο αρχίζει να περιστρέφεται τυλίγοντας τον σωλήνα, ο οποίος τροφοδοτεί με νερό τον εκτοξευτήρα και έλκει το φορείο που τον φέρνει, επιτυγχάνοντας έτσι την άρδευση μιας λωρίδας εδάφους ανάμεσα στα όρια του χωραφιού. Μετά την άρδευση της λωρίδας αυτής, το σύστημα μετακινείται στην διπλανή και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία, μέχρι να αρδευτεί ολόκληρη η έκταση.



Εικόνα 1-11: άρδευση με αυτοπροωθούμενο σύστημα καταιονισμού με τον εκτοξευτήρα στο βάθος

(πηγή: <https://www.tastv.gr/article/epidotoymeni-stagdin-ardeysi-kai-antlies-gia-oloys-toys-agrotos-arkei-na-petyhainoyh>)

Στην άρδευση με αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού ανήκει η υποκατηγορία της άρδευσης με ράμπα, όπου ο αυτοκινούμενος εκτοξευτήρας υψηλής πίεσης αντικαθίσταται με αυτοπροωθούμενη ράμπα η οποία φέρει αριθμό μικροεκτοξευτήρων. Το πλάτος της λωρίδας που αρδύεται ταυτίζεται με το μήκος της ράμπας. Τα συστήματα άρδευσης με ράμπα ενδείκνυνται για την άρδευση ετήσιων καλλιεργειών στα αρχικά στάδια επειδή η υψηλή δύναμη πρόσκρουσης των σταγόνων στους αυτοπροωθούμενους εκτοξευτήρες υψηλής πίεσης είναι επιβλαβείς στα νεαρά φυτά και το έδαφος. Αντίθετα, όταν η καλλιέργεια αναπτυχθεί πολύ, η μετακίνηση της ράμπας γίνεται δύσκολη οπότε στην Ελληνική αγορά κυκλοφορούν σύγχρονα

καρούλια που λειτουργούν και με αυτοπροωθούμενο εκτοξευτήρα και με αυτοπροωθούμενη ράμπα.



Εικόνα 1-15 Σύστημα καρουλιού με αυτοπροωθούμενο μεγάλο εκτοξευτήρα και αυτοπροωθούμενη ράμπα (Παπαμιχαήλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2014)

(Παπαμιχαήλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2014)

1.4.4. Μικροάρδευση

Με τον όρο μικροάρδευση (micro-irrigation) αναφερόμαστε ουσιαστικά σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες άρδευσης με κοινό χαρακτηριστικό ότι για την λειτουργία τους απαιτείται χαμηλή πίεση στο δίκτυο και το νερό εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

1. Άρδευση με σταγόνες (drip irrigation) γνωστή και ως **στάγδην άρδευση**
2. Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες (microsprayers)
3. Υπόγεια άρδευση με σταγόνες (subsurface drip irrigation)

Οι μικροαρδεύσεις προσφάιρονται για αυτοματισμούς, συνεπάγονται σημαντική οικονομία νερού και εγγρατικων χειρών και τα πλεονεκτήματά τους είναι η αξιοποίηση μικρών ποσοτήτων νερού και η εφαρμογή τους σε περιοχές με ανώμαλο ανάγλυφο χωρίς την ανάγκη ισοπεδώσεων.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα μικροάρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς και εφαρμογής και από την μονάδα ελέγχου. Ειδικότερα, το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στο χωράφι των καλλιεργητικών μηχανημάτων. Παράλληλα, το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνήθη διάμετρο 12-16mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και να ξεπεράσει τα 32mm, στους οποίους σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με την μορφή σταγόνων στη μέθοδο άρδευσης με σταγόνες ή τοποθετούνται μικροεκτοξευτήρες στην αντίστοιχη μέθοδο άρδευσης. Τέλος, η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου, αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

(Παπαμιχαήλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2014)

1. Άρδευση με σταγόνες

Βάση του συστήματος άρδευσης με σταγόνες είναι οι σταλακτήρες. Το νερό εμφανίζεται με την μορφή σταγόνων στην έξοδο των σταλακτάρων κατά τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε σε κάθε θέση να διηθούνται στο έδαφος λίγα λίτρα την ώρα. Ένας σταλακτήρας πρέπει να εξασφαλίζει μικρή και ομοιόμορφη παροχή, να έχει σχετικά μεγάλη διατομή ροής ώστε να αποφράζεται εύκολα, να είναι κατασκευασμένος από υλικό που να μην αλλοιώνεται από έντονες μεταβολές της θερμοκρασίας, να είναι εύχρηστος με μικρό κόστος. Με βάση τα παραπάνω έχουν κατασκευαστεί διάφορα είδη σταλακτάρων ανάλογα με το είδος ροής του νερού, τον τρόπο απόσβεσης πίεσης καθώς και την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους.

(Παπαμιχαήλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2014)



Εικόνα 1-16 -τυπικό σύστημα άρδευσης με σταγόνες
(πηγή:<https://ecoohtnadzor31.ru/el/ustroistvo-kapelного-poliva-princip-raboty-i-sfera-primeneniya-kapelnoe.html>)



Εικόνα 1-17 - τυπικό σύστημα άρδευσης με σταγόνες



Εικόνα 1-18 – σταλακτήρας συστήματος στάγδην άρδευσης
(πηγή:<https://www.doktoris.gr/news-el/sosti-epilogi-tropoy-potismatos..html#deny>)

2. Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες

Βάση του συστήματος αυτού είναι οι μικροεκτοξευτήρες. Στη μέθοδο αυτή το νερό καταιονίζεται και μπορεί να καλύπτει μέρος μόνο ή το σύνολο της επιφάνειας του χωραφιού και ενδείκνυται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που οι διατάξεις της άρδευσης με σταγόνες δεν επιτυγχάνουν το ποσοστό ύγρανσης.



Εικόνα 1-19 – μικροεκτοξευτήρες άρδευσης.

(πηγή: <https://www.agro24.gr/agrotika/efodia/ydatinoi-poroi/ennia-symvoyles-tis-rivulis-eurodrip-gia-kalytero-potisma-me>)

3. Υπόγεια άρδευση με σταγόνες

Υπόγεια στάγδην άρδευση είναι μια παραλλαγή στις παραδοσιακές στάγδην άρδευσεις, όπου ο αγωγός (σωλήνωση και σταλάκτες) είναι θαμμένος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, όπου η παροχή νερού πηγαινει απευθείας στις ρίζες. Η συγκεκριμένη μέθοδος άρχισε να αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια με σκοπό να αντικαταστήσει την κλασσική άρδευση με σταγόνες εξαιτίας ορισμένων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει έναντι αυτής της μεθόδου. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

1. Μηδενική εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους που οδηγεί σε μεγαλύτερη οικονομία νερού
2. Καλύτερη απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων και των λιπασμάτων καθώς διοχετεύονται κατευθείαν στις ρίζες των φυτών σε μικρές δόσεις και για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
3. Μείωση του κόστους λίπανσης μέχρι και 50%
4. Περιορισμός ζιζανίων διότι η διαβροχή του εδάφους περιορίζεται μόνο στο ριζικό σύστημα του φυτού

5. Ευκολία μετακίνησης ατόμων και μηχανημάτων για την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών.
6. Οικονομία και μακροβιότητα του συστήματος, γιατί ελαχιστοποιούνται οι φθορές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν λεπτότεροι σε τοίχωμα σταλακτοφόροι και κατά συνέπεια οικονομικότεροι.
7. Το σύστημα μπορεί να παραμένει υπόγεια τοποθετημένο για πολλά χρόνια εφόσον συντηρείται σωστά

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι τα πλεονεκτήματα της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες έναντι της κλασσικής στάγδην άρδευσης είναι ποικίλα. Ωστόσο, σημαντικά είναι και τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής τα οποία είναι:

1. Η εποπτεία και παρατήρηση του συστήματος είναι ιδιαίτερα δύσκολη καθώς αυτό είναι υπόγειο και μη ορατό.
2. Η έμφραξη των σταλακτήρων από τις ρίζες και τα εδαφικά σωματίδια προκαλεί μείωση της απόδοσης του συστήματος
3. Ένα υπόγειο σύστημα δύσκολα συντηρείται και επισκευάζεται
4. Σε χονδρόκοκκα εδάφη παρατηρείται μικρή ανοδική κίνηση του νερού
5. Για την αποφυγή έμφραξης των σταλακτήρων απαιτείται σύστημα εκτόνωσης και πολύ καλό σύστημα φίλτρων
6. Το κόστος επένδυσης είναι μεγαλύτερο από την επιφανειακή άρδευσης με σταγόνες.

(Παπαμιχαήλ, Μπαμπατζιμόπουλος 2014)



Εικόνα 1-20 – Σκίτσο συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης (πηγή: <https://eclass.teiep.gr/courses/TEXG108>)



Εικόνα 1-21– σκαπτικός δίσκος για υπόγεια άρδευση

(πηγή:

<https://www.agrokip.gr/%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%AC%CF%81%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-pvc/431-irrigation-pipes.html>)

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

2.1. Μυκηναϊκή εποχή

Σύμφωνα με τα σημερινά αρχαιολογικά ευρήματα, η ακμή των τεχνικών έργων ύδρευσης των Μυκηναίων στην Πελοπόννησο και των Μινυών στην Βοιωτία και την Θεσσαλία τοποθετείται χρονολογικά τον 14^ο και 13^ο αιώνα π.Χ. Τα συστήματα εκμετάλλευσης των υδάτων και τα έργα ύδρευσης της εποχής εκείνης είναι πρωτόγνωρα και μοναδικά στην Ευρώπη και είχαν ως κύριο στόχο την απόκτηση και την εξασφάλιση καλλιεργήσιμων γαιών και την βελτίωση της ποιότητας του εδάφους, με τον έλεγχο της θέσης και του μεγέθους των λιμνών που σχηματιζόταν. Αποτέλεσμα των τεχνικών παρεμβάσεων ήταν τα προηγούμενα εγγειοβελτιωτικά έργα, που εξασφάλιζαν απορροή των υδάτων από κατοικιμένες και καλλιεργήσιμες περιοχές σε περιόδους αφθονίας υδάτων και εφοδιασμό με νερό σε περιόδους ξηρασίας. Τα εγγειοβελτιωτικά έργα αφορούσαν σε επιλεγμένα τμήματα των κλειστών λεκανών, ενώ η κατά περιόδους αποξήρανση ολόκληρου του πυθμενα της πεδιάδας αποτελούσε μάλλον δευτερεύοντα στόχο των έργων.

Αν και κάθε περιοχή παρουσιάζει τις δικές της τοπογραφικές ιδιομορφίες που απαιτούν ανάλογη λύση, οι συγκριτικές παρατηρήσεις επιτρέπουν την συναγωγή γενικών συμπερασμάτων ως προς τις μεθόδους, τα κριτήρια σχεδιασμού και τον τρόπο εκτέλεσης των έργων. Κύριο γνώρισμα των Μυκηναϊκών υδραυλικών έργων ήταν η τεχνική των λεκανών, που έγκειται κατά βάση στην κατασκευή φραγμάτων ή υδατοφρακτών μικρού ύψους, αλλά συχνά μεγάλου πλάτους και κυρίως μήκους πολλών χιλιομέτρων. Τα φράγματα έχουν κατά κανόνα ύψος 2-3m και κατ' ανώτατα όριο 5m. Το μήκος των φραγμάτων κυμαίνεται μεταξύ 250 και 2500m ενώ ο όγκος των υδάτων που συγκροτούσαν έφθανε, ανάλογα με το μέγεθος της τεχνητής λίμνης από 2 ως 20 εκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στις λεκάνες ήταν η εξασφάλιση της απορροής. Για το σκοπό αυτό ήταν απαραίτητη η διεύρυνση των σημείων απορροής στις καταβόθρες και η προστασία από ιζήματα και φερτά υλικά, καθώς και η διάνοιξη των αγωγών προς τα σπήλαια βαθιά μέσα στο βουνό. Σε περίπτωση σεισμού, βέβαια δεν υπήρχε τρόπος να προστατευθούν οι καταβόθρες από κατολισθήσεις. Στα αρχαία κείμενα γίνεται συχνά αναφορά σε καταστροφές από σεισμούς.

Τα θεαματικότερα τεχνικά έργα της Μυκηναϊκής εποχής είναι οι μεγάλοι αγωγοί κυρίως της Κωπαΐδας, αλλά και της κοιλάδας του Φενεού καθώς και της Τίρυνθας. Οι πλευρές των αγωγών προστατεύονται από τεράστια κυκλώπεια τείχη. Οι αγωγοί χρησιμοποιούνται για την εκτροπή και την απορροή πλημμυρισμένων ποταμών, τα νερά των οποίων κατέληγαν κατευθείαν στις υπόγειες δεξαμενές ή στα φράγματα. Αγωγοί απορροής με κοίτη από λιθοδομή, που αποσκοπούσαν στην άμεση αποξήρανση ελωδών περιοχών, καθώς και μικρότερα αυλάκια για την κένωση των

ενδιάμεσων πόλντερ συμπληρώνουν τον κατάλογο των τεχνικών έργων της περιοχής.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των υδραυλικών έργων ήταν ο αυτοματισμός τους. Μετά την κατασκευή τους χρειαζόταν μόνο εργασίες συντήρησης και όχι υποστήριξης. Η εκτροπή, η απορροή, η συντήρηση, η εκχείλιση και η εκκένωση γινόταν αυτόματα. Βλάβες στην λειτουργία ανέκυπταν μόνο από βλάβες που επέφερα μία πλημμύρα στις επίγειες κατασκευές ή από απόφραξη των καταβόθρων, προβλήματα που μπορούσαν να τεθούν υπό έλεγχο τουλάχιστον όσο αναφορά την προγραμματισμένη απορροή. Άλλο πρόβλημα, που με την πάροδο του χρόνου λάμβανε ενοχλητικές διαστάσεις, ήταν η εναπόθεση ιζημάτων κι η αποξήρανση των τεχνικών λιμνών στα φράγματα, γεγονός που τελικά αναιρούσε το όλο σύστημα. Τα περισσότερα τεχνικά έργα ύδρευσης επέζησαν πολύ μετά το τέλος της μυκηναϊκής περιόδου μέχρι το 100 π.Χ. περίπου. Ο ερευνητής και περιηγητής της αρχαιότητας Πausανίας είδε την διπλή λεκάνη του Ορχομενού-Καφύων (έργο της 2^{ης} χιλιετίας π.Χ.) να λειτουργεί ακόμα.

Ο τρόπος λειτουργίας μιας λεκάνης είναι ο εξής: Κατά την περίοδο των κυρίως βροχοπτώσεων, τις παραμονές του χειμώνα, η λεκάνη συνέχιζε να πλημμυρίζει, ακόμα και μετά την κατασκευή των τεχνικών έργων. Υποθέτουμε ότι η ύγρανση αυτή του εδάφους θεωρούταν ευπρόσδεκτη. Μετά την φυσική εκκένωση της πεδιάδας και την περίοδο του παγετού στην μέση του χειμώνα, όταν έλιωναν τα χιόνια, την άνοιξη, έμπαινε σε λειτουργία το τεχνικό έργο. Το νερό είτε απέρρευε στις καταβόθρες μέσω των μεγάλων αγωγών, είτε αποθηκευόταν σε τεχνητές λίμνες. Έτσι, οι τεχνητές λεκάνες έμεναν στεγνές για γεωργική εκμετάλλευση και η ευαίσθητη φάση ανάπτυξης των ωφέλιμων φυτών είχε τεθεί υπό έλεγχο. Κατά την έναρξη των βροχοπτώσεων οι εγκαταστάσεις λειτουργούσαν και πάλι με τον ίδιο τρόπο. Οι Φθινοπωρινές εργασίες στα πόλντερ, ο θερισμός και η σπορά, μπορούσαν τώρα να εκτελεστούν χωρίς εμπόδια. Το αποθηκευμένο νερό, όσο δεν είχε εξατμιστεί ή διαρρεύσει, μπορούσε να χρησιμοποιηθεί τις πρώτες μέρες του θέρους για πότισμα. Ο πυθμένας των τεχνητών λιμνών, που είχε αποξηρανθεί στα μέσα του καλοκαιριού, σπερνόταν με ζωοτροφή ως βοσκότοπος.

(Knauss J. 2011)

2.1.1. Εγγειοβελτιωτικά έργα των Μινυών στην Κοπαΐδα

Η πεδιάδα της Κοπαΐδας έχει έκταση περίπου 1900 τ.μ. Ο πυθμένας της λεκάνης βρίσκεται στα 100μ. πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και η εκροή των επιφανειακών υδάτων γινόταν παλιά από δώδεκα φυσικούς υπόγειους αγωγούς. Κατά το 2^ο μισό της 2^{ης} χιλιετίας π.Χ. οι Μινύες δημιούργησαν και εκμεταλλεύτηκαν ένα μεγαλειώδες και εκτεταμένο σύστημα έργων ύδρευσης για να ελέγχουν την δημιουργία λιμνών στην περιοχή της Βοιωτίας. Δεδομένου ότι δεν ήταν εφικτή η ανάχωση ή η αποθήκευση των υδάτων σε μεγάλη έκταση, σκέφθηκαν να οδηγήσουν το μεγάλο μέρος των υδάτων που κατέληγαν στα δυτικά κατευθείαν στους υπόγειους αγωγούς μεγάλου δυναμικού που βρισκόταν στα

βορειοανατολικά την Κωπαΐδας και όχι στην λεκάνη. Για τον σκοπό αυτό κατασκεύασαν διώρυγα κατά μήκος της βόρειας παρειάς της λεκάνης, η οποία αρχίζει από την πρωτεύουσα των Μινύων, τον Ορχομενό και καταλήγει στην καταβόθρα των Σπιτιών, κοντά στον θαλάσσιο λιμένα των Μινύων, στον όρμο της Λάρυμνας στον Ευβοϊκό κόλπο. Η διώρυγα εξυπηρετούσε τους εξής σκοπούς:

- I. Την εκτροπή των υπερχειλίσεων του Κηφισού, κυρίου ποταμιού της Κωπαΐδας, με στόχο την σταθεροποίηση της επιφάνειας της λίμνης
- II. Την τροφοδότηση των οικισμών και των αγροτικών γαιών κατά τους θερινούς μήνες με ωφέλιμο νερό, κυρίως από τις πλούσιες πηγές του Μέλανος ποταμού του Ορχομενού.
- III. Την δημιουργία εσωτερικής ναυσιπλοΐας και μεταφορικής οδού από τον Ορχομενό στο κέντρο μεταφόρτωσης στην καταβόθρα των Σπιτιών, απ' όπου ένας δρόμος οδηγούσε σε μικρή απόσταση στο λιμάνι της Λάρυμνας.

Η διώρυγα είχε μήκος περίπου 25 χιλιόμετρα, πλάτος 40 μ. και βάθος 2-3 μ. Οριοθετείται από χωμάτινα προχώματα πλάτους μέχρι 30 μ. και ύψους 2μ., τα οποία περιπλέκονται με ισχυρά κυκλώπεια τείχη. Ο σχεδιασμός της διώρυγας στηρίχθηκε προφανώς στο εξής σκεπτικό: έπρεπε να κατασκευαστεί σε στεγνό έδαφος, στο ψηλότερο χείλος της λεκάνης και να συσχετιστεί με όλες τις πλησιέστερες καταβόθρες. Για το σκοπό αυτό, το μεν λιμναίο βουνό Τουρλογιάννης στα βόρεια της Κωπαΐδας έπρεπε να παρακαμφθεί, οι δε χερσόνησοι του Στροβικίου (Μίδαε) και του Κάστρου (Κωπαί) να διατηρηθούν. Εκεί όπου τα βραχώδη πρηνή της όχθης της λίμνης μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως τείχος της διώρυγας, δεν χρειαζόταν δεύτερο παράχωμα. Η χάραξη της διώρυγας προσαρμόστηκε απολύτως στην φυσική γωνία του εδάφους στην περιοχή του βορειοανατολικού όρμου. Περίπου 2,5 χιλιόμετρα βορειοανατολικά του Ορχομενού η κοίτη του Κηφισού μεταφέρθηκε στη νέα διώρυγα. Στην περιοχή της πόλης οι όχθες είχαν ενισχυθεί κι επομένως η κοίτη του ποταμού ήταν σταθερή.

Προκειμένου να προστατευθούν οι καταβόθρες από υπερβολικές ποσότητες νερού και να ελέγχεται το υδραυλικό σύστημα εισροής-αποθήκευσης-εκροής ελήφθησαν δύο μέτρα: αφενός εξασφαλίστηκε η δυνατότητα απορροής των υδάτων της διώρυγας στη λίμνη, σε περίπτωση έντονων βροχοπτώσεων, με την μέθοδο της υπερχείλισης και αφετέρου κατασκευάστηκε ειδικός χώρος προσωρινής κατακράτησης των νερών που υπερχείλιζαν, ακριβώς μπροστά από τις μεγάλες καταβόθρες του βορειοανατολικού όρμου.

Από τα περίπου 560 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού που εισρέουν στην Κωπαΐδα τα μισά εκτρέπονταν αμέσως προς τις οπές απορροής, ενώ τα άλλα μισά χύνονταν στην λίμνη. Τα νερά κατά το θερινό εξάμηνο εφόσον προέχονται από τον βορειοδυτικό αγωγό οδηγούταν κατευθείαν στις καταβόθρες ή καταναλώνονταν από τον οικισμό και χρησιμοποιούταν στα χωράφια για πότισμα. Η λίμνη δηλαδή δεν δεχόταν το καλοκαίρι άλλες εισροές όπως γινόταν παλιά. Ο πυθμένας της φυτευόταν κατάλληλα και χρησιμοποιούνταν κυρίως ως βοσκότοπος.

Ένα ακόμη εντυπωσιακό στοιχείο της διώρυγας είναι η άκρως σταθερή ελαφρά κλίση 0,1%. Η κλίση αυτή υπαγορεύτηκε από τις εδαφολογικές συνθήκες και απαιτούσε ακριβή προσαρμογή της διαφοράς ύψους στο συνολικό μήκος του έργου

Στη μινυακή Κωπαΐδα δεν υπήρχε μόνο ο μεγαλύτερος και μακρύτερος αγωγός και τα περισσότερα αναχώματα της εποχής, αλλά και η μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη της πρώιμης Ελλάδας. Δεν είναι λοιπόν τυχαίο ότι από τις 31 πόλεις της Βοιωτίας που συμμετείχαν στην εκστρατεία του Τρωικού πολέμου, οι 12 βρίσκονται στην περιοχή της Κωπαΐδας και είχαν υπό τον έλεγχό τους αυτά τα κατά τον Όμηρο «...χωριά στο πλούτος βουτηγμένα».

(Knauss J. 2011)

2.2. Μινωική Κρήτη

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι κατά την Μυκηναϊκή περίοδο κατασκευάστηκαν ιδιαίτερα σημαντικά εγχειοβελτιωτικά έργα στην ηπειρωτική Ελλάδα. Ωστόσο, ανάλογα έργα προηγήθηκαν χρονικά στην Μινωική Κρήτη. Ειδικότερα, το 2008 στην περιοχή της Ζάκρου στην Κρήτη εντοπίστηκε ένα εγχειοβελτιωτικό έργο το οποίο χρονολογείται τον 18ο αιώνα π.Χ. και είχε ως στόχο την άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων στην περιοχή της Ζάκρου. Η κατασκευή ήλθε στο φως στις Χοιρόμανδρες της Ζάκρου, κατά τις ανασκαφές που διεξήχθησαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος «Μινωικοί Δρόμοι» του υπουργείου Πολιτισμού. Το εγχειοβελτιωτικό έργο των μινωικών χρόνων αποκαλύφθηκε κατά τη διερεύνηση των περιβόλων και των αναλληματικών τοίχων αυτής της κοιλάδας-για πρώτη φορά μάλιστα στην Κρήτη. Πρόκειται για σύστημα κανονισμού της ροής των υδάτων που περιλαμβάνει ένα ανασχετικό φράγμα, καθώς και μεγαλιθικούς τοίχους εκτροπής και ήπιας διάχυσης του νερού στα καλλιεργήσιμα άνητρα. Παρόμοια υδραυλικά έργα είναι γνωστά στην ηπειρωτική Ελλάδα της μυκηναϊκής εποχής, ως τώρα όμως όχι και στη μινωική Κρήτη.

(tovima.gr 2008)

2.3. Κλασική εποχή (480-323 π.Χ.)

2.3.1. Αρχαία Αθήνα

Η αρχαία Αθήνα του 5^{ου} π.Χ. αιώνα ήταν ιδιαίτερα αναπτυγμένη στον τομέα των υδραυλικών έργων. Ωστόσο τα περισσότερα από αυτά αφορούσαν κυρίως την υδροδότηση της πόλης. Γενικότερα, οι περιορισμένες βροχοπτώσεις είχαν οδηγήσει τους κατοίκους στην εξαντλητική αξιοποίηση όλων των υδάτινων πόρων, αρχικά από τοπικές πηγές και στην συνέχεια, όταν αυτές δεν επαρκούσαν, από τις πιο απομακρυσμένες. Τα ποτάμια της Αττικής αρχικώς, ο Κηφισός και ο Ιλισός δεν είχαν συνεχή ροή, ο χειμάρρος Ηριδανός γινόταν ορμητικός μόνον ύστερα από

δυνατές βροχοπτώσεις αλλά και πηγές όπως η Κλεψύδρα πάνω στην Ακρόπολη και η Καλλιρρόη δίπλα στον Ιλισό τροφοδοτούσαν με νερό την πόλη της Αθήνας. Τα αποθέματά τους όμως δεν επαρκούσαν, έτσι οι Αθηναίοι προχώρησαν στην συστηματική αξιοποίηση των επιφανειακών πηγών και στην υδρομάστευση των υπογείων υδάτων καθώς και στην μεταφορά τους από απομακρυσμένες πηγές που βρίσκονταν στις πλαγιές των βουνών. Η παρατεταμένη ξηρασία της Αττικής που άρχισε από τα μέσα του 4ου αιώνα π.Χ. οδήγησε στην δημιουργία υπόγειων δεξαμενών που επικοινωνούσαν μεταξύ τους με αγωγό. Οι δεξαμενές παρείχαν νερό για πλύσιμο αλλά και το πόσιμο, που η άντλησή του γινόταν από ξεχωριστό πηγάδι. Επιπλέον άλλα τέτοια πολύπλοκα υδραυλικά συστήματα έχουν ανακαλυφθεί σε πολλά μέρη της Αθήνας. Ένα τέτοιο έργο έχει ανασκαφεί στην ανατολική πλαγιά του Αγοραίου Κολωνού, όπου βρίσκεται ο ναός του Ηφαίστου ενώ ένα ακόμη βρέθηκε από τον Ντέρπφελντ το 1892-1898 στη βόρεια πλαγιά του Αρείου Πάγου. Η Εννεάκρουνος με το αντίστοιχο υδραγωγείο στην Αθήνα δημιουργήθηκε από τους Πεισιστρατίδες. Τμήμα του Πεισιστράτειου υδραγωγείου μάλιστα αποκαλύφθηκε 1995 στην ανασκαφή για το σταθμό του μετρό «Ευαγγελισμός» στην Βασιλίσσης Σοφίας. Ο αγωγός αυτός αποτελεί τη βασική αρτηρία του υδραγωγείου που μετέφερε νερό στην Αθήνα από τις πηγές του Ιλισού στον Ύμηττό, οι οποίες τοποθετούνται πάνω από το δήμο Παπάγου κοντά στον Άγιο Ιωάννη τον Θεολόγο. Παρόμοιου τύπου ήταν ο αγωγός (530-520 π. Χ.) που τροφοδοτούσε με νερό την κρήνη της Αρχαίας Αγοράς, η οποία έχει ταυτισθεί με την Εννεάκρουνο. Τέλος, τμήμα του υδραγωγείου που κατασκεύασε εξάλλου ο Κίμων θεωρείται και ο αγωγός, που έχει ανακαλυφθεί πίσω από την Ποικίλη Στοά ενώ στην εποχή του Κίμωνα χρονολογεί η αρχαιολόγος και τους αγωγούς που βρέθηκαν στην ανασκαφή του μετρό μπροστά στη Βουλή.

Στο πλαίσιο των εγχειροβελτιωτικών έργων της αρχαία Αθήνας εντάσσεται όμως η αποστράγγιση της ευρύτερης περιοχής του Κεραμεικού αλλά και η διευθέτηση της κοίτης του Ηριδανού. Επιπλέον στις Αχαρνές και στις νότιες υπώρειες της Πάρνηθας υπάρχει αρδευτικό δίκτυο του 4ου π.Χ. αιώνα, ο «Αχαρνικός οχετός» με κατεύθυνση (Βαρυμπόμπη – Ψωρίλα, Δήμογλι, Αγίου Σωτήρα, Κόκκινος Μύλος).

(archaiologia.gr 2011) (parnitha.net)

2.3.2. Υδραγωγείο Νάξου

Το υδραγωγείο της Νάξου υπήρξε ένα από τα σημαντικότερα υδραυλικά έργα της αρχαιότητας. Η κατασκευή του χρονολογείται στα τέλη του 6^{ου} αιώνα π.Χ. Πρόκειται για έργο μήκους περίπου 11 χιλιομέτρων που λειτούργησε από τον 6^ο αιώνα π.Χ. μέχρι τον 8^ο μ.Χ. και μετέφερε νερό από τις πηγές του Φλεριού και των Μελάνων στην πόλη της Νάξου. Για να το φτιάξουν οι Νάξιοι τρύπησαν το βουνό κατασκευάζοντας σήραγγα. Αποτελείται από σύστημα συνδεόμενων πήλινων αγωγών. Σημείο συλλογής του υδραγωγείου ήταν μια λεκάνη απορροής λαξευμένη στο βράχο, που σήμερα εντοπίζεται κάτω από ένα παραδοσιακό μαγγανοπήγαδο στο Φλεριό. Από αυτό το σημείο το υδραγωγείο ακολουθεί μία διαδρομή μέσα από τις περιοχές του Αγίου Θαλαλαίου, των Αγγιδίων, της πεδιάδας της Κατσάγρας, πριν φτάσει στην πόλη της Νάξου. Η σήραγγα που ανοίχτηκε για τις ανάγκες του

έργο ήταν περίπου 230μ. και εκτιμάται ότι χρησιμοποιούνταν για τη συλλογή πρόσθετων ποσοτήτων νερού και από την περιοχή Κινίδαρου.

Το υδραγωγείο της Νάξου είχε και αρδευτικό χαρακτήρα. Πιο συγκεκριμένα, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του υδραγωγείου του Φλεριού είναι ο σχεδιασμός της διαδρομής του: το υδραγωγείο κινείται συνεχώς στο υψομετρικό όριο μεταξύ της καλλιεργούμενης (χαμηλότερα) και της άγονης ζώνης (υψηλότερα), καθιστώντας δυνατή την άρδευση όλων των καλλιεργειών κατά μήκος της διαδρομής του, με χρήση δεξαμενών διανομής.

Οι πήλινοι σωλήνες από καιρό σε καιρό αντικαθίσταντο, λόγω των ιζημάτων σε αυτούς που ενίοτε εμπόδιζαν τη ροή του νερού. Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους πραγματοποιήθηκε μια ριζική αναμόρφωση του υδραγωγείου, με βάση την οποία διατηρήθηκε η αρχική διαδρομή, και χτίστηκε πέτρινο κανάλι από ασβεστόλιθο και ασβεστοκονίαμα.

Το κανάλι ήταν υπόγειο σε ορισμένες περιοχές και υπέργειο σε άλλες. Τον 4ο αι. μ.Χ. το ρωμαϊκό κανάλι αντικαταστάθηκε από ένα νέο, παρόμοιο με το πρώτο, το οποίο παρέμενε σε χρήση μέχρι τον 8ο αι. μ.Χ., οπότε και έπαυσε να χρησιμοποιείται το υδραγωγείο.

Το υδραγωγείο του Φλεριού αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράδειγμα τεχνικού έργου, καθώς η κατασκευή του έδωσε ζωή στην πόλη της Νάξου (Χώρα) και άρδευσε τις εύφορες περιοχές της υπαίθρου, με την ελάχιστη δυνατή παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Η υλοποίησή του μαρτυρά την ύπαρξη ουσιαστικής κοινωνικής συνοχής και μιας κεντρικής διοίκησης στο νησί.

(hydriaproject.info) (grecorama.com 2018)

2.3.3. Ευπαλίνιο όρυγμα

Το Ευπαλίνιο όρυγμα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα έργα στην ιστορία της μηχανικής και ιδιαίτερα των υδραυλικών έργων. Πρόκειται για μια σήραγγα μήκους 1.036 μέτρων κοντά στο Πυθαγόρειο της Σάμου, η οποία κατασκευάστηκε κατά τον 6ο αιώνα π.Χ. για να χρησιμεύσει σαν υδραγωγείο. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ήταν ότι ανοίχθηκε ταυτόχρονα και από τις δύο πλευρές του βουνού. Η κατασκευή του ορύγματος έγινε με εντολή του τυράννου Πολυκράτη και εκτιμάται ότι η κατασκευή του κράτησε 10 χρόνια. Ο σχεδιαστής και μηχανικός του έργου ήταν ο Ευπαλίνος, γιος του Ναυστρόφου από τα Μέγαρα.

Το Ευπαλίνιο παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με ένα σημείο του υδραγωγείου της Νάξου και συγκεκριμένα την αρχική λαξευμένη δομή του. Το γεγονός αυτό μπορεί να μην είναι τυχαίο καθώς υπάρχουν στοιχεία που υποδεικνύουν πως η Νάξος διατηρούσε δεσμούς με τα Μέγαρα απ' όπου καταγόταν ο Ευπαλίνος. Αλλά υπάρχουν επίσης στοιχεία που δείχνουν τις σχέσεις μεταξύ του τυράννου της Νάξου, Λύγδαμι και του τυράννου Πολυκράτη της Σάμου. Με βάση τα παραπάνω και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η Σάμος διαθέτει περισσότερο γόνιμο, καλλιεργήσιμο έδαφος από ένα κυκλαδίτικο νησί καθώς ξεχωρίζει για την αμπελοργία, τις ελιές και τα εσπεριδοειδή υποθέτουμε ότι ενδεχομένως το

Ευπαλίνειο Όρυγμα χρησιμοποιήθηκε και για αρδευτικούς σκοπούς παρ' ότι το δίκτυο δεν είχε το μήκος του υδραγωγείου της Νάξου που ξέφευγε πολύ από τον αστικό ιστό και περνούσε από εκτάσεις καλλιεργειών. Ωστόσο, η θεωρία αυτή είναι απλά μία εικασία καθώς όπως επιβεβαίωσε και ο μέχρι πρότινος διδάσκων του μαθήματος Ιστορία & Φιλοσοφία Επιστήμης και Τεχνολογίας του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ. καθηγητής Αστέριος Παντοκράτορας για το Ευπαλίνειο δεν υπάρχει κάποια αναφορά ότι χρησιμοποιήθηκε για άρδευση.

2.4. Ελληνιστική & Ρωμαϊκή περίοδος (323 π.Χ.-476 μ.Χ.)

Την συγκεκριμένη χρονική περίοδο δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία για την δημιουργία μεγάλων εγχειοβελτιωτικών έργων. Παράλληλα, πολλά από τα υδραυλικά έργα των προηγούμενων περιόδων συνέχιζαν να χρησιμοποιούνται. Τέτοια έργα ήταν για παράδειγμα το Υδραγωγείο της Νάξου που χρησιμοποιήθηκε όλη την Ελληνιστική, Ρωμαϊκή αλλά και μέρος της Βυζαντινής περιόδου καθώς και πολλά έργα της Μικηναϊκής εποχής που επέζησαν μέχρι το 100 π.Χ.

2.4.1. Αρχαία Αθήνα Ελληνιστικών χρόνων

Την συγκεκριμένη χρονική περίοδο δεν υπάρχουν ιδιαίτερες αναφορές για την κατασκευή εγχειοβελτιωτικών και γενικότερα πολλών υδραυλικών έργων στον Αθηναϊκό χώρο. Ωστόσο, το σημαντικότερο έργο για την υδροδότηση της αρχαίας Αθήνας δημιουργήθηκε εκείνη την περίοδο. Συγκεκριμένα, το έργο αυτό ήταν ήταν το Αδριάνειο Υδραγωγείο που κατασκευάστηκε από το 134 μ.Χ. έως και το 140 μ.Χ. από τον Ρωμαίο Αυτοκράτορα Ανδριανό. Το Αδριάνειο Υδραγωγείο ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας και κατέληγε στο Λυκαβηττό, όπου και κατασκευάστηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή. Το Αδριάνειο Υδραγωγείο και η Δεξαμενή λειτούργησαν, υδροδοτώντας την περιοχή της Αθήνας μέχρι την εποχή της Τουρκοκρατίας. Τότε πια το Υδραγωγείο εγκαταλείφτηκε, με αποτέλεσμα να πέσουν τα σαθρά τοιχώματά του. Υπ' αυτές τις συνθήκες, οι Αθηναίοι κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας στράφηκαν στην κατασκευή πηγαδιών στα σπίτια τους.

(ydap.gr)

2.4.2. Εγχειοβελτιωτικά έργα στο Δίον της αρχαίας Μακεδονίας

Το Δίον ήταν μία από τις σημαντικότερες πόλεις της αρχαίας Μακεδονίας μαζί με την Πέλλα και τις Αιγές σημερινή Βεργίνα. Το αρχαίο Δίον όπως και το σημερινό βρίσκεται σε πεδινή περιοχή και συγκεκριμένα στην Πιερία στη στενή πεδιάδα που δημιουργείται από τους πρόποδες του Ολύμπου και τον Θερμαϊκό κόλπο. Το γεγονός αυτό το καθιστά από τα χρόνια της αρχαιότητας ιδανική τοποθεσία για την ανάπτυξη καλλιεργειών και κατ' επέκταση αρδευτικών συστημάτων.

1. Αντιπλημμυρικά έργα προστασίας

Κατά το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος της Δυτικής Μακεδονίας (ΦΕΚ181/Β/31.1.14) διακρίνονται κυρίως δύο ποτάμια: ο Μαυρόλογγος (Βαφύρας) νότια του Δίου προς το Λιτόχωρο και το Μαυρονέρι βόρεια, κάτω από την Κατερίνη. Αυτά τα ποτάμια έχουν πολλές διακλαδώσεις και πολλές αρχαίες και τοπικές ονομασίες. Επιπλέον η ροή ορισμένων ποταμών ενδεχομένως να διαφοροποιούνταν κατά την αρχαιότητα.

Από πολύ νωρίς, έγινε κατανοητό στους κατοίκους του Δίου, ότι έπρεπε να προστατεύσουν την πόλη τους από τα νερά που κατεβαίνουν ορμητικά, από τις βορειοανατολικές πλαγιές του Ολύμπου. Κατασκευάστηκαν τάφροι περιμετρικά των τειχών για να αναχαιτίσουν την ορμή των υδάτων και στη συνέχεια να τα διοχετεύσουν στο ποτάμι, οι οποίες, παράλληλα λειτουργούσαν και ως αμυντικές τάφροι. Έξω από το νότιο τείχος υπήρχε τάφος, η οποία παραλάμβανε, λόγω κλίσης, την αποχέτευση της πόλης κατά τον άξονα Βορρά-Νότου. Στη δυτική πλευρά της πόλης, κάτω από τις ασίδες του υδραγωγείου, διαφαίνεται από τη μελέτη της στρωματογραφίας από τον Καραδέδο, ότι υπήρχε διπλή τάφος. Επίσης, φαίνεται να υπήρχε τάφος και έξω από το βόρειο τείχος της πόλης, όπου αργότερα έγιναν εγχειοβελτιωτικά έργα για άρδευση. Στην ανατολική πλευρά περνούσε ο ποταμός Βαφύρας ο οποίος ήταν και ο τελικός αποδέκτης των υδάτων από όλες τις περιμετρικές τάφρους. Επίσης, η μορφή του ανατολικού τείχους, μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι οι αρχαίοι λάμβαναν υπόψη την κοίτη του ποταμού, και ότι η κοίτη έχει την τάση να μετατοπίζεται προς τα δυτικά κατά το πέρασμα των αιώνων. Γι' αυτόν τον λόγο έγινε μετατόπιση του ανατολικού τείχους προς τα δυτικά.

2. Υπόγεια ύδατα περιοχής

Από την αρχαιότητα, είναι γνωστό ότι σε πολύ μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους περνούν υπόγεια νερά. Αυτό κάνει πιο εύκολο το έργο της διάνοιξης πηγαδιών, κάτι που εκμεταλλεύτηκαν οι κάτοικοι. Έχουν ανασκαφεί συνολικά επτά πηγάδια διαφορετικών εποχών. Τα πηγάδια χρησιμοποιούνταν πολύ πριν την εισαγωγή του υδραγωγείου στο υδροδοτικό σύστημα και εξυπηρετούσαν τις βασικές ανάγκες νερού των κατοίκων: πόσιμο, καθαριότητα, άρδευση. Όμως, συνέχισαν να χρησιμοποιούνται παράλληλα με την λειτουργία του υδραγωγείου.

3. Αρδευτικό δίκτυο Ρωμαϊκής περιόδου

Στη ρωμαϊκή εποχή, τα έργα ύδρευσης έφτασαν σε πολύ μεγάλα τεχνικά επίπεδα και ήταν πολύ προσεγμένες και εντυπωσιακές κατασκευές. Ωστόσο δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία για την άρδευση κατά την ρωμαϊκή περίοδο, ωστόσο το νερό που θα προορίζονταν για άρδευση, επειδή θα είχε συνεχή ροή, θα πρέπει να ξοδεύονταν σε τεράστιες ποσότητες. Από τα στοιχεία που έδωσε η UNESCO 20.000 m³ ή αλλιώς ολόκληρη η ημερήσια παροχή ενός μεσαίου μεγέθους υδραγωγείου, χρειάζονται για να ποτίσουν μια έκταση 1 km² ή 100 ha για 20 mm (Hodge, 1992). Αν δεν υπήρχε δυνατότητα άρδευσης, η καλλιέργεια γινόταν με προσαρμοσμένα είδη της κάθε περιοχής, που άντεχαν χωρίς νερό στις κλιματικές συνθήκες του τόπου, κάτι που ισχύει και σήμερα. Πάντως, στην περίπτωση του Δίου, υπήρχε ο ποταμός Βαφύρας, ο οποίος θα προσέφερε την δυνατότητα άρδευσης, αλλά δέχονταν τα λύματα της πόλης από το σημείο που ερχόταν σε επαφή με την πόλη, οπότε από εκείνο το σημείο και κάτω δεν ήταν καθαρός. Αυτό δεν είχε κάποια επίπτωση, διότι τα εδάφη λίγο παρακάτω από την πόλη ήταν ελώδη και δεν καλλιεργούνταν και επίσης σε 1,5 km χύνονταν στη θάλασσα.

(Σχοινιά 2020)

2.5. Νεότερη & σύγχρονη εποχή

Τα πρώτα εγγειοβελτιωτικά έργα έγιναν στην Ελλάδα ήδη από την ίδρυση του πρώτου Ελληνικού κράτους, ενώ τα επόμενα χρόνια εξαπλώθηκαν με ραγδαίους ρυθμούς. Ειδικότερα το 1856 άρχισαν τα αποξηραντικά έργα της λίμνης Κωπαΐδας ενώ την ίδια περίοδο έγιναν τα αντιπλημμυρικά έργα του Αχελώου. Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι η αποξήρανση πέρα από το γεγονός ότι έδινε πλούσια καλλιεργήσιμη γη, ήταν και ο μόνος τρόπος καταπολέμησης της ελονοσίας, της αρρώστιας που αποτελούσε μάλιστα για την αγροτική Ελλάδα ως τα μέσα του 20ού αιώνα.

Περίοδος 1922-1940

Επιπλέον, μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα στην Ελλάδα έγιναν μετά την μικρασιατική καταστροφή με σκοπό την αποκατάσταση των προσφύγων και των ακτημόνων. Τα έργα της περιόδου 1922-1940 είναι κυρίως αντιπλημμυρικά και αποξηραντικά και κατασκευάστηκαν από ξένες τεχνικές εταιρείες. Το 1936 ιδρύθηκε το Ειδικό Ταμείο Υδραυλικών Έργων Μακεδονίας ως Ν.Π.Π.Δ. (νόμος 204) με στόχο την συμπλήρωση, συντήρηση και βελτίωση των εγγειοβελτιωτικών έργων. Από το 1941 η ευθύνη εκτέλεσης των εγγειοβελτιωτικών έργων περιήλθε στα Υπουργεία Γεωργίας και Δημοσίων Έργων.

Περίοδος 1940-1950

Την συγκεκριμένη δεκαετία υπήρξε μία αδράνεια σε ότι αφορά την κατασκευή μεγάλων εγχειοβελτιωτικών έργων εξαιτίας των πολιτικών αναταραχών και των πολεμικών συγκρούσεων. Ωστόσο προς το τέλος της δεκαετίας έγιναν προσπάθειες για την αποκατάσταση των ζημιών.

Περίοδος 1960-1972

Την περίοδο αυτή με την κατάρτιση των δύο πρώτων πενταετών προγραμμάτων εγχειοβελτιωτικών έργων κατασκευάστηκαν τα εξής έργα:

1.Αρδευτικά

Νέστου, Αξιού, Αλιάκμονος, Σερρών (δίκτυο), Καρδίτσας, Αχελώου, Πηνειού, Αλφειού, Ιωαννίνων (στο οποίο γίνεται αναφορά και στην συνέχεια) κ.α. συνολικής έκτασης 2,7 εκατομμυρίων στρεμμάτων

2.Αντιπλημμυρικά-Στραγγιστικά

Έβρου, Στρυμόνος, Κωπαΐδος, Πεδιάδα Κομοτηνής κ.α.

Η συνολική αρδευόμενη έκταση της χώρας μέχρι το 1977 υπολογίζεται σε $9.8 \cdot 10^6$ στρέμματα από τα οποία το 43% αρδεύεται με καταιονισμό και η υπόλοιπη με επιφανειακή άρδευση.

(Τσακίρης 2006)

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1. Γενικά

Η παρούσα διπλωματική εργασία στηρίχθηκε στην μελέτη εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων των αρδευτικών δικτύων Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου που εκπονήθηκε στα πλαίσια της οριστικής μελέτης εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων των αρδευτικών δικτύων Α΄ και Β΄ λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Η μελέτη ανατέθηκε με την από 14 Οκτωβρίου 2003 Σύμβαση που υπογράφηκε από το Υπουργείο Γεωργίας με τα αρμόδια γραφεία μελετών. Συγκεκριμένα την μελέτη των υδραυλικών έργων ανέλαβαν τα εξής γραφεία:

α) Ν.Μαυρονικολάου-Δ. Κάρκας & Συνεργάτες ΥΔΡΕΤΜΕ Ε.Ε.

β) ΥΔΡΟ Ε.Ε. Λαγαρίας-Α.Λουμπιέ & Σια

γ) ECOS Μελετητική Α.Ε.

Παράλληλα άλλα μελετητικά γραφεία ανέλαβαν την εκπόνηση της μελέτης γεωτεχνικών και εδαφοτεχνικών ερευνών, της μελέτη Τοπογραφίας, της μελέτη **οικονομικής σκοπιμότητας**. Επιπλέον πριν την εκπόνηση της οριστικής μελέτης και της μελέτης εφαρμογής ανατέθηκε από την διεύθυνση σχεδιασμού του Υπουργείου Γεωργίας στον γεωπόνο Ν.Σούλη εκπόνηση γεωργοτεχνικής-γεωργοοικονομικής μελέτης από την οποία προέκυψαν οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού των έργων. Τέλος για την οριστική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν ακόμα:

- Διάταξη των τότε δικτύων άρδευσης της περιοχής Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου
- Διαχειριστική μελέτη για την χερσαία και την λιμναία περιοχή της λίμνης Παμβώτιδας
- Τοπογραφική αποτύπωση θέσεων έργων δεξαμενών και αντλιοστασίων (Συντάκτης Χ.Μπαρμπόπουλος)
- Γεωτεχνική μελέτη και έρευνα θεμελίωσης των δεξαμενών και των αντλιοστασίων (Συντάκτης Α.Μπαρούνης)
- Τοπογραφικά διαγράμματα Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5000

Αντικείμενο της μελέτης ήταν η μετατροπή του τότε συστήματος των ανοικτών διωρύγων σε αντίστοιχο κλειστών αγωγών υπό πίεση των δικτύων δικαιοδοσίας Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου το οποίο παρουσιάζεται στην συγκεκριμένη εργασία καθώς και των Τ.Ο.Ε.Β. Κρύας-Λαψίστας και τμήματος των δικτύων Τ.Ο.Ε.Β. Ανατολής που διατηρούσαν αγροτικό χαρακτήρα μετά τις επεκτάσεις οικιστικών περιοχών που συνέβησαν ραγδαία στην περιοχή των Ιωαννίνων την δεκαετία του 1990.

Το κέντρο βάρους της περιοχής του έργου προσδιορίζεται μεταξύ των γεωγραφικών συντελεστών Βορείου γεωγραφικού πλάτους 39° 34'-39° 48' και Ανατολικού γεωγραφικού μήκους από GREENWICH 20° 48'-20° 57'.

Τα υψόμετρα της περιοχής μελέτης κυμαίνονται από 465m μέχρι 500m περίπου. Η στάθμη της λίμνης Παμβώτιδας βρίσκεται κατά μέσο όρο στο υψόμετρο 470m.

Πριν την έναρξη των εργασιών της μελέτης για την ανακαίνιση και τον εκσυγχρονισμό των δικτύων πραγματοποιήθηκαν δύο συναντήσεις στις 16 Οκτωβρίου 2003 καθώς και στις 23 Νοεμβρίου 2003 μεταξύ κυβερνητικών εκπροσώπων, επιβλέπουσας υπηρεσίας Υπουργείου Γεωργίας, αρμόδιας υπηρεσίας τότε Νομαρχίας Ιωαννίνων, εκπροσώπων της τοπικής αυτοδιοίκησης των Δημοτικών Διαμερισμάτων στα όρια των οποίων βρίσκονται οι περιοχές των έργων καθώς και εκπροσώπων του Γ.Ο.Ε.Β. Ιωαννίνων και των Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου, Ανατολής και Κρύας-Λαψίστας με σκοπό την οριστικοποίηση της περιμέτρου άρδευσης που θα καλύπτουν τα υπό μελέτη έργα καθώς και την σύνταξη Εισηγητικής Έκθεσης για την εξέταση όλων των απαραίτητων στοιχείων και παραδοχών. Στις συναντήσεις αυτές αποφασίστηκε μεταξύ άλλων η παραλίμνια ζώνη του Τ.Ο.Ε.Β. Ανατολής που εκτείνεται βόρεια του οικισμού Κατσικά να ενσωματωθεί στο δίκτυο της περιοχής Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου. Η Εισηγητική Έκθεση συντάχθηκε και υποβλήθηκε τελικώς την 6^η Δεκεμβρίου 2003.

Πριν από την έναρξη δημιουργίας της οριστικής μελέτης των δικτύων εκτελέστηκε σειρά υποστηρικτικών μελετών και ερευνών που ήταν αναγκαίες για τον σχεδιασμό των έργων όπως τοπογραφικές εργασίες αποτυπώσεων των γηπέδων όπου θα εκτελούνταν τα προβλεπόμενα αντλιοστάσια και οι δεξαμενές των υποδικτύων που θα παρουσιαστούν αναλυτικά σε μεταγενέστερο κομμάτι της εργασίας. Παράλληλα εκτελέστηκε πρόγραμμα γεωτεχνικής έρευνας με σκοπό τον καθορισμό των συνθηκών θεμελίωσης των παραπάνω έργων.

3.2. Προγενέστερη κατάσταση δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου & γενικότερης περιοχής

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται και καταγράφεται η κατάσταση των εγχειοβελτιωτικών έργων της περιοχής δικαιοδοσίας Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου πριν την έναρξη των εργασιών εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης των δικτύων της.

3.2.1. Ιστορικό προγενέστερων έργων περιοχής

Τα έργα αξιοποίησης του Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων άρχισαν την 10ετία του 1950 με την κατασκευή της σήραγγας Λαψίστας και την διάνοιξη κεντρικών αποχετευτικών τάφρων Λαψίστας, Λαγγάτσας και Κουτσελιού. Με τα έργα αυτά εξασφαλίστηκε η αποστράγγιση του Λεκανοπεδίου και η απομάκρυνση των υπερχειλίσεων της λίμνης και των επιφανειακών απορροών της λεκάνης μέσω της σήραγγας Λαψίστας στον ποταμό Καλαμά.

Κατά την δεκαετία το 1960 κατασκευάστηκε και λειτούργησε το αρδευτικό και στραγγιστικό έργο που αποπερατώθηκε το 1970 περίπου. Το έργο αυτό καλύπτει ακαθάριστη έκταση 64.000 στρεμμάτων, από τα οποία 35.800 στρέμματα (καθαρή αρδευόμενη έκταση 32.470 στρέμματα) αρδευόταν με βαρύτητα (δίκτυα ανοικτών αγωγών επενδύμενων με άοπλο σκυρόδεμα ή με υποτυπώδη οπλισμό) και τα υπόλοιπα με υπόγειο σωληνωτό δίκτυο και μέθοδο άρδευσης με τεχνητή βροχή.

Ειδικότερα, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων χωρίζονται γεωγραφικά σε δύο διακεκριμένες ζώνες, την ζώνη Α προς τον νότο της λίμνης Παμβώτιδας και την ζώνη Β προς τον βορά αυτής. Στα ανόργανα εδάφη (ζώνη Α και περιοχή Πετσάλης από την ζώνη Β) λειτουργούσε δίκτυο επιφανειακής άρδευσης και στα οργανικά και διαπερατά εδάφη της ζώνης Β λειτουργεί το δίκτυο άρδευσης με τεχνητή βροχή.

Όπως επισημάνθηκε στην εγκεκριμένη Γεωργοτεχνική-Γεωργοοικονομική μελέτη του Ν.Σούλη τον Ιούνιο του 2002, τα τότε υπάρχοντα ανοικτά αρδευτικά δίκτυα είχαν παλαιώσει και παρουσίαζαν σημαντικές φθορές, μεγάλες απώλειες και υψηλό κόστος συντήρησης. Έπρεπε επομένως να ανακαινισθούν και να εκσυγχρονισθούν με μετατροπή τους σε σωληνωτά υπόγεια δίκτυα.

Πίνακας 3-1 – Διαχωρισμός εκτάσεων περιοχής αρμοδιότητας Γ.Ο.Ε.Β. Ιωαννίνων κατά ζώνες πριν την υλοποίηση του έργου εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων των αρδευτικών δικτύων λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Περιοχή	Ακαθάριστ η έκταση (στρ.)	Καθαρή έκταση (στρ.)
Ζώνη Α' ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ Υψηλή ζώνη	9.280	8.540
Χαμηλή ζώνη	5020	4.600
Ζώνη Α' ΤΟΕΒ Ανατολής	16.500	14.730
Ζώνη Β' ΤΟΕΒ Κρύας- Λαψίστας	5.000	4.600
ΣΥΝΟΛΟ	35.800	32.470

3.2.2. Προγενέστερα Αντιπλημμυρικά έργα

Τα κύρια αντιπλημμυρικά έργα στην περιοχή του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων ολοκληρώθηκαν το 1959. Μέχρι τότε τα χαμηλότερα υψομετρικά εδάφη του λεκανοπεδίου κατακλύζονταν μόνιμα ή περιοδικά από τα νερά των βροχών και των πηγών του λεκανοπεδίου δεδομένου ότι η αποχέτευση αυτών γινόταν μέσω καταβοθρών περιορισμένης διοχετευτικής ικανότητας.

Τα κύρια αντιπλημμυρικά έργα ήταν τα εξής:

1. Η **σήραγγα και η τάφρος Λαψίστας**. Με την σήραγγα αυτή αποχετεύονται προς τον ποταμό Καλαμά οι απρροές της υδρολογικής λεκάνης Λαψίστας-Ελεούσας (174,1 km²) και οι απορροές της λεκάνης της λίμνης Παμβώτιδας (288,8 km²). Συνολικά η σήραγγα εξυπηρετεί υδρολογική λεκάνη συνολικής επιφάνειας 396,9 km².

Η παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας είναι περίπου 40 m³/sec και θεωρήθηκε περιορισμένη για τα κριτήρια γεωργικής αξιοποίησης της εποχής. Για πλημμύρες συχνότητας 1:13 προκαλείται κατάκλυση 680 στρ. για 4-5 μέρες περίπου.

2. Η **σήραγγα Λαγγάτσας**, με παροχευευστικότητα $17 \text{ m}^3/\text{sec}$, αποχετεύει στην λίμνη Παμβώτιδα την ομώνυμη κλειστή περιοχή. Η διοχευευστικότητά της θεωρήθηκε ότι δημιουργούσε κάποια προβλήματα αφού προκαλούσε σε εξαιρετικές περιπτώσεις κατάκλυση της ανάντη περιοχής.
3. Το **παραλίμνιο προστατευτικό ανάχωμα της ανατολής**, μήκους 5.340m που εξασφάλιζε την προστασία 750 στρ. χαμηλών εκτάσεων στην περιοχή της κοινότητας Ανατολής. Η συνέχεια του αναχώματος διακόπτεται σε τρία σημεία, υπό της προσαγωγού διώρυγας Ανατολής, της τάφρου Λαγγάτσας και της τάφρου T7 (χείμαρρος Σερβιανών), στα οποία το ανάχωμα συνδέεται προς τα αντίστοιχα αναχώματα αυτών.
4. Το **αντλιοστάσιο Κατσικά** κοντά στο χωριό Κατσικά που εξυπηρετεί την αποχέτευση και την στράγγιση της χαμηλής περιοχής της Ανατολής πίσω από το ανάχωμα. Τα νερά οδηγούνται στο αντλιοστάσιο μέσω των τάφρων 4T και 5T οι οποίες εν μέρει αποχετεύονται και μέσω των καταβόθρων. Οι τάφροι αυτές περνούν με σίφωνα κάτω από την προσαγωγό σήραγγα του αντλιοστασίου Ανατολής, την τάφρο σήραγγας Λαγγάτσας και την τάφρο T9.
5. Το **παραλίμνιο ανάχωμα Παμβώτιδας**, μήκους 1km που κατασκευάστηκε το 1973 στην βορειοδυτική πλευρά της λίμνης για την προστασία χαμηλού τμήματος 500 στρ. περίπου. Η κατασκευή του αποδείχτηκε άκαιρη. Η προστασία ήταν ανεπαρκής και επιπλέον αποκόπηκε η παροχέτευση προς την λίμνη των πηγών Σεντενίκου-Κιόσκι που συνέβαλε στον εμπλουτισμό της λίμνης με καλής ποιότητας υπόγεια νερά.
6. Η **διευθέτηση των χειμάρρων** που διαρρέουν την περιοχή. Τα υπό διευθέτηση ρέματα εντάσσονται ως προς το διαρρέον την πεδινή περιοχή τμήμα τους, στο αποχετευτικό δίκτυο ως πρωτεύουσες τάφροι.

Η στάθμη της λίμνης Παμβώτιδας ρυθμίζεται μέσω τεχνικού έργου ρύθμισης των εκροών της λίμνης προς την κεντρική Τάφρο Λαψίστας που βρίσκεται στο χωριό Πέραμα. Οι πλημμυρικές εκροές οδηγούνται προς την σήραγγα Λαψίστας και από εκεί προς τον ποταμό Καλαμά. Το έργο αυτό είναι συνδυασμός υπερχειλιστή, παροχευευστικής ικανότητας $40 \text{ m}^3/\text{sec}$ για φορτίο $0,50\text{m}$ και ρουφράκτη μετά κυλινδρικού θυροφράγματος παροχευευστικής ικανότητας επίσης $40 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Μέσω του υπερχειλιστή η ανώτατη στάθμη υψομέτρου της λίμνης ρυθμίζεται στο $+470,20$. Όταν η στάθμη της λίμνης ανέρχεται επικίνδυνα ανέρχεται επικίνδυνα ή όταν κρίνεται απαραίτητο να αυξηθεί η ανασχετική ικανότητα της λίμνης με το κατέβασμα της στάθμης κάτω $+470,20$, ανυψώνεται το θυρόφραγμα με ηλεκτοκινητήρα.

Τα περισσότερα αντιπλημμυρικά έργα λειτουργούν ακόμη και σήμερα είτε στην αρχική τους κατάσταση, είτε με ορισμένες τροποποιήσεις και βελτιώσεις.

3.2.3. Προγενέστερα αποχετευτικά-στραγγιστικά έργα

Η περιοχή μελέτης καλύπτεται από πλήρες επιφανειακό αποχετευτικό-στραγγιστικό δίκτυο προσαρμοσμένος στην μορφολογία και τα λοιπά στραγγιστικά έργα της περιοχής. Η ζώνη Α (περιοχές αρμοδιότητας ΤΟΕΒ Πόρου και ΤΟΕΒ Ανατολής) αποστραγγίζεται προς την λίμνη Παμβώτιδα. Η ζώνη Β μέσω της σήραγγας Λαψίστας προς τον ποταμό Καλαμά. Πιο συγκεκριμένα

- Η περιοχή Πόρου αποχετεύεται δια φυσικής ροής μέσω συστήματος τάφρων απ' ευθείας προς την λίμνη Παμβώτιδα.
- Η περιοχή Λαγγάτσας αποχετεύεται με φυσική ροή προς την λίμνη Παμβώτιδα δια της ομώνυμης σήραγγας. Μικρό τμήμα αυτής εξυπηρετούμενο υπό της τάφρου Μπάφρας αποστραγγίζεται δια των ομώνυμων καταβόθρων.
- Η περιοχή Ανατολής, που προστατεύεται από τις διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης δια του παραλίμιου αναχώματος Ανατολής, αποχετεύεται προς την λίμνη δια αντλήσεως από το αντλιοστάσιο Κατσικά
- Το ρέμα Σερβιανών (Τάφρος 7Τ) αποχετεύεται μέσω της χαμηλής περιοχής Ανατολής απευθείας στην λίμνη.

Όπως αναφέρεται στην Γεωργοτεχνική Μελέτη του Ν.Σούλη, «το αποχετευτικό-αποστραγγιστικό δίκτυο που κατασκευάστηκε στην περιοχή μελέτης θεωρείται ολοκληρωμένο και εξυπηρετεί σχετικά καλά την απομάκρυνση των νερών, αλλά λόγω αδυναμίας πλήρους κατ' έτος συντήρησης από αρμόδιους οργανισμούς, σήμερα απαιτεί επεμβάσεις, σε ορισμένες τουλάχιστον βασικές τάφρους για την αποκατάσταση της λειτουργίας τους.

Επισημαίνεται ότι τα υπάρχοντα αποχετευτικά δίκτυα θεωρούνται ικανοποιητικά για τις σημερινές χρήσεις γης (καλλιεργούμενη γεωργική γη). Ωστόσο εφόσον οι χρήσεις αλλάξουν όπως στην περίπτωση της περιοχής της Ανατολής που αποκτά σταδιακά οικιστικό χαρακτήρα και εντάσσεται στην Ζ.Ο.Ε., θα πρέπει τα δίκτυα να προσαρμοστούν για να καλύψουν τις νέες απαιτήσεις.

3.2.4. Προγενέστερο αρδευτικό δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

Η περιοχή μελέτης καλυπτόταν στο σύνολό της από ανοικτά δίκτυα επενδεδυμένων διωρύγων και η άρδευση των καλλιεργειών γινόταν αλλού με επιφανειακές μεθόδους κι αλλού με τεχνητή βροχή, με την μέθοδο ιδιωτικών συγκροτημάτων τεχνητής βροχής, στις περιπτώσεις που αδυνατεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της άρδευσης. Η

άρδευση γινόταν με αυλάκια ή κατάκλυση και η λήψη του νερού από τις τριτεύουσες διώρυγες με πλαστικά σιφώνια ή υπερχειλίση αυτών.

Τα δίκτυα είναι υπολογισμένα με ειδική παροχή $q=0,09$ L/sec/στρ. και 24ωρη λειτουργία με μεγάλη ελευθερία ζήτησης, υπολογισμένο ότι θα μπορούσε να λειτουργήσει κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς προκαθορισμένο ωρολόγιο πρόγραμμα. Στην πράξη εφαρμόζεται 15ωρη λειτουργία με εφαρμογή προκαθορισμένου ημερολογίου προγράμματος.

Γενικότερα, εξ αιτίας των προβλημάτων που παρουσιαζόταν τα τότε επιφανειακά δίκτυα, η άρδευση των καλοκαιρινών καλλιεργειών γίνεται προβληματική σε βαθμό που ο δείκτης αξιοποίησης των έργων βρίσκεται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα.

Το αρδευτικό δίκτυο Πόρου εξυπηρετεί συνολική ακαθάριστη έκταση 14.300 στρ. Τροφοδοτούνταν μέσω του αντλιοστασίου Πόρου που βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της λίμνης σε απόσταση 750m από αυτήν και η άντληση γινόταν από μέσο υψόμετρο 469m περίπου.

Το παλιό αντλιοστάσιο έφερε δύο ανεξάρτητα αντλητικά συγκροτήματα. Το ένα ανύψωνε το νερό μέσω καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου $\Phi 800$ και μήκος 88m σε υψόμετρο 498,30 και τροφοδοτεί την διώρυγα Δ1, η οποία άρδευε την υψηλή ζώνη της περιοχής Πόρου. Το άλλο ανύψωνε το νερό μέσω του καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου $\Phi 600$ και μήκους 64m σε υψόμετρο 483,63 και τροφοδοτούσε την διώρυγα Δ2 η οποία άρδευε την χαμηλή ζώνη της περιοχής Πόρου.

3.2.5. Πρώην αρδευτικό δίκτυο Ανατολής

Το αρδευτικό δίκτυο Ανατολής εξυπηρετούσε συνολική ακαθάριστη έκταση 16.500 στρ. στις περιοχές της Ανατολής και της Λαγκάτσας όπου βρίσκεται και η ομώνυμη σήραγγα που αναφέρθηκε στην παράγραφο των αντιπλημμυρικών έργων. Τροφοδοτούνταν με νερά της λίμνης Παμβώτιδας μέσω του αντλιοστασίου Ανατολής. Η άντληση γινόταν από κανονική στάθμη αναρρόφησης 469m περίπου. Το αντλούμενο νερό ανυψωνόταν μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου $\Phi 900$ και μήκους 937m σε υψόμετρο 484,75m, όπου ήταν η αρχή της προσαγωγού διώρυγας Λαγκάτσας και των πρωτεύουσών διωρύγων της περιοχής Ανατολής.

Το αρδευτικό δίκτυο ανατολής είχε εγκαταλειφθεί από άποψη λειτουργίας αρκετά χρόνια πριν την έναρξη των εργασιών εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης των αρδευτικών δικτύων του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Πιο συγκεκριμένα ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 η περιοχή άρχισε να αποκτά οικιστικό χαρακτήρα και να εντάσσεται σταδιακά στο Γ.Π.Σ. της πόλης των Ιωαννίνων. Έτσι όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.1 το μόνο κομμάτι του δικτύου Ανατολής που διατηρεί αγροτικό χαρακτήρα, δηλαδή η παραλίμνια ζώνη του Τ.Ο.Ε.Β. Ανατολής που εκτείνεται βόρεια

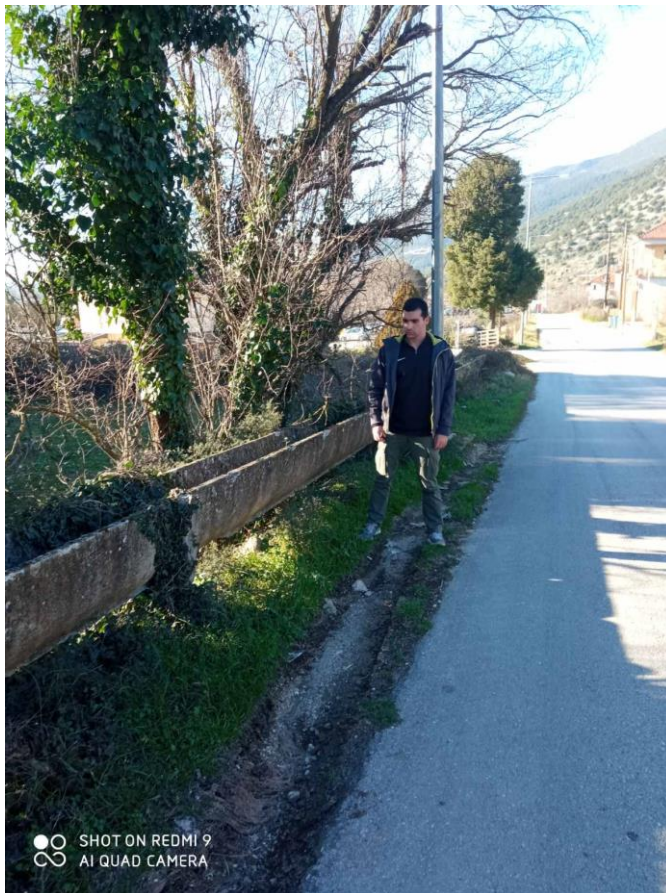
του οικισμού Κατσικά αποφασίστηκε να ενσωματωθεί στο δίκτυο της περιοχής Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.



Εικόνα 3-1: Διώρυγα ανοικτού αγωγού του προγενέστερου αρδευτικού δικτύου της περιοχής που παρέμεινε μετά την αποξήλωση του μεγαλύτερου κομματιού του παλιού έργου



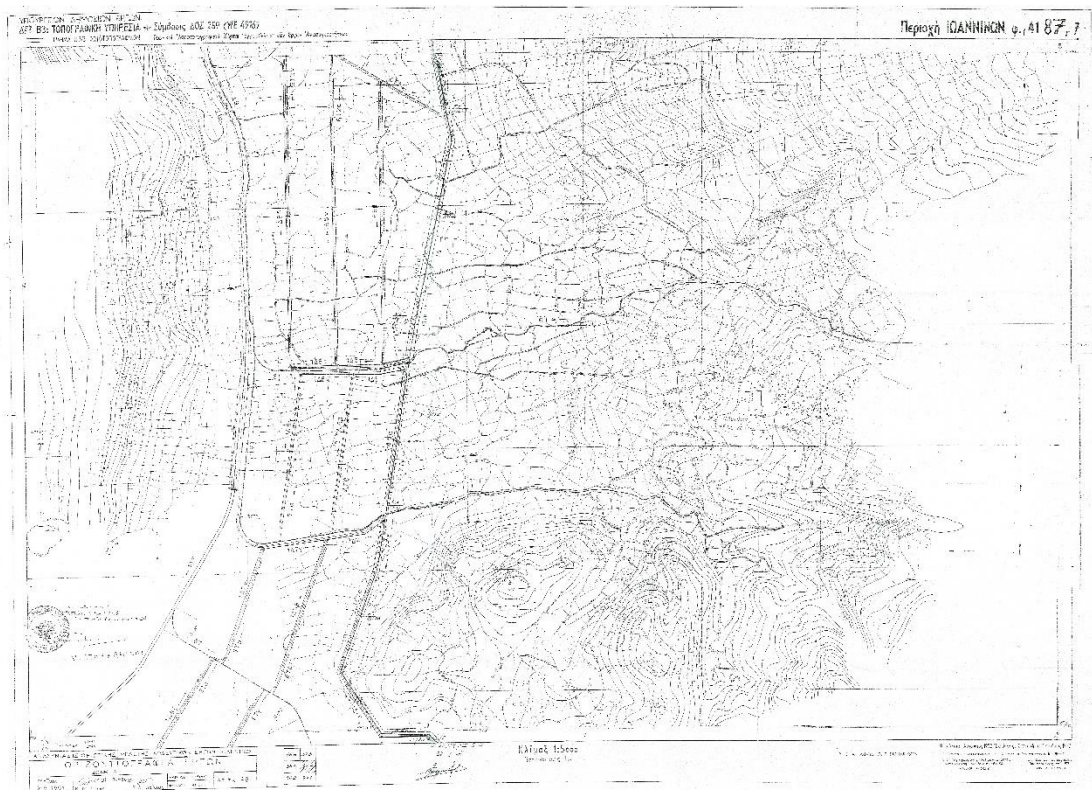
Εικόνα 3-2: Εσωτερικό μέρος διώρυγας προγενέστερου αρδευτικού δικτύου περιοχής Πόρου που παρέμεινε μετά την αποξήλωση του έργου



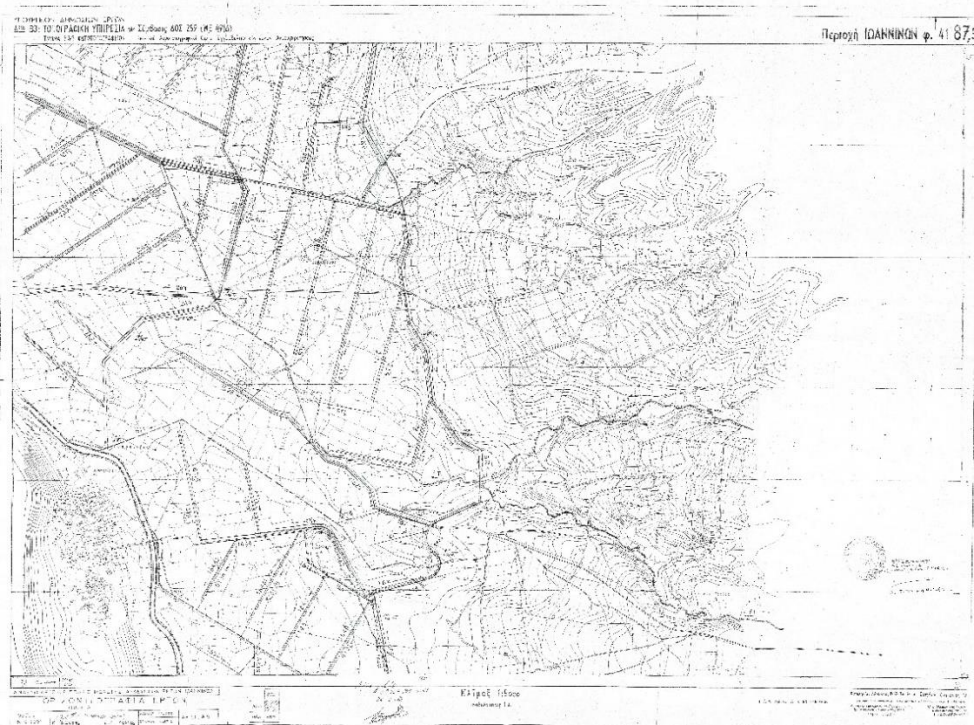
Εικόνα 3-3: Καναλέτο παλιού αρδευτικού δικτύου που παρέμεινε μετά την αποξήλωση του προγενέστερου έργου



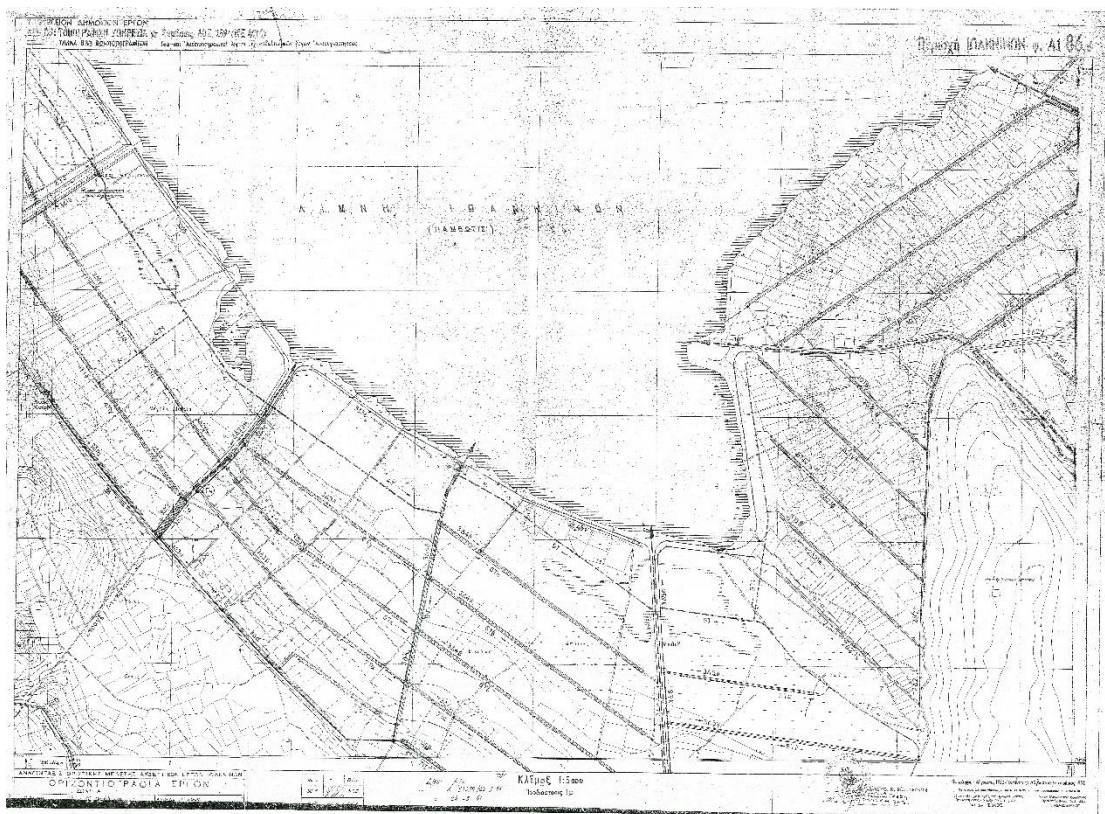
Εικόνα 3-4: Καναλέτο παλιού αρδευτικού δικτύου που παρέμεινε μετά την αποξήλωση του προγενέστερου έργου με ειδικό φρεάτιο συλλεκτήρα για την άρδευση αγροτεμαχίου μικρότερου υψομέτρου από το καναλέτο



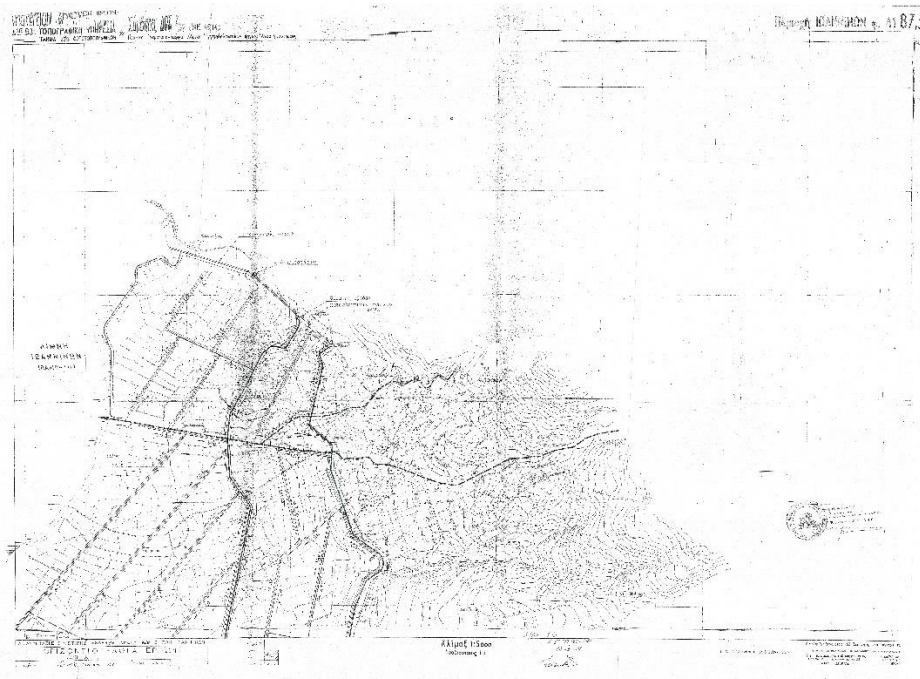
Χάρτης 3-1: Σχέδιο προγενέστερου αρδευτικού δικτύου με υπομνήματα και τίτλους στην καθαρεύουσα



Χάρτης 3-2: Σχέδιο προγενέστερου αρδευτικού δικτύου με υπομνήματα και τίτλους στην καθαρεύουσα



Χάρτης 3-3: Σχέδιο προγενέστερου αρδευτικού δικτύου με υπομνήματα και τίτλους στην καθαρεύουσα



Χάρτης 3-4: Σχέδιο προγενέστερου αρδευτικού δικτύου με υπομνήματα και τίτλους στην καθαρεύουσα

3.2.6. Προγενέστερο αγροτικό οδικό δίκτυο

Η περιοχή μελέτης καλυπτόταν από πλήρες πρωτεύον και δευτερεύον αγροτικό δίκτυο που βρισκόταν σε σχετικά ικανοποιητική κατάσταση, έχρηζε όμως αμμοχαλικοστρώσεων, τοπικών επισκευών και βελτιώσεων εργασίες που συμπεριλήφθηκαν στην κατασκευή του έργου.

3.3. Υφιστάμενη κατάσταση περιοχής δικτύων Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

Στην συγκεκριμένη παράγραφο περιγράφονται τα μέρη και οι λειτουργίες του αρδευτικού δικτύου του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου σύμφωνα με την υπάρχουσα επικρατούσα κατάσταση. Η σημερινή δομή και λειτουργία του αρδευτικού δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου στηρίχθηκε στις εργασίες εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης των αρδευτικών δικτύων Α΄ και Β΄ του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων.

3.3.1. Γενική περιγραφή

Το αρδευτικό δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου έχει σκοπό την υδροδότηση για την ανάπτυξη των καλλιεργειών της ομώνυμης περιοχής που βρίσκεται σε μικρή χιλιομετρική απόσταση από την πόλη των Ιωαννίνων. Η λειτουργία του στηρίζεται όπως έχει ήδη αναφερθεί στο έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α΄ και Β΄ λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Η κατασκευή του έργου άρχισε το 2007 και ολοκληρώθηκε το 2014 με την τεχνική έκθεση αποπερατωμένου έργου να ολοκληρώνεται τον Μάρτιο του 2016, γεγονότα μέσω των οποίων συμπεραίνεται και η παλαιότητα των αγωγών του δικτύου.

Το δίκτυο αποτελείται από 3 επιμέρους υποδίκτυα, που τροφοδοτούνται από τις δεξαμενές Π1, Π2 και Π3 οι οποίες γεμίζουν με νερό μέσω των αντλιοστασίων Α1, Α2 και Α3 του δικτύου. Η μικτή έκταση που καλύπτει το δίκτυο είναι 19.290 στρέμματα (μαζί με το αγροτικό οδικό δίκτυο) ενώ η καθαρή 17.360 στρέμματα από τα οποία αρδεύονται τα 13.000 περίπου με κύριες καλλιέργειες να είναι ο αραβόσιτος, η μηδική και τα μικρά λαχανικά. Επιπλέον το οδικό δίκτυο της περιοχής, το δίκτυο δηλαδή αγροτικής οδοποιίας είναι 115 km ενώ το στραγγιστικό 90 km. Ο Τ.Ο.Ε.Β. διοικείται από μελές συμβούλιο το οποίο εκλέγεται από τους παραγωγούς της περιοχής κάθε χρόνια μέσω γενικής συνέλευσης. Τέλος η υπηρεσία του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου στεγάζεται σε κτίριο που βρίσκεται κοντά στο χωριό Καστρίτσα των Ιωαννίνων.



Εικόνα 3-5: Στο γραφείο της υπηρεσίας Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

3.3.2. Δίκτυα Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

Το δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου αρχίζει από τα αντλιοστάσια Α1 και Α2 που βρίσκονται σε κοινή περιοχή και τροφοδοτεί τις δεξαμενές Π1, Π2 και Π3. Ωστόσο για την τροφοδότηση της τελευταίας δεξαμενής Π3, εξαιτίας της αυξημένης απόστασης από τα αντλιοστάσια Α1 και Α2 κατασκευάστηκε και ενδιάμεσο αντλιοστάσιο Α3.

Η τροφοδότηση των δεξαμενών γίνεται από ελατό χυτοσίδηρο διαφόρων διαμέτρων.

Το συνολικό μήκος του αρδευτικού δικτύου είναι 147 km.

Η μεταφορά του νερού και η άρδευση των υποπεριοχών Π1, Π2 και Π3 γίνεται από τις αντίστοιχες δεξαμενές με αγωγούς πολυαιθυλενίου (PE) 12.5 atm για διαμέτρους από Φ90 μέχρι Φ400 και χαλυβδοσωλήνες για τις μεγαλύτερες διαμέτρους. Η άρδευση επιτεύχθηκε με την χρήση σύγχρονων συσκευών υδροληψίας άρδευσης τύπου Schlumberger.

3.3.3. Εξοπλισμός ελέγχου & προστασίας δικτύου

Στην περιοχή δικαιοδοσίας του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου έχει εγκατασταθεί εξοπλισμός ελέγχου και προστασίας δικτύου ο οποίος περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- α. Αυτόματους αερεξαγωγούς, στα υψηλά σημεία του δικτύου
- β. Διατάξεις εκκενώσεως, στα χαμηλά σημεία του δικτύου
- γ. Αντιπληγματικές βαλβίδες
- δ. Δικλείδες ελέγχου συρταρωτού τύπου στην αρχή κάθε κλάδου σωλήνωσης
- ε. Υδροληψίες (υδροστόμια) τύπου Schlumberger



Εικόνα 3-6: αερεξαγωγός άρδευσης **Εικόνα 3-7:** αντιπληγματική βαλβίδα



Εικόνα 3-8: Δικλείδα ελέγχου

(πηγή:

[http://www.evdos.gr/site/category/%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97?catId=02&extLang\)](http://www.evdos.gr/site/category/%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97?catId=02&extLang)



Εικόνα 3-9: Υδροληψία (υδροστόμιο) δικτύου περιοχής Πόρου

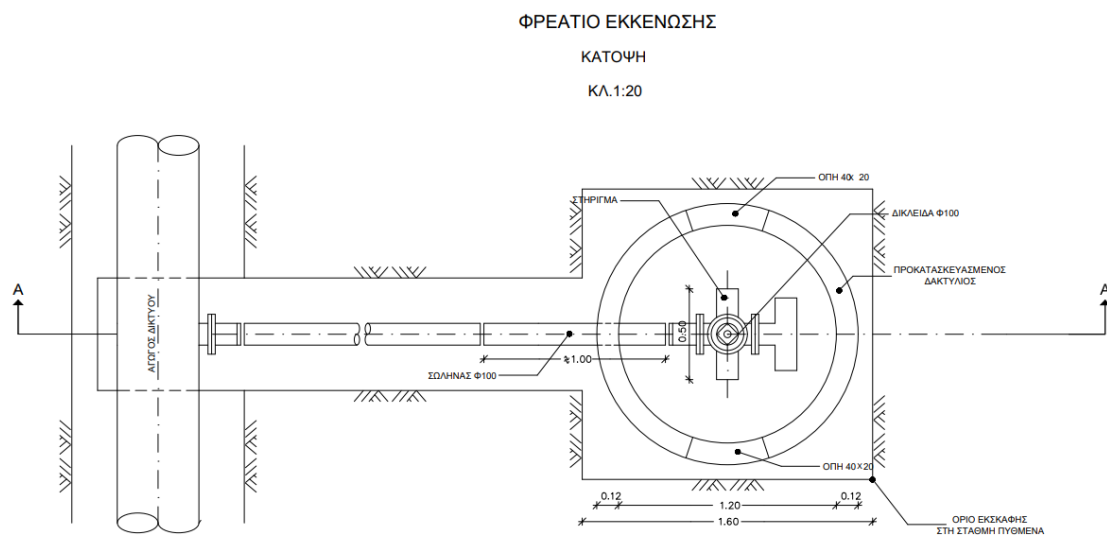


Εικόνα 3-10: Υδροληψία (υδροστόμιο) δικτύου περιοχής Πόρου

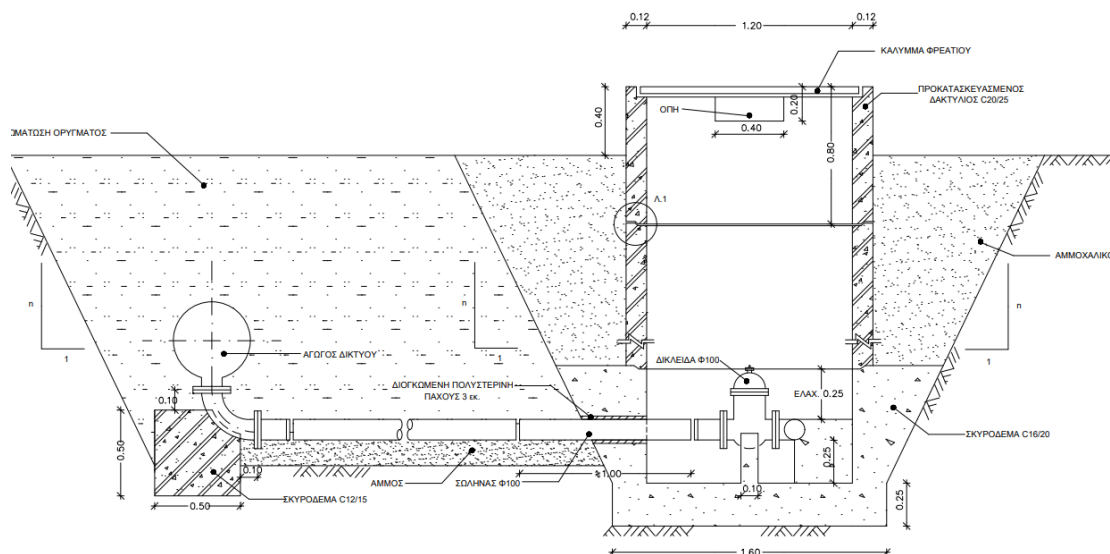


Εικόνα 3-11: Υδραυλική βαλβίδα ελέγχου και αερεξαγωγός δικτύου περιοχής Πόρου

Στην συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα σχέδια που αφορούν τον εξοπλισμό ελέγχου και προστασίας δικτύου



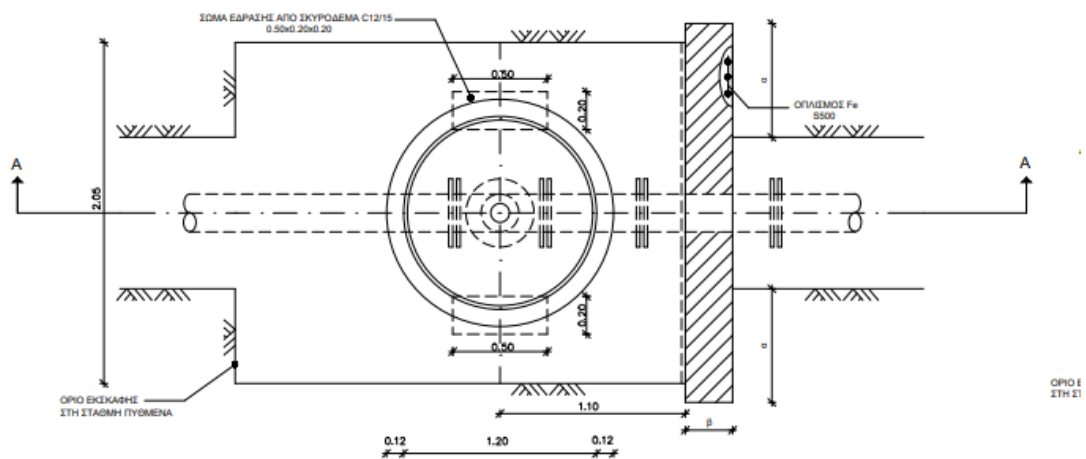
Εικόνα 3-12: Σχέδιο κάτοψης φρεατίου εκκένωσης από την μελέτη του έργου



Εικόνα 3-13: Σχέδιο τομής φρεατίου εκκένωσης από την μελέτη του έργου

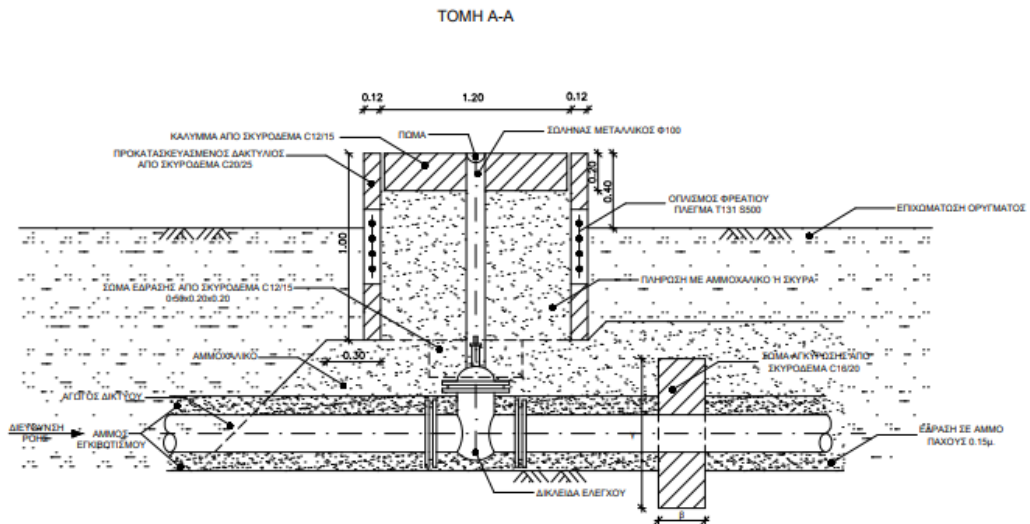
**ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΥΠΟΥ Τ1
(ΓΙΑ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ Φ100 ΕΩΣ Φ300)
ΚΛ. 1:20**

ΚΑΤΟΨΗ



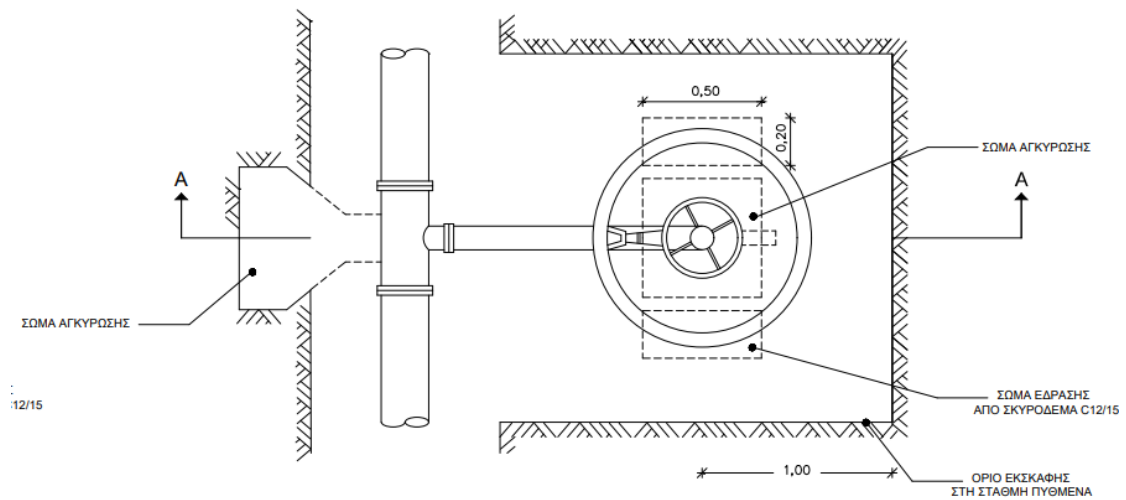
ΤΟΜΗ Α-Α

Εικόνα 3-14: Σχέδιο κάτοψης φρεατίου δικλείδας ελέγχου από την μελέτη του έργου



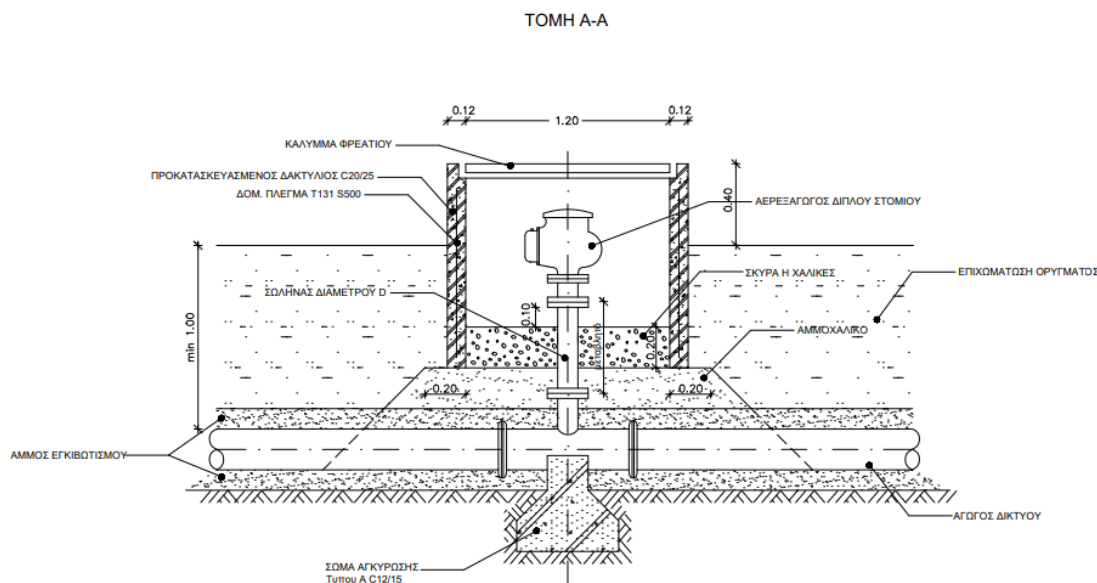
Εικόνα 3-15: Σχέδιο τομής φρεατίου δικλείδας ελέγχου από την μελέτη του έργου

**ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ
 ΚΑΤΟΨΗ
 ΚΛ. 1:20**



Εικόνα 3-16: Σχέδιο κάτοψης φρεατίου ενδιάμεσης υδροληψίας (ενδιάμεσου υδροστομίου) από την μελέτη του έργου

Εικόνα 3-20: Σχέδιο κάτοψης φρεατίου αερεξαγωγού από την μελέτη του έργου



Εικόνα 3-21: Σχέδιο τομής φρεατίου αερεξαγωγού από την μελέτη του έργου

3.3.4. Προβλήματα λειτουργίας δικτύου

Σύμφωνα με μαρτυρίες των παραγωγών καθώς και συζητήσεις με τον πρόεδρο του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου κατά την λειτουργία του δικτύου αντιμετωπίζονται τα ακόλουθα προβλήματα

1. Οι αντλίες των καταθλιπτικών αγωγών δεν λειτουργούν όλο το 24ωρο και γενικότερα είναι σε λειτουργία λιγότερες ώρες απ' ότι το δίκτυο εξαιτίας των υψηλών κοστολογίων του ρεύματος. Κατά συνέπεια οι δεξαμενές αδειάζουν συχνά και οι αγωγοί γεμίζουν με m^3 ατμοσφαιρικού αέρα που έχει ως αποτέλεσμα, την στιγμή που θα αρχίσει πάλι η τροφοδοσία να δημιουργούνται θραύσεις, ρωγμές, διασπάσεις και ρηγματώσεις στους αγωγούς του δικτύου. Έτσι υπάρχουν απώλειες νερού και μειωμένες παροχές εξαιτίας της υπερβολικής πίεσης.
2. Μία θραύση αγωγού αδειάζει γρήγορα την δεξαμενή, ακόμα και μέσα σε τρεις ώρες, με το κοστολόγιο ρεύματος για την λειτουργία των αντλιών να είναι ιδιαίτερα υψηλό για να γίνει πλήρη επανατροφοδοσία των δεξαμενών. Ενδεικτικά για να λειτουργήσει μία δεξαμενή όπως η Π1 που έχει ωφέλιμο όγκο $9408 m^3$ και αδειάζει μέσα σε τρεις περίπου ώρες από θραύση αγωγού χρειάζονται 500 €.
3. Η συντήρηση του εξοπλισμού των αρδευτικών δικτύων δηλαδή των αερεξαγωγών, βαλβίδων εκκενώσεως, αντιπληγματικών βαλβίδων, δικλιδών ελέγχου και υδροληψιών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή και απαιτεί υψηλή τεχνογνωσία ιδιαίτερα τον

Μάρτιο όπου υπάρχει απραξία μηνών και γίνονται προετοιμασίες για την ερχόμενη αρδευτική περίοδο που αρχίζει τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου

4. Οι καλλιέργειες των μικρών λαχανικών που υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό στην αρδευόμενη περιοχή είναι αδύνατον να ποτιστούν με συστήματα καταιονισμού για να μην υπάρξουν προβλήματα ανάπτυξης στον βλαστό και το φύλλωμά των φυτών. Οπότε οι παραγωγοί καταφεύγουν σε μεθόδους επιφανειακής άρδευσης μέσα από καινοτομίες και πατέντες διαχείρισης του νερού μετά την έξοδο από τις υδροληψίες που οδηγούν ωστόσο σε ιδιαίτερα μεγάλη σπατάλη ύδατος



Εικόνα 3-22: Κατασκευή αρδευτικού δικτύου

3.3.5. Δεξαμενές Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου έχει στην διάθεσή του 3 δεξαμενές για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών. Πιο συγκεκριμένα, την δεξαμενή Π1 που βρίσκεται στον οικισμό Λογγάδες των Ιωαννίνων, την Π2 στην Βασιλική Ιωαννίνων και την Π3 στην Καραδήμα Ιωαννίνων.

1. Δεξαμενή Π1

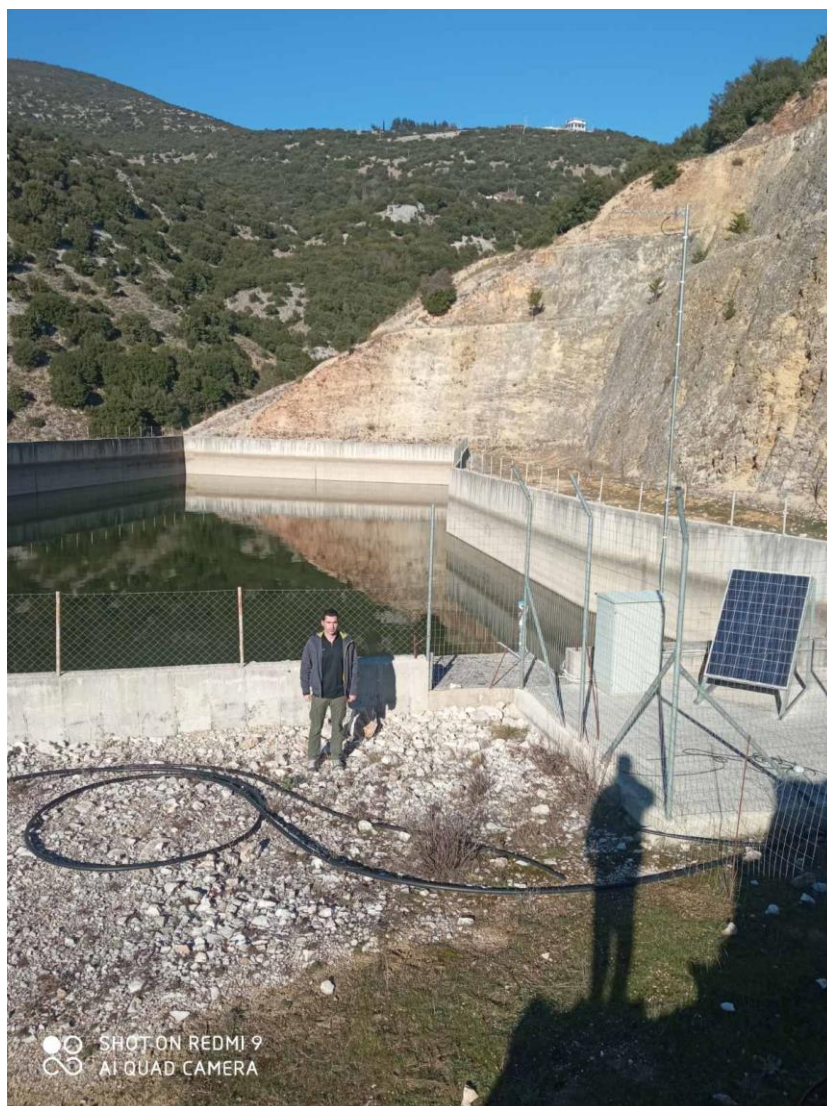
Η δεξαμενή Π1 τροφοδοτείται από την αντλητική ενότητα Α1.1. του αντλιοστασίου Α1 (βλέπε επόμενη παράγραφο) μέσω καταθλιπτικού αγωγού από ελατό χυτοσίδηρο διαμέτρου Φ600 και μήκους περίπου 1.1 km. Κατασκευάστηκε από ωπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25 με κατακόρυφα πρανή. Επί του κατασκευασμένου από σκυρόδεμα πυθμένα, διαστρώθηκε άοπλο σκυρόδεμα ποιότητας C8/10, προκειμένου να αποκτηθούν οι κατάλληλες κλίσεις.

Το υψόμετρο του πυθμένα (άνω μέρος του σκυροδέματος κλίσεων) βρίσκεται στο +549,10m. Η δεξαμενή έχει επιφάνεια πυθμένα 2.688 m² και ωφέλιμο όγκο 9.408m³.

Στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής έχουν προβλεφθεί δύο **αγωγοί εκκένωσης** διαμέτρων Φ300 και Φ400, ενώ στο ανώτερο σημείο της έχει προβλεφθεί αγωγός υπερχειλίσης διαμέτρου Φ400, όλοι από ελατό χυτοσίδηρο, που οδηγούν το νερό σε φρεάτια καταστροφής ενέργειας και κατόπιν φυσικούς αποδέκτες.

Η τροφοδοσία του δικτύου άρδευσης από την δεξαμενή Π1 γίνεται από αγωγό από ελατό χυτοσίδηρο διαμέτρου Φ700.

Η δεξαμενή Π1 εδράζεται σε ασβεστόλιθο.



Εικόνα 3-23: Δεξαμενή Π1 περιοχής Πόρου



Εικόνα 3-24: Δεξαμενή Π1 περιοχής Πόρου



Εικόνα 3-25: αγωγός υπερχείλισης δεξαμενής Π1

Κατασκευάστηκε από ωπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25 με κατακόρυφα πρηνή. Επί του κατασκευασμένου από σκυρόδεμα πυθμένα διαστρώθηκε άοπλο σκυρόδεμα ποιότητας C8/10, προκειμένου να αποκτηθούν οι κατάλληλες κλίσεις.

Το υψόμετρο του πυθμένα (άνω μέρος του σκυροδέματος κλίσεων) βρίσκεται στο +576,10m. Η δεξαμενή έχει επιφάνεια πυθμένα 2.129m² και ωφέλιμο όγκο 8.516m³

Στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής έχουν προβλεφθεί δύο αγωγοί εκκένωσης διαμέτρων Φ400, ενώ στο ανώτερο σημείο της έχει προβλεφθεί **αγωγός υπερχειλίσης** διαμέτρου Φ400, όλοι από ελατό χυτοσίδηρο, που οδηγούν το νερό σε φρεάτια καταστροφής ενέργειας και κατόπιν φυσικούς αποδέκτες.

Η τροφοδοσία από την δεξαμενή Π3 γίνεται από αγωγό από ελατό χυτοσίδηρο διαμέτρου Φ700.

Η δεξαμενή Π3 εδράζεται σε φλύσχη.

3.3.6. Αντλιοστάσια Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου

Στην περιοχή του Πόρου λειτουργούν 3 αντλιοστάσια. Ειδικότερα το Α2 που προϋπήρχε και αναβαθμίστηκε κατά το έργο της αναμόρφωσης αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων, το Α1 που είναι διζωνικό και αποτελείται από δύο διακεκριμένες ενότητες αντλητικών συγκροτημάτων Α1.1. και Α1.2. ενώ βρίσκεται σε κοινό χώρο με Α2 καθώς και το Α3 που δημιουργήθηκε κατά την περίοδο κατασκευής του έργου.

1. Αντλιοστάσιο Α1

Το αντλιοστάσιο Α1 κατασκευάστηκε στον οικισμό των Λογγάδων και αντλεί νερό από την λίμνη Παμβώτιδα. Η θέση του σε σχέση με την αρχική μελέτη είναι ελαφρώς μετατοπισμένη καθώς τελικά επιλέχθηκε να κατασκευαστεί ακριβώς δίπλα (ανατολικά) από το αντλιοστάσιο Α2 που προϋπήρχε στην περιοχή.

Επειδή η θέση του αντλιοστασίου ήταν ακριβώς δίπλα στην λίμνη, απαιτήθηκε η χρήση πασαλοσανίδων προκειμένου να επιτευχθούν κατάλληλες συνθήκες για την εκσκαφή και την σκυροδέτησή του. Το κτήριο του αντλιοστασίου Α1 είναι ορθογωνικό, αποτελείται από υπόγειο διαστάσεων 17,50x7,16m και ελεύθερου ύψους 6,90m (ή 2,85m στην περιοχή του παταριού) και πατάρι διαστάσεων 13.40x2.15m και ελεύθερου ύψους 3.90m. Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου κατασκευάστηκε από ωπλισμένο σκυρόδεμα, κατά κύριο λόγο ποιότητας C20/25.

Η υδροληψία του αντλιοστασίου Α1 γίνεται από την υπάρχουσα διώρυγα τροφοδοσίας τροφοδοσίας του υφιστάμενου αντλιοστασίου Α2.



Εικόνα 3-27: Στα αντλιοστάσια Α1 και Α2 της περιοχής Πόρου



Εικόνα 3-28: Στα αντλιοστάσια Α1 και Α2 της περιοχής Πόρου



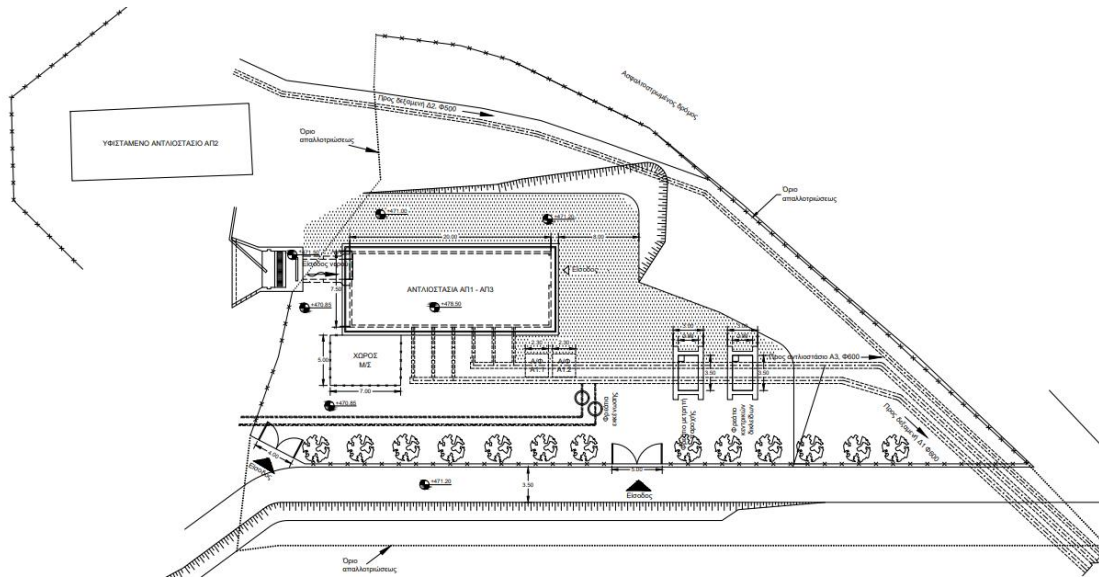
Εικόνα 3-29: Στα αντλιοστάσια Α1 και Α2 της περιοχής Πόρου δίπλα από την λίμνη Παμβώτιδα



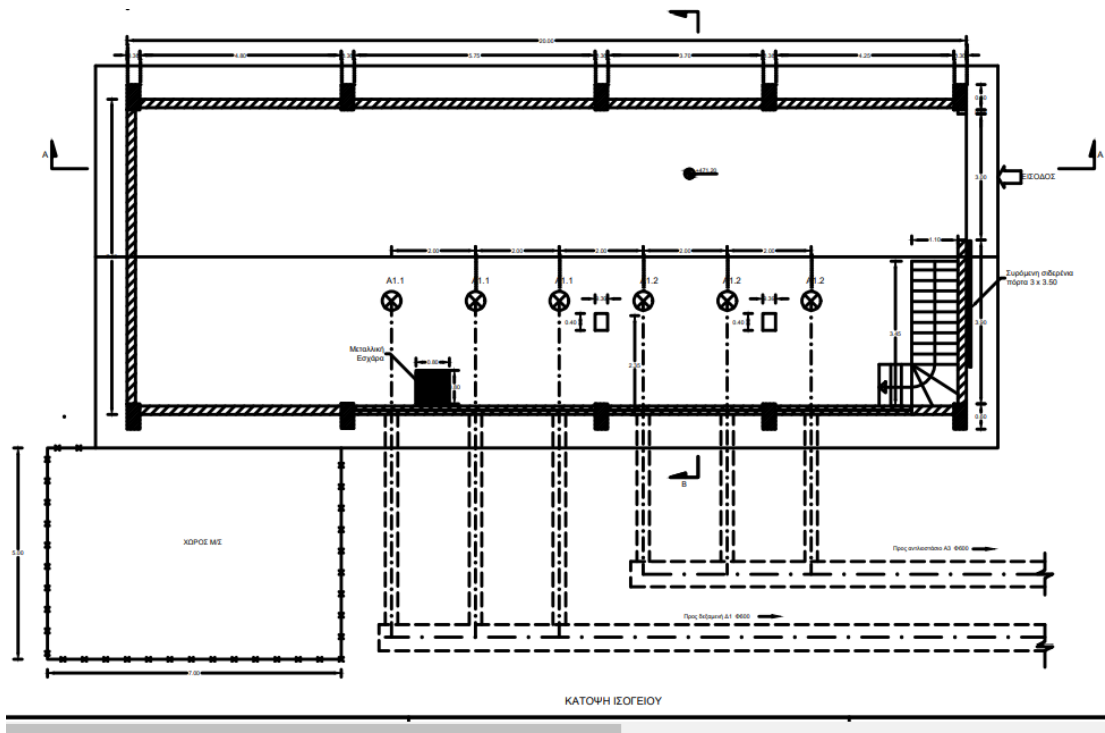
Εικόνα 3-30: Στα αντλιοστάσια Α1 και Α2 της περιοχής Πόρου δίπλα από την λίμνη Παμβώτιδα



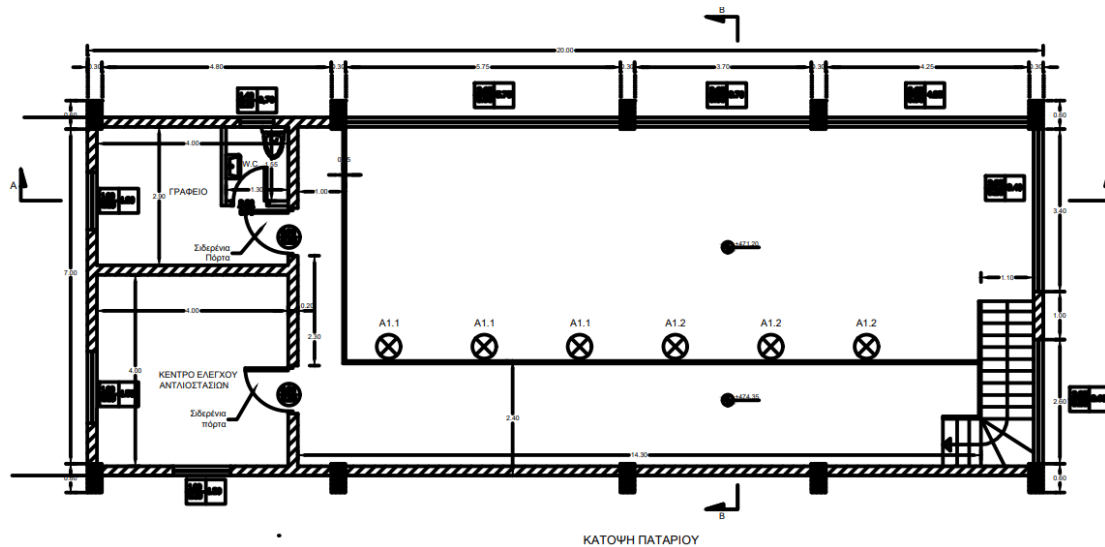
Εικόνα 3-31: Στα αντλιοστάσια Α1 και Α2 της περιοχής Πόρου δίπλα από την λίμνη Παμβώτιδα



Εικόνα 3-32: διάταξη αντλιοστασίου Α1 από την μελέτη του έργου



Εικόνα 3-33: κάτοψη ισογείου αντλιοστασίου Α1 από την μελέτη του έργου



Εικόνα 3-34: κάτοψη παταριού αντλιοστασίου A1 από την μελέτη του έργου

2. Αντλιοστάσιο A2

Για το αντλιοστάσιο A2 δεν χρειάστηκε να κατασκευαστεί νέο κτήριο καθώς αποφασίστηκε να αναβαθμιστεί το υφιστάμενο, κυρίως σε επίπεδο Η/Μ εξοπλισμού. Η θέση του όπως προαναφέρθηκε, είναι δίπλα στο αντλιοστάσιο A1. Το αντλιοστάσιο A2 τροφοδοτεί την δεξαμενή ΔΠ2 που βρίσκεται στον οικισμό Βασιλική Ιωαννίνων.

Αφού αποξηλώθηκε και απομακρύνθηκε ο παλαιός εξοπλισμός, εγκαταστάθηκε ο νέος, ο οποίος εξυπηρετεί τέσσερις αντλίες κατακόρυφης ροής.

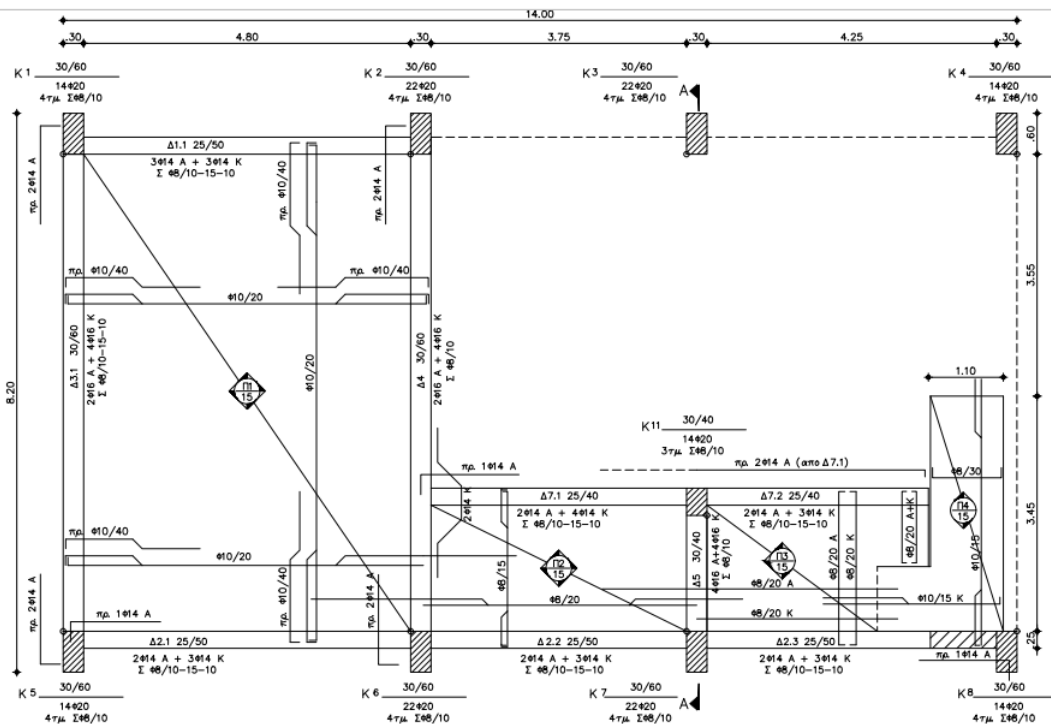
Στο αντλιοστάσιο A2 είναι εγκατεστημένο το κέντρο ελέγχου (SCADA) όλων των αντλιοστασίων και δεξαμενών που ανήκουν στην αρμοδιότητα Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου. Για το κέντρο ελέγχου κατασκευάστηκε μικρή προσθήκη που δεν προβλεπόταν στην αρχική μελέτη, διαστάσεων 7,06X4,35m, δυτικά του αντλιοστασίου A2. Η προσθήκη συνδέθηκε με το αντλιοστάσιο A2.

3. Αντλιοστάσιο A3

Το αντλιοστάσιο A3 κατασκευάστηκε πλησίον του χωριού Καραδήμα και η τροφοδότησή του με νερό γίνεται από καταθλιπτικό αγωγό που εκκινεί από το αντλητικό συγκρότημα A1.2. του αντλιοστασίου A1. Το αντλιοστάσιο A3 είναι ορθογωνικό, αποτελούμενο από υπόγειο διαστάσεων 17,00X7,60 και ελεύθερου ύψους 4,85m, ισόγειο διαστάσεων 14,00X7,50m και ελεύθερου ύψους 7,00m (ή 3,00m στην περιοχή του παταριού) και πατάρι διαστάσεων 5,40x7,50m και 7,30x2,40m και ελεύθερου ύψους 4,00m. Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου κατασκευάστηκε από ωπλισμένο σκυρόδεμα, κατά κύριο λόγο ποιότητας C20/25.

Εντός του αντλιοστασίου Α3 εγκαταστάθηκε όλος ο εξοπλισμός που προβλεπόταν από την μελέτη Η/Μ εγκαταστάσεων, προκειμένου να λειτουργούν απρόσκοπτα οι τρεις αντλίες κατακόρυφης ροής.

Εκτός του αντλιοστασίου Α3, έχει χωροθετηθεί και κατασκευαστεί ο περιγραφόμενος υποσταθμός και τα αεροφυλάκια αντιπληγματικής προστασίας.



ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΑΤΑΡΙΟΥ (ΣΤ. +509.55)

Εικόνα 3-35: Ξυλότυπος δαπέδου-παταριού αντλιοστασίου Α3 από την μελέτη του έργου

3.3.7. Η/Μ εξοπλισμός έργου

Το έργο περιλαμβάνει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των αντλιοστασίων Α1, Α2 και Α3 το δικτύου Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου.

Όπως αναφέρθηκε το αντλιοστάσιο Α1 αποτελείται από δύο ενότητες αντλητικών συγκροτημάτων Α1.1 και Α1.2, εγκατεστημένες σε κοινό κτίριο.

Η ζώνη Α1.1 εξυπηρετεί το δίκτυο Π1 μέσω της υπερυψωμένης δεξαμενής αναρρύθμισης Δ1, στην οποία καταθλίβει το νερό μέσω καταθλιπτικού αγωγού του οποίου το αρχικό τμήμα είναι χαλύβδινο DN500, L=50m και το υπόλοιπο από ελατό χυτοσίδηρο (dictille iron), DN600, L=1.030m και έχει συνολική παροχή Q=394 L/sec η οποία καλύπτεται από δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα συν ένα εφεδρικό με φυγοκεντρικές κατακόρυφες αντλίες ονομαστικών χαρακτηριστικών $Q_0=197$ L/sec=710m³/h και $H_0=93,00$ m και κατακόρυφους κινητήρες κοίλου άξονα 1500RPM και ονομαστικής ισχύος τουλάχιστον 315 KW.

Για την αντιπληγματική προστασία διαθέτει ένα αεροφυλάκιο κυλινδρικό DN1800, H=3200mm και δύο αεροσυμπιεστές, παροχής 369L/min

Η ζώνη A1.2 αποτελεί την πρώτη βαθμίδα άντλησης προς την δεξαμενή Δ3 και καταθλίβει το νερό στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου A3, μέσω καταθλιπτικού αγωγού του οποίου το αρχικό τμήμα είναι χαλύβδινο DN500, L=50m και το υπόλοιπο από ελατό χυτοσίδηρο, DN600, L=8.520m και έχει συνολική παροχή $Q=355 \text{ L/sec}=1.278 \text{ m}^3/\text{h}$ η οποία καλύπτεται από δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα συν ένα εφεδρικό με φυγοκεντρικές κατακόρυφες αντλίες ονομαστικών χαρακτηριστικών $Q_0=178 \text{ L/sec}=639 \text{ m}^3/\text{h}$ και $H_0=64,00\text{m}$ και κατακόρυφους κινητήρες κοίλου άξονα 1500ARM και ονομαστικής ισχύος τουλάχιστον 200 KW.

Για την αντιπληγματική προστασία διαθέτει ένα αεροφυλάκιο κυλινδρικό DN1800, H=5200mm και δύο αεροσυμπιεστές, παροχής 369L/min

Οι δύο ζώνες έχουν ενιαία παροχή ηλεκτρικής ενέργειας υπό μέση τάση μέσω υποσταθμού με δύο μετασχηματιστές ισχύος 800 KVA/20/0,4 KV, ενιαίο γενικό πίνακα χαμηλής τάσεως και ενιαίο σύστημα αυτομάτου λειτουργείας μετρήσεων και παρακολούθησης με προγραμματισμένο λογικό ελεγκτή (PLC) και ενιαίο πίνακα αυτοματισμού στον οποίο παράγονται οι πληροφορίες από τους εξωτερικούς αισθητήρες των δύο ζωνών και του κοινού, των εξοπλισμού, μέσω καλωδίων κατάλληλων για μετάδοση ψηφιακών και αναλογικών σημάτων. Κατ' εξαίρεση η μετάδοση του σήματος στάθμης της ρυθμιστικής δεξαμενής της ζώνης A1.2 (θάλαμος αναρρόφησης A3) θα γίνεται με ασύρματο σύστημα.

Το σύστημα αυτοματισμού λειτουργεί τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, τον προστατεύει από ανεπίτρεπτες συνθήκες λειτουργείας και παρέχει μέσω κατάλληλων σημάτων τις απαραίτητες πληροφορίες για την λειτουργία και την κατάσταση του εξοπλισμού κάθε ζώνης και μεταδίδει τις απαιτούμενες πληροφορίες στο κέντρο ελέγχου.

Το αντλιοστάσιο διαθέτει γερανογέφυρα πλήρως ηλεκτροκίνητη ανοίγματος 7,00m, διαδρομές αγκίστρου 6,00m και ανυψωτικής ικανότητας 320 kp.

Διαθέτει επίσης συστήματα εξωτερικού και εσωτερικού φωτισμού, γειώσεων, αλεξικέραυνου και πυρόσβεσης, και αντλητικά συγκροτήματα εκκένωσης στα φρεάτια των παροχόμετρων των δύο ζωνών και στο θάλαμο αναρρόφησης.

Στον εξοπλισμό του αντλιοστασίου συμπεριλαμβάνεται και ο εξοπλισμός του έργου προσαγωγής αποτελούμενος από διμερή εσχάρα συγκράτησης των φερτών συνολικών διαστάσεων 2,00X2,00m, οι ξύλινοι δοκοί έμφραξης και το χειροκίνητο θυρόφραγμα απομόνωσης του θαλάμου αναρρόφησης διαστάσεων 2,00X2,00m.

Στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του αντλιοστασίου A1 περιλαμβάνεται και ο εξοπλισμός της δεξαμενής αναρρόφησης Δ1 και του κέντρου τηλεελέγχου των αντλιοστασίων A1, A1 και A3 που είναι εγκατεστημένο σε αυτό.

Η μετάβαση πληροφοριών από τα αντλιοστάσια A1, A2 προς το κέντρο τηλεελέγχου θα γίνεται με ενσύρματο σύστημα, ενώ το αντλιοστάσιο A3 με ασύρματο σύστημα.

Στο αντλιοστάσιο Α2 (πρώην Αντλιοστάσιο Πόρου) έχει εγκατασταθεί ο εξοπλισμός άντλησης προς την δεξαμενή αναρρύθμισης Δ2. Το αρχικό τμήμα του καταθλιπτικού αγωγού είναι χαλύβδινο DN500, L=50m και το υπόλοιπο από ελατό χυτοσίδηρο DN500, L=5.680m

Η συνολική παροχή του αντλιοστασίου είναι $Q=330 \text{ L/sec}= 1.188 \text{ m}^3/\text{h}$ η οποία καλύπτεται από δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα συν ένα εφεδρικό με φυγοκεντρικές κατακόρυφες αντλίες ονομαστικών χαρακτηριστικών $Q_0=110 \text{ L/sec}=396 \text{ m}^3/\text{h}$ και $H_0=134,00\text{m}$ και κατακόρυφους κινητήρες κούλου άξονα 1500RPM και ονομαστικής ισχύος τουλάχιστον 250 KW.

Ο εξοπλισμός του αντλιοστασίου συγκροτείται από στοιχεία του πρώην Αντλιοστασίου Πόρου, που τροποποιήθηκαν και συντηρούνται κατάλληλα και από νέα στοιχεία που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του προβλεπόμενου συνολικού εξοπλισμού.

Από τον εξοπλισμό του πρώην αντλιοστασίου πόρου (σημερινό Α2) συντηρείται ο μετασχηματιστής ισχύος 1250KVA και τα θυροφράγματα απομόνωσης των θαλάμων αναρρόφησης ενώ έχει εκσυγχρονισθεί ώστε να καταστεί πλήρης ηλεκτροκινητή γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας 3200kp.

Το σύστημα του αυτοματισμού του αντλιοστασίου λειτουργεί και προστατεύει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του αντλιοστασίου και θα μεταδίδει τις απαιτούμενες πληροφορίες στο κέντρο τηλεέγχου

Το αντλιοστάσιο διαθέτει επίσης εγκαταστάσεις εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού, γειώσεων, αλεξικέραυνου και πυρόσβεσης και αντλητικά συγκροτήματα εκκένωσης στο φρεάτιο του παροχόμετρου και στον θάλαμο αναρρόφησης.

Για την αντιπληγματική προστασία διαθέτει δύο αεροφυλάκια κυλινδρικά DN1200, H=5500mm και δύο αεροσυμπιεστές, παροχής 440L/min.

Το αντλιοστάσιο Α3 εξυπηρετεί το δίκτυο Π3 μέσω της υπερυψωμένης δεξαμενής Δ3, στην οποία καταθλίβεται το νερό μέσω καταθλιπτικού αγωγού του οποίου το αρχικό τμήμα είναι χαλύβδινο DN500, L=50m και το υπόλοιπο από ελατό χυτοσίδηρο DN500, L=2.210m και έχει συνολική παροχή $Q=335 \text{ L/sec}= 1.278 \text{ m}^3/\text{h}$ η οποία καλύπτεται από δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα συν ένα εφεδρικό με φυγοκεντρικές κατακόρυφες αντλίες ονομαστικών χαρακτηριστικών $Q_0=178 \text{ L/sec}=639 \text{ m}^3/\text{h}$ και $H_0=93,00\text{m}$ και κατακόρυφους κινητήρες κούλου άξονα 1500RPM και ονομαστικής ισχύος τουλάχιστον 250 KW.

Η ρευματοδότηση του αντλιοστασίου θα γίνεται υπό μέση τάση μέσω υποσταθμού με δύο μετασχηματιστές ισχύος 400KVA/20/0,4 KV.

Το αντλιοστάσιο θα διαθέτει όπως και τα υπόλοιπα, γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας 3200 kp συστήματα αυτοματισμού και εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης του κτιρίου.

Για την αντιπληγματική προστασία έχει δύο αεροφυλάκια κυλινδρικά DN1800, H=4000mm και δύο εροσυμπιεστές παροχής 520 l/min.

Η λειτουργία όλων των αντλιοστασίων θα παρακολουθείται συνεχώς μέσω συστήματος τηλεέλεγχου, του οποίου ο κεντρικός σταθμός ελέγχου (ΚΣΕ) είναι εγκατεστημένος στο αντλιοστάσιο Α1 και θα έχει αμφίδρομη σύνδεση με τοπικά συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου (ΤΣΕ) των αντλιοστασίων μέσω ασυρμάτου συστήματος μετάδοσης προκειμένου για το αντλιοστάσιο Α3 και ενσύρματου μέσω MODEM 485 για τα αντλιοστάσια Α1 και Α2.

3.3.8. Ενδεικτικές ποσότητες και κόστος έργου

Η υποπαράγραφος αυτή παραθέτει στοιχεία σχετικά με το κόστος μελέτης και κατασκευής του έργου καθώς και ενδεικτικά ορισμένες τιμές υλικών από τις προμετρήσεις της μελέτης. Ειδικότερα στην παράγραφο 3.1 αναφέρθηκαν οι μελετητικές εταιρείες που ανάλαβαν την εκπόνηση της μελέτης αναμόρφωσης δικτύων ζωνών Α' και Β' Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Στην συγκεκριμένη υποπαράγραφο γίνεται αναφορά και στην εταιρεία κατασκευής. Ο αρχικός προϋπολογισμός μελέτης ήταν €54.500.000 με Φ.Π.Α.

Ο ανοικτός μειοδοτικός διαγωνισμός διεξήχθη στις 7/11/2006 και ανάδοχος ανακηρύχθηκε η εργοληπτική επιχείρηση ΜΟΧΛΟΣ Α.Ε. που προσέφερε μέση έκπτωση 53,44% επί του προϋπολογισμού μελέτης.

Στις 20/3/2007 υπεγράφη η σύμβαση κατασκευής του έργου, ποσού 25.375.495,39 € (με Φ.Π.Α.)

Στις 5/10/2012 και ενώ η κατασκευή του έργου βρισκόταν σε εξέλιξη ο κατασκευαστικός κλάδος της ΜΟΧΛΟΣ Α.Ε. απορροφήθηκε από την εταιρεία ΠΟΡΤΟ ΚΑΡΡΑΣ Α.Ε., η οποία υποκατάστησε έτσι την αρχική ανάδοχο ΜΟΧΛΟΣ Α.Ε. σε όλα τα δικαιώματα και υποχρεώσεις που απέρρεαν από την σύμβαση κατασκευής του έργου.

Το έργο περατώθηκε στις 31/12/2013, σύμφωνα με την σχετική βεβαίωση περάτωσης εργασιών.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι προμετρήσεις για τις διαμέτρους των αγωγών και τις δαπάνες κάθε δικτύου σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του έργου.

Πίνακας 3-2: Προμετρήσεις και δαπάνη δικτύου Π1-12.5 atm

ΔΙΑΜΕΡΟΙ	ΤΙΜΗ	ΜΗΚΟΣ	ΔΑΠΑΝΗ
700	363	1345	488235
600	297	2875	853875
500	249	2359	587504
400	148	1396	206541
355	113	850	96050
315	92	615	56580
280	76	2630	199880
225	51	4056	206832
200	43	5487	235926
160	32	5037	161179
140	28	12433	348116
110	22	1824	40120
90	18	6555	117984
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ			3598821

Πίνακας 3-3: Προμετρήσεις και δαπάνη δικτύου Π2-12.5 atm

ΔΙΑΜΕΡΟΙ	ΤΙΜΗ	ΜΗΚΟΣ	ΔΑΠΑΝΗ
700	363	1191	432164
600	297	2744	815106
500	249	685	170565
400	148	150	22200
355	113	2835	320358
315	92	1895	174338
280	76	1509	114654
225	51	2011	102581
200	43	3700	159080
160	32	3842	122948
140	28	8739	244699
110	22	1097	24132
90	18	6962	125319
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ			2828790

Πίνακας 3-4: Προμετρήσεις και δαπάνη δικτύου Π3-12.5 atm

ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΗ	ΜΗΚΟΣ	ΔΑΠΑΝΗ
700	363	468	169732
600	297	2102	624419
500	249	1930	480570
400	148	2505	370740
355	113	1505	170065
315	92	1473	135508
280	76	2982	226638
225	51	1568	79947
200	43	4995	214792
160	32	3602	115272
140	28	11605	324940
110	22	1160	25520
90	18	9010	162180
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ			3100323

3.3.9. Ετήσιες εισφορές νερού

Στην υποπαράγραφο αυτή αναφέρεται η τιμολογιακή πολιτική της κατανάλωσης νερού από την υπηρεσία του Τ.Ο.Ε.Β, Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Ειδικότερα, σύμφωνα με την υπηρεσία στο συγκεκριμένο δίκτυο δεν χρησιμοποιούνται υδρόμετρα για την μέτρηση της κατανάλωσης του νερού από τους καλλιεργητές αλλά το κόστος των εισφορών προς τον Τ.Ο.Ε.Β. γίνεται με διαφορετικό τρόπο. Όλοι οι παραγωγοί λοιπόν, οι κάτοχοι δηλαδή αγροτεμαχίων στην περιοχή του Πόρου χρεώνονται πάγιες εισφορές ανάλογα με την έκταση που έχουν στην κατοχή τους. Η πάγια εισφορά και κάθε γαιοκτήμονα είναι 6,5€/στρέμμα. Επιπλέον όσοι καλλιεργητές επιθυμούν μπορούν να δηλώσουν στην υπηρεσία την χρήση κάποιας υδροληψίας (υδροστομίου) του δικτύου και θα χρεωθούν επιπλέον ορισμένα χρήματα για την κατανάλωση του αρδευτικού νερού. Συγκεκριμένα για την άρδευση του αραβόσιτου και της μηδικής η χρέωση είναι 12€/ στρέμμα ενώ για τα λαχανικά είναι 25€/στρέμμα. Επιπλέον υπάρχουν και ορισμένες εκτάσεις για τις οποίες οι παραγωγοί χρεώνονται διαφορετικά την άρδευση των καλλιεργειών. Αυτό συμβαίνει διότι στις συγκεκριμένες περιοχές έχουν τοποθετηθεί αγωγοί και υδροληψίες καθώς βρισκόταν εντός έργου αλλά εκτός αναδασμού γεγονός που τις καθιστά σε ένα προσωρινό καθεστώς «ημιδιαχείρισης» και

λειτουργίας από τον Τ.Ο.Ε.Β. της περιοχής. Για τον λόγο αυτό οι κάτοχοι των εκτάσεων αυτών δεν πληρώνουν πάγια εισφορά ενώ όσοι παραγωγοί επιλέγουν να αρδεύσουν τις καλλιέργειές τους πληρώνουν 20€/στρέμμα για την άρδευση αραβόσιτου και μηδικής ενώ για τα λαχανικά η εισφορά είναι 30€/στρέμμα.

Σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του έργου τα δίκτυα Π1, Π2 και Π3 είναι σχεδιασμένα για κατανάλωση νερού 472 m³/στρέμμα.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΡΟΥ

4.1 Γενικά

Στο τμήμα αυτό της εργασίας θα υπολογιστεί το ύψος του νερού που απαιτείται να χορηγηθεί στις καλλιέργειες με άρδευση επιπλέον του νερού που συνεισφέρεται με άλλους τρόπους (π.χ. βροχόπτωση)

Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής, θα γίνει χρήση της εμπειρικής μεθόδου Blaney-Griddle

4.2 Κλιματικός παράγοντας f

$$f = p * (0,46 * T_{\text{mean}} + 8,13) \quad (4.1)$$

όπου

P: το μέσο ημερήσιο ποσοστό της συνολικής ετήσιας διάρκειας των ωρών της ημέρας. Δίνεται ως συνάρτηση του μήνα και του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής

T: είναι η μέση θερμοκρασία του μήνα σε °C

Ο συντελεστής **p** υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή από τον πίνακα που παρατίθεται παρακάτω (Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων του Γ.Π. Τσακίρη, Πιν 4.8)

Τα βόρεια γεωγραφικά πλάτη των οικισμών στους οποίους εκτείνεται το δίκτυο Π1 της περιοχής Πόρου σύμφωνα με την οριστική μελέτη του έργου καθώς και διαδικτυακά στοιχεία είναι τα εξής:

-Λογγάδες Ιωαννίνων: 39,6567448543

-Βασιλική Ιωαννίνων: 39,6389049845

-Καστρίτσα Ιωαννίνων: 39,6291039148

Πίνακας 4-1: συντελεστής ρ σε συνάρτηση με το βόρειο γεωγραφικό πλάτος

Πιν. 4.8 Η παράμετρος ρ σαν συνάρτηση του Γεωγραφικού Πλάτους και του χρόνου

Μέσο ημερήσιο ποσοστό της συνολικής ετήσιας διάρκειας των ωρών ημέρας (ρ).

Βόρειο Γεωγραφ. Πλάτος	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάϊ.	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.
60°	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13
58	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.40	0.39	0.34	0.28	0.23	0.18	0.15
56	0.17	0.21	0.26	0.32	0.36	0.39	0.38	0.33	0.28	0.23	0.18	0.16
54	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.38	0.37	0.33	0.28	0.23	0.19	0.17
52	0.19	0.22	0.27	0.31	0.35	0.37	0.36	0.33	0.28	0.24	0.20	0.17
50	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18
48	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19
46	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.35	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.20
44	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20
42	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
40	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
35	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22
30	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
25	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24
20	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25
15	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25
10	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
5	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
0	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

Η μέση θερμοκρασία και οι βροχοπτώσεις που χρειάζονται στην συνέχεια λαμβάνονται από τις μετρήσεις της Γεωργοτεχνικής-Γεωργοοικονομικής μελέτης εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννινών του Ν.Σούλη (τεύχος «ΠΙΝΑΚΕΣ»: πίνακας 93-1) και φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4-2: Μέση μηνιαία θερμοκρασία ανάλογα με τον μήνα της αρδευτικής περιόδου

ΜΗΝΕΣ	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία αέρα
Μάρτιος	
Απρίλιος	
Μάιος	17,4
Ιούνιος	21,9
Ιούλιος	24,8
Αύγουστος	24,3
Σεπτέμβριος	20,1
Οκτώβριος	

Οι τιμές για το δίκτυο Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου του Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων είναι

Μάιος: $p_{\mu}=0,32$ και $T_{mean}=17,4^{\circ}\text{C}$

$$f_{\mu}=(0,46*17,4+8,13)*0,32=5,1624 \text{ mm/ημέρα}$$

Ιούνιος: $p_{\mu}=0,34$ και $T_{mean}=21,9^{\circ}\text{C}$

$$f_{\mu}=(0,46*21,9+8,13)*0,34=6,1894 \text{ mm/ημέρα}$$

Ιούλιος: $p_{\mu}=0,33$ και $T_{mean}=24,8^{\circ}\text{C}$

$$f_{\mu}=(0,46*24,8+8,13)*0,33=6,4475 \text{ mm/ημέρα}$$

Αύγουστος: $p_{\mu}=0,31$ και $T_{mean}=24,3^{\circ}\text{C}$

$$f_{\mu}=(0,46*24,3+8,13)*0,32=6,1786 \text{ mm/ημέρα}$$

Σεπτέμβριος: $p_{\mu}=0,28$ και $T_{mean}=20,1^{\circ}\text{C}$

$$f_{\mu}=(0,46*20,1+8,13)*0,32=5,5602 \text{ mm/ημέρα}$$

Πίνακας 4-3: Κλιματικός παράγοντας f με βάση την μέση θερμοκρασία κάθε μήνα για μετρήσεις 41 ετών και τον συντελεστή ρ

Κλιματικός παράγοντας f					
Μήνας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
ρ	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28
T	17,4	21,9	24,8	24,3	20,1
f	5,1624	6,1894	6,4475	6,1786	5,5602

4.3 Δυναμική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς

Με τον όρο αυτόν εννοούμε την εξατμισοδιαπνοή από μία επιφάνεια πλήρως καλυμμένη από γρασίδι ύψους 8-15cm, ελευθέρου από οποιαδήποτε ασθένεια, χωρίς ύπαρξη ζιζανίων και με επαρκές διαθέσιμο νερό για την ανάπτυξή του. Σύμφωνα με την μέθοδο Blaney-Criddle δίνεται από την σχέση

$$PET = a + b \cdot f \quad (4.2)$$

Όπου a,b είναι σταθερές που υπολογίζονται από τις τοπικές τιμές των παραμέτρων RH_{min} (μέση ελάχιστη σχετική υγρασία), n/N (μέσο κλάσμα ηλιοφάνειας) και U₂ (ταχύτητα του ανέμου σε m/s στα 2 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους).

Ωστόσο εξαιτίας αδυναμίας εύρεσης του μέσου κλάσματος ηλιοφάνειας παρ' ότι υπήρχαν τα υπόλοιπα στοιχεία για το υδρολογικό έτος 2021 από τον αγρομετεωρολογικό σταθμό του χωριού Καραδήμα διατηρούμε τις τιμές που προκύπτουν από τον κλιματικό παράγοντα f.

Μάιος: $PET_M = 5,1624$ mm/ημέρα

Ιούνιος: $PET_{IΟΥΝ} = 6,1894$ mm/ημέρα

Ιούλιος: $PET_{ΙΟΥΛ} = 6,4475$ mm/ημέρα

Αύγουστος: $PET_A = 6,1786$ mm/ημέρα

Σεπτέμβριος: $PET_Σ = 5,5602$ mm/ημέρα

4.4 Δυναμική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

$$PET_c = ET_c = K_c * PET_c \quad (4.3)$$

Όπου K_c είναι ο φυτικός συντελεστής της εκάστοτε καλλιέργειας οι τιμές του οποίου λαμβάνονται για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης που προσδιορίζονται χρονικά ανάλογα με τον μήνα από τις εξής πηγές:

α) **Πίνακας 6.3** βιβλίου ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ Σχεδιασμός & Διαχείριση, ΤΟΜΟΣ ΙΙ: Εγχειοβελτιωτικά έργα του κυρίου Τσακίρη

β) **Πίνακες 7.3** βιβλίου ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ Δ. & ΜΠΑΜΠΙΑΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΥ Χ. . Εφαρμοσμένη γεωργική υδραυλική

γ) Δεδομένα θέματος εργασίας μαθήματος εγχειοβελτιωτικών έργων 8^{ου} εξαμήνου κατεύθυνσης υδραυλικών έργων τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ. κατά το εαρινό ακαδημαϊκό εξάμηνο της χρονιάς 2020-2021.

δ) Αρχεία σημειώσεων κυρίου Σπηλιώτη φυτικών σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης με βάση το FAO για τις ανάγκες του μαθήματος εγχειοβελτιωτικών έργων 8^{ου} εξαμήνου κατεύθυνσης υδραυλικών έργων τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ. κατά το εαρινό ακαδημαϊκό εξάμηνο της χρονιάς 2020-2021.

4.4.1. Καλλιέργειες αρδευτικού δικτύου Π1 περιοχής Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Σύμφωνα με τα στοιχεία της υπηρεσίας του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου καθώς και την γεωργοτεχνική-γεωργοοικονομική μελέτη του Ν.Σούλη τα ποσοστά των καλλιεργειών τα οποία αρδεύονται από την δεξαμενή Π1 (ή δεξαμενή Δ1 που αρδεύει την περιοχή Π1) είναι τα εξής:

α) Αραβόσιτος 61,73%

β) Μηδική 21,66%

γ) Κηπευτικά-Λαχανικά 16,61%

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι στην γεωργοτεχνική-γεωργοοικονομική μελέτη αναφέρονται ορισμένα ποσοστά σιτηρών και τεχνητών λειμώνων-γρασιδιών. Ωστόσο σύμφωνα με τα στοιχεία της υπηρεσίας οι καλλιέργειες αυτές υπάρχουν σε απειροελάχιστα ποσοστά έως καθόλου στην σημερινή εποχή, οπότε δεν θεωρείται αναγκαίο να συμπεριληφθούν στον υπολογισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής.

Παράλληλα, το ποσοστό της μηδικής ενδεχομένως να είναι μεγαλύτερο σύμφωνα με ορισμένες εμπειρικές και ατεκμηρίωτες εκτιμήσεις καθώς πολλοί παραγωγοί δεν αρδεύουν τις καλλιέργειές τους αλλά πληρώνουν μόνο πάγια εισφορά στον Τ.Ο.Ε.Β. εξαιτίας της ιδιοκτησίας καλλιεργήσιμης γης. Θεωρούμε ότι οι παραγωγοί αυτοί

ενδεχομένως να καλλιεργούν μηδική και να βασίζονται για την ανάπτυξή της μόνο στο νερό που προσφέρεται από βροχόπτωση. Επομένως οι συγκεκριμένες εκτάσεις είναι αδύνατον να προσδιοριστούν και δεν είναι απόλυτα απαραίτητο αφού δεν επιβαρύνουν και δεν συμμετέχουν στις ανάγκες λειτουργίας του δικτύου.

4.4.2. Φυτικοί συντελεστές για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών που αρδεύονται από το δίκτυο της δεξαμενής Π1

Οι παρακάτω υπολογισμοί γίνονται με βάση τα στοιχεία και τις πηγές που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.4.

ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ:

Μάιος: $K_c=0,32$

Ιούνιος: $K_c=0,63$

Ιούλιος: $K_c=1,09$

Αυγούστος: $K_c=1,13$

Σεπτέμβριος: $K_c=0,82$

Οι φυτικοί συντελεστές των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης προσαρμόστηκαν στους μήνες της αρδευτικής περιόδου σύμφωνα με πίνακα διδακτικών σημειώσεων μαθήματος Εγγειοβελτιωτικών έργων 8^{ου} εξαμήνου τμήματος πολιτικών μηχανικών Δ.Π.Θ. καθώς και με τον πίνακα 6.3 του βιβλίου «Υδραυλικά Έργα Σχεδιασμός και Διαχείριση Τόμος II Εγγειοβελτιωτικά» του καθηγητή Γεωργίου Τσακίρη. Ο πίνακας παρατίθεται παρακάτω.

ΜΗΔΙΚΗ:

Μάιος: $K_c=1,14$

Ιούνιος: $K_c=1,18$

Ιούλιος: $K_c=1,20$

Αύγουστος: $K_c=1,18$

Σεπτέμβριος: $K_c=1,15$

Οι φυτικοί συντελεστές των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης προσαρμόστηκαν στους μήνες της αρδευτικής περιόδου σύμφωνα με πίνακα διδακτικών σημειώσεων μαθήματος Εγγειοβελτιωτικών έργων 8^{ου} εξαμήνου τμήματος πολιτικών μηχανικών Δ.Π.Θ. καθώς και με τον πίνακα 6.3 του βιβλίου «Υδραυλικά Έργα Σχεδιασμός και Διαχείριση Τόμος II Εγγειοβελτιωτικά» του καθηγητή Γεωργίου Τσακίρη. Ο πίνακας παρατίθεται παρακάτω.

ΛΑΧΑΝΙΚΑ-ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ

Περίοδος ανάπτυξης από την σπορά: 150 ημέρες

ΒΗΜΑ 1^ο: Προσδιορισμός των σταδίων ανάπτυξης του αραβόσιτου με βάση την βιβλιογραφία

Τα λαχανικά για 150 ημέρες ανάπτυξης από την αρχική σπορά παρουσιάζουν

1. Αρχικό στάδιο (initial stage): 25 ημέρες
2. Στάδιο ανάπτυξης (crop development stage): 35 ημέρες
3. Μέσο στάδιο (Mid season stage): 55 ημέρες
4. Τελευταίο στάδιο (late season stage): 35 ημέρες

ΒΗΜΑ 2^ο: Προσδιορισμός της μηνιαίας εξατμισοδιαπνοής για την καλλιέργεια αναφοράς και αντιπροβολή με τα στάδια ανάπτυξης

Ημερομηνία φύτευσης: 1 Μαΐου

1. Αρχικό στάδιο: 1 Μαΐου-25 Μαΐου (25 ημέρες)
2. Στάδιο κύριας ανάπτυξης: 26 Μαΐου-29 Ιουνίου (35 ημέρες)
3. Μέσο στάδιο ή στάδιο ανάπτυξης καρποφορίας: 30 Ιουνίου-23 Αυγούστου (55 ημέρες)
4. Τελευταίο στάδιο ή στάδιο ωρίμανσης: 24 Αυγούστου-27 Σεπτεμβρίου (35 ημέρες)

Τελευταία μέρα συγκομιδής: 27 Σεπτεμβρίου

ΒΗΜΑ 3^ο: Εκτίμηση φυτικών συντελεστών με βάση αποκλειστικά τα στάδια ανάπτυξης από πίνακες τόσο των σημειώσεων που προαναφέρθηκαν όσο και του FAO paper 56

$$K_{c\text{αρχικό στάδιο}}=0,45$$

$$K_{c\text{κύρια βλάστηση}}=0,7$$

$$K_{c\text{διαμόρφωση παραγωγής}}=1,05$$

$$K_{c\text{ωρίμανση}}=0,95$$

Τα μεγέθη λοιπόν είναι ασύμβατα. Επομένως η δυναμική εξατμισοδιαπνοή θα προσαρμοσθεί στα στάδια ανάπτυξης ή οι φυτικοί συντελεστές στον μήνα. Επιλέγεται το 2^ο με μεσοσταθμική προσέγγιση. Επομένως για κάθε μήνα προσδιορίζεται ο μέσος φυτικός συντελεστής.

Μάιος: 25 ημέρες $K_c=0,45$

6 ημέρες $K_c=0,7$

$$\text{Άρα } K_{cM} = (25/31)*0,45 + (6/31)*0,7=0,5$$

Ιούνιος: 29 ημέρες $K_c=0,7$
1 ημέρα $K_c=1,05$

$$\text{Άρα } K_{c\text{Ιουν}} = (29/30)*0,7 + (1/30)*1,05=0,71$$

Ιούλιος: $K_c=1,05$ (μόνο ένα στάδιο ανάπτυξης)
Αύγουστος: 23 ημέρες $K_c=1,05$
8 ημέρες $K_c=0,95$

$$\text{Άρα } K_{c\text{Ιουν}} = (23/31)*1,05 + (8/31)*0,95=1,024$$

Σεπτέμβριος: $K_c=0,95$ (μόνο ένα στάδιο ανάπτυξης)

Οι πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν για την διαμόρφωση των φυτικών συντελεστών φαίνονται παρακάτω

Πίνακας 4-4: φυτικοί συντελεστές για το κάθε στάδιο ανάπτυξης από το βιβλίο των καθηγητή Τσακίρη (2006). ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ Σχεδιασμός & Διαχείριση, ΤΟΜΟΣ ΙΙ: Εγγειοβελτιωτικά έργα. (Εκδόσεις Συμμετρία, Ed). Αθήνα

Kc	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβιος
Μηδική	1,05	1,14	1,18	1,2	1,18	1,15
Βαμβάκι	0,35	0,45	0,88	1,12	1,12	0,92
Αραβόσιτος		0,32	0,63	1,09	1,13	0,82
Σακχαρότευτλα	0,39	0,66	1,13	1,2	1,14	1,06
Σόργο		0,32	0,63	1,13	1,05	0,68

Πίνακας 4-5: φυτικοί συντελεστές για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης και ημέρες διάρκειας για την κάθε καλλιέργεια από σημειώσεις καθηγητή Σπηλιώτη για τις ανάγκες του μαθήματος Εγγειοβελτιωτικά Έργα της κατεύθυνσης υδραυλικών έργων του τμήματος πολιτικών μηχανικών του Δ.Π.Θ. βασισμένο σε ξένη βιβλιογραφία

Table 7 APPROXIMATE DURATION OF GROWTH STAGES FOR VARIOUS FIELD CROPS

	Total	Initial stage	Crop Development stage	Mid season stage	Late season stage
Barley/Oats/Wheat	120	15	25	50	30
	150	15	30	65	40
Bean/green	75	15	25	25	10
	90	20	30	30	10
Bean/dry	95	15	25	35	20
	110	20	30	40	20
Cabbage	120	20	25	60	15
	140	25	30	65	20
Carrot	100	20	30	30	20
	150	25	35	70	20
Cotton/Flax	180	30	50	55	45
	195	30	50	65	50
Cucumber	105	20	30	40	15
	130	25	35	50	20
Eggplant	130	30	40	40	20
	140	30	40	45	25
Grain/small	150	20	30	60	40
	165	25	35	65	40
Lentil	150	20	30	60	40
	170	25	35	70	40
Lettuce	75	20	30	15	10
	140	35	50	45	10
Maize, sweet	80	20	25	25	10
	110	20	30	50	10
Maize, grain	125	20	35	40	30
	180	30	50	60	40
Melon	120	25	35	40	20
	160	30	45	65	20
Millet	105	15	25	40	25
	140	20	30	55	35
Onion/green	70	25	30	10	5

Πίνακας 4-6: φυτικοί συντελεστές για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης από σημειώσεις καθηγητή Σπηλιώτη για τις ανάγκες του μαθήματος Εγγειοβελτιωτικά Έργα της κατεύθυνσης υδραυλικών έργων του τμήματος πολιτικών μηχανικών του Δ.Π.Θ. βασισμένο σε ξένη βιβλιογραφία

Crop	Initial stage	Crop dev. stage	Mid-season stage	Late season stage
Barley/Oats/Wheat	0.35	0.75	1.15	0.45
Bean, green	0.35	0.70	1.10	0.90
Bean, dry	0.35	0.70	1.10	0.30
Cabbage/Carrot	0.45	0.75	1.05	0.90
Cotton/Flax	0.45	0.75	1.15	0.75
Cucumber/Squash	0.45	0.70	0.90	0.75
Eggplant/Tomato	0.45	0.75	1.15	0.80
Grain/small	0.35	0.75	1.10	0.65
Lentil/Pulses	0.45	0.75	1.10	0.50
Lettuce/Spinach	0.45	0.60	1.00	0.90
Maize, sweet	0.40	0.80	1.15	1.00
Maize, grain	0.40	0.80	1.15	0.70
Melon	0.45	0.75	1.00	0.75
Millet	0.35	0.70	1.10	0.65
Onion, green	0.50	0.70	1.00	1.00
Onion, dry	0.50	0.75	1.05	0.85
Peanut/Groundnut	0.45	0.75	1.05	0.70
Pea, fresh	0.45	0.80	1.15	1.05
Pepper, fresh	0.35	0.70	1.05	0.90
Potato	0.45	0.75	1.15	0.85
Radish	0.45	0.60	0.90	0.90
Sorghum	0.35	0.75	1.10	0.65
Soybean	0.35	0.75	1.10	0.60
Sugarbeet	0.45	0.80	1.15	0.80
Sunflower	0.35	0.75	1.15	0.55
Tobacco	0.35	0.75	1.10	0.90

Επιπλέον για τον προσδιορισμό των ημερών των σταδίων ανάπτυξης καλλιεργειών χρησιμοποιήθηκε το βιβλίο των καθηγητών Παπαμιχαήλ και Μπαμπατζιμόπουλου (2014). Εφαρμοσμένη ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ. (Εκδόσεις Ζήτη). Θεσσαλονίκη

4.4.3 Πίνακες τελικών αποτελεσμάτων

Στην συνέχεια παρατίθενται οι πίνακες με τα αποτελέσματα των υπολογισμών

Πίνακας 4-7: Δυναμική εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα

	Δυναμική εξατμισοδιαπνοή				
Μήνας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
ΡΕΤ	5,1624	6,1894	6,4475	6,1786	5,5602

Πίνακας 4-8: Δυναμική εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα για την καλλιέργεια του αραβόσιτου

	Αραβόσιτος				
Μήνας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Kc	0,32	0,630	1,09	1,13	0,82
ΡΕΤc(mm/day)	1,652	3,8993	7,0278	6,9818	4,5594
ΡΕΤc(mm/μήνα)	51,211	116,98	217,861025	216,43636	136,78092

Πίνακας 4-9: Δυναμική εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα για την καλλιέργεια της μηδικής

	Μηδική				
Μήνας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Kc	1,14	1,180	1,20	1,18	1,15
ΡΕΤc(mm/day)	5,885	7,303	7,737	7,291	6,394
ΡΕΤc(mm/μήνα)	182,439216	219,09	239,847	226,013188	191,8269

Πίνακας 4-10: Δυναμική εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα για την καλλιέργεια των λαχανικών-κηπευτικών

Μήνας	Λαχανικά				
	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Kc	0,5	0,710	1,05	1,024	0,95
ΡΕΤc(mm/day)	2,581	4,394	6,770	6,327	5,282
ΡΕΤc(mm/μήνα)	120,032	131,8342	209,8661	196,1335	150,12

4.5 Ενεργός βροχόπτωση

Χρησιμοποιείται η μέθοδος που προτάθηκε από την υπηρεσία U.S. Bureau of Reclamation των Η.Π.Α. (Stamm 1967):

Ο πίνακας της μεθόδου βρίσκεται στην σελίδα 273 του βιβλίου του καθηγητή Τσακίρη «Υδραυλικά έργα σχεδιασμός και διαχείριση, τόμος II: Εγχειοβελτιωτικά έργα» και παρατίθεται παρακάτω

Τα μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης λαμβάνονται από τους πίνακες της γεωργοτεχνικής-γεωργοοικονομικής μελέτης του Ν.Σούλη και παρουσιάζονται παρακάτω

Πίνακας 4-11: Μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης σε mm ανάλογα με τον μήνα για την περιοχή Πόρου του Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Μήνας	Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης σε mm
Μάιος	69,3
Ιούνιος	43,5
Ιούλιος	32
Αύγουστος	31,2
Σεπτέμβριος	54

Πίνακας 4-12: Αφορά τον υπολογισμό της μηνιαίας ενεργού βροχόπτωσης με την μέθοδο U.S. Bureau of Reclamation

Μηνιαία βροχόπτωση (κατά κλάσεις)	Ποσοστό ενεργού βροχόπτωσης (κατά κλάσεις)
mm	%
0.0-25.4	90-100
25.4-50.8	85-95
50.8-76.2	75-90
76.2-101.6	50-80
101.6-127.0	30-60
127.0-152.4	10 40
>152.4	0-10

Μάιος:

Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης = 69,3 mm

Ενεργός βροχόπτωση = $25,4*0,95+(50,8-24,5)*0,90+(69,3-50,8)*0,825 = 63,063$ mm

Ιούνιος:

Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης = 43,5 mm

Ενεργός βροχόπτωση = $25,4*0,95+(43,55-25,4)*0,90 = 40,465$ mm

Ιούλιος:

Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης = 32 mm

Ενεργός βροχόπτωση = $25,4*0,95+(32-25,4)*0,90 = 30,07$ mm

Αύγουστος:

Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης = 31,2 mm

Ενεργός βροχόπτωση = $25,4*0,95+(31,2-25,4)*0,90 = 29,35$ mm

Σεπτέμβριος:

Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης = 54 mm

Ενεργός βροχόπτωση = $25,4 \cdot 0,95 + (54 - 25,4) \cdot 0,90 = 49,87$ mm

4.6. Καθαρό ύψος σε αρδευτικό νερό

$$IR_n = PET_c - P_e / n_d \quad (4.4)$$

Όπου PET_c είναι η δυναμική εξατμισοδιαπνοή όπως υπολογίστηκε προηγουμένως

P_e η ενεργός βροχόπτωση

n_d ο αριθμός των ημερών του αντίστοιχου μήνα

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής της εξίσωσης για κάθε μήνα και κάθε καλλιέργεια

Πίνακας 4-13: Πίνακας με δυναμική εξατμισοδιαπνοή, ενεργό βροχόπτωση και καθαρό ύψος σε αρδευτικό νερό για κάθε καλλιέργεια ανάλογα με τον μήνα

Μήνας	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
nd	31	30	31	31	30
Pe (mm)	63,063	40,465	30,07	29,35	49,87
Pe/nd (mm/ημέρα)	2,034	1,349	0,97	0,947	1,662
			Αραβόσιτος		
PETc (mm/ημέρα)	2,581	3,899322	7,02778	6,981818	4,559364
IRn (mm/ημέρα)	0,547	2,550	6,058	6,035	2,897
			Μηδική		
PETc (mm/ημέρα)	5,88514	7,303492	7,737	7,290748	6,39423
IRn (mm/ημέρα)	3,851	5,955	6,767	6,344	4,732
			Λαχανικά		
PETc (mm/ημέρα)	2,581	4,394	6,77	6,327	5,282
IRn (mm/ημέρα)	0,547	3,045	5,800	5,380	3,620

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

5.1. Αρδευόμενη περιοχή

Η μελέτη αφορά το δίκτυο που τροφοδοτείται από την δεξαμενή Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

Σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του έργου για την υποζώνη «Πόρος 1» η ακαθάριστη έκταση ανέρχεται στα 7040 στρέμματα γης ενώ η καθαρή στα 6335 στρέμματα.

5.2. Ειδική παροχή άρδευσης

Η μέγιστη παροχή άρδευσης δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$q_{oi} = c * IR_{imax} / (3,6 * td * Eα) \quad (4.5)$$

όπου

c : είναι ο συντελεστής προσαύξησης των αναγκών άρδευσης και ισούται με $c=1,20$ για τα Ελληνικά δεδομένα

td : είναι η διάρκεια λειτουργίας του δικτύου των κλειστών αγωγών. Σύμφωνα με την παράγραφο 4.1 της τεχνικής έκθεσης της Οριστικής μελέτης ως χρόνος λειτουργίας του δικτύου λαμβάνονται οι 18 ώρες το 24ωρο

$Eα$: είναι ο συντελεστής απόδοσης κατά την εφαρμογή και ισούται με 0,75

IR_{imax} : είναι η τιμή του καθαρού ύψους σε αρδευτικό νερό σε mm/ημέρα κατά τον μήνα αιχμής (Ιούλιο εν προκειμένω) για την καλλιέργεια i

Οπότε η ειδική παροχή άρδευσης για τις τρεις καλλιέργειες είναι:

ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ:

$$q_{oi} = 1,20 * 6,058 / (3,6 * 18 * 0,75) = 0,15 \text{ L/ sec*στρέμμα}$$

ΜΗΔΙΚΗ:

$$q_{oi} = 1,20 * 6,767 / (3,6 * 18 * 0,75) = 0,167 \text{ L/ sec*στρέμμα}$$

ΛΑΧΑΝΙΚΑ:

$$Q_{oi} = 1,20 * 5,8 / (3,6*18* 0,75) = 0,143 \text{ L/ sec*στρέμμα}$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία της αρμόδιας υπηρεσίας τα ποσοστά της έκτασης που αρδεύεται από την δεξαμενή του δικτύου Π1 είναι:

α) Αραβόσιτος 61,73%

β) Μηδική 21,66%

γ) Κηπευτικά-Λαχανικά 16,61%

Και συνεπώς η ειδική παροχή άρδευσης είναι:

$$Q = 0,6173*0,15 + 0,2166*0,167 + 0,143*0,1661 = 0,0926 + 0,0362 + 0,0264 = 0,159 \text{ L/ sec*στρέμμα}$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι στην τεχνική έκθεση του έργου η ειδική παροχή για 18ωρη λειτουργία δικτύου είναι 0,076 L/sec/στρέμμα

5.3. Χρήση 1^{ου} νόμου Clement

Η μέθοδος διανομής του αρδευτικού νερού με ελεύθερη ζήτηση μελετήθηκε και εφαρμόστηκε στα δίκτυα υπό πίεση όπως είναι τα συλλογικά δίκτυα καταιονισμού. Στην ελεύθερη ζήτηση η ονομαστική παροχή των υδροστομίων Q_0 είναι μεγαλύτερη από την ειδική παροχή q . Έτσι είναι βέβαιο ότι η παροχή Q μέσα σε έναν αγωγό που έχει κατάντη R υδροστόμια ονομαστικής παροχής Q_0 θα είναι μικρότερη από το γινόμενο $R * q_0$.

Οι υψηλές τιμές των Q_0 έχουν ως συνέπεια τα υδροστόμια να λειτουργούν ένα μέρος μόνο του χρόνου. Έτσι η πιθανότητα να είναι σε χρήση όλα συγχρόνως είναι πολύ μικρή. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε τον 1^ο νόμο Clement:

$$Q = R * p * Q_0 + Z_N * Q_0 * (R * p * q)^{1/2} \quad (4.6)$$

όπου

R: αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων

p : πιθανότητα λειτουργίας ενός υδροστομίου

Q_0 : παροχή κάθε υδροστομίου

q : συμπληρωματική πιθανότητα

Z_N : συντελεστής ποιότητας λειτουργίας

$$N = R \cdot p + Z_N \cdot (R \cdot p \cdot q)^{1/2} \quad (4.7)$$

όπου

N : αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα

$$p = t/t_d = A \cdot q / R \cdot Q_0 \quad (4.8)$$

όπου

A : έκταση ανά αρδευτική μονάδα

q : ειδική παροχή άρδευσης

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου Clement είναι η ύπαρξη τουλάχιστον 10 υδροστομίων

Οι υπολογισμοί με την μέθοδο Clement αρχίζουν από τα περισσότερα «ακραία» σημεία του ακτινωτού δικτύου

Η αρίθμηση των γραμμών άρδευσης, των υδροστομίων και των κόμβων φαίνονται στο σχέδιο του δικτύου Π1 του Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων το οποίο παρατίθεται ύστερα από τους υπολογισμούς. Στο ίδιο σχέδιο φαίνεται και η παροχή του κάθε αγωγού.

1^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων $R=5$

Άρα δεν λαμβάνω υπόψη την μέθοδο Clement

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως στον κύριο αγωγό διανομής καταλήγει $Q=5 \cdot 6=30 \text{ L/sec}$

2^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων $R=4$

Άρα δεν λαμβάνω υπόψη την μέθοδο Clement

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως στον κύριο αγωγό διανομής καταλήγει $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K49

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5+4=9$ (τα 5 από την 2^η και τα 4 από την 1^η γραμμή άρδευσης)

$R=9 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε ο κύριος αγωγός διανομής είχε ήδη 30 L/sec και θα πάρει 24 L/sec από την 2^η γραμμή άρδευσης. Επομένως στον κύριο αγωγό διανομής «συνεχίζει» $Q=30+24=54 \text{ L/sec}$

3^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=7$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=7*6=42 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K48

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5+4+7=16$ (τα 7 από την 3^η γραμμή άρδευσης)

$R=16 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Α: έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε υδροστόμιο. Στην περίπτωση του δικτύου της δεξαμενής Π1 (δίκτυο Π1) τα υδροστόμια είναι 244 και η καθαρή αρδευόμενη έκταση είναι 6335 στρέμματα

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=16*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=14,06 \text{ (14 περίπου)}$$

$Z_N=1,645$ για ποιότητα λειτουργίας 95% από πίνακα 8.2 σελ.400 βιβλίο Τσακίρη υδραυλικά έργα σχεδιασμός & διαχείριση: τόμος II Εγγειοβελτιωτικά έργα

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=84,36 \text{ L/sec}$

Άρα η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από K48 προς K47 είναι $Q=84,36 \text{ L/sec}$

4^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=7$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=7*6=42 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K47

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5+4+7+7=23$ (τα 7 από την 4^η γραμμή άρδευσης)

$R=23 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

A: έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε υδροστόμιο. Στην περίπτωση του δικτύου της δεξαμενής Π1 (δίκτυο Π1) τα υδροστόμια είναι 244 και η καθαρή αρδευόμενη έκταση είναι 6335 στρέμματα

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=23*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=19,48 \text{ (20 περίπου)}$$

$Z_N=1,645$ για ποιότητα λειτουργίας 95% από πίνακα 8.2 σελ.400 βιβλίο Τσακίρη υδραυλικά έργα σχεδιασμός & διαχείριση: τόμος II Εγγειοβελτιωτικά έργα

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=116,88 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από K47 προς K46 είναι $Q=116,88 \text{ L/sec}$

5^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής
 $Q=2*6=12$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ Κ46

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5+4+7+7+2=25$

$R=25 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

A: έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε υδροστόμιο. Στην περίπτωση του δικτύου της δεξαμενής Π1 (δίκτυο Π1) τα υδροστόμια είναι 244 και η καθαρή αρδευόμενη έκταση είναι 6335 στρέμματα

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=25*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=21,01 \text{ (21 περίπου)}$$

$Z_N=1,645$ για ποιότητα λειτουργίας 95% από πίνακα 8.2 σελ.400 βιβλίο Τσακίρη υδραυλικά έργα σχεδιασμός & διαχείριση: τόμος II Εγγειοβελτιωτικά έργα

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=126,06$ L/sec

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από Κ46 προς Κ45 είναι $Q=126,01$ L/sec

6^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6$ L/sec

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής
 $Q=5*6=30$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ Κ46

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5+4+7+7+2+5=30$ (τα τελευταία 5 είναι από την 6^η γραμμή άρδευσης)

$R=30 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

A: έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε υδροστόμιο. Στην περίπτωση του δικτύου της δεξαμενής Π1 (δίκτυο Π1) τα υδροστόμια είναι 244 και η καθαρή αρδευόμενη έκταση είναι 6335 στρέμματα

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=30*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=24,81 \text{ (25 περίπου)}$$

$Z_N=1,645$ για ποιότητα λειτουργείας 95% από πίνακα 8.2 σελ.400 βιβλίο Τσακίρη υδραυλικά έργα σχεδιασμός & διαχείριση: τόμος II Εγγειοβελτιωτικά έργα

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=148,86 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από K45 προς υδροστόμιο 214 είναι $Q=148,86 \text{ L/sec}$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Το υδροστόμιο 214 βρίσκεται στον κύριο αγωγό διανομής

Από τον κόμβο K45 μέχρι τον κόμβο K44 τα υδροστόμια βρίσκονται στον κύριο αγωγό διανομής και δεν υπάρχει γραμμή άρδευσης με την μορφή των προαναφερθέντων. Συγκεκριμένα, από τον K45 μέχρι τον K44 υπάρχουν τα υδροστόμια 214, 213, 212, 211. Οπότε για το τμήμα αυτό εργαζόμαστε με διαφορετικό μοτίβο.

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 214

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

$$R=5+4+7+7+2+5+1=31 \text{ (το 1 είναι το 214)}$$

$R=31 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργείας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=31*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=25,57 \text{ (26 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=153,42 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 214 προς υδροστόμιο 213 είναι $Q=153,42 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 213

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

$$R=5+4+7+7+2+5+1+1=32 \text{ (το 1 και το 1 είναι το 214 και το 213)}$$

$$R=32 > 10 \text{ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1}^\circ \text{ νόμο Clement}$$

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=32*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=26,33 \text{ (26 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=157,98 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 213 προς υδροστόμιο 212 είναι $Q=157,98 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 212

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

$$R=5+4+7+7+2+5+1+1+1=33 \text{ (οι άσοι είναι το 214, το 213 και το 212)}$$

$$R=33 > 10 \text{ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1}^\circ \text{ νόμο Clement}$$

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=33*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=27,08 \text{ (27 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=162,48 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 212 προς υδροστόμιο 211 είναι $Q=162,48 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 211

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

$$R=5+4+7+7+2+5+1+1+1=34 \text{ (οι άσοι είναι το 214, το 213, το 212 και το 211)}$$

$$R=34 > 10 \text{ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1}^\circ \text{ νόμο Clement}$$

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=34*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=27,84 \text{ (28 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=167,04 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 211 προς τον κόμβο K44 είναι $Q=167,04 \text{ L/sec}$

7^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K44

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=34+4=38$ (τα τελευταία 4 είναι από την 7^η γραμμή άρδευσης)

$R=38 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=38*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=30,84 \text{ (31 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=185,04 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K44 προς τον κόμβο K43 είναι $Q=185,04 \text{ L/sec}$

8^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ43

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=34+4+4=42$ (τα τελευταία 4 είναι από την 8^η γραμμή άρδευσης)

$R=42 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=42*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=33,84 \text{ (33 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=203,04 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο Κ43 προς τον κόμβο Κ42 είναι $Q=203,04 \text{ L/sec}$

9^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ42

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=34+4+4+4=46$ (τα τελευταία 4 είναι από την 9^η γραμμή άρδευσης)

$R=46 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=46*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=36,2756 \text{ (36 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=220,92 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο Κ42 προς τον κόμβο Κ41 είναι $Q=220,92 \text{ L/sec}$

10^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=7$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=7*6=42 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ41

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3+4+4+4+7=53$ (τα τελευταία 7 είναι από την 10^η γραμμή άρδευσης)

$R=53 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=53*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=42,01 \text{ (42 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=252,06 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο Κ41 προς τον κόμβο Κ37 είναι $Q=252,06 \text{ L/sec}$

11^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=1$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που καταλήγει στον κόμβο Κ40 είναι $Q=1*6=6 \text{ L/sec}$

12^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στην 13^η γραμμή άρδευσης μέσω του κόμβου Κ40 είναι $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

13^η, 12^η & 11^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4+3+1=8$ (από 13^η, 12^η και 11^η γραμμή άρδευσης αντίστοιχα)

Η παροχή κάθε υδροστομίου εννοείται ότι είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

14^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

15^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K39

Η παροχή που καταλήγει στον συγκεκριμένο κόμβο είναι $Q=6*(5+2)=42 \text{ L/sec}$ με βάση τα υδροστόμια της 14^{ης} και 15^{ης} γραμμής άρδευσης

ΚΟΜΒΟΣ K38

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4+3+1+5+2=15$ (από 13^η, 12^η, 11^η, 14^η, και 15^η γραμμή άρδευσης αντίστοιχα)

$R=15 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=15*0,688+1,645*(15*0,688*(1-0,688))^{1/2}=13,27 \text{ (13 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=79,62 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στο τμήμα K38-K37 είναι $Q=79,62 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K37

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=53+15=68$

$R=68 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=68*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=53,069 \text{ (53 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=318,41 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K37 προς τον K36 είναι $Q=318,41 \text{ L/sec}$

16^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομιού είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K36

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=53+15+4=72$ (τα τελευταία 4 είναι από την 16^η γραμμή άρδευσης)

$R= 72 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομιού είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=72*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=56,003 \text{ (56 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=336,02 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K36 προς τον K35 είναι $Q=336,02 \text{ L/sec}$

17^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομιού είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K35

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=53+15+4+3=75$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 17^η γραμμή άρδευσης)

$R=75 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=75*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=58,2 \text{ (58 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=349,2 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K35 προς τον K34 είναι $Q=349,2 \text{ L/sec}$

18^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K34

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=53+15+4+3+3=78$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 18^η γραμμή άρδευσης)

$R=78 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=78*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=60,4 \text{ (60 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=362,4 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K34 τον K33 είναι $Q=362,4 \text{ L/sec}$

19^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K33

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=53+15+4+3+3+3=81$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 19^η γραμμή άρδευσης)

$R= 81 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=81*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=62,59 \text{ (63 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=375,54 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K33 τον K32 είναι $Q=375,54 \text{ L/sec}$

20^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K32

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=53+15+4+3+3+3+3=84$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 20^η γραμμή άρδευσης)

$R= 84 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=84*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=64,78 \text{ (65 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=388,68 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K32 προς τον K31 είναι $Q=388,68 \text{ L/sec}$

21^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K31

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=53+15+4+3+3+3+3+3=87$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 21^η γραμμή άρδευσης)

$R= 87 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=87*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=66,97 \text{ (67 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=401,82 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K31 τον K30 είναι $Q=401,82 \text{ L/sec}$

22^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=3*6=18 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K30

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=53+15+4+3+3+3+3+3+3=90$ (τα τελευταία 3 υδροστόμια είναι από την 22^η γραμμή άρδευσης)

$R= 90 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=90*0,688+1,645*(90*0,688*(1-0,688))^{1/2}=69,15 \text{ (69 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=414,9 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K30 προς τον K29 είναι $Q=414,9 \text{ L/sec}$

23^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=5*6=30 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K29

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=53+15+4+3+3+3+3+3+3+5=95$
(τα τελευταία 5 υδροστομία είναι από την 23^η γραμμή άρδευσης)

$R= 90 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=95*0,688+1,645*(95*0,688*(1-0,688))^{1/2}=72,79 \text{ (72 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=436,74 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K29 προς τον K28 είναι $Q=436,74 \text{ L/sec}$

24^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής
 $Q=2*6=12 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K28

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων:
 $R=53+15+4+3+3+3+3+3+3+5+2=97$ (τα τελευταία 2 υδροστόμια είναι από την 24^η γραμμή άρδευσης)

$R=97 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=97*0,688+1,645*(97*0,688*(1-0,688))^{1/2}=74,24 \text{ (74 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=445,44 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K28 το υδροστόμιο 147 είναι $Q=445,44 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 147

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Οπότε ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 147 είναι $R=97+1=98$ (το 1 είναι το 147)

$R=98 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=98*0,688+1,645*(98*0,688*(1-0,688))^{1/2}=74,97 \text{ (75 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=449,82 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 147 προς τον κόμβο K27 είναι $Q=449,82 \text{ L/sec}$

25^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=7$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=7*6=42 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ27

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=97+1+7=105$ (τα τελευταία 7 υδροστόμια είναι από την 25^η γραμμή άρδευσης)

$R= 105 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=105*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=80,05 \text{ (80 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=480,3 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο Κ27 το Κ26 είναι $Q=480,3 \text{ L/sec}$

26^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=4*6=24 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ26

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=97+1+7+4=109$ (τα τελευταία 9 υδροστόμια είναι από την 26^η γραμμή άρδευσης)

$R= 109 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,150*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=109*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=82,95 \text{ (83 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=497,7 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K26 το K25 είναι $Q=497,7 \text{ L/sec}$

27^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=1$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=1*6=6 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K25

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=109+1=110$ (το τελευταίο 1 υδροστόμιο είναι από την 26^η γραμμή άρδευσης)

$R= 110 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=110*0,688+1,645*(16*0,688*(1-0,688))^{1/2}=83,67 \text{ (84 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=502,02 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K26 το υδροστόμιο 134 είναι $Q=502,02 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 134

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 134 είναι $R=110+1=111$ (το 1 είναι το 134)

$R=111 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=111*0,688+1,645*(111*0,688*(1-0,688))^{1/2}=84,6 \text{ (85 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=506,4 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 134 προς το υδροστόμιο 133 είναι $Q=506,4 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 133

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 133 είναι $R=111+1=112$ (το 1 είναι το 133)

$R=112 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,156*25,96/6=0,675$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=112*0,688+1,645*(112*0,688*(1-0,688))^{1/2}=85,12 \text{ (85 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=510,72 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 133 προς το υδροστόμιο 132 είναι $Q=510,72 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 132

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 132 είναι $R=112+1=113$ (το 1 είναι το 132)

$R=113 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=113*0,688+1,645*(113*0,688*(1-0,688))^{1/2}=85,85 \text{ (86 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=515,1 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 132 προς το υδροστόμιο 131 είναι $Q=515,1 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 131

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 131 είναι $R=113+1=114$ (το 1 είναι το 131)

$R=114 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$\rho=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=114*0,688+1,645*(114*0,688*(1-0,688))^{1/2}=86,57 \text{ (87 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=519,42 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 131 προς το υδροστόμιο 130 είναι $Q=519,42 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 130

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 130 είναι $R=114+1=115$ (το 1 είναι το 130)

$R=115 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$\rho=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=115*0,688+1,645*(115*0,688*(1-0,688))^{1/2}=87,29 \text{ (87 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=523,74 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 130 προς το υδροστόμιο 129 είναι $Q=523,74 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 129

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός των εγκατεστημένων υδροστομίων μέχρι το σημείο που είναι εγκατεστημένο το υδροστόμιο 129 είναι $R=115+1=116$ (το 1 είναι το 129)

$R=116 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=116*0,688+1,645*(116*0,688*(1-0,688))^{1/2}=88,02 \text{ (88 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=528,12 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από υδροστόμιο 129 προς τον κόμβο K16 είναι $Q=528,12 \text{ L/sec}$

28^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως στο 11^ο και το 12^ο υδροστόμιο της γραμμής άρδευσης αυτής θα πρέπει η παροχή να υπολογιστεί από τον 1^ο νόμο Clement

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 118

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=11$

$R=11 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=11*0,688+1,645*(11*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,1 \text{ (10 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=60,6 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στην 25^η γραμμή άρδευσης από υδροστόμιο 118 προς το υδροστόμιο 117 είναι $Q=59,88 \text{ L/sec}$

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=66 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 117

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

$R=12 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=12*0,688+1,645*(12*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,9 \text{ (11 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=65,4 \text{ L/sec}$

Επομένως η παροχή που συνεχίζει στην 25^η γραμμή άρδευσης από υδροστόμιο 117 προς το κόμβο K24 είναι $Q=65,4 \text{ L/sec}$

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=72 \text{ L/sec}$

29^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως στο 11^ο και το 12^ο υδροστόμιο της γραμμής άρδευσης αυτής θα πρέπει η παροχή να υπολογιστεί από τον 1^ο νόμο Clement. Άλλωστε το 12^ο είναι τοποθετημένο πριν από τον κόμβο

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 106

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=11$

$R=11 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=11*0,688+1,645*(11*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,1 \text{ (10 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=60,6$ L/sec

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=66$ L/sec

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 105

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

$R=12 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=12*0,688+1,645*(12*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,9 \text{ (11 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 105 προς τον κόμβο K24 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=65,4$ L/sec

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=72$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ K24

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12+12=24$ (τα 12 πρώτα είναι από την 28^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 12 από την 29^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $24 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=24*0,688+1,645*(24*0,688*(1-0,688))^{1/2}=20,25 \text{ (20 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K24 προς τον K23 είναι:

$$Q=N*Q_0=121,5 \text{ L/sec}$$

30^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=11$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως στο 11^ο υδροστόμιο της γραμμής άρδευσης αυτής θα πρέπει η παροχή να υπολογιστεί από τον 1^ο νόμο Clement.

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 94

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=11$

$R=11 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=11*0,688+1,645*(11*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,1 \text{ (10 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 94 προς τον κόμβο K23 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=60,6 \text{ L/sec}$

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=66 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K23

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12+12+11=35$ (τα 12 πρώτα είναι από την 28^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 12 από την 29^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 11 από την 30^η)

Άρα $35 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=35*0,688+1,645*(35*0,688*(1-0,688))^{1/2}=28,6 \text{ (29 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K23 προς τον K22 είναι:

$$Q=N*Q_0=171,6 \text{ L/sec}$$

31^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K22 $Q=N*Q_0=30$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ K22

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=12+12+11+5=40$ (τα 12 πρώτα είναι από την 28^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 12 από την 29^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 11 από την 30^η ενώ τα τελευταία 5 από την 31^η)

Άρα $40 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=40*0,688+1,645*(35*0,688*(1-0,688))^{1/2}=32,34 \text{ (32 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K22 προς τον K21 είναι:

$$Q=N*Q_0=194,04 \text{ L/sec}$$

32^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6$ L/sec

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K21 $Q=N*Q_0=30$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ K21

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=12+12+11+5+5=45$ (τα 12 πρώτα είναι από την 28^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 12 από την 29^η γραμμή άρδευσης και τα άλλα 11 από την 30^η ενώ οι τελευταίες 2 5άδες από την 31^η και 32^η αντίστοιχα)

Άρα $45 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=45*0,688+1,645*(35*0,688*(1-0,688))^{1/2}=36,07 \text{ (36 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K21 προς τον K17 είναι:

$$Q=N*Q_0=216,42 \text{ L/sec}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 81

1 εγκατεστημένο υδροστόμιο με παροχή $Q = 6 \text{ L/sec}$. Άρα η παροχή είναι $Q = 6 \text{ L/sec}$ από το υδροστόμιο 81 μέχρι τον κόμβο K20.

33^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K20 $Q=N*Q_0=12 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K20

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=2+1=3$ (τα 2 από την 33^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $3 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K20 προς τον K19 είναι:

$$Q=N*Q_0=18 \text{ L/sec}$$

34^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=6$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K20 $Q=N*Q_0=36 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K19

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=6+3+1=9$ (τα 6 από την 34^η, τα 3 από την 33^η και το 1 είναι το υδροστόμιο 81)

Άρα $9 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K19 προς τον K18 είναι:

$$Q=N*Q_0=54 \text{ L/sec}$$

35^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=6$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K18 $Q=N*Q_0=36$ L/sec

ΚΟΜΒΟΣ K18

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=6+6+2+1=15$ (τα 6 πρώτα είναι από την 34^η γραμμή άρδευσης, τα άλλα 6 από την 35^η γραμμή άρδευσης, τα 2 από την 33^η ενώ το ένα είναι το υδροστόμιο 81)

Άρα $15 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=15*0,688+1,645*(15*0,688*(1-0,688))^{1/2}=13,17 \text{ (13 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K18 προς τον K17 είναι:

$$Q=N*Q_0=79,02 \text{ L/sec}$$

ΚΟΜΒΟΣ K17

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=R_1+R_2=45+15=60$

$$R_1=12+12+11+5+5=45$$

$$R_2=6+6+2+1=15$$

Άρα $60 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=60*0,688+1,645*(60*0,688*(1-0,688))^{1/2}=47,18 \text{ (47 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K17 προς τον υδροστομιο 68 είναι:

$$Q=N*Q_0=283,08 \text{ L/sec}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 68

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=60+1=61$ (το 1 είναι το νούμερο 68)

$R=61 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=61*0,688+1,645*(61*0,688*(1-0,688))^{1/2}=47,92 \text{ (48 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 68 προς τον κόμβο K16 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=287,52 \text{ L/sec}$

ΚΟΜΒΟΣ K16

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=R_3+R_4=116+61=177$

$R_3=116$ (από αριστερή διακλάδωση δηλαδή υδροστόμιο 129 και αριστερά)

$R_4=61$ (από πάνω διακλάδωση δηλαδή υδροστόμιο 68 κλπ)

Άρα $177>10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=177*0,688+1,645*(177*0,688*(1-0,688))^{1/2}=131,92 \text{ (132 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K16 προς τον K15 είναι:

$$Q=N*Q_0=791,52 \text{ L/sec}$$

37^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής

$$Q=N*Q_0=24 \text{ L/sec}$$

ΚΟΜΒΟΣ K15

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=177+4=181$ (τα 4 είναι από την 37^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $181>10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=181*0,688+1,645*(181*0,688*(1-0,688))^{1/2}=134,78 \text{ (134 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K15 προς τον K14 είναι:

$$Q=N*Q_0=808,68 \text{ L/sec}$$

38^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής

$$Q=N*Q_0=24 \text{ L/sec}$$

ΚΟΜΒΟΣ K14

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=177+4+4=185$ (οι 2 τετράδες είναι από την 37^η και την 38^η γραμμή άρδευσης αντίστοιχα)

Άρα $185 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=185*0,688+1,645*(185*0,688*(1-0,688))^{1/2}=137,65 \text{ (138 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K14 προς το υδροστόμιο 59 είναι:

$$Q=N*Q_0=825,9 \text{ L/sec}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 59

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=177+4+4+1=186$ (το 1 είναι το νούμερο 59)

$R=186 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=186*0,688+1,645*(186*0,688*(1-0,688))^{1/2}=138,36 \text{ (138 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 59 προς το υδροστόμιο 58 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=830,16$ L/sec

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 58

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=186+1=187$ (το 1 είναι το νούμερο 58)

$R=187 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=187*0,688+1,645*(187*0,688*(1-0,688))^{1/2}=139,08 \text{ (139 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 58 προς το υδροστόμιο 57 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=834,54$ L/sec

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 57

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Ο αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=187+1=188$ (το 1 είναι το νούμερο 57)

$R=188 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=188*0,688+1,645*(188*0,688*(1-0,688))^{1/2}=139,79 \text{ (140 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 57 προς τον κόμβο K12 σύμφωνα με τον 1^ο νόμο clement είναι $Q=N*Q_0=838,74$ L/sec

39^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=1$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6$ L/sec

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K13 $Q=N*Q_0=6$ L/sec

40^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=1$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K13 $Q=N*Q_0=6 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ K13

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=2$

Άρα $2 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K13 προς το υδροστόμιο 54 και κατ' επέκταση στην 41^η γραμμή άρδευσης είναι:

$$Q=N*Q_0=12 \text{ L/sec}$$

41^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

39^η, 40^η & 41^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=1+1+2=4$ (οι άσοι από την 39^η και την 40^η ενώ τα 2 από την 41^η)

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K12 $Q=N*Q_0=24 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ K12

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=188+4=192$ (τα 4 από την 39^η, 40^η και 41^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $192 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=192*0,688+1,645*(192*0,688*(1-0,688))^{1/2}=142,66 \text{ (143 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K12 προς τον K11 είναι:

$$Q=N*Q_0=855,96 \text{ L/sec.}$$

42^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=N*Q_0=18 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ Κ11

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=192+3=195$ (τα 3 από την 42^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $195 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=195*0,688+1,645*(195*0,688*(1-0,688))^{1/2}=144,8 \text{ (145 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο Κ11 προς τον Κ9 είναι:

$$Q=N*Q_0=868,8 \text{ L/sec.}$$

43^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ10 αγωγό διανομής $Q=N*Q_0=30 \text{ L/sec}$.

45^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ10 διανομής $Q=N*Q_0=24 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ Κ10

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=5+4=9$

Άρα $9 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K10 προς τον υδροστόμιο 35 είναι:

$$Q = N \cdot Q_0 = 54 \text{ L/sec.}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 35

$$Q = Q_0 = 6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R = 10$

Οπότε ΟΡΙΑΚΑ δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 35 προς τον κόμβο K9 είναι:

$$Q = N \cdot Q_0 = 60 \text{ L/sec}$$

ΚΟΜΒΟΣ K9

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R = 195 + 5 + 10 = 210$

-195 από διακλάδωση αριστερά του κόμβο K9

-5 από 42^η γραμμή άρδευσης

-10 από αρδευτικές γραμμές 44,45,46

Άρα $210 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p = 0,159 \cdot 25,96 / 6 = 0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N = 210 \cdot 0,688 + 1,645 \cdot (210 \cdot 0,688 \cdot (1 - 0,688))^{1/2} = 155,53 \text{ (156 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K9 προς το υδροστόμιο 34 είναι:

$$Q = N \cdot Q_0 = 933,18 \text{ L/sec.}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 34

$$Q = Q_0 = 6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R = 210 + 1 = 211$

Άρα $211 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p = 0,159 \cdot 25,96 / 6 = 0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=211*0,688+1,645*(211*0,688*(1-0,688))^{1/2}=156,24 \text{ (154 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 34 προς τον Κ7 είναι:

$$Q=N*Q_0=937,44 \text{ L/sec.}$$

47^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο 1^{ος} νόμος Clement για να υπολογίσουμε την παροχή των τμημάτων από το 11^ο (δηλαδή το 23) προς το 12^ο (δηλαδή το 22) υδροστόμιο της γραμμής και από το 12 δηλαδή το 22 προς τον κόμβο Κ8.

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 23

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=11$

Άρα $11 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=11*0,688+1,645*(11*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,1 \text{ (10 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στην 47^η αρδευτική γραμμή από το υδροστόμιο 23 προς το υδροστόμιο 22 είναι:

$$Q=N*Q_0=60,6 \text{ L/sec.}$$

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=66 \text{ L/sec}$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 22

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12$

Άρα $12 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$\rho=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=12*0,688+1,645*(12*0,688*(1-0,688))^{1/2}=10,9 \text{ (11 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει στην 47^η αρδευτική γραμμή από το υδροστόμιο 22 προς το κόμβο Κ8 είναι:

$$Q=N*Q_0=65,4 \text{ L/sec.}$$

Όμως για να μην υπάρχει μεγαλύτερη παροχή κατάντη του σημείου που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο απ' ότι ανάντη λαμβάνουμε $Q=72 \text{ L/sec}$

48^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κύριο αγωγό διανομής $Q=N*Q_0=12 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ Κ8

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=12+2=14$ (12 από 47^η γραμμή άρδευσης και 2 από 48^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $14 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργείας υδροστομίου είναι:

$$\rho=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=14*0,688+1,645*(14*0,688*(1-0,688))^{1/2}=12,48 \text{ (13 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο Κ8 προς τον Κ7 είναι:

$$Q=N*Q_0=74,88 \text{ L/sec.}$$

ΚΟΜΒΟΣ Κ7

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=211+14=225$

-Τα 211 από διακλάδωση πάνω από τον Κ7 δηλαδή 47^η και 48^η γραμμή άρδευσης

-Από διακλάδωση αριστερά του Κ7

Άρα $225 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=225*0,688+1,645*(225*0,688*(1-0,688))^{1/2}=166,23 \text{ (166 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο Κ7 προς το σημείο που βρίσκεται το υδροστόμιο 19 είναι:

$$Q=N*Q_0=997,38 \text{ L/sec.}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 19

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=225+1=226$ (το 1 είναι το 19)

Άρα $226 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=226*0,688+1,645*(226*0,688*(1-0,688))^{1/2}=166,95 \text{ (167 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 19 προς το κόμβο Κ1 είναι:

$$Q=N*Q_0=1001,7 \text{ L/sec.}$$

49^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ6 $Q=N*Q_0=18 \text{ L/sec.}$

50^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομίων: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ6 $Q=N*Q_0=18 \text{ L/sec.}$

ΚΟΜΒΟΣ Κ6

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=3+3=6$ (από 49^η και 50^η αρδευτική γραμμή)

Άρα $6 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο Κ6 προς τον κόμβο Κ5 είναι:

$$Q=N*Q_0=36 \text{ L/sec.}$$

51^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομών: $R=3$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ5 $Q=N*Q_0=18 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ Κ5

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=3+3+3=9$ (49^η, 50^η και 51^η γραμμή άρδευσης)

Άρα $9 < 10$ άρα δεν μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο Κ5 προς τον κόμβο Κ4 είναι:

$$Q=N*Q_0=54 \text{ L/sec.}$$

52^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομών: $R=4$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο Κ4 $Q=N*Q_0=24 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ Κ4

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=3+3+3+4=13$ (τα 3αρια είναι από την 49^η, την 50^η και την 51^η αρδευτική γραμμή ενώ τα 4 από την 52^η).

Άρα $13 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=13*0,688+1,645*(13*0,688*(1-0,688))^{1/2}=11,69 \text{ (12 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K4 προς το σημείο που βρίσκεται το κόμβο K3 είναι:

$$Q=N*Q_0=70,14 \text{ L/sec}$$

53^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=2$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K3 $Q=N*Q_0=12 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ K3

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3+3+3+4+2=15$ (τα 3αρια είναι από την 49^η, την 50^η και την 51^η αρδευτική γραμμή ενώ τα 4 από την 52^η και τα 2 από την 53^η).

Άρα $15 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομιών που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=15*0,688+1,645*(15*0,688*(1-0,688))^{1/2}=13,27 \text{ (13 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K3 προς το σημείο που βρίσκεται το κόμβο K2 είναι:

$$Q=N*Q_0=79,62 \text{ L/sec.}$$

54^η ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αριθμός εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=1$

Η παροχή κάθε υδροστομίου είναι $Q_0 = 6 \text{ L/sec}$

Επομένως από αυτή την γραμμή άρδευσης καταλήγουν στον κόμβο K2 $Q=N*Q_0=1 \text{ L/sec}$.

ΚΟΜΒΟΣ K2

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομιών: $R=3+3+3+4+2+1=16$ (τα 3αρια είναι από την 49^η, την 50^η και την 51^η αρδευτική γραμμή ενώ τα 4 από την 52^η, τα 2 από την 53^η και το 1 από την 54^η).

Άρα $16 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p = 0,159 * 25,96 / 6 = 0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N = 16 * 0,688 + 1,645 * (16 * 0,688 * (1 - 0,688))^{1/2} = 14,06 \text{ (14 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K2 προς το σημείο που βρίσκεται το κόμβο K1 είναι:

$$Q = N * Q_0 = 84,36 \text{ L/sec.}$$

ΚΟΜΒΟΣ Κ1

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R = 226 + 16 = 242$

-226 αριστερή διακλάδωση (υδροστόμια 244-18)

-16 δεξιά διακλάδωση (υδροστόμια 3-18)

Άρα $242 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p = 0,159 * 25,96 / 6 = 0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N = 242 * 0,688 + 1,645 * (242 * 0,688 * (1 - 0,688))^{1/2} = 178,35 \text{ (178 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από τον κόμβο K1 προς το σημείο που βρίσκεται το υδροστόμιο 2 είναι:

$$Q = N * Q_0 = 1070,1 \text{ L/sec.}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 2

$$Q = Q_0 = 6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομίων: $R = 242 + 1 = 243$

Άρα $243 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p = 0,159 * 25,96 / 6 = 0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N = 243 * 0,688 + 1,645 * (243 * 0,688 * (1 - 0,688))^{1/2} = 179,07 \text{ (179 περίπου)}$$

Οπότε η παροχή που συνεχίζει από το υδροστόμιο 2 προς το υδροστόμιο 1 είναι:

$$Q=N*Q_0=1074,42 \text{ L/sec.}$$

ΥΔΡΟΣΤΟΜΙΟ 1

$$Q=Q_0=6 \text{ L/sec}$$

Αριθμός κατάντη εγκατεστημένων υδροστομών: $R=243+1=244$

Άρα $244 > 10$ άρα μπορώ να εφαρμόσω τον 1^ο νόμο Clement

Επομένως η πιθανότητα λειτουργίας υδροστομίου είναι:

$$p=0,159*25,96/6=0,688$$

Ο αριθμός των υδροστομίων που λειτουργούν ταυτόχρονα είναι

$$N=244*0,688+1,645*(244*0,688*(1-0,688))^{1/2}=179,78 \text{ (180 περίπου)}$$

$$Q=N*Q_0=1078,68 \text{ L/sec.}$$

Το **υδροστόμιο 1** είναι το 1^ο υδροστόμιο του δικτύου. Επομένως η παροχή του αγωγού μεταφοράς που συνδέει την δεξαμενή Δ1 με το δίκτυο είναι $Q=1078,88 \text{ L/sec}$ με βάση τα εξής στοιχεία:

- 1) Ειδική παροχή άρδευσης: $q=0,159 \text{ L/sec}$ *στρέμμα που προέκυψε με βάση τις ανάγκες σε νερό της συγκεκριμένης τοποθεσίας και των συγκεκριμένων ειδών καλλιέργειας για 18ωρη λειτουργία δικτύου.
- 2) Παροχή κάθε υδροστομίου: $Q_0=6 \text{ L/sec}$
- 3) Ποιότητα λειτουργίας: 95% ($Z_N=1,645$)
- 4) Έκταση που αντιστοιχεί σε κάθε υδροστόμιο: $A=6335/244=25,96$

Εξαιτίας της αδυναμίας προσαρμογής του σχεδίου του δικτύου των παροχών σε σελίδες word, το σχέδιο παρουσιάζεται απευθείας σε μορφή PDF στην επόμενη σελίδα. Για λόγους ευκολίας και απλοποίησης η σελίδα με το σχέδιο των παροχών δεν μετέχει στην αρίθμηση. Η αρίθμηση συνεχίζεται κανονικά από την επόμενη σελίδα με την παράγραφο 5.4.

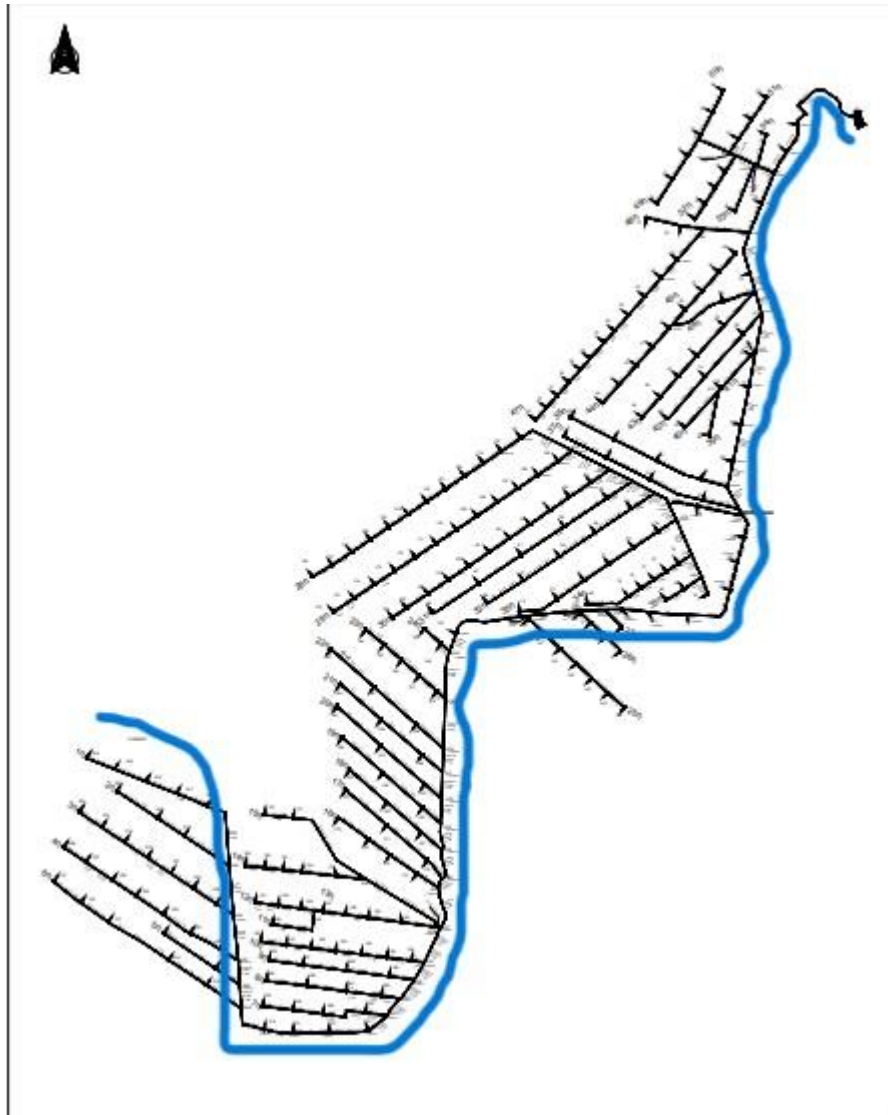
5.4. Απώλειες ενέργειας δικτύου

Στην παράγραφο αυτή γίνεται προσδιορισμός των ενεργειακών απωλειών από την υψομετρική θέση της δεξαμενής στις θέσεις που έχουμε την δυσμενέστερες περιπτώσεις απωλειών.

Επειδή είναι αδύνατον να διερευνηθούν όλα τα πιθανά δρομολόγια λαμβάνεται «με το μάτι» το δυσμενέστερο με το σκεπτικό ότι πρέπει να υπάρχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας και ψηλά σημεία ώστε να προκύπτουν μικρές πιέσεις. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι τα υδροστόμια, δηλαδή οι υδροληψίες βρίσκονται σε μικρή υψομετρική διαφορά η μία από την άλλη. Άλλωστε πρόκειται για μια αρδευτικό δίκτυο ενός κάμπου, μιας πεδινής έκτασης δηλαδή.

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται η ότι η δυσμενέστερη διαδρομή είναι εκείνη από την δεξαμενή Π1 (ή Δ1) μέχρι το υδροστόμιο 244. Το δυσμενέστερο δρομολόγιο του νερού απεικονίζεται στο παρακάτω σκαρίφημα της κάτοψης του διαγράμματος σωληνώσεων του δικτύου.

Τονίζεται ότι λόγω των περιορισμών ταχυτήτων θεωρήθηκαν μεγαλύτερες διάμετροι από τις αρχικές του μελετητή και για τον λόγο αυτόν προκύπτουν μεγαλύτερες απώλειες στην περίπτωση μας παρ' όλο που η ειδική παροχή είναι μεγαλύτερη από εκείνη του μελετητή. Επομένως για $q=0,159 \text{ L/sec} \cdot \text{στρέμμα}$ αναμένεται να προκύψει μεγαλύτερο ύψος πίεσης απ' ότι για $q=0,076 \text{ L/sec} \cdot \text{στρέμμα}$. Συγκεκριμένα οι διατομές των τμημάτων Δ1-1, 1-2, 2-K1, K1-19, 19-K7, K7-34, 34-K9 αυξήθηκαν από Φ700 έγιναν Φ800 ενώ η διατομή του τμήματος 147-K28 από Φ500 έγινε Φ600.



Εικόνα 5-1: Σκαρίφημα κάτοψης δυσμενέστερου δρομολογίου νερού δικτύου Π1

Οι απώλειες ενέργειας χωρίζονται σε γραμμικές οι οποίες συμβολίζονται με h_f και τοπικές οι οποίες συμβολίζονται με h_f' . Σύμφωνα με τους Darcy-Weisbach η παρακάτω σχέση αποδίδει το γραμμικό ύψος απωλειών h_f , συναρτήση του συντελεστή τριβής f , της διαμέτρου του αγωγού, του μήκους του αγωγού και της ταχύτητας:

$$h_f = R \cdot Q^2 \quad (5.1)$$

όπου

Q: παροχή

R: η αντίσταση του αγωγού που υπολογίζεται από τον τύπο

$$R = \frac{8 \cdot f \cdot L}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \quad (5.2)$$

όπου

f: ο συντελεστής τριβής (αδιάστατος αριθμός)

L: μήκος του αγωγού για το οποίο προσδιορίζονται οι απώλειες

D: εσωτερική διάμετρος αγωγού

Ο συντελεστής τριβής f προσδιορίζεται από τον εξής τύπο:

$$f = 0,25 / [\log(5,74/Re^{0,9}) + k/D/3,72]^2 \quad (5.3)$$

όπου

$$Re: \text{ ο αριθμός Reynolds που υπολογίζεται από την σχέση } Re = V \cdot D / \nu \quad (5.4)$$

όπου

V: η ταχύτητα του νερού

D: εσωτερική διάμετρος του αγωγού

ν : η κινηματική συνεκτικότητα του νερού (ή κινηματικό ιξώδες)

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες h_f' λαμβάνονται ως το 10% των ολικών ($h_f' = 0,1 \cdot h_f$). Ουσιαστικά οφείλονται στα τοπικά εμπόδια τα οποία συναντά η ροή. Ορισμένα από αυτά είναι:

1. Απότομη διαστολή ή συστολή της διατομής του αγωγού
2. Βαθμιαία διαστολή ή συστολή της διατομής του αγωγού
3. Αλλαγή κατεύθυνσης του αγωγού
4. Τοπικές απώλειες σε δικλείδες και άλλες συσκευές που παρεμβάλλονται στη ροή
5. Μη ευθύγραμμη τοποθέτηση του αγωγού

Τμήμα δικτύου Π1-1

$$Q = 1078,88 \text{ L/sec} = 1,07888 \text{ m}^3$$

$$D = 800 \text{ mm} = 0,8 \text{ m}$$

$$L = 708 \text{ m}$$

$$V = 2,15 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1431634,82$ (αδιάστατος) $f=0,0135$ $R=2,42 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=3,09 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο την δεξαμενή Π1 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 1 είναι $H_1 = H_{\Pi 1} - h_{f\Pi 1-1} = 549,10 - 3,09 = 546,01 \text{ m}$

$$1 \text{ είναι } H_1 = H_{\Pi 1} - h_{f\Pi 1-1} = 549,10 - 3,09 = 546,01 \text{ m}$$

Τμήμα δικτύου 1-2

$$Q=1074,42 \text{ L/sec}=1,07442 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=165\text{m}$$

$$V=2,14 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1425716,56$ (αδιάστατος) $f=0,0135$ $R=0,56 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,72 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 1 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 2 είναι $H_2 = H_1 - h_{f1-2} = 546,01 - 0,72 = 545,29 \text{ m}$

$$2 \text{ είναι } H_2 = H_1 - h_{f1-2} = 546,01 - 0,72 = 545,29 \text{ m}$$

Τμήμα δικτύου 2-K1

$$Q=1070,1 \text{ L/sec}=1,0701 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=130\text{m}$$

$$V=2,13 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1419984,076$ (αδιάστατος) $f=0,0135$ $R=0,4438 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,56 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 2 προς τον κόμβο Κ1 είναι $H_{K1} = H_2 - h_{f2-K1} = 545,62 - 0,56 = 544,73 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου Κ1-19

$$Q=1001,7 \text{ L/sec}=1,0017 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=170\text{m}$$

$$V=1,99 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1329219,75$ (αδιάστατος) $f=0,0136$ $R=0,58 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,64 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο Κ1 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 19 είναι $H_{19} = H_{K1} - h_{FK1-19} = 544,73 - 0,64 = 544,09 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 19-K7

$$Q=997,38 \text{ L/sec}=0,99738 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=170\text{m}$$

$$V=1,99 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1329219,75$ (αδιάστατος) $f=0,0136$ $R=0,58 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,64 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 19 προς τον κόμβο K7 είναι $H_{K7} = H_{19} - h_{f19-K7} = 544,09 - 0,64 = 543,45 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K7-34

$$Q=937,44 \text{ L/sec}=0,93744 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=230\text{m}$$

$$V=1,87 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1243949,045$ (αδιάστατος) $f=0,0137$ $R=0,79 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,77 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K7 προς τον υδροστόμιο 34 είναι $H_{34} = H_{K7} - h_{7-34} = 543,45 - 0,77 = 542,68 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 34-K9

$$Q=933,18 \text{ L/sec}=0,93318 \text{ m}^3$$

$$D=800\text{mm}=0,8\text{m}$$

$$L=100\text{m}$$

$$V=1,86 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1238296,178$ (αδιάστατος) $f=0,0137$ $R=0,34 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,33 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 34 προς τον κόμβο K9 είναι $H_{K9} = H_{34} - h_{f34-K9} = 542,68 - 0,33 = 542,35 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K9-K11

$$Q=868,8 \text{ L/sec}=0,8688 \text{ m}^3$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=120\text{m}$$

$$V=2,26 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1317561,42$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=0,82 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,68 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο 9 προς τον κόμβο K11 είναι $H_{K11} = H_{K9} - h_{fK9-K11} = 542,35 - 0,68 = 541,67 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K11-K12

$$Q=855,96 \text{ L/sec}=0,85596 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=210\text{m}$$

$$V=2,26 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1298089,17$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=1,43 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,15 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K11 προς τον κόμβο K12 είναι $H_{K12} = H_{K11} - h_{fK11-K12} = 541,67 - 1,15 = 540,52 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K12-57

$$Q=838,74 \text{ L/sec}=0,83874 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=190\text{m}$$

$$V=2,18 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1271974,52$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=1,3 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K12 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 57 είναι $H_{57} = H_{K12} - h_{fK12-K57} = 540,52 - 1 = 539,52 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 57-58

$$Q=834,54 \text{ L/sec}=0,83454 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=200\text{m}$$

$$V=2,18 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1271974,52$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=1,37 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,07 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 57 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 58 είναι $H_{58} = H_{57} - h_{f57-58} = 539,52 - 1,07 = 538,45$ m

Τμήμα δικτύου 58-59

$$Q=830,16 \text{ L/sec}=0,83016 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=200\text{m}$$

$$V=2,16 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1258962,69$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=1,37 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,04 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 58 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 59 είναι $H_{59} = H_{58} - h_{f58-59} = 538,45 - 1,04 = 537,41$ m

Τμήμα δικτύου 59-K14

$$Q=825,59 \text{ L/sec}=0,82559 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=135\text{m}$$

$$V=2,15 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1252032,15$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=0,92 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,69 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 59 προς τον κόμβο K14 είναι $H_{K14} = H_{59} - h_{f59-K14} = 537,41 - 0,69 = 536,72 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K14-K15

$$Q=808,68 \text{ L/sec}=0,80868 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=135\text{m}$$

$$V=2,10 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2*10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1226387,63$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=0,92 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,66 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K14 προς τον κόμβο K15 είναι $H_{K15} = H_{K14} - h_{fK14-K15} = 536,72 - 0,66 = 536,06 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K15-K16

$$Q=791,52 \text{ L/sec}=0,79152 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=700\text{mm}=0,7\text{m}$$

$$L=40\text{m}$$

$$V=2,06 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2*10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=1200363,97$ (αδιάστατος) $f=0,0139$ $R=0,27 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,19 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K15 προς τον κόμβο K16 είναι $H_{K16} = H_{K15} - h_{fK15-K16} = 536,06 - 0,19 = 535,87 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K16- 129

$$Q=528,12 \text{ L/sec}=0,52812 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=125\text{m}$$

$$V=1,87 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=934394,9$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=1,92 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,59 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K16 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 129 είναι $H_{129} = H_{K16} - h_{fK16-129} = 535,87 - 0,59 = 535,28 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 129-130

$$Q=523,74 \text{ L/sec}=0,52374 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=135\text{m}$$

$$V=1,85 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=926645,44$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=2,07 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,63 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 129 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 130 είναι $H_{130} = H_{129} - h_{f129-130} = 535,28 - 0,63 = 534,65 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 130-131

$$Q=519,42 \text{ L/sec}=0,51942 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=155\text{m}$$

$$V=1,84 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=919002,12$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=2,38 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,7 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 130 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 131 είναι $H_{131} = H_{130} - h_{f130-131} = 534,65 - 0,7 = 533,95 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 131-132

$$Q=515,1 \text{ L/sec}=0,5151 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=325\text{m}$$

$$V=1,82 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=911358,81$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=5 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,46 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 131 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 132 είναι $H_{132} = H_{131} - h_{f131-132} = 533,95 - 1,46 = 532,49 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 132-133

$$Q=510,2 \text{ L/sec}=0,5102 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=200\text{m}$$

$$V=1,81 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=902689,31$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=3,08 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,88 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 132 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 133 είναι $H_{133} = H_{132} - h_{f132-133} = 532,49 - 0,88 = 531,61 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 133-134

$$Q=506,4\text{L}/\text{sec}=0,5064 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=145\text{m}$$

$$V=1,79 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=895966,03$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=2,23 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,63 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 133 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 134 είναι $H_{134} = H_{133} - h_{f133-134} = 531,61 - 0,63 = 530,98 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 134-K25

$$Q=502,02 \text{ L}/\text{sec}=0,50202 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=90\text{m}$$

$$V=1,78 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=888216,56$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=1,39 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,39 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 134 προς τον κόμβο 25 είναι $H_{K25} = H_{134} - h_{f134-135} = 530,98 - 0,39 = 530,59 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K25-K26

$$Q=497,7 \text{ L/sec}=0,4977 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=140\text{m}$$

$$V=1,76 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=880573,25$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=2,16 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,59 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K25 προς τον κόμβο K26 είναι $H_{K26} = H_{K25} - h_{FK25-K26} = 530,59 - 0,59 = 530 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K26-K27

$$Q=480,3 \text{ L/sec}=0,4803 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=280\text{m}$$

$$V=1,7 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=849787,69$ (αδιάστατος) $f=0,0145$ $R=4,33 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,1 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K26 προς τον κόμβο K27 είναι $H_{K27} = H_{K26} - h_{FK26-K27} = 530 - 1,1 = 528,9 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K27-147

$$Q=449,82 \text{ L/sec}=0,44982 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=405\text{m}$$

$$V=1,59 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=795859,87$ (αδιάστατος) $f=0,0146$ $R=6,29 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,4 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K27 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 147 είναι $H_{147} = H_{K27} - h_{FK27-147} = 528,9 - 1,4 = 527,5 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 147-K28

$$Q=445,44 \text{ L/sec}=0,44544 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=600\text{mm}=0,6\text{m}$$

$$L=105\text{m}$$

$$V=1,58 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=788110,4$ (αδιάστατος) $f=0,0146$ $R=1,63 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,36 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 147 προς τον κόμβο K28 είναι $H_{K28} = H_{147} - h_{F147-K28} = 527,5 - 0,36 = 527,14 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K28-K29

$$Q=436,74 \text{ L/sec}=0,43674 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=250\text{m}$$

$$V=2,2 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=927261,15$ (αδιάστατος) $f=0,0148$ $R=9,81 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=2,06 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K28 προς τον κόμβο K29 είναι $H_{K29} = H_{K28} - h_{FK28-K29} = 527,14 - 2,06 = 525,08 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K29-K30

$$Q=414,19 \text{ L/sec}=0,41419 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=265\text{m}$$

$$V=2,11 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=879384,29$ (αδιάστατος) $f=0,0149$ $R=10,43 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,97 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K29 προς τον κόμβο K30 είναι $H_{K30} = H_{K29} - h_{FK29-K30} = 525,08 - 1,97 = 523,11$ m

Τμήμα δικτύου K30-K31

$$Q=401,82 \text{ L/sec}=0,40182 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=125\text{m}$$

$$V=2,05 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=853121,02$ (αδιάστατος) $f=0,0149$ $R=4,93 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,88 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K30 προς τον κόμβο K31 είναι $H_{K31} = H_{K30} - h_{FK30-K31} = 523,11 - 0,88 = 522,23$ m

Τμήμα δικτύου K31-K32

$$Q=388,68 \text{ L/sec}=0,38868 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=140\text{m}$$

$$V=1,98 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=825222,93$ (αδιάστατος) $f=0,0149$ $R=5,53 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,92 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K31 προς τον κόμβο K32 είναι $H_{K32} = H_{K31} - h_{FK31-K32} = 522,23 - 0,92 = 521,31$ m

Τμήμα δικτύου K32-K33

$$Q=369,65 \text{ L/sec}=0,36965 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=130\text{m}$$

$$V=1,88 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2*10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=784819,53$ (αδιάστατος) $f=0,0150$ $R=5,15 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,78 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K32 προς τον κόμβο K33 είναι $H_{K33} = H_{K32} - h_{FK32-K33} = 521,31-0,78 = 520,53 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K33-K34

$$Q=362,4 \text{ L/sec}=0,3624 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=145\text{m}$$

$$V=1,85 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2*10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=769426,75$ (αδιάστατος) $f=0,015$ $R=5,76 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,83 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K33 προς τον κόμβο K34 είναι $H_{K34} = H_{K33} - h_{FK33-K34} = 520,53-0,83 = 519,7 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K34-K35

$$Q=349,2 \text{ L/sec}=0,3492 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=160\text{m}$$

$$V=1,78 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=741401,27$ (αδιάστατος) $f=0,015$ $R=6,37 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,85 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K34 προς τον κόμβο K35 είναι $H_{K35} = H_{K34} - h_{FK34-K35} = 519,7 - 0,85 = 518,85 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K35-K36

$$Q=336,02 \text{ L/sec}=0,33602 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=55\text{m}$$

$$V=1,71 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=713418,26$ (αδιάστατος) $f=0,0151$ $R=2,19 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,27 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K35 προς τον κόμβο K36 είναι $H_{K36} = H_{K35} - h_{FK35-K36} = 518,85 - 0,27 = 518,58 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K36-K37

$$Q=318,41 \text{ L/sec}=0,31841 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=220\text{m}$$

$$V=1,6 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=676029,72$ (αδιάστατος) $f=0,0151$ $R=8,81 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,98 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K36 προς τον κόμβο K37 είναι $H_{K37} = H_{K36} - h_{FK36-K37} = 518,58 - 0,98 = 517,6 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K37- D=500 (πριν τον K41)

$$Q=252,06 \text{ L/sec}=0,25206 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=80\text{m}$$

$$V=1,28 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=535159,24$ (αδιάστατος) $f=0,0154$ $R=3,26 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,23 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K37 προς το σημείο που η διάμετρος αλλάζει και από $D=500\text{mm}$ γίνεται $D=400\text{mm}$ (πριν τον κόμβο K41) είναι $H_{400} = H_{K37} - h_{FK37-400} = 517,6 - 0,23 = 517,37 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου D=500 (μετά τον K37)-K41

$$Q=252,06 \text{ L/sec}=0,25206 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=125\text{m}$$

$$V=1,28 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=535159,24$ (αδιάστατος) $f=0,0154$ $R=5,1 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,35\text{m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο μετά τον κόμβο K37 που η διάμετρος αλλάζει από $D=500\text{mm}$ σε $D=400\text{mm}$ προς τον κόμβο K41 είναι $H_{K41} = H_{400} - h_{F400-K41} = 517,37 - 0,35 = 517,02 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K41-K42

$$Q=220,92 \text{ L/sec}=0,22092 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=105\text{m}$$

$$V=1,13 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=469044,59$ (αδιάστατος) $f=0,0156$ $R=4,33 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,23\text{m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K41 προς τον κόμβο K42 είναι $H_{K42} = H_{K41} - h_{FK41-K42} = 517,02 - 0,23 = 516,79 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K42-K43

$$Q=203,04 \text{ L/sec}=0,20304 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=500\text{mm}=0,5\text{m}$$

$$L=130\text{m}$$

$$V=1,03 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=431082,8$ (αδιάστατος) $f=0,0157$ $R=5,4 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,25 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K42 προς τον κόμβο K43 είναι $H_{K43} = H_{K42} - h_{FK42-K43} = 516,79 - 0,25 = 516,54 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K43-K44

$$Q=185,04 \text{ L/sec}=0,18504 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,4\text{m} \text{ (εσωτερική } 0,3412\text{m)}$$

$$L=105\text{m}$$

$$V=2,03 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=575712,55$ (αδιάστατος) $f=0,0162$ $R=30,33 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,14 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K43 προς τον κόμβο K44 είναι $H_{K44} = H_{K43} - h_{FK43-K44} = 516,54 - 1,14 = 515,4 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K44-211

$$Q=167,04 \text{ L/sec}=0,16704 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,4\text{m} \text{ (εσωτερική } 0,3412\text{m)}$$

$$L=130\text{m}$$

$$V=1,83 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=519709,38$ (αδιάστατος) $f=0,0163$ $R=37,8 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,16 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K44 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 211 είναι $H_{211} = H_{K44} - h_{FK44-211} = 515,4 - 1,16 = 514,24 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 211-212

$$Q=162,48 \text{ L/sec}=0,16248 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,4\text{m} \text{ (εσωτερική } 0,3412\text{m)}$$

$$L=210\text{m}$$

$$V=1,78 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=505521,91$ (αδιάστατος) $f=0,0163$ $R=61,18 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,77 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 211 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 212 είναι $H_{212} = H_{211} - h_{F211-212} = 514,24 - 1,77 = 512,47 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 212-213

$$Q=157,98 \text{ L/sec}=0,15798 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,4\text{m} \text{ (0,3412m εσωτερική)}$$

$$L=185\text{m}$$

$$V=1,73 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=491521,12$ (αδιάστατος) $f=0,0163$ $R=54,005 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,48 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 212 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 213 είναι $H_{213} = H_{212} - h_{F212-213} = 512,47 - 1,48 = 510,99 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 213-214

$$Q=153,42 \text{ L/sec}=0,15342 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,4\text{m} \text{ (0,3412m εσωτερική)}$$

$$L=165\text{m}$$

$$V=1,68 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=477333,65$ (αδιάστατος) $f=0,0164$ $R=48,27 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,25 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 213 προς το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 214 είναι $H_{214} = H_{213} - h_{F213-214} = 510,99 - 1,25 = 509,74 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 214-K45

$$Q=148,86 \text{ L/sec}=0,14886 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=400\text{mm}=0,34\text{m} \text{ (0,3412 εσωτερική)}$$

$$L=195\text{m}$$

$$V=1,63 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=463146,18$ (αδιάστατος) $f=0,0164$ $R=57,17 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,39\text{m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 214 προς τον κόμβο K45 είναι $H_{K45} = H_{214} - h_{F214-K45} = 509,74 - 1,39 = 508,35 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K45-K46

$$Q=126,01 \text{ L/sec}=0,12601 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=355\text{mm}=0,355\text{m} \text{ (0,3028m εσωτερική)}$$

$$L=125\text{m}$$

$$V=1,75 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=441772,05$ (αδιάστατος) $f=0,0167$ $R=67,96 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,19 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K45 προς τον κόμβο K46 είναι $H_{K46} = H_{K45} - h_{FK45-K46} = 508,35 - 1,19 = 507,16 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K46-K47

$$Q=116,88 \text{ L/sec}=0,11688 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=355\text{mm}=0,355\text{m} \text{ (0,3028m εσωτερική)}$$

$$L=130\text{m}$$

$$V=1,62 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=409763,65$ (αδιάστατος) $f=0,0168$ $R=71,06 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,07 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K46 προς τον κόμβο K47 είναι $H_{K47} = H_{K46} - h_{FK46-K47} = 507,16 - 1,07 = 506,09 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K47-K48

$$Q=84,36 \text{ L/sec}=0,08436 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=315\text{mm}=0,315\text{m} \text{ (0,2686m εσωτερική)}$$

$$L=240\text{m}$$

$$V=1,49 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=333410,8$ (αδιάστατος) $f=0,0174$ $R=246,8 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,93 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K47 προς τον κόμβο K48 είναι $H_{K48} = H_{K47} - h_{FK47-K48} = 506,09 - 1,93 = 504,16 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K48-K49

$$Q=54 \text{ L/sec}=0,054 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=280\text{mm}=0,28\text{m} \text{ (0,2388m εσωτερική)}$$

$$L=260\text{m}$$

$$V=1,2 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=240053,77$ (αδιάστατος) $f=0,0182$ $R=503,43 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=1,62 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K48 προς τον κόμβο K49 είναι $H_{K49} = H_{K48} - h_{FK48-K49} = 504,16 - 1,62 = 502,6 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου K49-240

$$Q=30 \text{ L/sec}=0,030 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=225\text{mm}=0,225\text{m} \text{ (εσωτερική 0,1918m)}$$

$$L=385\text{m}$$

$$V=1,04 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=166043,45$ (αδιάστατος) $f=0,0194$ $R=2377,23 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=2,35 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από τον κόμβο K48 προς τον κόμβο K49 είναι $H_{K49} = H_{K48} - h_{FK48-K49} = 502,6 - 2,35 = 500,25 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 240-D=200mm (πριν το 241)

$$Q=24 \text{ L/sec}=0,024 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=225\text{mm}=0,225\text{m (εσωτερική } 0,1918\text{m)}$$

$$L=140\text{m}$$

$$V=0,83 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=132834,76$ (αδιάστατος) $f=0,0198$ $R=884,71 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,56 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει στον κύριο αγωγό διανομής από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 240 μέχρι το σημείο που η διάμετρος γίνεται $D=200\text{mm}$ (ονομαστική) από $D=225\text{mm}$ πριν το υδροστόμιο 241 είναι $H_{D200} = H_{240} - h_{F240-D200} = 500,25 - 0,56 = 499,69 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου D=200mm (μετά το 240)-241

$$Q=24 \text{ L/sec}=0,024 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=200\text{mm}=0,2\text{m (εσωτερική } 0,1706\text{m)}$$

$$L=35\text{m}$$

$$V=1,05 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=149341,78$ (αδιάστατος) $f=0,0199$ $R=398,46 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,25 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει από το σημείο που η διάμετρος γίνεται $D=200\text{mm}$ (ονομαστική) από $D=225\text{mm}$ μετά το υδροστόμιο 240 μέχρι το σημείο που είναι

τοποθετημένο το υδροστόμιο 241 είναι $H_{241} = H_{240} - h_{FD200-241} = 499,69 - 0,25 = 499,44 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 241-242

$$Q = 18 \text{ L/sec} = 0,018 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m} \text{ (εσωτερική } 0,1706 \text{ m)}$$

$$L = 175 \text{ m}$$

$$V = 0,79 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k = 0,0001 \text{ m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re = 112006,33$ (αδιάστατος) $f = 0,0205$ $R = 2053,86 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f = 0,73 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 241 μέχρι το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 242 είναι $H_{242} = H_{241} - h_{F242-243} = 499,44 - 0,73 = 498,71 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 242-243

$$Q = 12 \text{ L/sec} = 0,012 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D = 160 \text{ mm} = 0,16 \text{ m} \text{ (εσωτερική } 0,1364 \text{ m)}$$

$$L = 175 \text{ m}$$

$$V = 0,82 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k = 0,0001 \text{ m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re = 93393,35$ (αδιάστατος) $f = 0,0215$ $R = 6600,3 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f = 1,05 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 242 μέχρι το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 243 είναι $H_{243} = H_{242} - h_{F242-243} = 498,71 - 1,05 = 497,66 \text{ m}$

Τμήμα δικτύου 243-244

$$Q=6 \text{ L/sec}=0,006 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$D=140\text{mm}=0,14\text{m} \text{ (εσωτερική } 0,1194\text{m)}$$

$$L=160\text{m}$$

$$V=0,54 \text{ m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού ή κινηματική συνεκτικότητα νερού λαμβάνεται $\nu=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ενώ η τραχύτητα του αγωγού ως $k=0,0001\text{m}$. Επομένως από τους υπολογισμούς προκύπτουν:

$Re=53345,28$ (αδιάστατος) $f=0,0235$ $R=12805,47 \text{ s}^2/\text{m}^5$ και τελικώς οι απώλειες ενέργειας για τον συγκεκριμένο κλάδο είναι

$$h_f=0,51 \text{ m}$$

Άρα η ενέργεια που συνεχίζει από το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 243 μέχρι το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 244 είναι $H_{244} = H_{243} - h_{F243-244} = 497,66 - 0,51 = 497,15 \text{ m}$

Επομένως οι συνολικές απώλειες ενέργειας για την διαδρομή από την δεξαμενή Π1 (ή Δ1) μέχρι το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 244 (δυσμενέστερη με το μάτι) είναι $h_f=549,1 - 497,15=51,95 \text{ m}$

5.5. Αρχή διατήρησης ενέργειας και υπολογισμός ύψους πίεσης

Σύμφωνα με την εξίσωση του **Bernoulli** ή εξίσωση διατήρησης ενέργειας όταν ληφθούν υπ' όψιν οι απώλειες ενέργειας στην διαδρομή δημιουργείται η εξής σχέση:

$$H_A = H_B + h_{f \text{ A-B}} \quad (5.5)$$

όπου

$$H_A: \text{ το ολικό ύψος ενέργειας στην θέση A το οποίο ισούται με } H_A = p_A/\rho g + Z_A + V^2/2g \quad (5.6)$$

όπου $p_A/\rho g$ ονομάζεται το **ύψος πίεσης ή φορτίο πίεσης** και εκφράζει το ύψος που θα φθάσει το ρευστό αν σε κάποιο σημείο του αγωγού τοποθετηθεί ένας λεπτός κατακόρυφος σωλήνας.

$V^2/2g$ ονομάζεται **ύψος κινητικής ενέργειας ή φορτίο ταχύτητας** ή κινητικό φορτίο.

p_A+Z_A ονομάζεται **πιεζομετρικό ύψος ή φορτίο** με το Z_A να είναι το υψόμετρο στην θέση A.

H_B : το ολικό ύψος ενέργειας στην θέση B

$h_{f A-B}$: οι απώλειες ενέργειας κατά την διαδρομή του νερού από την θέση A στην θέση B

Όσον αφορά λοιπόν το δίκτυο Π1 Τ.Ο.Ε.Β. Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων σύμφωνα με την εξίσωση Bernoulli παρατίθενται τα εξής:

Για την διαδρομή από το την δεξαμενή Π1 (ή Δ1) μέχρι το σημείο που είναι τοποθετημένο το υδροστόμιο 244

Από τα στοιχεία της μελέτης του δικτύου που λήφθηκαν από την διεύθυνση τεχνικών έργων της περιφέρειας Ηπείρου και συγκεκριμένα από το σχέδιο της μηκοτομής 5.1.1. προκύπτει ότι το υψόμετρο του σημείου που τοποθετήθηκε το υδροστόμιο 244 είναι 468,2m. Οπότε

$$H_A = H_B + h_{f A-B}$$

$$Z_A = p_B/\rho g + Z_B + V^2/2g + h_{f A-B}$$

$$p_B/\rho g = (Z_A - Z_B) - h_{f A-B} - V^2/2g$$

$$p_B/\rho g = (549,1 - 468,2) - 51,95 - (0,54^2)/2 * 9,81$$

$$p_B/\rho g = 28,94 \text{ m}$$

ή διαφορετικά

$$549,1 = H_B + 51,95$$

$$H_B = 469,94 \text{ m} \quad \underline{\text{ΟΜΩΣ}} \quad H_B = p_B/\rho g + Z_B + V^2/2g$$

$$497,15 = p_B/\rho g + 468,2 + (0,54^2)/2 * 9,81$$

$$498,77 = p_B/\rho g + 468,2 + 0,0149$$

$$p_B/\rho g = 28,94 \text{ m}$$

5.6. Έλεγχος επάρκειας δικτύου

Σύμφωνα με την μελέτη του έργου τα στοιχεία της οποίας λήφθηκαν από την διεύθυνση τεχνικών έργων της περιφέρειας Ηπείρου η πίεση στην έξοδο των στομιών υδροληψίας ορίζεται 3,0 atm για την δυσμενέστερη περίπτωση και 3,5 atm μέχρι 4 atm για συνήθεις περιπτώσεις. Πιέσεις μεγαλύτερες των 4,0 atm δεν είναι επιθυμητές λόγω του μικρού μεγέθους αγροτεμαχίων και αρδευτικών μονάδων.

Σύμφωνα με το βιβλίο «Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων Τεύχος 1» του Τμήματος Πολιτικών Δ.Π.Θ. 1985 του Γ.Π.Τσακίρη διακρίνονται η εξής περιπτώσεις δικτύων:

<15m χαμηλής πίεσης

15-30m μέσης πίεσης

30-70m υψηλής πίεσης

1 atm = 10,33 m

Επομένως οι πιέσεις είναι επιθυμητές μόνο αν είναι κάτω από $4 * 10,33 = 40,33 \text{ m}$ που ισχύει επομένως το δίκτυο **επαρκεί**.

Οπότε το δίκτυο επαρκεί και εντάσσεται στην κατηγορία μέσης πίεσης σύμφωνα με τις κατηγορίες που ορίστηκαν παραπάνω

5.7. Συνοπτικοί υπολογισμοί παροχής σχεδιασμού και ενεργειακών απωλειών με ειδική παροχή μελέτης

Για την περίπτωση που $q=0,076$ L/sec για 18ωρη λειτουργία δικτύου, ύστερα από εφαρμογή της μεθόδου Clement και των σχέσεων των απωλειών που αναφέρθηκαν προηγουμένως προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία:

τμήμα αγωγού	Παροχή (L/sec)	διάμετρος ονομαστική (mm)	μήκος τμήματος (m)	ταχύτητα (m/sec)	αριθμός Re	αντίσταση αγωγού R	f Moody	ολικές απώλειες hf (m)
P1-1	553,92	700	708	1,44	840036,4	24,4	0,0143	8,23
1-2	551,82	700	165	1,44	836851,3	5,69	0,0143	1,91
2-K1	549,96	700	130	1,43	834030,94	4,48	0,0143	1,49
K1-19	517,7	700	170	1,34	782074,6	5,89	0,0144	1,72
19-K7	513,6	700	170	1,34	778889,9	5,89	0,0144	1,71
K7-34	483,72	700	230	1,26	733575,98	8,01	0,0144	2,06
34-K9	481,62	700	100	1,25	730391	3,48	0,0144	0,89
K9-11	449,58	700	120	1,17	681801,64	4,2	0,0144	0,94
K11-K12	443,16	700	210	1,15	672065,5	7,37	0,0145	1,59
K12-57	434,52	700	190	1,13	658962	6,68	0,0146	1,39
57-58	432,42	700	200	1,12	655777	7,033	0,0146	1,45
58-59	430,32	700	200	1,12	652593,27	7,036	0,0146	1,43
59-K14	428,16	700	135	1,52	757537,16	10,33	0,0147	2,08
K14-K15	419,58	700	135	1,49	742356,69	10,35	0,0147	2
K15-K16	411	700	40	1,45	727176,22	3,07	0,0147	0,55
K16-129	278,88	600	125	0,99	493418,26	9,92	0,0152	0,85
129-130	276,66	600	135	0,98	489490,45	10,71	0,0152	0,9
130-131	274,5	600	155	0,97	485668,79	12,32	0,0152	1,02
131-132	272,28	600	325	0,96	481740,98	25,85	0,0152	2,1
132-133	270,36	600	200	0,96	478343,95	15,92	0,0153	1,28
133-134	267,9	600	145	0,95	473991,5	11,55	0,0153	0,91
134-K25	265,74	600	90	0,56	470258,32	7,17	0,0153	0,56
K25-K26	263,52	600	140	0,93	466242,04	7,18	0,0153	0,55
K26-K27	254,7	600	280	0,9	450636,94	22,41	0,0153	1,59
K27-147	239,28	600	405	0,85	423354,57	32,62	0,0153	2,05
147-K28	237,12	600	105	0,84	419532,9	8,47	0,0155	0,52
K28-K29	232,68	600	250	0,82	411677,3	20,19	0,0155	1,2
K29-K30	221,58	600	265	0,78	392038	21,51	0,0156	1,16
K30-K31	214,92	600	125	0,76	380254,77	10,18	0,0156	0,52
K31-K32	208,6	600	140	0,74	369072,9	11,44	0,0157	0,55
K32-K33	201,6	600	130	0,71	356687,9	10,66	0,0157	0,48
K33-K34	194,88	600	145	0,69	344798,3	11,94	0,0158	0,5
K34-K35	188,16	600	160	0,67	332908,7	13,22	0,0158	0,51
K35-K36	181,44	600	55	0,64	321019,1	4,57	0,0159	0,17
K36-K37	172,44	600	220	0,61	305095,54	18,37	0,016	0,6
K37-D=500	138,35	600	80	0,5	244780,6	6,86	0,0164	0,15
D=500-K41	138,35	500	125	0,7	293736,7	26,53	0,0163	0,56
K41-K42	122,22	500	105	0,62	259490,45	22,6	0,0166	0,37
K42-K43	112,92	500	130	0,58	239745,22	28,26	0,0167	0,4
K43-K44	103,56	500	105	0,53	219872,6	23,07	0,0169	0,27
K44-211	94,14	400	130	1,03	292896,56	194,47	0,0171	1,9
211-212	91,76	400	210	1	285305,02	314,92	0,0171	2,91
212-213	89,4	400	185	1	285305,02	277,44	0,0171	2,56
213-214	87	400	165	0,95	279681,97	248,72	0,0172	2,07
214-K45	84,6	400	195	0,93	263214,88	294,76	0,0172	2,32
K45-K46	72,52	400	125	0,79	225630,53	399,4	0,0175	2,31
K46-K47	67,62	400	130	0,74	210385,23	201,24	0,0176	1,01
K47-K48	60	400	240	0,66	186672,22	376,68	0,0179	1,49
K48-K49	54	400	260	0,59	1680009,5	413,32	0,0181	1,32
K49-240	30	355	385	0,75	189315,86	1109,73	0,0181	3,56
240-D=225	24	225	140	0,83	132834,76	4339,5	0,0198	2,75
D=225-241	24	225	35	0,83	132834,76	1084,88	0,0198	0,69
241-242	18	225	175	0,62	99626,07	5611,77	0,0205	2
242-243	12	200	175	0,53	74670,88	10600	0,0216	1,68
243-244	6	140	160	0,54	53345,28	12805,47	0,0235	2,49
							ΣΥΝΟΛΟ	69,38

$$H_A = H_B + h_{f A-B}$$

$$Z_A = p_B/\rho g + Z_B + V^2/2g + h_{f A-B}$$

$$p_B/\rho g = (Z_A - Z_B) - h_{f A-B} - V^2/2g$$

$$p_B/\rho g = (549,1 - 468,2) - 69,38 - (0,54^2)/2 \cdot 9,81$$

$$p_B/\rho g = 11,5 \text{ m}$$

ή διαφορετικά

$$H_A = H_B + h_{f A-B}$$

$$549,1 = H_B + 69,38$$

$$H_B = 479,72 \text{ m} \quad \underline{\text{ΟΜΩΣ}} \quad H_B = p_B/\rho g + Z_B + V^2/2g$$

$$479,72 = p_B/\rho g + 468,2 + (0,54^2)/2 \cdot 9,81$$

$$498,77 = p_B/\rho g + 468,2 + 0,0149$$

$$p_B/\rho g = 11,50 \text{ m}$$

Οπότε το δίκτυο επαρκεί και εντάσσεται στην κατηγορία χαμηλής πίεσης σύμφωνα με τις κατηγορίες που ορίστηκαν παραπάνω

6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων του αρδευτικού δικτύου λεκανοπεδίου Ιωαννίνων αποτέλεσε σημαντικό έργο για την κοινωνία της πόλης και την περιφέρεια γενικότερα με ποικίλες επιδράσεις σε οικονομικό και οικολογικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, η αποξήλωση των ανοικτών διωρύγων και καναλέτων άοπλου σκυροδέματος και η αντικατάστασή τους με σύστημα κλειστών αγωγών υπό πίεση, που λειτουργεί με ελεύθερη ζήτηση συμβάλει τα μέγιστα στην οικονομία νερού και ελαχιστοποιεί την ανεξέλεγκτη σπατάλη αυτού. Παράλληλα το νέο δίκτυο κλειστών υπό πίεση αγωγών με τις υδροληψίες άρδευσης τύπου Schlumberger ευνοεί εφόσον το επιτρέπει και το ύψος πίεσης την ανάπτυξη αρδευτικών μεθόδων καταιονισμού, είτε απλών (κανόνι) είτε αυτοπροωθούμενων (καρούλι, ράμπα) που είναι κατάλληλες και διευκολύνουν τους παραγωγούς στην άρδευση καλλιεργειών όπως ο αραβόσιτος και η μηδική που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της αρδευόμενης έκτασης. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι ήταν δύσκολο να χρησιμοποιηθούν στο προηγούμενο δίκτυο μιας και απαιτούνταν η χρήση ιδιωτικών συγκροτημάτων τεχνητής βροχής. Επίσης το γεγονός ότι ορισμένα αγροτεμάχια δεν αρδεύονται, άρα πολλά υδροστόμια δεν λειτουργούν, δρα ανακουφιστικά στο δίκτυο. Επιπλέον, ο εκσυγχρονισμός του δικτύου εμπειρείχε την δημιουργία 2 επιπλέον αντλιοστασίων και την ανακαίνιση του υπάρχοντος καθώς και την δημιουργία δεξαμενών πράγμα που οδηγεί στον καλύτερο έλεγχο και λειτουργία δικτύου. Ακόμα, το καινούριο δίκτυο είναι πλήρως εξοπλισμένο με συστήματα αντιπλημμυρικής προστασίας όπως οι αγωγοί υπερχειλίσεως των δεξαμενών και εργαλεία των αρδευτικών αγωγών όπως οι βαλβίδες εκκένωσης, οι αντιπληγματικές βαλβίδες και οι δικλίδες ελέγχου. Τέλος ο σχεδιασμός του δικτύου περιορίστηκε σε περιοχές που σίγουρα θα υπάρχουν καλλιέργειες και δεν επεκτάθηκε σε σημεία που θα ήταν αναξιόπλητο και θα γινόταν άσκοπη σπατάλη υλικών και χρημάτων όπως για παράδειγμα στο τμήμα του πρώην Τ.Ο.Ε.Β. Ανατολής Ιωαννίνων που τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει οικιστικό χαρακτήρα και έχει ενταχθεί στο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο της πόλης.

Έτσι, δημιουργούνται καλύτερες συνθήκες εργασίας για τους καλλιεργητές, δημιουργούνται νέοι παραγωγοί ενώ αναπτύσσεται ιδιαίτερα ο κλάδος της κτηνοτροφίας και του αγροτουρισμού. Ειδικότερα, οι καλλιέργειες που υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό στην αρδευόμενη έκταση αραβόσιτος και μηδική, καταναλώνονται από πρόβατα και βοοειδή. Συνακόλουθα, συνεχώς αναπτύσσονται γαλακτοβιομηχανίες στην περιοχή όπως η «Δωδώνη Α.Ε.» και η «Μέτσοβο Α.Ε.» που αγοράζουν γάλα από κτηνοτρόφου της περιοχής, προσφέρουν θέσεις εργασίας και οικονομική ανάπτυξη στην τοπική κοινωνία των Ιωαννίνων. Παράλληλα η καλλιέργεια του αραβόσιτου που είναι κυρίαρχη στην περιοχή του Πόρου και αρδεύεται ευκολότερα από το καινούριο δίκτυο αποτελεί το βασικό συστατικό για την δημιουργία φυραμάτων και ζωοτροφών και με τον τρόπο αυτό αναπτύσσονται και κρεατοπαραγωγικές εταιρείες της περιοχής όπως η «Α.Π.Σ.Ι. Πίνδος» και η «Νητσιάκος Α.Ε.» που αγοράζουν αραβόσιτο από παραγωγούς της περιοχής Πόρου ενώ προσφέρουν θέσεις εργασίας και οικονομική ανάπτυξη στην κοινωνία της πόλης και γενικότερα της περιφέρειας. Τέλος η εταιρείες αυτές καθώς και οι γενικότερη

περιοχή προσελκύει σημαντικά ποσοστά αγροτουριστών πράγμα για το οποίο έχει συνεισφέρει και η δημιουργία του σύγχρονου αρδευτικού δικτύου.

Ταυτόχρονα ως προς την υδραυλική ανάλυση του δικτύου έχει καταστεί σαφές ότι και για τις δύο περιπτώσεις ειδικών παροχών το δίκτυο επαρκεί και εντάσσεται στην κατηγορία δικτύων μέσης πίεσης για την πρώτη περίπτωση ενώ ως προς την δεύτερη εντάσσεται στα δίκτυα χαμηλής πίεσης.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι το έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης αρδευτικών δικτύων Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων είχε θετικές επιδράσεις για την περιοχή. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθούν και τα προβλήματα και οι επιπτώσεις που δημιούργησε. Αρχικά όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους, η κατασκευή του έργου άρχισε την Άνοιξη του 2007 και ολοκληρώθηκε το 2014 με την τεχνική έκθεση αποπερατωμένου έργου να εκδίδεται επίσημα τον Μάρτιο του 2016. Επομένως υπήρχε μία περίοδος τουλάχιστον 7 ετών κατά την οποία η έκταση δεν ποτιζόταν πράγμα που ανάγκασε πολλούς παραγωγούς της περιοχής να εγκαταλείψουν την ενασχόληση με την γεωργία και να μειωθεί η παραγωγή ενώ δεν επέστρεψαν στο επάγγελμα μετά την έναρξη λειτουργίας του νέου δικτύου. Ταυτόχρονα, οι καλλιέργειες των μικρών λαχανικών που υπάρχουν σε σημαντικό ποσοστό είναι αδύνατο να αρδευτούν με συστήματα καταιονισμού όπως αναφέρθηκε και στα προβλήματα για να μην δημιουργηθούν προβλήματα στο φύλλωμα, τον βλαστό τους κλπ πράγμα που αναγκάζει τους παραγωγούς να καταφεύγουν σε επιφανειακές μεθόδους άρδευσης με σιφόνια πράγμα που ενισχύει την μεγάλη σπατάλη νερού, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι η σπατάλη αυτή φτάνει στα επίπεδα του προγενέστερου δικτύου. Επιπλέον η συχνή θραύση των αγωγών για τους λόγους που εξηγήθηκαν στην παράγραφο 3.3.4. οδηγεί σε συχνό άδειασμα των δεξαμενών με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγάλο κόστος για να λειτουργήσουν οι αντλίες και να γεμίσουν ξανά πράγμα που δεν συνέβαινε στο δίκτυο με τις διώρυγες μίας και ήταν περισσότερο ανθεκτικές και δεν είχαν θέματα θραύσης λόγω πιέσεων όπως οι κλειστοί αγωγοί. Ακόμα η συντήρηση του εξοπλισμού του νέου δικτύου είναι δαπανηρή και χρειάζεται εξειδικευμένο προσωπικό. Τέλος, παρ' ότι υπήρξε ένας εκσυγχρονισμός του αρδευτικού δικτύου οι καλλιέργειες αρδεύονται από το νερό της λίμνης Παμβώτιδας χωρίς να υποστεί κάποιου είδους επεξεργασία. Το γεγονός αυτό ιδιαίτερα στις καλλιέργειες των μικρών λαχανικών οι καρποί των οποίων καταναλώνονται απευθείας από τον άνθρωπο ενδεχομένως να δημιουργεί μακροπρόθεσμα θέματα υγείας μίας και οι καλλιέργειες μηδικής και αραβόσιτου καταναλώνονται κατά κύριο λόγο από ζώα.

Εφόσον το καινούριο δίκτυο έχει θετικές επιδράσεις και επηρεάζει πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας επιβάλλεται να ληφθούν μέτρα τόσο σε ατομικό και κυρίως σε συλλογικό επίπεδο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων. Ορισμένες προτάσεις, μέτρα αναφέρονται παρακάτω:

1.Εγκατάσταση περισσότερων υδροληψιών (υδροστομίων) και τοποθέτηση υδρομέτρων ή αλλιώς υδρομετρητών έτσι ώστε ο κάθε γεωργός να χρησιμοποιεί την δική του υδροληψία και να χρεώνεται ανάλογα με το νερό το οποίο καταναλώνει.

Υπενθυμίζεται ότι μέχρι σήμερα οι χρεώσεις γίνονται ανάλογα με την έκταση σε στρέμματα που καλλιεργεί ο κάθε παραγωγός και με πάγιες εισφορές ακόμα και για όσους δεν αρδεύουν

2.Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών έτσι ώστε να παράγεται ενέργεια για την λειτουργία των αντλιών, να λειτουργούν όσο χρειάζεται όλη την αρδευτική περίοδο και οι δεξαμενές να είναι μόνιμα γεμάτες. Με τον τρόπο αυτό θα αποφευχθούν οι καταναλώσεις ρεύματος που είναι ιδιαίτερα δαπανηρές και θα μειωθούν στο ελάχιστο οι θραύσεις των αγωγών λόγω πίεσης. Ανάλογες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών έχουν κάνει και άλλοι φορείς διαχείρισης υδάτων όπως η Δ.Ε.Υ.Α.Ι. και ο Σ.ΥΔ.Λ.Ι.

3.Εγκατάσταση συστημάτων στάγδην άρδευσης σε παραγωγούς που καλλιεργούν μικρά λαχανικά για να αποφεύγεται η υψηλή σπατάλη νερού εφόσον το ύψος πίεσης στο υδροστόμιο δεν είναι απαγορευτικό. Σε διαφορετική περίπτωση να υπάρξουν κονδύλια είτε κρατικά είτε ευρωπαϊκά για τέτοιους σκοπούς.

4. Δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος επεξεργασίας ή απολύμανσης του νερού της λίμνης πριν την είσοδό του στις δεξαμενές ή δημιουργία συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου ποιότητας νερού από τους φορείς διαχείρισης της λίμνης

5.Αλλαγή διατομών αγωγών τμημάτων Δ1-1, 1-2, 2-K1, K1-19, 19-K7, K7-34, 34-K9 από Φ700 σε Φ800 ενώ η διατομή του τμήματος 147-K28 από Φ500 σε Φ600 λόγω περιορισμού των ταχυτήτων.

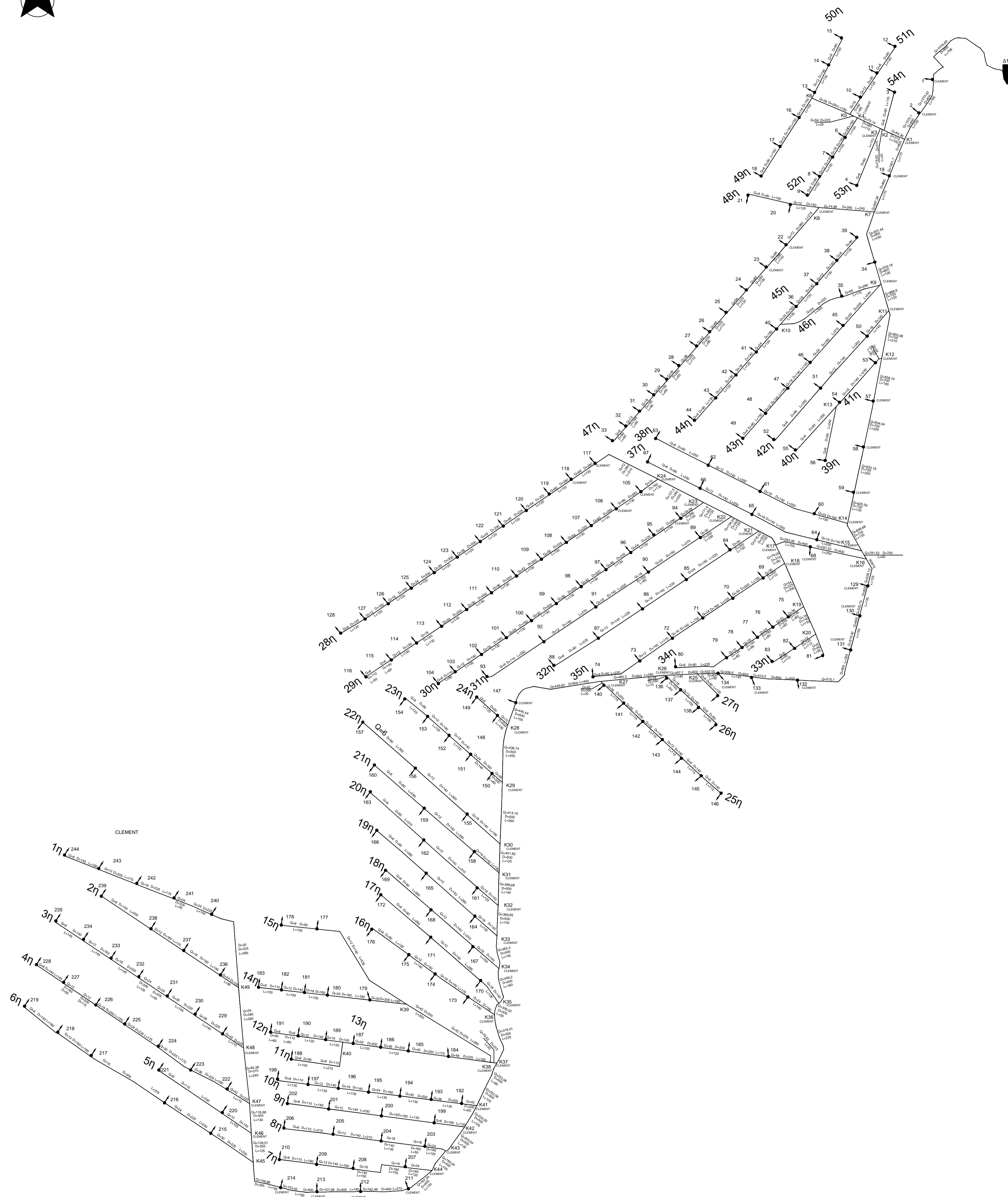
7. ΠΗΓΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. ΔΕΡΚΑΣ Ν. (2013). Διπλωματική εργασία «Σχεδιασμός και ανάλυση συλλογικών αρδευτικών δικτύων υπό πίεση ελεύθερης ζήτησης». Ε.Μ.Π. Σχολή πολιτικών Μηχανικών. Επιβλέπων καθηγητής Ε.Μπαλτάς. Αθήνα.
2. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Οριστική μελέτη περιοχής Πόρου. Στατικοί υπολογισμοί. Δεξαμενές Πόρου. (2004). Αθήνα.
3. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Οριστική μελέτη περιοχής Πόρου. Σχέδια (2004). Αθήνα.
4. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Οριστική μελέτη περιοχής Πόρου. Τεχνική έκθεση (2004). Αθήνα.
5. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Οριστική μελέτη περιοχής Πόρου. Υδραυλικοί υπολογισμοί (2004). Αθήνα.
6. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Έργο εκσυγχρονισμού και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Τεχνική έκθεση αποπερατωμένου έργου (2016).
7. ΛΑΜΠΡΟΥ Α., (1998). Διπλωματική εργασία «Το υδατικό ισοζύγιο της λίμνης Παμβώτιδας, μια προσέγγιση με μοντέλο RIBASIM». Ε.Μ.Π. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Επιβλέπων καθηγητής Δ.Κουτσογιάννης. Αθήνα.

8. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Λ., (2020). Διπλωματική εργασία «Εφαρμογή μιας Ασαφούς πολυκριτηριακής Μεθόδου Αποστάσεων για την Επίτευξη των Στόχων της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60 σε μια ιδιαίτερος τροποποιημένη αστική λίμνη (Παμβώτις, Ιωάννινα)». Δ.Π.Θ. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Επιβλέπων καθηγητής Μ.Σπηλιώτης. Ξάνθη.
9. ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ Δ., (2018). Αρδεύσεις-Γεωργική-Μηχανολογία. Πανεπιστήμιο δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής. Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων. Φλώρινα. Retrieved from https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/FY155/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF_4.pdf (2/12/2021)
10. ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ Δ. & ΜΠΑΜΠΑΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (2014). Εφαρμοσμένη ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ. (Εκδόσεις Ζήτη). Θεσσαλονίκη
11. ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΣ Π. Στραγγίσεις-Στραγγιστικά έργα. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. (πρώην Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας). Τρίκαλα. Retrieved from <https://docplayer.gr/48976702-Straggiseis-straggistika-erga.html> (1/12/2021)
12. ΣΚΑΛΙΕΡΗΣ (2019). Διπλωματική εργασία «Εναλλακτική άρδευση με μικρολεκάνες απορροής-Εφαρμογή στην νήσο Πάρο». Ε.Μ.Π. Σχολή Αγρονόμων και τοπογράφων Μηχανικών. Επιβλέπων καθηγητής Σ.Γιακουμάκης. Αθήνα.
13. ΣΟΥΛΗΣ Ν., (2002). Γεωργοτεχνική-Γεωργοοικονομική μελέτη εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης τμημάτων αρδευτικών δικτύων Α' και Β' λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Ιωάννινα
14. ΣΟΥΛΙΩΤΗΣ Δ., (2019). Διπλωματική εργασία «Ανάπτυξη λογισμικού διαστασιολόγησης σωληνωτών αρδευτικών δικτύων ελεύθερης ζήτησης. Α.Π.Θ. Πολυτεχνική σχολή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Επιβλέπων καθηγητής: Ζ.Μάλλιος. Θεσσαλονίκη
15. ΣΧΟΙΝΑ Ε.,(2020). Διπλωματική εργασία «Διερεύνηση λειτουργίας υδροσυστήματος αρχαίου Διου». Ε.Μ.Π. Σχολή Αγρονόμων και τοπογράφων Μηχανικών. Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Περιβάλλον και ανάπτυξη. Επιβλέπων καθηγητής Ν.Μαμάσης. Αθήνα.
16. ΤΣΑΚΙΡΗΣ Γ., (1985). «Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων Τεύχος 1». Δ.Π.Θ. Πολυτεχνική σχολή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Ξάνθη.

17. ΤΣΑΚΙΡΗΣ Γ. (2013). ΥΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ: Ι. Τεχνική Υδρολογία & Εισαγωγή στη διαχείριση υδατικών πόρων. (Εκδόσεις Συμμετρία, Ed). Αθήνα.
18. ΤΣΑΚΙΡΗΣ Γ.(2006). ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ Σχεδιασμός & Διαχείριση, ΤΟΜΟΣ ΙΙ: Εγγειοβελτιωτικά έργα. (Εκδόσεις Συμμετρία, Ed). Αθήνα.
19. ΤΣΑΚΙΡΗΣ Γ (2010). ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ Σχεδιασμός & Διαχείριση, ΤΟΜΟΣ Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα. (Εκδόσεις Συμμετρία, Ed). Αθήνα.
20. Knauss J. (Πολιτικός μηχανικός-τ. καθηγητής Πολυτεχνείου του Μονάχου). Προϊστορικά Εγγειοβελτιωτικά Έργα. Retrieved from <https://ellinondiktyo.blogspot.com/2011/08/o.html> (25/11/2021)
21. «Αρχαία Μακεδονία» Retrieved from http://hellonet.teithe.gr/GR/aboutgreece/macedonia/macedonia_gr.htm (17/1/2022)
22. «Αρχαία υδραγωγεία». Retrived from <https://parnitha.net/politismika2/archaia-ydragogeia/> (7/12/2021)
23. «Η έξυπνη άρδευση εξοικονομεί νερό προβλέποντας τις βροχοπτώσεις». Retrieved from <https://hellenicweather.com/i-exypni-ardeusi-eksoikonomei-nero-provlepodas-tis-vrohoptoseis/> (25/11/2021)
24. «Ιστορική αναδρομή ύδρευσης» Retrieved from <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/HistoricalTrackBack/> (20/1/2022)
25. «Μέθοδοι άρδευσης». Retrieved from <https://agrosimvoulos.gr/methodoi-ardeusis/> (2/12/2021)
26. «Πώς δεν έλεγαν το νερό – νεράκι στην αρχαία Αθήνα». Retrieved from <https://www.archaiologia.gr/blog/2011/10/18/%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%B4%CE%B5%CE%BD-%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%B1%CE%BD-%CF%84%CE%BF-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CF%8C-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%AC%CE%BA%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CF%81%CF%87/> (17/1/2022)

27. «Στο φως το πρώτο δημόσιο έργο των Μινωιτών». Retrieved from <https://www.tovima.gr/2008/11/25/culture/sto-fws-to-prwto-dimosio-ergo-twn-minwitwn/> (29/11/2021)
28. «Το αρχαίο υδραγωγείο της Νάξου» Retrieved from <http://greorama.com/el/%CF%84%CE%BF-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CE%AF%CE%BF-%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%BD%CE%AC%CE%BE%CE%BF%CF%85/> (10/12/2021)
29. «Το αρχαίο υδραγωγείο του Φελεριού στο νησί της Νάξου». Retrieved from <http://www.hydraproject.info/gr/greece-naxos-ancient-flerion-aqueduct/waterworks6/> (10/12/2021)
30. <https://eclass.teiep.gr/modules/units/?course=TEXG108&id=698> (5/12/2021)
31. <https://ecoohotnadzor31.ru/el/ustroistvo-kapelnogo-poliva-princip-raboty-i-sfera-primeneniya-kapelnoe.html> (29/11/2021)
32. <https://www.agro24.gr/agrotika/efodia/ydatinoi-poroi/ennia-symvoyles-tis-rivulis-eurodrip-gia-kalytero-potisma-me> (29/1/2022)
33. <https://www.doktoris.gr/news-el/sosti-epilogi-tropoy-potismatos..html#deny> (20/1/2022)
34. <http://www.evdos.gr/site/category/%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97?catId=02&extLang> (29/11/2021)
35. <https://www.patris.gr/2020/02/14/i-ardeysi-perna-sti-lotzia-poy-stelnei-ton-logariasmo/> (10/12/2021)
36. <https://www.tastv.gr/article/epidotoymeni-stagdin-ardeysi-kai-antlies-gia-oloys-toys-agrotes-arkei-na-petyhainoyn> (11/12/2021)

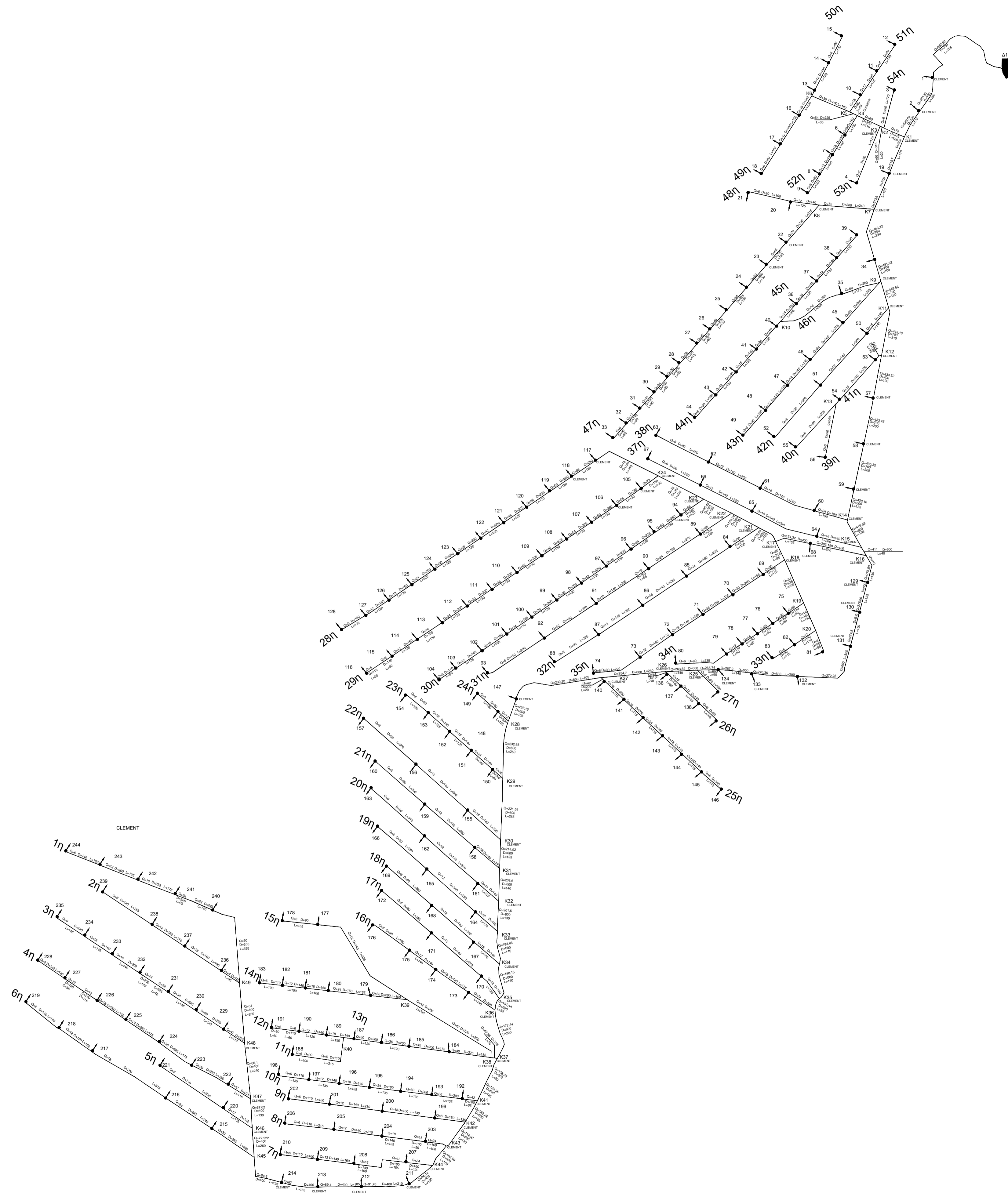


Έργο	Καταγραφή και αξιολόγηση αρδευτικού δικτύου Περιοχής Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων
Εργοδότης	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τομέας Υδραυλικών Έργων Εργαστήριο Υδρολογίας & Υδραυλικών Έργων
Μελετητής	Ιωάννης Παππάς
Επιβλέπων Καθηγητής	Μιχαήλ Σπηλιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΚΑΙΜΑΚΑ :	Αρδευτική Μελέτη	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ :
1:10000		A1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :	Σεπτέμβριος 2023
--------------	------------------

ΣΦΡΑΓΙΔΑ - ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ
---------------------	---------



Έργο	Καταγραφή και αξιολόγηση αρδευτικού δικτύου Περιοχής Πόρου Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων
Εργοδότης	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τομέας Υδραυλικών Έργων Εργαστήριο Υδρολογίας & Υδραυλικών Έργων
Μελετητής	Ιωάννης Παππάς
Επιβλέπων Καθηγητής	Μιχαήλ Σπηλιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΚΑΙΜΑΚΑ :	Αρδευτική Μελέτη	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ :
1:10000		A2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :	Σεπτέμβριος 2023
--------------	------------------

ΣΦΡΑΓΙΔΑ - ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ
---------------------	---------