

**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΡΑΜΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ**

**ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ**

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2020

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο - ιστορικό

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η αντικατάσταση των αγωγών του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης του οικισμού Καλλιθέας του Δήμου Προσοτσάνης. Η μελέτη προβλέπει την πλήρη αντικατάσταση του δικτύου και των συνοδών τεχνικών έργων χειρισμού του.

1.2 Τοπογραφικά υπόβαθρα

Η σύνταξη της μελέτης βασίστηκε:

- Στους χάρτες της ΓΥΣ (κλ. 1:5000)
- Στους ορθοφωτοχάρτες του κτηματολογίου (ανάλυση 40 εκ ανά pixel)
- Στους Χάρτες της διανομής του οικισμού (κλ. 1:1000)
- Σε μοντέλα εδάφους DEM του κτηματολογίου (κάναβος 5 μέτρων)

2. Περιγραφή περιοχής

2.1 Οικισμός

Ο οικισμός της μελέτης βρίσκεται πλησίον της κωμόπολης της Προσοτσάνης και απέχει 20,0 χλμ δυτικά, νότιο-δυτικά της πόλης της Δράμας.

2.2 Ανάγλυφο εδάφους

Βασικό χαρακτηριστικό του ανάγλυφου του εδάφους είναι οι σχετικά μεγάλες υψομετρικές διαφορές με έντονες κλίσεις που διαμορφώνονται κατά μήκος του άξονα δύσης-ανατολής.

2.3 Οικονομικά στοιχεία

Στην οικονομική δραστηριότητα των κατοίκων, κυρίαρχη θέση έχει η αγροτική παραγωγή ενώ σε μικρότερο βαθμό ασχολούνται με την κτηνοτροφία. Όσον αφορά την προοπτική μιας αγροτουριστικής ανάπτυξης οι προϋποθέσεις είναι ιδιαίτερα θετικές καθώς τα φυσικά χαρακτηριστικά που συνθέτουν την φυσιογνωμία του οικισμού αναφορικά με το περιβάλλον μπορούν να αποτελέσουν ένα νέο πόλο ανάπτυξης για την περιοχή.

2.4 Δημογραφικά στοιχεία

Ο Δήμος Προσοτσάνης περιλαμβάνει 17 τοπικές κοινότητες με συνολικό πληθυσμό 13066 άτομα κατά την απογραφή του 2011. Έδρα του Δήμου είναι η Δημοτική Κοινότητα του Προσοτσάνης. Η τοπική κοινότητα Καλλιθέας, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του πληθυσμού 2011 (Ε.Σ.Υ.Ε.), αριθμεί συνολικά 378 κατοίκους.

2.5 Πληθυσμιακές μεταβολές

Σύμφωνα με τις τρεις τελευταίες απογραφές, η εξέλιξη του μόνιμου πληθυσμού της Τ.Κ Καλλιθέας δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Έτος	1991	2001	2011
Πληθυσμός	592	626	378
Μεταβολή (%)		+0,56	-5,17

Πίνακας 1

2.6 Μελλοντικός πληθυσμός

Στον σχεδιασμό των έργων του πολιτικού μηχανικού λαμβάνεται η πρόβλεψη του μελλοντικού πληθυσμού για περίοδο σαράντα χρόνων.

Η εκτίμηση γίνεται με βάση τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε , τη μέση ετήσια αύξηση που προκύπτει (πίνακας 1) και το τύπο του ανατοκισμού.

$$E_n = E_o (1+p/100)^n$$

όπου:

E_n : αριθμός κατοίκων μετά n έτη

E_o : αριθμός κατοίκων κατά το έτος εκπόνησης της μελέτη

p : ετήσια αύξηση πληθυσμού (%)

Για τις ανάγκες της μελέτης θεωρούμε μία μέση ετήσια αύξηση του πληθυσμού 1,0%. Αν και το παραπάνω ποσοστό μπορεί να αποδειχτεί υπερεκτιμημένο, υιοθετείται στην παρούσα μελέτη για τους παρακάτω λόγους:

Α) Οι υπολογισμοί της μελέτης γίνονται προς την πλευρά της ασφάλειας.

Β) Ελέγχεται η ικανότητα του δικτύου να παραλάβει μία απρόβλεπτη αύξηση της παροχής ύδρευσης. (πχ από την εγκατάσταση κάποιας νέας παραγωγικής μονάδας).

Γ) Η επίδραση στο κόστος κατασκευής του έργου είναι αμελητέα, καθώς για οικισμούς του μεγέθους αυτού, οι διαστασασιολόγηση των αγωγών επηρεάζεται από την επίτευξη αυτής κάθε αυτής της μεταφοράς νερού και από τα δεδομένα των στατικών πιέσεων.

Βάσει των παραπάνω, ο προβλεπόμενος πληθυσμός για το έτος στόχο είναι:

$$E_{2060} = 378 \cdot (1 + 1.0/100)^{49} = 615 \text{ κάτοικοι}$$

Όπου $n=49$ (2060 – 2011)

3. Υφιστάμενη υποδομή

3.1 Δίκτυα ύδρευσης

3.1.1 Πηγές υδροδότησης - Δεξαμενές

Η ύδρευση του οικισμού της Καλλιθέας γίνεται μέσω εξωτερικού υδραγωγείου που περιλαμβάνει δύο αγωγούς μεταφοράς και δύο δεξαμενές. Η μια δεξαμενή βρίσκεται δυτικά στο όριο του οικισμού και μια ανατολικά η οποία καλύπτει .

3.1.2 Δίκτυο Μεταφοράς

Η τροφοδοσία της δυτικής δεξαμενής του οικισμού της Καλλιθέας γίνεται από την πηγή «Κούματσικ» μέσω μεταφορικού αγωγού διαμέτρου D150 και μήκους 2562 μέτρα. Αντίστοιχα η ανατολική δεξαμενή τροφοδοτείται από την γεώτρηση «Σουχάτσοσμι» μέσω καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου D125, μήκους 1256 μ. Γενικότερα η γεώτρηση χρησιμοποιείται ως εφεδρεία στο δίκτυο ύδρευσης σε περιόδους μεγάλης ζήτησης.

3.1.3 Εσωτερικό δίκτυο

Το υφιστάμενο δίκτυο στον οικισμό Καλλιθέας είναι παλαιό και κατασκευασμένο από σιδηρούς σωλήνες, πλαστικούς (PVC) καθώς και από αμιάντο-τσιμέντο-σωλήνες.

Για τους σιδηρούς σωλήνες, με την πάροδο των ετών έχει καταστραφεί ή όποια εσωτερική επίστρωση με αποτέλεσμα την συσσώρευση ιζημάτων οξείδωσης στον πυθμένα των αγωγών. Τα παραπάνω ιζήματα παρασύρονται από την ροή και αιωρούνται στο πόσιμο νερό με αποτέλεσμα την κάθετη πτώση της ποιότητάς του.

Επίσης, δεδομένου ότι μεγάλα τμήματα του υφιστάμενου δικτύου είναι κατασκευασμένα από παλαιούς αμιαντοτσιμεντοσωλήνες ή πλαστικούς σωλήνες PVC, το ποσοστό των απωλειών είναι υψηλό. Το πρόβλημα των απωλειών είναι εντονότερο για τους τσιμεντοσωλήνες εφόσον οι συνδέσεις με ελαστικούς δακτυλίους δεν εξασφαλίζουν πλήρη στεγανότητα. Η κατάσταση επιβαρύνεται περισσότερο από την συσσώρευση πρόσθετων συνδέσμων προς αποκατάσταση θραύσεων στο παρελθόν σε διάφορες θέσεις του δικτύου. Οι θραύσεις αυτές οφείλονται στην πολύ μικρή αντοχή του αμιαντοτσιμέντου σε εφελκυσμό υπό κάμψη σε δράσεις που μπορεί να προκληθούν στους αγωγούς από διαφορικές καθιζήσεις ή από την επιρροή εξωτερικών φορτίων.

Επιπρόσθετα, τα υφιστάμενα δίκτυα είναι εν μέρη ακτινικά και δεν επιτρέπουν την συνεχή ανανέωση του νερού. Σε περιόδους μικρής κατανάλωσης, η παραμονή του υδρευτικού νερού εντός των αγωγών διαρκεί πολλές ημέρες, μειώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της χλωρίωσης.

3.1.5 Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης

Το υφιστάμενο εσωτερικό δίκτυο, λόγω της παλαιότητάς του και του υλικού κατασκευής των αγωγών, εμφανίζει προβλήματα συχνών θραύσεων σε όλη την έκτασή του αυξάνοντας κατακόρυφα το κόστος των αποκαταστάσεων, καθιστώντας έτσι το κόστος λειτουργίας του ασύμφορο. Το εσωτερικό δίκτυο προέκυψε από συνεχείς επεκτάσεις και προσθήκες αγωγών διαφόρων διαμέτρων, χωρίς να υπάρχει κάποιος ενιαίος σχεδιασμός για όλο τον οικισμό και χωρίς κάποιου είδους κλιμάκωση στις διαμέτρους ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό.

Δεδομένου ότι το υφιστάμενο δίκτυο δεν διαθέτει διατάξεις δικλίδων για την τμηματική απομόνωσή του, η παροχή του νερού διακόπτεται κεντρικά σε περίπτωση βλάβης. Πέρα από το γεγονός ότι ο οικισμός μένει χωρίς νερό στο σύνολό του, η αποκατάσταση διαρκεί περισσότερο εφόσον απαιτείται περισσότερος χρόνος για να εκκενωθεί το δίκτυο προκειμένου να μπορούν τα συνεργεία να εργαστούν. Στον παραπάνω χρόνο προστίθεται και ο χρόνος επαναπλήρωσης του δικτύου με νερό.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τμήματα του εσωτερικού δικτύου είναι κατασκευασμένα (τη δεκαετία του '70) από αμιαντοσιμέντο και παρουσιάζουν συχνά θραύσεις σε διάφορα σημεία κατά μήκος της όδευσης τους. Οι αγωγοί αμιαντοσιμεντοσωλήνα ως γνωστόν έχουν μικρή αντοχή σε εφελκυσμό και είναι εύθραυστοι σε περίπτωση κρούσης ή κατά την υποχώρηση του εδάφους στο οποίο εδράζονται. Οι συχνές επεμβάσεις που απαιτούνται στους παραπάνω αγωγούς αυξάνουν και αυτές το λειτουργικό κόστος του δικτύου ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται ο κίνδυνος εισπνοής ινών αμιάντου (καρκινογόνος παράγοντας) από το προσωπικό συντήρησης κατά την φάση της αποκατάστασης των βλαβών (κοπή και απομάκρυνση θραυσμάτων αμιαντοσιμέντου).

Για την διαστασιολόγηση του έργου οφείλουμε να βασιστούμε στην απογραφή του 2011. Ωστόσο τα πληθυσμιακά δεδομένα των προηγούμενων απογραφών καθώς και ο αριθμός των υδρομέτρων, πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στην συνολική θεώρηση των πιθανών αιχμών ζήτησης νερού. Πρέπει δηλαδή το έργο να μπορεί να ανταποκριθεί σε καταστάσεις αυξημένης ζήτησης, παραμένοντας όμως πάντα διαστασιολογημένο σύμφωνα με τις θεωρητικές της απογραφής του 2011.

3.2 Ακάθαρτα ύδατα

Τα λύματα των οικιών του οικισμού αποχετεύονται σε μεμονωμένους απορροφητικούς ή σηπτικούς βόθρους, όπου τα λύματα πολλές φορές αποσυντίθενται και διηθούνται μέσα στο έδαφος και αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης των υπογείων υδάτων και κυρίως του δικτύου ύδρευσης που όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν είναι επαρκώς στεγανό.

3.3 Όμβρια ύδατα

Οι οικισμός διαθέτει σποραδικά δίκτυα αποχέτευσης όμβριων υδάτων. Η παροχέτευση των ομβρίων γίνεται είτε μέσω των παραπάνω δικτύων, είτε.

3.4 Δίκτυο οδοποιίας

Ο οικισμός διαθέτει πολύ ανεπτυγμένο εσωτερικό δίκτυο οδοποιίας με ικανοποιητική χάραξη. Σχεδόν το σύνολο των οδών του οικισμού είναι ασφαλτοστρωμένοι. Οι προτεινόμενες χαράξεις των αγωγών αποχέτευσης κινούνται στους παραπάνω ασφαλτοστρωμένους δρόμους.

4. Παροχές κατανάλωσης

4.1 Πληθυσμός σχεδιασμού

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για το έτος στόχο προκύπτουν 615 κάτοικοι.

Η μέση κατανάλωση νερού του οικισμού υπολογίζεται ως εξής

$$Q_{\text{ημ.μέση}} = q \cdot E,$$

Όπου E ο αριθμός των κατοίκων και q η ειδική παροχή κατανάλωσης νερού σε λ/κατ.ημ.

Η ειδική παροχή λαμβάνεται ίση με 200 λ/κατ.ημ. (“Υδρεύσεις”, Χατζηαγγέλου Ηρακλής, Θεσσαλονίκη 1996)

$$\text{Οπότε } Q_{\text{ημ.μέση}} = 200 \times 615 = 123000 \text{ λ/ημ.}$$

$$\text{ή } Q_{\text{μέση ετήσια}} = 123000 \cdot 365/1000 = 44895 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

Ο συντελεστής ημερήσιας αιχμής θα είναι

$$p_{\text{ημ. max}} = 1.5 \quad (\text{“Υδρεύσεις”, Χατζηαγγέλου Ηρακλής, Θεσσαλονίκη 1996})$$

Άρα η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση θα είναι

$$Q_{\text{ημ. max}} = p_{\text{ημ. max}} \cdot Q_{\text{ημ. μέση}} / 86400 = 2,14 \text{ λ/δευτ.}$$

4.3 Μέγιστη ωριαία κατανάλωση

Ο συντελεστής ωριαίας αιχμής λαμβάνεται από τον τύπο:

$$3 \geq p = 1,5 + 2,50 / Q_H^{1/2} \geq 1,5 \quad \text{οπότε προκύπτει } p_{\text{ωρ. max}} = 3,00$$

Άρα η μέγιστη ωριαία παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης θα είναι:

$$Q_{\omega p, \max(\eta \mu, \max)} = p_{\omega p, \max} * Q_{\eta \mu, \max} = 3,00 * 2,14 = 6,42 \text{ λ/δευτ.}$$

Η παροχή αυτή αντιστοιχεί στη κατάσταση λειτουργίας μέγιστης παροχής του δικτύου για την οποία και διαστασιολογείται.

4.4 Ελάχιστη ωριαία κατανάλωση

Για την ελάχιστη ωριαία κατανάλωση λαμβάνεται συντελεστής

$$p_{\omega p, \max(\eta \mu, \max)} = 1 / (1,5 * 3,0) = 0,22$$

5. Υδραυλική επίλυση

5.1 Μεθοδολογία επίλυσης

Για την επίλυση του δικτύου δημιουργήθηκε υδραυλικό μοντέλο για την επίλυση του οποίου χρησιμοποιήθηκε μια τροποποιημένη μέθοδος των Newton – Raphson. Για την σύγκληση της μεθόδου εκτελούνται διαδοχικές επιλύσεις μη γραμμικών εξισώσεων που προκύπτουν από την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε βρόχο καθώς επίσης και στην αρχή διατήρησης της μάζας σε κάθε κόμβο.

Για το ύψος των απωλειών στους χρησιμοποιείται το μοντέλο Hazen – Williams.

5.2 Διαστασιολόγηση

Το δίκτυο διαστασιολογήθηκε μετά την επίλυση τριών σεναρίων:

- α) Μέγιστη ωριαία παροχή τη μέρα της μέγιστης κατανάλωσης $\max Q_h (\max Q_d)$
- β) Μέση ημερήσια παροχή + παροχή πυρκαγιάς $\max Q_h (\text{mean} Q_d) + Q_{\pi}$
- γ) Ελάχιστη ωριαία κατανάλωση της μέρας με την ελάχιστη κατανάλωση $\min Q_h (\min Q_d)$.

Η επιλογή των διατομών γίνεται βάσει του δυσμενέστερου σεναρίου από τα α), β) ενώ η επιλογή της αντοχής των αγωγών έγινε βάσει του σεναρίου γ). Στην αντίστοιχη ενότητα των υδραυλικών υπολογισμών του τεύχους δίνονται τα αποτελέσματα του δυσμενέστερου σεναρίου των α), β)

6. Προτεινόμενος σχεδιασμός

5.1 Γενική θεώρηση

Ως προς την διάταξη το δίκτυο είναι χωρισμένο σε διαφορετικές ζώνες πίεσης που τροφοδοτούνται από αγωγό διανομής διαμέτρου Φ125 που διατρέχει τον οικισμό. Η δημιουργία διαδοχικών ζωνών απομόνωσης αυξάνει την λειτουργικότητα και την αξιοπιστία του δικτύου μειώνοντας ταυτόχρονα το συνολικό κόστος συντήρησης του.

Επιπλέον η διαμόρφωση υποδικτύων στην διάταξη μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο για τη μετάβαση των ιδιωτικών συνδέσεων από το παλαιό στο νέο δίκτυο κατά τη φάση της κατασκευής.

Για την εξαγωγή του αέρα που συσσωρεύεται στο δίκτυο τοποθετούνται φρεάτια αεραγωγού στα ψηλά σημεία ενώ για την εκκένωση και τον καθαρισμό του προβλέπεται η κατασκευή φρεατίων εκκένωσης σε όλα τα χαμηλά σημεία του δικτύου. Επίσης, προβλέπεται η κατασκευή φρεατίων δικλείδων σε όλες τις διασταυρώσεις των αγωγών του δευτερεύοντος δικτύου. Πυροσβεστικοί κρουνοί τοποθετούνται σε κατάλληλες-στρατηγικές θέσεις του οικισμού ενώ οι αγωγοί που θα εξυπηρετούν τους κρουνοί πυρόσβεσης έχουν διατομή κατ' ελάχιστον $\Phi 125$.

5.2 Πιέσεις λειτουργίας

Ο σχεδιασμός του συνολικού έργου πρέπει να εξασφαλίζει θετικά και λειτουργικά εύρη πιέσεων σε όλο το μήκος του δικτύου χωρίς να εξαντλείται η αντοχή των αγωγών. Οι τοποθετούμενοι αγωγοί είναι αντοχής 16,0 bar ώστε να εξασφαλίζεται ένα ικανοποιητικό περιθώριο ασφαλείας σε περίπτωση αστοχίας των βαλβίδων μείωσης πίεσης.

Το προτεινόμενο εσωτερικό δίκτυο σε κανονική λειτουργία εξασφαλίζει ένα εύρος πιέσεων από 2.0 έως 6.0 bar στον οικισμό

5.3 Προτεινόμενο έργο

Η παρούσα μελέτη προβλέπει

- 1) την αντικατάσταση του συνόλου του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης του οικισμού.
- 2) την προσθήκη συσκευών ελέγχου του δικτύου (φρεάτια εξαερισμού, εκκένωσης, διακλάδωσης)

5.4 Γεωμετρία εσωτερικού δικτύου

5.4.1 Οριζοντιογραφία

Οι αγωγοί του εσωτερικού υδραγωγείου θα τοποθετηθούν εντός των υφιστάμενων οδών του ρυμοτομικού σχεδίου. Η τοποθέτηση των αγωγών στα όρια των οδών εξασφαλίζει την εύκολη επιθεώρηση και συντήρηση του κατά την φάση της λειτουργίας του έργου.

5.4.2 Μηκοτομή

Οι αγωγοί του δικτύου κατά κανόνα ακολουθούν το έδαφος μηκοτομικά, με τυπική υπερκάλυψη 0,90 μ. Στα μήκη όπου το έδαφος έχει μικρή κλίση οι αγωγοί τοποθετούνται με κλίση τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η εκκένωση του δικτύου.

5.4.3 Συνοδὰ τεχνικά έργα

Για την λειτουργία των αγωγών του εσωτερικού δικτύου είναι απαραίτητη η κατασκευή φρεατίων ελέγχου πίεσης καθώς επίσης φρεατίων εξαερισμού και εκκένωσης. Τα φρεάτια εξαερισμού τοποθετούνται κυρίως στα υψηλά σημεία των αγωγών.

Για την εκκένωση των αγωγών τοποθετούνται φρεάτια εκκένωσης στα χαμηλά σημεία της χάραξης. Τα ύδατα της εκκένωσης των αγωγών θα οδηγούνται σε υφιστάμενους αγωγούς ομβρίων.

Στο εσωτερικό δίκτυο προβλέπεται επίσης η κατασκευή φρεατίων δικλείδων σε κόμβους διασταύρωσης του κυρίως και δευτερευόντως δικτύου καθώς επίσης και η τοποθέτηση δικλείδων απομόνωσης με ειδικό χυτοσιδηρό τεμάχιο σε επιλεγμένες θέσεις του δικτύου διανομής.

5.6 Αποκατάσταση οδοστρωμάτων

Οι επιφάνειες που χρειάζεται να αποκατασταθούν είναι στην πλειοψηφία τους ασφαλτόδρομοι. Ορισμένοι αγωγοί διέρχονται επίσης από τσιμεντοστρωμένες επιφάνειες ή χωματόδρομους.

7. Υλικά κατασκευής

Οι αγωγοί μεταφοράς θα κατασκευαστούν με σωλήνες από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 100, τρίτης γενιάς, MRS10 (Minimum Required Strength = Ελάχιστη Απαιτούμενη Αντοχή = 10 MPa), τυποποιημένοι κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2:2003.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα θα είναι κατηγορίας C25/30, το άοπλο σκυρόδεμα διαμόρφωσης κλίσεων και εξομάλυνσης θα είναι κατηγορίας C12/15. Ο χάλυβας οπλισμών θα είναι κατηγορίας S500 ενώ ο δομικός χάλυβας θα είναι κατηγορίας Fe360.

8. Χρησιμοποιούμενο λογισμικό

Ο σχεδιασμός του έργου έγινε με το λογισμικό WaterNET-CAD (powered by Autodesk) της Diolkos3D software. Το λογισμικό χρησιμοποιεί τις βιβλιοθήκες του EPANET για την υδραυλική επίλυση του Δικτύου.