

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΔΗΜΟΣ ΝΕΣΤΟΥ  
Δ.Ε.Υ.Α. ΝΕΣΤΟΥ

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ "ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ"

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ

ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΓΓΡΑΦΟΥ



ΚΩΔ. ISO 9001:2008

1 0 6 6

ΕΙΔΟΣ

H

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

W2

ΤΥΠΟΣ

R

ΣΤΑΔΙΟ

3

ΕΚΔΟΣΗ

B

ΑΡΙΘΜΟΣ

0 0 1



**ΕΥΕΡΓΟΣ ΑΕ**  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ  
ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΣΗ ΕΥΣΕΩΝ

3ο κλμ. Ίάνθης-Καβάλας 67100, τηλ. 25410 24983/83092  
fax: 25410 20806, email: evergos@otenet.gr

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ:

ΑΡΓΥΡΗΣ ΠΛΕΣΙΑΣ  
Πολιτικός Μηχανικός

ΕΛΕΓΧΟΣ:

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

..... /... / 2019

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Προϊστάμενος

..... /... / 2019

Αριθμός εγκριτικής απόφασης:

2020

**ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ  
Δ.ΝΕΣΤΟΥ**

**ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ – ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ.....	3
2.1.	Περιοχή Μελέτης .....	3
2.2.	Υφιστάμενη Κατάσταση Ύδρευσης .....	3
2.3.	Στοιχεία σχεδιασμού δικτύου ύδρευσης .....	3
2.4.	Εκτίμηση της κατανάλωσης νερού .....	3
2.5.	Παροχές αιχμής .....	5
2.6.	Παροχή για κατάσβεση πυρκαγιάς.....	6
2.7.	Απαιτούμενη πίεση στο δίκτυο.....	6
2.8.	Κάλυψη ωριαίων αιχμών κατανάλωσης .....	6
2.9.	Εγκατάσταση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης .....	6
3.	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΩΓΩΝ .....	8
3.1.	Υλικό και διαμέτροι αγωγών.....	8
3.2.	Θέση και βάθος αγωγών .....	8
3.3.	Ειδικά τεμάχια αγωγών .....	8
3.4.	Αγκύρωση αγωγών.....	8
3.5.	Ορύγματα αγωγών.....	9
3.6.	Επίχωση ορύγματος - αποκαταστάσεις .....	9
3.7.	Υδραυλικά εξαρτήματα του δικτύου .....	10
4.	ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ .....	11
4.1.	Γεωτεχνικοί Υπολογισμοί / Στοιχεία .....	11
4.2.	Απαιτούμενα υλικά και εργασίες.....	11
4.3.	Οικονομικά Στοιχεία .....	11
4.4.	Πρόγραμμα κατασκευής - Φάσεις .....	11
5.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ .....	12
5.1.	Μέθοδος και τύποι υπολογισμού .....	12
5.2.	Στοιχεία και παραδοχές υπολογισμού.....	14
5.3.	Επίλυση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης Αποτελέσματα υδραυλικής επίλυσης.....	15

# ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ Δ.ΝΕΣΤΟΥ

## ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ – ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην αντικατάσταση του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης του οικισμού της Κεραμωτής του Δήμου Νέστου. Στην Κεραμωτή εντάσσεται και ο οικισμός Χαϊδευτού που αποτελούν ένα ενοποιημένο δίπλολο.

Συντάκτρια της Μελέτης είναι μελετητική εταιρεία ΕΥΕΡΓΟΣ Α.Ε.. Κύριος του Έργου είναι η Δ.Ε.Υ.Α. Νέστου. Η μελέτη ανατέθηκε με την υπ'αριθμ. 1133/28-05-2019 απόφαση του ΔΣ της ΔΕΥΑ Νέστου.

Ο οικισμός Κεραμωτής και Χαϊδευτού έχει πεπαλαιομένο δίκτυο ύδρευσης στο οποίο καταγράφονται διαρροές και στα πλαίσια της πολιτικής της ΔΕΥΑΝ για την βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος κατανάλωσης ύδατος, αποφασίστηκε ο συνολικός εκσυγχρονισμός του, σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις για τον σχεδιασμό έργων ύδρευσης.

Για τον οικισμό Κεραμωτής και Χαϊδευτού δεν υφίστανται προγενέστερες μελέτες ύδρευσης καθώς το δίκτυο αναπτύχθηκε σταδιακά αναλόγως των υπαρχουσών αναγκών του οικισμού. Η ανάπτυξη του δικτύου με δυσμενή περιβαλλοντικά τρόπο, επιτάχθηκε λόγω των ισχυρών πιέσεων που επιφέρει η εποχιακή αύξηση του πληθυσμού τους καλοκαιρινούς μήνες κατά τους οποίους ο πληθυσμός της Κεραμωτής υπερτετραπλασιάζεται. Η σταδιακή διαμόρφωση του δικτύου μεγάλωσε το πρόβλημα. Η υλοποίηση επεκτάσεων λόγω της αύξησης της ζήτησης με πολλαπλές επεμβάσεις στο δίκτυο αύξησαν σημαντικά προβλήματα διαρροών και απωλειών.

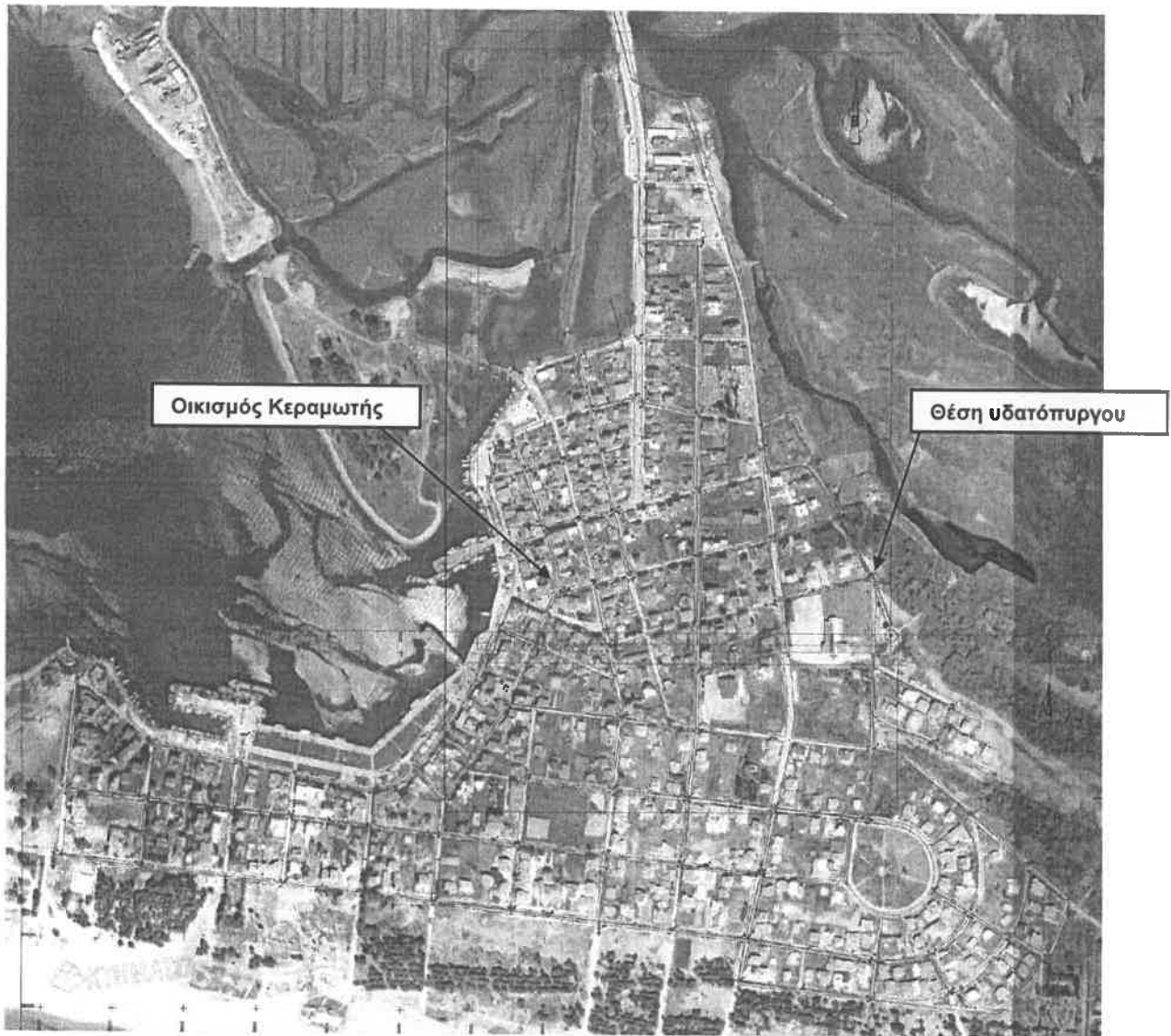
Διατέθηκε από τον Εργοδότη τοπογραφικό υπόβαθρο που εκπονήθηκε για την παρούσα μελέτη, με στοιχεία του ρυμοτομικού σχεδίου. Για τον οικισμό του Χαϊδευτού διατέθηκε μόνο το υπόβαθρο ρυμοτομικού σχεδίου. Δεν διατέθηκαν γεωλογικά στοιχεία, τα οποία δεν κρίθηκαν απαραίτητα για την παρούσα μελέτη, διότι τα ορύγματα δεν είναι μεγάλα και υπάρχει γνώση της συμπεριφοράς του εδάφους από την προσφάτως υλοποιηθείσα κατασκευή δικτύου αποχέτευσης. Διατέθηκαν επίσης στοιχεία των υφιστάμενων αριθμών συνδέσεων.

Η δομή της μελέτης περιλαμβάνει σε πρώτη φάση τον καθορισμό των παραμέτρων σχεδιασμού, οι οποίες ουσιαστικά αφορούν στις παροχές σχεδιασμού καταναλώσεων και φόρτου υδραυλικών δικτύων.

Η μελέτη των δικτύων ύδρευσης βασίζεται σε παραδοχές που έγιναν σε συνεργασία με την Δ.Ε.Υ.Α.Ν.. Έτσι μελετάται το εσωτερικό δίκτυο διανομής ύδατος έκαστου οικισμού με δεδομένα τα σημεία εισαγωγής τα οποία οφείλουν να έχουν προσδιορισμένο μανομετρικό ύψος παροχής.

Συγκεκριμένα στην παρούσα μελετάται:

- Το εσωτερικό δίκτυο της Κεραμωτής λαμβάνοντας υπόψη τροφοδοσία από τον υδατόπυργό της
- Το εσωτερικό δίκτυο του Χαϊδευτού λαμβάνοντας υπόψη τον υδατόπυργο αυτού
- Η διασύνδεση των δύο υδατοπύργων ώστε να αναπτυχθεί εναλλακτικό σύστημα τροφοδοσίας που θα βελτιώσει την δυναμική του δικτύου.



Σχήμα 1. Περιοχή μελέτης – Οικισμός Κεραμωτής



Σχήμα 2 Περιοχή μελέτης – Οικισμός Χαϊδεύτου

## **2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ**

### **2.1. Περιοχή Μελέτης**

Ο οικισμός της Κεραμωτής και του Χαΐδευτου βρίσκεται στον Δήμο Νέστου και μαζί με τον οικισμό Μοναστηράκι αποτελούν την Δ.Ε. Κεραμωτής. Είναι πλησίον του αεροδρομίου Χρυσούπολης στην νότια περιοχή του Δήμου. Βρίσκεται στην πεδινή περιοχή με σημαντική απασχόληση των κατοίκων τον πρωτογενή τομέα και την παραγωγή/επεξεργασία αγροτικών προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί έντονα ο τριτογενής τομέας με ιδιαίτερη αναφορά στον τουρισμό είτε μόνιμο είτε διερχόμενο, λόγω του λιμένα της Κεραμωτής. Η Δ.Ε. Κεραμωτής σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011 έχει 2120 κατοίκους περίπου (Μοναστηράκι 400 με φθίνουσα τάση).

Η διέλευση οχημάτων λόγω της υψηλής τουριστικής κίνησης κατά την θερινή περίοδο κυρίως επηρεάζει τους εξεταζόμενους οικισμούς σε σημείο που απαιτείται η λήψη μέτρων διαχείρισης της κυκλοφορίας και πληθυσμού.

### **2.2. Υφιστάμενη Κατάσταση Ύδρευσης**

Η ύδρευση της περιοχής γίνεται με την μεταφορά ύδατος από τις πηγές Παραδείσου ποταμού Νέστου, η οποία γίνεται από την ΔΕΥΑΝ. Στους οικισμούς Κεραμωτής και Χαΐδευτού υπάρχουν υδατόπυργοι, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη ενεργειακή στάθμη για την διανομή του ύδατος. Μεταξύ των υδατόπυργων δεν υπάρχει διασύνδεση ώστε να είναι εφικτή η εναλλακτική χρήση των σημείων τροφοδοσίας του δικτύου.

### **2.3. Στοιχεία σχεδιασμού δικτύου ύδρευσης**

Μελετήθηκε η πλήρης αντικατάσταση του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης των ανωτέρω περιοχών, με την κατασκευή νέου δικτύου αγωγών από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), 3<sup>ης</sup> Γενιάς, αντοχής 10atm, σύμφωνα με τις υποδείξεις της Υπηρεσίας. Το νέο εσωτερικό δίκτυο θα περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες διατάξεις για την εύρυθμη λειτουργία του, όπως δικλείδες απομόνωσης των κλάδων, αεροεξαγωγούς, εκκενωτές κλπ.

### **2.4. Εκτίμηση της κατανάλωσης νερού**

Για τον υπολογισμό της μελλοντικής κατανάλωσης νερού σε συνθήκες αιχμής (40ετία) έχει θεωρηθεί ειδική κατανάλωση 200 l/άτομο/d που περιλαμβάνει τις οικιακές ανάγκες, πότισμα κήπων, την πρόσθετη παροχή χρήσεων των υφιστάμενων υποδομών (δημοτικό camping, σχολείο, κλπ) καθώς και τυχόν μικρές διαρροές του δικτύου. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από αυτή που προκύπτει με βάση τα σημερινά στοιχεία, αφού η βελτίωση της ποιότητας ζωής οδηγεί σε αύξηση της ειδικής κατανάλωσης στον Ελληνικό χώρο.

Για τον προσδιορισμό των ισοδύναμων κατοίκων λήφθηκαν στοιχεία από τις απογραφές του 1991, 2001 και 2011.

Για την πρόβλεψη του πληθυσμού σχεδιασμού του έργου λαμβάνεται ποσοστό ετήσιας αύξησης 2,42% για την Κεραμωτή και ετήσια αύξηση 1,5% για το Χαΐδευτό που αποτελεί το μεσοσταθμικό όριο της ΔΕ συνολικά.

Για τον προσδιορισμό των ισοδύναμων κατοίκων λήφθηκαν στοιχεία από τις απογραφές πληθυσμού της ΕΛΣΤΑΤ ετών 1991, 2001, 2011, σύμφωνα με τον κατωτέρω πίνακα:

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	1991	2001	2011	ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ 1991-2011
ΚΕΡΑΜΩΤΗ	965	1233	1438	+2,48%
ΧΑΪΔΕΥΤΟ	502	470	475	-0,013%
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	259	299	408	+2,88%
<b>ΔΕ ΚΕΡΑΜΩΤΗΣ</b>	<b>1726</b>	<b>2002</b>	<b>2321</b>	<b>+1,72%</b>

Σύμφωνα με τον ανωτέρω πίνακα και την ανάλυση των ποσοστών μεταβολής θεωρείται ότι η ΔΕ Κεραμωτής και ο οικισμός Κεραμωτής παρουσιάζει σημαντική αύξηση την τελευταία εικοσαετία, σε αντίθεση με τις μεταβολές που παρουσιάζει ο οικισμός Χαΐδευτού που βρίσκεται σε στασιμότητα.

Ο πληθυσμός σχεδιασμού υπολογίζεται με τον τύπο του ανατοκισμού:

$$P_n = P_0 \cdot (\epsilon + 1)^n, \text{ όπου}$$

$P_n$ : ο πληθυσμός σε ορίζοντα  $n$  ετών

$P_0$ : ο αρχικός πληθυσμός

$\epsilon$ : το ετήσιο ποσοστό μεταβολής

$n$ : ο αριθμός των ετών

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, υπολογίστηκε ο πληθυσμός σχεδιασμού ανά δεκαετία λειτουργίας του έργου, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Ειδικότερα για τον οικισμό της Κεραμωτής, λαμβάνονται υπόψη οι χρήσεις τουρισμού, οι οποίες αν και δεν αυξάνουν τον καταγεγραμμένο πληθυσμό των στατιστικών, εντούτοις θα πρέπει να ληφθούν υπόψη από στοιχεία και από έρευνες που έκανε η Ομάδα Μελέτης.

Χρήσεις ειδικού τύπου :

– Ξενοδοχειακές κλίνες (στοιχεία ΞΕΕ) :	550
– Κλίνες ενοικιαζόμενων δωματίων :	1150
– Καταλύματα ΚΑΥ :	250
Σύνολο :	1950

Οι χρήσεις ειδικού τύπου για την Κεραμωτή ανάγονται στον πληθυσμό 40ετίας με χρήση του ρυθμού αύξησης της Κεραμωτής της τελευταίας δεκαετίας που είναι 1,6% σε ετήσια βάση.

**Πίνακας 2.1** Πρόβλεψη εξέλιξης πληθυσμού και επιλογή τιμών σχεδιασμού

Έτος	ΚΕΡΑΜΩΤΗ			ΧΑΪΔΕΥΤΟ
	Μόνιμος πληθυσμός	Εποχιακός πληθυσμός	Σύνολο	
2011	1438		1438	475
2020	1659	1950	3609	475*



2060	4284	3679**	7963	861
Πληθυσμός σχεδιασμού Έργου			8000	900

\* Δεν λήφθηκε η μέση αύξηση λόγω της μειωτικής τάσης

\*\*Λαμβάνεται ως αυξητικός συντελεστής των ειδικών χρήσεων, ο μεσοσταθμικός συντελεστής της Δημοτικής ενότητας

## 2.5. Παροχές αιχμής

Για τον έλεγχο λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη ωριαία παροχή, η οποία υπολογίζεται από την μέση ωριαία παροχή επί τον συντελεστή αιχμής (Σ.Α.) που προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$\Sigma.A. = \alpha + \beta / (Q_{\max})^{0.5}$$

Όπου:

$$\alpha = 1,50$$

$$\beta = 2,50$$

$Q_{\max}$  = Μέγιστη ημερήσια παροχή νερού σε l/s

$$\Sigma.A. \leq 3$$

Για τον οικισμό της Κεραμωτής υπολογίστηκαν 2 σενάρια. Στο 1ο σενάριο θεωρήθηκε μέση παροχή 200l/κάτ./d σύμφωνα με το οποίο, ο συντελεστής αιχμής υπολογίζεται σε 2,10 και προκύπτει παροχή σχεδιασμού δικτύου 38,89l/s.

Για το σενάριο 2, η ομάδα μελέτης δέχθηκε ως ειδική παροχή (με αρδευτικές καταναλώσεις) την τιμή των 280 l/κάτ./d, η οποία επαυξήθηκε με παροχή 6l/s για τις απαιτήσεις του λιμένα και 8l/s για συνθήκες πυρόσβεσης. Στην προκειμένη περίπτωση, η παροχή σχεδιασμού του δικτύου ανέρχεται στα 39,93 l/s. Για το δεύτερο σενάριο δεν λαμβάνονται υπόψη επαυξήσεις αιχμής.

Το δίκτυο της Κεραμωτής επιλύθηκε με το δυσμενέστερο εκ των δύο σεναρίων, δηλαδή για παροχή 39,93 l/s

Ο προσδιορισμός του συντελεστή αιχμής (P) από τον παραπάνω τύπο προτείνεται από το Π.Δ. 696/74 και για την αναμενόμενη παροχή 40ετίας δίνει τις παροχές αιχμής που συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.2 Παροχές αιχμής προτεινόμενου δικτύου ύδρευσης

Κεραμωτή	Πληθ.	Ειδ. Κατ.	Ημ. Παρ. (m <sup>3</sup> /d)	Συντ/στης Αιχμής	Παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /hr)
Σενάριο 1	8000	0,200	1600,00	2,10	140,00
Σενάριο 2	8000	0,280	2240,00	1,00	93,33
Χαιδευτό	Πληθ.	Ειδ. Κατ.	Ημ. Παρ. (m <sup>3</sup> /d)	Συντ/στης Αιχμής	Παροχή αιχμής (m <sup>3</sup> /hr)
Σενάριο 1	900	0,200	180,00	3,00	22,50

## **2.6. Παροχή για κατάσβεση πυρκαγιάς**

Προβλέπεται η τοποθέτηση πυροσβεστικών κρουνών σε χαρακτηριστικές θέσεις σε κομβικά σημεία των περιοχών. Το δίκτυο θα πρέπει να έχει δυνατότητα τροφοδοσίας εκάστου στομίου με παροχή τουλάχιστον 5,0 lt/s ή 16 m<sup>3</sup>/hr για κατάσβεση ενδεχόμενης πυρκαγιάς. Σύμφωνα με την υπόδειξη της υπηρεσίας, τοποθετήθηκαν εννέα κρουνοί πυρόσβεσης στην Κεραμωτή και δύο κρουνοί στο Χαϊδευτό. Ιδιαίτερη μέριμνα λήφθηκε για την επαρκή προστασία της περιοχής «Αμμόγλωσσα» και του παραλιακού δασυλίου, διότι αποτελούν περιοχές που χρήζουν προστασίας. Διατάχθηκαν κρουνοί σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, σε όλο το μέτωπο προστασίας.

## **2.7. Απαιτούμενη πίεση στο δίκτυο**

Ο προσδιορισμός των υδραυλικών μεγεθών βασίστηκε στην παραδοχή, ότι το υδραυλικό φορτίο στα σημεία τροφοδοσίας του δικτύου είναι σταθερό και επαρκεί για την καλή λειτουργία του δικτύου.

Η δόμηση εντός των περιοχών είναι πλήρης με μονοκατοικίες στον μεγαλύτερο τμήμα της. Γενικά, για ολόκληρη την περιοχή θεωρείται ως μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος δόμησης το ύψος μιας τυπικής διώροφης οικοδομής, δηλαδή 7,50 μ. Οι απώλειες του υδραυλικού φορτίου στον αγωγό σύνδεσης και στην εσωτερική υδραυλική εγκατάσταση κάθε κτιρίου εκτιμάται ότι ανέρχονται σε 2,50 m, ενώ οι τοπικές απώλειες στον μετρητή και στις διάφορες συνδέσεις δεν ξεπερνούν το 1,50 m. Τέλος, η υδραυλική πίεση στα σημεία υδροληψίας (βρύσες) θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10,0 m, σύμφωνα με τη συνήθη πρακτική. Συνεπώς, η ελάχιστη επιθυμητή πίεση λειτουργίας στους αγωγούς διανομής του δικτύου θα πρέπει να είναι της τάξεως των 21,5m, στην αιχμή λειτουργίας.

Κατά την έκτακτη περίπτωση που χρησιμοποιούνται οι πυροσβεστικοί κρουνοί, η πίεση λειτουργίας του δικτύου επιτρέπεται να πέφτει περιστασιακά στο επίπεδο των 10 m, ή και χαμηλότερα, αλλά σε κανένα σημείο του δικτύου δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη του μηδενός.

## **2.8. Κάλυψη ωριαίων αιχμών κατανάλωσης**

Η κατανάλωση του νερού σε κάθε οικιστικό σύνολο παρουσιάζει διακύμανση κατά τη διάρκεια του 24ώρου, σε συνάρτηση με το πρόγραμμα των δραστηριοτήτων των καταναλωτών. Όπως συμβαίνει σε όλους τους αντίστοιχους με την Κεραμωτή – Χαϊδευτό οικισμούς, έξαρση στην κατανάλωση σημειώνεται κατά τις πρωινές, τις μεσημεριανές καθώς και τις απογευματινές ώρες.

## **2.9. Εγκατάσταση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης**

Η εγκατάσταση του νέου εσωτερικού δικτύου ύδρευσης μελετήθηκε έτσι ώστε να εξυπηρετεί πλήρως ολόκληρο τον οικισμό καθώς και τις ενδεχόμενες επεκτάσεις τους. Διακριτοποιείται σε δύο στάδια. Αρχικά, σχεδιάστηκε ένα κεντρικό δίκτυο που διατρέχει τους κρίσιμους δρόμους του οικισμού και πάνω σε αυτό σχεδιάστηκαν επεκτάσεις, οι οποίες καταλήγουν στα φρεάτια διανομής σε χαρακτηριστικά σημεία των Ο.Τ. επί των πεζοδρομίων.

Κατόπιν λεπτομερούς διερεύνησης του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης με τη βοήθεια κατάλληλου υδραυλικού μοντέλου (Δίκτυα Ύδρευσης της σουίτας εφαρμογών Technologismiki Works 2010) κρίθηκαν αναγκαία τα παρακάτω έργα που αποτελούν μια ολοκληρωμένη πρόταση για ένα πλήρες, λειτουργικό και σύγχρονο δίκτυο ύδρευσης.

Η γενική διάταξη του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης φαίνεται σε σχέδια που συνοδεύουν την παρούσα.



Τα δίκτυα σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να μπορεί να εξασφαλίζεται η υδροδότηση στις υπάρχουσες οικίες και υποδομές με δυνατότητα επέκτασης των δικτύων για την μελλοντική ανάπτυξη των περιοχών, με επαρκή πίεση. Επί πλέον τα δίκτυα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με επαρκή υδραυλικά εξαρτήματα (δικλείδες, εκκενωτές, κρουνοί) ώστε να έχουν τη δυνατότητα να περιορίζουν τη διακοπή της τροφοδοσίας σε μικρό μόνο τμήμα τους, λόγω ενδεχόμενης βλάβης.

Ως αφετηρία του δικτύου θεωρείται ο υδατόπυργος έκαστου οικισμού. Η διάταξη των εσωτερικών δικτύων αποτελείται από επαρκή αριθμό μεγάλων και μικρότερων βρόγχων για την καλύτερη λειτουργικότητα και ευελιξία τους σε περιπτώσεις βλάβης ή απομόνωσης τμημάτων για συντήρηση. Επισημαίνεται ότι έχουν τεθεί «γέφυρες» αγωγοί μεταξύ των βρόγχων.

Το συνολικό μήκος των αγωγών του πρωτεύοντος δικτύου που εγκαθίσταται ανέρχεται σε 15100 m και αποτελείται από PE 10 atm εξωτερικής διαμέτρου D=110mm, D=140mm και D180mm ανάλογα με τις απαιτήσεις του δικτύου.

Το σύστημα που μελετήθηκε, περιλαμβάνει την τοποθέτηση σημείων ελέγχου σε όλα τα κεντρικά φρεάτια ώστε να είναι εφικτή η καταγραφή των παροχών ανά ομάδα οικοδομικών τετραγώνων ώστε να είναι δυνατός με τηλειδιοποίηση ο έλεγχος διαρροών ή ο έλεγχος χρήσεων διαφορετικών της αστικής καθώς δεν προβλέπεται κάτι τέτοιο από τον σχεδιασμό του παρόντος δικτύου.

Συγκεκριμένα από τα κεντρικά φρεάτια του πρωτεύοντος δικτύου που τοποθετούνται στις αξονοδιασταυρώσεις των οδών και τα οποία είναι πλήρως επισκέψιμα με κατάλληλη σήμανση μεταφέρεται το νερό προς τα φρεάτια των οικοδομικών τετραγώνων (συνήθως 3÷5 ομάδες διανομής) με αγωγό PE100 D75mm. Αντίστοιχη πρόβλεψη και πρόνοια γίνεται για τις περιπτώσεις του camping και του λιμένα Κεραμωτής. Ειδική μέριμνα λαμβάνεται για ειδικές χρήσεις μεγάλων τουριστικών μονάδων ή συγκροτημάτων κατοικιών καθώς στις περιπτώσεις αυτές προβλέπεται η χρήση αγωγού που εξυπηρετεί την συγκεκριμένη ειδική, σημειακή κατανάλωση.

Στην κεφαλή κάθε αγωγού που πρόκειται να εξυπηρετήσει φρεάτιο/ομάδα, τοποθετείται υδρόμετρο με δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω συστήματος τηλειδιοποίησης.

Τα φρεάτια διανομής δευτερεύοντος δικτύου, συνήθως δύο (2) ανά οικοδομικό τετράγωνο είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα και έχουν σύστημα ασφάλισης. Εντός των φρεατίων γίνεται διαχωρισμός του αγωγού τροφοδοσίας σε ικανό αριθμό αναλόγως των ιδιοκτησιών που πρόκειται να εξυπηρετήσουν σε 3 ή 5 διανομές έκαστος. Οι επιμέρους παροχές επίσης ασφαρίζονται με την τοποθέτηση βάνας, ο χειρισμός της οποίας είναι στην δικαιοδοσία της ΔΕΥΑΝ. Επισημαίνεται ότι σε κάθε βάνα, συνδέεται αγωγός διανομής με σωλήνα 1 1/4", πλην ειδικών εξαιρέσεων σε χρήσεις υψηλής συγκέντρωσης που χρησιμοποιούνται αγωγοί 2" ή είναι δυνατή η διανομή δεύτερης παροχής με χαμηλότερα χαρακτηριστικά

Για την κοστολόγηση της πλήρους κατασκευής φρεατίου με τον μηχανισμό ελέγχου και τον μηχανισμό διανομής, έγινε πλήρης αναλυτική κοστολόγηση των επιμέρους εξαρτημάτων καθώς το σχεδιαζόμενο φρεάτιο δεν υπάρχει στα συμβατικά τιμολόγια. Για τις ιδιωτικές συνδέσεις γίνεται επίσης η κοστολόγηση ενός τυπικού συστήματος φύλαξης/σύνδεσης, το κόστος του οποίου κατανέμεται σε ειδική κατηγορία δαπανών, διότι δεν θεωρούνται επιλέξιμες χρηματοδοτικές δαπάνες, σύμφωνα με το χρηματοδοτικό πρόγραμμα στο οποίο ζητείται να ενταχθεί το έργο.

### **3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΩΓΩΝ**

#### **3.1. Υλικό και διάμετροι αγωγών**

Ως υλικό όλων των αγωγών επιλέγεται το πολυαιθυλένιο (HDPE) 3ης Γενιάς, ονομαστικής πίεσης 10 atm, γιατί είναι ελαφρύ και πιο ανθεκτικό σε σχέση με τους χαλυβδοσωλήνες και τους αγωγούς από PVC, δε διαβρώνεται από άλατα και αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες ενώ παρουσιάζει μικρότερες απώλειες τριβής. Η αντοχή των σωλήνων σε υδραυλική πίεση λειτουργίας είναι τουλάχιστον 10 atm. Η σύνδεση των σωλήνων μεταξύ τους θα γίνεται με θερμική συγκόλληση, ενώ η σύνδεση και με τα υδραυλικά εξαρτήματα και τα ειδικά τεμάχια των κόμβων θα γίνεται με χυτοσιδηρές φλάντζες με ωτίδες.

Παράλληλα με την τοποθέτηση των αγωγών θα τοποθετούνται τα ειδικά τεμάχια υδροληψίας και σωλήνες μέχρι τον μετρητή για την αποκατάσταση των υφιστάμενων παροχών νερού.

#### **3.2. Θέση και βάθος αγωγών**

Οι αγωγοί του βασικού δικτύου ύδρευσης θα τοποθετηθούν κατά προτίμηση στις αξονοδιασταυρώσεις των οδών, ενώ του δικτύου διανομής επί των πεζοδρομίων. Το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης των αγωγών από τον άξονα αυτών μέχρι την επιφάνεια του δρόμου ή πεζοδρομίου θα είναι 1,00 m για δρόμους σημαντικής κυκλοφορίας ώστε να προστατεύονται από τα κινητά φορτία και τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Το δίκτυο διανομής τοποθετείται σε βάθος 0,50m.

#### **3.3. Ειδικά τεμάχια αγωγών**

Όλοι οι κόμβοι των δικτύων θα διαμορφωθούν με χρήση ειδικών τεμαχίων (καμπύλες, ταυ, συστολές, γωνίες, κλπ.) από HDPE που θα συνδέονται με θερμική συγκόλληση ή με χυτοσιδηρά τεμάχια και με την τοποθέτηση των αντίστοιχων δικλείδων όπου προβλέπονται συνδεδεμένες με χυτοσιδηρές φλάντζες και λαιμούς σύνδεσης. Τα ειδικά τεμάχια θα είναι κατάλληλα για αγωγούς HDPE ονομαστικής πίεσης αντίστοιχης με αυτή του αγωγού και θα δοκιμαστούν σε εσωτερική υδραυλική πίεση 1,5 -1,6 φορές την ονομαστική πίεση λειτουργίας τους.

#### **3.4. Αγκύρωση αγωγών**

Στα σημεία όπου υπάρχει αλλαγή κατεύθυνσης οριζοντιογραφικά ή μηκοτομικά ή αλλαγή της διατομής των αγωγών (γωνίες, ταυ, συστολές, πώματα κλπ), πρέπει απαραίτητα να αγκυρωθούν (αντιστηριχτούν) κατάλληλα, ώστε να αποτραπεί η μετατόπιση των αγωγών με κίνδυνο αποσύνδεσής τους. Η αντιστήριξη προβλέπεται να γίνει με άοπλο σκυρόδεμα C12/15, ή με ειδικά τυποποιημένα εξαρτήματα, που θα στηρίζουν τον αγωγό πλευρικά στα τοιχώματα των φρεατίων ή σε απόλυτα αδιατάρακτο έδαφος.

Επειδή η απαιτούμενη επιφάνεια αντιστήριξης ενός αγωγού είναι ανάλογη της διατομής αυτού και αντιστρόφως ανάλογη της επιτρεπόμενης φόρτισης του εδάφους, αντιστήριξη απαιτείται κυρίως στους κύριους αγωγούς του δικτύου. Μεγαλύτερη αντιστήριξη απαιτούν οι γωνίες (καμπύλες) 90° και ακολουθούν τα πώματα και τα ταυ, οι συστολές, οι καμπύλες 45°, 30° κλπ. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται ενδεικτικά οι απαιτούμενες επιφάνειες πλευρικής αντιστήριξης για επιτρεπόμενη φόρτιση εδάφους 2.5 Kp/cm<sup>2</sup> και μέγιστη πίεση δοκιμής δικτύου 15 atm.

**Πίνακας 3.1** Απαιτούμενες επιφάνειες πλευρικής αντιστήριξης ειδικών τεμαχίων δικτύων ύδρευσης

Εξωτ. Διάμετρος αγωγού	Γωνία εκτροπής (καμπύλες)	Εμβαδόν διατομής αγωγού	Πίεση δοκιμής στο σκάμμα	Συνισταμένη δύναμη (για πτώματα και ταυ)	Συνισταμένη δύναμη (για καμπύλες)	Εδαφοποίηση	Εμβαδόν Επιφάνειας φόρτισης (για P)	Προτεινόμενες διαστάσεις		Επιφάνειας φόρτισης (για R)
D	φ	Fa	p	P	R	σ	A	B	H	A
(mm)	(°)	(cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp)	(kp)	(kp/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )
11	15	95.03	15.00	1425.50	372.13	2.00	713	35	35	186
11	30	95.03	15.00	1425.50	737.89	2.00				369
11	45	95.03	15.00	1425.50	1091.03	2.00				546
11	60	95.03	15.00	1425.50	1425.50	2.00				713
11	90	95.03	15.00	1425.50	2015.96	2.00				1008
14	15	153.94	15.00	2309.07	602.79	2.00	1155	40	40	301
14	30	153.94	15.00	2309.07	1195.26	2.00				598
14	45	153.94	15.00	2309.07	1767.29	2.00				884
14	60	153.94	15.00	2309.07	2309.07	2.00				1155
14	90	153.94	15.00	2309.07	3265.52	2.00				1633
16	15	254.47	24.00	6107.26	1594.31	2.00	3054	60	70	797
16	30	254.47	24.00	6107.26	3161.35	2.00				1581
16	45	254.47	24.00	6107.26	4674.29	2.00				2337
16	60	254.47	24.00	6107.26	6107.26	2.00				3054
16	90	254.47	24.00	6107.26	8636.96	2.00				4318

### 3.5. Ορύγματα αγωγών

Το βάθος του ορύγματος θα είναι τουλάχιστον 1,00 m από την επιφάνεια του εδάφους (ερυθρά οδού ή πεζοδρομίου). Το βάθος αυτό είναι επαρκές για μία αποδεκτή παραμόρφωση του σωλήνα σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Επιδιώκεται σχετικά μικρό βάθος εκσκαφής λόγω του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης που πρέπει να διατηρείται μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Το πλάτος του ορύγματος για λόγους πρακτικής θα είναι ίσο τουλάχιστον με 0,50 m. Λόγω της δυσχέρειας που προκύπτει από την ανάγκη διατήρησης του υφιστάμενου δικτύου, προβλέπεται η προσαύξηση του κόστους εκσκαφών ώστε να λαμβάνεται υπόψη η ανωτέρω δυσχέρεια.

Τα ορύγματα θα κατασκευαστούν με κατακόρυφα πρηνή και θα απαιτηθούν αντλήσεις υδάτων λόγω γεινίασης με το θαλάσσιο μέτωπο. Αντιστηρίξεις δεν προβλέπονται λόγω του μικρού βάθους εκσκαφής. Οι εκσκαφές μπορούν να εκτελεστούν τόσο με συνήθη μηχανικά μέσα όσο και με χρήση αερόσφυρας στα βραχώδη εδάφη.

Επιπρόσθετα προβλέπεται η χρήση αντλητικών συγκροτημάτων διότι στο βάθος του 1,00m προβλέπεται η ύπαρξη υδάτινου ορίζοντα.

### 3.6. Επίχωση ορύγματος - αποκαταστάσεις

Στον πυθμένα του ορύγματος θα διαστρωθεί αρχικά άμμος πάχους 10 εκ. και στη συνέχεια οι αγωγοί θα εγκιβωτιστούν μέχρι 25 εκ. πάνω από το εξωράχιό τους με άμμο. Η επίχωση των ορυγμάτων θα γίνει με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής σε ποσοστό 70% και με χρήση θραυστού υλικού (όπου τα προϊόντα εκσκαφών κρίνονται ακατάλληλα) σε ποσοστό 30%. Οι επιχώσεις των ορυγμάτων θα γίνουν μέχρι το βάθος των 0,15 m από την τελική επιφάνεια διαμόρφωσης των οδών/ πεζοδρομίων. Λόγω του

τύπου του εδάφους και των απαιτήσεων αντιστήριξης κατά την αποκατάσταση είναι αναμενόμενη η δημιουργία ρηγματώσεων της ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας στις θέσεις των σκαμμάτων. Λαμβάνεται υπόψη η ανωτέρω συμπεριφορά με την πρόβλεψη χρήσης ασφαλτοτάπιτα κυκλοφορίας στο διαταραγμένο εκ του σκάμματος πλάτος.

### **3.7. Υδραυλικά εξαρτήματα του δικτύου**

#### **α. Δικλείδες**

Δικλείδες τοποθετούνται σε θέσεις διακλάδωσης αγωγών, όπως παρουσιάζεται στα σχέδια προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα απομόνωσης μικρών τμημάτων του δικτύου για τυχόν επισκευές ή συντήρηση αυτού, χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία του υπολοίπου δικτύου και κυρίως χωρίς να αποκόπτεται η τροφοδοσία μεγάλων τμημάτων αυτού, γεγονός που προκαλεί όχληση στους καταναλωτές.

Όλες οι δικλείδες έκαστου δικτύου θα είναι τοποθετημένες σε φρεάτια επίσκεψης που θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τα σχέδια σε τυποποιημένα μεγέθη. Οι δικλείδες και λοιπά υδραυλικά εξαρτήματα θα ενώνονται με τους αγωγούς με φλάντζες, για να είναι εύκολη η αφαίρεση τους. Οι δικλείδες που θα τοποθετηθούν σε κάθε αγωγό θα είναι της αυτής (ή παραπλήσιας) διαμέτρου με την ονομαστική (εσωτερική) διάμετρο του αγωγού.

#### **β. Εξαέρωση του δικτύου**

Η εξαέρωση του δικτύου επιτυγχάνεται με ειδικά τεμάχια αυτόματης εξαέρωσης τοποθετούμενα σε φρεάτια του κεντρικού δικτύου.

#### **γ. Εκκένωση του δικτύου**

Για το περιοδικό ξέπλυμα αγωγών του δικτύου καθώς και για την εκτέλεση εργασιών συντήρησης στα δίκτυα, προβλέπεται η τοποθέτηση εκκενωτών σε χαρακτηριστικά χαμηλά σημεία των περιοχών όπου τα δίκτυα εκκενώνονται με βαρύτητα. Οι εκκενωτές θα αποτελούνται από τεμάχιο εκκένωσης με δικλείδα Φ50 εντός φρεατίου και τα νερά θα οδηγούνται με προέκταση πλαστικού σωλήνα σε παρακείμενο αποδέκτη ή στο υφιστάμενο δίκτυο ομβρίων της πόλης.

#### **δ. Πυροσβεστικοί κρουνοί**

Προβλέπεται η τοποθέτηση έντεκα (11) πυροσβεστικών κρουνών, εννέα για την περιοχή της Κεραμωτής και δύο (2) για την περιοχή του Χαϊδέυτου. Οι κρουνοί θα τοποθετηθούν σε κομβικά σημεία των περιοχών σε θέση όπου δε θα παρεμποδίζουν αλλά ούτε θα κινδυνεύουν από την κυκλοφορία των οχημάτων και όπου θα είναι ευχερής η στάθμευση των πυροσβεστικών οχημάτων για τροφοδοσία.

Οι κρουνοί είναι τύπου PN 10Atm, ονομαστικής διαμέτρου DN80 με ένα στόμιο υδροληψίας DN80. Εδράζονται σε ειδικό τεμάχιο έδρασης, πακτωμένο στο έδαφος με σκυρόδεμα, μέσω του οποίου συνδέονται με το δίκτυο. Οι κρουνοί θα έχουν ενσωματωμένη δικλείδα ελέγχου και δικλείδα απομόνωσης από το δίκτυο διαμέτρου DN80.

#### **ε. Ιδιωτικές υδροληψίες**

Μετά την κατασκευή και τον έλεγχο λειτουργίας του δικτύου, θα γίνουν και οι απαιτούμενες επεκτάσεις – συνδέσεις των ιδιωτικών συνδέσεων. Για τις ιδιωτικές συνδέσεις προβλέπεται κονδύλιο για την συμπλήρωση του προϋπολογισμού του έργου και για την διασφάλιση της ομοιόμορφης ενιαίας κατασκευής διότι δεν αποτελεί επιλέξιμη δαπάνη κατά την χρηματοδότηση της πράξης.

#### **4. ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ**

##### **4.1. Γεωτεχνικοί Υπολογισμοί / Στοιχεία**

Λόγω της μορφής του έργου και της επιλεχθείσας λύσης, δεν απαιτούνται γεωτεχνικοί υπολογισμοί καθώς δεν προβλέπεται η κατασκευή τεχνικών έργων που επιφέρουν φορτίσεις επί του εδάφους.

Το βάθος εκσκαφής των σκαμμάτων είναι της τάξεως του 1.00μ. και δεν απαιτείται επίσης γεωτεχνική έρευνα για την αντιστήριξη των ορυγμάτων καθώς υπάρχει πλήρης γνώση των εδαφικών συνθηκών, η οποία έχει αποκτηθεί από την κατασκευή του δικτύου αποχέτευσης. Η ύπαρξη αμμόδους συστάσεως του εδάφους επιβάλλει την χρήση αντιστηρίξεων σε όλα τα τμήματα. Θέματα κατασκευής.

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου δεν προβλέπεται να αντιμετωπισθούν ειδικά θέματα όπως απαίτηση απαλλοτριώσεων (κατασκευάζεται σε δημόσιο χώρο) ή αρχαιολογικής προστασίας (δεν υπάρχει χαρακτηρισμός χώρου προστασίας)

##### **4.2. Απαιτούμενα υλικά και εργασίες**

Έχει γίνει ανάλυση των απαιτήσεων σε προηγούμενο κεφάλαιο.

##### **4.3. Οικονομικά Στοιχεία**

Για την κοστολόγηση του έργου συντάσσεται τεύχος Οικονομικών στοιχείων που περιλαμβάνει

- Προμετρήσεις
- Προϋπολογισμό
- Τιμολόγιο κατασκευής με αναφορά στις νέες τιμές που δεν προβλέπεται από τα επίσημα τιμολόγια υδραυλικών έργων

##### **4.4. Πρόγραμμα κατασκευής - Φάσεις**

Η πυκνότητα του πληθυσμού και των οικονομικών δραστηριοτήτων, σε συνδυασμό με την κατασκευή του έργου σε δημόσιο χώρο, δεν επιβάλλει τον σχεδιασμό του έργου σε φάσεις ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα και οχλήσεις στην λειτουργία του οικισμού. Τονίζεται ιδιαίτερα ο χρόνος υλοποίησης του έργου, ο οποίος πρέπει να είναι εκτός της θερινής περιόδου, ώστε να αποφευχθούν οχλήσεις τόσο των χρηστών/διερχομένων όσο και των κατοίκων του οικισμού. Προτείνεται η πρόβλεψη μετασκευής εντός του διαστήματος Οκτωβρίου-Απριλίου του έτους αναφοράς.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει πρόγραμμα εργασιών και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης προς έγκριση από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Εργοδότη.

## 5. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

### 5.1. Μέθοδος και τύποι υπολογισμού

Ο υδραυλικός υπολογισμός των αγωγών του εσωτερικού δικτύου έγινε με το μοντέλο WinHydro Water Networks της εφαρμογής «Δίκτυα Ύδρευσης» της σουίτας εφαρμογών Technologismiki Works 2010. Η επίλυση του δικτύου βασίζεται στην αριθμητική εξεύρεση λύσης ενός συστήματος που προκύπτει από την εφαρμογή των εξισώσεων συνέχειας στους κόμβους και των εξισώσεων ενέργειας κατά μήκος των κλειστών βρόχων.

Ας υποθεθεί ότι ένα δίκτυο έχει  $N$  κόμβους. Κατά μήκος κάθε αγωγού που θα συνδέει δύο κόμβους  $i$  και  $j$ , οι απώλειες ενέργειας θα είναι:

$$\Delta h = h_i - h_j = r \cdot Q_{ij}^e + k \cdot Q_{ij}^2 \quad (5.1)$$

όπου  $h$  = το πιεζομετρικό ύψος σε έναν κόμβο

$\Delta h$  = οι απώλειες ενέργειας μεταξύ δύο κόμβων

$Q_{ij}$  = η παροχή που διέρχεται από τον κόμβο  $i$  προς τον  $j$  ( $m^3/s$ )

$r$  = συντελεστής αντίστασης που εξαρτάται από τον τύπο τριβής

$e$  = εκθέτης παροχής που εξαρτάται από τον τύπο της τριβής

$k$  = ο συντελεστής τοπικών απωλειών

Στην περίπτωση αντλίας, οι απώλειες ενέργειας κατά μήκος της είναι αρνητικές και αφαιρούνται από το άθροισμα των απωλειών:

$$\Delta h = h_i - h_j = -n^2 \cdot \left[ h_{Q=0} - a \cdot \left( \frac{Q_{ij}}{n} \right)^b \right] \quad (5.2)$$

όπου  $h$  = η ταχύτητα λειτουργίας της αντλίας προς την αρχική ταχύτητα

$H_{Q=0}$  = το ύψος εκείνο στο οποίο η παροχή είναι μηδέν (m)

$a, b$  = συντελεστές της χαρακτηριστικής καμπύλης της αντλίας

$Q_{ij}$  = η παροχή που διέρχεται διαμέσου της αντλίας ( $l/s$ )

Η εξίσωση της συνέχειας μπορεί να γραφτεί:

$$\sum_j Q_{ij} - Q_i^i = 0, \quad i=1,2,\dots,N \quad (5.3)$$

όπου  $Q_t^i$  = η ζήτηση τη χρονική στιγμή  $t$  στον κόμβο  $i$

Η λύση των εξισώσεων (4.1), (4.2) και (4.3) επιτυγχάνεται με εφαρμογή της μεθόδου κλίσης που προτάθηκε από τους Todini και Pilati (1987) και βελτιώθηκε από τους Saldago et Al (1988). Αρχικοποιούνται οι τιμές των παροχών (χωρίς να χρειάζεται να ικανοποιείται η εξίσωση της συνέχειας στους κόμβους) και σε κάθε κύκλο επιλύσεων υπολογίζονται πιεζομετρικά ύψη επιλύοντας την εξίσωση πινάκων:

$$A \cdot H = F \quad (5.4)$$



- όπου A = ένας Ιακωβιανός πίνακας διαστάσεων N x N  
H = ένας πίνακας στήλη με τα άγνωστα πιεζομετρικά ύψη  
F = ένας πίνακας στήλη με συντελεστές διορθώσεων

Τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα A είναι οι αντίστροφες παράγωγοι των εξισώσεων (5.1) και (5.2):

$$A_{ij} = \sum_j (h_{ij}')^{-1} \quad (5.5)$$

ενώ τα μη διαγώνια στοιχεία είναι:

$$A_{ij} = -(h_{ij}')^{-1} \quad (5.6)$$

Οι συντελεστές διορθώσεων του πίνακα F υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$F_i = \left[ \sum_j Q_{ij} - Q_i' \right] + \sum_j y_{ij} + \sum_j (h_{ij}')^{-1} \cdot h_j \quad (5.7)$$

$$y_{ij} = \frac{(r \cdot |Q_{ij}|^e + k \cdot |Q_{ij}|^2) \cdot \text{Sign}(Q_{ij})}{er|Q_{ij}|^{e-1} + 2k|Q_{ij}|} \quad (5.8)$$

όπου

$$\text{Sign}(Q_{ij}) = \begin{cases} 1, Q_{ij} \geq 0 \\ 0, Q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (5.9)$$

Η εξίσωση (5.8) ισχύει μόνο για αγωγούς. Εάν μεταξύ των κόμβων i και j υπάρχει αντλία, τότε αντί της (5.8) υπεισέρχεται στην εξίσωση (5.7) η παρακάτω σχέση ( $Q_{ij}$  πάντα θετικό για αντλίες):

$$y_{ij} = \frac{n^2 \cdot \left[ h_{Q=0} - a \cdot \left( \frac{Q_{ij}}{n} \right)^b \right]}{b \cdot n^2 \cdot a \cdot \left( \frac{Q}{n} \right)^{b-1}}, \quad Q_{ij} > 0 \quad (5.10)$$

Μετά την επίλυση των εξισώσεων (5.4), οι νέες παροχές υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - [y_{ij} - (h_{ij}') \cdot (h_i - h_j)] \quad (5.11)$$

Το σύστημα σταματάει τους υπολογισμούς εφόσον το άθροισμα των απολύτων τιμών διορθώσεων στις παροχές είναι μικρότερο ή το πολύ ίσο από ένα ελάχιστο όριο ακρίβειας επίλυσης.

Για τον υπολογισμό της απώλειας πίεσης σε κάθε αγωγό, χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εξίσωση Hazen - Williams :

$$Q = U \cdot A \quad (\text{εξίσωση της συνέχειας})$$

$$H_f = k Q^n \quad (\text{εξίσωση απωλειών ενέργειας})$$

$$\text{Όπου } n = 1/0,54 = 1,85$$

$$k = \frac{L}{(K \cdot C \cdot R_h^{0,63} \cdot A)^{1,85}} \text{ ή}$$

$$k = \frac{L}{(0,094 \cdot C^{1,85} \cdot D^{4,87})} \text{ σε μονάδες S.I.}$$

$R_h$  = υδραυλική ακτίνα (=D/4)

$U$  = η ταχύτητα ροής

$D$  = η διάμετρος του αγωγού

$h_f$  = οι γραμμικές απώλειες

$A$  = η διατομή του αγωγού

$C$  = ο συντελεστής τραχύτητας αγωγού

Η τιμή του συντελεστή τραχύτητας  $C$ , για σωλήνες από HDPE θεωρήθηκε  $C=150$  που αντιστοιχεί σε 0,1mm τιμή του συντελεστή τραχύτητας κατά Darcy.

## 5.2. Στοιχεία και παραδοχές υπολογισμού

### α. Κατανομή παροχής ανά κόμβο δικτύου

Για την εκτίμηση των παροχών στους κόμβους των δικτύων και την εισαγωγή τους στα μοντέλα επίλυσης, έγινε τοποθέτηση επαρκούς αριθμού κόμβων στο δίκτυο, ανάλογη της πυκνότητας δόμησης εντός των περιοχών μελέτης, ώστε να προσομοιώνεται η πραγματική ζήτηση νερού.

Σε κάθε κόμβο του δικτύου τοποθετήθηκε ζητούμενη παροχή σύμφωνα με τον αριθμό ιδιωτικών συνδέσεων οι οποίες θα τροφοδοτούνται από τον εκάστοτε κόμβο. Η παροχή κάθε κόμβου προέκυψε με ισομοιρασμό της παροχής σχεδιασμού του οικισμού στις πραγματοποιούμενες ιδιωτικές συνδέσεις.

### β. Εναλλακτικές περιπτώσεις φόρτισης

Για την επιλογή των τελικών διαμέτρων των αγωγών του δικτύου, εξετάστηκε η δυσμενής περίπτωση φόρτισης του δικτύου με συνθήκες μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης νερού για οικιακή χρήση με βάση τις προβλεπόμενες καταναλώσεις της 40ετίας. Η περίπτωση αυτή αποτελεί τη συνηθέστερη δυσμενή φόρτιση του δικτύου σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας. Στο σενάριο προστέθηκε και η λειτουργία πυροσβεστικών κρουστών.

Οι διατομές των αγωγών και οι αντίστοιχες απώλειες πίεσης που εξετάστηκαν προσδιορίστηκαν μετά από δοκιμαστικές επιλύσεις, έτσι ώστε οι διάμετροι των αγωγών που επιλέγονται τελικά να εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του δικτύου σε κάθε περίπτωση.

### γ. Απαιτούμενες πιέσεις στο δίκτυο

Ο προσδιορισμός των υδραυλικών μεγεθών βασίστηκε στην παραδοχή, ότι το υδραυλικό φορτίο στις θέσεις υδροληψίας, είναι ίσο με 22m, εξασφαλίζοντας δηλαδή πίεση 4atm περίπου (μέσο υψόμετρο περιοχών μελέτης τα 1m).

### 5.3. Επίλυση εσωτερικού δικτύου ύδρευσης Αποτελέσματα υδραυλικής επίλυσης

Στο τεύχος υδραυλικών υπολογισμών παρουσιάζονται τα στοιχεία κόμβων και αγωγών των δικτύων ύδρευσης που εισήχθησαν στη συνολική υδραυλική επίλυση. Πιο συγκεκριμένα για τους κόμβους δίδονται το γεωμετρικό υψόμετρο και η μέση παροχή (αυτή πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή αιχμής για κάθε σενάριο), ενώ για τους αγωγούς δίδονται το μήκος, η διατομή (εξωτερική και εσωτερική), ο συντελεστής τριβής και οι απώλειες τριβής όπως υπολογίστηκαν κατά Hazen-Williams. Στους ίδιους Πίνακες παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα των υδραυλικών επιλύσεων του δικτύου με το μοντέλο WinHydro Water Networks της εφαρμογής «Δίκτυα Ύδρευσης» της σουίτας εφαρμογών TechnoLogismiki Works 2010, ξεχωριστά για τις 3 βασικές περιπτώσεις υδραυλικής φόρτισης του δικτύου, ήτοι αιχμή θέρους 40ετίας, ελάχιστες παροχές νύχτας καθώς και για το σενάριο πυρόσβεσης.

Ως δεδομένα σε κάθε περίπτωση θεωρήθηκαν το πιεζομετρικό φορτίο στις θέσεις υδροληψίας, ίση με 22 m, και οι παροχές των κόμβων έκαστου δικτύου με βάση την μέση κατανάλωση, τον συντελεστή αιχμής, τις μελλοντικές ειδικές παροχές και την παροχή πυρόσβεσης.

Οι διάμετροι των αγωγών επιλέχθηκαν έτσι, ώστε η ταχύτητα ροής στους αγωγούς να κυμαίνεται μεταξύ 0,3-1,5 m/s.

Επιπλέον, το δίκτυο σχεδιάζεται έτσι ώστε η απώλεια υδραυλικής πίεσης να μη ξεπερνά κατά κανόνα τα 15m/km αγωγού για τους κύριους αγωγούς. Το όριο αυτό ικανοποιείται για το σύνολο τους.

Τα βασικά κατασκευαστικά στοιχεία του δικτύου φαίνονται στις οριζοντιογραφίες των αγωγών που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη. Τα υδραυλικά στοιχεία έκαστου δικτύου παρουσιάζονται στους πίνακες των Υδραυλικών Υπολογισμών, ενώ στα σχέδια οριζοντιογραφίας τα στοιχεία που αποτυπώνονται αφορούν τις συνθήκες αιχμής της 40ετίας.