

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

1	☐	ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ
2	☐	ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ ΟΠΩΣ ΣΗΜΕΙΩΝΕΤΑΙ
3	☐	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΥΠΟΒΟΛΗ
4	☐	ΔΕΝ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ
2η		
1η	01/04/2020	Δ.ΤΣΕΣΜΕΛΗΣ
ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜΕΡΟΜ/ΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ / ΥΠΟΓΡΑΦΗ
		Ο ΜΕΛΕΤΩΝ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ : 20SYMV006362536

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ : 05 01 03
05 02 03

"ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΠΙΚΗΣ
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΙΑΣ, ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΡΙΓΩΝΟΥ"

Θέμα Τεύχους:

Υ Δ Ρ Α Υ Λ Ι Κ Ο Ι Υ Π Ο Λ Ο Γ Ι Σ Μ Ο Ι

Στάδιο Μελέτης: Δ' ΦΑΣΗ

Κωδικός Τεύχους

B

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2020

Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

ΤΣΕΣΜΕΛΗΣ Γ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΔΙΠΛ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Α.Π.Θ.
Α.Μ. Τ.Σ.Ε. 104572
ΘΕΡΜΟΠΥΛΟΝ 27-68100 ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ
ΤΗΛ: 2551083916 FAX: 2551083916
ΑΦΜ: 070278297 ΔΟΥ: ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΣΕΣΜΕΛΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
Α.Μ. 21388

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΜΙΝΤΖΙΑΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Ε Γ Κ Ρ Ι Θ Η Κ Ε
Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

1	Εισαγωγή.	2
2	Καταναλώσεις.	2
2.1	Περίοδος υπολογισμού.	2
2.2	Πληθυσμός σχεδιασμού.	2
2.2.1	Υπόθεση γραμμικής μεταβολής πληθυσμού.	3
2.2.2	Υπόθεση Γεωμετρικής Μεταβολής Πληθυσμού.	3
2.2.3	Υπόθεση Φθίνουσας Μεταβολής Πληθυσμού.	4
2.2.4	Υπόθεση μεταβολής πληθυσμού με βάση τη λογιστική καμπύλη S.	5
2.2.5	Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού.	5
2.3	Δίκτυο πυρόσβεσης.	8
2.4	Υδατικές καταναλώσεις.	8
2.5	Σενάριο Σχεδιασμού.	8
3	Υδραυλικές επίλυσης.	10
3.1	Μέθοδος επίλυσης.	10
3.2	Απώλειες ενέργειας.	12
3.3	Τοπικές απώλειες.	12
3.4	Στοιχεία δικτύου.	14
3.4.1	Κόμβοι.	14
3.4.2	Δεξαμενές.	15
3.4.3	Ταμιευτήρες.	16
3.4.4	Αγωγοί.	16
4	Αποτελέσματα επίλυσης.	18
4.1	Συντεταγμένες κόμβων επίλυσης υδραγωγείου.	18
4.2	Τύπος αγωγών επίλυσης Υδραγωγείου.	19
4.3	Αποτελέσματα επίλυσης κόμβων υδραγωγείου.	22
4.4	Αποτελέσματα επίλυσης αγωγών υδραγωγείου.	23

1 Εισαγωγή.

Η παρούσα μελέτη αφορά στην **κατασκευή νέου εσωτερικού δικτύου ύδρευσης στον οικισμό Ελαίας** στην Δημοτική ενότητα Βύσσας του Δήμου Ορεστιάδας Νομού Εβρου.

Η υδραυλική μελέτη ανατέθηκε με την υπ' **αριθμόν απόφαση 12/ 11-02-2020** απόφαση του Δ.Σ. της **Δ.Ε.Υ.Α.Ο.** στον **ΤΣΕΣΜΕΛΗ ΔΗΜΗΤΡΙΟ** μελετητή Υδραυλικών έργων (κατηγορία 13) με **Α.Μ: 21388 Β'.** Η αντίστοιχη σύμβαση υπογράφηκε στις **28/02/2020**

Σκοπός του έργου είναι η ανακατασκευή του εσωτερικού & εξωτερικού δικτύου ύδρευσης του οικισμού Ελαίας με ένα δίκτυο σύγχρονο και λειτουργικό που ανταποκρίνεται στις ανάγκες της σύγχρονης εποχής.

2 Καταναλώσεις.

2.1 Περίοδος υπολογισμού.

Τα έργα υποδομής πρέπει να σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις παρούσες συνθήκες (πληθυσμός, χρήσεις γης, χωρική κατανομή κατοίκων, κλπ) όσο και τις μελλοντικές αναμενόμενες χρήσεις. Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς, η περίοδος σχεδιασμού για δίκτυα ακαθάρτων πρέπει να λαμβάνεται ίση με 40 έτη (Π.Δ. 696/74).

Η τιμή αυτή έχει προκύψει σύμφωνα με την εμπειρία της ωφέλιμης διάρκειας ζωής των επιμέρους έργων, την ευκολία ή δυσκολία επέκτασης των δικτύων καθώς οι αστικοί χώροι αυξάνονται και λαμβάνοντας φυσικά υπόψη οικονομικούς παράγοντες. Εξαίρεση αποτελεί ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός (όπως τα αντλιοστάσια), του οποίου η οικονομική διάρκεια ζωής είναι μικρότερη, της τάξης των 20 ετών.

Με βάση τα προαναφερόμενα, η περίοδος υπολογισμού για τη διαστασιολόγηση των έργων λαμβάνεται ίση με 40 έτη. Με βάση αναφοράς το έτος 2020, όλοι οι υπολογισμοί ανάγονται τελικά στο έτος 2060.

2.2 Πληθυσμός σχεδιασμού.

Πρωταρχική σημασία στο σχεδιασμό δικτύων ύδρευσης κατέχει η μελέτη της πληθυσμιακής εξέλιξης. Για την επέκταση του δείγματος στο μέλλον υπάρχει μια σειρά μεθοδολογιών που μπορεί να ακολουθηθεί:

2.2.1 Υπόθεση γραμμικής μεταβολής πληθυσμού.

Σύμφωνα με τη θεωρία της γραμμικής αύξησης του πληθυσμού, εάν κατά το έτος E_1 ο πληθυσμός της υπό εξέτασης περιοχής είναι Π_1 και κατά το έτος E_2 ο πληθυσμός είναι Π_2 , τότε η ετήσια μεταβολή k του πληθυσμού δίνεται από τη σχέση:

$$k = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{E_2 - E_1}$$

και ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη, όπου T η περίοδος σχεδιασμού του έργου δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi_T = \Pi_0 + k \cdot T$$

όπου:

- ο Π_T , ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη (κάτοικοι)
- ο Π_0 , ο σημερινός πληθυσμός (κάτοικοι)
- ο k , η ετήσια μεταβολή του πληθυσμού (κάτοικοι / έτος)
- ο T , η περίοδος σχεδιασμού του δικτύου (έτη)

Επειδή σχεδόν ποτέ δεν παρατηρείται γραμμική μεταβολή του πληθυσμού σε έναν οικισμό, συνίσταται να αποφεύγεται η μεθοδολογία αυτή, εκτός και εάν η εφαρμογή της τεκμηριώνεται ικανοποιητικά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

2.2.2 Υπόθεση Γεωμετρικής Μεταβολής Πληθυσμού.

Η υπόθεση της γεωμετρικής μεταβολής είναι η πλέον διαδεδομένη για μικρούς οικισμούς, με πληθυσμούς έως 5000 κατοίκους, καθώς είναι απλή και η εφαρμογή της απαιτεί μόνο στοιχεία απογραφών. Σε μεγαλύτερους οικισμούς δεν είναι σκόπιμο να εφαρμόζεται, καθώς οδηγεί σε μη ρεαλιστικές υπερεκτιμήσεις του πληθυσμού. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού k δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$k = \exp \left[\frac{\ln(\Pi_2 / \Pi_1)}{E_2 - E_1} \right] - 1$$

όπου:

- ο Π_2 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_2 (κάτοικοι)
- ο Π_1 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_1 (κάτοικοι)
- ο k , ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού

Ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη, όπου T η περίοδος σχεδιασμού του έργου, δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi_T = \Pi_0 \cdot (1+k)^T$$

όπου:

- ο Π_T , ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη (κάτοικοι)
- ο Π_0 , ο σημερινός πληθυσμός (κάτοικοι)
- ο k , ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού
- ο T , η περίοδος σχεδιασμού του δικτύου (έτη)

2.2.3 Υπόθεση Φθίνουσας Μεταβολής Πληθυσμού

Η υπόθεση αυτή διαφέρει από τις απλές μονοπαραμετρικές υποθέσεις της γραμμικής και γεωμετρικής μεταβολής, οι οποίες στηρίζονται μόνο σε μια παράμετρο k ετήσιας αύξησης. Τέτοιες εξάλλου υποθέσεις υιοθετούν της παραδοχή απεριορίστης χωρητικότητας κατοίκων στην περιοχή μελέτης. Στην πραγματικότητα, υπάρχει συνήθως ένας μέγιστος πληθυσμός που μπορεί να υπάρξει σε μια συγκεκριμένη περιοχή και καθορίζεται κατά κύριο λόγο από πολεοδομικές και χωροταξικές διατάξεις και κανονισμούς. Ο μέγιστος αυτός πληθυσμός Π_K , καλείται *πληθυσμός κορεσμού* και η εκτίμησή του είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της υπόθεσης φθίνουσας μεταβολής του πληθυσμού.

Εάν Π_1 και Π_2 δυο διαφορετικές απογραφές κατά τα έτη E_1 και E_2 αντίστοιχα και Π_K ο μέγιστος αναμενόμενος πληθυσμός (πληθυσμός κορεσμού) για την περιοχή μελέτης, τότε η παράμετρος k που περιγράφει τη μεταβολή του πληθυσμού δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$k = \frac{\ln \left[\frac{\Pi_K - \Pi_2}{\Pi_K - \Pi_1} \right]}{E_2 - E_1}$$

όπου:

- ο Π_2 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_2 (κάτοικοι)
- ο Π_1 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_1 (κάτοικοι)
- ο Π_K , ο πληθυσμός κορεσμού (κάτοικοι)
- ο k , η παράμετρος μεταβολής του πληθυσμού (έτος⁻¹)

Ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη, όπου T η περίοδος σχεδιασμού του έργου, δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi_T = \Pi_0 + (\Pi_K - \Pi_0) \cdot (1 - e^{k \cdot T})$$

όπου:

- ο Π_T , ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη (κάτοικοι)
- ο Π_o , ο σημερινός πληθυσμός (κάτοικοι)
- ο Π_K , ο πληθυσμός κορεσμού (κάτοικοι)
- ο k , η παράμετρος μεταβολής του πληθυσμού (έτος⁻¹)
- ο T , η περίοδος σχεδιασμού του δικτύου (έτη)

2.2.4 Υπόθεση μεταβολής πληθυσμού με βάση τη λογιστική καμπύλη S

Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, εάν παρασταθεί γραφικά η εξέλιξη του πληθυσμού μιας περιοχής σε συνάρτηση με το χρόνο θα παρουσιάζει καμπύλη μορφής S. Στην αρχή δηλαδή, ο πληθυσμός θα μεταβάλλεται γεωμετρικά, κατόπιν γραμμικά και στη συνέχεια με φθίνουσα μεταβολή. Η εξίσωση που δίνει τον πληθυσμό σχεδιασμού είναι η παρακάτω:

$$\Pi_T = \frac{\Pi_K}{1 + c \cdot e^{b \cdot T}}$$

όπου:

- ο Π_T , ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη (κάτοικοι)
- ο Π_K , ο πληθυσμός κορεσμού (κάτοικοι)
- ο c (αδιάστατη), b (έτος⁻¹), παράμετροι μεταβολής του πληθυσμού
- ο T , η περίοδος σχεδιασμού του δικτύου (έτη)

Οι συντελεστές b και c εκτιμώνται από δεδομένα απογραφών (απαιτούνται τουλάχιστον 3 ζεύγη). Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα ζεύγη ιστορικών απογραφών, η εκτίμηση των τιμών των παραμέτρων αυτών γίνεται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Όσον αφορά την εκτίμηση του πληθυσμού κορεσμού Π_K , ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν στην υπόθεση φθίνουσας μεταβολής του πληθυσμού.

2.2.5 Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού

Έτος απογραφής	Σύνολο
2011	428
2001	532
1991	611
1981	669
1971	754

Σύμφωνα με τις απογραφές της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας προκύπτουν τα ακόλουθα πληθυσμιακά δεδομένα για τον οικισμό ενδιαφέροντος που καλύπτει το δίκτυο ύδρευσης :

Πιν. 2-1. Στοιχεία πληθυσμών από περιοχή μελέτης από Ε.Σ.Υ.Ε.

Η υπόθεση της γεωμετρικής μεταβολής είναι η πλέον διαδεδομένη για μικρούς οικισμούς, με πληθυσμούς έως 5000 κατοίκους, καθώς είναι απλή και η εφαρμογή της απαιτεί μόνο στοιχεία απογραφών. Σε μεγαλύτερους οικισμούς δεν είναι σκόπιμο να εφαρμόζεται, καθώς οδηγεί σε μη ρεαλιστικές υπερεκτιμήσεις του πληθυσμού. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού k δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$k = \exp \left[\frac{\ln(\Pi_2 / \Pi_1)}{E_2 - E_1} \right] - 1$$

όπου:

- ο Π_2 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_2 (κάτοικοι)
- ο Π_1 , ο πληθυσμός κατά το έτος E_1 (κάτοικοι)
- ο k , ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού

Ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη, όπου T η περίοδος σχεδιασμού του έργου, δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi_T = \Pi_0 \cdot (1 + k)^T$$

όπου:

- ο Π_T , ο πληθυσμός σχεδιασμού μετά από T έτη (κάτοικοι)
- ο Π_0 , ο σημερινός πληθυσμός (κάτοικοι)
- ο k , ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού
- ο T , η περίοδος σχεδιασμού του δικτύου (έτη)

Η μόνη μέθοδος υπολογισμού που μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση αυτή τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά είναι αυτή της γεωμετρικής αύξησης. Το προκύπτουν ποσοστό αύξησης για το πληθυσμό εξυπηρέτησης είναι ίσο με 0.50% που δίδει πληθυσμό σχεδιασμού 572 κάτοικοι για το έτος σχεδιασμού (χειμερινός πληθυσμός 2060). Στον πληθυσμό αυτόν θα ληφθεί υπόψη και μια αύξηση της τάξεως του 15% ήτοι 658 άτομα (θερινός πληθυσμός 2060) που αντιστοιχεί σε εποχιακό πληθυσμό και θα καθορίζει την περίοδο αιχμής

2.3 Δίκτυο πυρόσβεσης.

Εκτός από την ικανότητα να παροχετεύσει σε κάθε στιγμή την απαιτούμενη ποσότητα νερού, το δίκτυο ύδρευσης πρέπει να είναι σε θέση να δώσει και μία επιπρόσθετη παροχή για την κατάσβεση πυρκαγιάς που τυχόν θα εμφανισθεί.

Για τις αστικές περιοχές και με τα Ελληνικά δεδομένα λαμβάνεται παροχή για την κατάσβεση της πυρκαγιάς που κυμαίνεται από 5 έως 10 lt/sec. ανάλογα με την πυκνότητα που πληθυσμού και το είδος των κατασκευών. Βέβαια είναι απίθανο η πυρκαγιά να εμφανισθεί κατά την ώρα που εμφανίζεται η παροχή ωριαίας αιχμής με την οποία υπολογίζεται το δίκτυο ύδρευσης.

2.4 Υδατικές καταναλώσεις.

Σύμφωνα με στοιχεία που χορηγήθηκαν στον μελετητή από την βάση δεδομένων της Δ.Ε.Υ.Α.Ο. η ετήσια κατανάλωση για το έτος 2019 (01/01/2019-31/12/2019) ήταν **20.353 κ.μ.** για τον εσωτερικό δίκτυο της Καβύλης είναι μικρότερη από την κατανάλωση που προβλέπει η άδεια χρήσης της Δ/νσης υδάτων στο οικ 4682 / 12-03-2019 που είναι **31.250 κ.μ. / έτος.**

2.5 Σενάριο Σχεδιασμού.

Η μέση ημερήσια κατανάλωση λαμβάνεται αυξημένη και ίση με 220lt/ημέρα/κάτοικο. Συνεπώς η μέση ημερήσια κατανάλωση υπολογίζεται σε κυβικά μέτρα ανά ημέρα ως εξής:

Μέση ημερήσια κατανάλωση (L/d/κατ)	Πληθυσμός (κατ)	Μέση ημερήσια κατανάλωση (m ³ /d)
220	658	144.72

Η άρδευση των χώρων πρασίνου αθλητικών εγκαταστάσεων και των προκηπίων θα γίνεται από το δίκτυο ύδρευσης. Οι εκτάσεις πρασίνου προς άρδευση εκτιμώνται συνολικά σε **3.000 m²**. Η ημερήσια κατανάλωση για άρδευση χώρων πρασίνου λαμβάνεται στα **4 lt/m²/ημ.** (Φ.Ε.Κ. 43Α/2002)

Συνολικά απαιτείται:

- Για άρδευση: $3.000 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Lt/m}^2/\text{day} = 12.00 \text{ m}^3/\text{day}$
- Για ύδρευση: $144.72 \text{ m}^3/\text{day}$
- Απώλειες δικτύου $15\% \times (144.72 + 12.00) = 23.51 \text{ m}^3/\text{day}$

Συνολικός όγκος απαιτούμενου ύδατος (πλην πυρόσβεσης):

- **180.22 m³/day**

Για τον υπολογισμό της παροχής αιχμής, δεν λαμβάνεται υπόψη ο συντελεστής αιχμής $\lambda=1.5$, αλλά λόγω της ιδιομορφίας χρήσεως του υδρευτικού νερού, γίνεται αναλυτικός υπολογισμός βάσει ιστορικών μετρήσεων αναλόγων οικισμών, με τον οποίο προκύπτει ελαφρώς δυσμενέστερη παροχή αιχμής.

Ωριαία κατανάλωση νερού

Υπολογισμός κατανομής ωριαίας κατανάλωσης νερού					
Ωρα ημέρας	Οικιακή κατανάλωση		Πότισμα κήπων		Σύνολο
	%	m ³ /h	%	m ³ /h	
0-1	0.85	1.23			1.23
1-2	0.85	1.23			1.23
2-3	0.85	1.23			1.23
3-4	1.00	1.45			1.45
4-5	2.70	3.91			3.91
5-6	4.70	6.80			6.80
6-7	5.35	7.74			7.74
7-8	5.85	8.47	7.14	0.86	9.32
8-9	4.50	6.51	7.14	0.86	7.37
9-10	4.20	6.08	7.14	0.86	6.94
10-11	5.50	7.96	7.14	0.86	8.82
11-12	7.50	10.85	7.14	0.86	11.71
12-13	7.90	11.43	7.14	0.86	12.29
13-14	6.35	9.19	7.14	0.86	10.05
14-15	5.20	7.53	7.14	0.86	8.38
15-16	4.80	6.95	7.14	0.86	7.80
16-17	4.00	5.79	7.14	0.86	6.65
17-18	4.50	6.51	7.14	0.86	7.37
18-19	6.20	8.97	7.14	0.86	9.83
19-20	5.70	8.25	7.14	0.86	9.11
20-21	5.50	7.96	7.14	0.86	8.82
21-22	3.00	4.34			4.34
22-23	2.00	2.89			2.89
23-00	1.00	1.45			1.45
(m ³ /day)	100%	144.72	10000%	12.00	156.72

Συμπερασματικά, η ωριαία παροχή αιχμής για τη διαστασιολόγηση του οικισμού θα είναι: $Q^W_{\max} = 12.29 \text{ m}^3/\text{hr} = 3.41 \text{ l/s}$.

Οι συνδέσεις αφορούν κατοικίες χαμηλού ύψους (δύο όροφοι) οπότε το ελάχιστο απαιτούμενο πιεζομετρικό φορτίο για την ομαλή λειτουργία του δικτύου: $2,0 \times (3,0 \text{ m}) + 2,0 = 8,0 \text{ m}$

3 Υδραυλικές επίλυσης

3.1 Μέθοδος επίλυσης

Η επίλυση 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 δυο κόμβους i και j , οι απώλειες ενέργειας θα είναι:

$$\Delta h = h_i - h_j = r \cdot Q_{ij}^e + k \cdot Q_{ij}^2 \quad (3.1)$$

όπου:

- ο h , το πιεζομετρικό ύψος σε έναν κόμβο (m)
- ο Δh , οι απώλειες ενέργειας μεταξύ δυο κόμβων (m)
- ο Q_{ij} , η παροχή που διέρχεται από τον κόμβο i προς τον κόμβο j (m³/s)
- ο r , ένας συντελεστής αντίστασης που εξαρτάται από τον τύπο τριβής
- ο e , εκθέτης παροχής που εξαρτάται από τον τύπο τριβής
- ο k , ο συντελεστής τοπικών απωλειών

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

$$\Delta h = h_i - h_j = -n^2 \cdot \left[h_{Q=0} - a \cdot \left(\frac{Q_{ij}}{n} \right)^b \right] \quad (3.2)$$

όπου:

- ο n , είναι η ταχύτητα λειτουργίας της αντλίας προς την αρχική ταχύτητα
- ο $h_{Q=0}$, είναι το ύψος εκείνο στο οποίο η παροχή είναι μηδέν (m)
- ο a, b , συντελεστές της χαρακτηριστικής καμπύλης της αντλίας
- ο Q_{ij} , η παροχή που διέρχεται διαμέσου της αντλίας (L/s)

Η εξίσωση συνέχειας στους N κόμβους μπορεί να γραφτεί:

$$\sum_j Q_{ij} - Q_t^i = 0, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3.3)$$

όπου:

- ο Q_t^i , η ζήτηση τη χρονική στιγμή t στον κόμβο i .

Η λύση των εξισώσεων (3.1), (3.2) και (3.3) επιτυγχάνεται με εφαρμογή της *μεθόδου κλίσης* που προτάθηκε από τους Todini και Pilati (1987) και βελτιώθηκε από τους Salgado et al. (1988). Αρχικοποιούνται οι τιμές των παροχών (χωρίς να χρειάζεται να ικανοποιείται η εξίσωση συνέχειας στους κόμβους) και σε κάθε κύκλο επιλύσεων υπολογίζονται πιεζομετρικά ύψη επιλύοντας την εξίσωση πινάκων:

$$A \cdot H = F \quad (3.4)$$

όπου:

- ο A , ένας Ιακωβιανός πίνακας διαστάσεων $N \times N$
- ο H , ένας πίνακας στήλη με τα άγνωστα πιεζομετρικά ύψη
- ο F , ένας πίνακας στήλη με συντελεστές διορθώσεων

Τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα A είναι οι αντίστροφες παράγωγοι των εξισώσεων (3.1) και (3.2):

$$A_{ii} = \sum_j (h'_{ij})^{-1} \quad (3.5)$$

ενώ τα μη διαγώνια στοιχεία είναι:

$$A_{ij} = - (h'_{ij})^{-1} \quad (3.6)$$

Οι συντελεστές διόρθωσης του πίνακα F υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - Q_t^i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_j (h'_{ij})^{-1} h_j \quad (3.7)$$

$$y_{ij} = \frac{(r |Q_{ij}|^e + k |Q_{ij}|^2) \cdot \text{Sign}(Q_{ij})}{er |Q_{ij}|^{e-1} + 2k |Q_{ij}|} \quad (3.8)$$

όπου:

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

Η εξίσωση (3.8) ισχύει μόνο για αγωγούς. Εάν μεταξύ των κόμβων i και j υπάρχει αντλία, τότε αντί της (3.8), υπεισέρχεται στην εξίσωση (3.7) η παρακάτω σχέση (Q_{ij} πάντα θετικό για αντλίες):

$$y_{ij} = \frac{n^2 \cdot \left[h_{Q=0} - a \cdot \left(\frac{Q_{ij}}{n} \right)^b \right]}{b \cdot n^2 \cdot a \cdot \left(\frac{Q}{n} \right)^{b-1}}, Q_{ij} > 0 \quad (3.9)$$

Μετά την επίλυση των εξισώσεων (3.4), οι νέες παροχές υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - \left[y_{ij} - (h'_{ij})^{-1} (h_i - h_j) \right] \quad (3.10)$$

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

3.2 Απώλειες ενέργειας.

Ο υπολογισμός των απωλειών ενέργειας λόγω τριβής, γίνεται με την εφαρμογή των εξισώσεων των Darcy-Weisbach. Στην περίπτωση των δικτύων υπό πίεση, οι γενικές εξισώσεις απλοποιούνται σημαντικά με την υιοθέτηση των ακόλουθων παραδοχών:

- ο Οι αγωγοί είναι κυκλικής διατομής
- ο Το ποσοστό πλήρωσης είναι 100%, οπότε η κλίση των τριβών είναι σταθερή και άρα η πτώση των γραμμών ενέργειας και πίεσης είναι γραμμική με τη φορά της ροής
- ο Η ταχύτητα είναι σταθερή, άρα η γραμμή ενέργειας σε κάθε αγωγό προκύπτει εάν στην πιεζομετρική γραμμή προστεθεί ο όρος $V^2/2 \cdot g$.

Απώλειες λόγω τριβών δεν απαντώνται μόνο στους αγωγούς, αλλά και σε άλλα στοιχεία του δικτύου όπως οι βαλβίδες και οι αντλίες. Ωστόσο, ο υπολογισμός των απωλειών στα στοιχεία αυτά είναι εντελώς διαφορετικός και δεν μπορεί να περιγραφεί από τις απλές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τριβών στους αγωγούς.

3.3 Τοπικές απώλειες.

Οι τοπικές απώλειες αποτελούν επιπρόσθετες πτώσεις στη γραμμή ενέργειας και συνήθως απαντώνται σε συστολές, διαστολές, εισόδους, εξόδους και διάφορα ειδικά τεμάχια

(ταυ, ημιταυ, κλπ). Ο υπολογισμός τους είναι σχετικά απλός από τη στιγμή που ο συντελεστής των τοπικών απωλειών είναι γνωστός.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές συντελεστών τοπικών απωλειών κατά περίπτωση.

Τυπικές τιμές συντελεστών k τοπικών απωλειών.

Περίπτωση	Τιμή k	Περίπτωση	Τιμή k
Είσοδος		Καμπύλες 90° ¹	
Στρογγυλεμένα χείλη	0.00 ~ 0.05	r/D=4 (r καμπυλότητα)	0.16 ~ 0.18
Γωνίες 30° ~ 60°	0.18	r/D=2	0.19 ~ 0.25
Ορθή γωνία	0.50	r/D=1.5	0.26 ~ 0.34
Προβαλλόμενο άκρο	0.80 ~ 1.00	r/D=1	0.35 ~ 0.40
Απότομες Συστολές		Καμπύλα Τεμάχια	
$D_2/D_1 \leq 0.20$	0.41 ~ 0.50	Γωνία 15°	0.05
$0.20 < D_2/D_1 \leq 0.40$	0.30 ~ 0.41	Γωνία 30°	0.10
$0.40 < D_2/D_1 \leq 0.60$	0.18 ~ 0.30	Γωνία 45°	0.20
$0.60 < D_2/D_1 \leq 0.80$	0.06 ~ 0.18	Γωνία 60°	0.35
$D_2/D_1 \geq 0.80$	0.00 ~ 0.06	Γωνία 90°	0.80
Βαθμιαίες Συστολές		Ταυ ²	
Γωνία 15°	0.02	Οριζόντια	0.30 ~ 0.40
Γωνία 22.5°	0.04	Κάθετα	0.60 ~ 2.10
Γωνία 45°	0.07	Ημιταυ (45°) ²	
Απότομες Διαστολές		Οριζόντια	0.20 ~ 0.35
$D_2/D_1 \leq 0.20$	0.92 ~ 1.00	Κάθετα	0.45 ~ 0.55
$0.20 < D_2/D_1 \leq 0.40$	0.71 ~ 0.92	Σταυρός ²	
$0.40 < D_2/D_1 \leq 0.60$	0.41 ~ 0.71	Οριζόντια	0.40 ~ 0.60
$0.60 < D_2/D_1 \leq 0.80$	0.13 ~ 0.41	Κάθετα	0.60 ~ 0.90
$D_2/D_1 \geq 0.80$	0.00 ~ 0.13	Σφαιρικές Δικλείδες ³	
Βαθμιαίες Διαστολές		Γωνία 90°	0.05
Γωνία 15°	0.03	Γωνία 60°	1.20
Γωνία 22.5°	0.07	Γωνία 45°	10.00

Περίπτωση	Τιμή k	Περίπτωση	Τιμή k
Γωνία 45°	0.14	Γωνία 30°	50.00

Παρατηρήσεις:

1. Τα νούμερα ισχύουν για αριθμούς Reynolds στην περιοχή του 2×10^5 .
2. Συνήθεις τιμές για εξαρτήματα εμπορίου.
3. Η γωνία στις σφαιρικές δικλείδες αναφέρεται στη συμπληρωματική γωνία που σχηματίζουν ο άξονας του ανοίγματος της δικλείδας με τον άξονα του αγωγού.

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών γίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$h_L = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (3.11)$$

όπου:

- ο h_L , οι τοπικές απώλειες (m)
- ο k , ο αδιάστατος συντελεστής τοπικών απωλειών
- ο V , η ταχύτητα ροής (m/s)
- ο g , η επιτάχυνση της βαρύτητας (9.81 m/s²)

3.4 Στοιχεία δικτύου.

Τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα δίκτυο μπορούν να χωριστούν σε σημειακά και γραμμικά, με βάση τον τρόπο που αυτά υπεισέρχονται στις εξισώσεις των υπολογισμών. Σημειακά είναι οι κόμβοι, οι δεξαμενές και οι ταμειυτήρες και γραμμικά είναι οι αγωγοί, οι αντλίες και οι δικλείδες.

3.4.1 Κόμβοι.

Οι κόμβοι είναι σημεία στα οποία εισέρχεται ή εξέρχεται κάποια παροχή. Είναι επίσης τα σημεία εκείνα στα οποία ενώνονται δυο ή περισσότερα γραμμικά στοιχεία. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται κόμβοι για σχεδιαστικούς λόγους, όπως για παράδειγμα στον εμπλουτισμό με σημεία μιας κατά μήκος τομής αγωγού ύδρευσης.

Μια ειδική κατηγορία κόμβων είναι τα *στόμια*, τα οποία ουσιαστικά είναι συσκευές που προσομοιώνουν τη ροή διαμέσου ενός υδροστομίου ή θυροφράγματος στην ατμόσφαιρα. Η

παροχή εξαρτάται τότε από το διαθέσιμο πιεζομετρικό φορτίο και από τη γεωμετρία του συστήματος εξόδου:

$$Q = c \cdot p^{\alpha} \quad (3.12)$$

όπου:

- ο Q , η παροχή του στομίου (m^3/s)
- ο α , ο εκθέτης πίεσης (τυπική τιμή 0.5)
- ο c , ο συντελεστής εξόδου, εξαρτώμενος από τη γεωμετρία ($\text{m}^{3-\alpha}/\text{s}$)
- ο p , η διαθέσιμη πίεση (m)

3.4.2 Δεξαμενές

Οι δεξαμενές αποτελούν κόμβους με μη μηδενική χωρητικότητα και είναι υπεύθυνες για την παροχή νερού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου. Ωστόσο, η ικανότητά τους να παρέχουν νερό στο δίκτυο μεταβάλλεται με το χρόνο, καθώς η στάθμη του νερού εντός της δεξαμενής αλλάζει.

3.4.3 Ταμειυτήρες.

Οι ταμειυτήρες είναι μια ειδική περίπτωση δεξαμενών με σταθερή παροχή νερού στο δίκτυο, καθώς γίνεται η υπόθεση ότι η στάθμη στον ταμειυτήρα δεν μεταβάλλεται με το χρόνο. Υπάρχει όμως η περίπτωση να μεταβάλλεται χρονικά η στάθμη του ταμειυτήρα, ανεξάρτητα όμως με τη ζήτηση από το δίκτυο.

3.4.4 Αγωγοί.

Οι αγωγοί μεταφέρουν νερό από ένα σημείο σε ένα άλλο, χωρίς καμία ενδιάμεση απώλεια όσον αφορά την ποσότητά του. Κατά την ροή του νερού κατά μήκος ενός αγωγού αναπτύσσονται γραμμικές απώλειες ενέργειας λόγω των τριβών. Επίσης, εμφανίζονται και ποιοτικές αντιδράσεις ανάλογα με τις ποιοτικές παραμέτρους της ανάλυσης που διεξάγεται και οι οποίες συνήθως οφείλονται τόσο σε αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στα τοιχώματα των αγωγών όσο και σε αντιδράσεις λόγω ανάμιξης εντός των αγωγών.

Οι αγωγοί λειτουργούν συνεχώς υπό πίεση. Οι αγωγοί διανομής έχουν χαμηλές πιέσεις λόγω των συνδέσεων με τοπικούς καταναλωτές. Οι απώλειες ενέργειας ανά μονάδα μήκους υπολογίζονται με βάση τη σχέση των Darcy – Weisbach που δίδεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$J_E = \frac{h_F}{L} = f \frac{1}{4R} \frac{V^2}{2g} \quad (3.12)$$

όπου	L	το μήκος του αγωγού σε m
	f	ο συντελεστής τριβών για ομοιόμορφη ροή σε αγωγούς υπό πίεση
	V	η ταχύτητα σε m/s
	g	η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s ²
	R	η υδραυλική ακτίνα σε m.

Επειδή οι αγωγοί είναι κυκλικοί, η υδραυλική ακτίνα εξαρτάται μόνο από τη διάμετρο του αγωγού και ισούται με D/4, επομένως η σχέση (3.12) μπορεί να γραφεί ως:

$$J_E = f \frac{1}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (3.13)$$

Ο συντελεστής f υπολογίζεται με βάση τον τύπο των Colebrook και White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.86 \ln \left(\frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} + \frac{k_s}{14.8R} \right) \quad (3.14)$$

όπου **f** ο συντελεστής τριβών για ομοιόμορφη ροή σε αγωγούς υπό πίεση
R η υδραυλική ακτίνα σε m.
k_s η τιμή της ισοδύναμης τραχύτητας του αγωγού σε m

4 Αποτελέσματα επίλυσης.

4.1 Συντεταγμένες κόμβων επίλυσης υδραγωγείου.

α/α	Κόμβος	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Υψ. εδάφους (m)	Ζήτηση (L/s)	α/α	Κόμβος	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Υψ. εδάφους (m)	Ζήτηση (L/s)
1	ΔΕΞ	692532.58	4609419.43	52.2	0.03	55	K2	693279.09	4610149.92	54.24	0.00
2	A0	692537.4	4609421.73	51.77	0.03	56	K3	693338.78	4610193.14	52.98	0.00
3	A1	692522.61	4609501.56	52.68	0.03	57	K4	693298.89	4610260.66	52.82	0.00
4	A2	692590.77	4609555.41	51.53	0.03	58	K5	693529.81	4610458.88	51.53	0.03
5	A3	692640.39	4609595.17	51.43	0.03	59	A6.1	692693.26	4609659.75	53.45	0.03
6	A4	692654.04	4609621.85	52.56	0.03	60	A6.2	692661.54	4609715.26	54.48	0.03
7	A5	692651.14	4609632.55	53.12	0.03	61	A7.1	692704.58	4609686.63	53.87	0.03
8	A6	692698.33	4609653.68	53.4	0.03	62	A10.1	692892.56	4609736.22	51.62	0.03
9	A7	692718.8	4609671.3	53.5	0.03	63	A11.1	692862.36	4609823.78	53.87	0.03
10	A8	692754.68	4609702.31	53.78	0.03	64	A11.1.1	692800.87	4609819.45	54.52	0.03
11	A9	692790.95	4609734.03	53.74	0.03	65	A12.1	693058.93	4609929.07	54.8	0.03
12	A10	692850.1	4609793.22	54.01	0.03	66	B1.1	692731.9	4609805.07	54.34	0.03
13	A11	692867.78	4609814.43	54.03	0.03	67	B1.1.1	692763.47	4609824.7	54.48	0.03
14	A12	692975.61	4609929.55	55.48	0.03	68	B4.1	692647.02	4609835.08	55.00	0.03
15	A13	692992.53	4609956.18	55.46	0.03	69	B4.2	692674.39	4609866.73	55.09	0.03
16	B1	692740.5	4609738.75	53.57	0.03	70	B4.3	692700.47	4609882.34	55.13	0.03
17	B2	692719.42	4609736.98	54.02	0.03	71	B4.4	692740.05	4609896.98	54.94	0.03
18	B3	692697.1	4609746.17	54.24	0.03	72	B4.4.1	692756.73	4609846.65	54.67	0.03
19	B4	692585.82	4609788.06	54.74	0.03	73	B4.4.2	692795.17	4609853.75	54.67	0.03
20	B5	692531.13	4609801.07	53.55	0.03	74	B4.5	692845.44	4609937.8	54.7	0.03
21	B6	692500.49	4609856.63	53.90	0.03	75	B6.1	692646.85	4609919.93	55.2	0.03
22	B7	692474.62	4609899.46	54.17	0.03	76	B7.1	692621.49	4609949.49	55.31	0.03
23	Γ1	692432.46	4609970.74	55.32	0.03	77	Δ1.1	692436.62	4609360.78	54.88	0.00
24	Γ2	692729.6	4609966.48	55.83	0.03	78	Δ4.1	692693.19	4609500.9	54.61	0.03
25	Γ3	692830.84	4609963.55	55.82	0.03	79	E1.1	692734.22	4609581.77	51.75	0.03
26	Δ1	692537.4	4609409.52	51.30	0.03	80	E1.1.1	692682.97	4609591.48	51.36	0.03
27	Δ2	692577.8	4609424.72	53.00	0.03	81	E1.1.2	692764.43	4609601.82	50.52	0.03
28	Δ3	692667.89	4609505.04	54.93	0.03	82	E2.1	692804.84	4609653.29	50.74	0.03
29	Δ4	692686.05	4609518.58	54.65	0.03	83	E2.2	692840.18	4609621.3	51.67	0.03
30	E1	692730.01	4609639.7	52.76	0.03	84	E2.2.1	692822.1	4609586.71	52.53	0.03
31	E2	692800.75	4609666.09	51.24	0.05	85	E3.1	692905.17	4609637.6	52.63	0.03
32	E3	692865.39	4609707.18	50.6	0.03	86	E3.2	692925.76	4609550.34	54.42	0.03
33	E4	692889.32	4609724.9	51.36	0.03	87	E3.3	692969.21	4609441.71	52.14	0.03
34	E5	692898.52	4609725.62	51.27	0.03	88	E6.1	693122.81	4609669.38	49.00	0.03
35	E6	692941.52	4609719.64	50.64	0.03	89	E6.2	693127.23	4609770.27	53.35	0.03
36	E7	693038.17	4609751.85	52.37	0.03	90	E7.1	693105.76	4609806.31	53.92	0.03
37	E8	693039.93	4609817.81	54.06	0.03	91	E8.1	693080.16	4609821.69	54.2	0.03

α/α	Κόμβος	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Υψ. εδάφους (m)	Ζήτηση (L/s)	α/α	Κόμβος	Τετμημένη X (m)	Τεταγμένη Y (m)	Υψ. εδάφους (m)	Ζήτηση (L/s)
38	E9	692989.83	4609901.06	54.49	0.03	92	ΣΤ1.1	692715.12	4609509.87	54.77	0.03
39	ΣΤ1	692751.14	4609421.14	54.73	0.03	93	ΣΤ2.1	692794.35	4609380.76	53.11	0.03
40	ΣΤ2	692775.95	4609430.38	54.44	0.03	94	ΣΤ3.1	692929.4	4609421.08	52.73	0.03
41	ΣΤ3	692906.16	4609481.14	53.54	0.03	95	H1.1	692552.81	4609710.08	53.26	0.03
42	H1	692560.68	4609715.43	53.78	0.05	96	H1.1.1	692532.66	4609725.51	52.00	0.03
43	H2	692548.61	4609728.19	53.77	0.03	97	Θ1.1	692587.61	4609567.67	51.61	0.06
44	H3	692502.31	4609774.62	53.81	0.03	98	Θ1.2	692536.69	4609671.63	51.77	0.03
45	H4	692214.24	4609908.58	55.8	0.03	99	Θ1.3	692518.58	4609660.26	53.01	0.03
46	Θ1	692522.56	4609515.66	52.51	0.03	100	Θ1.4	692503.26	4609688.13	53.86	0.03
47	Θ2	692491.67	4609577.23	54.76	0.03	101	Θ1.5	692459.98	4609501.85	53.85	0.03
48	Θ3	692479.04	4609608.45	55.19	0.03	102	Θ2.1	692396.13	4609564.09	55.57	0.03
49	Θ4	692448.6	4609604.78	55.57	0.03	103	Θ5.1	692371.77	4609615.91	55.47	0.03
50	Θ5	692435.84	4609636.73	55.71	0.03	104	Θ6.2	692304.74	4609642.32	55.05	0.03
51	Θ6	692418.51	4609680.2	55.24	0.03	105	Θ5.2	692314.45	4609598.02	55.14	0.03
52	Θ7	692391.14	4609742.43	52.76	0.03	106	Θ6.1	692356.08	4609659.4	54.81	0.03
53	Θ8	692336.13	4609769.22	53.04	0.03	107	Θ6.1.1	692311.38	4609780.38	53.02	0.03
54	K1	693185.03	4609887.54	55.37	0.00	108	Θ6.2.1	692259.92	4609769.68	54.65	0.03

4.2 Τύπος αγωγών επίλυσης Υδραγωγείου.

α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος	α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος
1	ΔΕΞ -> Α0	5.36	D140mm HDPE	70	ΣΤ3 -> Ε2.2.1	139.07	D90mm HDPE
2	Α0 -> Α1	82.18	D140mm HDPE	71	ΣΤ3 -> ΣΤ3.1	64.44	D90mm HDPE
3	Α1 -> Α2	86.87	D140mm HDPE	72	Ε3.1 -> Ε3	80.62	D90mm HDPE
4	Α2 -> Α3	63.58	D90mm HDPE	73	Ε3.2 -> Ε3.1	89.89	D90mm HDPE
5	Α3 -> Α4	29.99	D90mm HDPE	74	Ε3.3 -> Ε3.2	117.17	D90mm HDPE
6	Α4 -> Α5	11.10	D90mm HDPE	75	ΣΤ3.1 -> Ε3.3	44.85	D90mm HDPE
7	Α5 -> Α6	52.80	D90mm HDPE	76	Ε2.2.1 -> Ε1.1	90.16	D90mm HDPE
8	Α6 -> Α7	27.04	D90mm HDPE	77	Ε1.1 -> Ε1.1.1	52.22	D63mm HDPE
9	Α7 -> Α8	47.44	D90mm HDPE	78	Ε1.1 -> Ε1.1.2	36.37	D90mm HDPE
10	Α8 -> Α9	48.18	D90mm HDPE	79	Ε1.1.2 -> Ε2.1	65.95	D90mm HDPE
11	Α9 -> Α10	83.81	D90mm HDPE	80	Ε6 -> Ε6.1	188.18	D63mm HDPE
12	Α10 -> Α11	27.61	D90mm HDPE	81	Ε6.1 -> Ε6.2	101.22	D63mm HDPE
13	Α11 -> Α12	158.01	D90mm HDPE	82	Ε7 -> Ε7.1	86.97	D63mm HDPE
14	Α12 -> Α13	31.55	D90mm HDPE	83	Ε8 -> Ε8.1	40.42	D63mm HDPE
15	Β1 -> Α9	50.71	D90mm HDPE	84	Α12 -> Α12.1	83.48	D63mm HDPE
16	Β2 -> Β1	21.16	D90mm HDPE	85	Ε4 -> Α9	99.66	D90mm HDPE
17	Β3 -> Β2	24.14	D90mm HDPE	86	Ε5 -> Α10.1	12.16	D90mm HDPE

α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος	α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος
18	B4 -> B3	118.90	D90mm HDPE	87	A10.1 -> E9	192.01	D90mm HDPE
19	B5 -> B4	56.66	D90mm HDPE	88	Δ1 -> Δ1.1	126.66	D63mm HDPE
20	B5 -> B6	63.63	D90mm HDPE	89	Θ1 -> Θ1.1	83.29	D140mm HDPE
21	B6 -> B7	50.04	D90mm HDPE	90	Θ1.1 -> Θ1.2	116.99	D90mm HDPE
22	B7 -> Γ1	82.86	D90mm HDPE	91	Θ1.2 -> H1.1	43.06	D90mm HDPE
23	Γ1 -> Γ2	297.33	D90mm HDPE	92	H1.1 -> H1	9.54	D90mm HDPE
24	Γ2 -> Γ3	101.28	D90mm HDPE	93	Θ1.2 -> Θ1.3	21.43	D63mm HDPE
25	Γ3 -> A13	161.85	D90mm HDPE	94	Θ1.3 -> Θ1.4	31.93	D63mm HDPE
26	A0 -> Δ1	12.22	D140mm HDPE	95	H1.1 -> H1.1.1	25.49	D63mm HDPE
27	Δ1 -> Δ2	43.21	D140mm HDPE	96	Θ1 -> Θ1.5	64.17	D63mm HDPE
28	Δ2 -> Δ3	127.51	D140mm HDPE	97	Θ2 -> Θ2.1	96.51	D90mm HDPE
29	Δ3 -> Δ4	22.66	D90mm HDPE	98	Θ2.1 -> Θ5.1	57.30	D90mm HDPE
30	A4 -> E1	78.45	D90mm HDPE	99	Θ5.1 -> Θ5	67.37	D90mm HDPE
31	E1 -> E2	75.73	D90mm HDPE	100	Θ5.1 -> Θ5.2	60.05	D90mm HDPE
32	E2 -> E3	76.89	D90mm HDPE	101	Θ6.1 -> Θ6	65.80	D90mm HDPE
33	E3 -> E4	29.79	D90mm HDPE	102	Θ6.2 -> Θ6.1	54.11	D90mm HDPE
34	E4 -> E5	9.23	D90mm HDPE	103	Θ5.2 -> Θ6.2	45.49	D90mm HDPE
35	E5 -> E6	43.41	D90mm HDPE	104	Θ6.2 -> Θ6.2.1	135.02	D90mm HDPE
36	E6 -> E7	101.95	D90mm HDPE	105	Θ6.1 -> Θ6.1.1	129.28	D90mm HDPE
37	E7 -> E8	66.01	D90mm HDPE	106	Θ6.2.1 -> Θ6.1.1	53.64	D90mm HDPE
38	E9 -> E8	97.18	D90mm HDPE	107	Θ7 -> H3	127.22	D90mm HDPE
39	E9 -> A12	31.89	D90mm HDPE	108	H3 -> B5	39.14	D90mm HDPE
40	Δ2 -> ΣΤ1	173.50	D90mm HDPE	109	H2 -> B5	76.29	D90mm HDPE
41	ΣΤ1 -> ΣΤ2	26.48	D90mm HDPE	110	A6 -> A6.1	7.91	D90mm HDPE
42	ΣΤ2 -> ΣΤ3	139.78	D90mm HDPE	111	A6.1 -> A6.2	69.91	D63mm HDPE
43	A5 -> H1	124.07	D90mm HDPE	112	A7 -> A7.1	20.91	D90mm HDPE
44	H1 -> H2	17.57	D90mm HDPE	113	A6.1 -> A7.1	29.17	D90mm HDPE
45	H2 -> H3	65.56	D90mm HDPE	114	A7.1 -> B2	52.50	D90mm HDPE
46	H3 -> H4	321.91	D63mm HDPE	115	A8 -> B1	39.21	D90mm HDPE
47	A1 -> Θ1	14.10	D140mm HDPE	116	B1 -> B1.1	66.89	D90mm HDPE
48	Θ1 -> Θ2	69.02	D90mm HDPE	117	B4.3 -> B1.1	83.86	D90mm HDPE
49	Θ2 -> Θ3	33.67	D90mm HDPE	118	B4 -> B4.1	77.19	D90mm HDPE
50	Θ3 -> Θ4	30.66	D90mm HDPE	119	B4.1 -> B4.2	41.84	D90mm HDPE
51	Θ4 -> Θ5	34.41	D90mm HDPE	120	B4.2 -> B4.3	30.40	D90mm HDPE
52	Θ5 -> Θ6	46.80	D90mm HDPE	121	B4.3 -> B4.4	42.20	D90mm HDPE
53	Θ6 -> Θ7	68.08	D90mm HDPE	122	B4.4 -> B4.5	113.10	D90mm HDPE
54	Θ7 -> Θ8	61.20	D63mm HDPE	123	B3 -> B4.1	102.65	D90mm HDPE

α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος	α/α	Ονομασία	Μήκος	Τύπος
55	A13 -> K1	208.66	D63mm HDPE	124	B1.1 -> B1.1.1	37.18	D90mm HDPE
56	K1 -> K2	278.89	D63mm HDPE	125	B1.1.1 -> B4.4.1	22.95	D90mm HDPE
57	K2 -> K3	73.74	D63mm HDPE	126	B4.4 -> B4.4.1	53.03	D90mm HDPE
58	K3 -> K4	78.48	D63mm HDPE	127	B4.4.1 -> B4.4.2	39.09	D90mm HDPE
59	K4 -> K5	304.35	D63mm HDPE	128	B4.4.2 -> A11.1.1	34.77	D90mm HDPE
60	Δ3 -> A2	101.33	D90mm HDPE	129	A11.1.1 -> A11.1	62.94	D90mm HDPE
61	Δ4 -> A3	89.63	D90mm HDPE	130	B4.5 -> A11.1	122.49	D90mm HDPE
62	Δ4 -> Δ4.1	19.06	D90mm HDPE	131	A11.1 -> A11	10.81	D90mm HDPE
63	Δ4.1 -> ΣΤ1.1	23.70	D90mm HDPE	132	B4.5 -> Γ3	29.62	D90mm HDPE
64	ΣΤ1.1 -> ΣΤ1	98.34	D90mm HDPE	133	B6 -> B6.1	161.17	D90mm HDPE
65	ΣΤ2 -> ΣΤ2.1	53.25	D63mm HDPE	134	B6.1 -> Γ2	103.82	D90mm HDPE
66	E1 -> E1.1	58.47	D90mm HDPE	135	B7 -> B7.1	155.98	D90mm HDPE
67	E2.1 -> E2	13.45	D90mm HDPE	136	B7.1 -> B6.1	38.94	D90mm HDPE
68	E2.2 -> E2.1	47.87	D90mm HDPE	137	B6.1 -> B4.2	59.91	D90mm HDPE
69	E2.2.1 -> E2.2	39.05	D90mm HDPE	138	A10 -> A10.1	71.13	D90mm HDPE

4.3 Αποτελέσματα επίλυσης κόμβων υδραγωγείου.

α/α	Όνομα	Πιεζομετρικό ύψος (m)	Πιεζομετρικό φορτίο (m)	α/α	Όνομα	Πιεζομετρικό ύψος (m)	Πιεζομετρικό φορτίο (m)	α/α	Όνομα	Πιεζομετρικό ύψος (m)	Πιεζομετρικό φορτίο (m)
1	ΔΕΞ	70.75	19.42	37	Ε8	70.63	17.41	73	Β4.4.2	70.63	16.8
2	Α0	70.74	19.84	38	Ε9	70.63	16.98	74	Β4.5	70.63	16.77
3	Α1	70.72	18.91	39	ΣΤ1	70.7	16.81	75	Β6.1	70.63	16.28
4	Α2	70.71	20.05	40	ΣΤ2	70.69	17.1	76	Β7.1	70.63	16.17
5	Α3	70.69	20.1	41	ΣΤ3	70.65	17.96	77	Δ1.1	70.74	16.69
6	Α4	70.66	18.94	42	Η1	70.65	17.72	78	Δ4.1	70.7	16.94
7	Α5	70.65	18.38	43	Η2	70.65	17.72	79	Ε1.1	70.64	19.74
8	Α6	70.64	18.08	44	Η3	70.64	17.68	80	Ε1.1.1	70.64	20.11
9	Α7	70.63	17.98	45	Η4	70.64	15.67	81	Ε1.1.2	70.64	20.97
10	Α8	70.63	17.7	46	Θ1	70.71	19.07	82	Ε2.1	70.64	20.75
11	Α9	70.63	17.74	47	Θ2	70.68	16.76	83	Ε2.2	70.64	19.82
12	Α10	70.63	17.46	48	Θ3	70.67	16.33	84	Ε2.2.1	70.64	18.96
13	Α11	70.63	17.44	49	Θ4	70.67	15.94	85	Ε3.1	70.64	18.85
14	Α12	70.63	15.99	50	Θ5	70.66	15.8	86	Ε3.2	70.64	17.07
15	Α13	70.63	16.01	51	Θ6	70.66	16.26	87	Ε3.3	70.64	19.35
16	Β1	70.63	17.91	52	Θ7	70.65	18.74	88	Ε6.1	70.62	22.45
17	Β2	70.63	17.46	53	Θ8	70.65	18.44	89	Ε6.2	70.62	18.1
18	Β3	70.63	17.24	54	Κ1	70.62	16.08	90	Ε7.1	70.62	17.54
19	Β4	70.63	16.74	55	Κ2	70.62	17.21	91	Ε8.1	70.63	17.26
20	Β5	70.64	17.93	56	Κ3	70.62	18.47	92	ΣΤ1.1	70.7	16.78
21	Β6	70.63	17.58	57	Κ4	70.61	18.63	93	ΣΤ2.1	70.69	18.41
22	Β7	70.63	17.31	58	Κ5	70.61	19.91	94	ΣΤ3.1	70.65	18.76
23	Γ1	70.63	16.16	59	Α6.1	70.63	18.03	95	Η1.1	70.65	18.24
24	Γ2	70.63	15.64	60	Α6.2	70.63	16.98	96	Η1.1.1	70.65	19.48
25	Γ3	70.63	15.65	61	Α7.1	70.63	17.61	97	Θ1.1	70.71	19.97
26	Δ1	70.74	20.31	62	Α10.1	70.63	19.85	98	Θ1.2	70.66	19.74
27	Δ2	70.73	18.6	63	Α11.1	70.63	17.6	99	Θ1.3	70.66	18.48
28	Δ3	70.72	16.66	64	Α11.1.1	70.63	16.95	100	Θ1.4	70.66	17.63
29	Δ4	70.71	16.9	65	Α12.1	70.62	16.66	101	Θ1.5	70.71	17.69
30	Ε1	70.65	18.73	66	Β1.1	70.63	17.14	102	Θ2.1	70.67	15.94
31	Ε2	70.64	20.24	67	Β1.1.1	70.63	16.99	103	Θ5.1	70.66	16.04
32	Ε3	70.64	20.88	68	Β4.1	70.63	16.48	104	Θ6.2	70.66	16.46
33	Ε4	70.63	20.12	69	Β4.2	70.63	16.39	105	Θ5.2	70.66	16.37
34	Ε5	70.63	20.2	70	Β4.3	70.63	16.35	106	Θ6.1	70.66	16.69
35	Ε6	70.63	20.83	71	Β4.4	70.63	16.53	107	Θ6.1.1	70.66	18.48
36	Ε7	70.63	19.1	72	Β4.4.1	70.63	16.8	108	Θ6.2.1	70.66	16.85

4.4 Αποτελέσματα επίλυσης αγωγών υδραγωγείου.

Τύπος Αγωγού	Υλικό	Κλάση	Εσωτερική Διάμετρος	Πάχος	Συντελεστής Darcy
DN 160 mm	HDPE	10 Bar	0,140	0,010	0,0001
DN 140 mm	HDPE	10 Bar	0,122	0,009	0,0001
DN90 mm	HDPE	10 Bar	0,078	0,006	0,0001
DN 63 mm	HDPE	10 Bar	0,550	0,004	0,0001

α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή	α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή
1	ΔΕΞ -> Α0	0.29	3.42	0.96	0.0269	70	ΣΤ3 -> Ε2.2.1	0.05	0.22	0.04	0.0292
2	Α0 -> Α1	0.16	1.92	0.34	0.0303	71	ΣΤ3 -> ΣΤ3.1	0.05	0.26	0.06	0.0315
3	Α1 -> Α2	0.04	0.45	0.02	0.0343	72	Ε3.1 -> Ε3	0.03	0.13	0.02	0.0462
4	Α2 -> Α3	0.13	0.64	0.43	0.0362	73	Ε3.2 -> Ε3.1	0.03	0.16	0.03	0.0368
5	Α3 -> Α4	0.22	1.04	1.00	0.0323	74	Ε3.3 -> Ε3.2	0.04	0.19	0.03	0.0307
6	Α4 -> Α5	0.14	0.66	0.44	0.0360	75	ΣΤ3.1 -> Ε3.3	0.05	0.23	0.04	0.0292
7	Α5 -> Α6	0.11	0.54	0.32	0.0379	76	Ε2.2.1 -> Ε1.1	0.01	0.04	0.01	0.1415
8	Α6 -> Α7	0.05	0.25	0.05	0.0303	77	Ε1.1 -> Ε1.1.1	0.01	0.03	0.02	0.1271
9	Α7 -> Α8	0.04	0.21	0.04	0.0295	78	Ε1.1 -> Ε1.1.2	0.02	0.09	0.02	0.0643
10	Α8 -> Α9	0.02	0.11	0.02	0.0526	79	Ε1.1.2 -> Ε2.1	0.01	0.06	0.01	0.1013
11	Α9 -> Α10	0.03	0.14	0.02	0.0425	80	Ε6 -> Ε6.1	0.03	0.07	0.05	0.0636
12	Α10 -> Α11	0.03	0.13	0.02	0.0478	81	Ε6.1 -> Ε6.2	0.01	0.03	0.02	0.1273
13	Α11 -> Α12	0.01	0.06	0.01	0.0934	82	Ε7 -> Ε7.1	0.01	0.03	0.02	0.1272
14	Α12 -> Α13	0.00	0.00	0.00	1.2612	83	Ε8 -> Ε8.1	0.01	0.03	0.02	0.1275
15	Β1 -> Α9	0.01	0.06	0.01	0.0946	84	Α12 -> Α12.1	0.01	0.03	0.02	0.1272
16	Β2 -> Β1	0.04	0.17	0.03	0.0347	85	Ε4 -> Α9	0.00	0.00	0.00	1.3995
17	Β3 -> Β2	0.01	0.04	0.01	0.1690	86	Ε5 -> Α10.1	0.03	0.13	0.02	0.0466
18	Β4 -> Β3	0.02	0.09	0.02	0.0642	87	Α10.1 -> Ε9	0.02	0.08	0.01	0.0766
19	Β5 -> Β4	0.06	0.30	0.09	0.0360	88	Δ1 -> Δ1.1	0.00	0.00	0.00	0.0000
20	Β5 -> Β6	0.06	0.29	0.09	0.0355	89	Θ1 -> Θ1.1	0.06	0.66	0.05	0.0400
21	Β6 -> Β7	0.03	0.16	0.03	0.0382	90	Θ1.1 -> Θ1.2	0.13	0.60	0.38	0.0369
22	Β7 -> Γ1	0.01	0.07	0.01	0.0849	91	Θ1.2 -> Η1.1	0.10	0.50	0.28	0.0387
23	Γ1 -> Γ2	0.01	0.04	0.01	0.1604	92	Η1.1 -> Η1	0.09	0.43	0.22	0.0401

α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή	α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή
24	Γ2 -> Γ3	0.02	0.08	0.01	0.0766	93	Θ1.2 -> Θ1.3	0.03	0.07	0.05	0.0635
25	Γ3 -> Α13	0.01	0.06	0.01	0.1025	94	Θ1.3 -> Θ1.4	0.01	0.03	0.02	0.1272
26	Α0 -> Δ1	0.13	1.47	0.21	0.0323	95	Η1.1 -> Η1.1.1	0.01	0.03	0.02	0.1266
27	Δ1 -> Δ2	0.12	1.44	0.20	0.0325	96	Θ1 -> Θ1.5	0.01	0.03	0.02	0.1269
28	Δ2 -> Δ3	0.09	1.00	0.11	0.0356	97	Θ2 -> Θ2.1	0.06	0.30	0.10	0.0371
29	Δ3 -> Δ4	0.16	0.74	0.55	0.0349	98	Θ2.1 -> Θ5.1	0.06	0.27	0.07	0.0327
30	Α4 -> Ε1	0.07	0.35	0.15	0.0419	99	Θ5.1 -> Θ5	0.01	0.03	0.00	0.2189
31	Ε1 -> Ε2	0.04	0.20	0.04	0.0299	100	Θ5.1 -> Θ5.2	0.04	0.21	0.04	0.0294
32	Ε2 -> Ε3	0.06	0.29	0.08	0.0350	101	Θ6.1 -> Θ6	0.01	0.05	0.01	0.1307
33	Ε3 -> Ε4	0.08	0.38	0.18	0.0416	102	Θ6.2 -> Θ6.1	0.02	0.10	0.02	0.0624
34	Ε4 -> Ε5	0.07	0.36	0.15	0.0420	103	Θ5.2 -> Θ6.2	0.04	0.18	0.03	0.0335
35	Ε5 -> Ε6	0.04	0.19	0.03	0.0309	104	Θ6.2 -> Θ6.2.1	0.01	0.05	0.01	0.1223
36	Ε6 -> Ε7	0.02	0.09	0.02	0.0631	105	Θ6.1 -> Θ6.1.1	0.00	0.02	0.00	0.3449
37	Ε7 -> Ε8	0.01	0.03	0.00	0.2097	106	Θ6.2.1 -> Θ6.1.1	0.00	0.02	0.00	0.3809
38	Ε9 -> Ε8	0.01	0.04	0.01	0.1580	107	Θ7 -> Η3	0.05	0.25	0.06	0.0307
39	Ε9 -> Α12	0.00	0.01	0.00	0.8960	108	Η3 -> Β5	0.07	0.33	0.13	0.0402
40	Δ2 -> ΣΤ1	0.08	0.40	0.19	0.0412	109	Η2 -> Β5	0.06	0.29	0.09	0.0353
41	ΣΤ1 -> ΣΤ2	0.12	0.58	0.35	0.0372	110	Α6 -> Α6.1	0.05	0.26	0.06	0.0315
42	ΣΤ2 -> ΣΤ3	0.11	0.51	0.29	0.0384	111	Α6.1 -> Α6.2	0.01	0.03	0.02	0.1273
43	Α5 -> Η1	0.02	0.08	0.01	0.0722	112	Α7 -> Α7.1	0.00	0.01	0.00	0.9984
44	Η1 -> Η2	0.10	0.47	0.25	0.0394	113	Α6.1 -> Α7.1	0.04	0.19	0.03	0.0308
45	Η2 -> Η3	0.03	0.14	0.02	0.0415	114	Α7.1 -> Β2	0.04	0.17	0.03	0.0354
46	Η3 -> Η4	0.01	0.03	0.02	0.1272	115	Α8 -> Β1	0.01	0.06	0.01	0.0965
47	Α1 -> Θ1	0.12	1.44	0.21	0.0325	116	Β1 -> Β1.1	0.03	0.14	0.02	0.0439
48	Θ1 -> Θ2	0.15	0.71	0.51	0.0353	117	Β4.3 -> Β1.1	0.00	0.00	0.00	1.7797
49	Θ2 -> Θ3	0.08	0.38	0.17	0.0418	118	Β4 -> Β4.1	0.04	0.17	0.03	0.0350
50	Θ3 -> Θ4	0.07	0.34	0.14	0.0415	119	Β4.1 -> Β4.2	0.03	0.16	0.03	0.0370
51	Θ4 -> Θ5	0.07	0.31	0.11	0.0381	120	Β4.2 -> Β4.3	0.03	0.14	0.02	0.0414
52	Θ5 -> Θ6	0.06	0.31	0.10	0.0374	121	Β4.3 -> Β4.4	0.02	0.11	0.02	0.0555
53	Θ6 -> Θ7	0.07	0.32	0.11	0.0390	122	Β4.4 -> Β4.5	0.01	0.05	0.01	0.1232
54	Θ7 -> Θ8	0.01	0.03	0.02	0.1272	123	Β3 -> Β4.1	0.00	0.02	0.00	0.2474
55	Α13 -> Κ1	0.01	0.03	0.02	0.1399	124	Β1.1 -> Β1.1.1	0.02	0.11	0.02	0.0558
56	Κ1 -> Κ2	0.01	0.03	0.02	0.1399	125	Β1.1.1 -> Β4.4.1	0.02	0.08	0.01	0.0775
57	Κ2 -> Κ3	0.01	0.03	0.02	0.1396	126	Β4.4 -> Β4.4.1	0.01	0.03	0.00	0.2305

α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή	α/α	Όνομα	Ταχύτητα (m/s)	Παροχή (L/s)	Απώλειες (m/km)	Τριβή
58	K3 -> K4	0.01	0.03	0.02	0.1400	127	B4.4.1 -> B4.4.2	0.01	0.07	0.01	0.0858
59	K4 -> K5	0.01	0.03	0.02	0.1399	128	B4.4.2 -> A11.1.1	0.01	0.04	0.01	0.1632
60	Δ3 -> A2	0.05	0.23	0.04	0.0292	129	A11.1.1 -> A11.1	0.00	0.00	0.00	1.8389
61	Δ4 -> A3	0.09	0.43	0.21	0.0403	130	B4.5 -> A11.1	0.00	0.00	0.00	2.3810
62	Δ4 -> Δ4.1	0.06	0.28	0.07	0.0334	131	A11.1 -> A11	0.01	0.03	0.01	0.2175
63	Δ4.1 -> ΣΤ1.1	0.05	0.24	0.05	0.0300	132	B4.5 -> Γ3	0.00	0.01	0.00	0.4717
64	ΣΤ1.1 -> ΣΤ1	0.04	0.21	0.04	0.0294	133	B6 -> B6.1	0.02	0.10	0.02	0.0578
65	ΣΤ2 -> ΣΤ2.1	0.01	0.03	0.02	0.1271	134	B6.1 -> Γ2	0.02	0.07	0.01	0.0807
66	E1 -> E1.1	0.02	0.12	0.02	0.0516	135	B7 -> B7.1	0.01	0.05	0.01	0.1131
67	E2.1 -> E2	0.03	0.14	0.02	0.0438	136	B7.1 -> B6.1	0.00	0.02	0.00	0.3077
68	E2.2 -> E2.1	0.02	0.11	0.02	0.0545	137	B6.1 -> B4.2	0.00	0.02	0.00	0.3701
69	E2.2.1 -> E2.2	0.03	0.14	0.02	0.0419	138	A10 -> A10.1	0.00	0.02	0.00	0.3354